

Audyt energetyczny budynku użyteczności publicznej

LOKALIZACJA: VI Liceum Ogólnokształcące
ul. Kopernika 34
81-424 Gdynia

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


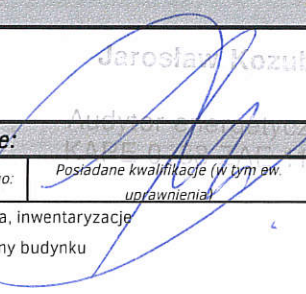
AUTOR: mgr inż. Jarosław Kozub



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

Jarosław Kozub
Audyt energetyczny
KAPZ 0138 ZAE 1121

Październik 2015

1. Dane identyfikacyjne budynku									
1.1 Rodzaj budynku:	budynek użyteczności publicznej - VI Liceum Ogólnokształcące im. Wacława Sierpińskiego w Gdyni				1.2 Rok budowy:	1954			
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.	Kopernika	nr	34
	ul.	Al. Marszałka Piłsudskiego	nr	52/54		kod.	81-424	mięscowosc:	Gdynia
	kod.	81-382	mięscowosc:	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 <small>autoryzacja Krajowej Agencji Poszanowania Energii nr 0188, członek Stowarzyszenia Audytorów Energetycznych nr 1121</small>									
4. Współautorzy audytu: Imiona, nazwiska i zakresy prac, posiadane kwalifikacje:									
Lp.	Imię i nazwisko:		Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego:			Posiadane kwalifikacje (w tym ew. uprawnienia)			
1	Anna Sychowska		dokumentacja techniczna, inwentaryzacja						
2	Marcin Rosenow		bilans energetyczny budynku						
3	-		-						
4	-		-						
5. Miejscowość:	Rumia		data wykonania opracowania:		9 października 2015				
6. Spis treści:									
1	Karta audytu energetycznego							str.	2
2	Zestawienie danych źródłowych do wykonania audytu.							str.	4
3	Część pierwsza - dane inwentaryzacyjne, wyznaczenie niezbędnych usprawnień termomodernizacyjnych							str.	5
4	Inwentaryzacja - dane techniczne budynku							str.	6
5	Inwentaryzacja - uproszczona dokumentacja techniczna - rysunki							str.	7
6	Inwentaryzacja - opis techniczny elementów budynku i konstrukcji							str.	8
7	Charakterystyka energetyczna budynku, opłaty, taryfy							str.	12
8	Inwentaryzacja systemu grzewczego i instalacji							str.	13
9	Obliczeniowy strumień powietrza wentylacyjnego							str.	14
10	Ocena stanu technicznego budynku, wskazanie usprawnień							str.	15
11	Dane klimatyczne, stopniodni							str.	16
12	Część druga - analiza ekonomiczne poszczególnych usprawnień							str.	17
13	Analiza ekonomiczna - ciepła woda użytkowa							str.	25
14	Analiza ekonomiczna - system ciepły							str.	26
15	Część trzecia - wybór optymalnego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, analiza ekonomiczna i energetyczna, wnioski							str.	27
16	Zestawienie wybranych i zoptymalizowanych usprawnień							str.	28
17	Prezentacja przyjętych wariantów modernizacji							str.	30
18	Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu							str.	31
19	Wnioski							str.	32
20	Załącznik 1 - bilans ciepły stanu obecnego							str.	33
21	Załącznik 2 - bilans ciepły poszczególnych wariantów							str.	41
22	Załącznik 3 - zestawienie stolarki PCV do wymiany							str.	49

Budynek w całości

1. Dane ogólne				
1. Konstrukcja / technologia budynku:		tradycyjna, murowana		
2. Liczba kondygnacji:		-	4	
3. Kubatura części ogrzewanej		[m³]	6 832	
4. Powierzchnia netto budynku		[m²]	2 231,00	
5. Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej		[m²]	0,00	
6. Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych		[m²]	2 231,00	
7. Liczba mieszkań		-	0	
8. Liczba osób użytkujących budynek		-	453	
9. Sposób przygotowania ciepłej wody		Centralne zdalaczynne		
10. Rodzaj systemu ogrzewania budynku		Centralne zdalaczynne		
11. Współczynnik kształtu A/V		[1/m]	0,68	
12. Inne dane charakteryzujące budynek		Budynek użyteczności publicznej - szkoła		
2.	Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne	[W/(m²K)]	stan przed modernizacją	stan po modernizacji
1. Dach nieogrzewanego poddasza			3,24	3,24
2. Drzwi zewnętrzne starego typu			3,60	1,30
3. Drzwi zewnętrzne energooszczędne			1,60	1,60
4. Okna PCV/aluminiowe do wymiany			2,60	0,90
5. Okna PCV			1,30	1,30
6. Podłoga w piwnicy			0,48	0,48
7. Podłoga poddasza budynku głównego			1,19	0,15
8. Podcień			0,80	0,80
9. Ściana zewnętrzna			1,43	0,19
10. Ściana zewnętrzna piwnic			1,43	0,19
11. Ściana zewnętrzna przy gruncie			0,65	0,19
3. Sprawności składowe systemu grzewczego				
1. Sprawność wytwarzania			1,00	1,00
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 / mechaniczna	naturalna / mechaniczna
2. Sposób doprowadzenia/odprowadzenia powietrza			nieszczelności stolarki / kanały grawitacyjne	nieszczelności stolarki / kanały grawitacyjne
3. Strumień powietrza wentylacyjnego		[m³/h]	8 882	8 882
4. Liczba wymian			1,30	1,30

Budynek w całości

5. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	[kW]	234,2
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu	[kW]	19,6
3.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[GJ/rok]	1 810,5
4.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu	[GJ/rok]	2 449,3
5.	Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u.	[GJ/rok]	135,1
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie, przeliczone na warunki sezonu standardowego i na przygotowanie c.w.u. (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła)	[GJ/rok]	1 240,0
7.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu	[kWh/(m³rok)]	73,7
8.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu	[kWh/(m³rok)]	99,7
9.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu	[kWh/(m²rok)]	305,2
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]	6,86
6.	Opłata abonamentowa	[zł]	-
7.	Opłata stała niezależnie od mocy	[zł]	-
7. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana suma kredytu [zł]:		1 359 146,25	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]
Planowane koszty całkowite [zł]		1 359 146,25	Premia termomodernizacyjna [zł]
Roczna oszczędność kosztów energii [zł]		99 485,05	

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 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 Ministerstwa Infrastruktury.
11. Dokumentacja techniczna przekazana przez Inwestora oraz faktury za zakupioną energię.

Podstawowe wytyczne inwestora, ustalenia

Użytkownik sygnalizuje niedogrzenia w części pomieszczeń budynku wynikające z niwydolności 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.

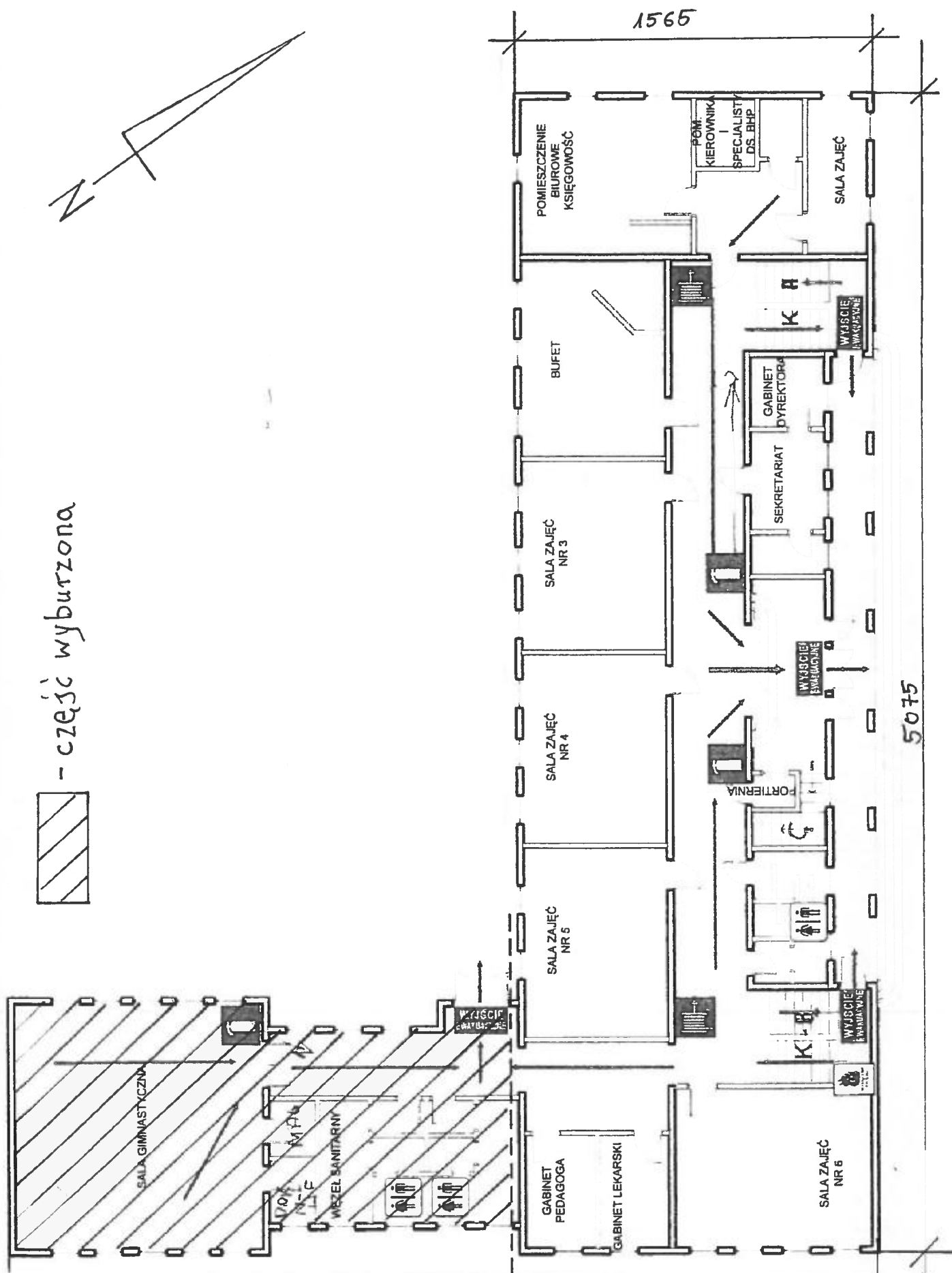
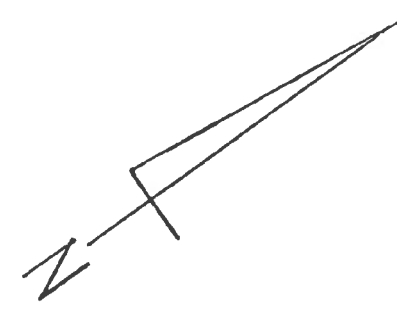
Część pierwsza

Dane inwentaryzacyjne, wyznaczenie
niezbędnych usprawnień
termomodernizacyjnych





Inwentaryzacja - dane techniczne budynku

Powierzchnia przegród zewnętrznych według rodzaju		
Dach nieogrzewanego poddasza	[m ²]	972,9
Drzwi zewnętrzne starego typu	[m ²]	6,8
Drzwi zewnętrzne energooszczędne	[m ²]	9,6
Okna PCV/aluminiowe do wymiany	[m ²]	24,0
Okna PCV	[m ²]	323,1
Podłoga w piwnicy	[m ²]	769,2
Podłoga poddasza budynku głównego	[m ²]	794,7
Podcień	[m ²]	47,6
Ściana zewnętrzna	[m ²]	1 224,5
Ściana zewnętrzna piwnic	[m ²]	256,0
Ściana zewnętrzna przy gruncie	[m ²]	215,6
Wysokości		
Zagłębienie w gruncie	[m]	1,60
Najczęstsza wysokość w świetle	[m]	3,20
Wysokość piwnicy w świetle	[m]	2,80
Najczęstsza wysokość brutto	[m]	3,60
liczba mieszkań	[szt.]	0
Liczba użytkowników		453
Liczba kondygnacji	[szt.]	4
Liczba klatek schodowych	[szt.]	5
Dane powierzchniowe budynku		
Powierzchnia użytkowa pomieszczeń mieszkalnych	[m ²]	0,00
Powierzchnia użytkowa pomieszczeń niemieszkalnych	[m ²]	2 231,00
Powierzchnia poddasza ogrzewanego	[m ²]	0,0
Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych pozostałych	[m ²]	0,0
Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych netto	[m ²]	2 231,0
Powierzchnia zabudowy	[m ²]	794,7
Całkowita powierzchnia brutto	[m ²]	2 384,1
Powierzchnia użytkowa	[m ²]	2 231,00
Dane kubaturowe budynku		
Kubatura netto ogrzewana	[m ³]	6 832
Całkowita kubatura brutto	[m ³]	11 621
Współczynnik kształtu A/V [1/m]		0,68





- część wyburzona







Opis do uproszczonej dokumentacji technicznej budynku VI Liceum Ogólnokształcącego w Gdyni, ul. Kopernika 34



<p>Dane ogólne, forma architektoniczna</p>		<p>Budynek wolnostojący, Wzniesiony w 1954 roku na planie prostokąta. Obiekt posiada trzy kondygnacje nadziemne, podpiwniczony, budynek przykryty dachem skośnym czterospadowym. Obiekt składa się z segmentu dydaktycznego - rozpoczęta budowa hali sportowej.</p>
<p>Konstrukcja budynku, technologia wykonania</p>		<p>Ściany zewnętrzne murowane - układ konstrukcyjny podłużny. Stropy gęstożebrowe. Dach czterospadowy kryty dachówką.</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>Zwarta 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 i ALU. Drzwi zewnętrzne główne aluminiowe, dodatkowo 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>Podcień.</p>

STAN TECHNICZNY

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

Stolarka drzwiowa zewnętrzna		Stan techniczny drzwi zewnętrznych głównych dobry - drzwi dodatkowe starego typu w stanie złym.
Instalacja c.o.		Grzejniki żeliwne w złym stanie technicznym. Sporadycznie grzejniki płytowe.
Źródło ciepła		Własność dostawcy ciepła.
Wentylacja mechaniczna		Brak

Inwentaryzacja - charakterystyka energetyczna budynku		
Moc zamówiona		
Moc zamówiona c.o.	[kW]	178,0
Moc zamówiona c.w.u.	[kW]	15,0
Sumaryczna moc zamówiona dla budynku	[kW]	193,0
Zużycie energii cieplnej za lata poprzednie		
Sumaryczne średnie zużycie ciepła za lata poprzednie (suma zużycia c.o i c.w.u.)	[GJ/a]	1 240,0
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]	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 grupowego węzła cieplnego oraz węzła bezpośredniego (rozdzielacza) w budynku. Instalacja c.o. oparta o grzejniki żeliwne 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	Brak	
Instalacja centralnego ogrzewania budynku		
Zasilanie instalacji	pompowe	
Parametry wody instalacyjnej	[st. C]	85/60
Rodzaj grzejników / usytuowanie	żeliwne usytuowane pod oknami	
Rodzaj przewodów instalacyjnych	stalowe	
Zawory z głowicami termostatycznymi	brak	
Zawory regulacyjne podpionowe	-	
Dodatkowa izolacja za grzejnikami	-	
Prowadzenie / izolacja pionów	po wierzchu / brak izolacji	
Prowadzenie / izolacja poziomów	po wierzchu / izolacja w złym 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 c.w.u. centralne w węźle cieplnym.	
Rodzaj przewodów c.w.u.	Stalowe	
Perlatory na wylewkach	Nie zamontowane	
Instalacja wentylacyjna i spalinowa		
Rodzaj instalacji wentylacyjnej	Wentylacja grawitacyjna - wyciąg powietrza za pomocą przewodów grawitacyjnych. Nawiew powietrza poprzez nieszczelności stolarki okiennej i drzwiowej.	
Obliczeniowa ilość powietrza wentylacyjnego	-	8 882
Średni współczynnik c _r dla budynku	-	1,00
Strumień powietrza wentylacyjnego	-	8 882

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	6832,4	1,30	8882
SUMA				8882
Wielkości sumarycznie				
Obliczeniowa ilość powietrza wentylacyjnego			[m ³ /h]	8882
Średni współczynnik korekcyjny (c_{r, c_w})			-	1,00
Strumień powietrza wentylacyjnego przed modernizacją			[m ³ /h]	8882

Stan techniczny budynku, wskazanie przedsięwzięć termomodernizacyjnych

System grzewczy		
Element	Stan techniczny	Proponowane rozwiązanie
Zasilanie budynku	Budynek zasilany w ciepło z węzła ciepłego grupowego zasilanego z m.s.c.	Modernizacja węzła bezpośredniego (rozdzielacza ciepła). Wymiana instalacji centralnego ogrzewania. Montaż regulacji godzinowo-dobowej. Montaż grzejników płytowych wyposażonych w urządzenia do miejscowej regulacji temperatury (zawory termostatyczne lub regulatory strefowe). Pełna automatyka obiegów grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej.
Poziomy c.o. w piwnicy	Stan techniczny zły	
Urządzenia wykonawcze grzejniki c.o.	Konwektory wodne żeliwne, zły stan techniczny.	
Element	Stan techniczny	Proponowane rozwiązanie
Ściany zewnętrzne	Ściany zewnętrzne nieocieplone, dostateczny, miejscami zły stan techniczny elewacji. Widoczne ślady działania wody - odparzenia tynku i zawilgocenia w strefie przyziemnej.	Przewiduje się docieplenie ścian zewnętrznych kondygnacji nadziemnych wraz z podcieniami i strefy cokołowej styropianem specjalnym o współczynniku przewodzenia ciepła maksymalnie 0,031 W/mK. Metoda BSO Docieplenie ścian przy gruncie za pomocą styropianu ekstrudowanego o współczynniku przewodzenia ciepła 0,036 W/mK.
Stolarka okienna	Stolarka okienna PCV/ALU w stanie dobrym - częściowo złym. Z uwagi na docieplenie podcienia konieczność wymiany części okien.	Przewiduje się wymianę części okien PCV/ALU (załącznik) w całym budynku na stolarkę energooszczędną PCV o współczynniku przenikania ciepła nie większym niż 0,9 W/m²K.
Stolarka drzwiowa	Drzwi ALU/PCV zewnętrzne w stanie dobrym oraz drzwi starego typu w złym stanie technicznym.	Przewiduje się wymianę drzwi zewnętrznych starego typu na energooszczędne.
Dach / stropodach	Niedocieplona podłoga poddasza nieużytkowego.	Przewiduje się docieplenie podłogi poddasza za pomocą styropianu EPS 100 lub wełny mineralnej o współczynniku przewodzenia ciepła nie większym niż 0,038 W/mK. Wykonanie wylewki lub podłogi na legarach..
Instalacja c.w.u.		
Element	Stan techniczny	Proponowane rozwiązanie
c.w.u.	Wytwarzanie centralne, zły stan techniczny urządzeń i instalacji.	Wymiana instalacji c.w.u. - wykonanie izolacji porzewodów zasilających i cyrkulacyjnych. Montaż cyrkulacyjnych zaworów termostatycznych oraz urządzeń ograniczających czas pracy cyrkulacji.
Wentylacja		
Element	Stan techniczny	Proponowane rozwiązanie
Wentylacja	Nie obserwuje się niedoboru powietrza wentylacyjnego	Brak modernizacji
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	$O_m =$	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 stopniociepni,	$S_d =$	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	$A_{sc} =$	1 224,5	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 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	36 560,40 zł	11,535	421 728,13 zł
Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 15 cm	350,55 zł/m ²	4,84	0,181	36 890,56 zł	11,636	429 258,99 zł
Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 10 cm	319,80 zł/m ²	3,23	0,255	34 697,22 zł	-	391 604,69 zł
Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 12 cm	332,10 zł/m ²	3,87	0,219	35 760,29 zł	-	406 666,41 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 nadziemnych - strefa cokołowa

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,	$S_d = 3\,597$	dnie × 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	$A_{\text{śc}} = 256,0$	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 ścian zewnętrznych nadziemnych w strefie cokołowej za pomocą styropianu specjalnego (grafitowego) o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,031$ W/mK. Na podstawie poniższej analizy ekonomicznej wykazano optymalną grubość izolacji równą 14 cm. Ceny robót budowlanych określono na podstawie analizy rynku robót budowlanych. Wszystkie ceny zawierają podatek VAT 23 %.

Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	DR	U_m	DO_{rU}	SPBT	Nu
Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 14 cm	391,14 zł/m ²	4,52	0,192	7 642,41 zł	13,101	100 120,11 zł
Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 15 cm	399,75 zł/m ²	4,84	0,181	7 711,43 zł	13,269	102 324,01 zł
Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 10 cm	356,70 zł/m ²	3,23	0,255	7 252,94 zł	-	91 304,50 zł
Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 12 cm	373,92 zł/m ²	3,87	0,219	7 475,16 zł	-	95 712,30 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 kondygnacji piwnicznej - ściany przy gruncie.**

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 stopniociepni,	$S_d =$	3 597	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U =$	0,65	W/(m ² ×K)
Powierzchnia ścian - powierzchnia zewnętrzna netto po odjęciu otworów okiennych i drzwiowych	$A_{\text{śc}} =$	215,6	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 ścian zewnętrznych kondygnacji piwnicznej przy gruncie za pomocą styropianu ekstrudowanego o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,036 \text{ W/mK}$. Na podstawie poniższej analizy ekonomicznej wykazano optymalną grubość docieplenia równą 10 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 - 10 cm	437,88 zł/m ²	2,78	0,189	2 420,58 zł	38,993	94 385,03 zł
Docieplenie ścian fundamentowych - styropian ekstrudowany - 12 cm	457,56 zł/m ²	3,33	0,171	2 514,28 zł	39,227	98 627,06 zł
Docieplenie ścian fundamentowych - styropian ekstrudowany - 14 cm	477,24 zł/m ²	3,89	0,156	2 592,36 zł	39,682	102 869,08 zł
Docieplenie ścian fundamentowych - styropian ekstrudowany - 8 cm	418,20 zł/m ²	2,22	0,219	2 264,41 zł	-	90 143,01 zł
Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący $R = 5,291 \text{ m}^2\text{K/W}$ jest większy od wymaganego wynoszącego $R_{\text{min}} = 4,0 \text{ m}^2\text{K/W}$ oraz zgodnego z WT2021 $R_{\text{min}} = 5,0 \text{ m}^2\text{K/W}$.						

Legenda:

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

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

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	$U = 0,80$	W/(m ² ×K)
Powierzchnia ścian - powierzchnia zewnętrzna netto po odjęciu otworów okiennych i drzwiowych	$A_{\text{śc}} = 47,6$	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 podcienia za pomocą styropianu specjalnego (grafitowego) o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,031$ W/mK. 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 podcienia - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 18 cm	399,75 zł/m ²	5,81	0,142	755,14 zł	25,219	19 044,09 zł
Docieplenie podcienia - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 20 cm	412,05 zł/m ²	6,45	0,130	768,78 zł	25,534	19 630,06 zł
Docieplenie podcienia - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 22 cm	424,35 zł/m ²	7,10	0,120	780,32 zł	25,907	20 216,03 zł
Docieplenie podcienia - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 15 cm	381,30 zł/m ²	4,84	0,164	729,25 zł	-	18 165,13 zł
Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący $R = 7,06$ m ² K/W jest większy od wymaganego wynoszącego $R_{min} = 4,0$ 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 podłogi poddasza nieużytkowego

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	$t_{zo} =$	-12,0	°C
Liczba stopniocdni,	$S_d =$	2 629	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U =$	3,24	W/(m ² ×K)
Powierzchnia stropu/dachu/podłogi poddasza	$A =$	972,9	m ²
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego	$W_E =$	18,42	(zł×K)/W×a

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

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

Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	DR	U_m	DO_{rU}	SPBT	Nu
Docieplenie podłogi poddasza nieużytkowego - styropian EPS 100 lub wełna mineralna - 25 cm	231,24 zł/m ²	6,58	0,145	55 506,63 zł	4,053	224 968,77 zł
Docieplenie podłogi poddasza nieużytkowego - styropian EPS 100 lub wełna mineralna - 30 cm	256,00 zł/m ²	7,89	0,122	55 924,05 zł	4,453	249 057,28 zł
Docieplenie podłogi poddasza nieużytkowego - styropian EPS 100 lub wełna mineralna - 18 cm	196,80 zł/m ²	4,74	0,198	54 556,45 zł	-	191 462,78 zł
Docieplenie podłogi poddasza nieużytkowego - styropian EPS 100 lub wełna mineralna - 20 cm	206,64 zł/m ²	5,26	0,179	54 892,04 zł	-	201 035,92 zł
Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący $R = 6,887$ m ² K/W jest większy od wymaganego wynoszącego $R_{min} = 5,0$ m ² K/W oraz zgodnego z WT2021 $R_{min}=6,66$ m ² K/W.						

Legenda:

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

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

Nu [zł]- Planowane koszty robót

DR m²K/W- Dodatkowy opór cieplny przegrody zewnętrznej

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

Wybór optymalnego wariantu wymiany stolarki okiennej PCV/ALU

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	$U =$	2,60	W/(m ² × K)
Powierzchnia okien do wymiany	$A =$	24,0	m ²
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 · h · daPa ^{2/3})]
	$a_1 =$	0,30	
Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI	$cr_0 =$	1,00	-
	$cm_0 =$	1,00	-
Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI	$cm_1 =$	1,00	-
	$cw =$	1,00	-

	Cena jednostkowa	CR	U_m	$DO_{r,u}$	SPBT	Nu
Wymiana okien na stolarkę PCV, $U = 0,9$ W/m ² K	959,40 zł/m ²	1,00	0,90	986,97 zł	23,369	23 063,98 zł
Wymiana okien na stolarkę PCV, $U = 1,3$ W/m ² K	934,80 zł/m ²	1,00	1,30	754,74 zł	29,775	22 472,59 zł
Wymiana okien na stolarkę PCV, $U = 1,6$ W/m ² K	910,20 zł/m ²	1,00	1,60	580,57 zł	37,689	21 881,21 zł
Wymiana okien na stolarkę PCV, $U = 1,8$ W/m ² K	885,60 zł/m ²	1,00	1,80	464,45 zł	45,838	21 289,82 zł

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

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

Legenda:

SPBT [lata] - Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych (Nu/ $DO_{r,u}$)

$DO_{r,u}$ [zł/rok] - Roczna oszczędność kosztów eksploatacyjnych w wyniku uprawnienia termomodernizacyjnego

Nu [zł] - Planowane koszty robót

DR m²K/W - Dodatkowy opór cieplny przegrody zewnętrznej

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

Wybór optymalnego wariantu wymiany stolarki drzwiowej zewnętrznej

Dane ogólne do obliczeń

Opiata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	11 311,06	zł/(MW ×miesiąc]
Opiata 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	$U =$	3,60	W/(m ² ×K)
Powierzchnia drzwi do wymiany	$A =$	6,8	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	378,82 zł	53,146	20 132,64 zł
Wymiana drzwi na stolarkę energooszczędną, U = 1,7 W/m ² K	2 706,00 zł/m ²	1,00	1,70	312,94 zł	58,973	18 454,92 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, określony zgodnie z Polską Normą po dociepleniu

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
$O_{m1} =$	11 311,06	[zł/GJ]	Opłata za 1MW mocy zamówionej po modernizacji
$O_{z1} =$	61,98	[zł/GJ]	Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej po modernizacji
$Q_{ocw} =$	135,1	[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]	
$q_{ocw} =$	19,6	[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
112,6	19,6	1 395,73	65,654	Wymiana instalacji c.w.u. - wykonanie izolacji porzewodów zasilających i cyrkulacyjnych. Montaż cyrkulacyjnych zaworów termostatycznych oraz urządzeń ograniczających czas pracy cyrkulacji.	-	91 635,00 zł
135,1	19,6	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
1,7848 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.
135,1 GJ/a	Średnie roczne zapotrzebowanie na ciepło c.w.u. dla budynku
0,178 m ³ /h	Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. dla budynku (Q_{zrh})
2,096 -	Współczynnik nierównomierności rozbioru wody
0,374 m ³ /h	Maksymalne godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. dla budynku (Q_{maxh})
0 dm ³	Rzeczywista pojemność zasobników c.w.u.
19,6 kW	Moc cieplna dla potrzeb c.w.u. bez uwzględnienia akumulacji (q_{maxh})
19,6 kW	Moc cieplna dla potrzeb c.w.u. z uwzględnieniem akumulacji zasobników

Sprawności składowe systemu c.w.u.	Przed modernizacją	Po modernizacji
Sprawność		
Sprawność wytwarzania c.w.u.	1,00	1,00
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
$O_{m1} =$	11 311,06	[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
$O_{z1} =$	61,98	[zł/GJ]	Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej po modernizacji systemu grzewczego
$Q_{oco} =$	1 810,5	[GJ]	Sezonowe zapotrzebowanie budynku na ciepło przed termomodernizacją, określone zgodnie z Polską Normą
$q_0 =$	234,2	[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}
25 617,23	0,84	234,2	1,00	0,96	0,88	1,00	1,00	0,95	Modernizacja węzła bezpośredniego (rozdzielacza ciepła). Wymiana instalacji centralnego ogrzewania. Montaż regulacji godzinowo-dobowej. Montaż grzejników płytowych wyposażonych w urządzenia do miejscowej regulacji temperatury (zawory termostaticzne lub regulatory strefowe). Pełna automatyka obiegów grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej.	-	11,09	284 068,50 zł
0,00	0,74	234,2	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, USZERELOWANE WEDŁUG ROSNĄCEJ WARTOŚCI SPBT**

L.p.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego albo wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót [zł]	SPBT [lata]
1	Docieplenie podłogi poddasza nieużytkowego - styropian EPS 100 lub wełna mineralna - 25 cm. Wykonanie wylewki lub podłogi na legarach.	224 968,77	4,05
2	Docieplenie ścian zewnętrznych przy gruncie - styropian ekstrudowany o współczynniku przewodzenia ciepła 0,036 W/mK, 10 cm. Docieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych (kondygnacje i strefa cokołowa) - styropian specjalny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK, 14 cm oraz podcienia - 18 cm.	635 277,36	13,41
3	Wymiana części okien PCV/ALU (załącznik) w całym budynku na stolarkę PCV o maksymalnym współczynniku przenikania ciepła 0,9 W/m ² K. Wymiana drzwi starego typu na stolarkę energooszczędną, U = 1,3 W/m ² K.	43 196,62	31,63
4	Wymiana instalacji c.w.u. - wykonanie izolacji porzewodów zasilających i cyrkulacyjnych. Montaż cyrkulacyjnych zaworów termostatycznych oraz urządzeń ograniczających czas pracy cyrkulacji.	91 635,00	65,65

**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	-	$h_g =$	1,00
2	Przesyłania ciepła, np. izolacja pionów zasilających	Wymiana instalacji c.o.	$h_d =$	0,96
3	Regulacji systemu grzewczego, np. wprowadzenie automatyki pogodowej	Zastosowanie regulacji centralnej i miejscowej	$h_e =$	0,88
4	Akumulacji ciepła, np. wprowadzenie zasobnika buforowego	-	$h_s =$	1,00
5	Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	-	$w_t =$	1,00
6	Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w ciągu doby	Zastosowanie regulatorów godzinowo-dobowych. Monitoring.	$w_d =$	0,95
	Sprawność całkowita systemu grzewczego	-	$h_{whphrhe} =$	0,84

Prezentacja wybranych do analizy wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

L.p.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Zapotrzebowanie na moc szczytową c.o. dla wariantu (na podstawie obliczeń zgodnych z PN [kW])	Zapotrzebowanie na moc szczytową c.w.u. dla wariantu (na podstawie obliczeń zgodnych z PN [kW])	Zapotrzebowanie na energię c.o. dla wariantu (na podstawie obliczeń zgodnych z PN) [GJ/a]	Zapotrzebowanie na energię c.w.u. dla wariantu (na podstawie obliczeń zgodnych z PN) [GJ/a]	Sprawność całkowita systemu	Zużycie ciepła w sezonie grzewczym w przypadku realizacji wariantu [GJ/a]	Zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię	Koszty dodatkowe dla wariantu (projekt, audyt, nadzór) [zł]
1	<p>Modernizacja węzła bezpośredniego (rozdzielacza ciepła). Wymiana instalacji centralnego ogrzewania. Montaż regulacji godzinowo-dobowej. Montaż grzejników płytowych wyposażonych w urządzenia do miejscowej regulacji temperatury (zawory termostatyczne lub regulatory strefowe). Pełna automatyka obiegów grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej.</p> <p>Docieplenie podłogi poddasza nieużytkowego - styropian EPS 100 lub wełna mineralna - 25 cm. Wykonanie wylewki lub podłogi na legarach.</p> <p>Docieplenie ścian zewnętrznych przy gruncie - styropian ekstrudowany o współczynniku przewodzenia ciepła 0,036 W/mK, 10 cm. Docieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych (kondygnacje i strefa cokolowa) - styropian specjalny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK, 14 cm oraz podcienia - 18 cm.</p> <p>Wymiana części okien PCV/ALU (załącznik) w całym budynku na stolarkę PCV o maksymalnym współczynniku przenikania ciepła 0,9 W/m²K. Wymiana drzwi starego typu na stolarkę energooszczędną, U = 1,3 W/m²K.</p> <p>Wymiana instalacji c.w.u. - wykonanie izolacji porzewodów zasilających i cyrkulacyjnych. Montaż cyrkulacyjnych zaworów termostatycznych oraz urządzeń ograniczających czas pracy cyrkulacji.</p>	145,4	19,6	943,7	112,6	0,845	1173,9	54,58%	80 000,00
2	<p>Modernizacja węzła bezpośredniego (rozdzielacza ciepła). Wymiana instalacji centralnego ogrzewania. Montaż regulacji godzinowo-dobowej. Montaż grzejników płytowych wyposażonych w urządzenia do miejscowej regulacji temperatury (zawory termostatyczne lub regulatory strefowe). Pełna automatyka obiegów grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej.</p> <p>Docieplenie podłogi poddasza nieużytkowego - styropian EPS 100 lub wełna mineralna - 25 cm. Wykonanie wylewki lub podłogi na legarach.</p> <p>Docieplenie ścian zewnętrznych przy gruncie - styropian ekstrudowany o współczynniku przewodzenia ciepła 0,036 W/mK, 10 cm. Docieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych (kondygnacje i strefa cokolowa) - styropian specjalny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK, 14 cm oraz podcienia - 18 cm.</p> <p>Wymiana części okien PCV/ALU (załącznik) w całym budynku na stolarkę PCV o maksymalnym współczynniku przenikania ciepła 0,9 W/m²K. Wymiana drzwi starego typu na stolarkę energooszczędną, U = 1,3 W/m²K.</p>	145,4	19,6	943,7	135,1	0,845	1196,4	53,71%	80 000,00
3	<p>Modernizacja węzła bezpośredniego (rozdzielacza ciepła). Wymiana instalacji centralnego ogrzewania. Montaż regulacji godzinowo-dobowej. Montaż grzejników płytowych wyposażonych w urządzenia do miejscowej regulacji temperatury (zawory termostatyczne lub regulatory strefowe). Pełna automatyka obiegów grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej.</p> <p>Docieplenie podłogi poddasza nieużytkowego - styropian EPS 100 lub wełna mineralna - 25 cm. Wykonanie wylewki lub podłogi na legarach.</p> <p>Docieplenie ścian zewnętrznych przy gruncie - styropian ekstrudowany o współczynniku przewodzenia ciepła 0,036 W/mK, 10 cm. Docieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych (kondygnacje i strefa cokolowa) - styropian specjalny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK, 14 cm oraz podcienia - 18 cm.</p>	145,8	19,6	947,3	135,1	0,845	1200,4	53,55%	80 000,00
4	<p>Modernizacja węzła bezpośredniego (rozdzielacza ciepła). Wymiana instalacji centralnego ogrzewania. Montaż regulacji godzinowo-dobowej. Montaż grzejników płytowych wyposażonych w urządzenia do miejscowej regulacji temperatury (zawory termostatyczne lub regulatory strefowe). Pełna automatyka obiegów grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej.</p> <p>Docieplenie podłogi poddasza nieużytkowego - styropian EPS 100 lub wełna mineralna - 25 cm. Wykonanie wylewki lub podłogi na legarach.</p>	201,3	19,6	1445,0	135,1	0,845	1760,1	31,90%	80 000,00
5	<p>Modernizacja węzła bezpośredniego (rozdzielacza ciepła). Wymiana instalacji centralnego ogrzewania. Montaż regulacji godzinowo-dobowej. Montaż grzejników płytowych wyposażonych w urządzenia do miejscowej regulacji temperatury (zawory termostatyczne lub regulatory strefowe). Pełna automatyka obiegów grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej.</p>	234,2	19,6	1810,5	135,1	0,845	2171,1	15,99%	40 000,00

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	1 359 146,25	99 485,05	54,58%	1 359 146,25	271 829,25	217 463,40	198 970,11
					100,00			
2	WARIANT 2	1 267 511,25	98 089,33	53,71%	1 267 511,25	253 502,25	202 801,80	196 178,66
					100,00			
3	WARIANT 3	1 224 314,63	97 784,28	53,55%	1 224 314,63	244 862,93	195 890,34	195 568,55
					100,00			
4	WARIANT 4	589 037,27	55 563,34	31,90%	589 037,27	117 807,45	94 245,96	111 126,69
					100,00			
5	WARIANT 5	324 068,50	25 617,23	15,99%	324 068,50	64 813,70	51 850,96	51 234,47
					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 podłogi poddasza nieużytkowego - styropian EPS 100 lub wełna mineralna - 25 cm.
Wykonanie wylewki lub podłogi na legarach.

Docieplenie ścian zewnętrznych przy gruncie - styropian ekstrudowany o współczynniku przewodzenia ciepła 0,036 W/mK, 10 cm. Docieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych (kondygnacje i strefa cokołowa) - styropian specjalny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK, 14 cm oraz podcienia - 18 cm.

Wymiana części okien PCV/ALU (załącznik) w całym budynku na stolarkę PCV o maksymalnym współczynniku przenikania ciepła 0,9 W/m²K. Wymiana drzwi starego typu na stolarkę energooszczędną, $U = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$.

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

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

UWAGA:

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

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

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

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

mgr inż. Jarosław Kozub

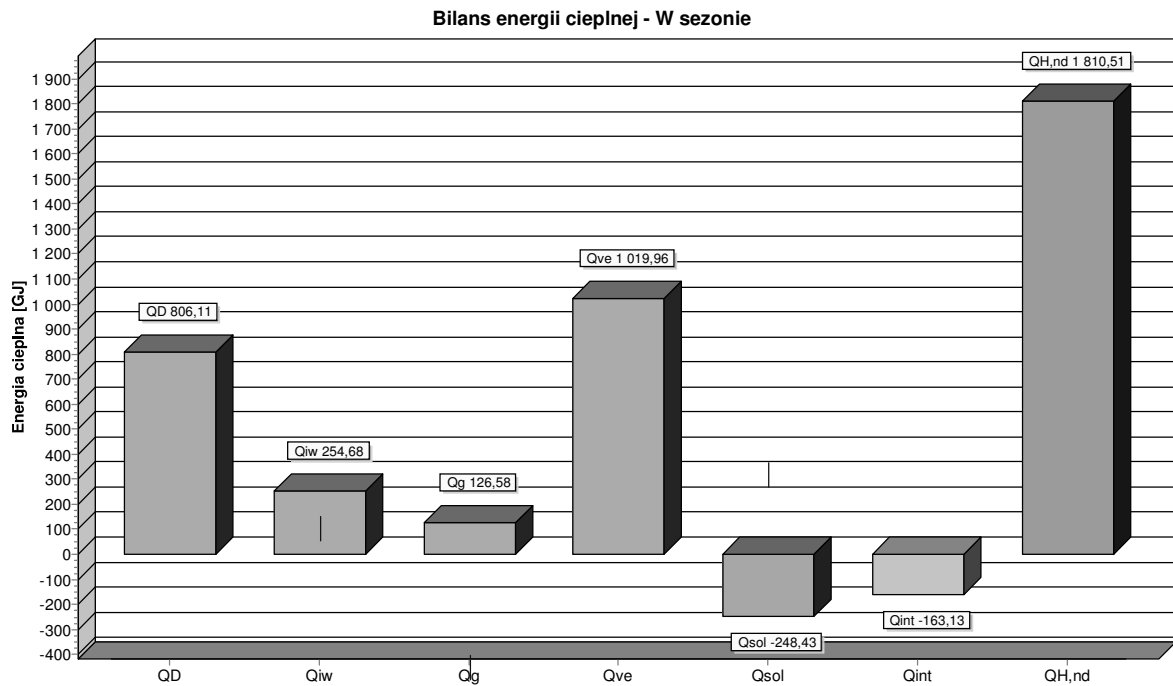
Załącznik 1

**Bilans energetyczny budynku przed
modernizacją**

Wyniki - Ogólne

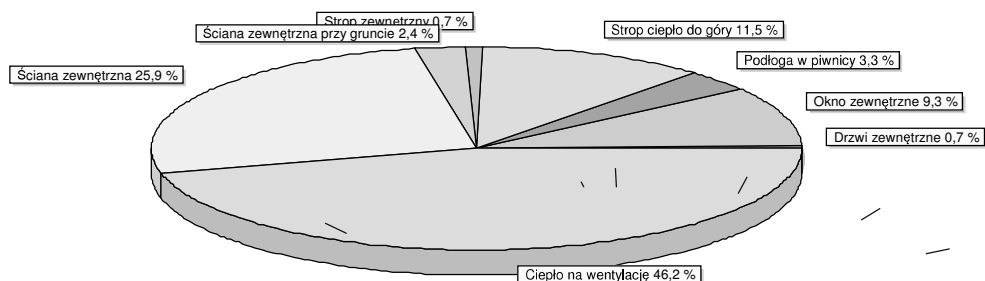
Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Bilans energetyczny budynku - stan istniejący	
	VI Liceum Ogólnokształcące	
Miejscowość:	Gdynia	
Adres:	ul. Kopernika 34	
Projektant:	Marcin Rosenow	
Plik danych:	C:\Users\hp\Desktop\Robocze\UM Gdynia\LO VI\	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	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 :	2231,0	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	6832,4	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	125521	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	108718	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	234239	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	234239	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 $V_{v,H}$:	8882,2	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	1810,51	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	502920	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	2231	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	6832,4	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	811,5	MJ/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	225,4	kWh/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	265,0	MJ/(m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	73,6	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	118,07	37,30	18,54	145,94	0,998	15,16	18,52	286,26
■	Luty	28	1,2	111,39	35,19	17,49	152,43	0,998	15,42	16,73	284,41
■	Marzec	31	3,5	108,23	34,19	17,00	133,78	0,993	29,13	18,52	245,89
■	Kwiecień	30	7,7	78,08	24,67	12,26	99,73	0,972	44,28	17,93	154,27
■	Maj	31	10,7	61,00	19,27	9,58	75,40	0,925	57,49	18,52	94,96
■	Czerwiec	0	15,5	28,57	9,02	4,49	36,48	0,729	59,39	17,93	22,16
■	Lipiec	0	18,7	8,53	2,69	1,34	10,54	0,274	63,43	18,52	0,61
■	Sierpień	0	16,3	24,27	7,67	3,81	30,00	0,697	52,16	18,52	16,48
■	Wrzesień	30	14,5	34,91	11,03	5,48	44,59	0,890	36,02	17,93	48,04
■	Październik	31	8,7	74,12	23,42	11,64	91,62	0,985	26,36	18,52	156,61
■	Listopad	30	4,0	101,57	32,09	15,95	129,72	0,997	13,21	17,93	248,28
■	Grudzień	31	1,9	118,73	37,51	18,64	146,75	0,998	11,37	18,52	291,80
	W sezonie	273	8,8	806,11	254,68	126,58	1019,96	0,964	248,43	163,13	1810,51

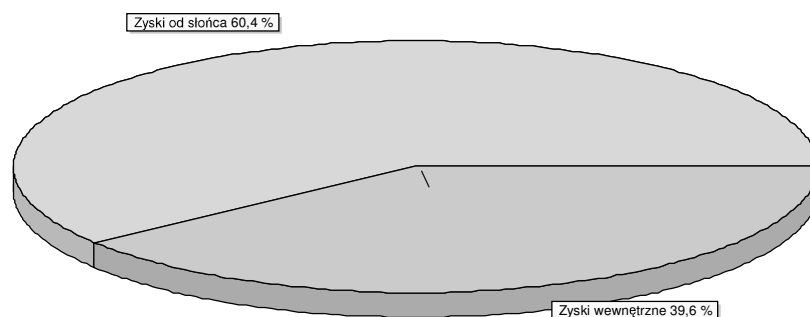
Szczegółowe zestawienie strat energii cieplnej



0,7 % Drzwi zewnętrzne	9,3 % Okno zewnętrzne	3,3 % Podłoga w piwnicy
11,5 % Strop ciepło do góry	0,7 % Strop zewnętrzny	2,4 % Ściana zewnętrzna przy gruncie
25,9 % Ściana zewnętrzna	46,2 % Ciepło na wentylację	

Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
Drzwi zewnętrzne	15,04	4177	0,7
Okno zewnętrzne	204,29	56746	9,3
Podłoga w piwnicy	73,12	20311	3,3
Strop ciepło do góry	254,68	70744	11,5
Strop zewnętrzny	15,66	4349	0,7
Ściana zewnętrzna przy gruncie	53,46	14849	2,4
Ściana zewnętrzna	571,13	158648	25,9
Ciepło na wentylację	1019,96	283322	46,2
Razem	2207,32	613146	100,0

Szczegółowe zestawienie zysków energii cieplnej








60,4 % Zyski od słońca 39,6 % Zyski wewnętrzne

Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
*Zyski od słońca	248,43	69007	60,4
Zyski wewnętrzne	163,13	45314	39,6
Σ Razem	411,56	114322	100,0



Wyniki – Zestawienie przegród

Opis	U	A
	W/m ² ·K	m ²
Dach nieogrzewanego poddasza	3,242	972,88
Drzwi zewnętrzne starego typu	3,600	6,82
Drzwi zewnętrzne energooszczędne	1,600	9,57
Okna PCV/aluminiowe do wymiany	2,600	24,04
Okna PCV	1,300	323,05
Podłoga w piwnicy	0,481	769,24
Podłoga poddasza budynku głównego	1,193	794,71
Podcień	0,798	47,64
Ściana zewnętrzna	1,428	1224,53
Ściana zewnętrzna piwnic	1,428	255,97
Ściana zewnętrzna przy gruncie	0,654	215,55

Wyniki - Przegrody

D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R
m		W/(m·K)	kg/m ³	kJ/(kg·K)	m ² ·K/W
 D1	Dach nieogrzewanego poddasza				
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0100	Dachówka ceramiczna.	0,820	1800	0,880	0,012
0,0250	Drewno sosnowe w poprzek włókien.	0,160	550	2,510	0,156
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]:					0,100
Opór przejmowania na zewnątrz R_e , [m ² ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:					0,308
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					3,242
 PG	Podłoga w piwnicy				
Rodzaj przegrody: Podłoga w piwnicy, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
Ściana przy podłodze: SG					
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Z_{gw} : 2,90 m					
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 2,10 m					
0,0300	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,840	0,030
0,0500	Podkład z betonu chudego.	1,050	1900	0,840	0,048
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]:					2,078
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,481
 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: 2,10 m					
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
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R_g , [m ² ·K/W]:					1,016
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:					1,528
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,654
 ST	Podcień				
Rodzaj przegrody: Strop zewnętrzny, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					

Wyniki - Przegrody

D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R
m		W/(m·K)	kg/m ³	kJ/(kg·K)	m ² ·K/W
0,0100	PCW.	0,200	1300	1,260	0,050
0,0200	Podkład z betonu pod posadzkę.	1,400	2200	0,840	0,014
0,0300	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,840	0,030
0,0360	Płyty pilśniowe porowate.	0,050	300	2,510	0,720
0,1800	Strop gęstożebrowy z wypełnieniem pustak		1300	0,880	0,210
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]:					0,170
Opór przejmowania na zewnątrz R_e , [m ² ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:					1,253
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,798
 STR1	Podłoga poddasza budynku głównego				
Rodzaj przegrody: Strop ciepło do góry, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0300	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,840	0,030
0,0190	Płyty pilśniowe porowate.	0,050	300	2,510	0,380
0,1800	Strop gęstożebrowy z wypełnieniem pustak		1300	0,880	0,210
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]:					0,100
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]:					0,100
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:					0,838
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					1,193
 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

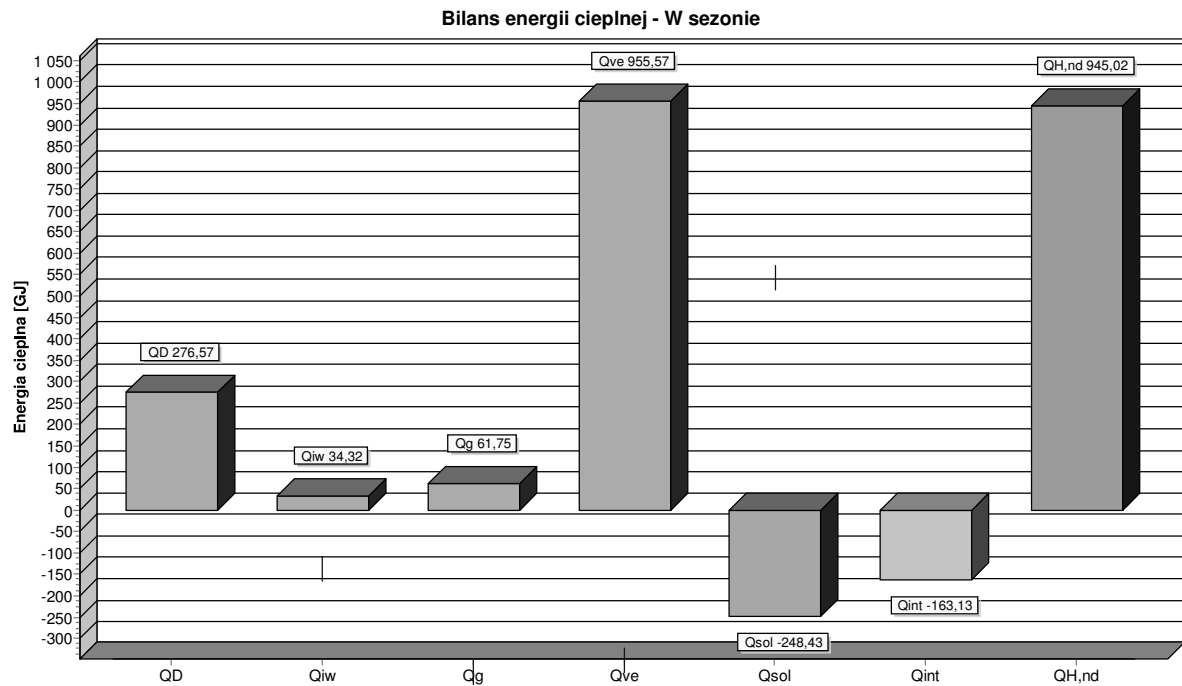
Załącznik 2

Bilans energetyczny budynku dla
optymalnego wariantu przedsięwzięcia
termomodernizacyjnego

Wyniki - Ogólne

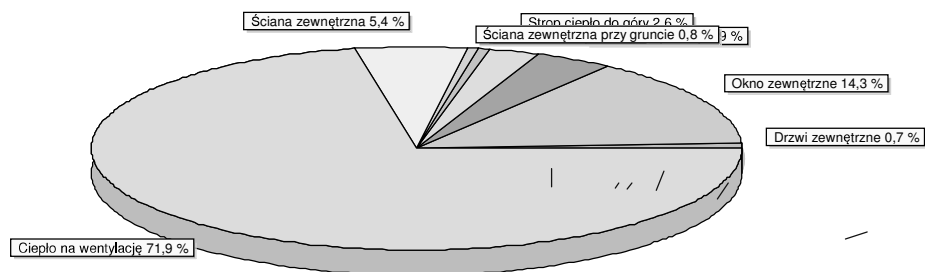
Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Bilans energetyczny budynku - wariant pierwszy	
	VI Liceum Ogólnokształcące	
Miejscowość:	Gdynia	
Adres:	ul. Kopernika 34	
Projektant:	Marcin Rosenow	
Plik danych:	C:\Users\hp\Desktop\Robocze\UM Gdynia\LO VI\	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	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 :	2231,0	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	6832,4	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	39496	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	105957	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	145452	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	145452	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 $V_{v,H}$:	8882,2	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	945,02	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	262504	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	2231	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	6832,4	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	423,6	MJ/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	117,7	kWh/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	138,3	MJ/(m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	38,4	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	η _{H,gn}	Q _{sol} GJ/rok	Q _{int} GJ/rok	Q _{H,nd} GJ/rok
■	Styczeń	31	2,0	40,79	5,03	9,86	138,89	0,998	15,16	18,52	160,95
■	Luty	28	1,2	38,52	4,74	9,42	145,40	0,999	15,42	16,73	165,97
■	Marzec	31	3,5	37,31	4,61	8,81	126,69	0,993	29,13	18,52	130,11
■	Kwiecień	30	7,7	26,68	3,32	5,66	92,53	0,957	44,28	17,93	68,65
■	Maj	31	10,7	20,61	2,60	3,73	68,13	0,855	57,49	18,52	30,06
■	Czerwiec	0	15,5	9,17	1,22	0,34	29,09	0,489	59,39	17,93	2,01
■	Lipiec	0	18,7	2,70	0,36	1,06	8,13	0,149	63,43	18,52	0,01
■	Sierpień	0	16,3	7,69	1,03	0,12	23,14	0,437	52,16	18,52	1,13
■	Wrzesień	30	14,5	11,42	1,49	1,02	37,22	0,756	36,02	17,93	10,35
■	Październik	31	8,7	25,25	3,16	5,14	84,39	0,978	26,36	18,52	74,03
■	Listopad	30	4,0	34,98	4,32	8,18	122,62	0,998	13,21	17,93	139,04
■	Grudzień	31	1,9	41,02	5,05	9,93	139,70	0,999	11,37	18,52	165,85
	W sezonie	273	8,8	276,57	34,32	61,75	955,57	0,931	248,43	163,13	945,02

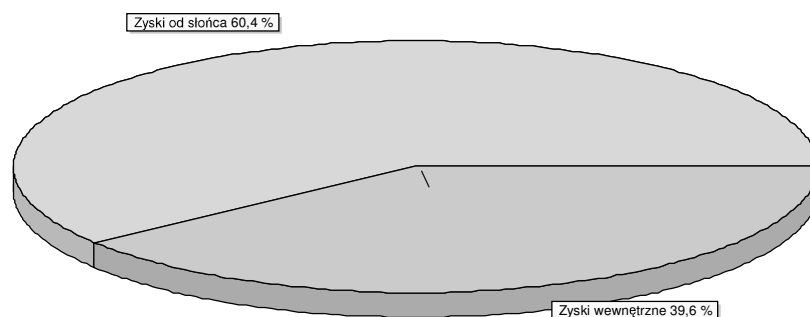
Szczegółowe zestawienie strat energii cieplnej



0,7 % Drzwi zewnętrzne	14,3 % Okno zewnętrzne	3,9 % Podłoga w piwnicy
2,6 % Strop ciepło do góry	0,4 % Strop zewnętrzny	0,8 % Ściana zewnętrzna przy gruncie
5,4 % Ściana zewnętrzna	71,9 % Ciepło na wentylację	

Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
Drzwi zewnętrzne	9,87	2742	0,7
Okno zewnętrzne	189,32	52589	14,3
Podłoga w piwnicy	51,57	14324	3,9
Strop ciepło do góry	34,32	9533	2,6
Strop zewnętrzny	5,36	1488	0,4
Ściana zewnętrzna przy gruncie	10,18	2829	0,8
Ściana zewnętrzna	72,02	20007	5,4
Ciepło na wentylację	955,57	265435	71,9
Razem	1328,21	368947	100,0

Szczegółowe zestawienie zysków energii cieplnej







60,4 % Zyski od słońca 39,6 % Zyski wewnętrzne

Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
*Zyski od słońca	248,43	69007	60,4
Zyski wewnętrzne	163,13	45314	39,6
Σ Razem	411,56	114322	100,0




Wyniki – Zestawienie przegród

Opis	U	A
	W/m ² ·K	m ²
Dach nieogrzewanego poddasza	3,242	972,88
Drzwi zewnętrzne starego typu	1,300	6,82
Drzwi zewnętrzne energooszczędne	1,600	9,57
Okna PCV/aluminiowe do wymiany	0,900	6,60
Okna PCV	1,300	340,49
Podłoga w piwnicy	0,481	760,47
Podłoga poddasza budynku głównego	0,135	794,71
Podcień	0,142	47,64
Ściana zewnętrzna	0,192	1224,53
Ściana zewnętrzna piwnic	0,192	255,97
Ściana zewnętrzna przy gruncie	0,189	215,55

Wyniki - Przegrody

D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R
m		W/(m·K)	kg/m ³	kJ/(kg·K)	m ² ·K/W
 D1	Dach nieogrzewanego poddasza				
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0100	Dachówka ceramiczna.	0,820	1800	0,880	0,012
0,0250	Drewno sosnowe w poprzek włókien.	0,160	550	2,510	0,156
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]:					0,100
Opór przejmowania na zewnątrz R_e , [m ² ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]:					0,308
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:					3,242
 PG	Podłoga w piwnicy				
Rodzaj przegrody: Podłoga w piwnicy, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
Ściana przy podłodze: SG					
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Z_{gw} : 2,90 m					
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z : 2,10 m					
0,0300	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,840	0,030
0,0500	Podkład z betonu chudego.	1,050	1900	0,840	0,048
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]:					2,078
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:					0,481
 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 : 2,10 m					
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
0,1000	Styropian ekstrudowany	0,036	100	1,460	2,778
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]:					5,290
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:					0,189

Wyniki - Przegrody

D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R
m		W/(m·K)	kg/m ³	kJ/(kg·K)	m ² ·K/W
 ST	Podcień				
Rodzaj przegrody: Strop zewnętrzny, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0100	PCW.	0,200	1300	1,260	0,050
0,0200	Podkład z betonu pod posadzkę.	1,400	2200	0,840	0,014
0,0300	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,840	0,030
0,0360	Płyty pilśniowe porowate.	0,050	300	2,510	0,720
0,1800	Strop gęstożebrowy z wypełnieniem pustak		1300	0,880	0,210
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
0,1800	Styropian PLATINUM PLUS	0,031	30	1,460	5,806
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]:					0,170
Opór przejmowania na zewnątrz R_e , [m ² ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:					7,059
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,142
 STR1	Podłoga poddasza budynku głównego				
Rodzaj przegrody: Strop ciepło do góry, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,2500	Wełna mineralna	0,038	60	0,750	6,579
0,0300	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,840	0,030
0,0190	Płyty pilśniowe porowate.	0,050	300	2,510	0,380
0,1800	Strop gęstożebrowy z wypełnieniem pustak		1300	0,880	0,210
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]:					0,100
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]:					0,100
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:					7,417
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,135
 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

Załącznik 3

Zestawienie stolarki PCV do
wymiany

Okna PCV do wymiany

Piętro	Liczba okien do wymiany
piwnice	0
parter	10
I	0
II	0
III	0
SUMA:	10