

Audyt energetyczny budynku użyteczności publicznej

LOKALIZACJA: Zespół Szkół Ogólnokształcących nr 2
ul. Wolności 22b
81-327 Gdynia

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

AUTOR: mgr inż. Jarosław Kozub



Jarosław Kozub
Audytor 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 Ogólnokształcących nr 2 w Gdyni				1.2 Rok budowy:	1936				
1.3 Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji, PESEL*) (*w przypadku cudzoziemca nazwa i numer dokumentu tożsamości):	Gmina Miasta Gdyni				ul.	Wolności		nr	22B	
	ul.	Al. Marszałka Piłsudskiego		nr	52/54		1.4 Adres budynku:			
	kod:	81-382	mięscowość:	Gdynia						
	kod:	81-382	mięscowość:	Gdynia		kod:	81-327	mięscowość:	Gdynia	
	tel.	-		fax	-		powiat:	M. Gdynia	województwo:	pomorskie
	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 Auditorów 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			 Audytor energetyczny KAPE 0188 ZAE 1121				
2	Marcin Rosenow		bilans energetyczny budynku							
3	-		-							
4	-		-							
5. Miejsowość:	Rumia		data wykonania opracowania:			21 października 2015				
6. Spis treści:										
1	Karta audytu energetycznego							str.	2	
2	Zestawienie danych źródłowych do wykonania audytu.							str.	4	
3	Część pierwsza - dane inwentaryzacyjne, wyznaczenie niezbędnych usprawnień termomodernizacyjnych							str.	5	
4	Inwentaryzacja - dane techniczne budynku							str.	6	
5	Inwentaryzacja - uproszczona dokumentacja techniczna - rysunki							str.	7	
6	Inwentaryzacja - opis techniczny elementów budynku i konstrukcji							str.	8	
7	Charakterystyka energetyczna budynku, opłaty, taryfy							str.	12	
8	Inwentaryzacja systemu grzewczego i instalacji							str.	13	
9	Obliczeniowy strumień powietrza wentylacyjnego							str.	14	
10	Ocena stanu technicznego budynku, wskazanie usprawnień							str.	15	
11	Dane klimatyczne, stopniodni							str.	16	
12	Część druga - analiza ekonomiczne poszczególnych usprawnień							str.	17	
13	Analiza ekonomiczna - ciepła woda użytkowa							str.	26	
14	Analiza ekonomiczna - system ciepłoty							str.	27	
15	Część trzecia - wybór optymalnego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, analiza ekonomiczna i energetyczna, wnioski							str.	28	
16	Zestawienie wybranych i zoptymalizowanych usprawnień							str.	29	
17	Prezentacja przyjętych wariantów modernizacji							str.	31	
18	Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu							str.	33	
19	Wnioski							str.	34	
20	Załącznik 1 - bilans cieplny stanu obecnego							str.	35	
21	Załącznik 2 - bilans cieplny poszczególnych wariantów							str.	44	
23	Załącznik 3 - obliczenia dotyczące pomp ciepła							str.	53	

Budynek w całości

1. Dane ogólne				
1. Konstrukcja / technologia budynku:		tradycyjna, murowana		
2. Liczba kondygnacji:		-	3	
3. Kubatura części ogrzewanej		[m³]	16 847	
4. Powierzchnia netto budynku		[m²]	4 822,08	
5. Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej		[m²]	0,00	
6. Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych		[m²]	4 822,08	
7. Liczba mieszkań		-	0	
8. Liczba osób użytkujących budynek		-	899	
9. Sposób przygotowania ciepłej wody		Wbudowana kotłownia gazowa		
10. Rodzaj systemu ogrzewania budynku		Wbudowana kotłownia gazowa		
11. Współczynnik kształtu A/V		[1/m]	0,43	
12. Inne dane charakteryzujące budynek		Budynek użyteczności publicznej - szkoła + sala gimnastyczna + aula		
2.	Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne	[W/(m²K)]	stan przed modernizacją	stan po modernizacji
1. Dach nad nieogrzewanym poddaszem			4,31	4,31
2. Drzwi zewnętrzne starego typu			3,60	1,30
3. Drzwi wejściowe aluminiowe			1,80	1,80
4. Okna PCV - do wymiany			2,60	0,90
5. Podłoga w piwnicach			0,48	0,48
6. Podłoga poddasza nieogrzewanego			1,42	0,14
7. Stropodach nad częścią wysoką			0,79	0,13
8. Stropodach nad częścią niską			0,79	0,13
9. Ściana zewnętrzna			0,97	0,18
10. Ściana zewnętrzna piwnic			0,98	0,18
11. Ściana zewnętrzna przy gruncie			0,58	0,17
3. Sprawności składowe systemu grzewczego				
1. Sprawność wytwarzania			0,91	1,32
2. Sprawność przesyłania			0,96	0,96
3. Sprawność regulacji i wykorzystania			0,77	0,88
4. Sprawność akumulacji			1,00	1,00
5. Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia:			0,85	0,85
6. Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby:			0,92	0,92
4. Charakterystyka systemu wentylacji				
1. Rodzaj wentylacji (naturalna/mechaniczna)			naturalna / mechaniczna	naturalna / mechaniczna
2. Sposób doprowadzenia/odprowadzenia powietrza			nieszczelności stolarki / kanały grawitacyjne / nawiew w bloku żywieniowym	nieszczelności stolarki / kanały grawitacyjne, wentylacja mechaniczna z odzyskiem ciepła
3. Strumień powietrza wentylacyjnego		[m³/h]	24 759	24 759
4. Liczba wymian			1,47	1,47

Budynek w całości

5. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	[kW]	546,4
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu	[kW]	31,4
3.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[GJ/rok]	3 199,3
4.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu	[GJ/rok]	3 719,3
5.	Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u.	[GJ/rok]	346,7
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie, przeliczone na warunki sezonu standardowego i na przygotowanie c.w.u. (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła)	[GJ/rok]	1 680,0
7.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu	[kWh/(m³rok)]	52,8
8.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu	[kWh/(m³rok)]	61,4
9.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu	[kWh/(m²rok)]	214,4
6. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1.a	Cena 1 GJ na ogrzewanie	[zł]	52,10
1.b	Cena 1 GJ na produkcję c.w.u.	[zł]	52,10
2.	Opłata 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc	[zł]	4 985,93
3.	Opłata za podgrzanie 1m³ wody użytkowej	[zł]	-
4.	Opłata 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie cwu na miesiąc	[zł]	4 985,93
5.	Opłata za ogrzewanie 1m² pow. użytkowej	[zł]	3,91
6.	Opłata abonamentowa	[zł]	-
7.	Opłata stała niezależnie od mocy	[zł]	-
7. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana suma kredytu [zł]:		3 836 467,74	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]
Planowane koszty całkowite [zł]		3 836 467,74	Premia termomodernizacyjna [zł]
Roczna oszczędność kosztów energii [zł]		162 817,59	

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

1. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz.U. nr 43 z dn. 18.03.2009 r., poz. 346).
2. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. nr 75 z dn. 15.06.2002 r., poz. 690 z późn. zmianami).
3. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw charakterystyki energetycznej (Dz. U. 2014 poz. 888 z późn. zm.).
4. Ustawa z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów (Dz.U. nr 223 z dn. 18.12.2008 r., poz 1459).
5. Ustawa z dnia 15 kwietnia 2011r. o efektywności energetycznej (Dz. U. nr 94 poz. 551 z późn. zm.).
6. ustawa z dnia 29 sierpnia 2014r. o charakterystyce energetycznej budynków (Dz. U. 2014 poz. 1200 z późn. zm.).
7. PN-EN ISO 12831:2006. Instalacje grzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego.
8. PN-EN ISO 13790:2009. Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia.
9. PN-EN ISO 13370:2008. Właściwości cieplne budynków. Wymiana ciepła przez grunt. Metody obliczania.
10. Typowe lata meteorologiczne i statystyczne dane klimatyczne dla obszaru Polski do obliczeń energetycznych budynków. Baza danych opublikowana na stronie internetowej Ministerstwa Infrastruktury.
11. Dokumentacja techniczna przekazana przez Inwestora oraz faktury zakupu energii cieplnej.

Podstawowe wytyczne inwestora, ustalenia

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

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

Część pierwsza





Dane inwentaryzacyjne, wyznaczenie
niezbędnych usprawnień
termomodernizacyjnych

Inwentaryzacja - dane techniczne budynku





Powierzchnia przegród zewnętrznych według rodzaju		
Dach nad nieogrzewanym poddaszem	[m ²]	223,0
Drzwi zewnętrzne starego typu	[m ²]	7,6
Drzwi wejściowe aluminiowe	[m ²]	25,7
Okna PCV - do wymiany	[m ²]	982,4
Podłoga w piwnicach	[m ²]	1 445,0
Podłoga poddasza nieogrzewanego	[m ²]	199,1
Stropodach nad częścią wysoką	[m ²]	354,0
Stropodach nad częścią niską	[m ²]	918,8
Ściana zewnętrzna	[m ²]	2 607,0
Ściana zewnętrzna piwnic	[m ²]	263,2
Ściana zewnętrzna przy gruncie	[m ²]	238,0
Wysokości		
Zagłębienie w gruncie	[m]	0-2
Najczęstsza wysokość w świetle	[m]	3,70
Wysokość piwnicy w świetle	[m]	2,80
Najczęstsza wysokość brutto	[m]	4,00
Inne dane techniczne		
liczba mieszkań	[szt.]	0
Liczba użytkowników		899
Liczba kondygnacji	[szt.]	3
Liczba klatek schodowych	[szt.]	4
Dane powierzchniowe budynku		
Powierzchnia użytkowa pomieszczeń mieszkalnych	[m ²]	0,00
Powierzchnia użytkowa pomieszczeń niemieszkalnych	[m ²]	4 822,08
Powierzchnia poddasza ogrzewanego	[m ²]	0,0
Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych pozostałych	[m ²]	0,0
Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych netto	[m ²]	4 822,1
Powierzchnia zabudowy	[m ²]	1 444,0
Całkowita powierzchnia brutto	[m ²]	5 054,0
Powierzchnia użytkowa	[m ²]	4 822,08
Dane kubaturowe budynku		
Kubatura netto ogrzewana	[m ³]	16 847
Całkowita kubatura brutto	[m ³]	27 278
Współczynnik kształtu A/V [1/m]		0,43







Opis do uproszczonej dokumentacji technicznej budynku
Zespół Szkół Ogólnokształcących nr 2, Gdynia ul. Wolności 22B




<p>Dane ogólne, forma architektoniczna</p>		<p>Budynek wolnostojący, Wzniesiony w 1936 roku na planie w kształcie trzech prostokątów. Obiekt posiada trzy kondygnacje nadziemne, suterrenę oraz kotłownię w podpiwniczeniu. Budynek przykryty dachami płaskimi, stropodachy wentylowane, w centrum kompleksu część poddaszowa. Obiekt składa się z dwóch segmentów dydaktycznych oraz sali gimnastycznej i auli. Forma rozczłonkowana.</p>
<p>Konstrukcja budynku, technologia wykonania</p>		<p>Ściany zewnętrzne murowane z cegły pełnej z przestrzenią powietrzną - układ konstrukcyjny podłużny. Stropy żelbetowe. Stropodach wentylowany. Nad poddaszem dach płaski nieocieplony.</p>
<p>Charakterystyka funkcjonalno- przestrzenna</p>		<p>Budynek wykorzystywany jest na cele dydaktyczne. Dwa skrzydła dydaktyczne oraz skrzydło boczne, w którym znajduje się aula a nad nią sala gimnastyczna.</p>
<p>Elementy charakterystyczne</p>		<p>Rozczłonkowana bryła budynku.</p>

ELEWACJE

<p>Warstwa fakturowa, tynk</p>		<p>Budynek otynkowany tynkiem cementowo-wapiennym.</p>
<p>Stolarka okienna i drzwiowa</p>		<p>Stolarka okienna –wymieniona PVC przed rokiem 2000. Drzwi główne ALU, pozostałe starego typu.</p>
<p>Rynny, rury spustowe, obróbki blacharskie, parapety</p>		<p>Opierzenia oraz rury spustowe z blachy ocynkowanej.</p>
<p>Elementy charakterystyczne</p>		<p>Zadaszenie przy wejściu głównym.</p>

STAN TECHNICZNY

<p>Warstwa fakturowa, tynk</p>		<p>Dostateczny stan techniczny elewacji. Ogólne zabrudzenie.</p>
<p>Cokół</p>		<p>Stan techniczny cokołu dostateczny.</p>
<p>Stolarka okienna</p>		<p>Stan techniczny stolarki okiennej PCV dostateczny i zły..</p>
<p>Rynny i rury spustowe, obróbki blacharskie</p>		<p>Rynny i rury spustowe w stanie dostatecznym</p>

Stolarka drzwiowa zewnętrzna		<p>Stan techniczny drzwi zewnętrznych głównych dobry - pozostałe w stanie złym.</p>
Instalacja c.o.		<p>Grzejniki stalowe w dostatecznym stanie technicznym. Instalacja c.o. z roku 2000 - stan dobry. Brak zaworów termostatycznych.</p>
Źródło ciepła		<p>Kocioł gazowy niskotemperaturowy dwufunkcyjny z roku 2000. Stan techniczny dostateczny.</p>
Wentylacja mechaniczna		<p>Instalacja niesprawna.</p>

Inwentaryzacja - charakterystyka energetyczna budynku		
Moc zamówiona		
Moc zamówiona c.o.	[kW]	-
Moc zamówiona c.w.u.	[kW]	-
Sumaryczna moc zamówiona dla budynku	[kW]	0,0
Zużycie energii cieplnej za lata poprzednie		
Sumaryczne średnie zużycie ciepła za lata poprzednie (suma zużycia c.o i c.w.u.)	[GJ/a]	1 680,0
Za okres	-	2013-2014
Koszty jednostkowe energii cieplnej (gaz ziemny)		
Taryfa	-	W-5
Opłata stała za przepływ zamówiony	[PLN/kWh/h za h]	0,00692 zł
Opłata zmienna za przesłane paliwo	[PLN/kWh]	0,1690 zł
Opłata stała za przepływ w przeliczeniu na jednostki mocy cieplnej	[PLN/MW*m-c]	4 985,93 zł
Opłata zmienna za przesłane paliwo w przeliczeniu na jednostki energii cieplnej	[PLN/GJ]	52,10 zł

Inwentaryzacja - charakterystyka systemu grzewczego oraz instalacji

System grzewczy		
Rodzaj zasilania budynku, opis urządzeń	Budynek zasilany w ciepło z wbudowanej kotłowni gazowej dwufunkcyjnej. Kocioł o mocy 460 kW z palnikiem wentylatorowym w stanie dostatecznym (rok 2000). Instalacja c.o. oparta o grzejniki stalowe bez zaworów termostatycznych. Stan techniczny instalacji dobry, grzejników dostateczny.	
Sposób użytkowania	Zakłada się, że system pracuje z tygodniowymi i dobowymi przerwami w ogrzewaniu.	
Modernizacje systemu po roku 1984	Modernizacja instalacji c.o. i kotłowni.	
Instalacja centralnego ogrzewania budynku		
Zasilanie instalacji	pompowe	
Parametry wody instalacyjnej	[st. C]	80/60
Rodzaj grzejników / usytuowanie	stalowe usytuowane pod oknami	
Rodzaj przewodów instalacyjnych	stalowe	
Zawory z głowicami termostatycznymi	brak	
Zawory regulacyjne podpionowe	zamontowane	
Dodatkowa izolacja za grzejnikami	-	
Prowadzenie / izolacja pionów	po wierzchu / brak izolacji	
Prowadzenie / izolacja poziomów	po wierzchu / izolacja w dobrym stanie technicznym	
Sprawności składowe systemu grzewczego przed modernizacją		
Sprawność wytwarzania	-	0,91
Sprawność przesyłania	-	0,96
Sprawność regulacji i wykorzystania	-	0,77
Sprawność akumulacji	-	1,00
Współczynnik przerw tygodniowych	-	0,85
Współczynnik przerw dobowych	-	0,92
Instalacja ciepłej wody użytkowej		
Sposób przygotowania c.w.u., opis urządzeń	Przygotowanie c.w.u. centralne w kotłowni gazowej.	
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. Wentylacja mechaniczna niesprawna.	
Obliczeniowa ilość powietrza wentylacyjnego	-	24 759
Średni współczynnik c _r dla budynku	-	1,00
Strumień powietrza wentylacyjnego	-	24 759

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	16846,7	1,47	24759
SUMA				24759
Wielkości sumarycznie				
Obliczeniowa ilość powietrza wentylacyjnego			[m ³ /h]	24759
Średni współczynnik korekcyjny (c_{r, c_w})			-	1,00
Strumień powietrza wentylacyjnego przed modernizacją			[m ³ /h]	24759

Stan techniczny budynku, wskazanie przedsięwzięć termomodernizacyjnych

System grzewczy		
Element	Stan techniczny	Proponowane rozwiązanie
Zasilanie budynku	Budynek zasilany w ciepło z kotłowni gazowej dwufunkcyjnej.	Montaż grzejników płytowych wyposażonych w urządzenia do miejscowej regulacji temperatury (zawory termostaticzne lub regulatory strefowe) - przystosowanie do pracy niskotemperaturowej.
Poziomy c.o. w piwnicy	Stan techniczny dobry	Pełna automatyka obiegów grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej. Montaż biwalentnego źródła ciepła -
Urządzenia wykonawcze - grzejniki c.o.	Konwektory wodne stalowe bez zaworów termostaticznych, dostateczny stan techniczny.	czterech zespołów składających się z absorpcyjnej gazowej pompy ciepła i dwóch kotłów gazowych kondensacyjnych w wykonaniu dachowym. Moc całkowita układu ok. 375 kW.
Element	Stan techniczny	Proponowane rozwiązanie
Ściany zewnętrzne	Ściany zewnętrzne nieocieplone, dostateczny stan techniczny elewacji. Z uwagi na zawilgocenia konieczne wykonanie izolacji przeciwwodnej budynku do poziomu fundamentów.	Przewiduje się docieplenie ścian zewnętrznych kondygnacji nadziemnych i strefy cokołowej styropianem specjalnym o współczynniku przewodzenia ciepła maksymalnie 0,031 W/mK. Metoda BSO Docieplenie ścian przy gruncie za pomocą styropianu ekstrudowanego o współczynniku przewodzenia ciepła 0,036 W/mK.
Stolarka okienna	Stolarka okienna PCV w złym stanie technicznym.	Przewiduje się wymianę okien PCV w całym budynku na stolarkę energooszczędną PCV o współczynniku przenikania ciepła nie większym niż 0,9 W/m ² K.
Stolarka drzwiowa	Drzwi zewnętrzne w stanie dobrym oraz złym.	Przewiduje się wymianę drzwi zewnętrznych starego typu na energooszczędne.
Dach / stropodach	Dachy nad całością budynku niedocieplone. Zły stan techniczny pokrycia dachowego. Podłoga poddasza nieocieplona.	Przewiduje się docieplenie stropodachu za pomocą wełny mineralnej luzem - metoda pneumatyczna, współczynnik przewodzenia ciepła 0,038 W/mK. Wymiana pokrycia dachowego. Docieplenie podłogi poddasza za pomocą styropianu EPS 100 lub wełny mineralnej, współczynnik przewodzenia ciepła 0,038 W/mK. Posadzka na legarach lub wylewka.
Instalacja c.w.u.		
Element	Stan techniczny	Proponowane rozwiązanie
c.w.u.	Wytwarzanie centralne, dobry stan techniczny urządzeń i instalacji.	Podłączenie instalacji c.w.u. do nowego źródła zasilania. Montaż cyrkulacyjnych zaworów termostaticznych oraz urządzeń ograniczających czas pracy cyrkulacji.
Wentylacja		
Element	Stan techniczny	Proponowane rozwiązanie
Wentylacja	Obserwuje się niedobór powietrza wentylacyjnego na sali gimnastycznej i w auli.	Zastosowanie wentylacji wymuszonej na sali gimnastycznej i auli. Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze.
Roboty dodatkowe		
Zakłada się konieczność wykonania robót dodatkowych mających na celu ochronę wyremontowanych przegród przed działaniem szkodliwych czynników atmosferycznych (np. wymiana lub remont obróbek blacharskich i rur spustowych, wymiana parapetów, osuszenie oraz wykonanie izolacji pionowej i poziomej ścian). Ponadto zakłada się konieczność przebudowy instalacji odgromowej oraz remont lub wymianę innych elementów budynku, które mogą zostać naruszone podczas wykonywania prac modernizacyjnych lub nie spełniać prawidłowo swojej funkcji po wykonaniu usprawnień.		

Dane klimatyczne, stopniodni

Normowa temp. w pomieszczeniach użytkowych =												20,0 [°C]
Stacja meteorologiczna: Gdańsk Port Północny												
Miesiąc:	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
T _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 kondygnacji nadziemnych

Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	4 985,93	zł/(MW) ×miesiąc
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	52,10	zł/GJ
Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{wo} =$	20,0	°C
Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{zo} =$	-16,0	°C
Liczba stopniociepni,	$S_d =$	3 597	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U =$	0,97	W/(m ² ×K)
Powierzchnia ścian - powierzchnia zewnętrzna netto po odjęciu otworów okiennych i drzwiowych	$A_{\Sigma c} =$	2 607,0	m ²
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego	$W_E =$	18,35	(zł×K)/W×a

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

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

Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	DR	U_m	DO_{rU}	SPBT	Nu
Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 14 cm	344,40 zł/m ²	4,52	0,180	37 542,91 zł	23,915	897 850,80 zł
Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 15 cm	350,55 zł/m ²	4,84	0,170	38 015,91 zł	24,040	913 883,85 zł
Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 10 cm	319,80 zł/m ²	3,23	0,235	34 934,88 zł	-	833 718,60 zł
Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 12 cm	332,10 zł/m ²	3,87	0,204	36 410,34 zł	-	865 784,70 zł
Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący $R = 5,552$ m ² K/W jest większy od wymaganego wynoszącego $R_{min} = 4,0$ m ² K/W oraz zgodnego z WT2021 $R_{min}=5,0$ 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 ścian zewnętrznych nadziemnych - strefa cokołowa

Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	4 985,93	zł/(MW) ×miesiąc
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	52,10	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 stopniociepno-	$S_d =$	3 597	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U =$	0,98	W/(m ² ×K)
Powierzchnia ścian - powierzchnia zewnętrzna netto po odjęciu otworów okiennych i drzwiowych	$A_{\Sigma c} =$	263,2	m ²
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego	$W_E =$	18,35	(zł×K)/W×a

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

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

Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	DR	U_m	DO_{rU}	SPBT	Nu
Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 14 cm	391,14 zł/m ²	4,52	0,181	3 845,80 zł	26,766	102 936,31 zł
Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 15 cm	399,75 zł/m ²	4,84	0,171	3 893,77 zł	27,018	105 202,21 zł
Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 10 cm	356,70 zł/m ²	3,23	0,235	3 581,14 zł	-	93 872,74 zł
Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 12 cm	373,92 zł/m ²	3,87	0,204	3 730,91 zł	-	98 404,53 zł
Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący $R = 5,54$ m ² K/W jest większy od wymaganego wynoszącego $R_{min} = 4,0$ m ² K/W oraz zgodnego z WT2021 $R_{min}=5,0$ 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 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	$O_m =$	4 985,93	zł/(MW) ×miesiąc
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	52,10	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	$U =$	0,58	W/(m ² ×K)
Powierzchnia ścian - powierzchnia zewnętrzna netto po odjęciu otworów okiennych i drzwiowych	$A_{\Sigma c} =$	238,0	m ²
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego	$W_E =$	18,35	(zł×K)/W×a

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się docieplenie ścian zewnętrznych przy gruncie za pomocą styropianu ekstrudowanego o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,036$ W/mK. Na podstawie poniższej analizy ekonomicznej wykazano optymalną grubość docieplenia równą 12 cm. Ceny robót budowlanych określono na podstawie analizy rynku robót budowlanych. Wszystkie ceny zawierają podatek VAT 23 %.

Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	DR	U_m	DO_{rU}	SPBT	Nu
Docieplenie ścian fundamentowych - styropian ekstrudowany - 12 cm	457,56 zł/m ²	3,33	0,168	1 803,36 zł	60,384	108 894,70 zł
Docieplenie ścian fundamentowych - styropian ekstrudowany - 14 cm	477,24 zł/m ²	3,89	0,151	1 877,59 zł	60,492	113 578,35 zł
Docieplenie ścian fundamentowych - styropian ekstrudowany - 10 cm	437,88 zł/m ²	2,78	0,191	1 702,93 zł	61,195	104 211,06 zł
Docieplenie ścian fundamentowych - styropian ekstrudowany - 8 cm	418,20 zł/m ²	2,22	0,220	1 576,30 zł	-	99 527,42 zł
Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący $R = 5,952$ m ² K/W jest większy od wymaganego wynoszącego $R_{min} = 4,0$ m ² K/W oraz zgodnego z WT2021 $R_{min}=5,0$ 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 stropodachu wentylowanego

Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	4 985,93	zł/(MW) ×miesiąc
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	52,10	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	$U =$	0,79	W/(m ² ×K)
Powierzchnia stropu/dachu/podłogi poddasza	$A =$	1 272,8	m ²
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego	$W_E =$	18,35	(zł×K)/W×a

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się docieplenie stropodachu wentylowanego przy pomocy wełny mineralnej lub celulozy o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,038$ W/mK - metoda pneumatyczna, z wymianą pokrycia dachowego. Na podstawie poniższej analizy ekonomicznej wykazano optymalną grubość izolacji równą 25 cm. Docieplenie o grubości 20 cm nie spełnia wymogów rozporządzenia. Ceny robót budowlanych określono na podstawie analizy rynku robót budowlanych. Wszystkie ceny zawierają podatek VAT 23 %.

Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	DR	U_m	DO_{rU}	SPBT	Nu
Docieplenie stropodachu wentylowanego - wełna mineralna luzem 25 cm	202,95 zł/m ²	6,58	0,127	15 448,81 zł	16,721	258 312,73 zł
Docieplenie stropodachu wentylowanego - wełna mineralna luzem 30 cm	233,70 zł/m ²	7,89	0,109	15 876,22 zł	18,736	297 451,02 zł
Docieplenie stropodachu wentylowanego - wełna mineralna luzem 35 cm	264,00 zł/m ²	9,21	0,095	16 196,29 zł	20,747	336 016,56 zł
Docieplenie stropodachu wentylowanego - wełna mineralna luzem 20 cm	172,20 zł/m ²	5,26	0,153	14 849,16 zł	-	219 174,44 zł
Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący $R = 7,846$ m ² K/W jest większy od wymaganego wynoszącego $R_{min} = 5,0$ m ² K/W oraz zgodnego z WT2021 - $R_{min} = 6,66$ 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
podłogi poddasza nieogrzewanego.**

Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	4 985,93	zł/(MW) ×miesiąc
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	52,10	zł/GJ
Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{wo} =$	20,0	°C
Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{zo} =$	-12,0	°C
Liczba stopniodni,	$S_d =$	2 629	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U =$	1,42	W/(m ² ×K)
Powierzchnia stropu/dachu/podłogi poddasza	$A =$	199,1	m ²
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego	$W_E =$	13,75	(zł×K)/W×a

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się docieplenie podłogi poddasza nieogrzewanego styropianem lub wełną mineralną o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,038$ W/mK - wykonanie podłogi na legarach lub wylewki. Na podstawie poniższej analizy ekonomicznej wykazano optymalną grubość izolacji równą 25 cm. Docieplenie o grubości 18 i 20 cm nie spełnia wymogów rozporządzenia. Ceny robót budowlanych określono na podstawie analizy rynku robót budowlanych. Wszystkie ceny zawierają podatek VAT 23 %.

Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	DR	U_m	DO_{rU}	SPBT	Nu
Docieplenie podłogi poddasza nieogrzewanego - styropian EPS 100 lub wełna mineralna - 25 cm	231,24 zł/m ²	6,58	0,137	3 520,17 zł	13,080	46 044,51 zł
Docieplenie podłogi poddasza nieogrzewanego - styropian EPS 100 lub wełna mineralna - 30 cm	256,00 zł/m ²	7,89	0,116	3 577,72 zł	14,248	50 974,72 zł
Docieplenie podłogi poddasza nieogrzewanego - styropian EPS 100 lub wełna mineralna - 18 cm	196,80 zł/m ²	4,74	0,184	3 392,84 zł	-	39 186,82 zł
Docieplenie podłogi poddasza nieogrzewanego - styropian EPS 100 lub wełna mineralna - 20 cm	206,64 zł/m ²	5,26	0,168	3 437,24 zł	-	41 146,16 zł
Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący $R = 7,282$ m ² K/W jest większy od wymaganego wynoszącego $R_{min} = 5,0$ m ² K/W oraz zgodnego z WT2021 $R_{min}=6,66$ 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 PCV

Dane ogólne do obliczeń

Oplata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	4 985,93	zł/(MW)×miesiąc]
Oplata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	52,10	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	$U =$	2,60	W/(m ² ×K)
Powierzchnia okien do wymiany	$A =$	982,4	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	-
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	-

	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	30 641,26 zł	30,759	942 504,97 zł
Wymiana okien na stolarkę PCV, $U = 1,3$ W/m ² K	934,80 zł/m ²	1,00	1,30	23 431,56 zł	39,192	918 338,17 zł
Wymiana okien na stolarkę PCV, $U = 1,6$ W/m ² K	910,20 zł/m ²	1,00	1,60	18 024,27 zł	49,609	894 171,38 zł
Wymiana okien na stolarkę PCV, $U = 1,8$ W/m ² K	885,60 zł/m ²	1,00	1,80	14 419,42 zł	60,336	870 004,58 zł

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się wymianę wszystkich okien 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 drzwiowej zewnętrznej starego typu.

Dane ogólne do obliczeń

Opiata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	4 985,93	zł/(MW) ×miesiąc]
Opiata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	52,10	zł/GJ
Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{wo} =$	20,0	°C
Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{zo} =$	-16,0	°C
Liczba stopniodni,	$S_d =$	3 597	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U =$	3,60	W/(m ² ×K)
Powierzchnia drzwi do wymiany	$A =$	7,6	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	321,13 zł	69,954	22 464,72 zł
Wymiana drzwi na stolarkę energooszczędną, U = 1,7 W/m ² K	2 706,00 zł/m ²	1,00	1,70	265,28 zł	77,625	20 592,66 zł

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się wymianę drzwi zewnętrznych starego typu na stolarkę energooszczędną. Na podstawie analizy ekonomicznej przyjmuje się optymalny współczynnik przenikania ciepła drzwi na poziomie 1,3 W/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			
$O_m =$	4 985,93	[zł/(MW × miesiąc)]	Opłata za 1MW mocy zamówionej
$O_z =$	52,10	[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
31 743,30	5,696	Zastosowanie wentylacji wymuszonej na sali gimnastycznej i auli. Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik rotacyjny o sprawności znamionowej 85%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze.	180 810,00
29 027,52	5,932	Zastosowanie wentylacji wymuszonej na sali gimnastycznej i auli. Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik krzyżowy o sprawności znamionowej 70%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze.	172 200,00

Wymiennik obrotowy:

krzyżowy:

Oszczędność energii dla wentylacji po modernizacji: 507,68 GJ/a

467,32 GJ/a

Redukcja mocy po modernizacji: 88,46 kW

78,21 kW

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

Dane ogólne do obliczeń:

$O_{m0} =$	4 985,93	[zł/(MW × miesiąc)]	Opłata za 1MW mocy zamówionej przed modernizacją
$O_{z0} =$	52,10	[zł/GJ]	Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej przed modernizacją
$O_{m1} =$	4 985,93	[zł/GJ]	Opłata za 1MW mocy zamówionej po modernizacji
$O_{z1} =$	52,10	[zł/GJ]	Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej po modernizacji
$Q_{ocw} =$	346,7	[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]	
$q_{ocw} =$	31,4	[kW]	Zapotrzebowanie na moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego, określone zgodnie z Polską Normą dotyczącą instalacji wodociągowych, wymagania w projektowaniu
q_{1cw}		[kW]	
SPBT		[lata]	Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych
DOR_{cw}		[zł/a]	Roczna oszczędność kosztów eksploatacyjnych w wyniku uprawnienia termomodernizacyjnego
Ncw		[zł]	Planowane koszty robót

Q_1	q_1	DOR_{cw}	SPBT	Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	Ncw
261,4	31,4	4 444,01	8,303	Podłączenie instalacji c.w.u. do nowego źródła zasilania. Montaż cyrkulacyjnych zaworów termostatycznych oraz urządzeń ograniczających czas pracy cyrkulacji.	-	36 900,00 zł
346,7	31,4	0,00	-	Brak modernizacji systemu c.w.u.	0,00 zł	0,00 zł

- optymalne usprawnienie systemu c.w.u.

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

0,80 dm 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
3,38534 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.
36,96 %	Średnia sprawność wytwarzania c.w.u.
346,7 GJ/a	Średnie roczne zapotrzebowanie na ciepło c.w.u. dla budynku
0,339 m ³ /h	Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. dla budynku (Q_{zrh})
1,773 -	Współczynnik nierównomierności rozbioru wody
0,600 m ³ /h	Maksymalne godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. dla budynku (Q_{maxh})
0 dm ³	Rzeczywista pojemność zasobników c.w.u.
31,4 kW	Moc cieplna dla potrzeb c.w.u. bez uwzględnienia akumulacji (q_{maxh})
31,4 kW	Moc cieplna dla potrzeb c.w.u. z uwzględnieniem akumulacji zasobników

Sprawności składowe systemu c.w.u.		
Sprawność	Przed modernizacją	Po modernizacji
Sprawność wytwarzania c.w.u.	0,88	0,95
Sprawność przesyłu c.w.u.	0,50	0,60
Sprawność akumulacji c.w.u.	0,84	0,86

Wybór optymalnego wariantu modernizacji systemu grzewczego

Dane ogólne do obliczeń:

$O_m =$	4 985,93	[zł/(MW ×miesiąc)]	Opłata za 1MW mocy zamówionej przed modernizacją
$O_{m1} =$	4 985,93	[zł/(MW ×miesiąc)]	Opłata za 1MW mocy zamówionej po modernizacji systemu grzewczego
$O_z =$	52,10	[zł/GJ]	Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej przed modernizacją
$O_{z1} =$	52,10	[zł/GJ]	Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej po modernizacji systemu grzewczego
$Q_{oco} =$	3 199,3	[GJ]	Sezonowe zapotrzebowanie budynku na ciepło przed termomodernizacją, określone zgodnie z Polską Normą
$q_o =$	546,4	[kW]	Zapotrzebowanie na moc ciepłą budynku
$h_o =$	0,67	-	Sprawność ogólna systemu przed modernizacją
w_{t0}	0,85	-	Współczynnik określający przerwyw ogrzewaniu w okresie tygodnia
w_{d0}	0,92	-	Współczynnik określający przerwyw ogrzewaniu w okresie doby
SPBT		[lata]	Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych
DO_{rU}		[zł/a]	Roczna oszczędność kosztów eksploatacyjnych w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego
Nu		[zł]	Planowane koszty robót

DO_{rU}	h_1	q_1	h_g	h_d	h_o	h_s	w_{t1}	w_{d1}	Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	SPBT	N_{co}
76 888,76	1,12	546,4	1,32	0,96	0,88	1,00	0,85	0,92	Montaż grzejników płytowych wyposażonych w urządzenia do miejscowej regulacji temperatury (zawory termostatyczne lub regulatory strefowe) - przystosowanie do pracy niskotemperaturowej. Pełna automatyka obiegów grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej. Montaż biwalentnego źródła ciepła - czterech zespołów składających się z absorpcyjnej gazowej pompy ciepła i dwóch kotłów gazowych kondensacyjnych w wykonaniu dachowym. Moc całkowita układu ok. 375 kW.	-	14,50	1 114 749,00 zł
0,00	0,67	546,4	0,91	0,96	0,77	1,00	0,85	0,92	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 na sali gimnastycznej i auli. Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik rotacyjny o sprawności znamionowej 85%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze.	180 810,00	5,70
2	Podłączenie instalacji c.w.u. do nowego źródła zasilania. Montaż cyrkulacyjnych zaworów termostatycznych oraz urządzeń ograniczających czas pracy cyrkulacji.	36 900,00	8,30
3	Docieplenie podłogi poddasza styropianem EPS 100 lub wełną mineralną 0,038 W/mK - 25 cm. Wykonanie podłogi na legarach lub wylewki. Docieplenie stropodachu wełną mineralną luzem - współczynnik przewodzenia ciepła 0,038 W/mK - 25 cm, metoda pneumatyczna. Wymiana pokrycia dachowego.	304 357,24	16,04
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) - styropian specjalny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK, 14 cm.	1 109 681,81	25,69
5	Wymiana okien w całym budynku na stolarkę PCV o maksymalnym współczynniku przenikania ciepła 0,9 W/m ² K. Wymiana drzwi starego typu - stolarka energooszczędna U=1,3 W/m ² K.	964 969,69	31,17

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

L.p.	Zakres usprawnienia termomodernizacyjnego albo wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Rodzaj usprawnienia termomodernizacyjnego albo wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Wartości sprawności składowych h oraz współczynników w	
1	Wytwarzania ciepła, np. wymiana lokalnego wbudowanego źródła ciepła	Zastosowanie gazowych absorpcyjnych pomp ciepła.	$h_g =$	1,32
2	Przesyłania ciepła, np. izolacja pionów zasilających	-	$h_d =$	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	Zastosowanie regulatorów godzinowo-dobowych. Monitoring.	$w_t =$	0,85
6	Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w ciągu doby	Zastosowanie regulatorów godzinowo-dobowych. Monitoring.	$w_d =$	0,92
	Sprawność całkowita systemu grzewczego	-	$h_{whphrhe} =$	1,12

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>Montaż grzejników płytowych wyposażonych w urządzenia do miejscowej regulacji temperatury (zawory termostaticzne lub regulatory strefowe) - przystosowanie do pracy niskotemperaturowej. Pełna automatyka obiegów grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej. Montaż biwalentnego źródła ciepła - czterech zespołów składających się z absorpcyjnej gazowej pompy ciepła i dwóch kotłów gazowych kondensacyjnych w wykonaniu dachowym. Moc całkowita układu ok. 375 kW.</p> <p>Zastosowanie wentylacji wymuszonej na sali gimnastycznej i auli. Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik rotacyjny o sprawności znamionowej 85%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze.</p> <p>Podłączenie instalacji c.w.u. do nowego źródła zasilania. Montaż cyrkulacyjnych zaworów termostaticznych oraz urządzeń ograniczających czas pracy cyrkulacji.</p> <p>Docieplenie podłogi poddasza styropianem EPS 100 lub wełną mineralną 0,038 W/mK - 25 cm. Wykonanie podłogi na legarach lub wylewki. Docieplenie stropodachu wełną mineralną luzem - współczynnik przewodzenia ciepła 0,038 W/mK - 25 cm, metoda pneumatyczna. Wymiana pokrycia dachowego.</p> <p>Docieplenie ścian zewnętrznych przy gruncie - styropian ekstrudowany o współczynniku przewodzenia ciepła 0,036 W/mK, 12 cm. Docieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych (kondygnacje i strefa cokołowa) - styropian specjalny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK, 14 cm.</p> <p>Wymiana okien w całym budynku na stolarkę PCV o maksymalnym współczynniku przenikania ciepła 0,9 W/m²K. Wymiana drzwi starego typu - stolarka energooszczędna U=1,3 W/m²K.</p>	302,9	31,4	1368,0	261,4	1,115	1220,7	69,98%	125 000,00
2	<p>Montaż grzejników płytowych wyposażonych w urządzenia do miejscowej regulacji temperatury (zawory termostaticzne lub regulatory strefowe) - przystosowanie do pracy niskotemperaturowej. Pełna automatyka obiegów grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej. Montaż biwalentnego źródła ciepła - czterech zespołów składających się z absorpcyjnej gazowej pompy ciepła i dwóch kotłów gazowych kondensacyjnych w wykonaniu dachowym. Moc całkowita układu ok. 375 kW.</p> <p>Zastosowanie wentylacji wymuszonej na sali gimnastycznej i auli. Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik rotacyjny o sprawności znamionowej 85%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze.</p> <p>Podłączenie instalacji c.w.u. do nowego źródła zasilania. Montaż cyrkulacyjnych zaworów termostaticznych oraz urządzeń ograniczających czas pracy cyrkulacji.</p> <p>Docieplenie podłogi poddasza styropianem EPS 100 lub wełną mineralną 0,038 W/mK - 25 cm. Wykonanie podłogi na legarach lub wylewki. Docieplenie stropodachu wełną mineralną luzem - współczynnik przewodzenia ciepła 0,038 W/mK - 25 cm, metoda pneumatyczna. Wymiana pokrycia dachowego.</p> <p>Docieplenie ścian zewnętrznych przy gruncie - styropian ekstrudowany o współczynniku przewodzenia ciepła 0,036 W/mK, 12 cm. Docieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych (kondygnacje i strefa cokołowa) - styropian specjalny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK, 14 cm.</p>	363,7	31,4	1864,0	261,4	1,115	1568,5	61,42%	125 000,00

3	Montaż grzejników płytowych wyposażonych w urządzenia do miejscowej regulacji temperatury (zawory termostatyczne lub regulatory strefowe) - przystosowanie do pracy niskotemperaturowej. Pełna automatyka obiegów grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej. Montaż biwalentnego źródła ciepła - czterech zespołów składających się z absorpcyjnej gazowej pompy ciepła i dwóch kotłów gazowych kondensacyjnych w wykonaniu dachowym. Moc całkowita układu ok. 375 kW.	427,7	31,4	2421,8	261,4	1,115	1959,7	51,80%	125 000,00
	Zastosowanie wentylacji wymuszonej na sali gimnastycznej i auli. Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik rotacyjny o sprawności znamionowej 85%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze.								
	Podłączenie instalacji c.w.u. do nowego źródła zasilania. Montaż cyrkulacyjnych zaworów termostatycznych oraz urządzeń ograniczających czas pracy cyrkulacji.								
	Docieplenie podłogi poddasza styropianem EPS 100 lub wełną mineralną 0,038 W/mK - 25 cm. Wykonanie podłogi na legarach lub wylewki. Docieplenie stropodachu wełną mineralną luzem - współczynnik przewodzenia ciepła 0,038 W/mK - 25 cm, metoda pneumatyczna. Wymiana pokrycia dachowego.								
4	Montaż grzejników płytowych wyposażonych w urządzenia do miejscowej regulacji temperatury (zawory termostatyczne lub regulatory strefowe) - przystosowanie do pracy niskotemperaturowej. Pełna automatyka obiegów grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej. Montaż biwalentnego źródła ciepła - czterech zespołów składających się z absorpcyjnej gazowej pompy ciepła i dwóch kotłów gazowych kondensacyjnych w wykonaniu dachowym. Moc całkowita układu ok. 375 kW.	458,0	31,4	2665,4	261,4	1,115	2130,5	47,60%	125 000,00
	Zastosowanie wentylacji wymuszonej na sali gimnastycznej i auli. Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik rotacyjny o sprawności znamionowej 85%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze.								
	Podłączenie instalacji c.w.u. do nowego źródła zasilania. Montaż cyrkulacyjnych zaworów termostatycznych oraz urządzeń ograniczających czas pracy cyrkulacji.								
5	Montaż grzejników płytowych wyposażonych w urządzenia do miejscowej regulacji temperatury (zawory termostatyczne lub regulatory strefowe) - przystosowanie do pracy niskotemperaturowej. Pełna automatyka obiegów grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej. Montaż biwalentnego źródła ciepła - czterech zespołów składających się z absorpcyjnej gazowej pompy ciepła i dwóch kotłów gazowych kondensacyjnych w wykonaniu dachowym. Moc całkowita układu ok. 375 kW.	458,0	31,4	2665,4	346,7	1,115	2215,8	45,50%	125 000,00
	Zastosowanie wentylacji wymuszonej na sali gimnastycznej i auli. Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik rotacyjny o sprawności znamionowej 85%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze.								
6	Montaż grzejników płytowych wyposażonych w urządzenia do miejscowej regulacji temperatury (zawory termostatyczne lub regulatory strefowe) - przystosowanie do pracy niskotemperaturowej. Pełna automatyka obiegów grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej. Montaż biwalentnego źródła ciepła - czterech zespołów składających się z absorpcyjnej gazowej pompy ciepła i dwóch kotłów gazowych kondensacyjnych w wykonaniu dachowym. Moc całkowita układu ok. 375 kW.	546,4	31,4	3199,3	346,7	1,115	2590,3	36,29%	85 000,00

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	3 836 467,74	162 817,59	69,98%	3 836 467,74	767 293,55	613 834,84	325 635,19
					100,00			
2	WARIANT 2	2 871 498,05	141 055,58	61,42%	2 871 498,05	574 299,61	459 439,69	282 111,15
					100,00			
3	WARIANT 3	1 761 816,24	116 842,29	51,80%	1 761 816,24	352 363,25	281 890,60	233 684,58
					100,00			
4	WARIANT 4	1 457 459,00	106 133,96	47,60%	1 457 459,00	291 491,80	233 193,44	212 267,93
					100,00			
5	WARIANT 5	1 420 559,00	101 689,95	45,50%	1 420 559,00	284 111,80	227 289,44	203 379,91
					100,00			
6	WARIANT 6	1 199 749,00	76 888,76	36,29%	1 199 749,00	239 949,80	191 959,84	153 777,53
					100,00			

Wnioski

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

W wyniku przeprowadzonych analiz ekonomicznych zaleca się:

Zastosowanie wentylacji wymuszonej na sali gimnastycznej i auli. Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik rotacyjny o sprawności znamionowej 85%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze.

Podłączenie instalacji c.w.u. do nowego źródła zasilania. Montaż cyrkulacyjnych zaworów termostatycznych oraz urządzeń ograniczających czas pracy cyrkulacji.

Docieplenie podłogi poddasza styropianem EPS 100 lub wełną mineralną 0,038 W/mK - 25 cm. Wykonanie podłogi na legarach lub wylewki. Docieplenie stropodachu wełną mineralną luzem - współczynnik przewodzenia ciepła 0,038 W/mK - 25 cm, metoda pneumatyczna. Wymiana pokrycia dachowego.

Docieplenie ścian zewnętrznych przy gruncie - styropian ekstrudowany o współczynniku przewodzenia ciepła 0,036 W/mK, 12 cm. Docieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych (kondygnacje i strefa cokołowa) - styropian specjalny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK, 14 cm.

Wymiana okien w całym budynku na stolarkę PCV o maksymalnym współczynniku przenikania ciepła 0,9 W/m²K. Wymiana drzwi starego typu - stolarka energooszczędna U=1,3 W/m²K.

Montaż grzejników płytowych wyposażonych w urządzenia do miejscowej regulacji temperatury (zawory termostatyczne lub regulatory strefowe) - przystosowanie do pracy niskotemperaturowej. Pełna automatyka obiegów grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej. Montaż biwalentnego źródła ciepła - czterech zespołów składających się z absorpcyjnej gazowej pompy ciepła i dwóch kotłów gazowych kondensacyjnych w wykonaniu dachowym. Moc całkowita układu ok. 375 kW.

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 należytych stanie technicznym i funkcjonalnym, należy przeprowadzać okresowe kontrole i konserwacje zgodnie z zaleceniami producenta.

mgr inż. Jarosław Kozub

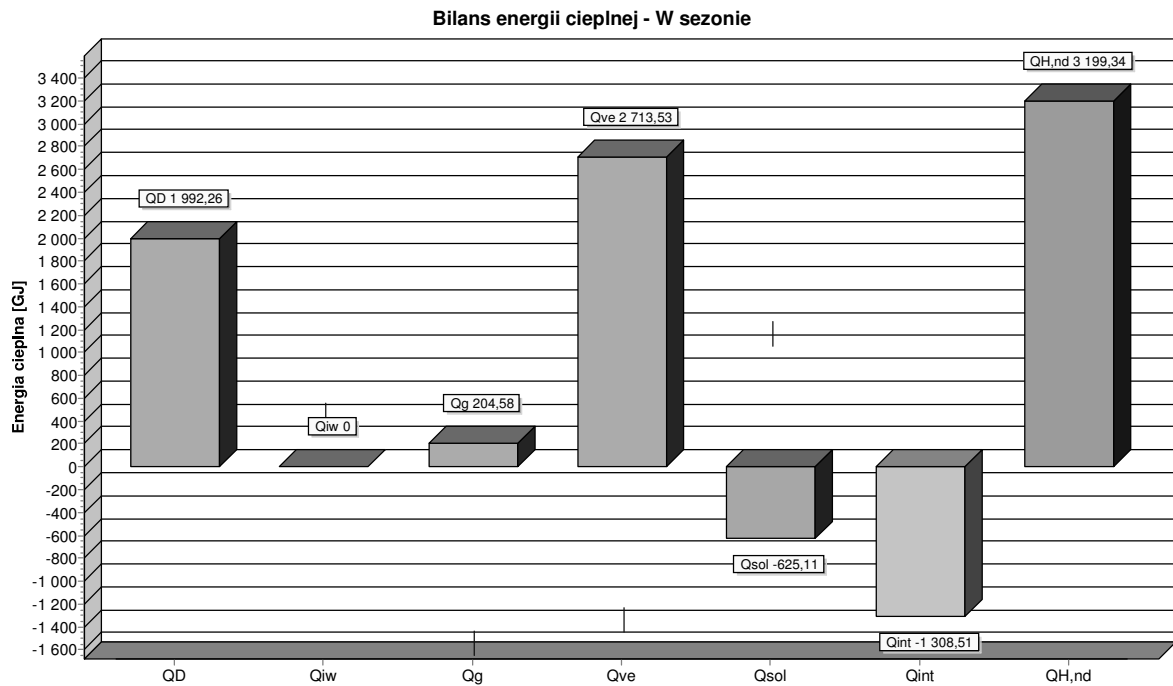
Załącznik 1

**Bilans energetyczny budynku przed
modernizacją**

Wyniki - Ogólne

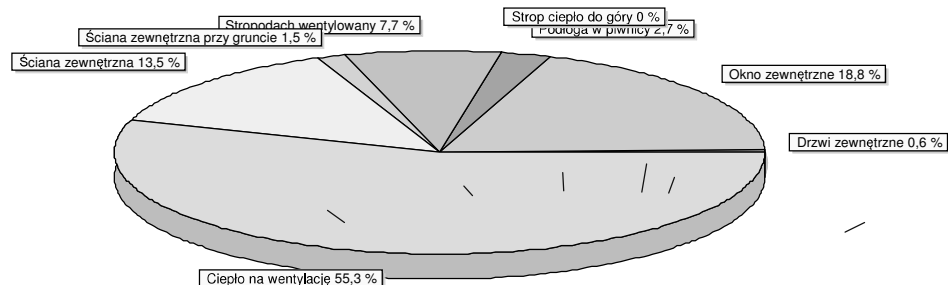
Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Bilans energetyczny budynku - stan obecny	
	Zespół Szkół Ogólnokształcących nr 2	
Miejscowość:	Gdynia	
Adres:	Wolności 22b	
Projektant:	Marcin Rosenow	
Plik danych:	C:\Users\hp\Desktop\Robocze\UM Gdynia\ZSO 2\	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	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 :	4623,0	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	16846,8	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	241895	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	304542	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	546437	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	546437	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 $V_{v,H}$:	24759,1	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	3199,34	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	888704	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	4623	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	16846,8	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	692,1	MJ/ (m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	192,2	kWh/ (m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	189,9	MJ/ (m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	52,8	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_{iw} GJ/rok	Q_g GJ/rok	Q_{ve} GJ/rok	$\eta_{H,gn}$	Q_{sol} GJ/rok	Q_{int} GJ/rok	$Q_{H,nd}$ GJ/rok
■	Styczeń	31	2,0	294,09	0,00	29,96	392,62	0,975	35,83	148,59	536,79
■	Luty	28	1,2	277,75	0,00	28,27	410,74	0,979	35,86	134,21	550,18
■	Marzec	31	3,5	268,93	0,00	27,47	358,64	0,956	72,93	148,59	443,32
■	Kwiecień	30	7,7	192,07	0,00	19,82	263,50	0,889	113,83	143,79	246,29
■	Maj	31	10,7	148,14	0,00	15,48	195,54	0,777	152,18	148,59	125,59
■	Czerwiec	0	15,5	65,44	0,00	7,25	86,81	0,469	159,13	143,79	17,32
■	Lipiec	0	18,7	19,25	0,00	2,16	24,53	0,143	169,72	148,59	0,32
■	Sierpień	0	16,3	54,79	0,00	6,16	69,82	0,419	135,71	148,59	11,56
■	Wrzesień	30	14,5	81,67	0,00	8,86	109,46	0,654	91,93	143,79	45,91
■	Październik	31	8,7	181,70	0,00	18,81	240,84	0,913	61,63	148,59	249,38
■	Listopad	30	4,0	252,14	0,00	25,78	347,31	0,971	31,29	143,79	455,30
■	Grudzień	31	1,9	295,77	0,00	30,13	394,88	0,977	29,63	148,59	546,58
	W sezonie	273	8,8	1992,26	0,00	204,58	2713,53	0,885	625,11	1308,51	3199,34

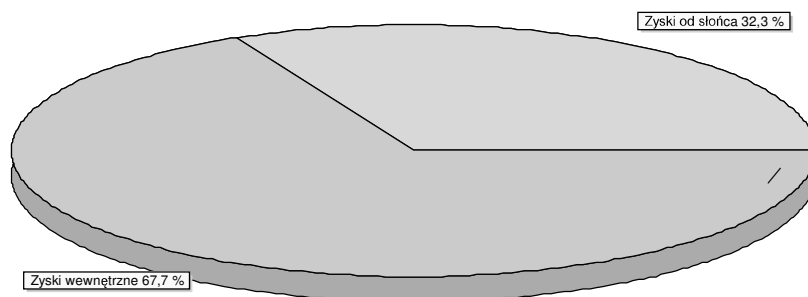
Szczegółowe zestawienie strat energii cieplnej



0,6 % Drzwi zewnętrzne	18,8 % Okno zewnętrzne	2,7 % Podłoga w piwnicy
0 % Strop ciepło do góry	7,7 % Stropodach wentylowany	1,5 % Ściana zewnętrzna przy gruncie
13,5 % Ściana zewnętrzna	55,3 % Ciepło na wentylację	

Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
Drzwi zewnętrzne	28,02	7784	0,6
Okno zewnętrzne	924,35	256763	18,8
Podłoga w piwnicy	131,32	36478	2,7
Strop ciepło do góry	0,00	0	0,0
Stropodach wentylowany	377,22	104782	7,7
Ściana zewnętrzna przy gruncie	73,26	20349	1,5
Ściana zewnętrzna	662,67	184076	13,5
Ciepło na wentylację	2713,53	753759	55,3
Razem	4910,37	1363991	100,0

Szczegółowe zestawienie zysków energii cieplnej



32,3 % Zyski od słońca 67,7 % Zyski wewnętrzne

Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
*Zyski od słońca	625,11	173642	32,3
Zyski wewnętrzne	1308,51	363476	67,7
Σ Razem	1933,62	537118	100,0

Wyniki - Zestawienie przegród

Opis	U	A
	W/m ² ·K	m ²
Dach nad nieogrzewanym poddaszem	4,307	222,97
Drzwi zewnętrzne starego typu	3,600	7,61
Drzwi wejściowe aluminiowe	1,800	25,69
Okna PCV - do wymiany	2,600	982,39
Podłoga w piwnicach	0,483	1444,96
Podłoga poddasza nieogrzewanego	1,423	199,12
Stropodach nad częścią wysoką	0,789	354,00
Stropodach nad częścią niską	0,789	918,79
Ściana zewnętrzna	0,965	2607,00
Ściana zewnętrzna piwnic	0,977	263,17
Ściana zewnętrzna przy gruncie	0,581	237,99

Wyniki - Przegrody

D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R
m		W/(m·K)	kg/m ³	kJ/(kg·K)	m ² ·K/W
PG Podłoga w piwnicach					
Rodzaj przegrody: Podłoga w piwnicy, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
Ściana przy podłodze: SG					
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Z_{gw} : 5,00 m					
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 1,50 m					
0,0500	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,840	0,050
0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,028
0,1000	Podkład z betonu chudego.	1,050	1900	0,840	0,095
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R_g , [m ² ·K/W]:					1,897
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:					2,070
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,483
SC Ściana zewnętrzna piwnic					
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,012
0,2500	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,325
0,0500	Warstwa powietrzna niewentylowana.				0,180
0,2500	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,325
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]:					1,024
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,977
SG Ściana zewnętrzna przy gruncie					
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna przy gruncie, Warunki wilgotności: Średni					
Podłoga przyległa do ściany: PG					
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 1,50 m					
0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,012
0,2500	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,325
0,0500	Warstwa powietrzna niewentylowana.				0,180
0,2500	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,325
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R_g , [m ² ·K/W]:					0,879
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:					1,720
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,581
STR Stropodach nad częścią niską					
Rodzaj przegrody: Stropodach wentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wilgot					
0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,028
0,1000	Płyta panwiowa	1,000	2200		0,100
Opór warstwy powietrznej stropodachu o śr. wys. H = 1 m, [m ² ·K/W]:					0,160
Suma oporów ciepła połączeni dachowej i war. powietrza, [m ² ·K/W]:					0,000

Wyniki - Przegrody

D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R
m		W/(m·K)	kg/m ³	kJ/(kg·K)	m ² ·K/W
0,0500	Wełna mineralna	0,050	180		1,000
0,1000	Żelbet.	1,700	2500	0,840	0,059
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m 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]:					1,267
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,789
STR2	Stropodach nad częścią wysoką				
Rodzaj przegrody: Stropodach wentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wilgot					
0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,028
0,1000	Płyta panwiowa	1,000	2200		0,100
Opór warstwy powietrznej stropodachu o śr. wys. H = 1 m, [m ² ·K/W]:					0,160
Suma oporów ciepła połaci dachowej i war. powietrza, [m ² ·K/W]:					0,000
0,0500	Wełna mineralna	0,050	180		1,000
0,1000	Żelbet.	1,700	2500	0,840	0,059
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m 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]:					1,267
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,789
STR3	Podłoga poddasza nieogrzewanego				
Rodzaj przegrody: Strop ciepło do góry, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0030	Podkład z betonu pod posadzkę.	1,400	2200	0,840	0,002
0,0200	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,840	0,020
0,0190	Płyty pilśniowe porowate.	0,050	300	2,510	0,380
0,1400	Żelbet.	1,700	2500	0,840	0,082
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 wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]:					0,100
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:					0,703
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					1,423
STR4	Dach nad nieogrzewanym poddaszem				
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0060	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,033
0,1000	Żelbet.	1,700	2500	0,840	0,059
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]:					0,232
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					4,307

Wyniki - Przegrody

D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R
m		W/ (m·K)	kg/m ³	kJ/ (kg·K)	m ² ·K/W
SZ		Ściana zewnętrzna			
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
0,2500	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,325
0,0500	Warstwa powietrzna niewentylowana.				0,180
0,2500	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,325
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
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]:					1,036
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/ (m ² ·K)]:					0,965

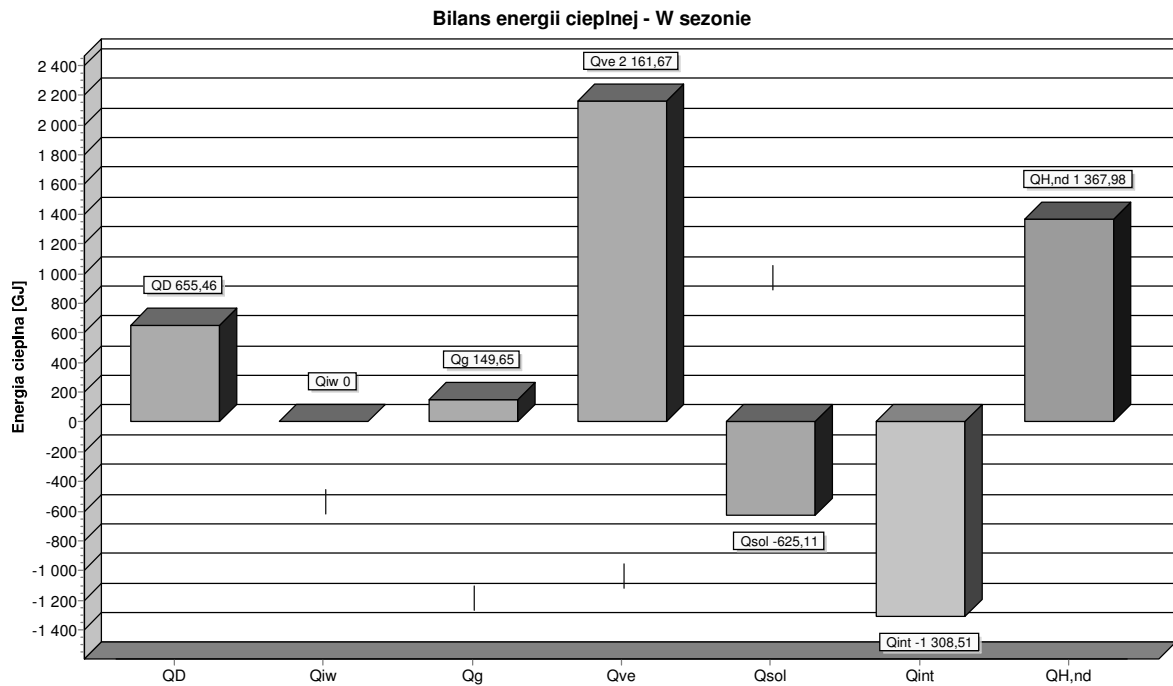
Załącznik 2

Bilans energetyczny budynku dla
optymalnego wariantu przedsięwzięcia
termomodernizacyjnego

Wyniki - Ogólne

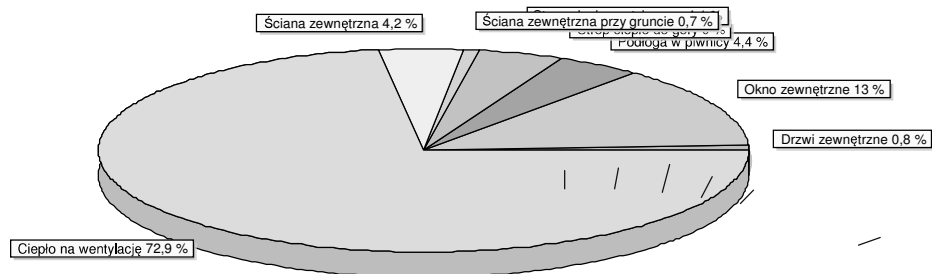
Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Bilans energetyczny budynku - wariant pierwszy	
	Zespół Szkół Ogólnokształcących nr 2	
Miejscowość:	Gdynia	
Adres:	Wolności 22b	
Projektant:	Marcin Rosenow	
Plik danych:	C:\Users\hp\Desktop\Robocze\UM Gdynia\ZSO 2\	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania 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 :	4623,0	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	16846,8	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	86781	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	216085	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	302865	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	302865	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 $V_{v,H}$:	22298,1	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	1367,98	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	379993	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	4623	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	16846,8	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	295,9	MJ/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	82,2	kWh/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	81,2	MJ/(m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	22,6	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}	$Q_{H,nd}$
		dni	°C	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok		GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok
■	Styczeń	31	2,0	96,48	0,00	21,92	310,79	0,970	35,83	148,59	250,28
■	Luty	28	1,2	91,11	0,00	20,68	324,94	0,978	35,86	134,21	270,46
■	Marzec	31	3,5	88,24	0,00	20,09	284,27	0,937	72,93	148,59	185,04
■	Kwiecień	30	7,7	63,08	0,00	14,50	210,01	0,818	113,83	143,79	76,77
■	Maj	31	10,7	49,03	0,00	11,33	157,97	0,640	152,18	148,59	25,72
■	Czerwiec	0	15,5	22,96	0,00	5,30	76,40	0,340	159,13	143,79	1,71
■	Lipiec	0	18,7	6,85	0,00	1,58	22,07	0,096	169,72	148,59	0,01
■	Sierpień	0	16,3	19,51	0,00	4,51	62,82	0,302	135,71	148,59	0,98
■	Wrzesień	30	14,5	28,06	0,00	6,48	93,39	0,511	91,93	143,79	7,51
■	Październik	31	8,7	59,69	0,00	13,76	192,32	0,857	61,63	148,59	85,60
■	Listopad	30	4,0	82,74	0,00	18,86	275,43	0,963	31,29	143,79	208,46
■	Grudzień	31	1,9	97,03	0,00	22,04	312,56	0,973	29,63	148,59	258,15
	W sezonie	273	8,8	655,46	0,00	149,65	2161,67	0,827	625,11	1308,51	1367,98

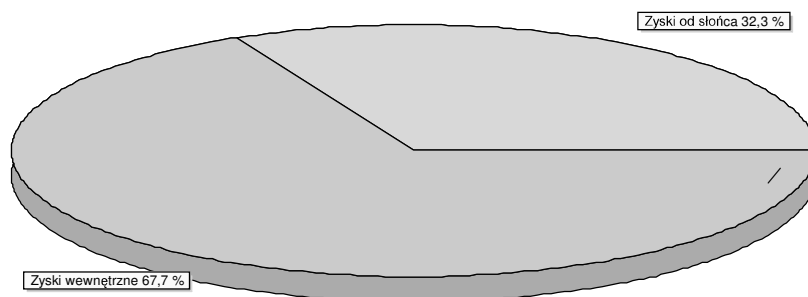
Szczegółowe zestawienie strat energii cieplnej



0,8 % Drzwi zewnętrzne	13 % Okno zewnętrzne	4,4 % Podłoga w piwnicy
0 % Strop ciepło do góry	4,1 % Stropodach wentylowany	0,7 % Ściana zewnętrzna przy gruncie
4,2 % Ściana zewnętrzna	72,9 % Ciepło na wentylację	

Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
Drzwi zewnętrzne	22,26	6184	0,8
Okno zewnętrzne	386,54	107374	13,0
Podłoga w piwnicy	129,98	36107	4,4
Strop ciepło do góry	0,00	0	0,0
Stropodach wentylowany	122,73	34092	4,1
Ściana zewnętrzna przy gruncie	19,67	5463	0,7
Ściana zewnętrzna	123,92	34422	4,2
Ciepło na wentylację	2161,67	600464	72,9
Razem	2966,78	824107	100,0

Szczegółowe zestawienie zysków energii cieplnej



32,3 % Zyski od słońca 67,7 % Zyski wewnętrzne

Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
*Zyski od słońca	625,11	173642	32,3
Zyski wewnętrzne	1308,51	363476	67,7
Σ Razem	1933,62	537118	100,0




Wyniki - Zestawienie przegród

Opis	U	A
	W/m ² ·K	m ²
Dach nad nieogrzewanym poddaszem	4,307	222,97
Drzwi zewnętrzne starego typu	1,300	7,61
Drzwi wejściowe aluminiowe	1,800	25,69
Okna PCV - do wymiany	0,900	982,39
Podłoga w piwnicach	0,471	1430,24
Podłoga poddasza nieogrzewanego	0,137	199,12
Stropodach nad częścią wysoką	0,127	354,00
Stropodach nad częścią niską	0,127	918,79
Ściana zewnętrzna	0,180	2607,00
Ściana zewnętrzna piwnic	0,181	263,17
Ściana zewnętrzna przy gruncie	0,191	237,99

Wyniki - Przegrody

D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R
m		W/(m·K)	kg/m ³	kJ/(kg·K)	m ² ·K/W
PG Podłoga w piwnicach					
Rodzaj przegrody: Podłoga w piwnicy, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
Ściana przy podłodze: SG					
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Z_{gw} : 5,00 m					
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 1,50 m					
0,0500	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,840	0,050
0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,028
0,1000	Podkład z betonu chudego.	1,050	1900	0,840	0,095
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R_g , [m ² ·K/W]:					1,950
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:					2,123
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,471
SC Ściana zewnętrzna piwnic					
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,012
0,2500	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,325
0,0500	Warstwa powietrzna niewentylowana.				0,180
0,2500	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,325
0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,012
0,1400	Styropian PLATINUM PLUS	0,031	30	1,460	4,516
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m 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]:					5,540
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,181
SG Ściana zewnętrzna przy gruncie					
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna przy gruncie, Warunki wilgotności: Średni					
Podłoga przyległa do ściany: PG					
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 1,50 m					
0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,012
0,2500	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,325
0,0500	Warstwa powietrzna niewentylowana.				0,180
0,2500	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,325
0,1000	Styropian ekstrudowany	0,036	100	1,460	2,778
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R_g , [m ² ·K/W]:					1,626
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:					5,245
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,191
STR Stropodach nad częścią niską					
Rodzaj przegrody: Stropodach wentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wilgot					
0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,028
0,1000	Płyta panwiowa	1,000	2200		0,100

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 warstwy powietrznej stropodachu o śr. wys. H = 1 m, [m ² ·K/W]:					0,160
Suma oporów ciepła połaci dachowej i war. powietrza, [m ² ·K/W]:					0,000
0,2500	Wełna mineralna	0,038	60	0,750	6,579
0,0500	Wełna mineralna	0,050	180		1,000
0,1000	Żelbet.	1,700	2500	0,840	0,059
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
Opór przejmowania wewnątrz R _i , [m 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]:					7,846
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,127
 STR2	Stropodach nad częścią wysoką				
Rodzaj przegrody: Stropodach wentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,028
0,1000	Płyta panwiowa	1,000	2200		0,100
Opór warstwy powietrznej stropodachu o śr. wys. H = 1 m, [m ² ·K/W]:					0,160
Suma oporów ciepła połaci dachowej i war. powietrza, [m ² ·K/W]:					0,000
0,2500	Wełna mineralna	0,038	60	0,750	6,579
0,0500	Wełna mineralna	0,050	180		1,000
0,1000	Żelbet.	1,700	2500	0,840	0,059
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
Opór przejmowania wewnątrz R _i , [m 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]:					7,846
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,127
 STR3	Podłoga poddasza nieogrzewanego				
Rodzaj przegrody: Strop ciepło do góry, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,2500	Styropian EPS 100 038	0,038	100	1,460	6,579
0,0030	Podkład z betonu pod posadzkę.	1,400	2200	0,840	0,002
0,0200	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,840	0,020
0,0190	Płyty pilśniowe porowate.	0,050	300	2,510	0,380
0,1400	Żelbet.	1,700	2500	0,840	0,082
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 wewnątrz R _i , [m ² ·K/W]:					0,100
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:					7,282
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,137
 STR4	Dach nad nieogrzewanym poddaszem				
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0060	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,033

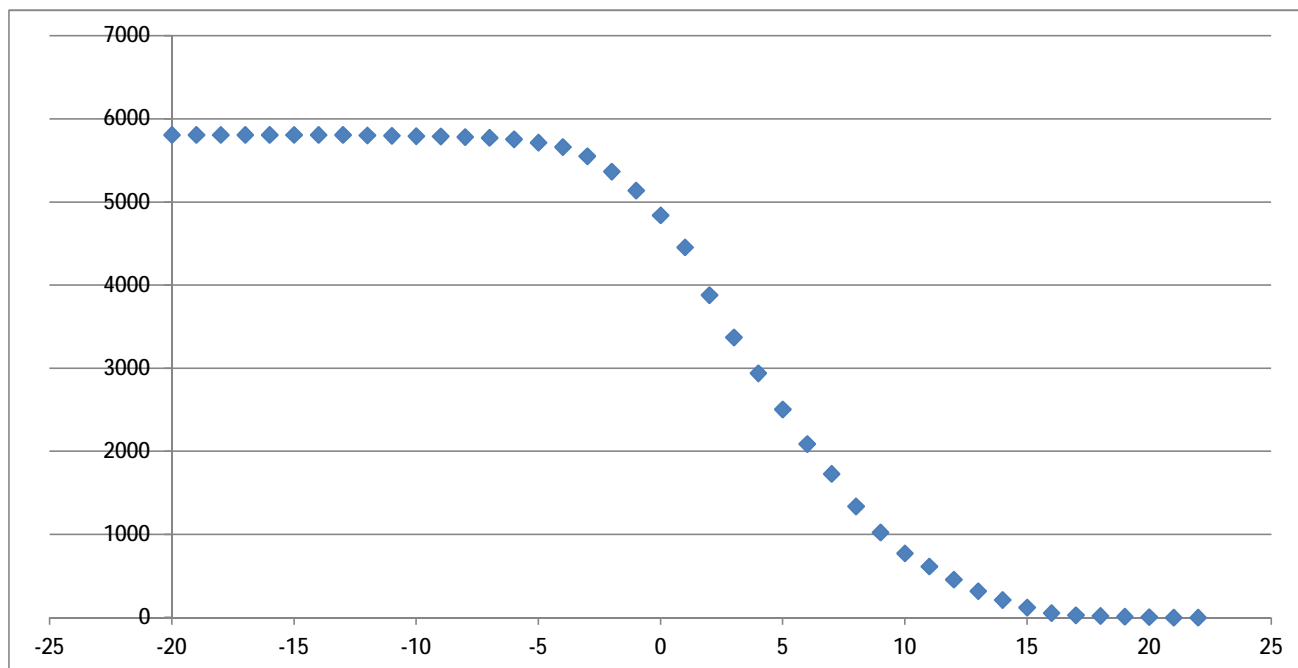
Wyniki – Przegrody

D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R
m		W/(m·K)	kg/m ³	kJ/(kg·K)	m ² ·K/W
0,1000	Żelbet.	1,700	2500	0,840	0,059
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]:					0,232
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					4,307
SZ		Ściana zewnętrzna			
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
0,2500	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,325
0,0500	Warstwa powietrzna niewentylowana.				0,180
0,2500	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,325
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
0,1400	Styropian PLATINUM PLUS	0,031	30	1,460	4,516
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m 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]:					5,552
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,180

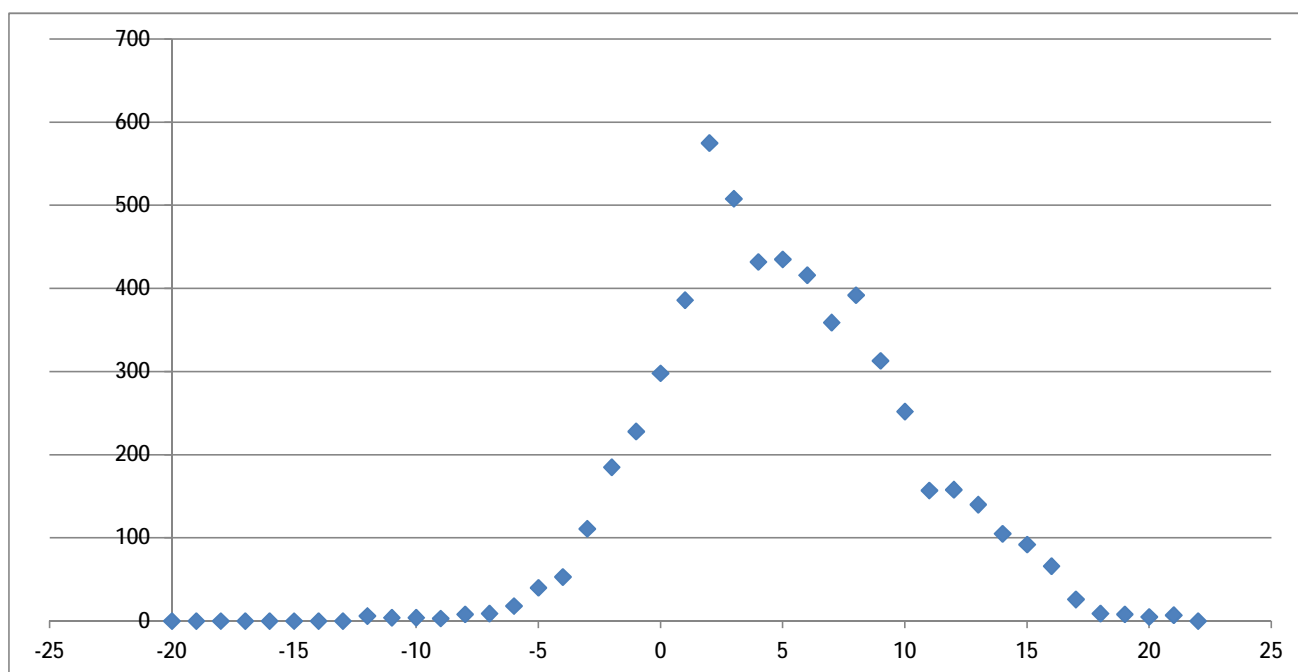
Załącznik 3

Obliczenia dotyczące pomp
ciepła

1. Wykres uporządkowany temperatur zewnętrznych w sezonie grzewczym dla stacji meteorologicznej Gdańsk Port Północny w ujęciu godzinowym.



2. Wykres częstości występowania temperatur zewnętrznych dla stacji meteorologicznej Gdańsk Port Północny w ujęciu godzinowym.



3. Dane techniczne pojedynczej absorpcyjnej pompy ciepła (parametry 55/45)

Tz	Moc pompy [kW]	Sprawność [%]	Średnia liczba godzin pracy w sezonie [%]
-20	25,70	1,02	0
-19	25,96	1,03	0
-18	26,21	1,04	0
-17	26,46	1,05	0
-16	26,71	1,06	0
-15	26,96	1,07	0
-14	27,22	1,08	0
-13	27,47	1,09	0
-12	27,72	1,10	6
-11	27,97	1,11	4
-10	28,22	1,12	4
-9	28,73	1,14	3
-8	29,23	1,16	8
-7	29,74	1,18	9
-6	30,16	1,20	18
-5	30,59	1,21	40
-4	31,02	1,23	53
-3	31,45	1,25	111
-2	31,88	1,27	185
-1	32,28	1,28	228
0	32,69	1,30	298
1	33,10	1,31	386
2	33,00	1,33	575
3	33,93	1,35	508
4	34,35	1,36	432
5	34,78	1,38	435
6	35,21	1,40	416
7	35,65	1,41	359
8	35,00	1,43	392
9	36,31	1,44	313
10	36,64	1,45	252
11	36,97	1,47	157
12	37,31	1,48	158
13	37,64	1,49	140
14	37,97	1,51	105
15	38,00	1,52	92
16	38,00	1,52	66
17	38,00	1,52	26
18	38,00	1,52	9
19	38,00	1,52	8
20	38,00	1,52	5
Średnia sprawność		1,38	

Dostępna moc kotła kondensacyjnego -

34,4 kW

4. Właściwości układu pomp ciepła i kotłów kondensacyjnych (parametry 55/45)

Tz	Moc układu [kW]	Sprawność [%]	Średnia liczba godzin pracy w sezonie [%]
-20	378,00	0,97	0
-19	379,04	0,97	0
-18	380,04	0,97	0
-17	381,04	0,98	0
-16	382,04	0,98	0
-15	383,04	0,99	0
-14	384,08	0,99	0
-13	385,08	1,00	0
-12	386,08	1,00	6
-11	387,08	1,01	4
-10	388,08	1,01	4
-9	390,12	1,02	3
-8	392,12	1,04	8
-7	394,16	1,05	9
-6	395,84	1,07	18
-5	397,56	1,08	40
-4	399,28	1,09	53
-3	401,00	1,11	111
-2	402,72	1,13	185
-1	404,32	1,15	228
0	405,96	1,18	298
1	407,60	1,20	386
2	407,20	1,23	575
3	410,92	1,27	508
4	412,60	1,30	432
5	414,32	1,35	435
6	416,04	1,40	416
7	417,80	1,41	359
8	415,20	1,43	392
9	420,44	1,44	313
10	421,76	1,45	252
11	423,08	1,47	157
12	424,44	1,48	158
13	425,76	1,49	140
14	427,08	1,51	105
15	427,20	1,52	92
16	427,20	1,52	66
17	427,20	1,52	26
18	427,20	1,52	9
19	427,20	1,52	8
20	427,20	1,52	5
Średnia sprawność		1,32	

Liczba jednostek kotłowych

8 szt.

Liczba pomp absorpcyjnych

4 szt.

Moc szczytowa (-16 st.C)

382,04 kW

Przyjęta sprawność kotła kondensacyjnego

95%