

Audyt energetyczny budynku użyteczności publicznej

LOKALIZACJA: Zespół Szkół nr 11 w Gdyni
ul. Porębskiego 21
81-185 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




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

Październik 2015

1. Dane identyfikacyjne budynku												
1.1 Rodzaj budynku:	budynek użyteczności publicznej - Zespół Szkół nr 11 w Gdyni				1.2 Rok budowy:	1987						
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.	Porębskiego		nr	21		
	ul.	Al. Marszałka Piłsudskiego		nr		52/54		kod:	81-185	mięscowość:	Gdynia	
	kod:	81-382	mięscowość:	Gdynia		powiat:	M. Gdynia		województwo:	pomorskie		
	tel.	-		fax			-		Pesel:	-		
	Nazwa:					-		Nr.		-		

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 <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. Miejsowość:	Rumia	data wykonania opracowania:	1 października 2015

6. Spis treści:			
1	Karta audytu energetycznego	str.	2
2	Zestawienie danych źródłowych do wykonania audytu.	str.	4
3	Cześć 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	Cześć druga - analiza ekonomiczna poszczególnych usprawnień	str.	17
13	Analiza ekonomiczna - ciepła woda użytkowa	str.	30
14	Analiza ekonomiczna - system ciepły	str.	31
15	Cześć trzecia - wybór optymalnego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, analiza ekonomiczna i energetyczna, wnioski	str.	32
16	Zestawienie wybranych i zoptymalizowanych usprawnień	str.	33
17	Prezentacja przyjętych wariantów modernizacji	str.	35
18	Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu	str.	37
19	Wnioski	str.	38
20	Załącznik 1 - bilans cieplny stanu obecnego	str.	39
21	Załącznik 2 - bilans cieplny poszczególnych wariantów	str.	48
22	Załącznik 3 - zestawienie stolarki PCV do wymiany	str.	57

Budynek w całości

1. Dane ogólne				
1. Konstrukcja / technologia budynku:		prefabrykowana		
2. Liczba kondygnacji:		-	4	
3. Kubatura części ogrzewanej		[m ³]	35 188	
4. Powierzchnia netto budynku		[m ²]	8 587,10	
5. Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej		[m ²]	0,00	
6. Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych		[m ²]	9 513,00	
7. Liczba mieszkań		-	0	
8. Liczba osób użytkujących budynek		-	818	
9. Sposób przygotowania ciepłej wody		Centralne zdalaczynne		
10. Rodzaj systemu ogrzewania budynku		Centralne zdalaczynne		
11. Współczynnik kształtu A/V		[1/m]	0,45	
12. Inne dane charakteryzujące budynek		Budynek użyteczności publicznej - szkoła + sale gimnastyczne		
2.	Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne	[W/(m ² K)]	stan przed modernizacją	stan po modernizacji
1. Dach sali gimnastycznej			0,44	0,14
2. Drzwi zewnętrzne pozostałe			5,50	1,30
3. Drzwi zewnętrzne główne i do biblioteki			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. Okna aluminiowe w sali gimnastycznej			2,60	0,90
8. Naświetla z luksferów			5,00	0,90
9. Podłoga w sali gimnastycznej			0,44	0,44
10. Podłoga w piwnicach			0,53	0,53
11. Stropodach			0,42	0,13
12. Ściana zewnętrzna osłonowa			0,86	0,20
13. Ściana zewnętrzna konstrukcyjna			0,85	0,20
14. Ściana zewnętrzna biblioteki			0,24	0,24
15. Ściana zewnętrzna ogrzewanych piwnic			0,75	0,19
16. Ściana zewnętrzna przy gruncie			0,43	0,15
3. Sprawności składowe systemu grzewczego				
1. Sprawność wytwarzania			0,97	0,99
2. Sprawność przesyłania			0,96	0,96
3. Sprawność regulacji i wykorzystania			0,82	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		[m ³ /h]	54 428	54 428
4. Liczba wymian			1,55	1,55

Budynek w całości

5. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	[kW]	1 090,2
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu	[kW]	74,2
3.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[GJ/rok]	6 070,7
4.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu	[GJ/rok]	7 950,3
5.	Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u.	[GJ/rok]	622,3
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie, przeliczone na warunki sezonu standardowego i na przygotowanie c.w.u. (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła)	[GJ/rok]	4 700,0
7.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu	[kWh/(m³rok)]	48,0
8.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu	[kWh/(m³rok)]	62,8
9.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu	[kWh/(m²rok)]	257,4
6. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1.a	Cena 1 GJ na ogrzewanie	[zł]	55,65
1.b	Cena 1 GJ na produkcję c.w.u.	[zł]	55,65
2.	Opłata 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc	[zł]	8 334,00
3.	Opłata za podgrzanie 1m³ wody użytkowej	[zł]	-
4.	Opłata 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie cwu na miesiąc	[zł]	8 334,00
5.	Opłata za ogrzewanie 1m² pow. użytkowej	[zł]	4,83
6.	Opłata abonamentowa	[zł]	-
7.	Opłata stała niezależnie od mocy	[zł]	-
7. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana suma kredytu [zł]:		6 239 438,60	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]
Planowane koszty całkowite [zł]		6 239 438,60	Premia termomodernizacyjna [zł]
Roczna oszczędność kosztów energii [zł]		294 211,86	51,33%

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

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

Podstawowe wytyczne inwestora, ustalenia

Użytkownik sygnalizuje niedogrzenia w części pomieszczeń budynku wynikające z niewydolności systemu grzewczego oraz zbyt niską wydajność wymiennika c.w.u. w węźle cieplnym 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.

W budynku występują okna drewniane starego typu częściowo wymienione na stolarkę PCV. Okna wymieniane były na przestrzeni ostatnich 15 lat. Część okien PCV kwalifikuje się do ponownej wymiany.
--

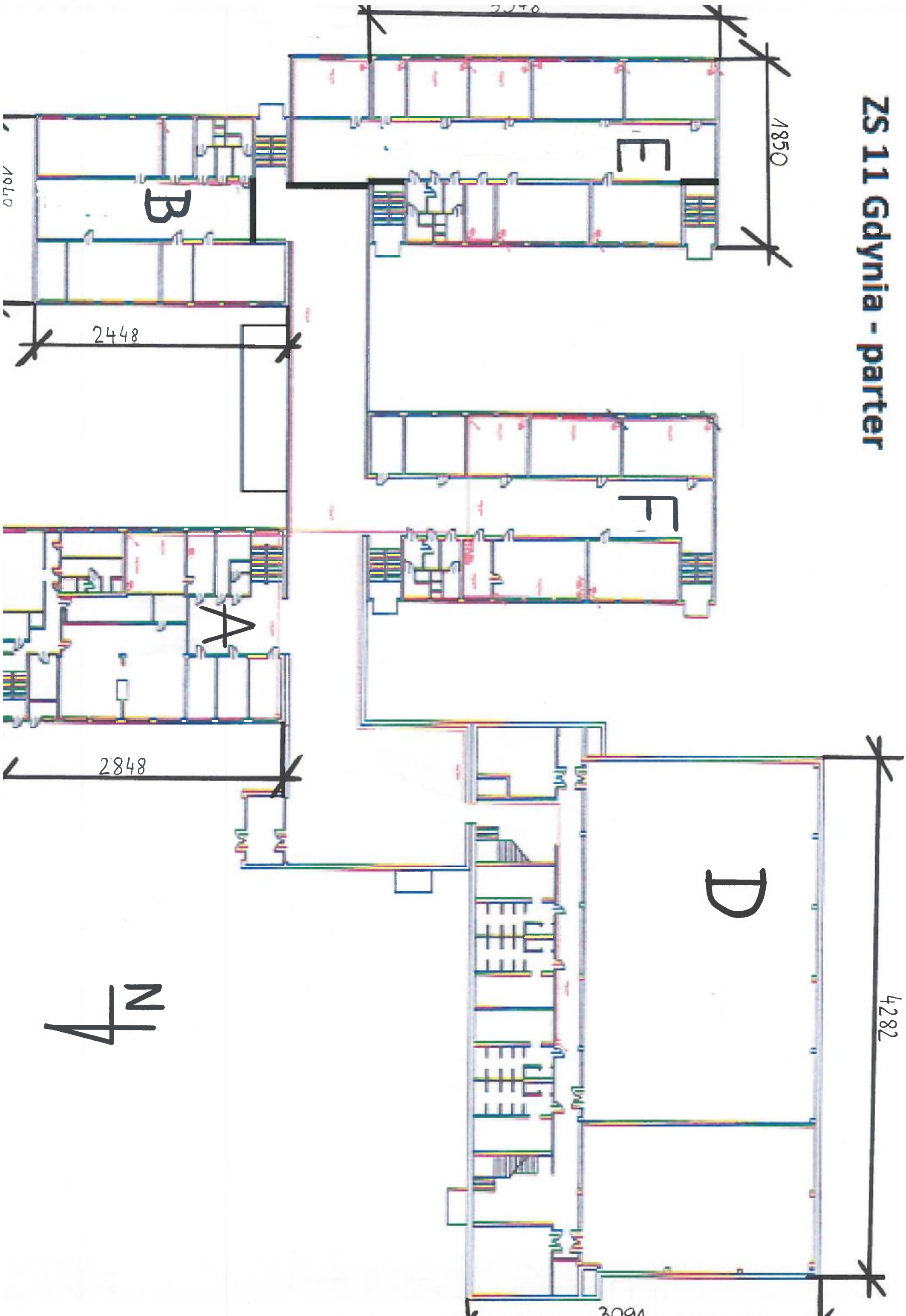
Część pierwsza

Dane inwentaryzacyjne, wyznaczenie
niezbędnych usprawnień
termomodernizacyjnych

Inwentaryzacja - dane techniczne budynku

Powierzchnia przegród zewnętrznych według rodzaju		
Dach sali gimnastycznej	[m ²]	869,7
Drzwi zewnętrzne pozostałe	[m ²]	22,5
Drzwi zewnętrzne główne i do biblioteki	[m ²]	22,3
Okna PCV do wymiany	[m ²]	108,2
Okna PCV	[m ²]	1 163,5
Okna drewniane	[m ²]	284,2
Okna aluminiowe w sali gimnastycznej	[m ²]	357,9
Naświetla z luksferów	[m ²]	38,4
Podłoga w sali gimnastycznej	[m ²]	846,5
Podłoga w piwnicach	[m ²]	2 904,4
Stropodach	[m ²]	3 499,0
Ściana zewnętrzna osłonowa	[m ²]	1 641,7
Ściana zewnętrzna konstrukcyjna	[m ²]	2 041,5
Ściana zewnętrzna biblioteki	[m ²]	162,8
Ściana zewnętrzna ogrzewanych piwnic	[m ²]	938,1
Ściana zewnętrzna przy gruncie	[m ²]	845,7
Wysokości		
Zagłębienie w gruncie	[m]	0-2
Najczęstsza wysokość w świetle	[m]	3,45
Wysokość piwnicy w świetle	[m]	3,00
Najczęstsza wysokość brutto	[m]	3,75
Inne dane techniczne		
liczba mieszkań	[szt.]	0
Liczba użytkowników		818
Liczba kondygnacji	[szt.]	4
Liczba klatek schodowych	[szt.]	10
Dane powierzchniowe budynku		
Powierzchnia użytkowa pomieszczeń mieszkalnych	[m ²]	0,00
Powierzchnia użytkowa pomieszczeń niemieszkalnych	[m ²]	9 513,00
Powierzchnia poddasza ogrzewanego	[m ²]	0,0
Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych pozostałych	[m ²]	0,0
Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych netto	[m ²]	8 587,1
Powierzchnia zabudowy	[m ²]	4 450,0
Całkowita powierzchnia brutto	[m ²]	15 575,0
Powierzchnia użytkowa	[m ²]	9 513,00
Dane kubaturowe budynku		
Kubatura netto ogrzewana	[m ³]	35 188
Całkowita kubatura brutto	[m ³]	41 129
Współczynnik kształtu A/V [1/m]		0,45





ZS 11 Gdynia - parter



Opis do uproszczonej dokumentacji technicznej budynku
Zespół Szkół nr 11, Gdynia ul. Porębskiego 21

<p>Dane ogólne, forma architektoniczna</p>		<p>Budynek wolnostojący, Wzniesiony w 1986-87 roku na planie zespołu prostokątów. Obiekt posiada trzy kondygnacje nadziemne w większości podpiwniczony – piwnice ogrzewane, budynek przykryty stropodachem. Obiekt składa się z czterech segmentów dydaktycznych, sali gimnastycznej i łącznika. Forma rozczłonkowana.</p>
<p>Konstrukcja budynku, technologia wykonania</p>		<p>Ściany konstrukcyjne prefabrykowane, osłonowe murowane z gazobetonu - układ konstrukcyjny podłużny. Stropy żelbetowe kanałowe. Stropodachy wentylowane. Nad salą gimnastyczną dach płaski z płyt panwiowych na konstrukcji stalowej.</p>
<p>Charakterystyka funkcjonalno- przestrzenna</p>		<p>Budynek wykorzystywany jest na cele dydaktyczne. Główne wejście znajduje się od strony elewacji frontowej - dostęp do budynku również z pozostałych stron. W budynku oprócz zespołu szkół znajduje się Miejska Biblioteka Publiczna oraz Żłobek (w trakcie adaptacji).</p>
<p>Elementy charakterystyczne</p>		<p>Rozczłonkowana bryła budynku.</p>

ELEWACJE

<p>Warstwa fakturowa, tynk</p>		<p>Budynek w większości otynkowany tynkiem cementowo-wapiennym.</p>
<p>Stolarka okienna i drzwiowa</p>		<p>Stolarka okienna – w większości wymieniona na nową z PVC. Część okien drewnianych, starych aluminiowych oraz naświetla z luksferów.</p>
<p>Rynny, rury spustowe, obróbki blacharskie, parapety</p>		<p>Opierzenia oraz rury spustowe z blachy ocynkowanej.</p>
<p>Elementy charakterystyczne</p>		<p>Attyki z blachy falistej.</p>

STAN TECHNICZNY

<p>Warstwa fakturowa, tynk</p>		<p>Zły stan techniczny. Spadający tynk. Zabrudzenia i zawilgocenia w strefie cokołowej.</p>
<p>Cokół</p>		<p>Stan techniczny cokołu zły. Zabrudzenia, zawilgocenia.</p>
<p>Stolarka okienna</p>		<p>Stan techniczny stolarki okiennej PCV dobry. Część okien PCV (załącznik), okna drewniane, naświetla z luksferów oraz okna ALU na sali gimnastycznej w złym stanie technicznym.</p>
<p>Rynny i rury spustowe, obróbki blacharskie</p>		<p>Rynny i rury spustowe w stanie złym.</p>

Stolarka drzwiowa zewnętrzna		<p>Stan techniczny drzwi zewnętrznych zły - za wyjątkiem drzwi głównych i biblioteki - stan dobry.</p>
Instalacja c.o.		<p>Grzejniki żeliwne i fawier w złym stanie technicznym.</p>
Źródło ciepła		<p>Węzeł ciepła z roku 2006, częściowo brak izolacji termicznej. Zużycie w stopniu średnim. Zbyt mała wydajność.</p>
Wentylacja mechaniczna		<p>Wentylatory częściowo niesprawne. Brak odzysku ciepła.</p>

Inwentaryzacja - charakterystyka energetyczna budynku		
Moc zamówiona		
Moc zamówiona c.o. + wentylacja	[kW]	995,0
Moc zamówiona c.w.u.	[kW]	120,0
Sumaryczna moc zamówiona dla budynku	[kW]	1 115,0
Zużycie energii cieplnej za lata poprzednie		
Sumaryczne średnie zużycie ciepła za lata poprzednie (suma zużycia c.o i c.w.u.)	[GJ/a]	4 700,0
Za okres	-	2013-2014
Koszty jednostkowe energii cieplnej na cele c.o. i c.w.u. przed i po modernizacją (taryfa przedsiębiorstwa ciepłowniczego)		
Oplata stała	[PLN/MW*m-c]	8 334,00 zł
Oplata zmienna	[PLN/GJ]	55,65 zł
Koszty jednostkowe energii (energia elektryczna)		
Oplata zmienna za energię elektryczną	[PLN/kWh]	0,5845 zł
Oplata zmienna za energię elektryczną	[PLN/GJ]	162,36 zł

Inwentaryzacja - charakterystyka systemu grzewczego oraz instalacji

System grzewczy		
Rodzaj zasilania budynku, opis urządzeń	Budynek zasilany w ciepło z miejskiej sieci ciepłowniczej za pośrednictwem węzła cieplnego będącego własnością inwestora. Węzeł modernizowany w roku 2006 aktualnie w stanie dostatecznym. Niewystarczająca moc po stronie c.w.u. Instalacja c.o. oparta o grzejniki żeliwne i typu favier, częściowo wyposażone w zawory termostatyczne. Stan techniczny zły.	
Sposób użytkowania	Zakłada się, że system pracuje bez dobowych i godzinowych przerw w ogrzewaniu.	
Modernizacje systemu po roku 1984	Modernizacja węzła ciepłowniczego. Częściowy montaż zaworów termostatycznych.	
Instalacja centralnego ogrzewania budynku		
Zasilanie instalacji	pompowe	
Parametry wody instalacyjnej	[st. C]	85/60
Rodzaj grzejników / usytuowanie	favier, żeliwne usytuowane pod oknami	
Rodzaj przewodów instalacyjnych	stalowe	
Zawory z głowicami termostatycznymi	zamontowane częściowo	
Zawory regulacyjne podpionowe	-	
Dodatkowa izolacja za grzejnikami	-	
Prowadzenie / izolacja pionów	po wierzchu / brak izolacji	
Prowadzenie / izolacja poziomów	po wierzchu / izolacja w dostatecznym stanie technicznym	
Sprawności składowe systemu grzewczego przed modernizacją		
Sprawność wytwarzania	-	0,97
Sprawność przesyłania	-	0,96
Sprawność regulacji i wykorzystania	-	0,82
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	-	54 428
Średni współczynnik c _r dla budynku	-	1,00
Strumień powietrza wentylacyjnego	-	54 428

Inwentaryzacja - obliczeniowa ilość powietrza wentylacyjnego

Pomieszczenia				
Kondygnacja	Rodzaj pomieszczenia	Kubatura [m ³]	Krotność wymiany powietrza [1/h]	Sumaryczna ilość powietrza wentylacyjnego [m ³ /h]
	Całość budynku	35188,3	1,55	54428
SUMA				54428
Wielkości sumarycznie				
Obliczeniowa ilość powietrza wentylacyjnego			[m ³ /h]	54428
Średni współczynnik korekcyjny (c_{r, c_w})			-	1,00
Strumień powietrza wentylacyjnego przed modernizacją			[m ³ /h]	54428

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.	Wymiana węzła ciepłego. Montaż węzła na bazie wymienników płytowych c.o. i wentylacja mechaniczna + c.w.u. Izolacja termiczna przewodów i armatury. Zastosowanie automatyki pogodowej oraz regulacji godzinowo-dobowej. Wymiana instalacji centralnego ogrzewania. 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. Możliwość regulacji ogrzewania w poszczególnych segmentach.
Poziomy c.o. w piwnicy	Stan techniczny zły	
Urządzenia wykonawcze grzejniki c.o.	Konwektory wodne żeliwne i fawier częściowo z zaworami termostaticznymi, zły stan techniczny.	
Element	Stan techniczny	Proponowane rozwiązanie
Ściany zewnętrzne	Ściany zewnętrzne w większości nieocieplone, zły stan techniczny elewacji. W części niepodpiwniczonej (sala gimnastyczna) widoczne ślady działania wody - odparzenia tynku i zawilgocenia w strefie przyziemnej.	Przewiduje się docieplenie ścian zewnętrznych kondygnacji nadziemnych (oprócz docieplonych ścian biblioteki) wraz ze ścianami w strefie cokołowej styropianem specjalnym o współczynniku przewodzenia ciepła maksymalnie 0,031 W/mK. Metoda BSO Docieplenie ścian zewnętrznych przy gruncie za pomocą styropianu ekstrudowanego o współczynniku przewodzenia ciepła 0,036 W/mK.
Stolarka okienna	Stolarka okienna drewniana i część stolarki PCV w złym stanie technicznym. Pozostała stolarka PCV w stanie dobrym.	Przewiduje się wymianę okien drewnianych i części stolarki PCV (załącznik) w całym budynku na stolarkę energooszczędną PCV lub drewnianą o współczynniku przenikania ciepła nie większym niż 0,9 W/m²K.
Stolarka drzwiowa	Drzwi zewnętrzne główne oraz wejście do biblioteki - dobry stan techniczny. Pozostałe drzwi w złym stanie technicznym.	Przewiduje się wymianę stolarki drzwiowej oprócz wejścia głównego i drzwi biblioteki na stolarkę energooszczędną, współczynnik przenikania ciepła U=1,3 W/m2K.
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, zły stan techniczny urządzeń i instalacji.	Montaż bloku c.w.u. w węźle ciepłym. Wymiana instalacji c.w.u. - wykonanie izolacji przewodów zasilających i cyrkulacyjnych. Montaż cyrkulacyjnych zaworów termostaticznych oraz urządzeń ograniczających czas pracy cyrkulacji.
Wentylacja		
Element	Stan techniczny	Proponowane rozwiązanie
Wentylacja	Obserwuje się niedobór powietrza wentylacyjnego na sali gimnastycznej i w części gastronomicznej. Instalacja nawiewno-wywiewna niesprawna.	Zastosowanie wentylacji wymuszonej w części gastronomicznej i pomieszczeniach sportowych (sale gimnastyczne, siłownia). 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 _e (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 _{emin} [°C]	-16											

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

Część druga

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

**Wybór optymalnego wariantu docieplenia
ścian zewnętrznych nadziemnych - ściany konstrukcyjne**

Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	8 334,00	zł/(MW) ×miesiąc
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	55,65	zł/GJ
Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{wo} =$	20,0	°C
Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{zo} =$	-16,0	°C
Liczba stopniodni,	$S_d =$	3 597	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U =$	0,85	W/(m ² ×K)
Powierzchnia ścian - powierzchnia zewnętrzna netto po odjęciu otworów okiennych i drzwiowych	$A_{\Sigma c} =$	2 041,5	m ²
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego	$W_E =$	20,90	(zł×K)/W×a

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się docieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych konstrukcyjnych za pomocą styropianu specjalnego (grafitowego) o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,031$ W/mK. Na podstawie poniższej analizy ekonomicznej wykazano optymalną grubość izolacji równą 12 cm. Ceny robót budowlanych określono na podstawie analizy rynku robót budowlanych. Wszystkie ceny zawierają podatek VAT 23 %.

Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	DR	U_m	DO_{rU}	SPBT	Nu
Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 12 cm	332,10 zł/m ²	3,87	0,198	27 807,17 zł	24,381	677 972,19 zł
Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 14 cm	344,40 zł/m ²	4,52	0,176	28 764,97 zł	24,442	703 082,27 zł
Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 15 cm	350,55 zł/m ²	4,84	0,166	29 166,83 zł	24,536	715 637,31 zł
Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 10 cm	319,80 zł/m ²	3,23	0,227	26 568,63 zł	24,573	652 862,11 zł
Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący $R = 5,047$ m ² K/W jest większy od wymaganego wynoszącego $R_{min} = 4,0$ m ² 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 m²K/W- Dodatkowy opór cieplny przegrody zewnętrznej

U_m W/m²K- Współczynnik przenikania ciepła przegród zewnętrznych, określony zgodnie z Polską Normą po dociepleniu

**Wybór optymalnego wariantu docieplenia
ścian zewnętrznych nadziemnych - ściany osłonowe**

Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	8 334,00	zł/(MW) ×miesiąc
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	55,65	zł/GJ
Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{wo} =$	20,0	°C
Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{zo} =$	-16,0	°C
Liczba stopniodni,	$S_d =$	3 597	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U =$	0,86	W/(m ² ×K)
Powierzchnia ścian - powierzchnia zewnętrzna netto po odjęciu otworów okiennych i drzwiowych	$A_{\Sigma c} =$	1 641,7	m ²
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego	$W_E =$	20,90	(zł×K)/W×a

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się docieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych osłonowych za pomocą styropianu specjalnego (grafitowego) o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,031$ W/mK. Na podstawie poniższej analizy ekonomicznej wykazano optymalną grubość izolacji równą 12 cm. Ceny robót budowlanych określono na podstawie analizy rynku robót budowlanych. Wszystkie ceny zawierają podatek VAT 23 %.

Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	DR	U_m	DO_{rU}	SPBT	Nu
Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 12 cm	332,10 zł/m ²	3,87	0,198	22 556,13 zł	24,171	545 198,61 zł
Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 14 cm	344,40 zł/m ²	4,52	0,176	23 328,74 zł	24,236	565 391,15 zł
Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 15 cm	350,55 zł/m ²	4,84	0,166	23 652,81 zł	24,331	575 487,42 zł
Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 10 cm	319,80 zł/m ²	3,23	0,228	21 556,65 zł	24,355	525 006,07 zł
Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący $R = 5,039$ m ² K/W jest większy od wymaganego wynoszącego $R_{min} = 4,0$ m ² 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 m²K/W- Dodatkowy opór cieplny przegrody zewnętrznej

U_m W/m²K- Współczynnik przenikania ciepła przegród zewnętrznych, określony zgodnie z Polską Normą po dociepleniu

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

Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	8 334,00	zł/(MW) ×miesiąc
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	55,65	zł/GJ
Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{wo} =$	20,0	°C
Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{zo} =$	-16,0	°C
Liczba stopniodni,	$S_d =$	3 597	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U =$	0,75	W/(m ² ×K)
Powierzchnia ścian - powierzchnia zewnętrzna netto po odjęciu otworów okiennych i drzwiowych	$A_{\Sigma c} =$	938,1	m ²
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego	$W_E =$	20,90	(zł×K)/W×a

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się docieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych w strefie cokołowej za pomocą styropianu specjalnego (grafitowego) o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,031$ W/mK. Na podstawie poniższej analizy ekonomicznej wykazano optymalną grubość izolacji równą 12 cm. Ceny robót budowlanych określono na podstawie analizy rynku robót budowlanych. Wszystkie ceny zawierają podatek VAT 23 %.

Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	DR	U_m	DO_{rU}	SPBT	Nu
Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 12 cm	373,92 zł/m ²	3,87	0,192	11 007,92 zł	31,865	350 766,87 zł
Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 10 cm	356,70 zł/m ²	3,23	0,220	10 473,39 zł	31,949	334 613,14 zł
Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 14 cm	391,14 zł/m ²	4,52	0,171	11 424,40 zł	32,117	366 920,61 zł
Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 15 cm	399,75 zł/m ²	4,84	0,162	11 599,95 zł	32,328	374 997,48 zł
Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący $R = 5,197$ m ² K/W jest większy od wymaganego wynoszącego $R_{min} = 4,0$ m ² 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 m²K/W- Dodatkowy opór cieplny przegrody zewnętrznej

U_m W/m²K- Współczynnik przenikania ciepła przegród zewnętrznych, określony zgodnie z Polską Normą po dociepleniu

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

Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	8 334,00	zł/(MW) ×miesiąc
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	55,65	zł/GJ
Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{wo} =$	20,0	°C
Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{zo} =$	-16,0	°C
Liczba stopniodni,	$S_d =$	3 597	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U =$	0,43	W/(m ² ×K)
Powierzchnia ścian - powierzchnia zewnętrzna netto po odjęciu otworów okiennych i drzwiowych	$A_{\text{śc}} =$	845,7	m ²
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego	$W_E =$	20,90	(zł×K)/W×a

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się docieplenie ścian zewnętrznych kondygnacji piwnicznej przy gruncie za pomocą styropianu ekstrudowanego o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,036 \text{ W/mK}$. Na podstawie poniższej analizy ekonomicznej wykazano optymalną grubość docieplenia równą 8 cm. Ceny robót budowlanych określono na podstawie analizy rynku robót budowlanych. Wszystkie ceny zawierają podatek VAT 23 %.

Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	DR	U_m	DO_{ru}	SPBT	Nu
Docieplenie ścian fundamentowych - styropian ekstrudowany - 12 cm	437,88 zł/m ²	3,33	0,154	4 789,08 zł	77,328	370 332,63 zł
Docieplenie ścian fundamentowych - styropian ekstrudowany - 14 cm	457,56 zł/m ²	3,89	0,142	5 001,15 zł	77,378	386 976,79 zł
Docieplenie ścian fundamentowych - styropian ekstrudowany - 15 cm	467,40 zł/m ²	4,17	0,137	5 089,51 zł	77,669	395 298,88 zł
Docieplenie ścian fundamentowych - styropian ekstrudowany - 10 cm	418,20 zł/m ²	2,78	0,169	4 524,01 zł	78,180	353 688,47 zł
Opór cieplny przegrody po modernizacji wynosi $R = 6,494 \text{ m}^2\text{K/W}$.						

Legenda:

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

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

Nu [zł]- Planowane koszty robót

DR m²K/W- Dodatkowy opór cieplny przegrody zewnętrznej

U_m W/m²K- 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	$O_m =$	8 334,00	zł/(MW) ×miesiąc
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	55,65	zł/GJ
Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{wo} =$	20,0	°C
Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{zo} =$	-16,0	°C
Liczba stopniocdni,	$S_d =$	3 597	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U =$	0,42	W/(m ² ×K)
Powierzchnia stropu/dachu/podłogi poddasza	$A =$	3 499,0	m ²
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego	$W_E =$	20,90	(zł×K)/W×a

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się docieplenie stropodachu wentylowanego przy pomocy wełny mineralnej lub celulozy o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,038$ W/mK - metoda pneumatyczna, z wymianą pokrycia dachowego. Na podstawie poniższej analizy ekonomicznej wykazano optymalną grubość izolacji równą 20 cm. Ceny robót budowlanych określono na podstawie analizy rynku robót budowlanych. Wszystkie ceny zawierają podatek VAT 22 %

Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	DR	U_m	DO_{rU}	SPBT	Nu
Docieplenie stropodachu wentylowanego - wełna mineralna luzem 20 cm	172,20 zł/m ²	5,26	0,131	21 076,62 zł	28,587	602 527,80 zł
Docieplenie stropodachu wentylowanego - wełna mineralna luzem 22 cm	179,58 zł/m ²	5,79	0,122	21 691,86 zł	28,967	628 350,42 zł
Docieplenie stropodachu wentylowanego - wełna mineralna luzem 25 cm	190,65 zł/m ²	6,58	0,112	22 479,27 zł	29,676	667 084,35 zł
Docieplenie stropodachu wentylowanego - wełna mineralna luzem 28 cm	202,00 zł/m ²	7,37	0,103	23 139,23 zł	30,545	706 798,00 zł
Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący $R = 7,65$ m ² K/W jest większy od wymaganego wynoszącego $R_{min} = 5,0$ m ² 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 m²K/W- Dodatkowy opór cieplny przegrody zewnętrznej

U_m W/m²K- Współczynnik przenikania ciepła przegród zewnętrznych, określony zgodnie z Polską Normą po dociepleniu

Wybór optymalnego wariantu docieplenia dachu płaskiego sal gimnastycznych

Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	8 334,00	zł/(MW) ×miesiąc
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	55,65	zł/GJ
Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{wo} =$	20,0	°C
Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{zo} =$	-16,0	°C
Liczba stopniodni,	$S_d =$	3 597	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U =$	0,44	W/(m ² ×K)
Powierzchnia stropu/dachu/podłogi poddasza	$A =$	869,7	m ²
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego	$W_E =$	20,90	(zł×K)/W×a

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się docieplenie dachu płaskiego sal gimnastycznych 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 18 cm. Ceny robót budowlanych określono na podstawie analizy rynku robót budowlanych. Wszystkie ceny zawierają podatek VAT 23 %.

Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	DR	U_m	DO_{rU}	SPBT	Nu
Docieplenie dachu hali sportowej - styropian EPS 100 lub wełna mineralna - 18 cm	196,80 zł/m ²	4,74	0,143	5 403,20 zł	31,676	171 151,06 zł
Docieplenie dachu hali sportowej - styropian EPS 100 lub wełna mineralna - 20 cm	206,64 zł/m ²	5,26	0,133	5 584,26 zł	32,181	179 708,61 zł
Docieplenie dachu hali sportowej - styropian EPS 100 lub wełna mineralna - 25 cm	231,24 zł/m ²	6,58	0,113	5 942,71 zł	33,840	201 102,49 zł
Docieplenie dachu hali sportowej - styropian EPS 100 lub wełna mineralna - 30 cm	256,00 zł/m ²	7,89	0,098	6 208,38 zł	35,860	222 635,52 zł
Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący $R = 7,01$ m ² K/W jest większy od wymaganego wynoszącego $R_{min} = 5,0$ m ² 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 m²K/W- Dodatkowy opór cieplny przegrody zewnętrznej

U_m W/m²K- 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	$O_m =$	8 334,00	zł/(MW)×miesiąc]
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	55,65	zł/GJ
Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{wo} =$	20,0	°C
Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{zo} =$	-16,0	°C
Liczba stopniodni,	$S_d =$	3 597	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U =$	3,12	W/(m ² ×K)
Powierzchnia okien do wymiany	$A =$	284,2	m ²
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 ³ /(m·h·daPa ^{2/3})]
	$a_1 =$	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 ² K	959,40 zł/m ²	1,00	0,90	13 183,28 zł	20,682	272 661,48 zł
Wymiana okien na stolarkę PCV, $U = 1,3$ W/m ² K	934,80 zł/m ²	1,00	1,30	10 807,91 zł	24,581	265 670,16 zł
Wymiana okien na stolarkę PCV, $U = 1,6$ W/m ² K	910,20 zł/m ²	1,00	1,60	9 026,39 zł	28,658	258 678,84 zł
Wymiana okien na stolarkę PCV, $U = 1,8$ W/m ² K	885,60 zł/m ²	1,00	1,80	7 838,71 zł	32,108	251 687,52 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/m²K. 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 m²K/W - Dodatkowy opór cieplny przegrody zewnętrznej

U_m W/m²K - 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	$O_m =$	8 334,00	zł/(MW)×miesiąc]
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	55,65	zł/GJ
Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{wo} =$	20,0	°C
Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{zo} =$	-16,0	°C
Liczba stopniodni,	$S_d =$	3 597	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U =$	2,00	W/(m ² ×K)
Powierzchnia okien do wymiany	$A =$	108,2	m ²
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 ³ /(m·h·daPa ^{2/3})]
	$a_1 =$	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 ² K	959,40 zł/m ²	1,00	0,90	2 487,86 zł	41,741	103 845,46 zł
Wymiana okien na stolarkę PCV, $U = 1,3$ W/m ² K	934,80 zł/m ²	1,00	1,30	1 583,19 zł	63,911	101 182,75 zł
Wymiana okien na stolarkę PCV, $U = 1,6$ W/m ² K	910,20 zł/m ²	1,00	1,60	904,68 zł	108,901	98 520,05 zł
Wymiana okien na stolarkę PCV, $U = 1,8$ W/m ² K	885,60 zł/m ²	1,00	1,80	452,34 zł	211,915	95 857,34 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/m²K. 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 m²K/W- Dodatkowy opór cieplny przegrody zewnętrznej

U_m W/m²K- Współczynnik przenikania ciepła przegród zewnętrznych, określony zgodnie z Polską Normą po dociepleniu

Wybór optymalnego wariantu wymiany naświetli z luksferów

Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	8 334,00	zł/(MW)×miesiąc]
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	55,65	zł/GJ
Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{wo} =$	20,0	°C
Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{zo} =$	-16,0	°C
Liczba stopniodni,	$S_d =$	3 597	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U =$	5,00	W/(m ² ×K)
Powierzchnia okien do wymiany	$A =$	38,4	m ²
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 ³ /(m·h·daPa ^{2/3})]
	$a_1 =$	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 naświetli z luksferów na stolarkę PCV, $U = 0,9$ W/m ² K	959,40 zł/m ²	1,00	0,90	3 289,74 zł	11,199	36 840,96 zł
Wymiana naświetli z luksferów na stolarkę PCV, $U = 1,3$ W/m ² K	934,80 zł/m ²	1,00	1,30	2 968,79 zł	12,091	35 896,32 zł
Wymiana naświetli z luksferów na stolarkę PCV, $U = 1,6$ W/m ² K	910,20 zł/m ²	1,00	1,60	2 728,08 zł	12,812	34 951,68 zł
Wymiana naświetli z luksferów na stolarkę PCV, $U = 1,8$ W/m ² K	885,60 zł/m ²	1,00	1,80	2 567,60 zł	13,245	34 007,04 zł

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się wymianę naświetli z luksferów na stolarkę energooszczędną PCV. Na podstawie analizy ekonomicznej przyjmuje się optymalny współczynnik przenikania ciepła okna na poziomie 0,9 W/m²K. 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 m²K/W - Dodatkowy opór cieplny przegrody zewnętrznej

U_m W/m²K - Współczynnik przenikania ciepła przegród zewnętrznych, określony zgodnie z Polską Normą po dociepleniu

Wybór optymalnego wariantu wymiany okien ALU na sali gimnastycznej

Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	8 334,00	zł/(MW)×miesiąc]
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	55,65	zł/GJ
Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{wo} =$	20,0	°C
Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{zo} =$	-16,0	°C
Liczba stopniodni,	$S_d =$	3 597	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U =$	2,60	W/(m ² ×K)
Powierzchnia okien do wymiany	$A =$	357,9	m ²
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 ³ /(m·h·daPa ^{2/3})]
	$a_1 =$	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 sali gimnastycznej na stolarkę PCV, $U = 0,9$ W/m ² K	959,40 zł/m ²	1,11	0,90	12 714,68 zł	27,009	343 407,64 zł
Wymiana okien sali gimnastycznej na stolarkę PCV, $U = 1,3$ W/m ² K	934,80 zł/m ²	1,11	1,30	9 722,99 zł	34,414	334 602,31 zł
Wymiana okien sali gimnastycznej na stolarkę PCV, $U = 1,6$ W/m ² K	910,20 zł/m ²	1,11	1,60	7 479,22 zł	43,560	325 796,99 zł
Wymiana okien sali gimnastycznej na stolarkę PCV, $U = 1,8$ W/m ² K	885,60 zł/m ²	1,11	1,80	5 983,38 zł	52,979	316 991,66 zł

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się wymianę okien ALU na sali gimnastycznej na stolarkę energooszczędną PCV. Na podstawie analizy ekonomicznej przyjmuje się optymalny współczynnik przenikania ciepła okna na poziomie 0,9 W/m²K. 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 m²K/W - Dodatkowy opór cieplny przegrody zewnętrznej

U_m W/m²K - Współczynnik przenikania ciepła przegród zewnętrznych, określony zgodnie z Polską Normą po dociepleniu

Wybór optymalnego wariantu wymiany stolarki drzwiowej zewnętrznej

Dane ogólne do obliczeń

Opiata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	8 334,00	zł/(MW) ×miesiąc]
Opiata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	55,65	zł/GJ
Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{wo} =$	20,0	°C
Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{zo} =$	-16,0	°C
Liczba stopniodni,	$S_d =$	3 597	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U =$	5,50	W/(m ² ×K)
Powierzchnia drzwi do wymiany	$A =$	22,5	m ²
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 ³ /(m·h·daPa ^{2/3})]
	$a_1 =$	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 _m	DO _{ru}	SPBT	Nu
Wymiana drzwi na stolarkę energooszczędną specjalną ocieploną PUR, U = 1,3 W/m ² K	2 952,00 zł/m ²	1,00	1,30	1 970,21 zł	33,637	66 272,40 zł
Wymiana drzwi na stolarkę energooszczędną, U = 1,7 W/m ² K	2 706,00 zł/m ²	1,00	1,70	1 782,57 zł	34,080	60 749,70 zł

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się wymianę drzwi zewnętrznych za wyjątkiem wejścia głównego i drzwi biblioteki na stolarkę energooszczędną. Na podstawie analizy ekonomicznej przyjmuje się optymalny współczynnik przenikania ciepła drzwi na poziomie 1,3 W/m²K. 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 m²K/W- Dodatkowy opór cieplny przegrody zewnętrznej

U_m W/m²K- Współczynnik przenikania ciepła przegród zewnętrznych,

Wybór optymalnego wariantu usprawnienia wentylacji mechanicznej

Dane ogólne do obliczeń			
$O_m =$	8 334,00	[zł/(MW × miesiąc)]	Opłata za 1MW mocy zamówionej
$O_z =$	55,65	[zł/GJ]	Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej
$t_{wo} =$	20,0	[°C]	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z Polską Normą
$t_{zo} =$	-16,0	[°C]	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą
$S_d =$	3 597	[dzień × K/a]	Liczba stopniodni,
SPBT		[lata]	Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych
DO_{rU}		[zł/a]	Roczna oszczędność kosztów eksploatacyjnych w wyniku uprawnienia termomodernizacyjnego
Nu		[zł]	Planowane koszty robót

DO_{r_d}	SPBT	Rodzaj usprawnienia	Nu
105 503,19	6,610	Zastosowanie wentylacji wymuszonej w części gastronomicznej i w pomieszczeniach sportowych (sale gimnastyczne, siłownia). Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik rotacyjny o sprawności znamionowej 85%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze.	697 410,00
85 422,29	7,775	Zastosowanie wentylacji wymuszonej w części gastronomicznej i w pomieszczeniach sportowych (sale gimnastyczne, siłownia). Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik krzyżowy o sprawności znamionowej 70%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze.	664 200,00

Wymiennik obrotowy:

krzyżowy:

Oszczędność energii dla wentylacji po modernizacji: 1396,49 GJ/a

1130,25 GJ/a

Redukcja mocy po modernizacji: 277,93 kW

225,28 kW

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

Dane ogólne do obliczeń:

$O_{m0} =$	8 334,00	[zł/(MW × miesiąc)]	Opłata za 1MW mocy zamówionej przed modernizacją
$O_{z0} =$	55,65	[zł/GJ]	Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej przed modernizacją
$O_{m1} =$	8 334,00	[zł/GJ]	Opłata za 1MW mocy zamówionej po modernizacji
$O_{z1} =$	55,65	[zł/GJ]	Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej po modernizacji
$Q_{ocw} =$	622,3	[GJ/rok]	Zapotrzebowanie na ciepło przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego, określone zgodnie z Polską Normą dotyczącą instalacji wodociągowych, wymagania w projektowaniu
Q_{1cw}		[GJ/rok]	
$q_{ocw} =$	74,2	[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
502,7	74,2	6 654,18	52,866	Montaż bloku c.w.u. w węźle cieplnym. Wymiana instalacji c.w.u. - wykonanie izolacji przewodów zasilających i cyrkulacyjnych. Montaż cyrkulacyjnych zaworów termostatycznych oraz urządzeń ograniczających czas pracy cyrkulacji.	-	351 780,00 zł
622,3	74,2	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 ³ /m ² *d	Wartość jednostkowego dobowego zapotrzebowania na ciepłą wodę użytkową - szkoła
0,25 dm ³ /m ² *d	Wartość jednostkowego dobowego zapotrzebowania na ciepłą wodę użytkową - sport
2,50 dm ³ /m ² *d	Wartość jednostkowego dobowego zapotrzebowania na ciepłą wodę użytkową - gastr
10 st.C	Przyjęta temperatura wody zimnej
55 st.C	Przyjęta temperatura wody podgrzanej
7,80867 m ³ /dobę	Średnie dobowe zapotrzebowanie na c.w.u. dla budynku ($Q_{\text{śrd}}$)
10 h/dobę	Liczba godzin T rozbioru c.w.u.
47,50 %	Średnia sprawność wytwarzania c.w.u.
622,3 GJ/a	Średnie roczne zapotrzebowanie na ciepło c.w.u. dla budynku
0,781 m ³ /h	Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. dla budynku (Q_{zrh})
1,814 -	Współczynnik nierównomierności rozbioru wody
1,417 m ³ /h	Maksymalne godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. dla budynku (Q_{maxh})
0 dm ³	Rzeczywista pojemność zasobników c.w.u.
74,2 kW	Moc cieplna dla potrzeb c.w.u. bez uwzględnienia akumulacji (q_{maxh})
74,2 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.	0,95	0,98
Sprawność przesyłu c.w.u.	0,50	0,60
Sprawność akumulacji c.w.u.	1,00	1,00

Wybór optymalnego wariantu modernizacji systemu grzewczego

Dane ogólne do obliczeń:

$O_m =$	8 334,00	[zł/(MW ×miesiąc]	Opłata za 1MW mocy zamówionej przed modernizacją
$O_{m1} =$	8 334,00	[zł/(MW ×miesiąc]	Opłata za 1MW mocy zamówionej po modernizacji systemu grzewczego
$O_z =$	55,65	[zł/GJ]	Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej przed modernizacją
$O_{z1} =$	55,65	[zł/GJ]	Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej po modernizacji systemu grzewczego
$Q_{oco} =$	6 070,7	[GJ]	Sezonowe zapotrzebowanie budynku na ciepło przed termomodernizacją, określone zgodnie z Polską Normą
$q_o =$	1 090,2	[kW]	Zapotrzebowanie na moc ciepłą budynku
$h_o =$	0,76	-	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}
58 686,71	0,84	1090,2	0,99	0,96	0,88	1,00	1,00	0,95	Wymiana węzła cieplnego. Montaż węzła na bazie wymienników płytowych c.o. i wentylacja mechaniczna + c.w.u. Izolacja termiczna przewodów i armatury. Zastosowanie automatyki pogodowej oraz regulacji godzinowo-dobowej. Wymiana instalacji centralnego ogrzewania. 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. Możliwość regulacji ogrzewania w poszczególnych segmentach.	-	25,72	1 509 271,50 zł
0,00	0,76	1090,2	0,97	0,96	0,82	1,00	1,00	1,00	Brak modernizacji systemu grzewczego.	0,00	-	0,00

- optymalne usprawnienie systemu grzewczego

Część trzecia

Wybór optymalnego przedsięwzięcia
termomodernizacyjnego, analiza
ekonomiczna i energetyczna, wnioski

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

L.p.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego albo wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót [zł]	SPBT [lata]
1	Zastosowanie wentylacji wymuszonej w części gastronomicznej i w pomieszczeniach sportowych (sale gimnastyczne, siłownia). Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik rotacyjny o sprawności znamionowej 85%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze.	697 410,00	6,61
2	Wymiana okien drewnianych, ALU na sali gimnastycznej, naświetli z luksferów oraz części okien PCV (załącznik) w całym budynku na stolarkę PCV o maksymalnym współczynniku przenikania ciepła 0,9 W/m ² K. Wymiana drzwi wejściowych (oprócz drzwi głównych i biblioteki) na stolarkę U=1,3 W/m ² K.	823 027,94	24,46
3	Docieplenie stropodachów wentylowanych metodą pneumatyczną - wełna mineralna lub celuloza o współczynniku przewodzenia ciepła 0,038 W/mK - 20 cm oraz dachu nad salami gimnastycznymi styropianem EPS 100 lub wełną mineralną 0,038 W/mK - 18 cm.	773 678,86	29,22
4	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) oprócz ocieplonej biblioteki - styropian specjalny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK, 12 cm.	1 944 270,30	29,39
5	Montaż bloku c.w.u. w węźle cieplnym. Wymiana instalacji c.w.u. - wykonanie izolacji przewodów zasilających i cyrkulacyjnych. Montaż cyrkulacyjnych zaworów termostatycznych oraz urządzeń ograniczających czas pracy cyrkulacji.	351 780,00	52,87

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

L.p.	Zakres usprawnienia termomodernizacyjnego albo wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Rodzaj usprawnienia termomodernizacyjnego albo wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Wartości sprawności składowych h oraz współczynników w	
1	Wytwarzania ciepła, np. wymiana lokalnego wbudowanego źródła ciepła	Wymiana węzła ciepłowniczego	$h_g =$	0,99
2	Przesyłania ciepła, np. izolacja pionów zasilających	Wymiana instalacji c.o.	$h_d =$	0,96
3	Regulacji systemu grzewczego, np. wprowadzenie automatyki pogodowej	Zastosowanie regulacji centralnej i miejscowej	$h_e =$	0,88
4	Akumulacji ciepła, np. wprowadzenie zasobnika buforowego	-	$h_s =$	1,00
5	Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	-	$w_t =$	1,00
6	Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w ciągu doby	Zastosowanie regulatorów godzinowo-dobowych. Możliwość odcięcia poszczególnych segmentów. Monitoring	$w_d =$	0,95
	Sprawność całkowita systemu grzewczego	-	$h_{whphrhe} =$	0,84

Prezentacja wybranych do analizy wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

L.p.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Zapotrzebowanie na moc szczytową c.o. dla wariantu (na podstawie obliczeń zgodnych z PN [kW])	Zapotrzebowanie na moc szczytową c.w.u. dla wariantu (na podstawie obliczeń zgodnych z PN [kW])	Zapotrzebowanie na energię c.o. dla wariantu (na podstawie obliczeń zgodnych z PN) [GJ/a]	Zapotrzebowanie na energię c.w.u. dla wariantu (na podstawie obliczeń zgodnych z PN) [GJ/a]	Sprawność całkowita systemu	Zużycie ciepła w sezonie grzewczym w przypadku realizacji wariantu [GJ/a]	Zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię	Koszty dodatkowe dla wariantu (projekt, audyt, nadzór) [zł]
1	<p>Wymiana węża ciepłego. Montaż węża na bazie wymienników płytowych c.o. i wentylacja mechaniczna + c.w.u. Izolacja termiczna przewodów i armatury. Zastosowanie automatyki pogodowej oraz regulacji godzinowo-dobowej. Wymiana instalacji centralnego ogrzewania. Montaż grzejników płytowych wyposażonych w urządzenia do miejscowej regulacji temperatury (zawory termostatyczne lub regulatory strefowe). Pełna automatyka obiegu grzewczego. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej. Możliwość regulacji ogrzewania w poszczególnych segmentach.</p> <p>Zastosowanie wentylacji wymuszonej w części gastronomicznej i w pomieszczeniach sportowych (sale gimnastyczne, siłownia). Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik rotacyjny o sprawności znamionowej 85%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze.</p> <p>Wymiana okien drewnianych, ALU na sali gimnastycznej, naświetli z lukserów oraz części okien PCV (załącznik) w całym budynku na stolarkę PCV o maksymalnym współczynniku przenikania ciepła 0,9 W/m²K. Wymiana drzwi wejściowych (oprócz drzwi głównych i biblioteki) na stolarkę U=1,3 W/m²K.</p> <p>Docieplenie stropodachów wentylowanych metodą pneumatyczną - wełna mineralna lub celuloza o współczynniku przewodzenia ciepła 0,038 W/mK - 20 cm oraz dachu nad salami gimnastycznymi styropianem EPS 100 lub wełną mineralną 0,038 W/mK - 18 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) oprócz ocieplonej biblioteki - styropian specjalny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK, 12 cm.</p> <p>Montaż bloku c.w.u. w węźle ciepłym. Wymiana instalacji c.w.u. - wykonanie izolacji przewodów zasilających i cyrkulacyjnych. Montaż cyrkulacyjnych zaworów termostatycznych oraz urządzeń ograniczających czas pracy cyrkulacji.</p>	596,7	74,2	3230,5	502,7	0,836	4172,1	51,33%	140 000,00
2	<p>Wymiana węża ciepłego. Montaż węża na bazie wymienników płytowych c.o. i wentylacja mechaniczna + c.w.u. Izolacja termiczna przewodów i armatury. Zastosowanie automatyki pogodowej oraz regulacji godzinowo-dobowej. Wymiana instalacji centralnego ogrzewania. Montaż grzejników płytowych wyposażonych w urządzenia do miejscowej regulacji temperatury (zawory termostatyczne lub regulatory strefowe). Pełna automatyka obiegu grzewczego. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej. Możliwość regulacji ogrzewania w poszczególnych segmentach.</p> <p>Zastosowanie wentylacji wymuszonej w części gastronomicznej i w pomieszczeniach sportowych (sale gimnastyczne, siłownia). Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik rotacyjny o sprawności znamionowej 85%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze.</p> <p>Wymiana okien drewnianych, ALU na sali gimnastycznej, naświetli z lukserów oraz części okien PCV (załącznik) w całym budynku na stolarkę PCV o maksymalnym współczynniku przenikania ciepła 0,9 W/m²K. Wymiana drzwi wejściowych (oprócz drzwi głównych i biblioteki) na stolarkę U=1,3 W/m²K.</p> <p>Docieplenie stropodachów wentylowanych metodą pneumatyczną - wełna mineralna lub celuloza o współczynniku przewodzenia ciepła 0,038 W/mK - 20 cm oraz dachu nad salami gimnastycznymi styropianem EPS 100 lub wełną mineralną 0,038 W/mK - 18 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) oprócz ocieplonej biblioteki - styropian specjalny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK, 12 cm.</p>	596,7	74,2	3230,5	622,3	0,836	4291,7	49,94%	140 000,00

3	Wymiana węża ciepłego. Montaż węża na bazie wymienników płytowych c.o. i wentylacja mechaniczna + c.w.u. Izolacja termiczna przewodów i armatury. Zastosowanie automatyki pogodowej oraz regulacji godzinowo-dobowej. Wymiana instalacji centralnego ogrzewania. Montaż grzejników płytowych wyposażonych w urządzenia do miejscowej regulacji temperatury (zawory termostatyczne lub regulatory strefowe). Pełna automatyka obiegu grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej. Możliwość regulacji ogrzewania w poszczególnych segmentach.	707,1	74,2	4166,3	622,3	0,836	5354,6	37,54%	140 000,00
	Zastosowanie wentylacji wymuszonej w części gastronomicznej i w pomieszczeniach sportowych (sale gimnastyczne, siłownia). Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik rotacyjny o sprawności znamionowej 85%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze.								
	Wymiana okien drewnianych, ALU na sali gimnastycznej, naświetli z luksferów oraz części okien PCV (załącznik) w całym budynku na stolarkę PCV o maksymalnym współczynniku przenikania ciepła 0,9 W/m ² K. Wymiana drzwi wejściowych (oprócz drzwi głównych i biblioteki) na stolarkę U=1,3 W/m ² K.								
	Docieplenie stropodachów wentylowanych metodą pneumatyczną - wełna mineralna lub celuloza o współczynniku przewodzenia ciepła 0,038 W/mK - 20 cm oraz dachu nad salami gimnastycznymi styropianem EPS 100 lub wełną mineralną 0,038 W/mK - 18 cm.								
4	Wymiana węża ciepłego. Montaż węża na bazie wymienników płytowych c.o. i wentylacja mechaniczna + c.w.u. Izolacja termiczna przewodów i armatury. Zastosowanie automatyki pogodowej oraz regulacji godzinowo-dobowej. Wymiana instalacji centralnego ogrzewania. Montaż grzejników płytowych wyposażonych w urządzenia do miejscowej regulacji temperatury (zawory termostatyczne lub regulatory strefowe). Pełna automatyka obiegu grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej. Możliwość regulacji ogrzewania w poszczególnych segmentach.	752,8	74,2	4534,7	622,3	0,836	5773,2	32,66%	140 000,00
	Zastosowanie wentylacji wymuszonej w części gastronomicznej i w pomieszczeniach sportowych (sale gimnastyczne, siłownia). Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik rotacyjny o sprawności znamionowej 85%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze.								
	Wymiana okien drewnianych, ALU na sali gimnastycznej, naświetli z luksferów oraz części okien PCV (załącznik) w całym budynku na stolarkę PCV o maksymalnym współczynniku przenikania ciepła 0,9 W/m ² K. Wymiana drzwi wejściowych (oprócz drzwi głównych i biblioteki) na stolarkę U=1,3 W/m ² K.								
5	Wymiana węża ciepłego. Montaż węża na bazie wymienników płytowych c.o. i wentylacja mechaniczna + c.w.u. Izolacja termiczna przewodów i armatury. Zastosowanie automatyki pogodowej oraz regulacji godzinowo-dobowej. Wymiana instalacji centralnego ogrzewania. Montaż grzejników płytowych wyposażonych w urządzenia do miejscowej regulacji temperatury (zawory termostatyczne lub regulatory strefowe). Pełna automatyka obiegu grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej. Możliwość regulacji ogrzewania w poszczególnych segmentach.	811,3	74,2	4978,4	622,3	0,836	6277,2	26,78%	140 000,00
	Zastosowanie wentylacji wymuszonej w części gastronomicznej i w pomieszczeniach sportowych (sale gimnastyczne, siłownia). Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik rotacyjny o sprawności znamionowej 85%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze.								
6	Wymiana węża ciepłego. Montaż węża na bazie wymienników płytowych c.o. i wentylacja mechaniczna + c.w.u. Izolacja termiczna przewodów i armatury. Zastosowanie automatyki pogodowej oraz regulacji godzinowo-dobowej. Wymiana instalacji centralnego ogrzewania. Montaż grzejników płytowych wyposażonych w urządzenia do miejscowej regulacji temperatury (zawory termostatyczne lub regulatory strefowe). Pełna automatyka obiegu grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej. Możliwość regulacji ogrzewania w poszczególnych segmentach.	1090,2	74,2	6070,7	622,3	0,836	7517,9	12,30%	90 000,00

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	6 239 438,60	294 211,86	51,33%	6 239 438,60	1 247 887,72	998 310,18	588 423,73
					100,00			
2	WARIANT 2	5 887 658,60	287 557,68	49,94%	5 887 658,60	1 177 531,72	942 025,38	575 115,37
					100,00			
3	WARIANT 3	3 943 388,30	217 373,92	37,54%	3 943 388,30	788 677,66	630 942,13	434 747,84
					100,00			
4	WARIANT 4	3 169 709,44	189 509,60	32,66%	3 169 709,44	633 941,89	507 153,51	379 019,20
					100,00			
5	WARIANT 5	2 346 681,50	155 618,98	26,78%	2 346 681,50	469 336,30	375 469,04	311 237,96
					100,00			
6	WARIANT 6	1 599 271,50	58 686,71	12,30%	1 599 271,50	319 854,30	255 883,44	117 373,42
					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 wymuszanej w części gastronomicznej i w pomieszczeniach sportowych (sale gimnastyczne, siłownia). Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik rotacyjny o sprawności znamionowej 85%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze.

Wymiana okien drewnianych, ALU na sali gimnastycznej, naświetli z luksferów oraz części okien PCV (załaznik) w całym budynku na stolarkę PCV o maksymalnym współczynniku przenikania ciepła 0,9 W/m²K. Wymiana drzwi wejściowych (oprócz drzwi głównych i biblioteki) na stolarkę U=1,3 W/m²K.

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) oprócz ocieplonej biblioteki - styropian specjalny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK, 12 cm.

Docieplenie stropodachów wentylowanych metodą pneumatyczną - wełna mineralna lub celuloza o współczynniku przewodzenia ciepła 0,038 W/mK - 20 cm oraz dachu nad salami gimnastycznymi styropianem EPS 100 lub wełną mineralną 0,038 W/mK - 18 cm. Wymiana pokrycia dachowego - papa termozgrzewalna.

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

Wymiana węzła ciepłego. Montaż węzła na bazie wymienników płytowych c.o. i wentylacja mechaniczna + c.w.u. Izolacja termiczna przewodów i armatury. Zastosowanie automatyki pogodowej oraz regulacji godzinowo-dobowej. Wymiana instalacji centralnego ogrzewania. Montaż grzejników płytowych wyposażonych w urządzenia do miejscowej regulacji temperatury (zawory termostatyczne lub regulatory strefowe). Pełna automatyka obiegów grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej. Możliwość regulacji ogrzewania w poszczególnych segmentach.

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

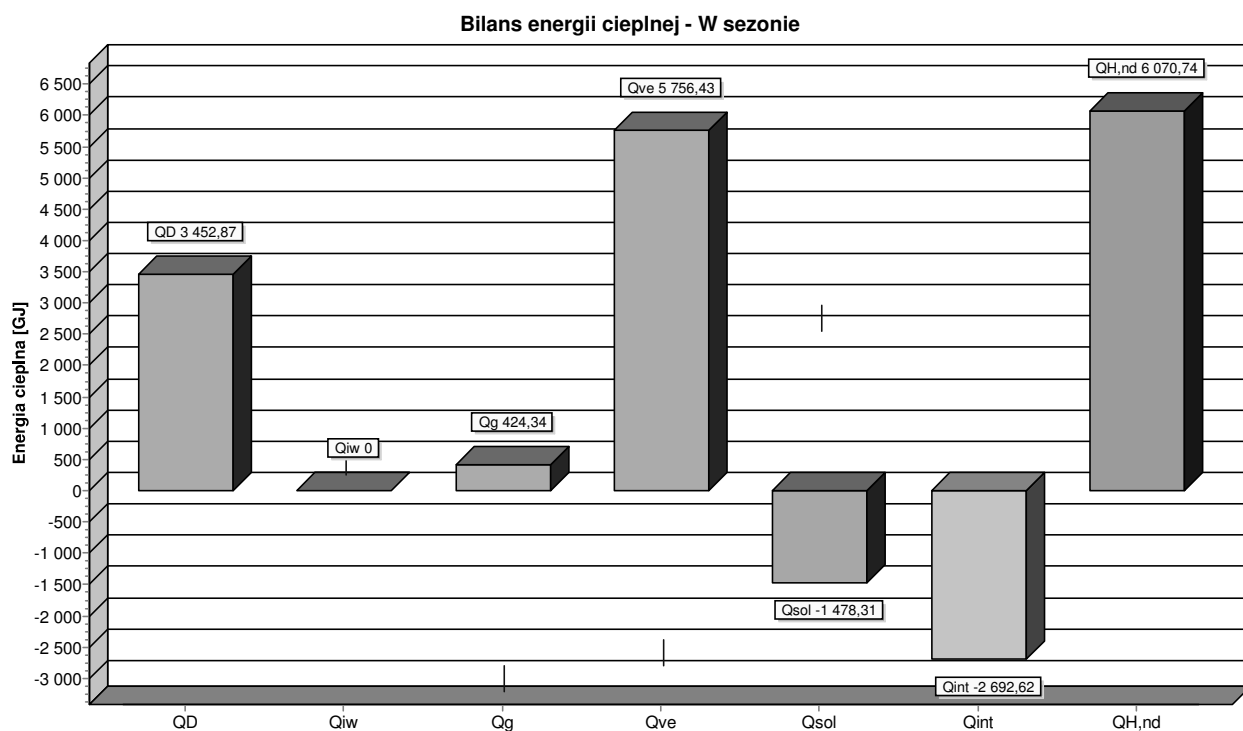
Załącznik 1

**Bilans energetyczny budynku przed
modernizacją**

Wyniki - Ogólne

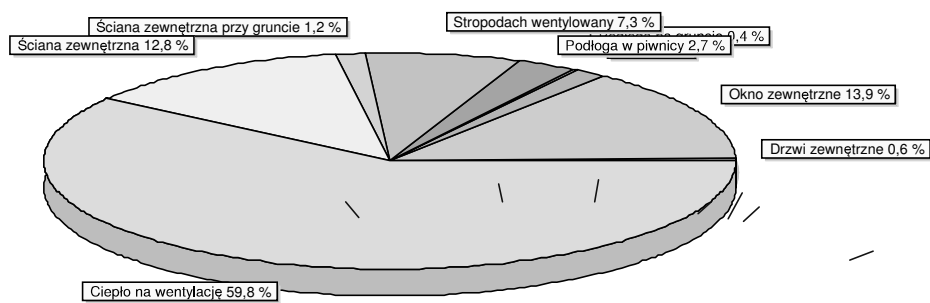
Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Bilans energetyczny budynku - stan obecny	
	Zespół Szkół nr 11 w Gdyni	
Miejscowość:	Gdynia	
Adres:	Porębskiego 21	
Projektant:	Marcin Rosenow	
Plik danych:	C:\Users\hp\Desktop\Robocze\UM Gdynia\ZS 11\	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN 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 θ_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 :	9513,0	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	35188,3	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	433768	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	656426	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	1090194	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	1090194	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 $V_{v,H}$:	53315,0	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	6070,74	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	1686316	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	9513	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	35188,3	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	638,2	MJ/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	177,3	kWh/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	172,5	MJ/(m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	47,9	kWh/(m ³ ·rok)

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



Bil	Miesiąc	$L_{d,m}$ dni	$T_{em,m}$ °C	Q_D GJ/rok	$Q_{i,w}$ GJ/rok	Q_g GJ/rok	Q_{ve} GJ/rok	$\eta_{H,gn}$	Q_{sol} GJ/rok	Q_{int} GJ/rok	$Q_{H,nc}$ GJ/rok
■	Styczeń	31	2,0	511,82	0,00	62,71	835,94	0,971	86,42	305,76	1029,
■	Luty	28	1,2	483,68	0,00	59,24	874,99	0,976	88,06	276,17	1062,
■	Marzec	31	3,5	467,42	0,00	57,32	762,72	0,944	172,02	305,76	836,
■	Kwiecień	30	7,7	332,04	0,00	40,88	557,70	0,853	267,85	295,89	450,
■	Maj	31	10,7	254,32	0,00	31,47	411,26	0,714	352,81	305,76	226,
■	Czerwiec	0	15,5	108,63	0,00	13,78	176,96	0,396	364,20	295,89	37,
■	Lipiec	0	18,7	30,09	0,00	4,67	49,58	0,119	390,66	305,76	1,
■	Sierpień	0	16,3	89,23	0,00	11,47	141,11	0,348	314,92	305,76	26,
■	Wrzesień	30	14,5	137,27	0,00	17,25	225,77	0,579	215,08	295,89	84,
■	Październik	31	8,7	313,51	0,00	38,65	508,89	0,885	152,84	305,76	455,
■	Listopad	30	4,0	438,02	0,00	53,74	738,32	0,966	75,66	295,89	871,
■	Grudzień	31	1,9	514,78	0,00	63,07	840,82	0,975	67,57	305,76	1054,
	W sezonie	273	8,8	3452,87	0,00	424,34	5756,43	0,854	1478,31	2692,62	6070,

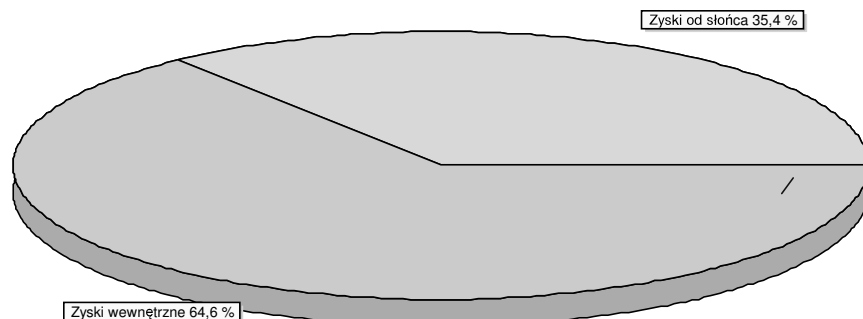
Szczegółowe zestawienie strat energii cieplnej



0,6 % Drzwi zewnętrzne	13,9 % Okno zewnętrzne	1,3 % Dach
0,4 % Podłoga na gruncie	2,7 % Podłoga w piwnicy	7,3 % Stropodach wentylowany
1,2 % Ściana zewnętrzna przy gruncie	12,8 % Ściana zewnętrzna	59,8 % Ciepło na wentylację

Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
Drzwi zewnętrzne	57,34	15929	0,6
Okno zewnętrzne	1334,45	370682	13,9
Dach	120,45	33459	1,3
Podłoga na gruncie	42,07	11685	0,4
Podłoga w piwnicy	263,96	73322	2,7
Stropodach wentylowany	705,72	196033	7,3
Ściana zewnętrzna przy gruncie	118,31	32864	1,2
Ściana zewnętrzna	1234,90	343027	12,8
Ciepło na wentylację	5756,43	1599009	59,8
Razem	9633,64	2676010	100,0

Szczegółowe zestawienie zysków energii cieplnej







35,4 % Zyski od słońca 64,6 % Zyski wewnętrzne

Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
* Zyski od słońca	1478,31	410641	35,4
Zyski wewnętrzne	2692,62	747950	64,6
± Razem	4170,93	1158591	100,0




Wyniki - Zestawienie przegród

Opis	U	A
	W/m ² ·K	m ²
Dach sali gimnastycznej	0,440	869,67
Drzwi zewnętrzne pozostałe	5,500	22,45
Drzwi zewnętrzne główne i do biblioteki	1,600	22,32
Okna PCV do wymiany	2,000	108,24
Okna PCV	1,300	1163,48
Okna drewniane	3,120	284,20
Okna aluminiowe w sali gimnastycznej	2,600	357,94
Naświetla z luksferów	5,000	38,40
Podłoga w sali gimnastycznej	0,441	846,48
Podłoga w piwnicach	0,531	2904,38
Stropodach	0,419	3499,00
Ściana zewnętrzna osłonowa	0,856	1641,67
Ściana zewnętrzna konstrukcyjna	0,850	2041,47
Ściana zewnętrzna biblioteki	0,239	162,82
Ściana zewnętrzna ogrzewanych piwnic	0,754	938,08
Ściana zewnętrzna przy gruncie	0,425	845,74

Wyniki - Przegrody

D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R
m		W/ (m·K)	kg/m ³	kJ/ (kg·K)	m ² ·K/W
 DSG	Dach sali gimnastycznej				
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0060	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,033
0,1000	Wełna mineralna	0,050	180		2,000
0,1000	Płyta panwiowa	1,000	2200		0,100
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]:					0,100
Opór przejmowania na zewnątrz R_e , [m ² ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:					2,273
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/ (m ² ·K)]:					0,440
 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 ² ·K/W]:					1,709
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:					1,882
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/ (m ² ·K)]:					0,531
 PGS	Podłoga w sali gimnastycznej				
Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
Ściana przy podłodze: SZK					
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 sosnowe w poprzek włókien.	0,160	550	2,510	0,156
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 ² ·K/W]:					1,432
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:					2,266
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/ (m ² ·K)]:					0,441
 SC	Ściana zewnętrzna ogrzewanych piwnic				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,012
0,0650	Mur z cegły dziurawki 120x250x65.	0,640	1400	0,880	0,102
0,0400	Styropian - inne przypadki.	0,045	30	1,460	0,889

Wyniki - Przegrody

D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R
m		W/(m·K)	kg/m³	kJ/(kg·K)	m²·K/W
0,2400	Żelbet.	1,700	2500	0,840	0,141
0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,012
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m²·K/W]:					0,130
Opór przejmowania na zewnątrz R_e , [m²·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m²·K/W]:					1,326
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m²·K)]:					0,754
 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
0,0650	Mur z cegły dziurawki 120x250x65.	0,640	1400	0,880	0,102
0,0400	Styropian - inne przypadki.	0,045	30	1,460	0,889
0,2400	Żelbet.	1,700	2500	0,840	0,141
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R_g , [m²·K/W]:					1,209
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m²·K/W]:					2,353
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m²·K)]:					0,425
 STR	Stropodach				
Rodzaj przegrody: Stropodach wentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wilgot					
0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,028
0,1000	Płyty korytkowe	1,000	1900		0,100
Opór warstwy powietrznej stropodachu o śr. wys. H = 1 m, [m²·K/W]:					0,160
Suma oporów ciepła połączeni dachowej i war. powietrza, [m²·K/W]:					0,000
0,1000	Wełna mineralna	0,050	180		2,000
0,2400	Strop żelbetowy kanałowy o wysokości 22-		1400	0,840	0,180
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m²·K/W]:					0,100
Opór przejmowania na zewnątrz R_e , [m²·K/W]:					0,090
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m²·K/W]:					2,388
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m²·K)]:					0,419
 SZB	Ściana zewnętrzna biblioteki				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,3600	Ściana trójwarstwowa				1,007
0,1200	Styropian ułożony szczelnie.	0,040	30	1,460	3,000
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m²·K/W]:					0,130
Opór przejmowania na zewnątrz R_e , [m²·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m²·K/W]:					4,177
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m²·K)]:					0,239

Wyniki - Przegrody

D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R
m		W/ (m·K)	kg/m ³	kJ/ (kg·K)	m ² ·K/W
■ SZK	Ściana zewnętrzna konstrukcyjna				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,3600	Ściana trójwarstwowa				1,007
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]:					0,130
Opór przejmowania na zewnątrz R_e , [m ² ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:					1,177
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/ (m ² ·K)]:					0,850
■ SZO	Ściana zewnętrzna osłonowa				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,012
0,3700	Mur z betonu komórkowego na zaprawie cem	0,380	800	0,840	0,974
0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,012
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]:					0,130
Opór przejmowania na zewnątrz R_e , [m ² ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:					1,168
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/ (m ² ·K)]:					0,856

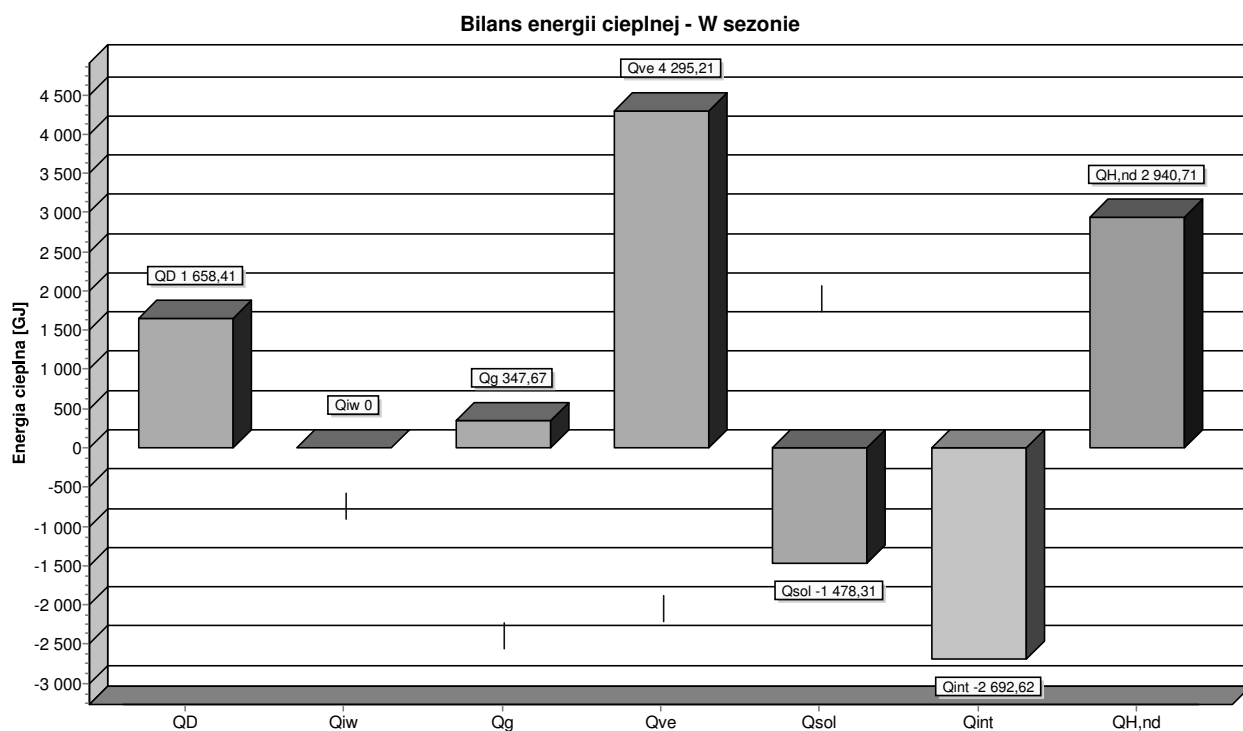
Załącznik 2

Bilans energetyczny budynku dla
optymalnego wariantu przedsięwzięcia
termomodernizacyjnego

Wyniki - Ogólne

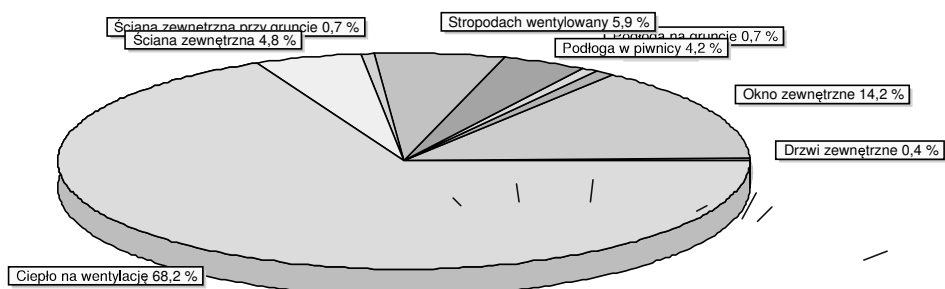
Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Bilans energetyczny budynku - wariant pierwszy	
	Zespół Szkół nr 11 w Gdyni	
Miejscowość:	Gdynia	
Adres:	Porębskiego 21	
Projektant:	Marcin Rosenow	
Plik danych:	C:\Users\hp\Desktop\Robocze\UM Gdynia\ZS 11\	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	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 θ_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 :	9513,0	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	35188,3	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	219211	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	377531	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	596742	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	596742	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 $V_{v,H}$:	54942,5	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	2940,71	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	816864	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	9513	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	35188,3	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	309,1	MJ/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	85,9	kWh/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	83,6	MJ/(m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	23,2	kWh/(m ³ ·rok)

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



Bil	Miesiąc	$L_{d,m}$	$T_{em,m}$	Q_D	$Q_{i,w}$	Q_g	Q_{ve}	$\eta_{H,gn}$	Q_{sol}	Q_{int}	$Q_{H,nc}$
		dni	°C	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok		GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok
■	Styczeń	31	2,0	244,73	0,00	51,30	619,46	0,965	86,42	305,76	537,76
■	Luty	28	1,2	231,18	0,00	48,47	647,93	0,971	88,06	276,17	573,17
■	Marzec	31	3,5	223,69	0,00	46,86	566,08	0,922	172,02	305,76	396,78
■	Kwiecień	30	7,7	159,45	0,00	33,34	416,61	0,784	267,85	295,89	167,74
■	Maj	31	10,7	122,72	0,00	25,60	309,97	0,604	352,81	305,76	60,75
■	Czerwiec	0	15,5	57,08	0,00	12,46	148,82	0,323	364,20	295,89	5,76
■	Lipiec	0	18,7	16,50	0,00	4,40	41,53	0,090	390,66	305,76	0,76
■	Sierpień	0	16,3	48,51	0,00	10,82	122,40	0,288	314,92	305,76	3,76
■	Wrzesień	30	14,5	70,10	0,00	15,10	182,85	0,488	215,08	295,89	18,78
■	Październik	31	8,7	150,73	0,00	31,49	381,03	0,831	152,84	305,76	182,78
■	Listopad	30	4,0	209,68	0,00	43,92	548,28	0,957	75,66	295,89	446,78
■	Grudzień	31	1,9	246,13	0,00	51,59	623,02	0,971	67,57	305,76	558,78
	W sezonie	273	8,8	1658,41	0,00	347,67	4295,21	0,806	1478,31	2692,62	2940,71

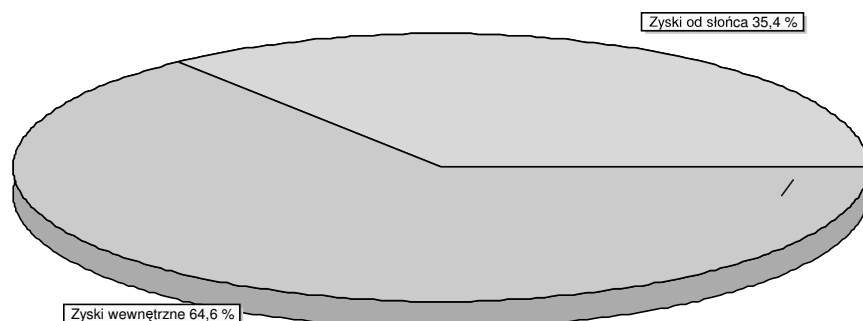
Szczegółowe zestawienie strat energii cieplnej



0,4 % Drzwi zewnętrzne	14,2 % Okno zewnętrzne	1 % Dach
0,7 % Podłoga na gruncie	4,2 % Podłoga w piwnicy	5,9 % Stropodach wentylowany
0,7 % Ściana zewnętrzna przy gruncie	4,8 % Ściana zewnętrzna	68,2 % Ciepło na wentylację

Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
Drzwi zewnętrzne	26,31	7308	0,4
Okno zewnętrzne	894,41	248447	14,2
Dach	60,81	16893	1,0
Podłoga na gruncie	42,92	11923	0,7
Podłoga w piwnicy	261,77	72714	4,2
Stropodach wentylowany	374,01	103892	5,9
Ściana zewnętrzna przy gruncie	42,98	11938	0,7
Ściana zewnętrzna	302,87	84130	4,8
Ciepło na wentylację	4295,21	1193114	68,2
Razem	6301,29	1750358	100,0

Szczegółowe zestawienie zysków energii cieplnej







35,4 % Zyski od słońca 64,6 % Zyski wewnętrzne

Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
* Zyski od słońca	1478,31	410641	35,4
Zyski wewnętrzne	2692,62	747950	64,6
± Razem	4170,93	1158591	100,0




Wyniki - Zestawienie przegród

Opis	U	A
	W/m ² ·K	m ²
Dach sali gimnastycznej	0,143	869,67
Drzwi zewnętrzne pozostałe	1,300	22,45
Drzwi zewnętrzne główne i do biblioteki	1,600	22,32
Okna PCV do wymiany	0,900	108,24
Okna PCV	1,300	1163,48
Okna drewniane	0,900	284,20
Okna aluminiowe w sali gimnastycznej	0,900	357,94
Naświetla z luksferów	0,900	38,40
Podłoga w sali gimnastycznej	0,429	839,01
Podłoga w piwnicach	0,514	2880,30
Stropodach	0,131	3499,00
Ściana zewnętrzna osłonowa	0,198	1643,52
Ściana zewnętrzna konstrukcyjna	0,198	2041,47
Ściana zewnętrzna biblioteki	0,239	162,82
Ściana zewnętrzna ogrzewanych piwnic	0,192	938,08
Ściana zewnętrzna przy gruncie	0,154	845,74

Wyniki - Przegrody

D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R
m		W/(m·K)	kg/m ³	kJ/(kg·K)	m ² ·K/W
 DSG	Dach sali gimnastycznej				
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,1800	Styropian EPS 100 038	0,038	100	1,460	4,737
0,0060	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,033
0,1000	Wełna mineralna	0,050	180		2,000
0,1000	Płyta panwiowa	1,000	2200		0,100
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]:					0,100
Opór przejmowania na zewnątrz R_e , [m ² ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:					7,010
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,143
 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 ² ·K/W]:					1,773
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:					1,946
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,514
 PGS	Podłoga w sali gimnastycznej				
Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
Ściana przy podłodze: SZK					
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 sosnowe w poprzek włókien.	0,160	550	2,510	0,156
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 ² ·K/W]:					1,494
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:					2,329
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,429
 SC	Ściana zewnętrzna ogrzewanych piwnic				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,012
0,0650	Mur z cegły dziurawki 120x250x65.	0,640	1400	0,880	0,102

Wyniki - Przegrody

D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R
m		W/(m·K)	kg/m ³	kJ/(kg·K)	m ² ·K/W
0,0400	Styropian - inne przypadki.	0,045	30	1,460	0,889
0,2400	Żelbet.	1,700	2500	0,840	0,141
0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,012
0,1200	Styropian PLATINUM PLUS	0,031	30	1,460	3,871
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]:					0,130
Opór przejmowania na zewnątrz R_e , [m ² ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:					5,197
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·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
0,0650	Mur z cegły dziurawki 120x250x65.	0,640	1400	0,880	0,102
0,0400	Styropian - inne przypadki.	0,045	30	1,460	0,889
0,2400	Żelbet.	1,700	2500	0,840	0,141
0,1200	Styropian ekstrudowany	0,036	100	1,460	3,333
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R_g , [m ² ·K/W]:					2,000
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:					6,477
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,154
 STR	Stropodach				
Rodzaj przegrody: Stropodach wentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wilgot					
0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,028
0,1000	Płyty korytkowe	1,000	1900		0,100
Opór warstwy powietrznej stropodachu o śr. wys. H = 1 m, [m ² ·K/W]:					0,160
Suma oporów ciepła połączeni dachowej i war. powietrza, [m ² ·K/W]:					0,000
0,2000	Wełna mineralna 0,038 W/mK	0,038	60	0,750	5,263
0,1000	Wełna mineralna	0,050	180		2,000
0,2400	Strop żelbetowy kanałowy o wysokości 22-		1400	0,840	0,180
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]:					0,100
Opór przejmowania na zewnątrz R_e , [m ² ·K/W]:					0,090
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:					7,651
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,131
 SZB	Ściana zewnętrzna biblioteki				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,3600	Ściana trójwarstwowa				1,007
0,1200	Styropian ułożony szczelnie.	0,040	30	1,460	3,000
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]:					0,130

Wyniki - Przegrody

D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R
m		W/(m·K)	kg/m ³	kJ/(kg·K)	m ² ·K/W
Opór przejmowania na zewnątrz R_e , [m ² ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:					4,177
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,239
■ SZK		Ściana zewnętrzna konstrukcyjna			
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,3600	Ściana trójwarstwowa				1,007
0,1200	Styropian PLATINUM PLUS	0,031	30	1,460	3,871
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]:					0,130
Opór przejmowania na zewnątrz R_e , [m ² ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:					5,048
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,198
■ SZO		Ściana zewnętrzna osłonowa			
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,012
0,3700	Mur z betonu komórkowego na zaprawie cem	0,380	800	0,840	0,974
0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,012
0,1200	Styropian PLATINUM PLUS	0,031	30	1,460	3,871
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]:					0,130
Opór przejmowania na zewnątrz R_e , [m ² ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:					5,039
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,198

Załącznik 3

Zestawienie stolarki PCV do
wymiany

Okna PCV do wymiany

Budynek	piętro	nr sali	ilość okien do wymiany
A	2	15,16	6
A	2	17	2
B	1	13	1
B	2	21	1
D	1	14	1
D	1	15	1
D	2	24	1
D	2	27	1
E	1	13	1
E	1	15	1
E	1	17	1
E	2	24	1
E	1	korytarz	1
łącznik	parter	korytarz	4