


Audyt energetyczny budynku użyteczności publicznej

LOKALIZACJA: Szkoła Podstawowa nr 16
ul. Chabrowa 43
81-079 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 - Szkoła Podstawowa nr 16 im. Orła Białego w Gdyni				1.2 Rok budowy:	1962					
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.	Chabrowa		nr	43	
	ul.	Al. Marszałka Piłsudskiego		nr		52/54		kod:	81-079	miejscowość:	Gdynia
	kod:	81-382		miejscowość:		Gdynia					
	tel.	-		fax		-					
	Pesel:		-								
Nazwa:		-		Nr.	-		powiat:	M. Gdynia	województwo:	pomorskie	
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. Miejscowość:	Rumia		data wykonania opracowania:			21 października 2015					
6. Spis treści:											
1	Karta audytu energetycznego							str.	2		
2	Zestawienie danych źródłowych do wykonania audytu.							str.	4		
3	Część pierwsza - dane inwentaryzacyjne, wyznaczenie niezbędnych usprawnień termomodernizacyjnych							str.	5		
4	Inwentaryzacja - dane techniczne budynku							str.	6		
5	Inwentaryzacja - uproszczona dokumentacja techniczna - rysunki							str.	7		
6	Inwentaryzacja - opis techniczny elementów budynku i konstrukcji							str.	8		
7	Charakterystyka energetyczna budynku, opłaty, taryfy							str.	12		
8	Inwentaryzacja systemu grzewczego i instalacji							str.	13		
9	Obliczeniowy strumień powietrza wentylacyjnego							str.	14		
10	Ocena stanu technicznego budynku, wskazanie usprawnień							str.	15		
11	Dane klimatyczne, stopniodni							str.	16		
12	Część druga - analiza ekonomiczne poszczególnych usprawnień							str.	17		
13	Analiza ekonomiczna - ciepła woda użytkowa							str.	25		
14	Analiza ekonomiczna - system ciepły							str.	26		
15	Część trzecia - wybór optymalnego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, analiza ekonomiczna i energetyczna, wnioski							str.	27		
16	Zestawienie wybranych i zoptymalizowanych usprawnień							str.	28		
17	Prezentacja przyjętych wariantów modernizacji							str.	30		
18	Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu							str.	32		
19	Wnioski							str.	33		
20	Załącznik 1 - bilans cieplny stanu obecnego							str.	34		
21	Załącznik 2 - bilans cieplny poszczególnych wariantów							str.	42		

Budynek w całości

1. Dane ogólne				
1. Konstrukcja / technologia budynku:		tradycyjna, murowana		
2. Liczba kondygnacji:		-	3	
3. Kubatura części ogrzewanej		[m³]	9 422	
4. Powierzchnia netto budynku		[m²]	3 136,00	
5. Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej		[m²]	0,00	
6. Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych		[m²]	3 136,00	
7. Liczba mieszkań		-	0	
8. Liczba osób użytkujących budynek		-	532	
9. Sposób przygotowania ciepłej wody		Centralne zdalaczynne		
10. Rodzaj systemu ogrzewania budynku		Centralne zdalaczynne		
11. Współczynnik kształtu A/V		[1/m]	0,63	
12. Inne dane charakteryzujące budynek		Budynek użyteczności publicznej - szkoła + sala gimnastyczna		
2.	Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne	[W/(m²K)]	stan przed modernizacją	stan po modernizacji
1. Dach hali sportowej			0,19	0,19
2. Drzwi zewnętrzne stalowe			5,50	1,30
3. Drzwi zewnętrzne energooszczędne			1,60	1,60
4. Okna PCV			1,30	1,30
5. Okna drewniane			3,12	0,90
6. Podłoga w sali gimnastycznej			0,44	0,44
7. Podłoga w piwnicach			0,53	0,53
8. Stropodach			0,83	0,14
9. Ściana zewnętrzna			1,22	0,19
10. Ściana zewnętrzna piwnic			1,45	0,19
11. Ściana zewnętrzna przy gruncie			0,96	0,20
3. Sprawności składowe systemu grzewczego				
1. Sprawność wytwarzania			0,99	0,99
2. Sprawność przesyłania			0,96	0,96
3. Sprawność regulacji i wykorzystania			0,82	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		[m³/h]	23 039	23 039
4. Liczba wymian			2,45	2,45

Budynek w całości

5. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	[kW]	408,5
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu	[kW]	29,0
3.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[GJ/rok]	3 078,4
4.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu	[GJ/rok]	3 950,0
5.	Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u.	[GJ/rok]	212,4
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]	1 830,0
7.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu	[kWh/(m³rok)]	90,8
8.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu	[kWh/(m³rok)]	116,5
9.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu	[kWh/(m²rok)]	350,2
6. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1.a	Cena 1 GJ na ogrzewanie	[zł]	56,53
1.b	Cena 1 GJ na produkcję c.w.u.	[zł]	56,53
2.	Opłata 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc	[zł]	9 079,95
3.	Opłata za podgrzanie 1m³ wody użytkowej	[zł]	-
4.	Opłata 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie cwu na miesiąc	[zł]	9 079,95
5.	Opłata za ogrzewanie 1m² pow. użytkowej	[zł]	7,12
6.	Opłata abonamentowa	[zł]	-
7.	Opłata stała niezależnie od mocy	[zł]	-
7. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana suma kredytu [zł]:	1 839 260,64	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	58,35%
Planowane koszty całkowite [zł]	1 839 260,64	Premia termomodernizacyjna [zł]	294 281,70
Roczna oszczędność kosztów energii [zł]	154 681,61		

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 za zakup energii cieplnej.

Podstawowe wytyczne inwestora, ustalenia

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

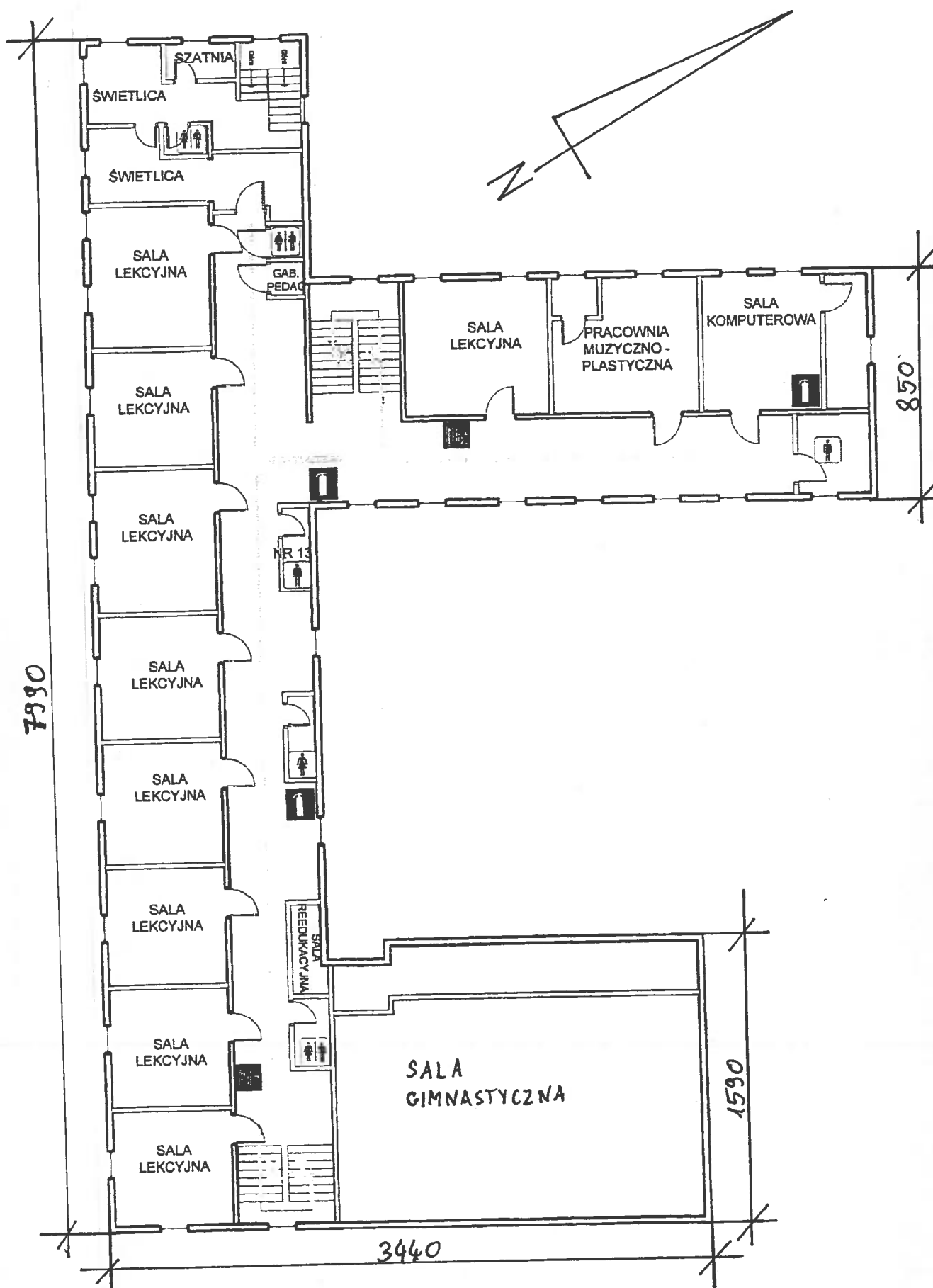
Wysokość środków własnych, jaką inwestor może przeznaczyć na zadanie termomodernizacyjne wynosi 0 zł.

Część pierwsza





Dane inwentaryzacyjne, wyznaczenie
niezbędnych usprawnień
termomodernizacyjnych

Inwentaryzacja - dane techniczne budynku





Powierzchnia przegród zewnętrznych według rodzaju		
Dach hali sportowej	[m ²]	188,6
Drzwi zewnętrzne stalowe	[m ²]	9,3
Drzwi zewnętrzne energooszczędne	[m ²]	14,2
Okna PCV	[m ²]	661,6
Okna drewniane	[m ²]	6,6
Podłoga w sali gimnastycznej	[m ²]	279,4
Podłoga w piwnicach	[m ²]	1 276,6
Stropodach	[m ²]	1 434,3
Ściana zewnętrzna	[m ²]	1 607,2
Ściana zewnętrzna piwnic	[m ²]	275,1
Ściana zewnętrzna przy gruncie	[m ²]	193,9
Wysokości		
Zagłębienie w gruncie	[m]	1,00
Najczęstsza wysokość w świetle	[m]	3,15
Wysokość piwnicy w świetle	[m]	2,10
Najczęstsza wysokość brutto	[m]	3,50
Inne dane techniczne		
liczba mieszkań	[szt.]	0
Liczba użytkowników		532
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]	3 136,00
Powierzchnia poddasza ogrzewanego	[m ²]	0,0
Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych pozostałych	[m ²]	0,0
Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych netto	[m ²]	3 136,0
Powierzchnia zabudowy	[m ²]	1 612,9
Całkowita powierzchnia brutto	[m ²]	4 145,6
Powierzchnia użytkowa	[m ²]	3 136,00
Dane kubaturowe budynku		
Kubatura netto ogrzewana	[m ³]	9 422
Całkowita kubatura brutto	[m ³]	14 001
Współczynnik kształtu A/V [1/m]		0,63





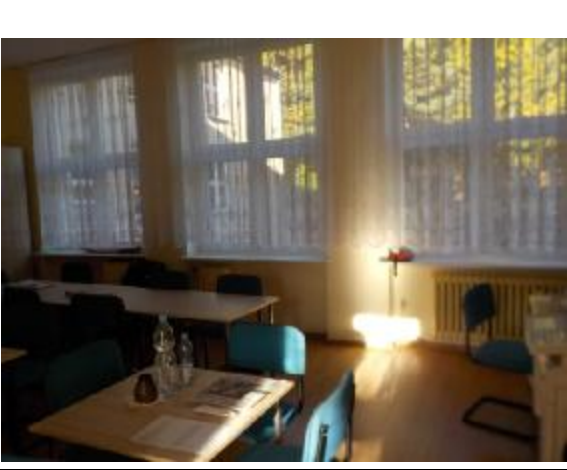

Opis do uproszczonej dokumentacji technicznej budynku
Szkoła Podstawowa nr 16, Gdynia ul. Chabrowa 43




<p>Dane ogólne, forma architektoniczna</p>		<p>Budynek wolnostojący, Wzniesiony w 1962 roku na planie zespołu prostokątów. Obiekt posiada dwie kondygnacje nadziemne w większości podpiwniczony – piwnice ogrzewane, budynek przykryty dachem płaskim. Obiekt składa się z segmentu dydaktycznego oraz sportowego (sala gimnastyczna). Forma rozczłonkowana.</p>
<p>Konstrukcja budynku, technologia wykonania</p>		<p>Ściany zewnętrzne murowane - układ konstrukcyjny podłużny. Stropy gęstożebrowe. Stropodach niewentylowany. Nad salą gimnastyczną dach płaski przebudowany i docieplony w roku 2008.</p>
<p>Charakterystyka funkcjonalno- przestrzenna</p>		<p>Budynek wykorzystywany jest na cele dydaktyczne. Główne wejście znajduje się od strony elewacji frontowej.</p>
<p>Elementy charakterystycz- ne</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 – w większości wymieniona na nową z PVC. Część okien drewnianych.</p>
<p>Rynny, rury spustowe, obróbki blacharskie, parapety</p>		<p>Opierzenia oraz rury spustowe z blachy ocynkowanej. Wymienione w części sportowej</p>
<p>Elementy charakterystyczne</p>		<p>Przybudowana część sportowa.</p>

STAN TECHNICZNY

<p>Warstwa fakturowa, tynk</p>		<p>Zły stan techniczny. Zawilgocenia i zabrudzenia szczególnie w strefie ponad cokołem.</p>
<p>Cokół</p>		<p>Stan techniczny cokołu zły. W części budynku wykonana izolacja przeciwwilgociowa i niewystarczająca izolacja termiczna - do demontażu.</p>
<p>Stolarka okienna</p>		<p>Stan techniczny stolarki okiennej PCV dobry, okna drewniane w złym stanie technicznym.</p>
<p>Rynny i rury spustowe, obróbki blacharskie</p>		<p>Rynny i rury spustowe w stanie złym oraz dobrym (wymienione).</p>

Stolarka drzwiowa zewnętrzna		<p>Stan techniczny drzwi zewnętrznych dobry. W części sportowej drzwi w stanie złym.</p>
Instalacja c.o.		<p>Grzejniki żeliwne w złym stanie technicznym.</p>
Źródło ciepła		<p>Węzeł ciepła z roku 2010, dobry stan techniczny.</p>
Wentylacja mechaniczna		<p>Brak</p>

Inwentaryzacja - charakterystyka energetyczna budynku		
Moc zamówiona		
Moc zamówiona c.o.	[kW]	338,0
Moc zamówiona c.w.u.	[kW]	76,0
Sumaryczna moc zamówiona dla budynku	[kW]	414,0
Zużycie energii cieplnej za lata poprzednie		
Sumaryczne średnie zużycie ciepła za lata poprzednie (suma zużycia c.o i c.w.u.)	[GJ/a]	1 830,0
Za okres	-	2013-2014
Koszty jednostkowe energii cieplnej na cele c.o. i c.w.u. przed i po modernizacją (taryfa przedsiębiorstwa ciepłowniczego)		
Opłata stała	[PLN/MW*m-c]	9 079,95 zł
Opłata zmienna	[PLN/GJ]	56,53 zł

Inwentaryzacja - charakterystyka systemu grzewczego oraz instalacji

System grzewczy		
Rodzaj zasilania budynku, opis urządzeń	Budynek zasilany w ciepło z miejskiej sieci ciepłowniczej za pośrednictwem węzła cieplonego będącego własnością inwestora. Węzeł modernizowany w roku 2010 aktualnie w stanie dobrym. Instalacja c.o. oparta o grzejniki żeliwne, 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	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	-	0,99
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	-	23 039
Średni współczynnik c _r dla budynku	-	1,00
Strumień powietrza wentylacyjnego	-	23 039

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	9421,8	2,45	23039
SUMA				23039
Wielkości sumarycznie				
Obliczeniowa ilość powietrza wentylacyjnego			[m ³ /h]	23039
Średni współczynnik korekcyjny (c_{r, c_w})			-	1,00
Strumień powietrza wentylacyjnego przed modernizacją			[m ³ /h]	23039

Stan techniczny budynku, wskazanie przedsięwzięć termomodernizacyjnych

System grzewczy		
Element	Stan techniczny	Proponowane rozwiązanie
Zasilanie budynku	Budynek zasilany w ciepło z wężla ciepłego zasilanego z m.s.c.	Wymiana instalacji centralnego ogrzewania. Montaż regulacji godzinowo-dobowej. Montaż grzejników płytowych wyposażonych w urządzenia do miejscowej regulacji temperatury (zawory termostaticzne lub regulatory strefowe). Pełna automatyka obiegów grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej.
Poziomy c.o. w piwnicy	Stan techniczny zły	
Urządzenia wykonawcze - grzejniki c.o.	Konwektory wodne żeliwne częściowo z zaworami termostaticznymi, zły stan techniczny.	
Element	Stan techniczny	Proponowane rozwiązanie
Ściany zewnętrzne	Ściany zewnętrzne nieocieplone, zły stan techniczny elewacji. W części niepodpiwniczonej (sala gimnastyczna) widoczne ślady działania wody - odparzenia tynku i zawilgocenia w strefie przyziemnej. Część budynku posiada izolację przeciwwilgociową i niewystarczającą izolację termiczną - do demontażu.	Przewiduje się docieplenie ścian zewnętrznych kondygnacji nadziemnych i strefy cokołowej styropianem specjalnym o współczynnika przewodzenia ciepła maksymalnie 0,031 W/mK. Metoda BSO Docieplenie ścian przy gruncie za pomocą styropianu ekstrudowanego o współczynnika przewodzenia ciepła 0,036 W/mK.
Stolarka okienna	Stolarka okienna drewniana w złym stanie technicznym. Pozostała stolarka PCV w stanie dobrym.	Przewiduje się wymianę okien drewnianych w całym budynku na stolarkę energooszczędną PCV o współczynnika przenikania ciepła nie większym niż 0,9 W/m ² K.
Stolarka drzwiowa	Drzwi zewnętrzne główne oraz boczne - dobry stan techniczny. Drzwi w części sportowej stalowe - do wymiany, stan zły.	Przewiduje się wymianę stolarki drzwiowej w części sportowej na stolarkę energooszczędną, współczynnika przenikania ciepła U=1,3 W/m ² K.
Dach / stropodach	Nad szkołą dach płaski, niedocieplony. Nad salą gimnastyczną dach płaski ocieplony styropianem. Zły stan techniczny pokrycia papowego nad szkołą.	Przewiduje się docieplenie dachu płaskiego nad częścią dydaktyczną za pomocą styropianu EPS 100 lub wełny mineralnej o współczynnika przewodzenia ciepła nie większym niż 0,038 W/mK. Pokrycie papą termozgrzewalną.
Instalacja c.w.u.		
Element	Stan techniczny	Proponowane rozwiązanie
c.w.u.	Wytwarzanie centralne, zły stan techniczny urządzeń i instalacji.	Wymiana instalacji c.w.u. - wykonanie izolacji porzewodów zasilających i cyrkulacyjnych. Montaż cyrkulacyjnych zaworów 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.	Zastosowanie wentylacji wymuszonej w części gastronomicznej i pomieszczeniach sportowych (sala gimnastyczna). Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze.
Roboty dodatkowe		
Zakłada się konieczność wykonania robót dodatkowych mających na celu ochronę wyremontowanych przegród przed działaniem szkodliwych czynników atmosferycznych (np. wymiana lub remont obróbek blacharskich i rur spustowych, wymiana parapetów, osuszenie oraz wykonanie izolacji pionowej i poziomej ścian). Ponadto zakłada się konieczność przebudowy instalacji odgromowej oraz remont lub wymianę innych elementów budynku, które mogą zostać 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 zewnętrzne kondygnacji nadziemnych

Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	9 079,95	zł/(MW) ×miesiąc
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	56,53	zł/GJ
Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{wo} =$	20,0	°C
Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{zo} =$	-16,0	°C
Liczba stopniociepni,	$S_d =$	3 597	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U =$	1,22	W/(m ² ×K)
Powierzchnia ścian - powierzchnia zewnętrzna netto po odjęciu otworów okiennych i drzwiowych	$A_{\Sigma c} =$	1 607,2	m ²
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego	$W_E =$	21,49	(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	0,187	35 669,36 zł	15,518	553 530,01 zł
Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 15 cm	350,55 zł/m ²	4,84	0,177	36 038,44 zł	15,634	563 414,48 zł
Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 10 cm	319,80 zł/m ²	3,23	0,247	33 604,47 zł	-	513 992,15 zł
Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 12 cm	332,10 zł/m ²	3,87	0,213	34 778,92 zł	-	533 761,08 zł
Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący $R = 5,336$ 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 nadziemnych - strefa cokołowa**

Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	9 079,95	zł/(MW) ×miesiąc
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	56,53	zł/GJ
Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{wo} =$	20,0	°C
Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{zo} =$	-16,0	°C
Liczba stopniodni,	$S_d =$	3 597	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U =$	1,45	W/(m ² ×K)
Powierzchnia ścian - powierzchnia zewnętrzna netto po odjęciu otworów okiennych i drzwiowych	$A_{\Sigma c} =$	275,1	m ²
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego	$W_E =$	21,49	(zł×K)/W×a

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

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

Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	DR	U_m	DO_{rU}	SPBT	Nu
Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 14 cm	391,14 zł/m ²	4,52	0,192	7 461,32 zł	14,422	107 610,44 zł
Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 15 cm	399,75 zł/m ²	4,84	0,181	7 527,65 zł	14,610	109 979,22 zł
Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 10 cm	356,70 zł/m ²	3,23	0,256	7 086,69 zł	-	98 135,30 zł
Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 12 cm	373,92 zł/m ²	3,87	0,219	7 300,51 zł	-	102 872,87 zł
Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący $R = 5,204$ 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	$O_m =$	9 079,95	zł/(MW) ×miesiąc
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	56,53	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	$U =$	0,96	W/(m ² ×K)
Powierzchnia ścian - powierzchnia zewnętrzna netto po odjęciu otworów okiennych i drzwiowych	$A_{\Sigma c} =$	193,9	m ²
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego	$W_E =$	21,49	(zł×K)/W×a

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

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

Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	DR	U_m	DO_{rU}	SPBT	Nu
Docieplenie ścian fundamentowych - styropian ekstrudowany - 12 cm	437,88 zł/m ²	3,33	0,198	3 171,74 zł	26,772	84 913,69 zł
Docieplenie ścian fundamentowych - styropian ekstrudowany - 14 cm	457,56 zł/m ²	3,89	0,175	3 267,60 zł	27,154	88 730,04 zł
Docieplenie ścian fundamentowych - styropian ekstrudowany - 15 cm	467,40 zł/m ²	4,17	0,165	3 309,28 zł	27,389	90 638,21 zł
Docieplenie ścian fundamentowych - styropian ekstrudowany - 10 cm	418,20 zł/m ²	2,78	0,228	3 046,71 zł	-	81 097,34 zł
Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący $R = 5,051$ 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 dachu płaskiego części dydaktycznej

Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	9 079,95	zł/(MW) ×miesiąc
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	56,53	zł/GJ
Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{wo} =$	20,0	°C
Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{zo} =$	-16,0	°C
Liczba stopniodni,	$S_d =$	3 597	dnie × K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U =$	0,83	W/(m ² × K)
Powierzchnia stropu/dachu/podłogi poddasza	$A =$	1 434,3	m ²
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego	$W_E =$	21,49	(zł × K)/W × a

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się docieplenie dachu płaskiego budynku (oprócz sali gimnastycznej) styropianem lub wełną mineralną o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,038$ W/mK - pokrycie papą termozgrzewalną. Na podstawie poniższej analizy ekonomicznej wykazano optymalną grubość izolacji równą 22 cm. Docieplenie o grubości 18 i 20 cm nie spełnia wymogów rozporządzenia. Ceny robót budowlanych określono na podstawie analizy rynku robót budowlanych. Wszelkie ceny zawierają podatek VAT 23 %.

Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	DR	U_m	DO_{rU}	SPBT	Nu
Docieplenie dachu (oprócz sali gimnastycznej) - styropian EPS 100 lub wełna mineralna - 22 cm	216,48 zł/m ²	5,79	0,143	21 209,44 zł	14,640	310 505,92 zł
Docieplenie dachu (oprócz sali gimnastycznej) - styropian EPS 100 lub wełna mineralna - 25 cm	231,00 zł/m ²	6,58	0,128	21 656,66 zł	15,299	331 332,54 zł
Docieplenie dachu (oprócz sali gimnastycznej) - styropian EPS 100 lub wełna mineralna - 18 cm	196,80 zł/m ²	4,74	0,168	20 428,24 zł	-	282 278,11 zł
Docieplenie dachu (oprócz sali gimnastycznej) - styropian EPS 100 lub wełna mineralna - 20 cm	206,64 zł/m ²	5,26	0,155	20 850,63 zł	-	296 392,02 zł
Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący $R = 6,993$ 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 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 wymiany stolarki okiennej drewnianej

Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	9 079,95	zł/(MW)×miesiąc]
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	56,53	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	$A =$	6,6	m ²
Współczynniki przepływu powietrza przez szczeliny okien lub drzwi przed i po termomodernizacji, określone w oparciu o Tabelę 1 z rozporządzenia MI	$a_0 =$	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	316,82 zł	20,107	6 370,42 zł
Wymiana okien na stolarkę PCV, $U = 1,3$ W/m ² K	934,80 zł/m ²	1,00	1,30	259,73 zł	23,898	6 207,07 zł
Wymiana okien na stolarkę PCV, $U = 1,6$ W/m ² K	910,20 zł/m ²	1,00	1,60	216,92 zł	27,861	6 043,73 zł
Wymiana okien na stolarkę PCV, $U = 1,8$ W/m ² K	885,60 zł/m ²	1,00	1,80	188,38 zł	31,216	5 880,38 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 drzwiowej zewnętrznej

Dane ogólne do obliczeń

Opiata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	9 079,95	zł/(MW) ×miesiąc]
Opiata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	56,53	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	$A =$	9,3	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	842,21 zł	32,702	27 542,16 zł
Wymiana drzwi na stolarkę energooszczędną, U = 1,7 W/m ² K	2 706,00 zł/m ²	1,00	1,70	762,00 zł	33,132	25 246,98 zł

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się wymianę drzwi zewnętrznych w części sportowej na stolarkę energooszczędną. Na podstawie analizy ekonomicznej przyjmuje się optymalny współczynnik przenikania ciepła drzwi na poziomie 1,3 W/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			
$O_m =$	9 079,95	[zł/(MW × miesiąc)]	Opłata za 1MW mocy zamówionej
$O_z =$	56,53	[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
17 532,13	8,250	Zastosowanie wentylacji wymuszonej w części gastronomicznej i w pomieszczeniach sportowych (sala gimnastyczna). Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik rotacyjny o sprawności znamionowej 85%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze.	144 648,00
14 558,01	9,463	Zastosowanie wentylacji wymuszonej w części gastronomicznej i w pomieszczeniach sportowych (sala gimnastyczna). Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik krzyżowy o sprawności znamionowej 70%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze.	137 760,00

Wymiennik obrotowy:

krzyżowy:

Oszczędność energii dla wentylacji po modernizacji: 222,7 GJ/a

185,85 GJ/a

Redukcja mocy po modernizacji: 45,36 kW

37,19 kW

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

Dane ogólne do obliczeń:

$O_{m0} =$	9 079,95	[zł/(MW × miesiąc)]	Opłata za 1MW mocy zamówionej przed modernizacją
$O_{z0} =$	56,53	[zł/GJ]	Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej przed modernizacją
$O_{m1} =$	9 079,95	[zł/GJ]	Opłata za 1MW mocy zamówionej po modernizacji
$O_{z1} =$	56,53	[zł/GJ]	Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej po modernizacji
$Q_{ocw} =$	212,4	[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]	
$q_{ocw} =$	29,0	[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
177,0	29,0	2 001,34	64,224	Wymiana instalacji c.w.u. - wykonanie izolacji przewodów zasilających i cyrkulacyjnych. Montaż cyrkulacyjnych zaworów termostatycznych oraz urządzeń ograniczających czas pracy cyrkulacji.	-	128 535,00 zł
212,4	29,0	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
2,7498 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.
49,00 %	Średnia sprawność wytwarzania c.w.u.
212,4 GJ/a	Średnie roczne zapotrzebowanie na ciepło c.w.u. dla budynku
0,275 m ³ /h	Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. dla budynku (Q_{zrh})
2,015 -	Współczynnik nierównomierności rozbioru wody
0,554 m ³ /h	Maksymalne godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. dla budynku (Q_{maxh})
0 dm ³	Rzeczywista pojemność zasobników c.w.u.
29,0 kW	Moc cieplna dla potrzeb c.w.u. bez uwzględnienia akumulacji (q_{maxh})
29,0 kW	Moc cieplna dla potrzeb c.w.u. z uwzględnieniem akumulacji zasobników

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

Wybór optymalnego wariantu modernizacji systemu grzewczego

Dane ogólne do obliczeń:

$O_m =$	9 079,95	[zł/(MW × miesiąc)]	Opłata za 1MW mocy zamówionej przed modernizacją
$O_{m1} =$	9 079,95	[zł/(MW × miesiąc)]	Opłata za 1MW mocy zamówionej po modernizacji systemu grzewczego
$O_z =$	56,53	[zł/GJ]	Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej przed modernizacją
$O_{z1} =$	56,53	[zł/GJ]	Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej po modernizacji systemu grzewczego
$Q_{oco} =$	3 078,4	[GJ]	Sezonowe zapotrzebowanie budynku na ciepło przed termomodernizacją, określone zgodnie z Polską Normą
$q_0 =$	408,5	[kW]	Zapotrzebowanie na moc ciepłą budynku
$h_0 =$	0,78	-	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}
25 628,57	0,84	408,5	0,99	0,96	0,88	1,00	1,00	0,95	Wymiana instalacji centralnego ogrzewania. Montaż regulacji godzinowo-dobowej. Montaż grzejników płytowych wyposażonych w urządzenia do miejscowej regulacji temperatury (zawory termostaticzne lub regulatory strefowe). Pełna automatyka obiegów grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej.	-	15,05	385 605,00 zł
0,00	0,78	408,5	0,99	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 (sala gimnastyczna). Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik rotacyjny o sprawności znamionowej 85%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze.	144 648,00	8,25
2	Docieplenie dachu (z wyjątkiem sali gimnastycznej) styropianem EPS 100 lub wełną mineralną 0,038 W/mK - 22 cm.	310 505,92	14,64
3	Docieplenie ścian zewnętrznych przy gruncie - styropian ekstrudowany o współczynniku przewodzenia ciepła 0,036 W/mK, 12 cm. Docieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych (kondygnacje i strefa cokołowa) - styropian specjalny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK, 14 cm.	746 054,14	16,11
4	Wymiana okien drewnianych w całym budynku na stolarkę PCV o maksymalnym współczynniku przenikania ciepła 0,9 W/m ² K. Wymiana drzwi zewnętrznych w części sportowej na stolarkę U=1,3 W/m ² K.	33 912,58	29,26
5	Wymiana instalacji c.w.u. - wykonanie izolacji porzewodów zasilających i cyrkulacyjnych. Montaż cyrkulacyjnych zaworów termostatycznych oraz urządzeń ograniczających czas pracy cyrkulacji.	128 535,00	64,22

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

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

Prezentacja wybranych do analizy wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

L.p.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Zapotrzebowanie na moc szczytową c.o. dla wariantu (na podstawie obliczeń zgodnych z PN [kW]	Zapotrzebowanie na moc szczytową c.w.u. dla wariantu (na podstawie obliczeń zgodnych z PN [kW]	Zapotrzebowanie na energię c.o. dla wariantu (na podstawie obliczeń zgodnych z PN) [GJ/a]	Zapotrzebowanie na energię c.w.u. dla wariantu (na podstawie obliczeń zgodnych z PN) [GJ/a]	Sprawność całkowita systemu	Zużycie ciepła w sezonie grzewczym w przypadku realizacji wariantu [GJ/a]	Zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię	Koszty dodatkowe dla wariantu (projekt, audyt, nadzór) [zł]
1	<p>Wymiana instalacji centralnego ogrzewania. Montaż regulacji godzinowo-dobowej. Montaż grzejników płytowych wyposażonych w urządzenia do miejscowej regulacji temperatury (zawory termostatyczne lub regulatory strefowe). Pełna automatyka obiegu grzewczego. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej.</p> <p>Zastosowanie wentylacji wymuszonej w części gastronomicznej i w pomieszczeniach sportowych (sala gimnastyczna). Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik rotacyjny o sprawności znamionowej 85%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze.</p> <p>Docieplenie dachu (z wyjątkiem sali gimnastycznej) styropianem EPS 100 lub wełną mineralną 0,038 W/mK - 22 cm.</p> <p>Docieplenie ścian zewnętrznych przy gruncie - styropian ekstrudowany o współczynniku przewodzenia ciepła 0,036 W/mK, 12 cm. Docieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych (kondygnacje i strefa cokołowa) - styropian specjalny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK, 14 cm.</p> <p>Wymiana okien drewnianych w całym budynku na stolarkę PCV o maksymalnym współczynniku przenikania ciepła 0,9 W/m²K. Wymiana drzwi zewnętrznych w części sportowej na stolarkę U=1,3 W/m²K.</p> <p>Wymiana instalacji c.w.u. - wykonanie izolacji przewodów zasilających i cyrkulacyjnych. Montaż cyrkulacyjnych zaworów termostatycznych oraz urządzeń ograniczających czas pracy cyrkulacji.</p>	249,0	29,0	1370,5	177,0	0,836	1733,7	58,35%	90 000,00
2	<p>Wymiana instalacji centralnego ogrzewania. Montaż regulacji godzinowo-dobowej. Montaż grzejników płytowych wyposażonych w urządzenia do miejscowej regulacji temperatury (zawory termostatyczne lub regulatory strefowe). Pełna automatyka obiegu grzewczego. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej.</p> <p>Zastosowanie wentylacji wymuszonej w części gastronomicznej i w pomieszczeniach sportowych (sala gimnastyczna). Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik rotacyjny o sprawności znamionowej 85%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze.</p> <p>Docieplenie dachu (z wyjątkiem sali gimnastycznej) styropianem EPS 100 lub wełną mineralną 0,038 W/mK - 22 cm.</p> <p>Docieplenie ścian zewnętrznych przy gruncie - styropian ekstrudowany o współczynniku przewodzenia ciepła 0,036 W/mK, 12 cm. Docieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych (kondygnacje i strefa cokołowa) - styropian specjalny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK, 14 cm.</p> <p>Wymiana okien drewnianych w całym budynku na stolarkę PCV o maksymalnym współczynniku przenikania ciepła 0,9 W/m²K. Wymiana drzwi zewnętrznych w części sportowej na stolarkę U=1,3 W/m²K.</p>	249,0	29,0	1370,5	212,4	0,836	1769,1	57,50%	90 000,00
3	<p>Wymiana instalacji centralnego ogrzewania. Montaż regulacji godzinowo-dobowej. Montaż grzejników płytowych wyposażonych w urządzenia do miejscowej regulacji temperatury (zawory termostatyczne lub regulatory strefowe). Pełna automatyka obiegu grzewczego. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej.</p> <p>Zastosowanie wentylacji wymuszonej w części gastronomicznej i w pomieszczeniach sportowych (sala gimnastyczna). Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik rotacyjny o sprawności znamionowej 85%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze.</p> <p>Docieplenie dachu (z wyjątkiem sali gimnastycznej) styropianem EPS 100 lub wełną mineralną 0,038 W/mK - 22 cm.</p> <p>Docieplenie ścian zewnętrznych przy gruncie - styropian ekstrudowany o współczynniku przewodzenia ciepła 0,036 W/mK, 12 cm. Docieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych (kondygnacje i strefa cokołowa) - styropian specjalny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK, 14 cm.</p>	250,3	29,0	1381,7	212,4	0,836	1781,8	57,19%	90 000,00

4	Wymiana instalacji centralnego ogrzewania. Montaż regulacji godzinowo-dobowej. Montaż grzejników płytowych wyposażonych w urządzenia do miejscowej regulacji temperatury (zawory termostatyczne lub regulatory strefowe). Pełna automatyka obiegów grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej.	327,0	29,0	2061,2	212,4	0,836	2553,7	38,65%	90 000,00
	Zastosowanie wentylacji wymuszonej w części gastronomicznej i w pomieszczeniach sportowych (sala gimnastyczna). Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik rotacyjny o sprawności znamionowej 85%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze.								
	Docieplenie dachu (z wyjątkiem sali gimnastycznej) styropianem EPS 100 lub wełną mineralną 0,038 W/mK - 22 cm.								
5	Wymiana instalacji centralnego ogrzewania. Montaż regulacji godzinowo-dobowej. Montaż grzejników płytowych wyposażonych w urządzenia do miejscowej regulacji temperatury (zawory termostatyczne lub regulatory strefowe). Pełna automatyka obiegów grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej.	362,5	29,0	2375,5	212,4	0,836	2910,7	30,07%	90 000,00
	Zastosowanie wentylacji wymuszonej w części gastronomicznej i w pomieszczeniach sportowych (sala gimnastyczna). Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik rotacyjny o sprawności znamionowej 85%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze.								
6	Wymiana instalacji centralnego ogrzewania. Montaż regulacji godzinowo-dobowej. Montaż grzejników płytowych wyposażonych w urządzenia do miejscowej regulacji temperatury (zawory termostatyczne lub regulatory strefowe). Pełna automatyka obiegów grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej.	408,5	29,0	3078,4	212,4	0,836	3709,1	10,89%	45 000,00

DOKUMENTACJA WYBORU OPTYMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO BUDYNKU

L.p.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite [zł]	Roczne oszczędności kosztów energii [zł/rok]	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej) [%]	Optymalna kwota kredytu [zł]/[%]	20% kredytu [zł]	16% kosztów całkowitych [zł]	Dwukrotność rocznej oszczędności kosztów energii [zł]
1	WARIANT 1	1 839 260,64	154 681,61	58,35%	1 839 260,64	367 852,13	294 281,70	309 363,22
					100,00			
2	WARIANT 2	1 710 725,64	152 680,27	57,50%	1 710 725,64	342 145,13	273 716,10	305 360,54
					100,00			
3	WARIANT 3	1 676 813,06	151 819,12	57,19%	1 676 813,06	335 362,61	268 290,09	303 638,23
					100,00			
4	WARIANT 4	930 758,92	99 830,08	38,65%	930 758,92	186 151,78	148 921,43	199 660,16
					100,00			
5	WARIANT 5	620 253,00	75 772,68	30,07%	620 253,00	124 050,60	99 240,48	151 545,36
					100,00			
6	WARIANT 6	430 605,00	25 628,57	10,89%	430 605,00	86 121,00	68 896,80	51 257,14
					100,00			

Wnioski

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

W wyniku przeprowadzonych analiz ekonomicznych zaleca się:

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

Docieplenie dachu (z wyjątkiem sali gimnastycznej) styropianem EPS 100 lub wełną mineralną 0,038 W/mK - 22 cm.

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

Wymiana okien drewnianych w całym budynku na stolarkę PCV o maksymalnym współczynniku przenikania ciepła 0,9 W/m²K. Wymiana drzwi zewnętrznych w części sportowej na stolarkę U=1,3 W/m²K.

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

Wymiana instalacji centralnego ogrzewania. Montaż regulacji godzinowo-dobowej. Montaż grzejników płytowych wyposażonych w urządzenia do miejscowej regulacji temperatury (zawory termostatyczne lub regulatory strefowe). Pełna automatyka obiegów grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej.

UWAGA:

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

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

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

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

mgr inż. Jarosław Kozub

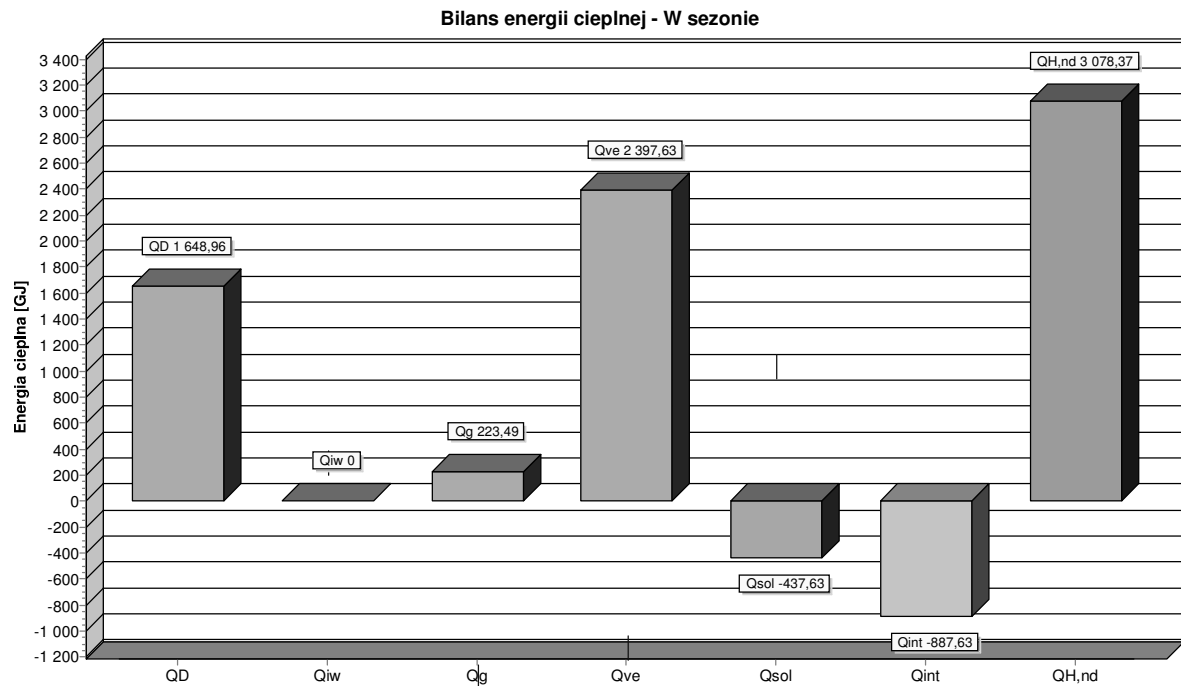
Załącznik 1

**Bilans energetyczny budynku przed
modernizacją**

Wyniki - Ogólne

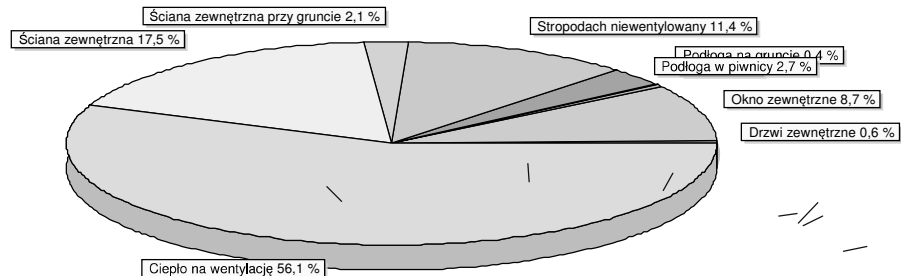
Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Bilans energetyczny budynku - stan obecny	
	Szkola Podstawowa nr 16 w Gdyni	
Miejscowosc:	Gdynia	
Adres:	Chabrowa 43	
Projektant:	Marcin Rosenow	
Plik danych:	C:\Users\hp\Desktop\Robocze\UM Gdynia\SP 16\	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepla:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciazenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	I	
Projektowa temperatura zewnetrzna θ_e :	-16	°C
Średnia roczna temperatura zewnetrzna $\theta_{m,e}$:	7,7	°C
Stacja meteorologiczna:	Gdańsk Port Północny	
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	3136,0	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	9421,8	m ³
Projektowa strata ciepla przez przenikanie Φ_T :	202445	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepla Φ_V :	206052	W
Całkowita projektowa strata ciepla Φ :	408496	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciażenie cieplne budynku Φ_{HL} :	408496	W
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energie wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Gdańsk Port Północny	
Sezonowe zapotrzebowanie na energie na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$:	23039,3	m ³ /h
Zapotrzebowanie na cieplo - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	3078,37	GJ/rok
Zapotrzebowanie na cieplo - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	855102	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	3136	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	9421,8	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	981,6	MJ/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	272,7	kWh/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	326,7	MJ/(m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	90,8	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 _{i,w} GJ/rok	Q _g GJ/rok	Q _{ve} GJ/rok	η _{H,gn}	Q _{sol} GJ/rok	Q _{int} GJ/rok	Q _{H,nd} GJ/rok
■	Styczeń	31	2,0	242,94	0,00	32,87	351,39	0,976	26,60	100,79	502,87
■	Luty	28	1,2	229,38	0,00	31,02	368,30	0,979	26,82	91,04	513,27
■	Marzec	31	3,5	222,29	0,00	30,09	319,70	0,959	50,42	100,79	427,02
■	Kwiecień	30	7,7	159,16	0,00	21,60	230,95	0,902	78,28	97,54	253,06
■	Maj	31	10,7	123,16	0,00	16,76	167,56	0,808	103,30	100,79	142,53
■	Czerwiec	0	15,5	55,23	0,00	7,62	66,13	0,529	106,67	97,54	20,99
■	Lipiec	0	18,7	15,82	0,00	2,39	18,06	0,166	114,41	100,79	0,46
■	Sierpień	0	16,3	46,19	0,00	6,42	51,40	0,472	92,16	100,79	12,95
■	Wrzesień	30	14,5	68,56	0,00	9,41	87,26	0,703	63,10	97,54	52,32
■	Październik	31	8,7	150,70	0,00	20,46	209,82	0,919	46,09	100,79	245,96
■	Listopad	30	4,0	208,46	0,00	28,22	309,13	0,972	23,22	97,54	428,50
■	Grudzień	31	1,9	244,32	0,00	33,05	353,51	0,979	19,79	100,79	512,85
	W sezonie	273	8,8	1648,96	0,00	223,49	2397,63	0,899	437,63	887,63	3078,37

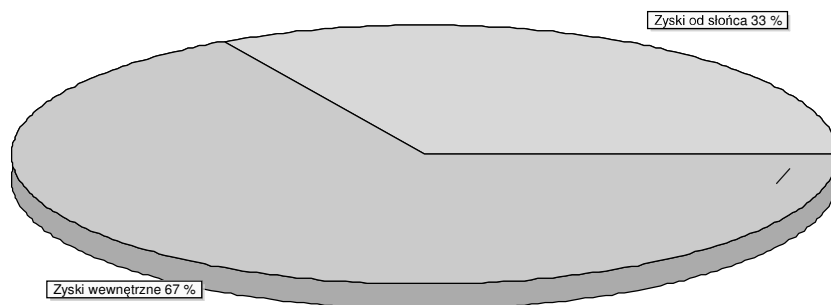
Szczegółowe zestawienie strat energii cieplnej



0,6 % Drzwi zewnętrzne	8,7 % Okno zewnętrzne	0,4 % Dach
0,4 % Podłoga na gruncie	2,7 % Podłoga w piwnicy	11,4 % Stropodach niewentylowany
2,1 % Ściana zewnętrzna przy gruncie	17,5 % Ściana zewnętrzna	56,1 % Ciepło na wentylację

Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
Drzwi zewnętrzne	26,99	7497	0,6
Okno zewnętrzne	371,27	103131	8,7
Dach	15,11	4196	0,4
Podłoga na gruncie	17,85	4960	0,4
Podłoga w piwnicy	116,02	32229	2,7
Stropodach niewentylowany	486,87	135242	11,4
Ściana zewnętrzna przy gruncie	89,62	24893	2,1
Ściana zewnętrzna	748,72	207979	17,5
Ciepło na wentylację	2397,63	666007	56,1
Razem	4270,08	1186134	100,0

Szczegółowe zestawienie zysków energii cieplnej







33 % Zyski od słońca 67 % Zyski wewnętrzne

Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
*Zyski od słońca	437,63	121565	33,0
Zyski wewnętrzne	887,63	246565	67,0
Σ Razem	1325,27	368130	100,0




Wyniki - Zestawienie przegród

Opis	U	A
	W/m ² ·K	m ²
Dach hali sportowej	0,191	188,60
Drzwi zewnętrzne stalowe	5,500	9,33
Drzwi zewnętrzne energooszczędne	1,600	14,18
Okna PCV	1,300	661,55
Okna drewniane	3,120	6,64
Podłoga w sali gimnastycznej	0,436	279,42
Podłoga w piwnicach	0,526	1276,63
Stropodach	0,831	1434,34
Ściana zewnętrzna	1,220	1607,23
Ściana zewnętrzna piwnic	1,454	275,12
Ściana zewnętrzna przy gruncie	0,959	193,92

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 hali sportowej				
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0060	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,033
0,2000	Styropian ułożony szczelnie.	0,040	30	1,460	5,000
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]:					5,232
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:					0,191
 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]:					1,728
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]:					1,901
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:					0,526
 PGS	Podłoga w sali gimnastycznej				
Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
Ściana przy podłodze: SZ					
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Z_{gw} : 8,70 m					
Pozioma izol. krawędziowa: o grubości d_{nh} = m i długości D_h = m					
Pionowa izol. krawędziowa: o grubości d_{nv} = m i długości D_v = m					
0,0250	Drewno 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]:					1,458
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]:					2,293
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:					0,436
 SC	Ściana zewnętrzna piwnic				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,012
0,3800	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,494
0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,012

Wyniki - Przegrody

D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R
m		W/(m·K)	kg/m ³	kJ/(kg·K)	m ² ·K/W
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]:					0,688
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					1,454
 SG	Ściana zewnętrzna przy gruncie				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna przy gruncie, Warunki wilgotności: Średni					
Podłoga przyległa do ściany: PG					
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 0,80 m					
0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,012
0,3800	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,494
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R_g , [m ² ·K/W]:					0,537
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:					1,043
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,959
 STR	Stropodach				
Rodzaj przegrody: Stropodach niewentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wil					
0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,028
0,1000	Płyta panwiowa	1,000	2200		0,100
Opór warstwy powietrznej stropodachu o śr. wys. H = 1 m, [m ² ·K/W]:					0,160
Suma oporów ciepła połączeni dachowej i war. powietrza, [m ² ·K/W]:					0,288
0,1500	Żużel wielkopiecowy granulatu lub keramzy	0,260	900	0,750	0,577
0,2400	Strop z płyty żerańskiej o gr. 24 cm.		1251	0,922	0,180
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m 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]:					1,203
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,831
 SZ	Ściana zewnętrzna				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
0,3800	Mur z cegły dziurawki na zaprawie cement	0,620	1400	0,880	0,613
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]:					0,819
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					1,220

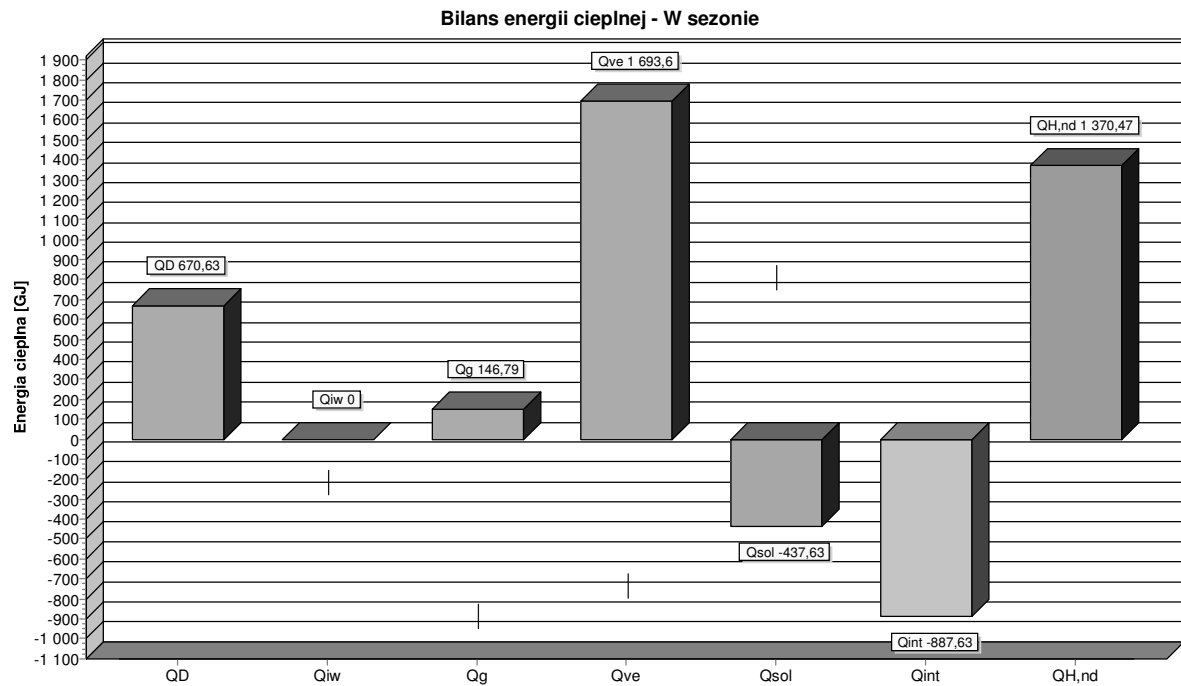
Załącznik 2

Bilans energetyczny budynku dla
optymalnego wariantu przedsięwzięcia
termomodernizacyjnego

Wyniki - Ogólne

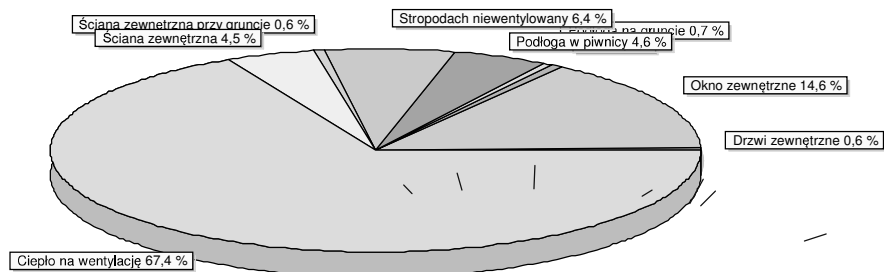
Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Bilans energetyczny budynku - wariant pierwszy	
	Szkola Podstawowa nr 16 w Gdyni	
Miejscowość:	Gdynia	
Adres:	Chabrowa 43	
Projektant:	Marcin Rosenow	
Plik danych:	C:\Users\hp\Desktop\Robocze\UM Gdynia\SP 16\	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	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 :	3136,0	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	9421,8	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	88270	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	160688	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	248958	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	248958	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 $V_{v,H}$:	17573,7	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	1370,47	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	380687	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	3136	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	9421,8	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	437,0	MJ/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	121,4	kWh/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	145,5	MJ/(m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	40,4	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	η _{H,gn}	Q _{sol} GJ/rok	Q _{int} GJ/rok	Q _{H,nd} GJ/rok
■	Styczeń	31	2,0	98,75	0,00	21,59	243,29	0,974	26,60	100,79	239,58
■	Luty	28	1,2	93,25	0,00	20,39	254,28	0,979	26,82	91,04	252,49
■	Marzec	31	3,5	90,35	0,00	19,76	222,69	0,950	50,42	100,79	189,18
■	Kwiecień	30	7,7	64,65	0,00	14,15	164,99	0,861	78,28	97,54	92,34
■	Maj	31	10,7	49,99	0,00	10,95	123,79	0,716	103,30	100,79	38,57
■	Czerwiec	0	15,5	23,11	0,00	5,17	59,32	0,410	106,67	97,54	3,80
■	Lipiec	0	18,7	6,69	0,00	1,68	16,76	0,117	114,41	100,79	0,03
■	Sierpień	0	16,3	19,68	0,00	4,46	48,85	0,366	92,16	100,79	2,33
■	Wrzesień	30	14,5	28,42	0,00	6,31	72,83	0,590	63,10	97,54	12,83
■	Październik	31	8,7	61,20	0,00	13,39	151,26	0,887	46,09	100,79	95,51
■	Listopad	30	4,0	84,72	0,00	18,53	215,82	0,968	23,22	97,54	202,16
■	Grudzień	31	1,9	99,32	0,00	21,72	244,66	0,978	19,79	100,79	247,81
	W sezonie	273	8,8	670,63	0,00	146,79	1693,60	0,861	437,63	887,63	1370,47

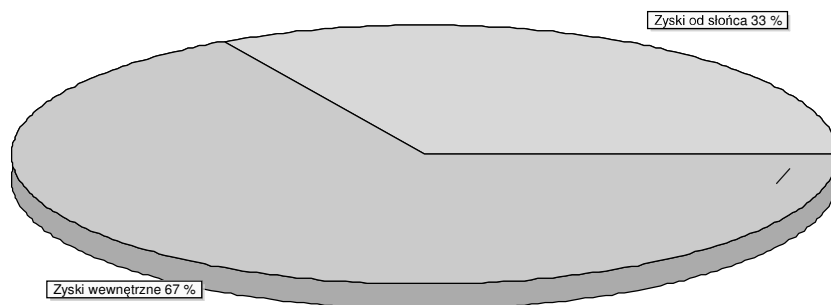
Szczegółowe zestawienie strat energii cieplnej



0,6 % Drzwi zewnętrzne	14,6 % Okno zewnętrzne	0,6 % Dach
0,7 % Podłoga na gruncie	4,6 % Podłoga w piwnicy	6,4 % Stropodach niewentylowany
0,6 % Ściana zewnętrzna przy gruncie	4,5 % Ściana zewnętrzna	67,4 % Ciepło na wentylację

Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
Drzwi zewnętrzne	14,09	3914	0,6
Okno zewnętrzne	366,71	101864	14,6
Dach	15,32	4255	0,6
Podłoga na gruncie	17,36	4822	0,7
Podłoga w piwnicy	114,28	31743	4,6
Stropodach niewentylowany	161,94	44983	6,4
Ściana zewnętrzna przy gruncie	15,15	4210	0,6
Ściana zewnętrzna	112,57	31270	4,5
Ciepło na wentylację	1693,60	470445	67,4
Razem	2511,02	697506	100,0

Szczegółowe zestawienie zysków energii cieplnej







33 % Zyski od słońca 67 % Zyski wewnętrzne

Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
*Zyski od słońca	437,63	121565	33,0
Zyski wewnętrzne	887,63	246565	67,0
Σ Razem	1325,27	368130	100,0




Wyniki - Zestawienie przegród

Opis	U	A
	W/m ² ·K	m ²
Dach hali sportowej	0,191	188,60
Drzwi zewnętrzne stalowe	1,300	9,33
Drzwi zewnętrzne energooszczędne	1,600	14,18
Okna PCV	1,300	661,55
Okna drewniane	0,900	6,64
Podłoga w sali gimnastycznej	0,423	273,04
Podłoga w piwnicach	0,509	1257,39
Stropodach	0,143	1434,34
Ściana zewnętrzna	0,187	1607,23
Ściana zewnętrzna piwnic	0,195	275,12
Ściana zewnętrzna przy gruncie	0,198	193,92

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 hali sportowej				
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0060	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,033
0,2000	Styropian ułożony szczelnie.	0,040	30	1,460	5,000
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]:					5,232
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:					0,191
 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]:					1,791
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]:					1,964
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:					0,509
 PGS	Podłoga w sali gimnastycznej				
Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
Ściana przy podłodze: SZ					
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Z_{gw} : 8,70 m					
Pozioma izol. krawędziowa: o grubości d_{nh} = m i długości D_h = m					
Pionowa izol. krawędziowa: o grubości d_{nv} = m i długości D_v = m					
0,0250	Drewno 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]:					1,531
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]:					2,366
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:					0,423
 SC	Ściana zewnętrzna piwnic				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,012
0,3800	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,494
0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,012

Wyniki - Przegrody

D	Opis materiału	λ	ρ	c _p	R
m		W/(m·K)	kg/m ³	kJ/(kg·K)	m ² ·K/W
0,1600	Styropian ekstrudowany	0,036	100	1,460	4,444
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]:					5,132
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,195
 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: 0,80 m					
0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,012
0,3800	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,494
0,1200	Styropian ekstrudowany	0,036	100	1,460	3,333
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R _g , [m ² ·K/W]:					1,214
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:					5,053
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,198
 STR	Stropodach				
Rodzaj przegrody: Stropodach niewentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wil					
0,2200	Styropian EPS 100 038	0,038	100	1,460	5,789
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]:					6,077
0,1500	Żużel wielkopieczowy granulatu lub keramzy	0,260	900	0,750	0,577
0,2400	Strop z płyty żerańskiej o gr. 24 cm.		1251	0,922	0,180
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
Opór przejmowania wewnątrz R _i , [m 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]:					6,992
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,143
 SZ	Ściana zewnętrzna				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
0,3800	Mur z cegły dziurawki na zaprawie cement	0,620	1400	0,880	0,613
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]:					5,336
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,187

Wyniki - Przegrody

D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R
m		W/ (m·K)	kg/m ³	kJ/ (kg·K)	m ² ·K/W