

## Audyt energetyczny budynku użyteczności publicznej

LOKALIZACJA: Zespół Szkół nr 6  
ul. Wrocławska 52  
81-382 Gdynia

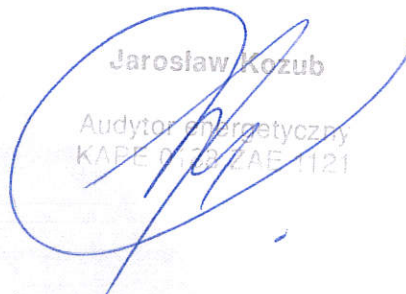
INWESTOR: Gmina Miasta Gdyni  
Al. Marszałka Piłsudskiego 52/54  
81-382 Gdynia

AUTOR: mgr inż. Jarosław Kozub




Neptun EKO  
Jarosław Kozub

NIP 958 098 82 27  
Regon 220071142  
ul. Słowackiego 3  
84-230 Rumia  
tel.: 58 743 64 11-13  
fax: 58 743 64 29



Jarosław Kozub  
Audytor energetyczny  
KABE 01232451121

Październik 2015

1. Dane identyfikacyjne budynku											
1.1 Rodzaj budynku:	budynek użyteczności publicznej - Zespół Szkół nr 6 w Gdyni				1.2 Rok budowy:	1935					
1.3 Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji, PESEL*) (*w przypadku cudzoziemca nazwa i numer dokumentu tożsamości):	Gmina Miasta Gdyni				1.4 Adres budynku:	ul.	Wrocławska		nr	52	
	ul.	Al. Marszałka Piłsudskiego		nr		52/54		kod:	81-553	mięjscość:	Gdynia
	kod:	81-382	mięjscość:			Gdynia		powiat:	M. Gdynia	województwo:	pomorskie
	tel.	-		fax		-					
	Pesel:		-								
Nazwa:		-		Nr.		-					
2. Nazwa, adres i numer region firmy wykonującej audyt:											
 <b>NEPTUN EKO mgr inż. Jarosław Kozub</b> 84-230 Rumia ul. Słowackiego 3 tel: 607-607-454; tel./fax: (58) 665 11 53 Oddział Rumia ul. Pomorska 1C/1 84-230 Rumia Regon: 220071142											
3. Imię i nazwisko, adres oraz numer pesel audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:											
mgr inż. Jarosław Kozub, 84-230 Rumia ul. Słowackiego 3; 74010803858 <small>autoryzacja Krajowej Agencji Poszanowania Energii nr 0188, członek Stowarzyszenia Audytorów Energetycznych nr 112</small>											
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska i zakresy prac, posiadane kwalifikacje:											
Lp.	Imię i nazwisko:		Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego:			Posiadane kwalifikacje (w tym ew. uprawnienia)					
1	Anna Sychowska		dokumentacja techniczna, inwentaryzacje bilans energetyczny budynku								
2	Marcin Rosenow										
3	-										
4	-										
5. Miejscość:	Rumia		data wykonania opracowania:			21 października 2015					
6. Spis treści:											
1	Karta audytu energetycznego							str.	2		
2	Zestawienie danych źródłowych do wykonania audytu.							str.	8		
3	Cześć pierwsza - dane inwentaryzacyjne, wyznaczenie niezbędnych usprawnień termomodernizacyjnych							str.	9		
4	Inwentaryzacja - dane techniczne budynku							str.	10		
5	Inwentaryzacja - uproszczona dokumentacja techniczna - rysunki							str.	11		
6	Inwentaryzacja - opis techniczny elementów budynku i konstrukcji							str.	12		
7	Charakterystyka energetyczna budynku, opłaty, taryfy							str.	17		
8	Inwentaryzacja systemu grzewczego i instalacji							str.	18		
9	Obliczeniowy strumień powietrza wentylacyjnego							str.	19		
10	Ocena stanu technicznego budynku, wskazanie usprawnień							str.	20		
11	Dane klimatyczne, stopniodni							str.	21		
12	Cześć druga - analiza ekonomiczne poszczególnych usprawnień							str.	22		
13	Analiza ekonomiczna - ciepła woda użytkowa							str.	34		
14	Analiza ekonomiczna - system ciepłoty							str.	35		
15	Cześć trzecia - wybór optymalnego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, analiza ekonomiczna i energetyczna, wnioski							str.	36		
16	Zestawienie wybranych i zoptymalizowanych usprawnień							str.	37		
17	Prezentacja przyjętych wariantów modernizacji							str.	39		
18	Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu							str.	41		
19	Wnioski							str.	42		
20	Załącznik 1 - bilans ciepłoty stanu obecnego							str.	43		
21	Załącznik 2 - bilans ciepłoty poszczególnych wariantów							str.	61		
23	Załącznik 3 - obliczenia dotyczące pomp ciepła							str.	79		

## Budynek w całości

1. Dane ogólne			
1.	Konstrukcja / technologia budynku:	tradycyjna, murowana	
2.	Liczba kondygnacji:	-	3
3.	Kubatura części ogrzewanej	[m <sup>3</sup> ]	10 284
4.	Powierzchnia netto budynku	[m <sup>2</sup> ]	3 000,00
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej	[m <sup>2</sup> ]	53,00
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych	[m <sup>2</sup> ]	2 947,00
7.	Liczba mieszkań	-	2
8.	Liczba osób użytkujących budynek	-	453
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	Centralne w kotłowni gazowo - olejowej	
10.	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	Centralne w kotłowni gazowo - olejowej	
11.	Współczynnik kształtu A/V	[1/m]	0,69
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	Budynek użyteczności publicznej - szkoła + sala gimnastyczna	
2.	Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne	[W/(m <sup>2</sup> K)]	stan przed modernizacją      stan po modernizacji
1.	Dach nieogrzewanego poddasza		3,24      3,24
2.	Drzwi zewnętrzne starego typu		3,60      1,30
3.	Drzwi zewnętrzne energooszczędne		1,60      1,60
4.	Okna PCV		1,30      1,30
5.	Okna drewniane		3,12      0,90
6.	Luksfery		5,50      0,90
7.	Podłoga na gruncie		0,48      0,48
8.	Podłoga w piwnicy		0,48      0,48
9.	Podłoga poddasza sali gimnastycznej		0,87      0,13
10.	Podłoga poddasza budynku głównego		1,19      0,13
11.	Podcień		0,80      0,14
12.	Dach płaski nad kuchnią		0,67      0,15
13.	Ściana zewnętrzna piwnic		1,43      0,19
14.	Ściana zewnętrzna		1,43      0,19
15.	Ściana zewnętrzna przy gruncie		0,87      0,19
3. Sprawności składowe systemu grzewczego			
1.	Sprawność wytwarzania		0,88      1,35
2.	Sprawność przesyłania		0,96      0,96
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania		0,77      0,88
4.	Sprawność akumulacji		1,00      1,00
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia:		0,85      0,85
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby:		0,92      0,92
4. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna/mechaniczna)	naturalna	naturalna / mechaniczna
2.	Sposób doprowadzenia/odprowadzenia powietrza	nieszczelności stolarki / kanały grawitacyjne	nieszczelności stolarki / kanały grawitacyjne, wentylacja mechaniczna z odzyskiem ciepła
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego	[m <sup>3</sup> /h]	20 524      20 524
4.	Liczba wymian		2,00      2,00

### *Budynek w całości*

5. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	[kW]	468,3
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu	[kW]	19,3
3.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[GJ/rok]	3 557,5
4.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu	[GJ/rok]	4 276,7
5.	Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u.	[GJ/rok]	159,3
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie, przeliczone na warunki sezonu standardowego i na przygotowanie c.w.u. (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła)	[GJ/rok]	2 030,0
7.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu	[kWh/(m³rok)]	96,2
8.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu	[kWh/(m³rok)]	115,6
9.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu	[kWh/(m²rok)]	396,3
6. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1.a	Cena 1 GJ na ogrzewanie	[zł]	53,09
1.b	Cena 1 GJ na produkcję c.w.u.	[zł]	53,09
2.	Opłata 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc	[zł]	4 985,93
3.	Opłata za podgrzanie 1m³ wody użytkowej	[zł]	-
4.	Opłata 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie cwu na miesiąc	[zł]	4 985,93
5.	Opłata za ogrzewanie 1m² pow. użytkowej	[zł]	7,09
6.	Opłata abonamentowa	[zł]	-
7.	Opłata stała niezależnie od mocy	[zł]	-
7. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana suma kredytu [zł]:		3 151 365,60	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]
Planowane koszty całkowite [zł]		3 151 365,60	Premia termomodernizacyjna [zł]
Roczna oszczędność kosztów energii [zł]		167 979,57	65,85%

## Lokale mieszkalne

1. Dane ogólne				
1. Konstrukcja / technologia budynku:		tradycyjna, murowana		
2. Liczba kondygnacji:		-	1	
3. Kubatura części ogrzewanej		[m <sup>3</sup> ]	159,0	
4. Powierzchnia netto budynku		[m <sup>2</sup> ]	53,0	
5. Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej		[m <sup>2</sup> ]	53,0	
6. Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych		[m <sup>2</sup> ]	0,00	
7. Liczba lokali mieszkalnych		-	2	
8. Liczba osób użytkujących budynek		-	2	
9. Sposób przygotowania ciepłej wody		Centralne w kotłowni gazowo - olejowej		
10. Rodzaj systemu ogrzewania budynku		Centralne w kotłowni gazowo - olejowej		
11. Współczynnik kształtu A/V		[1/m]	-	
12. Inne dane charakteryzujące budynek		lokale mieszkalne		
2.	Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne	[W/(m <sup>2</sup> K)]	stan przed modernizacją	stan po modernizacji
1. Drzwi zewnętrzne starego typu			3,60	1,30
2. Okna drewniane			3,12	0,90
3. Dach płaski nad kuchnią			0,67	0,15
4. Ściana zewnętrzna			1,43	0,19
3. Sprawności składowe systemu grzewczego				
1. Sprawność wytwarzania			0,88	1,35
2. Sprawność przesyłania			0,96	0,96
3. Sprawność regulacji			0,77	0,88
4. Sprawność wykorzystania			1,00	1,00
5. Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia:			0,85	0,85
6. Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby:			0,92	0,92
4. Charakterystyka systemu wentylacji				
1. Rodzaj wentylacji (naturalna/mechaniczna)			naturalna	naturalna
2. Sposób doprowadzenia/odprowadzenia powietrza			nieszczelności stolarki / kanały grawitacyjne	nieszczelności stolarki / kanały grawitacyjne
3. Strumień powietrza wentylacyjnego		[m <sup>3</sup> /h]	80	80
4. Liczba wymian			0,50	0,50
5. Charakterystyka energetyczna budynku				
1. Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego		[kW]	6,4	2,6
2. Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu		[kW]	0,1	0,1
3. Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)		[GJ/rok]	52,7	18,6
4. Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu		[GJ/rok]	63,4	12,7
5. Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u.		[GJ/rok]	0,7	0,7
6. Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie, przeliczone na warunki sezonu standardowego i na przygotowanie c.w.u. (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła)		[GJ/rok]	brak danych	-
7. Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu		[kWh/(m <sup>3</sup> rok)]	92,2	32,5
8. Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu		[kWh/(m <sup>3</sup> rok)]	110,8	22,3
9. Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu		[kWh/(m <sup>2</sup> rok)]	332,4	66,8

## Lokale mieszkalne

<b>6. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)</b>			
1.a	Cena 1 GJ na ogrzewanie	[zł]	53,09
1.b	Cena 1 GJ na produkcję c.w.u.	[zł]	52,10
2.a	Oplata 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc	[zł]	4 985,93
3.	Oplata za podgrzanie 1m <sup>3</sup> wody użytkowej	[zł]	-
4.	Oplata 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie cwu na miesiąc	[zł]	4 985,93
5.	Oplata za ogrzewanie 1m <sup>2</sup> pow. użytkowej	[zł]	5,89
6.	Oplata abonamentowa	[zł]	-
7.	Oplata stała niezależnie od mocy	[zł]	-
<b>7. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego</b>			
Planowana suma kredytu [zł]:		20 425,42	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]
Planowane koszty całkowite [zł]		20 425,42	Premia termomodernizacyjna [zł]
Roczna oszczędność kosztów energii [zł]		2 689,27	

**Wyłącznie część użytkowa - bez lokali mieszkalnych**

1. Dane ogólne				
1. Konstrukcja / technologia budynku:		tradycyjna, murowana		
2. Liczba kondygnacji:		-	3	
3. Kubatura części ogrzewanej		[m³]	10 125	
4. Powierzchnia netto budynku		[m²]	2 947,00	
5. Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej		[m²]	0,00	
6. Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych		[m²]	2 947,0	
7. Liczba mieszkań		-	0	
8. Liczba osób użytkujących budynek		-	451	
9. Sposób przygotowania ciepłej wody		Centralne w kotłowni gazowo - olejowej		
10. Rodzaj systemu ogrzewania budynku		Centralne w kotłowni gazowo - olejowej		
11. Współczynnik kształtu A/V		[1/m]	-	
12. Inne dane charakteryzujące budynek		lokale mieszkalne		
2.	Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne	[W/(m²K)]	stan przed modernizacją	stan po modernizacji
1. Dach nieogrzewanego poddasza			3,24	3,24
2. Drzwi zewnętrzne starego typu			3,60	1,30
3. Drzwi zewnętrzne energooszczędne			1,60	1,60
4. Okna PCV			1,30	1,30
5. Okna drewniane			3,12	0,90
6. Łuksfery			5,50	0,90
7. Podłoga na gruncie			0,48	0,48
8. Podłoga w piwnicy			0,48	0,48
9. Podłoga poddasza sali gimnastycznej			0,87	0,13
10. Podłoga poddasza budynku głównego			1,19	0,13
11. Podcień			0,80	0,14
12. Dach płaski nad kuchnią			0,67	0,15
13. Ściana zewnętrzna piwnic			1,43	0,19
3. Sprawności składowe systemu grzewczego				
1. Sprawność wytwarzania			0,88	1,35
2. Sprawność przesyłania			0,96	0,96
3. Sprawność regulacji			0,77	0,88
4. Sprawność wykorzystania			1,00	1,00
5. Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia:			0,85	0,85
6. Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby:			0,92	0,92
4. Charakterystyka systemu wentylacji				
1. Rodzaj wentylacji (naturalna/mechaniczna)			naturalna	naturalna / mechaniczna
2. Sposób doprowadzenia/odprowadzenia powietrza			nieszczelności stolarki / kanały grawitacyjne	nieszczelności stolarki / kanały grawitacyjne, wentylacja mechaniczna z odzyskiem ciepła
3. Strumień powietrza wentylacyjnego		[m³/h]	20 445	20 445
4. Liczba wymian			2,02	2,02
5. Charakterystyka energetyczna budynku				
1. Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego		[kW]	461,9	275,2
2. Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu		[kW]	19,2	19,2
3. Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)		[GJ/rok]	3 504,8	1 997,4
4. Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu		[GJ/rok]	4 213,3	1 369,6
5. Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u.		[GJ/rok]	158,6	132,1
6. Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie, przeliczone na warunki sezonu standardowego i na przygotowanie c.w.u. (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła)		[GJ/rok]	brak danych	-
7. Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu		[kWh/(m³rok)]	96,2	54,8
8. Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu		[kWh/(m³rok)]	115,7	37,6
9. Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu		[kWh/(m²rok)]	397,5	129,2

**Wyłącznie część użytkowa - bez lokali mieszkalnych**

6. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1.a	Cena 1 GJ na ogrzewanie	[zł]	53,09
1.b	Cena 1 GJ na produkcję c.w.u.	[zł]	52,10
2.a	Opłata 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc	[zł]	4 985,93
3.	Opłata za podgrzanie 1m <sup>3</sup> wody użytkowej	[zł]	-
4.	Opłata 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie cwu na miesiąc	[zł]	4 985,93
5.	Opłata za ogrzewanie 1m <sup>2</sup> pow. użytkowej	[zł]	7,11
6.	Opłata abonamentowa	[zł]	-
7.	Opłata stała niezależnie od mocy	[zł]	-
7. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana suma kredytu [zł]:		3 130 940,18	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]
Planowane koszty całkowite [zł]		3 130 940,18	Premia termomodernizacyjna [zł]
Roczna oszczędność kosztów energii [zł]		165 290,30	65,05%
			329 917,11



## Zestawienie aktów prawnych, norm oraz innych materiałów wykorzystanych do sporządzenia audytu

1. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz.U. nr 43 z dn. 18.03.2009 r., poz. 346).
2. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. nr 75 z dn. 15.06.2002 r., poz. 690 z późn. zmianami).
3. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3 czerwca 2014 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 charakterystyki energetycznej (Dz. U. 2014 poz. 888 z późn. zm.).
4. Ustawa z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów (Dz.U. nr 223 z dn. 18.12.2008 r., poz 1459).
5. Ustawa z dnia 15 kwietnia 2011r. o efektywności energetycznej (Dz. U. nr 94 poz. 551 z późn. zm.).
6. ustawa z dnia 29 sierpnia 2014r. o charakterystyce energetycznej budynków (Dz. U. 2014 poz. 1200 z późn. zm.).
7. PN-EN ISO 12831:2006. Instalacje grzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego.
8. PN-EN ISO 13790:2009. Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia.
9. PN-EN ISO 13370:2008. Właściwości cieplne budynków. Wymiana ciepła przez grunt. Metody obliczania.
10. Typowe lata meteorologiczne i statystyczne dane klimatyczne dla obszaru Polski do obliczeń energetycznych budynków. Baza danych opublikowana na stronie internetowej Ministerstwa Infrastruktury.

### Podstawowe wytyczne inwestora, ustalenia

Użytkownik sygnalizuje niedogrzenia w części pomieszczeń budynku wynikające z niewydolności systemu grzewczego mające wpływ na rozbieżności pomiędzy rzeczywistym zużyciem ciepła przez budynek a jego teoretycznym zapotrzebowaniem.
---

Wysokość środków własnych, jaką inwestor może przeznaczyć na zadanie termomodernizacyjne wynosi 0 zł.
---

# Część pierwsza


Dane inwentaryzacyjne, wyznaczenie  
niezbędnych usprawnień  
termomodernizacyjnych

## Inwentaryzacja - dane techniczne budynku





Powierzchnia przegród zewnętrznych według rodzaju		
Dach nieogrzewanego poddasza	[m <sup>2</sup> ]	1 577,8
Drzwi zewnętrzne starego typu	[m <sup>2</sup> ]	16,7
Drzwi zewnętrzne energooszczędne	[m <sup>2</sup> ]	13,4
Okna PCV	[m <sup>2</sup> ]	384,6
Okna drewniane	[m <sup>2</sup> ]	287,2
Luksfery	[m <sup>2</sup> ]	6,3
Podłoga na gruncie	[m <sup>2</sup> ]	254,1
Podłoga w piwnicy	[m <sup>2</sup> ]	594,3
Podłoga poddasza sali gimnastycznej	[m <sup>2</sup> ]	233,3
Podłoga poddasza budynku głównego	[m <sup>2</sup> ]	762,3
Podcień	[m <sup>2</sup> ]	40,9
Dach płaski nad kuchnią	[m <sup>2</sup> ]	171,9
Ściana zewnętrzna piwnic	[m <sup>2</sup> ]	41,1
Ściana zewnętrzna	[m <sup>2</sup> ]	2 413,9
Ściana zewnętrzna przy gruncie	[m <sup>2</sup> ]	250,9
Wysokości		
Zagłębienie w gruncie	[m]	1,00
Najczęstsza wysokość w świetle	[m]	3,50
Wysokość piwnicy w świetle	[m]	2,50
Najczęstsza wysokość brutto	[m]	3,85
Inne dane techniczne		
liczba mieszkań	[szt.]	2
Liczba użytkowników		453
Liczba kondygnacji	[szt.]	3
Liczba klatek schodowych	[szt.]	5
Dane powierzchniowe budynku		
Powierzchnia użytkowa pomieszczeń mieszkalnych	[m <sup>2</sup> ]	53,00
Powierzchnia użytkowa pomieszczeń niemieszkalnych	[m <sup>2</sup> ]	2 947,00
Powierzchnia poddasza ogrzewanego	[m <sup>2</sup> ]	0,0
Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych pozostałych	[m <sup>2</sup> ]	0,0
Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych netto	[m <sup>2</sup> ]	3 000,0
Powierzchnia zabudowy	[m <sup>2</sup> ]	1 581,0
Całkowita powierzchnia brutto	[m <sup>2</sup> ]	4 743,0
Powierzchnia użytkowa	[m <sup>2</sup> ]	3 000,00
Dane kubaturowe budynku		
Kubatura netto ogrzewana	[m <sup>3</sup> ]	10 284
Całkowita kubatura brutto	[m <sup>3</sup> ]	12 500
Współczynnik kształtu A/V [1/m]		0,69



**Opis do uproszczonej dokumentacji technicznej budynku  
Zespołu Szkół nr 6 w Gdyni, ul. Wrocławska 52**





<p><b>Dane ogólne, forma architektoniczna</b></p>		<p>Budynek wolnostojący, Wzniesiony w 1935 roku na planie w kształcie litery C z dobudowaną salą gimnastyczną. Obiekt posiada trzy kondygnacje nadziemne, częściowo podpiwniczony, budynek przykryty dachem skośnym wielospadowym. Obiekt składa się z segmentu dydaktycznego, sali gimnastycznej oraz dobudowanej parterowej części kuchennej.</p>
<p><b>Konstrukcja budynku, technologia wykonania</b></p>		<p>Ściany zewnętrzne murowane - układ konstrukcyjny podłużny. Stropy gęstożebrowe. Dach wielospadowy kryty dachówką.</p>
<p><b>Charakterystyka funkcjonalno- przestrzenna</b></p>		<p>Budynek wykorzystywany jest na cele dydaktyczne. Główne wejście znajduje się od strony elewacji frontowej.</p>
<p><b>Elementy charakterystycz- ne</b></p>		<p>Rozczłonkowana bryła budynku.</p>




## ELEWACJE

<p><b>Warstwa fakturowa, tynk</b></p>		<p>Budynek otynkowany tynkiem cementowo-wapiennym.</p>
<p><b>Stolarka okienna i drzwiowa</b></p>		<p>Stolarka okienna – częściowo drewniana i wymieniona na nową z PVC. Drzwi zewnętrzne główne aluminiowe, dodatkowe starego typu.</p>
<p><b>Rynny, rury spustowe, obróbki blacharskie, parapety</b></p>		<p>Opierzenia oraz rury spustowe z blachy ocynkowanej.</p>
<p><b>Elementy charakterystyczne</b></p>		<p>Podcienie.</p>



## STAN TECHNICZNY

<p><b>Warstwa fakturowa, tynk</b></p>		<p>Zły stan techniczny.</p>
<p><b>Cokół</b></p>		<p>Stan techniczny cokołu zły.</p>
<p><b>Stolarka okienna</b></p>		<p>Stan techniczny stolarki okiennej PCV dobry, okna drewniane i luksfery w stanie złym.</p>
<p><b>Rynny i rury spustowe, obróbki blacharskie</b></p>		<p>Rynny i rury spustowe w stanie dostatecznym, miejscami złym.</p>

<b>Stolarka drzwiowa zewnętrzna</b>		Stan techniczny drzwi zewnętrznych głównych dobry - drzwi dodatkowe starego typu w stanie złym.
<b>Instalacja c.o.</b>		Grzejniki żeliwne i fawier w złym stanie technicznym.
<b>Źródło ciepła</b>		Kotłownia gazowa z możliwością pracy na oleju opałowym - stan techniczny zły. Kotły wyeksploatowane. Liczne awarie.
<b>Wentylacja mechaniczna</b>		Brak

Zestawienie urządzeń kotłowych:

1. Kocioł wodny niskotemperaturowy K1 – szt.1
  - typ kotła: FAKO-400,
  - producent: Fabryka Kotłów w Rumi,
  - moc cieplna: 400 kW
  - ciśnienie obliczeniowe: 0,25 MPa
  - max. temperatura robocza: 95°C
  - wyposażenie kotła:
    - palnik olejowo-gazowy firmy Weishaupt typu GL3/1-E
    - filtr oleju
2. Kocioł wodny niskotemperaturowy K2 – szt.1
  - typ kotła: TURBO-300,
  - producent: Fabryka Kotłów w Rumi,
  - moc cieplna: 300 kW



- ciśnienie obliczeniowe: 0,25 MPa
  - max. temperatura robocza: 95°C
  - wyposażenie kotła:
    - palnik olejowo-gazowy firmy Weishaupt typu GL3/1-E
    - filtr oleju
3. Kocioł wodny niskotemperaturowy K3 – szt.1
- typ kotła: TURBO-150,
  - producent: Fabryka Kotłów w Rumi,
  - moc cieplna: 150 kW
  - ciśnienie obliczeniowe: 0,25 MPa
  - max. temperatura robocza: 95°C
  - wyposażenie kotła:
    - palnik olejowo-gazowy firmy Weishaupt typu WGL30N/1-A
    - filtr oleju

Inwentaryzacja - charakterystyka energetyczna budynku		
Moc zamówiona		
Moc zamówiona c.o.	[kW]	-
Moc zamówiona c.w.u.	[kW]	-
Sumaryczna moc zamówiona dla budynku	[kW]	0,0
Zużycie energii cieplnej za lata poprzednie		
Sumaryczne średnie zużycie ciepła za lata poprzednie (suma zużycia c.o i c.w.u.)	[GJ/a]	2 030,0
Za okres	-	2014
Koszty jednostkowe energii cieplnej (gaz ziemny)		
Taryfa	-	W-5
Opłata stała za przepływ zamówiony	[PLN/kWh/h za h]	0,00692 zł
Opłata zmienna za przesłane paliwo	[PLN/kWh]	0,1690 zł
Opłata stała za przepływ w przeliczeniu na jednostki mocy cieplnej	[PLN/MW*m-c]	4 985,93 zł
Opłata zmienna za przesłane paliwo w przeliczeniu na jednostki energii cieplnej	[PLN/GJ]	52,10 zł
Koszty jednostkowe energii cieplnej (olej opałowy)		
Koszt paliwa	[PLN/Mg]	4 080,00 zł
Średnia wartość opałowa	[GJ/Mg]	40,19
Opłata zmienna za przesłane paliwo w przeliczeniu na jednostki energii cieplnej	[PLN/GJ]	101,52 zł
Procentowy udział poszczególnych źródeł energii cieplnej w bilansie c.o. budynku (na podstawie zużycia)		
Rodzaj źródła	Powierzchnia użytkowa	Udział procentowy
Gaz ziemny	-	97,99%
Olej opałowy	-	2,01%
SUMA	-	100%
Koszty jednostkowe energii cieplnej na cele c.o.		
Opłata stała	[PLN/MW*m-c]	4 985,93 zł
Opłata zmienna	[PLN/GJ]	53,09 zł

## Inwentaryzacja - charakterystyka systemu grzewczego oraz instalacji

System grzewczy		
Rodzaj zasilania budynku, opis urządzeń	Budynek zasilany w ciepło z wbudowanej kotłowni dwufunkcyjnej gazowo - olejowej. Kotły o mocy 400 kW, 300 kW i 150 kW z palnikiem wentylatorowym w stanie złym. Instalacja c.o. oparta o grzejniki żeliwne i fawier bez zaworów termostatycznych. Stan techniczny instalacji zły.	
Sposób użytkowania	Zakłada się, że system pracuje z dobowymi i godzinowymi przerwami w ogrzewaniu.	
Modernizacje systemu po roku 1984	Modernizacja kotłowni.	
Instalacja centralnego ogrzewania budynku		
Zasilanie instalacji	pompowe	
Parametry wody instalacyjnej	[st. C]	85/60
Rodzaj grzejników / usytuowanie	żeliwne i fawier usytuowane pod oknami	
Rodzaj przewodów instalacyjnych	stalowe	
Zawory z głowicami termostatycznymi	brak	
Zawory regulacyjne podpionowe	-	
Dodatkowa izolacja za grzejnikami	-	
Prowadzenie / izolacja pionów	po wierzchu / brak izolacji	
Prowadzenie / izolacja poziomów	po wierzchu / izolacja w złym stanie technicznym	
Sprawności składowe systemu grzewczego przed modernizacją		
Sprawność wytwarzania	-	0,88
Sprawność przesyłania	-	0,96
Sprawność regulacji i wykorzystania	-	0,77
Sprawność akumulacji	-	1,00
Współczynnik przerw tygodniowych	-	0,85
Współczynnik przerw dobowych	-	0,92
Instalacja ciepłej wody użytkowej		
Sposób przygotowania c.w.u., opis urządzeń	Przygotowanie c.w.u. centralne w kotłowni.	
Rodzaj przewodów c.w.u.	Stalowe	
Perlatory na wylewkach	Nie zamontowane	
Instalacja wentylacyjna i spalinowa		
Rodzaj instalacji wentylacyjnej	Wentylacja grawitacyjna - wyciąg powietrza za pomocą przewodów grawitacyjnych. Nawiew powietrza poprzez nieszczelności stolarki okiennej i drzwiowej..	
Obliczeniowa ilość powietrza wentylacyjnego	-	20 524
Średni współczynnik c <sub>r</sub> dla budynku	-	1,00
Strumień powietrza wentylacyjnego	-	20 524

### Inwentaryzacja - obliczeniowa ilość powietrza wentylacyjnego

Pomieszczenia				
Kondygnacja	Rodzaj pomieszczenia	Kubatura [m <sup>3</sup> ]	Krotność wymiany powietrza [1/h]	Sumaryczna ilość powietrza wentylacyjnego [m <sup>3</sup> /h]
	Część szkolna	10284,4	1,99	20445
	Część mieszkalna	159,0	0,5	80
SUMA				20524
Wielkości sumarycznie				
Obliczeniowa ilość powietrza wentylacyjnego			[m <sup>3</sup> /h]	20524
Średni współczynnik korekcyjny (c <sub>r</sub> , c <sub>w</sub> )			-	1,00
Strumień powietrza wentylacyjnego przed modernizacją			[m <sup>3</sup> /h]	20524

## Stan techniczny budynku, wskazanie przedsięwzięć termomodernizacyjnych

System grzewczy		
Element	Stan techniczny	Proponowane rozwiązanie
Zasilanie budynku	Budynek zasilany w ciepło z lokalnej kotłowni dwufunkcyjnej gazowo - olejowej. Zły stan techniczny.	Wymiana instalacji c.o. Montaż grzejników płytowych wyposażonych w urządzenia do miejscowej regulacji temperatury (zawory termostaticzne lub regulatory strefowe) - przystosowanie do pracy niskotemperaturowej. Pełna automatyka obiegów grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej. Montaż biwalentnego źródła ciepła - czterech absorpcyjnych gazowych pomp ciepła i sześciu gazowych kotłów kondensacyjnych w wykonaniu dachowym. Moc całkowita układu ok. 315 kW.
Poziomy c.o. w piwnicy	Stan techniczny zły	
Urządzenia wykonawcze grzejniki c.o.	Konwektory wodne żeliwne i fawier, zły stan techniczny.	
Element	Stan techniczny	Proponowane rozwiązanie
Ściany zewnętrzne	Ściany zewnętrzne nieocieplone, zły stan techniczny elewacji. W części niepodpiwniczonej (sala gimnastyczna) widoczne ślady działania wody - odparzenia tynku i zawilgocenia w strefie przyziemnej.	Przewiduje się docieplenie ścian zewnętrznych kondygnacji nadziemnych i strefy cokołowej styropianem specjalnym o współczynniku przewodzenia ciepła maksymalnie 0,031 W/mK. Metoda BSO  Docieplenie ścian przy gruncie za pomocą styropianu ekstrudowanego o współczynniku przewodzenia ciepła 0,036 W/mK.
Stolarka okienna	Stolarka okienna drewniana w złym stanie technicznym. Pozostała stolarka PCV w stanie dobrym. Luksfery w stanie złym.	Przewiduje się wymianę okien drewnianych i naświetli z luksferów w całym budynku na stolarkę energooszczędną PCV o współczynniku przenikania ciepła nie większym niż 0,9 W/m <sup>2</sup> K.
Stolarka drzwiowa	Drzwi zewnętrzne główne w stanie dobrym, drzwi starego typu w stanie złym.	Przewiduje się wymianę drzwi starego typu na energooszczędne.
Dach / stropodach	Dachy i podłogi poddaszy nad całością budynku niedocieplone.	Przewiduje się docieplenie dachu płaskiego nad częścią dydaktyczną i sportową za pomocą styropianu EPS 100 lub wełny mineralnej o współczynniku przewodzenia ciepła nie większym niż 0,038 W/mK. Pokrycie papą termozgrzewalną. Docieplenie podłogi poddaszy nad częścią dydaktyczną i sportową za pomocą styropianu EPS 100 lub wełny mineralnej o współczynniku przewodzenia ciepła nie większym niż 0,038 W/mK. Wykonanie wylewki lub podłogi na legarach.
Instalacja c.w.u.		
Element	Stan techniczny	Proponowane rozwiązanie
c.w.u.	Wytwarzanie centralne, zły stan techniczny urządzeń i instalacji.	Wymiana i podłączenie instalacji c.w.u. do nowego źródła zasilania. Montaż cyrkulacyjnych zaworów termostaticznych oraz urządzeń ograniczających czas pracy cyrkulacji.
Wentylacja		
Element	Stan techniczny	Proponowane rozwiązanie
Wentylacja	Obserwuje się niedobór powietrza wentylacyjnego na sali gimnastycznej i w części gastronomicznej.	Zastosowanie wentylacji wymuszonej w części gastronomicznej i pomieszczeniach sportowych (sala gimnastyczna). Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze.
Roboty dodatkowe		
Zakłada się konieczność wykonania robót dodatkowych mających na celu ochronę wyremontowanych przegród przed działaniem szkodliwych czynników atmosferycznych (np. wymiana lub remont obróbek blacharskich i rur spustowych, wymiana parapetów, osuszenie oraz wykonanie izolacji pionowej i poziomej ścian). Ponadto zakłada się konieczność przebudowy instalacji odgromowej oraz remont lub wymianę innych elementów budynku, które mogą zostać naruszone podczas wykonywania prac modernizacyjnych lub nie spełniać prawidłowo swojej funkcji po wykonaniu usprawnień.		

### Dane klimatyczne, stopniodni

Normowa temp. w pomieszczeniach użytkowych =												20,0 [°C]
Stacja meteorologiczna: Gdańsk Port Północny												
Miesiąc:	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
T <sub>e</sub> (m) - Średnia wieloletnie temp. miesiąca [°C]	2,0	1,2	3,5	7,7	10,7	15,5	18,7	16,3	14,5	8,7	4,0	1,9
Ld(m) - liczba dni ogrzewanych	31	28	31	30	20	0	0	0	10	31	30	31
Oblicz. temperatura zew., T <sub>emin</sub> [°C]	-16											

Temp. wew.	Liczba stopniodni w roku	Liczba stopniodni w danym miesiącu											
Sd_10°C	1 236	248,0	246,4	201,5	69,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	40,3	180,0	251,1
Sd_25°C	4 807	713,0	666,4	666,5	519,0	286,0	0,0	0,0	0,0	105,0	505,3	630,0	716,1
Sd_22°C	4 081	620,0	582,4	573,5	429,0	226,0	0,0	0,0	0,0	75,0	412,3	540,0	623,1
Sd_20°C	3 597	558,0	526,4	511,5	369,0	186,0	0,0	0,0	0,0	55,0	350,3	480,0	561,1
Sd_18°C	3 113	496,0	470,4	449,5	309,0	146,0	0,0	0,0	0,0	35,0	288,3	420,0	499,1
Sd_16°C	2 629	434,0	414,4	387,5	249,0	106,0	0,0	0,0	0,0	15,0	226,3	360,0	437,1
Sd_12°C	1 686	310,0	302,4	263,5	129,0	26,0	0,0	0,0	0,0	0,0	102,3	240,0	313,1
Sd_8°C	834	186,0	190,4	139,5	9,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	120,0	189,1
Sd_4°C	221	62,0	78,4	15,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	65,1

# Część druga

**Analiza ekonomiczna poszczególnych  
usprawnień termomodernizacyjnych,  
optymalizacja usprawnień**

## Wybór optymalnego wariantu docieplenia ścian zewnętrzne kondygnacji nadziemnych

### Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	4 985,93	zł/(MW) ×miesiąc
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	52,10	zł/GJ
Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{wo} =$	20,0	°C
Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{zo} =$	-16,0	°C
Liczba stopniociepni,	$S_d =$	3 597	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U =$	1,43	W/(m <sup>2</sup> ×K)
Powierzchnia ścian - powierzchnia zewnętrzna netto po odjęciu otworów okiennych i drzwiowych	$A_{\Sigma c} =$	2 413,9	m <sup>2</sup>
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego	$W_E =$	18,35	(zł×K)/W×a

### Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się docieplenie ścian zewnętrznych kondygnacji nadziemnych za pomocą styropianu specjalnego (grafitowego) o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda = 0,031$  W/mK. Na podstawie poniższej analizy ekonomicznej wykazano optymalną grubość izolacji równą 14 cm. Ceny robót budowlanych określono na podstawie analizy rynku robót budowlanych. Wszystkie ceny zawierają podatek VAT 23 %.

Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	DR	$U_m$	$DO_{rU}$	SPBT	Nu
Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 14 cm	344,40 zł/m <sup>2</sup>	4,52	0,192	54 754,70 zł	15,183	831 357,49 zł
Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 15 cm	350,55 zł/m <sup>2</sup>	4,84	0,181	55 249,16 zł	15,316	846 203,16 zł
Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 10 cm	319,80 zł/m <sup>2</sup>	3,23	0,255	51 964,31 zł	-	771 974,81 zł
Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 12 cm	332,10 zł/m <sup>2</sup>	3,87	0,219	53 556,42 zł	-	801 666,15 zł
Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący $R = 5,216$ m <sup>2</sup> K/W jest większy od wymaganego wynoszącego $R_{min} = 4,0$ m <sup>2</sup> K/W oraz zgodnego z WT2021 $R_{min}=5,0$ m <sup>2</sup> K/W.						

### Legenda:

SPBT [lata] - Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych (Nu/ $DO_{rU}$ )

$DO_{rU}$  [zł/rok]- Roczna oszczędność kosztów eksploatacyjnych w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego

Nu [zł]- Planowane koszty robót

DR m<sup>2</sup>K/W- Dodatkowy opór cieplny przegrody zewnętrznej

$U_m$  W/m<sup>2</sup>K- Współczynnik przenikania ciepła przegród zewnętrznych, określony zgodnie z Polską Normą po dociepleniu



## Wybór optymalnego wariantu docieplenia ścian zewnętrznych nadziemnych - strefa cokołowa

### Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	4 985,93	zł/(MW) ×miesiąc
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	52,10	zł/GJ
Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{wo} =$	20,0	°C
Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{zo} =$	-16,0	°C
Liczba stopniociepłoty	$S_d =$	3 597	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U =$	1,43	W/(m <sup>2</sup> ×K)
Powierzchnia ścian - powierzchnia zewnętrzna netto po odjęciu otworów okiennych i drzwiowych	$A_{\text{śc}} =$	41,1	m <sup>2</sup>
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego	$W_E =$	18,35	(zł×K)/W×a

### Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się docieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych w strefie cokołowej za pomocą styropianu specjalnego (grafitowego) o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda = 0,031$  W/mK. Na podstawie poniższej analizy ekonomicznej wykazano optymalną grubość izolacji równą 14 cm. Ceny robót budowlanych określono na podstawie analizy rynku robót budowlanych. Wszystkie ceny zawierają podatek VAT 23 %.

Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	DR	$U_m$	$DO_{rU}$	SPBT	Nu
Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 14 cm	391,14 zł/m <sup>2</sup>	4,52	0,192	931,13 zł	17,244	16 056,30 zł
Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 15 cm	399,75 zł/m <sup>2</sup>	4,84	0,181	939,54 zł	17,466	16 409,74 zł
Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 10 cm	356,70 zł/m <sup>2</sup>	3,23	0,255	883,68 zł	-	14 642,54 zł
Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 12 cm	373,92 zł/m <sup>2</sup>	3,87	0,219	910,75 zł	-	15 349,42 zł
Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący $R = 5,216$ m <sup>2</sup> K/W jest większy od wymaganego wynoszącego $R_{min} = 4,0$ m <sup>2</sup> K/W oraz zgodnego z WT2021 $R_{min}=5,0$ m <sup>2</sup> K/W.						

### Legenda:

SPBT [lata] - Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych (Nu/ $DO_{rU}$ )

$DO_{rU}$  [zł/rok] - Roczna oszczędność kosztów eksploatacyjnych w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego

Nu [zł] - Planowane koszty robót

DR m<sup>2</sup>K/W - Dodatkowy opór cieplny przegrody zewnętrznej

$U_m$  W/m<sup>2</sup>K - Współczynnik przenikania ciepła przegród zewnętrznych, określony zgodnie z Polską Normą po dociepleniu

**Wybór optymalnego wariantu docieplenia  
ścian zewnętrznych kondygnacji piwnicznej - ściany przy gruncie.**

Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	4 985,93	zł/(MW) ×miesiąc
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	52,10	zł/GJ
Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{wo} =$	20,0	°C
Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{zo} =$	-16,0	°C
Liczba stopniodni,	$S_d =$	3 597	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U =$	0,87	W/(m <sup>2</sup> ×K)
Powierzchnia ścian - powierzchnia zewnętrzna netto po odjęciu otworów okiennych i drzwiowych	$A_{\text{śc}} =$	250,9	m <sup>2</sup>
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego	$W_E =$	18,35	(zł×K)/W×a

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się docieplenie ścian zewnętrznych kondygnacji piwnicznej przy gruncie za pomocą styropianu ekstrudowanego o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda = 0,036 \text{ W/mK}$ . Na podstawie poniższej analizy ekonomicznej wykazano optymalną grubość docieplenia równą 12 cm. Ceny robót budowlanych określono na podstawie analizy rynku robót budowlanych. Wszystkie ceny zawierają podatek VAT 23 %.

Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	DR	$U_m$	$DO_{ru}$	SPBT	Nu
Docieplenie ścian fundamentowych - styropian ekstrudowany - 12 cm	437,88 zł/m <sup>2</sup>	3,33	0,188	3 153,68 zł	34,841	109 877,23 zł
Docieplenie ścian fundamentowych - styropian ekstrudowany - 14 cm	457,56 zł/m <sup>2</sup>	3,89	0,167	3 250,36 zł	35,324	114 815,53 zł
Docieplenie ścian fundamentowych - styropian ekstrudowany - 15 cm	467,40 zł/m <sup>2</sup>	4,17	0,158	3 291,79 zł	35,629	117 284,68 zł
Docieplenie ścian fundamentowych - styropian ekstrudowany - 10 cm	418,20 zł/m <sup>2</sup>	2,78	0,216	3 024,77 zł	-	104 938,93 zł
Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący $R = 5,319 \text{ m}^2\text{K/W}$ jest większy od wymaganego wynoszącego $R_{min} = 4,0 \text{ m}^2\text{K/W}$ oraz zgodnego z WT2021 $R_{min}=5,0 \text{ m}^2\text{K/W}$ .						

Legenda:

SPBT [lata] - Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych ( $Nu/DO_{ru}$ )

$DO_{ru}$  [zł/rok]- Roczna oszczędność kosztów eksploatacyjnych w wyniku uprawnienia termomodernizacyjnego

Nu [zł]- Planowane koszty robót

DR m<sup>2</sup>K/W- Dodatkowy opór cieplny przegrody zewnętrznej

$U_m \text{ W/m}^2\text{K}$ - Współczynnik przenikania ciepła przegród zewnętrznych, określony zgodnie z Polską Normą po dociepleniu

### Wybór optymalnego wariantu docieplenia podcieni

#### Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	4 985,93	zł/(MW) ×miesiąc
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	52,10	zł/GJ
Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{wo} =$	20,0	°C
Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{zo} =$	-16,0	°C
Liczba stopniodni,	$S_d =$	3 597	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U =$	0,80	W/(m <sup>2</sup> ×K)
Powierzchnia ścian - powierzchnia zewnętrzna netto po odjęciu otworów okiennych i drzwiowych	$A_{\Sigma c} =$	40,9	m <sup>2</sup>
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego	$W_E =$	18,35	(zł×K)/W×a

#### Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się docieplenie podcieni za pomocą styropianu specjalnego (grafitowego) o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda = 0,031$  W/mK. Na podstawie poniższej analizy ekonomicznej wykazano optymalną grubość izolacji równą 18 cm. Ceny robót budowlanych określono na podstawie analizy rynku robót budowlanych. Wszystkie ceny zawierają podatek VAT 23 %.

Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	DR	$U_m$	$DO_{rU}$	SPBT	Nu
Docieplenie podcieni - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 18 cm	399,75 zł/m <sup>2</sup>	5,81	0,142	491,93 zł	33,196	16 329,79 zł
Docieplenie podcieni - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 20 cm	412,05 zł/m <sup>2</sup>	6,45	0,130	500,82 zł	33,610	16 832,24 zł
Docieplenie podcieni - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 15 cm	381,30 zł/m <sup>2</sup>	4,84	0,164	475,06 zł	-	15 576,11 zł
Docieplenie podcieni - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 16 cm	387,45 zł/m <sup>2</sup>	5,16	0,156	481,25 zł	-	15 827,33 zł
Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący $R = 7,06$ m <sup>2</sup> K/W jest większy od wymaganego wynoszącego $R_{min} = 4,0$ m <sup>2</sup> K/W oraz zgodnego z WT2021 $R_{min}=6,66$ m <sup>2</sup> K/W.						

#### Legenda:

SPBT [lata] - Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych (Nu/ $DO_{rU}$ )

$DO_{rU}$  [zł/rok]- Roczna oszczędność kosztów eksploatacyjnych w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego

Nu [zł]- Planowane koszty robót

DR m<sup>2</sup>K/W- Dodatkowy opór cieplny przegrody zewnętrznej

$U_m$  W/m<sup>2</sup>K- Współczynnik przenikania ciepła przegród zewnętrznych, określony zgodnie z Polską Normą po dociepleniu

## Wybór optymalnego wariantu docieplenia dachu płaskiego części gastronomicznej

### Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	4 985,93	zł/(MW) ×miesiąc
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	53,09	zł/GJ
Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{wo} =$	20,0	°C
Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{zo} =$	-16,0	°C
Liczba stopniodni,	$S_d =$	3 597	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U =$	0,67	W/(m <sup>2</sup> ×K)
Powierzchnia stropu/dachu/podłogi poddasza	$A =$	171,9	m <sup>2</sup>
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego	$W_E =$	18,66	(zł×K)/W×a

### Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się docieplenie dachu płaskiego budynku (część gastronomicznej) styropianem lub wełną mineralną o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda = 0,038$  W/mK - pokrycie papą termozgrzewalną. Na podstawie poniższej analizy ekonomicznej wykazano optymalną grubość izolacji równą 20 cm. Docieplenie o grubości 18 cm nie spełnia wymogów rozporządzenia. Ceny robót budowlanych określono na podstawie analizy rynku robót budowlanych. Wszelkie ceny zawierają podatek VAT 23 %.

Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	DR	$U_m$	$DO_{rU}$	SPBT	Nu
Docieplenie dachu płaskiego - styropian EPS 100 lub wełna mineralna - 20 cm	206,64 zł/m <sup>2</sup>	5,26	0,148	1 680,13 zł	21,143	35 523,48 zł
Docieplenie dachu płaskiego - styropian EPS 100 lub wełna mineralna - 25 cm	231,24 zł/m <sup>2</sup>	6,58	0,124	1 757,62 zł	22,617	39 752,47 zł
Docieplenie dachu płaskiego - styropian EPS 100 lub wełna mineralna - 30 cm	256,00 zł/m <sup>2</sup>	7,89	0,107	1 813,37 zł	24,269	44 008,96 zł
Docieplenie dachu płaskiego - styropian EPS 100 lub wełna mineralna - 18 cm	196,80 zł/m <sup>2</sup>	4,74	0,161	1 639,97 zł	-	33 831,89 zł
Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący $R = 6,751$ m <sup>2</sup> K/W jest większy od wymaganego wynoszącego $R_{min} = 5,0$ m <sup>2</sup> K/W oraz zgodnego z WT2021 $R_{min}=6,66$ m <sup>2</sup> K/W.						

### Legenda:

SPBT [lata] - Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych (Nu/ $DO_{rU}$ )

$DO_{rU}$  [zł/rok]- Roczna oszczędność kosztów eksploatacyjnych w wyniku uprawnienia termomodernizacyjnego

Nu [zł]- Planowane koszty robót

DR m<sup>2</sup>K/W- Dodatkowy opór cieplny przegrody zewnętrznej

$U_m$  W/m<sup>2</sup>K- Współczynnik przenikania ciepła przegród zewnętrznych, określony zgodnie z Polską Normą po dociepleniu

## Wybór optymalnego wariantu docieplenia dachu podłogi poddasza części sportowej

### Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	4 985,93	zł/(MW) ×miesiąc
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	53,09	zł/GJ
Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{wo} =$	20,0	°C
Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{zo} =$	-12,0	°C
Liczba stopniodni,	$S_d =$	2 629	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U =$	0,87	W/(m <sup>2</sup> ×K)
Powierzchnia stropu/dachu/podłogi poddasza	$A =$	233,3	m <sup>2</sup>
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego	$W_E =$	13,98	(zł×K)/W×a

### Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się docieplenie podłogi poddasza sali gimnastycznej styropianem lub wełną mineralną o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda = 0,038$  W/mK - wykonanie wylewki lub podłogi na legarach. Na podstawie poniższej analizy ekonomicznej wykazano optymalną grubość izolacji równą 25 cm. Docieplenie o grubości 18 i 20 cm nie spełnia wymogów rozporządzenia. Ceny robót budowlanych określono na podstawie analizy rynku robót budowlanych. Wszelkie ceny zawierają podatek VAT 23 %.

Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	DR	$U_m$	$DO_{rU}$	SPBT	Nu
Docieplenie podłogi poddasza - styropian EPS 100 lub wełna mineralna - 25 cm	231,24 zł/m <sup>2</sup>	6,58	0,129	2 414,60 zł	22,341	53 943,67 zł
Docieplenie podłogi poddasza - styropian EPS 100 lub wełna mineralna - 30 cm	256,00 zł/m <sup>2</sup>	7,89	0,111	2 475,97 zł	24,120	59 719,68 zł
Docieplenie podłogi poddasza - styropian EPS 100 lub wełna mineralna - 18 cm	196,80 zł/m <sup>2</sup>	4,74	0,170	2 282,58 zł	-	45 909,50 zł
Docieplenie podłogi poddasza - styropian EPS 100 lub wełna mineralna - 20 cm	206,64 zł/m <sup>2</sup>	5,26	0,156	2 328,04 zł	-	48 204,98 zł
Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący $R = 7,728$ m <sup>2</sup> K/W jest większy od wymaganego wynoszącego $R_{min} = 5,0$ m <sup>2</sup> K/W oraz zgodnego z WT2021 $R_{min}=6,66$ m <sup>2</sup> K/W.						

### Legenda:

SPBT [lata] - Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych (Nu/ $DO_{rU}$ )

$DO_{rU}$  [zł/rok]- Roczna oszczędność kosztów eksploatacyjnych w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego

Nu [zł]- Planowane koszty robót

DR m<sup>2</sup>K/W- Dodatkowy opór cieplny przegrody zewnętrznej

$U_m$  W/m<sup>2</sup>K- Współczynnik przenikania ciepła przegród zewnętrznych, określony zgodnie z Polską Normą po dociepleniu

## Wybór optymalnego wariantu docieplenia dachu podłogi poddasza części dydaktycznej

### Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	4 985,93	zł/(MW) ×miesiąc
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	53,09	zł/GJ
Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{wo} =$	20,0	°C
Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{zo} =$	-12,0	°C
Liczba stopniodni,	$S_d =$	2 629	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U =$	1,19	W/(m <sup>2</sup> ×K)
Powierzchnia stropu/dachu/podłogi poddasza	$A =$	762,3	m <sup>2</sup>
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego	$W_E =$	13,98	(zł×K)/W×a

### Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się docieplenie podłogi poddasza budynku głównego styropianem lub wełną mineralną o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda = 0,038 \text{ W/mK}$  - wykonanie wylewki lub podłogi na legarach. Na podstawie poniższej analizy ekonomicznej wykazano optymalną grubość izolacji równą 25 cm. Docieplenie o grubości 18 i 20 cm nie spełnia wymogów rozporządzenia. Ceny robót budowlanych określono na podstawie analizy rynku robót budowlanych. Wszystkie ceny zawierają podatek VAT 23 %.

Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	DR	$U_m$	$DO_{rU}$	SPBT	Nu
Docieplenie podłogi poddasza - styropian EPS 100 lub wełna mineralna - 25 cm	231,24 zł/m <sup>2</sup>	6,58	0,135	11 274,08 zł	15,636	176 281,19 zł
Docieplenie podłogi poddasza - styropian EPS 100 lub wełna mineralna - 30 cm	256,00 zł/m <sup>2</sup>	7,89	0,115	11 490,51 zł	16,984	195 156,48 zł
Docieplenie podłogi poddasza - styropian EPS 100 lub wełna mineralna - 18 cm	196,80 zł/m <sup>2</sup>	4,74	0,179	10 799,46 zł	-	150 026,54 zł
Docieplenie podłogi poddasza - styropian EPS 100 lub wełna mineralna - 20 cm	206,64 zł/m <sup>2</sup>	5,26	0,164	10 964,31 zł	-	157 527,87 zł
Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący $R = 7,417 \text{ m}^2\text{K/W}$ jest większy od wymaganego wynoszącego $R_{min} = 5,0 \text{ m}^2\text{K/W}$ oraz zgodnego z WT2021 $R_{min}=6,66 \text{ m}^2\text{K/W}$ .						

### Legenda:

SPBT [lata] - Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych ( $Nu/DO_{rU}$ )

$DO_{rU}$  [zł/rok]- Roczna oszczędność kosztów eksploatacyjnych w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego

Nu [zł]- Planowane koszty robót

DR m<sup>2</sup>K/W- Dodatkowy opór cieplny przegrody zewnętrznej

$U_m$  W/m<sup>2</sup>K- Współczynnik przenikania ciepła przegród zewnętrznych, określony zgodnie z Polską Normą po dociepleniu

## Wybór optymalnego wariantu wymiany stolarki okiennej drewnianej

### Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	4 985,93	zł/(MW) × miesiąc]
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	52,10	zł/GJ
Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{wo} =$	20,0	°C
Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{zo} =$	-16,0	°C
Liczba stopniodni,	$S_d =$	3 597	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U =$	3,12	W/(m <sup>2</sup> ×K)
Powierzchnia okien do wymiany	$A =$	287,2	m <sup>2</sup>
Współczynniki przepływu powietrza przez szczeliny okien lub drzwi przed i po termomodernizacji, określone w oparciu o Tabelę 1 z rozporządzenia MI	$a_0 =$	4,00	[m <sup>3</sup> /(m·h·daPa <sup>2/3</sup> )]
	$a_1 =$	0,30	
Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI	$cr_0 =$	1,20	-
	$cm_0 =$	1,20	-
Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI	$cm_1 =$	1,00	-
	$cw =$	1,00	-

	Cena jednostkowa	CR	$U_m$	$DO_{rU}$	SPBT	Nu
Wymiana okien na stolarkę PCV, $U = 0,9$ W/m <sup>2</sup> K	959,40 zł/m <sup>2</sup>	1,00	0,90	11 698,80 zł	23,554	275 558,87 zł
Wymiana okien na stolarkę PCV, $U = 1,3$ W/m <sup>2</sup> K	934,80 zł/m <sup>2</sup>	1,00	1,30	9 590,91 zł	27,995	268 493,26 zł
Wymiana okien na stolarkę PCV, $U = 1,6$ W/m <sup>2</sup> K	910,20 zł/m <sup>2</sup>	1,00	1,60	8 009,99 zł	32,638	261 427,64 zł
Wymiana okien na stolarkę PCV, $U = 1,8$ W/m <sup>2</sup> K	885,60 zł/m <sup>2</sup>	1,00	1,80	6 956,05 zł	36,567	254 362,03 zł

### Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się wymianę wszystkich okien drewnianych w budynku na stolarkę energooszczędną PCV. Na podstawie analizy ekonomicznej przyjmuje się optymalny współczynnik przenikania ciepła okna na poziomie 0,9 W/m<sup>2</sup>K. Ceny robót budowlanych określono na podstawie analizy rynku robót budowlanych. Wszystkie ceny zawierają podatek VAT 23 %.

### Legenda:

SPBT [lata] - Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych (Nu/ $DO_{rU}$ )

$DO_{rU}$  [zł/rok] - Roczna oszczędność kosztów eksploatacyjnych w wyniku uprawnienia termomodernizacyjnego

Nu [zł] - Planowane koszty robót

DR m<sup>2</sup>K/W - Dodatkowy opór cieplny przegrody zewnętrznej

$U_m$  W/m<sup>2</sup>K - Współczynnik przenikania ciepła przegród zewnętrznych, określony zgodnie z Polską Normą po dociepleniu

## Wybór optymalnego wariantu wymiany naświetli z luksferów

### Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	4 985,93	zł/(MW) × miesiąc]
Opłata za zużycie 1 GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	52,10	zł/GJ
Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{w0} =$	20,0	°C
Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{z0} =$	-16,0	°C
Liczba stopniodni,	$S_d =$	3 597	dzień × K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U =$	5,50	W/(m <sup>2</sup> × K)
Powierzchnia okien do wymiany	$A =$	6,3	m <sup>2</sup>
Współczynniki przepływu powietrza przez szczeliny okien lub drzwi przed i po termomodernizacji, określone w oparciu o Tabelę 1 z rozporządzenia MI	$a_0 =$	4,00	[m <sup>3</sup> /(m · h · daPa <sup>2/3</sup> )]
	$a_1 =$	0,30	
Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI	$cr_0 =$	1,00	-
Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI	$cm_0 =$	1,00	-
	$cm_1 =$	1,00	-
Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI	$cw =$	1,00	-

	Cena jednostkowa	CR	$U_m$	$DO_{r,u}$	SPBT	Nu
Wymiana naświetli z luksferów na stolarkę PCV, $U = 0,9$ W/m <sup>2</sup> K	959,40 zł/m <sup>2</sup>	1,00	0,90	531,71 zł	11,368	6 044,22 zł
Wymiana naświetli z luksferów na stolarkę PCV, $U = 1,3$ W/m <sup>2</sup> K	934,80 zł/m <sup>2</sup>	1,00	1,30	485,47 zł	12,131	5 889,24 zł
Wymiana naświetli z luksferów na stolarkę PCV, $U = 1,6$ W/m <sup>2</sup> K	910,20 zł/m <sup>2</sup>	1,00	1,60	450,79 zł	12,720	5 734,26 zł
Wymiana naświetli z luksferów na stolarkę PCV, $U = 1,8$ W/m <sup>2</sup> K	885,60 zł/m <sup>2</sup>	1,00	1,80	427,68 zł	13,046	5 579,28 zł

### Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się wymianę naświetli z luksferów na stolarkę energooszczędną PCV. Na podstawie analizy ekonomicznej przyjmuje się optymalny współczynnik przenikania ciepła okna na poziomie 0,9 W/m<sup>2</sup>K. Ceny robót budowlanych określono na podstawie analizy rynku robót budowlanych. Wszystkie ceny zawierają podatek VAT 23 %.

### Legenda:

SPBT [lata] - Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych (Nu/ $DO_{r,u}$ )

$DO_{r,u}$  [zł/rok] - Roczna oszczędność kosztów eksploatacyjnych w wyniku uprawnienia termomodernizacyjnego

Nu [zł] - Planowane koszty robót

DR m<sup>2</sup>K/W - Dodatkowy opór cieplny przegrody zewnętrznej

$U_m$  W/m<sup>2</sup>K - Współczynnik przenikania ciepła przegród zewnętrznych, określony zgodnie z Polską Normą po dociepleniu



## Wybór optymalnego wariantu wymiany stolarki drzwiowej zewnętrznej

### Dane ogólne do obliczeń

Opiata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	4 985,93	zł/(MW ×miesiąc]
Opiata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	52,10	zł/GJ
Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{wo} =$	20,0	°C
Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{zo} =$	-16,0	°C
Liczba stopniodni,	$S_d =$	3 597	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U =$	3,60	W/(m <sup>2</sup> ×K)
Powierzchnia drzwi do wymiany	$A =$	16,7	m <sup>2</sup>
Współczynniki przepływu powietrza przez szczeliny okien lub drzwi przed i po termomodernizacji, określone w oparciu o Tabelę 1 z rozporządzenia MI	$a_0 =$	1,00	[m <sup>3</sup> /(m·h·daPa <sup>2/3</sup> )]
	$a_1 =$	1,00	
Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI	$cr_0 =$	1,00	-
Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI	$cm_0 =$	1,00	-
	$cm_1 =$	1,00	-
Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI	$cw =$	1,00	-

Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	Cr	U <sub>m</sub>	DO <sub>ru</sub>	SPBT	Nu
Wymiana drzwi na stolarkę energooszczędną specjalną ocieploną PUR, U = 1,3 W/m <sup>2</sup> K	2 952,00 zł/m <sup>2</sup>	1,00	1,30	703,88 zł	69,954	49 239,36 zł
Wymiana drzwi na stolarkę energooszczędną, U = 1,7 W/m <sup>2</sup> K	2 706,00 zł/m <sup>2</sup>	1,00	1,70	581,46 zł	77,625	45 136,08 zł

### Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się wymianę drzwi zewnętrznych starego typu na stolarkę energooszczędną. Na podstawie analizy ekonomicznej przyjmuje się optymalny współczynnik przenikania ciepła drzwi na poziomie 1,3 W/m<sup>2</sup>K. Ceny robót budowlanych określono na podstawie analizy rynku robót budowlanych. Wszystkie ceny zawierają podatek VAT 23 %.

### Legenda:

SPBT [lata] - Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych (Nu/DO<sub>ru</sub>)

DO<sub>ru</sub> [zł/rok] - Roczna oszczędność kosztów eksploatacyjnych w wyniku uprawnienia termomodernizacyjnego

Nu [zł] - Planowane koszty robót

DR m<sup>2</sup>K/W- Dodatkowy opór cieplny przegrody zewnętrznej

U<sub>m</sub> W/m<sup>2</sup>K- Współczynnik przenikania ciepła przegród zewnętrznych, określony zgodnie z Polską Normą po dociepleniu

## Wybór optymalnego wariantu usprawnienia wentylacji mechanicznej

Dane ogólne do obliczeń			
$O_m =$	4 985,93	[zł/(MW × miesiąc)]	Opłata za 1MW mocy zamówionej
$O_z =$	53,09	[zł/GJ]	Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej
$t_{wo} =$	20,0	[°C]	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z Polską Normą
$t_{zo} =$	-16,0	[°C]	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą
$S_d =$	3 597	[dzień×K/a]	Liczba stopniodni,
SPBT		[lata]	Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych
$DO_{rU}$		[zł/a]	Roczna oszczędność kosztów eksploatacyjnych w wyniku uprawnienia termomodernizacyjnego
Nu		[zł]	Planowane koszty robót

$DO_{r_d}$	SPBT	Rodzaj usprawnienia	Nu
12 232,24	8,869	Zastosowanie wentylacji wymuszonej w części gastronomicznej i w pomieszczeniach sportowych (sala gimnastyczna). Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik rotacyjny o sprawności znamionowej 85%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze.	108 486,00
10 057,48	10,273	Zastosowanie wentylacji wymuszonej w części gastronomicznej i w pomieszczeniach sportowych (sala gimnastyczna). Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik krzyżowy o sprawności znamionowej 70%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze.	103 320,00

Wymiennik obrotowy:

krzyżowy:

Oszczędność energii dla wentylacji po modernizacji: 189,16 GJ/a

155,64 GJ/a

Redukcja mocy po modernizacji: 36,59 kW

29,99 kW

Wybór optymalnego wariantu zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło do przygotowania c.w.u.

Dane ogólne do obliczeń:

$O_{m0} =$	4 985,93	[zł/(MW × miesiąc)]	Opłata za 1MW mocy zamówionej przed modernizacją
$O_{z0} =$	53,09	[zł/GJ]	Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej przed modernizacją
$O_{m1} =$	4 985,93	[zł/GJ]	Opłata za 1MW mocy zamówionej po modernizacji
$O_{z1} =$	52,10	[zł/GJ]	Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej po modernizacji
$Q_{ocw} =$	159,3	[GJ/rok]	Zapotrzebowanie na ciepło przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego, określone zgodnie z Polską Normą dotyczącą instalacji wodociągowych, wymagania w projektowaniu
$Q_{1cw}$		[GJ/rok]	
$q_{ocw} =$	19,3	[kW]	Zapotrzebowanie na moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego, określone zgodnie z Polską Normą dotyczącą instalacji wodociągowych, wymagania w projektowaniu
$q_{1cw}$		[kW]	
SPBT		[lata]	Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych
$DOR_{cw}$		[zł/a]	Roczna oszczędność kosztów eksploatacyjnych w wyniku uprawnienia termomodernizacyjnego
Ncw		[zł]	Planowane koszty robót

$Q_1$	$q_1$	$DOR_{cw}$	SPBT	Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	Ncw
132,8	19,3	1 541,76	79,779	Wymiana i podłączenie instalacji c.w.u. do nowego źródła zasilania. Montaż cyrkulacyjnych zaworów termostatycznych oraz urządzeń ograniczających czas pracy cyrkulacji.	-	123 000,00 zł
159,3	19,3	0,00	-	Brak modernizacji systemu c.w.u.	0,00 zł	0,00 zł

- optymalne usprawnienie systemu c.w.u.

Obliczenia zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną dla potrzeb c.w.u.

0,80 dm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> *d	Wartość jednostkowego dobowego zapotrzebowania na ciepłą wodę użytkową - szkoła
0,25 dm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> *d	Wartość jednostkowego dobowego zapotrzebowania na ciepłą wodę użytkową - sport
2,50 dm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> *d	Wartość jednostkowego dobowego zapotrzebowania na ciepłą wodę użytkową - gastr
10 st.C	Przyjęta temperatura wody zimnej
55 st.C	Przyjęta temperatura wody podgrzanej
2,10489 m <sup>3</sup> /dobę	Średnie dobowe zapotrzebowanie na c.w.u. dla budynku ( $Q_{\text{śrd}}$ )
12 h/dobę	Liczba godzin T rozbioru c.w.u.
50,00 %	Średnia sprawność wytwarzania c.w.u.
159,3 GJ/a	Średnie roczne zapotrzebowanie na ciepło c.w.u. dla budynku
0,175 m <sup>3</sup> /h	Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. dla budynku ( $Q_{\text{grh}}$ )
2,096 -	Współczynnik nierównomierności rozbioru wody
0,368 m <sup>3</sup> /h	Maksymalne godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. dla budynku ( $Q_{\text{maxh}}$ )
0 dm <sup>3</sup>	Rzeczywista pojemność zasobników c.w.u.
19,3 kW	Moc cieplna dla potrzeb c.w.u. bez uwzględnienia akumulacji ( $q_{\text{maxh}}$ )
19,3 kW	Moc cieplna dla potrzeb c.w.u. z uwzględnieniem akumulacji zasobników

Sprawności składowe systemu c.w.u.		
Sprawność	Przed modernizacją	Po modernizacji
Sprawność wytwarzania c.w.u.	1,00	1,00
Sprawność przesyłu c.w.u.	0,50	0,60
Sprawność akumulacji c.w.u.	1,00	1,00

### Wybór optymalnego wariantu modernizacji systemu grzewczego

Dane ogólne do obliczeń:

$O_m =$	4 985,93	[zł/(MW × miesiąc)]	Opłata za 1MW mocy zamówionej przed modernizacją
$O_{m1} =$	4 985,93	[zł/(MW × miesiąc)]	Opłata za 1MW mocy zamówionej po modernizacji systemu grzewczego
$O_z =$	53,09	[zł/GJ]	Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej przed modernizacją
$O_{z1} =$	52,10	[zł/GJ]	Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej po modernizacji systemu grzewczego
$Q_{oco} =$	3 557,5	[GJ]	Sezonowe zapotrzebowanie budynku na ciepło przed termomodernizacją, określone zgodnie z Polską Normą
$q_0 =$	468,3	[kW]	Zapotrzebowanie na moc ciepłą budynku
$h_0 =$	0,65	-	Sprawność ogólna systemu przed modernizacją
$w_{t0} =$	0,85	-	Współczynnik określający przerwyw ogrzewaniu w okresie tygodnia
$w_{d0} =$	0,92	-	Współczynnik określający przerwyw ogrzewaniu w okresie doby
SPBT		[lata]	Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych
$DO_{rU}$		[zł/a]	Roczna oszczędność kosztów eksploatacyjnych w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego
Nu		[zł]	Planowane koszty robót

$DO_{rU}$	$h_1$	$q_1$	$h_g$	$h_d$	$h_e$	$h_s$	$w_{t1}$	$w_{d1}$	Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	SPBT	$N_{co}$
99 973,48	1,14	468,3	1,35	0,96	0,88	1,00	0,85	0,92	Wymiana instalacji c.o. Montaż grzejników płytowych wyposażonych w urządzenia do miejscowej regulacji temperatury (zawory termostaticzne lub regulatory strefowe) - przystosowanie do pracy niskotemperaturowej. Pełna automatyka obiegów grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej. Montaż biwalentnego źródła ciepła - czterech absorpcyjnych gazowych pomp ciepła i sześciu gazowych kotłów kondensacyjnych w wykonaniu dachowym. Moc całkowita układu ok. 315 kW.	-	12,20	1 219 668,00 zł
0,00	0,65	468,3	0,88	0,96	0,77	1,00	0,85	0,92	Brak modernizacji systemu grzewczego.	0,00	-	0,00

- optymalne usprawnienie systemu grzewczego

# Część trzecia

Wybór optymalnego przedsięwzięcia  
termomodernizacyjnego, analiza  
ekonomiczna i energetyczna, wnioski

**WYBRANE I ZOPTYMALIZOWANE USPRAWNIENIA TERMOMODERNIZACYJNE ZMIERZAJĄCE DO  
ZMNIEJSZENIA ZAPOTRZEBOWANIA NA CIEPŁO W WYNIKU ZMNIEJSZENIA STRAT CIEPŁA PRZEZ  
PRZENIKANIE PRZEZ PRZEGRODY BUDOWLANE ORAZ WARIANTY PRZEDSIĘWZIĘĆ  
TERMOMODERNIZACYJNYCH DOTYCZĄCYCH MODERNIZACJI SYSTEMU WENTYLACJI I SYSTEMU  
PRZYGOTOWANIA CIEPŁEJ WODY UŻYTKOWEJ, USZEREKOWANE WEDŁUG ROSNĄCEJ WARTOŚCI SPBT**

L.p.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego albo wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót [zł]	SPBT [lata]
1	Zastosowanie wentylacji wymuszonej w części gastronomicznej i w pomieszczeniach sportowych (sala gimnastyczna). Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik rotacyjny o sprawności znamionowej 85%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze.	108 486,00	8,87
2	Docieplenie ścian zewnętrznych przy gruncie - styropian ekstrudowany o współczynniku przewodzenia ciepła 0,036 W/mK, 12 cm. Docieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych (kondygnacje i strefa cokołowa) - styropian specjalny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK, 14 cm oraz podcieni - 18 cm.	973 620,81	16,41
3	Docieplenie dachu części gastronomicznej styropianem EPS 100 lub wełną mineralną 0,038 W/mK - 20 cm. Dociepleni podłogi poddaszy nad częścią główną i salą gimnastyczną styropianem EPS 100 lub wełną mineralną 0,038 W/mK - 25 cm - wykonanie wylewki lub podłogi na legarach.	265 748,34	17,29
4	Wymiana okien drewnianych oraz naświetli z luksferów w całym budynku na stolarkę PCV o maksymalnym współczynniku przenikania ciepła 0,9 W/m <sup>2</sup> K. Wymiana drzwi zewnętrznych starego typu na stolarkę o maksymalnym współczynniku przenikania ciepła 1,3 W/m <sup>2</sup> K	330 842,45	25,58
5	Wymiana i podłączenie instalacji c.w.u. do nowego źródła zasilania. Montaż cyrkulacyjnych zaworów termostatycznych oraz urządzeń ograniczających czas pracy cyrkulacji.	123 000,00	79,78

**RODZAJE USPRAWNIEŃ TERMOMODERNIZACYJNYCH SKŁADAJĄCE SIĘ NA OPTIMALNY WARIANT  
PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO POPRAWIAJĄCY SPRAWNOŚĆ SYSTEMU GRZEWczego**

L.p.	Zakres usprawnienia termomodernizacyjnego albo wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Rodzaj usprawnienia termomodernizacyjnego albo wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Wartości sprawności składowych h oraz współczynników w	
1	Wytwarzania ciepła, np. wymiana lokalnego wbudowanego źródła ciepła	Montaż źródła biwalentnego z absorpcyjnymi pompami ciepła.	$h_g =$	1,35
2	Przesyłania ciepła, np. izolacja pionów zasilających	Wymiana instalacji c.o.	$h_d =$	0,96
3	Regulacji systemu grzewczego, np. wprowadzenie automatyki pogodowej	Zastosowanie regulacji centralnej i miejscowej	$h_e =$	0,88
4	Akumulacji ciepła, np. wprowadzenie zasobnika buforowego	-	$h_s =$	1,00
5	Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	Zastosowanie regulatorów godzinowo-dobowych. Monitoring.	$w_t =$	0,85
6	Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w ciągu doby	Zastosowanie regulatorów godzinowo-dobowych. Monitoring.	$w_d =$	0,92
	Sprawność całkowita systemu grzewczego	-	$h_{whphrhe} =$	1,14

Prezentacja wybranych do analizy wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

L.p.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Zapotrzebowanie na moc szczytową c.o. dla wariantu (na podstawie obliczeń zgodnych z PN [kW]	Zapotrzebowanie na moc szczytową c.w.u. dla wariantu (na podstawie obliczeń zgodnych z PN [kW]	Zapotrzebowanie na energię c.o. dla wariantu (na podstawie obliczeń zgodnych z PN) [GJ/a]	Zapotrzebowanie na energię c.w.u. dla wariantu (na podstawie obliczeń zgodnych z PN) [GJ/a]	Sprawność całkowita systemu	Zużycie ciepła w sezonie grzewczym w przypadku realizacji wariantu [GJ/a]	Zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię	Koszty dodatkowe dla wariantu (projekt, audyt, nadzór) [zł]
1	<p>Wymiana instalacji c.o. Montaż grzejników płytowych wyposażonych w urządzenia do miejscowej regulacji temperatury (zawory termostaticzne lub regulatory strefowe) - przystosowanie do pracy niskotemperaturowej. Pełna automatyka obiegów grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej. Montaż biwalentnego źródła ciepła - czterech absorpcyjnych gazowych pomp ciepła i sześciu gazowych kotłów kondensacyjnych w wykonaniu dachowym. Moc całkowita układu ok. 315 kW.</p> <p>Zastosowanie wentylacji wymuszonej w części gastronomicznej i w pomieszczeniach sportowych (sala gimnastyczna). Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik rotacyjny o sprawności znamionowej 85%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze.</p> <p>Docieplenie ścian zewnętrznych przy gruncie - styropian ekstrudowany o współczynniku przewodzenia ciepła 0,036 W/mK, 12 cm. Docieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych (kondygnacje i strefa cokołowa) - styropian specjalny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK, 14 cm oraz podcieni - 18 cm.</p> <p>Docieplenie dachu części gastronomicznej styropianem EPS 100 lub wełną mineralną 0,038 W/mK - 20 cm. Dociepleni podłogi poddaszy nad częścią główną i salą gimnastyczną styropianem EPS 100 lub wełną mineralną 0,038 W/mK - 25 cm - wykonanie wylewki lub podłogi na legarach.</p> <p>Wymiana okien drewnianych oraz naświetli z luksferów w całym budynku na stolarkę PCV o maksymalnym współczynniku przenikania ciepła 0,9 W/m<sup>2</sup>K. Wymiana drzwi zewnętrznych starego typu na stolarkę o maksymalnym współczynniku przenikania ciepła 1,3 W/m<sup>2</sup>K</p> <p>Wymiana i podłączenie instalacji c.w.u. do nowego źródła zasilania. Montaż cyrkulacyjnych zaworów termostaticznych oraz urządzeń ograniczających czas pracy cyrkulacji.</p>	277,9	19,3	2016,0	132,8	1,140	1515,1	65,85%	130 000,00
2	<p>Wymiana instalacji c.o. Montaż grzejników płytowych wyposażonych w urządzenia do miejscowej regulacji temperatury (zawory termostaticzne lub regulatory strefowe) - przystosowanie do pracy niskotemperaturowej. Pełna automatyka obiegów grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej. Montaż biwalentnego źródła ciepła - czterech absorpcyjnych gazowych pomp ciepła i sześciu gazowych kotłów kondensacyjnych w wykonaniu dachowym. Moc całkowita układu ok. 315 kW.</p> <p>Zastosowanie wentylacji wymuszonej w części gastronomicznej i w pomieszczeniach sportowych (sala gimnastyczna). Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik rotacyjny o sprawności znamionowej 85%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze.</p> <p>Docieplenie ścian zewnętrznych przy gruncie - styropian ekstrudowany o współczynniku przewodzenia ciepła 0,036 W/mK, 12 cm. Docieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych (kondygnacje i strefa cokołowa) - styropian specjalny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK, 14 cm oraz podcieni - 18 cm.</p> <p>Docieplenie dachu części gastronomicznej styropianem EPS 100 lub wełną mineralną 0,038 W/mK - 20 cm. Dociepleni podłogi poddaszy nad częścią główną i salą gimnastyczną styropianem EPS 100 lub wełną mineralną 0,038 W/mK - 25 cm - wykonanie wylewki lub podłogi na legarach.</p> <p>Wymiana okien drewnianych oraz naświetli z luksferów w całym budynku na stolarkę PCV o maksymalnym współczynniku przenikania ciepła 0,9 W/m<sup>2</sup>K. Wymiana drzwi zewnętrznych starego typu na stolarkę o maksymalnym współczynniku przenikania ciepła 1,3 W/m<sup>2</sup>K</p>	277,9	19,3	2016,0	159,3	1,140	1541,6	65,25%	130 000,00



3	Wymiana instalacji c.o. Montaż grzejników płytowych wyposażonych w urządzenia do miejscowej regulacji temperatury (zawory termostaticzne lub regulatory strefowe) - przystosowanie do pracy niskotemperaturowej. Pełna automatyka obiegów grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej. Montaż bivalentnego źródła ciepła - czterech absorpcyjnych gazowych pomp ciepła i sześciu gazowych kotłów kondensacyjnych w wykonaniu dachowym. Moc całkowita układu ok. 315 kW.	303,2	19,3	2241,2	159,3	1,140	1696,1	61,77%	130 000,00
	Zastosowanie wentylacji wymuszonej w części gastronomicznej i w pomieszczeniach sportowych (sala gimnastyczna). Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik rotacyjny o sprawności znamionowej 85%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze.								
	Docieplenie ścian zewnętrznych przy gruncie - styropian ekstrudowany o współczynniku przewodzenia ciepła 0,036 W/mK, 12 cm. Docieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych (kondygnacje i strefa cokołowa) - styropian specjalny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK, 14 cm oraz podcieni - 18 cm.								
	Docieplenie dachu części gastronomicznej styropianem EPS 100 lub wełną mineralną 0,038 W/mK - 20 cm. Dociepleni podłogi poddaszy nad częścią główną i salą gimnastyczną styropianem EPS 100 lub wełną mineralną 0,038 W/mK - 25 cm - wykonanie wylewki lub podłogi na legarach.								
4	Wymiana instalacji c.o. Montaż grzejników płytowych wyposażonych w urządzenia do miejscowej regulacji temperatury (zawory termostaticzne lub regulatory strefowe) - przystosowanie do pracy niskotemperaturowej. Pełna automatyka obiegów grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej. Montaż bivalentnego źródła ciepła - czterech absorpcyjnych gazowych pomp ciepła i sześciu gazowych kotłów kondensacyjnych w wykonaniu dachowym. Moc całkowita układu ok. 315 kW.	335,7	19,3	2520,7	159,3	1,140	1887,7	57,45%	130 000,00
	Zastosowanie wentylacji wymuszonej w części gastronomicznej i w pomieszczeniach sportowych (sala gimnastyczna). Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik rotacyjny o sprawności znamionowej 85%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze.								
	Docieplenie ścian zewnętrznych przy gruncie - styropian ekstrudowany o współczynniku przewodzenia ciepła 0,036 W/mK, 12 cm. Docieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych (kondygnacje i strefa cokołowa) - styropian specjalny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK, 14 cm oraz podcieni - 18 cm.								
5	Wymiana instalacji c.o. Montaż grzejników płytowych wyposażonych w urządzenia do miejscowej regulacji temperatury (zawory termostaticzne lub regulatory strefowe) - przystosowanie do pracy niskotemperaturowej. Pełna automatyka obiegów grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej. Montaż bivalentnego źródła ciepła - czterech absorpcyjnych gazowych pomp ciepła i sześciu gazowych kotłów kondensacyjnych w wykonaniu dachowym. Moc całkowita układu ok. 315 kW.	431,6	19,3	3365,4	159,3	1,140	2466,9	44,39%	130 000,00
	Zastosowanie wentylacji wymuszonej w części gastronomicznej i w pomieszczeniach sportowych (sala gimnastyczna). Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik rotacyjny o sprawności znamionowej 85%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze.								
6	Wymiana instalacji c.o. Montaż grzejników płytowych wyposażonych w urządzenia do miejscowej regulacji temperatury (zawory termostaticzne lub regulatory strefowe) - przystosowanie do pracy niskotemperaturowej. Pełna automatyka obiegów grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej. Montaż bivalentnego źródła ciepła - czterech absorpcyjnych gazowych pomp ciepła i sześciu gazowych kotłów kondensacyjnych w wykonaniu dachowym. Moc całkowita układu ok. 315 kW.	468,3	19,3	3557,5	159,3	1,140	2598,7	41,42%	85 000,00

# DOKUMENTACJA WYBORU OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO BUDYNKU

L.p.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite [zł]	Roczne oszczędności kosztów energii [zł/rok]	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej) [%]	Optymalna kwota kredytu [zł]/[%]	20% kredytu [zł]	16% kosztów całkowitych [zł]	Dwukrotność rocznej oszczędności kosztów energii [zł]
1	WARIANT 1	3 151 365,60	167 979,57	65,85%	3 151 365,60	630 273,12	504 218,50	335 959,13
					100,00			
2	WARIANT 2	3 028 365,60	166 595,87	65,25%	3 028 365,60	605 673,12	484 538,50	333 191,75
					100,00			
3	WARIANT 3	2 697 523,15	157 031,46	61,77%	2 697 523,15	539 504,63	431 603,70	314 062,91
					100,00			
4	WARIANT 4	2 431 774,81	145 104,65	57,45%	2 431 774,81	486 354,96	389 083,97	290 209,30
					100,00			
5	WARIANT 5	1 458 154,00	109 188,74	44,39%	1 458 154,00	291 630,80	233 304,64	218 377,47
					100,00			
6	WARIANT 6	1 304 668,00	100 131,55	41,42%	1 304 668,00	260 933,60	208 746,88	200 263,09
					100,00			

## Wnioski

1. Budynek charakteryzuje się wysokim zapotrzebowaniem na energię cieplną i moc szczytową wynikającym ze słabej termoizolacyjności przegród budowlanych.
2. Budynek znajduje się w złym stanie technicznym i wymaga przeprowadzenia gruntownych prac remontowych

W wyniku przeprowadzonych analiz ekonomicznych zaleca się:

Zastosowanie wentylacji wymuszonej w części gastronomicznej i w pomieszczeniach sportowych (sala gimnastyczna). Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik rotacyjny o sprawności znamionowej 85%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze.

Docieplenie ścian zewnętrznych przy gruncie - styropian ekstrudowany o współczynniku przewodzenia ciepła 0,036 W/mK, 12 cm. Docieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych (kondygnacje i strefa cokołowa) - styropian specjalny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK, 14 cm oraz

Docieplenie dachu części gastronomicznej styropianem EPS 100 lub wełną mineralną 0,038 W/mK - 20 cm. Dociepleni podłogi poddaszy nad częścią główną i salą gimnastyczną styropianem EPS 100 lub wełną mineralną 0,038 W/mK - 25 cm - wykonanie wylewki lub podłogi na legarach.

Wymiana okien drewnianych oraz naświetli z luksferów w całym budynku na stolarkę PCV o maksymalnym współczynniku przenikania ciepła 0,9 W/m<sup>2</sup>K. Wymiana drzwi zewnętrznych starego typu na stolarkę o maksymalnym współczynniku przenikania ciepła 1,3 W/m<sup>2</sup>K

Wymiana i podłączenie instalacji c.w.u. do nowego źródła zasilania. Montaż cyrkulacyjnych zaworów termostatycznych oraz urządzeń ograniczających czas pracy cyrkulacji.

Wymiana instalacji c.o. Montaż grzejników płytowych wyposażonych w urządzenia do miejscowej regulacji temperatury (zawory termostatyczne lub regulatory strefowe) - przystosowanie do pracy niskotemperaturowej. Pełna automatyka obiegów grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej. Montaż biwalentnego źródła ciepła - czterech absorpcyjnych gazowych pomp ciepła i sześciu gazowych kotłów kondensacyjnych w wykonaniu dachowym. Moc całkowita układu ok. 315 kW.

### UWAGA:

Z uwagi na poważne zawilgocenia ścian nadziemia w częściach niepodpiwniczonych konieczne jest wykonanie izolacji przeciwwilgociowej ścian do poziomu fundamentów.

Na uzyskany w wyniku modernizacji efekt energetyczny zasadniczy wpływ ma zachowanie się użytkowników budynku, nastawy zaworów termostatycznych w lokalach, racjonalne wietrzenie pomieszczeń itp.

Każda modernizacja budynku powinna zostać dokonana na podstawie projektu budowlanego wykonanego przez osobę uprawnioną.

W celu zachowania urządzeń w należyтым stanie technicznym i funkcjonalnym, należy przeprowadzać okresowe kontrole i konserwacje zgodnie z zaleceniami producenta.

mgr inż. Jarosław Kozub

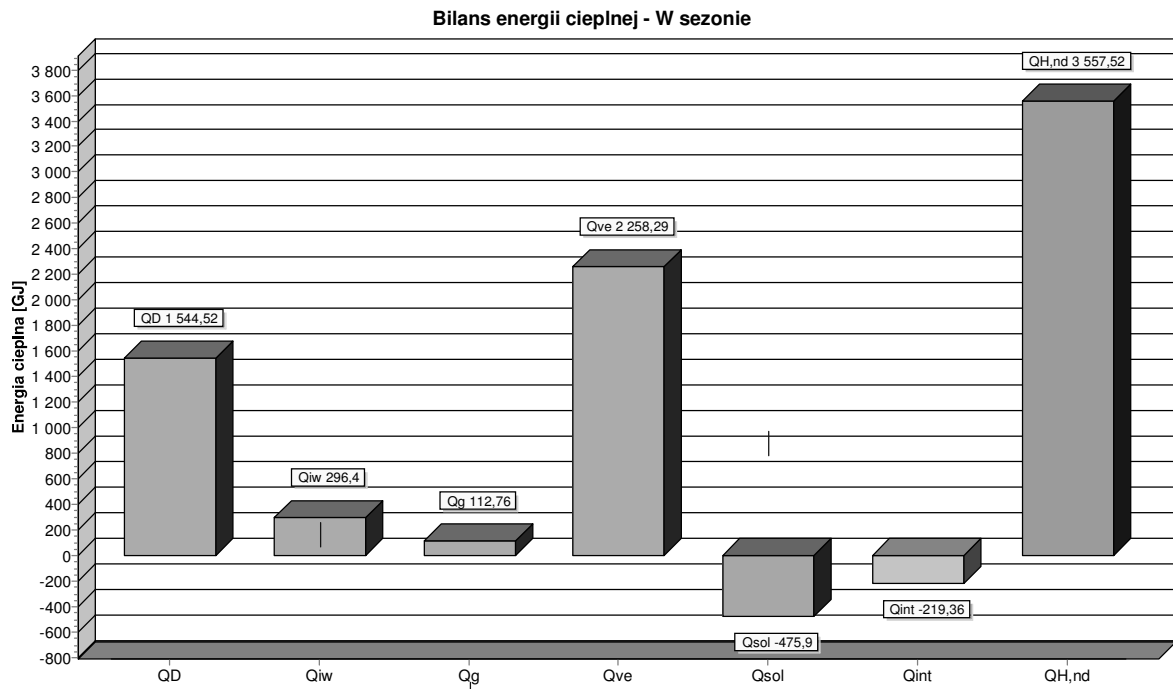
# Załącznik 1

Bilans energetyczny budynku przed  
modernizacją

# Wyniki - Ogólne

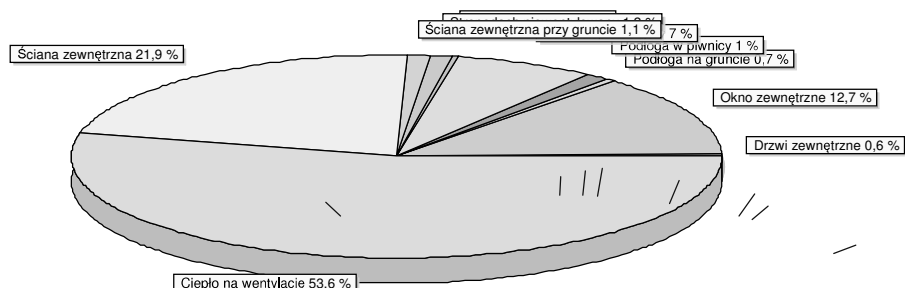
Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Bilans energetyczny budynku - stan istniejący	
	Zespół Szkół nr 6	
Miejscowość:	Gdynia	
Adres:	ul. Wrocławska 52	
Projektant:	Marcin Rosenow	
Plik danych:	C:\Users\hp\Desktop\Robocze\UM Gdynia\ZS 6\Z	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	I	
Projektowa temperatura zewnętrzna $\theta_e$ :	-16	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$ :	7,7	°C
Stacja meteorologiczna:	Gdańsk Port Północny	
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku $A_H$ :	3000,0	m <sup>2</sup>
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :	10284,3	m <sup>3</sup>
Projektowa strata ciepła przez przenikanie $\Phi_T$ :	219140	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła $\Phi_V$ :	249118	W
Całkowita projektowa strata ciepła $\Phi$ :	468258	W
Nadwyżka mocy cieplnej $\Phi_{RH}$ :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku $\Phi_{HL}$ :	468258	W
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Gdańsk Port Północny	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$ :	20444,5	m <sup>3</sup> /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :	3557,52	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :	988199	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku $A_H$ :	3000	m <sup>2</sup>
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :	10284,3	m <sup>3</sup>
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EA_H$ :	1185,8	MJ/(m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EA_H$ :	329,4	kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EV_H$ :	345,9	MJ/(m <sup>3</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EV_H$ :	96,1	kWh/(m <sup>3</sup> ·rok)

# Wyniki - Bilans zapotrzebowania na energię na ogrzewanie wg normy PN-EN ISO 13790



Bil	Miesiąc	$L_{d,m}$ dni	$T_{em,m}$ °C	$Q_D$ GJ/rok	$Q_{iW}$ GJ/rok	$Q_g$ GJ/rok	$Q_{ve}$ GJ/rok	$\eta_{H,gn}$	$Q_{sol}$ GJ/rok	$Q_{int}$ GJ/rok	$Q_{H,nd}$ GJ/rok
■	Styczeń	31	2,0	228,48	43,95	17,87	326,13	0,995	27,37	24,91	564,43
■	Luty	28	1,2	215,86	41,54	17,04	341,09	0,995	27,54	22,50	565,74
■	Marzec	31	3,5	208,79	40,14	15,99	298,08	0,985	55,49	24,91	483,81
■	Kwiecień	30	7,7	148,71	28,50	10,39	219,55	0,951	86,62	24,11	301,89
■	Maj	31	10,7	114,29	21,81	6,98	163,46	0,883	115,39	24,91	182,70
■	Czerwiec	0	15,5	49,64	9,29	0,94	73,71	0,649	120,26	24,11	39,92
■	Lipiec	0	18,7	14,54	2,92	1,30	20,92	0,247	128,50	24,91	1,79
■	Sierpień	0	16,3	41,37	7,72	0,45	59,53	0,621	102,87	24,91	29,78
■	Wrzesień	30	14,5	62,34	11,75	2,15	92,40	0,843	69,78	24,11	89,49
■	Październik	31	8,7	140,54	26,90	9,48	200,85	0,974	47,44	24,91	307,32
■	Listopad	30	4,0	195,71	37,61	14,87	288,73	0,994	23,92	24,11	489,18
■	Grudzień	31	1,9	229,79	44,21	17,99	328,00	0,996	22,34	24,91	572,95
	W sezonie	273	8,8	1544,52	296,40	112,76	2258,29	0,941	475,90	219,36	3557,52

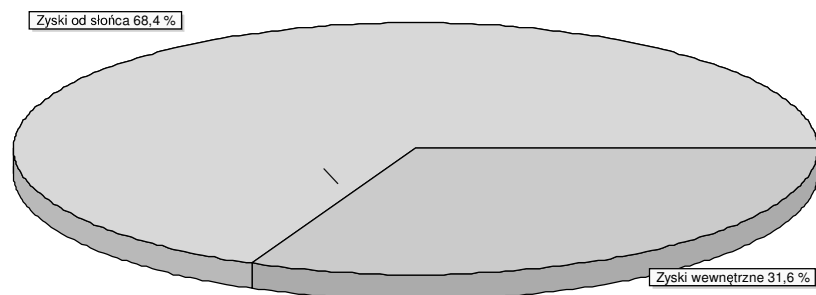
Szczegółowe zestawienie strat energii cieplnej



0,6 % Drzwi zewnętrzne	12,7 % Okno zewnętrzne	0,7 % Podłoga na gruncie
1 % Podłoga w piwnicy	7 % Strop ciepło do góry	0,3 % Strop zewnętrzny
1,2 % Stropodach niewentylowany	1,1 % Ściana zewnętrzna przy gruncie	21,9 % Ściana zewnętrzna
53,6 % Ciepło na wentylację		

Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
Drzwi zewnętrzne	26,96	7489	0,6
Okno zewnętrzne	533,59	148218	12,7
Podłoga na gruncie	28,07	7796	0,7
Podłoga w piwnicy	40,30	11195	1,0
Strop ciepło do góry	296,40	82334	7,0
Strop zewnętrzny	13,42	3728	0,3
Stropodach niewentylowany	49,32	13700	1,2
Ściana zewnętrzna przy gruncie	44,39	12332	1,1
Ściana zewnętrzna	921,23	255897	21,9
Ciepło na wentylację	2258,29	627303	53,6
Razem	4211,97	1169991	100,0

Szczegółowe zestawienie zysków energii cieplnej



68,4 % Zyski od słońca    31,6 % Zyski wewnętrzne





Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
*Zyski od słońca	475,90	132195	68,4
Zyski wewnętrzne	219,36	60934	31,6
Σ Razem	695,26	193129	100,0







Wyniki – Zestawienie przegród

Opis	U	A
	W/m <sup>2</sup> ·K	m <sup>2</sup>
Dach nieogrzewanego poddasza	3,242	1577,75
Drzwi zewnętrzne starego typu	3,600	16,68
Drzwi zewnętrzne energooszczędne	1,600	13,40
Okna PCV	1,300	384,57
Okna drewniane	3,120	287,22
Luksfery	5,500	6,30
Podłoga na gruncie	0,479	254,05
Podłoga w piwnicy	0,481	594,33
Podłoga poddasza sali gimnastycznej	0,870	233,28
Podłoga poddasza budynku głównego	1,193	762,33
Podcień	0,798	40,85
Dach płaski nad kuchnią	0,672	171,91
Ściana zewnętrzna piwnic	1,428	41,05
Ściana zewnętrzna	1,428	2413,93
Ściana zewnętrzna przy gruncie	0,873	250,93



# Wyniki - Przegrody

D	Opis materiału	$\lambda$	$\rho$	$c_p$	R
m		W/(m·K)	kg/m <sup>3</sup>	kJ/(kg·K)	m <sup>2</sup> ·K/W
 D1	Dach nieogrzewanego poddasza				
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0100	Dachówka ceramiczna.	0,820	1800	0,880	0,012
0,0250	Drewno sosnowe w poprzek włókien.	0,160	550	2,510	0,156
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,100
Opór przejmowania na zewnątrz $R_e$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,308
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					3,242
 DM	Dach płaski nad kuchnią				
Rodzaj przegrody: Stropodach niewentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wil					
0,0060	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,033
0,1000	Płyty korytkowe	1,000	1900		0,100
Opór warstwy powietrznej stropodachu o śr. wys. $H = 1$ m, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,160
Suma oporów ciepła połaci dachowej i war. powietrza, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,293
0,0500	Filce i maty z wełny minerlanej w stropi	0,052	70	0,750	0,962
0,1600	Żelbet.	1,700	2500	0,840	0,094
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,100
Opór przejmowania na zewnątrz $R_e$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					1,489
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,672
 PG	Podłoga w piwnicy				
Rodzaj przegrody: Podłoga w piwnicy, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
Ściana przy podłodze: SZPG					
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej $Z_{gw}$ : 4,00 m					
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu $Z$ : 1,00 m					
0,0300	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,840	0,030
0,0500	Podkład z betonu chudego.	1,050	1900	0,840	0,048
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania $R_g$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					2,000
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					2,078
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,481
 PGP	Podłoga na gruncie				
Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
Ściana przy podłodze: SZ					
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej $Z_{gw}$ : 5,00 m					
Pozioma izol. krawędziowa: o grubości $d_{nh} =$ m i długości $D_h =$ m					
Pionowa izol. krawędziowa: o grubości $d_{nv} =$ m i długości $D_v =$ m					
0,0100	PCW.	0,200	1300	1,260	0,050
0,0200	Podkład z betonu pod posadzkę.	1,400	2200	0,840	0,014
0,0300	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,840	0,030

# Wyniki - Przegrody

D	Opis materiału	$\lambda$	$\rho$	$c_p$	R
m		W/(m·K)	kg/m <sup>3</sup>	kJ/(kg·K)	m <sup>2</sup> ·K/W
0,0060	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,033
0,0500	Podkład z betonu chudego.	1,050	1900	0,840	0,048
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania $R_g$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					1,912
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					2,087
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,479
 ST	Podcień				
Rodzaj przegrody: Strop zewnętrzny, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0100	PCW.	0,200	1300	1,260	0,050
0,0200	Podkład z betonu pod posadzkę.	1,400	2200	0,840	0,014
0,0300	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,840	0,030
0,0360	Płyty pilśniowe porowate.	0,050	300	2,510	0,720
0,1800	Strop gęstożebrowy z wypełnieniem pustak		1300	0,880	0,210
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,170
Opór przejmowania na zewnątrz $R_e$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					1,253
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,798
 STR1	Podłoga poddasza budynku głównego				
Rodzaj przegrody: Strop ciepło do góry, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0300	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,840	0,030
0,0190	Płyty pilśniowe porowate.	0,050	300	2,510	0,380
0,1800	Strop gęstożebrowy z wypełnieniem pustak		1300	0,880	0,210
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,100
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,100
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,838
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					1,193
 STR2	Podłoga poddasza sali gimnastycznej				
Rodzaj przegrody: Strop ciepło do góry, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0400	Filce i maty z wełny minerlanej w stropi	0,052	70	0,750	0,769
0,2400	Strop żelbetowy kanałowy o wysokości 22-		1400	0,840	0,180
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,100
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,100
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					1,149
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,870
 SZ	Ściana zewnętrzna				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018

# Wyniki - Przegrody

D	Opis materiału	$\lambda$	$\rho$	$c_p$	R
m		W/(m·K)	kg/m <sup>3</sup>	kJ/(kg·K)	m <sup>2</sup> ·K/W
0,3800	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,494
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,130
Opór przejmowania na zewnątrz $R_e$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,700
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					1,428
 SZP		Ściana zewnętrzna piwnic			
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
0,3800	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,494
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,130
Opór przejmowania na zewnątrz $R_e$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,700
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					1,428
 SZPG		Ściana zewnętrzna przy gruncie			
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna przy gruncie, Warunki wilgotności: Średni					
Podłoga przyległa do ściany: PG					
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 1,00 m					
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
0,3800	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,494
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania $R_g$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,634
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					1,146
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,873

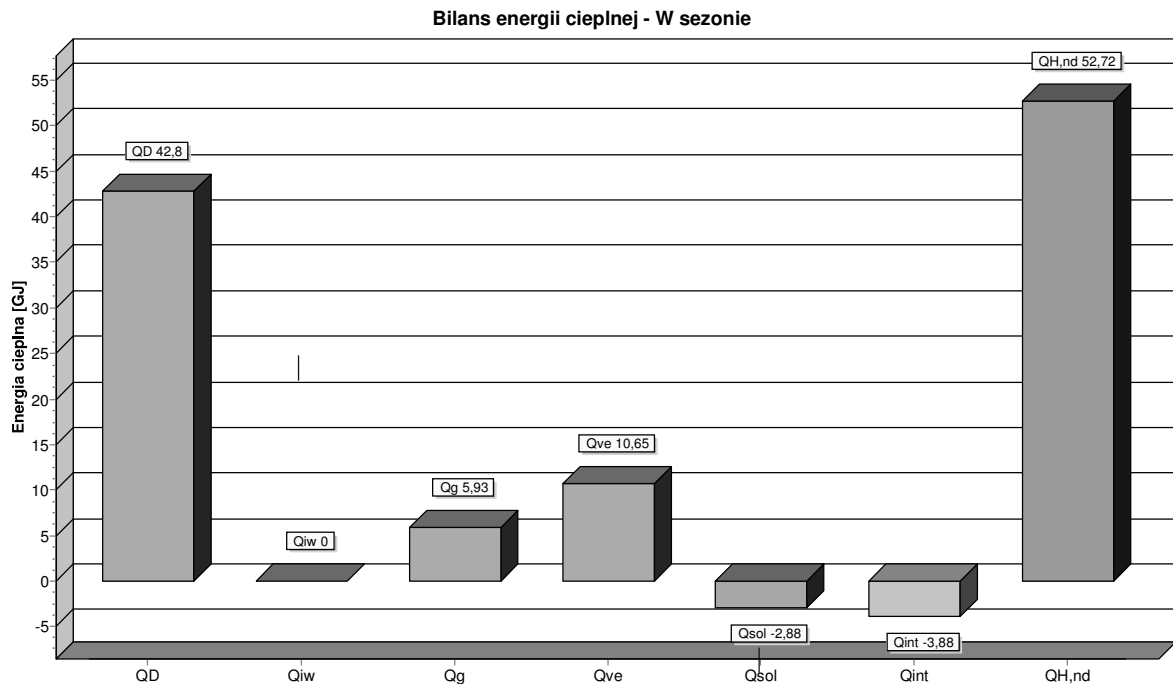
## Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Bilans energetyczny budynku - stan istniejący	
	Zespół Szkół nr 6 - lokale mieszkalne w budynku	
Miejscowość:	Gdynia	
Adres:	ul. Wrocławska 52	
Projektant:	Marcin Rosenow	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	I	
Projektowa temperatura zewnętrzna $\theta_e$ :	-16	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$ :	7,7	°C
Stacja meteorologiczna:	Gdańsk Port Północny	
Grunt:		
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir	
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/ (m³·K)
Głębokość okresowego wnikania ciepła $\delta$ :	3,167	m
Współczynnik przewodzenia ciepła $\lambda_g$ :	2,0	W/ (m·K)
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku $A_H$ :	53,0	m²
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :	185,5	m³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie $\Phi_T$ :	5217	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła $\Phi_V$ :	1135	W
Całkowita projektowa strata ciepła $\Phi$ :	6353	W
Nadwyżka mocy cieplnej $\Phi_{RH}$ :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku $\Phi_{HL}$ :	6353	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$ :	119,9	W/m²
Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$ :	34,2	W/m³
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące $V_{infv}$ :	22,3	m³/h
Średnia liczba wymian powietrza n:	0,5	
Dopływające powietrze wentylacyjne $V_v$ :	92,8	m³/h
Średnia temperatura dopływającego powietrza $\theta_v$ :	-16,0	°C
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		

# Wyniki – Ogólne

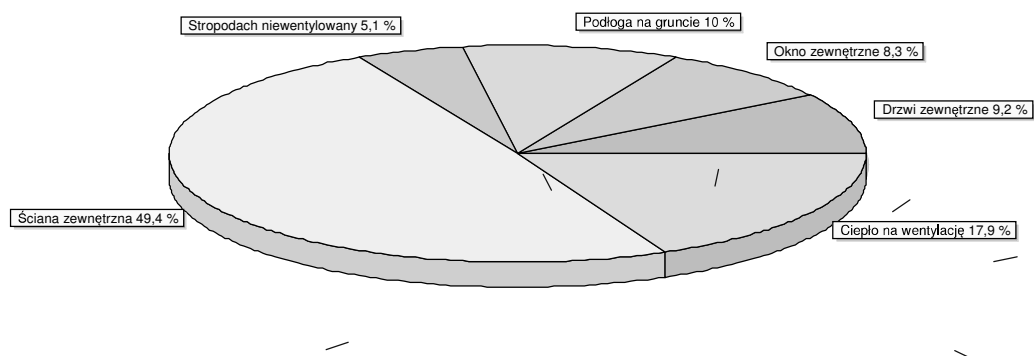
Stacja meteorologiczna:		Gdańsk Port Północny	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie			
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$ :		92,8	m <sup>3</sup> /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :		52,72	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :		14645	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku $A_H$ :		53	m <sup>2</sup>
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :		185,5	m <sup>3</sup>
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EA_H$ :		994,8	MJ/ (m <sup>2</sup> · rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EA_H$ :		276,3	kWh/ (m <sup>2</sup> · rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EV_H$ :		284,2	MJ/ (m <sup>3</sup> · rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EV_H$ :		78,9	kWh/ (m <sup>3</sup> · rok)

# Wyniki - Bilans zapotrzebowania na energię na ogrzewanie wg normy PN-EN ISO 13790



Bil	Miesiąc	$L_{d,m}$ dni	$T_{em,m}$ °C	$Q_D$ GJ/rok	$Q_{i,w}$ GJ/rok	$Q_g$ GJ/rok	$Q_{ve}$ GJ/rok	$\eta_{H,gn}$	$Q_{sol}$ GJ/rok	$Q_{int}$ GJ/rok	$Q_{H,nd}$ GJ/rok
■	Styczeń	31	2,0	6,27	0,00	0,87	1,52	0,999	0,16	0,44	8,06
■	Luty	28	1,2	5,91	0,00	0,82	1,59	0,999	0,16	0,40	7,77
■	Marzec	31	3,5	5,75	0,00	0,80	1,40	0,997	0,33	0,44	7,18
■	Kwiecień	30	7,7	4,15	0,00	0,57	1,04	0,989	0,53	0,43	4,82
■	Maj	31	10,7	3,24	0,00	0,45	0,79	0,972	0,72	0,44	3,35
■	Czerwiec	0	15,5	1,52	0,00	0,21	0,38	0,875	0,75	0,43	1,08
■	Lipiec	0	18,7	0,45	0,00	0,06	0,11	0,453	0,80	0,44	0,07
■	Sierpień	0	16,3	1,29	0,00	0,18	0,31	0,858	0,63	0,44	0,86
■	Wrzesień	30	14,5	1,85	0,00	0,26	0,47	0,952	0,43	0,43	1,76
■	Październik	31	8,7	3,94	0,00	0,55	0,96	0,993	0,29	0,44	4,72
■	Listopad	30	4,0	5,39	0,00	0,75	1,35	0,998	0,14	0,43	6,93
■	Grudzień	31	1,9	6,30	0,00	0,87	1,53	0,999	0,14	0,44	8,13
	W sezonie	273	8,8	42,80	0,00	5,93	10,65	0,986	2,88	3,88	52,72

Szczegółowe zestawienie strat energii cieplnej

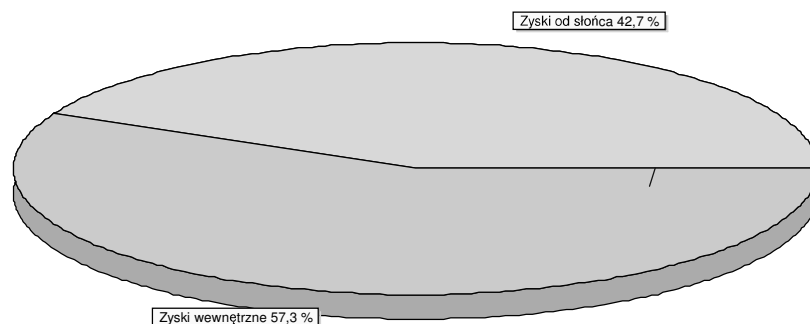


9,2 % Drzwi zewnętrzne	8,3 % Okno zewnętrzne	10 % Podłoga na gruncie
5,1 % Stropodach niewentylowany	49,4 % Ściana zewnętrzna	17,9 % Ciepło na wentylację

Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
Drzwi zewnętrzne	5,45	1514	9,2
Okno zewnętrzne	4,95	1374	8,3
Podłoga na gruncie	5,93	1648	10,0
Stropodach niewentylowany	3,04	844	5,1
Ściana zewnętrzna	29,37	8157	49,4
Ciepło na wentylację	10,65	2959	17,9
Razem	59,39	16496	100,0



Szczegółowe zestawienie zysków energii cieplnej



/





42,7 % Zyski od słońca    57,3 % Zyski wewnętrzne

Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
*Zyski od słońca	2,88	801	42,7
Zyski wewnętrzne	3,88	1076	57,3
Σ Razem	6,76	1877	100,0





# Wyniki - Zestawienie przegród

Opis	U	A	Q <sub>T</sub>
	W/m <sup>2</sup> ·K	m <sup>2</sup>	GJ/rok
Dach nieogrzewanego poddasza	3,242		
Drzwi zewnętrzne starego typu	3,600	4,14	5,45
Drzwi zewnętrzne energooszczędne	1,600		
Okna PCV	1,300		
Okna drewniane	3,120	4,27	4,95
Luksfery	5,500		
Podłoga na gruncie	0,479	49,18	5,93
Podłoga w piwnicy	0,481		
Podłoga poddasza sali gimnastycznej	0,870		
Podłoga poddasza budynku głównego	1,193		
Podcień	0,798		
Dach płaski nad kuchnią	0,672	12,80	3,04
Ściana zewnętrzna piwnic	1,428		
Ściana zewnętrzna	1,428	62,46	29,37
Ściana zewnętrzna przy gruncie	0,873		



# Wyniki - Przegrody

D	Opis materiału	$\lambda$	$\rho$	$c_p$	R
m		W/(m·K)	kg/m <sup>3</sup>	kJ/(kg·K)	m <sup>2</sup> ·K/W
 D1	Dach nieogrzewanego poddasza				
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0100	Dachówka ceramiczna.	0,820	1800	0,880	0,012
0,0250	Drewno sosnowe w poprzek włókien.	0,160	550	2,510	0,156
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,100
Opór przejmowania na zewnątrz $R_e$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,308
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					3,242
 DM	Dach płaski nad kuchnią				
Rodzaj przegrody: Stropodach niewentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wil					
0,0060	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,033
0,1000	Płyty korytkowe	1,000	1900		0,100
Opór warstwy powietrznej stropodachu o śr. wys. H = 1 m, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,160
Suma oporów ciepła połaci dachowej i war. powietrza, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,293
0,0500	Filce i maty z wełny minerlanej w stropi	0,052	70	0,750	0,962
0,1600	Żelbet.	1,700	2500	0,840	0,094
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,100
Opór przejmowania na zewnątrz $R_e$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					1,489
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,672
 PG	Podłoga w piwnicy				
Rodzaj przegrody: Podłoga w piwnicy, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
Ściana przy podłodze: SZPG					
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej $Z_{gw}$ : 4,00 m					
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 1,00 m					
0,0300	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęs	1,000	1900	0,840	0,030
0,0500	Podkład z betonu chudego.	1,050	1900	0,840	0,048
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania $R_g$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					2,000
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					2,078
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,481
 PGP	Podłoga na gruncie				
Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
Ściana przy podłodze: SZ					
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej $Z_{gw}$ : 5,00 m					
Pozioma izol. krawędziowa: o grubości $d_{nh}$ = m i długości $D_h$ = m					
Pionowa izol. krawędziowa: o grubości $d_{nv}$ = m i długości $D_v$ = m					
0,0100	PCW.	0,200	1300	1,260	0,050
0,0200	Podkład z betonu pod posadzkę.	1,400	2200	0,840	0,014
0,0300	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęs	1,000	1900	0,840	0,030

# Wyniki - Przegrody

D	Opis materiału	$\lambda$	$\rho$	$c_p$	R
m		W/(m·K)	kg/m <sup>3</sup>	kJ/(kg·K)	m <sup>2</sup> ·K/W
0,0060	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,033
0,0500	Podkład z betonu chudego.	1,050	1900	0,840	0,048
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania $R_g$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					1,912
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					2,087
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,479
 ST	Podcień				
Rodzaj przegrody: Strop zewnętrzny, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0100	PCW.	0,200	1300	1,260	0,050
0,0200	Podkład z betonu pod posadzkę.	1,400	2200	0,840	0,014
0,0300	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,840	0,030
0,0360	Płyty pilśniowe porowate.	0,050	300	2,510	0,720
0,1800	Strop gęstożebrowy z wypełnieniem pustak		1300	0,880	0,210
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,170
Opór przejmowania na zewnątrz $R_e$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					1,253
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,798
 STR1	Podłoga poddasza budynku głównego				
Rodzaj przegrody: Strop ciepło do góry, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0300	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,840	0,030
0,0190	Płyty pilśniowe porowate.	0,050	300	2,510	0,380
0,1800	Strop gęstożebrowy z wypełnieniem pustak		1300	0,880	0,210
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,100
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,100
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,838
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					1,193
 STR2	Podłoga poddasza sali gimnastycznej				
Rodzaj przegrody: Strop ciepło do góry, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0400	Filce i maty z wełny minerlanej w stropi	0,052	70	0,750	0,769
0,2400	Strop żelbetowy kanałowy o wysokości 22-		1400	0,840	0,180
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,100
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,100
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					1,149
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,870
 SZ	Ściana zewnętrzna				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018

# Wyniki – Przegrody

D	Opis materiału	$\lambda$	$\rho$	$c_p$	R
m		W/(m·K)	kg/m <sup>3</sup>	kJ/(kg·K)	m <sup>2</sup> ·K/W
0,3800	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,494
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,130
Opór przejmowania na zewnątrz $R_e$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,700
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					1,428
 SZP	Ściana zewnętrzna piwnic				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
0,3800	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,494
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,130
Opór przejmowania na zewnątrz $R_e$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,700
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					1,428
 SZPG	Ściana zewnętrzna przy gruncie				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna przy gruncie, Warunki wilgotności: Średni					
Podłoga przyległa do ściany: PG					
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 1,00 m					
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
0,3800	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,494
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania $R_g$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,634
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					1,146
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,873

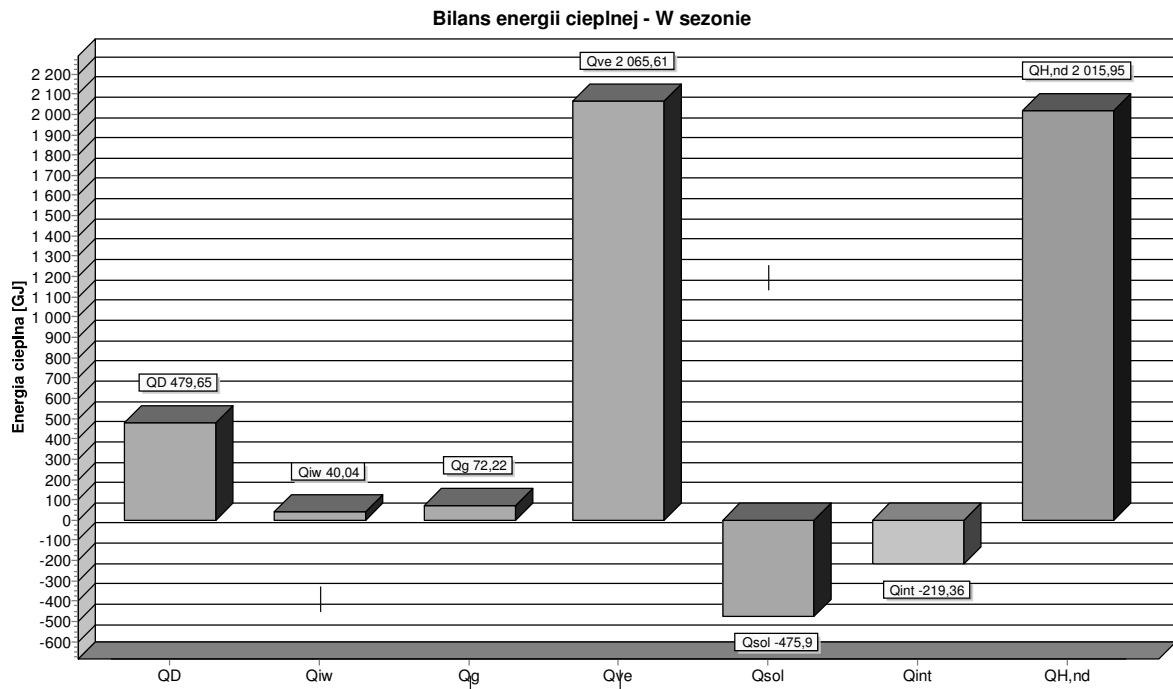
# Załącznik 2

Bilans energetyczny budynku dla  
optymalnego wariantu przedsięwzięcia  
termomodernizacyjnego

# Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Bilans energetyczny budynku - wariant pierwszy	
	Zespół Szkół nr 6	
Miejscowość:	Gdynia	
Adres:	ul. Wrocławska 52	
Projektant:	Marcin Rosenow	
Plik danych:	C:\Users\hp\Desktop\Robocze\UM Gdynia\ZS 6\Z	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	I	
Projektowa temperatura zewnętrzna $\theta_e$ :	-16	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$ :	7,7	°C
Stacja meteorologiczna:	Gdańsk Port Północny	
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku $A_H$ :	3000,0	m <sup>2</sup>
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :	10284,3	m <sup>3</sup>
Projektowa strata ciepła przez przenikanie $\Phi_T$ :	65400	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła $\Phi_V$ :	212452	W
Całkowita projektowa strata ciepła $\Phi$ :	277851	W
Nadwyżka mocy cieplnej $\Phi_{RH}$ :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku $\Phi_{HL}$ :	277851	W
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Gdańsk Port Północny	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$ :	20542,3	m <sup>3</sup> /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :	2015,95	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :	559987	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku $A_H$ :	3000	m <sup>2</sup>
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :	10284,3	m <sup>3</sup>
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EA_H$ :	672,0	MJ/(m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EA_H$ :	186,7	kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EV_H$ :	196,0	MJ/(m <sup>3</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EV_H$ :	54,5	kWh/(m <sup>3</sup> ·rok)

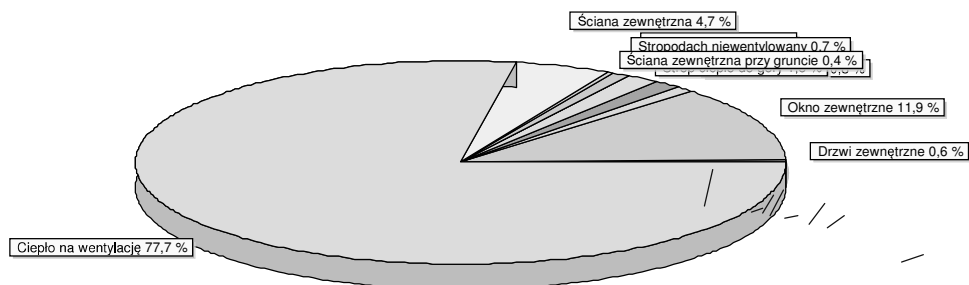
# Wyniki - Bilans zapotrzebowania na energię na ogrzewanie wg normy PN-EN ISO 13790



Bil	Miesiąc	$L_{d,m}$ dni	$T_{em,m}$ °C	$Q_D$ GJ/rok	$Q_{iw}$ GJ/rok	$Q_g$ GJ/rok	$Q_{ve}$ GJ/rok	$\eta_{H,gn}$	$Q_{sol}$ GJ/rok	$Q_{int}$ GJ/rok	$Q_{H,nd}$ GJ/rok
■	Styczeń	31	2,0	70,95	5,96	11,46	297,62	0,996	27,37	24,91	333,89
■	Luty	28	1,2	67,02	5,63	10,93	311,17	0,997	27,54	22,50	344,87
■	Marzec	31	3,5	64,84	5,43	10,25	272,22	0,986	55,49	24,91	273,43
■	Kwiecień	30	7,7	46,19	3,84	6,65	201,10	0,941	86,62	24,11	153,58
■	Maj	31	10,7	35,50	2,92	4,45	150,30	0,836	115,39	24,91	75,84
■	Czerwiec	0	15,5	15,43	1,21	0,57	69,02	0,529	120,26	24,11	9,93
■	Lipiec	0	18,7	4,52	0,35	1,21	19,68	0,167	128,50	24,91	0,16
■	Sierpień	0	16,3	12,87	1,00	0,30	56,01	0,495	102,87	24,91	6,87
■	Wrzesień	30	14,5	19,38	1,55	1,34	85,96	0,782	69,78	24,11	34,81
■	Październik	31	8,7	43,65	3,62	6,06	184,17	0,973	47,44	24,91	167,12
■	Listopad	30	4,0	60,77	5,09	9,53	263,76	0,996	23,92	24,11	291,32
■	Grudzień	31	1,9	71,35	5,99	11,54	299,32	0,997	22,34	24,91	341,08
	W sezonie	273	8,8	479,65	40,04	72,22	2065,61	0,923	475,90	219,36	2015,95



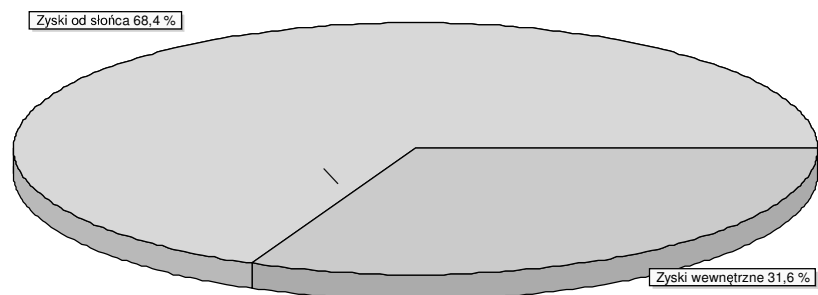
Szczegółowe zestawienie strat energii cieplnej



0,6 % Drzwi zewnętrzne	11,9 % Okno zewnętrzne	0,8 % Podłoga na gruncie
1,5 % Podłoga w piwnicy	1,5 % Strop ciepło do góry	0,2 % Strop zewnętrzny
0,7 % Stropodach niewentylowany	0,4 % Ściana zewnętrzna przy gruncie	4,7 % Ściana zewnętrzna
77,7 % Ciepło na wentylację		

Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
Drzwi zewnętrzne	16,62	4616	0,6
Okno zewnętrzne	315,10	87529	11,9
Podłoga na gruncie	22,21	6170	0,8
Podłoga w piwnicy	39,64	11010	1,5
Strop ciepło do góry	40,04	11121	1,5
Strop zewnętrzny	4,59	1276	0,2
Stropodach niewentylowany	19,70	5472	0,7
Ściana zewnętrzna przy gruncie	10,37	2880	0,4
Ściana zewnętrzna	123,64	34345	4,7
Ciepło na wentylację	2065,61	573781	77,7
Razem	2657,51	738199	100,0

Szczegółowe zestawienie zysków energii cieplnej







68,4 % Zyski od słońca    31,6 % Zyski wewnętrzne

Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
*Zyski od słońca	475,90	132195	68,4
Zyski wewnętrzne	219,36	60934	31,6
Σ Razem	695,26	193129	100,0

Wyniki – Zestawienie przegród

Opis	U	A
	W/m <sup>2</sup> ·K	m <sup>2</sup>
Dach nieogrzewanego poddasza	3,242	1577,75
Drzwi zewnętrzne starego typu	1,300	16,68
Drzwi zewnętrzne energooszczędne	1,600	13,40
Okna PCV	1,300	384,57
Okna drewniane	0,900	287,22
Luksfery	0,900	6,30
Podłoga na gruncie	0,460	233,44
Podłoga w piwnicy	0,481	584,51
Podłoga poddasza sali gimnastycznej	0,129	233,28
Podłoga poddasza budynku głównego	0,135	762,33
Podcień	0,142	40,85
Dach płaski nad kuchnią	0,148	171,91
Ściana zewnętrzna piwnic	0,192	41,05
Ściana zewnętrzna	0,192	2413,93
Ściana zewnętrzna przy gruncie	0,188	250,93




# Wyniki - Przegrody

D	Opis materiału	$\lambda$	$\rho$	$c_p$	R
m		W/(m·K)	kg/m <sup>3</sup>	kJ/(kg·K)	m <sup>2</sup> ·K/W
 D1	Dach nieogrzewanego poddasza				
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0100	Dachówka ceramiczna.	0,820	1800	0,880	0,012
0,0250	Drewno sosnowe w poprzek włókien.	0,160	550	2,510	0,156
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,100
Opór przejmowania na zewnątrz $R_e$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,308
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					3,242
 DM	Dach płaski nad kuchnią				
Rodzaj przegrody: Stropodach niewentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wil					
0,2000	Styropian EPS 100 038	0,038	100	1,460	5,263
0,0060	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,033
0,1000	Płyty korytkowe	1,000	1900		0,100
Opór warstwy powietrznej stropodachu o śr. wys. $H = 1$ m, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,160
Suma oporów ciepła połaci dachowej i war. powietrza, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					5,556
0,0500	Filce i maty z wełny minerlanej w stropi	0,052	70	0,750	0,962
0,1600	Żelbet.	1,700	2500	0,840	0,094
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,100
Opór przejmowania na zewnątrz $R_e$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					6,752
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,148
 PG	Podłoga w piwnicy				
Rodzaj przegrody: Podłoga w piwnicy, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
Ściana przy podłodze: SZPG					
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej $Z_{gw}$ : 4,00 m					
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu $Z$ : 1,00 m					
0,0300	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,840	0,030
0,0500	Podkład z betonu chudego.	1,050	1900	0,840	0,048
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania $R_g$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					2,000
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					2,078
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,481
 PGP	Podłoga na gruncie				
Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
Ściana przy podłodze: SZ					
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej $Z_{gw}$ : 5,00 m					
Pozioma izol. krawędziowa: o grubości $d_{nh} =$ m i długości $D_h =$ m					
Pionowa izol. krawędziowa: o grubości $d_{nv} =$ m i długości $D_v =$ m					
0,0100	PCW.	0,200	1300	1,260	0,050
0,0200	Podkład z betonu pod posadzkę.	1,400	2200	0,840	0,014

# Wyniki - Przegrody

D	Opis materiału	$\lambda$	$\rho$	$c_p$	R
m		W/(m·K)	kg/m <sup>3</sup>	kJ/(kg·K)	m <sup>2</sup> ·K/W
0,0300	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,840	0,030
0,0060	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,033
0,0500	Podkład z betonu chudego.	1,050	1900	0,840	0,048
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania $R_g$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					1,998
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					2,173
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,460
ST	Podcień				
Rodzaj przegrody: Strop zewnętrzny, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0100	PCW.	0,200	1300	1,260	0,050
0,0200	Podkład z betonu pod posadzkę.	1,400	2200	0,840	0,014
0,0300	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,840	0,030
0,0360	Płyty pilśniowe porowate.	0,050	300	2,510	0,720
0,1800	Strop gęstożebrowy z wypełnieniem pustak		1300	0,880	0,210
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
0,1800	Styropian PLATINUM PLUS	0,031	30	1,460	5,806
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,170
Opór przejmowania na zewnątrz $R_e$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					7,059
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,142
STR1	Podłoga poddasza budynku głównego				
Rodzaj przegrody: Strop ciepło do góry, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,2500	Wełna mineralna	0,038	60	0,750	6,579
0,0300	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,840	0,030
0,0190	Płyty pilśniowe porowate.	0,050	300	2,510	0,380
0,1800	Strop gęstożebrowy z wypełnieniem pustak		1300	0,880	0,210
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,100
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,100
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					7,417
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,135
STR2	Podłoga poddasza sali gimnastycznej				
Rodzaj przegrody: Strop ciepło do góry, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,2500	Wełna mineralna	0,038	60	0,750	6,579
0,0400	Filce i maty z wełny minerlanej w stropi	0,052	70	0,750	0,769
0,2400	Strop żelbetowy kanałowy o wysokości 22-		1400	0,840	0,180
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,100
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,100
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					7,728
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,129

# Wyniki - Przegrody

D	Opis materiału	$\lambda$	$\rho$	$c_p$	R
m		W/(m·K)	kg/m <sup>3</sup>	kJ/(kg·K)	m <sup>2</sup> ·K/W
 SZ	Ściana zewnętrzna				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
0,3800	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,494
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
0,1400	Styropian PLATINUM PLUS	0,031	30	1,460	4,516
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,130
Opór przejmowania na zewnątrz $R_e$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					5,216
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,192
 SZP	Ściana zewnętrzna piwnic				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
0,3800	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,494
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
0,1400	Styropian PLATINUM PLUS	0,031	30	1,460	4,516
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,130
Opór przejmowania na zewnątrz $R_e$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					5,216
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,192
 SZPG	Ściana zewnętrzna przy gruncie				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna przy gruncie, Warunki wilgotności: Średni					
Podłoga przyległa do ściany: PG					
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 1,00 m					
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
0,3800	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,494
0,1200	Styropian ekstrudowany	0,036	100	1,460	3,333
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania $R_g$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					1,463
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					5,308
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,188

## Wyniki - Ogólne

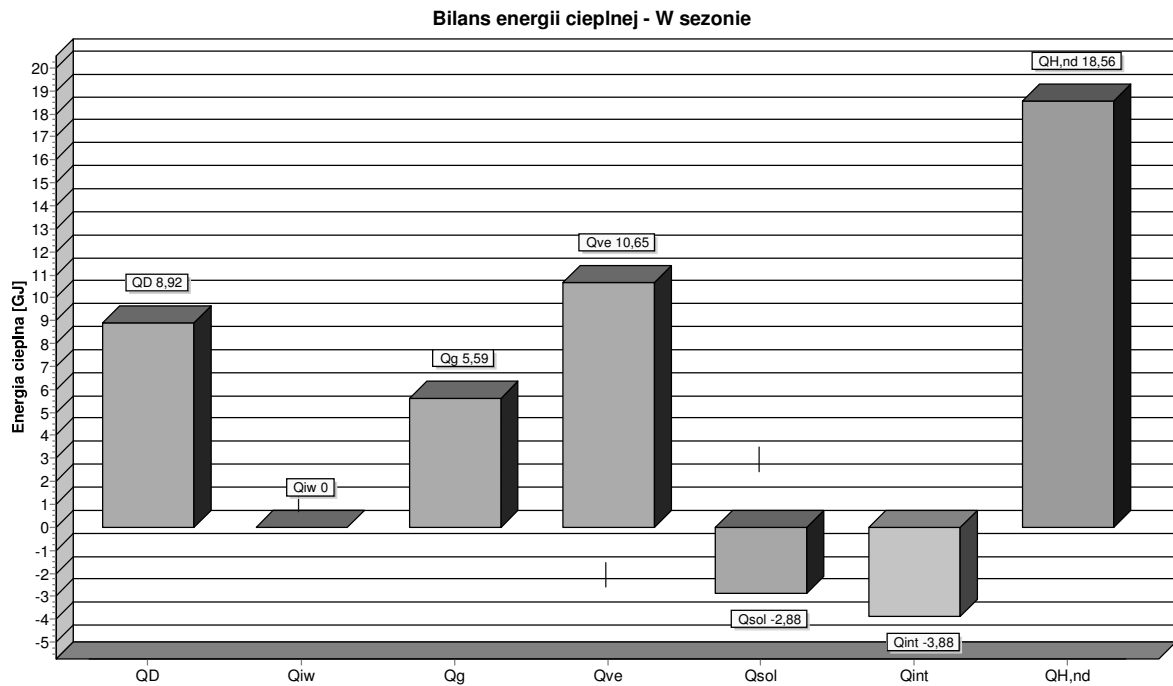
Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Bilans energetyczny budynku - wariant pierwszy	
	Zespół Szkół nr 6 - lokale mieszkalne w budynku	
Miejscowość:	Gdynia	
Adres:	ul. Wrocławska 52	
Projektant:	Marcin Rosenow	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	I	
Projektowa temperatura zewnętrzna $\theta_e$ :	-16	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$ :	7,7	°C
Stacja meteorologiczna:	Gdańsk Port Północny	
Grunt:		
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir	
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/ (m <sup>3</sup> ·K)
Głębokość okresowego wnikania ciepła $\delta$ :	3,167	m
Współczynnik przewodzenia ciepła $\lambda_g$ :	2,0	W/ (m·K)
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku $A_H$ :	53,0	m <sup>2</sup>
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :	185,5	m <sup>3</sup>
Projektowa strata ciepła przez przenikanie $\Phi_T$ :	1481	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła $\Phi_V$ :	1135	W
Całkowita projektowa strata ciepła $\Phi$ :	2616	W
Nadwyżka mocy cieplnej $\Phi_{RH}$ :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku $\Phi_{HL}$ :	2616	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$ :	49,4	W/m <sup>2</sup>
Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$ :	14,1	W/m <sup>3</sup>
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące $V_{infv}$ :	22,3	m <sup>3</sup> /h
Średnia liczba wymian powietrza n:	0,5	
Dopływające powietrze wentylacyjne $V_v$ :	92,8	m <sup>3</sup> /h
Średnia temperatura dopływającego powietrza $\theta_v$ :	-16,0	°C
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		

# Wyniki – Ogólne

Stacja meteorologiczna:		Gdańsk Port Północny	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie			
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$ :		92,8	m <sup>3</sup> /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :		18,56	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :		5157	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku $A_H$ :		53	m <sup>2</sup>
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :		185,5	m <sup>3</sup>
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EA_H$ :		350,3	MJ/ (m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EA_H$ :		97,3	kWh/ (m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EV_H$ :		100,1	MJ/ (m <sup>3</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EV_H$ :		27,8	kWh/ (m <sup>3</sup> ·rok)

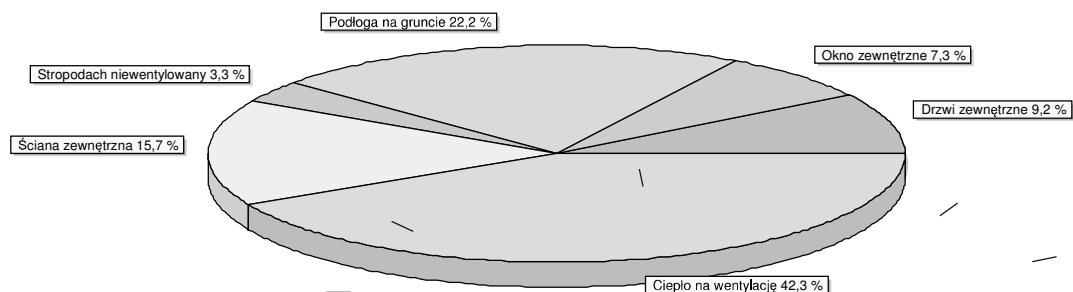


# Wyniki - Bilans zapotrzebowania na energię na ogrzewanie wg normy PN-EN ISO 13790



Bil	Miesiąc	$L_{d,m}$ dni	$T_{em,m}$ °C	$Q_D$ GJ/rok	$Q_{i,w}$ GJ/rok	$Q_g$ GJ/rok	$Q_{ve}$ GJ/rok	$\eta_{H,gn}$	$Q_{sol}$ GJ/rok	$Q_{int}$ GJ/rok	$Q_{H,nd}$ GJ/rok
■	Styczeń	31	2,0	1,31	0,00	0,82	1,52	1,000	0,16	0,44	3,05
■	Luty	28	1,2	1,23	0,00	0,77	1,59	1,000	0,16	0,40	3,04
■	Marzec	31	3,5	1,20	0,00	0,75	1,40	0,999	0,33	0,44	2,58
■	Kwiecień	30	7,7	0,86	0,00	0,54	1,04	0,990	0,53	0,43	1,51
■	Maj	31	10,7	0,68	0,00	0,42	0,79	0,950	0,72	0,44	0,78
■	Czerwiec	0	15,5	0,32	0,00	0,20	0,38	0,689	0,75	0,43	0,08
■	Lipiec	0	18,7	0,09	0,00	0,06	0,11	0,213	0,80	0,44	0,00
■	Sierpień	0	16,3	0,27	0,00	0,17	0,31	0,648	0,63	0,44	0,06
■	Wrzesień	30	14,5	0,39	0,00	0,24	0,47	0,898	0,43	0,43	0,32
■	Październik	31	8,7	0,82	0,00	0,51	0,96	0,995	0,29	0,44	1,57
■	Listopad	30	4,0	1,12	0,00	0,70	1,35	1,000	0,14	0,43	2,62
■	Grudzień	31	1,9	1,31	0,00	0,82	1,53	1,000	0,14	0,44	3,09
	W sezonie	273	8,8	8,92	0,00	5,59	10,65	0,976	2,88	3,88	18,56

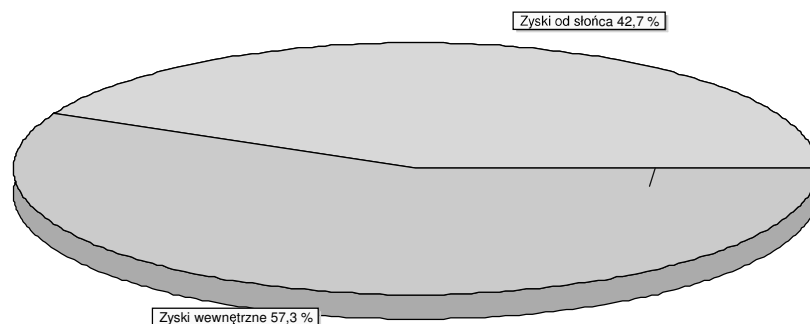
Szczegółowe zestawienie strat energii cieplnej



9,2 % Drzwi zewnętrzne	7,3 % Okno zewnętrzne	22,2 % Podłoga na gruncie
3,3 % Stropodach niewentylowany	15,7 % Ściana zewnętrzna	42,3 % Ciepło na wentylację

Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
Drzwi zewnętrzne	2,32	643	9,2
Okno zewnętrzne	1,83	508	7,3
Podłoga na gruncie	5,59	1554	22,2
Stropodach niewentylowany	0,83	232	3,3
Ściana zewnętrzna	3,94	1095	15,7
Ciepło na wentylację	10,65	2959	42,3
Razem	25,16	6990	100,0

Szczegółowe zestawienie zysków energii cieplnej



/





42,7 % Zyski od słońca    57,3 % Zyski wewnętrzne

Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
*Zyski od słońca	2,88	801	42,7
Zyski wewnętrzne	3,88	1076	57,3
Σ Razem	6,76	1877	100,0

# Wyniki - Zestawienie przegród

Opis	U	A	Q <sub>T</sub>
	W/m <sup>2</sup> ·K	m <sup>2</sup>	GJ/rok
Dach nieogrzewanego poddasza	3,242		
Drzwi zewnętrzne starego typu	1,300	4,14	2,32
Drzwi zewnętrzne energooszczędne	1,600		
Okna PCV	1,300		
Okna drewniane	0,900	4,27	1,83
Luksfery	5,500		
Podłoga na gruncie	0,460	47,87	5,59
Podłoga w piwnicy	0,481		
Podłoga poddasza sali gimnastycznej	0,870		
Podłoga poddasza budynku głównego	1,193		
Podcień	0,798		
Dach płaski nad kuchnią	0,148	12,80	0,83
Ściana zewnętrzna piwnic	1,428		
Ściana zewnętrzna	0,192	62,46	3,94
Ściana zewnętrzna przy gruncie	0,873		

# Wyniki - Przegrody

D	Opis materiału	$\lambda$	$\rho$	$c_p$	R
m		W/(m·K)	kg/m <sup>3</sup>	kJ/(kg·K)	m <sup>2</sup> ·K/W
 D1	Dach nieogrzewanego poddasza				
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0100	Dachówka ceramiczna.	0,820	1800	0,880	0,012
0,0250	Drewno sosnowe w poprzek włókien.	0,160	550	2,510	0,156
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,100
Opór przejmowania na zewnątrz $R_e$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,308
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					3,242
 DM	Dach płaski nad kuchnią				
Rodzaj przegrody: Stropodach niewentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wil					
0,2000	Styropian EPS 100 038	0,038	100		5,263
0,0060	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,033
0,1000	Płyty korytkowe	1,000	1900		0,100
Opór warstwy powietrznej stropodachu o śr. wys. $H = 1$ m, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,160
Suma oporów ciepła połączi dachowej i war. powietrza, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					5,556
0,0500	Filce i maty z wełny minerlanej w stropie	0,052	70	0,750	0,962
0,1600	Żelbet.	1,700	2500	0,840	0,094
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,100
Opór przejmowania na zewnątrz $R_e$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					6,752
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,148
 PG	Podłoga w piwnicy				
Rodzaj przegrody: Podłoga w piwnicy, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
Ściana przy podłodze: SZPG					
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej $Z_{gw}$ : 4,00 m					
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu $Z$ : 1,00 m					
0,0300	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,840	0,030
0,0500	Podkład z betonu chudego.	1,050	1900	0,840	0,048
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania $R_g$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					2,000
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					2,078
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,481
 PGP	Podłoga na gruncie				
Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
Ściana przy podłodze: SZ					
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej $Z_{gw}$ : 5,00 m					
Pozioma izol. krawędziowa: o grubości $d_{nh}$ = m i długości $D_h$ = m					
Pionowa izol. krawędziowa: o grubości $d_{nv}$ = m i długości $D_v$ = m					
0,0100	PCW.	0,200	1300	1,260	0,050
0,0200	Podkład z betonu pod posadzkę.	1,400	2200	0,840	0,014

# Wyniki - Przegrody

D	Opis materiału	$\lambda$	$\rho$	$c_p$	R
m		W/(m·K)	kg/m <sup>3</sup>	kJ/(kg·K)	m <sup>2</sup> ·K/W
0,0300	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,840	0,030
0,0060	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,033
0,0500	Podkład z betonu chudego.	1,050	1900	0,840	0,048
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania $R_g$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					1,998
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					2,173
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,460
ST	Podcień				
Rodzaj przegrody: Strop zewnętrzny, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0100	PCW.	0,200	1300	1,260	0,050
0,0200	Podkład z betonu pod posadzkę.	1,400	2200	0,840	0,014
0,0300	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,840	0,030
0,0360	Płyty pilśniowe porowate.	0,050	300	2,510	0,720
0,1800	Strop gęstożebrowy z wypełnieniem pustak		1300	0,880	0,210
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,170
Opór przejmowania na zewnątrz $R_e$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					1,253
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,798
STR1	Podłoga poddasza budynku głównego				
Rodzaj przegrody: Strop ciepło do góry, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0300	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,840	0,030
0,0190	Płyty pilśniowe porowate.	0,050	300	2,510	0,380
0,1800	Strop gęstożebrowy z wypełnieniem pustak		1300	0,880	0,210
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,100
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,100
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,838
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					1,193
STR2	Podłoga poddasza sali gimnastycznej				
Rodzaj przegrody: Strop ciepło do góry, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0400	Filce i maty z wełny minerlanej w stropi	0,052	70	0,750	0,769
0,2400	Strop żelbetowy kanałowy o wysokości 22-		1400	0,840	0,180
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,100
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,100
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					1,149
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,870
SZ	Ściana zewnętrzna				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					

# Wyniki - Przegrody

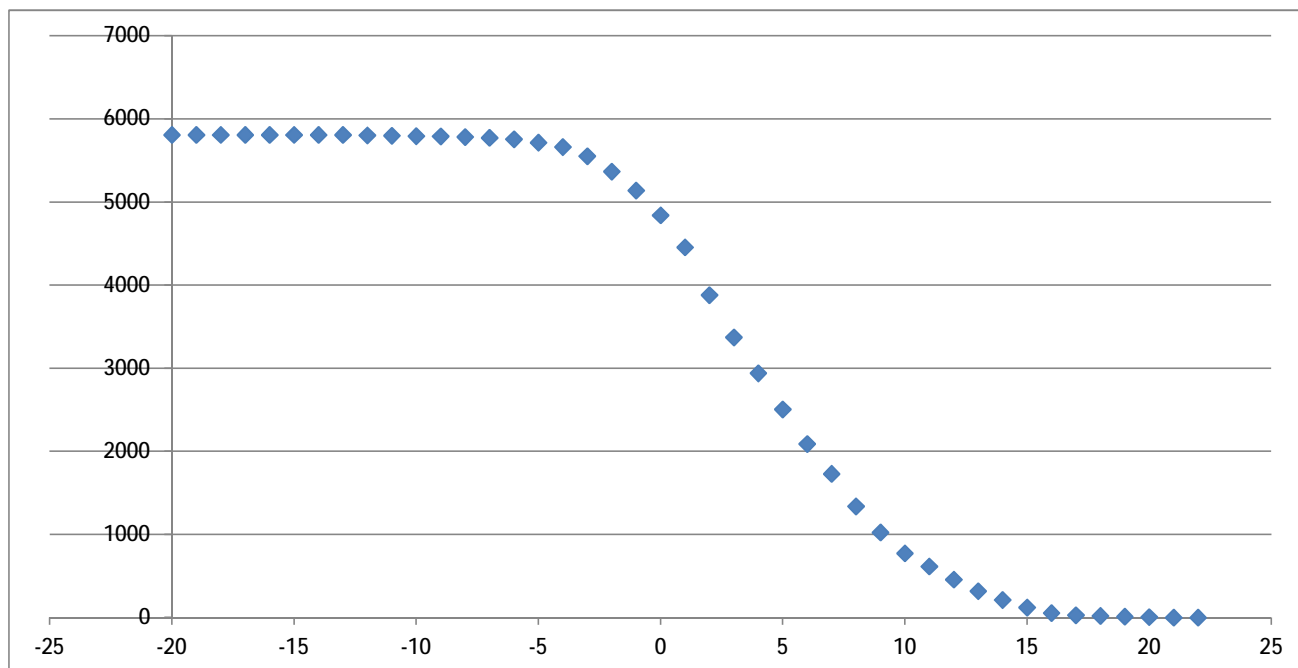
D	Opis materiału	$\lambda$	$\rho$	$c_p$	R
m		W/(m·K)	kg/m <sup>3</sup>	kJ/(kg·K)	m <sup>2</sup> ·K/W
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
0,3800	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,494
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
0,1400	Styropian PLATINUM PLUS	0,031	30	1,460	4,516
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,130
Opór przejmowania na zewnątrz $R_e$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					5,216
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,192
SZP		Ściana zewnętrzna piwnic			
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
0,3800	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,494
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,130
Opór przejmowania na zewnątrz $R_e$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,700
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					1,428
SZPG		Ściana zewnętrzna przy gruncie			
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna przy gruncie, Warunki wilgotności: Średni					
Podłoga przyległa do ściany: PG					
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 1,00 m					
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
0,3800	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,494
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania $R_g$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,634
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					1,146
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,873

# Załącznik 3

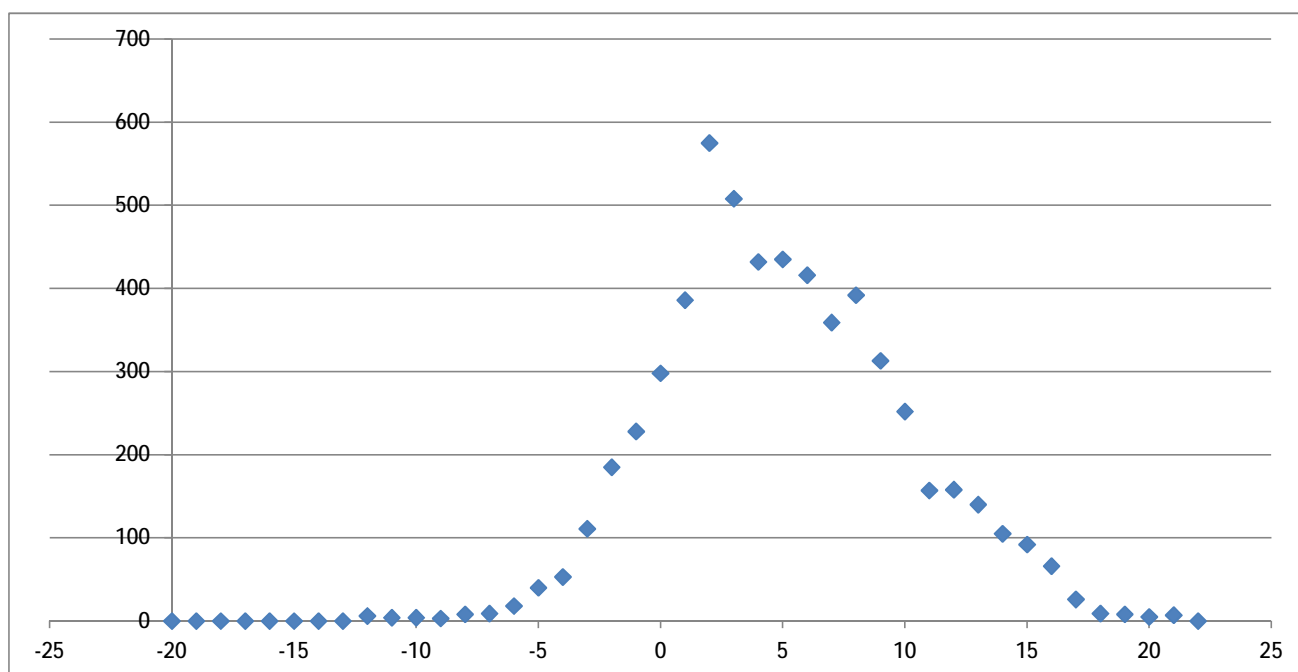
Obliczenia dotyczące pomp  
ciepła



1. Wykres uporządkowany temperatur zewnętrznych w sezonie grzewczym dla stacji meteorologicznej Gdańsk Port Północny w ujęciu godzinowym.



2. Wykres częstości występowania temperatur zewnętrznych dla stacji meteorologicznej Gdańsk Port Północny w ujęciu godzinowym.



### 3. Dane techniczne pojedynczej absorpcyjnej pompy ciepła (parametry 55/45)

Tz	Moc pompy [kW]	Sprawność [%]	Średnia liczba godzin pracy w sezonie [%]
-20	25,70	1,02	0
-19	25,96	1,03	0
-18	26,21	1,04	0
-17	26,46	1,05	0
-16	26,71	1,06	0
-15	26,96	1,07	0
-14	27,22	1,08	0
-13	27,47	1,09	0
-12	27,72	1,10	6
-11	27,97	1,11	4
-10	28,22	1,12	4
-9	28,73	1,14	3
-8	29,23	1,16	8
-7	29,74	1,18	9
-6	30,16	1,20	18
-5	30,59	1,21	40
-4	31,02	1,23	53
-3	31,45	1,25	111
-2	31,88	1,27	185
-1	32,28	1,28	228
0	32,69	1,30	298
1	33,10	1,31	386
2	33,00	1,33	575
3	33,93	1,35	508
4	34,35	1,36	432
5	34,78	1,38	435
6	35,21	1,40	416
7	35,65	1,41	359
8	35,00	1,43	392
9	36,31	1,44	313
10	36,64	1,45	252
11	36,97	1,47	157
12	37,31	1,48	158
13	37,64	1,49	140
14	37,97	1,51	105
15	38,00	1,52	92
16	38,00	1,52	66
17	38,00	1,52	26
18	38,00	1,52	9
19	38,00	1,52	8
20	38,00	1,52	5
Średnia sprawność		1,38	

Dostępna moc kotła kondensacyjnego -

34,4 kW

#### 4. Właściwości układu pomp ciepła i kotłów kondensacyjnych (parametry 55/45)

Tz	Moc układu [kW]	Sprawność [%]	Średnia liczba godzin pracy w sezonie [%]
-20	309,20	0,97	0
-19	310,24	0,98	0
-18	311,24	0,98	0
-17	312,24	0,98	0
-16	313,24	0,99	0
-15	314,24	0,99	0
-14	315,28	1,00	0
-13	316,28	1,01	0
-12	317,28	1,01	6
-11	318,28	1,02	4
-10	319,28	1,03	4
-9	321,32	1,04	3
-8	323,32	1,06	8
-7	325,36	1,07	9
-6	327,04	1,09	18
-5	328,76	1,10	40
-4	330,48	1,13	53
-3	332,20	1,15	111
-2	333,92	1,18	185
-1	335,52	1,20	228
0	337,16	1,23	298
1	338,80	1,25	386
2	338,40	1,29	575
3	342,12	1,34	508
4	343,80	1,36	432
5	345,52	1,38	435
6	347,24	1,40	416
7	349,00	1,41	359
8	346,40	1,43	392
9	351,64	1,44	313
10	352,96	1,45	252
11	354,28	1,47	157
12	355,64	1,48	158
13	356,96	1,49	140
14	358,28	1,51	105
15	358,40	1,52	92
16	358,40	1,52	66
17	358,40	1,52	26
18	358,40	1,52	9
19	358,40	1,52	8
20	358,40	1,52	5
Średnia sprawność		1,35	

Liczba jednostek kotłowych

6 szt.

Liczba pomp absorpcyjnych

4 szt.

Moc szczytowa (-16 st.C)

313,24 kW

Przyjęta sprawność kotła kondensacyjnego

95%