

## Audyt energetyczny budynku użyteczności publicznej

LOKALIZACJA: Zespół Szkół Sportowych  
Ogólnokształcących  
ul. Władysława IV 54  
81-384 Gdynia

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


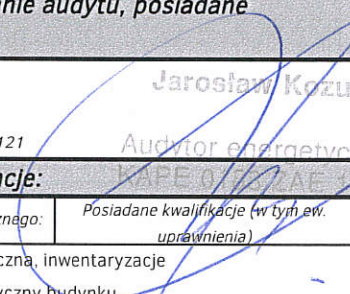
AUTOR: mgr inż. Jarosław Kozub



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 0158 ZAE 1121

Październik 2015

1. Dane identyfikacyjne budynku											
1.1 Rodzaj budynku:	budynek użyteczności publicznej - Zespół Sportowych Szkół Ogólnokształcących				1.2 Rok budowy:	1957/1992					
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.	Władysława IV		nr	54	
	ul.	Al. Marszałka Piłsudskiego		nr		52/54		kod:	81-384	miejscowość:	Gdynia
	kod:	81-382		miejscowość:		Gdynia					
	tel.	-		fax		-					
	Pesel:		-			powiat:	M. Gdynia				
Nazwa:		-									
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 Region: 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 autoryzacja Krajowej Agencji Poszanowania Energii nr 0188, członek Stowarzyszenia Audytorów Energetycznych nr 1121											
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								
2	Marcin Rosenow		bilans energetyczny budynku								
3	-		-								
4	-		-								
5. Miejscowość:	Rumia		data wykonania opracowania:		19 października 2015						
6. Spis treści:											
1	Karta audytu energetycznego							str.	2		
2	Zestawienie danych źródłowych do wykonania audytu.							str.	8		
3	Część 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.	16		
8	Inwentaryzacja systemu grzewczego i instalacji							str.	17		
9	Obliczeniowy strumień powietrza wentylacyjnego							str.	18		
10	Ocena stanu technicznego budynku, wskazanie usprawnień							str.	19		
11	Dane klimatyczne, stopniodni							str.	20		
12	Część druga - analiza ekonomiczne poszczególnych usprawnień							str.	21		
13	Analiza ekonomiczna - ciepła woda użytkowa							str.	32		
14	Analiza ekonomiczna - system ciepły							str.	33		
15	Część trzecia - wybór optymalnego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, analiza ekonomiczna i energetyczna, wnioski							str.	34		
16	Zestawienie wybranych i zoptymalizowanych usprawnień							str.	35		
17	Prezentacja przyjętych wariantów modernizacji							str.	37		
18	Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu							str.	39		
19	Wnioski							str.	40		
20	Załącznik 1 - bilans cieplny stanu obecnego							str.	41		
21	Załącznik 2 - bilans cieplny poszczególnych wariantów							str.	59		

## Budynek w całości

1. Dane ogólne			
1.	Konstrukcja / technologia budynku:	tradycyjna murowana	
2.	Liczba kondygnacji:	-	3
3.	Kubatura części ogrzewanej	[m <sup>3</sup> ]	21 620
4.	Powierzchnia netto budynku	[m <sup>2</sup> ]	4 770,00
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej	[m <sup>2</sup> ]	48,40
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych	[m <sup>2</sup> ]	4 721,60
7.	Liczba mieszkań	-	1
8.	Liczba osób użytkujących budynek	-	520
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	Centralne zdalaczynne	
10.	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	Centralne zdalaczynne	
11.	Współczynnik kształtu A/V	[1/m]	0,39
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	Budynek użyteczności publicznej - szkoła + sale gimnastyczne	
2.	Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne	[W/(m <sup>2</sup> K)]	stan przed modernizacją      stan po modernizacji
1.	Dach pełny nad częścią główną		0,88      0,14
2.	Drzwi zewnętrzne starego typu		3,60      1,30
3.	Drzwi zewnętrzne energooszczędne		1,60      1,60
4.	Okna PCV/aluminiowe do wymiany		2,60      0,90
5.	Okna PCV		1,30      1,30
6.	Podłoga na gruncie		0,42      0,42
7.	Podłoga w piwnicy		0,41      0,41
8.	Stropodach niewentylowany - sale gim.		0,54      0,14
9.	Stropodach wentylowany nad hallem		0,40      0,13
10.	Ściany zewnętrzne w nowej części		0,87      0,20
11.	Ściany zewnętrzne w starej części		1,43      0,19
12.	Ściana zewnętrzna piwnic		1,43      0,19
13.	Ściana zewnętrzna przy gruncie		0,68      0,17
3. Sprawności składowe systemu grzewczego			
1.	Sprawność wytwarzania		0,99      0,99
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:		1,00      1,00
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby:		1,00      0,95
4. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna/mechaniczna)		naturalna / mechaniczna      naturalna / mechaniczna
2.	Sposób doprowadzenia/odprowadzenia powietrza		nieszczelności stolarki / kanały grawitacyjne / nawiew mechaniczny w kuchni      nieszczelności stolarki / kanały grawitacyjne, wentylacja mechaniczna z odzyskiem ciepła
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego	[m <sup>3</sup> /h]	26 620      26 620
4.	Liczba wymian		1,23      1,23

### **Budynek w całości**

<b>5. Charakterystyka energetyczna budynku</b>			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	[kW]	572,1
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu	[kW]	35,0
3.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[GJ/rok]	3 757,7
4.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu	[GJ/rok]	5 134,8
5.	Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u.	[GJ/rok]	254,8
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]	2 500,0
7.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu	[kWh/(m³rok)]	48,3
8.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu	[kWh/(m³rok)]	66,0
9.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu	[kWh/(m²rok)]	299,3
<b>6. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)</b>			
1.a	Cena 1 GJ na ogrzewanie	[zł]	55,65
1.b	Cena 1 GJ na produkcję c.w.u.	[zł]	55,65
2.	Opłata 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc	[zł]	8 334,00
3.	Opłata za podgrzanie 1m³ wody użytkowej	[zł]	-
4.	Opłata 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie cwu na miesiąc	[zł]	8 334,00
5.	Opłata za ogrzewanie 1m² pow. użytkowej	[zł]	5,99
6.	Opłata abonamentowa	[zł]	-
7.	Opłata stała niezależnie od mocy	[zł]	-
<b>7. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego</b>			
Planowana suma kredytu [zł]:		2 831 469,04	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]
Planowane koszty całkowite [zł]		2 831 469,04	Premia termomodernizacyjna [zł]
Roczna oszczędność kosztów energii [zł]		198 200,50	

**Lokale użytkowe na parterze budynku**

1. Dane ogólne				
1. Konstrukcja / technologia budynku:		tradycyjna murowana		
2. Liczba kondygnacji:		-	1	
3. Kubatura części ogrzewanej		[m <sup>3</sup> ]	145,2	
4. Powierzchnia netto budynku		[m <sup>2</sup> ]	48,4	
5. Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej		[m <sup>2</sup> ]	48,4	
6. Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych		[m <sup>2</sup> ]	0,00	
7. Liczba lokali mieszkalnych		-	1	
8. Liczba osób użytkujących budynek		-	1	
9. Sposób przygotowania ciepłej wody		Centralne zdalaczynne		
10. Rodzaj systemu ogrzewania budynku		Centralne zdalaczynne		
11. Współczynnik kształtu A/V		[1/m]	-	
12. Inne dane charakteryzujące budynek		lokal mieszkalny		
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 PCV			1,30	1,30
3. Podłoga na gruncie			0,42	0,42
4. Ściany zewnętrzne w starej części			1,43	0,19
3. Sprawności składowe systemu grzewczego				
1. Sprawność wytwarzania			0,99	0,99
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:			1,00	1,00
6. Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby:			1,00	0,95
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]	73	73
4. Liczba wymian			0,50	0,50
5. Charakterystyka energetyczna budynku				
1. Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego		[kW]	3,5	2,5
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]	27,8	18,5
4. Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu		[GJ/rok]	37,9	21,1
5. Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u.		[GJ/rok]	0,5	0,5
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)]	53,1	35,5
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)]	72,6	40,3
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)]	217,9	121,0

**Lokale użytkowe na parterze budynku**

<b>6. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)</b>			
1.a	Cena 1 GJ na ogrzewanie	[zł]	55,65
1.b	Cena 1 GJ na produkcję c.w.u.	[zł]	55,65
2.a	Opłata 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc	[zł]	8 334,00
3.	Opłata za podgrzanie 1m <sup>3</sup> wody użytkowej	[zł]	-
4.	Opłata 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie cwu na miesiąc	[zł]	8 334,00
5.	Opłata za ogrzewanie 1m <sup>2</sup> pow. użytkowej	[zł]	4,24
6.	Opłata abonamentowa	[zł]	-
7.	Opłata stała niezależnie od mocy	[zł]	-
<b>7. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego</b>			
Planowana suma kredytu [zł]:		8 373,86	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]
Planowane koszty całkowite [zł]		8 373,86	Premia termomodernizacyjna [zł]
Roczna oszczędność kosztów energii [zł]		938,96	

**Wyłącznie lokale mieszkalne i część wspólna - bez lokali użytkowych**

1. Dane ogólne				
1. Konstrukcja / technologia budynku:		tradycyjna murowana		
2. Liczba kondygnacji:		-	3	
3. Kubatura części ogrzewanej		[m³]	21 475	
4. Powierzchnia netto budynku		[m²]	4 721,60	
5. Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej		[m²]	0,00	
6. Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych		[m²]	4 721,6	
7. Liczba mieszkań		-	0	
8. Liczba osób użytkujących budynek		-	519	
9. Sposób przygotowania ciepłej wody		Centralne zdalaczynne		
10. Rodzaj systemu ogrzewania budynku		Centralne zdalaczynne		
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 pełny nad częścią główną			0,88	0,14
2. Drzwi zewnętrzne starego typu			3,60	1,30
3. Drzwi zewnętrzne energooszczędne			1,60	1,60
4. Okna PCV/aluminiowe do wymiany			2,60	0,90
5. Okna PCV			1,30	1,30
6. Podłoga na gruncie			0,42	0,42
7. Podłoga w piwnicy			0,41	0,41
8. Stropodach niewentylowany - sale gim.			0,54	0,14
9. Stropodach wentylowany nad hallem			0,40	0,13
10. Ściany zewnętrzne w nowej części			0,87	0,20
11. Ściany zewnętrzne w starej części			1,43	0,19
12. Ściana zewnętrzna piwnic			1,43	0,19
13. Ściana zewnętrzna przy gruncie			0,68	0,17
3. Sprawności składowe systemu grzewczego				
1. Sprawność wytwarzania			0,99	0,99
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:			1,00	1,00
6. Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby:			1,00	0,95
4. Charakterystyka systemu wentylacji				
1. Rodzaj wentylacji (naturalna/mechaniczna)			naturalna/mechaniczna	naturalna / mechaniczna
2. Sposób doprowadzenia/odprowadzenia powietrza			nieszczelności stolarki / kanały grawitacyjne / nawiew mechaniczny w kuchni	nieszczelności stolarki / kanały grawitacyjne, wentylacja mechaniczna z odzyskiem ciepła
3. Strumień powietrza wentylacyjnego		[m³/h]	26 548	26 548
4. Liczba wymian			1,24	1,24
5. Charakterystyka energetyczna budynku				
1. Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego		[kW]	568,6	271,7
2. Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu		[kW]	34,9	34,9
3. Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)		[GJ/rok]	3 729,9	2 026,7
4. Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu		[GJ/rok]	5 096,9	2 163,9
5. Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u.		[GJ/rok]	254,3	211,8
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)]	48,3	26,2
8. Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu		[kWh/(m³rok)]	66,0	28,0
9. Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu		[kWh/(m²rok)]	300,1	127,4

**Wyłącznie lokale mieszkalne i część wspólna - bez lokali użytkowych**

6. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)				
1.a	Cena 1 GJ na ogrzewanie	[zł]	55,65	55,65
1.b	Cena 1 GJ na produkcję c.w.u.	[zł]	55,65	55,65
2.a	Opłata 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc	[zł]	8 334,00	8 334,00
3.	Opłata za podgrzanie 1m <sup>3</sup> wody użytkowej	[zł]	-	-
4.	Opłata 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie cwu na miesiąc	[zł]	8 334,00	8 334,00
5.	Opłata za ogrzewanie 1m <sup>2</sup> pow. użytkowej	[zł]	6,01	2,60
6.	Opłata abonamentowa	[zł]	-	-
7.	Opłata stała niezależnie od mocy	[zł]	-	-
7. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego				
Planowana suma kredytu [zł]:		2 823 095,18	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	54,81%
Planowane koszty całkowite [zł]		2 823 095,18	Premia termomodernizacyjna [zł]	392 337,60
Roczna oszczędność kosztów energii [zł]		197 261,54		



## 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 pełny nad częścią główną	[m <sup>2</sup> ]	805,8
Drzwi zewnętrzne starego typu	[m <sup>2</sup> ]	20,1
Drzwi zewnętrzne energooszczędne	[m <sup>2</sup> ]	6,6
Okna PCV/aluminiowe do wymiany	[m <sup>2</sup> ]	277,3
Okna PCV	[m <sup>2</sup> ]	437,7
Podłoga na gruncie	[m <sup>2</sup> ]	1 840,5
Podłoga w piwnicy	[m <sup>2</sup> ]	779,7
Stropodach niewentylowany - sale gim.	[m <sup>2</sup> ]	1 984,9
Stropodach wentylowany nad hallem	[m <sup>2</sup> ]	461,5
Ściany zewnętrzne w nowej części	[m <sup>2</sup> ]	873,8
Ściany zewnętrzne w starej części	[m <sup>2</sup> ]	799,7
Ściana zewnętrzna piwnic	[m <sup>2</sup> ]	94,1
Ściana zewnętrzna przy gruncie	[m <sup>2</sup> ]	125,9
Wysokości		
Zagłębienie w gruncie	[m]	0-2
Najczęstsza wysokość w świetle	[m]	3,20
Wysokość piwnicy w świetle	[m]	2,50
Najczęstsza wysokość brutto	[m]	3,55
Inne dane techniczne		
liczba mieszkań	[szt.]	1
Liczba użytkowników		520
Liczba kondygnacji	[szt.]	3
Liczba klatek schodowych	[szt.]	4
Dane powierzchniowe budynku		
Powierzchnia użytkowa pomieszczeń mieszkalnych	[m <sup>2</sup> ]	48,40
Powierzchnia użytkowa pomieszczeń niemieszkalnych	[m <sup>2</sup> ]	4 721,60
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> ]	4 370,0
Powierzchnia zabudowy	[m <sup>2</sup> ]	2 100,0
Całkowita powierzchnia brutto	[m <sup>2</sup> ]	6 300,0
Powierzchnia użytkowa	[m <sup>2</sup> ]	4 770,00
Dane kubaturowe budynku		
Kubatura netto ogrzewana	[m <sup>3</sup> ]	21 620
Całkowita kubatura brutto	[m <sup>3</sup> ]	26 264
Współczynnik kształtu A/V [1/m]		0,39



**Opis do uproszczonej dokumentacji technicznej budynku Zespołu Sportowych Szkół Ogólnokształcących w Gdyni, ul. Władysława IV 54**

<p><b>Dane ogólne, forma architektoniczna</b></p>		<p>Budynek wolnostojący, Wzniesiony w 1957 roku, rozbudowany w roku 1992 o halę sportową. Obiekt posiada dwie kondygnacje nadziemne w części podpiwniczony – piwnice ogrzewane, budynek przykryty dachem płaskim w części sportowej i dydaktycznej, oraz stropodachem wentylowanym nad hollem głównym . Obiekt składa się z segmentu dydaktycznego, małej sali gimnastycznej oraz hali sportowej. Forma rozczłonkowana.</p>
<p><b>Konstrukcja budynku, technologia wykonania</b></p>		<p>Ściany zewnętrzne murowane - układ konstrukcyjny podłużny. Stropy gęstożebrowe DMS. Stropodach wentylowany oraz dach płaski pełny. Nad halą sportową ślepy strop z wstępnym ociepleniem.</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 – wymieniona na PVC. Na hali sportowej okna aluminiowe.</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>Przybudowana część sportowa.</p>

## STAN TECHNICZNY

<p><b>Warstwa fakturowa, tynk</b></p>		<p>Zły stan techniczny. Zawilgocenia i zabrudzenia szczególnie w strefie ponad cokołem.</p>
<p><b>Cokół</b></p>		<p>Stan techniczny cokołu dostateczny. Miejscowe zawilgocenia, w szczególności w częściach nie podpiwniczonych.</p>
<p><b>Stolarka okienna</b></p>		<p>Stan techniczny stolarki okiennej PCV dobry, okna ALU na sali gimnastycznej w stanie złym.</p>
<p><b>Rynny i rury spustowe, obróbki blacharskie</b></p>		<p>Zły stan techniczny.</p>



<b>Stolarka drzwiowa zewnętrzna</b>		<p>Stan techniczny nowych drzwi zewnętrznych dobry. Drzwi starego typu w stanie złym.</p>
<b>Instalacja c.o.</b>		<p>Grzejniki żeliwne bez zaworów termostatycznych. Sporadycznie grzejniki stalowe.</p>
<b>Źródło ciepła</b>		<p>Węzeł cieplny nowy - dobry stan techniczny.</p>
<b>Wentylacja mechaniczna</b>		<p>Brak</p>



Inwentaryzacja - charakterystyka energetyczna budynku		
Zużycie energii cieplnej za lata poprzednie		
Sumaryczne średnie zużycie ciepła za lata poprzednie (suma zużycia c.o i c.w.u.)	[GJ/a]	2 500,0
Za okres	-	2014
Koszty jednostkowe energii cieplnej na cele c.o. i c.w.u. przed i po modernizacją (taryfa przedsiębiorstwa ciepłowniczego)		
Oplata stała	[PLN/MW*m-c]	8 334,00 zł
Oplata zmienna	[PLN/GJ]	55,65 zł

## Inwentaryzacja - charakterystyka systemu grzewczego oraz instalacji

System grzewczy		
Rodzaj zasilania budynku, opis urządzeń	Budynek zasilany w ciepło z miejskiej sieci ciepłowniczej za pośrednictwem węzła cieplnego będącego własnością inwestora. Węzeł modernizowany, aktualnie w stanie dobrym. Instalacja c.o. oparta o grzejniki żeliwne i sporadycznie stalowe, bez zaworów termostatycznych. Stan techniczny zły.	
Sposób użytkowania	Zakłada się, że system pracuje bez dobowych i godzinowych przerw w ogrzewaniu.	
Modernizacje systemu po roku 1984	Modernizacja węzła ciepłowniczego. Częściowa wymiana grzejników.	
Instalacja centralnego ogrzewania budynku		
Zasilanie instalacji	pompowe	
Parametry wody instalacyjnej	[st. C]	85/60
Rodzaj grzejników / usytuowanie	stalowe, żeliwne usytuowane pod oknami	
Rodzaj przewodów instalacyjnych	stalowe	
Zawory z głowicami termostatycznymi	Brak	
Zawory regulacyjne podpiłowe	-	
Dodatkowa izolacja za grzejnikami	-	
Prowadzenie / izolacja pionów	po wierzchu / brak izolacji	
Prowadzenie / izolacja poziomów	po wierzchu / izolacja w dostatecznym stanie technicznym	
Sprawności składowe systemu grzewczego przed modernizacją		
Sprawność wytwarzania	-	0,99
Sprawność przesyłania	-	0,96
Sprawność regulacji i wykorzystania	-	0,77
Sprawność akumulacji	-	1,00
Współczynnik przerw tygodniowych	-	1,00
Współczynnik przerw dobowych	-	1,00
Instalacja ciepłej wody użytkowej		
Sposób przygotowania c.w.u., opis urządzeń	Przygotowanie c.w.u. centralne w węźle cieplnym.	
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	-	26 620
Średni współczynnik c <sub>r</sub> dla budynku	-	1,00
Strumień powietrza wentylacyjnego	-	26 620

### 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 użytkowa	21474,8	1,24	26548
	Część mieszkalna	145,2	0,5	73
SUMA				26620
Wielkości sumarycznie				
Obliczeniowa ilość powietrza wentylacyjnego			[m <sup>3</sup> /h]	26620
Średni współczynnik korekcyjny (c <sub>r</sub> , c <sub>w</sub> )			-	1,00
Strumień powietrza wentylacyjnego przed modernizacją			[m <sup>3</sup> /h]	26620

## Stan techniczny budynku, wskazanie przedsięwzięć termomodernizacyjnych

System grzewczy		
Element	Stan techniczny	Proponowane rozwiązanie
Zasilanie budynku	Budynek zasilany w ciepło z węzła ciepłego zasilanego z m.s.c.	Zastosowanie regulacji godzinowo-dobowej c.o.. Wymiana instalacji centralnego ogrzewania. Montaż grzejników płytowych wyposażonych w urządzenia do miejscowej regulacji temperatury (zawory termostaticzne lub regulatory strefowe). Pełna automatyka obiegu grzewczego. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej. Możliwość regulacji ogrzewania oddzielnie dla szkoły i części sportowej.
Poziomy c.o. w piwnicy	Stan techniczny zły	
Urządzenia wykonawcze grzejniki c.o.	Konwektory wodne żeliwne i fawier częściowo z zaworami termostaticznymi, zły stan techniczny.	
Element	Stan techniczny	Proponowane rozwiązanie
Ściany zewnętrzne	Ściany zewnętrzne w większości nieocieplone, zły stan techniczny elewacji. W części niepodpiwniczonej widoczne ślady działania wody - odparzenia tynku i zawilgocenia w strefie przyziemnej.	Przewiduje się docieplenie ścian zewnętrznych kondygnacji nadziemnych oraz w strefie cokołowej styropianem specjalnym o współczynniku przewodzenia ciepła maksymalnie 0,031 W/mK. Metoda BSO  Docieplenie ścian zewnętrznych przy gruncie za pomocą styropianu ekstrudowanego o współczynniku przewodzenia ciepła 0,036 W/mK.
Stolarka okienna	Stolarka okienna PCV w dobrym stanie technicznym. Okna aluminiowe na hali sportowej w stanie złym.	Przewiduje się wymianę okien aluminiowych w hali sportowej na stolarkę energooszczędną PCV lub drewnianą o współczynniku przenikania ciepła nie większym niż 0,9 W/m²K.
Stolarka drzwiowa	Drzwi zewnętrzne główne - dobry stan techniczny. Pozostałe drzwi w złym stanie technicznym.	Przewiduje się wymianę stolarki drzwiowej starego typu na stolarkę energooszczędną, współczynnik przenikania ciepła U=1,3 W/m2K.
Dach / stropodach	Nad szkołą stropodachy wentylowane, niedocieplone oraz dachy płaskie. Nad częścią sportową dachy płaskie pokryte papą, wstępne ocieplenie na stropie ślepy. Zły stan techniczny pokrycia papowego - konieczna modernizacja z uwagi na ochronę izolacji termicznej.	Przewiduje się docieplenie stropodachów wentylowanych oraz stropów ślepych sali gimnastycznej za pomocą wełny mineralnej lub celulozy o współczynniku przewodzenia ciepła nie większym niż 0,038 W/mK - metoda pneumatyczna lub wełna z rolki, oraz dachów płaskich za pomocą styropianu EPS 100 lub wełny mineralnej o współczynniku przewodzenia ciepła nie większym niż 0,038 W/mK. Ułożenie pokrycia papowego na całym budynku.
Instalacja c.w.u.		
Element	Stan techniczny	Proponowane rozwiązanie
c.w.u.	Wytwarzanie centralne, dobry stan techniczny urządzeń i instalacji. Problemy z cyrkulacją.	Montaż cyrkulacyjnych zaworów termostaticznych oraz urządzeń ograniczających czas pracy cyrkulacji.
Wentylacja		
Element	Stan techniczny	Proponowane rozwiązanie
Wentylacja	Obserwuje się niedobór powietrza wentylacyjnego na salach gimnastycznych i w części gastronomicznej.	Zastosowanie wentylacji wymuszonej w części gastronomicznej i pomieszczeniach sportowych (sale gimnastyczne). 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 zewnętrznych nadziemnych - ściany części dydaktycznej i małej sali gimnastycznej**

Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	8 334,00	zł/(MW) ×miesiąc
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	55,65	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	$U =$	1,43	W/(m <sup>2</sup> ×K)
Powierzchnia ścian - powierzchnia zewnętrzna netto po odjęciu otworów okiennych i drzwiowych	$A_{\text{śc}} =$	799,7	m <sup>2</sup>
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego	$W_E =$	20,90	(zł×K)/W×a

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się docieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych małej sali gimnastycznej i części dydaktycznej 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	20 658,38 zł	13,332	275 416,68 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	20 844,94 zł	13,449	280 334,84 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	19 605,60 zł	-	255 744,06 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	20 206,28 zł	-	265 580,37 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 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 ścian zewnętrznych nadziemnych - hala sportowa

### Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	8 334,00	zł/(MW) ×miesiąc
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	55,65	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	$A_{\Sigma c} =$	873,8	m <sup>2</sup>
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego	$W_E =$	20,90	(zł×K)/W×a

### Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się docieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych hali sportowej za pomocą styropianu specjalnego (grafitowego) o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda = 0,031$  W/mK. Na podstawie poniższej analizy ekonomicznej wykazano optymalną grubość izolacji 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 - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 12 cm	332,10 zł/m <sup>2</sup>	3,87	0,199	12 178,93 zł	23,828	290 195,62 zł
Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 14 cm	344,40 zł/m <sup>2</sup>	4,52	0,176	12 592,25 zł	23,899	300 943,61 zł
Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 15 cm	350,55 zł/m <sup>2</sup>	4,84	0,167	12 765,54 zł	23,996	306 317,60 zł
Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 10 cm	319,80 zł/m <sup>2</sup>	3,23	0,228	11 643,85 zł	-	279 447,64 zł
Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący $R = 5,026$ 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	$O_m =$	8 334,00	zł/(MW) ×miesiąc
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	55,65	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	$U =$	1,43	W/(m <sup>2</sup> ×K)
Powierzchnia ścian - powierzchnia zewnętrzna netto po odjęciu otworów okiennych i drzwiowych	$A_{\Sigma c} =$	94,1	m <sup>2</sup>
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego	$W_E =$	20,90	(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	2 430,08 zł	15,141	36 794,54 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	2 452,02 zł	15,336	37 604,48 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	2 306,24 zł	-	33 554,77 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	2 376,90 zł	-	35 174,65 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	$O_m =$	8 334,00	zł/(MW) ×miesiąc
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	55,65	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	$U =$	0,68	W/(m <sup>2</sup> ×K)
Powierzchnia ścian - powierzchnia zewnętrzna netto po odjęciu otworów okiennych i drzwiowych	$A_{\Sigma c} =$	125,9	m <sup>2</sup>
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego	$W_E =$	20,90	(zł×K)/W×a

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się docieplenie ścian zewnętrznych kondygnacji piwnicznej przy gruncie za pomocą styropianu ekstrudowanego o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda = 0,036$  W/mK. Na podstawie poniższej analizy ekonomicznej wykazano optymalną grubość docieplenia równą 8 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	457,56 zł/m <sup>2</sup>	3,33	0,174	1 320,40 zł	43,621	57 597,65 zł
Docieplenie ścian fundamentowych - styropian ekstrudowany - 10 cm	437,88 zł/m <sup>2</sup>	2,78	0,198	1 257,28 zł	43,841	55 120,33 zł
Docieplenie ścian fundamentowych - styropian ekstrudowany - 14 cm	477,24 zł/m <sup>2</sup>	3,89	0,156	1 367,75 zł	43,923	60 074,97 zł
Docieplenie ścian fundamentowych - styropian ekstrudowany - 8 cm	418,20 zł/m <sup>2</sup>	2,22	0,230	1 173,11 zł	-	52 643,02 zł
Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący $R = 5,747$ 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 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 stropodachu wentylowanego nad hallem głównym

### Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	8 334,00	zł/(MW) ×miesiąc
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	55,65	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	$U =$	0,40	W/(m <sup>2</sup> ×K)
Powierzchnia stropu/dachu/podłogi poddasza	$A =$	461,5	m <sup>2</sup>
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego	$W_E =$	20,90	(zł×K)/W×a

### Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się docieplenie stropodachu wentylowanego przy pomocy wełny mineralnej lub celulozy o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda = 0,038$  W/mK - metoda pneumatyczna, z wymianą pokrycia dachowego. Na podstawie poniższej analizy ekonomicznej wykazano optymalną grubość izolacji równą 20 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 stropodachu wentylowanego - wełna mineralna luzem 20 cm	196,80 zł/m <sup>2</sup>	5,26	0,129	2 623,73 zł	34,616	90 823,20 zł
Docieplenie stropodachu wentylowanego - wełna mineralna luzem 22 cm	204,18 zł/m <sup>2</sup>	5,79	0,121	2 702,72 zł	34,865	94 229,07 zł
Docieplenie stropodachu wentylowanego - wełna mineralna luzem 25 cm	215,25 zł/m <sup>2</sup>	6,58	0,110	2 804,02 zł	35,427	99 337,88 zł
Docieplenie stropodachu wentylowanego - wełna mineralna luzem 28 cm	226,00 zł/m <sup>2</sup>	7,37	0,101	2 889,11 zł	36,101	104 299,00 zł
Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący $R = 7,757$ 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 płaskiego części dydaktycznej

### Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	8 334,00	zł/(MW) ×miesiąc
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	55,65	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	$U =$	0,88	W/(m <sup>2</sup> ×K)
Powierzchnia stropu/dachu/podłogi poddasza	$A =$	805,8	m <sup>2</sup>
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego	$W_E =$	20,90	(zł×K)/W×a

### Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się docieplenie dachu płaskiego części dydaktycznej 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 22 cm. Docieplenie o grubości 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 dachu hali sportowej - styropian EPS 100 lub wełna mineralna - 22 cm	206,64 zł/m <sup>2</sup>	5,79	0,144	12 369,69 zł	13,461	166 514,64 zł
Docieplenie dachu hali sportowej - styropian EPS 100 lub wełna mineralna - 25 cm	221,40 zł/m <sup>2</sup>	6,58	0,130	12 618,38 zł	14,139	178 408,55 zł
Docieplenie dachu hali sportowej - styropian EPS 100 lub wełna mineralna - 30 cm	246,00 zł/m <sup>2</sup>	7,89	0,111	12 936,24 zł	15,324	198 231,72 zł
Docieplenie dachu hali sportowej - styropian EPS 100 lub wełna mineralna - 20 cm	196,80 zł/m <sup>2</sup>	5,26	0,156	12 169,83 zł	-	158 585,38 zł
Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący $R = 6,927$ 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<sub>rU</sub>)

DO<sub>rU</sub> [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  
stropodachu niewentylowanego (strop ślepy) - sale gimnastyczne**

Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	8 334,00	zł/(MW) ×miesiąc
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	55,65	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	$U =$	0,54	W/(m <sup>2</sup> ×K)
Powierzchnia stropu/dachu/podłogi poddasza	$A =$	1 984,9	m <sup>2</sup>
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego	$W_E =$	20,90	(zł×K)/W×a

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się docieplenie stropodachu niewentylowanego na poziomie stropu ślepego przy pomocy wełny mineralnej o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda = 0,038$  W/mK - metoda pneumatyczna lub układanie z rolki, z wymianą pokrycia dachowego. Na podstawie poniższej analizy ekonomicznej wykazano optymalną grubość izolacji równą 20 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 stropodachu niewentylowanego - wełna mineralna - 20 cm	196,80 zł/m <sup>2</sup>	5,26	0,140	16 412,29 zł	23,800	390 620,45 zł
Docieplenie stropodachu niewentylowanego - wełna mineralna - 22 cm	204,18 zł/m <sup>2</sup>	5,79	0,131	16 812,28 zł	24,106	405 268,71 zł
Docieplenie stropodachu niewentylowanego - wełna mineralna - 25 cm	215,25 zł/m <sup>2</sup>	6,58	0,118	17 318,78 zł	24,669	427 241,12 zł
Docieplenie stropodachu niewentylowanego - wełna mineralna - 28 cm	226,00 zł/m <sup>2</sup>	7,37	0,108	17 738,68 zł	25,288	448 578,36 zł
Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący $R = 7,129$ 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 wymiany stolarki okiennej ALU

### Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	8 334,00	zł/(MW)×miesiąc]
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	55,65	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	$U =$	2,60	W/(m <sup>2</sup> ×K)
Powierzchnia okien do wymiany	$A =$	277,3	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	-
	$cm_0 =$	1,00	-
Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI	$cm_1 =$	1,00	-
	$cw =$	1,00	-
Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI			

	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	9 850,20 zł	27,009	266 041,62 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	7 532,51 zł	34,414	259 220,04 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	5 794,24 zł	43,560	252 398,46 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	4 635,39 zł	52,979	245 576,88 zł

### Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się wymianę okien aluminiowych na sali gimnastycznej 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 stolarki drzwiowej zewnętrznej

### Dane ogólne do obliczeń

Opiata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	8 334,00	zł/(MW ×miesiąc]
Opiata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	55,65	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	$A =$	20,1	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, U = 1,3 W/m <sup>2</sup> K	2 952,00 zł/m <sup>2</sup>	1,00	1,30	964,54 zł	61,425	59 246,64 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	796,80 zł	68,160	54 309,42 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,

## Wybór optymalnego wariantu usprawnienia wentylacji mechanicznej

Dane ogólne do obliczeń			
$O_m =$	8 334,00	[zł/(MW × miesiąc)]	Opłata za 1MW mocy zamówionej
$O_z =$	55,65	[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
60 497,68	6,831	Zastosowanie wentylacji wymuszonej w części gastronomicznej i w pomieszczeniach sportowych (sale gimnastyczne). Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik rotacyjny o sprawności znamionowej 85%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze.	413 280,00
49 189,03	8,002	Zastosowanie wentylacji wymuszonej w części gastronomicznej i w pomieszczeniach sportowych (sale gimnastyczne). Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik krzyżowy o sprawności znamionowej 70%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze.	393 600,00

Wymiennik obrotowy:

krzyżowy:

Oszczędność energii dla wentylacji po modernizacji: 758,7 GJ/a

616,07 GJ/a

Redukcja mocy po modernizacji: 182,78 kW

149,07 kW



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

#### Dane ogólne do obliczeń:

$O_{m0} =$	8 334,00	[zł/(MW × miesiąc)]	Opłata za 1MW mocy zamówionej przed modernizacją
$O_{z0} =$	55,65	[zł/GJ]	Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej przed modernizacją
$O_{m1} =$	8 334,00	[zł/GJ]	Opłata za 1MW mocy zamówionej po modernizacji
$O_{z1} =$	55,65	[zł/GJ]	Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej po modernizacji
$Q_{ocw} =$	254,8	[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]	
$q_{ocw} =$	35,0	[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
212,3	35,0	2 362,72	24,832	Montaż cyrkulacyjnych zaworów termostatycznych oraz urządzeń ograniczających czas pracy cyrkulacji.	-	58 671,00 zł
254,8	35,0	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
3,298 m <sup>3</sup> /dobę	Średnie dobowe zapotrzebowanie na c.w.u. dla budynku ( $Q_{\text{śrd}}$ )
10 h/dobę	Liczba godzin T rozbioru c.w.u.
49,00 %	Średnia sprawność wytwarzania c.w.u.
254,8 GJ/a	Średnie roczne zapotrzebowanie na ciepło c.w.u. dla budynku
0,330 m <sup>3</sup> /h	Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. dla budynku ( $Q_{\text{grh}}$ )
2,026 -	Współczynnik nierównomierności rozbioru wody
0,668 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.
35,0 kW	Moc cieplna dla potrzeb c.w.u. bez uwzględnienia akumulacji ( $q_{\text{maxh}}$ )
35,0 kW	Moc cieplna dla potrzeb c.w.u. z uwzględnieniem akumulacji zasobników

Sprawności składowe systemu c.w.u.	Przed modernizacją	Po modernizacji
Sprawność		
Sprawność wytwarzania c.w.u.	0,98	0,98
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:

$O_m =$	8 334,00	[zł/(MW ×miesiąc]	Opłata za 1MW mocy zamówionej przed modernizacją
$O_{m1} =$	8 334,00	[zł/(MW ×miesiąc]	Opłata za 1MW mocy zamówionej po modernizacji systemu grzewczego
$O_z =$	55,65	[zł/GJ]	Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej przed modernizacją
$O_{z1} =$	55,65	[zł/GJ]	Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej po modernizacji systemu grzewczego
$Q_{oco} =$	3 757,7	[GJ]	Sezonowe zapotrzebowanie budynku na ciepło przed termomodernizacją, określone zgodnie z Polską Normą
$q_o =$	572,1	[kW]	Zapotrzebowanie na moc ciepłą budynku
$h_o =$	0,73	-	Sprawność ogólna systemu przed modernizacją
$w_{t0}$	1,00	-	Współczynnik określający przerwyw ogrzewaniu w okresie tygodnia
$w_{d0}$	1,00	-	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	$N_{co}$
48 216,58	0,84	572,1	0,99	0,96	0,88	1,00	1,00	0,95	Zastosowanie regulacji godzinowo-dobowej c.o.. Wymiana instalacji centralnego ogrzewania. Montaż grzejników płytowych wyposażonych w urządzenia do miejscowej regulacji temperatury (zawory termostatyczne lub regulatory strefowe). Pełna automatyka obiegów grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej. Możliwość regulacji ogrzewania oddzielnie dla szkoły i części sportowej.	-	12,57	606 267,00 zł
0,00	0,73	572,1	0,99	0,96	0,77	1,00	1,00	1,00	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 (sale gimnastyczne). Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik rotacyjny o sprawności znamionowej 85%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze.	413 280,00	6,83
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 (nowa sali gimnastyczna - 12 cm).	660 004,49	18,04
3	Docieplenie stropodachów wentylowanych metodą pneumatyczną - wełna mineralna lub celuloza o współczynniku przewodzenia ciepła 0,038 W/mk - 20 cm, dachu pełnego nad częścią dydaktyczną styropianem EPS 100 lub wełną mineralną 0,038 W/mK - 22 cm oraz dachu niewentylowanego sal gimnastycznych na poziomie stropu ślepego - wełna mineralna o współczynniku przewodzenia ciepła 0,038 W/mk - 20 cm	647 958,29	20,63
4	Montaż cyrkulacyjnych zaworów termostatycznych oraz urządzeń ograniczających czas pracy cyrkulacji.	58 671,00	24,83
5	Wymiana okien ALU na sali gimnastycznej na stolarkę PCV o maksymalnym współczynniku przenikania ciepła 0,9 W/m2K. Wymiana drzwi wejściowych starego typu na stolarkę U=1,3 W/m2K.	325 288,26	30,08

**RODZAJE USPRAWNIENÍ 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	Wymiana węzła ciepłowniczego	$h_g =$	0,99
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	-	$w_t =$	1,00
6	Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w ciągu doby	Zastosowanie regulatorów godzinowo-dobowych. Możliwość odcięcia poszczególnych segmentów. Monitoring	$w_d =$	0,95
	Sprawność całkowita systemu grzewczego	-	$h_{whphrhe} =$	0,84

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>Zastosowanie regulacji godzinowo-dobowej c.o.. Wymiana instalacji centralnego ogrzewania. Montaż grzejników płytowych wyposażonych w urządzenia do miejscowej regulacji temperatury (zawory termostatyczne lub regulatory strefowe). Pełna automatyka obiegu grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej. Możliwość regulacji ogrzewania oddzielnie dla szkoły i części sportowej.</p> <p>Zastosowanie wentylacji wymuszonej w części gastronomicznej i w pomieszczeniach sportowych (sale gimnastyczne). 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 (nowa sali gimnastyczna - 12 cm).</p> <p>Docieplenie stropodachów wentylowanych metodą pneumatyczną - wełna mineralna lub celuloza o współczynniku przewodzenia ciepła 0,038 W/mK - 20 cm, dachu pełnego nad częścią dydaktyczną styropianem EPS 100 lub wełną mineralną 0,038 W/mK - 22 cm oraz dachu niewentylowanego sali gimnastycznych na poziomie stropu ślepego - wełna mineralna o współczynniku przewodzenia ciepła 0,038 W/mK - 20 cm</p> <p>Montaż cyrkulacyjnych zaworów termostatycznych oraz urządzeń ograniczających czas pracy cyrkulacji.</p> <p>Wymiana okien ALU na sali gimnastycznej na stolarkę PCV o maksymalnym współczynniku przenikania ciepła 0,9 W/m<sup>2</sup>K. Wymiana drzwi wejściowych starego typu na stolarkę U=1,3 W/m<sup>2</sup>K.</p>	255,2	35,0	1923,5	212,3	0,836	2397,2	55,52%	120 000,00
2	<p>Zastosowanie regulacji godzinowo-dobowej c.o.. Wymiana instalacji centralnego ogrzewania. Montaż grzejników płytowych wyposażonych w urządzenia do miejscowej regulacji temperatury (zawory termostatyczne lub regulatory strefowe). Pełna automatyka obiegu grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej. Możliwość regulacji ogrzewania oddzielnie dla szkoły i części sportowej.</p> <p>Zastosowanie wentylacji wymuszonej w części gastronomicznej i w pomieszczeniach sportowych (sale gimnastyczne). 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 (nowa sali gimnastyczna - 12 cm).</p> <p>Docieplenie stropodachów wentylowanych metodą pneumatyczną - wełna mineralna lub celuloza o współczynniku przewodzenia ciepła 0,038 W/mK - 20 cm, dachu pełnego nad częścią dydaktyczną styropianem EPS 100 lub wełną mineralną 0,038 W/mK - 22 cm oraz dachu niewentylowanego sali gimnastycznych na poziomie stropu ślepego - wełna mineralna o współczynniku przewodzenia ciepła 0,038 W/mK - 20 cm</p> <p>Montaż cyrkulacyjnych zaworów termostatycznych oraz urządzeń ograniczających czas pracy cyrkulacji.</p>	274,2	35,0	2045,2	212,3	0,836	2535,4	52,96%	120 000,00

3	Zastosowanie regulacji godzinowo-dobowej c.o.. Wymiana instalacji centralnego ogrzewania. Montaż grzejników płytowych wyposażonych w urządzenia do miejscowej regulacji temperatury (zawory termostatyczne lub regulatory strefowe). Pełna automatyka obiegu grzewczego. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej. Możliwość regulacji ogrzewania oddzielnie dla szkoły i części sportowej.	274,2	35,0	2045,2	254,8	0,836	2577,9	52,17%	120 000,00
	Zastosowanie wentylacji wymuszonej w części gastronomicznej i w pomieszczeniach sportowych (sale gimnastyczne). 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 (nowa sali gimnastyczna - 12 cm).								
	Docieplenie stropodachów wentylowanych metodą pneumatyczną - wełna mineralna lub celuloza o współczynniku przewodzenia ciepła 0,038 W/mK - 20 cm, dachu pełnego nad częścią dydaktyczną styropianem EPS 100 lub wełną mineralną 0,038 W/mK - 22 cm oraz dachu niewentylowanego sal gimnastycznych na poziomie stropu słępego - wełna mineralna o współczynniku przewodzenia ciepła 0,038 W/mK - 20 cm								
4	Zastosowanie regulacji godzinowo-dobowej c.o.. Wymiana instalacji centralnego ogrzewania. Montaż grzejników płytowych wyposażonych w urządzenia do miejscowej regulacji temperatury (zawory termostatyczne lub regulatory strefowe). Pełna automatyka obiegu grzewczego. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej. Możliwość regulacji ogrzewania oddzielnie dla szkoły i części sportowej.	329,4	35,0	2478,3	254,8	0,836	3069,8	43,04%	120 000,00
	Zastosowanie wentylacji wymuszonej w części gastronomicznej i w pomieszczeniach sportowych (sale gimnastyczne). 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 (nowa sali gimnastyczna - 12 cm).								
5	Zastosowanie regulacji godzinowo-dobowej c.o.. Wymiana instalacji centralnego ogrzewania. Montaż grzejników płytowych wyposażonych w urządzenia do miejscowej regulacji temperatury (zawory termostatyczne lub regulatory strefowe). Pełna automatyka obiegu grzewczego. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej. Możliwość regulacji ogrzewania oddzielnie dla szkoły i części sportowej.	392,8	35,0	3016,9	254,8	0,836	3681,6	31,69%	120 000,00
	Zastosowanie wentylacji wymuszonej w części gastronomicznej i w pomieszczeniach sportowych (sale gimnastyczne). Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik rotacyjny o sprawności znamionowej 85%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze.								
6	Zastosowanie regulacji godzinowo-dobowej c.o.. Wymiana instalacji centralnego ogrzewania. Montaż grzejników płytowych wyposażonych w urządzenia do miejscowej regulacji temperatury (zawory termostatyczne lub regulatory strefowe). Pełna automatyka obiegu grzewczego. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej. Możliwość regulacji ogrzewania oddzielnie dla szkoły i części sportowej.	572,1	35,0	3757,7	254,8	0,836	4523,1	16,08%	70 000,00

# 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	2 831 469,04	198 200,50	55,52%	2 831 469,04	566 293,81	453 035,05	396 401,01
					100,00			
2	WARIANT 2	2 506 180,78	188 607,38	52,96%	2 506 180,78	501 236,16	400 988,92	377 214,75
					100,00			
3	WARIANT 3	2 447 509,78	186 244,65	52,17%	2 447 509,78	489 501,96	391 601,56	372 489,31
					100,00			
4	WARIANT 4	1 799 551,49	153 351,47	43,04%	1 799 551,49	359 910,30	287 928,24	306 702,95
					100,00			
5	WARIANT 5	1 139 547,00	112 967,48	31,69%	1 139 547,00	227 909,40	182 327,52	225 934,95
					100,00			
6	WARIANT 6	676 267,00	48 216,58	16,08%	676 267,00	135 253,40	108 202,72	96 433,17
					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 (sale gimnastyczne). 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 (nowa sali gimnastyczna - 12 cm).

Montaż cyrkulacyjnych zaworów termostatycznych c.w.u. oraz urządzeń ograniczających czas pracy cyrkulacji.

Docieplenie stropodachów wentylowanych metodą pneumatyczną - wełna mineralna lub celuloza o współczynniku przewodzenia ciepła 0,038 W/mk - 20 cm, dachu pełnego nad częścią dydaktyczną styropianem EPS 100 lub wełną mineralną 0,038 W/mK - 22 cm oraz dachu niewentylowanego sal gimnastycznych na poziomie stropu ślepego - wełna mineralna o współczynniku przewodzenia ciepła 0,038 W/mk - 20 cm. Wymiana pokrycia dachowego.

Wymiana okien ALU na sali gimnastycznej na stolarkę PCV o maksymalnym współczynniku przenikania ciepła 0,9 W/m<sup>2</sup>K. Wymiana drzwi wejściowych starego typu na stolarkę U=1,3 W/m<sup>2</sup>K.

Zastosowanie regulacji godzinowo-dobowej c.o.. Wymiana instalacji centralnego ogrzewania. Montaż grzejników płytowych wyposażonych w urządzenia do miejscowej regulacji temperatury (zawory termostatyczne lub regulatory strefowe). Pełna automatyka obiegów grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej. Możliwość regulacji ogrzewania oddzielnie dla szkoły i części sportowej.

### UWAGA:

Z uwagi na poważne zawilgocenia ścian nadziemnych 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 należytym stanie technicznym i funkcjonalnym, należy przeprowadzać okresowe kontrole i konserwacje zgodnie z zaleceniami producenta.

mgr inż. Jarosław Kozub

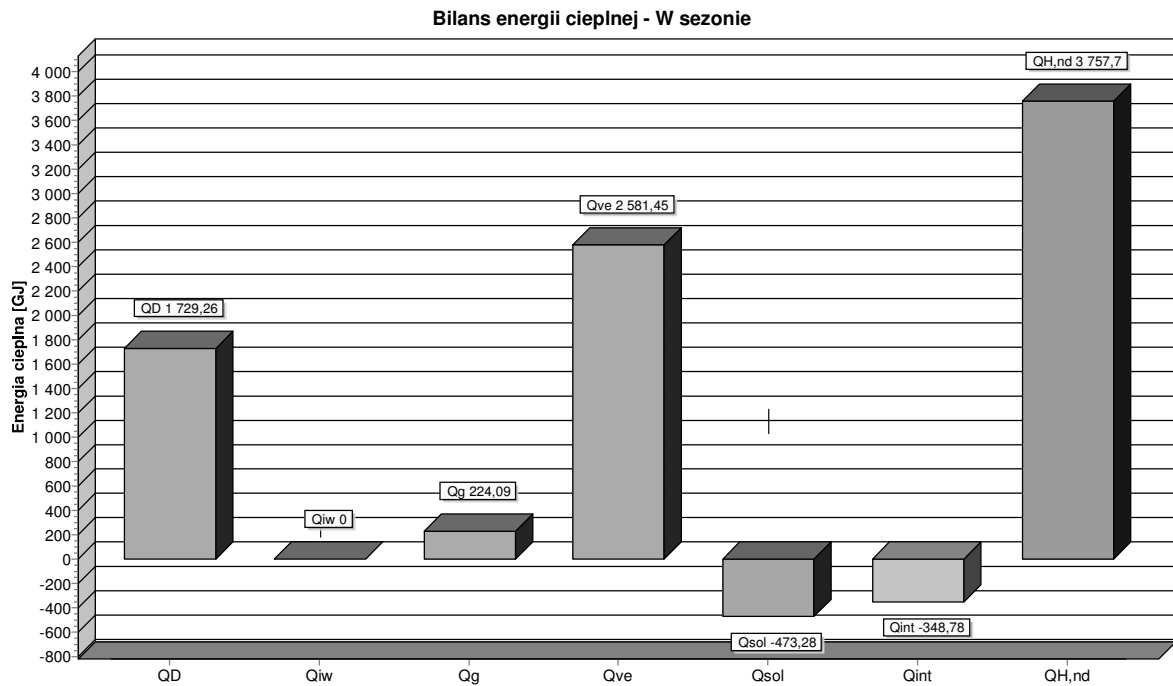
# Załącznik 1

**Bilans energetyczny budynku przed  
modernizacją**

# Wyniki - Ogólne

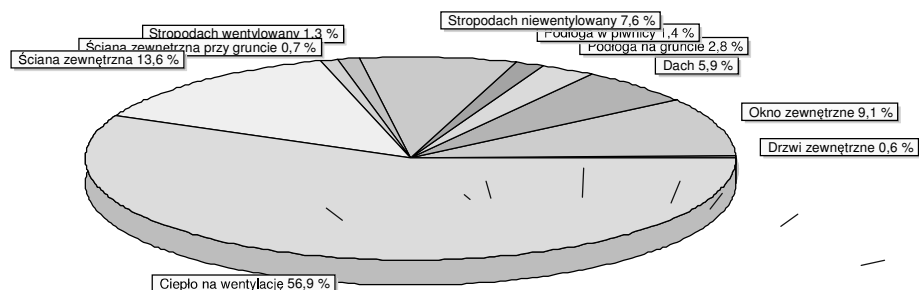
Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Bilans energetyczny budynku - stan istniejący	
	Zespół Szkół Sportowych	
Miejscowość:	Gdynia	
Adres:	Władysława IV 54	
Projektant:	Marcin Rosenow	
Plik danych:	C:\Users\hp\Desktop\Robocze\UM Gdynia\ZSSO\Z	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	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 $A_H$ :	4770,0	m <sup>2</sup>
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :	21620,0	m <sup>3</sup>
Projektowa strata ciepła przez przenikanie $\Phi_T$ :	236845	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła $\Phi_V$ :	335243	W
Całkowita projektowa strata ciepła $\Phi$ :	572089	W
Nadwyżka mocy cieplnej $\Phi_{RH}$ :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku $\Phi_{HL}$ :	572089	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 $V_{v,H}$ :	26547,6	m <sup>3</sup> /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :	3757,70	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :	1043805	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku $A_H$ :	4770	m <sup>2</sup>
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :	21620,0	m <sup>3</sup>
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EA_H$ :	787,8	MJ/(m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EA_H$ :	218,8	kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EV_H$ :	173,8	MJ/(m <sup>3</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EV_H$ :	48,3	kWh/(m <sup>3</sup> ·rok)

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



Bil	Miesiąc	L <sub>d,m</sub> dni	T <sub>em,m</sub> °C	Q <sub>D</sub> GJ/rok	Q <sub>i,w</sub> GJ/rok	Q <sub>g</sub> GJ/rok	Q <sub>ve</sub> GJ/rok	η <sub>H,gn</sub>	Q <sub>sol</sub> GJ/rok	Q <sub>int</sub> GJ/rok	Q <sub>H,nd</sub> GJ/rok
■	Styczeń	31	2,0	260,39	0,00	33,88	385,05	0,997	27,79	39,61	612,15
■	Luty	28	1,2	246,62	0,00	32,11	404,59	0,997	27,25	35,77	620,48
■	Marzec	31	3,5	236,65	0,00	30,76	348,42	0,991	55,62	39,61	521,44
■	Kwiecień	30	7,7	164,69	0,00	21,28	245,85	0,967	85,06	38,33	312,54
■	Maj	31	10,7	122,70	0,00	15,74	172,59	0,903	114,01	39,61	172,39
■	Czerwiec	0	15,5	45,22	0,00	5,54	55,37	0,534	120,82	38,33	21,10
■	Lipiec	0	18,7	12,62	0,00	3,17	14,03	0,176	127,45	39,61	0,45
■	Sierpień	0	16,3	35,91	0,00	4,51	39,93	0,458	103,16	39,61	14,90
■	Wrzesień	30	14,5	60,54	0,00	7,56	79,79	0,791	70,20	38,33	61,99
■	Październik	31	8,7	154,35	0,00	19,91	221,43	0,981	45,90	39,61	311,78
■	Listopad	30	4,0	221,36	0,00	28,75	336,21	0,996	24,15	38,33	524,08
■	Grudzień	31	1,9	261,97	0,00	34,09	387,50	0,997	23,30	39,61	620,83
	W sezonie	273	8,8	1729,26	0,00	224,09	2581,45	0,945	473,28	348,78	3757,70

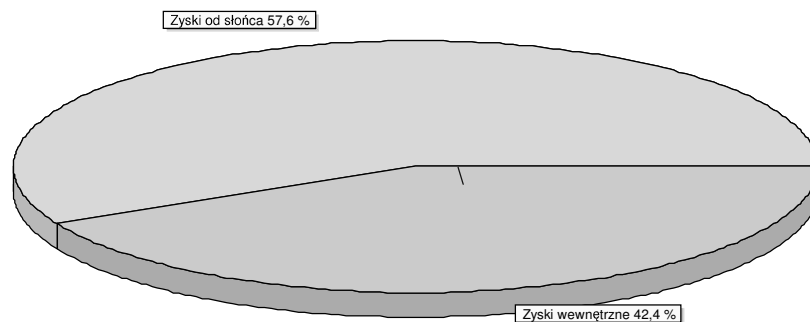
Szczegółowe zestawienie strat energii cieplnej



0,6 % Drzwi zewnętrzne	9,1 % Okno zewnętrzne	5,9 % Dach
2,8 % Podłoga na gruncie	1,4 % Podłoga w piwnicy	7,6 % Stropodach niewentylowany
1,3 % Stropodach wentylowany	0,7 % Ściana zewnętrzna przy gruncie	13,6 % Ściana zewnętrzna
56,9 % Ciepło na wentylację		

Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
Drzwi zewnętrzne	28,44	7899	0,6
Okno zewnętrzne	410,63	114065	9,1
Dach	266,55	74042	5,9
Podłoga na gruncie	128,78	35772	2,8
Podłoga w piwnicy	63,00	17500	1,4
Stropodach niewentylowany	344,19	95609	7,6
Stropodach wentylowany	60,97	16937	1,3
Ściana zewnętrzna przy gruncie	32,31	8974	0,7
Ściana zewnętrzna	618,47	171797	13,6
Ciepło na wentylację	2581,45	717069	56,9
Razem	4534,79	1259665	100,0

Szczegółowe zestawienie zysków energii cieplnej






57,6 % Zyski od słońca    42,4 % Zyski wewnętrzne

Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
*Zyski od słońca	473,28	131467	57,6
Zyski wewnętrzne	348,78	96884	42,4
Σ Razem	822,06	228351	100,0

Wyniki – Zestawienie przegród




Opis	U	A
	W/m <sup>2</sup> ·K	m <sup>2</sup>
Dach pełny nad częścią główną	0,879	805,82
Drzwi zewnętrzne starego typu	3,600	20,07
Drzwi zewnętrzne energooszczędne	1,600	6,58
Okna PCV/aluminiowe do wymiany	2,600	277,30
Okna PCV	1,300	437,74
Podłoga na gruncie	0,415	1840,53
Podłoga w piwnicy	0,409	779,74
Stropodach niewentylowany – sale gim.	0,536	1984,86
Stropodach wentylowany nad hallem	0,401	461,50
Ściany zewnętrzne w nowej części	0,866	873,82
Ściany zewnętrzne w starej części	1,428	799,70
Ściana zewnętrzna piwnic	1,428	94,07
Ściana zewnętrzna przy gruncie	0,676	125,88

# 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
 D	Dach pełny nad częścią główną				
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0060	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,033
0,1000	Płyty wiórkowo-cementowe - gęstość 600 k	0,150	600	2,090	0,667
0,2700	Strop DMS o gr.27 cm				0,280
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 na zewnątrz $R_e$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					1,138
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,879
 PG	Podłoga w piwnicy				
Rodzaj przegrody: Podłoga w piwnicy, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
Ściana przy podłodze: SG					
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej $Z_{gw}$ : 3,00 m					
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 2,00 m					
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
0,3000	Żwir.	0,900	1800	0,840	0,333
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]:					2,444
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,409
 PGG	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					
0,0300	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
0,3000	Żwir.	0,900	1800	0,840	0,333
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania $R_g$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					1,964
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					2,408
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,415
 SC	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



# Wyniki - Przegrody

D	Opis materiału	$\lambda$	$\rho$	$c_p$	R
m		W/(m·K)	kg/m³	kJ/(kg·K)	m²·K/W
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m²·K/W]:					0,130
Opór przejmowania na zewnątrz $R_e$ , [m²·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m²·K/W]:					0,700
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m²·K)]:					1,428
 SG	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: 2,10 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 $R_g$ , [m²·K/W]:					0,967
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m²·K/W]:					1,478
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m²·K)]:					0,676
 STR	Stropodach wentylowany nad hallem				
Rodzaj przegrody: Stropodach wentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wilgot					
0,0060	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,033
0,0600	Żelbet.	1,700	2500	0,840	0,035
Opór warstwy powietrznej stropodachu o śr. wys. H = 1 m, [m²·K/W]:					0,160
Suma oporów ciepła połączeni dachowej i war. powietrza, [m²·K/W]:					0,000
0,0030	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,840	0,003
0,1000	Wełna mineralna	0,050	180		2,000
0,2700	Strop DMS o gr.27 cm				0,280
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m²·K/W]:					0,100
Opór przejmowania na zewnątrz $R_e$ , [m²·K/W]:					0,090
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m²·K/W]:					2,491
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m²·K)]:					0,401
 STR2	Stropodach niewentylowany - sale gim.				
Rodzaj przegrody: Stropodach niewentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wil					
0,0060	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,033
0,0600	Żelbet.	1,700	2500	0,840	0,035
Opór warstwy powietrznej stropodachu o śr. wys. H = 1 m, [m²·K/W]:					0,160
Suma oporów ciepła połączeni dachowej i war. powietrza, [m²·K/W]:					0,229
0,0600	Wełna mineralna	0,050	180		1,200
0,2700	Strop DMS o gr.27 cm				0,280
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m²·K/W]:					0,100
Opór przejmowania na zewnątrz $R_e$ , [m²·K/W]:					0,040

# 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
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					1,867
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,536
■ SZ	Ściany zewnętrzne w starej części				
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 <sub>i</sub> , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,130
Opór przejmowania na zewnątrz R <sub>e</sub> , [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
■ SZ2	Ściany zewnętrzne w nowej części				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0160	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,020
0,3600	Mur z betonu komórkowego na zaprawie cem	0,380	800	0,840	0,947
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
Opór przejmowania wewnątrz R <sub>i</sub> , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,130
Opór przejmowania na zewnątrz R <sub>e</sub> , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					1,155
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,866

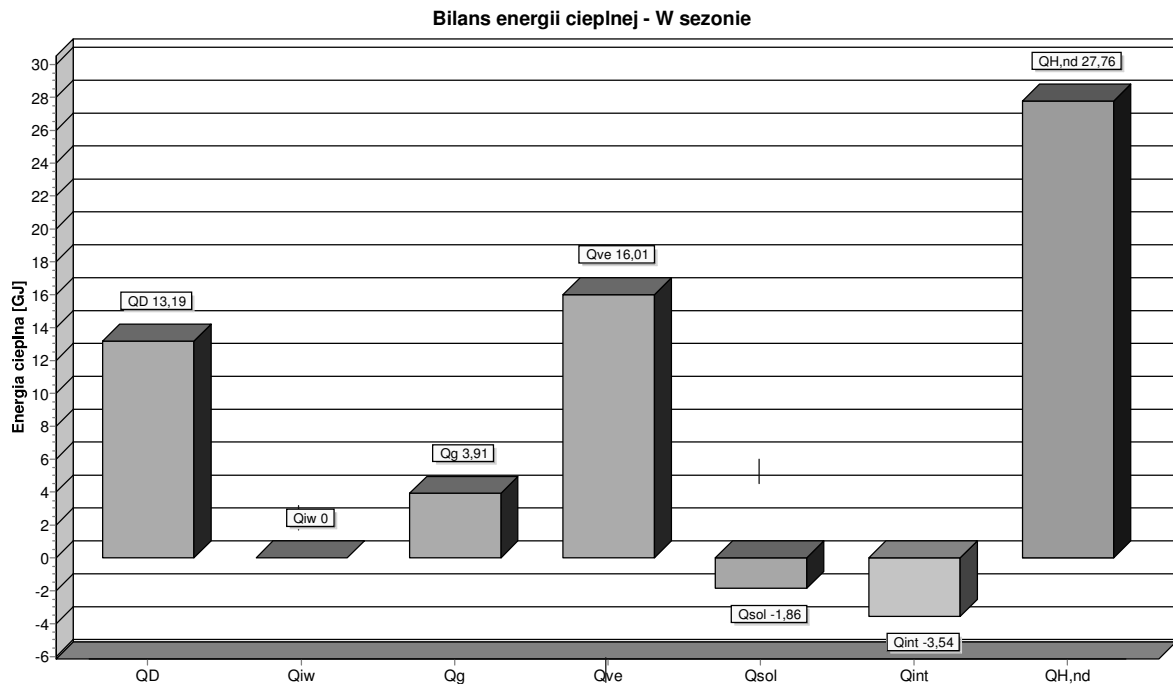
## Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Bilans energetyczny budynku - stan istniejący	
	Lokale mieszkalne w budynku	
Miejscowość:	Gdynia	
Adres:	Władysława IV 54	
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 $A_H$ :	48,4	m²
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :	154,9	m³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie $\Phi_T$ :	1795	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła $\Phi_V$ :	1706	W
Całkowita projektowa strata ciepła $\Phi$ :	3502	W
Nadwyżka mocy cieplnej $\Phi_{RH}$ :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku $\Phi_{HL}$ :	3502	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$ :	72,3	W/m²
Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$ :	22,6	W/m³
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące $V_{infv}$ :	18,6	m³/h
Średnia liczba wymian powietrza n:	0,9	
Dopływające powietrze wentylacyjne $V_v$ :	139,4	m³/h
Średnia temperatura dopływającego powietrza $\theta_v$ :	-16,0	°C
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		

# Wyniki – Ogólne

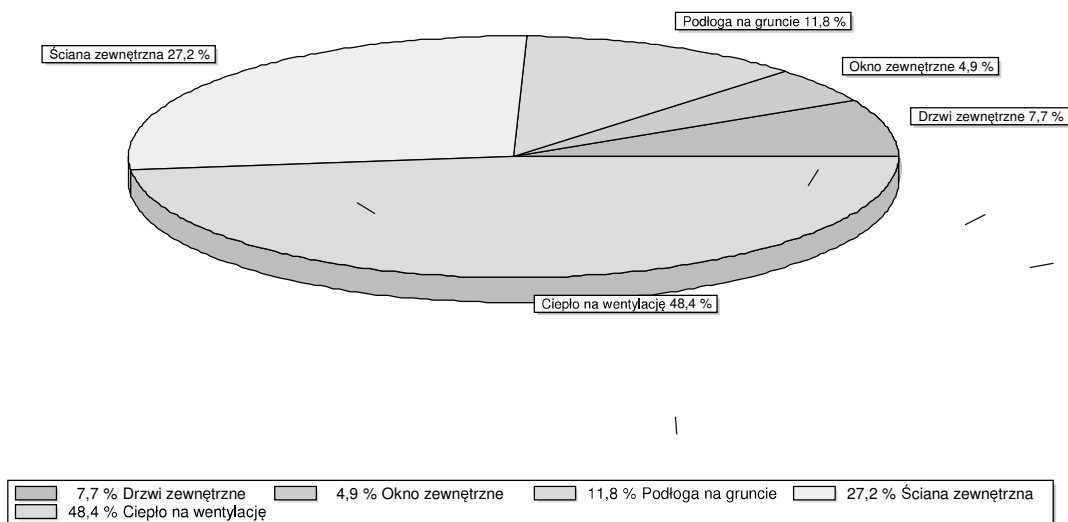
Stacja meteorologiczna:	Gdańsk Port Północny		
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie			
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_v, H$ :	139,4	$m^3/h$	
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H, nd}$ :	27,76	GJ/rok	
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H, nd}$ :	7711	kWh/rok	
Powierzchnia ogrzewana budynku $A_H$ :	48	$m^2$	
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :	154,9	$m^3$	
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EA_H$ :	573,5	MJ/ ( $m^2 \cdot rok$ )	
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EA_H$ :	159,3	kWh/ ( $m^2 \cdot rok$ )	
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EV_H$ :	179,2	MJ/ ( $m^3 \cdot rok$ )	
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EV_H$ :	49,8	kWh/ ( $m^3 \cdot rok$ )	

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



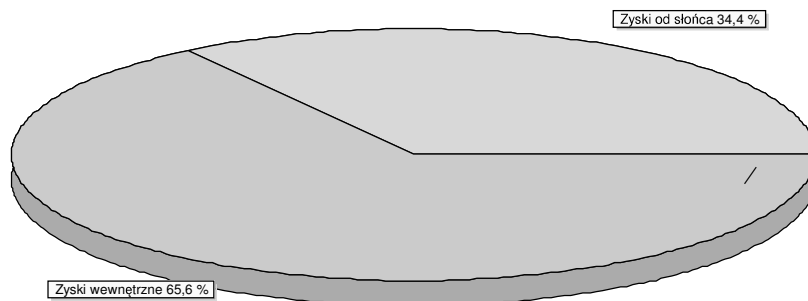
Bil	Miesiąc	$L_{d,m}$ dni	$T_{em,m}$ °C	$Q_D$ GJ/rok	$Q_{iw}$ GJ/rok	$Q_g$ GJ/rok	$Q_{ve}$ GJ/rok	$\eta_{H,gn}$	$Q_{sol}$ GJ/rok	$Q_{int}$ GJ/rok	$Q_{H,nd}$ GJ/rok
■	Styczeń	31	2,0	1,93	0,00	0,57	2,29	1,000	0,10	0,40	4,29
■	Luty	28	1,2	1,82	0,00	0,54	2,39	1,000	0,10	0,36	4,29
■	Marzec	31	3,5	1,77	0,00	0,53	2,10	0,999	0,22	0,40	3,77
■	Kwiecień	30	7,7	1,28	0,00	0,38	1,57	0,994	0,35	0,39	2,49
■	Maj	31	10,7	1,00	0,00	0,30	1,18	0,980	0,46	0,40	1,63
■	Czerwiec	0	15,5	0,47	0,00	0,14	0,57	0,867	0,49	0,39	0,42
■	Lipiec	0	18,7	0,14	0,00	0,04	0,17	0,364	0,53	0,40	0,01
■	Sierpień	0	16,3	0,40	0,00	0,12	0,47	0,837	0,41	0,40	0,30
■	Wrzesień	30	14,5	0,57	0,00	0,17	0,70	0,959	0,27	0,39	0,81
■	Październik	31	8,7	1,21	0,00	0,36	1,44	0,997	0,17	0,40	2,44
■	Listopad	30	4,0	1,66	0,00	0,49	2,04	0,999	0,09	0,39	3,71
■	Grudzień	31	1,9	1,94	0,00	0,58	2,30	1,000	0,09	0,40	4,33
	<b>W sezonie</b>	<b>273</b>	<b>8,8</b>	<b>13,19</b>	<b>0,00</b>	<b>3,91</b>	<b>16,01</b>	<b>0,990</b>	<b>1,86</b>	<b>3,54</b>	<b>27,76</b>

Szczegółowe zestawienie strat energii cieplnej



Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
Drzwi zewnętrzne	2,55	708	7,7
Okno zewnętrzne	1,62	451	4,9
Podłoga na gruncie	3,91	1086	11,8
Ściana zewnętrzna	9,01	2504	27,2
Ciepło na wentylację	16,01	4446	48,4
Razem	33,10	9196	100,0

Szczegółowe zestawienie zysków energii cieplnej



34,4 % Zyski od słońca    65,6 % Zyski wewnętrzne





Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
*Zyski od słońca	1,86	516	34,4
Zyski wewnętrzne	3,54	983	65,6
Σ Razem	5,40	1499	100,0

Wyniki – Zestawienie przegród




Opis	U	A
	W/m <sup>2</sup> ·K	m <sup>2</sup>
Dach pełny nad częścią główną	0,879	
Drzwi zewnętrzne starego typu	3,600	1,89
Drzwi zewnętrzne energooszczędne	1,600	
Okna PCV/aluminiowe do wymiany	2,600	
Okna PCV	1,300	2,74
Podłoga na gruncie	0,415	48,40
Podłoga w piwnicy	0,409	
Stropodach niewentylowany – sale gim.	0,536	
Stropodach wentylowany nad hallem	0,401	
Ściany zewnętrzne w nowej części	0,866	
Ściany zewnętrzne w starej części	1,428	19,17
Ściana zewnętrzna piwnic	1,428	
Ściana zewnętrzna przy gruncie	0,676	



# 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
 D	Dach pełny nad częścią główną				
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0060	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,033
0,1000	Płyty wiórkowo-cementowe - gęstość 600 k	0,150	600	2,090	0,667
0,2700	Strop DMS o gr.27 cm				0,280
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 na zewnątrz $R_e$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					1,138
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,879
 PG	Podłoga w piwnicy				
Rodzaj przegrody: Podłoga w piwnicy, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
Ściana przy podłodze: SG					
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej $Z_{gw}$ : 3,00 m					
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 2,00 m					
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
0,3000	Żwir.	0,900	1800	0,840	0,333
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]:					2,444
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,409
 PGG	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					
0,0300	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
0,3000	Żwir.	0,900	1800	0,840	0,333
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania $R_g$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					1,964
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					2,408
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,415
 SC	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

# Wyniki - Przegrody

D	Opis materiału	λ	ρ	c <sub>p</sub>	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
Opór przejmowania wewnątrz R <sub>i</sub> , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,130
Opór przejmowania na zewnątrz R <sub>e</sub> , [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
 SG	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: 2,10 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 <sub>g</sub> , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,967
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					1,478
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,676
 STR	Stropodach wentylowany nad hallem				
Rodzaj przegrody: Stropodach wentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wilgot					
0,0060	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,033
0,0600	Żelbet.	1,700	2500	0,840	0,035
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]:					0,000
0,0030	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,840	0,003
0,1000	Wełna mineralna	0,050	180		2,000
0,2700	Strop DMS o gr.27 cm				0,280
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
Opór przejmowania wewnątrz R <sub>i</sub> , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,100
Opór przejmowania na zewnątrz R <sub>e</sub> , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,090
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					2,491
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,401
 STR2	Stropodach niewentylowany - sale gim.				
Rodzaj przegrody: Stropodach niewentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wil					
0,0060	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,033
0,0600	Żelbet.	1,700	2500	0,840	0,035
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]:					0,229
0,0600	Wełna mineralna	0,050	180		1,200
0,2700	Strop DMS o gr.27 cm				0,280
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
Opór przejmowania wewnątrz R <sub>i</sub> , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,100
Opór przejmowania na zewnątrz R <sub>e</sub> , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,040

# 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
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					1,867
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,536
■ SZ	Ściany zewnętrzne w starej części				
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 <sub>i</sub> , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,130
Opór przejmowania na zewnątrz R <sub>e</sub> , [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
■ SZ2	Ściany zewnętrzne w nowej części				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0160	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,020
0,3600	Mur z betonu komórkowego na zaprawie cem	0,380	800	0,840	0,947
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
Opór przejmowania wewnątrz R <sub>i</sub> , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,130
Opór przejmowania na zewnątrz R <sub>e</sub> , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					1,155
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,866

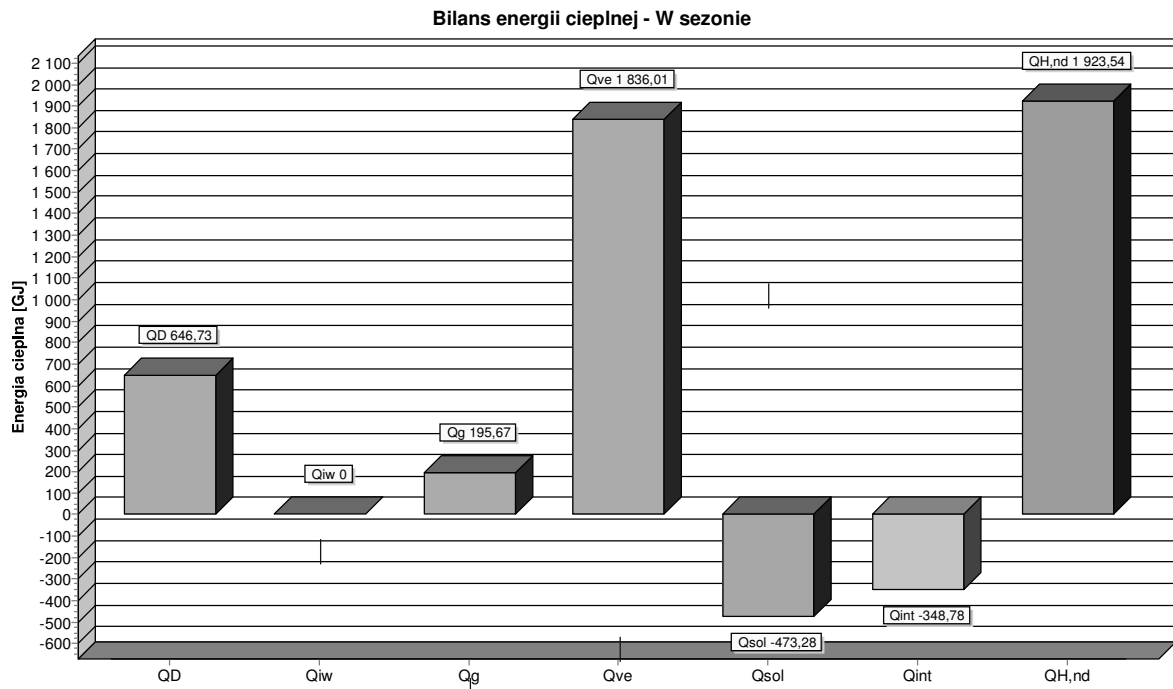
# Załącznik 2

Bilans energetyczny budynku dla  
optymalnego wariantu przedsięwzięcia  
termomodernizacyjnego

## Wyniki - Ogólne

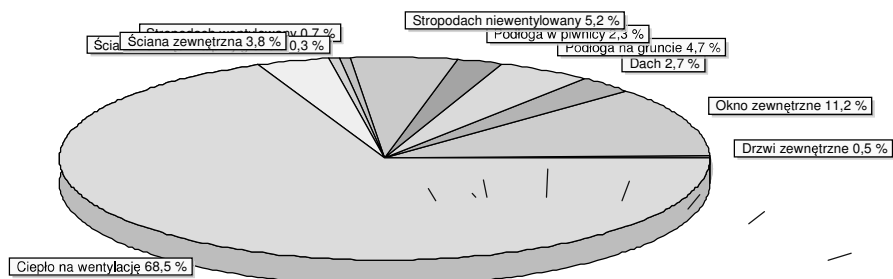
Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Bilans energetyczny budynku - wariant pierwszy	
	Zespół Szkół Sportowych	
Miejscowość:	Gdynia	
Adres:	Władysława IV 54	
Projektant:	Marcin Rosenow	
Plik danych:	C:\Users\hp\Desktop\Robocze\UM Gdynia\ZSSO\Z	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	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 $A_H$ :	4770,0	m <sup>2</sup>
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :	21620,0	m <sup>3</sup>
Projektowa strata ciepła przez przenikanie $\Phi_T$ :	99222	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła $\Phi_V$ :	155990	W
Całkowita projektowa strata ciepła $\Phi$ :	255212	W
Nadwyżka mocy cieplnej $\Phi_{RH}$ :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku $\Phi_{HL}$ :	255212	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 $V_{v,H}$ :	27519,1	m <sup>3</sup> /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :	1923,54	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :	534317	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku $A_H$ :	4770	m <sup>2</sup>
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :	21620,0	m <sup>3</sup>
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EA_H$ :	403,3	MJ/(m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EA_H$ :	112,0	kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EV_H$ :	89,0	MJ/(m <sup>3</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EV_H$ :	24,7	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	97,29	0,00	29,72	270,10	0,998	27,79	39,61	329,83
■	Luty	28	1,2	92,14	0,00	28,18	283,25	0,999	27,25	35,77	340,62
■	Marzec	31	3,5	88,45	0,00	26,94	245,45	0,993	55,62	39,61	266,29
■	Kwiecień	30	7,7	61,63	0,00	18,54	176,43	0,957	85,06	38,33	138,48
■	Maj	31	10,7	46,00	0,00	13,59	127,13	0,841	114,01	39,61	57,52
■	Czerwiec	0	15,5	17,12	0,00	4,55	48,25	0,411	120,82	38,33	4,48
■	Lipiec	0	18,7	4,79	0,00	2,86	13,01	0,124	127,45	39,61	0,03
■	Sierpień	0	16,3	13,64	0,00	3,67	37,03	0,359	103,16	39,61	3,07
■	Wrzesień	30	14,5	22,83	0,00	6,34	64,68	0,681	70,20	38,33	20,00
■	Październik	31	8,7	57,79	0,00	17,30	160,00	0,980	45,90	39,61	151,30
■	Listopad	30	4,0	82,74	0,00	25,17	237,23	0,998	24,15	38,33	282,80
■	Grudzień	31	1,9	97,88	0,00	29,90	271,74	0,999	23,30	39,61	336,71
	W sezonie	273	8,8	646,73	0,00	195,67	1836,01	0,918	473,28	348,78	1923,54

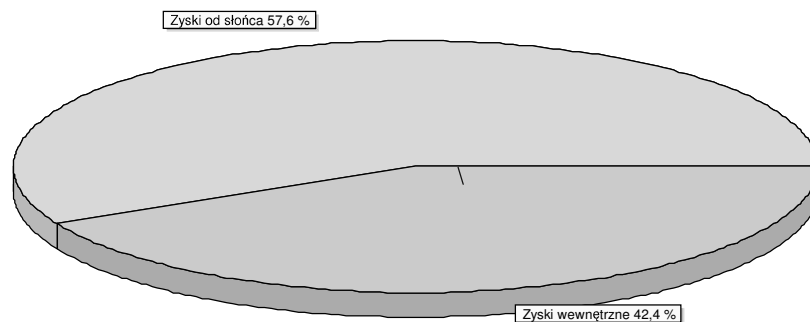
Szczegółowe zestawienie strat energii cieplnej



0,5 % Drzwi zewnętrzne	11,2 % Okno zewnętrzne	2,7 % Dach
4,7 % Podłoga na gruncie	2,3 % Podłoga w piwnicy	5,2 % Stropodach niewentylowany
0,7 % Stropodach wentylowany	0,3 % Ściana zewnętrzna przy gruncie	3,8 % Ściana zewnętrzna
68,5 % Ciepło na wentylację		

Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
Drzwi zewnętrzne	14,50	4027	0,5
Okno zewnętrzne	299,95	83318	11,2
Dach	71,83	19952	2,7
Podłoga na gruncie	125,41	34837	4,7
Podłoga w piwnicy	62,58	17385	2,3
Stropodach niewentylowany	138,91	38587	5,2
Stropodach wentylowany	19,59	5441	0,7
Ściana zewnętrzna przy gruncie	7,68	2132	0,3
Ściana zewnętrzna	101,97	28324	3,8
Ciepło na wentylację	1836,01	510002	68,5
Razem	2678,41	744004	100,0

Szczegółowe zestawienie zysków energii cieplnej



57,6 % Zyski od słońca    42,4 % Zyski wewnętrzne





Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
*Zyski od słońca	473,28	131467	57,6
Zyski wewnętrzne	348,78	96884	42,4
Σ Razem	822,06	228351	100,0






Wyniki – Zestawienie przegród

Opis	U	A
	W/m <sup>2</sup> ·K	m <sup>2</sup>
Dach pełny nad częścią główną	0,144	805,82
Drzwi zewnętrzne starego typu	1,300	20,07
Drzwi zewnętrzne energooszczędne	1,600	6,58
Okna PCV/aluminiowe do wymiany	0,900	277,30
Okna PCV	1,300	437,74
Podłoga na gruncie	0,409	1817,74
Podłoga w piwnicy	0,409	774,59
Stropodach niewentylowany – sale gim.	0,140	1984,86
Stropodach wentylowany nad hallem	0,129	461,50
Ściany zewnętrzne w nowej części	0,199	873,82
Ściany zewnętrzne w starej części	0,192	799,70
Ściana zewnętrzna piwnic	0,192	94,07
Ściana zewnętrzna przy gruncie	0,174	125,88

# 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
 D	Dach pełny nad częścią główną				
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,2200	Styropian EPS 100 038	0,038	100	1,460	5,789
0,0060	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,033
0,1000	Płyty wiórkowo-cementowe - gęstość 600 k	0,150	600	2,090	0,667
0,2700	Strop DMS o gr.27 cm				0,280
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 na zewnątrz $R_e$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					6,928
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,144
 PG	Podłoga w piwnicy				
Rodzaj przegrody: Podłoga w piwnicy, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
Ściana przy podłodze: SG					
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej $Z_{gw}$ : 3,00 m					
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 2,00 m					
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
0,3000	Żwir.	0,900	1800	0,840	0,333
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]:					2,444
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,409
 PGG	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					
0,0300	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
0,3000	Żwir.	0,900	1800	0,840	0,333
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]:					2,444
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,409
 SC	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

# 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
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
 SG	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: 2,10 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]:					1,916
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					5,761
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,174
 STR	Stropodach wentylowany nad hallem				
Rodzaj przegrody: Stropodach wentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wilgot					
0,0060	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,033
0,0600	Żelbet.	1,700	2500	0,840	0,035
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]:					0,000
0,2000	Wełna mineralna	0,038	60	0,750	5,263
0,0030	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,840	0,003
0,1000	Wełna mineralna	0,050	180		2,000
0,2700	Strop DMS o gr.27 cm				0,280
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 na zewnątrz $R_e$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,090
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					7,754
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,129
 STR2	Stropodach niewentylowany - sale gim.				
Rodzaj przegrody: Stropodach niewentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wil					
0,0060	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,033
0,0600	Żelbet.	1,700	2500	0,840	0,035
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]:					0,229
0,2000	Wełna mineralna	0,038	60	0,750	5,263

# 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
0,0600	Wełna mineralna	0,050	180		1,200
0,2700	Strop DMS o gr.27 cm				0,280
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 na zewnątrz $R_e$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					7,130
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,140
SZ		Ściany zewnętrzne w starej części			
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
SZ2		Ściany zewnętrzne w nowej części			
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0160	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,020
0,3600	Mur z betonu komórkowego na zaprawie cem	0,380	800	0,840	0,947
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
0,1200	Styropian PLATINUM PLUS	0,031	30	1,460	3,871
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]:					5,026
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,199

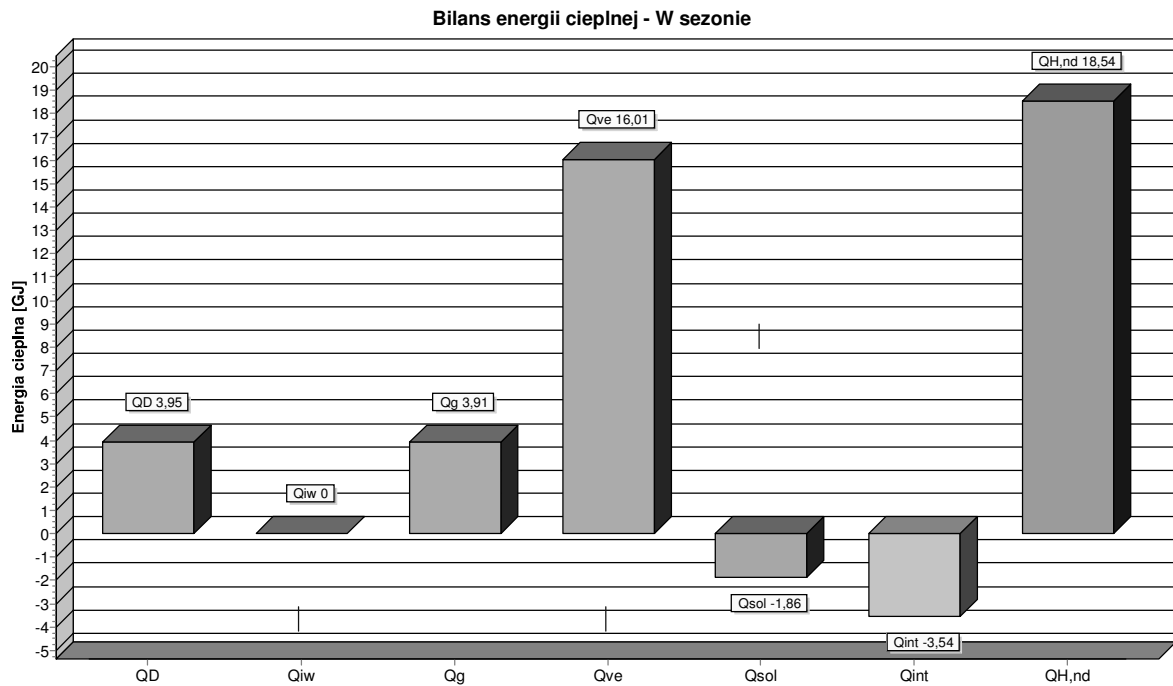
## Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Bilans energetyczny budynku - wariant pierwszy	
	Lokale mieszkalne w budynku	
Miejscowość:	Gdynia	
Adres:	Władysława IV 54	
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 $A_H$ :	48,4	m²
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :	154,9	m³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie $\Phi_T$ :	785	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła $\Phi_V$ :	1706	W
Całkowita projektowa strata ciepła $\Phi$ :	2492	W
Nadwyżka mocy cieplnej $\Phi_{RH}$ :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku $\Phi_{HL}$ :	2492	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$ :	51,5	W/m²
Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$ :	16,1	W/m³
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące $V_{infv}$ :	18,6	m³/h
Średnia liczba wymian powietrza n:	0,9	
Dopływające powietrze wentylacyjne $V_v$ :	139,4	m³/h
Średnia temperatura dopływającego powietrza $\theta_v$ :	-16,0	°C
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		

# Wyniki – Ogólne

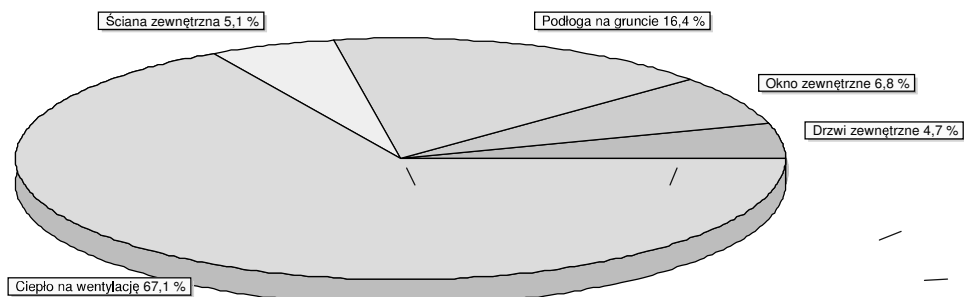
Stacja meteorologiczna:		Gdańsk Port Północny	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie			
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$ :		139,4	m <sup>3</sup> /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :		18,54	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :		5149	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku $A_H$ :		48	m <sup>2</sup>
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :		154,9	m <sup>3</sup>
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EA_H$ :		383,0	MJ/ (m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EA_H$ :		106,4	kWh/ (m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EV_H$ :		119,7	MJ/ (m <sup>3</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EV_H$ :		33,2	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	0,58	0,00	0,57	2,29	1,000	0,10	0,40	2,94
■	Luty	28	1,2	0,55	0,00	0,54	2,39	1,000	0,10	0,36	3,01
■	Marzec	31	3,5	0,53	0,00	0,53	2,10	0,999	0,22	0,40	2,53
■	Kwiecień	30	7,7	0,38	0,00	0,38	1,57	0,995	0,35	0,39	1,59
■	Maj	31	10,7	0,30	0,00	0,30	1,18	0,976	0,46	0,40	0,93
■	Czerwiec	0	15,5	0,14	0,00	0,14	0,57	0,796	0,49	0,39	0,15
■	Lipiec	0	18,7	0,04	0,00	0,04	0,17	0,267	0,53	0,40	0,00
■	Sierpień	0	16,3	0,12	0,00	0,12	0,47	0,749	0,41	0,40	0,10
■	Wrzesień	30	14,5	0,17	0,00	0,17	0,70	0,942	0,27	0,39	0,42
■	Październik	31	8,7	0,36	0,00	0,36	1,44	0,998	0,17	0,40	1,59
■	Listopad	30	4,0	0,50	0,00	0,49	2,04	1,000	0,09	0,39	2,55
■	Grudzień	31	1,9	0,58	0,00	0,58	2,30	1,000	0,09	0,40	2,97
	<b>W sezonie</b>	<b>273</b>	<b>8,8</b>	<b>3,95</b>	<b>0,00</b>	<b>3,91</b>	<b>16,01</b>	<b>0,988</b>	<b>1,86</b>	<b>3,54</b>	<b>18,54</b>

Szczegółowe zestawienie strat energii cieplnej

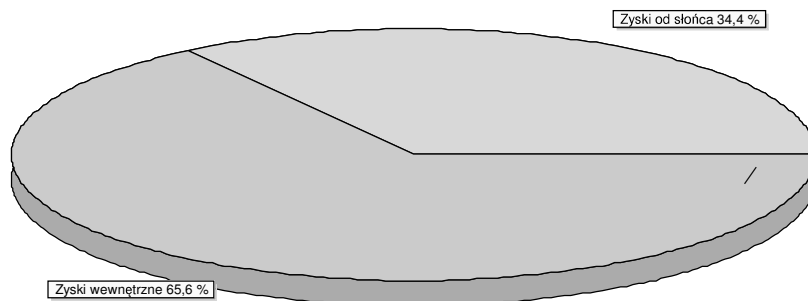


4,7 % Drzwi zewnętrzne	6,8 % Okno zewnętrzne	16,4 % Podłoga na gruncie	5,1 % Ściana zewnętrzna
67,1 % Ciepło na wentylację			

Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
Drzwi zewnętrzne	1,12	311	4,7
Okno zewnętrzne	1,62	451	6,8
Podłoga na gruncie	3,91	1086	16,4
Ściana zewnętrzna	1,21	336	5,1
Ciepło na wentylację	16,01	4446	67,1
Razem	23,87	6631	100,0



Szczegółowe zestawienie zysków energii cieplnej





34,4 % Zyski od słońca 65,6 % Zyski wewnętrzne

Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
*Zyski od słońca	1,86	516	34,4
Zyski wewnętrzne	3,54	983	65,6
Σ Razem	5,40	1499	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 pełny nad częścią główną	0,879		
Drzwi zewnętrzne starego typu	1,300	1,89	1,12
Drzwi zewnętrzne energooszczędne	1,600		
Okna PCV/aluminiowe do wymiany	2,600		
Okna PCV	1,300	2,74	1,62
Podłoga na gruncie	0,409	48,40	3,91
Podłoga w piwnicy	0,409		
Stropodach niewentylowany - sale gim.	0,536		
Stropodach wentylowany nad hallem	0,401		
Ściany zewnętrzne w nowej części	0,866		
Ściany zewnętrzne w starej części	0,192	19,17	1,21
Ściana zewnętrzna piwnic	1,428		
Ściana zewnętrzna przy gruncie	0,676		

# 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
 D	Dach pełny nad częścią główną				
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0060	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,033
0,1000	Płyty wiórkowo-cementowe - gęstość 600 k	0,150	600	2,090	0,667
0,2700	Strop DMS o gr.27 cm				0,280
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 na zewnątrz $R_e$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					1,138
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,879
 PG	Podłoga w piwnicy				
Rodzaj przegrody: Podłoga w piwnicy, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
Ściana przy podłodze: SG					
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej $Z_{gw}$ : 3,00 m					
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 2,00 m					
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
0,3000	Żwir.	0,900	1800	0,840	0,333
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]:					2,444
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,409
 PGG	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					
0,0300	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
0,3000	Żwir.	0,900	1800	0,840	0,333
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]:					2,444
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,409
 SC	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

# 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
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
 SG	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: 2,10 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]:					0,967
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					1,478
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,676
 STR	Stropodach wentylowany nad hallem				
Rodzaj przegrody: Stropodach wentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wilgot					
0,0060	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,033
0,0600	Żelbet.	1,700	2500	0,840	0,035
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]:					0,000
0,0030	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,840	0,003
0,1000	Wełna mineralna	0,050	180		2,000
0,2700	Strop DMS o gr.27 cm				0,280
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 na zewnątrz $R_e$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,090
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					2,491
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,401
 STR2	Stropodach niewentylowany - sale gim.				
Rodzaj przegrody: Stropodach niewentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wil					
0,0060	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,033
0,0600	Żelbet.	1,700	2500	0,840	0,035
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]:					0,229
0,0600	Wełna mineralna	0,050	180		1,200
0,2700	Strop DMS o gr.27 cm				0,280
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 na zewnątrz $R_e$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,040

# 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
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					1,867
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,536
■ SZ	Ściany zewnętrzne w starej części				
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 <sub>i</sub> , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,130
Opór przejmowania na zewnątrz R <sub>e</sub> , [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
■ SZ2	Ściany zewnętrzne w nowej części				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0160	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,020
0,3600	Mur z betonu komórkowego na zaprawie cem	0,380	800	0,840	0,947
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
Opór przejmowania wewnątrz R <sub>i</sub> , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,130
Opór przejmowania na zewnątrz R <sub>e</sub> , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					1,155
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,866