1. Dane identyfikacyjne budynku

1.1 Rodzaj budynku:	budynek użyteczności publicznej - Zespół Szkół nr 9 w Gdyni				1.2 Rok budowy:	1936, 1985		
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.	Chylońska	nr 227
	ul. Al. Marszałka Piłsudskiego		nr	52/54		kod:	81-007	miejscowość: Gdynia
	kod: 81-382	miejscowość:	Gdynia			powiat:	M. Gdynia	województwo: pomorskie
	tel. -		fax	-				
	Pesel:	-						
	Nazwa:	-	Nr.	-				

2. Nazwa, adres i numer regon firmy wykonującej audyt:

NEPTUN EKO *mgr inż. Jarosław Kozub*

84-230 Rumia ul. Słowackiego 3

tel: 607-607-454; tel./fax: (58) 665 11 53

Oddział Rumia ul. Pomorska 1C/1 84-230 Rumia

Regon: 220071142

3. Imię i nazwisko, adres oraz numer pesel audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:

mgr inż. Jarosław Kozub, 84-230 Rumia ul. Słowackiego 3; 74010803858

autoryzacja Krajowej Agencji Poszanowania Energii nr 0188, członek Stowarzyszenia Audytorów Energetycznych nr 1121

4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska i zakresy prac, posiadane kwalifikacje:

Lp.	Imię i nazwisko:	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego:	Posiadane kwalifikacje (w tym ew. uprawnienia)
1	Anna Sychowska	dokumentacja techniczna, inwentaryzacje	
2	Marcin Rosenow	bilans energetyczny budynku	
3	-	-	
4	-	-	

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

6. Spis treści:

1	Karta audytu energetycznego	str.	2
2	Zestawienie danych źródłowych do wykoniania audytu.	str.	4
3	Cześć pierwsza - dane inwentaryzacyjne, wyznaczenie niezbędnych usprawnień termomodernizacyjnych	str.	5
4	Inwentaryzacja - dane techniczne budynku	str.	6
5	Inwentaryzacja - uproszczona dokumentacja techniczna - rysunki	str.	7
6	Inwentaryzacja - opis techniczny elementow 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.	29
14	Analiza ekonomiczna - system cieplny	str.	30
15	Część trzecia - wybór optymalnego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, analiza ekonomiczna i energetyczna, wnioski	str.	31
16	Zestawienie wybranych i zoptymalizowanych usprawnień	str.	32
17	Prezentacja przyjętych wariantów modernizacji	str.	34
18	Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu	str.	36
19	Wnioski	str.	37
20	Załącznik 1 - bilans cieplny stanu obecnego	str.	38
21	Zalacznik 2 - bilans cieplny poszczególnych wariantów	str.	47

Budynek w całości

1.	Dane ogólne			
1.	Konstrukcja / technologia budynku:		tradycyjna, prefabrykowana	
2.	Liczba kondygnacji:	-	4	
3.	Kubatura części ogrzewanej	[m^3]	45 707	
4.	Powierzchnia netto budynku	[m^2]	12 175,30	
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej	[m^2]	0,00	
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych	[m^2]	12 175,30	
7.	Liczba mieszkań	-	0	
8.	Liczba osób użytkujących budynek	-	981	
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody		Centralne zdalaczynne	
10.	Rodzaj systemu ogrzewania budynku		Centralne zdalaczynne	
11.	Współczynnik kształtu A/V	[1/m]	0,40	
12.	Inne dane charakteryzujące budynek		Budynek użyteczności publiczej - szkoła + sale gimnastyczne	
2.	Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne	[W/(m^2K)]	stan przed modernizacją	stan po modernizacji
1.	Dach pełny płaski		0,44	0,14
2.	Drzwi zewnętrzne		3,60	1,30
3.	Okna PCV		1,30	1,30
4.	Okna drewniane		3,12	0,90
5.	Okna aluminiowe w sali gimnastycznej		2,60	0,90
6.	Naświetla z luksferów		5,00	0,90
7.	Podłoga na gruncie		0,54	0,54
8.	Podłoga w piwnicach		0,48	0,48
9.	Stropodach wentylowany		0,63	0,15
10.	Ściana zewnętrzna osłonowa		0,86	0,20
11.	Ściana zewnętrzna konstrukcyjna		0,85	0,20
12.	Ściana zewnętrzna ogrzewanych piwnic		0,75	0,19
13.	Ściana zewnętrzna przy gruncie		0,43	0,17
3.	Sprawności składowe systemu grzewczego			
1.	Sprawność wytwarzania		0,97	0,99
2.	Sprawność przesyłania		0,96	0,96
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania		0,77	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	[m^3/h]	54 428	54 428
4.	Liczba wymian		1,19	1,19

5.	**Charakterystyka energetyczna budynku**			
1.	**Obliczeniowa moc cieplna systemu ogrzewczego**	**[kW]**	**1 426,9**	**832,8**
2.	**Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu**	**[kW]**	**92,5**	**92,5**
3.	**Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)**	**[GJ/rok]**	**7 944,1**	**4 352,3**
4.	**Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu**	**[GJ/rok]**	**11 079,3**	**4 943,7**
5.	**Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u.**	**[GJ/rok]**	**810,7**	**654,9**
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]**	**6 800,0**	**-**
7.	**Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu**	**[kWh/(m^{3}rok)]**	**48,3**	**26,5**
8.	**Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu**	**[kWh/(m^{3}rok)]**	**67,4**	**30,1**
9.	**Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu**	**[kWh/(m^{2}rok)]**	**253,0**	**112,9**
6.	**Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)**			
1.a	**Cena 1 GJ na ogrzewanie**	**[zł]**	**55,65**	**55,65**
1.b	**Cena 1 GJ na produkcję c.w.u.**	**[zł]**	**55,65**	**55,65**
2.	**Opłata 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc**	**[zł]**	**8 334,00**	**8 334,00**
3.	**Opłata za podgrzanie 1m^3 wody użytkowej**	**[zł]**	**-**	**-**
4.	**Opłata 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie cwu na miesiąc**	**[zł]**	**8 334,00**	**8 334,00**
5.	**Opłata za ogrzewanie 1m^2 pow. użytkowej**	**[zł]**	**5,20**	**2,45**
6.	**Opłata abonamentowa**	**[zł]**	**-**	**-**
7.	**Opłata stała niezależnie od mocy**	**[zł]**	**-**	**-**
7.	**Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego**			

Planowana suma kredytu [zł]:	**7 698 775,37**	**Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]**	**52,91%**
Planowane koszty całkowite [zł]	**7 698 775,37**	**Premia termomodernizacyjna [zł]**	**818 976,75**
Roczna oszczędność kosztów energii [zł]	**409 488,38**		

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

1. **Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz.U. nr 43 z dn. 18.03.2009 r., poz. 346).**
2. **Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. nr 75 z dn. 15.06.2002 r., poz. 690 z późn. zmianami).**
3. **Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3 czerwca 2014 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw charakterystyki energetycznej (Dz. U. 2014 poz. 888 z późn. zm.).**
4. **Ustawa z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów (Dz.U. nr 223 z dn. 18.12.2008 r., poz 1459).**
5. **Ustawa z dnia 15 kwietnia 2011r. o efektywności energetycznej (Dz. U. nr 94 poz. 551 z późn. zm.).**
6. **ustawa z dnia 29 sierpnia 2014r. o charakterystyce energetycznej budynków (Dz. U. 2014 poz. 1200 z późn. zm.).**
7. **PN-EN ISO 12831:2006. Instalacje ogrzewcze 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 Ministrerstwa Infrastruktry.**

Podstawowe wytyczne inwestora, ustalenia

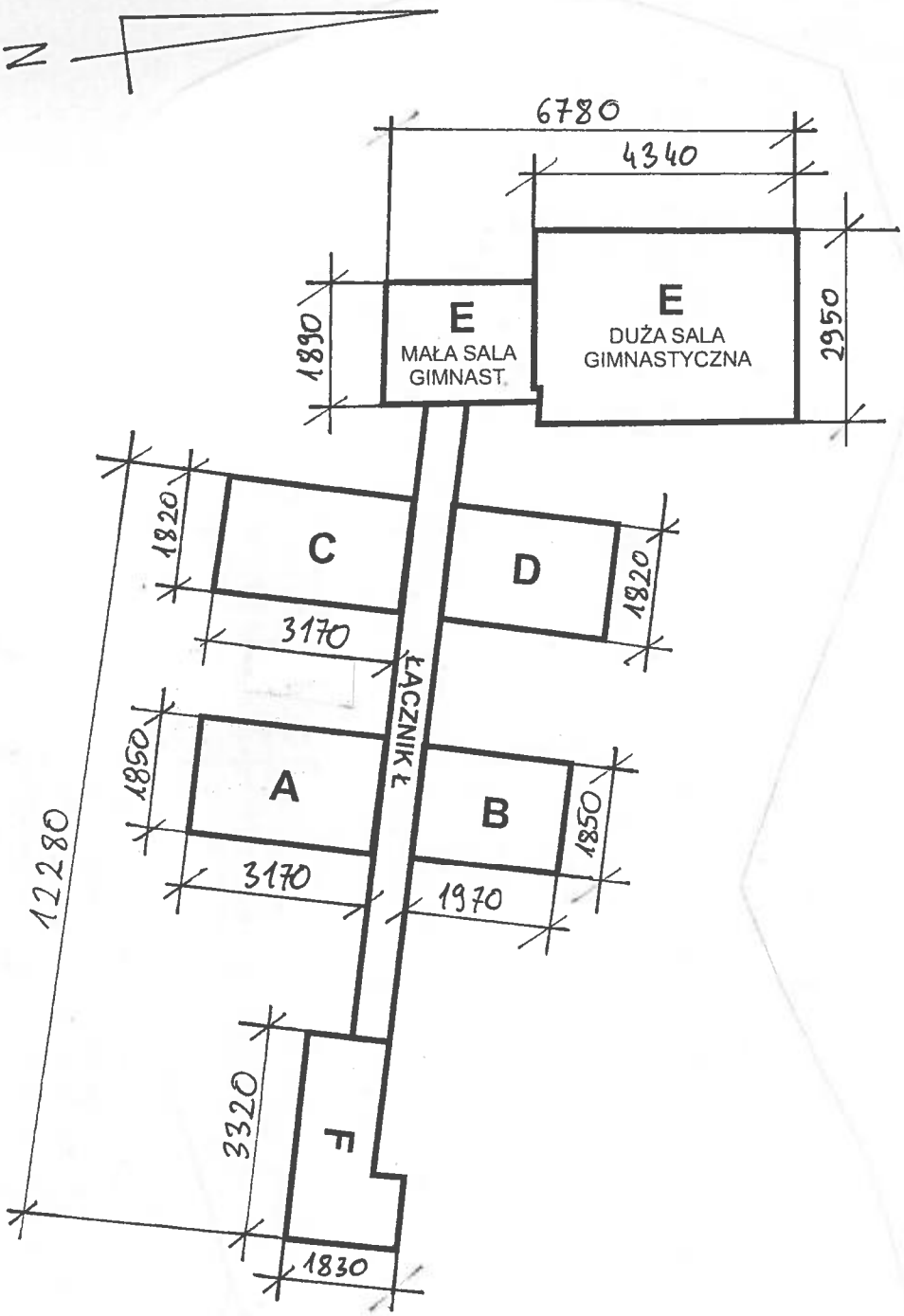
Użytkownik sygnalizuje niedogrzania w części pomieszczeń budynku wynikające z niewydolności systemu grzewczego oraz zbyt niską wydajność wymiennika c.w.u. w węźle cieplnym mające wpływ na rozbieżności pomiędzy rzeczywistym zużyciem ciepła przez budynek a jego teoretycznym zapotrzebowaniem.
Wysokość środków własnych, jaką inwestor może przeznaczyć na zadanie termomodernizacyjne wynosi 0 zł.

Część pierwsza

Dane inwentaryzacyjne, wyznaczenie niezbędnych usprawnień termomodernizacyjnych

Inwentaryzacja - dane techniczne budynku

Powierzchnia przegród zewnętrznych według rodzaju		
Dach pełny płaski	[m^2]	1 484,8
Drzwi zewnętrzne	[m^2]	96,7
Okna PCV	[m^2]	1 179,2
Okna drewniane	[m^2]	482,5
Okna aluminiowe w sali gimnastycznej	[m^2]	279,7
Naświetla z luksferów	[m^2]	45,5
Podłoga na gruncie	[m^2]	1 454,0
Podłoga w piwnicach	[m^2]	3 262,0
Stropodach wentylowany	[m^2]	3 699,0
Ściana zewnętrzna osłonowa	[m^2]	1 533,0
Ściana zewnętrzna konstrukcyjna	[m^2]	2 825,7
Ściana zewnętrzna ogrzewanych piwnic	[m^2]	781,8
Ściana zewnętrzna przy gruncie	[m^2]	958,0
Wysokości		
Zagłębienie w gruncie	[m]	0-2
Najczęstsza wysokość w świetle	[m]	3,45
Wysokość piwnicy w świetle	[m]	3,00
Najczęstsza wysokość brutto	[m]	3,75
Inne dane techniczne		
liczba mieszkań	[szt.]	0
Liczba użytkowników		981
Liczba kondygnacji	[szt.]	4
Liczba klatek schodowych	[szt.]	11
Dane powierzchniowe budynku		
Powierzchnia użytkowa pomieszczeń mieszkalnych	[m^2]	0,00
Powierzchnia użytkowa pomieszczeń niemieszkalnych	[m^2]	12 175,30
Powierzchnia poddasza ogrzewanego	[m^2]	0,0
Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych pozostałych	[m^2]	0,0
Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych netto	[m^2]	12 175,3
Powierzchnia zabudowy	[m^2]	5 400,0
Całkowita powierzchnia brutto	[m^2]	18 900,0
Powierzchnia użytkowa	[m^2]	12 175,30
Dane kubaturowe budynku		
Kubatura netto ogrzewana	[m^3]	45 707
Całkowita kubatura brutto	[m^3]	58 133
Współczynnik kształtu A/V [1/m]		**0,40**


N
6780
4340
1890
E
MAŁA SALA GIMNAST.
E
DUŻA SALA GIMNASTYCZNA
2950
1820
C
D
1820
3170
ŁĄCZNIK Ł
1850
A
B
1850
12280
3170
1970
3320
F
1830

Opis do uproszczonej dokumentacji technicznej budynku
Zespół Szkół nr 9, Gdynia ul. Chylońska 227

Dane ogólne, forma architektoniczna		Budynek wolnostojący, Wzniesiony w 1987 roku na planie zespołu prostokątów. Obiekt posiada trzy kondygnacje nadziemne w większości podpiwniczony – piwnice ogrzewane, budynek przykryty stropodachem. Obiekt składa się z czterech segmentów dydaktycznych, sali gimnastycznej i łącznika. Forma rozczłonkowana.
Konstrukcja budynku, technologia wykonania		Ściany konstrukcyjne prefabrykowane, osłonowe murowane z gazobetonu - układ konstrukcyjny podłużny. Stropy żelbetowe kanałowe. Storopodachy wentylowane. Nad salą gimnastyczną dach płaski z płyt panwiowych na konstrukcji stalowej. .
Charakterystyka funkcjonalno-przestrzenna		Budynek wykorzystywany jest na cele dydaktyczne. Główne wejście znajduje się od strony elewacji frontowej - dostęp do budynku również z pozostałych stron.
Elementy charakterystyczne		Rozczłonkowana bryła budynku.

ELEWACJE

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

STAN TECHNICZNY

Warstwa fakturowa, tynk		Zły stan techniczny. Zabrudzenia i zawilgocenia w strefie cokołowej.
Cokół		Stan techniczny cokołu zły. Zabrudzenia, zawilgocenia.
Stolarka okienna		Stan techniczny stolarki okiennej PCV dobry. Okna drewniane, naświetla z luksferów oraz okna ALU na sali gimnastycznej w złym stanie technicznym.
Rynny i rury spustowe, obróbki blacharskie		Rynny i rury spustowe w stanie złym.

Stolarka drzwiowa zewnętrzna		Stan techniczny drzwi zewnętrznych dostateczny i zły.
Instalacja c.o.		Grzejniki starego typu w złym stanie technicznym.
Źródło ciepła		Węzeł cieplny na bazie wymienników płytowych, częściowo brak izolacji termicznej. Zużycie w stopniu średnim.
Wentylacja mechaniczna		Brak - nie sprawna

Inwentaryzacja - charakterystyka energetyczna budynku		
Moc zamówiona		
Moc zamówiona c.o. + wentylacja	[kW]	1 429,0
Moc zamówiona c.w.u.	[kW]	316,0
Sumaryczna moc zamówiona dla budynku	[kW]	**1 745,0**
Zużycie energii cieplnej za lata poprzednie		
Sumaryczne średnie zużycie ciepła za lata poprzednie (suma zużycia c.o i c.w.u.)	[GJ/a]	**6 800,0**
Za okres	-	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]	8 334,00 zł
Opłata zmienna	[PLN/GJ]	55,65 zł

Inwentaryzacja - charakterystyka systemu grzewczego oraz instalacji

System grzewczy		
Rodzaj zasilania budynku, opis urządzeń	Budynek zasilany w ciepło z miejskiej sieci ciepłowniczej za pośrednictwem węzła cieplnego będącego własnością inwestora. Węzeł zmodernizowany aktualnie w stanie dostatecznym. Instalacja c.o. oparta o grzejniki żeliwne i typu favier, bez zaworów termostatycznych. 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.	
Instalacja centralnego ogrzewania budynku		
Zasilanie instalacji	pompowe	
Parametry wody instalacyjnej	[st. C]	85/60
Rodzaj grzejników / usytuowanie	favier, żeliwne ustytuowane pod oknami	
Rodzaj przewodów instalacyjnych	stalowe	
Zawory z głowicami termostatycznymi	brak	
Zawory regulacyjne podpionowe	-	
Dodatkowa izolacja za grzejnikami	-	
Prowadzenie / izolacja pionów	po wierzchu / brak izolacji	
Prowadzenie / izolacja poziomów	po wierzchu / izolacja w dostatecznym stanie technicznym	
Sprawności składowe systemu grzewczego przed modernizacją		
Sprawność wytwarzania	-	0,97
Sprawność przesyłania	-	0,96
Sprawność regulacji i wykorzystania	-	0,77
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 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 - wyciag powietrza za pomocą przewodów grawitacyjnych. Nawiew powietrza poprzez nieszczelności stolarki okiennej i drzwiowej.	
Obliczeniowa ilość powietrza wentylacyjnego	-	54 428
Średni współczynnik c_r dla budynku	-	1,00
Strumień powietrza wentylacyjnego	-	54 428

Inwentaryzacja - obliczeniowa ilość powietrza wentylacyjnego

Pomieszczenia				
Kondygnacja	**Rodzaj pomieszczenia**	**Kubatura [m^3]**	**Krotność wymiany powietrza [1/h]**	**Sumaryczna ilość powietrza wentylacyjnego [m^3/h]**
	Całość budynku	45706,7	1,19	54428
SUMA				54428
Wielkości sumarycznie				
Obliczeniowa ilość powietrza wentylacyjnego			[m3/h]	54428
Średni współczynnik korekcyjny (c_r, c_w)			-	1,00
Strumień powietrza wentylacyjnego przed modernizacją			[m3/h]	54428

Stan techniczny budynku, wskazanie przedsięwzięć termomodernizacyjnych

System grzewczy		
Element	**Stan techniczny**	**Proponowane rozwiązanie**
Zasilanie budynku	**Budynek zasilany w ciepło z węzła cieplnego zasilanego z m.s.c.**	**Wymiana węzła cieplnego. Montaż węzła na bazie wymienników płytowych c.o. i wentylacja mechaniczna + c.w.u. Izolacja termiczna przewodów i armatury. Zastosowanie automatyki pogodowej oraz regulacji godzinowo-dobowej. Wymiana instalacji centralnego ogrzewania. Montaż grzejników płytowych wyposażonych w urządzenia do miejscowej regulacji temperatury (zawory termostatyczne lub regulatory strefowe). Pełna automatyka obiegów grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej. Możliwość regulacji ogrzewania w poszczególnych segmentach.**
Poziomy c.o. w piwnicy	**Stan techniczny zły**	
Urządzenia wykonawcze - grzejniki c.o.	**Konwektory wodne żeliwne i favier częściowo z zaworami termostatycznymi, zły stan techniczny.**	

Element	**Stan techniczny**	**Proponowane rozwiązanie**
Ściany zewnętrzne	**Ściany zewnętrzne w większości nieocieplone, zły stan techniczny elewacji. W części niepodpiwniczonej (sala gimnastyczna) widoczne ślady działania wody - odparzenia tynku i zawilgocenia w strefie przyziemnej. Szczątkowe ocieplenia ścian do demontażu.**	**Przewiduje się docieplenie ścian zewnętrznych kondygnacji nadziemnych oraz ścian w strefie cokołowej styropianem specjalnym o współczynniku przewodzenia ciepła maksymalnie 0,031 W/mK. Metoda BSO** **Docieplenie ścian przy gruncie za pomocą styropianu ekstrudowanego o współczynniku przewodzenia ciepła 0,036 W/mK.**
Stolarka okienna	**Stolarka okienna drewniana, aluminiowa i naświetla z luksferów w złym stanie technicznym. Pozostała stolarka PCV w stanie dobrym.**	**Przewiduje się wymianę okien drewnianych, naświetli z luksferów i okien ALU w całym budynku na stolarkę energooszczędną PCV lub drewnianą o współczynniku przenikania ciepła nie więszym niż 0,9 W/m^2K.**
Stolarka drzwiowa	**Drzwi zewnętrzne w stanie dostatecznym i złym.**	**Przewiduje się wymianę stolarki drzwiowej na stolarkę energooszczędną, współczynnik przenikania ciepła U=1,3 W/m2K.**
Dach / stropodach	**Nad szkołą stropodachy wentylowane, niedocieplone. Nad częścią sportową dachy płaskie pokryte papą, niedocieplone. Zły stan techniczny pokrycia papowego - konieczna modernizacja z uwagi na ochronę izolacji termicznej.**	**Przewiduje się docieplenie stropodachów wentylowanych za pomocą wełny mineralnej lub celulozy o współczynniku przewodzenia ciepła nie większym niż 0,038 W/mK - metoda pneumatyczna oraz dachów płaskich za pomocą styropianu EPS 100 lub wełny mineralnej o współczynniku przewodzenia ciepła nie większym niż 0,038 W/mK. Ułożenie pokrycia papowego na całym budynku.**

Instalacja c.w.u.		
Element	**Stan techniczny**	**Proponowane rozwiązanie**
c.w.u.	**Wytwarzanie centralne, zły stan techniczny urządzeń i instalacji.**	**Montaż bloku c.w.u. w węźle cieplnym. Wymiana instalacji c.w.u. - wykonanie izolacji porzewodów zasilających i cyrkulacyjnych. Montaż cyrkulacyjnych zaworów termostatycznych oraz urządzeń ograniczających czas pracy cyrkulacji.**

Wentylacja		
Element	**Stan techniczny**	**Proponowane rozwiązanie**
Wentylacja	**Obserwuje się niedobór powietrza wentylacyjnego na sali gimnstaycznej i w części gastronomicznej. Instalacja nawiewno-wywiewna niesprawna.**	**Zastosowanie wentylacji wymuszonej w części gastronomicznej i pomieszczeniach sportowych (sale gimnastyczne). Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze.**

Roboty dodatkowe
Zakłada się konieczność wykoniania 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 sie konieczność przebudowy instalacji odgromowej oraz remont lub wymianę innych elementów budynku, które mogą zostać naruszone podczas wykonywania prac modernizacyjnych lub nie spełniać prawidłowo swojej funkcji po wykonaniu usprawnień.

Dane klimatyczne, stopniodni

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

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

Część druga

Analiza ekonomiczna poszczególnych usprawnień termomodernizacyjnych, optymalizacja usprawnień

Wybór optymalnego wariantu docieplenia
ścian zewnętrznych nadziemnych - ściany konstrukcyjne

Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1MW mocy zamówionej	O_m =	8 334,00	zł/(MW) ×miesiąc
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	O_z =	55,65	zł/GJ
Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z Polską Normą	t_{wo} =	20,0	°C
Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą	t_{zo} =	-16,0	°C
Liczba stopniodni,	Sd =	3 597	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	U=	0,85	W/(m^2×K)
Powierzchnia ścian - powierzchnia zewnętrzna netto po odjęciu otworów okiennych i drzwiowych	$A_{Śc}$ =	2 825,7	m^2
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego	W_E =	20,90	(zł×K)/W×a

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

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

Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	ΔR	U_m	ΔO_{rU}	SPBT	Nu
Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 12 cm	332,10 zł/m2	3,87	0,198	38 489,83 zł	24,381	938 428,25 zł
Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 14 cm	344,40 zł/m2	4,52	0,176	39 815,59 zł	24,442	973 184,86 zł
Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 15 cm	350,55 zł/m2	4,84	0,166	40 371,82 zł	24,536	990 563,16 zł
Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 10 cm	319,80 zł/m2	3,23	0,227	36 775,48 zł	24,573	903 671,65 zł
Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący R = 5,047 m2K/W jest większy od wymaganego wynoszącego Rmin = 4,0 m2K/W.						

Legenda:

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

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

Nu [zł]- Planowane koszty robót

ΔR m^{2}K/W- Dodatkowy opór cieplny przegrody zewnętrznej

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

Wybór optymalnego wariantu docieplenia
ścian zewnętrznych nadziemnych - ściany osłonowe

Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1MW mocy zamówionej	O_m =	8 334,00	zł/(MW) ×miesiąc
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	O_z =	55,65	zł/GJ
Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z Polską Normą	t_{wo} =	20,0	°C
Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą	t_{zo} =	-16,0	°C
Liczba stopniodni,	Sd =	3 597	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	U=	0,86	W/(m^2×K)
Powierzchnia ścian - powierzchnia zewnętrzna netto po odjęciu otworów okiennych i drzwiowych	$A_{Ść}$ =	1 533,0	m^2
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego	W_E =	20,90	(zł×K)/W×a

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

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

Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	DR	U_m	DO_{rU}	SPBT	Nu
Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 12 cm	332,10 zł/m2	3,87	0,198	21 063,58 zł	24,171	509 122,58 zł
Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 14 cm	344,40 zł/m2	4,52	0,176	21 785,06 zł	24,236	527 978,98 zł
Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 15 cm	350,55 zł/m2	4,84	0,166	22 087,69 zł	24,331	537 407,17 zł
Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 10 cm	319,80 zł/m2	3,23	0,228	20 130,23 zł	24,355	490 266,19 zł
Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący R = 5,039 m2K/W jest większy od wymaganego wynoszącego Rmin = 4,0 m2K/W.						

Legenda:

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

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

Nu [zł]- Planowane koszty robót

DR m^{2}K/W- Dodatkowy opór cieplny przegrody zewnętrznej

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

Wybór optymalnego wariantu docieplenia
ścian zewnętrznych nadziemnych - strefa cokołowa

Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1MW mocy zamówionej	O_m =	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,	Sd =	3 597	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	U=	0,75	W/(m^2×K)
Powierzchnia ścian - powierzchnia zewnętrzna netto po odjęciu otworów okiennych i drzwiowych	$A_{Śc}$ =	781,8	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 λ = 0,031 W/mK. Na podstawie poniższej analizy ekonomicznej wykazano optymalną grubość izolacji równą 12 cm. Ceny robót budowlanych określono na podstawie analizy rynku robót budowlanych. Wszystkie ceny zawierają podatek VAT 23 %.

Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	DR	U_m	DO_{rU}	SPBT	Nu
Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 12 cm	373,92 zł/m2	3,87	0,192	9 174,05 zł	31,865	292 330,66 zł
Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 10 cm	356,70 zł/m2	3,23	0,220	8 728,57 zł	31,949	278 868,06 zł
Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 14 cm	391,14 zł/m2	4,52	0,171	9 521,15 zł	32,117	305 793,25 zł
Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 15 cm	399,75 zł/m2	4,84	0,162	9 667,45 zł	32,328	312 524,55 zł
Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący R = 5,197 m2K/W jest większy od wymaganego wynoszącego Rmin = 4,0 m2K/W.						

Legenda:

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

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

Nu [zł]- Planowane koszty robót

DR m^{2}K/W- Dodatkowy opór cieplny przegrody zewnętrznej

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

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

Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1MW mocy zamówionej	O_m =	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,	Sd =	3 597	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	U=	0,43	W/(m^2×K)
Powierzchnia ścian - powierzchnia zewnętrzna netto po odjęciu otworów okiennych i drzwiowych	$A_{Śc}$ =	958,0	m^2
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego	W_E =	20,90	(zł×K)/W×a

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się docieplenie ścian zewnętrznych kondygnacji piwnicznej przy gruncie za pomocą styropianu ekstrudowanego o współczynniku przewodzenia ciepła λ = 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	450,18 zł/m2	3,33	0,169	5 124,72 zł	84,159	431 290,45 zł
Docieplenie ścian fundamentowych - styropian ekstrudowany - 15 cm	498,15 zł/m2	4,17	0,142	5 665,22 zł	84,242	477 247,63 zł
Docieplenie ścian fundamentowych - styropian ekstrudowany - 10 cm	418,20 zł/m2	2,78	0,188	4 744,37 zł	84,448	400 652,33 zł
Docieplenie ścian fundamentowych - styropian ekstrudowany - 14 cm	482,16 zł/m2	3,89	0,154	5 424,99 zł	85,148	461 928,57 zł
Opór cieplny przegrody po modernizacji wynosi R = 5,917 m2K/W.						

Legenda:

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

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

Nu [zł]- Planowane koszty robót

DR m^{2}K/W- Dodatkowy opór cieplny przegrody zewnętrznej

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

Wybór optymalnego wariantu docieplenia stropodachu wentylowanego

Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1MW mocy zamówionej	O_m =	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,	Sd =	3 597	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	U=	0,63	W/(m^2×K)
Powierzchnia stropu/dachu/podłogi poddasza	A =	3 699,0	m^2
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego	W_E =	20,90	(zł×K)/W×a

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

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

Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	DR	U_m	DO_{rU}	SPBT	Nu
Docieplenie stropodachu wentylowanego - wełna mineralna luzem - 20 cm	172,20 zł/m2	5,26	0,146	37 410,88 zł	17,026	636 967,80 zł
Docieplenie stropodachu wentylowanego - wełna mineralna luzem - 22 cm	179,58 zł/m2	5,79	0,136	38 215,87 zł	17,382	664 266,42 zł
Docieplenie stropodachu wentylowanego - wełna mineralna luzem - 25 cm	190,65 zł/m2	6,58	0,122	39 228,80 zł	17,977	705 214,35 zł
Docieplenie stropodachu wentylowanego - wełna mineralna luzem - 28 cm	202,00 zł/m2	7,37	0,112	40 063,14 zł	18,651	747 198,00 zł
Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący R = 6,85 m2K/W jest większy od wymaganego wynoszącego Rmin = 5,0 m2K/W.						

Legenda:

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

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

Nu [zł]- Planowane koszty robót

DR m^{2}K/W- Dodatkowy opór cieplny przegrody zewnętrznej

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

Wybór optymalnego wariantu docieplenia dachu płaskiego sal gimnastycznych

Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1MW mocy zamówionej	O_m =	8 334,00	zł/(MW) ×miesiąc
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	O_z =	55,65	zł/GJ
Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z Polską Normą	t_{wo} =	20,0	°C
Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą	t_{zo} =	-16,0	°C
Liczba stopniodni,	Sd =	3 597	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	U=	0,44	W/(m^2×K)
Powierzchnia stropu/dachu/podłogi poddasza	A =	1 484,8	m^2
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego	W_E =	20,90	(zł×K)/W×a

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się docieplenie dachu płaskiego sal gimnastycznych styropianem lub wełną mineralną o współczynniku przewodzenia ciepła λ = 0,038 W/mK - pokrycie papą termozgrzewalną. Na podstawie poniższej analizy ekonomicznej wykazano optymalną grubość izolacji równą 18 cm. Ceny robót budowlanych określono na podstawie analizy rynku robót budowlanych. Wszystkie ceny zawierają podatek VAT 23 %.

Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	DR	U_m	DO_{rU}	SPBT	Nu
Docieplenie dachu hali sportowej - styropian EPS 100 lub wełna mineralna - 18 cm	196,80 zł/m2	4,74	0,143	9 224,84 zł	31,676	292 204,70 zł
Docieplenie dachu hali sportowej - styropian EPS 100 lub wełna mineralna - 20 cm	206,64 zł/m2	5,26	0,133	9 533,96 zł	32,181	306 814,94 zł
Docieplenie dachu hali sportowej - styropian EPS 100 lub wełna mineralna - 25 cm	231,24 zł/m2	6,58	0,113	10 145,94 zł	33,840	343 340,53 zł
Docieplenie dachu hali sportowej - styropian EPS 100 lub wełna mineralna - 30 cm	256,00 zł/m2	7,89	0,098	10 599,52 zł	35,860	380 103,68 zł
Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący R = 7,01 m2K/W jest większy od wymaganego wynoszącego Rmin = 5,0 m2K/W.						

Legenda:

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

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

Nu [zł]- Planowane koszty robót

DR m^{2}K/W- Dodatkowy opór cieplny przegrody zewnętrznej

U_m W/m^{2}K- 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,	**Sd =**	**3 597**	**dzień×K/a**
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	**U=**	**3,12**	**W/(m²×K)**
Powierzchnia okien do wymiany	**A =**	**482,5**	**m²**
Współczynniki przepływu powietrza przez szczeliny okien lub drzwi przed i po termomodernizacji, określane w oparciu o Tabelę 1 z rozporządzenia MI	a_0 =	4,00	[$m^3/(m \cdot h \cdot daPa^{2/3})$]
	a_1 =	0,30	
Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI	cr_0=	1,20	-
Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI	cm_0=	1,20	-
	cm_1=	1,00	-
Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI	**cw=**	1,00	-

	Cena jednostkowa	CR	U_m	DO_{rU}	SPBT	Nu
Wymiana okien na stolarkę PCV, U = 0,9 W/m2K	959,40 zł/m2	1,00	0,90	22 380,03 zł	20,682	462 872,12 zł
Wymiana okien na stolarkę PCV, U = 1,3 W/m2K	934,80 zł/m2	1,00	1,30	18 347,59 zł	24,581	451 003,61 zł
Wymiana okien na stolarkę PCV, U = 1,6 W/m2K	910,20 zł/m2	1,00	1,60	15 323,26 zł	28,658	439 135,09 zł
Wymiana okien na stolarkę PCV, U = 1,8 W/m2K	885,60 zł/m2	1,00	1,80	13 307,04 zł	32,108	427 266,58 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 m^2K/W- Dodatkowy opór cieplny przegrody zewnętrznej

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

Wybór optymalnego wariantu wymiany naświetli z luksferów

Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1MW mocy zamówionej	**O_m =**	**8 334,00**	**zł/(MW)×miesiąc]**
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	**O_z =**	**55,65**	**zł/GJ**
Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z Polską Normą	**t_{wo} =**	**20,0**	**°C**
Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą	**t_{zo} =**	**-16,0**	**°C**
Liczba stopniodni,	**Sd =**	**3 597**	**dzień×K/a**
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	**U=**	**5,00**	**W/(m²×K)**
Powierzchnia okien do wymiany	**A =**	**45,5**	**m²**
Współczynniki przepływu powietrza przez szczeliny okien lub drzwi przed i po termomodernizacji, określane w oparciu o Tabelę 1 z rozporządzenia MI	**a_0 =**	4,00	[$m^3/(m \cdot h \cdot daPa^{2/3})$]
	a_1 =	0,30	
Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI	**cr_0=**	1,00	-
Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI	**cm_0=**	1,00	-
	cm_1=	1,00	-
Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI	**cw=**	1,00	-

	Cena jednostkowa	CR	U_m	DO_{rU}	SPBT	Nu
Wymiana naświetli z luksferów na stolarkę PCV, U = 0,9 W/m2K	959,40 zł/m2	1,00	0,90	3 896,28 zł	11,199	43 633,51 zł
Wymiana naświetli z luksferów na stolarkę PCV, U = 1,3 W/m2K	934,80 zł/m2	1,00	1,30	3 516,16 zł	12,091	42 514,70 zł
Wymiana naświetli z luksferów na stolarkę PCV, U = 1,6 W/m2K	910,20 zł/m2	1,00	1,60	3 231,07 zł	12,812	41 395,90 zł
Wymiana naświetli z luksferów na stolarkę PCV, U = 1,8 W/m2K	885,60 zł/m2	1,00	1,80	3 041,00 zł	13,245	40 277,09 zł

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się wymianę naświetli z luksferów na stolarkę energooszczędną PCV. Na podstawie analizy ekonomicznej przyjmuje się optymalny współczynnik przenikania ciepła okna na poziomie 0,9 W/m2K. Ceny robót budowlanych określono na podstawie analizy rynku robót budowlanych. Wszystkie ceny zawierają podatek VAT 23 %.

Legenda:

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

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

Nu [zł]- Planowane koszty robót

DR m^2K/W- Dodatkowy opór cieplny przegrody zewnętrznej

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

Wybór optymalnego wariantu wymiany okien ALU na sali gimnastycznej

Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1MW mocy zamówionej	**O_m =**	**8 334,00**	**zł/(MW)×miesiąc]**
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	**O_z =**	**55,65**	**zł/GJ**
Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z Polską Normą	**t_{wo} =**	**20,0**	**°C**
Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą	**t_{zo} =**	**-16,0**	**°C**
Liczba stopniodni,	**Sd =**	**3 597**	**dzień×K/a**
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	**U=**	**2,60**	**W/(m²×K)**
Powierzchnia okien do wymiany	**A =**	**279,7**	**m²**
Współczynniki przepływu powietrza przez szczeliny okien lub drzwi przed i po termomodernizacji, określane w oparciu o Tabelę 1 z rozporządzenia MI	**a_0 =**	4,00	[$m^3/(m \cdot h \cdot daPa^{2/3})$]
	a_1 =	0,30	
Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI	**cr_0=**	1,00	-
Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI	**cm_0=**	1,00	-
	cm_1=	1,00	-
Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI	**cw=**	1,00	-

	Cena jednostkowa	CR	U_m	DO_{rU}	SPBT	Nu
Wymiana okien sali gimnastycznej na stolarkę PCV, U = 0,9 W/m2K	**959,40 zł/m2**	**1,00**	**0,90**	**9 936,52 zł**	**27,009**	**268 372,96 zł**
Wymiana okien sali gimnastycznej na stolarkę PCV, U = 1,3 W/m2K	**934,80 zł/m2**	**1,00**	**1,30**	**7 598,52 zł**	**34,414**	**261 491,60 zł**
Wymiana okien sali gimnastycznej na stolarkę PCV, U = 1,6 W/m2K	**910,20 zł/m2**	**1,00**	**1,60**	**5 845,01 zł**	**43,560**	**254 610,25 zł**
Wymiana okien sali gimnastycznej na stolarkę PCV, U = 1,8 W/m2K	**885,60 zł/m2**	**1,00**	**1,80**	**4 676,01 zł**	**52,979**	**247 728,89 zł**

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się wymianę okien ALU na sali gimnastycznej na stolarkę energooszczędną PCV. Na podstawie analizy ekonomicznej przyjmuje się optymalny współczynnik przenikania ciepła okna na poziomie 0,9 W/m2K. Ceny robót budowlanych określono na podstawie analizy rynku robót budowlanych. Wszystkie ceny zawierają podatek VAT 23 %.

Legenda:

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

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

Nu [zł]- Planowane koszty robót

DR m^2K/W- Dodatkowy opór cieplny przegrody zewnętrznej

U_m W/m^2K- Współczynnik przenikania ciepła przegród zewnętrznych, określony zgodnie z Polską Normą po docieplieniu

Wybór optymalnego wariantu wymiany stolarki drzwiowej zewnętrznej

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,	**Sd =**	**3 597**	**dzień×K/a**
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	**U=**	**3,60**	**W/(m²×K)**
Powierzchnia drzwi do wymiany	**A =**	**96,7**	**m²**
Współczynniki przepływu powietrza przez szczeliny okien lub drzwi przed i po termomodernizacji, określane w oparciu o Tabelę 1 z rozporządzenia MI	**a_0 =**	1,00	[$m^3/(m \cdot h \cdot daPa^{2/3})$]
	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/m2K	**2 952,00 zł/m2**	**1,00**	**1,30**	**4 645,86 zł**	**61,425**	**285 369,84 zł**
Wymiana drzwi na stolarkę energooszczędną, U = 1,7 W/m2K	**2 706,00 zł/m2**	**1,00**	**1,70**	**3 837,88 zł**	**68,160**	**261 589,02 zł**

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się wymianę drzwi zewnętrznych za wyjątkiem wejścia głownego i drzwi biblioteki na stolarkę energooszczędną. Na podstawie analizy ekonomicznej przyjmuje się optymalny współczynnik przenikania ciepła drzwi na poziomie 1,3 W/m2K. Ceny robót budowlanych określono na podstawie analizy rynku robót budowlanych. Wszystkie ceny zawierają podatek VAT 23 %.

Legenda:

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

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

Nu [zł]- Planowane koszty robót

DR m^2K/W- Dodatkowy opór cieplny przegrody zewnętrznej

U_m W/m^2K- Współczynnik przenikania ciepła przegród zewnętrznych, określony zgodnie z Polską Normą po docieplen iu

Wybór optymalnego wariantu usprawnienia wentylacji mechanicznej

Dane ogólne do obliczeń			
O_m =	8 334,00	[zł/(MW ×miesiąc]	Opłata za 1MW mocy zamówionej
O_z =	55,65	[zł/GJ]	Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej
t_{wo} =	20,0	[°C]	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z Polską Normą
t_{zo} =	-16,0	[°C]	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą
Sd =	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

DOr_d	SPBT	Rodzaj usprawnienia	Nu
105 925,44	7,316	Zastosowanie wentylacji wymuszonej w części gastronomicznej i w pomieszczeniach sportowych (sale gimnastyczne, siłownia). Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik rotacyjny o sprawności znamionowej 85%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze.	774 900,00
85 307,13	8,651	Zastosowanie wentylacji wymuszonej w części gastronomicznej i w pomieszczeniach sportowych (sale gimnastyczne, siłownia). Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik krzyżowy o sprawności znamionowej 70%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze.	738 000,00

	Wymiennik obrotowy:	krzyżowy:
Oszczędność energii dla wentylacji po modernizacji:	1331,36 GJ/a	1070,39 GJ/a
Redukcja mocy po modernizacji:	318,39 kW	257,43 kW

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

Dane ogólne do obliczeń:

O_{m0} =	8 334,00	[zł/(MW ×miesiąc]	Opłata za 1MW mocy zamówionej przed modernizacją
O_{z0} =	55,65	[zł/GJ]	Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej przed modernizacją
O_{m1} =	8 334,00	[zł/GJ]	Opłata za 1MW mocy zamówionej po modernizacji
O_{z1} =	55,65	[zł/GJ]	Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej po modernizacji
Q_{ocw} =	810,7	[GJ/rok]	Zapotrzebowanie na ciepło przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego, określone zgodnie z Polską Normą dotyczącą instalacji
	Q_{1cw}	[GJ/rok]	wodociągowych, wymagania w projektowaniu
q_{ocw} =	92,5	[kW]	Zapotrzebowanie na moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego,
q_{1cw}		[kW]	określone zgodnie z Polską Normą dotyczącą instalacji wodociągowych, wymagania w projektowaniu
SPBT		[lata]	Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych
ΔOr_{cw}		[zł/a]	Roczna oszczędność kosztów eksploatacyjnych w wyniku uprawnienia termomodernizacyjnego
Ncw		[zł]	Planowane koszty robót

Q_1	q_1	ΔOr_{cw}	SPBT	Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	Ncw
654,9	92,5	8 669,29	57,603	Montaż bloku c.w.u. w węźle cieplnym. Wymiana instalacji c.w.u. - wykonanie izolacji porzewodów zasilających i cyrkulacyjnych. Montaż cyrkulacyjnych zaworów termostatycznych oraz urządzeń ograniczających czas pracy cyrkulacji.	-	499 380,00 zł
810,7	92,5	0,00	-	Brak modernizacji systemu c.w.u.	0,00 zł	0,00 zł

- optymalne usprawnienie systemu c.w.u.

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

0,80	dm3/m2*d	Wartość jednostkowego dobowego zapotrzebowania na ciepłą wodę użytkową - szkoła
0,25	dm3/m2*d	Wartość jednostkowego dobowego zapotrzebowania na ciepłą wodę użytkową - sport
2,50	dm3/m2*d	Wartość jednostkowego dobowego zapotrzebowania na ciepłą wodę użytkową - gastr
10	st.C	Przyjęta temperatura wody zimnej
55	st.C	Przyjęta temperatura wody podgrzanej
10,1734	m^3/dobę	Średnie dobowe zapotrzebowanie na c.w.u. dla budynku ($Q_{śrd}$)
10	h/dobę	Liczba godzin T rozbioru c.w.u.
47,50	%	Średnia sprawność wytwarzania c.w.u.
810,7	GJ/a	Średnie roczne zapotrzebowanie na ciepło c.w.u. dla budynku
1,017	m^3/h	Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. dla budynku ($Q_{śrh}$)
1,736	-	Współczynnik nierównnomierności rozbioru wody
1,766	m^3/h	Maksymalne godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. dla budynku (Q_{maxh})
0	dm^3	Rzeczywista pojemnosc zasobników c.w.u.
92,5	kW	Moc cieplna dla potrzeb c.w.u. bez uwzględnienia akumulacji (q_{maxh})
92,5	kW	Moc cieplna dla potrzeb c.w.u. z uwzględnieniem akumulacji zasobników

Sprawności składowe systemu c.w.u.		
Sprawność	Przed modernizacją	Po modernizacji
Sprawność wytwarzania c.w.u.	0,95	0,98
Sprawność przesyłu c.w.u.	0,50	0,60
Sprawność akumulacji c.w.u.	1,00	1,00

Wybór optymalnego wariantu modernizacji systemu grzewczego

Dane ogólne do obliczeń:

O_m =	8 334,00	[zł/(MW ×miesiąc]	Opłata za 1MW mocy zamówionej przed modernizacją
O_{m1} =	8 334,00	[zł/(MW ×miesiąc]	Opłata za 1MW mocy zamówionej po modernizacji systemu grzewczego
O_z =	55,65	[zł/GJ]	Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej przed modernizacją
O_{z1} =	55,65	[zł/GJ]	Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej po modernizacji systemu grzewczego
Q_{0co} =	7 944,1	[GJ]	Sezonowe zapotrzebowanie budynku na ciepło przed termomodernizacją, określone zgodnie z Polską Normą
q_0 =	1 426,9	[kW]	Zapotrzebowanie na moc cieplną budynku
h_0 =	0,72	-	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}
114 388,84	0,84	1426,9	0,99	0,96	0,88	1,00	1,00	0,95	Wymiana węzła cieplnego. Montaż węzła na bazie wymienników płytowych c.o. i wentylacja mechaniczna + c.w.u. Izolacja termiczna przewodów i armatury. Zastosowanie automatyki pogodowej oraz regulacji godzinowo-dobowej. Wymiana instalacji centralnego ogrzewania. Montaż grzejników płytowych wyposażonych w urządzenia do miejscowej regulacji temperatury (zawory termostatyczne lub regulatory strefowe). Pełna automatyka obiegów grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej. Możliwość regulacji ogrzewania w poszczególnych segmentach.	-	18,57	2 123 902,50 zł
0,00	0,72	1426,9	0,97	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, USZEREGOWANE WEDŁUG ROSNĄCEJ WARTOŚCI SPBT

L.p.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego albo wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót [zł]	SPBT [lata]
1	Zastosowanie wentylacji wymuszonej w części gastronomicznej i w pomieszczeniach sportowych (sale gimnastyczne, siłownia). Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik rotacyjny o sprawności znamionowej 85%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze.	774 900,00	7,32
2	Docieplenie stropodachów wentylowanych metodą pneumatyczną - wełna mineralna lub celuloza o współczynniku przewodzenia ciepła 0,038 W/mk - 20 cm oraz dachu nad salami gimnastycznymi styropianem EPS 100 lub wełną mineralną 0,038 W/mK - 18 cm.	929 172,50	19,92
3	Wymiana okien drewnianych, ALU na sali gimnnastycznej oraz naświetli z luksferów w całym budynku na stolarkę PCV o maksymalnim współczynniku przenikania ciepła 0,9 W/m2K. Wymiana drzwi wejściowych na stolarkę U=1,3 W/m2K.	1 060 248,43	25,95
4	Docieplenie ścian zewnętrznych przy gruncie - styropian ekstrudowany o współczynniku przewodzenia ciepła 0,036 W/mK, 12 cm. Docieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych (kondygnacje i strefa cokołowa) oprócz ocieplonej biblioteki - styropian specjalny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK, 12 cm.	2 171 171,94	29,40
5	Montaż bloku c.w.u. w węźle cieplnym. Wymiana instalacji c.w.u. - wykonanie izolacji porzewodów zasilających i cyrkulacyjnych. Montaż cyrkulacyjnych zaworów termostatycznych oraz urządzeń ograniczających czas pracy cyrkulacji.	499 380,00	57,60

RODZAJE USPRAWNIEŃ TERMOMODERNIZACYJNYCH SKŁADAJĄCE SIĘ NA OPTYMALNY WARIANT PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO POPRAWIAJĄCY SPRAWNOŚĆ SYSTEMU GRZEWCZEGO

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

Prezentacja wybranych do analizy wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

L.p.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Zapotrzebowanie na moc szczytową c.o. dla wariantu (na podstawie obliczeń zgodnych z PN [kW]	Zapotrzebowanie na moc szczytową c.w.u. dla wariantu (na podstawie obliczeń zgodnych z PN [kW]	Zapotrzebowanie na energię c.o. dla wariantu (na podstawie obliczeń zgodnych z PN) [GJ/a]	Zapotrzebowanie na energię c.w.u. dla wariantu (na podstawie obliczeń zgodnych z PN) [GJ/a]	Sprawność całkowita systemu	Zużycie ciepła w sezonie grzewczym w przypadku realizacji wariantu [GJ/a]	Zmniejszenie rocznego zapotrzebo-wania na energię	Koszty dodatkowe dla wariantu (projekt, audyt, nadzór) [zł]
1	Wymiana węzła cieplnego. Montaż węzła na bazie wymienników płytowych c.o. i wentylacja mechaniczna + c.w.u. Izolacja termiczna przewodów i armatury. Zastosowanie automatyki pogodowej oraz regulacji godzinowo-dobowej. Wymiana instalacji centralnego ogrzewania. Montaż grzejników płytowych wyposażonych w urządzenia do miejscowej regulacji temperatury (zawory termostatyczne lub regulatory strefowe). Pełna automatyka obiegów grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej. Możliwość regulacji ogrzewania w poszczególnych segmentach. Zastosowanie wentylacji wymuszonej w części gastronomicznej i w pomieszczeniach sportowych (sale gimnastyczne, siłownia). Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik rotacyjny o sprawności znamionowej 85%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze. Docieplenie stropodachów wentylowanych metodą pneumatyczną - wełna mineralna lub celuloza o współczynniku przewodzenia ciepła 0,038 W/mk - 20 cm oraz dachu nad salami gimnastycznymi styropianem EPS 100 lub wełną mineralną 0,038 W/mK - 18 cm. Wymiana okien drewnianych, ALU na sali gimnnastycznej oraz naświetli z luksferów w całym budynku na stolarkę PCV o maksymalnim współczynniku przenikania ciepła 0,9 W/m2K. Wymiana drzwi wejściowych na stolarkę U=1,3 W/m2K. Docieplenie ścian zewnętrznych przy gruncie - styropian ekstrudowany o współczynniku przewodzenia ciepła 0,036 W/mK, 12 cm. Docieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych (kondygnacje i strefa cokołowa) oprócz ocieplonej biblioteki - styropian specjalny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK, 12 cm. Montaż bloku c.w.u. w węźle cieplnym. Wymiana instalacji c.w.u. - wykonanie izolacji porzewodów zasilających i cyrkulacyjnych. Montaż cyrkulacyjnych zaworów termostatycznych oraz urządzeń ograniczających czas pracy cyrkulacji.	832,8	92,5	4352,3	654,9	0,836	5598,6	52,91%	140 000,00
2	Wymiana węzła cieplnego. Montaż węzła na bazie wymienników płytowych c.o. i wentylacja mechaniczna + c.w.u. Izolacja termiczna przewodów i armatury. Zastosowanie automatyki pogodowej oraz regulacji godzinowo-dobowej. Wymiana instalacji centralnego ogrzewania. Montaż grzejników płytowych wyposażonych w urządzenia do miejscowej regulacji temperatury (zawory termostatyczne lub regulatory strefowe). Pełna automatyka obiegów grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej. Możliwość regulacji ogrzewania w poszczególnych segmentach. Zastosowanie wentylacji wymuszonej w części gastronomicznej i w pomieszczeniach sportowych (sale gimnastyczne, siłownia). Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik rotacyjny o sprawności znamionowej 85%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze. Docieplenie stropodachów wentylowanych metodą pneumatyczną - wełna mineralna lub celuloza o współczynniku przewodzenia ciepła 0,038 W/mk - 20 cm oraz dachu nad salami gimnastycznymi styropianem EPS 100 lub wełną mineralną 0,038 W/mK - 18 cm. Wymiana okien drewnianych, ALU na sali gimnnastycznej oraz naświetli z luksferów w całym budynku na stolarkę PCV o maksymalnim współczynniku przenikania ciepła 0,9 W/m2K. Wymiana drzwi wejściowych na stolarkę U=1,3 W/m2K. Docieplenie ścian zewnętrznych przy gruncie - styropian ekstrudowany o współczynniku przewodzenia ciepła 0,036 W/mK, 12 cm. Docieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych (kondygnacje i strefa cokołowa) oprócz ocieplonej biblioteki - styropian specjalny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK, 12 cm.	832,8	92,5	4352,3	810,7	0,836	5754,4	51,60%	140 000,00

3	Wymiana węzła cieplnego. Montaż węzła na bazie wymienników płytowych c.o. i wentylacja mechaniczna + c.w.u. Izolacja termiczna przewodów i armatury. Zastosowanie automatyki pogodowej oraz regulacji godzinowo-dobowej. Wymiana instalacji centralnego ogrzewania. Montaż grzejników płytowych wyposażonych w urządzenia do miejscowej regulacji temperatury (zawory termostatyczne lub regulatory strefowe). Pełna automatyka obiegów grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej. Możliwość regulacji ogrzewania w poszczególnych segmentach. Zastosowanie wentylacji wymuszonej w części gastronomicznej i w pomieszczeniach sportowych (sale gimnastyczne, siłownia). Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik rotacyjny o sprawności znamionowej 85%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze. Docieplenie stropodachów wentylowanych metodą pneumatyczną - wełna mineralna lub celuloza o współczynniku przewodzenia ciepła 0,038 W/mk - 20 cm oraz dachu nad salami gimnastycznymi styropianem EPS 100 lub wełną mineralną 0,038 W/mK - 18 cm. Wymiana okien drewnianych, ALU na sali gimnnastycznej oraz naświetli z luksferów w całym budynku na stolarkę PCV o maksymalnim współczynniku przenikania ciepła 0,9 W/m2K. Wymiana drzwi wejściowych na stolarkę U=1,3 W/m2K.	957,0	92,5	5380,1	810,7	0,836	6921,9	41,78%	140 000,00
4	Wymiana węzła cieplnego. Montaż węzła na bazie wymienników płytowych c.o. i wentylacja mechaniczna + c.w.u. Izolacja termiczna przewodów i armatury. Zastosowanie automatyki pogodowej oraz regulacji godzinowo-dobowej. Wymiana instalacji centralnego ogrzewania. Montaż grzejników płytowych wyposażonych w urządzenia do miejscowej regulacji temperatury (zawory termostatyczne lub regulatory strefowe). Pełna automatyka obiegów grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej. Możliwość regulacji ogrzewania w poszczególnych segmentach. Zastosowanie wentylacji wymuszonej w części gastronomicznej i w pomieszczeniach sportowych (sale gimnastyczne, siłownia). Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik rotacyjny o sprawności znamionowej 85%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze. Docieplenie stropodachów wentylowanych metodą pneumatyczną - wełna mineralna lub celuloza o współczynniku przewodzenia ciepła 0,038 W/mk - 20 cm oraz dachu nad salami gimnastycznymi styropianem EPS 100 lub wełną mineralną 0,038 W/mK - 18 cm.	1019,8	92,5	5870,8	810,7	0,836	7479,2	37,10%	140 000,00
5	Wymiana węzła cieplnego. Montaż węzła na bazie wymienników płytowych c.o. i wentylacja mechaniczna + c.w.u. Izolacja termiczna przewodów i armatury. Zastosowanie automatyki pogodowej oraz regulacji godzinowo-dobowej. Wymiana instalacji centralnego ogrzewania. Montaż grzejników płytowych wyposażonych w urządzenia do miejscowej regulacji temperatury (zawory termostatyczne lub regulatory strefowe). Pełna automatyka obiegów grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej. Możliwość regulacji ogrzewania w poszczególnych segmentach. Zastosowanie wentylacji wymuszonej w części gastronomicznej i w pomieszczeniach sportowych (sale gimnastyczne, siłownia). Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik rotacyjny o sprawności znamionowej 85%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze.	1100,4	92,5	6527,8	810,7	0,836	8225,6	30,82%	140 000,00
6	Wymiana węzła cieplnego. Montaż węzła na bazie wymienników płytowych c.o. i wentylacja mechaniczna + c.w.u. Izolacja termiczna przewodów i armatury. Zastosowanie automatyki pogodowej oraz regulacji godzinowo-dobowej. Wymiana instalacji centralnego ogrzewania. Montaż grzejników płytowych wyposażonych w urządzenia do miejscowej regulacji temperatury (zawory termostatyczne lub regulatory strefowe). Pełna automatyka obiegów grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej. Możliwość regulacji ogrzewania w poszczególnych segmentach.	1426,9	92,5	7944,1	810,7	0,836	9834,3	17,29%	90 000,00

DOKUMENTACJA WYBORU OPTYMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO BUDYNKU

L.p.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite [zł]	Roczne oszczędności kosztów energii [zł/rok]	Procentowa szczędność 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	7 698 775,37	409 488,38	52,91%	7 698 775,37 100,00	1 539 755,07	1 231 804,06	818 976,75
2	WARIANT 2	7 199 395,37	400 819,09	51,60%	7 199 395,37 100,00	1 439 879,07	1 151 903,26	801 638,17
3	WARIANT 3	5 028 223,43	323 441,31	41,78%	5 028 223,43 100,00	1 005 644,69	804 515,75	646 882,63
4	WARIANT 4	3 967 975,00	286 148,31	37,10%	3 967 975,00 100,00	793 595,00	634 876,00	572 296,63
5	WARIANT 5	3 038 802,50	236 554,46	30,82%	3 038 802,50 100,00	607 760,50	486 208,40	473 108,91
6	WARIANT 6	2 213 902,50	114 388,84	17,29%	2 213 902,50 100,00	442 780,50	354 224,40	228 777,69

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 (sale gimnastyczne, siłownia). Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik rotacyjny o sprawności znamionowej 85%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze.

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

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

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

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

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

UWAGA:

Z uwagi na poważne zawilgocenia ścian 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 należytym stanie technicznym i funkcjonalnym, należy przeprowadzać okresowe kontrole i konserwacje zgodnie z zaleceniami producenta.

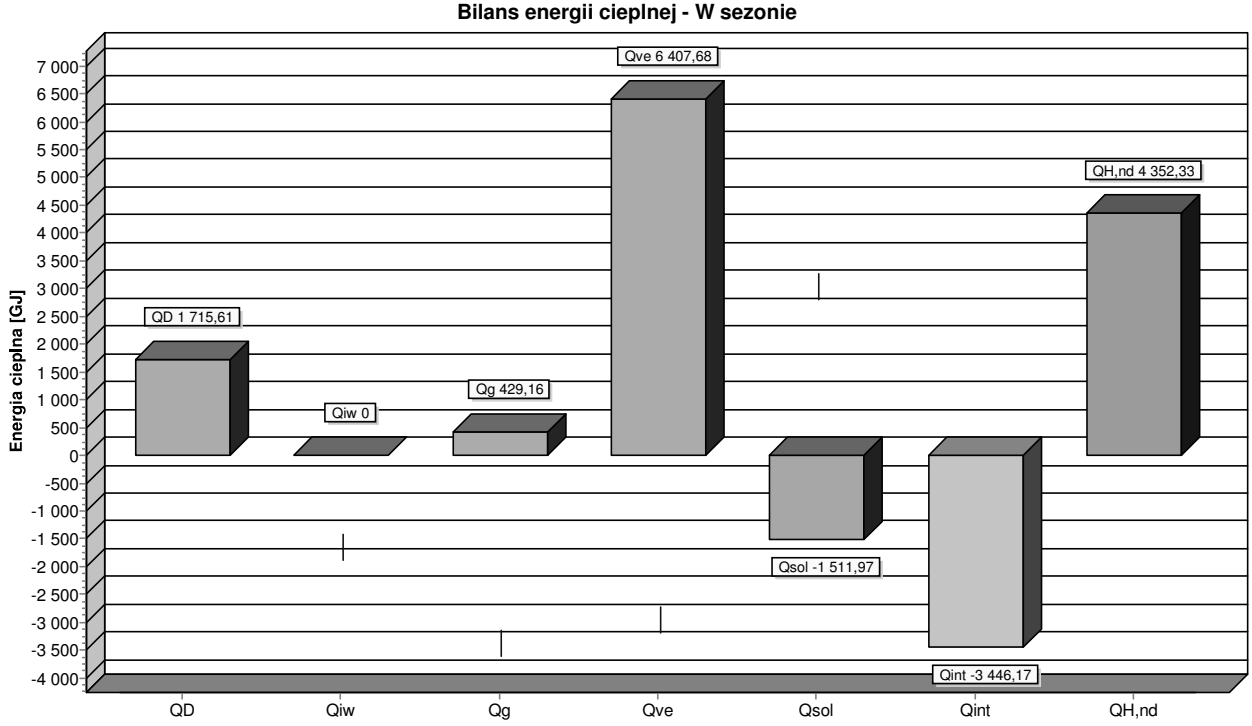
mgr inż. Jarosław Kozub

Załącznik 1

Bilans energetyczny budynku przed modernizacją

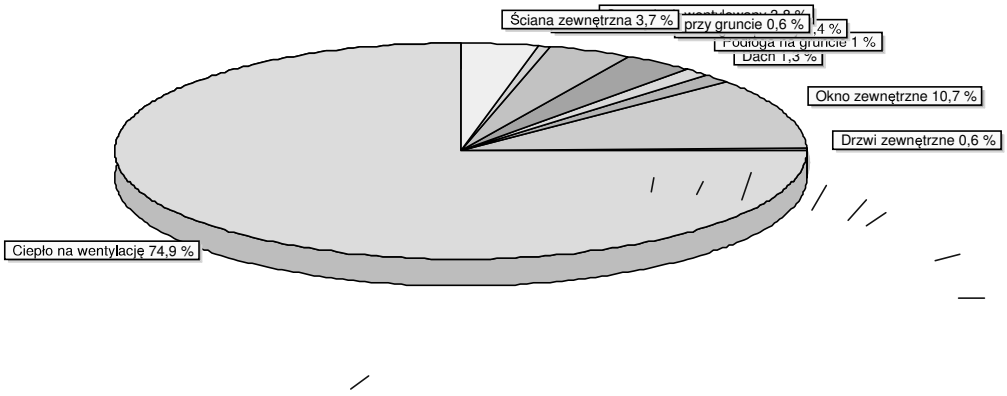
Podstawowe informacje:			
Nazwa projektu:	Bilans energetyczny budynku - wariant pierwszy		
	Zespół Szkół nr 9 w Gdyni		
Miejscowość:	Gdynia		
Adres:	Chylońska 227		
Projektant:	Marcin Rosenow		
Plik danych:	C:\Users\hp\Desktop\Robocze\UM Gdynia\ZS 9\Z		
Normy:			
Norma na obliczanie wsp. przenikania 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:		12175,3	m^2
Kubatura ogrzewana budynku V_H:		45706,7	m^3
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T:		235710	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V:		597129	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ:		832839	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH}:		0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL}:		832839	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 $V_{v,H}$:		76452,6	m^3/h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:		4352,33	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:		1208981	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H:		12175	m^2
Kubatura ogrzewana budynku V_H:		45706,7	m^3
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H:		357,5	$MJ/(m^2 \cdot rok)$
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H:		99,3	$kWh/(m^2 \cdot rok)$
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H:		95,2	$MJ/(m^3 \cdot rok)$
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H:		26,5	$kWh/(m^3 \cdot rok)$

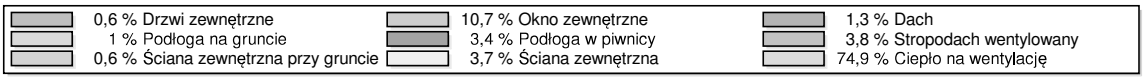
Audytor OZC 6.6 © 1994-2015 SANKOM Sp. z o.o. www.sankom.pl



Bil	Miesiąc	$L_{d,m}$	$T_{em,m}$	Q_D	Q_{iw}	Q_g	Q_{ve}	$\eta_{H,gn}$	Q_{sol}	Q_{int}	$Q_{H,nd}$
		dni	°C	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok		GJ/rok	GJ/rok	GJ/ro
■	Styczeń	31	2,0	253,64	0,00	63,49	925,78	0,974	86,12	391,32	777,
■	Luty	28	1,2	239,71	0,00	60,04	968,79	0,980	86,63	353,45	837,
■	Marzec	31	3,5	231,59	0,00	57,88	845,13	0,946	175,73	391,32	598,
■	Kwiecień	30	7,7	164,38	0,00	40,83	619,32	0,843	275,96	378,70	272,
■	Maj	31	10,7	126,67	0,00	31,48	461,50	0,679	368,90	391,32	103,
■	Czerwiec	0	15,5	58,87	0,00	15,73	221,39	0,377	384,25	378,70	8,
■	Lipiec	0	18,7	16,95	0,00	6,12	61,58	0,105	410,75	391,32	0,
■	Sierpień	0	16,3	50,05	0,00	13,83	182,12	0,335	327,69	391,32	4,
■	Wrzesień	30	14,5	72,35	0,00	18,92	272,18	0,553	221,99	378,70	31,
■	Październik	31	8,7	155,16	0,00	38,45	565,56	0,877	150,26	391,32	284,
■	Listopad	30	4,0	217,01	0,00	54,21	818,25	0,968	75,41	378,70	649,
■	Grudzień	31	1,9	255,11	0,00	63,86	931,16	0,977	70,97	391,32	798,
	W sezonie	273	8,8	1715,61	0,00	429,16	6407,68	0,847	1511,97	3446,17	4352,

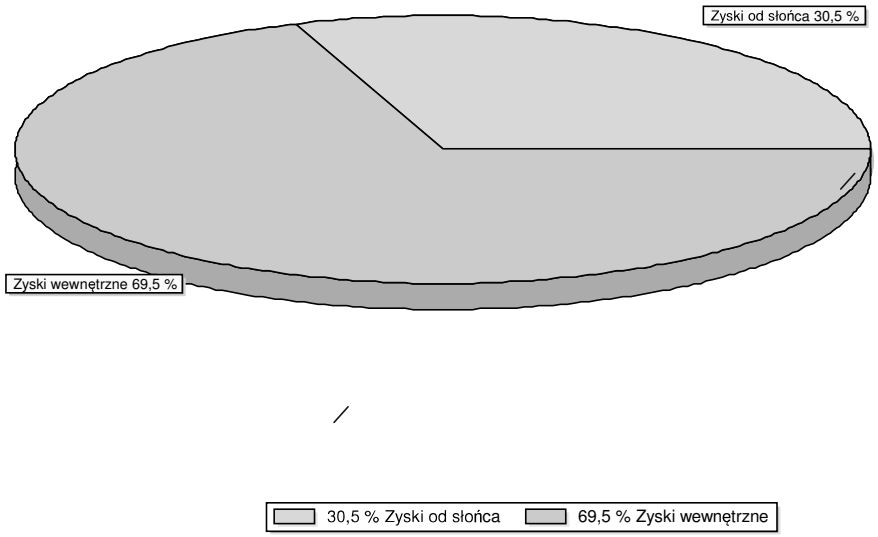
Szczegółowe zestawienie strat energii cieplnej





Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
Drzwi zewnętrzne	47,40	13165	0,6
Okno zewnętrzne	912,16	253377	10,7
Dach	111,92	31088	1,3
Podłoga na gruncie	85,95	23874	1,0
Podłoga w piwnicy	293,67	81574	3,4
Stropodach wentylowany	329,16	91433	3,8
Ściana zewnętrzna przy gruncie	49,55	13763	0,6
Ściana zewnętrzna	314,98	87495	3,7
Ciepło na wentylację	6407,68	1779911	74,9
Razem	8552,45	2375680	100,0

Szczegółowe zestawienie zysków energii cieplnej



Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
Zyski od słońca	1511,97	419992	30,5
Zyski wewnętrzne	3446,17	957271	69,5
Razem	4958,15	1377263	100,0

Opis	U	A
	$W/m^2 \cdot K$	m^2
Dach pełny płaski	0,143	1484,78
Drzwi zewnętrzne	1,300	96,67
Okna PCV	1,300	1179,19
Okna drewniane	0,900	482,46
Okna aluminiowe w sali gimnastycznej	0,900	279,73
Naświetla z luksferów	0,900	45,48
Podłoga na gruncie	0,517	1444,24
Podłoga w piwnicach	0,464	3231,28
Stropodach wentylowany	0,146	3699,00
Ściana zewnętrzna osłonowa	0,198	1533,04
Ściana zewnętrzna konstrukcyjna	0,198	2825,74
Ściana zewnętrzna ogrzewanych piwnic	0,192	781,80
Ściana zewnętrzna przy gruncie	0,154	958,04

D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R
m		W/(m·K)	kg/m³	kJ/(kg·K)	m²·K/W
DSG	Dach pełny płaski				
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,1800	Styropian EPS 100 038	0,038	100	1,460	4,737
0,0060	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,033
0,1000	Wełna mineralna	0,050	180		2,000
0,1000	Płyta panwiowa	1,000	2200		0,100
	Opór przejmowania wewnątrz R_i, [m²·K/W]:				0,100
	Opór przejmowania na zewnątrz R_e, [m²·K/W]:				0,040
	Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m²·K/W]:				7,010
	Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m²·K)]:				0,143
PG	Podłoga w piwnicach				
Rodzaj przegrody: Podłoga w piwnicy, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
Ściana przy podłodze: SG					
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Z_{gw}: 5,00 m					
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 2,00 m					
0,0500	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęs	1,000	1900	0,840	0,050
0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,028
0,1000	Podkład z betonu chudego.	1,050	1900	0,840	0,095
	Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R_g, [m²·K/W]:				1,984
	Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m²·K/W]:				2,157
	Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m²·K)]:				0,464
PGS	Podłoga na gruncie				
Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
Ściana przy podłodze: SZK					
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Z_{gw}: 8,70 m					
Pozioma izol. krawędziowa: o grubości d_{nh} = m i długości D_h = m					
Pionowa izol. krawędziowa: o grubości d_{nv} = m i długości D_v = m					
0,0300	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęs	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, [m²·K/W]:				1,475
	Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m²·K/W]:				1,933
	Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m²·K)]:				0,517
SC	Ściana zewnętrzna ogrzewanych piwnic				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,012
0,0650	Mur z cegły dziurawki 120x250x65.	0,640	1400	0,880	0,102
0,0400	Styropian - inne przypadki.	0,045	30	1,460	0,889
0,2400	Żelbet.	1,700	2500	0,840	0,141

D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R
m		W/(m·K)	kg/m³	kJ/(kg·K)	m²·K/W
0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,012
0,1200	Styropian PLATINUM PLUS	0,031	30	1,460	3,871
	Opór przejmowania wewnątrz R_i, [m²·K/W]:				0,130
	Opór przejmowania na zewnątrz R_e, [m²·K/W]:				0,040
	Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m²·K/W]:				5,197
	Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m²·K)]:				0,192
SG	Ściana zewnętrzna przy gruncie				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna przy gruncie, Warunki wilgotności: Średni					
Podłoga przyległa do ściany: PG					
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 2,00 m					
0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,012
0,0650	Mur z cegły dziurawki 120x250x65.	0,640	1400	0,880	0,102
0,0400	Styropian - inne przypadki.	0,045	30	1,460	0,889
0,2400	Żelbet.	1,700	2500	0,840	0,141
0,1200	Styropian ekstrudowany	0,036	100	1,460	3,333
	Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R_g, [m²·K/W]:				2,000
	Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m²·K/W]:				6,477
	Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m²·K)]:				0,154
STR	Stropodach wentylowany				
Rodzaj przegrody: Stropodach wentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wilgot					
0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,028
0,1000	Płyty korytkowe	1,000	1900		0,100
	Opór warstwy powietrznej stropodachu o śr. wys. H = 1 m, [m²·K/W]:				0,160
	Suma oporów ciepła połaci dachowej i war. powietrza, [m²·K/W]:				0,000
0,2000	Wełna mineralna	0,038	60	0,750	5,263
0,0600	Wełna mineralna	0,050	180		1,200
0,2400	Strop żelbetowy kanałowy o wysokości 22-		1400	0,840	0,180
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
	Opór przejmowania wewnątrz R_i, [m²·K/W]:				0,100
	Opór przejmowania na zewnątrz R_e, [m²·K/W]:				0,090
	Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m²·K/W]:				6,851
	Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m²·K)]:				0,146
SZK	Ściana zewnętrzna konstrukcyjna				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,3600	Ściana trójwarstwowa				1,007
0,1200	Styropian PLATINUM PLUS	0,031	30	1,460	3,871
	Opór przejmowania wewnątrz R_i, [m²·K/W]:				0,130
	Opór przejmowania na zewnątrz R_e, [m²·K/W]:				0,040
	Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m²·K/W]:				5,048

D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R
m		W/(m·K)	kg/m³	kJ/(kg·K)	m²·K/W
	Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m²·K)]:				0,198
SZO	Ściana zewnętrzna osłonowa				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,012
0,3700	Mur z betonu komórkowego na zaprawie cem	0,380	800	0,840	0,974
0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,012
0,1200	Styropian PLATINUM PLUS	0,031	30	1,460	3,871
	Opór przejmowania wewnątrz R_i, [m²·K/W]:				0,130
	Opór przejmowania na zewnątrz R_e, [m²·K/W]:				0,040
	Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m²·K/W]:				5,039
	Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m²·K)]:				0,198

Załącznik 2

Bilans energetyczny budynku dla optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Bilans energetyczny budynku - wariant pierwszy	
	Zespół Szkół nr 9 w Gdyni	
Miejscowość:	Gdynia	
Adres:	Chylońska 227	
Projektant:	Marcin Rosenow	
Plik danych:	C:\Users\hp\Desktop\Robocze\UM Gdynia\ZS 9\Z	

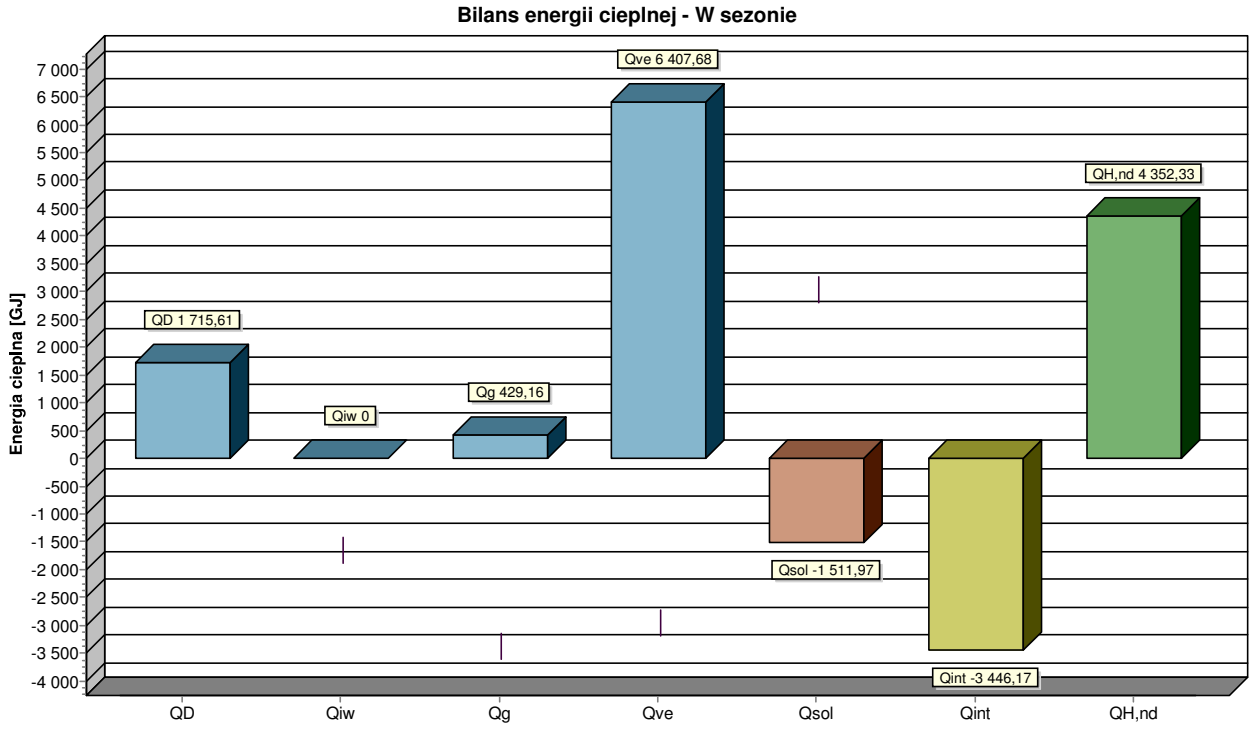
Normy:	
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790

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:	12175,3	m^2
Kubatura ogrzewana budynku V_H:	45706,7	m^3
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T:	235710	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V:	597129	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ:	832839	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH}:	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL}:	832839	W

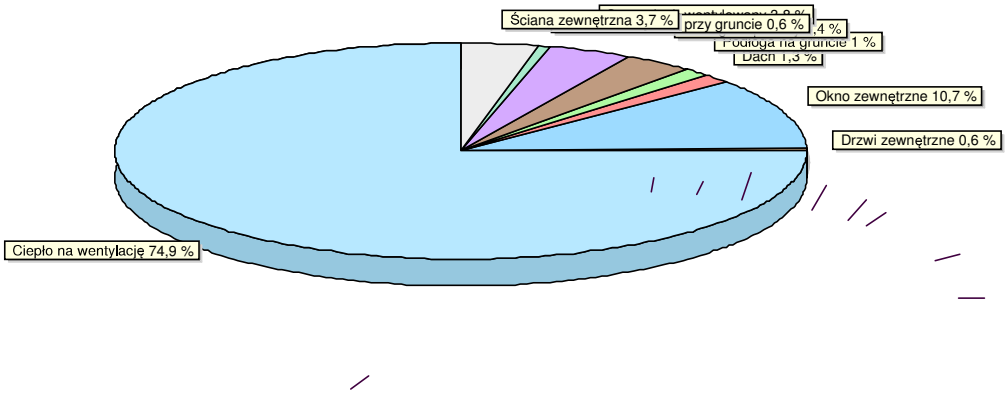
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Gdańsk Port Północny	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$:	76452,6	m^3/h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	4352,33	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	1208981	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H:	12175	m^2
Kubatura ogrzewana budynku V_H:	45706,7	m^3
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H:	357,5	$MJ/(m^2 \cdot rok)$
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H:	99,3	$kWh/(m^2 \cdot rok)$
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H:	95,2	$MJ/(m^3 \cdot rok)$
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H:	26,5	$kWh/(m^3 \cdot rok)$

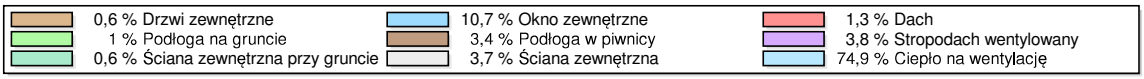
Audytor OZC 6.6 © 1994-2015 SANKOM Sp. z o.o. www.sankom.pl



Bil	Miesiąc	$L_{d,m}$	$T_{em,m}$	Q_D	Q_{iw}	Q_g	Q_{ve}	$\eta_{H,gn}$	Q_{sol}	Q_{int}	$Q_{H,nd}$
		dni	°C	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok		GJ/rok	GJ/rok	GJ/ro
■	Styczeń	31	2,0	253,64	0,00	63,49	925,78	0,974	86,12	391,32	777,
■	Luty	28	1,2	239,71	0,00	60,04	968,79	0,980	86,63	353,45	837,
■	Marzec	31	3,5	231,59	0,00	57,88	845,13	0,946	175,73	391,32	598,
■	Kwiecień	30	7,7	164,38	0,00	40,83	619,32	0,843	275,96	378,70	272,
■	Maj	31	10,7	126,67	0,00	31,48	461,50	0,679	368,90	391,32	103,
■	Czerwiec	0	15,5	58,87	0,00	15,73	221,39	0,377	384,25	378,70	8,
■	Lipiec	0	18,7	16,95	0,00	6,12	61,58	0,105	410,75	391,32	0,
■	Sierpień	0	16,3	50,05	0,00	13,83	182,12	0,335	327,69	391,32	4,
■	Wrzesień	30	14,5	72,35	0,00	18,92	272,18	0,553	221,99	378,70	31,
■	Październik	31	8,7	155,16	0,00	38,45	565,56	0,877	150,26	391,32	284,
■	Listopad	30	4,0	217,01	0,00	54,21	818,25	0,968	75,41	378,70	649,
■	Grudzień	31	1,9	255,11	0,00	63,86	931,16	0,977	70,97	391,32	798,
	W sezonie	273	8,8	1715,61	0,00	429,16	6407,68	0,847	1511,97	3446,17	4352,

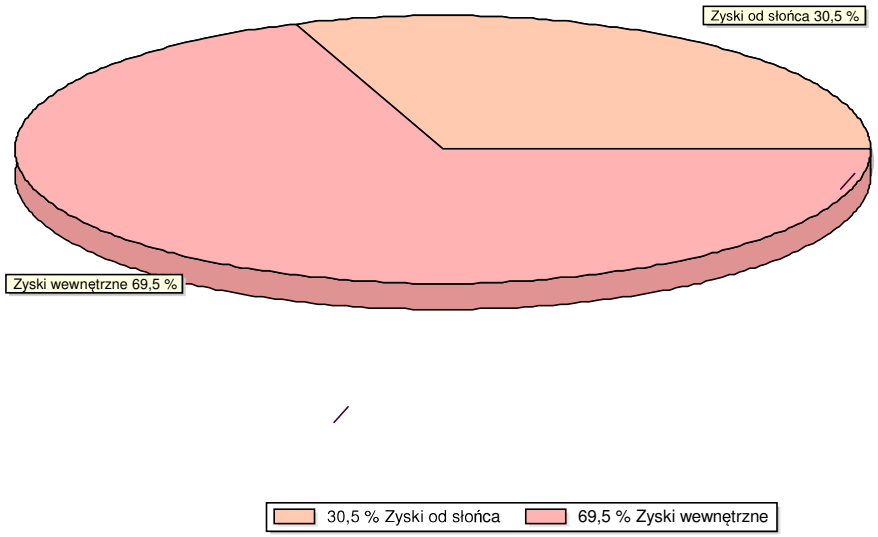
Szczegółowe zestawienie strat energii cieplnej





Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
Drzwi zewnętrzne	47,40	13165	0,6
Okno zewnętrzne	912,16	253377	10,7
Dach	111,92	31088	1,3
Podłoga na gruncie	85,95	23874	1,0
Podłoga w piwnicy	293,67	81574	3,4
Stropodach wentylowany	329,16	91433	3,8
Ściana zewnętrzna przy gruncie	49,55	13763	0,6
Ściana zewnętrzna	314,98	87495	3,7
Ciepło na wentylację	6407,68	1779911	74,9
Razem	8552,45	2375680	100,0

Szczegółowe zestawienie zysków energii cieplnej



Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
Zyski od słońca	1511,97	419992	30,5
Zyski wewnętrzne	3446,17	957271	69,5
Razem	4958,15	1377263	100,0

Opis	U	A
	$W/m^2 \cdot K$	m^2
Dach pełny płaski	0,143	1484,78
Drzwi zewnętrzne	1,300	96,67
Okna PCV	1,300	1179,19
Okna drewniane	0,900	482,46
Okna aluminiowe w sali gimnastycznej	0,900	279,73
Naświetla z luksferów	0,900	45,48
Podłoga na gruncie	0,517	1444,24
Podłoga w piwnicach	0,464	3231,28
Stropodach wentylowany	0,146	3699,00
Ściana zewnętrzna osłonowa	0,198	1533,04
Ściana zewnętrzna konstrukcyjna	0,198	2825,74
Ściana zewnętrzna ogrzewanych piwnic	0,192	781,80
Ściana zewnętrzna przy gruncie	0,154	958,04

D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R
m		W/(m·K)	kg/m³	kJ/(kg·K)	m²·K/W
DSG	Dach pełny płaski				
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,1800	Styropian EPS 100 038	0,038	100	1,460	4,737
0,0060	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,033
0,1000	Wełna mineralna	0,050	180		2,000
0,1000	Płyta panwiowa	1,000	2200		0,100
	Opór przejmowania wewnątrz R_i, [m²·K/W]:				0,100
	Opór przejmowania na zewnątrz R_e, [m²·K/W]:				0,040
	Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m²·K/W]:				7,010
	Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m²·K)]:				0,143
PG	Podłoga w piwnicach				
Rodzaj przegrody: Podłoga w piwnicy, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
Ściana przy podłodze: SG					
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Z_{gw}: 5,00 m					
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 2,00 m					
0,0500	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęs	1,000	1900	0,840	0,050
0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,028
0,1000	Podkład z betonu chudego.	1,050	1900	0,840	0,095
	Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R_g, [m²·K/W]:				1,984
	Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m²·K/W]:				2,157
	Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m²·K)]:				0,464
PGS	Podłoga na gruncie				
Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
Ściana przy podłodze: SZK					
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Z_{gw}: 8,70 m					
Pozioma izol. krawędziowa: o grubości d_{nh} = m i długości D_h = m					
Pionowa izol. krawędziowa: o grubości d_{nv} = m i długości D_v = m					
0,0300	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęs	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, [m²·K/W]:				1,475
	Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m²·K/W]:				1,933
	Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m²·K)]:				0,517
SC	Ściana zewnętrzna ogrzewanych piwnic				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,012
0,0650	Mur z cegły dziurawki 120x250x65.	0,640	1400	0,880	0,102
0,0400	Styropian - inne przypadki.	0,045	30	1,460	0,889
0,2400	Żelbet.	1,700	2500	0,840	0,141

D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R
m		W/(m·K)	kg/m³	kJ/(kg·K)	m²·K/W
0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,012
0,1200	Styropian PLATINUM PLUS	0,031	30	1,460	3,871
	Opór przejmowania wewnątrz R_i, [m²·K/W]:				0,130
	Opór przejmowania na zewnątrz R_e, [m²·K/W]:				0,040
	Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m²·K/W]:				5,197
	Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m²·K)]:				0,192
SG	Ściana zewnętrzna przy gruncie				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna przy gruncie, Warunki wilgotności: Średni					
Podłoga przyległa do ściany: PG					
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 2,00 m					
0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,012
0,0650	Mur z cegły dziurawki 120x250x65.	0,640	1400	0,880	0,102
0,0400	Styropian - inne przypadki.	0,045	30	1,460	0,889
0,2400	Żelbet.	1,700	2500	0,840	0,141
0,1200	Styropian ekstrudowany	0,036	100	1,460	3,333
	Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R_g, [m²·K/W]:				2,000
	Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m²·K/W]:				6,477
	Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m²·K)]:				0,154
STR	Stropodach wentylowany				
Rodzaj przegrody: Stropodach wentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wilgot					
0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,028
0,1000	Płyty korytkowe	1,000	1900		0,100
	Opór warstwy powietrznej stropodachu o śr. wys. H = 1 m, [m²·K/W]:				0,160
	Suma oporów ciepła połaci dachowej i war. powietrza, [m²·K/W]:				0,000
0,2000	Wełna mineralna	0,038	60	0,750	5,263
0,0600	Wełna mineralna	0,050	180		1,200
0,2400	Strop żelbetowy kanałowy o wysokości 22-		1400	0,840	0,180
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
	Opór przejmowania wewnątrz R_i, [m²·K/W]:				0,100
	Opór przejmowania na zewnątrz R_e, [m²·K/W]:				0,090
	Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m²·K/W]:				6,851
	Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m²·K)]:				0,146
SZK	Ściana zewnętrzna konstrukcyjna				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,3600	Ściana trójwarstwowa				1,007
0,1200	Styropian PLATINUM PLUS	0,031	30	1,460	3,871
	Opór przejmowania wewnątrz R_i, [m²·K/W]:				0,130
	Opór przejmowania na zewnątrz R_e, [m²·K/W]:				0,040
	Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m²·K/W]:				5,048

D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R
m		W/(m·K)	kg/m³	kJ/(kg·K)	m²·K/W
	Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m²·K)]:				0,198
SZO	Ściana zewnętrzna osłonowa				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,012
0,3700	Mur z betonu komórkowego na zaprawie cem	0,380	800	0,840	0,974
0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,012
0,1200	Styropian PLATINUM PLUS	0,031	30	1,460	3,871
	Opór przejmowania wewnątrz R_i, [m²·K/W]:				0,130
	Opór przejmowania na zewnątrz R_e, [m²·K/W]:				0,040
	Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m²·K/W]:				5,039
	Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m²·K)]:				0,198