

Audyt energetyczny budynku oświatowego

LOKALIZACJA: ul. Brzozowa 30,
84-240 Reda

INWESTOR: Gmina Miasta Reda
ul. Gdańska 33,
84-240 Reda

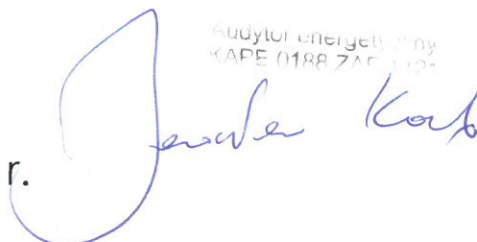
AUTOR: mgr inż. Jarosław Kozub



NIP 958 098 82 27
Regon 220071142
ul. Zakopiańska 26
84-230 Rumia
tel.: 607 604 506
tel.: 607 607 454
mail: sekretariat@neptuneko.pl

Maj 2023 r.

Jarosław Kozub
Audytor energetyczny
KAP E 0188 ZAF 1101



1. Dane identyfikacyjne budynku

1.1 Rodzaj budynku:	budynek szkolny - Szkoła Podstawowa nr 3 w Redzie			1.2 Rok budowy:	1962, 1996, 2011				
1.3 Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji, PESEL*) (*w przypadku cudzoziemca nazwa i numer dokumentu tożsamości):	Gmina Miasta Reda			1.4 Adres budynku:	ul.	Brzozowa	nr	30	
	ul.	Gdańska	nr		33	kod:	84-240	miejscowość:	Reda
	kod:	84-240	miejscowość:		Reda	powiat:	wejherowski	województwo:	pomorskie
	tel.	-	fax		-				
	Pesel:		-						
	Nazwa:		-						

2. Nazwa, adres i numer regon firmy wykonującej audyt:**NEPTUN EKO mgr inż. Jarosław Kozub**

Regon: 220071142 NIP: 958 098 82 27

84-230 Rumia ul. Zakopiańska 26

tel: 607-607-454; tel./fax: (58) 743 64 11

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

mgr inż. Jarosław Kozub, 84-230 Rumia ul. Zakopiańska 26; 74010803858

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

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

Lp.	Imię i nazwisko:	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego:	Posiadane kwalifikacje (w tym ew. uprawnienia)
1	Marcin Rosenow	Bilans energetyczny budynku, obliczenia; ZAE nr 1975	
2	-	-	
3	-	-	
4	-	-	
5. Miejscowość:	Rumia	data wykonania opracowania:	17.05.2023 r.

6. Spis treści:

1	Karta audytu energetycznego	str.	2
2	Zestawienie danych źródłowych do wykonania audytu.	str.	5
3	Część pierwsza - dane inwentaryzacyjne, wyznaczenie niezbędnych usprawnień termomodernizacyjnych	str.	6
4	Inwentaryzacja - dane techniczne budynku	str.	7
5	Inwentaryzacja - uproszczona dokumentacja techniczna - rysunki	str.	8
6	Inwentaryzacja - opis techniczny elementów budynku i konstrukcji	str.	9
7	Charakterystyka energetyczna budynku, opłaty, taryfy	str.	11
8	Inwentaryzacja systemu grzewczego i instalacji	str.	12
9	Obliczeniowy strumień powietrza wentylacyjnego	str.	13
10	Ocena stanu technicznego budynku, wskazanie usprawnień	str.	14
11	Dane klimatyczne, stopniodni	str.	15
12	Część druga - analiza ekonomiczne poszczególnych usprawnień	str.	16
13	Analiza ekonomiczna - ciepła woda użytkowa	str.	21
14	Analiza ekonomiczna - system ciepły	str.	22
15	Część trzecia - wybór optymalnego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, analiza ekonomiczna i energetyczna, wnioski	str.	23
16	Zestawienie wybranych i zoptymalizowanych usprawnień	str.	24
17	Prezentacja przyjętych wariantów modernizacji	str.	25
18	Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu	str.	27
19	Wnioski	str.	28
20	Załącznik 1 - bilans cieplny stanu obecnego	str.	29
21	Załącznik 2 - bilans cieplny optymalnego wariantu	str.	38
22	Załącznik 3 - obliczenia energii końcowej i pierwotnej oraz wyznaczenie emisji	str.	47

Budynek w całości

1. Dane ogólne		stan przed modernizacją	stan po modernizacji
1.	Konstrukcja / technologia budynku:	tradycyjna murowana	tradycyjna murowana
2.	Liczba kondygnacji:	2+piwnica	2+piwnica
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	17 331,20	17 331,20
4.	Powierzchnia użytkowa budynku [m ²]	4 398,20	4 398,20
5.	Powierzchnia użytkowa służąca celom mieszkalnym i wykonywaniu zadań publicznych przez organy administracji publicznej [m ²]	0,00	0,00
6.	Wskaźnik udziału powierzchni (poz. 5 / poz. 4) [%]	0,00	0,00
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0	0
8.	Liczba osób użytkujących budynek	900	900
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	Kotłownia gazowa	Kotłownia gazowa
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	Kotłownia gazowa	Kotłownia gazowa
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,55	0,55
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	Budynek użyteczności publicznej	
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne		[W/(m ² K)]	
		stan przed modernizacją	stan po modernizacji
1.	Dach nowej sali gimnastycznej	0,19	0,19
2.	Dach starej sali gimnastycznej	0,25	0,15
3.	Dach płaski	0,24	0,15
4.	Drzwi zewnętrzne	3,60	3,60
5.	Okna zewnętrzne	1,45	0,85
6.	Podłoga na gruncie	0,40	0,40
7.	Stropodach wentylowany	0,32	0,15
7.	Ściana zewnętrzna	0,22	0,22
8.	Ściana zewnętrzna	0,17	0,17
9.	Ściana zewnętrzna	0,19	0,19
10.	Ściana zewnętrzna	0,25	0,25
3. Sprawności składowe systemu grzewczego			
1.	Sprawność wytwarzania	0,94	1,38
2.	Sprawność przesyłania	0,96	0,96
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,82	0,88
4.	Sprawność akumulacji	1,00	0,97
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia:	1,00	1,00
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby:	1,00	1,00
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
1.	Sprawność wytwarzania	0,88	1,38
2.	Sprawność przesyłania	0,60	0,70
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji	0,85	0,85
5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)	naturalna	naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	nieszczelności stolarki / kanały grawitacyjne	nieszczelności stolarki / kanały grawitacyjne
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego [m ³ /h]	28 047,0	28 047,0
4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	1,6	1,6

Budynek w całości

6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	479,9	448,1
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW]	18,2	18,2
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1 980,3	1 741,2
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	2 676,1	1 539,7
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	296,8	162,2
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie, przeliczone na warunki sezonu standardowego i na przygotowanie c.w.u. (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	Brak danych	-
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	Brak danych	-
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)]	125,2	110,1
9.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)]	169,2	97,3
10.	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,00%	27,54%
7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1a.	Cena 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku [zł/GJ]	122,14	122,14
1.b	Cena 1 GJ na produkcję c.w.u.	122,14	122,14
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewania na miesiąc [zł/(MW m-c)]	0,00	0,00
3.	Koszt przygotowania 1m ³ ciepłej wody użytkowej [zł/m ³]	28,22	15,43
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc [zł/(MW m-c)]	0,00	0,00
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1m ² powierzchni użytkowej [zł/m-c]	6,19	3,56
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m ² m-c]	-	-
7.	Inne [zł]	-	-
8.1 Wskaźniki dla optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
1.	EK - wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię końcową [kWh/m ² rok]	187,76	107,49
2.	EP - wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną [kWh/m ² rok]	206,53	118,24
3.	Zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię [%]	42,75%	
4.	Zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię GJ/rok]	1 271,0	
5.	Średnioroczna oszczędność energii finalnej [toe/rok]	30,36	
6.	Uniknięta emisja CO ₂ [t CO ₂ /rok]	70,51	
7.	Roczne oszczędności kosztów energii [zł/rok]	155237,45	
8.	Moc instalacji OZE w ramach termomodernizacji [kW] ⁴⁾	500,00	

Budynek w całości

8.2 Charakterystyka ekonomiczna przedsięwzięcia termomodernizacyjnego		
1.	Koszty całkowite przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, bez kosztów, o których mowa w wierszu 2 [zł]	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> netto brutto </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 2 942 317,98 3 619 051,12 </div>
2.	Koszty zakupu, montażu, budowy albo modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii [%] ⁴⁾	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> netto brutto </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 2 729 756,10 3 357 600,00 </div>
3.	Udział kosztów (brutto) zakupu, montażu, budowy albo modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii w łącznych kosztach (brutto) przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz zakupu, montażu, budowy lub modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii [%] ⁴⁾	48,13%
4.	Czy inwestorowi przyznano grant OZE: TAK/NIE ⁵⁾	NIE
5.	Premia termomodernizacyjna ⁶⁾ [zł] ⁷⁾	0,00
9. Grant termomodernizacyjny		
1.	Maksymalna wartość wskaźnika EP określona zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 7 ust. 2 pkt 1 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo budowlane [kWh/m ² ·rok]	45
2.	Przegrody oraz wyposażenie techniczne budynku ODPOWIADAJĄ / NIE-ODPOWIADAJĄ ⁷⁾ wymaganiom izolacyjności cieplnej określonej w przepisach wydanych na podstawie art. 7 ust. 2 pkt 1 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo budowlane	
3.	Wysokość grantu termomodernizacyjnego [zł] ⁸⁾	0,00
10. Premia MZG i grant MZG ⁹⁾		
1.	Przed realizacją przedsięwzięcia termomodernizacyjnego / W ramach przedsięwzięcia termomodernizacyjnego ⁷⁾ w budynku jest spełniony warunek, o którym mowa w art. 11h ustawy: TAK/NIE, jeżeli TAK, to: -pkt 1 / -pkt 2 / -pkt 3 ⁷⁾	
2.	Wysokość premii MZG [zł]	0,00
3.	Wysokość grantu MZG [zł] ^{4)***)}	0,00
4.	Wysokość termii MZG łącznie z wartością grantu MZG [zł]	0,00
11. Inne		
1. W ramach przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w budynku ZOSTANIE / NIE ZOSTANIE ⁵⁾ zastosowana wysokosprawna kogeneracja.		
2. Budynek JEST / NIE-JEST ⁷⁾ wpisany do rejestru zabytków lub znajduje się na obszarze wpisanym do rejestru zabytków.		
3. Przedsięwzięcie STANOWI / NIE STANOWI ⁷⁾ przedsięwzięcia rewitalizacyjnego, o którym mowa w art. 11g ust. 2 ustawy.		
4. Z audytu energetycznego WYNIKA / NIE-WYNIKA ⁵⁾ , że po zrealizowaniu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego elementy budynku poddane temu przedsięwzięciu termomodernizacyjnemu będą spełniać wymagania, o których mowa w art. 5a ust. 2 i art. 11g ust. 1 pkt 4 ustawy ¹⁰⁾		
<p>¹⁾ U_{OZE} [%] obliczany zgodnie z rozporządzeniem dotyczącym sporządzania świadectw, jako udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu grzewczego oraz dla systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej.</p> <p>²⁾ Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii.</p> <p>³⁾ Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii.</p> <p>⁴⁾ Jeśli dotyczy.</p> <p>⁵⁾ Jeśli dotyczy, w przypadku gdy inwestorowi nie przyznano grantu OZE.</p> <p>⁶⁾ Należy wpisać 0, jeśli inwestorowi została przyznana premia MZG.</p> <p>⁷⁾ Niepotrzebne skreślić.</p> <p>⁸⁾ Należy wpisać 0, jeśli inwestorowi nie przysługuje premia termomodernizacyjna.</p> <p>⁹⁾ Dotyczy inwestora, o którym mowa w art 11g ust. 1 pkt 1 ustawy.</p> <p>¹⁰⁾ Jeżeli z audytu energetycznego wynika, że nie jest możliwe spełnienie tego warunku, to w przypadku budynku, o którym mowa w art. 11g ust. 2 ustawy, audytor załącza do karty audytu energetycznego oświadczenie, które to potwierdza, wraz z uzasadnieniem.</p> <p>^{*)} Wysokość premii termomodernizacyjnej wynosi:</p> <p>1) 26% kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, w przypadku, o którym mowa w art. 5 ust. 1 ustawy;</p> <p>2) 31% kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, w przypadku, o którym mowa w art. 5 ust. 2a ustawy;</p> <p>3) 31% łącznych kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz zakupu, montażu, budowy lub modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii, w przypadku, o którym mowa w art. 5 ust. 2b ustawy.</p> <p>^{***)} 10% kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego netto.</p> <p>^{****)} 30% kosztów przedsięwzięcia netto.</p>		

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

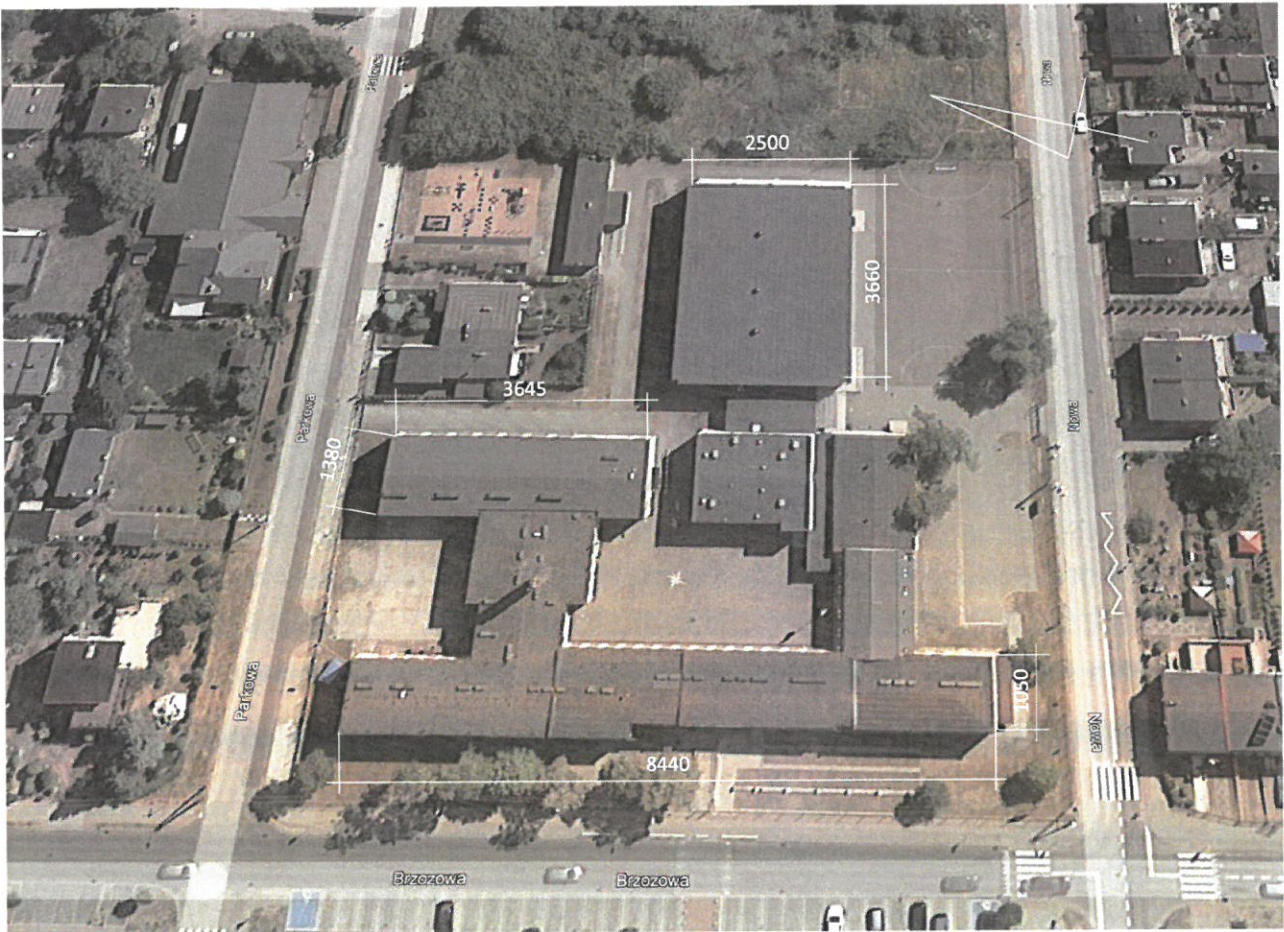
1. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz.U. nr 43 z dn. 18.03.2009 r., poz. 346), ostatnia zmiana 3 września 2015r.
2. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 5 lipca 2013 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. Ustawa z dnia 29 września 2022 r. o zmianie niektórych ustaw wspierających poprawę warunków mieszkaniowych

Część pierwsza

Dane inwentaryzacyjne, wyznaczenie
niezbędnych usprawnień
termomodernizacyjnych

Inwentaryzacja - dane techniczne budynku

Powierzchnia przegród zewnętrznych według rodzaju		
Dach nowej sali gimnastycznej	[m ²]	841,0
Dach starej sali gimnastycznej	[m ²]	348,3
Dach płaski	[m ²]	766,6
Drzwi zewnętrzne	[m ²]	36,1
Okna zewnętrzne	[m ²]	813,7
Podłoga na gruncie	[m ²]	2 730,7
Stropodach wentylowany	[m ²]	1 696,2
Ściana zewnętrzna	[m ²]	761,7
Ściana zewnętrzna	[m ²]	386,5
Ściana zewnętrzna	[m ²]	137,1
Ściana zewnętrzna	[m ²]	1 080,0
Wysokości		
Zagłębienie w gruncie	[m]	2,00
Najczęstsza wysokość w świetle	[m]	2,80
Wysokość piwnicy w świetle	[m]	2,50
Najczęstsza wysokość brutto	[m]	3,10
Inne dane techniczne		
liczba mieszkań	[szt.]	0
Liczba użytkowników		900
Liczba kondygnacji	[szt.]	2+piwnica
Liczba klatek schodowych	[szt.]	2
Dane powierzchniowe budynku		
Powierzchnia użytkowa pomieszczeń mieszkalnych	[m ²]	0,00
Powierzchnia użytkowa pomieszczeń niemieszkalnych	[m ²]	4 398,20
Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych netto	[m ²]	4 398,2
Powierzchnia zabudowy	[m ²]	443,1
Całkowita powierzchnia brutto	[m ²]	1 329,4
Powierzchnia użytkowa	[m ²]	4 398,20
Dane kubaturowe budynku		
Kubatura netto ogrzewana	[m ³]	17 331
Całkowita kubatura brutto	[m ³]	26 314
Współczynnik kształtu A/V [1/m]		0,55



**Opis do uproszczonej dokumentacji technicznej budynku oświatowego,
Reda, ul. Brzozowa 30**

<p>Dane ogólne, forma architektoniczna</p>		<p>Budynek oświatowy, Szkoła Podstawowa nr 3 w Redzie. Obiekt wielosegmentowy, segmenty wznieszone w latach 1962, 1996, 2011.</p>
<p>Konstrukcja budynku, technologia wykonania</p>		<p>Ściany i ławy fundamentowe w najstarszej części betonowe, w nowszej ławy betonowe, stopy żelbetowe. Ściany zewnętrzne murowane z cegły ceramicznej pełnej i gazobetonu. Stropodach wentylowany na stropie żelbetowych, pozostałe stropodachy typu DMS niewentylowane, pełne. Dach nowej Sali gimnastycznej na konstrukcji stalowej.</p>
<p>Charakterystyka funkcjonalno- przestrzenna</p>		<p>Budynek pełni funkcję oświatową.</p>
<p>Elementy charakterystyczne</p>		<p>Budynek wielosegmentowy.</p>

ELEWACJE

<p>Warstwa fakturowa, tynk</p>		<p>Elewacje ocieplone styropianem, stan techniczny dostateczny i dobry.</p>
<p>Stolarka okienna i drzwiowa</p>		<p>Okna zewnętrzne PCV, drzwi zewnętrzne PCV i aluminiowe.</p>
<p>Rynny, rury spustowe, obróbki blacharskie, parapety</p>		<p>Rynny i rury spustowe, parapety i opierzenia z blachy ocynkowanej. Stan techniczny dostateczny.</p>
<p>Elementy charakterystyczne</p>		<p>Brak elementów ozdobnych lub charakterystycznych elewacji.</p>

Inwentaryzacja - charakterystyka energetyczna budynku		
Koszty jednostkowe energii cieplnej (gaz ziemny)		
Opłata zmienna za przesłane paliwo	[PLN/kWh]	0,4397 zł
Opłata zmienna za przesłane paliwo w przeliczeniu na jednostki energii cieplnej	[PLN/GJ]	122,14 zł
Koszty jednostkowe energii cieplnej (energia elektryczna)		
Koszt energii elektrycznej	[PLN/kWh]	0,58 zł
Koszt energii elektrycznej	[PLN/GJ]	161,12 zł
Procentowy udział poszczególnych źródeł energii cieplnej w bilansie c.o. budynku przed modernizacją		
Rodzaj źródła	Powierzchnia użytkowa	Udział procentowy
Kotłownia gazowa	-	100,00%
SUMA	-	100%
Procentowy udział poszczególnych źródeł energii cieplnej w bilansie c.w.u. budynku przed modernizacją		
Rodzaj źródła	-	Udział procentowy
Kotłownia gazowa	-	100,0%
SUMA	-	100%
Koszty jednostkowe energii c.o. (średnio)		
Opłata stała	[PLN/MW*m-c]	0,00 zł
Opłata zmienna	[PLN/GJ]	122,14 zł
Koszty jednostkowe energii cieplnej c.w.u. (średnio)		
Opłata stała	[PLN/MW*m-c]	0,00 zł
Opłata zmienna	[PLN/GJ]	122,14 zł

Inwentaryzacja - charakterystyka systemu grzewczego oraz instalacji

System grzewczy		
Rodzaj zasilania budynku, opis urządzeń	Budynek zasilany w ciepło z kotłowni gazowej zlokalizowanej w kotłowni na parterze budynku - dwie jednostki kotłowe wyprodukowane w 1995 roku o mocy 225 kW każda. Instalacja grzewcza na bazie grzejników stalowych, częściowo z zaworami termostatycznymi.	
Sposób użytkowania	Zakłada się, że system pracuje bez przerw dobowych i tygodniowych. Obniżenia temperatury jedynie poprzez indywidualną regulację odbiorców.	
Instalacja centralnego ogrzewania budynku		
Zasilanie instalacji	pompowe	
Parametry wody instalacyjnej	[st. C]	70/55
Rodzaj grzejników / usytuowanie	stalowe usytuowane pod oknami	
Zawory z głowicami termostatycznymi	zamontowane częściowo	
Zawory regulacyjne podpionowe	zamontowane	
Dodatkowa izolacja za grzejnikami	-	
Prowadzenie / izolacja pionów	po wierzchu / brak izolacji	
Prowadzenie / izolacja poziomów	po wierzchu / brak izolacji	
Sprawności składowe systemu grzewczego przed modernizacją		
Sprawność wytwarzania	-	0,94
Sprawność przesyłania	-	0,96
Sprawność regulacji i wykorzystania	-	0,82
Sprawność akumulacji	-	1,00
Współczynnik przerw tygodniowych	-	1,00
Współczynnik przerw dobowych	-	1,00
Instalacja ciepłej wody użytkowej		
Sposób przygotowania c.w.u., opis urządzeń	Przygotowanie centralne w kotłowni gazowej.	
Rodzaj przewodów c.w.u.	tworzywo sztuczne	
Perlatory na wylewkach	brak	
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	-	28 047
Średni współczynnik c _r dla budynku	-	1,00
Strumień powietrza wentylacyjnego	-	28 047

Inwentaryzacja - obliczeniowa ilość powietrza wentylacyjnego

Pomieszczenia				
Kondygnacja	Rodzaj pomieszczenia	Kubatura [m ³]	Krotność wymiany powietrza [1/h]	Sumaryczna ilość powietrza wentylacyjnego [m ³ /h]
SP 3	-	17331,2	1,62	28047
SUMA				28047
Wielkości sumarycznie				
Obliczeniowa ilość powietrza wentylacyjnego			[m ³ /h]	28047
Średni współczynnik korekcyjny (C _r , C _w)			-	1,00
Strumień powietrza wentylacyjnego przed modernizacją			[m ³ /h]	28047

Stan techniczny budynku, wskazanie przedsięwzięć termomodernizacyjnych

System grzewczy		
Element	Stan techniczny	Proponowane rozwiązanie
Zasilanie budynku	Budynek zasilany w ciepło z kotłowni gazowej, jednostki kotłowe wyprodukowane w 1995. Ze względu na regularne przeglądy i naprawy stan techniczny źródła ciepła dostateczny.	Montaż biwalentnego źródła ciepła na bazie zestawów złożonych z absorpcyjnych pomp ciepła zasilanych gazem ziemnym i kotłów kondensacyjnych o łącznej mocy szczytowej (przy temperaturze obliczeniowej -16°C) ok. 500 kW. Doprowadzenie przyłącza gazu ziemnego do urządzeń grzewczych. Jednostki pracujące kaskadowo, pełna automatyka obiegów grzewczych i regulacja pogodowa. Bufor ciepła wewnątrz budynku. Montaż systemu BMS dla źródła ciepła - indywidualne sterowanie temperaturą wewnętrzną w poszczególnych sekcjach budynku. Wymiana grzejników - montaż grzejników dostosowanych do niskich parametrów grzewczych, montaż zaworów termostatycznych. Częściowa wymiana przewodów grzewczych. Montaż aparatów grzewczo - wentylacyjnych na salach gimnastycznych.
Urządzenia wykonawcze grzejniki c.o.	Grzejniki stalowe, częściowo z zaworami termostatycznymi, dostateczny stan techniczny.	
Przegrody zewnętrzne		
Element	Stan techniczny	Proponowane rozwiązanie
Ściany zewnętrzne	Ściany zewnętrzne budynku ocieplone styropianem. Stan techniczny izolacji dostateczny.	Nie przewiduje się modernizacji.
Stolarka okienna	Stolarka okienna PCV w większości nieszczelna, zdegradowana.	Wymiana stolarki okiennej w budynku na energooszczędną zgodnie z WT 2021.
Stolarka drzwiowa	Stolarka drzwiowa w dostatecznym stanie technicznym.	Nie przewiduje się modernizacji.
Dach / stropodach	Stropodach wentylowany wstępnie ocieplony. Pokrycie dachu z papy w złym stanie technicznym. Dach pełny płaski nad częścią oświetlową oraz starą salą gimnastyczną również wstępnie ocieplony. Dach nad nową salą gimnastyczną w dobrym stanie technicznym.	Docieplenie stropodachu wentylowanego za pomocą granulatu wełny mineralnej zgodnie z WT 2021 wraz z wymianą pokrycia dachowego. Docieplenie dachu pełnego nad częścią oświetlową oraz dachu starej sali gimnastycznej za pomocą styropapy zgodnie z WT 2021.
Podłogi na gruncie	Posadzki na gruncie zaizolowane.	Nie przewiduje się modernizacji.
Instalacja c.w.u.		
Element	Stan techniczny	Proponowane rozwiązanie
c.w.u.	Wytwarzanie c.w.u. w kotłowni gazowej.	Podłączenie istniejącej instalacji c.w.u. do nowego źródła ciepła, izolacja przewodów c.w.u.
Wentylacja		
Element	Stan techniczny	Proponowane rozwiązanie
Wentylacja	W budynku nie odczuwa się niedoboru powietrza wentylacyjnego.	Nie przewiduje się modernizacji.

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]	1,1	-0,3	0,5	6,3	11,9	15,6	17,1	15,4	13	8,8	3,5	1,8
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	1 456	275,9	288,4	294,5	111,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	37,2	195,0	254,2
Sd_25°C	5 018	740,9	708,4	759,5	561,0	262,0	0,0	0,0	0,0	120,0	502,2	645,0	719,2
Sd_22°C	4 292	647,9	624,4	666,5	471,0	202,0	0,0	0,0	0,0	90,0	409,2	555,0	626,2
Sd_20°C	3 808	585,9	568,4	604,5	411,0	162,0	0,0	0,0	0,0	70,0	347,2	495,0	564,2
Sd_18°C	3 324	523,9	512,4	542,5	351,0	122,0	0,0	0,0	0,0	50,0	285,2	435,0	502,2
Sd_16°C	2 840	461,9	456,4	480,5	291,0	82,0	0,0	0,0	0,0	30,0	223,2	375,0	440,2
Sd_12°C	1 882	337,9	344,4	356,5	171,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	99,2	255,0	316,2
Sd_8°C	1 057	213,9	232,4	232,5	51,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	135,0	192,2
Sd_4°C	402	89,9	120,4	108,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,0	68,2

Część druga

Analiza ekonomiczna poszczególnych
usprawnień termomodernizacyjnych,
optymalizacja usprawnień

Wybór optymalnego wariantu docieplenia stropodachu wentylowanego

Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	0,00	zł/(MW) ×miesiąc
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_e =$	122,14	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,	$S_d =$	3 808	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U =$	0,32	W/(m ² ×K)
Powierzchnia stropu/dachu/podłogi poddasza	$A_{sc} =$	1 696,2	m ²
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego	$W_E =$	40,19	(zł×K)/W×a

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się docieplenie stropodachu za pomocą granulatu wełny mineralnej o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,042$ W/mK. Na podstawie poniższej analizy ekonomicznej wykazano optymalną grubość izolacji równą 15 cm. Docieplenie o grubości 5 i 10 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	$\Delta O_{r,u}$	SPBT	Nu
Docieplenie dachu - wełna mineralna - 15 cm. Konieczna wymiana pokrycia dachu z papy.	381,30 zł/m ²	3,57	0,148	11 421,02 zł	56,629	646 764,87 zł
Docieplenie dachu - wełna mineralna - 20 cm. Konieczna wymiana pokrycia dachu z papy.	448,95 zł/m ²	4,76	0,126	12 940,92 zł	58,845	761 513,48 zł
Docieplenie dachu - wełna mineralna - 5 cm. Konieczna wymiana pokrycia dachu z papy.	246,00 zł/m ²	1,19	0,230	5 888,34 zł	-	417 267,66 zł
Docieplenie dachu - wełna mineralna - 10 cm. Konieczna wymiana pokrycia dachu z papy.	313,65 zł/m ²	2,38	0,180	9 248,54 zł	-	532 016,27 zł
Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący $R = 6,7$ m²K/W jest większy od wymaganego wynoszącego $R_{min} = 6,7$ m²K/W.						

Legenda:

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

$\Delta O_{r,u}$ [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 docieplenia dachu pełnego nad częścią oświatową

Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	0,00	zł/(MW) x miesiąc
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	122,14	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,	$S_d =$	3 808	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U =$	0,24	W/(m ² ×K)
Powierzchnia stropu/dachu/podłogi poddasza	$A_{sc} =$	766,6	m ²
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego	$W_E =$	40,19	(zł×K)/W×a

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się docieplenie dachu płaskiego za pomocą styropianu o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,038 \text{ W/mK}$. Na podstawie poniższej analizy ekonomicznej wykazano optymalną grubość izolacji równą 10 cm. Izolacja o mniejszej grubości nie spełnia wymogów WT 2021. Ceny robót budowlanych określono na podstawie analizy rynku robót budowlanych. Wszystkie ceny zawierają podatek VAT 23 %.

Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	DR	U_m	$\Delta O_{r,u}$	SPBT	Nu
Docieplenie dachu płaskiego - styropian laminowany papą - 10 cm.	457,56 zł/m ²	2,63	0,146	2 785,54 zł	125,924	350 765,50 zł
Docieplenie dachu płaskiego - styropian laminowany papą - 7 cm.	442,80 zł/m ²	1,84	0,164	2 203,09 zł	-	339 450,48 zł
Docieplenie dachu płaskiego - styropian laminowany papą - 8 cm.	447,72 zł/m ²	2,11	0,158	2 413,35 zł	-	343 222,15 zł
Docieplenie dachu płaskiego - styropian laminowany papą - 9 cm.	452,64 zł/m ²	2,37	0,151	2 606,86 zł	-	346 993,82 zł
Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący $R = 6,9 \text{ m}^2\text{K/W}$ Jest większy od wymaganego wynoszącego $R_{min} = 6,7 \text{ m}^2\text{K/W}$.						

Legenda:

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

$\Delta O_{r,u}$ [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 pełnego nad starszą salą gimnastyczną

Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	0,00	zł/(MW) × miesiąc
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	122,14	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 stopniocdni,	$S_d =$	3 808	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U =$	0,25	W/(m ² ×K)
Powierzchnia stropu/dachu/podłogi poddasza	$A_{sc} =$	348,3	m ²
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego	$W_E =$	40,19	(zł×K)/W×a

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się docieplenie dachu płaskiego za pomocą styropapy o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,038 \text{ W/mK}$. Na podstawie poniższej analizy ekonomicznej wykazano optymalną grubość izolacji równą 10 cm. Izolacja o mniejszej grubości nie spełnia wymogów WT 2021. Ceny robót budowlanych określono na podstawie analizy rynku robót budowlanych. Wszystkie ceny zawierają podatek VAT 23 %.

Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	DR	U_m	ΔO_{ru}	SPBT	Nu
Docieplenie dachu płaskiego - styropian laminowany papą - 10 cm.	457,56 zł/m ²	2,63	0,150	1 370,67 zł	116,254	159 345,27 zł
Docieplenie dachu płaskiego - styropian laminowany papą - 7 cm.	442,80 zł/m ²	1,84	0,170	1 088,41 zł	-	154 205,10 zł
Docieplenie dachu płaskiego - styropian laminowany papą - 8 cm.	447,72 zł/m ²	2,11	0,163	1 190,57 zł	-	155 918,49 zł
Docieplenie dachu płaskiego - styropian laminowany papą - 9 cm.	452,64 zł/m ²	2,37	0,156	1 284,32 zł	-	157 631,88 zł
Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący $R = 6,7 \text{ m}^2\text{K/W}$ jest większy od wymaganego wynoszącego $R_{min} = 6,7 \text{ m}^2\text{K/W}$.						

Legenda:

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

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

Nu [zł] - Planowane koszty robót

DR m²K/W - Dodatkowy opór cieplny przegrody zewnętrznej

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

Wybór optymalnego wariantu wymiany okien

Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1 MW mocy zamówionej	$O_m =$	0,00	zł/(MW) ×miesiąc]
Opłata za zużycie 1 GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	122,14	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,	$S_d =$	3 808	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U =$	1,45	W/(m ² ×K)
Powierzchnia okien do wymiany	$A =$	813,7	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	$cr_0 =$	1,20	-
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	ΔOrok+Δorw	SPBT	Nu
Wymiana okien na stolarkę energooszczędną trzyszybową, U = 0,85 W/m ² K	2 630,00 zł/m ²	1,00	0,85	96 329,30 zł	22,215	2 139 978,40 zł
Wymiana okien na stolarkę energooszczędną trzyszybową, U = 0,9 W/m ² K	2 590,00 zł/m ²	1,00	0,90	94 694,29 zł	22,255	2 107 431,20 zł
Wymiana okien na stolarkę energooszczędną trzyszybową, U = 1,1 W/m ² K	2 490,00 zł/m ²	1,00	1,10	88 154,24 zł	22,983	2 026 063,20 zł
Wymiana okien na stolarkę energooszczędną trzyszybową, U = 1,3 W/m ² K	2 350,00 zł/m ²	1,00	1,30	81 614,19 zł	23,429	1 912 148,00 zł

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się z wymianę wszystkich okien w budynku na stolarkę energooszczędną trzyszybową. Na podstawie analizy ekonomicznej przyjmuje się optymalny współczynnik przenikania ciepła okna na poziomie 0,85 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_{ro})

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

Nu [zł]- Planowane koszty robót

ΔR m²K/W- Dodatkowy opór cieplny przegrody zewnętrznej

U_m W/m²K- Współczynnik przenikania ciepła przegród zewnętrznych,

**Wybór optymalnego wariantu zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło do przygotowania c.w.u.
(lokale mieszkalne)**

Dane ogólne do obliczeń:

$O_{m0} =$	0,00	[zł/(MW ×miesiąc)]	Opłata za 1MW mocy zamówionej przed modernizacją
$O_{z0} =$	122,14	[zł/GJ]	Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej przed modernizacją
$O_{m1} =$	0,00	[zł/GJ]	Opłata za 1MW mocy zamówionej po modernizacji
$O_{z1} =$	122,14	[zł/GJ]	Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej po modernizacji
$Q_{ocw} =$	296,8	[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]	
$q_{ocw} =$	18,2	[kW]	Zapotrzebowanie na moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego, określone zgodnie z Polską Normą dotyczącą instalacji wodociągowych, wymagania w projektowaniu
q_{1cw}		[kW]	
SPBT		[lata]	Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych
ΔOr_{cw}		[zł/a]	Roczna oszczędność kosztów eksploatacyjnych w wyniku uprawnienia termomodernizacyjnego
Ncw		[zł]	Planowane koszty robót

Q_1	q_1	ΔOr_{cw}	SPBT	Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	Ncw
162,2	18,2	16 434,44	11,281	Podłączenie istniejącej instalacji c.w.u. do nowego źródła ciepła, izolacja przewodów c.w.u.	185 400,00 zł	185 400,00 zł
296,8	18,2	0,00	-	Brak modernizacji instalacji c.w.u.		0,00

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
10 st.C	Przyjęta temperatura wody zimnej
55 st.C	Przyjęta temperatura wody podgrzanej
3,51856 m ³ /dobę	Średnie dobowe zapotrzebowanie na c.w.u. dla budynku (Q_{srd})
18 h/dobę	Liczba godzin T rozbioru c.w.u.
44,88 %	Średnia sprawność wytwarzania c.w.u.
296,8 GJ/a	Średnie roczne zapotrzebowanie na ciepło c.w.u. dla budynku
0,195 m ³ /h	Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. dla budynku (Q_{sm})
1,772 -	Współczynnik nierównomierności rozbioru wody
0,346 m ³ /h	Maksymalne godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. dla budynku (Q_{maxh})
0 dm ³	Rzeczywista pojemność zasobników c.w.u.
18,2 kW	Moc cieplna dla potrzeb c.w.u. bez uwzględnienia akumulacji (q_{maxh})
18,2 kW	Moc cieplna dla potrzeb c.w.u. z uwzględnieniem akumulacji zasobników

Sprawności składowe systemu c.w.u.		
Sprawność	Przed modernizacją	Po modernizacji
Sprawność wytwarzania c.w.u.	0,88	1,38
Sprawność przesyłu c.w.u.	0,60	0,70
Sprawność akumulacji c.w.u.	0,85	0,85

Wybór optymalnego wariantu modernizacji systemu grzewczego

Dane ogólne do obliczeń:

$Q_m =$	0,00	[zł/(MW x miesiąc)]	Opłata za 1MW mocy zamówionej
$Q_{m1} =$	0,00	[zł/(MW x miesiąc)]	Opłata za 1MW mocy zamówionej po modernizacji systemu grzewczego
$Q_z =$	122,14	[zł/GJ]	Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej
$Q_{z1} =$	122,14	[zł/GJ]	Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej po modernizacji systemu grzewczego
$Q_{eco} =$	1 980,3	[GJ]	Sezonowe zapotrzebowanie budynku na ciepło przed termomodernizacją, określone zgodnie z Polską Normą
$q_b =$	479,9	[kW]	Zapotrzebowanie na moc cieplną budynku
$h_b =$	0,74	-	Sprawność ogólna systemu przed modernizacją
h_a	-	-	Sprawność wytwarzania
h_d	-	-	Sprawność przesyłania
h_r	-	-	Sprawność regulacji i wykorzystania
h_k	-	-	Sprawność akumulacji
w_{10}	1,00	-	Współczynnik określający przerwyw ogrzewaniu w okresie tygodnia
w_{20}	1,00	-	Współczynnik określający przerwyw ogrzewaniu w okresie doby
SPBT		[lata]	Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych
ΔO_{du}		[zł/a]	Roczna oszczędność kosztów eksploatacyjnych w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego
Nu		[zł]	Planowane koszty robót

ΔO_{du}	h_b	q_b	h_a	h_d	h_r	h_k	w_{10}	w_{20}	Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	SPBT	N_{u1}
112 982,44	1,13	479,9	1,38	0,98	0,88	0,97	1,00	1,00	Montaż biwalentnego źródła ciepła na bazie zestawów złożonych z absorpcyjnych pomp ciepła zasilanych gazem ziemnym i kotłów kondensacyjnych o łącznej mocy szczytowej (przy temperaturze obciążeniowej -16°C) ok. 500 kW. Doprrowadzenie przyłącza gazu ziemnego do urządzeń grzewczych. Jednostki pracujące kaskadowo, pełna automatyka obiegów grzewczych i regulacja pogodowa. Bufor ciepła wewnątrz budynku. Montaż systemu BMS dla źródła ciepła - indywidualne sterowanie temperaturą wewnętrzną w poszczególnych stacjach budynku. Wymiana grzejników - montaż grzejników dostosowanych do niskich parametrów grzewczych, montaż zaworów termostatycznych. Częściowa wymiana przewodów grzewczych. Montaż aparatów grzewczo - wentylacyjnych na salach gimnastycznych.	3 357 600,00 zł	29,72	3 357 600,00 zł
0,00	0,74	479,9	0,94	0,95	0,82	1,00	1,00	1,00	Brak modernizacji systemu grzewczego.		-	0,00
0,00	0,74	479,9	0,94	0,95	0,82	1,00	1,00	1,00	Brak modernizacji systemu grzewczego.		-	0,00
0,00	0,74	479,9	0,94	0,95	0,82	1,00	1,00	1,00	Brak modernizacji systemu grzewczego.		-	0,00

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	Podłączenie istniejącej instalacji c.w.u. do nowego źródła ciepła, izolacja przewodów c.w.u.	185 400,00	11,28
2	Wymiana okien zewnętrznych na energooszczędne trzyszybowe, $U = 0,85 \text{ W/m}^2\text{K}$.	2 139 978,40	22,22
3	Docieplenie stropodachu wentylowanego budynku za pomocą granulatu wełny mineralnej o współczynniku przewodzenia ciepła $0,042 \text{ W/mK}$ - 15 cm. Wymiana pokrycia dachowego z papy. Docieplenie dachu pełnego nad częścią oświetlową oraz dachu starej sali gimnastycznej za pomocą styropianu o współczynniku przewodzenia ciepła $0,038 \text{ W/mK}$ - 10 cm laminowanego papą.	1 156 875,64	74,27

**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 η oraz współczynników w	
1	Wytwarzania ciepła, np. wymiana lokalnego wbudowanego źródła ciepła	Wymiana źródła ciepła	$\eta_g =$	1,38
2	Przesyłania ciepła, np. izolacja pionów zasilających	Częściowa wymiana przewodów grzewczych	$\eta_d =$	0,96
3	Regulacji systemu grzewczego, np. wprowadzenie automatyki pogodowej	Wymiana grzejników, montaż zaworów termostatycznych, montaż aparatów grzewczo - wentylacyjnych na salach gimnastycznych	$\eta_e =$	0,88
4	Akumulacji ciepła, np. wprowadzenie zasobnika buforowego	Montaż bufora ciepła w przestrzeni ogrzewanej	$\eta_s =$	0,97
5	Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	-	$w_t =$	1,00
6	Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w ciągu doby	-	$w_d =$	1,00
	Sprawność całkowita systemu grzewczego	-	$\eta_{\text{systemu}} =$	1,13

Prezentacja wybranych do analizy wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Zapotrzebowania na moc szczytową c.w.u. dla wariantu (na podstawie obliczeń zgodnych z PN) [kW]	Zapotrzebowania na moc szczytową c.w.u. dla wariantu (na podstawie obliczeń zgodnych z PN) [kW]	Zapotrzebowanie na energię c.w.u. dla wariantu (na podstawie obliczeń zgodnych z PN) [GJ/a]	Zapotrzebowania na energię c.w.u. dla wariantu (na podstawie obliczeń zgodnych z PN) [GJ/a]	Sprawność całkowita systemu	Zużycie ciepła w szronie grzewczym w przypadku realizacji wariantu [GJ/a]	Zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię	Koszty dodatkowe dla wariantu (projekt, audyt, nadzór, instalacja PV, wymiana okien)
1	<p>Montaż biwalentnego źródła ciepła na bazie zestawów złożonych z absorpcyjnych pomp ciepła zasilanych gazem ziemnym i kotłów kondensacyjnych o łącznej mocy szczytowej (przy temperaturze obliczeniowej -18°C) ok. 500 kW. Doprowadzenie przyłącza gazu ziemnego do urządzeń grzewczych. Jednostki pracujące kaskadowo, pełna automatyka obiegu grzewczego i regulacja pogodowa. Bufor ciepła wewnątrz budynku. Montaż systemu BMS dla źródła ciepła - indywidualne sterowanie temperaturą wewnętrzną w poszczególnych sekcjach budynku. Wymiana grzejników - montaż grzejników dostosowanych do niskich parametrów grzewczych. Montaż zaworów termostaticznych. Częściowa wymiana przewodów grzewczych. Montaż aparatów grzewczo - wentylacyjnych na salach gimnastycznych.</p> <p>Podłączenie istniejącej instalacji c.w.u. do nowego źródła ciepła. Izolacja przewodów c.w.u.</p> <p>Wymiana okien zewnętrznych na energooszczędne trzyszybowe, U = 0,85 W/m²K.</p> <p>Docieplenie stropodachu wentylowanego budynku za pomocą granulatu wełny mineralnej o współczynniku przewodzenia ciepła 0,042 W/mK - 15 cm. Wymiana pokrywy dachowego z papy. Docieplenie dachu pełnego nad częścią oblatową oraz dachu starej sali gimnastycznej za pomocą styropianu o współczynniku przewodzenia ciepła 0,036 W/mK - 10 cm laminowanego papą.</p>	448,1	18,2	1741,2	182,2	1,131	1701,9	42,75%	136 797,08
2	<p>Montaż biwalentnego źródła ciepła na bazie zestawów złożonych z absorpcyjnych pomp ciepła zasilanych gazem ziemnym i kotłów kondensacyjnych o łącznej mocy szczytowej (przy temperaturze obliczeniowej -18°C) ok. 500 kW. Doprowadzenie przyłącza gazu ziemnego do urządzeń grzewczych. Jednostki pracujące kaskadowo, pełna automatyka obiegu grzewczego i regulacja pogodowa. Bufor ciepła wewnątrz budynku. Montaż systemu BMS dla źródła ciepła - indywidualne sterowanie temperaturą wewnętrzną w poszczególnych sekcjach budynku. Wymiana grzejników - montaż grzejników dostosowanych do niskich parametrów grzewczych. Montaż zaworów termostaticznych. Częściowa wymiana przewodów grzewczych. Montaż aparatów grzewczo - wentylacyjnych na salach gimnastycznych.</p> <p>Podłączenie istniejącej instalacji c.w.u. do nowego źródła ciepła. Izolacja przewodów c.w.u.</p> <p>Wymiana okien zewnętrznych na energooszczędne trzyszybowe, U = 0,85 W/m²K.</p>	462,1	18,2	1851,5	182,2	1,131	1799,5	39,47%	136 797,08
3	<p>Montaż biwalentnego źródła ciepła na bazie zestawów złożonych z absorpcyjnych pomp ciepła zasilanych gazem ziemnym i kotłów kondensacyjnych o łącznej mocy szczytowej (przy temperaturze obliczeniowej -18°C) ok. 500 kW. Doprowadzenie przyłącza gazu ziemnego do urządzeń grzewczych. Jednostki pracujące kaskadowo, pełna automatyka obiegu grzewczego i regulacja pogodowa. Bufor ciepła wewnątrz budynku. Montaż systemu BMS dla źródła ciepła - indywidualne sterowanie temperaturą wewnętrzną w poszczególnych sekcjach budynku. Wymiana grzejników - montaż grzejników dostosowanych do niskich parametrów grzewczych. Montaż zaworów termostaticznych. Częściowa wymiana przewodów grzewczych. Montaż aparatów grzewczo - wentylacyjnych na salach gimnastycznych.</p> <p>Podłączenie istniejącej instalacji c.w.u. do nowego źródła ciepła. Izolacja przewodów c.w.u.</p>	479,9	18,2	1980,3	182,2	1,131	1913,3	38,84%	136 797,08
4	<p>Montaż biwalentnego źródła ciepła na bazie zestawów złożonych z absorpcyjnych pomp ciepła zasilanych gazem ziemnym i kotłów kondensacyjnych o łącznej mocy szczytowej (przy temperaturze obliczeniowej -18°C) ok. 500 kW. Doprowadzenie przyłącza gazu ziemnego do urządzeń grzewczych. Jednostki pracujące kaskadowo, pełna automatyka obiegu grzewczego i regulacja pogodowa. Bufor ciepła wewnątrz budynku. Montaż systemu BMS dla źródła ciepła - indywidualne sterowanie temperaturą wewnętrzną w poszczególnych sekcjach budynku. Wymiana grzejników - montaż grzejników dostosowanych do niskich parametrów grzewczych. Montaż zaworów termostaticznych. Częściowa wymiana przewodów grzewczych. Montaż aparatów grzewczo - wentylacyjnych na salach gimnastycznych.</p>	4,1	18,2	1980,3	298,8	1,131	2047,9	31,11%	136 797,08

**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) [%]	Premia termomodernizacyjna [zł]
1	WARIANT 1	6 976 651,12	155 237,45	42,75%	n/d
2	WARIANT 2	5 819 775,48	143 321,93	39,47%	n/d
3	WARIANT 3	3 679 797,08	129 416,88	35,64%	n/d
4	WARIANT 4	3 494 397,08	112 982,44	31,11%	n/d

Wnioski

1. Budynek charakteryzuje się średnim zapotrzebowaniem na energię cieplną i moc szczytową. Możliwe jest przeprowadzenie termomodernizacji, w wyniku której zapotrzebowanie na energię i moc zostanie obniżone.

Zalecane w wyniku analizy ekonomicznej usprawnienia:

Montaż biwalentnego źródła ciepła na bazie zestawów złożonych z absorpcyjnych pomp ciepła zasilanych gazem ziemnym i kotłów kondensacyjnych o łącznej mocy szczytowej (przy temperaturze obliczeniowej -16°C) ok. 500 kW. Doprowadzenie przyłącza gazu ziemnego do urządzeń grzewczych. Jednostki pracujące kaskadowo, pełna automatyka obiegu grzewczego i regulacja pogodowa. Bufor ciepła wewnątrz budynku. Montaż systemu BMS dla źródła ciepła - indywidualne sterowanie temperaturą wewnętrzną w poszczególnych sekcjach budynku. Wymiana grzejników - montaż grzejników dostosowanych do niskich parametrów grzewczych, montaż zaworów termostatycznych. Częściowa wymiana przewodów grzewczych. Montaż aparatów grzewczo - wentylacyjnych na salach gimnastycznych.

Podłączenie istniejącej instalacji c.w.u. do nowego źródła ciepła, izolacja przewodów c.w.u.

Wymiana okien zewnętrznych na energooszczędne trzyszybowe, $U = 0,85 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Docieplenie stropodachu wentylowanego budynku za pomocą granulatu wełny mineralnej o współczynniku przewodzenia ciepła $0,042 \text{ W/mK}$ - 15 cm. Wymiana pokrycia dachowego z papy. Docieplenie dachu pełnego nad częścią oświetlową oraz dachu starej sali gimnastycznej za pomocą styropianu o współczynniku przewodzenia ciepła $0,038 \text{ W/mK}$ - 10 cm laminowanego papą.

UWAGA:

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

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

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

mgr inż. Jarosław Kozub

Jarosław Kozub

Audytorka energetyki
KAPE 0138 ZAF 1124

Janusz Karb

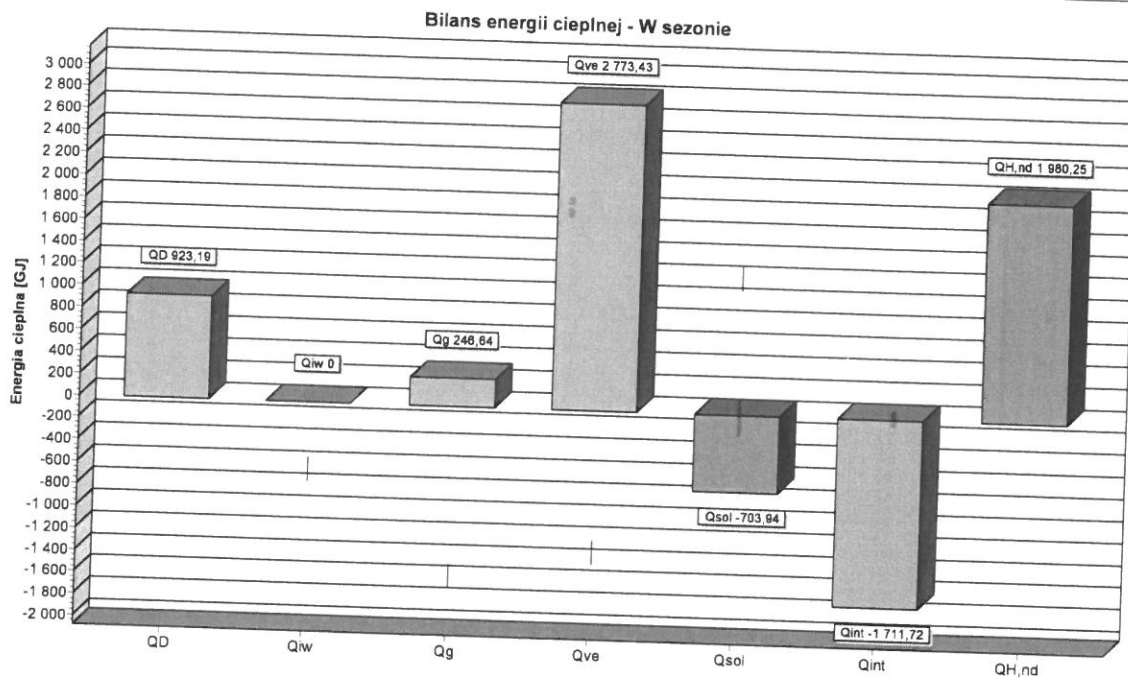
Załącznik 1

Bilans energetyczny budynku przed
modernizacją

Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Bilans energetyczny budynku - stan istniejący	
Miejscowość:	Reda	
Adres:	ul. Brzozowa 30	
Projektant:	Marcin Rosenow	
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:	STREFA I	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-16	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	7,7	°C
Stacja meteorologiczna:	Lębork	
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	4398,2	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	17331,1	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	131684	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	348226	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	479910	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	479910	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$:	109,1	W/m ²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$:	27,7	W/m ³
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Lębork	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$:	28047,0	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	1980,25	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	550068	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	4398,17	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	17331,1	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	450,2	MJ/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	125,1	kWh/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	114,3	MJ/(m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	31,7	kWh/(m ³ ·rok)

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



Miesiąc	$T_{em,m}$ °C	Q_D GJ/rok	Q_g GJ/rok	Q_{ve} GJ/rok	Q_{sol} GJ/rok	Q_{int} GJ/rok	$Q_{H,nd}$ GJ/rok	$\gamma_{H,m}$	$\gamma_{H,lim}$
Styczeń	1,1	138,18	36,88	421,14	36,32	194,37	372,14	0,387	1,310
Luty	-0,3	135,07	36,04	413,05	41,63	175,56	372,62	0,372	1,310
Marzec	0,5	143,05	38,17	436,64	88,51	194,37	347,97	0,458	1,310
Kwiecień	6,3	92,90	24,83	277,56	123,87	188,10	132,03	0,789	1,310
Maj	11,9	50,57	13,58	142,15	176,23	194,37	14,57	1,796	1,310
Czerwiec	15,6	20,10	5,50	45,55	189,17	188,10	0,29	5,303	1,310
Lipiec	17,1	13,58	4,55	30,79	189,21	194,37	0,04	7,841	1,310
Sierpień	15,4	24,09	6,81	56,25	159,36	194,37	0,60	4,059	1,310
Wrzesień	13,0	40,31	10,84	110,06	101,68	188,10	10,86	1,798	1,310
Październik	8,8	75,72	20,26	222,23	67,47	194,37	100,03	0,823	1,310
Listopad	3,5	114,88	30,68	347,56	34,34	188,10	280,22	0,451	1,310
Grudzień	1,8	132,50	35,37	403,06	33,89	194,37	349,80	0,400	1,310
W sezonie	7,9	923,19	246,64	2773,43	703,94	1711,72	1980,25		1,310

Wyniki - Przegrody

Symbol	D	Opis materiału	λ	c_p	R
	m		W/(m·K)	kJ/(kg·K)	m ² ·K/W
D1	Stropodach wentylowany				
Rodzaj przegrody: Stropodach wentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
PAPA-ASF	0,0060	Papa asfaltowa.	0,180	1,460	0,033
ŻELBET	0,1000	Żelbet.	1,700	0,840	0,059
Opór warstwy powietrznej stropodachu o śr. wys. H = 0,400 m, [m ² ·K/W]:					0,160
Suma oporów ciepła połaci dachowej i war. powietrza, [m ² ·K/W]:					0,000
WEŁNAF-STR	0,1500	Filce i maty z wełny mineralnej w stropi	0,052	0,750	2,885
ŻELBET	0,1200	Żelbet.	1,700	0,840	0,071
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	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]:					3,163
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,316
D2	Dach płaski				
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
PAPA-ASF	0,0060	Papa asfaltowa.	0,180	1,460	0,033
STYROPIANS	0,1500	Styropian ułożony szczelnie.	0,040	1,460	3,750
BETON-2200	0,0500	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,300	0,840	0,038
STR-DMS	0,2400	Strop DMS		0,840	0,260
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	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]:					4,240
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,236
D3	Dach starej sali gimnastycznej				
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
PAPA-ASF	0,0060	Papa asfaltowa.	0,180	1,460	0,033
STYROPIANS	0,1500	Styropian ułożony szczelnie.	0,040	1,460	3,750
BETON-2200	0,0500	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,300	0,840	0,038
ŻELBET	0,1000	Żelbet.	1,700	0,840	0,059
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	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]:					4,039
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,248
D4	Dach nowej sali gimnastycznej				
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
PAPA-ASF	0,0060	Papa asfaltowa.	0,180	1,460	0,033
WE040	0,2000	Wełna mineralna 0,04	0,040	0,750	5,000

Wyniki - Przegrody

Symbol	D	Opis materiału	λ	c_p	R
	m		W/(m·K)	kJ/(kg·K)	m ² ·K/W
SOSNA	0,0250	Drewno sosnowe w poprzek włókien.	0,160	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]:					5,330
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,188
PG1	Podłoga na gruncie				
Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
Ściana przy podłodze: SZ1					
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Z_{gw} : 5,00 m					
Pozzioma 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					
TERAKOTA	0,0200	Terakota.	1,050	0,840	0,019
BETON-1900	0,0500	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	0,840	0,050
PAPA-ASF	0,0060	Papa asfaltowa.	0,180	1,460	0,033
BET-CHUDY	0,1000	Podkład z betonu chudego.	1,050	0,840	0,095
PIASEK-ŚR	0,3000	Piasek średni.	0,400	0,840	0,750
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R_g , [m ² ·K/W]:					1,537
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:					2,485
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,402
SZ1	Ściana zewnętrzna				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,840	0,018
CEGŁA-SILP	0,3800	Mur z cegły silikatowej pełnej.	1,000	0,880	0,380
STYROPIANS	0,1400	Styropian ułożony szczelnie.	0,040	1,460	3,500
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	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]:					4,087
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,245
SZ2	Ściana zewnętrzna				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,840	0,018
CEGŁA-SILP	0,3800	Mur z cegły silikatowej pełnej.	1,000	0,880	0,380
STYROPIAN	0,0500	Styropian - inne przypadki.	0,045	1,460	1,111
STYROPIANS	0,1400	Styropian ułożony szczelnie.	0,040	1,460	3,500
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	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]:					5,198

Wyniki - Przegrody

Wyniki - Przegrody

Symbol	D	Opis materiału	λ	c_p	R
	m		W/(m·K)	kJ/(kg·K)	m ² ·K/W
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,192
SZ3	Ściana zewnętrzna				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,840	0,018
BETON-BBK6	0,1200	Ściana z bloczków z betonu komórkowego o	0,300	0,840	0,400
STYROPIAN	0,0400	Styropian - inne przypadki.	0,045	1,460	0,889
BETON-BBK6	0,2400	Ściana z bloczków z betonu komórkowego o	0,300	0,840	0,800
STYROPIANS	0,1400	Styropian ułożony szczelnie.	0,040	1,460	3,500
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	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]:					5,795
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,173
SZ4	Ściana zewnętrzna				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,840	0,018
YTONG ENERGO	0,3650	Ytong Energo+ PP2/0,3		0,840	4,260
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	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]:					4,467
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,224

Wyniki - Zestawienie grup pomieszczeń

Opis	θ_{int}	A_h	V_h	Φ_{HL}
	$^{\circ}C$	m^2	m^3	W
Grupa SP3 B SG	16,0	1678,17	9062,1	287160
Grupa SP3 DYDAKTYCZNY	20,0	2720,00	8269,0	192749

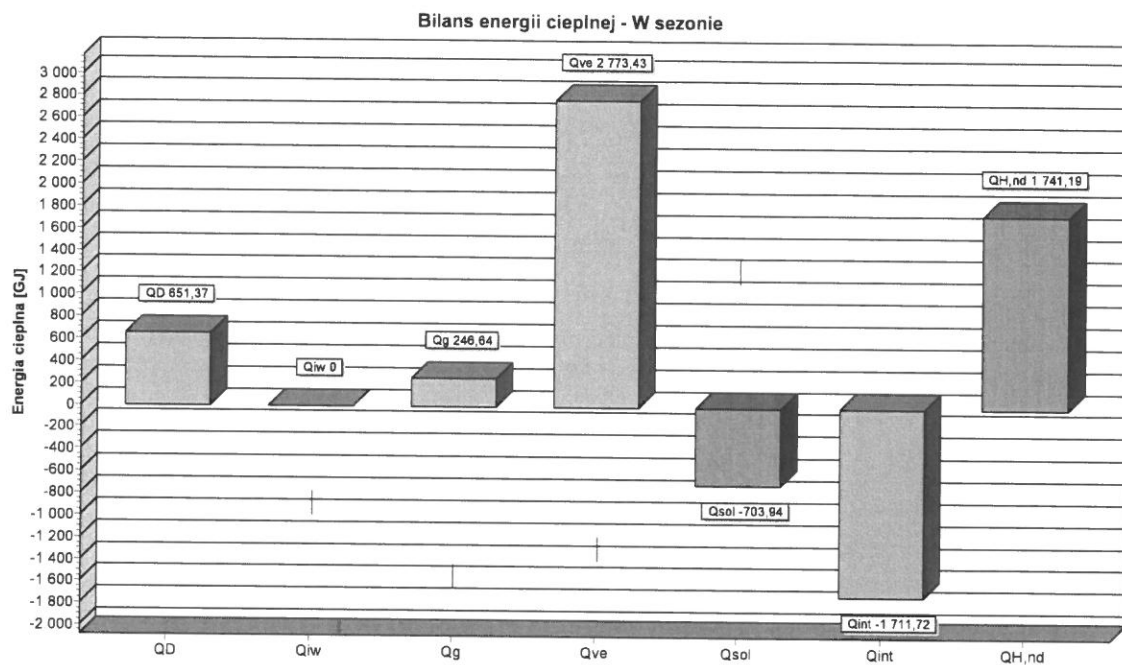
Załącznik 2

Bilans energetyczny budynku dla
optymalnego wariantu przedsięwzięcia
termomodernizacyjnego

Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Bilans energetyczny budynku - wariant pierwszy	
Miejscowość:	Reda	
Adres:	ul. Brzozowa 30	
Projektant:	Marcin Rosenow	
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:	STREFA I	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-16	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	7,7	°C
Stacja meteorologiczna:	Lębork	
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	4398,2	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	17331,1	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	99870	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	348226	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	448096	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	448096	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$:	101,9	W/m ²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$:	25,9	W/m ³
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Lębork	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$:	28047,0	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	1741,19	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	483664	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	4398,17	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	17331,1	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	395,9	MJ/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	110,0	kWh/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	100,5	MJ/(m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	27,9	kWh/(m ³ ·rok)

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



Miesiąc	$T_{em,m}$ °C	Q_D GJ/rok	Q_g GJ/rok	Q_{ve} GJ/rok	Q_{sol} GJ/rok	Q_{int} GJ/rok	$Q_{H,nd}$ GJ/rok	$\gamma_{H,m}$	$\gamma_{H,lim}$
Styczeń	1,1	97,67	36,88	421,14	36,32	194,37	332,08	0,415	1,295
Luty	-0,3	95,51	36,04	413,05	41,63	175,56	333,40	0,399	1,295
Marzec	0,5	101,13	38,17	436,64	88,51	194,37	307,03	0,491	1,295
Kwiecień	6,3	65,50	24,83	277,56	123,87	188,10	109,64	0,848	1,295
Maj	11,9	35,40	13,58	142,15	176,23	194,37	10,35	1,939	1,295
Czerwiec	15,6	13,79	5,52	45,70	189,17	188,10	0,11	5,804	1,295
Lipiec	17,1	9,21	4,61	31,18	189,21	194,37	0,01	8,524	1,295
Sierpień	15,4	16,66	6,91	56,80	159,36	194,37	0,29	4,401	1,295
Wrzesień	13,0	28,12	10,84	110,06	101,68	188,10	7,48	1,945	1,295
Październik	8,8	53,27	20,26	222,23	67,47	194,37	82,46	0,885	1,295
Listopad	3,5	81,13	30,68	347,56	34,34	188,10	247,30	0,484	1,295
Grudzień	1,8	93,64	35,37	403,06	33,89	194,37	311,46	0,429	1,295
W sezonie	7,9	651,37	246,64	2773,43	703,94	1711,72	1741,19		1,295

Wyniki - Zestawienie przegród

Opis	U	A
	$W/m^2 \cdot K$	m^2
Dach nowej sali gimnastycznej	0,188	840,96
Dach starej sali gimnastycznej	0,150	348,25
Dach płaski	0,146	766,60
Drzwi zewnętrzne	3,600	36,14
Okna zewnętrzne budynek A	0,850	813,68
Podłoga na gruncie	0,402	2730,71
Stropodach wentylowany	0,148	1696,21
Ściana zewnętrzna	0,224	761,71
Ściana zewnętrzna	0,173	386,53
Ściana zewnętrzna	0,192	137,08
Ściana zewnętrzna	0,245	1080,00

Wyniki - Przegrody

Symbol	D	Opis materiału	λ	c_p	R
	m		W/(m·K)	kJ/(kg·K)	m ² ·K/W
D1	Stropodach wentylowany				
Rodzaj przegrody: Stropodach wentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
PAPA-ASF	0,0060	Papa asfaltowa.	0,180	1,460	0,033
ŻELBET	0,1000	Żelbet.	1,700	0,840	0,059
Opór warstwy powietrznej stropodachu o śr. wys. H = 0,400 m, [m ² ·K/W]:					0,160
Suma oporów ciepła połaci dachowej i war. powietrza, [m ² ·K/W]:					0,000
WE042	0,1500	Wełna mineralna lub Ekofiber	0,042	0,750	3,571
WEŁNAF-STR	0,1500	Filce i maty z wełny mineralnej w stropie	0,052	0,750	2,885
ŻELBET	0,1200	Żelbet.	1,700	0,840	0,071
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	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]:					6,735
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,148
D2	Dach płaski				
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
STYR100	0,1000	Styropian EPS 100 038	0,038	1,460	2,632
PAPA-ASF	0,0060	Papa asfaltowa.	0,180	1,460	0,033
STYROPIANS	0,1500	Styropian ułożony szczelnie.	0,040	1,460	3,750
BETON-2200	0,0500	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,300	0,840	0,038
STR-DMS	0,2400	Strop DMS		0,840	0,260
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,840	0,018
Opór przejmowania wewnątrz R _i , [m ² ·K/W]:					0,100
Opór przejmowania na zewnątrz R _e , [m ² ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:					6,872
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,146
D3	Dach starej sali gimnastycznej				
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
STYR100	0,1000	Styropian EPS 100 038	0,038	1,460	2,632
PAPA-ASF	0,0060	Papa asfaltowa.	0,180	1,460	0,033
STYROPIANS	0,1500	Styropian ułożony szczelnie.	0,040	1,460	3,750
BETON-2200	0,0500	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,300	0,840	0,038
ŻELBET	0,1000	Żelbet.	1,700	0,840	0,059
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,840	0,018
Opór przejmowania wewnątrz R _i , [m ² ·K/W]:					0,100
Opór przejmowania na zewnątrz R _e , [m ² ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:					6,670
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,150
D4	Dach nowej sali gimnastycznej				

Wyniki - Przegrody

Symbol	D	Opis materiału	λ	c_p	R
	m		W/(m·K)	kJ/(kg·K)	m ² ·K/W
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
■ PAPA-ASF	0,0060	Papa asfaltowa.	0,180	1,460	0,033
☞ WE040	0,2000	Wełna mineralna 0,04	0,040	0,750	5,000
■ SOSNA	0,0250	Drewno sosnowe w poprzek włókien.	0,160	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]:					5,330
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,188
PG1	Podłoga na gruncie				
Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
Ściana przy podłodze: SZ1					
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Z_{gw} : 5,00 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					
■ TERAKOTA	0,0200	Terakota.	1,050	0,840	0,019
■ BETON-1900	0,0500	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	0,840	0,050
■ PAPA-ASF	0,0060	Papa asfaltowa.	0,180	1,460	0,033
■ BET-CHUDY	0,1000	Podkład z betonu chudego.	1,050	0,840	0,095
■ PIASEK-ŚR	0,3000	Piasek średni.	0,400	0,840	0,750
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R_g , [m ² ·K/W]:					1,537
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:					2,485
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,402
SZ1	Ściana zewnętrzna				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
■ TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,840	0,018
■ CEGŁA-SILP	0,3800	Mur z cegły silikatowej pełnej.	1,000	0,880	0,380
☞ STYROPIANS	0,1400	Styropian ułożony szczelnie.	0,040	1,460	3,500
■ TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	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]:					4,087
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,245
SZ2	Ściana zewnętrzna				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
■ TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,840	0,018
■ CEGŁA-SILP	0,3800	Mur z cegły silikatowej pełnej.	1,000	0,880	0,380
☞ STYROPIAN	0,0500	Styropian - inne przypadki.	0,045	1,460	1,111
☞ STYROPIANS	0,1400	Styropian ułożony szczelnie.	0,040	1,460	3,500
■ TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,840	0,018

Wyniki - Przegrody

Symbol	D	Opis materiału	λ	c_p	R
	m		W/(m·K)	kJ/(kg·K)	m ² ·K/W
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]:					0,130
Opór przejmowania na zewnątrz R_e , [m ² ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:					5,199
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,192
SZ3	Ściana zewnętrzna				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,840	0,018
BETON-BBK6	0,1200	Ściana z bloczków z betonu komórkowego o	0,300	0,840	0,400
STYROPIAN	0,0400	Styropian - inne przypadki.	0,045	1,460	0,889
BETON-BBK6	0,2400	Ściana z bloczków z betonu komórkowego o	0,300	0,840	0,800
STYROPIANS	0,1400	Styropian ułożony szczelnie.	0,040	1,460	3,500
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	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]:					5,795
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,173
SZ4	Ściana zewnętrzna				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,840	0,018
YTONG ENERGOC	0,3650	Ytong Energo+ PP2/0,3		0,840	4,260
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	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]:					4,467
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,224

Wyniki - Zestawienie grup pomieszczeń

Opis	θ_{int}	A_h	V_h	Φ_{HL}
	$^{\circ}C$	m^2	m^3	W
Grupa SP3 B SG	16,0	1678,17	9062,1	274025
Grupa SP3 DYDAKTYCZNY	20,0	2720,00	8269,0	174070

Załącznik 3

Obliczenia energii końcowej
i pierwotnej oraz
wyznaczenie emisji gazów
cieplarnianych

1. Wyznaczenie energii końcowej i pierwotnej.

1. Zużycie energii końcowej i pierwotnej w stanie istniejącym

Rodzaj systemu technicznego	ogrzewanie i wentylacja	przygotowanie ciepłej wody użytkowej	chłodzenie	oświetlenie	energia pomocnicza	pozostała energia elektryczna
Rodzaj paliwa	gaz ziemny	gaz ziemny	energia elektryczna	energia elektryczna	energia elektryczna	energia elektryczna
Zużycie energii końcowej [kWh/rok]	743370	82431	n/d	n/d	n/d	0
Zużycie energii pierwotnej [kWh/rok]	817707	90674	n/d	n/d	n/d	0

Całkowite zużycie energii końcowej w stanie istniejącym wynosi: **825801 kWh/rok**

Całkowite zużycie energii pierwotnej w stanie istniejącym wynosi: **908381 kWh/rok**

2. Zużycie energii końcowej i pierwotnej dla wariantu pierwszego termomodernizacji

Rodzaj systemu technicznego	ogrzewanie i wentylacja	przygotowanie ciepłej wody użytkowej	chłodzenie	oświetlenie	energia pomocnicza	pozostała energia elektryczna
Rodzaj paliwa	gaz ziemny	gaz ziemny	energia elektryczna	energia elektryczna	energia elektryczna	energia elektryczna
Zużycie energii końcowej [kWh/rok]	427700	45056	n/d	n/d	n/d	0
Zużycie energii pierwotnej [kWh/rok]	470470	49561	n/d	n/d	n/d	0

Całkowite zużycie energii końcowej w stanie docelowym wynosi: **472756 kWh/rok**

Całkowite zużycie energii pierwotnej w stanie docelowym wynosi: **520031 kWh/rok**

3. Porównanie zużycia energii końcowej i pierwotnej w stanach przed i po modernizacji

Lp.	Rodzaj energii	Zużycie przed modernizacją [kWh/rok]	Zużycie po modernizacji [kWh/rok]	Redukcja zużycia energii	
				[kWh/rok]	[%]
1.	Energia końcowa	825801	472756	353045,00	42,75%
2.	Energia pierwotna	908381	520031	388350,00	42,75%

2. Wyznaczenie emisji gazów cieplarnianych

Obliczeń szacunkowych emisji dokonano na podstawie metodologii opisanej w Rozporządzeniu 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. Wskaźniki emisji pochodzą z opracowania KOBiZE "Wartości opałowe (WO) i wskaźniki emisji CO₂ (WE) w roku 2020 do raportowania w ramach Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji za rok 2023".

1. System c.o.

Lp.	Rodzaj związków niebezpiecznych	Wskaźnik emisji przed modernizacją [kg/GJ]	Emisja przed modernizacją [kg/rok]	Wskaźnik emisji po modernizacji [kg/GJ]	Emisja po modernizacji [kg/rok]	Redukcja emisji	
						[kg/rok]	[%]
1.	dwutlenek węgla	55,48	148471,65	55,48	85423,60	63048,05	42,46%

2. System c.w.u.

Lp.	Rodzaj związków niebezpiecznych	Wskaźnik emisji przed modernizacją [kg/GJ]	Emisja przed modernizacją [kg/rok]	Wskaźnik emisji po modernizacji [kg/GJ]	Emisja po modernizacji [kg/rok]	Redukcja emisji	
						[kg/rok]	[%]
1.	dwutlenek węgla	55,48	16463,82	55,48	8998,86	7464,96	45,34%

3. Całkowita emisja łącznie

Lp.	Rodzaj związków niebezpiecznych	Wskaźnik emisji przed modernizacją [kg/GJ]	Emisja przed modernizacją [kg/rok]	Wskaźnik emisji po modernizacji [kg/GJ]	Emisja po modernizacji [kg/rok]	Redukcja emisji	
						[kg/rok]	[%]
1.	dwutlenek węgla	-	164935,47	-	94422,46	70513,01	42,75%

Emisja równoważna

Emisja równoważna, jest to wielkość ogólna emisji zanieczyszczeń pochodzących z określonego (oceniałego) źródła zanieczyszczeń, która wynika ze zsumowania wielkości rzeczywistych emisji poszczególnych rodzajów zanieczyszczeń pochodzących z tego źródła pomnożonych przez ich współczynniki toksyczności.

Redukcję emisji zanieczyszczeń w przeliczeniu na emisję równoważną CO₂ dokonuje się wg. poniższego wzoru:

$E_r = \sum E \cdot k$, gdzie:

E_r – emisja równoważna – wielkość charakterystyczna

E – redukcja emisji danego zanieczyszczenia w Mg/r

k – współczynnik toksyczności danego zanieczyszczenia, wynoszący dla:

pył - 2,9

SO₂ - 1,0

CO - 0,5

NO_x - 2,9

Lp.	Rodzaj zanieczyszczenia	Redukcja emisji [kg/rok]	Współczynnik	Redukcja emisji równoważnej [kg/rok]
1.	pył całkowity	0,00	2,9	0,00
2.	tlenki siarki	0,00	1	0,00
3.	tlenek węgla	0,00	0,5	0,00
4.	tlenki azotu	0,00	2,9	0,00
5.	dwutlenek węgla	70513,01	1	70513,01
SUMA:				70513,01