

## Audyt energetyczny budynku użyteczności publicznej

LOKALIZACJA: Szkoła Podstawowa nr 33  
ul. Godebskiego 8  
81-134 Gdynia

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

AUTOR: mgr inż. Jarosław Kozub




Neptun EKO  
Jarosław Kozub

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



Jarosław Kozub  
Audytor energetyczny  
KAPE 0188 / ZAE 1121

Październik 2015

1. Dane identyfikacyjne budynku									
1.1 Rodzaj budynku:	budynek użyteczności publicznej - Szkoła Podstawowa nr 33 im. Obrońców Kępy Oksywskiej w Gdyni				1.2 Rok budowy:	1964			
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.	Godebskiego	nr	8
	ul.	Al. Marszałka Piłsudskiego	nr	52/54		kod:	81-134	miejscowość:	Gdynia
	kod:	81-382	miejscowość:	Gdynia					
	tel.	-	fax	-					
	Powiat:		M. Gdynia						
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 <small>autoryzacja Krajowej Agencji Poszanowania Energii nr 0188, członek Stowarzyszenia Audytorów Energetycznych nr 1121</small>									
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska i zakresy prac, posiadane kwalifikacje:									
Lp.	Imię i nazwisko:		Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego:			Posiadane kwalifikacje (w tym ew. uprawnienia)			
1	Anna Sychowska		dokumentacja techniczna, inwentaryzacje						
2	Marcin Rosenow		bilans energetyczny budynku						
3	-		-						
4	-		-						
5. Miejscowość:	Rumia		data wykonania opracowania:			21 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		
22	Załącznik 3 - zestawienie stolarki PCV do wymiany					str.	51		

## Budynek w całości

1. Dane ogólne				
1. Konstrukcja / technologia budynku:		tradycyjna, murowana		
2. Liczba kondygnacji:		-	3	
3. Kubatura części ogrzewanej		[m³]	11 128	
4. Powierzchnia netto budynku		[m²]	3 339,00	
5. Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej		[m²]	0,00	
6. Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych		[m²]	3 339,00	
7. Liczba mieszkań		-	0	
8. Liczba osób użytkujących budynek		-	735	
9. Sposób przygotowania ciepłej wody		Centralne zdalaczynne		
10. Rodzaj systemu ogrzewania budynku		Centralne zdalaczynne		
11. Współczynnik kształtu A/V		[1/m]	0,55	
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. Stropodach			0,95	0,13
2. Dach hali sportowej			0,56	0,14
3. Drzwi zewnętrzne energooszczędne			1,60	1,60
4. Okna PCV do wymiany			2,00	0,90
5. Okna PCV			1,30	1,30
6. Okna drewniane			3,12	0,90
7. Podłoga w sali gimnastycznej			0,45	0,45
8. Podłoga w piwnicach			0,53	0,53
9. Ściana zewnętrzna			1,43	0,19
10. Ściana zewnętrzna piwnic			1,45	0,19
11. Ściana zewnętrzna przy gruncie			0,84	0,19
3. Sprawności składowe systemu grzewczego				
1. Sprawność wytwarzania			1,00	1,00
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 w bloku żywieniowym	nieszczelności stolarki / kanały grawitacyjne, wentylacja mechaniczna z odzyskiem ciepła
3. Strumień powietrza wentylacyjnego		[m³/h]	21 094	21 094
4. Liczba wymian			1,90	1,90

### **Budynek w całości**

<b>5. Charakterystyka energetyczna budynku</b>			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	[kW]	454,8
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu	[kW]	28,4
3.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[GJ/rok]	3 120,9
4.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu	[GJ/rok]	4 222,0
5.	Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u.	[GJ/rok]	220,2
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]	2 130,0
7.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu	[kWh/(m³rok)]	78,0
8.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu	[kWh/(m³rok)]	105,5
9.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu	[kWh/(m²rok)]	351,5
<b>6. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)</b>			
1.a	Cena 1 GJ na ogrzewanie	[zł]	61,98
1.b	Cena 1 GJ na produkcję c.w.u.	[zł]	61,98
2.	Opłata 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc	[zł]	11 311,03
3.	Opłata za podgrzanie 1m³ wody użytkowej	[zł]	-
4.	Opłata 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie cwu na miesiąc	[zł]	11 311,03
5.	Opłata za ogrzewanie 1m² pow. użytkowej	[zł]	8,07
6.	Opłata abonamentowa	[zł]	-
7.	Opłata stała niezależnie od mocy	[zł]	-
<b>7. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego</b>			
Planowana suma kredytu [zł]:	1 958 952,55	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	53,85%
Planowane koszty całkowite [zł]	1 958 952,55	Premia termomodernizacyjna [zł]	313 432,41
Roczna oszczędność kosztów energii [zł]	170 025,90		

## 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 27 lutego 2015 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 ogrzewcze 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.
11. Dokumentacja techniczna przekazana przez Inwestora oraz faktury zakupu energii cieplnej.

### Podstawowe wytyczne inwestora, ustalenia

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

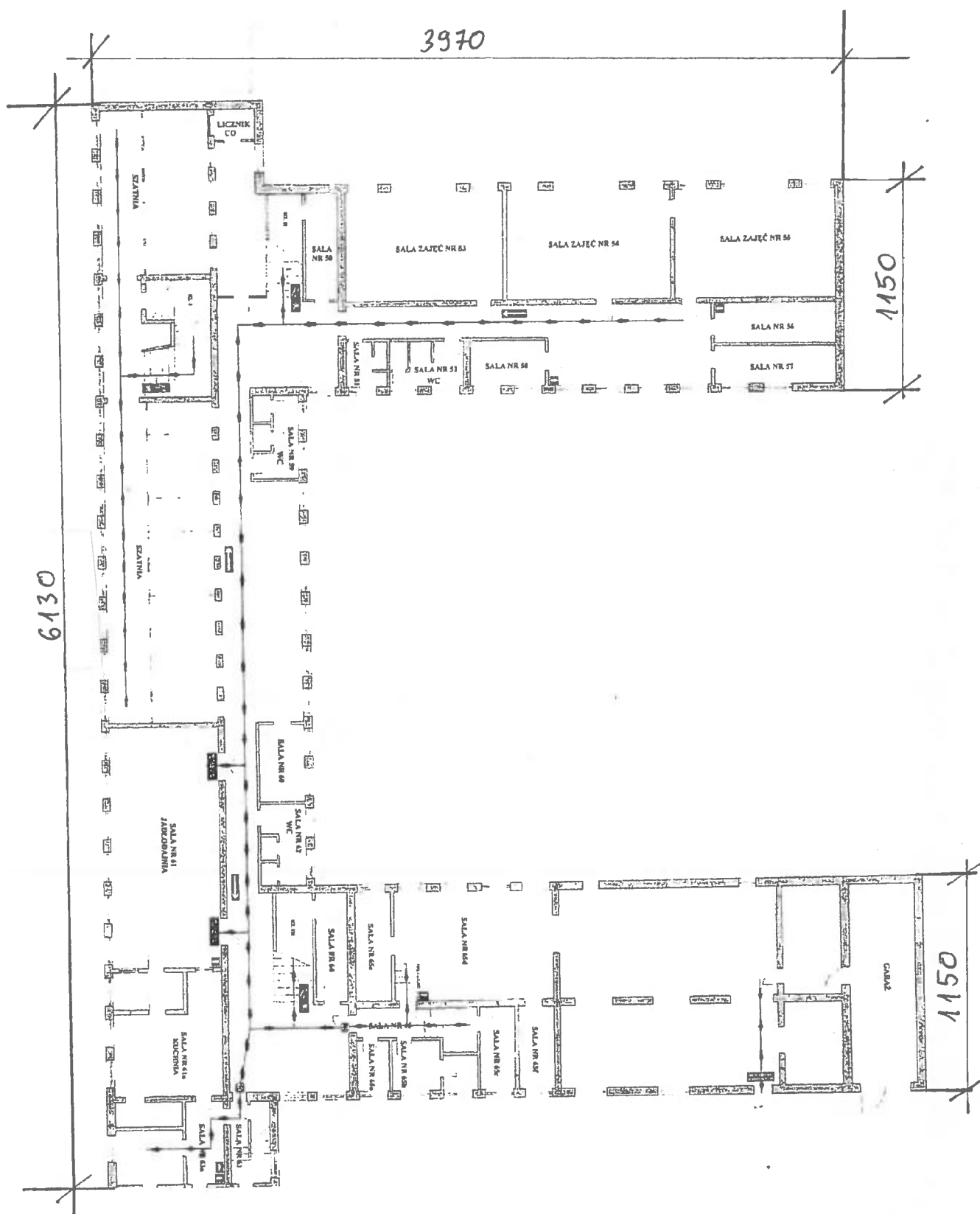
Wysokość środków własnych, jaką inwestor może przeznaczyć na zadanie termomodernizacyjne wynosi 0 zł.

# Część pierwsza

Dane inwentaryzacyjne, wyznaczenie  
niezbędnych usprawnień  
termomodernizacyjnych





## Inwentaryzacja - dane techniczne budynku

Powierzchnia przegród zewnętrznych według rodzaju		
Stropodach	[m <sup>2</sup> ]	1 474,4
Dach hali sportowej	[m <sup>2</sup> ]	202,1
Drzwi zewnętrzne energooszczędne	[m <sup>2</sup> ]	25,7
Okna PCV do wymiany	[m <sup>2</sup> ]	4,9
Okna PCV	[m <sup>2</sup> ]	868,8
Okna drewniane	[m <sup>2</sup> ]	17,1
Podłoga w sali gimnastycznej	[m <sup>2</sup> ]	297,6
Podłoga w piwnicach	[m <sup>2</sup> ]	1 212,6
Ściana zewnętrzna	[m <sup>2</sup> ]	1 373,0
Ściana zewnętrzna piwnic	[m <sup>2</sup> ]	319,7
Ściana zewnętrzna przy gruncie	[m <sup>2</sup> ]	283,6
Wysokości		
Zagłębienie w gruncie	[m]	1,00
Najczęstsza wysokość w świetle	[m]	3,15
Wysokość piwnicy w świetle	[m]	2,10
Najczęstsza wysokość brutto	[m]	3,50
Inne dane techniczne		
liczba mieszkań	[szt.]	0
Liczba użytkowników		735
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> ]	3 339,00
Powierzchnia poddasza ogrzewanego	[m <sup>2</sup> ]	0,0
Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych pozostałych	[m <sup>2</sup> ]	0,0
Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych netto	[m <sup>2</sup> ]	3 339,0
Powierzchnia zabudowy	[m <sup>2</sup> ]	1 745,0
Całkowita powierzchnia brutto	[m <sup>2</sup> ]	5 235,0
Powierzchnia użytkowa	[m <sup>2</sup> ]	3 339,00
Dane kubaturowe budynku		
Kubatura netto ogrzewana	[m <sup>3</sup> ]	11 128
Całkowita kubatura brutto	[m <sup>3</sup> ]	15 416
Współczynnik kształtu A/V [1/m]		0,55





**Opis do uproszczonej dokumentacji technicznej budynku  
Szkola Podstawowa nr 33, Gdynia ul. Godebskiego 6**

<p><b>Dane ogólne, forma architektoniczna</b></p>		<p>Budynek wolnostojący, Wzniesiony w 1964 roku na planie zespołu prostokątów. Obiekt posiada dwie kondygnacje nadziemne w większości podpiwniczony – piwnice ogrzewane, 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 niewentylowany. Nad salą gimnastyczną 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.</p>
<p><b>Stolarka okienna i drzwiowa</b></p>		<p>Stolarka okienna – w większości wymieniona na nową z PVC. Część okien drewnianych.</p>
<p><b>Rynny, rury spustowe, obróbki blacharskie, parapety</b></p>		<p>Opierzenia oraz rury spustowe z blachy ocynkowanej. Wymienione w części sportowej</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 zły.</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 złym</p>



<p><b>Stolarka drzwiowa zewnątrzna</b></p>		<p>Stan techniczny drzwi zewnętrznych dobry.</p>
<p><b>Instalacja c.o.</b></p>		<p>Grzejniki żeliwne w złym stanie technicznym.</p>
<p><b>Źródło ciepła</b></p>		<p>Rozdzielacz w złym stanie technicznym.</p>
<p><b>Wentylacja mechaniczna</b></p>		<p>Centrala nawiewna z nagrzewnicą - rok produkcji 1998 - stan dostateczny (część gastronomiczna)</p>

Inwentaryzacja - charakterystyka energetyczna budynku		
Moc zamówiona		
Moc zamówiona c.o.	[kW]	333,0
Moc zamówiona c.w.u.	[kW]	220,0
Sumaryczna moc zamówiona dla budynku	[kW]	553,0
Zużycie energii cieplnej za lata poprzednie		
Sumaryczne średnie zużycie ciepła za lata poprzednie (suma zużycia c.o i c.w.u.)	[GJ/a]	2 130,0
Za okres	-	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]	11 311,03 zł
Opłata zmienna	[PLN/GJ]	61,98 zł

## Inwentaryzacja - charakterystyka systemu grzewczego oraz instalacji

System grzewczy		
Rodzaj zasilania budynku, opis urządzeń	Budynek zasilany w ciepło z miejskiej sieci ciepłowniczej za pośrednictwem grupowego węzła cieplnego oraz węzła bezpośredniego (rozdzielacza) w budynku. 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	-	1,00
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	-	21 094
Średni współczynnik c <sub>r</sub> dla budynku	-	1,00
Strumień powietrza wentylacyjnego	-	21 094

### 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	11127,8	1,90	21094
SUMA				21094
Wielkości sumarycznie				
Obliczeniowa ilość powietrza wentylacyjnego			[m <sup>3</sup> /h]	21094
Średni współczynnik korekcyjny ( $c_{r, c_w}$ )			-	1,00
Strumień powietrza wentylacyjnego przed modernizacją			[m <sup>3</sup> /h]	21094

## Stan techniczny budynku, wskazanie przedsięwzięć termomodernizacyjnych

System grzewczy		
Element	Stan techniczny	Proponowane rozwiązanie
Zasilanie budynku	Budynek zasilany w ciepło z węzła ciepłego grupowego zasilanego z m.s.c.	Modernizacja węzła bezpośredniego (rozdzielacza ciepła). 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.
Poziomy c.o. w piwnicy	Stan techniczny zły	
Urządzenia wykonawcze grzejniki c.o.	Konwektory wodne żeliwne, zły stan techniczny.	
Element	Stan techniczny	Proponowane rozwiązanie
Ściany zewnętrzne	Ściany zewnętrzne nieocieplone, zły stan techniczny elewacji. W części niepodpiwniczonej (sala gimnastyczna) widoczne ślady działania wody - odparzenia tynku i zawilgocenia w strefie przyziemnej.	Przewiduje się docieplenie ścian zewnętrznych kondygnacji nadziemnych i strefy cokołowej styropianem specjalnym o współczynniku przewodzenia ciepła maksymalnie 0,031 W/mK. Metoda BSO  Docieplenie ścian przy gruncie za pomocą styropianu ekstrudowanego o współczynniku przewodzenia ciepła 0,036 W/mK.
Stolarka okienna	Stolarka okienna drewniana w złym stanie technicznym. Pozostała stolarka PCV w stanie dobrym - częściowo złym.	Przewiduje się wymianę okien drewnianych i części okien PCV (załącznik) 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.	Nie przewiduje się modernizacji.
Dach / stropodach	Dachy nad całością budynku niedocieplone.	Przewiduje się docieplenie dachu płaskiego nad częścią dydaktyczną i sportową za pomocą styropianu EPS 100 lub wełny mineralnej o współczynniku przewodzenia ciepła nie większym niż 0,038 W/mK. Pokrycie papą termozgrzewalną.
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 termostatycznych oraz urządzeń ograniczających czas pracy cyrkulacji.
Wentylacja		
Element	Stan techniczny	Proponowane rozwiązanie
Wentylacja	Obserwuje się niedobór powietrza wentylacyjnego na sali gimnastycznej i w części gastronomicznej.	Zastosowanie wentylacji wymuszonej w części gastronomicznej i pomieszczeniach sportowych (sala gimnastyczna). Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze.
Roboty dodatkowe		
Zakłada się konieczność wykonania robót dodatkowych mających na celu ochronę wyremontowanych przegród przed działaniem szkodliwych czynników atmosferycznych (np. wymiana lub remont obróbek blacharskich i rur spustowych, wymiana parapetów, osuszenie oraz wykonanie izolacji pionowej i poziomej ścian). Ponadto zakłada się konieczność przebudowy instalacji odgromowej oraz remont lub wymianę innych elementów budynku, które mogą zostać uszkodzone podczas wykonywania prac modernizacyjnych lub nie spełniać prawidłowo swojej funkcji po wykonaniu usprawnień.		



### Dane klimatyczne, stopniodni

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

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

# Część druga

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

## Wybór optymalnego wariantu docieplenia ścian zewnętrzne kondygnacji nadziemnych

### Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1MW mocy zamówionej	$O_m = 11\,311,03$	zł/(MW) ×miesiąc
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z = 61,98$	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	$A_{\text{śc}} = 1\,373,0$	m <sup>2</sup>
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego	$W_E = 24,15$	(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	40 993,21 zł	11,535	472 861,20 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	41 363,40 zł	11,636	481 305,15 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	38 904,12 zł	-	439 085,40 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	40 096,08 zł	-	455 973,30 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	$O_m = 11\,311,03$	zł/(MW) ×miesiąc
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z = 61,98$	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,	$S_d = 3\,597$	dnie × 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	$A_{\Sigma c} = 319,7$	m <sup>2</sup>
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego	$W_E = 24,15$	(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	9 741,44 zł	12,835	125 035,72 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	9 828,03 zł	13,002	127 788,08 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	9 252,32 zł	-	114 026,29 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	9 531,49 zł	-	119 531,01 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 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	$O_m =$	11 311,03	zł/(MW) ×miesiąc
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	61,98	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	$U =$	0,84	W/(m <sup>2</sup> ×K)
Powierzchnia ścian - powierzchnia zewnętrzna netto po odjęciu otworów okiennych i drzwiowych	$A_{\Sigma c} =$	283,6	m <sup>2</sup>
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego	$W_E =$	24,15	(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 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	0,186	4 479,69 zł	27,724	124 195,90 zł
Docieplenie ścian fundamentowych - styropian ekstrudowany - 14 cm	457,56 zł/m <sup>2</sup>	3,89	0,165	4 623,54 zł	28,069	129 777,74 zł
Docieplenie ścian fundamentowych - styropian ekstrudowany - 15 cm	467,40 zł/m <sup>2</sup>	4,17	0,156	4 685,18 zł	28,295	132 568,66 zł
Docieplenie ścian fundamentowych - styropian ekstrudowany - 10 cm	418,20 zł/m <sup>2</sup>	2,78	0,213	4 294,75 zł	-	118 614,07 zł
Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący $R = 5,376$ 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 dachu płaskiego części dydaktycznej

### Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	11 311,03	zł/(MW) ×miesiąc
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	61,98	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	$U =$	0,95	W/(m <sup>2</sup> ×K)
Powierzchnia stropu/dachu/podłogi poddasza	$A =$	1 474,4	m <sup>2</sup>
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego	$W_E =$	24,15	(zł×K)/W×a

### Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się docieplenie dachu płaskiego budynku (oprócz sali gimnastycznej) 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 25 cm. Docieplenie o grubości 18 i 20 cm nie spełnia wymogów rozporządzenia. Ceny robót budowlanych określono na podstawie analizy rynku robót budowlanych. Wszelkie ceny zawierają podatek VAT 23 %.

Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	DR	$U_m$	$DO_{rU}$	SPBT	Nu
Docieplenie dachu (oprócz sali gimnastycznej) - styropian EPS 100 lub wełna mineralna - 25 cm	231,24 zł/m <sup>2</sup>	6,58	0,131	29 301,32 zł	11,636	340 949,51 zł
Docieplenie dachu (oprócz sali gimnastycznej) - styropian EPS 100 lub wełna mineralna - 30 cm	256,00 zł/m <sup>2</sup>	7,89	0,112	29 988,21 zł	12,587	377 456,64 zł
Docieplenie dachu (oprócz sali gimnastycznej) - styropian EPS 100 lub wełna mineralna - 18 cm	196,80 zł/m <sup>2</sup>	4,74	0,173	27 814,74 zł	-	290 169,79 zł
Docieplenie dachu (oprócz sali gimnastycznej) - styropian EPS 100 lub wełna mineralna - 20 cm	206,64 zł/m <sup>2</sup>	5,26	0,158	28 328,02 zł	-	304 678,28 zł
Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący $R = 7,627$ m <sup>2</sup> K/W jest większy od wymaganego wynoszącego $R_{min} = 5,0$ m <sup>2</sup> K/W oraz zgodnego z WT2021 $R_{min}=6,66$ m <sup>2</sup> K/W.						

### Legenda:

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

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

Nu [zł]- Planowane koszty robót

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

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

## Wybór optymalnego wariantu docieplenia dachu płaskiego części sportowej

### Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	11 311,03	zł/(MW) ×miesiąc
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	61,98	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	$U =$	0,56	W/(m <sup>2</sup> ×K)
Powierzchnia stropu/dachu/podłogi poddasza	$A =$	202,1	m <sup>2</sup>
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego	$W_E =$	24,15	(zł×K)/W×a

### Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się docieplenie dachu płaskiego sali gimnastycznej 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 sali gimnastycznej - styropian EPS 100 lub wełna mineralna - 20 cm	206,64 zł/m <sup>2</sup>	5,26	0,142	2 059,28 zł	20,282	41 766,08 zł
Docieplenie dachu sali gimnastycznej - styropian EPS 100 lub wełna mineralna - 25 cm	231,24 zł/m <sup>2</sup>	6,58	0,120	2 168,57 zł	21,553	46 738,23 zł
Docieplenie dachu sali gimnastycznej - styropian EPS 100 lub wełna mineralna - 30 cm	256,00 zł/m <sup>2</sup>	7,89	0,103	2 248,11 zł	23,016	51 742,72 zł
Docieplenie dachu sali gimnastycznej - styropian EPS 100 lub wełna mineralna - 18 cm	196,80 zł/m <sup>2</sup>	4,74	0,154	2 003,19 zł	-	39 777,22 zł
Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący $R = 7,036$ 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 wymiany stolarki okiennej drewnianej

### Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	11 311,03	zł/(MW)×miesiąc]
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	61,98	zł/GJ
Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{wo} =$	20,0	°C
Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{zo} =$	-16,0	°C
Liczba stopniodni,	$S_d =$	3 597	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U =$	3,12	W/(m <sup>2</sup> ×K)
Powierzchnia okien do wymiany	$A =$	17,1	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	$a_0 =$	4,00	[m <sup>3</sup> /(m·h·daPa <sup>2/3</sup> )]
	$a_1 =$	0,30	
Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI	$cr_0 =$	1,20	-
	$cm_0 =$	1,20	-
Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI	$cm_1 =$	1,00	-
	$cw =$	1,00	-
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	914,64 zł	17,895	16 367,36 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	749,84 zł	21,268	15 947,69 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	626,24 zł	24,796	15 528,01 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	543,84 zł	27,781	15 108,34 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 okiennej PCV

### Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	11 311,03	zł/(MW)×miesiąc]
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	61,98	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	$U =$	2,00	W/(m <sup>2</sup> ×K)
Powierzchnia okien do wymiany	$A =$	4,9	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	129,37 zł	36,115	4 672,28 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	82,33 zł	55,297	4 552,48 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	47,04 zł	94,223	4 432,67 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	23,52 zł	183,353	4 312,87 zł

### Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się wymianę części okien PCV w budynku (załącznik) 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 usprawnienia wentylacji mechanicznej

Dane ogólne do obliczeń			
$O_m =$	11 311,03	[zł/(MW × miesiąc)]	Opłata za 1MW mocy zamówionej
$O_z =$	61,98	[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
21 797,79	8,295	Zastosowanie wentylacji wymuszonej w części gastronomicznej i w pomieszczeniach sportowych (sala gimnastyczna). Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik rotacyjny o sprawności znamionowej 85%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze.	180 810,00
17 061,85	10,093	Zastosowanie wentylacji wymuszonej w części gastronomicznej i w pomieszczeniach sportowych (sala gimnastyczna). Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik krzyżowy o sprawności znamionowej 70%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze.	172 200,00

Wymiennik obrotowy:

krzyżowy:

Oszczędność energii dla wentylacji po modernizacji: 296,67 GJ/a

243,1 GJ/a

Redukcja mocy po modernizacji: 25,13 kW

14,7 kW

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

## Dane ogólne do obliczeń:

$O_{m0} =$	11 311,03	[zł/(MW × miesiąc)]	Opłata za 1MW mocy zamówionej przed modernizacją
$O_{z0} =$	61,98	[zł/GJ]	Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej przed modernizacją
$O_{m1} =$	11 311,03	[zł/GJ]	Opłata za 1MW mocy zamówionej po modernizacji
$O_{z1} =$	61,98	[zł/GJ]	Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej po modernizacji
$Q_{ocw} =$	220,2	[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]	
$q_{ocw} =$	28,4	[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
183,5	28,4	2 274,39	60,300	Wymiana instalacji c.w.u. - wykonanie izolacji porzewodów zasilających i cyrkulacyjnych. Montaż cyrkulacyjnych zaworów termostatycznych oraz urządzeń ograniczających czas pracy cyrkulacji.	-	137 145,00 zł
220,2	28,4	0,00	-	Brak modernizacji systemu c.w.u.	0,00 zł	0,00 zł

- optymalne usprawnienie systemu c.w.u.

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

0,80 dm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> *d	Wartość jednostkowego dobowego zapotrzebowania na ciepłą wodę użytkową - szkoła
0,25 dm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> *d	Wartość jednostkowego dobowego zapotrzebowania na ciepłą wodę użytkową - sport
2,50 dm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> *d	Wartość jednostkowego dobowego zapotrzebowania na ciepłą wodę użytkową - gastr
10 st.C	Przyjęta temperatura wody zimnej
55 st.C	Przyjęta temperatura wody podgrzanej
2,90841 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.
220,2 GJ/a	Średnie roczne zapotrzebowanie na ciepło c.w.u. dla budynku
0,291 m <sup>3</sup> /h	Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. dla budynku ( $Q_{\text{zrh}}$ )
1,862 -	Współczynnik nierównomierności rozbioru wody
0,542 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.
28,4 kW	Moc cieplna dla potrzeb c.w.u. bez uwzględnienia akumulacji ( $q_{\text{maxh}}$ )
28,4 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.	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:

$O_m =$	11 311,03	[zł/(MW ×miesiąc]	Opłata za 1MW mocy zamówionej przed modernizacją
$O_{m1} =$	11 311,03	[zł/(MW ×miesiąc]	Opłata za 1MW mocy zamówionej po modernizacji systemu grzewczego
$O_z =$	61,98	[zł/GJ]	Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej przed modernizacją
$O_{z1} =$	61,98	[zł/GJ]	Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej po modernizacji systemu grzewczego
$Q_{oco} =$	3 120,9	[GJ]	Sezonowe zapotrzebowanie budynku na ciepło przed termomodernizacją, określone zgodnie z Polską Normą
$q_o =$	454,8	[kW]	Zapotrzebowanie na moc ciepłą budynku
$h_o =$	0,74	-	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	$N_{co}$
44 158,60	0,84	454,8	1,00	0,96	0,88	1,00	1,00	0,95	Modernizacja węzła bezpośredniego (rozdzielacza 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 obiegów grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej.	-	9,63	425 149,50 zł
0,00	0,74	454,8	1,00	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 (sala gimnastyczna). Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik rotacyjny o sprawności znamionowej 85%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze.	180 810,00	8,29
2	Docieplenie dachu części dydaktycznej styropianem EPS 100 lub wełną mineralną 0,038 W/mK - 25 cm oraz sali gimnastycznej - 20 cm.	382 715,59	12,20
3	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.	722 092,82	13,08
4	Wymiana okien drewnianych oraz części okien PCV (załącznik) w całym budynku na stolarkę PCV o maksymalnym współczynniku przenikania ciepła 0,9 W/m <sup>2</sup> K.	21 039,64	20,15
5	Wymiana instalacji c.w.u. - wykonanie izolacji porzewodów zasilających i cyrkulacyjnych. Montaż cyrkulacyjnych zaworów termostatycznych oraz urządzeń ograniczających czas pracy cyrkulacji.	137 145,00	60,30

**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	-	$h_g =$	1,00
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>Modernizacja węzła bezpośredniego (rozdzielacza 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 grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej.</p> <p>Zastosowanie wentylacji wymuszonej w części gastronomicznej i w pomieszczeniach sportowych (sala gimnastyczna). Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik rotacyjny o sprawności znamionowej 85%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze.</p> <p>Docieplenie dachu części dydaktycznej styropianem EPS 100 lub wełną mineralną 0,038 W/mK - 25 cm oraz sali gimnastycznej - 20 cm.</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>Wymiana okien drewnianych oraz części okien PCV (załącznik) w całym budynku na stolarkę PCV o maksymalnym współczynniku przenikania ciepła 0,9 W/m<sup>2</sup>K.</p> <p>Wymiana instalacji c.w.u. - wykonanie izolacji przewodów zasilających i cyrkulacyjnych. Montaż cyrkulacyjnych zaworów termostaticznych oraz urządzeń ograniczających czas pracy cyrkulacji.</p>	294,6	28,4	1659,8	183,5	0,845	2050,0	53,85%	90 000,00
2	<p>Modernizacja węzła bezpośredniego (rozdzielacza 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 grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej.</p> <p>Zastosowanie wentylacji wymuszonej w części gastronomicznej i w pomieszczeniach sportowych (sala gimnastyczna). Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik rotacyjny o sprawności znamionowej 85%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze.</p> <p>Docieplenie dachu części dydaktycznej styropianem EPS 100 lub wełną mineralną 0,038 W/mK - 25 cm oraz sali gimnastycznej - 20 cm.</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>Wymiana okien drewnianych oraz części okien PCV (załącznik) w całym budynku na stolarkę PCV o maksymalnym współczynniku przenikania ciepła 0,9 W/m<sup>2</sup>K.</p>	294,6	28,4	1659,8	220,2	0,845	2086,7	53,03%	90 000,00



3	Modernizacja węzła bezpośredniego (rozdzielacza ciepła). Wymiana instalacji centralnego ogrzewania. Montaż regulacji godzinowo-dobowej. Montaż grzejników płytowych wyposażonych w urządzenia do miejscowej regulacji temperatury (zawory termostaatyczne lub regulatory strefowe). Pełna automatyka obiegów grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej.	296,2	28,4	1674,0	220,2	0,845	2102,6	52,67%	90 000,00
	Zastosowanie wentylacji wymuszonej w części gastronomicznej i w pomieszczeniach sportowych (sala gimnastyczna). Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik rotacyjny o sprawności znamionowej 85%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze.								
	Docieplenie dachu części dydaktycznej styropianem EPS 100 lub wełną mineralną 0,038 W/mK - 25 cm oraz sali gimnastycznej - 20 cm.								
	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.								
4	Modernizacja węzła bezpośredniego (rozdzielacza ciepła). Wymiana instalacji centralnego ogrzewania. Montaż regulacji godzinowo-dobowej. Montaż grzejników płytowych wyposażonych w urządzenia do miejscowej regulacji temperatury (zawory termostaatyczne lub regulatory strefowe). Pełna automatyka obiegów grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej.	378,1	28,4	2418,1	220,2	0,845	2939,4	33,83%	90 000,00
	Zastosowanie wentylacji wymuszonej w części gastronomicznej i w pomieszczeniach sportowych (sala gimnastyczna). Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik rotacyjny o sprawności znamionowej 85%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze.								
	Docieplenie dachu części dydaktycznej styropianem EPS 100 lub wełną mineralną 0,038 W/mK - 25 cm oraz sali gimnastycznej - 20 cm.								
5	Modernizacja węzła bezpośredniego (rozdzielacza ciepła). Wymiana instalacji centralnego ogrzewania. Montaż regulacji godzinowo-dobowej. Montaż grzejników płytowych wyposażonych w urządzenia do miejscowej regulacji temperatury (zawory termostaatyczne lub regulatory strefowe). Pełna automatyka obiegów grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej.	424,9	28,4	2823,8	220,2	0,845	3395,6	23,56%	90 000,00
	Zastosowanie wentylacji wymuszonej w części gastronomicznej i w pomieszczeniach sportowych (sala gimnastyczna). Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik rotacyjny o sprawności znamionowej 85%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze.								
6	Modernizacja węzła bezpośredniego (rozdzielacza ciepła). Wymiana instalacji centralnego ogrzewania. Montaż regulacji godzinowo-dobowej. Montaż grzejników płytowych wyposażonych w urządzenia do miejscowej regulacji temperatury (zawory termostaatyczne lub regulatory strefowe). Pełna automatyka obiegów grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej.	454,8	28,4	3120,9	220,2	0,845	3729,7	16,04%	45 000,00

# 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	1 958 952,55	170 025,90	53,85%	1 958 952,55	391 790,51	313 432,41	340 051,81
					100,00			
2	WARIANT 2	1 821 807,55	167 751,51	53,03%	1 821 807,55	364 361,51	291 489,21	335 503,02
					100,00			
3	WARIANT 3	1 800 767,91	166 536,35	52,67%	1 800 767,91	360 153,58	288 122,87	333 072,70
					100,00			
4	WARIANT 4	1 078 675,09	103 554,82	33,83%	1 078 675,09	215 735,02	172 588,01	207 109,64
					100,00			
5	WARIANT 5	695 959,50	68 928,10	23,56%	695 959,50	139 191,90	111 353,52	137 856,19
					100,00			
6	WARIANT 6	470 149,50	44 158,60	16,04%	470 149,50	94 029,90	75 223,92	88 317,21
					100,00			

## Wnioski

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

W wyniku przeprowadzonych analiz ekonomicznych zaleca się:

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

Docieplenie dachu części dydaktycznej styropianem EPS 100 lub wełną mineralną 0,038 W/mK - 25 cm oraz sali gimnastycznej - 20 cm.

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.

Wymiana okien drewnianych oraz części okien PCV (załącznik) w całym budynku na stolarkę PCV o maksymalnym współczynniku przenikania ciepła 0,9 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.

Modernizacja węzła bezpośredniego (rozdzielacza ciepła). 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 należyтым stanie technicznym i funkcjonalnym, należy przeprowadzać okresowe kontrole i konserwacje zgodnie z zaleceniami producenta.

mgr inż. Jarosław Kozub

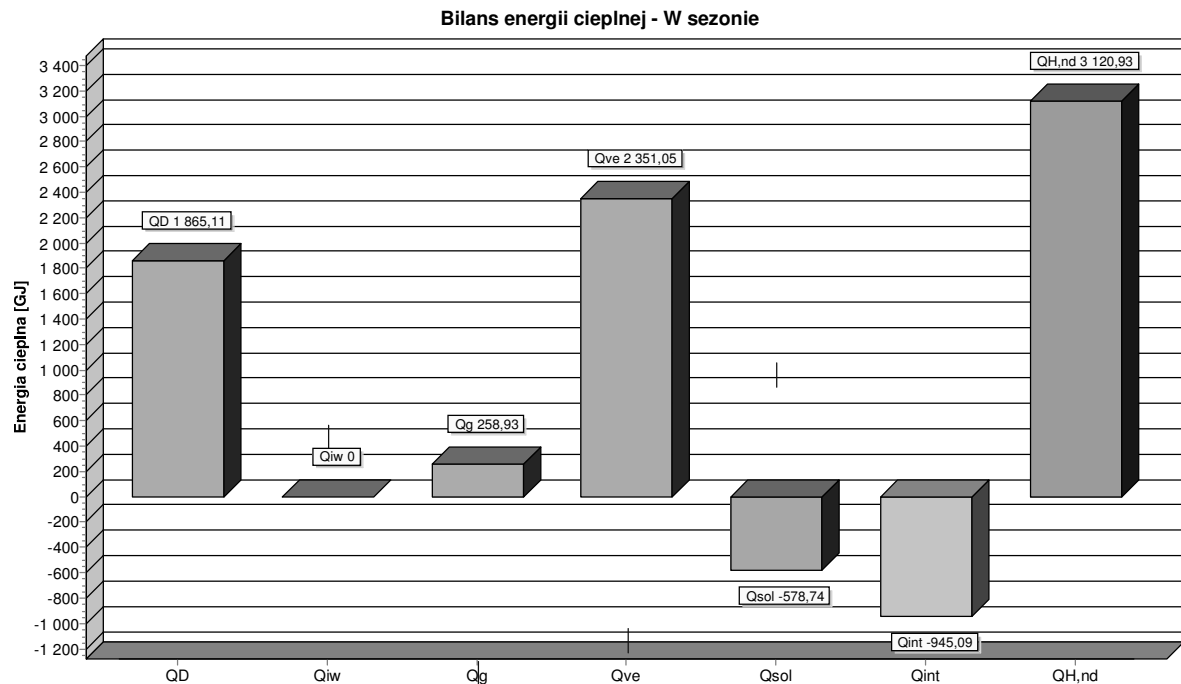
# Załącznik 1

**Bilans energetyczny budynku przed  
modernizacją**

# Wyniki - Ogólne

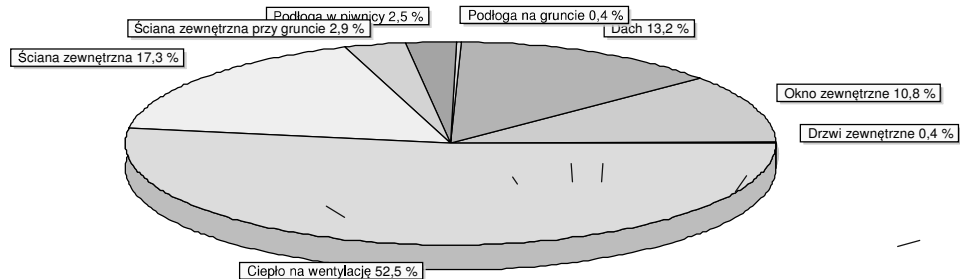
Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Bilans energetyczny budynku - stan obecny	
	Szkola Podstawowa nr 33 w Gdyni	
Miejscowosc:	Gdynia	
Adres:	Godebskiego 6	
Projektant:	Marcin Rosenow	
Plik danych:	C:\Users\hp\Desktop\Robocze\UM Gdynia\SP 33\	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepla:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciazenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	I	
Projektowa temperatura zewnetrzna $\theta_e$ :	-16	°C
Średnia roczna temperatura zewnetrzna $\theta_{m,e}$ :	7,7	°C
Stacja meteorologiczna:	Gdańsk Port Północny	
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku $A_H$ :	3339,0	m <sup>2</sup>
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :	11127,8	m <sup>3</sup>
Projektowa strata ciepla przez przenikanie $\Phi_T$ :	228668	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepla $\Phi_V$ :	226176	W
Całkowita projektowa strata ciepla $\Phi$ :	454844	W
Nadwyżka mocy cieplnej $\Phi_{RH}$ :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku $\Phi_{HL}$ :	454844	W
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energie wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Gdańsk Port Północny	
Sezonowe zapotrzebowanie na energie na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$ :	21093,6	m <sup>3</sup> /h
Zapotrzebowanie na cieplo - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :	3120,93	GJ/rok
Zapotrzebowanie na cieplo - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :	866924	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku $A_H$ :	3339	m <sup>2</sup>
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :	11127,8	m <sup>3</sup>
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EA_H$ :	934,7	MJ/(m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EA_H$ :	259,6	kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EV_H$ :	280,5	MJ/(m <sup>3</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EV_H$ :	77,9	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	274,85	0,00	38,05	338,79	0,974	34,52	107,32	513,55
■	Luty	28	1,2	259,51	0,00	35,92	354,22	0,977	35,45	96,93	520,29
■	Marzec	31	3,5	251,47	0,00	34,85	309,86	0,954	67,50	107,32	429,48
■	Kwiecień	30	7,7	180,00	0,00	25,03	228,87	0,889	104,27	103,86	248,87
■	Maj	31	10,7	139,23	0,00	19,45	171,03	0,788	135,80	107,32	138,02
■	Czerwiec	0	15,5	62,33	0,00	8,89	78,47	0,514	139,39	103,86	24,71
■	Lipiec	0	18,7	17,84	0,00	2,76	22,37	0,164	149,85	107,32	0,67
■	Sierpień	0	16,3	52,10	0,00	7,49	63,66	0,464	121,80	107,32	16,85
■	Wrzesień	30	14,5	77,42	0,00	10,96	97,75	0,689	83,66	103,86	56,99
■	Październik	31	8,7	170,41	0,00	23,72	209,59	0,912	61,35	107,32	249,85
■	Listopad	30	4,0	235,81	0,00	32,69	300,22	0,970	30,19	103,86	438,77
■	Grudzień	31	1,9	276,41	0,00	38,27	340,72	0,977	26,00	107,32	525,11
	W sezonie	273	8,8	1865,11	0,00	258,93	2351,05	0,889	578,74	945,09	3120,93

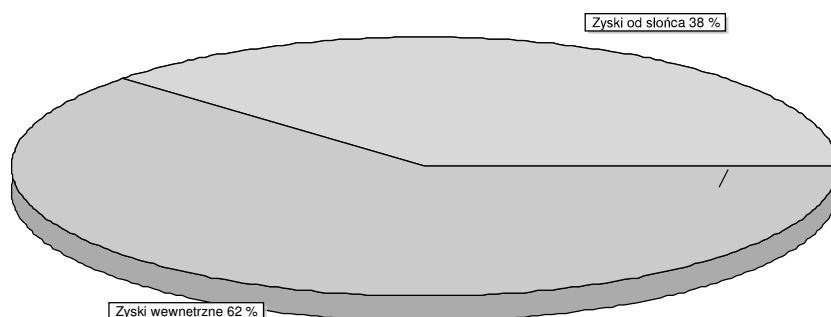
Szczegółowe zestawienie strat energii cieplnej



0,4 % Drzwi zewnętrzne	10,8 % Okno zewnętrzne	13,2 % Dach
0,4 % Podłoga na gruncie	2,5 % Podłoga w piwnicy	2,9 % Ściana zewnętrzna przy gruncie
17,3 % Ściana zewnętrzna	52,5 % Ciepło na wentylację	

Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
Drzwi zewnętrzne	15,77	4382	0,4
Okno zewnętrzne	483,51	134308	10,8
Dach	591,95	164431	13,2
Podłoga na gruncie	17,65	4903	0,4
Podłoga w piwnicy	110,21	30613	2,5
Ściana zewnętrzna przy gruncie	131,07	36410	2,9
Ściana zewnętrzna	773,88	214966	17,3
Ciepło na wentylację	2351,05	653069	52,5
Razem	4475,09	1243080	100,0

Szczegółowe zestawienie zysków energii cieplnej



38 % Zyski od słońca 62 % Zyski wewnętrzne

Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
*Zyski od słońca	578,74	160761	38,0
Zyski wewnętrzne	945,09	262526	62,0
Σ Razem	1523,83	423286	100,0







---

Wyniki – Zestawienie przegród




---

Opis	U	A
	W/m <sup>2</sup> ·K	m <sup>2</sup>
Stropodach	0,954	1474,44
Dach hali sportowej	0,564	202,12
Drzwi zewnętrzne energooszczędne	1,600	25,71
Okna PCV do wymiany	2,000	4,87
Okna PCV	1,300	868,75
Okna drewniane	3,120	17,06
Podłoga w sali gimnastycznej	0,445	297,58
Podłoga w piwnicach	0,526	1212,61
Ściana zewnętrzna	1,428	1373,00
Ściana zewnętrzna piwnic	1,454	319,67
Ściana zewnętrzna przy gruncie	0,840	283,63

# 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 hali sportowej				
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0060	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,033
0,0600	Styropian ułożony szczelnie.	0,040	30	1,460	1,500
0,1000	Płyta panwiowa	1,000	2200		0,100
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]:					1,773
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,564
 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 $Z$ : 1,20 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]:					1,728
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					1,901
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,526
 PGS	Podłoga w sali gimnastycznej				
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					
0,0250	Drewno bukowe w poprzek włókien.	0,220	800	2,510	0,114
0,1000	Warstwa powietrzna niewentylowana.				0,220
0,0300	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,840	0,030
0,1000	Podkład z betonu chudego.	1,050	1900	0,840	0,095
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]:					1,456
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					2,248
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,445
 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
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
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: 1,20 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]:					0,685
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					1,191
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,840
 STR	Stropodach				
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0060	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,033
0,0200	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,840	0,020
0,1500	Żużel wielkopiecowy granulatu lub keramzy	0,260	900	0,750	0,577
0,2400	Strop DMS		1200	0,840	0,260
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]:					1,049
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,954
 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

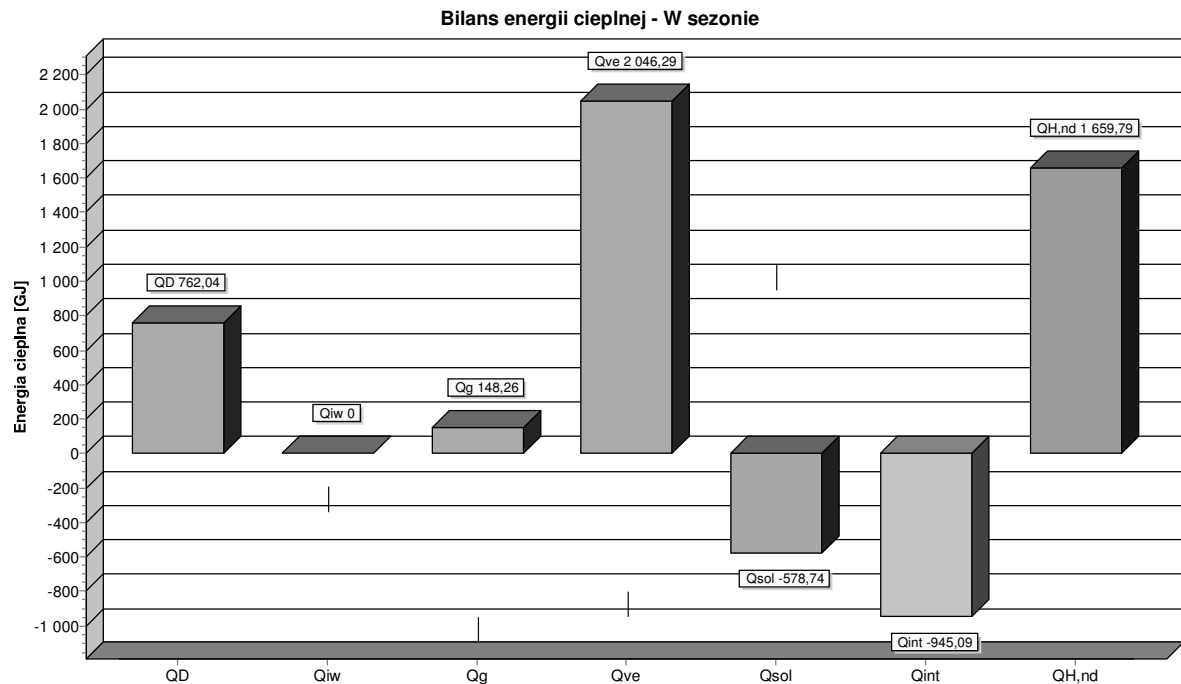
# Załącznik 2

Bilans energetyczny budynku dla  
optymalnego wariantu przedsięwzięcia  
termomodernizacyjnego

# Wyniki - Ogólne

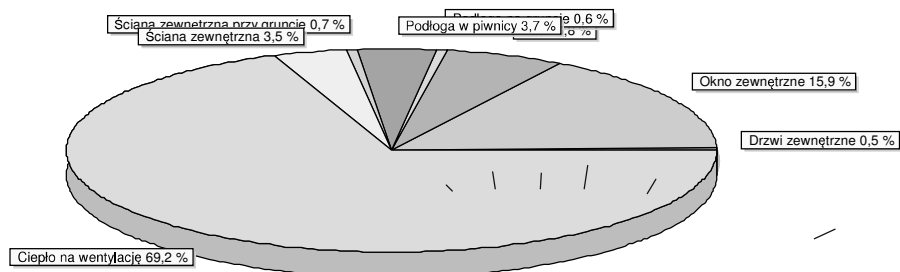
Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Bilans energetyczny budynku - wariant pierwszy	
	Szkola Podstawowa nr 33 w Gdyni	
Miejscowość:	Gdynia	
Adres:	Godebskiego 6	
Projektant:	Marcin Rosenow	
Plik danych:	C:\Users\hp\Desktop\Robocze\UM Gdynia\SP 33\	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	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 $A_H$ :	3339,0	m <sup>2</sup>
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :	11127,8	m <sup>3</sup>
Projektowa strata ciepła przez przenikanie $\Phi_T$ :	98405	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła $\Phi_V$ :	196163	W
Całkowita projektowa strata ciepła $\Phi$ :	294568	W
Nadwyżka mocy cieplnej $\Phi_{RH}$ :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku $\Phi_{HL}$ :	294568	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 $V_{v,H}$ :	21295,5	m <sup>3</sup> /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :	1659,79	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :	461052	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku $A_H$ :	3339	m <sup>2</sup>
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :	11127,8	m <sup>3</sup>
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EA_H$ :	497,1	MJ/(m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EA_H$ :	138,1	kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EV_H$ :	149,2	MJ/(m <sup>3</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EV_H$ :	41,4	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>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	112,21	0,00	21,81	293,80	0,972	34,52	107,32	289,98
■	Luty	28	1,2	105,95	0,00	20,59	307,04	0,977	35,45	96,93	304,24
■	Marzec	31	3,5	102,66	0,00	19,96	268,97	0,943	67,50	107,32	226,67
■	Kwiecień	30	7,7	73,47	0,00	14,29	199,46	0,848	104,27	103,86	110,82
■	Maj	31	10,7	56,81	0,00	11,06	149,81	0,700	135,80	107,32	47,47
■	Czerwiec	0	15,5	26,26	0,00	5,22	71,87	0,403	139,39	103,86	5,25
■	Lipiec	0	18,7	7,61	0,00	1,69	20,37	0,115	149,85	107,32	0,05
■	Sierpień	0	16,3	22,35	0,00	4,50	59,15	0,361	121,80	107,32	3,27
■	Wrzesień	30	14,5	32,27	0,00	6,37	88,16	0,585	83,66	103,86	17,04
■	Październik	31	8,7	69,55	0,00	13,53	182,91	0,881	61,35	107,32	117,32
■	Listopad	30	4,0	96,27	0,00	18,71	260,70	0,966	30,19	103,86	246,14
■	Grudzień	31	1,9	112,85	0,00	21,93	295,45	0,976	26,00	107,32	300,10
	W sezonie	273	8,8	762,04	0,00	148,26	2046,29	0,851	578,74	945,09	1659,79

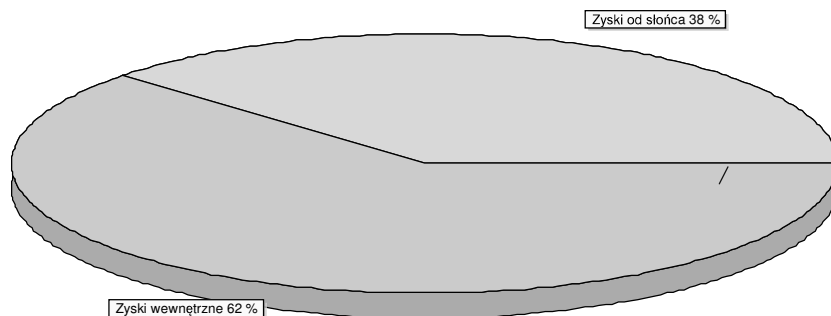
Szczegółowe zestawienie strat energii cieplnej



0,5 % Drzwi zewnętrzne	15,9 % Okno zewnętrzne	5,8 % Dach
0,6 % Podłoga na gruncie	3,7 % Podłoga w piwnicy	0,7 % Ściana zewnętrzna przy gruncie
3,5 % Ściana zewnętrzna	69,2 % Ciepło na wentylację	

Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
Drzwi zewnętrzne	15,77	4382	0,5
Okno zewnętrzne	469,69	130470	15,9
Dach	172,91	48029	5,8
Podłoga na gruncie	17,40	4833	0,6
Podłoga w piwnicy	108,69	30192	3,7
Ściana zewnętrzna przy gruncie	22,17	6157	0,7
Ściana zewnętrzna	103,67	28796	3,5
Ciepło na wentylację	2046,29	568414	69,2
Razem	2956,58	821274	100,0

Szczegółowe zestawienie zysków energii cieplnej



38 % Zyski od słońca 62 % Zyski wewnętrzne

Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
*Zyski od słońca	578,74	160761	38,0
Zyski wewnętrzne	945,09	262526	62,0
Σ Razem	1523,83	423286	100,0







---

Wyniki – Zestawienie przegród




---

Opis	U	A
	W/m <sup>2</sup> ·K	m <sup>2</sup>
Stropodach	0,131	1474,44
Dach hali sportowej	0,142	202,12
Drzwi zewnętrzne energooszczędne	1,600	25,71
Okna PCV do wymiany	0,900	4,87
Okna PCV	1,300	868,75
Okna drewniane	0,900	17,06
Podłoga w sali gimnastycznej	0,431	292,20
Podłoga w piwnicach	0,509	1195,94
Ściana zewnętrzna	0,192	1373,00
Ściana zewnętrzna piwnic	0,192	319,67
Ściana zewnętrzna przy gruncie	0,186	283,63

# 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 hali sportowej				
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
0,0600	Styropian ułożony szczelnie.	0,040	30	1,460	1,500
0,1000	Płyta panwiowa	1,000	2200		0,100
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]:					7,036
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,142
 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: 1,20 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]:					1,791
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					1,964
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,509
 PGS	Podłoga w sali gimnastycznej				
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					
0,0250	Drewno bukowe w poprzek włókien.	0,220	800	2,510	0,114
0,1000	Warstwa powietrzna niewentylowana.				0,220
0,0300	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,840	0,030
0,1000	Podkład z betonu chudego.	1,050	1900	0,840	0,095
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]:					1,529
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					2,321
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,431
 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
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: 1,20 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]:					1,534
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					5,373
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,186
 STR	Stropodach				
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,2500	Styropian EPS 100 038	0,038	100	1,460	6,579
0,0060	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,033
0,0200	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,840	0,020
0,1500	Żużel wielkopiecowy granulatu lub keramzy	0,260	900	0,750	0,577
0,2400	Strop DMS		1200	0,840	0,260
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]:					7,627
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,131
 SZ	Ściana zewnętrzna				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
0,3800	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,494
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
0,1400	Styropian PLATINUM PLUS	0,031	30	1,460	4,516
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,130
Opór przejmowania na zewnątrz $R_e$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					5,216
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,192

# Załącznik 3

Zestawienie stolarki PCV do  
wymiany

Okna PCV do wymiany

Piętro	Liczba okien do wymiany
piwnice	0
parter	4
I	0
SUMA:	4