

Audyt energetyczny budynku użyteczności publicznej

LOKALIZACJA: Szkoła Podstawowa nr 21
ul. Jana z Kolna 5
81-351 Gdynia

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

AUTOR: mgr inż. Jarosław Kozub

Jarosław Kozub
Audytor energetyczny
KAPE 0188 ZAE 1121



Neptun EKO
Jarosław Kozub

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

Październik 2015

1. Dane identyfikacyjne budynku

1.1 Rodzaj budynku:	budynek użyteczności publicznej - Szkoła Podstawowa nr 21 w Gdyni			1.2 Rok budowy:	1956						
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.	Jana z Kolna	nr	5			
	ul.	Al. Marszałka Piłsudskiego	nr		52/54	kod:	81-351	mięjscość:	Gdynia		
	kod:	81-382	mięjscość:		Gdynia		powiat:	M. Gdynia	województwo:	pomorskie	
	tel.	-	fax		-			kod:	81-351	mięjscość:	Gdynia
	PeSEL:	-	Nr.		-				powiat:	M. Gdynia	województwo:

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

Jarosław Kozub

Audytor energetyczny
KAPF 0188 ZAE 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. Miejscość:	Rumia	data wykonania opracowania:	21 października 2015

6. Spis treści:

1	Karta audytu energetycznego	str.	2
2	Zestawienie danych źródłowych do wykonania audytu.	str.	4
3	Część pierwsza - dane inwentaryzacyjne, wyznaczenie niezbędnych usprawnień termomodernizacyjnych	str.	5
4	Inwentaryzacja - dane techniczne budynku	str.	6
5	Inwentaryzacja - uproszczona dokumentacja techniczna - rysunki	str.	7
6	Inwentaryzacja - opis techniczny elementów budynku i konstrukcji	str.	8
7	Charakterystyka energetyczna budynku, opłaty, taryfy	str.	12
8	Inwentaryzacja systemu grzewczego i instalacji	str.	13
9	Obliczeniowy strumień powietrza wentylacyjnego	str.	14
10	Ocena stanu technicznego budynku, wskazanie usprawnień	str.	15
11	Dane klimatyczne, stopniodni	str.	16
12	Część druga - analiza ekonomiczne poszczególnych usprawnień	str.	17
13	Analiza ekonomiczna - ciepła woda użytkowa	str.	28
14	Analiza ekonomiczna - system ciepły	str.	29
15	Część trzecia - wybór optymalnego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, analiza ekonomiczna i energetyczna, wnioski	str.	30
16	Zestawienie wybranych i zoptymalizowanych usprawnień	str.	31
17	Prezentacja przyjętych wariantów modernizacji	str.	33
18	Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu	str.	35
19	Wnioski	str.	36
20	Załącznik 1 - bilans cieplny stanu obecnego	str.	37
21	Załącznik 2 - bilans cieplny poszczególnych wariantów	str.	46
22	Załącznik 3 - zestawienie stolarki PCV do wymiany	str.	55

Budynek w całości

1. Dane ogólne			
1.	Konstrukcja / technologia budynku:	tradycyjna, murowana	
2.	Liczba kondygnacji:	-	2
3.	Kubatura części ogrzewanej	[m ³]	8 917
4.	Powierzchnia netto budynku	[m ²]	2 289,00
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej	[m ²]	0,00
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych	[m ²]	2 289,00
7.	Liczba mieszkań	-	0
8.	Liczba osób użytkujących budynek	-	500
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	Urządzenia miejscowe elektryczne	
10.	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	Centralne zdalaczynne	
11.	Współczynnik kształtu A/V	[1/m]	0,74
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	Budynek użyteczności publicznej - szkoła + sala gimnastyczna	
2.	Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne	[W/(m ² K)]	stan przed modernizacją
1.	Dach pełny		0,79
2.	Drzwi zewnętrzne starego typu		3,60
3.	Drzwi zewnętrzne energooszczędne		1,60
4.	Okna PCV do wymiany		2,00
5.	Okna PCV		1,30
6.	Okna drewniane		3,12
7.	Podłoga na gruncie		0,50
8.	Podłoga w piwnicach		0,46
9.	Strop piwnic nieogrzewanych		0,83
10.	Podcień		1,04
11.	Stropodach wentylowany		0,96
12.	Ściana zewnętrzna		1,43
13.	Ściana zewnętrzna przy gruncie		0,62
3. Sprawności składowe systemu grzewczego			
1.	Sprawność wytwarzania		0,99
2.	Sprawność przesyłania		0,96
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania		0,88
4.	Sprawność akumulacji		1,00
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia:		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 / nawiew mechaniczny	nieszczelności stolarki / kanały grawitacyjne, wentylacja mechaniczna z odzyskiem ciepła
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego	[m ³ /h]	15 909
4.	Liczba wymian		1,78

Budynek w całości

5. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	[kW]	457,9
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu	[kW]	20,5
3.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[GJ/rok]	3 016,4
4.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu	[GJ/rok]	3 606,6
5.	Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u.	[GJ/rok]	98,4
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie, przeliczone na warunki sezonu standardowego i na przygotowanie c.w.u. (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła)	[GJ/rok]	Brak danych
7.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu	[kWh/(m³rok)]	94,0
8.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu	[kWh/(m³rok)]	112,4
9.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu	[kWh/(m²rok)]	438,0
6. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1.a	Cena 1 GJ na ogrzewanie	[zł]	55,65
1.b	Cena 1 GJ na produkcję c.w.u.	[zł]	174,61
2.	Opłata 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc	[zł]	8 334,00
3.	Opłata za podgrzanie 1m³ wody użytkowej	[zł]	-
4.	Opłata 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie cwu na miesiąc	[zł]	0,00
5.	Opłata za ogrzewanie 1m² pow. użytkowej	[zł]	8,97
6.	Opłata abonamentowa	[zł]	-
7.	Opłata stała niezależnie od mocy	[zł]	-
7. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana suma kredytu [zł]:		2 075 684,62	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]
Planowane koszty całkowite [zł]		2 075 684,62	Premia termomodernizacyjna [zł]
Roczna oszczędność kosztów energii [zł]		140 061,67	

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

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

Podstawowe wytyczne inwestora, ustalenia

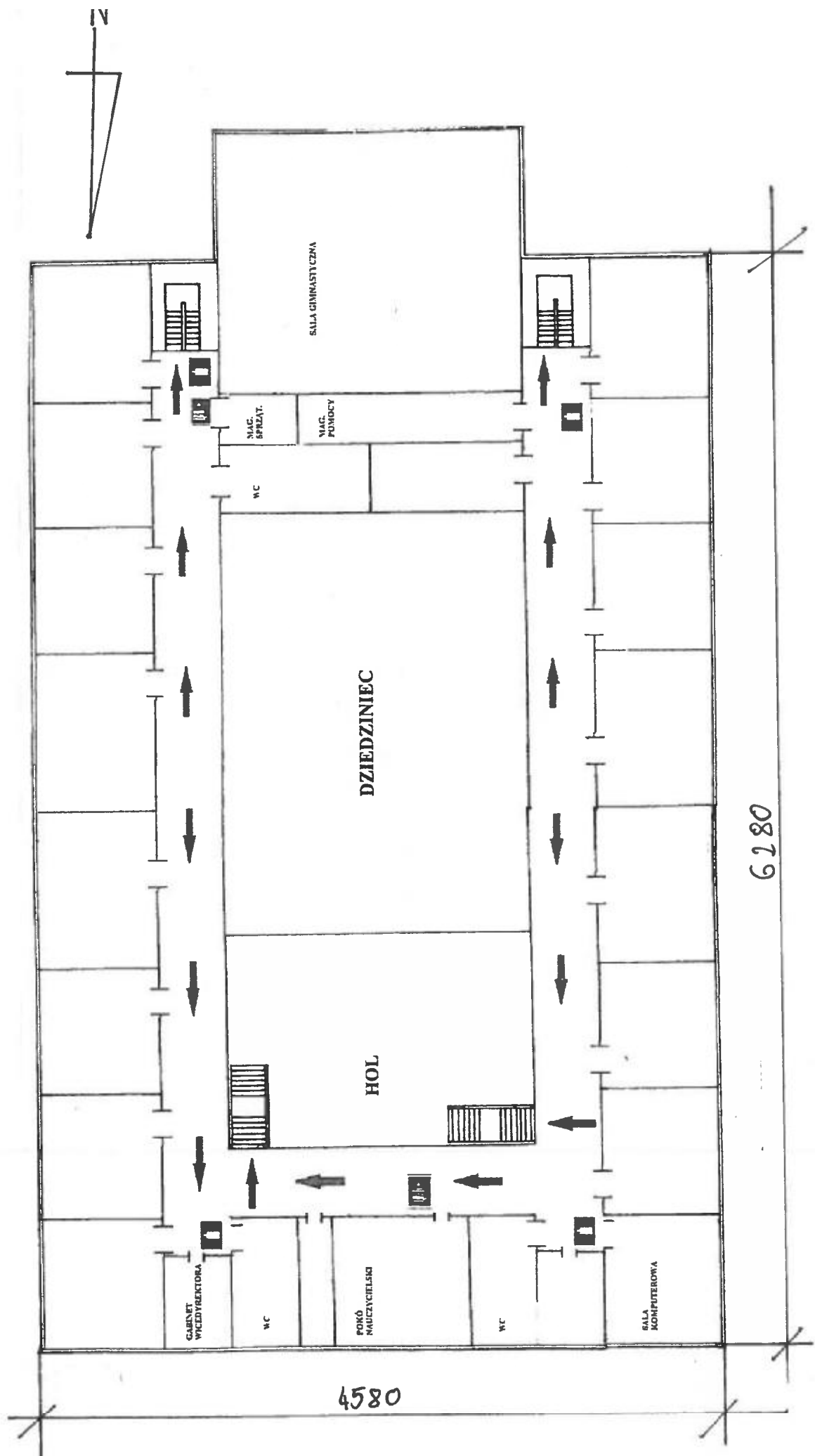
Użytkownik sygnalizuje niedogrzaną w części pomieszczeń budynku wynikające z niwydolności systemu grzewczego mające wpływ na rozbieżności pomiędzy rzeczywistym zużyciem ciepła przez budynek a jego teoretycznym zapotrzebowaniem.
Wysokość środków własnych, jaką inwestor może przeznaczyć na zadanie termomodernizacyjne wynosi 0 zł.

Część pierwsza

Dane inwentaryzacyjne, wyznaczenie
niezbędnych usprawnień
termomodernizacyjnych

Inwentaryzacja - dane techniczne budynku





Powierzchnia przegród zewnętrznych według rodzaju		
Dach pełny	[m ²]	421,6
Drzwi zewnętrzne starego typu	[m ²]	10,9
Drzwi zewnętrzne energooszczędne	[m ²]	29,8
Okna PCV do wymiany	[m ²]	388,4
Okna PCV	[m ²]	506,2
Okna drewniane	[m ²]	6,5
Podłoga na gruncie	[m ²]	1 073,4
Podłoga w piwnicach	[m ²]	341,3
Strop piwnic nieogrzewanych	[m ²]	95,0
Podcień	[m ²]	712,3
Stropodach wentylowany	[m ²]	1 503,5
Ściana zewnętrzna	[m ²]	1 471,8
Ściana zewnętrzna przy gruncie	[m ²]	66,3
Wysokości		
Zagłębienie w gruncie	[m]	2,80
Najczęstsza wysokość w świetle	[m]	3,20
Wysokość piwnicy w świetle	[m]	2,50
Najczęstsza wysokość brutto	[m]	3,55
Inne dane techniczne		
liczba mieszkań	[szt.]	0
Liczba użytkowników		500
Liczba kondygnacji	[szt.]	2
Liczba klatek schodowych	[szt.]	4
Dane powierzchniowe budynku		
Powierzchnia użytkowa pomieszczeń mieszkalnych	[m ²]	0,00
Powierzchnia użytkowa pomieszczeń niemieszkalnych	[m ²]	2 289,00
Powierzchnia poddasza ogrzewanego	[m ²]	0,0
Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych pozostałych	[m ²]	0,0
Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych netto	[m ²]	2 289,0
Powierzchnia zabudowy	[m ²]	1 130,0
Całkowita powierzchnia brutto	[m ²]	2 768,5
Powierzchnia użytkowa	[m ²]	2 289,00
Dane kubaturowe budynku		
Kubatura netto ogrzewana	[m ³]	8 917
Całkowita kubatura brutto	[m ³]	17 500
Współczynnik kształtu A/V [1/m]		0,74







Opis do uproszczonej dokumentacji technicznej budynku
Szkoła Podstawowa nr 21, Gdynia ul. Jana z Kolna 5

<p>Dane ogólne, forma architektoniczna</p>		<p>Budynek wolnostojący, Wzniesiony w 1956 roku na planie w kształcie prostokąta z dziedzińcem wewnętrznym. Obiekt posiada dwie kondygnacje nadziemne oraz częściowe podpiwniczenie. Budynek przykryty dachami płaskimi pełnymi oraz stropodachami wentylowanymi. Forma rozczłonkowana z licznymi podcieniami.</p>
<p>Konstrukcja budynku, technologia wykonania</p>		<p>Ściany zewnętrzne murowane z cegły ceramicznej - układ konstrukcyjny podłużny. Stropy gęstożebrowe. Stropodach wentylowany i pełny.</p>
<p>Charakterystyka funkcjonalno- przestrzenna</p>		<p>Budynek wykorzystywany jest na cele dydaktyczne. Skrzydła dydaktyczne oraz część sportowa.</p>
<p>Elementy charakterystyczne</p>		<p>Przeszklenia wielkogabarytowe.</p>

ELEWACJE

<p>Warstwa fakturowa, tynk</p>		<p>Elewacje tynkowane tynkiem cementowo-wapiennym.</p>
<p>Stolarka okienna i drzwiowa</p>		<p>Stolarka okienna –wymieniona PVC oraz stara stolarka drewniana. Drzwi główne ALU, część drzwi 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>Dziedziniec wewnętrzny.</p>

STAN TECHNICZNY

<p>Warstwa fakturowa, tynk</p>		<p>Dostateczny, miejscami zły stan techniczny elewacji. Zawilgocenia na poziomie przyziemia.</p>
<p>Cokół</p>		<p>Stan techniczny cokołu zły. Zawilgocenia.</p>
<p>Stolarka okienna</p>		<p>Stan techniczny stolarki okiennej PCV dobry i zły, drewnianej zły. Konieczna wymiana części okien z uwagi na brak możliwości docieplenia podcienia.</p>
<p>Rynny i rury spustowe, obróbki blacharskie</p>		<p>Rynny i rury spustowe w stanie dostatecznym, miejscami złym</p>

Inwentaryzacja - charakterystyka energetyczna budynku		
Moc zamówiona		
Moc zamówiona c.o.	[kW]	380,0
Moc zamówiona c.w.u.	[kW]	0,0
Sumaryczna moc zamówiona dla budynku	[kW]	380,0
Zużycie energii cieplnej za lata poprzednie		
Sumaryczne średnie zużycie ciepła za lata poprzednie (suma zużycia c.o i c.w.u.)	[GJ/a]	Brak danych
Za okres	-	-
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 w piwnicach budynku - własność odbiorcy ciepła. Instalacja c.o. oparta o grzejniki płytowe, wyposażona w zawory termostatyczne, stan techniczny dobry.	
Sposób użytkowania	Zakłada się, że system pracuje bez dobowych i godzinowych przerw w ogrzewaniu.	
Modernizacje systemu po roku 1984	Modernizacja instalacji c.o. oraz węzła cieplnego.	
Instalacja centralnego ogrzewania budynku		
Zasilanie instalacji	pompowe	
Parametry wody instalacyjnej	[st. C]	85/60
Rodzaj grzejników / usytuowanie	żeliwne i stalowe usytuowane pod oknami	
Rodzaj przewodów instalacyjnych	stalowe	
Zawory z głowicami termostatycznymi	zamontowane	
Zawory regulacyjne podpionowe	zamontowane	
Dodatkowa izolacja za grzejnikami	-	
Prowadzenie / izolacja pionów	po wierzchu / brak izolacji	
Prowadzenie / izolacja poziomów	po wierzchu / izolacja w dobrym stanie technicznym	
Sprawności składowe systemu grzewczego przed modernizacją		
Sprawność wytwarzania	-	0,99
Sprawność przesyłania	-	0,96
Sprawność regulacji i wykorzystania	-	0,88
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 miejscowe - przepływowe i pojemnościowe	
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 szczelności stolarki okiennej i drzwiowej. Nawiew bez odzysku ciepła w części gastronomicznej.	
Obliczeniowa ilość powietrza wentylacyjnego	-	15 909
Średni współczynnik c _r dla budynku	-	1,00
Strumień powietrza wentylacyjnego	-	15 909

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	8916,6	1,78	15909
SUMA				15909
Wielkości sumarycznie				
Obliczeniowa ilość powietrza wentylacyjnego			[m ³ /h]	15909
Średni współczynnik korekcyjny (c_{r, c_w})			-	1,00
Strumień powietrza wentylacyjnego przed modernizacją			[m ³ /h]	15909

Stan techniczny budynku, wskazanie przedsięwzięć termomodernizacyjnych

System grzewczy		
Element	Stan techniczny	Proponowane rozwiązanie
Zasilanie budynku	Budynek zasilany w ciepło z węża ciepłego zasilanego z m.s.c. Dobry stan techniczny	Montaż regulacji godzinowo-dobowej. Pełna automatyka obiegu grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej.
Poziomy c.o. w piwnicy	Stan techniczny dobry	
Urządzenia wykonawcze - grzejniki c.o.	Konwektory wodne stalowe, dobry stan techniczny.	
Element	Stan techniczny	Proponowane rozwiązanie
Ściany zewnętrzne	Ściany zewnętrzne nieocieplone, zły stan techniczny elewacji. W części niepodpiwniczonej widoczne ślady działania wody - odparzenia tynku i zawilgocenia w strefie przyziemnej.	Przewiduje się docieplenie ścian zewnętrznych kondygnacji nadziemnych styropianem specjalnym o współczynniku przewodzenia ciepła maksymalnie 0,031 W/mK. Metoda BSO Docieplenie ścian przy gruncie za pomocą styropianu ekstrudowanego o współczynniku przewodzenia ciepła 0,036 W/mK.
Stolarka okienna	Stolarka okienna PCV częściowo w złym stanie technicznym. Pozostała stolarka drewniana w stanie złym. Konieczność wymiany części okien PCV z uwagi na docieplenie podcienia.	Przewiduje się wymianę części okien PCV (załącznik) w całym budynku na stolarkę energooszczędną PCV o współczynniku przenikania ciepła nie większym niż 0,9 W/m²K.
Stolarka drzwiowa	Drzwi zewnętrzne w stanie dobrym i złym.	Przewiduje się wymianę drzwi zewnętrznych starego typu na energooszczędne.
Dach / stropodach	Dachy nad całością budynku niedocieplone. Zły stan techniczny pokrycia papowego.	Przewiduje się docieplenie dachu płaskiego pełnego za pomocą styropianu EPS 100 lub wełny mineralnej o współczynniku przewodzenia ciepła nie większym niż 0,038 W/mK. Pokrycie papą termozgrzewalną. Docieplenie stropodachu wentylowanego za pomocą wełny mineralnej lub celulozy luzem (metoda pneumatyczna) - współczynnik przewodzenia ciepła nie większy niż 0,038 W/mK. Wymiana pokrycia dachowego.
Strop piwnic	Strop piwnic nieocieplony.	Przewiduje się docieplenie stropu piwnic nieogrzewanych za pomocą wełny szklanej - metoda natryskowa np. Sprefix G. Współczynnik przewodzenia ciepła nie większy 0,034 W/mK
Instalacja c.w.u.		
Element	Stan techniczny	Proponowane rozwiązanie
c.w.u.	Wytwarzanie centralne, zły stan techniczny urządzeń i instalacji.	Montaż pomp ciepła do przygotowania ciepłej wody użytkowej. Zakłada montaż urządzeń zasobnikowych np. Vitocal 060-A z dodatkową wkładką grzewczą załączaną przy temp. poniżej -5 st.C. Praca na powietrzu zewnętrznym. Dostosowanie instalacji c.w.u. do nowego źródła zasilania.
Wentylacja		
Element	Stan techniczny	Proponowane rozwiązanie
Wentylacja	Obserwuje się niedobór powietrza wentylacyjnego na sali gimnastycznej i w części gastronomicznej.	Zastosowanie wentylacji wymuszonej w części gastronomicznej i pomieszczeniach sportowych (sala gimnastyczna). Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze.
Roboty dodatkowe		
Zakłada się konieczność wykonania robót dodatkowych mających na celu ochronę wyremontowanych przegród przed działaniem szkodliwych czynników atmosferycznych (np. wymiana lub remont obróbek blacharskich i rur spustowych, wymiana parapetów, osuszenie oraz wykonanie izolacji pionowej i poziomej ścian). Ponadto zakłada się konieczność przebudowy instalacji odgromowej oraz remont lub wymianę innych elementów budynku, które mogą zostać naruszone podczas wykonywania prac modernizacyjnych lub nie spełniać prawidłowo swojej funkcji po wykonaniu usprawnień.		

Dane klimatyczne, stopniodni

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

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

Część druga

**Analiza ekonomiczna poszczególnych
usprawnień termomodernizacyjnych,
optymalizacja usprawnień**

Wybór optymalnego wariantu docieplenia ścian zewnętrznych kondygnacji nadziemnych

Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	8 334,00	zł/(MW) ×miesiąc
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	55,65	zł/GJ
Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{wo} =$	20,0	°C
Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{zo} =$	-16,0	°C
Liczba stopniodni,	$S_d =$	3 597	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U =$	1,43	W/(m ² ×K)
Powierzchnia ścian - powierzchnia zewnętrzna netto po odjęciu otworów okiennych i drzwiowych	$A_{\Sigma c} =$	1 471,8	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 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	38 019,23 zł	13,332	506 870,70 zł
Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 15 cm	350,55 zł/m ²	4,84	0,181	38 362,56 zł	13,449	515 921,96 zł
Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 10 cm	319,80 zł/m ²	3,23	0,255	36 081,70 zł	-	470 665,65 zł
Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 12 cm	332,10 zł/m ²	3,87	0,219	37 187,19 zł	-	488 768,18 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	$O_m =$	8 334,00	zł/(MW) ×miesiąc
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	55,65	zł/GJ
Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{wo} =$	20,0	°C
Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{zo} =$	-16,0	°C
Liczba stopniodni,	$S_d =$	3 597	dní×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U =$	0,62	W/(m ² ×K)
Powierzchnia ścian - powierzchnia zewnętrzna netto po odjęciu otworów okiennych i drzwiowych	$A_{\text{śc}} =$	66,3	m ²
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego	$W_E =$	20,90	(zł×K)/W×a

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się docieplenie ścian zewnętrznych kondygnacji piwnicznej przy gruncie za pomocą styropianu ekstrudowanego o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,036 \text{ W/mK}$. 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	0,181	605,22 zł	47,954	29 022,69 zł
Docieplenie ścian fundamentowych - styropian ekstrudowany - 12 cm	457,56 zł/m ²	3,33	0,171	619,07 zł	48,989	30 327,08 zł
Docieplenie ścian fundamentowych - styropian ekstrudowany - 14 cm	477,24 zł/m ²	3,89	0,156	639,84 zł	49,437	31 631,47 zł
Docieplenie ścian fundamentowych - styropian ekstrudowany - 8 cm	418,20 zł/m ²	2,22	0,213	560,90 zł	-	27 718,30 zł
Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący $R = 5,525 \text{ m}^2\text{K/W}$ jest większy od wymaganego wynoszącego $R_{min} = 4,0 \text{ m}^2\text{K/W}$ oraz zgodnego z WT2021 $R_{min}=5,0 \text{ m}^2\text{K/W}$.						

Legenda:

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

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

Nu [zł]- Planowane koszty robót

DR m²K/W- Dodatkowy opór cieplny przegrody zewnętrznej

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

Wybór optymalnego wariantu docieplenia podcieni

Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	8 334,00	zł/(MW) ×miesiąc
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	55,65	zł/GJ
Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{wo} =$	20,0	°C
Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{zo} =$	-16,0	°C
Liczba stopniodni,	$S_d =$	3 597	dnie × K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U =$	1,04	W/(m ² × K)
Powierzchnia ścian - powierzchnia zewnętrzna netto po odjęciu otworów okiennych i drzwiowych	$A_{\Sigma c} =$	712,3	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 podcieni nadziemnych za pomocą styropianu specjalnego (grafitowego) lub wełny mineralnej 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 podcieni - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 18 cm	344,40 zł/m ²	5,81	0,148	13 264,72 zł	18,493	245 305,79 zł
Docieplenie podcieni - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 20 cm	356,70 zł/m ²	6,45	0,135	13 456,05 zł	18,881	254 066,71 zł
Docieplenie podcieni - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 14 cm	319,80 zł/m ²	4,52	0,183	12 746,88 zł	-	227 783,95 zł
Docieplenie podcieni - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 15 cm	325,95 zł/m ²	4,84	0,172	12 897,94 zł	-	232 164,41 zł
Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący $R = 6,769$ 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 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,	$S_d =$	3 597	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U =$	0,96	W/(m ² ×K)
Powierzchnia stropu/dachu/podłogi poddasza	$A =$	1 503,5	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 $\lambda = 0,038$ W/mK - metoda pneumatyczna, z wymianą pokrycia dachowego. Na podstawie poniższej analizy ekonomicznej wykazano optymalną grubość izolacji równą 25 cm. Docieplenie o grubości 20 cm nie spełnia wymogów rozporządzenia. Ceny robót budowlanych określono na podstawie analizy rynku robót budowlanych. Wszystkie ceny zawierają podatek VAT 23 %.

Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	DR	U_m	$DO_{r,u}$	SPBT	Nu
Docieplenie stropodachu wentylowanego - wełna mineralna luzem 25 cm	202,95 zł/m ²	6,58	0,131	25 943,62 zł	11,761	305 127,21 zł
Docieplenie stropodachu wentylowanego - wełna mineralna luzem 30 cm	233,70 zł/m ²	7,89	0,112	26 550,11 zł	13,234	351 358,60 zł
Docieplenie stropodachu wentylowanego - wełna mineralna luzem 35 cm	264,00 zł/m ²	9,21	0,098	27 000,98 zł	14,700	396 913,44 zł
Docieplenie stropodachu wentylowanego - wełna mineralna luzem 20 cm	172,20 zł/m ²	5,26	0,159	25 084,11 zł	-	258 895,81 zł
Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący $R = 7,624$ m ² K/W jest większy od wymaganego wynoszącego $R_{min} = 5,0$ m ² K/W oraz zgodnego z WT2021 - $R_{min}=6,66$ m ² K/w.						

Legenda:

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

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

Nu [zł]- Planowane koszty robót

DR m²K/W- Dodatkowy opór cieplny przegrody zewnętrznej

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

Wybór optymalnego wariantu docieplenia dachu płaskiego

Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	8 334,00	zł/(MW) ×miesiąc
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	55,65	zł/GJ
Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{wo} =$	20,0	°C
Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{zo} =$	-16,0	°C
Liczba stopniodni,	$S_d =$	3 597	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U =$	0,79	W/(m ² ×K)
Powierzchnia stropu/dachu/podłogi poddasza	$A =$	421,6	m ²
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego	$W_E =$	20,90	(zł×K)/W×a

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

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

Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	DR	U_m	DO_{rU}	SPBT	Nu
Docieplenie dachu - styropian EPS 100 lub wełna mineralna - 22 cm	218,94 zł/m ²	5,79	0,142	5 676,31 zł	16,260	92 298,54 zł
Docieplenie dachu - styropian EPS 100 lub wełna mineralna - 25 cm	233,70 zł/m ²	6,58	0,127	5 801,74 zł	16,981	98 520,91 zł
Docieplenie dachu - styropian EPS 100 lub wełna mineralna - 30 cm	258,00 zł/m ²	7,89	0,109	5 962,78 zł	18,241	108 765,06 zł
Docieplenie dachu - styropian EPS 100 lub wełna mineralna - 20 cm	209,10 zł/m ²	5,26	0,153	5 575,85 zł	-	88 150,29 zł
Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący $R = 7,062$ m ² K/W jest większy od wymaganego wynoszącego $R_{min} = 5,0$ m ² K/W oraz zgodnego z WT2021 $R_{min}=6,66$ m ² K/W.						

Legenda:

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

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

Nu [zł]- Planowane koszty robót

DR m²K/W- Dodatkowy opór cieplny przegrody zewnętrznej

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

Wybór optymalnego wariantu docieplenia stropu piwnic nieogrzewanych

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	$t_{zo} =$	6,0	°C
Liczba stopniodni,	$S_d =$	3 597	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U =$	0,83	W/(m ² ×K)
Powierzchnia stropu/dachu/podłogi poddasza	$A =$	95,0	m ²
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego	$W_E =$	18,70	(zł×K)/W×a

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się docieplenie piwnic nieogrzewanych metodą natryskową wełną mineralną lub szklaną o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,034 \text{ W/mK}$. Na podstawie poniższej analizy ekonomicznej wykazano optymalną grubość izolacji 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 stropu piwnic - wełna mineralna lub szklana np. SpreFix G - 10 cm	147,60 zł/m ²	2,94	0,241	1 045,73 zł	13,409	14 022,00 zł
Docieplenie stropu piwnic - wełna mineralna lub szklana np. SpreFix G - 11 cm	161,13 zł/m ²	3,24	0,225	1 074,11 zł	14,251	15 307,35 zł
Docieplenie stropu piwnic - wełna mineralna lub szklana np. SpreFix G - 12 cm	188,19 zł/m ²	3,53	0,211	1 098,96 zł	16,268	17 878,05 zł
Docieplenie stropu piwnic - wełna mineralna lub szklana np. SpreFix G - 13 cm	228,78 zł/m ²	3,82	0,199	1 120,90 zł	19,390	21 734,10 zł
Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący $R = 4,146 \text{ m}^2\text{K/W}$ jest większy od wymaganego wynoszącego $R_{min} = 4,0 \text{ m}^2\text{K/W}$ oraz zgodnego z WT2021 - $R_{min}=4,0 \text{ m}^2\text{K/w}$.						

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

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

Wybór optymalnego wariantu wymiany stolarki okiennej PCV

Dane ogólne do obliczeń

Oplata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	8 334,00	zł/(MW)×miesiąc]
Oplata 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 Polska Norma	$t_{zo} =$	-16,0	°C
Liczba stopniodni,	$S_d =$	3 597	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U =$	2,00	W/(m ² ×K)
Powierzchnia okien do wymiany	$A =$	388,4	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	-
Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI	$cm_0 =$	1,00	-
	$cm_1 =$	1,00	-
Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI	$cw =$	1,00	-

	Cena jednostkowa	CR	U_m	DO_{rU}	SPBT	Nu
Wymiana okien na stolarkę PCV, $U = 0,9$ W/m ² K	959,40 zł/m ²	1,00	0,90	8 926,57 zł	41,741	372 602,18 zł
Wymiana okien na stolarkę PCV, $U = 1,3$ W/m ² K	934,80 zł/m ²	1,00	1,30	5 680,55 zł	63,911	363 048,28 zł
Wymiana okien na stolarkę PCV, $U = 1,6$ W/m ² K	910,20 zł/m ²	1,00	1,60	3 246,03 zł	108,901	353 494,37 zł
Wymiana okien na stolarkę PCV, $U = 1,8$ W/m ² K	885,60 zł/m ²	1,00	1,80	1 623,01 zł	211,915	343 940,47 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_{rU})

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

Nu [zł] - Planowane koszty robót

DR m²K/W - Dodatkowy opór cieplny przegrody zewnętrznej

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

Wybór optymalnego wariantu wymiany stolarki okiennej drewnianej

Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	8 334,00	zł/(MW)×miesiąc]
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	55,65	zł/GJ
Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{wo} =$	20,0	°C
Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{zo} =$	-16,0	°C
Liczba stopniodni,	$S_d =$	3 597	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U =$	3,12	W/(m ² ×K)
Powierzchnia okien do wymiany	$A =$	6,5	m ²
Współczynniki przepływu powietrza przez szczeliny okien lub drzwi przed i po termomodernizacji, określone w oparciu o Tabelę 1 z rozporządzenia MI	$a_0 =$	4,00	[m ³ /(m·h·daPa ^{2/3})]
	$a_1 =$	0,30	
Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI	$cr_0 =$	1,20	-
	$cm_0 =$	1,20	-
Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI	$cm_1 =$	1,00	-
	$cw =$	1,00	-

	Cena jednostkowa	CR	U_m	DO_{rU}	SPBT	Nu
Wymiana okien na stolarkę PCV, $U = 0,9$ W/m ² K	959,40 zł/m ²	1,00	0,90	299,20 zł	20,682	6 188,13 zł
Wymiana okien na stolarkę PCV, $U = 1,3$ W/m ² K	934,80 zł/m ²	1,00	1,30	245,29 zł	24,581	6 029,46 zł
Wymiana okien na stolarkę PCV, $U = 1,6$ W/m ² K	910,20 zł/m ²	1,00	1,60	204,86 zł	28,658	5 870,79 zł
Wymiana okien na stolarkę PCV, $U = 1,8$ W/m ² K	885,60 zł/m ²	1,00	1,80	177,90 zł	32,108	5 712,12 zł

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

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

Legenda:

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

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

Nu [zł] - Planowane koszty robót

DR m²K/W - Dodatkowy opór cieplny przegrody zewnętrznej

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

Wybór optymalnego wariantu wymiany stolarki drzwiowej zewnętrznej starego typu

Dane ogólne do obliczeń

Opiata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	8 334,00	zł/(MW) ×miesiąc]
Opiata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	55,65	zł/GJ
Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{wo} =$	20,0	°C
Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{zo} =$	-16,0	°C
Liczba stopniodni,	$S_d =$	3 597	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U =$	3,60	W/(m ² ×K)
Powierzchnia drzwi do wymiany	$A =$	10,9	m ²
Współczynniki przepływu powietrza przez szczeliny okien lub drzwi przed i po termomodernizacji, określone w oparciu o Tabelę 1 z rozporządzenia MI	$a_0 =$	1,00	[m ³ /(m·h·daPa ^{2/3})]
	$a_1 =$	1,00	
Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI	$cr_0 =$	1,00	-
Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI	$cm_0 =$	1,00	-
	$cm_1 =$	1,00	-
Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI	$cw =$	1,00	-

Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	Cr	U _m	DO _{ru}	SPBT	Nu
Wymiana drzwi na stolarkę energooszczędną specjalną, U = 1,3 W/m ² K	2 952,00 zł/m ²	1,00	1,30	525,76 zł	61,425	32 294,88 zł
Wymiana drzwi na stolarkę energooszczędną, U = 1,7 W/m ² K	2 706,00 zł/m ²	1,00	1,70	434,33 zł	68,160	29 603,64 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 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
$S_d =$	3 597	[dzień × K/a]	Liczba stopniodni,
SPBT		[lata]	Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych
DO_{rU}		[zł/a]	Roczna oszczędność kosztów eksploatacyjnych w wyniku uprawnienia termomodernizacyjnego
Nu		[zł]	Planowane koszty robót

DO_{r_d}	SPBT	Rodzaj usprawnienia	Nu
15 548,27	11,629	Zastosowanie wentylacji wymuszonej w części gastronomicznej i w pomieszczeniach sportowych (sala gimnastyczna). Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik rotacyjny o sprawności znamionowej 85%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze.	180 810,00
12 205,42	14,108	Zastosowanie wentylacji wymuszonej w części gastronomicznej i w pomieszczeniach sportowych (sala gimnastyczna). Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik krzyżowy o sprawności znamionowej 70%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze.	172 200,00

Wymiennik obrotowy:

krzyżowy:

Oszczędność energii dla wentylacji po modernizacji: 189,5 GJ/a

146,3 GJ/a

Redukcja mocy po modernizacji: 50,03 kW

40,64 kW

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

Dane ogólne do obliczeń:

$O_{m0} =$	0,00	[zł/(MW ×miesiąc)]	Opłata za 1MW mocy zamówionej przed modernizacją
$O_{z0} =$	174,61	[zł/GJ]	Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii ciepłej przed modernizacją
$O_{m1} =$	0,00	[zł/GJ]	Opłata za 1MW mocy zamówionej po modernizacji
$O_{z1} =$	174,61	[zł/GJ]	Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii ciepłej po modernizacji
$Q_{ocw} =$	98,4	[GJ/rok]	Zapotrzebowanie na ciepło przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego, określone zgodnie z Polską Normą dotyczącą instalacji wodociągowych, wymagania w projektowaniu
Q_{1cw}		[GJ/rok]	
$q_{ocw} =$	20,5	[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
42,2	20,5	9 822,61	15,688	Montaż pomp ciepła do przygotowania ciepłej wody użytkowej. Zakłada montaż urządzeń zasobnikowych np. Vitocal 060-A z dodatkową wkładką grzewczą załączaną przy temp. poniżej -5 st.C. Praca na powietrzu zewnętrznym. Dostosowanie instalacji c.w.u. do nowego źródła zasilania.	-	154 095,00 zł
98,4	20,5	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 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
1,91424 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.
73,60 %	Średnia sprawność wytwarzania c.w.u.
98,4 GJ/a	Średnie roczne zapotrzebowanie na ciepło c.w.u. dla budynku
0,191 m ³ /h	Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. dla budynku ($Q_{\text{śrh}}$)
2,046 -	Współczynnik nierównomierności rozbioru wody
0,392 m ³ /h	Maksymalne godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. dla budynku (Q_{maxh})
0 dm ³	Rzeczywista pojemność zasobników c.w.u.
20,5 kW	Moc cieplna dla potrzeb c.w.u. bez uwzględnienia akumulacji (q_{maxh})
20,5 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	2,50
Sprawność przesyłu c.w.u.	0,80	0,80
Sprawność akumulacji c.w.u.	0,92	0,86

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
$Q_{oco} =$	3 016,4	[GJ]	Sezonowe zapotrzebowanie budynku na ciepło przed termomodernizacją, określone zgodnie z Polską Normą
$q_0 =$	457,9	[kW]	Zapotrzebowanie na moc ciepłą budynku
$h_0 =$	0,84	-	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_o	h_s	w_{t1}	w_{d1}	Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	SPBT	N_{co}
10 034,38	0,84	457,9	0,99	0,96	0,88	1,00	1,00	0,95	Montaż regulacji godzinowo-dobowej. Pełna automatyka obiegów grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej.	-	4,69	47 047,50 zł
0,00	0,84	457,9	0,99	0,96	0,88	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 (sala gimnastyczna). Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik rotacyjny o sprawności znamionowej 85%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze.	180 810,00	11,63
2	Docieplenie dachu płaskiego (stropodach niewentylowany) styropianem EPS 100 lub wełną mineralną 0,038 W/mK - 22 cm oraz stropodachów wentylowanych - metoda pneumatyczna, wełna mineralna lub celuloza 0,038 W/mK luzem - warstwa 25 cm. Wymiana pokrycia dachowego. Docieplenie stropu piwnic - wełna mineralna, metoda natryskowa, współczynnik przewodzenia ciepła 0,034 W/mK.	411 447,75	12,60
3	Docieplenie ścian zewnętrznych przy gruncie - styropian ekstrudowany o współczynniku przewodzenia ciepła 0,036 W/mK, 10 cm. Docieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych - styropian specjalny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK, 14 cm oraz podcieni - 18 cm.	781 199,18	15,06
4	Montaż pomp ciepła do przygotowania ciepłej wody użytkowej. Zakłada montaż urządzeń zasobnikowych np. Vitocal 060-A z dodatkową wkładką grzewczą załączaną przy temp. poniżej -5 st.C. Praca na powietrzu zewnętrznym. Dostosowanie instalacji c.w.u. do nowego źródła zasilania.	154 095,00	15,69
5	Wymiana części okien PCV (załącznik) oraz okien drewnianych w całym budynku na stolarkę PCV o maksymalnym współczynniku przenikania ciepła 0,9 W/m ² K. Wymiana drzwi starego typu na energooszczędne, U=1,3 W/m ² K.	411 085,19	42,16

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

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

Prezentacja wybranych do analizy wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

L.p.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Zapotrzebowanie na moc szczytową c.o. dla wariantu (na podstawie obliczeń zgodnych z PN [kW]	Zapotrzebowanie na moc szczytową c.w.u. dla wariantu (na podstawie obliczeń zgodnych z PN [kW]	Zapotrzebowanie na energię c.o. dla wariantu (na podstawie obliczeń zgodnych z PN) [GJ/a]	Zapotrzebowanie na energię c.w.u. dla wariantu (na podstawie obliczeń zgodnych z PN) [GJ/a]	Sprawność całkowita systemu	Zużycie ciepła w sezonie grzewczym w przypadku realizacji wariantu [GJ/a]	Zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię	Koszty dodatkowe dla wariantu (projekt, audyt, nadzór) [zł]
1	<p>Montaż regulacji godzinowo-dobowej. Pełna automatyka obiegów grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej.</p> <p>Zastosowanie wentylacji wymuszonej w części gastronomicznej i w pomieszczeniach sportowych (sala gimnastyczna). Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik rotacyjny o sprawności znamionowej 85%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze.</p> <p>Docieplenie dachu płaskiego (stropodach niewentylowany) styropianem EPS 100 lub wełną mineralną 0,038 W/mK - 22 cm oraz stropodachów wentylowanych - metoda pneumatyczna, wełna mineralna lub celuloza 0,038 W/mK luzem - warstwa 25 cm. Wymiana pokrycia dachowego. Docieplenie stropu piwnic - wełna mineralna, metoda natryskowa, współczynnik przewodzenia ciepła 0,034 W/mK.</p> <p>Docieplenie ścian zewnętrznych przy gruncie - styropian ekstrudowany o współczynniku przewodzenia ciepła 0,036 W/mK, 10 cm. Docieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych - styropian specjalny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK, 14 cm oraz podcieni - 18 cm.</p> <p>Montaż pomp ciepła do przygotowania ciepłej wody użytkowej. Zakłada montaż urządzeń zasobnikowych np. Vitocal 060-A z dodatkową wkładką grzewczą załączaną przy temp. poniżej -5 st.C. Praca na powietrzu zewnętrznym. Dostosowanie instalacji c.w.u. do nowego źródła zasilania.</p> <p>Wymiana części okien PCV (załącznik) oraz okien drewnianych w całym budynku na stolarkę PCV o maksymalnym współczynniku przenikania ciepła 0,9 W/m²K. Wymiana drzwi starego typu na energooszczędne, U=1,3 W/m²K.</p>	247,6	20,5	1447,3	42,2	0,836	1686,2	54,49%	90 000,00
2	<p>Montaż regulacji godzinowo-dobowej. Pełna automatyka obiegów grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej.</p> <p>Zastosowanie wentylacji wymuszonej w części gastronomicznej i w pomieszczeniach sportowych (sala gimnastyczna). Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik rotacyjny o sprawności znamionowej 85%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze.</p> <p>Docieplenie dachu płaskiego (stropodach niewentylowany) styropianem EPS 100 lub wełną mineralną 0,038 W/mK - 22 cm oraz stropodachów wentylowanych - metoda pneumatyczna, wełna mineralna lub celuloza 0,038 W/mK luzem - warstwa 25 cm. Wymiana pokrycia dachowego. Docieplenie stropu piwnic - wełna mineralna, metoda natryskowa, współczynnik przewodzenia ciepła 0,034 W/mK.</p> <p>Docieplenie ścian zewnętrznych przy gruncie - styropian ekstrudowany o współczynniku przewodzenia ciepła 0,036 W/mK, 10 cm. Docieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych - styropian specjalny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK, 14 cm oraz podcieni - 18 cm.</p> <p>Montaż pomp ciepła do przygotowania ciepłej wody użytkowej. Zakłada montaż urządzeń zasobnikowych np. Vitocal 060-A z dodatkową wkładką grzewczą załączaną przy temp. poniżej -5 st.C. Praca na powietrzu zewnętrznym. Dostosowanie instalacji c.w.u. do nowego źródła zasilania.</p>	264,3	20,5	1582,0	42,2	0,836	1839,1	50,36%	90 000,00

3	Montaż regulacji godzinowo-dobowej. Pełna automatyka obiegu grzewczego. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej.	264,3	20,5	1582,0	98,4	0,836	1895,4	48,84%	90 000,00
	Zastosowanie wentylacji wymuszonej w części gastronomicznej i w pomieszczeniach sportowych (sala gimnastyczna). Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik rotacyjny o sprawności znamionowej 85%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze.								
	Docieplenie dachu płaskiego (stropodach niewentylowany) styropianem EPS 100 lub wełną mineralną 0,038 W/mK - 22 cm oraz stropodachów wentylowanych - metoda pneumatyczna, wełna mineralna lub celuloza 0,038 W/mK luzem - warstwa 25 cm. Wymiana pokrycia dachowego. Docieplenie stropu piwnic - wełna mineralna, metoda natryskowa, współczynnik przewodzenia ciepła 0,034 W/mK.								
	Docieplenie ścian zewnętrznych przy gruncie - styropian ekstrudowany o współczynniku przewodzenia ciepła 0,036 W/mK, 10 cm. Docieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych - styropian specjalny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK, 14 cm oraz podcieni - 18 cm.								
4	Montaż regulacji godzinowo-dobowej. Pełna automatyka obiegu grzewczego. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej.	352,5	20,5	2344,6	98,4	0,836	2761,6	25,46%	90 000,00
	Zastosowanie wentylacji wymuszonej w części gastronomicznej i w pomieszczeniach sportowych (sala gimnastyczna). Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik rotacyjny o sprawności znamionowej 85%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze.								
	Docieplenie dachu płaskiego (stropodach niewentylowany) styropianem EPS 100 lub wełną mineralną 0,038 W/mK - 22 cm oraz stropodachów wentylowanych - metoda pneumatyczna, wełna mineralna lub celuloza 0,038 W/mK luzem - warstwa 25 cm. Wymiana pokrycia dachowego. Docieplenie stropu piwnic - wełna mineralna, metoda natryskowa, współczynnik przewodzenia ciepła 0,034 W/mK.								
5	Montaż regulacji godzinowo-dobowej. Pełna automatyka obiegu grzewczego. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej.	407,8	20,5	2819,2	98,4	0,836	3300,7	10,91%	90 000,00
	Zastosowanie wentylacji wymuszonej w części gastronomicznej i w pomieszczeniach sportowych (sala gimnastyczna). Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik rotacyjny o sprawności znamionowej 85%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze.								
6	Montaż regulacji godzinowo-dobowej. Pełna automatyka obiegu grzewczego. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej.	457,9	20,5	3016,4	98,4	0,836	3524,7	4,87%	45 000,00

DOKUMENTACJA WYBORU OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO BUDYNKU

L.p.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite [zł]	Roczne oszczędności kosztów energii [zł/rok]	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej) [%]	Optymalna kwota kredytu [zł]/[%]	20% kredytu [zł]	16% kosztów całkowitych [zł]	Dwukrotność rocznej oszczędności kosztów energii [zł]
1	WARIANT 1	2 075 684,62	140 061,67	54,49%	2 075 684,62	415 136,92	332 109,54	280 123,34
					100,00			
2	WARIANT 2	1 664 599,43	129 881,23	50,36%	1 664 599,43	332 919,89	266 335,91	259 762,47
					100,00			
3	WARIANT 3	1 510 504,43	120 058,63	48,84%	1 510 504,43	302 100,89	241 680,71	240 117,25
					100,00			
4	WARIANT 4	729 305,25	63 030,66	25,46%	729 305,25	145 861,05	116 688,84	126 061,32
					100,00			
5	WARIANT 5	317 857,50	27 497,95	10,91%	317 857,50	63 571,50	50 857,20	54 995,90
					100,00			
6	WARIANT 6	92 047,50	10 034,38	4,87%	92 047,50	18 409,50	14 727,60	20 068,75
					100,00			

Wnioski

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

W wyniku przeprowadzonych analiz ekonomicznych zaleca się:

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

Docieplenie dachu płaskiego (stropodach niewentylowany) styropianem EPS 100 lub wełną mineralną 0,038 W/mK - 22 cm oraz stropodachów wentylowanych - metoda pneumatyczna, wełna mineralna lub celuloza 0,038 W/mK luzem - warstwa 25 cm. Wymiana pokrycia dachowego. Docieplenie stropu piwnic - wełna mineralna, metoda natryskowa, współczynnik przewodzenia ciepła 0,034 W/mK.

Docieplenie ścian zewnętrznych przy gruncie - styropian ekstrudowany o współczynniku przewodzenia ciepła 0,036 W/mK, 10 cm. Docieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych - styropian specjalny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK, 14 cm oraz podcieni - 18 cm.

Montaż pomp ciepła do przygotowania ciepłej wody użytkowej. Zakłada montaż urządzeń zasobnikowych np. Vitocal 060-A z dodatkową wkładką grzewczą załączaną przy temp. poniżej -5 st.C. Praca na powietrzu zewnętrznym. Dostosowanie instalacji c.w.u. do nowego źródła zasilania.

Wymiana części okien PCV (załącznik) oraz okien drewnianych w całym budynku na stolarkę PCV o maksymalnym współczynniku przenikania ciepła 0,9 W/m²K. Wymiana drzwi starego typu na energooszczędne, U=1,3 W/m²K.

Montaż regulacji godzinowo-dobowej. Pełna automatyka obiegu grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej.

UWAGA:

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

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

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

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

mgr inż. Jarosław Kozub

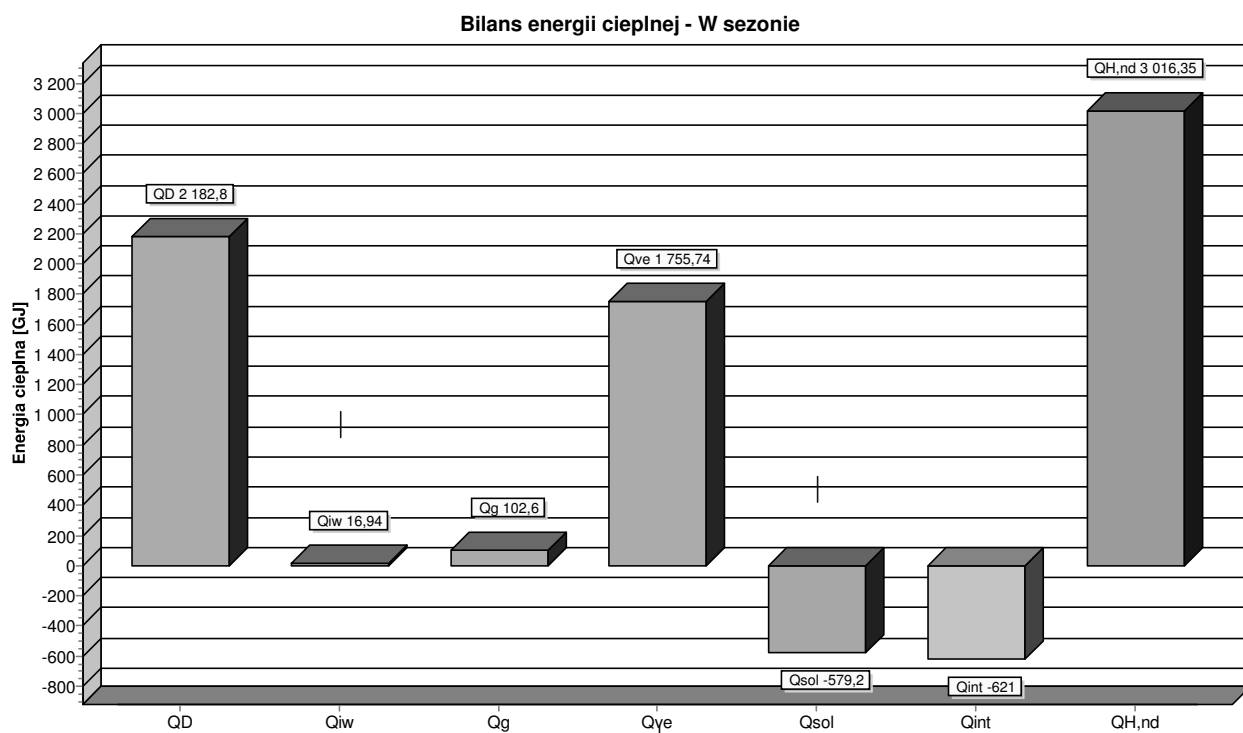
Załącznik 1

**Bilans energetyczny budynku przed
modernizacją**

Wyniki - Ogólne

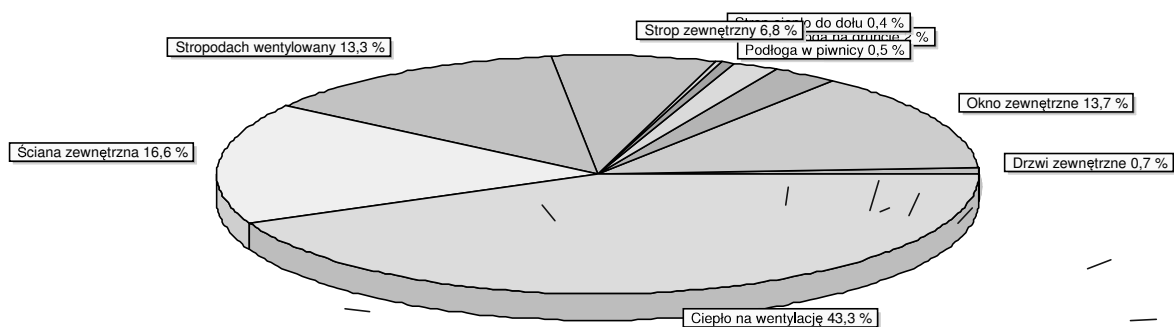
Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Bilans energetyczny budynku - stan obecny	
	Szkoła Podstawowa nr 21 w Gdyni	
Miejscowość:	Gdynia	
Adres:	Jana z Kolna 5	
Projektant:	Marcin Rosenow	
Plik danych:	C:\Users\hp\Desktop\Robocze\UM Gdynia\SP 21\	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	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 :	2194,0	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	8679,1	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	255912	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	201948	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	457860	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	457860	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 $V_{v,H}$:	15909,4	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	3016,35	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	837875	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	2194	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	8679,1	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	1374,8	MJ/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	381,9	kWh/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	347,5	MJ/(m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	96,5	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	$Q_{H,nc}$ GJ/rok
■	Styczeń	31	2,0	321,57	2,37	15,29	253,61	0,969	33,70	70,52	491,
■	Luty	28	1,2	303,62	2,22	14,46	265,25	0,971	33,69	63,69	490,
■	Marzec	31	3,5	294,24	2,28	13,94	231,78	0,942	67,46	70,52	412,
■	Kwiecień	30	7,7	210,69	1,84	9,83	170,67	0,867	104,63	68,24	243,
■	Maj	31	10,7	163,05	1,56	7,46	127,02	0,757	139,43	70,52	140,
■	Czerwiec	0	15,5	73,16	1,07	3,05	57,17	0,483	145,70	68,24	31,
■	Lipiec	0	18,7	19,87	0,80	0,87	16,22	0,161	154,96	70,52	1,
■	Sierpień	0	16,3	61,50	0,90	2,54	46,15	0,447	124,95	70,52	23,
■	Wrzesień	30	14,5	90,79	1,02	3,92	71,72	0,664	85,20	68,24	65,
■	Październik	31	8,7	199,50	1,51	9,26	156,12	0,902	58,14	70,52	250,
■	Listopad	30	4,0	275,94	1,90	13,05	224,51	0,964	29,48	68,24	421,
■	Grudzień	31	1,9	323,40	2,25	15,38	255,06	0,972	27,47	70,52	500,
	W sezonie	273	8,8	2182,80	16,94	102,60	1755,74	0,868	579,20	621,00	3016,

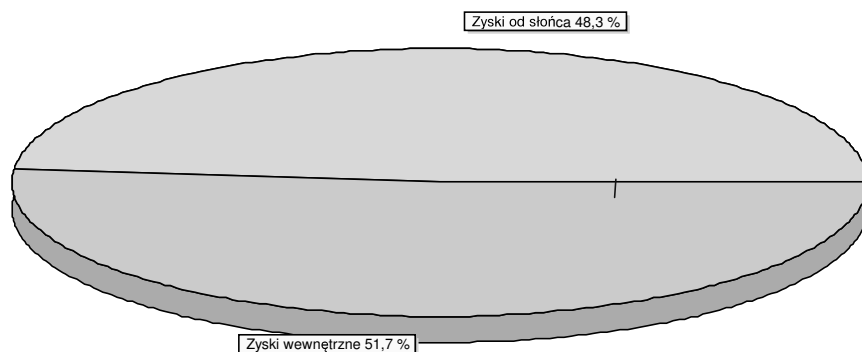
Szczegółowe zestawienie strat energii cieplnej



0,7 % Drzwi zewnętrzne	13,7 % Okno zewnętrzne	2,7 % Dach
2 % Podłoga na gruncie	0,5 % Podłoga w piwnicy	0,4 % Strop ciepło do dołu
6,8 % Strop zewnętrzny	13,3 % Stropodach wentylowany	16,6 % Ściana zewnętrzna
43,3 % Ciepło na wentylację		

Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
Drzwi zewnętrzne	30,20	8388	0,7
Okno zewnętrzne	555,47	154297	13,7
Dach	109,12	30311	2,7
Podłoga na gruncie	82,93	23036	2,0
Podłoga w piwnicy	19,67	5463	0,5
Strop ciepło do dołu	16,94	4705	0,4
Strop zewnętrzny	274,98	76384	6,8
Stropodach wentylowany	539,94	149982	13,3
Ściana zewnętrzna	673,10	186971	16,6
Ciepło na wentylację	1755,74	487706	43,3
Razem	4058,08	1127244	100,0

Szczegółowe zestawienie zysków energii cieplnej







48,3 % Zyski od słońca 51,7 % Zyski wewnętrzne

Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
* Zyski od słońca	579,20	160890	48,3
Zyski wewnętrzne	621,00	172501	51,7
± Razem	1200,21	333391	100,0




Wyniki - Zestawienie przegród

Opis	U	A
	W/m ² · K	m ²
Dach pełny	0,786	421,57
Drzwi zewnętrzne starego typu	3,600	10,94
Drzwi zewnętrzne energooszczędne	1,600	29,83
Okna PCV do wymiany	2,000	388,37
Okna PCV	1,300	506,23
Okna drewniane	3,120	6,45
Podłoga na gruncie	0,500	1073,39
Podłoga w piwnicach	0,460	341,31
Strop piwnic nieogrzewanych	0,830	95,00
Podcień	1,039	712,27
Stropodach wentylowany	0,957	1503,46
Ściana zewnętrzna	1,428	1471,75
Ściana zewnętrzna przy gruncie	0,618	66,28

Wyniki - Przegrody

D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R
m		W/ (m·K)	kg/m ³	kJ/ (kg·K)	m ² ·K/W
 D	Dach pełny				
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0060	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,033
0,1000	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,840	0,100
0,0360	Płyty pilśniowe porowate.	0,050	300	2,510	0,720
0,2400	Strop DMS		1200	0,840	0,260
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]:					0,100
Opór przejmowania na zewnątrz R_e , [m ² ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]:					1,272
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/ (m ² ·K)]:					0,786
 PG	Podłoga w piwnicach				
Rodzaj przegrody: Podłoga w piwnicy, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
Ściana przy podłodze: SG					
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Z_{gw} : 5,00 m					
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z : 2,50 m					
0,0500	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,840	0,050
0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,028
0,1000	Podkład z betonu chudego.	1,050	1900	0,840	0,095
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R_g , [m ² ·K/W]:					2,000
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]:					2,173
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/ (m ² ·K)]:					0,460
 PG2	Podłoga na gruncie				
Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
Ściana przy podłodze: SZ					
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Z_{gw} : 8,70 m					
Pozioma izol. krawędziowa: o grubości d_{nh} = m i długości D_h = m					
Pionowa izol. krawędziowa: o grubości d_{nv} = m i długości D_v = m					
0,0100	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
0,0060	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,033
0,1000	Podkład z betonu chudego.	1,050	1900	0,840	0,095
0,3000	Żwir.	0,900	1800	0,840	0,333
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R_g , [m ² ·K/W]:					1,444
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]:					2,000
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/ (m ² ·K)]:					0,500
 SG	Ściana zewnętrzna przy gruncie				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna przy gruncie, Warunki wilgotności: Średni					

Wyniki - Przegrody

D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R
m		W/ (m·K)	kg/m ³	kJ/ (kg·K)	m ² ·K/W
Podłoga przyległa do ściany: PG					
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 2,50 m					
0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,012
0,3800	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,494
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R_g , [m ² ·K/W]:					1,113
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]:					1,619
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:					0,618
 STR	Stropodach wentylowany				
Rodzaj przegrody: Stropodach wentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wilgot					
0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,028
0,1000	Płyta panwiowa	1,000	2200		0,100
Opór warstwy powietrznej stropodachu o śr. wys. H = 1 m, [m ² ·K/W]:					0,160
Suma oporów ciepła połaci dachowej i war. powietrza, [m ² ·K/W]:					0,000
0,1500	Żużel wielkopiecowy granulat lub keramzy	0,260	900	0,750	0,577
0,2400	Strop DMS		1200	0,840	0,260
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]:					0,100
Opór przejmowania na zewnątrz R_e , [m ² ·K/W]:					0,090
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]:					1,045
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:					0,957
 STR2	Strop piwnic nieogrzewanych				
Rodzaj przegrody: Strop ciepło do dołu, 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
0,0190	Płyty pilśniowe porowate.	0,050	300	2,510	0,380
0,3000	Strop Kleina		1800	0,880	0,390
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]:					0,170
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]:					0,170
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]:					1,204
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:					0,830
 STR3	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
0,0190	Płyty pilśniowe porowate.	0,050	300	2,510	0,380
0,2400	Strop DMS		1200	0,840	0,260
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018

Wyniki - Przegrody

D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R
m		W/(m·K)	kg/m ³	kJ/(kg·K)	m ² ·K/W
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]:					0,170
Opór przejmowania na zewnątrz R_e , [m ² ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:					0,963
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					1,039
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

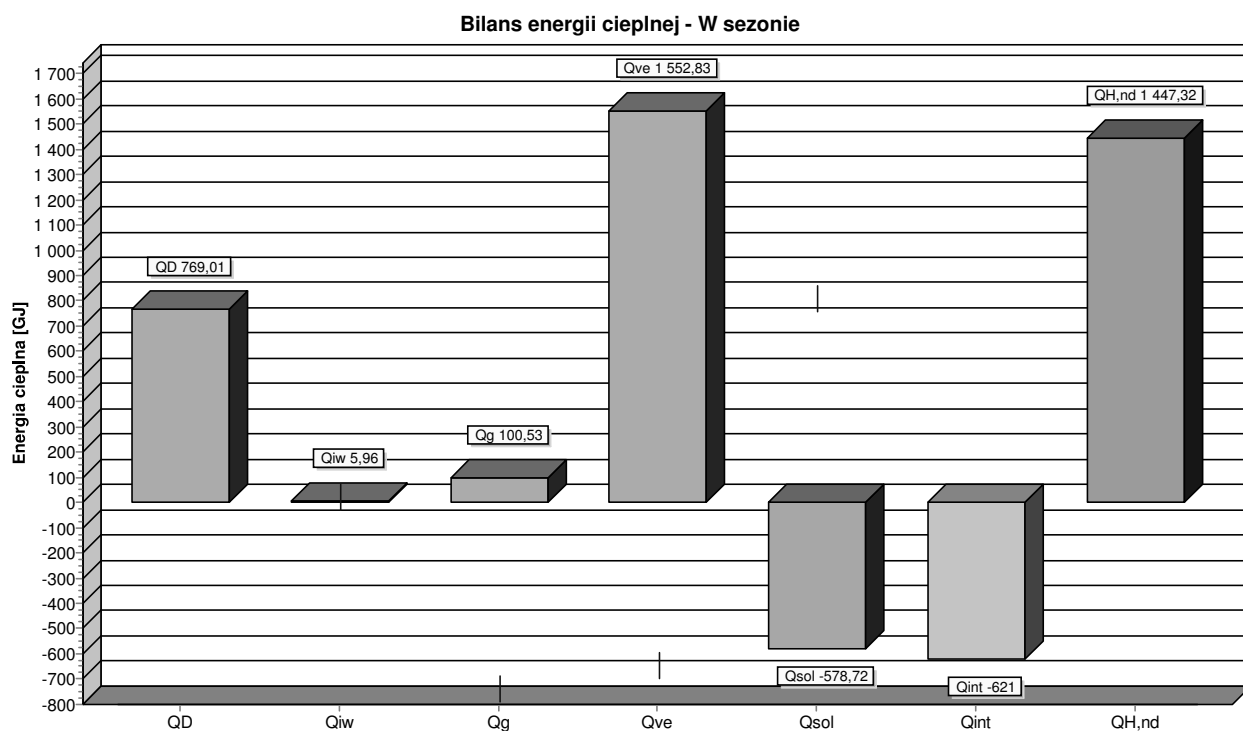
Załącznik 2

Bilans energetyczny budynku dla
optymalnego wariantu przedsięwzięcia
termomodernizacyjnego

Wyniki - Ogólne

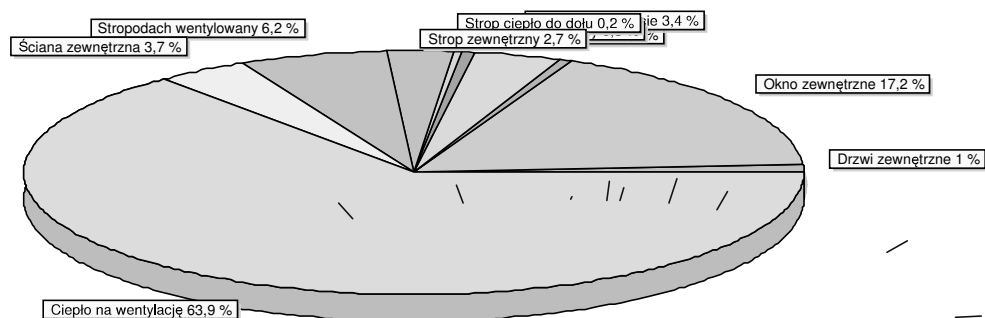
Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Bilans energetyczny budynku - wariant pierwszy	
	Szkoła Podstawowa nr 21 w Gdyni	
Miejscowość:	Gdynia	
Adres:	Jana z Kolna 5	
Projektant:	Marcin Rosenow	
Plik danych:	C:\Users\hp\Desktop\Robocze\UM Gdynia\SP 21\	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	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 :	2194,0	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	8679,1	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	95632	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	151928	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	247560	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	247560	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 $V_{v,H}$:	16686,9	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	1447,32	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	402035	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	2194	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	8679,1	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	659,7	MJ/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	183,2	kWh/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	166,8	MJ/(m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	46,3	kWh/(m ³ ·rok)

Wyniki - Bilans zapotrzebowania na energię na ogrzewanie wg normy PN-EN ISO 13790



Bil	Miesiąc	$L_{d,m}$	$T_{em,m}$	Q_D	$Q_{i,w}$	Q_g	Q_{ve}	$\eta_{H,gn}$	Q_{sol}	Q_{int}	$Q_{H,nc}$
		dni	°C	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok		GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok
■	Styczeń	31	2,0	113,14	0,82	14,95	223,54	0,965	33,68	70,52	251,
■	Luty	28	1,2	106,81	0,77	14,13	233,70	0,970	33,66	63,69	260,
■	Marzec	31	3,5	103,56	0,79	13,63	204,49	0,925	67,40	70,52	194,
■	Kwiecień	30	7,7	74,25	0,64	9,62	151,14	0,807	104,54	68,24	96,
■	Maj	31	10,7	57,55	0,55	7,31	113,04	0,646	139,32	70,52	42,
■	Czerwiec	0	15,5	26,43	0,38	3,31	53,23	0,362	145,59	68,24	5,
■	Lipiec	0	18,7	7,36	0,29	0,99	14,86	0,104	154,84	70,52	0,
■	Sierpień	0	16,3	22,32	0,33	2,81	43,41	0,332	124,85	70,52	4,
■	Wrzesień	30	14,5	32,47	0,37	4,04	65,51	0,549	85,13	68,24	18,
■	Październik	31	8,7	70,33	0,55	9,06	138,44	0,859	58,08	70,52	107,
■	Listopad	30	4,0	97,12	0,68	12,76	198,14	0,959	29,46	68,24	214,
■	Grudzień	31	1,9	113,78	0,79	15,03	224,81	0,970	27,45	70,52	259,
	W sezonie	273	8,8	769,01	5,96	100,53	1552,83	0,818	578,72	621,00	1447,

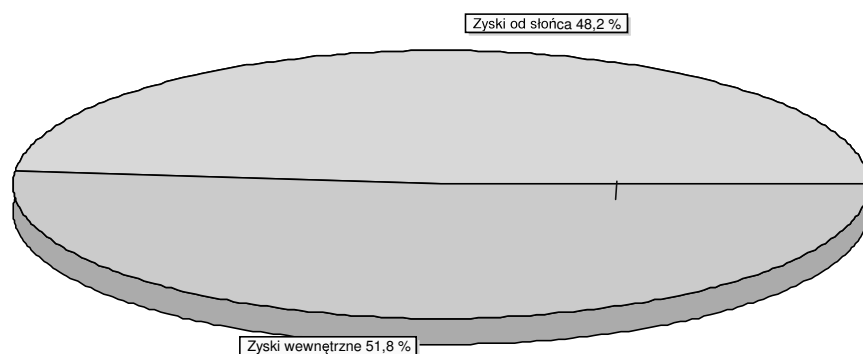
Szczegółowe zestawienie strat energii cieplnej



1 % Drzwi zewnętrzne	17,2 % Okno zewnętrzne	0,8 % Dach
3,4 % Podłoga na gruncie	0,8 % Podłoga w piwnicy	0,2 % Strop ciepło do dołu
2,7 % Strop zewnętrzny	6,2 % Stropodach wentylowany	3,7 % Ściana zewnętrzna
63,9 % Ciepło na wentylację		

Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
Drzwi zewnętrzne	23,66	6573	1,0
Okno zewnętrzne	418,70	116307	17,2
Dach	19,65	5459	0,8
Podłoga na gruncie	81,47	22630	3,4
Podłoga w piwnicy	19,07	5296	0,8
Strop ciepło do dołu	5,96	1655	0,2
Strop zewnętrzny	66,06	18350	2,7
Stropodach wentylowany	150,56	41822	6,2
Ściana zewnętrzna	90,37	25103	3,7
Ciepło na wentylację	1552,83	431342	63,9
Razem	2428,33	674536	100,0

Szczegółowe zestawienie zysków energii cieplnej







48,2 % Zyski od słońca 51,8 % Zyski wewnętrzne

Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
* Zyski od słońca	578,72	160757	48,2
Zyski wewnętrzne	621,00	172501	51,8
± Razem	1199,73	333258	100,0

Wyniki - Zestawienie przegród

Opis	U	A
	W/m ² · K	m ²
Dach pełny	0,142	421,57
Drzwi zewnętrzne starego typu	1,300	10,94
Drzwi zewnętrzne energooszczędne	1,600	29,83
Okna PCV do wymiany	0,900	388,37
Okna PCV	1,300	506,23
Okna drewniane	0,900	6,45
Podłoga na gruncie	0,482	1054,46
Podłoga w piwnicach	0,460	339,06
Strop piwnic nieogrzewanych	0,241	95,00
Podcień	0,148	712,27
Stropodach wentylowany	0,131	1503,46
Ściana zewnętrzna	0,192	1471,75
Ściana zewnętrzna przy gruncie	0,171	66,28

Wyniki - Przegrody

D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R
m		W/ (m·K)	kg/m ³	kJ/ (kg·K)	m ² ·K/W
 D	Dach pełny				
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,2200	Styropian EPS 100 038	0,038	100	1,460	5,789
0,0060	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,033
0,1000	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,840	0,100
0,0360	Płyty pilśniowe porowate.	0,050	300	2,510	0,720
0,2400	Strop DMS		1200	0,840	0,260
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]:					0,100
Opór przejmowania na zewnątrz R_e , [m ² ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]:					7,061
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/ (m ² ·K)]:					0,142
 PG	Podłoga w piwnicach				
Rodzaj przegrody: Podłoga w piwnicy, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
Ściana przy podłodze: SG					
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Z_{gw} : 5,00 m					
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z : 2,50 m					
0,0500	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,840	0,050
0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,028
0,1000	Podkład z betonu chudego.	1,050	1900	0,840	0,095
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R_g , [m ² ·K/W]:					2,000
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]:					2,173
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/ (m ² ·K)]:					0,460
 PG2	Podłoga na gruncie				
Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
Ściana przy podłodze: SZ					
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Z_{gw} : 8,70 m					
Pozioma izol. krawędziowa: o grubości d_{nh} = m i długości D_h = m					
Pionowa izol. krawędziowa: o grubości d_{nv} = m i długości D_v = m					
0,0100	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
0,0060	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,033
0,1000	Podkład z betonu chudego.	1,050	1900	0,840	0,095
0,3000	Żwir.	0,900	1800	0,840	0,333
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R_g , [m ² ·K/W]:					1,517
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]:					2,074
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/ (m ² ·K)]:					0,482
 SG	Ściana zewnętrzna przy gruncie				

Wyniki - Przegrody

D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R
m		W/(m·K)	kg/m ³	kJ/(kg·K)	m ² ·K/W
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna przy gruncie, Warunki wilgotności: Średni					
Podłoga przyległa do ściany: PG					
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 2,50 m					
0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,012
0,3800	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,494
0,1200	Styropian ekstrudowany	0,036	100	1,460	3,333
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]:					5,839
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,171
STR	Stropodach wentylowany				
Rodzaj przegrody: Stropodach wentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wilgot					
0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,028
0,1000	Płyta panwiowa	1,000	2200		0,100
Opór warstwy powietrznej stropodachu o śr. wys. H = 1 m, [m ² ·K/W]:					0,160
Suma oporów ciepła połaci dachowej i war. powietrza, [m ² ·K/W]:					0,000
0,2500	Wełna mineralna	0,038	60	0,750	6,579
0,1500	Żużel wielkopiecowy granulatu lub keramzy	0,260	900	0,750	0,577
0,2400	Strop DMS		1200	0,840	0,260
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]:					0,100
Opór przejmowania na zewnątrz R_e , [m ² ·K/W]:					0,090
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:					7,624
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,131
STR2	Strop piwnic nieogrzewanych				
Rodzaj przegrody: Strop ciepło do dołu, 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
0,0190	Płyty pilśniowe porowate.	0,050	300	2,510	0,380
0,3000	Strop Kleina		1800	0,880	0,390
0,1000	Wełna natryskowa SPREFIX	0,034	45	0,750	2,941
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]:					0,170
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]:					0,170
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:					4,145
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,241
STR3	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

Wyniki - Przegrody

D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R
m		W/ (m·K)	kg/m ³	kJ/ (kg·K)	m ² ·K/W
0,0300	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
0,2400	Strop DMS		1200	0,840	0,260
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]:					6,769
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/ (m ² ·K)]:					0,148
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	52
I	6
SUMA:	58