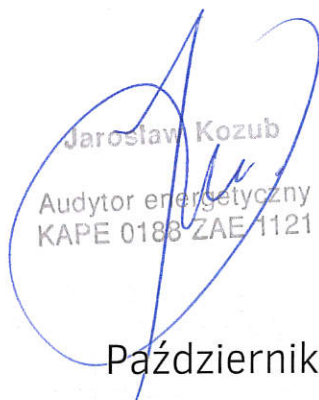


## Audyt energetyczny budynku użyteczności publicznej

LOKALIZACJA: Szkoła Podstawowa nr 6  
ul. Cechowa 22  
81-194 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 - Szkoła Podstawowa nr 6 im. Antoniego Abrahama w Gdyni			1.2 Rok budowy:	1935/1956/1986			
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.	Cechowa	nr	22
ul.	Al. Marszałka Piłsudskiego	nr	52/54		kod:	81-194	mięscowość:	Gdynia
kod:	81-382	mięscowość:	Gdynia		powiat:	M. Gdynia	województwo:	pomorskie
tel.	-	fax	-					
Pesel:	-							
Nazwa:	-							

## 2. Nazwa, adres i numer region firmy wykonującej audyt:



**NEPTUN EKO mgr inż. Jarosław Kozub**

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, inwentaryzacja	
2	Marcin Rosenow	bilans energetyczny budynku	
3	-	-	
4	-	-	

5. Miejscowość:	Rumia	data wykonania opracowania:	19 października 2015
-----------------	-------	-----------------------------	----------------------

## 6. Spis treści:

1	Karta audytu energetycznego	str.	2
2	Zestawienie danych źródłowych do wykonania audytu.	str.	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.	52

**Budynek w całości**

1. Dane ogólne				
1. Konstrukcja / technologia budynku:		tradycyjna, murowana		
2. Liczba kondygnacji:		-	4	
3. Kubatura części ogrzewanej		[m³]	20 394	
4. Powierzchnia netto budynku		[m²]	6 424,00	
5. Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej		[m²]	0,00	
6. Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych		[m²]	6 424,00	
7. Liczba mieszkań		-	0	
8. Liczba osób użytkujących budynek		-	966	
9. Sposób przygotowania ciepłej wody		Centralne zdalaczynne		
10. Rodzaj systemu ogrzewania budynku		Centralne zdalaczynne		
11. Współczynnik kształtu A/V		[1/m]	0,28	
12. Inne dane charakteryzujące budynek		Budynek użyteczności publicznej - szkoła + mała sala gimnastyczna		
2.	Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne	[W/(m²K)]	stan przed modernizacją	stan po modernizacji
1. Dach pełny			0,79	0,14
2. Drzwi zewnętrzne starego typu			3,60	1,30
3. Drzwi zewnętrzne energooszczędne			1,60	1,60
4. Okna PCV do wymiany			2,60	0,90
5. Okna PCV			1,30	1,30
6. Naświetla z luksferów			5,50	5,50
7. Podłoga na gruncie			0,61	0,61
8. Podłoga w piwnicach			0,46	0,46
9. Stropodach wentylowany			0,96	0,13
10. Ściana zewnętrzna			1,43	0,19
11. Ściana zewnętrzna piwnic			1,43	0,19
12. Ściana zewnętrzna przy gruncie			0,68	0,19
3. Sprawności składowe systemu grzewczego				
1. Sprawność wytwarzania			0,99	0,99
2. Sprawność przesyłania			0,96	0,96
3. Sprawność regulacji i wykorzystania			0,88	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	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]	24 314	24 314
4. Liczba wymian			1,19	1,19

### *Budynek w całości*

5. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	[kW]	537,6
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu	[kW]	47,5
3.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[GJ/rok]	2 944,5
4.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu	[GJ/rok]	3 520,6
5.	Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u.	[GJ/rok]	401,6
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]	2 100,0
7.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu	[kWh/(m³rok)]	40,1
8.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu	[kWh/(m³rok)]	48,0
9.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu	[kWh/(m²rok)]	152,4
6. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1.a	Cena 1 GJ na ogrzewanie	[zł]	61,44
1.b	Cena 1 GJ na produkcję c.w.u.	[zł]	61,44
2.	Opłata 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc	[zł]	9 217,30
3.	Opłata za podgrzanie 1m³ wody użytkowej	[zł]	-
4.	Opłata 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie cwu na miesiąc	[zł]	9 217,30
5.	Opłata za ogrzewanie 1m² pow. użytkowej	[zł]	3,58
6.	Opłata abonamentowa	[zł]	-
7.	Opłata stała niezależnie od mocy	[zł]	-
7. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana suma kredytu [zł]:		1 485 338,59	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]
Planowane koszty całkowite [zł]		1 485 338,59	Premia termomodernizacyjna [zł]
Roczna oszczędność kosztów energii [zł]		139 982,29	

## 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 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.
11. Dokumentacja techniczna przekazana przez Inwestora oraz faktury zakupu energii cieplnej.

### Podstawowe wytyczne inwestora, ustalenia

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

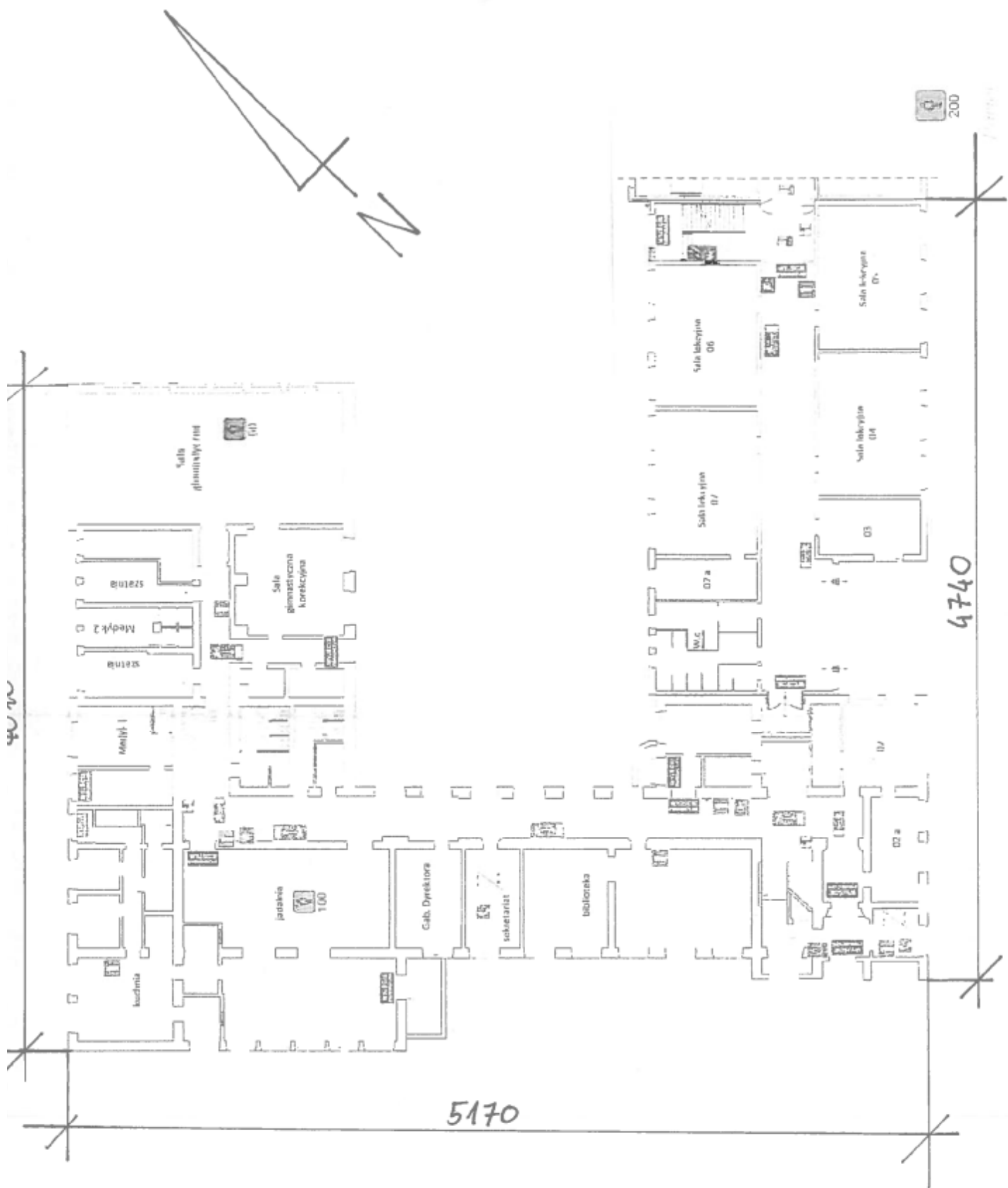
Wysokość środków własnych, jaką inwestor może przeznaczyć na zadanie termomodernizacyjne wynosi 0 zł.
---

# Część pierwsza

Dane inwentaryzacyjne, wyznaczenie  
niezbędnych usprawnień  
termomodernizacyjnych

## Inwentaryzacja - dane techniczne budynku

Powierzchnia przegród zewnętrznych według rodzaju		
Dach pełny	[m <sup>2</sup> ]	306,6
Drzwi zewnętrzne starego typu	[m <sup>2</sup> ]	8,3
Drzwi zewnętrzne energooszczędne	[m <sup>2</sup> ]	18,3
Okna PCV do wymiany	[m <sup>2</sup> ]	0,9
Okna PCV	[m <sup>2</sup> ]	544,0
Naświetla z luksferów	[m <sup>2</sup> ]	17,0
Podłoga na gruncie	[m <sup>2</sup> ]	237,8
Podłoga w piwnicach	[m <sup>2</sup> ]	1 173,5
Stropodach wentylowany	[m <sup>2</sup> ]	1 220,0
Ściana zewnętrzna	[m <sup>2</sup> ]	1 724,2
Ściana zewnętrzna piwnic	[m <sup>2</sup> ]	198,0
Ściana zewnętrzna przy gruncie	[m <sup>2</sup> ]	242,0
Wysokości		
Zagłębienie w gruncie	[m]	0-2,5
Najczęstsza wysokość w świetle	[m]	3,20
Wysokość piwnicy w świetle	[m]	2,80
Najczęstsza wysokość brutto	[m]	3,60
Inne dane techniczne		
liczba mieszkań	[szt.]	0
Liczba użytkowników		966
Liczba kondygnacji	[szt.]	4
Liczba klatek schodowych	[szt.]	4
Dane powierzchniowe budynku		
Powierzchnia użytkowa pomieszczeń mieszkalnych	[m <sup>2</sup> ]	0,00
Powierzchnia użytkowa pomieszczeń niemieszkalnych	[m <sup>2</sup> ]	6 424,00
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> ]	6 424,0
Powierzchnia zabudowy	[m <sup>2</sup> ]	1 650,0
Całkowita powierzchnia brutto	[m <sup>2</sup> ]	6 600,0
Powierzchnia użytkowa	[m <sup>2</sup> ]	6 424,00
Dane kubaturowe budynku		
Kubatura netto ogrzewana	[m <sup>3</sup> ]	20 394
Całkowita kubatura brutto	[m <sup>3</sup> ]	22 482
Współczynnik kształtu A/V [1/m]		0,28









## Opis do uproszczonej dokumentacji technicznej budynku





### Szkoła Podstawowa nr 6, Gdynia ul. Cechowa 22

<p><b>Dane ogólne, forma architektoniczna</b></p>		<p>Budynek wolnostojący, Wzniesiony w 1935 roku, przebudowany w roku 1956 i 1986. W roku 2014 dobudowano obiekt sportowy. Obiekt posiada trzy kondygnacje nadziemne w części podpiwniczony – piwnice ogrzewane, budynek przykryty dachem płaskim. Obiekt składa się z segmentu dydaktycznego oraz małej sali gimnastycznej. Forma rozczłonkowana.</p>
<p><b>Konstrukcja budynku, technologia wykonania</b></p>		<p>Ściany zewnętrzne murowane - układ konstrukcyjny podłużny. Stropy gęstożebrowe DMS. Stropodach wentylowany. Nad salą gimnastyczną dach płaski na stropie DMS ocieplony wstępnie płytą pilśniową.</p>
<p><b>Charakterystyka funkcjonalno- przestrzenna</b></p>		<p>Budynek wykorzystywany jest na cele dydaktyczne. Główne wejście znajduje się od strony elewacji frontowej.</p>
<p><b>Elementy charakterystycz ne</b></p>		<p>Rozczłonkowana bryła budynku.</p>

## ELEWACJE

<p><b>Warstwa fakturowa, tynk</b></p>		<p>Budynek otynkowany tynkiem cementowo-wapiennym.</p>
<p><b>Stolarka okienna i drzwiowa</b></p>		<p>Stolarka okienna – wymieniona na PVC.</p>
<p><b>Rynny, rury spustowe, obróbki blacharskie, parapety</b></p>		<p>Opierzenia oraz rury spustowe z blachy ocynkowanej.</p>
<p><b>Elementy charakterystyczne</b></p>		<p>Przybudowana część sportowa.</p>

## STAN TECHNICZNY

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

<b>Stolarka drzwiowa zewnętrzna</b>		<p>Stan techniczny nowych drzwi zewnętrznych dobry. Drzwi starego typu w stanie złym.</p>
<b>Instalacja c.o.</b>		<p>Grzejniki stalowe wyposażone w zawory termostaticzne. Stan techniczny instalacji dobry.</p>
<b>Źródło ciepła</b>		<p>Węzeł cieplny z roku 2013, dobry stan techniczny. Własność dostawcy ciepła.</p>
<b>Wentylacja mechaniczna</b>		<p>Brak</p>

Inwentaryzacja - charakterystyka energetyczna budynku		
Moc zamówiona		
Moc zamówiona c.o.	[kW]	640,0
Moc zamówiona c.w.u.	[kW]	190,0
Sumaryczna moc zamówiona dla budynku	[kW]	830,0
Zużycie energii cieplnej za lata poprzednie		
Sumaryczne średnie zużycie ciepła za lata poprzednie (suma zużycia c.o i c.w.u.)	[GJ/a]	2 100,0
Za okres	-	2014
Koszty jednostkowe energii cieplnej na cele c.o. i c.w.u. przed i po modernizacją (taryfa przedsiębiorstwa ciepłowniczego)		
Oplata stała	[PLN/MW*m-c]	9 217,30 zł
Oplata zmienna	[PLN/GJ]	61,44 zł
Koszty jednostkowe energii (energia elektryczna)		
Oplata zmienna za energię elektryczną	[PLN/kWh]	0,6827 zł
Oplata zmienna za energię elektryczną	[PLN/GJ]	189,63 zł



## Inwentaryzacja - charakterystyka systemu grzewczego oraz instalacji

System grzewczy		
Rodzaj zasilania budynku, opis urządzeń	Budynek zasilany w ciepło z miejskiej sieci ciepłowniczej za pośrednictwem węzła cieplnego dwufunkcyjnego zmodernizowanego w roku 2013 znajdującego się w piwnicach budynku. Własność dostawcy ciepła. Instalacja c.o. oparta o grzejniki stalowe płytowe wyposażone w zawory termostatyczne. Stan techniczny dobry.	
Sposób użytkowania	Zakłada się, że system pracuje bez dobowych i godzinowych przerw w ogrzewaniu.	
Modernizacje systemu po roku 1984	Modernizacja węzła cieplnego i instalacji c.o.	
Instalacja centralnego ogrzewania budynku		
Zasilanie instalacji	pompowe	
Parametry wody instalacyjnej	[st. C]	85/60
Rodzaj grzejników / usytuowanie	stalowe usytuowane pod oknami	
Rodzaj przewodów instalacyjnych	stalowe	
Zawory z głowicami termostatycznymi	Zamontowane	
Zawory regulacyjne podpionowe	Zamontowane	
Dodatkowa izolacja za grzejnikami	-	
Prowadzenie / izolacja pionów	po wierzchu / brak izolacji	
Prowadzenie / izolacja poziomów	po wierzchu / izolacja w dobrym stanie technicznym	
Sprawności składowe systemu grzewczego przed modernizacją		
Sprawność wytwarzania	-	0,99
Sprawność przesyłania	-	0,96
Sprawność regulacji i wykorzystania	-	0,88
Sprawność akumulacji	-	1,00
Współczynnik przerw tygodniowych	-	1,00
Współczynnik przerw dobowych	-	1,00
Instalacja ciepłej wody użytkowej		
Sposób przygotowania c.w.u., opis urządzeń	Przygotowanie c.w.u. centralne w węźle cieplnym.	
Rodzaj przewodów c.w.u.	Stalowe	
Perlatory na wylewkach	Nie zamontowane	
Instalacja wentylacyjna i spalinowa		
Rodzaj instalacji wentylacyjnej	Wentylacja grawitacyjna - wyciąg powietrza za pomocą przewodów grawitacyjnych. Nawiew powietrza poprzez nieszczelności stolarki okiennej i drzwiowej.	
Obliczeniowa ilość powietrza wentylacyjnego	-	24 314
Średni współczynnik $c_r$ dla budynku	-	1,00
Strumień powietrza wentylacyjnego	-	24 314

### 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	20394,4	1,19	24314
SUMA				24314
Wielkości sumarycznie				
Obliczeniowa ilość powietrza wentylacyjnego			[m <sup>3</sup> /h]	24314
Średni współczynnik korekcyjny ( $c_{r, c_w}$ )			-	1,00
Strumień powietrza wentylacyjnego przed modernizacją			[m <sup>3</sup> /h]	24314

## Stan techniczny budynku, wskazanie przedsięwzięć termomodernizacyjnych

System grzewczy		
Element	Stan techniczny	Proponowane rozwiązanie
Zasilanie budynku	Budynek zasilany w ciepło z węzła ciepłego zasilanego z m.s.c.	Montaż regulacji godzinowo-dobowej. Pełna automatyka obiegu grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej.
Poziomy c.o. w piwnicy	Stan techniczny dobry	
Urządzenia wykonawcze grzejniki c.o.	Konwektory wodne stalowe, dobry stan techniczny.	
Element	Stan techniczny	Proponowane rozwiązanie
Ściany zewnętrzne	Ściany zewnętrzne nieocieplone, dostateczny, miejscami zły stan techniczny elewacji. Widoczne ślady działania wody - odparzenia tynku i zawilgocenia w strefie przyziemnej.	Przewiduje się docieplenie ścian zewnętrznych kondygnacji nadziemnych wraz z podcieniami 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 PCV w stanie dobrym - częściowo złym.	Przewiduje się wymianę 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 ALU/PCV zewnętrzne w stanie dobrym oraz drzwi starego typu w złym stanie technicznym.	Przewiduje się wymianę drzwi zewnętrznych starego typu na energooszczędne.
Dach / stropodach	Nad szkołą stropodachy wentylowane, niedocieplone. Nad częścią sportową dachy płaskie pokryte papą, niedocieplone. Zły stan techniczny pokrycia papowego - konieczna modernizacja z uwagi na ochronę izolacji termicznej.	Przewiduje się docieplenie stropodachów wentylowanych za pomocą wełny mineralnej lub celulozy o współczynniku przewodzenia ciepła nie większym niż 0,038 W/mK - metoda pneumatyczna oraz dachów płaskich za pomocą styropianu EPS 100 lub wełny mineralnej o współczynniku przewodzenia ciepła nie większym niż 0,038 W/mK. Ułożenie pokrycia papowego na całym budynku.
Instalacja c.w.u.		
Element	Stan techniczny	Proponowane rozwiązanie
c.w.u.	Wytwarzanie centralne, dobry stan techniczny urządzeń i instalacji.	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 (mała sala gimnastyczna). Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze.
Roboty dodatkowe		
Zakłada się konieczność wykonania robót dodatkowych mających na celu ochronę wyremontowanych przegród przed działaniem szkodliwych czynników atmosferycznych (np. wymiana lub remont obróbek blacharskich i rur spustowych, wymiana parapetów, osuszenie oraz wykonanie izolacji pionowej i poziomej ścian). Ponadto zakłada się konieczność przebudowy instalacji odgromowej oraz remont lub wymianę innych elementów budynku, które mogą zostać naruszone podczas wykonywania prac modernizacyjnych lub nie spełniać prawidłowo swojej funkcji po wykonaniu usprawnień.		



### Dane klimatyczne, stopniodni

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

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

# Część druga

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

## Wybór optymalnego wariantu docieplenia ścian zewnętrzne kondygnacji nadziemnych

### Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	9 217,30	zł/(MW) ×miesiąc
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	61,44	zł/GJ
Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{wo} =$	20,0	°C
Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{zo} =$	-16,0	°C
Liczba stopniociepni,	$S_d =$	3 597	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U =$	1,43	W/(m <sup>2</sup> ×K)
Powierzchnia ścian - powierzchnia zewnętrzna netto po odjęciu otworów okiennych i drzwiowych	$A_{\Sigma c} =$	1 724,2	m <sup>2</sup>
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego	$W_E =$	23,08	(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	49 193,42 zł	12,071	593 828,26 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	49 637,66 zł	12,177	604 432,33 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	46 686,44 zł	-	551 411,95 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	48 116,84 zł	-	572 620,10 zł
Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący $R = 5,216$ m <sup>2</sup> K/W jest większy od wymaganego wynoszącego $R_{min} = 4,0$ m <sup>2</sup> K/W oraz zgodnego z WT2021 $R_{min}=5,0$ m <sup>2</sup> K/W.						

### Legenda:

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

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

Nu [zł] - Planowane koszty robót

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

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

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

### Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	9 217,30	zł/(MW) ×miesiąc
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	61,44	zł/GJ
Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{wo} =$	20,0	°C
Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{zo} =$	-16,0	°C
Liczba stopniodni,	$S_d =$	3 597	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U =$	1,43	W/(m <sup>2</sup> ×K)
Powierzchnia ścian - powierzchnia zewnętrzna netto po odjęciu otworów okiennych i drzwiowych	$A_{\Sigma c} =$	198,0	m <sup>2</sup>
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego	$W_E =$	23,08	(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	5 648,75 zł	13,710	77 441,81 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	5 699,76 zł	13,886	79 146,50 zł
Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 10 cm	356,70 zł/m <sup>2</sup>	3,23	0,255	5 360,88 zł	-	70 623,03 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	5 525,13 zł	-	74 032,42 zł
Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący $R = 5,216$ m <sup>2</sup> K/W jest większy od wymaganego wynoszącego $R_{min} = 4,0$ m <sup>2</sup> K/W oraz zgodnego z WT2021 $R_{min}=5,0$ m <sup>2</sup> K/W.						

### Legenda:

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

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

Nu [zł]- Planowane koszty robót

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

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

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

Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	9 217,30	zł/(MW) ×miesiąc
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	61,44	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	$U =$	0,68	W/(m <sup>2</sup> ×K)
Powierzchnia ścian - powierzchnia zewnętrzna netto po odjęciu otworów okiennych i drzwiowych	$A_{\text{śc}} =$	242,0	m <sup>2</sup>
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego	$W_E =$	23,08	(zł×K)/W×a

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się docieplenie ścian zewnętrznych kondygnacji piwnicznej przy gruncie za pomocą styropianu ekstrudowanego o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda = 0,036 \text{ W/mK}$ . Na podstawie poniższej analizy ekonomicznej wykazano optymalną grubość docieplenia równą 10 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 - 10 cm	437,88 zł/m <sup>2</sup>	2,78	0,193	2 741,87 zł	38,644	105 958,20 zł
Docieplenie ścian fundamentowych - styropian ekstrudowany - 12 cm	457,56 zł/m <sup>2</sup>	3,33	0,171	2 864,73 zł	38,650	110 720,37 zł
Docieplenie ścian fundamentowych - styropian ekstrudowany - 14 cm	477,24 zł/m <sup>2</sup>	3,89	0,156	2 948,49 zł	39,167	115 482,54 zł
Docieplenie ścian fundamentowych - styropian ekstrudowany - 8 cm	418,20 zł/m <sup>2</sup>	2,22	0,225	2 563,18 zł	-	101 196,04 zł
Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący $R = 5,181 \text{ m}^2\text{K/W}$ jest większy od wymaganego wynoszącego $R_{min} = 4,0 \text{ m}^2\text{K/W}$ oraz zgodnego z WT2021 $R_{min}=5,0 \text{ m}^2\text{K/W}$ .						

Legenda:

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

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

Nu [zł]- Planowane koszty robót

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

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

## Wybór optymalnego wariantu docieplenia stropodachu wentylowanego

### Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	9 217,30	zł/(MW) ×miesiąc
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	61,44	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 stopniocdni,	$S_d =$	3 597	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U =$	0,96	W/(m <sup>2</sup> ×K)
Powierzchnia stropu/dachu/podłogi poddasza	$A =$	1 220,0	m <sup>2</sup>
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego	$W_E =$	23,08	(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 15 i 20 cm nie spełnia wymogów rozporządzenia. Ceny robót budowlanych określono na podstawie analizy rynku robót budowlanych. Uwzględnia cenę zawierania podatku VAT 22 %

Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	DR	$U_m$	$DO_{rU}$	SPBT	Nu
Docieplenie stropodachu wentylowanego - wełna mineralna luzem 25 cm	209,10 zł/m <sup>2</sup>	6,58	0,131	23 250,83 zł	10,972	255 102,00 zł
Docieplenie stropodachu wentylowanego - wełna mineralna luzem 30 cm	228,00 zł/m <sup>2</sup>	7,89	0,112	23 794,38 zł	11,690	278 160,00 zł
Docieplenie stropodachu wentylowanego - wełna mineralna luzem 15 cm	172,20 zł/m <sup>2</sup>	3,95	0,200	21 304,19 zł	-	210 084,00 zł
Docieplenie stropodachu wentylowanego - wełna mineralna luzem 20 cm	190,65 zł/m <sup>2</sup>	5,26	0,159	22 480,54 zł	-	232 593,00 zł
Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący $R = 7,624$ 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 małej sali gimnastycznej

### Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	9 217,30	zł/(MW) ×miesiąc
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	61,44	zł/GJ
Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{wo} =$	20,0	°C
Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{zo} =$	-12,0	°C
Liczba stopniodni,	$S_d =$	2 629	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U =$	0,79	W/(m <sup>2</sup> ×K)
Powierzchnia stropu/dachu/podłogi poddasza	$A =$	306,6	m <sup>2</sup>
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego	$W_E =$	17,50	(zł×K)/W×a

### Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się docieplenie dachu płaskiego (mała sala gimnastyczna) styropianem lub wełną mineralną o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda = 0,038$  W/mK - pokrycie papą termozgrzewalną. Na podstawie poniższej analizy ekonomicznej wykazano optymalną grubość izolacji równą 22 cm. Docieplenie o grubości 20 cm nie spełnia wymogów rozporządzenia. Ceny robót budowlanych określono na podstawie analizy rynku robót budowlanych. Wszystkie ceny zawierała podatek VAT 23 %.

Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	DR	$U_m$	$DO_{rU}$	SPBT	Nu
Docieplenie dachu płaskiego - styropian EPS 100 lub wełna mineralna - 22 cm	206,64 zł/m <sup>2</sup>	5,79	0,142	3 456,23 zł	18,328	63 345,49 zł
Docieplenie dachu płaskiego - styropian EPS 100 lub wełna mineralna - 25 cm	221,40 zł/m <sup>2</sup>	6,58	0,127	3 532,61 zł	19,212	67 870,17 zł
Docieplenie dachu płaskiego - styropian EPS 100 lub wełna mineralna - 30 cm	246,00 zł/m <sup>2</sup>	7,89	0,109	3 630,66 zł	20,771	75 411,30 zł
Docieplenie dachu płaskiego - styropian EPS 100 lub wełna mineralna - 20 cm	196,80 zł/m <sup>2</sup>	5,26	0,153	3 395,07 zł	-	60 329,04 zł
Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący $R = 7,062$ 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 PCV

### Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	9 217,30	zł/(MW) × miesiąc]
Opłata za zużycie 1 GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	61,44	zł/GJ
Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{w0} =$	20,0	°C
Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{z0} =$	-16,0	°C
Liczba stopniodni,	$S_d =$	3 597	dzień × K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U =$	2,60	W/(m <sup>2</sup> × K)
Powierzchnia okien do wymiany	$A =$	0,9	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	-
	$cm_1 =$	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	34,52 zł	24,455	844,27 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	26,40 zł	31,159	822,62 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	20,31 zł	39,441	800,98 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	16,25 zł	47,969	779,33 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 wymiany stolarki drzwiowej zewnętrznej

### Dane ogólne do obliczeń

Opiata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	9 217,30	zł/(MW ×miesiąc]
Opiata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	61,44	zł/GJ
Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{wo} =$	20,0	°C
Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{zo} =$	-16,0	°C
Liczba stopniodni,	$S_d =$	3 597	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U =$	3,60	W/(m <sup>2</sup> ×K)
Powierzchnia drzwi do wymiany	$A =$	8,3	m <sup>2</sup>
Współczynniki przepływu powietrza przez szczeliny okien lub drzwi przed i po termomodernizacji, określone w oparciu o Tabelę 1 z rozporządzenia MI	$a_0 =$	1,00	[m <sup>3</sup> /(m·h·daPa <sup>2/3</sup> )]
	$a_1 =$	1,00	
Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI	$cr_0 =$	1,00	-
Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI	$cm_0 =$	1,00	-
	$cm_1 =$	1,00	-
Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI	$cw =$	1,00	-

Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	Cr	U <sub>m</sub>	DO <sub>ru</sub>	SPBT	Nu
Wymiana drzwi na stolarkę energooszczędną specjalną, U = 1,3 W/m <sup>2</sup> K	2 952,00 zł/m <sup>2</sup>	1,00	1,30	439,49 zł	55,616	24 442,56 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	363,05 zł	61,715	22 405,68 zł

### Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

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

### Legenda:

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

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

Nu [zł] - Planowane koszty robót

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

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

## Wybór optymalnego wariantu usprawnienia wentylacji mechanicznej

Dane ogólne do obliczeń			
$O_m =$	9 217,30	[zł/(MW × miesiąc)]	Opłata za 1MW mocy zamówionej
$O_z =$	61,44	[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
26 076,01	6,934	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
23 164,68	7,434	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: 324,04 GJ/a

289,85 GJ/a

Redukcja mocy po modernizacji: 55,76 kW

48,43 kW

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

## Dane ogólne do obliczeń:

$O_{m0} =$	9 217,30	[zł/(MW × miesiąc)]	Opłata za 1MW mocy zamówionej przed modernizacją
$O_{z0} =$	61,44	[zł/GJ]	Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej przed modernizacją
$O_{m1} =$	9 217,30	[zł/GJ]	Opłata za 1MW mocy zamówionej po modernizacji
$O_{z1} =$	61,44	[zł/GJ]	Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej po modernizacji
$Q_{ocw} =$	401,6	[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]	
$q_{ocw} =$	47,5	[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
334,7	47,5	4 112,56	5,982	Montaż cyrkulacyjnych zaworów termostatycznych oraz urządzeń ograniczających czas pracy cyrkulacji.	-	24 600,00 zł
401,6	47,5	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
5,1992 m <sup>3</sup> /dobę	Średnie dobowe zapotrzebowanie na c.w.u. dla budynku ( $Q_{\text{śrd}}$ )
10 h/dobę	Liczba godzin T rozbioru c.w.u.
49,00 %	Średnia sprawność wytwarzania c.w.u.
401,6 GJ/a	Średnie roczne zapotrzebowanie na ciepło c.w.u. dla budynku
0,520 m <sup>3</sup> /h	Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. dla budynku ( $Q_{\text{grh}}$ )
1,742 -	Współczynnik nierównomierności rozbioru wody
0,906 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.
47,5 kW	Moc cieplna dla potrzeb c.w.u. bez uwzględnienia akumulacji ( $q_{\text{maxh}}$ )
47,5 kW	Moc cieplna dla potrzeb c.w.u. z uwzględnieniem akumulacji zasobników

Sprawności składowe systemu c.w.u.	Przed modernizacją	Po modernizacji
Sprawność		
Sprawność wytwarzania c.w.u.	0,98	0,98
Sprawność przesyłu c.w.u.	0,50	0,60
Sprawność akumulacji c.w.u.	1,00	1,00

## Wybór optymalnego wariantu modernizacji systemu grzewczego

### Dane ogólne do obliczeń:

$O_m =$	9 217,30	[zł/(MW ×miesiąc)]	Opłata za 1MW mocy zamówionej przed modernizacją
$O_{m1} =$	9 217,30	[zł/(MW ×miesiąc)]	Opłata za 1MW mocy zamówionej po modernizacji systemu grzewczego
$O_z =$	61,44	[zł/GJ]	Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej przed modernizacją
$O_{z1} =$	61,44	[zł/GJ]	Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej po modernizacji systemu grzewczego
$Q_{oco} =$	2 944,5	[GJ]	Sezonowe zapotrzebowanie budynku na ciepło przed termomodernizacją, określone zgodnie z Polską Normą
$q_0 =$	537,6	[kW]	Zapotrzebowanie na moc ciepłą budynku
$h_0 =$	0,84	-	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

$DO_{rU}$	$h_1$	$q_1$	$h_g$	$h_d$	$h_o$	$h_s$	$w_{t1}$	$w_{d1}$	Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	SPBT	$N_{co}$
10 815,13	0,84	537,6	0,99	0,96	0,88	1,00	1,00	0,95	Montaż regulacji godzinowo-dobowej. Pełna automatyka obiegów grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej.	-	7,30	78 966,00 zł
0,00	0,84	537,6	0,99	0,96	0,88	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	6,93
2	Montaż cyrkulacyjnych zaworów termostatycznych oraz urządzeń ograniczających czas pracy cyrkulacji.	24 600,00	5,98
3	Docieplenie stropodachów wentylowanych metodą pneumatyczną - wełna mineralna lub celuloza o współczynniku przewodzenia ciepła 0,038 W/mK - 25 cm oraz dachu nad małą salą gimnastyczną styropianem EPS 100 lub wełną mineralną 0,038 W/mK - 22 cm.	318 447,49	11,92
4	Docieplenie ścian zewnętrznych przy gruncie - styropian ekstrudowany o współczynniku przewodzenia ciepła 0,036 W/mK, 10 cm. Docieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych (kondygnacje i strefa cokołowa) - styropian specjalny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK, 14 cm.	777 228,27	13,50
5	Wymiana części okien PCV (załącznik) na stolarkę PCV o maksymalnym współczynniku przenikania ciepła 0,9 W/m <sup>2</sup> K. Wymiana drzwi zewnętrznych starego typu na energooszczędne (U=1,3 W/m <sup>2</sup> K).	25 286,83	53,35

**RODZAJE USPRAWNIEŃ 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	-	$h_d =$	0,96
3	Regulacji systemu grzewczego, np. wprowadzenie automatyki pogodowej	-	$h_e =$	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	Montaż regulacji godzinowo-dobowej. Pełna automatyka obiegu grzewczego. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej.	345,7	47,5	1456,8	334,7	0,836	1989,4	49,28%	80 000,00
	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.								
	Montaż cyrkulacyjnych zaworów termostaticznych oraz urządzeń ograniczających czas pracy cyrkulacji.								
	Docieplenie stropodachów wentylowanych metodą pneumatyczną - wełna mineralna lub celuloza o współczynniku przewodzenia ciepła 0,038 W/mK - 25 cm oraz dachu nad małą salą gimnastyczną styropianem EPS 100 lub wełną mineralną 0,038 W/mK - 22 cm.								
	Docieplenie ścian zewnętrznych przy gruncie - styropian ekstrudowany o współczynniku przewodzenia ciepła 0,036 W/mK, 10 cm. Docieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych (kondygnacje i strefa cokolowa) - styropian specjalny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK, 14 cm.								
	Wymiana części okien PCV (zależnik) na stolarkę PCV o maksymalnym współczynniku przenikania ciepła 0,9 W/m <sup>2</sup> K. Wymiana drzwi zewnętrznych starego typu na energooszczędne (U=1,3 W/m <sup>2</sup> K).								
2	Montaż regulacji godzinowo-dobowej. Pełna automatyka obiegu grzewczego. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej.	346,1	47,5	1460,4	334,7	0,836	1993,5	49,17%	80 000,00
	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.								
	Montaż cyrkulacyjnych zaworów termostaticznych oraz urządzeń ograniczających czas pracy cyrkulacji.								
	Docieplenie stropodachów wentylowanych metodą pneumatyczną - wełna mineralna lub celuloza o współczynniku przewodzenia ciepła 0,038 W/mK - 25 cm oraz dachu nad małą salą gimnastyczną styropianem EPS 100 lub wełną mineralną 0,038 W/mK - 22 cm.								
	Docieplenie ścian zewnętrznych przy gruncie - styropian ekstrudowany o współczynniku przewodzenia ciepła 0,036 W/mK, 10 cm. Docieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych (kondygnacje i strefa cokolowa) - styropian specjalny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK, 14 cm.								



3	Montaż regulacji godzinowo-dobowej. Pełna automatyka obiegów grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej.	435,0	47,5	2212,1	334,7	0,836	2847,4	27,40%	80 000,00
	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.								
	Montaż cyrkulacyjnych zaworów termostatycznych oraz urządzeń ograniczających czas pracy cyrkulacji.								
	Docieplenie stropodachów wentylowanych metodą pneumatyczną - wełna mineralna lub celuloza o współczynniku przewodzenia ciepła 0,038 W/mk - 25 cm oraz dachu nad małą salą gimnastyczną styropianem EPS 100 lub wełną mineralną 0,038 W/mK - 22 cm.								
4	Montaż regulacji godzinowo-dobowej. Pełna automatyka obiegów grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej.	478,5	47,5	2575,7	334,7	0,836	3260,4	16,87%	80 000,00
	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.								
	Montaż cyrkulacyjnych zaworów termostatycznych oraz urządzeń ograniczających czas pracy cyrkulacji.								
5	Montaż regulacji godzinowo-dobowej. Pełna automatyka obiegów grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej.	478,5	47,5	2575,7	401,6	0,836	3327,3	15,17%	80 000,00
	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	Montaż regulacji godzinowo-dobowej. Pełna automatyka obiegów grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej.	537,6	47,5	2944,5	401,6	0,836	3746,2	4,49%	40 000,00

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	1 485 338,59	139 982,29	49,28%	1 485 338,59	297 067,72	237 654,17	279 964,57
					100,00			
2	WARIANT 2	1 460 051,76	139 684,34	49,17%	1 460 051,76	292 010,35	233 608,28	279 368,67
					100,00			
3	WARIANT 3	682 823,49	77 382,50	27,40%	682 823,49	136 564,70	109 251,76	154 765,00
					100,00			
4	WARIANT 4	364 376,00	47 198,46	16,87%	364 376,00	72 875,20	58 300,16	94 396,93
					100,00			
5	WARIANT 5	339 776,00	43 085,91	15,17%	339 776,00	67 955,20	54 364,16	86 171,82
					100,00			
6	WARIANT 6	118 966,00	10 815,13	4,49%	118 966,00	23 793,20	19 034,56	21 630,25
					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:

Montaż regulacji godzinowo-dobowej c.o.. Pełna automatyka obiegu grzewczego. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej.

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.

Montaż cyrkulacyjnych zaworów termostatycznych oraz urządzeń ograniczających czas pracy cyrkulacji.

Docieplenie stropodachów wentylowanych metodą pneumatyczną - wełna mineralna lub celuloza o współczynniku przewodzenia ciepła 0,038 W/mK - 25 cm oraz dachu nad małą salą gimnastyczną styropianem EPS 100 lub wełną mineralną 0,038 W/mK - 22 cm.

Docieplenie ścian zewnętrznych przy gruncie - styropian ekstrudowany o współczynniku przewodzenia ciepła 0,036 W/mK, 10 cm. Docieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych (kondygnacje i strefa cokołowa) - styropian specjalny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK, 14 cm.

Wymiana części okien PCV (załącznik) na stolarkę PCV o maksymalnym współczynniku przenikania ciepła 0,9 W/m<sup>2</sup>K. Wymiana drzwi zewnętrznych starego typu na energooszczędne ( $U=1,3$  W/m<sup>2</sup>K).

### UWAGA:

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

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

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

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

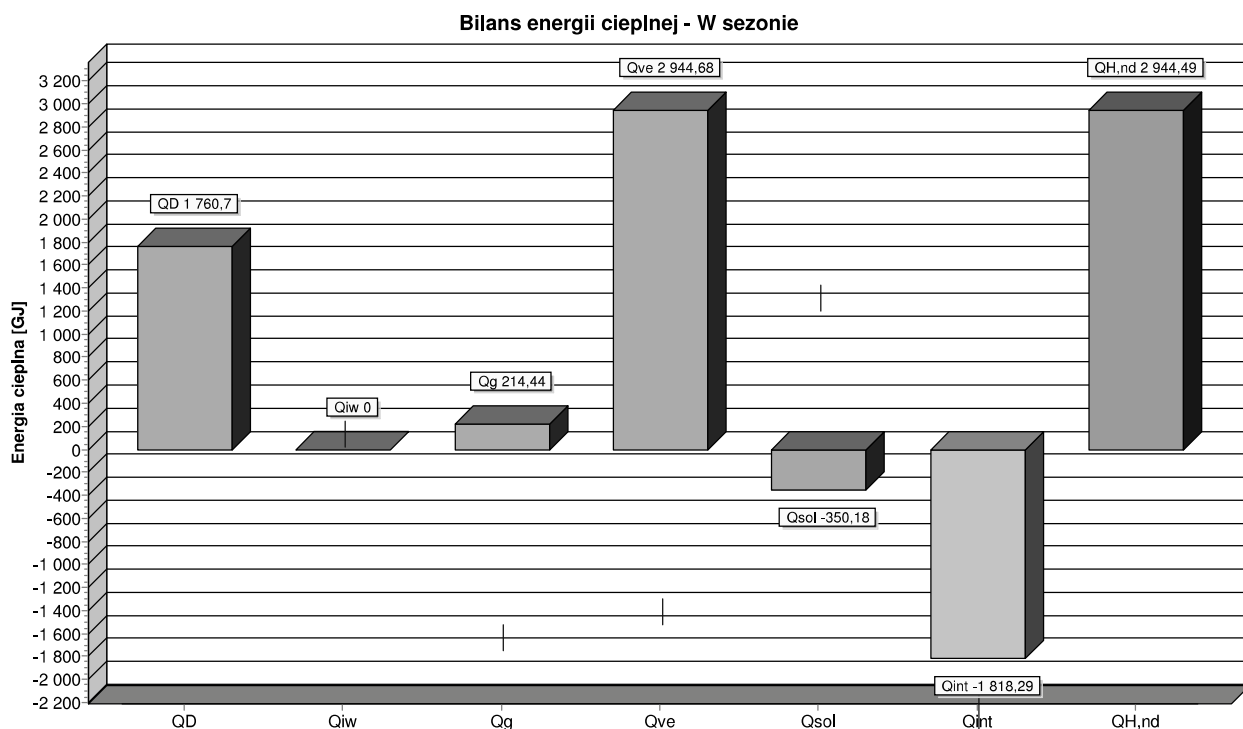
mgr inż. Jarosław Kozub

# Załącznik 1

**Bilans energetyczny budynku przed  
modernizacją**

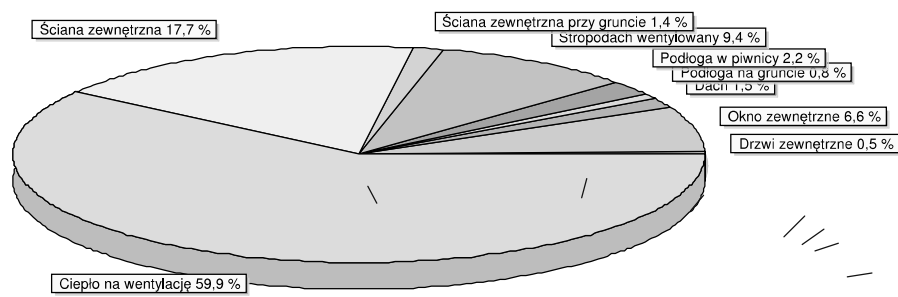
# Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Bilans energetyczny budynku - stan obecny	
	Szkoła Podstawowa nr 6	
Miejscowość:	Gdynia	
Adres:	Cechowa 22	
Projektant:	Marcin Rosenow	
Plik danych:	C:\Users\hp\Desktop\Robocze\UM Gdynia\SP 6\S	
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 $A_H$ :	6424,0	m <sup>2</sup>
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :	20394,4	m <sup>3</sup>
Projektowa strata ciepła przez przenikanie $\Phi_T$ :	216141	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła $\Phi_V$ :	321472	W
Całkowita projektowa strata ciepła $\Phi$ :	537613	W
Nadwyżka mocy cieplnej $\Phi_{RH}$ :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku $\Phi_{HL}$ :	537613	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 $V_{v,H}$ :	26217,8	m <sup>3</sup> /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :	2944,49	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :	817915	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku $A_H$ :	6424	m <sup>2</sup>
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :	20394,4	m <sup>3</sup>
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EA_H$ :	458,4	MJ/(m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EA_H$ :	127,3	kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EV_H$ :	144,4	MJ/(m <sup>3</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EV_H$ :	40,1	kWh/(m <sup>3</sup> ·rok)



Bil	Miesiąc	$L_{d,m}$ dni	$T_{em,m}$ °C	$Q_D$ GJ/rok	$Q_{iw}$ GJ/rok	$Q_g$ GJ/rok	$Q_{ve}$ GJ/rok	$\eta_{H,gn}$	$Q_{sol}$ GJ/rok	$Q_{int}$ GJ/rok	$Q_{H,nd}$ GJ/rok
■	Styczeń	31	2,0	259,74	0,00	31,41	423,55	0,980	20,55	206,47	492,
■	Luty	28	1,2	245,29	0,00	29,63	442,72	0,985	20,67	186,49	513,
■	Marzec	31	3,5	237,57	0,00	28,79	387,62	0,969	41,03	206,47	414,
■	Kwiecień	30	7,7	169,81	0,00	20,77	286,99	0,922	63,31	199,81	234,
■	Maj	31	10,7	131,12	0,00	16,23	215,11	0,833	83,77	206,47	120,
■	Czerwiec	0	15,5	58,21	0,00	7,60	100,11	0,528	87,38	199,81	14,
■	Lipiec	0	18,7	17,15	0,00	2,27	28,64	0,160	93,22	206,47	0,
■	Sierpień	0	16,3	48,80	0,00	6,46	81,52	0,457	75,24	206,47	8,
■	Wrzesień	30	14,5	72,52	0,00	9,29	124,07	0,678	51,25	199,81	35,
■	Październik	31	8,7	160,69	0,00	19,72	263,03	0,924	35,24	206,47	220,
■	Listopad	30	4,0	222,75	0,00	27,02	375,64	0,975	17,90	199,81	413,
■	Grudzień	31	1,9	261,22	0,00	31,58	425,95	0,981	16,45	206,47	499,
	W sezonie	273	8,8	1760,70	0,00	214,44	2944,68	0,911	350,18	1818,29	2944,

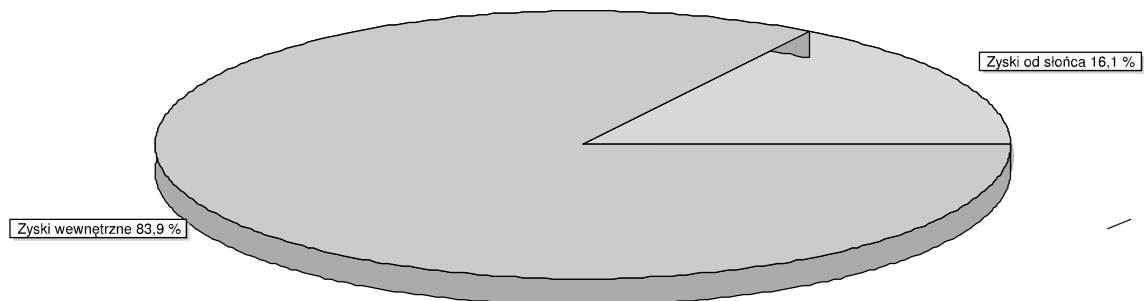
Szczegółowe zestawienie strat energii cieplnej



0,5 % Drzwi zewnętrzne	6,6 % Okno zewnętrzne	1,5 % Dach
0,8 % Podłoga na gruncie	2,2 % Podłoga w piwnicy	9,4 % Stropodach wentylowany
1,4 % Ściana zewnętrzna przy gruncie	17,7 % Ściana zewnętrzna	59,9 % Ciepło na wentylację

Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
Drzwi zewnętrzne	23,04	6399	0,5
Okno zewnętrzne	325,92	90533	6,6
Dach	74,02	20560	1,5
Podłoga na gruncie	40,91	11364	0,8
Podłoga w piwnicy	106,65	29625	2,2
Stropodach wentylowany	464,50	129029	9,4
Ściana zewnętrzna przy gruncie	66,88	18578	1,4
Ściana zewnętrzna	873,22	242562	17,7
Ciepło na wentylację	2944,68	817967	59,9
Razem	4919,82	1366616	100,0

Szczegółowe zestawienie zysków energii cieplnej



16,1 % Zyski od słońca 83,9 % Zyski wewnętrzne





Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
*Zyski od słońca	350,18	97273	16,1
Zyski wewnętrzne	1818,29	505081	83,9
± Razem	2168,47	602354	100,0






# Wyniki - Zestawienie przegród

Opis	U	A
	$W/m^2 \cdot K$	$m^2$
Dach pełny	0,786	306,55
Drzwi zewnętrzne starego typu	3,600	8,28
Drzwi zewnętrzne energooszczędne	1,600	18,33
Okna PCV do wymiany	2,600	0,88
Okna PCV	1,300	544,04
Naświetla z luksferów	5,500	16,98
Podłoga na gruncie	0,611	237,83
Podłoga w piwnicach	0,460	1173,47
Stropodach wentylowany	0,957	1220,00
Ściana zewnętrzna	1,428	1724,24
Ściana zewnętrzna piwnic	1,428	197,99
Ściana zewnętrzna przy gruncie	0,684	241,98

# Wyniki - Przegrody

D	Opis materiału	$\lambda$	$\rho$	$c_p$	R
m		W/ (m·K)	kg/m <sup>3</sup>	kJ/ (kg·K)	m <sup>2</sup> ·K/W
 D	Dach pełny				
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0060	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,033
0,1000	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,840	0,100
0,0360	Płyty pilśniowe porowate.	0,050	300	2,510	0,720
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]:					1,272
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/ (m <sup>2</sup> ·K)]:					0,786
 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 $Z$ : 2,50 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]:					2,000
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					2,173
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/ (m <sup>2</sup> ·K)]:					0,460
 PGG	Podłoga na gruncie				
Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
Ściana przy podłodze: SZ					
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej $Z_{gw}$ : 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
0,0300	Podkład z betonu pod posadzkę.	1,400	2200	0,840	0,021
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]:					1,417
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					1,637
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/ (m <sup>2</sup> ·K)]:					0,611
 SC	Ściana zewnętrzna piwnic				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018

# Wyniki - Przegrody

D	Opis materiału	$\lambda$	$\rho$	$c_p$	R
m		W/(m·K)	kg/m <sup>3</sup>	kJ/(kg·K)	m <sup>2</sup> ·K/W
0,3800	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,494
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,130
Opór przejmowania na zewnątrz $R_e$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,700
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					1,428
 SG	Ściana zewnętrzna przy gruncie				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna przy gruncie, Warunki wilgotności: Średni					
Podłoga przyległa do ściany: PG					
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 2,00 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]:					0,956
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					1,462
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,684
 STR	Stropodach wentylowany				
Rodzaj przegrody: Stropodach wentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wilgot					
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 połączeni dachowej i war. powietrza, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,000
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]:					0,090
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					1,045
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,957
 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

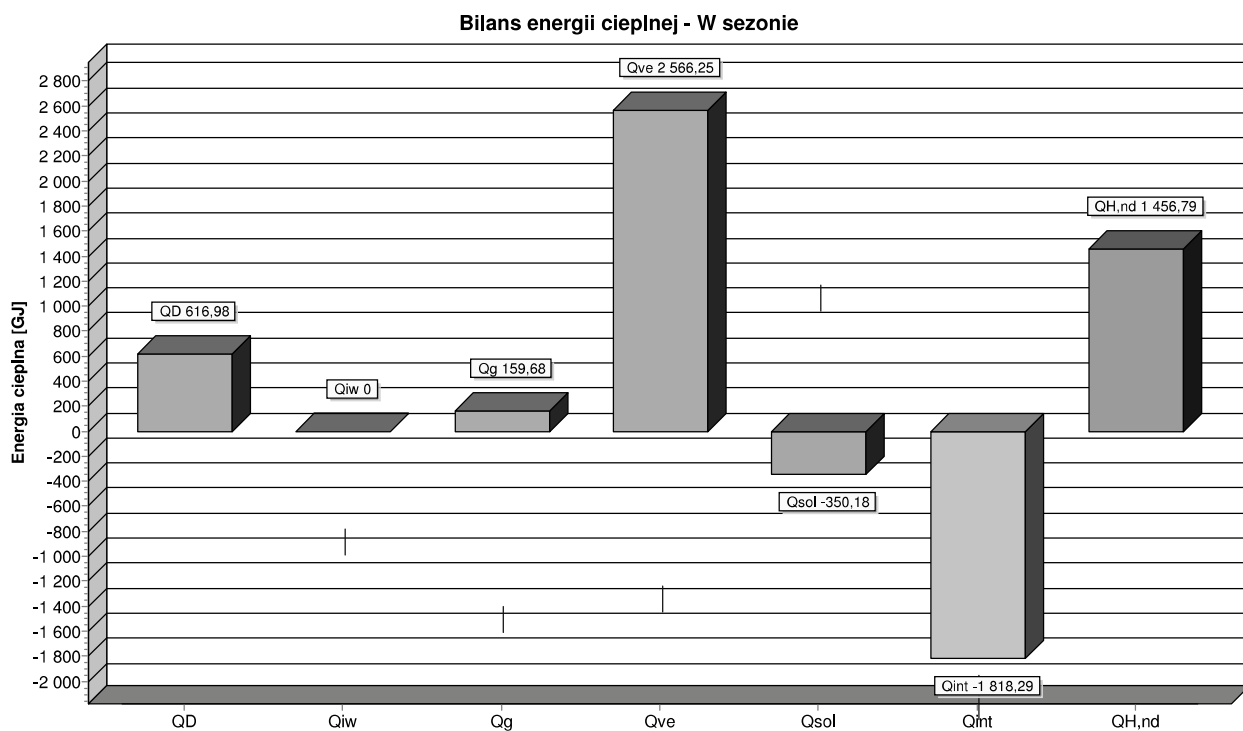
# Załącznik 2

Bilans energetyczny budynku dla  
optymalnego wariantu przedsięwzięcia  
termomodernizacyjnego

# Wyniki - Ogólne

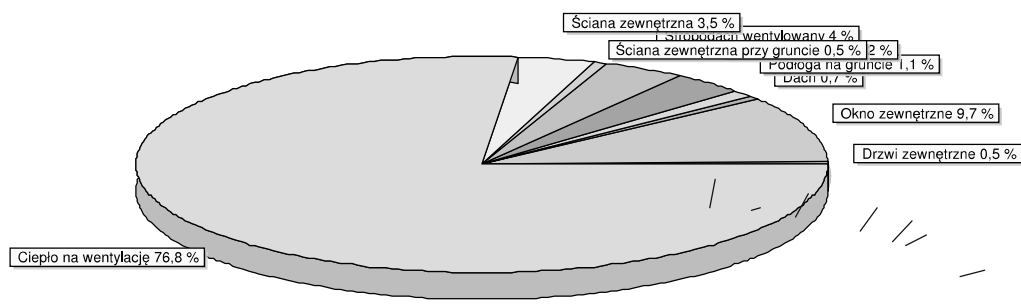
Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Bilans energetyczny budynku - wariant pierwszy	
	Szkoła Podstawowa nr 6	
Miejscowość:	Gdynia	
Adres:	Cechowa 22	
Projektant:	Marcin Rosenow	
Plik danych:	C:\Users\hp\Desktop\Robocze\UM Gdynia\SP 6\S	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN 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 $A_H$ :	6424,0	m <sup>2</sup>
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :	20394,4	m <sup>3</sup>
Projektowa strata ciepła przez przenikanie $\Phi_T$ :	82955	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła $\Phi_V$ :	262698	W
Całkowita projektowa strata ciepła $\Phi$ :	345652	W
Nadwyżka mocy cieplnej $\Phi_{RH}$ :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku $\Phi_{HL}$ :	345652	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 $V_{v,H}$ :	24805,0	m <sup>3</sup> /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :	1456,79	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :	404664	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku $A_H$ :	6424	m <sup>2</sup>
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :	20394,4	m <sup>3</sup>
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EA_H$ :	226,8	MJ/(m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EA_H$ :	63,0	kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EV_H$ :	71,4	MJ/(m <sup>3</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EV_H$ :	19,8	kWh/(m <sup>3</sup> ·rok)

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



Bil	Miesiąc	$L_{d,m}$ dni	$T_{em,m}$ °C	$Q_D$ GJ/rok	$Q_{iw}$ GJ/rok	$Q_g$ GJ/rok	$Q_{ve}$ GJ/rok	$\eta_{H,gn}$	$Q_{sol}$ GJ/rok	$Q_{int}$ GJ/rok	$Q_{H,nd}$ GJ/rok
■	Styczeń	31	2,0	90,74	0,00	23,39	368,01	0,976	20,55	206,47	260,79
■	Luty	28	1,2	85,67	0,00	22,06	384,54	0,983	20,67	186,49	288,30
■	Marzec	31	3,5	83,04	0,00	21,44	337,03	0,957	41,03	206,47	204,57
■	Kwiecień	30	7,7	59,49	0,00	15,47	250,27	0,879	63,31	199,81	93,11
■	Maj	31	10,7	46,17	0,00	12,08	188,54	0,734	83,77	206,47	33,26
■	Czerwiec	0	15,5	21,62	0,00	5,66	91,21	0,406	87,38	199,81	1,11
■	Lipiec	0	18,7	6,45	0,00	1,69	26,35	0,115	93,22	206,47	0,00
■	Sierpień	0	16,3	18,37	0,00	4,81	74,99	0,345	75,24	206,47	0,00
■	Wrzesień	30	14,5	26,43	0,00	6,92	111,48	0,550	51,25	199,81	6,11
■	Październik	31	8,7	56,33	0,00	14,68	229,61	0,881	35,24	206,47	87,11
■	Listopad	30	4,0	77,87	0,00	20,12	326,70	0,968	17,90	199,81	214,11
■	Grudzień	31	1,9	91,25	0,00	23,52	370,08	0,977	16,45	206,47	266,21
	<b>W sezonie</b>	<b>273</b>	<b>8,8</b>	<b>616,98</b>	<b>0,00</b>	<b>159,68</b>	<b>2566,25</b>	<b>0,870</b>	<b>350,18</b>	<b>1818,29</b>	<b>1456,79</b>

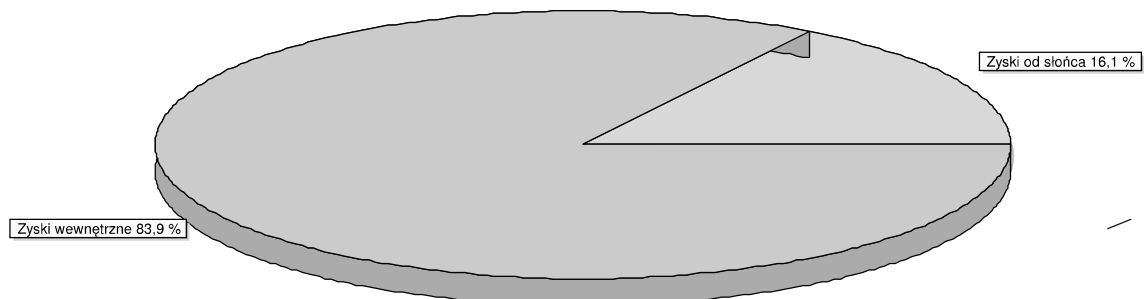
Szczegółowe zestawienie strat energii cieplnej



0,5 % Drzwi zewnętrzne	9,7 % Okno zewnętrzne	0,7 % Dach
1,1 % Podłoga na gruncie	3,2 % Podłoga w piwnicy	4 % Stropodach wentylowany
0,5 % Ściana zewnętrzna przy gruncie	3,5 % Ściana zewnętrzna	76,8 % Ciepło na wentylację

Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
Drzwi zewnętrzne	16,77	4657	0,5
Okno zewnętrzne	325,66	90461	9,7
Dach	24,14	6707	0,7
Podłoga na gruncie	37,09	10302	1,1
Podłoga w piwnicy	105,60	29333	3,2
Stropodach wentylowany	132,98	36939	4,0
Ściana zewnętrzna przy gruncie	17,00	4722	0,5
Ściana zewnętrzna	117,43	32619	3,5
Ciepło na wentylację	2566,25	712847	76,8
Razem	3342,91	928587	100,0

Szczegółowe zestawienie zysków energii cieplnej



16,1 % Zyski od słońca 83,9 % Zyski wewnętrzne





Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
*Zyski od słońca	350,18	97273	16,1
Zyski wewnętrzne	1818,29	505081	83,9
± Razem	2168,47	602354	100,0



# Wyniki - Zestawienie przegród

Opis	U	A
	W/m <sup>2</sup> ·K	m <sup>2</sup>
Dach pełny	0,142	306,55
Drzwi zewnętrzne starego typu	1,300	8,28
Drzwi zewnętrzne energooszczędne	1,600	18,33
Okna PCV do wymiany	0,900	0,88
Okna PCV	1,300	544,04
Naświetla z luksferów	5,500	16,98
Podłoga na gruncie	0,583	224,28
Podłoga w piwnicach	0,460	1161,93
Stropodach wentylowany	0,131	1220,00
Ściana zewnętrzna	0,192	1724,24
Ściana zewnętrzna piwnic	0,192	197,99
Ściana zewnętrzna przy gruncie	0,193	241,98

# Wyniki - Przegrody

D	Opis materiału	$\lambda$	$\rho$	$c_p$	R
m		W/(m·K)	kg/m³	kJ/(kg·K)	m²·K/W
 D	Dach pełny				
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,2200	Styropian EPS 100 038	0,038	100	1,460	5,789
0,0060	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,033
0,1000	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,840	0,100
0,0360	Płyty pilśniowe porowate.	0,050	300	2,510	0,720
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 $R_i$ , [m²·K/W]:					0,100
Opór przejmowania na zewnątrz $R_e$ , [m²·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m²·K/W]:					7,061
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m²·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 $Z$ : 2,50 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 $R_g$ , [m²·K/W]:					2,000
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m²·K/W]:					2,173
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m²·K)]:					0,460
 PGG	Podłoga na gruncie				
Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
Ściana przy podłodze: SZ					
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej $Z_{gw}$ : 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
0,0300	Podkład z betonu pod posadzkę.	1,400	2200	0,840	0,021
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 $R_g$ , [m²·K/W]:					1,494
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m²·K/W]:					1,714
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m²·K)]:					0,583
 SC	Ściana zewnętrzna piwnic				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					

# Wyniki - Przegrody

D	Opis materiału	$\lambda$	$\rho$	$c_p$	R
m		W/(m·K)	kg/m <sup>3</sup>	kJ/(kg·K)	m <sup>2</sup> ·K/W
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
0,3800	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,494
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
0,1400	Styropian PLATINUM PLUS	0,031	30	1,460	4,516
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,130
Opór przejmowania na zewnątrz $R_e$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					5,216
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,192
SG		Ściana zewnętrzna przy gruncie			
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna przy gruncie, Warunki wilgotności: Średni					
Podłoga przyległa do ściany: PG					
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 2,00 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
0,1000	Styropian ekstrudowany	0,036	100	1,460	2,778
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania $R_g$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					1,895
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					5,178
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,193
STR		Stropodach wentylowany			
Rodzaj przegrody: Stropodach wentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wilgot					
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 połaci dachowej i war. powietrza, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,000
0,2500	Wełna mineralna	0,038	60	0,750	6,579
0,1500	Żużel wielkopiecowy granulat 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]:					0,090
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					7,624
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

# 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 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	1
I	0
II	0
SUMA:	1