

Audyt energetyczny budynku użyteczności publicznej

LOKALIZACJA: Zespół Szkół nr 7
ul. Stawna 4/6
81-629 Gdynia

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


AUTOR: mgr inż. Jarosław Kozub

Audyt energetyczny
KAP E 0188 ZAE 1121



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

Październik 2015

1. Dane identyfikacyjne budynku											
1.1 Rodzaj budynku:	budynek użyteczności publicznej - Zespół Szkół nr 7 w Gdyni				1.2 Rok budowy:	1962 / 1986					
1.3 Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji, PESEL*) (*w przypadku cudzoziemca nazwa i numer dokumentu tożsamości):	Gmina Miasta Gdyni				1.4 Adres budynku:	ul.	Stawna		nr	4/6	
	ul.	Al. Marszałka Piłsudskiego		nr		52/54		kod:	81-629	miejscowość:	Gdynia
	kod:	81-382		miejscowość:		Gdynia					
	tel.	-		fax		-					
	Pesel:		-								
Nazwa:		-		Nr.	-		powiat:	M. Gdynia	województwo:	pomorskie	
2. Nazwa, adres i numer regon firmy wykonującej audit:											
 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 auditu, posiadane kwalifikacje, podpis:											
mgr inż. Jarosław Kozub, 84-230 Rumia ul. Słowackiego 3; 74010803858 autoryzacja Krajowej Agencji Poszanowania Energii nr 0188, członek Stowarzyszenia Audytorów Energetycznych nr 1121											
4. Współautorzy auditu: imiona, nazwiska i zakresy prac, posiadane kwalifikacje:											
Lp.	Imię i nazwisko:		Zakres udziału w opracowaniu auditu energetycznego:			Posiadane kwalifikacje (w tym ew. uprawnienia)					
1	Anna Sychowska		dokumentacja techniczna, inwentaryzacje bilans energetyczny budynku								
2	Marcin Rosenow										
3	-										
4	-										
5. Miejscowość:	Rumia		data wykonania opracowania:			21 października 2015					
6. Spis treści:											
1	Karta auditu energetycznego							str.	2		
2	Zestawienie danych źródłowych do wykonania auditu.							str.	4		
3	Część pierwsza - dane inwentaryzacyjne, wyznaczenie niezbędnych usprawnień termomodernizacyjnych							str.	5		
4	Inwentaryzacja - dane techniczne budynku							str.	6		
5	Inwentaryzacja - uproszczona dokumentacja techniczna - rysunki							str.	7		
6	Inwentaryzacja - opis techniczny elementów budynku i konstrukcji							str.	8		
7	Charakterystyka energetyczna budynku, opłaty, taryfy							str.	12		
8	Inwentaryzacja systemu grzewczego i instalacji							str.	13		
9	Obliczeniowy strumień powietrza wentylacyjnego							str.	14		
10	Ocena stanu technicznego budynku, wskazanie usprawnień							str.	15		
11	Dane klimatyczne, stopniodni							str.	16		
12	Część druga - analiza ekonomiczne poszczególnych usprawnień							str.	17		
13	Analiza ekonomiczna - ciepła woda użytkowa							str.	26		
14	Analiza ekonomiczna - system ciepły							str.	27		
15	Część trzecia - wybór optymalnego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, analiza ekonomiczna i energetyczna, wnioski							str.	28		
16	Zestawienie wybranych i zoptymalizowanych usprawnień							str.	29		
17	Prezentacja przyjętych wariantów modernizacji							str.	31		
18	Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu							str.	33		
19	Wnioski							str.	34		
20	Załącznik 1 - bilans cieplny stanu obecnego							str.	35		
21	Załącznik 2 - bilans cieplny poszczególnych wariantów							str.	43		

Budynek w całości

1. Dane ogólne				
1. Konstrukcja / technologia budynku:		tradycyjna, murowana		
2. Liczba kondygnacji:		-	3	
3. Kubatura części ogrzewanej		[m³]	15 153	
4. Powierzchnia netto budynku		[m²]	4 409,00	
5. Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej		[m²]	0,00	
6. Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych		[m²]	4 409,00	
7. Liczba mieszkań		-	0	
8. Liczba osób użytkujących budynek		-	500	
9. Sposób przygotowania ciepłej wody		Centralne zdalaczynne		
10. Rodzaj systemu ogrzewania budynku		Centralne zdalaczynne		
11. Współczynnik kształtu A/V		[1/m]	0,56	
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 pełny			0,79	0,14
2. Drzwi zewnętrzne starego typu			3,60	1,30
3. Drzwi zewnętrzne energooszczędne			1,60	1,60
4. Okna PCV			1,30	1,30
5. Okna drewniane			3,12	0,90
6. Podłoga w piwnicach			0,46	0,46
7. Stropodach wentylowany			0,96	0,13
8. Ściana zewnętrzna			1,43	0,19
9. Ściana zewnętrzna piwnic			1,43	0,19
10. Ściana zewnętrzna przy gruncie			0,62	0,17
3. Sprawności składowe systemu grzewczego				
1. Sprawność wytwarzania			1,00	0,99
2. Sprawność przesyłania			0,96	0,96
3. Sprawność regulacji i wykorzystania			0,77	0,88
4. Sprawność akumulacji			1,00	1,00
5. Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia:			1,00	1,00
6. Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby:			1,00	0,95
4. Charakterystyka systemu wentylacji				
1. Rodzaj wentylacji (naturalna/mechaniczna)			naturalna	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]	29 580	29 580
4. Liczba wymian			1,95	1,95

Budynek w całości

5. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	[kW]	702,1
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu	[kW]	41,2
3.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[GJ/rok]	4 604,7
4.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu	[GJ/rok]	6 229,2
5.	Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u.	[GJ/rok]	291,2
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie, przeliczone na warunki sezonu standardowego i na przygotowanie c.w.u. (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła)	[GJ/rok]	3 780,0
7.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu	[kWh/(m³rok)]	84,5
8.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu	[kWh/(m³rok)]	114,3
9.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu	[kWh/(m²rok)]	392,8
6. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1.a	Cena 1 GJ na ogrzewanie	[zł]	61,98
1.b	Cena 1 GJ na produkcję c.w.u.	[zł]	61,98
2.	Opłata 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc	[zł]	11 311,06
3.	Opłata za podgrzanie 1m³ wody użytkowej	[zł]	-
4.	Opłata 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie cwu na miesiąc	[zł]	11 311,06
5.	Opłata za ogrzewanie 1m² pow. użytkowej	[zł]	9,10
6.	Opłata abonamentowa	[zł]	-
7.	Opłata stała niezależnie od mocy	[zł]	-
7. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana suma kredytu [zł]:		3 151 009,09	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]
Planowane koszty całkowite [zł]		3 151 009,09	Premia termomodernizacyjna [zł]
Roczna oszczędność kosztów energii [zł]		270 637,73	48,86%

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 zakupy 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 pełny	[m ²]	170,2
Drzwi zewnętrzne starego typu	[m ²]	24,9
Drzwi zewnętrzne energooszczędne	[m ²]	21,1
Okna PCV	[m ²]	931,1
Okna drewniane	[m ²]	71,1
Podłoga w piwnicach	[m ²]	2 036,1
Stropodach wentylowany	[m ²]	2 202,4
Ściana zewnętrzna	[m ²]	2 097,6
Ściana zewnętrzna piwnic	[m ²]	327,9
Ściana zewnętrzna przy gruncie	[m ²]	631,6
Wysokości		
Zagłębienie w gruncie	[m]	1,80
Najczęstsza wysokość w świetle	[m]	3,50
Wysokość piwnicy w świetle	[m]	3,00
Najczęstsza wysokość brutto	[m]	3,85
Inne dane techniczne		
liczba mieszkań	[szt.]	0
Liczba użytkowników		500
Liczba kondygnacji	[szt.]	3
Liczba klatek schodowych	[szt.]	6
Dane powierzchniowe budynku		
Powierzchnia użytkowa pomieszczeń mieszkalnych	[m ²]	0,00
Powierzchnia użytkowa pomieszczeń niemieszkalnych	[m ²]	4 409,00
Powierzchnia poddasza ogrzewanego	[m ²]	0,0
Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych pozostałych	[m ²]	0,0
Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych netto	[m ²]	4 409,0
Powierzchnia zabudowy	[m ²]	2 200,0
Całkowita powierzchnia brutto	[m ²]	6 600,0
Powierzchnia użytkowa	[m ²]	4 409,00
Dane kubaturowe budynku		
Kubatura netto ogrzewana	[m ³]	15 153
Całkowita kubatura brutto	[m ³]	24 240
Współczynnik kształtu A/V [1/m]		0,56

Opis do uproszczonej dokumentacji technicznej budynku

Zespół Szkół nr 7 w Gdyni, ul. Stawna 4/6




<p>Dane ogólne, forma architektoniczna</p>		<p>Budynek wolnostojący, Wzniesiony w 1962 roku (rozbudowany w 1986) kilku prostokątów. Obiekt posiada dwie kondygnacje nadziemne, podpiwniczony, budynek przykryty dachami płaskimi krytymi papą. W ostatnich latach przybudowany basen</p>
<p>Konstrukcja budynku, technologia wykonania</p>		<p>Ściany zewnętrzne murowane - układ konstrukcyjny podłużny. Stropy gęstożebrowe. Dach płaski, stropodach wentylowany. Nad salą gimnastyczną dach żelbetowy prefabrykowany, pełny.</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 – wymieniona na nową z PVC. Drzwi zewnętrzne główne aluminiowe, dodatkowe 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>Asymetryczny układ elewacji.</p>

STAN TECHNICZNY

<p>Warstwa fakturowa, tynk</p>		<p>Dostateczny, miejscami zły stan techniczny.</p>
<p>Cokół</p>		<p>Stan techniczny cokołu dostateczny. W części budynku zawilgocenia.</p>
<p>Stolarka okienna</p>		<p>Stan techniczny stolarki okiennej PCV dobry - drewnianej zły.</p>
<p>Rynny i rury spustowe, obróbki blacharskie</p>		<p>Rynny i rury spustowe w stanie dostatecznym i złym</p>

Stolarka drzwiowa zewnętrzna		<p>Stan techniczny drzwi zewnętrznych głównych dobry - drzwi dodatkowe starego typu w stanie złym.</p>
Instalacja c.o.		<p>Grzejniki żeliwne w złym stanie technicznym. Brak zaworów termostatycznych.</p>
Źródło ciepła		<p>Rozdzielacz ciepła (węzeł bezpośredni) w złym stanie technicznym.</p>
Wentylacja mechaniczna		<p>Brak</p>

Inwentaryzacja - charakterystyka energetyczna budynku		
Moc zamówiona		
Moc zamówiona c.o.	[kW]	380,0
Moc zamówiona c.w.u.	[kW]	0,0
Sumaryczna moc zamówiona dla budynku	[kW]	380,0
Zużycie energii cieplnej za lata poprzednie		
Sumaryczne średnie zużycie ciepła za lata poprzednie (suma zużycia c.o i c.w.u.)	[GJ/a]	3 780,0
Za okres	-	-
Koszty jednostkowe energii cieplnej na cele c.o. i c.w.u. przed modernizacją (taryfa przedsiębiorstwa ciepłowniczego)		
Opłata stała	[PLN/MW*m-c]	11 311,06 zł
Opłata zmienna	[PLN/GJ]	61,98 zł

Inwentaryzacja - charakterystyka systemu grzewczego oraz instalacji

System grzewczy		
Rodzaj zasilania budynku, opis urządzeń	Budynek zasilany w ciepło z miejskiej sieci ciepłowniczej za pośrednictwem węzła cieplnego grupowego - własność dostawcy ciepła. W budynku zainstalowanop rozdzielacz ciepła. Instalacja c.o. oparta o grzejniki żeliwne i favier bez zaworów trermostatycznych, stan techniczny zły.	
Sposób użytkowania	Zakłada się, że system pracuje bez dobowych i godzinowych przerw w ogrzewaniu.	
Modernizacje systemu po roku 1984	brak	
Instalacja centralnego ogrzewania budynku		
Zasilanie instalacji	pompowe	
Parametry wody instalacyjnej	[st. C]	85/60
Rodzaj grzejników / usytuowanie	żeliwne i favier usytuowane pod oknami	
Rodzaj przewodów instalacyjnych	stalowe	
Zawory z głowicami termostatycznymi	brak	
Zawory regulacyjne podpiłowe	brak	
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	-	1,00
Sprawność przesyłania	-	0,96
Sprawność regulacji i wykorzystania	-	0,77
Sprawność akumulacji	-	1,00
Współczynnik przerw tygodniowych	-	1,00
Współczynnik przerw dobowych	-	1,00
Instalacja ciepłej wody użytkowej		
Sposób przygotowania c.w.u., opis urządzeń	Przygotowanie 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	-	29 580
Średni współczynnik c _r dla budynku	-	1,00
Strumień powietrza wentylacyjnego	-	29 580

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	15152,6	1,95	29580
SUMA				29580
Wielkości sumarycznie				
Obliczeniowa ilość powietrza wentylacyjnego			[m ³ /h]	29580
Średni współczynnik korekcyjny (c_{r, c_w})			-	1,00
Strumień powietrza wentylacyjnego przed modernizacją			[m ³ /h]	29580

Stan techniczny budynku, wskazanie przedsięwzięć termomodernizacyjnych

System grzewczy		
Element	Stan techniczny	Proponowane rozwiązanie
Zasilanie budynku	Budynek zasilany w ciepło z węzła ciepłego bezpośredniego zasilanego z m.s.c. Zły stan techniczny	Montaż przyłącza ciepłowniczego wysokich parametrów oraz węzła ciepłego dwufunkcyjnego. Pełna automatyka obiegu grzewczego, regulacja pogodowa. Montaż regulacji godzinowo-dobowej. Wymiana instalacji c.o. - instalacja na bazie grzejników stalowych płytowych wyposażonych w zawory termostatyczne lub regulatory strefowe. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej.
Poziomy c.o. w piwnicy	Stan techniczny zły	
Urządzenia wykonawcze - grzejniki c.o.	Konwektory wodne żeliwne i fawier, zły stan techniczny.	
Element	Stan techniczny	Proponowane rozwiązanie
Ściany zewnętrzne	Ściany zewnętrzne nieocieplone, dostateczny, miejscami zły stan techniczny elewacji. W części niepodpiwniczonej widoczne ślady działania wody - odparzenia tynku i zawilgocenia w strefie przyziemnej.	Przewiduje się docieplenie ścian zewnętrznych kondygnacji nadziemnych 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 dobrym stanie technicznym. Pozostała stolarka drewniana w stanie złym.	Przewiduje się wymianę okien drewnianych 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 i złym.	Przewiduje się wymianę drzwi zewnętrznych starego typu na energooszczędne.
Dach / stropodach	Dachy nad całością budynku niedocieplone. Zły stan techniczny pokrycia papowego.	Przewiduje się docieplenie dachu płaskiego pełnego za pomocą styropianu EPS 100 lub wełny mineralnej o współczynniku przewodzenia ciepła nie większym niż 0,038 W/mK. Pokrycie papą termozgrzewalną. Docieplenie stropodachu wentylowanego za pomocą wełny mineralnej lub celulozy luzem (metoda pneumatyczna) - współczynnik przewodzenia ciepła nie większy niż 0,038 W/mK. Wymiana pokrycia dachowego.
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. - dostosowanie do nowego źródła zasilania. Montaż termostatycznych zaworów podpiwniczych oraz urządzeń do czasowego ograniczenia 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 zewnętrznych kondygnacji nadziemnych

Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	8 334,00	zł/(MW) ×miesiąc
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	55,65	zł/GJ
Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{wo} =$	20,0	°C
Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{zo} =$	-16,0	°C
Liczba stopniodni,	$S_d =$	3 597	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U =$	1,43	W/(m ² ×K)
Powierzchnia ścian - powierzchnia zewnętrzna netto po odjęciu otworów okiennych i drzwiowych	$A_{\Sigma c} =$	2 097,6	m ²
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego	$W_E =$	20,90	(zł×K)/W×a

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się docieplenie ścian zewnętrznych kondygnacji 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	0,192	54 186,08 zł	13,332	722 406,55 zł
Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 15 cm	350,55 zł/m ²	4,84	0,181	54 675,41 zł	13,449	735 306,67 zł
Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 10 cm	319,80 zł/m ²	3,23	0,255	51 424,67 zł	-	670 806,08 zł
Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 12 cm	332,10 zł/m ²	3,87	0,219	53 000,24 zł	-	696 606,32 zł
Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący $R = 5,216$ 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	$O_m =$	8 334,00	zł/(MW) ×miesiąc
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	55,65	zł/GJ
Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{wo} =$	20,0	°C
Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{zo} =$	-16,0	°C
Liczba stopniodni,	$S_d =$	3 597	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U =$	1,43	W/(m ² ×K)
Powierzchnia ścian - powierzchnia zewnętrzna netto po odjęciu otworów okiennych i drzwiowych	$A_{\Sigma c} =$	327,9	m ²
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego	$W_E =$	20,90	(zł×K)/W×a

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się docieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych w strefie cokołowej za pomocą styropianu specjalnego (grafitowego) o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,031$ W/mK. Na podstawie poniższej analizy ekonomicznej wykazano optymalną grubość izolacji równą 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	8 471,56 zł	15,141	128 270,45 zł
Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 15 cm	399,75 zł/m ²	4,84	0,181	8 548,07 zł	15,336	131 094,02 zł
Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 10 cm	356,70 zł/m ²	3,23	0,255	8 039,84 zł	-	116 976,20 zł
Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 12 cm	373,92 zł/m ²	3,87	0,219	8 286,17 zł	-	122 623,32 zł
Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący $R = 5,216$ 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	$O_m =$	8 334,00	zł/(MW) ×miesiąc
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	55,65	zł/GJ
Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{wo} =$	20,0	°C
Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{zo} =$	-16,0	°C
Liczba stopniodni,	$S_d =$	3 597	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U =$	0,62	W/(m ² ×K)
Powierzchnia ścian - powierzchnia zewnętrzna netto po odjęciu otworów okiennych i drzwiowych	$A_{\Sigma c} =$	631,6	m ²
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego	$W_E =$	20,90	(zł×K)/W×a

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się docieplenie ścian zewnętrznych kondygnacji piwnicznej przy gruncie za pomocą styropianu ekstrudowanego o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,036$ 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	0,173	5 872,38 zł	49,209	288 972,02 zł
Docieplenie ścian fundamentowych - styropian ekstrudowany - 14 cm	477,24 zł/m ²	3,89	0,156	6 096,72 zł	49,437	301 400,92 zł
Docieplenie ścian fundamentowych - styropian ekstrudowany - 10 cm	437,88 zł/m ²	2,78	0,197	5 555,67 zł	49,777	276 543,11 zł
Docieplenie ścian fundamentowych - styropian ekstrudowany - 8 cm	418,20 zł/m ²	2,22	0,23	5 120,19 zł	-	264 114,21 zł
Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący $R = 5,78$ 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	$O_m =$	11 311,06	zł/(MW) ×miesiąc
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	61,98	zł/GJ
Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{wo} =$	20,0	°C
Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{zo} =$	-16,0	°C
Liczba stopniodni,	$S_d =$	3 597	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U =$	0,96	W/(m ² ×K)
Powierzchnia stropu/dachu/podłogi poddasza	$A =$	2 202,4	m ²
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego	$W_E =$	24,15	(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	0,131	43 924,53 zł	10,176	446 977,08 zł
Docieplenie stropodachu wentylowanego - wełna mineralna luzem 30 cm	233,70 zł/m ²	7,89	0,112	44 951,38 zł	11,450	514 700,88 zł
Docieplenie stropodachu wentylowanego - wełna mineralna luzem 35 cm	264,00 zł/m ²	9,21	0,098	45 714,73 zł	12,719	581 433,60 zł
Docieplenie stropodachu wentylowanego - wełna mineralna luzem 20 cm	172,20 zł/m ²	5,26	0,159	42 469,32 zł	-	379 253,28 zł
Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący $R = 7,624$ 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 docieplenia dachu płaskiego

Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	11 311,06	zł/(MW) ×miesiąc
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	61,98	zł/GJ
Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{wo} =$	20,0	°C
Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{zo} =$	-16,0	°C
Liczba stopniodni,	$S_d =$	3 597	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U =$	0,79	W/(m ² ×K)
Powierzchnia stropu/dachu/podłogi poddasza	$A =$	170,2	m ²
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego	$W_E =$	24,15	(zł×K)/W×a

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

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

Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	DR	U_m	DO_{rU}	SPBT	Nu
Docieplenie dachu - styropian EPS 100 lub wełna mineralna - 22 cm	218,94 zł/m ²	5,79	0,142	2 649,14 zł	14,069	37 270,16 zł
Docieplenie dachu - styropian EPS 100 lub wełna mineralna - 25 cm	233,70 zł/m ²	6,58	0,127	2 707,68 zł	14,693	39 782,75 zł
Docieplenie dachu - styropian EPS 100 lub wełna mineralna - 30 cm	258,00 zł/m ²	7,89	0,109	2 782,84 zł	15,782	43 919,34 zł
Docieplenie dachu - styropian EPS 100 lub wełna mineralna - 20 cm	209,10 zł/m ²	5,26	0,153	2 602,26 zł	-	35 595,09 zł
Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący $R = 7,062$ 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 drewnianej

Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	8 334,00	zł/(MW)×miesiąc]
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	55,65	zł/GJ
Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{wo} =$	20,0	°C
Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{zo} =$	-16,0	°C
Liczba stopniodni,	$S_d =$	3 597	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U =$	3,12	W/(m ² ×K)
Powierzchnia okien do wymiany	$A =$	71,1	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	3 299,07 zł	20,682	68 232,53 zł
Wymiana okien na stolarkę PCV, $U = 1,3$ W/m ² K	934,80 zł/m ²	1,00	1,30	2 704,64 zł	24,581	66 482,98 zł
Wymiana okien na stolarkę PCV, $U = 1,6$ W/m ² K	910,20 zł/m ²	1,00	1,60	2 258,82 zł	28,658	64 733,42 zł
Wymiana okien na stolarkę PCV, $U = 1,8$ W/m ² K	885,60 zł/m ²	1,00	1,80	1 961,61 zł	32,108	62 983,87 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 starego typu

Dane ogólne do obliczeń

Opiata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	8 334,00	zł/(MW) ×miesiąc]
Opiata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	55,65	zł/GJ
Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{wo} =$	20,0	°C
Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{zo} =$	-16,0	°C
Liczba stopniodni,	$S_d =$	3 597	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U =$	3,60	W/(m ² ×K)
Powierzchnia drzwi do wymiany	$A =$	24,9	m ²
Współczynniki przepływu powietrza przez szczeliny okien lub drzwi przed i po termomodernizacji, określone w oparciu o Tabelę 1 z rozporządzenia MI	$a_0 =$	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, U = 1,3 W/m ² K	2 952,00 zł/m ²	1,00	1,30	1 196,67 zł	61,425	73 504,80 zł
Wymiana drzwi na stolarkę energooszczędną, U = 1,7 W/m ² K	2 706,00 zł/m ²	1,00	1,70	988,55 zł	68,160	67 379,40 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			
$O_m =$	11 311,06	[zł/(MW × miesiąc)]	Opłata za 1MW mocy zamówionej
$O_z =$	61,98	[zł/GJ]	Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej
$t_{wo} =$	20,0	[°C]	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z Polską Normą
$t_{zo} =$	-16,0	[°C]	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą
$S_d =$	3 597	[dzień × K/a]	Liczba stopniodni,
SPBT		[lata]	Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych
DO_{ru}		[zł/a]	Roczna oszczędność kosztów eksploatacyjnych w wyniku uprawnienia termomodernizacyjnego
Nu		[zł]	Planowane koszty robót

DO_{rd}	SPBT	Rodzaj usprawnienia	Nu
16 898,36	12,840	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.	216 972,00
11 621,30	17,781	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.	206 640,00

Wymiennik obrotowy:

krzyżowy:

Oszczędność energii dla wentylacji po modernizacji: 137,3 GJ/a

76,9 GJ/a

Redukcja mocy po modernizacji: 61,8 kW

50,5 kW

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

Dane ogólne do obliczeń:

$O_{m0} =$	11 311,06	[zł/(MW × miesiąc)]	Opłata za 1MW mocy zamówionej przed modernizacją
$O_{z0} =$	61,98	[zł/GJ]	Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej przed modernizacją
$O_{m1} =$	8 334,00	[zł/GJ]	Opłata za 1MW mocy zamówionej po modernizacji
$O_{z1} =$	55,65	[zł/GJ]	Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej po modernizacji
$Q_{ocw} =$	291,2	[GJ/rok]	Zapotrzebowanie na ciepło przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego, określone zgodnie z Polską Normą dotyczącą instalacji wodociągowych, wymagania w projektowaniu
Q_{1cw}		[GJ/rok]	
$q_{ocw} =$	41,2	[kW]	Zapotrzebowanie na moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego, określone zgodnie z Polską Normą dotyczącą instalacji wodociągowych, wymagania w projektowaniu
q_{1cw}		[kW]	
SPBT		[lata]	Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych
DOr_{cw}		[zł/a]	Roczna oszczędność kosztów eksploatacyjnych w wyniku uprawnienia termomodernizacyjnego
Ncw		[zł]	Planowane koszty robót

Q_1	q_1	DOr_{cw}	SPBT	Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	Ncw
247,7	41,2	5 743,67	35,763	Wymiana instalacji c.w.u. - dostosowanie do nowego źródła zasilania. Montaż termostatycznych zaworów podpionowych oraz urządzeń do czasowego ograniczenia pracy cyrkulacji.	-	205 410,00 zł
291,2	41,2	0,00	-	Brak modernizacji systemu c.w.u.	0,00 zł	0,00 zł

- optymalne usprawnienie systemu c.w.u.

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

0,80 dm ³ /m ² *d	Wartość jednostkowego dobowego zapotrzebowania na ciepłą wodę użytkową - szkoła
0,25 dm ³ /m ² *d	Wartość jednostkowego dobowego zapotrzebowania na ciepłą wodę użytkową - sport
2,50 dm ³ /m ² *d	Wartość jednostkowego dobowego zapotrzebowania na ciepłą wodę użytkową - gastr
10 st.C	Przyjęta temperatura wody zimnej
55 st.C	Przyjęta temperatura wody podgrzanej
3,84728 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.
50,00 %	Średnia sprawność wytwarzania c.w.u.
291,2 GJ/a	Średnie roczne zapotrzebowanie na ciepło c.w.u. dla budynku
0,385 m ³ /h	Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. dla budynku ($Q_{\text{śrh}}$)
2,046 -	Współczynnik nierównomierności rozbioru wody
0,787 m ³ /h	Maksymalne godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. dla budynku (Q_{maxh})
0 dm ³	Rzeczywista pojemność zasobników c.w.u.
41,2 kW	Moc cieplna dla potrzeb c.w.u. bez uwzględnienia akumulacji (q_{maxh})
41,2 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.	1,00	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:

$O_m =$	11 311,06	[zł/(MW ×miesiąc]	Opłata za 1MW mocy zamówionej przed modernizacją
$O_{m1} =$	8 334,00	[zł/(MW ×miesiąc]	Opłata za 1MW mocy zamówionej po modernizacji systemu grzewczego
$O_z =$	61,98	[zł/GJ]	Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej przed modernizacją
$O_{z1} =$	55,65	[zł/GJ]	Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej po modernizacji systemu grzewczego
$Q_{oco} =$	4 604,7	[GJ]	Sezonowe zapotrzebowanie budynku na ciepło przed termomodernizacją, określone zgodnie z Polską Normą
$q_0 =$	702,1	[kW]	Zapotrzebowanie na moc ciepłą budynku
$h_0 =$	0,74	-	Sprawność ogólna systemu przed modernizacją
w_{t0}	1,00	-	Współczynnik określający przerwyw ogrzewaniu w okresie tygodnia
w_{d0}	1,00	-	Współczynnik określający przerwyw ogrzewaniu w okresie doby
SPBT		[lata]	Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych
DO_{rU}		[zł/a]	Roczna oszczędność kosztów eksploatacyjnych w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego
Nu		[zł]	Planowane koszty robót

DO_{rU}	h_1	q_1	h_g	h_d	h_e	h_s	w_{t1}	w_{d1}	Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	SPBT	N_{co}
95 216,35	0,84	702,1	0,99	0,96	0,88	1,00	1,00	0,95	Montaż przyłącza ciepłowniczego wysokich parametrów oraz węzła cieplnego dwufunkcyjnego. Pełna automatyka obiegu grzewczego, regulacja pogodowa. Montaż regulacji godzinowo-dobowej. Wymiana instalacji c.o. - instalacja na bazie grzejników stalowych płytowych wyposażonych w zawory termostaticzne lub regulatory strefowe. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej.	-	9,17	872 993,50 zł
0,00	0,74	702,1	1,00	0,96	0,77	1,00	1,00	1,00	Brak modernizacji systemu grzewczego.	0,00	-	0,00

- optymalne usprawnienie systemu grzewczego

Część trzecia

Wybór optymalnego przedsięwzięcia
termomodernizacyjnego, analiza
ekonomiczna i energetyczna, wnioski

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

L.p.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego albo wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót [zł]	SPBT [lata]
1	Docieplenie dachu płaskiego (stropodach niewentylowany) styropianem EPS 100 lub wełną mineralną 0,038 W/mK - 22 cm oraz stropodachów wentylowanych - metoda pneumatyczna, wełna mineralna lub celuloza 0,038 W/mK luzem - warstwa 25 cm. Wymiana pokrycia dachowego.	484 247,24	10,40
2	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.	216 972,00	12,84
3	Docieplenie ścian zewnętrznych przy gruncie - styropian ekstrudowany o współczynniku przewodzenia ciepła 0,036 W/mK, 12 cm. Docieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych (kondygnacje i cokół) - styropian specjalny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK, 14 cm.	1 139 649,02	16,63
4	Wymiana okien drewnianych w całym budynku na stolarkę PCV o maksymalnym współczynniku przenikania ciepła 0,9 W/m ² K. Wymiana drzwi starego typu na energooszczędne, U=1,3 W/m ² K.	141 737,33	31,53
5	Wymiana instalacji c.w.u. - dostosowanie do nowego źródła zasilania. Montaż termostatycznych zaworów podpionowych oraz urządzeń do czasowego ograniczenia pracy cyrkulacji.	205 410,00	35,76

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

L.p.	Zakres usprawnienia termomodernizacyjnego albo wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Rodzaj usprawnienia termomodernizacyjnego albo wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Wartości sprawności składowych h oraz współczynników w	
1	Wytwarzania ciepła, np. wymiana lokalnego wbudowanego źródła ciepła	Montaż węzła cieplnego i przyłącza c.o.	$h_g =$	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	Wymiana instalacji c.o.	$h_e =$	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>Montaż przyłącza ciepłowniczego wysokich parametrów oraz węża ciepłego dwufunkcyjnego. Pełna automatyka obiegów grzewczych, regulacja pogodowa. Montaż regulacji godzinowo-dobowej. Wymiana instalacji c.o. - instalacja na bazie grzejników stalowych płytowych wyposażonych w zawory termostatyczne lub regulatory strefowe. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii ciepłej.</p> <p>Docieplenie dachu płaskiego (stropodach niewentylowany) styropianem EPS 100 lub wełną mineralną 0,038 W/mK - 22 cm oraz stropodachów wentylowanych - metoda pneumatyczna, wełna mineralna lub celuloza 0,038 W/mK luzem - warstwa 25 cm. Wymiana pokrycia dachowego.</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 ścian zewnętrznych przy gruncie - styropian ekstrudowany o współczynniku przewodzenia ciepła 0,036 W/mK, 12 cm. Docieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych (kondygnacje i cokół) - 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 starego typu na energooszczędne, U=1,3 W/m²K.</p> <p>Wymiana instalacji c.w.u. - dostosowanie do nowego źródła zasilania. Montaż termostatycznych zaworów podpionowych oraz urządzeń do czasowego ograniczenia pracy cyrkulacji.</p>	447,3	41,2	2717,4	247,7	0,836	3334,4	48,86%	90 000,00
2	<p>Montaż przyłącza ciepłowniczego wysokich parametrów oraz węża ciepłego dwufunkcyjnego. Pełna automatyka obiegów grzewczych, regulacja pogodowa. Montaż regulacji godzinowo-dobowej. Wymiana instalacji c.o. - instalacja na bazie grzejników stalowych płytowych wyposażonych w zawory termostatyczne lub regulatory strefowe. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii ciepłej.</p> <p>Docieplenie dachu płaskiego (stropodach niewentylowany) styropianem EPS 100 lub wełną mineralną 0,038 W/mK - 22 cm oraz stropodachów wentylowanych - metoda pneumatyczna, wełna mineralna lub celuloza 0,038 W/mK luzem - warstwa 25 cm. Wymiana pokrycia dachowego.</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 ścian zewnętrznych przy gruncie - styropian ekstrudowany o współczynniku przewodzenia ciepła 0,036 W/mK, 12 cm. Docieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych (kondygnacje i cokół) - 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 starego typu na energooszczędne, U=1,3 W/m²K.</p>	447,3	41,2	2717,4	291,2	0,836	3378,0	48,19%	90 000,00

3	Montaż przyłącza ciepłowniczego wysokich parametrów oraz węża ciepłego dwufunkcyjnego. Pełna automatyka obiegów grzewczych, regulacja pogodowa. Montaż regulacji godzinowo-dobowej. Wymiana instalacji c.o. - instalacja na bazie grzejników stalowych płytowych wyposażonych w zawory termostatyczne lub regulatory strefowe. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii ciepłej.	455,1	41,2	2782,1	291,2	0,836	3451,4	47,07%	90 000,00
	Docieplenie dachu płaskiego (stropodach niewentylowany) styropianem EPS 100 lub wełną mineralną 0,038 W/mK - 22 cm oraz stropodachów wentylowanych - metoda pneumatyczna, wełna mineralna lub celuloza 0,038 W/mK luzem - warstwa 25 cm. Wymiana pokrycia dachowego.								
	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 ścian zewnętrznych przy gruncie - styropian ekstrudowany o współczynniku przewodzenia ciepła 0,036 W/mK, 12 cm. Docieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych (kondygnacje i cokół) - styropian specjalny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK, 14 cm.								
4	Montaż przyłącza ciepłowniczego wysokich parametrów oraz węża ciepłego dwufunkcyjnego. Pełna automatyka obiegów grzewczych, regulacja pogodowa. Montaż regulacji godzinowo-dobowej. Wymiana instalacji c.o. - instalacja na bazie grzejników stalowych płytowych wyposażonych w zawory termostatyczne lub regulatory strefowe. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii ciepłej.	570,8	41,2	3851,5	291,2	0,836	4666,1	28,44%	90 000,00
	Docieplenie dachu płaskiego (stropodach niewentylowany) styropianem EPS 100 lub wełną mineralną 0,038 W/mK - 22 cm oraz stropodachów wentylowanych - metoda pneumatyczna, wełna mineralna lub celuloza 0,038 W/mK luzem - warstwa 25 cm. Wymiana pokrycia dachowego.								
	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.								
5	Montaż przyłącza ciepłowniczego wysokich parametrów oraz węża ciepłego dwufunkcyjnego. Pełna automatyka obiegów grzewczych, regulacja pogodowa. Montaż regulacji godzinowo-dobowej. Wymiana instalacji c.o. - instalacja na bazie grzejników stalowych płytowych wyposażonych w zawory termostatyczne lub regulatory strefowe. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii ciepłej.	632,8	41,2	4189,8	291,2	0,836	5050,3	22,55%	90 000,00
	Docieplenie dachu płaskiego (stropodach niewentylowany) styropianem EPS 100 lub wełną mineralną 0,038 W/mK - 22 cm oraz stropodachów wentylowanych - metoda pneumatyczna, wełna mineralna lub celuloza 0,038 W/mK luzem - warstwa 25 cm. Wymiana pokrycia dachowego.								
6	Montaż przyłącza ciepłowniczego wysokich parametrów oraz węża ciepłego dwufunkcyjnego. Pełna automatyka obiegów grzewczych, regulacja pogodowa. Montaż regulacji godzinowo-dobowej. Wymiana instalacji c.o. - instalacja na bazie grzejników stalowych płytowych wyposażonych w zawory termostatyczne lub regulatory strefowe. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii ciepłej.	702,1	41,2	4604,7	291,2	0,836	5521,6	15,32%	45 000,00

DOKUMENTACJA WYBORU OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO BUDYNKU

L.p.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite [zł]	Roczne oszczędności kosztów energii [zł/rok]	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej) [%]	Optymalna kwota kredytu [zł]/[%]	20% kredytu [zł]	16% kosztów całkowitych [zł]	Dwukrotność rocznej oszczędności kosztów energii [zł]
1	WARIANT 1	3 151 009,09	270 637,73	48,86%	3 151 009,09	630 201,82	504 161,45	541 275,47
					100,00			
2	WARIANT 2	2 945 599,09	268 212,25	48,19%	2 945 599,09	589 119,82	471 295,85	536 424,49
					100,00			
3	WARIANT 3	2 803 861,76	263 348,58	47,07%	2 803 861,76	560 772,35	448 617,88	526 697,16
					100,00			
4	WARIANT 4	1 664 212,74	184 182,58	28,44%	1 664 212,74	332 842,55	266 274,04	368 365,15
					100,00			
5	WARIANT 5	1 447 240,74	156 603,17	22,55%	1 447 240,74	289 448,15	231 558,52	313 206,33
					100,00			
6	WARIANT 6	917 993,50	123 443,91	15,32%	917 993,50	183 598,70	146 878,96	246 887,81
					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:

Docieplenie dachu płaskiego (stropodach niewentylowany) styropianem EPS 100 lub wełną mineralną 0,038 W/mK - 22 cm oraz stropodachów wentylowanych - metoda pneumatyczna, wełna mineralna lub celuloza 0,038 W/mK luzem - warstwa 25 cm. Wymiana pokrycia dachowego.

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 ścian zewnętrznych przy gruncie - styropian ekstrudowany o współczynniku przewodzenia ciepła 0,036 W/mK, 12 cm. Docieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych (kondygnacje i cokół) - 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 starego typu na energooszczędne, U=1,3 W/m²K.

Wymiana instalacji c.w.u. - dostosowanie do nowego źródła zasilania. Montaż termostatycznych zaworów podpiwnych oraz urządzeń do czasowego ograniczenia pracy cyrkulacji.

Montaż przyłącza ciepłowniczego wysokich parametrów oraz węzła ciepłego dwufunkcyjnego. Pełna automatyka obiegów grzewczych, regulacja pogodowa. Montaż regulacji godzinowo-dobowej. Wymiana instalacji c.o. - instalacja na bazie grzejników stalowych płytowych wyposażonych w zawory termostatyczne lub regulatory strefowe. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej.

UWAGA:

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

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

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

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

mgr inż. Jarosław Kozub

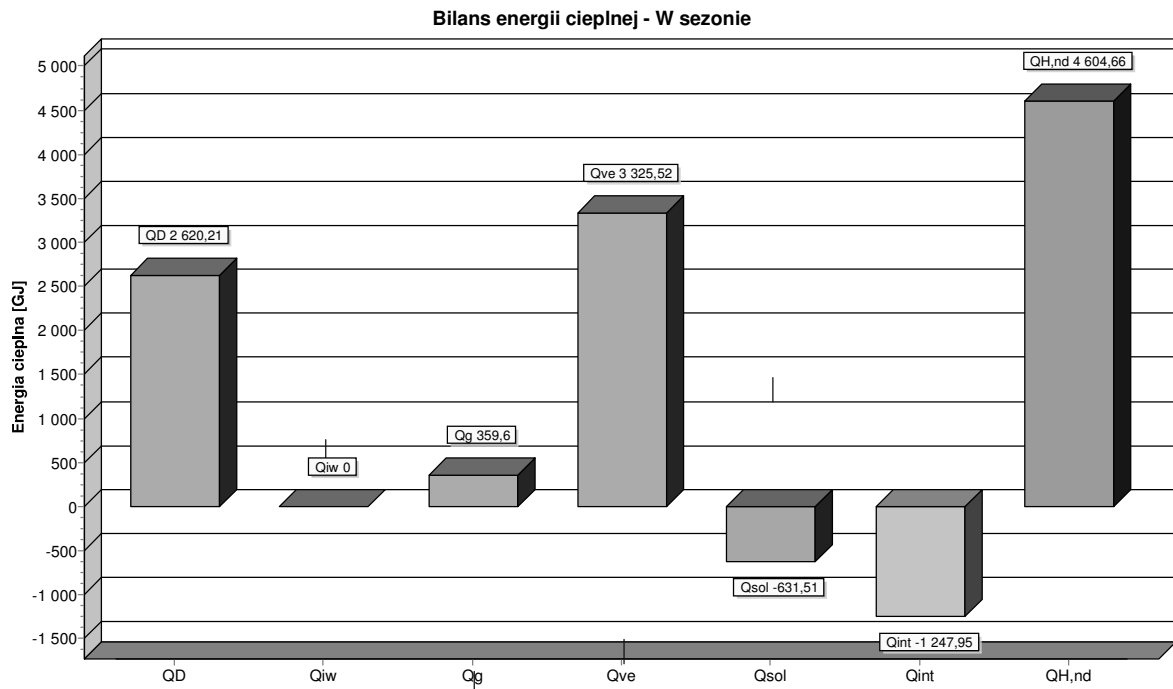
Załącznik 1

**Bilans energetyczny budynku przed
modernizacją**

Wyniki - Ogólne

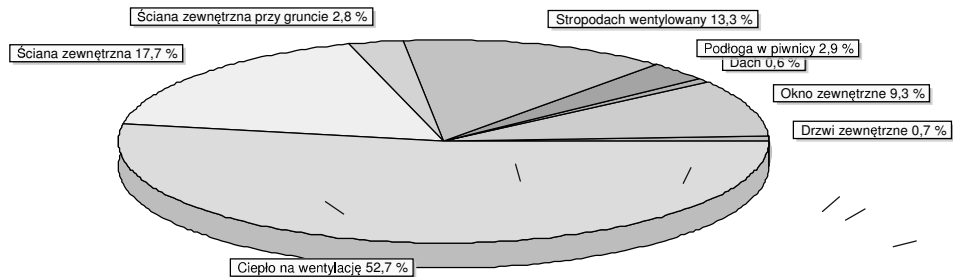
Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Bilans energetyczny budynku - stan obecny	
	Zespół Szkół nr 7	
Miejscowość:	Gdynia	
Adres:	Stawna 4/6	
Projektant:	Marcin Rosenow	
Plik danych:	C:\Users\hp\Desktop\Robocze\UM Gdynia\ZS 7\Z	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
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 :	4409,0	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	15152,7	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	318823	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	383314	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	702136	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	702136	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 $V_{v,H}$:	29579,7	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	4604,66	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	1279074	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	4409	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	15152,7	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	1044,4	MJ/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	290,1	kWh/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	303,9	MJ/(m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	84,4	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_{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	385,48	0,00	52,67	478,22	0,976	36,84	141,71	742,15
■	Luty	28	1,2	363,89	0,00	49,69	499,84	0,979	37,09	128,00	751,80
■	Marzec	31	3,5	352,87	0,00	48,28	437,68	0,959	74,20	141,71	631,77
■	Kwiecień	30	7,7	253,12	0,00	34,83	324,15	0,907	114,67	137,14	383,75
■	Maj	31	10,7	196,34	0,00	27,21	243,07	0,821	151,81	141,71	225,55
■	Czerwiec	0	15,5	89,01	0,00	12,74	113,32	0,564	158,45	137,14	48,25
■	Lipiec	0	18,7	26,36	0,00	3,80	32,44	0,196	169,35	141,71	1,70
■	Sierpień	0	16,3	75,03	0,00	10,83	92,32	0,517	136,11	141,71	34,41
■	Wrzesień	30	14,5	110,05	0,00	15,57	140,35	0,728	92,34	137,14	99,04
■	Październik	31	8,7	239,82	0,00	33,07	297,12	0,926	62,88	141,71	380,57
■	Listopad	30	4,0	330,97	0,00	45,31	424,16	0,972	32,03	137,14	636,06
■	Grudzień	31	1,9	387,66	0,00	52,96	480,92	0,978	29,65	141,71	753,98
	W sezonie	273	8,8	2620,21	0,00	359,60	3325,52	0,905	631,51	1247,95	4604,66

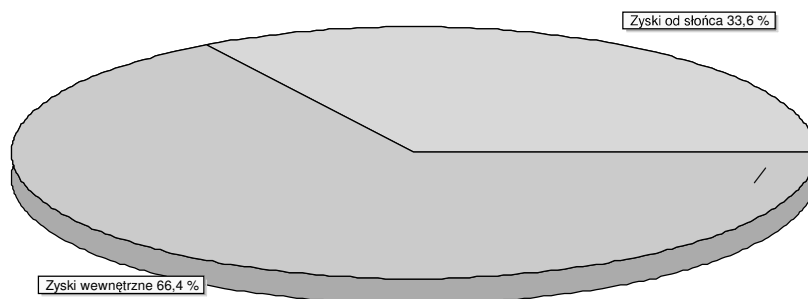
Szczegółowe zestawienie strat energii cieplnej



0,7 % Drzwi zewnętrzne	9,3 % Okno zewnętrzne	0,6 % Dach
2,9 % Podłoga w piwnicy	13,3 % Stropodach wentylowany	2,8 % Ściana zewnętrzna przy gruncie
17,7 % Ściana zewnętrzna	52,7 % Ciepło na wentylację	

Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
Drzwi zewnętrzne	45,42	12617	0,7
Okno zewnętrzne	587,32	163143	9,3
Dach	35,43	9841	0,6
Podłoga w piwnicy	185,04	51401	2,9
Stropodach wentylowany	838,54	232929	13,3
Ściana zewnętrzna przy gruncie	174,55	48487	2,8
Ściana zewnętrzna	1113,50	309305	17,7
Ciepło na wentylację	3325,52	923757	52,7
Razem	6305,33	1751480	100,0

Szczegółowe zestawienie zysków energii cieplnej







33,6 % Zyski od słońca 66,4 % Zyski wewnętrzne

Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
*Zyski od słońca	631,51	175419	33,6
Zyski wewnętrzne	1247,95	346653	66,4
Σ Razem	1879,46	522072	100,0

Wyniki - Zestawienie przegród

Opis	U	A
	W/m ² ·K	m ²
Dach pełny	0,786	170,23
Drzwi zewnętrzne starego typu	3,600	24,90
Drzwi zewnętrzne energooszczędne	1,600	21,12
Okna PCV	1,300	931,09
Okna drewniane	3,120	71,12
Podłoga w piwnicach	0,460	2036,07
Stropodach wentylowany	0,957	2202,40
Ściana zewnętrzna	1,428	2097,58
Ściana zewnętrzna piwnic	1,428	327,94
Ściana zewnętrzna przy gruncie	0,618	631,55

Wyniki - Przegrody

D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R
m		W/(m·K)	kg/m ³	kJ/(kg·K)	m ² ·K/W
 D	Dach pełny				
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0060	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,033
0,1000	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,840	0,100
0,0360	Płyty pilśniowe porowate.	0,050	300	2,510	0,720
0,2400	Strop DMS		1200	0,840	0,260
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m 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]:					1,272
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:					0,786
 PG	Podłoga w piwnicach				
Rodzaj przegrody: Podłoga w piwnicy, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
Ściana przy podłożu: SG					
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Z_{gw} : 5,00 m					
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z : 2,50 m					
0,0500	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,840	0,050
0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,028
0,1000	Podkład z betonu chudego.	1,050	1900	0,840	0,095
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R_g , [m ² ·K/W]:					2,000
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]:					2,173
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:					0,460
 SC	Ściana zewnętrzna piwnic				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
0,3800	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,494
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m 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]:					0,700
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:					1,428
 SG	Ściana zewnętrzna przy gruncie				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna przy gruncie, Warunki wilgotności: Średni					
Podłoga przyległa do ściany: PG					
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z : 2,50 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]:					1,113
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]:					1,619

Wyniki - Przegrody

D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R
m		W/(m·K)	kg/m ³	kJ/(kg·K)	m ² ·K/W
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,618
STR	Stropodach wentylowany				
Rodzaj przegrody: Stropodach wentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wilgot					
0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,028
0,1000	Płyta panwiowa	1,000	2200		0,100
Opór warstwy powietrznej stropodachu o śr. wys. H = 1 m, [m ² ·K/W]:					0,160
Suma oporów ciepła połaci dachowej i war. powietrza, [m ² ·K/W]:					0,000
0,1500	Żużel wielkopiecowy granulat lub keramzy	0,260	900	0,750	0,577
0,2400	Strop DMS		1200	0,840	0,260
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
Opór przejmowania wewnątrz R _i , [m 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]:					1,045
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,957
SZ	Ściana zewnętrzna				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
0,3800	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,494
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
Opór przejmowania wewnątrz R _i , [m 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]:					0,700
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					1,428

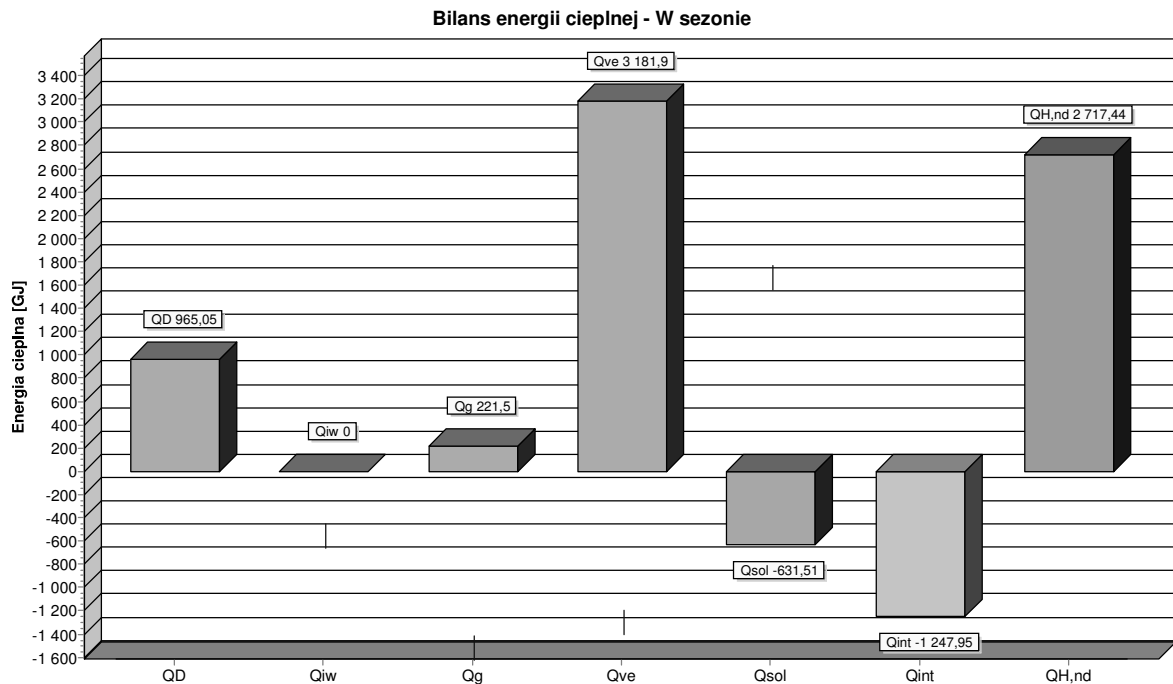
Załącznik 2

Bilans energetyczny budynku dla
optymalnego wariantu przedsięwzięcia
termomodernizacyjnego

Wyniki - Ogólne

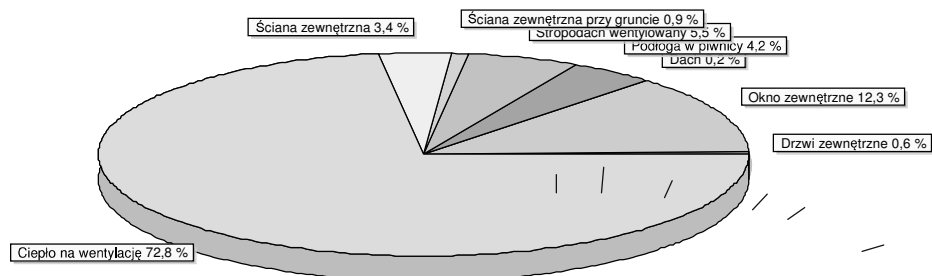
Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Bilans energetyczny budynku - wariant pierwszy	
	Zespół Szkół nr 7	
Miejscowość:	Gdynia	
Adres:	Stawna 4/6	
Projektant:	Marcin Rosenow	
Plik danych:	C:\Users\hp\Desktop\Robocze\UM Gdynia\ZS 7\Z	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
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 :	4409,0	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	15152,7	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	125809	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	321512	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	447320	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	447320	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 $V_{v,H}$:	31453,1	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	2717,44	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	754843	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	4409	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	15152,7	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	616,3	MJ/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	171,2	kWh/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	179,3	MJ/(m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	49,8	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	η _{H,gn}	Q _{sol} GJ/rok	Q _{int} GJ/rok	Q _{H,nd} GJ/rok
■	Styczeń	31	2,0	141,72	0,00	32,44	456,08	0,975	36,84	141,71	456,23
■	Luty	28	1,2	133,76	0,00	30,61	476,51	0,980	37,09	128,00	479,16
■	Marzec	31	3,5	129,77	0,00	29,74	417,77	0,952	74,20	141,71	371,64
■	Kwiecień	30	7,7	93,20	0,00	21,45	310,48	0,879	114,67	137,14	203,82
■	Maj	31	10,7	72,51	0,00	16,76	234,07	0,757	151,81	141,71	101,12
■	Czerwiec	0	15,5	33,95	0,00	7,85	113,24	0,474	158,45	137,14	15,02
■	Lipiec	0	18,7	10,14	0,00	2,34	32,71	0,145	169,35	141,71	0,24
■	Sierpień	0	16,3	28,85	0,00	6,67	93,11	0,428	136,11	141,71	9,76
■	Wrzesień	30	14,5	41,50	0,00	9,59	138,41	0,651	92,34	137,14	40,05
■	Październik	31	8,7	88,34	0,00	20,37	284,94	0,905	62,88	141,71	208,54
■	Listopad	30	4,0	121,73	0,00	27,91	404,99	0,970	32,03	137,14	390,56
■	Grudzień	31	1,9	142,52	0,00	32,62	458,63	0,977	29,65	141,71	466,31
	W sezonie	273	8,8	965,05	0,00	221,50	3181,90	0,878	631,51	1247,95	2717,44

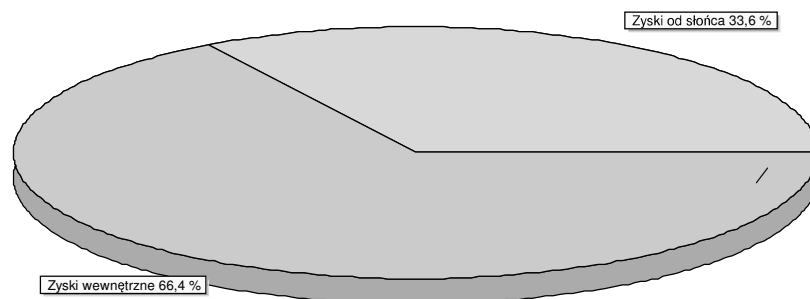
Szczegółowe zestawienie strat energii cieplnej



0,6 % Drzwi zewnętrzne	12,3 % Okno zewnętrzne	0,2 % Dach
4,2 % Podłoga w piwnicy	5,5 % Stropodach wentylowany	0,9 % Ściana zewnętrzna przy gruncie
3,4 % Ściana zewnętrzna	72,8 % Ciepło na wentylację	

Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
Drzwi zewnętrzne	26,57	7381	0,6
Okno zewnętrzne	538,89	149692	12,3
Dach	9,87	2743	0,2
Podłoga w piwnicy	182,81	50781	4,2
Stropodach wentylowany	240,07	66685	5,5
Ściana zewnętrzna przy gruncie	38,69	10747	0,9
Ściana zewnętrzna	149,65	41569	3,4
Ciepło na wentylację	3181,90	883861	72,8
Razem	4368,45	1213458	100,0

Szczegółowe zestawienie zysków energii cieplnej







33,6 % Zyski od słońca 66,4 % Zyski wewnętrzne

Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
*Zyski od słońca	631,51	175419	33,6
Zyski wewnętrzne	1247,95	346653	66,4
Σ Razem	1879,46	522072	100,0



Wyniki - Zestawienie przegród

Opis	U	A
	W/m ² ·K	m ²
Dach pełny	0,142	170,23
Drzwi zewnętrzne starego typu	1,300	24,90
Drzwi zewnętrzne energooszczędne	1,600	21,12
Okna PCV	1,300	931,09
Okna drewniane	0,900	71,12
Podłoga w piwnicach	0,460	2011,51
Stropodach wentylowany	0,131	2202,40
Ściana zewnętrzna	0,192	2097,58
Ściana zewnętrzna piwnic	0,192	327,94
Ściana zewnętrzna przy gruncie	0,173	631,55

Wyniki - Przegrody

D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R
m		W/(m·K)	kg/m ³	kJ/(kg·K)	m ² ·K/W
 D	Dach pełny				
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,2200	Styropian EPS 100 038	0,038	100	1,460	5,789
0,0060	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,033
0,1000	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,840	0,100
0,0360	Płyty pilśniowe porowate.	0,050	300	2,510	0,720
0,2400	Strop DMS		1200	0,840	0,260
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]:					0,100
Opór przejmowania na zewnątrz R_e , [m ² ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]:					7,061
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:					0,142
 PG	Podłoga w piwnicach				
Rodzaj przegrody: Podłoga w piwnicy, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
Ściana przy podłodze: SG					
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Z_{gw} : 5,00 m					
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z : 2,50 m					
0,0500	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,840	0,050
0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,028
0,1000	Podkład z betonu chudego.	1,050	1900	0,840	0,095
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R_g , [m ² ·K/W]:					2,000
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]:					2,173
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:					0,460
 SC	Ściana zewnętrzna piwnic				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
0,3800	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,494
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
0,1400	Styropian PLATINUM PLUS	0,031	30	1,460	4,516
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m 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]:					5,216
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:					0,192
 SG	Ściana zewnętrzna przy gruncie				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna przy gruncie, Warunki wilgotności: Średni					
Podłoga przyległa do ściany: PG					
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z : 1,80 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

Wyniki - Przegrody

D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R
m		W/(m·K)	kg/m ³	kJ/(kg·K)	m ² ·K/W
0,1200	Styropian ekstrudowany	0,036	100	1,460	3,333
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R_g , [m ² ·K/W]:					1,942
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:					5,781
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,173
 STR	Stropodach wentylowany				
Rodzaj przegrody: Stropodach wentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wilgot					
0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,028
0,1000	Płyta panwiowa	1,000	2200		0,100
Opór warstwy powietrznej stropodachu o śr. wys. H = 1 m, [m ² ·K/W]:					0,160
Suma oporów ciepła połączeni dachowej i war. powietrza, [m ² ·K/W]:					0,000
0,2500	Wełna mineralna	0,038	60	0,750	6,579
0,1500	Żużel wielkopiecowy granulaty lub keramzy	0,260	900	0,750	0,577
0,2400	Strop DMS		1200	0,840	0,260
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m 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]:					7,624
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,131
 SZ	Ściana zewnętrzna				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
0,3800	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,494
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
0,1400	Styropian PLATINUM PLUS	0,031	30	1,460	4,516
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m 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]:					5,216
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,192