

## Audyt energetyczny budynku użyteczności publicznej

LOKALIZACJA: Zespół Szkół Chłodniczych  
i Elektronicznych  
ul. Sambora 48  
81-201 Gdynia

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

AUTOR: mgr inż. Jarosław Kozub


Jarosław Kozub  
Audyt energetyczny  
KAPE 0188 ZAE 1121

Październik 2015



Neptun EKO  
Jarosław Kozub

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

1. Dane identyfikacyjne budynku											
1.1 Rodzaj budynku:	budynek użyteczności publicznej - Zespół Szkół Chłodniczych i Elektronicznych w Gdyni				1.2 Rok budowy:	1949					
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 budynek:	ul.	Sambora		nr	48	
	ul.	Al. Marszałka Piłsudskiego		nr		52/54		kod:	81-201	mięscowosc:	Gdynia
	kod:	81-382		mięscowosc:		Gdynia		powiat:	M. Gdynia	województwo:	pomorskie
	tel.	-		fax		-					
	Pesel: -										
Nazwa: -				Nr: -							
2. Nazwa, adres i numer regon firmy wykonującej audyt:											
 <b>NEPTUN EKO mgr inż. Jarosław Kozub</b> 84-230 Rumia ul. Słowackiego 3 tel: 607-607-454; tel./fax: (58) 665 11 53 Oddział Rumia ul. Pomorska 1C/1 84-230 Rumia Regon: 220071142											
3. Imię i nazwisko, adres oraz numer pesel audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:											
mgr inż. Jarosław Kozub, 84-230 Rumia ul. Słowackiego 3; 74010803858 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. Miejsowość:	Rumia		data wykonania opracowania:			5 października 2015					
6. Spis treści:											
1	Karta audytu energetycznego								str.	2	
2	Zestawienie danych źródłowych do wykonania audytu.								str.	4	
3	Część pierwsza - dane inwentaryzacyjne, wyznaczenie niezbędnych usprawnień termomodernizacyjnych								str.	5	
4	Inwentaryzacja - dane techniczne budynku								str.	6	
5	Inwentaryzacja - uproszczona dokumentacja techniczna - rysunki								str.	7	
6	Inwentaryzacja - opis techniczny elementów budynku i konstrukcji								str.	8	
7	Charakterystyka energetyczna budynku, opłaty, taryfy								str.	12	
8	Inwentaryzacja systemu grzewczego i instalacji								str.	13	
9	Obliczeniowy strumień powietrza wentylacyjnego								str.	14	
10	Ocena stanu technicznego budynku, wskazanie usprawnień								str.	15	
11	Dane klimatyczne, stopniodni								str.	16	
12	Część druga - analiza ekonomiczne poszczególnych usprawnień								str.	17	
13	Analiza ekonomiczna - ciepła woda użytkowa								str.	26	
14	Analiza ekonomiczna - system ciepły								str.	27	
15	Część trzecia - wybór optymalnego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, analiza ekonomiczna i energetyczna, wnioski								str.	28	
16	Zestawienie wybranych i zoptymalizowanych usprawnień								str.	29	
17	Prezentacja przyjętych wariantów modernizacji								str.	31	
18	Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu								str.	33	
19	Wnioski								str.	34	
20	Załącznik 1 - bilans cieplny stanu obecnego								str.	35	
21	Załącznik 2 - bilans cieplny poszczególnych wariantów								str.	43	

## Budynek w całości

1. Dane ogólne				
1. Konstrukcja / technologia budynku:		tradycyjna, murowana		
2. Liczba kondygnacji:		-	3	
3. Kubatura części ogrzewanej		[m³]	19 513	
4. Powierzchnia netto budynku		[m²]	5 124,00	
5. Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej		[m²]	0,00	
6. Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych		[m²]	5 124,00	
7. Liczba mieszkań		-	0	
8. Liczba osób użytkujących budynek		-	714	
9. Sposób przygotowania ciepłej wody		Centralne zdalaczynne		
10. Rodzaj systemu ogrzewania budynku		Centralne zdalaczynne		
11. Współczynnik kształtu A/V		[1/m]	0,43	
12. Inne dane charakteryzujące budynek		Budynek użyteczności publicznej - szkoła + sala gimnastyczna		
2.	Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne	[W/(m²K)]	stan przed modernizacją	stan po modernizacji
1. Dach sali gimnastycznej			0,67	0,15
2. Drzwi zewnętrzne stalowe			5,50	1,30
3. Drzwi zewnętrzne energooszczędne			1,60	1,60
4. Okna PCV			1,30	1,30
5. Okna drewniane			3,12	0,90
6. Podłoga na gruncie			0,49	0,90
7. Podłoga w piwnicach			0,51	0,51
8. Stropodach			0,83	0,13
9. Ściana zewnętrzna			1,43	0,19
10. Ściana zewnętrzna piwnic			1,45	0,19
11. Ściana zewnętrzna przy gruncie			0,77	0,18
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	nieszczelności stolarki / kanały grawitacyjne, wentylacja mechaniczna z odzyskiem ciepła
3. Strumień powietrza wentylacyjnego		[m³/h]	29 540	29 540
4. Liczba wymian			1,51	1,51

### **Budynek w całości**

5. Charakterystyka energetyczna budynku				
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	[kW]	622,6	368,2
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu	[kW]	37,3	37,3
3.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[GJ/rok]	4 145,5	1 920,3
4.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu	[GJ/rok]	5 664,7	2 181,2
5.	Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u.	[GJ/rok]	287,6	239,7
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie, przeliczone na warunki sezonu standardowego i na przygotowanie c.w.u. (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła)	[GJ/rok]	3 320,0	-
7.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu	[kWh/(m³rok)]	59,1	27,4
8.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu	[kWh/(m³rok)]	80,7	31,1
9.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu	[kWh/(m²rok)]	307,3	118,3
6. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)				
1.a	Cena 1 GJ na ogrzewanie	[zł]	62,55	62,55
1.b	Cena 1 GJ na produkcję c.w.u.	[zł]	62,55	62,55
2.	Opłata 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc	[zł]	10 021,30	10 021,30
3.	Opłata za podgrzanie 1m³ wody użytkowej	[zł]	-	-
4.	Opłata 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie cwu na miesiąc	[zł]	10 021,30	10 021,30
5.	Opłata za ogrzewanie 1m² pow. użytkowej	[zł]	6,98	2,94
6.	Opłata abonamentowa	[zł]	-	-
7.	Opłata stała niezależnie od mocy	[zł]	-	-
7. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego				
Planowana suma kredytu [zł]:		2 962 645,97	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	59,33%
Planowane koszty całkowite [zł]		2 962 645,97	Premia termomodernizacyjna [zł]	474 023,36
Roczna oszczędność kosztów energii [zł]		251 470,22		

## 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 sali gimnastycznej	[m <sup>2</sup> ]	391,6
Drzwi zewnętrzne stalowe	[m <sup>2</sup> ]	11,5
Drzwi zewnętrzne energooszczędne	[m <sup>2</sup> ]	41,0
Okna PCV	[m <sup>2</sup> ]	673,5
Okna drewniane	[m <sup>2</sup> ]	106,2
Podłoga na gruncie	[m <sup>2</sup> ]	1 610,9
Podłoga w piwnicach	[m <sup>2</sup> ]	442,8
Stropodach	[m <sup>2</sup> ]	2 056,3
Ściana zewnętrzna	[m <sup>2</sup> ]	2 872,8
Ściana zewnętrzna piwnic	[m <sup>2</sup> ]	45,7
Ściana zewnętrzna przy gruncie	[m <sup>2</sup> ]	195,7
Wysokości		
Zagłębienie w gruncie	[m]	0-1,3
Najczęstsza wysokość w świetle	[m]	3,45
Wysokość piwnicy w świetle	[m]	3,55
Najczęstsza wysokość brutto	[m]	3,80
Inne dane techniczne		
liczba mieszkań	[szt.]	0
Liczba użytkowników		714
Liczba kondygnacji	[szt.]	3
Liczba klatek schodowych	[szt.]	5
Dane powierzchniowe budynku		
Powierzchnia użytkowa pomieszczeń mieszkalnych	[m <sup>2</sup> ]	0,00
Powierzchnia użytkowa pomieszczeń niemieszkalnych	[m <sup>2</sup> ]	5 124,00
Powierzchnia poddasza ogrzewanego	[m <sup>2</sup> ]	0,0
Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych pozostałych	[m <sup>2</sup> ]	0,0
Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych netto	[m <sup>2</sup> ]	5 124,0
Powierzchnia zabudowy	[m <sup>2</sup> ]	2 332,1
Całkowita powierzchnia brutto	[m <sup>2</sup> ]	8 162,4
Powierzchnia użytkowa	[m <sup>2</sup> ]	5 124,00
Dane kubaturowe budynku		
Kubatura netto ogrzewana	[m <sup>3</sup> ]	19 513
Całkowita kubatura brutto	[m <sup>3</sup> ]	32 420
Współczynnik kształtu A/V [1/m]		0,43







**Opis do uproszczonej dokumentacji technicznej budynku**  
**Zespół Szkół Chłodniczych i Elektronicznych, Gdynia ul. Sambora 48**

<p><b>Dane ogólne, forma architektoniczna</b></p>		<p>Budynek wolnostojący, Wzniesiony w 1963 roku na planie zespołu prostokątów. Obiekt posiada dwie kondygnacje nadziemne w większości podpiwniczony, budynek przykryty dachem płaskim. Obiekt składa się z segmentu dydaktycznego oraz sportowego (sala gimnastyczna). Forma rozczłonkowana.</p>
<p><b>Konstrukcja budynku, technologia wykonania</b></p>		<p>Ściany zewnętrzne murowane - układ konstrukcyjny podłużny. Stropy gęstożebrowe. Stropodach wentylowany. Nad salą gimnastyczną, aulą i pracownią dach płaski nieocieplony.</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. Ozdobne elementy na elewacjach.</p>
<p><b>Stolarka okienna i drzwiowa</b></p>		<p>Stolarka okienna – w większości wymieniona na nową z PVC. Część okien drewnianych. Drzwi zewnętrzne oprócz sali gimnastycznej ALU i PCV, pozostałe stare drzwi o różnym stopniu zużycia.</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>Elewacja zdobiona.</p>

## STAN TECHNICZNY

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



<b>Stolarka drzwiowa zewnętrzna</b>		<p>Stan techniczny drzwi zewnętrznych dobry - na sali gimnastycznej i szczycie skrzydła głównego zły.</p>
<b>Instalacja c.o.</b>		<p>Grzejniki żeliwne w złym stanie technicznym.</p>
<b>Źródło ciepła</b>		<p>Węzeł cieplny w stanie dobrym..</p>
<b>Wentylacja mechaniczna</b>		<p>Wentylacja nawiewno-wyciągowa bez odzysku ciepła na sali gimnastycznej i auli.</p>

Inwentaryzacja - charakterystyka energetyczna budynku		
Moc zamówiona		
Moc zamówiona c.o.	[kW]	550,0
Moc zamówiona c.w.u.	[kW]	17,8
Sumaryczna moc zamówiona dla budynku	[kW]	567,8
Zużycie energii cieplnej za lata poprzednie		
Sumaryczne średnie zużycie ciepła za lata poprzednie (suma zużycia c.o i c.w.u.)	[GJ/a]	3 320,0
Za okres	-	2013-2014
Koszty jednostkowe energii cieplnej na cele c.o. i c.w.u. przed i po modernizacją (taryfa przedsiębiorstwa ciepłowniczego)		
Opłata stała	[PLN/MW*m-c]	10 021,30 zł
Opłata zmienna	[PLN/GJ]	62,55 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 cieplonego będącego własnością dostawcy ciepła. Instalacja c.o. oparta o grzejniki żeliwne i fawier 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	Brak	
Instalacja centralnego ogrzewania budynku		
Zasilanie instalacji	pompowe	
Parametry wody instalacyjnej	[st. C]	85/60
Rodzaj grzejników / usytuowanie	żeliwne i fawier usytuowane pod oknami	
Rodzaj przewodów instalacyjnych	stalowe	
Zawory z głowicami termostatycznymi	brak	
Zawory regulacyjne podpionowe	-	
Dodatkowa izolacja za grzejnikami	-	
Prowadzenie / izolacja pionów	po wierzchu / brak izolacji	
Prowadzenie / izolacja poziomów	po wierzchu / izolacja w złym stanie technicznym	
Sprawności składowe systemu grzewczego przed modernizacją		
Sprawność wytwarzania	-	0,99
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. Nawiew mechaniczny w części gastronomicznej.	
Obliczeniowa ilość powietrza wentylacyjnego	-	29 540
Średni współczynnik c <sub>r</sub> dla budynku	-	1,00
Strumień powietrza wentylacyjnego	-	29 540



### 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]
	Całość budynku	19513,3	1,51	29540
SUMA				29540
Wielkości sumarycznie				
Obliczeniowa ilość powietrza wentylacyjnego			[m <sup>3</sup> /h]	29540
Średni współczynnik korekcyjny ( $c_{r, c_w}$ )			-	1,00
Strumień powietrza wentylacyjnego przed modernizacją			[m <sup>3</sup> /h]	29540

## Stan techniczny budynku, wskazanie przedsięwzięć termomodernizacyjnych

System grzewczy		
Element	Stan techniczny	Proponowane rozwiązanie
Zasilanie budynku	Budynek zasilany w ciepło z węzła cieplnego będącego własnością dostawcy ciepła.	Wymiana instalacji centralnego ogrzewania. Montaż regulacji godzinowo-dobowej. 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.
Poziomy c.o. w piwnicy	Stan techniczny zły	
Urządzenia wykonawcze grzejniki c.o.	Konwektory wodne żeliwne i fawier, zły stan techniczny.	
Element	Stan techniczny	Proponowane rozwiązanie
Ściany zewnętrzne	Ściany zewnętrzne nieocieplone, dostateczny stan techniczny elewacji. Z uwagi na zawilgocenia konieczne wykonanie izolacji przeciwwodnej budynku do poziomu fundamentów.	Przewiduje się docieplenie ścian zewnętrznych kondygnacji nadziemnych i strefy cokołowej styropianem specjalnym o współczynniku przewodzenia ciepła maksymalnie 0,031 W/mK. Metoda BSO  Docieplenie ścian przy gruncie za pomocą styropianu ekstrudowanego o współczynniku przewodzenia ciepła 0,036 W/mK.
Stolarka okienna	Stolarka okienna drewniana w złym stanie technicznym. Pozostała stolarka PCV w stanie dobrym.	Przewiduje się wymianę okien drewnianych w całym budynku na stolarkę energooszczędną PCV o współczynniku przenikania ciepła nie większym niż 0,9 W/m <sup>2</sup> K.
Stolarka drzwiowa	Drzwi zewnętrzne w stanie dobrym oraz złym.	Przewiduje się wymianę drzwi zewnętrznych starego typu na energooszczędne.
Dach / stropodach	Dachy nad całością budynku niedocieplone. Zły stan techniczny pokrycia dachowego.	Przewiduje się docieplenie dachu płaskiego nad częścią sportową i niskim skrzydłem za pomocą styropianu EPS 100 lub wełny mineralnej o współczynniku przewodzenia ciepła nie większym niż 0,038 W/mK. Pokrycie papą termozgrzewalną. Docieplenie stropodachu nad skrzydłem głównym za pomocą wełny mineralnej luzem - metoda pneumatyczna, współczynnik przewodzenia ciepła 0,038 W/mK. Wymiana pokrycia dachowego.
Instalacja c.w.u.		
Element	Stan techniczny	Proponowane rozwiązanie
c.w.u.	Wytwarzanie centralne, zły stan techniczny urządzeń i instalacji.	Wymiana instalacji c.w.u. - wykonanie izolacji porzewodów zasilających i cyrkulacyjnych. Montaż cyrkulacyjnych zaworów termostaticznych oraz urządzeń ograniczających czas pracy cyrkulacji.
Wentylacja		
Element	Stan techniczny	Proponowane rozwiązanie
Wentylacja	Obserwuje się niedobór powietrza wentylacyjnego na sali gimnastycznej i w auli.	Zastosowanie wentylacji wymuszonej na sali gimnastycznej i auli. 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 kondygnacji nadziemnych

### Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	10 021,30	zł/(MW) ×miesiąc
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	62,55	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 stopniociepnych	$S_d =$	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	$A_{sc} =$	2 872,8	m <sup>2</sup>
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego	$W_E =$	23,77	(zł×K)/W×a

### Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

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

Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	DR	$U_m$	$DO_{rU}$	SPBT	Nu
Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 14 cm	344,40 zł/m <sup>2</sup>	4,52	0,192	84 416,79 zł	11,720	989 378,54 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	85 179,12 zł	11,823	1 007 046,02 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	80 114,77 zł	-	918 708,65 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	82 569,36 zł	-	954 043,60 zł
Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący $R = 5,216$ m <sup>2</sup> K/W jest większy od wymaganego wynoszącego $R_{min} = 4,0$ m <sup>2</sup> K/W oraz zgodnego z WT2021 $R_{min}=5,0$ m <sup>2</sup> K/W.						

### Legenda:

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

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

Nu [zł] - Planowane koszty robót

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

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

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

### Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	10 021,30	zł/(MW) ×miesiąc
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	62,55	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	$U =$	1,45	W/(m <sup>2</sup> ×K)
Powierzchnia ścian - powierzchnia zewnętrzna netto po odjęciu otworów okiennych i drzwiowych	$A_{\Sigma c} =$	45,7	m <sup>2</sup>
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego	$W_E =$	23,77	(zł×K)/W×a

### Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się docieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych piwnic (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	1 369,15 zł	13,041	17 855,54 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	1 381,32 zł	13,211	18 248,59 zł
Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 10 cm	356,70 zł/m <sup>2</sup>	3,23	0,256	1 300,40 zł	-	16 283,36 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	1 339,64 zł	-	17 069,45 zł
Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący $R = 5,204$ 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 kondygnacji piwnicznej - ściany przy gruncie.**

Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1MW mocy zamówionej	$O_m = 10\,021,30$	zł/(MW) ×miesiąc
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z = 62,55$	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,	$S_d = 3\,597$	dnień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U = 0,77$	W/(m <sup>2</sup> ×K)
Powierzchnia ścian - powierzchnia zewnętrzna netto po odjęciu otworów okiennych i drzwiowych	$A_{\Sigma c} = 195,7$	m <sup>2</sup>
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego	$W_E = 23,77$	(zł×K)/W×a

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się docieplenie ścian zewnętrznych 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 12 cm. Ceny robót budowlanych określono na podstawie analizy rynku robót budowlanych. Wszystkie ceny zawierają podatek VAT 23 %.

Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	DR	$U_m$	$DO_{rU}$	SPBT	Nu
Docieplenie ścian fundamentowych - styropian ekstrudowany - 12 cm	437,88 zł/m <sup>2</sup>	3,33	0,179	2 758,79 zł	31,067	85 706,25 zł
Docieplenie ścian fundamentowych - styropian ekstrudowany - 14 cm	457,56 zł/m <sup>2</sup>	3,89	0,159	2 851,84 zł	31,404	89 558,22 zł
Docieplenie ścian fundamentowych - styropian ekstrudowany - 15 cm	467,40 zł/m <sup>2</sup>	4,17	0,151	2 889,05 zł	31,666	91 484,20 zł
Docieplenie ścian fundamentowych - styropian ekstrudowany - 10 cm	418,20 zł/m <sup>2</sup>	2,78	0,205	2 637,83 zł	-	81 854,29 zł
Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący $R = 5,587$ 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 - skrzydło wysokie

### Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	10 021,30	zł/(MW) ×miesiąc
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	62,55	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	$U =$	0,83	W/(m <sup>2</sup> ×K)
Powierzchnia stropu/dachu/podłogi poddasza	$A =$	2 056,3	m <sup>2</sup>
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego	$W_E =$	23,77	(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 25 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 stropodachu wentylowanego - wełna mineralna luzem 25 cm	202,95 zł/m <sup>2</sup>	6,58	0,128	34 334,86 zł	12,154	417 320,00 zł
Docieplenie stropodachu wentylowanego - wełna mineralna luzem 30 cm	233,70 zł/m <sup>2</sup>	7,89	0,110	35 243,13 zł	13,635	480 550,30 zł
Docieplenie stropodachu wentylowanego - wełna mineralna luzem 35 cm	264,00 zł/m <sup>2</sup>	9,21	0,096	35 921,87 zł	15,112	542 855,28 zł
Docieplenie stropodachu wentylowanego - wełna mineralna luzem 20 cm	172,20 zł/m <sup>2</sup>	5,26	0,155	33 056,97 zł	-	354 089,69 zł
Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący $R = 7,782$ 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 sportowej i skrzydła niskiego

### Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	10 021,30	zł/(MW) ×miesiąc
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	62,55	zł/GJ
Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{wo} =$	20,0	°C
Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{zo} =$	-16,0	°C
Liczba stopniodni,	$S_d =$	3 597	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U =$	0,67	W/(m <sup>2</sup> ×K)
Powierzchnia stropu/dachu/podłogi poddasza	$A =$	391,6	m <sup>2</sup>
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego	$W_E =$	23,77	(zł×K)/W×a

### Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

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

Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	DR	$U_m$	$DO_{rU}$	SPBT	Nu
Docieplenie dachu płaskiego - styropian EPS 100 lub wełna mineralna - 20 cm	206,64 zł/m <sup>2</sup>	5,26	0,148	4 823,20 zł	16,778	80 922,29 zł
Docieplenie dachu płaskiego - styropian EPS 100 lub wełna mineralna - 25 cm	231,24 zł/m <sup>2</sup>	6,58	0,124	5 047,26 zł	17,942	90 555,90 zł
Docieplenie dachu płaskiego - styropian EPS 100 lub wełna mineralna - 30 cm	256,00 zł/m <sup>2</sup>	7,89	0,106	5 208,57 zł	19,248	100 252,16 zł
Docieplenie dachu płaskiego - styropian EPS 100 lub wełna mineralna - 18 cm	196,80 zł/m <sup>2</sup>	4,74	0,160	4 707,11 zł	-	77 068,85 zł
Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący $R = 6,765$ 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 drewnianej

### Dane ogólne do obliczeń

Oplata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	10 021,30	zł/(MW)×miesiąc]
Oplata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	62,55	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 Polska Norma	$t_{zo} =$	-16,0	°C
Liczba stopniodni,	$S_d =$	3 597	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U =$	3,12	W/(m <sup>2</sup> ×K)
Powierzchnia okien do wymiany	$A =$	106,2	m <sup>2</sup>
Współczynniki przepływu powietrza przez szczeliny okien lub drzwi przed i po termomodernizacji, określone w oparciu o Tabelę 1 z rozporządzenia MI	$a_0 =$	4,00	[m <sup>3</sup> /(m·h·daPa <sup>2/3</sup> )]
	$a_1 =$	0,30	
Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI	$cr_0 =$	1,20	-
Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI	$cm_0 =$	1,20	-
	$cm_1 =$	1,00	-
Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI	$cw =$	1,00	-

	Cena jednostkowa	CR	$U_m$	$DO_{ru}$	SPBT	Nu
Wymiana okien na stolarkę PCV, $U = 0,9$ W/m <sup>2</sup> K	959,40 zł/m <sup>2</sup>	1,00	0,90	5 601,18 zł	18,182	101 840,31 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	4 591,96 zł	21,609	99 229,02 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	3 835,04 zł	25,193	96 617,73 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	3 330,43 zł	28,227	94 006,44 zł

### Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

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

### Legenda:

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

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

Nu [zł] - Planowane koszty robót

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

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

## Wybór optymalnego wariantu wymiany stolarki drzwiowej zewnętrznej

### Dane ogólne do obliczeń

Oplata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	10 021,30	zł/(MW) ×miesiąc]
Oplata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	62,55	zł/GJ
Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{wo} =$	20,0	°C
Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{zo} =$	-16,0	°C
Liczba stopniociepni,	$S_d =$	3 597	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U =$	5,50	W/(m <sup>2</sup> ×K)
Powierzchnia drzwi do wymiany	$A =$	11,5	m <sup>2</sup>
Współczynniki przepływu powietrza przez szczeliny okien lub drzwi przed i po termomodernizacji, określane w oparciu o Tabelę 1 z rozporządzenia MI	$a_0 =$	1,00	[m <sup>3</sup> /(m·h·daPa <sup>2/3</sup> )]
	$a_1 =$	1,00	
Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI	$cr_0 =$	1,00	-
Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI	$cm_0 =$	1,00	-
	$cm_1 =$	1,00	-
Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI	$cw =$	1,00	-

Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	Cr	U <sub>m</sub>	DO <sub>ru</sub>	SPBT	Nu
Wymiana drzwi na stolarkę energooszczędną specjalną ocieploną PUR, U = 1,3 W/m <sup>2</sup> K	2 952,00 zł/m <sup>2</sup>	1,00	1,30	1 150,03 zł	29,571	34 007,04 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	1 040,50 zł	29,960	31 173,12 zł

### Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

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

### Legenda:

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

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

Nu [zł]- Planowane koszty robót

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

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

## Wybór optymalnego wariantu usprawnienia wentylacji mechanicznej

Dane ogólne do obliczeń			
$O_m =$	10 021,30	[zł/(MW × miesiąc)]	Opłata za 1MW mocy zamówionej
$O_z =$	62,55	[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

$DO_{rd}$	SPBT	Rodzaj usprawnienia	Nu
35 752,49	8,092	Zastosowanie wentylacji wymuszonej na sali gimnastycznej i auli. Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik rotacyjny o sprawności znamionowej 85%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze.	289 296,00
28 527,64	9,658	Zastosowanie wentylacji wymuszonej na sali gimnastycznej i auli. Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik krzyżowy o sprawności znamionowej 70%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze.	275 520,00

Wymiennik obrotowy:

krzyżowy:

Oszczędność energii dla wentylacji po modernizacji: 397,03 GJ/a

315,75 GJ/a

Redukcja mocy po modernizacji: 90,81 kW

73 kW



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

## Dane ogólne do obliczeń:

$O_{m0} =$	10 021,30	[zł/(MW × miesiąc)]	Opłata za 1MW mocy zamówionej przed modernizacją
$O_{z0} =$	62,55	[zł/GJ]	Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej przed modernizacją
$O_{m1} =$	10 021,30	[zł/GJ]	Opłata za 1MW mocy zamówionej po modernizacji
$O_{z1} =$	62,55	[zł/GJ]	Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej po modernizacji
$Q_{ocw} =$	287,6	[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]	
$q_{ocw} =$	37,3	[kW]	Zapotrzebowanie na moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego, określone zgodnie z Polską Normą dotyczącą instalacji wodociągowych, wymagania w projektowaniu
$q_{1cw}$		[kW]	
SPBT		[lata]	Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych
$DOR_{cw}$		[zł/a]	Roczna oszczędność kosztów eksploatacyjnych w wyniku uprawnienia termomodernizacyjnego
Ncw		[zł]	Planowane koszty robót

$Q_1$	$q_1$	$DOR_{cw}$	SPBT	Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	Ncw
239,7	37,3	2 998,42	70,147	Wymiana instalacji c.w.u. - wykonanie izolacji przewodów zasilających i cyrkulacyjnych. Montaż cyrkulacyjnych zaworów termostatycznych oraz urządzeń ograniczających czas pracy cyrkulacji.	-	210 330,00 zł
287,6	37,3	0,00	-	Brak modernizacji systemu c.w.u.	0,00 zł	0,00 zł

- optymalne usprawnienie systemu c.w.u.

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

0,80 dm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> *d	Wartość jednostkowego dobowego zapotrzebowania na ciepłą wodę użytkową - szkoła
0,25 dm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> *d	Wartość jednostkowego dobowego zapotrzebowania na ciepłą wodę użytkową - sport
2,50 dm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> *d	Wartość jednostkowego dobowego zapotrzebowania na ciepłą wodę użytkową - gastr
10 st.C	Przyjęta temperatura wody zimnej
55 st.C	Przyjęta temperatura wody podgrzanej
3,79959 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.
50,00 %	Średnia sprawność wytwarzania c.w.u.
287,6 GJ/a	Średnie roczne zapotrzebowanie na ciepło c.w.u. dla budynku
0,380 m <sup>3</sup> /h	Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. dla budynku ( $Q_{\text{zrh}}$ )
1,875 -	Współczynnik nierównomierności rozbioru wody
0,713 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.
37,3 kW	Moc cieplna dla potrzeb c.w.u. bez uwzględnienia akumulacji ( $q_{\text{maxh}}$ )
37,3 kW	Moc cieplna dla potrzeb c.w.u. z uwzględnieniem akumulacji zasobników

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

### Wybór optymalnego wariantu modernizacji systemu grzewczego

**Dane ogólne do obliczeń:**

$O_m =$	10 021,30	[zł/(MW ×miesiąc)]	Opłata za 1MW mocy zamówionej przed modernizacją
$O_{m1} =$	10 021,30	[zł/(MW ×miesiąc)]	Opłata za 1MW mocy zamówionej po modernizacji systemu grzewczego
$O_z =$	62,55	[zł/GJ]	Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej przed modernizacją
$O_{z1} =$	62,55	[zł/GJ]	Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej po modernizacji systemu grzewczego
$Q_{oco} =$	4 145,5	[GJ]	Sezonowe zapotrzebowanie budynku na ciepło przed termomodernizacją, określone zgodnie z Polską Normą
$q_0 =$	622,6	[kW]	Zapotrzebowanie na moc ciepłą budynku
$h_0 =$	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	$N_{co}$
59 788,48	0,84	622,6	0,99	0,96	0,88	1,00	1,00	0,95	Wymiana instalacji centralnego ogrzewania. Montaż regulacji godzinowo-dobowej. Montaż grzejników płytowych wyposażonych w urządzenia do miejscowej regulacji temperatury (zawory termostaticzne lub regulatory strefowe). Pełna automatyka obiegów grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej.	-	10,55	630 990,00 zł
0,00	0,73	622,6	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, USZEREGOWANE 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 na sali gimnastycznej i auli. Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik rotacyjny o sprawności znamionowej 85%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze.	289 296,00	8,09
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.	1 092 940,33	12,34
3	Docieplenie dachu w częściach niskich styropianem EPS 100 lub wełną mineralną 0,038 W/mK - 20 cm. Docieplenie stropodachu w części wysokiej wełną mineralną luzem - współczynnik przewodzenia ciepła 0,038 W/mK - 25 cm, metoda pneumatyczna. Wymiana pokrycia dachowego.	498 242,29	12,72
4	Wymiana okien drewnianych w całym budynku na stolarkę PCV o maksymalnym współczynniku przenikania ciepła 0,9 W/m <sup>2</sup> K. Wymiana drzwi starego typu - stolarka energooszczędna U=1,3 W/m <sup>2</sup> K.	135 847,35	20,12
5	Wymiana instalacji c.w.u. - wykonanie izolacji przewodów zasilających i cyrkulacyjnych. Montaż cyrkulacyjnych zaworów termostatycznych oraz urządzeń ograniczających czas pracy cyrkulacji.	210 330,00	70,15

**RODZAJE USPRAWNIENÍ TERMOMODERNIZACYJNYCH SKŁADAJĄCE SIĘ NA OPTYMALNY 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	-	$h_g =$	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. 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>Wymiana instalacji centralnego ogrzewania. Montaż regulacji godzinowo-dobowej. 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.</p> <p>Zastosowanie wentylacji wymuszonej na sali gimnastycznej i auli. 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.</p> <p>Docieplenie dachu w częściach niskich styropianem EPS 100 lub wełną mineralną 0,038 W/mK - 20 cm. Docieplenie stropodachu w części wysokiej wełną mineralną luzem - współczynnik przewodzenia ciepła 0,038 W/mK - 25 cm, metoda pneumatyczna. Wymiana pokrycia dachowego.</p> <p>Wymiana okien drewnianych w całym budynku na stolarkę PCV o maksymalnym współczynniku przenikania ciepła 0,9 W/m<sup>2</sup>K. Wymiana drzwi starego typu - stolarka energooszczędna U=1,3 W/m<sup>2</sup>K.</p> <p>Wymiana instalacji c.w.u. - wykonanie izolacji porzewodów zasilających i cyrkulacyjnych. Montaż cyrkulacyjnych zaworów termostatycznych oraz urządzeń ograniczających czas pracy cyrkulacji.</p>	368,2	37,3	1920,3	239,7	0,836	2420,9	59,33%	105 000,00
2	<p>Wymiana instalacji centralnego ogrzewania. Montaż regulacji godzinowo-dobowej. 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.</p> <p>Zastosowanie wentylacji wymuszonej na sali gimnastycznej i auli. 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.</p> <p>Docieplenie dachu w częściach niskich styropianem EPS 100 lub wełną mineralną 0,038 W/mK - 20 cm. Docieplenie stropodachu w części wysokiej wełną mineralną luzem - współczynnik przewodzenia ciepła 0,038 W/mK - 25 cm, metoda pneumatyczna. Wymiana pokrycia dachowego.</p> <p>Wymiana okien drewnianych w całym budynku na stolarkę PCV o maksymalnym współczynniku przenikania ciepła 0,9 W/m<sup>2</sup>K. Wymiana drzwi starego typu - stolarka energooszczędna U=1,3 W/m<sup>2</sup>K.</p>	368,2	37,3	1920,3	287,6	0,836	2468,8	58,52%	105 000,00

3	Wymiana instalacji centralnego ogrzewania. Montaż regulacji godzinowo-dobowej. 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.	378,4	37,3	2005,6	287,6	0,836	2565,8	56,89%	105 000,00
	Zastosowanie wentylacji wymuszonej na sali gimnastycznej i auli. 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 cokolowa) - styropian specjalny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK, 14 cm.								
	Docieplenie dachu w częściach niskich styropianem EPS 100 lub wełną mineralną 0,038 W/mK - 20 cm. Docieplenie stropodachu w części wysokiej wełną mineralną luzem - współczynnik przewodzenia ciepła 0,038 W/mK - 25 cm, metoda pneumatyczna. Wymiana pokrycia dachowego.								
4	Wymiana instalacji centralnego ogrzewania. Montaż regulacji godzinowo-dobowej. 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.	439,4	37,3	2501,5	287,6	0,836	3129,1	47,43%	105 000,00
	Zastosowanie wentylacji wymuszonej na sali gimnastycznej i auli. 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 cokolowa) - styropian specjalny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK, 14 cm.								
5	Wymiana instalacji centralnego ogrzewania. Montaż regulacji godzinowo-dobowej. 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.	575,1	37,3	3692,5	287,6	0,836	4481,9	24,70%	105 000,00
	Zastosowanie wentylacji wymuszonej na sali gimnastycznej i auli. Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik rotacyjny o sprawności znamionowej 85%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze.								
6	Wymiana instalacji centralnego ogrzewania. Montaż regulacji godzinowo-dobowej. 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.	622,6	37,3	4145,5	287,6	0,836	4996,4	16,06%	65 000,00

# DOKUMENTACJA WYBORU OPTYMALNEGO 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	2 962 645,97	251 470,22	59,33%	2 962 645,97	592 529,19	474 023,36	502 940,44
					100,00			
2	WARIANT 2	2 752 315,97	248 471,80	58,52%	2 752 315,97	550 463,19	440 370,56	496 943,59
					100,00			
3	WARIANT 3	2 616 468,62	241 174,00	56,89%	2 616 468,62	523 293,72	418 634,98	482 347,99
					100,00			
4	WARIANT 4	2 118 226,33	198 605,84	47,43%	2 118 226,33	423 645,27	338 916,21	397 211,68
					100,00			
5	WARIANT 5	1 025 286,00	97 677,39	24,70%	1 025 286,00	205 057,20	164 045,76	195 354,79
					100,00			
6	WARIANT 6	695 990,00	59 788,48	16,06%	695 990,00	139 198,00	111 358,40	119 576,96
					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 na sali gimnastycznej i auli. 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.

Docieplenie dachu w częściach niskich styropianem EPS 100 lub wełną mineralną 0,038 W/mK - 20 cm. Docieplenie stropodachu w części wysokiej wełną mineralną luzem - współczynnik przewodzenia ciepła 0,038 W/mK - 25 cm, metoda pneumatyczna. Wymiana pokrycia dachowego.

Wymiana okien drewnianych w całym budynku na stolarkę PCV o maksymalnym współczynniku przenikania ciepła 0,9 W/m<sup>2</sup>K. Wymiana drzwi starego typu - stolarka energooszczędna U=1,3 W/m<sup>2</sup>K.

Wymiana instalacji c.w.u. - wykonanie izolacji przewodów zasilających i cyrkulacyjnych. Montaż cyrkulacyjnych zaworów termostatycznych oraz urządzeń ograniczających czas pracy cyrkulacji.

Wymiana instalacji centralnego ogrzewania. Montaż regulacji godzinowo-dobowej. 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.

### UWAGA:

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

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

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

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

mgr inż. Jarosław Kozub

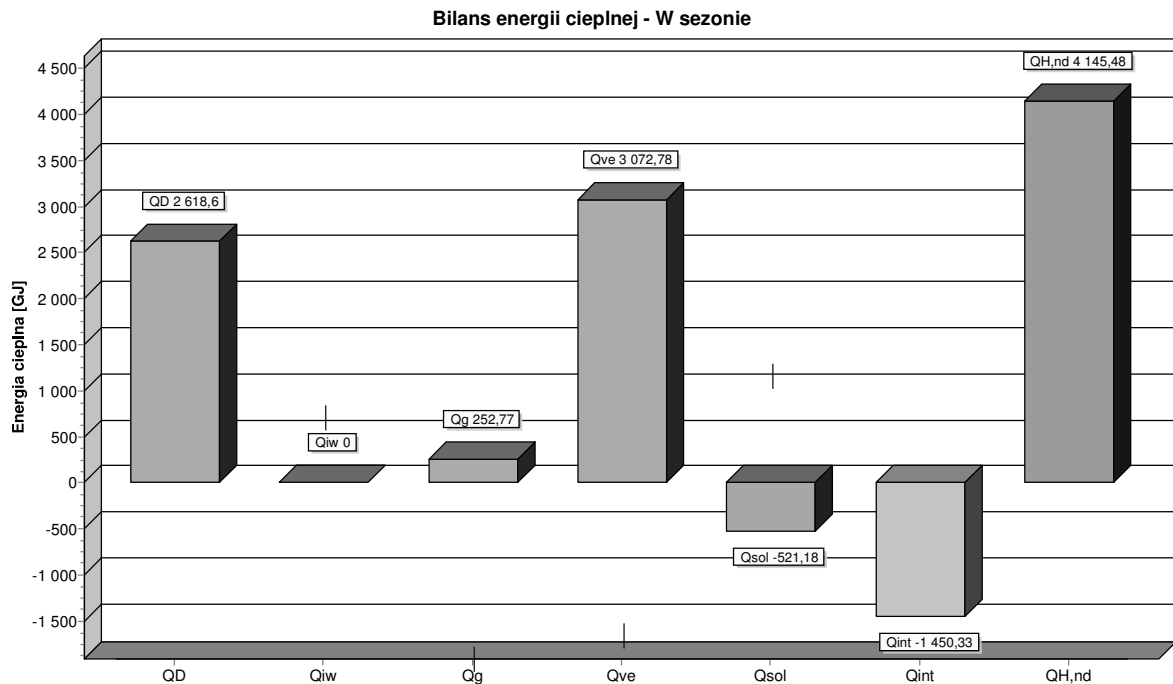
# Załącznik 1

**Bilans energetyczny budynku przed  
modernizacją**

## Wyniki - Ogólne

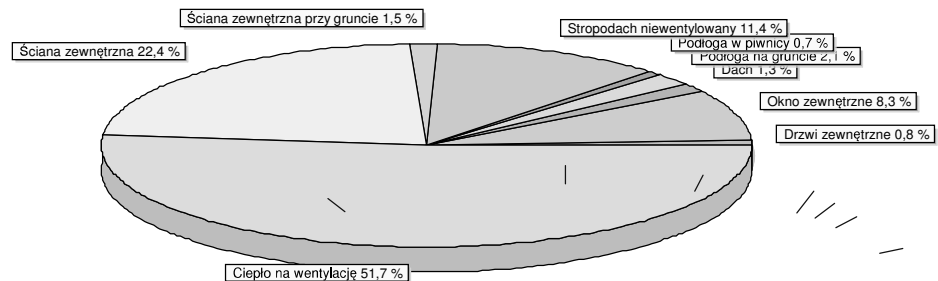
Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Bilans energetyczny budynku - stan obecny	
	Zespół Szkół Chłodniczych w Gdyni	
Miejscowość:	Gdynia	
Adres:	Sambora 48	
Projektant:	Marcin Rosenow	
Plik danych:	C:\Users\hp\Desktop\Robocze\UM Gdynia\ZS Chł	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	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 $A_H$ :	5124,0	m <sup>2</sup>
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :	19513,3	m <sup>3</sup>
Projektowa strata ciepła przez przenikanie $\Phi_T$ :	319852	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła $\Phi_V$ :	302711	W
Całkowita projektowa strata ciepła $\Phi$ :	622563	W
Nadwyżka mocy cieplnej $\Phi_{RH}$ :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku $\Phi_{HL}$ :	622563	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 $V_{v,H}$ :	27936,4	m <sup>3</sup> /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :	4145,48	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :	1151521	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku $A_H$ :	5124	m <sup>2</sup>
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :	19513,3	m <sup>3</sup>
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EA_H$ :	809,0	MJ/(m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EA_H$ :	224,7	kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EV_H$ :	212,4	MJ/(m <sup>3</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EV_H$ :	59,0	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>iw</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	386,35	0,00	37,02	444,21	0,978	31,74	164,69	675,39
■	Luty	28	1,2	364,86	0,00	34,93	464,65	0,982	32,27	148,75	686,72
■	Marzec	31	3,5	353,35	0,00	33,94	405,88	0,965	61,15	164,69	575,21
■	Kwiecień	30	7,7	252,53	0,00	24,48	298,54	0,919	92,98	159,38	343,71
■	Maj	31	10,7	194,94	0,00	19,13	221,88	0,838	120,83	164,69	196,56
■	Czerwiec	0	15,5	86,46	0,00	8,96	99,21	0,559	124,90	159,38	35,63
■	Lipiec	0	18,7	25,46	0,00	2,67	28,09	0,186	133,42	164,69	0,88
■	Sierpień	0	16,3	72,46	0,00	7,61	79,95	0,497	109,57	164,69	23,63
■	Wrzesień	30	14,5	107,75	0,00	10,95	124,77	0,717	75,59	159,38	75,01
■	Październik	31	8,7	238,95	0,00	23,24	272,99	0,928	55,10	164,69	331,15
■	Listopad	30	4,0	331,31	0,00	31,85	393,10	0,974	27,65	159,38	574,08
■	Grudzień	31	1,9	388,55	0,00	37,23	446,76	0,981	23,88	164,69	687,64
	W sezonie	273	8,8	2618,60	0,00	252,77	3072,78	0,912	521,18	1450,33	4145,48

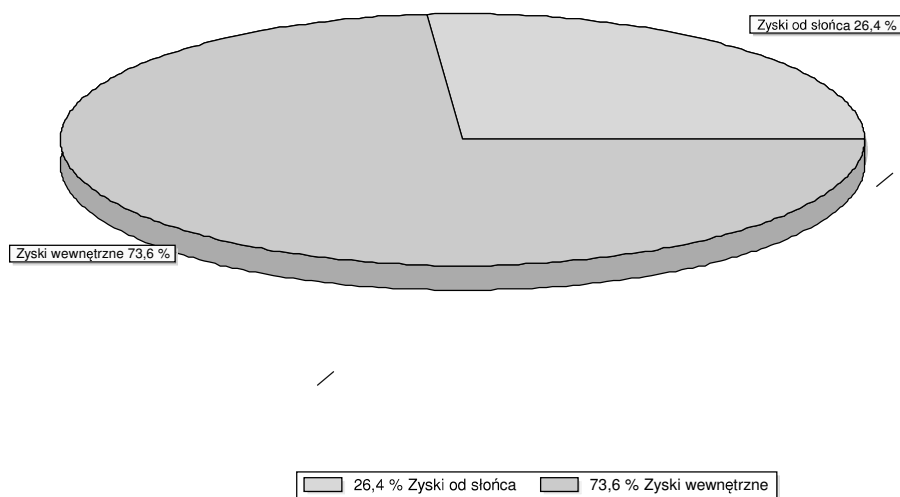
Szczegółowe zestawienie strat energii cieplnej



0,8 % Drzwi zewnętrzne	8,3 % Okno zewnętrzne	1,3 % Dach
2,1 % Podłoga na gruncie	0,7 % Podłoga w piwnicy	11,4 % Stropodach niewentylowany
1,5 % Ściana zewnętrzna przy gruncie	22,4 % Ściana zewnętrzna	51,7 % Ciepło na wentylację

Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
Drzwi zewnętrzne	44,87	12463	0,8
Okno zewnętrzne	491,05	136404	8,3
Dach	75,07	20854	1,3
Podłoga na gruncie	122,08	33911	2,1
Podłoga w piwnicy	40,24	11179	0,7
Stropodach niewentylowany	678,08	188355	11,4
Ściana zewnętrzna przy gruncie	90,45	25125	1,5
Ściana zewnętrzna	1329,52	369311	22,4
Ciepło na wentylację	3072,78	853550	51,7
Razem	5944,15	1651152	100,0

Szczegółowe zestawienie zysków energii cieplnej



Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
*Zyski od słońca	521,18	144772	26,4
Zyski wewnętrzne	1450,33	402869	73,6
Σ Razem	1971,51	547641	100,0



---

**Wyniki – Zestawienie przegród**

---




Opis	U	A
	W/m <sup>2</sup> ·K	m <sup>2</sup>
Dach sali gimnastycznej	0,666	391,61
Drzwi zewnętrzne stalowe	5,500	11,52
Drzwi zewnętrzne energooszczędne	1,600	40,98
Okna PCV	1,300	673,50
Okna drewniane	3,120	106,15
Podłoga na gruncie	0,487	1610,87
Podłoga w piwnicach	0,505	442,81
Stropodach	0,831	2056,27
Ściana zewnętrzna	1,428	2872,76
Ściana zewnętrzna piwnic	1,454	45,65
Ściana zewnętrzna przy gruncie	0,772	195,73

# 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
 DSG	Dach sali gimnastycznej				
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0060	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,033
0,0500	Styropian ułożony szczelnie.	0,040	30	1,460	1,250
0,1000	Żelbet.	1,700	2500	0,840	0,059
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]:					1,500
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,666
 PG	Podłoga w piwnicach				
Rodzaj przegrody: Podłoga w piwnicy, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
Ściana przy podłodze: SG					
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej $Z_{gw}$ : 5,00 m					
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 1,50 m					
0,0500	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,840	0,050
0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,028
0,1000	Podkład z betonu chudego.	1,050	1900	0,840	0,095
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania $R_g$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					1,807
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					1,980
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,505
 PG2	Podłoga na gruncie				
Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
Ściana przy podłodze: SZ					
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej $Z_{gw}$ : 8,70 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					
0,0050	PCW.	0,200	1300	1,260	0,025
0,1000	Podkład z betonu pod posadzkę.	1,400	2200	0,840	0,071
0,0060	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,033
0,1500	Podkład z betonu chudego.	1,050	1900	0,840	0,143
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]:					1,446
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					2,052
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,487
 SC	Ściana zewnętrzna piwnic				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,012
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
0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,012
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]:					0,688
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					1,454
 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: 1,50 m					
0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,012
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]:					0,790
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					1,296
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,772
 STR	Stropodach				
Rodzaj przegrody: Stropodach niewentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wil					
0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,028
0,1000	Płyta panwiowa	1,000	2200		0,100
Opór warstwy powietrznej stropodachu o śr. wys. H = 1 m, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,160
Suma oporów ciepła połąci dachowej i war. powietrza, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,288
0,1500	Żużel wielkopieczowy granulatu lub keramzy	0,260	900	0,750	0,577
0,2400	Strop z płyty żerańskiej o gr. 24 cm.		1251	0,922	0,180
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]:					1,203
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,831
 SZ	Ściana zewnętrzna				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
0,3800	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,494
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
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

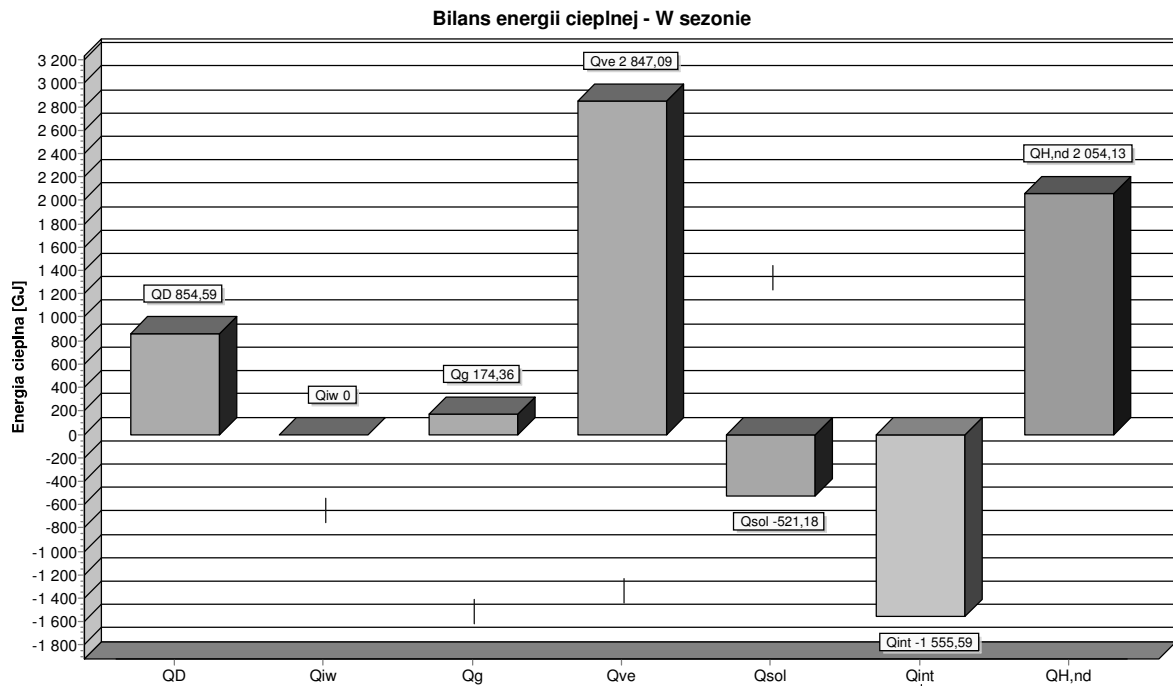
# Załącznik 2

Bilans energetyczny budynku dla  
optymalnego wariantu przedsięwzięcia  
termomodernizacyjnego

## Wyniki - Ogólne

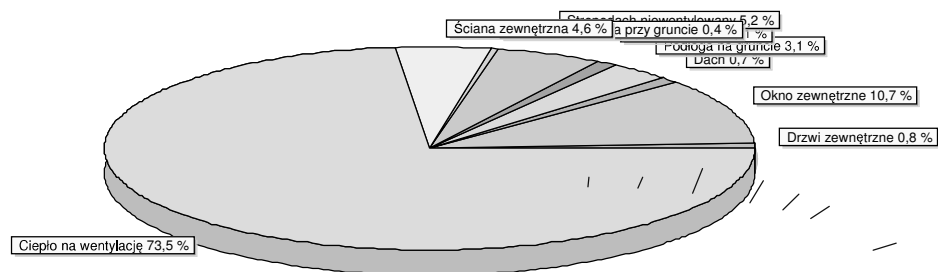
Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Bilans energetyczny budynku - wariant pierwszy	
	Zespół Szkół Chłodniczych w Gdyni	
Miejscowość:	Gdynia	
Adres:	Sambora 48	
Projektant:	Marcin Rosenow	
Plik danych:	C:\Users\hp\Desktop\Robocze\UM Gdynia\ZS Chł	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	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 $A_H$ :	5495,9	m <sup>2</sup>
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :	20796,3	m <sup>3</sup>
Projektowa strata ciepła przez przenikanie $\Phi_T$ :	112882	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła $\Phi_V$ :	283724	W
Całkowita projektowa strata ciepła $\Phi$ :	396606	W
Nadwyżka mocy cieplnej $\Phi_{RH}$ :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku $\Phi_{HL}$ :	396606	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 $V_{v,H}$ :	29916,5	m <sup>3</sup> /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :	2054,13	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :	570592	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku $A_H$ :	5496	m <sup>2</sup>
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :	20796,3	m <sup>3</sup>
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EA_H$ :	373,8	MJ/(m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EA_H$ :	103,8	kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EV_H$ :	98,8	MJ/(m <sup>3</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EV_H$ :	27,4	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>iw</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	125,80	0,00	25,54	409,00	0,976	31,74	176,64	356,86
■	Luty	28	1,2	118,80	0,00	24,09	427,52	0,982	32,27	159,55	381,99
■	Marzec	31	3,5	115,07	0,00	23,41	374,27	0,957	61,15	176,64	285,15
■	Kwiecień	30	7,7	82,27	0,00	16,89	277,01	0,883	92,98	170,94	143,12
■	Maj	31	10,7	63,84	0,00	13,20	208,28	0,752	120,83	176,64	61,63
■	Czerwiec	0	15,5	29,89	0,00	6,18	100,75	0,443	124,90	170,94	5,89
■	Lipiec	0	18,7	8,92	0,00	1,84	29,10	0,128	133,42	176,64	0,04
■	Sierpień	0	16,3	25,40	0,00	5,25	82,83	0,385	109,57	176,64	3,22
■	Wrzesień	30	14,5	36,53	0,00	7,55	123,15	0,604	75,59	170,94	18,23
■	Październik	31	8,7	77,86	0,00	16,03	253,86	0,896	55,10	176,64	140,20
■	Listopad	30	4,0	107,89	0,00	21,97	362,69	0,971	27,65	170,94	299,80
■	Grudzień	31	1,9	126,52	0,00	25,68	411,31	0,979	23,88	176,64	367,15
	W sezonie	273	8,8	854,59	0,00	174,36	2847,09	0,877	521,18	1555,59	2054,13

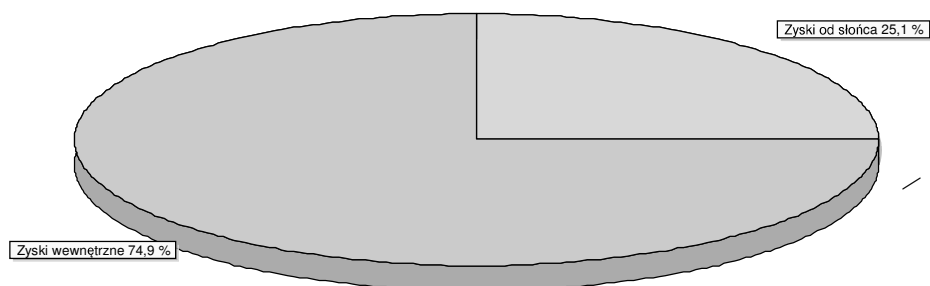
Szczegółowe zestawienie strat energii cieplnej



0,8 % Drzwi zewnętrzne	10,7 % Okno zewnętrzne	0,7 % Dach
3,1 % Podłoga na gruncie	1 % Podłoga w piwnicy	5,2 % Stropodach niewentylowany
0,4 % Ściana zewnętrzna przy gruncie	4,6 % Ściana zewnętrzna	73,5 % Ciepło na wentylację

Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
Drzwi zewnętrzne	31,28	8689	0,8
Okno zewnętrzne	414,04	115011	10,7
Dach	28,07	7798	0,7
Podłoga na gruncie	119,83	33287	3,1
Podłoga w piwnicy	39,23	10897	1,0
Stropodach niewentylowany	202,44	56233	5,2
Ściana zewnętrzna przy gruncie	15,30	4249	0,4
Ściana zewnętrzna	178,75	49654	4,6
Ciepło na wentylację	2847,09	790857	73,5
Razem	3876,03	1076675	100,0

Szczegółowe zestawienie zysków energii cieplnej







25,1 % Zyski od słońca 74,9 % Zyski wewnętrzne

Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
*Zyski od słońca	521,18	144772	25,1
Zyski wewnętrzne	1555,59	432110	74,9
Σ Razem	2076,77	576881	100,0

Wyniki - Zestawienie przegród




Opis	U	A
	W/m <sup>2</sup> ·K	m <sup>2</sup>
Dach sali gimnastycznej i części niższej	0,148	391,61
Drzwi zewnętrzne stalowe	1,300	11,52
Drzwi zewnętrzne energooszczędne	1,600	40,98
Okna PCV	1,300	673,50
Okna drewniane	0,900	106,15
Podłoga na gruncie	0,470	1581,26
Podłoga w piwnicach	0,489	431,64
Stropodach	0,129	2056,27
Ściana zewnętrzna	0,192	2872,76
Ściana zewnętrzna piwnic	0,192	45,65
Ściana zewnętrzna przy gruncie	0,179	195,73

# 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
 DSG	Dach sali gimnastycznej i części niższej				
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,2000	Styropian EPS 100 038	0,038	100	1,460	5,263
0,0060	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,033
0,0500	Styropian ułożony szczelnie.	0,040	30	1,460	1,250
0,1000	Żelbet.	1,700	2500	0,840	0,059
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]:					6,764
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,148
 PG	Podłoga w piwnicach				
Rodzaj przegrody: Podłoga w piwnicy, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
Ściana przy podłodze: SG					
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej $Z_{gw}$ : 5,00 m					
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu $Z$ : 1,50 m					
0,0500	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,840	0,050
0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,028
0,1000	Podkład z betonu chudego.	1,050	1900	0,840	0,095
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania $R_g$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					1,871
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					2,044
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,489
 PG2	Podłoga na gruncie				
Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
Ściana przy podłodze: SZ					
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej $Z_{gw}$ : 8,70 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					
0,0050	PCW.	0,200	1300	1,260	0,025
0,1000	Podkład z betonu pod posadzkę.	1,400	2200	0,840	0,071
0,0060	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,033
0,1500	Podkład z betonu chudego.	1,050	1900	0,840	0,143
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]:					1,520
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					2,126
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,470
 SC	Ściana zewnętrzna piwnic				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,012



# 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
0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,012
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]:					5,204
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: 1,50 m					
0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,012
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]:					1,747
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					5,586
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,179
 STR	Stropodach				
Rodzaj przegrody: Stropodach niewentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wil					
0,2500	Styropian EPS 100 038	0,038	100	1,460	6,579
0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,028
0,1000	Płyta panwiowa	1,000	2200		0,100
Opór warstwy powietrznej stropodachu o śr. wys. H = 1 m, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,160
Suma oporów ciepła połąci dachowej i war. powietrza, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					6,867
0,1500	Żużel wielkopieczowy granulat lub keramzy	0,260	900	0,750	0,577
0,2400	Strop z płyty żerańskiej o gr. 24 cm.		1251	0,922	0,180
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]:					7,782
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,129
 SZ	Ściana zewnętrzna				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
0,3800	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,494
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
0,1400	Styropian PLATINUM PLUS	0,031	30	1,460	4,516
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,130
Opór przejmowania na zewnątrz $R_e$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,040

### 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]:					5,216
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,192