

# Audyt energetyczny budynku sakralnego

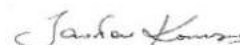
LOKALIZACJA: Charytatywno – opiekuńcze centrum diakonijne w Ostródzie oraz siedziba parafii  
ul. Olsztyńska 1,  
14-100 Ostróda

INWESTOR: Parafia Ewangelicko – Augsburska w Ostródzie  
ul. Olsztyńska 1,  
14-100 Ostróda

AUTOR: mgr inż. Jarosław Kozub

Neptun EKO Jarosław Kozub  
ul. Zakopiańska 26, 84-230  
Rumia  
NIP: 958-098-82-27

mgr inż. Jarosław Kozub  
Audytor energetyczny  
Autoryzacja KAPE nr 0188  
Autoryzacja ZAE nr 1121



Sierpień 2019  
Aktualizacja kwiecień 2023

### 1. Dane identyfikacyjne budynku

1.1 Rodzaj budynku:	Charytatywno-opiekuńcze centrum diakonijne w Ostródzie oraz siedziba parafii			1.2 Rok budowy:	1902						
1.3 Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji, PESEL*) (*w przypadku cudzoziemca nazwa i numer dokumentu tożsamości):	Parafia Ewangelicko - Augsburszka w Ostródzie			1.4 Adres budynku:	ul.	Olsztyńska		nr	1		
	ul.	Olsztyńska			nr	1					
	kod:	14-100	miejsowość:		Ostróda						
	tel.	-			fax	-					
	PeSEL:	-									
Nazwa:	-		Nr:	-							
					kod:	14-100	miejsowość:	Ostróda			
					powiat:	ostródzki	województwo:	warmińsko - mazurskie			

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



Neptun EKO

**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 Auditorów Energetycznych nr 1121

mgr inż. Jarosław Kozub  
Audytor energetyczny  
Autoryzacja KAPE nr 0188  
Autoryzacja ZAE 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. Miejsowość:	Rumia	data wykonania opracowania:	29 sierpnia 2019 aktualizacja 18 kwietnia 2023

### 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.	10
8	Inwentaryzacja systemu grzewczego i instalacji	str.	11
9	Obliczeniowy strumień powietrza wentylacyjnego	str.	12
10	Ocena stanu technicznego budynku, wskazanie usprawnień	str.	13
11	Dane klimatyczne, stopniodni	str.	14
12	Część druga - analiza ekonomiczne poszczególnych usprawnień	str.	15
13	Analiza ekonomiczna - system c.w.u.	str.	22
14	Analiza ekonomiczna - system ciepły	str.	23
15	Część trzecia - wybór optymalnego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, analiza ekonomiczna i energetyczna, wnioski	str.	24
16	Zestawienie wybranych i zoptymalizowanych usprawnień	str.	25
17	Prezentacja przyjętych wariantów modernizacji	str.	27
18	Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu	str.	29
19	Wnioski	str.	30
20	Załącznik 1 - bilans ciepły stanu obecnego	str.	31
21	Załącznik 2 - bilans ciepły optymalnego wariantu modernizacji	str.	40
21	Załącznik 3- wymiana oświetlenia wewnętrznego	str.	49
22	Załącznik 4- analiza zastosowania paneli fotowoltaicznych	str.	56
23	Załącznik 5- wyliczenie efektu ekologicznego i energii pierwotnej	str.	65

### Budynek w całości

1. Dane ogólne		stan przed modernizacją	stan po modernizacji
1.	Konstrukcja / technologia budynku:	tradycyjna	tradycyjna
2.	Liczba kondygnacji:	3 + piwnica i poddasze	3 + piwnica i poddasze
3.	Kubatura części ogrzewanej [m <sup>3</sup> ]	6 056,20	6 056,20
4.	Powierzchnia netto budynku [m <sup>2</sup> ]	1 764,40	1 764,40
5.	Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej [m <sup>2</sup> ]	0,00	0,00
6.	Powierzchnia ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m <sup>2</sup> ]	1 764,40	1 764,40
7.	Liczba lokali mieszkalnych	1	1
8.	Liczba osób użytkujących budynek	300	300
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	Podgrzewanie z węzła ciepłego	Podgrzewanie za pomocą pompy ciepła i węzła ciepłego
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	Ogrzewanie z kotłowni węglowej i węzła ciepłego	Ogrzewanie z pompy ciepła i węzła ciepłego
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,61	0,61
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	Charytatywno-opiekuńcze centrum diakonijne w Ostródzie oraz siedziba parafii	
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne		[W/(m <sup>2</sup> K)]	stan po modernizacji
1.	Dach budynku	1,26	0,15
2.	Drzwi zewnętrzne	3,60	3,60
3.	Okna wymienione	1,30	1,30
4.	Okna drewniane	3,12	0,90
5.	Podłoga w piwnicy	0,46	0,46
6.	Strop nad piwnicą	1,28	1,28
7.	Ściana zewnętrzna	1,41	0,19
8.	Ściana zewnętrzna	1,14	0,19
9.	Ściana zewnętrzna	0,82	0,17
10.	Ściana zewnętrzna przy gruncie	0,15	0,16
3. Sprawności składowe systemu grzewczego			
1.	Sprawność wytwarzania	0,86	2,49
2.	Sprawność przesyłania	0,90	0,96
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,77	0,88
4.	Sprawność akumulacji	1,00	0,95
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia:	1,00	1,00
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby:	1,00	0,95
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
1.	Sprawność wytwarzania	0,97	2,19
2.	Sprawność przesyłania	0,70	0,70
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji	1,00	0,95
5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)	naturalna	naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	nieszczelności stolarki / kanały grawitacyjne	kanały grawitacyjne, wentylacja mechaniczna z odzyskiem ciepła
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego [m <sup>3</sup> /h]	4 652	4 652
4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	0,77	0,77

## Budynek w całości

6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu ogrzewczego [kW]	192,8	72,4
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW]	10,7	10,7
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1 357,15	295,90
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)[GJ/rok]	2 285,59	140,55
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	112,66	52,58
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie (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/(m2rok)]	213,8	46,6
9.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m2rok)]	360,1	22,1
10.	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,0	54,30%
7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzenia audytu)			
1 a.	Cena 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku [zł/GJ]		
1. b	Cena 1 GJ na produkcję c.w.u.		
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewania na miesiąc [zł/(MW m-c)]		
3.	Koszt przygotowania 1 m <sup>3</sup> ciepłej wody użytkowej [zł/m3]		
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc [zł/(MW m-c)]		
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m <sup>2</sup> powierzchni użytkowej [zł/m-c]		
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m2 m-c]	-	-
7.	Inne [zł]	-	-
8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego*			
Planowana kwota kredytu [zł]:	n/d	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	88,48%
Planowane koszty całkowite [zł]		Premia termomodernizacyjna [zł]	n/d
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]		Prosty czas zwrotu SPBT [lata]	

\*Doliczono nakłady i efekty wynikające z modernizacji oświetlenia wewnętrznego i instalacji elektrycznych.



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

### Podstawowe wytyczne inwestora, ustalenia

Wymagany opór cieplny R dla przegród po modernizacji przyjęto dla Warunków Technicznych mających obowiązywać po roku 2021.

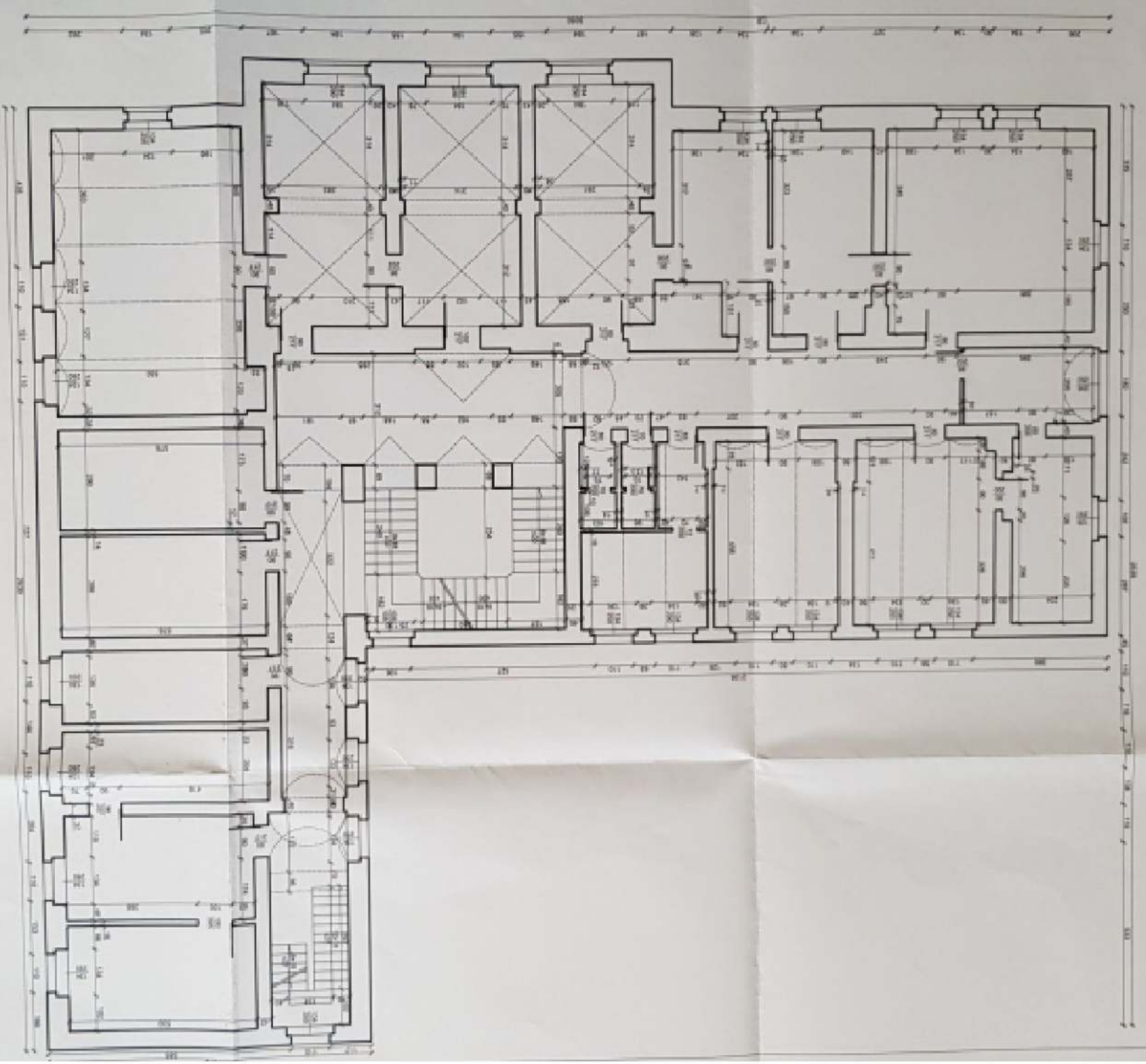
# Część pierwsza

Dane inwentaryzacyjne, wyznaczenie  
niezbędnych usprawnień  
termomodernizacyjnych

## Inwentaryzacja - dane techniczne budynku





Powierzchnia przegród zewnętrznych według rodzaju		
Dach budynku	[m <sup>2</sup> ]	884,0
Drzwi zewnętrzne	[m <sup>2</sup> ]	11,9
Okna wymienione	[m <sup>2</sup> ]	25,8
Okna drewniane	[m <sup>2</sup> ]	273,0
Podłoga w piwnicy	[m <sup>2</sup> ]	578,6
Strop nad piwnicą	[m <sup>2</sup> ]	365,3
Ściana zewnętrzna	[m <sup>2</sup> ]	290,4
Ściana zewnętrzna	[m <sup>2</sup> ]	818,3
Ściana zewnętrzna	[m <sup>2</sup> ]	329,0
Ściana zewnętrzna przy gruncie	[m <sup>2</sup> ]	102,7
Wysokości		
Zagłębienie w gruncie	[m]	2,6-1,6
Najczęstsza wysokość w świetle	[m]	4,05
Wysokość piwnicy w świetle	[m]	2,40
Najczęstsza wysokość brutto	[m]	4,35
Inne dane techniczne		
Liczba użytkowników		300
Liczba kondygnacji	[szt.]	3 + piwnica i poddasze
Liczba klatek schodowych	[szt.]	0
Dane powierzchniowe budynku		
Powierzchnia użytkowa pomieszczeń	[m <sup>2</sup> ]	1 764,40
Powierzchnia poddasza ogrzewanego	[m <sup>2</sup> ]	0,0
Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych netto	[m <sup>2</sup> ]	1 764,40
Powierzchnia zabudowy	[m <sup>2</sup> ]	578,60
Całkowita powierzchnia brutto	[m <sup>2</sup> ]	2 129,68
Powierzchnia użytkowa	[m <sup>2</sup> ]	1 764,40
Dane kubaturowe budynku		
Kubatura netto ogrzewana	[m <sup>3</sup> ]	6 056,20
Całkowita kubatura brutto	[m <sup>3</sup> ]	9 992,73
Współczynnik kształtu A/V [1/m]		0,61

FIGURE	625	DATE	10/10/50
PROJECT	FLOOR PLAN OF THE		
DESIGNER	ARCHITECTURAL FIRM		
SCALE	AS SHOWN		
REVISIONS	NO. 1		



SCALE: 1/8" = 1'-0"

## Opis do uproszczonej dokumentacji technicznej budynku Charytatywno – opiekuńczego centrum diakonijnego w Ostródzie

<p><b>Dane ogólne, forma architektoniczna</b></p>		<p>Obiekt wzniesiony w 1902 roku. Wybudowany na dwóch połączonych ze sobą prostokątów, częściowo podpiwniczony, z poddaszem użytkowym.</p>
<p><b>Konstrukcja budynku, technologia wykonania</b></p>		<p>Budynek wzniesiony metodą tradycyjną, murowany z cegły pełnej i kamienia. Dach na konstrukcji drewnianej przykryty dachówką ceramiczną.</p>
<p><b>Charakterystyka funkcjonalno- przestrzenna</b></p>		<p>Budynek pełni funkcję Charytatywno – opiekuńczego centrum diakonijnego oraz siedziby parafii.</p>
<p><b>Elementy charaktery- styczne</b></p>		<p>Zwarta bryła budynku. Dach wielospadowy, lukarny w dachu.</p>



Inwentaryzacja - charakterystyka energetyczna budynku		
<b>Moc zamówiona</b>		
Moc zamówiona c.o. + c.w.u.	[kW]	40,0
Sumaryczna moc zamówiona dla budynku	[kW]	40,0
<b>Koszty jednostkowe energii ciepłej na cele c.o. (taryfa przedsiębiorstwa ciepłowniczego)</b>		
Oplata stała	[PLN/MW*m-c]	7 778,29 zł
Oplata zmienna	[PLN/GJ]	61,67 zł
<b>Koszty jednostkowe energii ciepłej (węgiel kamienny)</b>		
Oplata stała	[PLN/MW*m-c]	0,00 zł
Oplata zmienna	[PLN/GJ]	41,85 zł
<b>Koszty jednostkowe energii (energia elektryczna)</b>		
Oplata zmienna za energię elektryczną	PLN/kWh	0,5200 zł
Oplata zmienna za energię elektryczną	PLN/GJ	144,44 zł
<b>Procentowy udział poszczególnych źródeł energii ciepłej w bilansie c.o. przed modernizacją budynku</b>		
Rodzaj źródła	Powierzchnia użytkowa	Udział procentowy
Węzeł cieplny	-	23,02%
Kotłownia węglowa	-	76,98%
SUMA	-	100%
<b>Procentowy udział poszczególnych źródeł energii ciepłej w bilansie c.w.u. budynku przed modernizacją</b>		
Rodzaj źródła	Liczba użytkowników	Udział procentowy
Węzeł cieplny	-	100,00%
SUMA	-	100%
<b>Koszty jednostkowe energii ciepłej na cele c.o. przed modernizacją</b>		
Oplata stała	[PLN/MW*m-c]	1 790,28 zł
Oplata zmienna	[PLN/GJ]	46,41 zł
<b>Koszty jednostkowe energii ciepłej na cele c.w.u. przed modernizacją</b>		
Oplata stała	[PLN/MW*m-c]	7 778,29 zł
Oplata zmienna	[PLN/GJ]	61,67 zł
<b>Procentowy udział poszczególnych źródeł energii ciepłej w bilansie c.o. i c.w.u. po modernizacji</b>		
Rodzaj źródła	Powierzchnia użytkowa	Udział procentowy
Węzeł cieplny	-	40,00%
Pompy ciepła	-	60,00%
SUMA	-	100%
<b>Koszty jednostkowe energii ciepłej na cele c.o. i c.w.u. po modernizacji</b>		
Energia elektryczna produkowana przez projektowaną instalację fotowoltaiczną	kWh/rok	12860
Zapotrzebowanie na końcową energię ciepłą na cele grzewcze	kWh/rok	60772
Udział energii produkowanej przez instalację fotowoltaiczną w całkowitej energii ciepłej	%	21,16%
Średnia cena jednostkowa energii elektrycznej po zbilansowaniu	PLN/GJ	
Oplata stała	[PLN/MW*m-c]	
Oplata zmienna	[PLN/GJ]	



## Inwentaryzacja - charakterystyka systemu grzewczego oraz instalacji

System grzewczy		
Rodzaj zasilania budynku, opis urządzeń	Budynek obecnie nie jest ogrzewany w całości z uwagi na bardzo wysokie koszty ogrzewania. W ostatnim okresie użytkowania, budynek ogrzewany był z własnej kotłowni opalanej węglem kamiennym. Obecnie użytkowany jest jedynie parter, który jest ogrzewany ciepłem sieciowym z sieci ciepłowniczej za pośrednictwem węzła cieplnego będącego własnością przedsiębiorstwa ciepłowniczego. Na cele wykonania audytu przyjmuje się, że parter ogrzewany jest ciepłem sieciowym, a pozostałe kondygnacje - ciepłem z kotłowni węglowej. Instalacje wewnętrzne na bazie grzejników żeliwnych i częściowo stalowych bez zaworów termostatycznych.	
Sposób użytkowania	System grzewczy użytkowany jest bez przerw w ogrzewaniu. Ograniczenie temperatury w pomieszczeniach poprzez ręczną regulację zaworów grzejnikowych.	
Sprawności składowe systemu grzewczego przed modernizacją (kotłownia węglowa)		
Sprawność wytwarzania	-	0,82
Sprawność przesyłania	-	0,90
Sprawność regulacji i wykorzystania	-	0,77
Sprawność akumulacji	-	1,00
<b>Sprawność ogólna</b>	-	<b>0,57</b>
Sprawności składowe systemu grzewczego przed modernizacją (węzeł cieplny)		
Sprawność wytwarzania	-	0,98
Sprawność przesyłania	-	0,90
Sprawność regulacji i wykorzystania	-	0,77
Sprawność akumulacji	-	1,00
<b>Sprawność ogólna</b>	-	<b>0,68</b>
Sprawności składowe systemu grzewczego przed modernizacją		
Sprawność wytwarzania	-	0,86
Sprawność przesyłania	-	0,90
Sprawność regulacji i wykorzystania	-	0,77
Sprawność akumulacji	-	1,00
Współczynnik przerw tygodniowych	-	1,00
Współczynnik przerw dobowych	-	1,00
Instalacja ciepłej wody użytkowej		
Sposób przygotowania c.w.u., opis urządzeń	Instalacja c.w.u. zasilana z węzła cieplnego.	
Rodzaj przewodów c.w.u.	Mieszane	
Perlatory na wylewkach	Zamontowane częściowo	
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	-	3 877
Średni współczynnik $c_r$ dla budynku	-	1,20
Strumień powietrza wentylacyjnego	-	4 652

### Inwentaryzacja - obliczeniowa ilość powietrza wentylacyjnego

Pomieszczenia				
Kondygnacja	Rodzaj pomieszczenia	Kubatura [m <sup>3</sup> ]	Krotność wymiany powietrza [1/h]	Sumaryczna ilość powietrza wentylacyjnego [m <sup>3</sup> /h]
	Całość budynku	6056,2	0,64	3877
SUMA				3877
Wielkości sumarycznie				
Obliczeniowa ilość powietrza wentylacyjnego			[m <sup>3</sup> /h]	3877
Średni współczynnik korekcyjny (c <sub>r</sub> , c <sub>w</sub> )			-	1,20
Strumień powietrza wentylacyjnego przed modernizacją			[m <sup>3</sup> /h]	4652

## Stan techniczny budynku, wskazanie przedsięwzięć termomodernizacyjnych

System grzewczy		
Element	Stan techniczny	Proponowane rozwiązanie
Zasilanie budynku	Na cele bilansu energetycznego przyjmuje się, że budynek jest zasilany częściowo z kotłowni na paliwo stałe (kondygnacje 2-4) oraz z węzła ciepłego (kondygnacja 1). Stan techniczny kotłowni węglowej zły, stan węzła ciepłego dobry. Instalacja wewnętrzna (w złym stanie technicznym) C.O. na bazie rur stalowych czarnych i grzejników żelaznych, częściowo stalowych, niewyposażonych w zawory termostatyczne.	Montaż pompy ciepła z gruntowym wymiennikiem ciepła o mocy ok. 60 kW wraz z niezbędną armaturą. Wykup na własność Inwestora istniejącego w budynku węzła ciepłego. Modernizacja węzła w niezbędnym zakresie, dostosowanie pomieszczenia kotłowni do montażu pompy ciepła. Montaż bufora ciepła. Wymiana instalacji c.o. w budynku z przyłączeniem do źródła ciepła. Montaż ogrzewania podłogowego w pomieszczeniach użytkowych (ok. 950 m <sup>2</sup> ). Montaż nowych grzejników w pozostałych pomieszczeniach (ok. 55 sztuk) wyposażonych w zawory termostatyczne. Montaż systemu zarządzania energią BMS w budynku. Montaż licznika ciepła i energii elektrycznej.
Element	Stan techniczny	Proponowane rozwiązanie
Ściany zewnętrzne	Ściany zewnętrzne murowane z cegły pełnej. Elewacja licowana cegłą. Z uwagi na zalecenia konserwatorskie oraz walory estetyczne elewacji nie przewiduje się ścian zewnętrznych kondygnacji nadziemnych od zewnątrz.	Docieplenie ścian zewnętrznych kondygnacji nadziemnych od wewnątrz za pomocą płyt z pianki rezolowej o maksymalnym współczynniku przewodzenia ciepła 0,020 W/mK. Docieplenie ścian zewnętrznych graniczących z gruntem za pomocą styropianu ekstrudowanego o maksymalnym współczynniku przewodzenia ciepła 0,036 W/mK. Z uwagi na zawilgocenia ścian piwnicznych spowodowane kapilarnym podciąganiem wilgoci od fundamentów, konieczne jest uprzednie osuszenie murów i wykonanie izolacji przeciwwilgociowej.
Stolarka okienna	Stolarka okienna drewniana skrzynkowa w złym stanie technicznym. Z uwagi na jej zabytkowy charakter, stolarka powinna być wymieniona na zgodną z zaleceniami konserwatora zabytków.	Wymiana starych okien zewnętrznych na energooszczędne z zachowaniem istniejących podziałów i formy.
Stolarka drzwiowa	Stolarka drzwiowa drewniana w dostatecznym stanie technicznym.	Nie przewiduje się modernizacji.
Dach / stropodach	Dach budynku nieocieplony, stan techniczny pokrycia dachowego dobry.	Docieplenie dachu nad pomieszczeniami ogrzewanymi poprzez natrysk pianki poliuretanowej o maksymalnym współczynniku przewodzenia ciepła 0,025 W/mK.
Instalacja c.w.u.		
Element	Stan techniczny	Proponowane rozwiązanie
c.w.u.	Instalacja zasilana z węzła ciepłego.	Budowa nowej instalacji c.w.u. z doprowadzeniem do punktów poboru wody na wszystkich kondygnacjach wraz z instalacją cyrkulacyjną. Produkcja c.w.u. przez projektowaną pompę ciepła i węzeł ciepły. Montaż licznika ciepła.
Wentylacja		
Element	Stan techniczny	Proponowane rozwiązanie
Wentylacja	Przewiduje się konieczność zastosowania nowego systemu wentylacji po przeprowadzeniu termomodernizacji budynku.	Montaż wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła na poddaszu oraz na parterze.
Oświetlenie wewnętrzne		
Element	Stan techniczny	Proponowane rozwiązanie
Oświetlenie wewnętrzne	Oprawy starego typu (żarówkowe i świetlówkowe).	Wymiana oświetlenia wewnętrznego wykonanego w technologii żarowej i fluorescencyjnej na technologię LED. Częściowa wymiana elementów instalacji elektrycznej wraz z wymianą tablic rozdzielczych.
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: <b>Olsztyn</b>												
Miesiąc:	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
T <sub>a</sub> (m) - Średnia wieloletnie temp. miesiąca [°C]	-3,6	-2,9	2,5	5,5	10,9	15,4	17,7	16,5	12,8	6,3	1,9	-0,5
Ld(m) - liczba dni ogrzewanych	31	28	31	30	10	0	0	0	10	31	30	31
Oblicz. temperatura zew., T <sub>emin</sub> [°C]	-22											

Temp. wew.	Liczba stopniodni w roku	Liczba stopniodni w danym miesiącu											
Sd_14°C	2 725	545,6	473,2	356,5	255,0	31,0	0,0	0,0	0,0	12,0	238,7	363,0	449,5
Sd_25°C	5 277	886,6	781,2	697,5	585,0	141,0	0,0	0,0	0,0	122,0	579,7	693,0	790,5
Sd_22°C	4 581	793,6	697,2	604,5	495,0	111,0	0,0	0,0	0,0	92,0	486,7	603,0	697,5
Sd_20°C	4 117	731,6	641,2	542,5	435,0	91,0	0,0	0,0	0,0	72,0	424,7	543,0	635,5
Sd_18°C	3 653	669,6	585,2	480,5	375,0	71,0	0,0	0,0	0,0	52,0	362,7	483,0	573,5
Sd_16°C	3 189	607,6	529,2	418,5	315,0	51,0	0,0	0,0	0,0	32,0	300,7	423,0	511,5
Sd_12°C	2 269	483,6	417,2	294,5	195,0	11,0	0,0	0,0	0,0	0,0	176,7	303,0	387,5
Sd_8°C	1 410	359,6	305,2	170,5	75,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	52,7	183,0	263,5
Sd_4°C	678	235,6	193,2	46,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	63,0	139,5

# Część druga

Analiza ekonomiczna poszczególnych  
usprawnień termomodernizacyjnych,  
optymalizacja usprawnień

## Wybór optymalnego wariantu docieplenia ścian zewnętrznych kondygnacji nadziemnych

### Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1 MW mocy zamówionej	$O_m = 3\,111,31$	zł/(MW) ×miesiąc
Opłata za zużycie 1 GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z = 92,99$	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	$t_{zo} = -22,0$	°C
Liczba stopniodni,	$S_d = 4\,117$	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U = 1,41$	W/(m <sup>2</sup> ×K)
Powierzchnia ścian - powierzchnia zewnętrzna netto po odjęciu otworów okiennych i drzwiowych	$A_{\acute{s}c} = 290,4$	m <sup>2</sup>
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego	$W_E = 34,64$	(zł×K)/W×a

### Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się docieplenie ścian zewnętrznych od wewnątrz materiałem o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda = 0,02$  W/mK. Na podstawie poniższej analizy ekonomicznej wykazano optymalną grubość izolacji równą 9 cm. Ceny robót budowlanych określono na podstawie analizy rynku robót budowlanych. Wszystkie ceny zawierają podatek VAT 23 %.

Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	$\Delta R$	$U_m$	$\Delta O_{r,u}$	SPBT	Nu
Docieplenie ścian zewnętrznych od wewnątrz materiałem o współczynniku przewodzenia ciepła 0,020 W/mK - 9 cm		4,50	0,192			
Docieplenie ścian zewnętrznych od wewnątrz materiałem o współczynniku przewodzenia ciepła 0,020 W/mK - 10 cm		5,00	0,175			
Docieplenie ścian zewnętrznych od wewnątrz materiałem o współczynniku przewodzenia ciepła 0,020 W/mK - 7 cm		3,50	0,238		-	
Docieplenie ścian zewnętrznych od wewnątrz materiałem o współczynniku przewodzenia ciepła 0,020 W/mK - 8 cm		4,00	0,212		-	
<b>Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący <math>R = 5,208</math> m<sup>2</sup>K/W Jest większy od wymaganego wynoszącego <math>R_{min} = 5,0</math> m<sup>2</sup>K/W.</b>						

### Legenda:

SPBT [lata] - Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych (Nu/DO<sub>r,u</sub>)

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

Nu [zł]- Planowane koszty robót

$\Delta R$  m<sup>2</sup>K/W- Dodatkowy opór cieplny przegrody zewnętrznej

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



## Wybór optymalnego wariantu docieplenia ścian zewnętrznych kondygnacji nadziemnych

### Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1 MW mocy zamówionej	$O_m = 3\,111,31$	zł/(MW) ×miesiąc
Opłata za zużycie 1 GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z = 92,99$	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	$t_{zo} = -22,0$	°C
Liczba stopniodni,	$S_d = 4\,117$	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U = 1,14$	W/(m <sup>2</sup> ×K)
Powierzchnia ścian - powierzchnia zewnętrzna netto po odjęciu otworów okiennych i drzwiowych	$A_{\acute{s}c} = 818,3$	m <sup>2</sup>
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego	$W_E = 34,64$	(zł×K)/W×a

### Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się docieplenie ścian zewnętrznych od wewnątrz materiałem o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda = 0,02$  W/mK. Na podstawie poniższej analizy ekonomicznej wykazano optymalną grubość izolacji równą 9 cm. Ceny robót budowlanych określono na podstawie analizy rynku robót budowlanych. Wszystkie ceny zawierają podatek VAT 23 %.

Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	$\Delta R$	$U_m$	$\Delta O_{ru}$	SPBT	Nu
Docieplenie ścian zewnętrznych od wewnątrz materiałem o współczynniku przewodzenia ciepła 0,020 W/mK - 9 cm		4,50	0,186			
Docieplenie ścian zewnętrznych od wewnątrz materiałem o współczynniku przewodzenia ciepła 0,020 W/mK - 10 cm		5,00	0,170			
Docieplenie ścian zewnętrznych od wewnątrz materiałem o współczynniku przewodzenia ciepła 0,020 W/mK - 7 cm		3,50	0,228		-	
Docieplenie ścian zewnętrznych od wewnątrz materiałem o współczynniku przewodzenia ciepła 0,020 W/mK - 8 cm		4,00	0,205		-	
<b>Opór cieplny przegrody po termomodernizacji wynoszący <math>R = 5,376</math> m<sup>2</sup>K/W jest większy od wymaganego wynoszącego <math>R_{min} = 5,0</math> m<sup>2</sup>K/W.</b>						

### Legenda:

SPBT [lata] - Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych (Nu/DO<sub>ru</sub>)

$\Delta O_{ru}$  [zł/rok]- Roczna oszczędność kosztów eksploatacyjnych w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego

Nu [zł]- Planowane koszty robót

$\Delta R$  m<sup>2</sup>K/W- Dodatkowy opór cieplny przegrody zewnętrznej

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

## Wybór optymalnego wariantu docieplenia ścian zewnętrzne kondygnacji nadziemnych

### Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1 MW mocy zamówionej	$O_m = 3\,111,31$	zł/(MW) ×miesiąc
Opłata za zużycie 1 GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z = 92,99$	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	$t_{zo} = -22,0$	°C
Liczba stopniodni,	$S_d = 4\,117$	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U = 0,82$	W/(m <sup>2</sup> ×K)
Powierzchnia ścian - powierzchnia zewnętrzna netto po odjęciu otworów okiennych i drzwiowych	$A_{\acute{s}c} = 329,0$	m <sup>2</sup>
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego	$W_E = 34,64$	(zł×K)/W×a

### Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się docieplenie ścian zewnętrznych od wewnątrz materiałem o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda = 0,02$  W/mK. Na podstawie poniższej analizy ekonomicznej wykazano optymalną grubość izolacji równą 9 cm. Ceny robót budowlanych określono na podstawie analizy rynku robót budowlanych. Wszystkie ceny zawierają podatek VAT 23 %.

Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	$\Delta R$	$U_m$	$\Delta O_{r,u}$	SPBT	Nu
Docieplenie ścian zewnętrznych od wewnątrz materiałem o współczynniku przewodzenia ciepła 0,020 W/mK - 9 cm		4,50	0,175			
Docieplenie ścian zewnętrznych od wewnątrz materiałem o współczynniku przewodzenia ciepła 0,020 W/mK - 10 cm		5,00	0,161			
Docieplenie ścian zewnętrznych od wewnątrz materiałem o współczynniku przewodzenia ciepła 0,020 W/mK - 8 cm		4,00	0,192			
Docieplenie ścian zewnętrznych od wewnątrz materiałem o współczynniku przewodzenia ciepła 0,020 W/mK - 7 cm		3,50	0,212		-	
<b>Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący <math>R = 5,715</math> m<sup>2</sup>K/W Jest większy od wymaganego wynoszącego <math>R_{min} = 5,0</math> m<sup>2</sup>K/W.</b>						

### Legenda:

SPBT [lata] - Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych (Nu/DO<sub>r,u</sub>)

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

Nu [zł]- Planowane koszty robót

$\Delta R$  m<sup>2</sup>K/W- Dodatkowy opór cieplny przegrody zewnętrznej

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

### Wybór optymalnego wariantu termomodernizacji ścian fundamentowych

#### Dane ogólne do obliczeń

Oплата za 1MW mocy zamówionej	$O_m = 3\,111,31$	zł/(MW) ×miesiąc
Oплата za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z = 92,99$	zł/GJ
Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{wo} = 16,0$	°C
Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{zo} = -22,0$	°C
Liczba stopniodni.	$S_d = 3\,189$	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U = 0,15$	W/(m <sup>2</sup> ×K)
Powierzchnia ścian - powierzchnia zewnętrzna netto po odjęciu otworów okiennych i drzwiowych	$A_{\delta c} = 102,7$	m <sup>2</sup>
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego	$W_E = 27,04$	(zł×K)/W×a

#### Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

#DZIEL/0!

Rodzaj usprawnienia	Cena Jednostkowa	$\Delta R$	$U_m$	$\Delta O_{ru}$	SPBT	Nu
Docieplenie ścian zewnętrznych graniczących z gruntem za pomocą styropianu ekstrudowanego o współczynniku przewodzenia ciepła 0,036 W/mK. Z uwagi na zawilgocenia ścian piwnicznych spowodowane kapilarnym podciąganiem wilgoci od fundamentów, konieczne jest uprzednie osuszenie murów i wykonanie izolacji przeciwwilgociowej, 12 cm. Izolacja przeciwwilgociowa ścian.		3,33	0,157	-33,33 zł		
Docieplenie ścian zewnętrznych graniczących z gruntem za pomocą styropianu ekstrudowanego o współczynniku przewodzenia ciepła 0,036 W/mK. Z uwagi na zawilgocenia ścian piwnicznych spowodowane kapilarnym podciąganiem wilgoci od fundamentów, konieczne jest uprzednie osuszenie murów i wykonanie izolacji przeciwwilgociowej, 10 cm. Izolacja przeciwwilgociowa ścian.		2,78	0,175	-83,32 zł		
Docieplenie ścian zewnętrznych graniczących z gruntem za pomocą styropianu ekstrudowanego o współczynniku przewodzenia ciepła 0,036 W/mK. Z uwagi na zawilgocenia ścian piwnicznych spowodowane kapilarnym podciąganiem wilgoci od fundamentów, konieczne jest uprzednie osuszenie murów i wykonanie izolacji przeciwwilgociowej, 14 cm. Izolacja przeciwwilgociowa ścian.		3,89	0,145	0,00 zł		
Docieplenie ścian zewnętrznych graniczących z gruntem za pomocą styropianu ekstrudowanego o współczynniku przewodzenia ciepła 0,036 W/mK. Z uwagi na zawilgocenia ścian piwnicznych spowodowane kapilarnym podciąganiem wilgoci od fundamentów, konieczne jest uprzednie osuszenie murów i wykonanie izolacji przeciwwilgociowej, 8 cm. Izolacja przeciwwilgociowa ścian.		2,22	0,200	-152,76 zł		
<b>Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący <math>R = 6,369</math> m<sup>2</sup>K/W jest większy od wymaganego wynoszącego <math>R_{min} = 5,0</math> m<sup>2</sup>K/W.</b>						

#### Legenda:

SPBT [lata] - Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych (Nu/DO<sub>ru</sub>)

ΔO<sub>ru</sub> [zł/rok]- Roczna oszczędność kosztów eksploatacyjnych w wyniku uprawnienia termomodernizacyjnego

Nu [zł]- Planowane koszty robót

ΔR m<sup>2</sup>K/W- Dodatkowy opór cieplny przegrody zewnętrznej

U<sub>m</sub> W/m<sup>2</sup>K- Współczynnik przenikania ciepła przegród zewnętrznych, określony zgodnie z Polską Normą po dociepleniu

## Wybór optymalnego wariantu docieplenia dachu budynku

### Dane ogólne do obliczeń

Oplata za 1MW mocy zamówionej	$O_m = 3\,111,31$	zł/(MW) ×miesiąc
Oplata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej po uwzględnieniu sprawności źródła ciepła	$O_z = 92,99$	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	$t_{zo} = -22,0$	°C
Liczba stopniodni,	$S_d = 4\,117$	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U = 1,26$	W/(m <sup>2</sup> ×K)
Powierzchnia stropu/dachu/podłogi poddasza	$A = 884,0$	m <sup>2</sup>
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego	$W_E = 34,64$	(zł×K)/W×a

### Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się docieplenie dachu nad ogrzewanymi pomieszczeniami poprzez natrysk pianki poliuretanowej o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda = 0,025$  W/mK. Na podstawie poniższej analizy ekonomicznej wykazano optymalną grubość izolacji równą 15 cm. Docieplenie o grubości 13 i 14 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 nad pomieszczeniami ogrzewanymi natrysk pianki poliuretanowej, grubość - 15 cm.		6,00	0,147			
Docieplenie dachu nad pomieszczeniami ogrzewanymi natrysk pianki poliuretanowej, grubość - 16 cm.		6,40	0,139			
Docieplenie dachu nad pomieszczeniami ogrzewanymi natrysk pianki poliuretanowej, grubość - 13 cm.		5,20	0,167		-	
Docieplenie dachu nad pomieszczeniami ogrzewanymi natrysk pianki poliuretanowej, grubość - 14 cm.		5,60	0,156		-	
<b>Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący <math>R = 6,796</math> m<sup>2</sup>K/W jest większy od wymaganego wynoszącego <math>R_{min} = 6,66</math> m<sup>2</sup>K/W.</b>						

### 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 m<sup>2</sup>K/W- Dodatkowy opór cieplny przegrody zewnętrznej

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

Wyniki - Przegrody

Symbol	D	Opis materiału	$\lambda$	$c_p$	R
	m		W/(m·K)	kJ/(kg·K)	m <sup>2</sup> ·K/W
<b>SZ2</b>	Ściana zewnętrzna				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
<b>TYNK-CEM</b>	0,0200	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	0,840	0,020
<b>CEGLA-PEŁN</b>	0,5100	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	0,880	0,662
<b>TYNK-CW</b>	0,0200	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,840	0,024
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,130
Opór przejmowania na zewnątrz $R_e$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,877
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					1,141
<b>SZ3</b>	Ściana zewnętrzna				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
<b>TYNK-CEM</b>	0,0200	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	0,840	0,020
<b>CEGLA-PEŁN</b>	0,3800	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	0,880	0,494
<b>TYNK-CW</b>	0,0200	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,840	0,024
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,130
Opór przejmowania na zewnątrz $R_e$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,708
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					1,413
<b>SZPG</b>	Ściana zewnętrzna przy gruncie				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna przy gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgot					
Podłoga przyległa do ściany: PG					
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 2,00 m					
<b>TYNK-CEM</b>	0,0200	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	0,840	0,020
<b>CEGLA-PEŁN</b>	0,7700	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	0,880	1,000
<b>STYREKST</b>	0,1400	Styropian ekstrudowany	0,036	1,460	3,889
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania $R_g$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					2,000
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					6,909
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,145




Wyniki - Zestawienie grup pomieszczeń

Opis	$\theta_{int}$	$A_h$	$V_h$	$\Phi_{HL}$	Typ strefy
	°C	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	W	
Grupa CW				5	 Inny niemie
Mieszkania	20,0	1764,40	6056,1	198551	 Inny niemie



## Wybór optymalnego wariantu usprawnienia wentylacji grawitacyjnej

Dane ogólne do obliczeń			
$O_m =$	1 790,28	[zł/(MW × miesiąc)]	Oplata za 1 MW mocy zamówionej
$O_z =$	92,99	[zł/GJ]	Oplata za zużycie 1 GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej po uwzględnieniu sprawności źródła ciepła
$t_{wo} =$	20,0	[°C]	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z Polską Normą
$t_{zo} =$	-22,0	[°C]	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą
$S_d =$	4 117	[dzień×K/a]	Liczba stopniodni,
	SPBT	[lata]	Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych
	$DO_{r,u}$	[zł/a]	Roczna oszczędność kosztów eksploatacyjnych w wyniku uprawnienia termomodernizacyjnego
	Nu	[zł]	Planowane koszty robót

$DO_{r,d}$	SPBT	Rodzaj usprawnienia	Nu
3 408,97		Montaż instalacji wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła. Zakłada się instalację wentylatorów z wymiennikiem rotacyjnym o nominalnej sprawności ok. 90%. Zasilanie nagrzewnic z projektowanej pompy ciepła. Wypadkowa rekuperacja ciepła o średniorocznej sprawności 66%.	
1 677,44		Montaż wentylacji wymuszonej z odzyskiem ciepła. Zakłada się instalację wentylatorów z wymiennikiem krzyżowym przeciwprądowym o nominalnej sprawności ok. 80%. Instalacja bezkanałowa.	

## Wybór optymalnego wariantu wymiany wszystkich okien w budynku

### Dane ogólne do obliczeń

Oplata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	3 111,31	zł/(MW)× miesiąc]
Oplata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej po uwzględnieniu sprawności źródła ciepła	$O_z =$	92,99	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	$t_{zo} =$	-22,0	°C
Liczba stopniodni	$S_d =$	4 117	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U =$	3,12	W/(m <sup>2</sup> ×K)
Powierzchnia okien do wymiany	$A =$	273,0	m <sup>2</sup>
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 <sup>3</sup> /(m·h·daPa <sup>2/3</sup> )]
	$a_1 =$	0,30	
Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI	$cr_0 =$	1,08	-
Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI	$cm_0 =$	1,20	-
Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI	$cm_1 =$	1,00	-
Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI	$cw =$	1,00	-

	Cena jednostkowa	CR	$U_w$	$\Delta O_{ru}$	SPBT	Nu
Wymiana okien na stolarkę energooszczędną, $U = 0,9$ W/m <sup>2</sup>		1,00	0,90			
Wymiana okien na stolarkę energooszczędną, $U = 1,1$ W/m <sup>2</sup>		1,00	1,10			
Wymiana okien na stolarkę energooszczędną, $U = 1,5$ W/m <sup>2</sup>		1,00	1,50			
Wymiana okien na stolarkę energooszczędną, $U = 1,3$ W/m <sup>2</sup>		1,00	1,50			

### Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się wymianę wewnętrznych skrzydeł okien na energooszczędne. Na podstawie analizy ekonomicznej przyjmuje się optymalny współczynnik przenikania ciepła okna na poziomie 0,9 W/m<sup>2</sup>K. 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<sub>ru</sub>)

$\Delta O_{ru}$  [zł/rok]- Roczna oszczędność kosztów eksploatacyjnych w wyniku uprawnienia termomodernizacyjnego

Nu [zł]- Planowane koszty robót

$\Delta R$  m<sup>2</sup>K/W- Dodatkowy opór cieplny przegrody zewnętrznej

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

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

### Dane ogólne do obliczeń:

$O_{m0} =$	7 778,29	[zł/(MW x miesiąc)]	Oplata za 1MW mocy zamówionej przed modernizacją
$O_{z0} =$	61,67	[zł/GJ]	Oplata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej przed modernizacją
$O_{m1} =$	3 111,31	[zł/GJ]	Oplata za 1MW mocy zamówionej po modernizacji
$O_{z1} =$	92,99	[zł/GJ]	Oplata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej po modernizacji
$Q_{ocw} =$	112,7	[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]	
$q_{ocw} =$	10,7	[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
$\Delta Or_{cw}$		[zł/a]	Roczna oszczędność kosztów eksploatacyjnych w wyniku uprawnienia termomodernizacyjnego
Ncw		[zł]	Planowane koszty robót

$Q_1$	$q_1$	$\Delta Or_{cw}$	SPBT	Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	Ncw
52,6	10,7	2 658,87		Budowa nowej instalacji c.w.u. z doprowadzeniem do punktów poboru wody na wszystkich kondygnacjach wraz z instalacją cyrkulacyjną. Produkcja c.w.u. przez projektowaną pompę ciepła i węzeł ciepły. Montaż licznika ciepła.	-	
112,7	10,7	0,00	-	Brak modernizacji systemu c.w.u.	-	0,00 zł

- optymalne usprawnienie systemu c.w.u.

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

0,90 dm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> *d	Wartość jednostkowego dobowego zapotrzebowania na ciepłą wodę użytkową
10 st.C	Przyjęta temperatura wody zimnej
55 st.C	Przyjęta temperatura wody podgrzanej
1,58796 m <sup>3</sup> /dobę	Średnie dobowe zapotrzebowanie na c.w.u. dla budynku ( $Q_{srd}$ )
18 h/dobę	Liczba godzin T rozbioru c.w.u.
67,90 %	Średnia sprawność wytwarzania c.w.u.
112,7 GJ/a	Średnie roczne zapotrzebowanie na ciepło c.w.u. dla budynku
0,088 m <sup>3</sup> /h	Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. dla budynku ( $Q_{srh}$ )
2,317 -	Współczynnik nierównomierności rozbioru wody
0,204 m <sup>3</sup> /h	Maksymalne godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. dla budynku ( $Q_{maxh}$ )
10,7 kW	Moc cieplna dla potrzeb c.w.u.

Sprawności składowe systemu c.w.u.	Przed modernizacją	Po modernizacji
<b>Sprawność</b>		
Sprawność wytwarzania c.w.u.	0,97	2,19
Sprawność przesyłu c.w.u.	0,70	0,70
Sprawność akumulacji c.w.u.	1,00	0,95

### Wybór optymalnego wariantu modernizacji systemu grzewczego

#### Dane ogólne do obliczeń:

$O_m =$	1 790,28	[zł/(MW × miesiąc)]	Opłata za 1MW mocy zamówionej przed modernizacją
$O_{m1} =$	3 111,31	[zł/(MW × miesiąc)]	Opłata za 1MW mocy zamówionej po modernizacji systemu grzewczego
$O_z =$	46,41	[zł/GJ]	Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej przed modernizacją
$O_{z1} =$	92,99	[zł/GJ]	Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej po modernizacji systemu grzewczego
$Q_{oc0} =$	1 357,2	[GJ]	Sezonowe zapotrzebowanie budynku na ciepło przed termomodernizacją, określone zgodnie z Polską Normą
$q_0 =$	192,8	[kW]	Zapotrzebowanie na moc ciepłą budynku
$h_0 =$	0,59	-	Sprawność ogólna systemu przed modernizacją
$w_{t0} =$	1,00	-	Współczynnik określający przerwy ogrzewaniu w okresie tygodnia
$w_{d0} =$	1,00	-	Współczynnik określający przerwy ogrzewaniu w okresie doby
SPBT		[lata]	Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych
$\Delta O_{ru}$		[zł/a]	Roczna oszczędność kosztów eksploatacyjnych w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego
Nu		[zł]	Planowane koszty robót

$\Delta O_{ru}$	$h_1$	$q_1$	$h_0$	$h_b$	$h_v$	$h_s$	$w_{r1}$	$w_{d1}$	Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	SPBT	$N_{ca}$
46 106,89	2,00	192,8	2,49	0,96	0,88	0,95	1,00	0,95	Montaż pompy ciepła z gruntowym wymiennikiem ciepła o mocy ok. 60 kW wraz z niezbędną armaturą. Wykup na własność Inwestora istniejącego w budynku węzła ciepłego. Modernizacja węzła w niezbędnym zakresie, dostosowanie pomieszczenia kotłowni do montażu pompy ciepła. Montaż bufora ciepła. Wymiana instalacji c.o. w budynku z przyłączeniem do źródła ciepła. Montaż ogrzewania podłogowego w pomieszczeniach użytkowych (ok. 950 m <sup>2</sup> ). Montaż nowych grzejników w pozostałych pomieszczeniach (ok. 55 sztuk) wyposażonych w zawory termostaatyczne. Montaż systemu zarządzania energią BMS w budynku. Montaż licznika ciepła i energii elektrycznej.	-		
0,00	0,59	192,8	0,86	0,90	0,77	1,00	1,00	1,00	Brak modernizacji systemu grzewczego.	-	-	0,00

- optymalne usprawnienie systemu grzewczego

#### Założenia systemu BMS:

System Zarządzania Energią (BMS) – wyposażenie budynku w system czujników i detektorów oraz jeden, zintegrowany system zarządzania wszystkimi znajdującymi się w budynku instalacjami. System zarządzania energią w budynku BMS musi posiadać funkcjonalność monitorowania i zarządzania systemami energetycznymi oraz grzewczymi znajdującymi się w budynku, gromadząc informacje z czujników, detektorów, analizatorów, ciepłomierzy, wodomierzy oraz sterowników urządzeń, pozwalając na reagowanie w czasie rzeczywistym na zmianę warunków zewnętrznych i wewnętrznych w celu optymalizacji zużycia energii cieplnej i energetycznej budynku.

System BMS musi być systemem otwartym, zapewniającym integrację podsystemów branżowych różnych producentów, przez obsługę otwartych standardów komunikacji budynkowej.

System BMS dodatkowo powinien posiadać wbudowany język definicji raportów, pozwalający na tworzenie dowolnych raportów tabelarycznych oraz graficznych bazujących na danych z bazy wewnętrznej systemu na potrzeby prawidłowej prezentacji uzyskanych efektów ekologicznych oraz efektywności energetycznej, jak również funkcjonalność zdalnego monitoringu przez Internet z poziomu przeglądarki internetowej www dla użytkowników posiadających odpowiednie uprawnienia.

# Część trzecia

Wybór optymalnego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, analiza ekonomiczna i energetyczna, wnioski

**WYBRANE I ZOPTYMALIZOWANE USPRAWNIECIA 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**

Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego albo wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót [zł]	SPBT [lata]
1	Docieplenie dachu budynku poprzez natrysk pianki poliuretanowej o współczynniku przewodzenia ciepła 0,025 W/mK - 15 cm.		
2	Docieplenie ścian zewnętrznych od wewnątrz materiałem o grubości 9 cm o współczynniku przewodzenia ciepła 0,020 W/mK. Docieplenie ścian zewnętrznych graniczących z gruntem za pomocą styropianu ekstrudowanego o grubości 12 cm o współczynniku przewodzenia ciepła 0,036 W/mK. Z uwagi na zawilgocenia ścian piwnicznych spowodowane kapilarnym		
3	Budowa nowej instalacji c.w.u. z doprowadzeniem do punktów poboru wody na wszystkich kondygnacjach wraz z instalacją cyrkulacyjną. Produkcja c.w.u przez projektowaną pompę ciepła i węzeł cieplny. Montaż licznika ciepła.		
4	Wymiana starych okien drewnianych na nowe wyposażone w szybę zepoloną, z zachowaniem istniejącego kształtu i podziałów stolarki, U = 0,9 W/m <sup>2</sup> K.		
5	Montaż centrali wentylacyjnej z odzyskiem ciepła. Zakłada się instalację wentylatorów z wymiennikiem rotacyjnym o nominalnej sprawności ok. 90%. Montaż instalacji wentylacyjnej wewnątrz budynku. Zasilanie nagrzewnic z projektowanej pompy ciepła. Wypadkowa rekuperacja ciepła o średniorocznej sprawności 66%. Przystosowanie instalacji do chłodzenia w systemie pasywno - aktywnym.		

UWAGA: Dodatkowo przewiduje się przeprowadzenie uzupełniających robót budowlanych, mających na celu zabezpieczenie elementów konstrukcyjnych budynku lub odtworzenie elementów mogących ulec zniszczeniu podczas wykonywania prac termomodernizacyjnych.

Lp.	Rodzaj i zakres pozostałych usprawnień	Planowane koszty robót [zł]	SPBT [lata]
1	Montaż instalacji fotowoltaicznej o mocy 14,84 kW na dachu budynku (53 szt. paneli PV o mocy jednostkowej 280 W).		
2	Wymiana oświetlenia wewnętrznego: wymiana źródeł światła wraz z oprawami i częściową wymianą instalacji elektrycznej oraz montażem nowych tablic rozdzielczych (zgodnie z załącznikiem "Wymiana oświetlenia").		



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

L.p.	Zakres usprawnienia termomodernizacyjnego albo wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Rodzaj usprawnienia termomodernizacyjnego albo wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Wartości sprawności składowych h oraz współczynników w	
1	Wytwarzania ciepła, np. wymiana lokalnego wbudowanego źródła ciepła	Montaż pompy ciepła powietrze - woda	$h_g =$	2,49
2	Przesyłania ciepła, np. izolacja pionów zasilających	Instalacja grzewcza izolowana	$h_d =$	0,96
3	Regulacji systemu grzewczego, np. wprowadzenie automatyki pogodowej	Montaż grzejników lub klimakonwektorów z zaworami termostatycznymi	$h_e =$	0,88
4	Akumulacji ciepła, np. wprowadzenie zasobnika buforowego	Wprowadzenie bufora ciepła	$h_s =$	0,95
5	Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	-	$w_t =$	1,00
6	Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w ciągu doby	Montaż systemu BMS	$w_d =$	0,95
	<b>Sprawność całkowita systemu grzewczego</b>	-	$h_{whphrhe} =$	<b>2,00</b>

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, prace dodatkowe)* [zł]
1	Montaż pompy ciepła z gruntowym wymiennikiem ciepła o mocy ok. 60 kW wraz z niezbędną armaturą. Wykup na własność Inwestora istniejącego w budynku węzła ciepłego. Modernizacja węzła w niezbędnym zakresie, dostosowanie pomieszczenia kotłowni do montażu pompy ciepła. Montaż bufora ciepła. Wymiana instalacji c.o. w budynku z przyłączeniem do źródła ciepła. Montaż ogrzewania podłogowego w pomieszczeniach użytkowych (ok. 950 m <sup>2</sup> ). Montaż nowych grzejników w pozostałych pomieszczeniach (ok. 55 sztuk) wyposażonych w zawory termostatyczne. Montaż systemu zarządzania energią BMS w budynku. Montaż licznika ciepła i energii elektrycznej.	72,4	10,7	295,9	52,6	2,000	193,1	91,95%	
	Docieplenie dachu budynku poprzez natrysk pianki poliuretanowej o współczynniku przewodzenia ciepła 0,025 W/mK - 15 cm.								
	Docieplenie ścian zewnętrznych od wewnątrz materiałem o grubości 9 cm o współczynniku przewodzenia ciepła 0,020 W/mK. Docieplenie ścian zewnętrznych graniczących z gruntem za pomocą styropianu ekstrudowanego o grubości 12 cm o współczynniku przewodzenia ciepła 0,036 W/mK. Z uwagi na zawilgocenia ścian piwnicznych spowodowane kapilarnym podciąganiem wilgoci od fundamentów, konieczne jest uprzednie osuszenie murów i wykonanie izolacji przeciwwilgociowej. Izolacja przeciwwilgociowa ścian.								
	Budowa nowej instalacji c.w.u. z doprowadzeniem do punktów poboru wody na wszystkich kondygnacjach wraz z instalacją cyrkulacyjną. Produkcja c.w.u. przez projektowaną pompę ciepła i węzeł cieplny. Montaż licznika ciepła.								
	Wymiana starych okien drewnianych na nowe wyposażone w szybę zepoloną, z zachowaniem istniejącego kształtu i podziałów stolarki, U = 0,9 W/m <sup>2</sup> K.								
Montaż centrali wentylacyjnej z odzyskiem ciepła. Zakłada się instalację wentylatorów z wymiennikiem rotacyjnym o nominalnej sprawności ok. 90%. Montaż instalacji wentylacyjnej wewnątrz budynku. Zasilanie nagrzewnic z projektowanej pompy ciepła. Wypadkowa rekuperacja ciepła o średniorocznej sprawności 66%. Przystosowanie instalacji do chłodzenia w systemie pasywno - aktywnym.									
2	Montaż pompy ciepła z gruntowym wymiennikiem ciepła o mocy ok. 60 kW wraz z niezbędną armaturą. Wykup na własność Inwestora istniejącego w budynku węzła ciepłego. Modernizacja węzła w niezbędnym zakresie, dostosowanie pomieszczenia kotłowni do montażu pompy ciepła. Montaż bufora ciepła. Wymiana instalacji c.o. w budynku z przyłączeniem do źródła ciepła. Montaż ogrzewania podłogowego w pomieszczeniach użytkowych (ok. 950 m <sup>2</sup> ). Montaż nowych grzejników w pozostałych pomieszczeniach (ok. 55 sztuk) wyposażonych w zawory termostatyczne. Montaż systemu zarządzania energią BMS w budynku. Montaż licznika ciepła i energii elektrycznej.	84,7	10,7	324,1	52,6	2,000	206,5	91,39%	
	Docieplenie dachu budynku poprzez natrysk pianki poliuretanowej o współczynniku przewodzenia ciepła 0,025 W/mK - 15 cm.								
	Docieplenie ścian zewnętrznych od wewnątrz materiałem o grubości 9 cm o współczynniku przewodzenia ciepła 0,020 W/mK. Docieplenie ścian zewnętrznych graniczących z gruntem za pomocą styropianu ekstrudowanego o grubości 12 cm o współczynniku przewodzenia ciepła 0,036 W/mK. Z uwagi na zawilgocenia ścian piwnicznych spowodowane kapilarnym podciąganiem wilgoci od fundamentów, konieczne jest uprzednie osuszenie murów i wykonanie izolacji przeciwwilgociowej. Izolacja przeciwwilgociowa ścian.								
	Budowa nowej instalacji c.w.u. z doprowadzeniem do punktów poboru wody na wszystkich kondygnacjach wraz z instalacją cyrkulacyjną. Produkcja c.w.u. przez projektowaną pompę ciepła i węzeł cieplny. Montaż licznika ciepła.								
Wymiana starych okien drewnianych na nowe wyposażone w szybę zepoloną, z zachowaniem istniejącego kształtu i podziałów stolarki, U = 0,9 W/m <sup>2</sup> K.									

3	Montaż pompy ciepła z gruntowym wymiennikiem ciepła o mocy ok. 60 kW wraz z niezbędną armaturą. Wykup na własność Inwestora istniejącego w budynku węzła ciepłego. Modernizacja węzła w niezbędnym zakresie, dostosowanie pomieszczenia kotłowni do montażu pompy ciepła. Montaż bufora ciepła. Wymiana instalacji c.o. w budynku z przyłączeniem do źródła ciepła. Montaż ogrzewania podłogowego w pomieszczeniach użytkowych (ok. 950 m <sup>2</sup> ). Montaż nowych grzejników w pozostałych pomieszczeniach (ok. 55 sztuk) wyposażonych w zawory termostatyczne. Montaż systemu zarządzania energią BMS w budynku. Montaż licznika ciepła i energii elektrycznej.	102,3	10,7	507,0	52,6	2,000	293,4	87,77%
	Docieplenie dachu budynku poprzez natrysk pianki poliuretanowej o współczynniku przewodzenia ciepła 0,025 W/mK - 15 cm.							
	Docieplenie ścian zewnętrznych od wewnątrz materiałem o grubości 9 cm o współczynniku przewodzenia ciepła 0,020 W/mK. Docieplenie ścian zewnętrznych graniczących z gruntem za pomocą styropianu ekstrudowanego o grubości 12 cm o współczynniku przewodzenia ciepła 0,036 W/mK. Z uwagi na zawilgocenia ścian piwnicznych spowodowane kapilarnym podciąganiem wilgoci od fundamentów, konieczne jest uprzednie osuszenie murów i wykonanie izolacji przeciwwilgociowej. Izolacja przeciwwilgociowa ścian. Budowa nowej instalacji c.w.u. z doprowadzeniem do punktów poboru wody na wszystkich kondygnacjach wraz z instalacją cyrkulacyjną. Produkcja c.w.u. przez projektowaną pompę ciepła i węzeł ciepłny. Montaż licznika ciepła.							
4	Montaż pompy ciepła z gruntowym wymiennikiem ciepła o mocy ok. 60 kW wraz z niezbędną armaturą. Wykup na własność Inwestora istniejącego w budynku węzła ciepłego. Modernizacja węzła w niezbędnym zakresie, dostosowanie pomieszczenia kotłowni do montażu pompy ciepła. Montaż bufora ciepła. Wymiana instalacji c.o. w budynku z przyłączeniem do źródła ciepła. Montaż ogrzewania podłogowego w pomieszczeniach użytkowych (ok. 950 m <sup>2</sup> ). Montaż nowych grzejników w pozostałych pomieszczeniach (ok. 55 sztuk) wyposażonych w zawory termostatyczne. Montaż systemu zarządzania energią BMS w budynku. Montaż licznika ciepła i energii elektrycznej.	102,3	10,7	507,0	112,7	2,000	353,5	85,26%
	Docieplenie dachu budynku poprzez natrysk pianki poliuretanowej o współczynniku przewodzenia ciepła 0,025 W/mK - 15 cm.							
	Docieplenie ścian zewnętrznych od wewnątrz materiałem o grubości 9 cm o współczynniku przewodzenia ciepła 0,020 W/mK. Docieplenie ścian zewnętrznych graniczących z gruntem za pomocą styropianu ekstrudowanego o grubości 12 cm o współczynniku przewodzenia ciepła 0,036 W/mK. Z uwagi na zawilgocenia ścian piwnicznych spowodowane kapilarnym podciąganiem wilgoci od fundamentów, konieczne jest uprzednie osuszenie murów i wykonanie izolacji przeciwwilgociowej. Izolacja przeciwwilgociowa ścian.							
5	Montaż pompy ciepła z gruntowym wymiennikiem ciepła o mocy ok. 60 kW wraz z niezbędną armaturą. Wykup na własność Inwestora istniejącego w budynku węzła ciepłego. Modernizacja węzła w niezbędnym zakresie, dostosowanie pomieszczenia kotłowni do montażu pompy ciepła. Montaż bufora ciepła. Wymiana instalacji c.o. w budynku z przyłączeniem do źródła ciepła. Montaż ogrzewania podłogowego w pomieszczeniach użytkowych (ok. 950 m <sup>2</sup> ). Montaż nowych grzejników w pozostałych pomieszczeniach (ok. 55 sztuk) wyposażonych w zawory termostatyczne. Montaż systemu zarządzania energią BMS w budynku. Montaż licznika ciepła i energii elektrycznej.	156,8	10,7	994,1	112,7	2,000	584,9	75,61%
	Docieplenie dachu budynku poprzez natrysk pianki poliuretanowej o współczynniku przewodzenia ciepła 0,025 W/mK - 15 cm.							
6	Montaż pompy ciepła z gruntowym wymiennikiem ciepła o mocy ok. 60 kW wraz z niezbędną armaturą. Wykup na własność Inwestora istniejącego w budynku węzła ciepłego. Modernizacja węzła w niezbędnym zakresie, dostosowanie pomieszczenia kotłowni do montażu pompy ciepła. Montaż bufora ciepła. Wymiana instalacji c.o. w budynku z przyłączeniem do źródła ciepła. Montaż ogrzewania podłogowego w pomieszczeniach użytkowych (ok. 950 m <sup>2</sup> ). Montaż nowych grzejników w pozostałych pomieszczeniach (ok. 55 sztuk) wyposażonych w zawory termostatyczne. Montaż systemu zarządzania energią BMS w budynku. Montaż licznika ciepła i energii elektrycznej.	192,8	10,7	1357,2	112,7	2,000	757,3	68,42%

\* Dokłady kosztów dodatkowych doliczono koszt wykonania instalacji PV oraz koszt modernizacji instalacji oświetlenia wewnętrznego

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			91,95%	n/d	n/d		
2	WARIANT 2			91,39%	n/d	n/d		
3	WARIANT 3			87,77%	n/d	n/d		
4	WARIANT 4			85,26%	n/d	n/d		
5	WARIANT 5			75,61%	n/d	n/d		
6	WARIANT 6			68,42%	n/d	n/d		

## Wnioski

1. Budynek nieocieplony, charakteryzuje się wysokim zapotrzebowaniem na energię grzewczą.
2. Budynek znajduje się w dostatecznym ogólnym stanie technicznym i wymaga przeprowadzenia prac remontowych (usprawnień) związanych z ociepleniem i modernizacją systemu grzewczego.

### Zalecane w wyniku przeprowadzonych analiz usprawnienia:

Montaż pompy ciepła z gruntowym wymiennikiem ciepła o mocy ok. 60 kW wraz z niezbędną armaturą. Wykup na własność Inwestora istniejącego w budynku węzła cieplnego. Modernizacja węzła w niezbędnym zakresie, dostosowanie pomieszczenia kotłowni do montażu pompy ciepła. Montaż bufora ciepła. Wymiana instalacji c.o. w budynku z przyłączeniem do źródła ciepła. Montaż ogrzewania podłogowego w pomieszczeniach użytkowych (ok. 950 m<sup>2</sup>). Montaż nowych grzejników w pozostałych pomieszczeniach (ok. 55 sztuk) wyposażonych w zawory termostatyczne. Montaż systemu zarządzania energią BMS w budynku. Montaż licznika ciepła i energii elektrycznej.

Docieplenie dachu budynku poprzez natrysk pianki poliuretanowej o współczynniku przewodzenia ciepła 0,025 W/mK - 15 cm.

Docieplenie ścian zewnętrznych od wewnątrz materiałem o grubości 9 cm o współczynniku przewodzenia ciepła 0,020 W/mK.

Docieplenie ścian zewnętrznych graniczących z gruntem za pomocą styropianu ekstrudowanego o grubości 12 cm o współczynniku przewodzenia ciepła 0,036 W/mK. Z uwagi na zawilgocenia ścian piwnicznych spowodowane kapilarnym podciąganiem wilgoci od fundamentów, konieczne jest uprzednie osuszenie murów i wykonanie izolacji przeciwwilgociowej. Izolacja przeciwwilgociowa ścian.

Budowa nowej instalacji c.w.u. z doprowadzeniem do punktów poboru wody na wszystkich kondygnacjach wraz z instalacją cyrkulacyjną. Produkcja c.w.u. przez projektowaną pompę ciepła i węzeł cieplny. Montaż licznika ciepła.

Wymiana starych okien drewnianych na nowe wyposażone w szybę zepoloną, z zachowaniem istniejącego kształtu i podziałów stolarki,  $U = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Montaż centrali wentylacyjnej z odzyskiem ciepła. Zakłada się instalację wentylatorów z wymiennikiem rotacyjnym o nominalnej sprawności ok. 90%. Montaż instalacji wentylacyjnej wewnątrz budynku. Zasilanie nagrzewnic z projektowanej pompy ciepła. Wypadkowa rekuperacja ciepła o średniorocznej sprawności 66%. Przystosowanie instalacji do chłodzenia w systemie pasywno - aktywnym.

Montaż instalacji fotowoltaicznej o mocy 14,84 kW na dachu budynku (53 szt. paneli PV o mocy jednostkowej 280 W).

Wymiana oświetlenia wewnętrznego: wymiana źródeł światła wraz z oprawami i częściową wymianą instalacji elektrycznej oraz montażem nowych tablic rozdzielczych (zgodnie z załącznikiem "Wymiana oświetlenia").

### UWAGA:

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

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

mgr inż. Jarosław Kozub  
Audytorski  
Autoryzacja KAPE nr 0188  
Autoryzacja ZAE nr 1121



mgr inż. Jarosław Kozub

# Załącznik 1

Bilans energetyczny budynku przed  
modernizacją

Wyniki - Ogólne

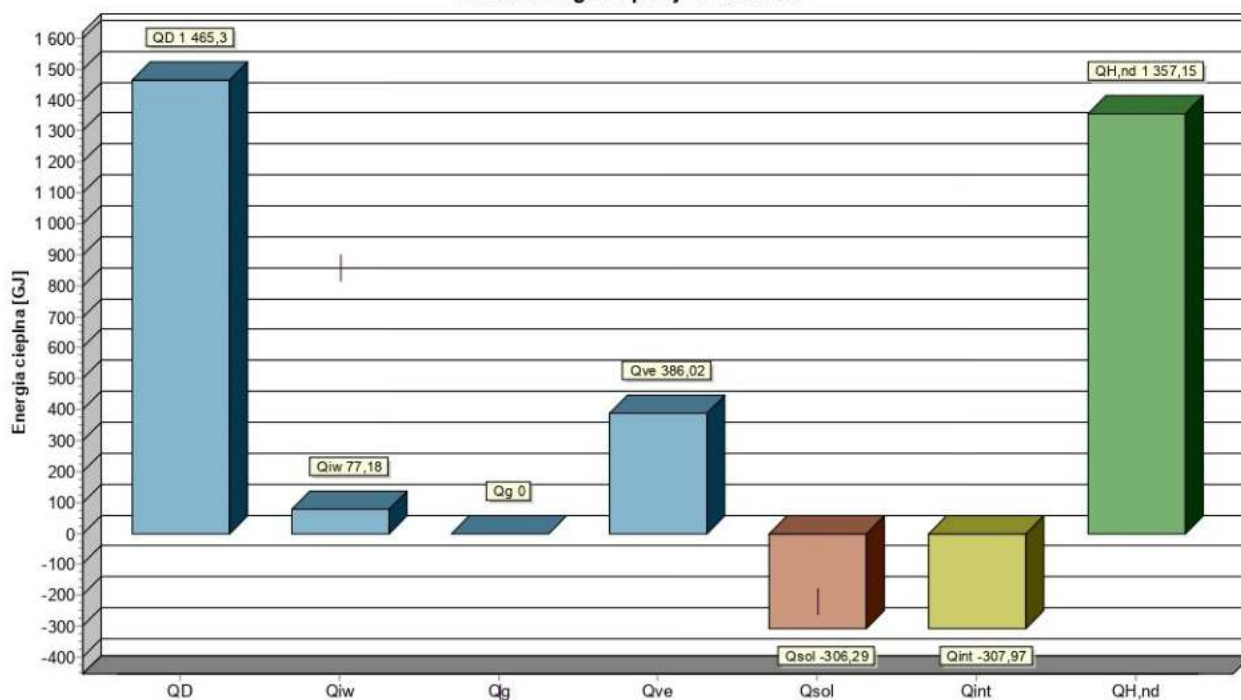
<b>Podstawowe informacje:</b>		
Nazwa projektu:	Bilans energetyczny budynku - przed modernizacją	
Miejscowość:	Ostróda	
Adres:	ul. Olsztyńska 1	
Projektant:	Marcin Rosenow	
<b>Normy:</b>		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790	
<b>Dane klimatyczne:</b>		
Strefa klimatyczna:	STREFA III	
Projektowa temperatura zewnętrzna $\theta_e$ :	-20	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$ :	7,6	°C
Stacja meteorologiczna:	Olsztyn	
<b>Grunt:</b>		
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir	
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/(m <sup>3</sup> ·K)
Głębokość okresowego wnikania ciepła $\delta$ :	3,167	m
Współczynnik przewodzenia ciepła $\lambda_g$ :	2,0	W/(m·K)
<b>Podstawowe wyniki obliczeń budynku:</b>		
Powierzchnia ogrzewana budynku $A_H$ :	1764,4	m <sup>2</sup>
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :	6056,1	m <sup>3</sup>
Projektowa strata ciepła przez przenikanie $\Phi_T$ :	157049	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła $\Phi_V$ :	35733	W
Całkowita projektowa strata ciepła $\Phi$ :	192782	W
Nadwyżka mocy cieplnej $\Phi_{RH}$ :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku $\Phi_{HL}$ :	192782	W
<b>Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:</b>		
Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$ :	109,3	W/m <sup>2</sup>
Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$ :	31,8	W/m <sup>3</sup>
<b>Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:</b>		
Powietrze infiltrujące $V_{infv}$ :	1267,6	m <sup>3</sup> /h
Powietrze dodatkowo infiltrujące $V_{m,infv}$ :	0,0	m <sup>3</sup> /h
Wymagane powietrze nawiewane mech. $V_{su,min}$ :	1178,4	m <sup>3</sup> /h
Powietrze nawiewane mech. $V_{su}$ :	1178,4	m <sup>3</sup> /h
Wymagane powietrze usuwane mech. $V_{ex,min}$ :	1178,4	m <sup>3</sup> /h
Powietrze usuwane mech. $V_{ex}$ :	1178,4	m <sup>3</sup> /h

Wyniki - Ogólne

Średnia liczba wymian powietrza $n$ :	0,6	
Dopływające powietrze wentylacyjne $V_v$ :	3876,5	m <sup>3</sup> /h
Średnia temperatura dopływającego powietrza $\theta_v$ :	-11,5	°C
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Olsztyn	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$ :	3452,3	m <sup>3</sup> /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :	1357,15	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :	376985	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku $A_H$ :	1764	m <sup>2</sup>
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :	6056,1	m <sup>3</sup>
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EA_H$ :	769,2	MJ/(m <sup>2</sup> · rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EA_H$ :	213,7	kWh/(m <sup>2</sup> · rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EV_H$ :	224,1	MJ/(m <sup>3</sup> · rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EV_H$ :	62,2	kWh/(m <sup>3</sup> · rok)

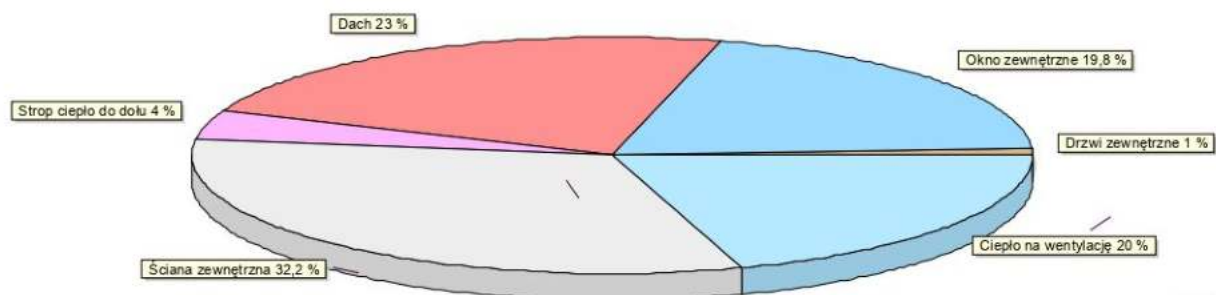


Bilans energii cieplnej - W sezonie



Miesiąc	L <sub>d,m</sub> dni	T <sub>em,m</sub> °C	Q <sub>D</sub> GJ/rok	Q <sub>g</sub> GJ/rok	Q <sub>ve</sub> GJ/rok	Q <sub>sol</sub> GJ/rok	Q <sub>int</sub> GJ/rok	Q <sub>H,nd</sub> GJ/rok	γ <sub>H,m</sub>	γ <sub>H,lim</sub>
Styczeń	31	-3,6	240,82	0,00	61,93	12,77	34,97	265,97	0,152	1,293
Luty	28	-2,9	211,06	0,00	60,09	20,45	31,59	229,00	0,185	1,293
Marzec	31	2,5	178,57	0,00	45,92	38,26	34,97	161,58	0,313	1,293
Kwiecień	30	5,5	143,19	0,00	38,05	54,95	33,84	104,28	0,469	1,293
Maj	31	10,9	92,86	0,00	23,88	81,61	34,97	30,81	0,944	1,293
Czerwiec	0	15,4	45,42	0,00	12,07	79,11	33,84	4,04	1,802	1,293
Lipiec	0	17,7	23,47	0,00	6,04	84,90	34,97	0,34	3,517	1,293
Sierpień	0	16,5	35,71	0,00	9,18	75,72	34,97	1,84	2,225	1,293
Wrzesień	30	12,8	71,10	0,00	18,89	45,98	33,84	28,81	0,834	1,293
Październik	31	6,3	139,80	0,00	35,95	25,97	34,97	123,54	0,332	1,293
Listopad	30	1,9	178,74	0,00	47,50	13,29	33,84	188,09	0,201	1,293
Grudzień	31	-0,5	209,18	0,00	53,80	13,02	34,97	225,05	0,176	1,293
<b>W sezonie</b>	<b>273</b>	<b>6,9</b>	<b>1465,30</b>	<b>0,00</b>	<b>386,02</b>	<b>306,29</b>	<b>307,97</b>	<b>1357,15</b>		<b>1,293</b>

Szczegółowe zestawienie strat energii cieplnej



1 % Drzwi zewnętrzne	19,8 % Okno zewnętrzne	23 % Dach	4 % Strop ciepło do dołu
32,2 % Ściana zewnętrzna	20 % Ciepło na wentylację		

Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
🚪 Drzwi zewnętrzne	18,37	5102	1,0
🪟 Okno zewnętrzne	381,58	105993	19,8
🏠 Dach	444,39	123441	23,0
🏠 Strop ciepło do dołu	77,18	21439	4,0
🧱 Ściana zewnętrzna	620,97	172491	32,2
♯ Ciepło na wentylację	386,02	107229	20,0
Σ Razem	1928,50	535695	100,0

Wyniki - Zestawienie przegród

Opis	U	A	A <sub>G1</sub>	Q <sub>T</sub>
	W/m <sup>2</sup> ·K	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	GJ/r
Dach budynku	1,257	884,00		44
Drzwi zewnętrzne	3,600	11,94	3,58	1
Okna wymienione	1,300	25,83	20,67	1
Okna drewniane	3,120	272,99	218,39	36
Podłoga w piwnicy	0,461	578,60		
Strop nad piwnicą	1,283	365,28		7
Ściana zewnętrzna	1,413	290,41		15
Ściana zewnętrzna	1,141	818,30		35
Ściana zewnętrzna	0,823	328,97		10
Ściana zewnętrzna przy gruncie	0,145	102,73		

Wyniki - Przegrody

Symbol	D	Opis materiału	$\lambda$	$c_p$	R
	m		W/(m·K)	kJ/(kg·K)	m <sup>2</sup> ·K/W
D1	Dach budynku				
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
DACHÓW_CER	0,0010	Dachówka ceramiczna.	0,820	0,880	0,001
SOSNA	0,0250	Drewno sosnowe w poprzek włókien.	0,160	2,510	0,156
WAR. POW	0,0500	Warstwa powietrzna niewentylowana.			0,160
POLEPA	0,1000	Polepa	0,550	0,840	0,182
SOSNA	0,0250	Drewno sosnowe w poprzek włókien.	0,160	2,510	0,156
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,100
Opór przejmowania na zewnątrz $R_e$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,796
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					1,257
PG	Podłoga w piwnicy				
Rodzaj przegrody: Podłoga w piwnicy, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
Ściana przy podłodze: SZPG					
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej $Z_{gw}$ : 5,00 m					
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu $Z$ : 1,00 m					
BETON-1900	0,0200	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	0,840	0,020
POLIETYLEN	0,0100	Folia polietylenowa.	0,200	1,420	0,050
BETON-1900	0,1000	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	0,840	0,100
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania $R_g$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					2,000
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					2,170
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,461
STR	Strop nad piwnicą				
Rodzaj przegrody: Strop ciepło do dołu, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
BETON-1900	0,0500	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	0,840	0,050
CEGŁA-PEŁN	0,3000	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	0,880	0,390
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,170
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,170
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,780
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					1,283
SZ1	Ściana zewnętrzna				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
TYNK-CEM	0,0200	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	0,840	0,020
CEGŁA-PEŁN	0,7700	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	0,880	1,000
TYNK-CW	0,0200	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,840	0,024
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,130
Opór przejmowania na zewnątrz $R_e$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					1,214
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,823

**Parametry przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej**

**Energia finalna i pierwotna**

Lp	Opis	Energia finalna		wi	Energia pierwotna		Emisja Co2	
		GJ/rok	kWh/rok	-	GJ/rok	kWh/rok	Mg/MWh	kg/rok
<b>Przed modernizacją:</b>								
1	Oświetlenie fluorescencyjne i żarowe	171,50	47 639	3,00	514,50	142 916	0,80	38 015,76
<b>Po modernizacji:</b>								
1	Oświetlenie LED	102,90	28 583	3,00	308,70	85 750	0,80	22 809,46
	<i>Oszczędność</i>	<b>68,60</b>	<b>19 056</b>		<b>205,80</b>	<b>57 167</b>		<b>15 206,30</b>

Nośnik energii :	energia elektryczna - Państwowa Sieć Elektroenergetyczna
wi :	3,00
Wsk. emisji CO2, Mg/MWh:	0,798

**Parametry przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej (na podstawie audytu efektywności energetycznej)**

1	Średnioroczna oszczędność energii finalnej:	<b>19 056</b> [kWh/rok]	<b>1,638</b>	[toe/rok]
2	Średnioroczna oszczędność energii pierwotnej:	<b>57 167</b> [kWh/rok]	<b>4,915</b>	[toe/rok]
3	Szacowana wielkość redukcji emisji CO2	<b>15,21</b>		ton/rok

1GJ/toe                      41,868 GJ/toe  
 1kWh/toe                    11 630 kWh/toe

## Ocena opłacalności

## Modernizacja oświetlenia wewnętrznego

Lp.	Omówienie	Jedn.	Oprawy światłótkowe i żarowe	Oświetlenie LED
1	Moc całkowita oświetlenia	kW	26,5	15,9
2	Roczne zapotrzebowanie na energię finalną na pracę oświetlenia	kWh/rok	47 639	28 583
3	Roczne oszczędność energii na pracę oświetlenia	kWh/rok		19 056
4	Jednostkowy koszt energii elektrycznej	zł/kWh	0,5200	0,5200
5	Koszt pracy oświetlenia w ciągu roku	zł/rok	24 772,28	14 863,16
6	Roczna oszczędność na pracy oświetlenia	zł/rok		9 909,12
7	Oszczędność kosztów pracy oświetlenia w okresie 10 lat	zł/rok		99 091,20
8	Całkowity szacowany koszt przedsięwzięcia	zł		225 280,00
9	Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych SPBT	lata		22,73

# Załącznik 4

Analiza zastosowania paneli  
fotowoltaicznych



## PANELE FOTOWOLTAICZNE - analiza nasłonecznienia

szerokość geograficzna - Olsztyńska 1, Ostróda

stopnie	minuty	sekundy
53	42	19

Kolejny dzień roku	Deklinacja Q	Deklinacja Q	Liczba godzin dziennych DL	Miesiące	Liczba godzin dziennych w miesiącu	Całkowita energia promieniowania słonecznego (45st.S)	Średnie natężenie promieniowania (45st.S)
-	[stopnie]	[rad]	[h/dzień]	-	[h/mies.]	[Wh/m2*m-c]	[W/m2]
1	-23,031	-0,402	7,28	styczeń	242,28	31980	132,0
2	-22,951	-0,401	7,31				
3	-22,865	-0,399	7,33				
4	-22,772	-0,397	7,35				
5	-22,673	-0,396	7,38				
6	-22,566	-0,394	7,41				
7	-22,453	-0,392	7,43				
8	-22,333	-0,390	7,47				
9	-22,207	-0,388	7,50				
10	-22,074	-0,385	7,53				
11	-21,934	-0,383	7,57				
12	-21,788	-0,380	7,60				
13	-21,636	-0,378	7,64				
14	-21,477	-0,375	7,68				
15	-21,312	-0,372	7,72				
16	-21,140	-0,369	7,76				
17	-20,962	-0,366	7,81				
18	-20,778	-0,363	7,85				
19	-20,588	-0,359	7,90				
20	-20,392	-0,356	7,95				
21	-20,190	-0,352	7,99				
22	-19,981	-0,349	8,04				
23	-19,767	-0,345	8,09				
24	-19,547	-0,341	8,15				
25	-19,321	-0,337	8,20				
26	-19,089	-0,333	8,25				
27	-18,852	-0,329	8,31				
28	-18,609	-0,325	8,36				
29	-18,361	-0,320	8,42				
30	-18,107	-0,316	8,47				
31	-17,848	-0,312	8,53				



32	-17,583	-0,307	8,59	luty	264,95	35451	133,8
33	-17,314	-0,302	8,65				
34	-17,039	-0,297	8,71				
35	-16,759	-0,293	8,77				
36	-16,474	-0,288	8,83				
37	-16,185	-0,282	8,90				
38	-15,890	-0,277	8,96				
39	-15,591	-0,272	9,02				
40	-15,287	-0,267	9,09				
41	-14,979	-0,261	9,15				
42	-14,666	-0,256	9,22				
43	-14,349	-0,250	9,28				
44	-14,027	-0,245	9,35				
45	-13,702	-0,239	9,41				
46	-13,372	-0,233	9,48				
47	-13,039	-0,228	9,55				
48	-12,701	-0,222	9,62				
49	-12,360	-0,216	9,69				
50	-12,015	-0,210	9,75				
51	-11,667	-0,204	9,82				
52	-11,315	-0,197	9,89				
53	-10,960	-0,191	9,96				
54	-10,601	-0,185	10,03				
55	-10,239	-0,179	10,10				
56	-9,875	-0,172	10,17				
57	-9,507	-0,166	10,24				
58	-9,137	-0,159	10,31				
59	-8,764	-0,153	10,38				
60	-8,388	-0,146	10,46				
61	-8,010	-0,140	10,53				
62	-7,629	-0,133	10,60				
63	-7,246	-0,126	10,67				
64	-6,861	-0,120	10,74				
65	-6,474	-0,113	10,81				
66	-6,086	-0,106	10,89				
67	-5,695	-0,099	10,96				
68	-5,302	-0,093	11,03				
69	-4,908	-0,086	11,10				
70	-4,513	-0,079	11,18				
71	-4,116	-0,072	11,25				
72	-3,718	-0,065	11,32				
73	-3,319	-0,058	11,40				
74	-2,919	-0,051	11,47				
75	-2,518	-0,044	11,54				
76	-2,116	-0,037	11,62				
77	-1,714	-0,030	11,69				
78	-1,311	-0,023	11,76				
79	-0,908	-0,016	11,84				
80	-0,505	-0,009	11,91				
81	-0,101	-0,002	11,98				
82	0,303	0,005	12,05				
83	0,706	0,012	12,13				
84	1,110	0,019	12,20				
85	1,513	0,026	12,27				
86	1,915	0,033	12,35				
87	2,317	0,040	12,42				
88	2,719	0,047	12,49				
89	3,119	0,054	12,57				
90	3,519	0,061	12,64				
marzec					357,87	63342	177,0

91	3,917	0,068	12,71				
92	4,315	0,075	12,79				
93	4,711	0,082	12,86				
94	5,106	0,089	12,93				
95	5,499	0,096	13,00				
96	5,890	0,103	13,08				
97	6,280	0,110	13,15				
98	6,668	0,116	13,22				
99	7,054	0,123	13,29				
100	7,438	0,130	13,37				
101	7,820	0,136	13,44				
102	8,199	0,143	13,51				
103	8,576	0,150	13,58				
104	8,951	0,156	13,65				
105	9,322	0,163	13,72				
106	9,691	0,169	13,79	kwiecień	412,46	107053	259,6
107	10,058	0,176	13,86				
108	10,421	0,182	13,93				
109	10,781	0,188	14,00				
110	11,138	0,194	14,07				
111	11,491	0,201	14,14				
112	11,841	0,207	14,21				
113	12,188	0,213	14,28				
114	12,531	0,219	14,35				
115	12,870	0,225	14,42				
116	13,206	0,230	14,48				
117	13,537	0,236	14,55				
118	13,865	0,242	14,62				
119	14,189	0,248	14,68				
120	14,508	0,253	14,75				
121	14,823	0,259	14,82				
122	15,133	0,264	14,88				
123	15,440	0,269	14,95				
124	15,741	0,275	15,01				
125	16,038	0,280	15,07				
126	16,330	0,285	15,13				
127	16,617	0,290	15,20				
128	16,900	0,295	15,26				
129	17,177	0,300	15,32				
130	17,449	0,305	15,38				
131	17,716	0,309	15,44				
132	17,978	0,314	15,50				
133	18,235	0,318	15,55				
134	18,486	0,323	15,61				
135	18,731	0,327	15,67				
136	18,971	0,331	15,72				
137	19,206	0,335	15,78				
138	19,435	0,339	15,83				
139	19,658	0,343	15,88				
140	19,875	0,347	15,93				
141	20,086	0,351	15,98				
142	20,291	0,354	16,03				
143	20,491	0,358	16,08				
144	20,684	0,361	16,12				
145	20,871	0,364	16,17				
146	21,052	0,367	16,21				
147	21,227	0,370	16,26				
148	21,395	0,373	16,30				
149	21,557	0,376	16,34				
150	21,713	0,379	16,38				
151	21,862	0,382	16,42	maj	486,20	139066	286,0

# Załącznik 2

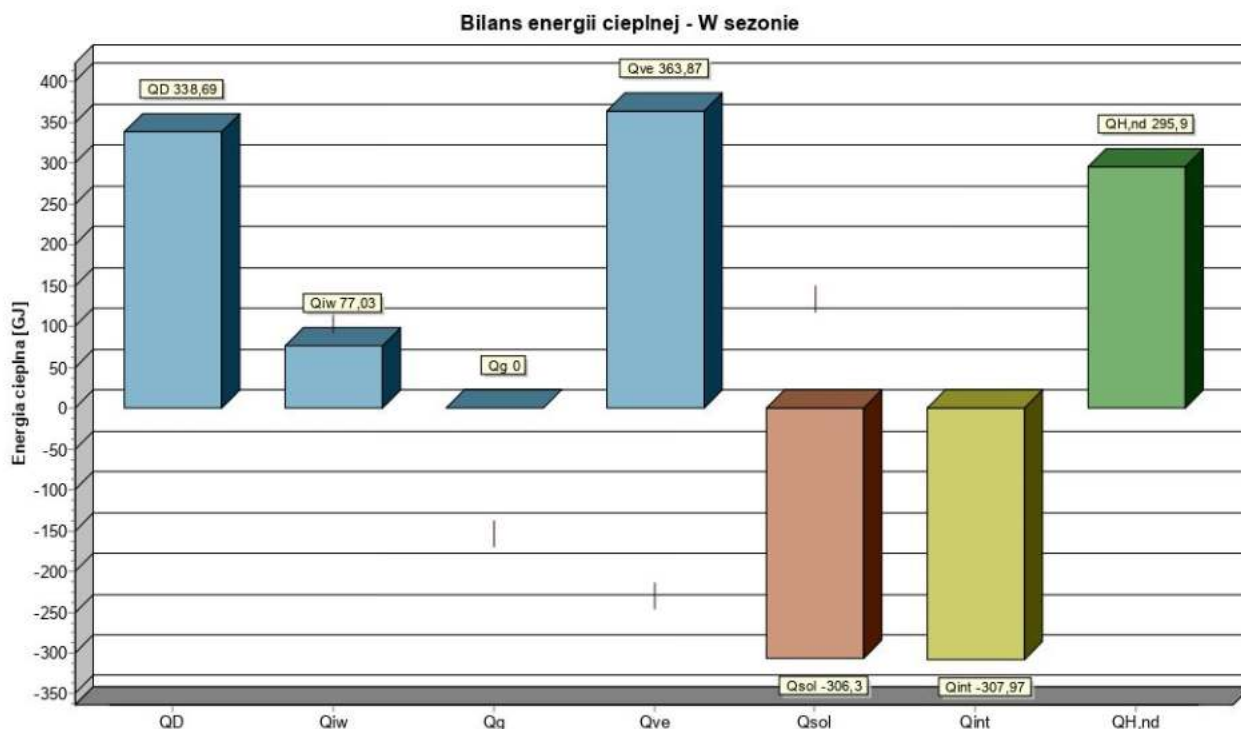
Bilans energetyczny budynku dla  
optymalnego wariantu przedsięwzięcia  
termomodernizacyjnego

Wyniki - Ogólne

<b>Podstawowe informacje:</b>		
Nazwa projektu:	Bilans energetyczny budynku - wariant pierwszy	
Miejscowość:	Ostróda	
Adres:	ul. Olsztyńska 1	
Projektant:	Marcin Rosenow	
<b>Normy:</b>		
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	
<b>Dane klimatyczne:</b>		
Strefa klimatyczna:	STREFA III	
Projektowa temperatura zewnętrzna $\theta_e$ :	-20	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$ :	7,6	°C
Stacja meteorologiczna:	Olsztyn	
<b>Grunt:</b>		
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir	
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/(m <sup>3</sup> ·K)
Głębokość okresowego wnikania ciepła $\delta$ :	3,167	m
Współczynnik przewodzenia ciepła $\lambda_g$ :	2,0	W/(m·K)
<b>Podstawowe wyniki obliczeń budynku:</b>		
Powierzchnia ogrzewana budynku $A_H$ :	1764,4	m <sup>2</sup>
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :	6056,1	m <sup>3</sup>
Projektowa strata ciepła przez przenikanie $\Phi_T$ :	39877	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła $\Phi_V$ :	32527	W
Całkowita projektowa strata ciepła $\Phi$ :	72404	W
Nadwyżka mocy cieplnej $\Phi_{RH}$ :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku $\Phi_{HL}$ :	72404	W
<b>Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:</b>		
Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$ :	41,0	W/m <sup>2</sup>
Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$ :	12,0	W/m <sup>3</sup>
<b>Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:</b>		
Powietrze infiltrujące $V_{infv}$ :	1267,6	m <sup>3</sup> /h
Powietrze dodatkowo infiltrujące $V_{m,infv}$ :	0,0	m <sup>3</sup> /h
Wymagane powietrze nawiewane mech. $V_{su,min}$ :	1178,4	m <sup>3</sup> /h
Powietrze nawiewane mech. $V_{su}$ :	1178,4	m <sup>3</sup> /h
Wymagane powietrze usuwane mech. $V_{ex,min}$ :	1178,4	m <sup>3</sup> /h
Powietrze usuwane mech. $V_{ex}$ :	1178,4	m <sup>3</sup> /h

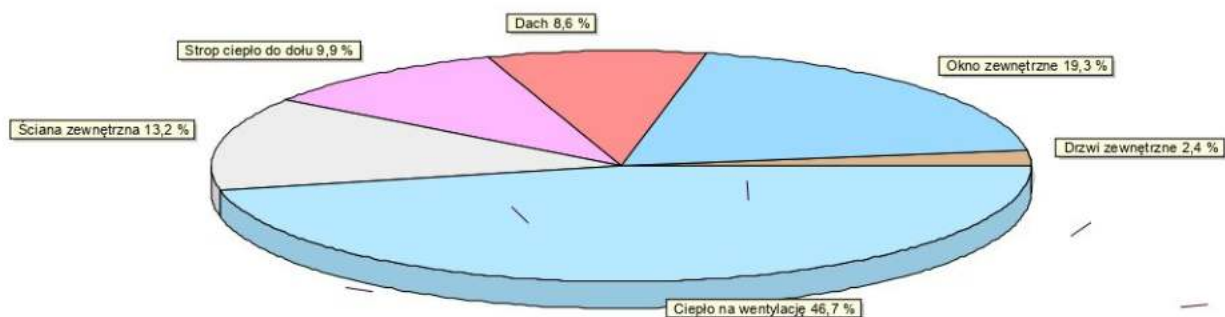
Wyniki - Ogólne

Średnia liczba wymian powietrza $n$ :	0,6	
Dopływające powietrze wentylacyjne $V_v$ :	3876,5	m <sup>3</sup> /h
Średnia temperatura dopływającego powietrza $\theta_v$ :	-9,1	°C
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Olsztyn	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$ :	3452,3	m <sup>3</sup> /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :	295,90	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :	82194	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku $A_H$ :	1764	m <sup>2</sup>
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :	6056,1	m <sup>3</sup>
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EA_H$ :	167,7	MJ/(m <sup>2</sup> · rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EA_H$ :	46,6	kWh/(m <sup>2</sup> · rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EV_H$ :	48,9	MJ/(m <sup>3</sup> · rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EV_H$ :	13,6	kWh/(m <sup>3</sup> · rok)



Miesiąc	L <sub>d,m</sub> dni	T <sub>em,m</sub> °C	Q <sub>D</sub> GJ/rok	Q <sub>g</sub> GJ/rok	Q <sub>ve</sub> GJ/rok	Q <sub>sol</sub> GJ/rok	Q <sub>int</sub> GJ/rok	Q <sub>H,nd</sub> GJ/rok	γ <sub>H,m</sub>	γ <sub>H,lim</sub>
Styczeń	31	-3,6	55,66	0,00	58,38	12,77	34,97	77,23	0,382	1,144
Luty	28	-2,9	48,78	0,00	56,65	20,45	31,59	63,25	0,452	1,144
Marzec	31	2,5	41,28	0,00	43,29	38,26	34,97	23,98	0,780	1,144
Kwiecień	30	5,5	33,10	0,00	35,87	54,95	33,84	5,62	1,152	1,144
Maj	31	10,9	21,46	0,00	22,51	81,62	34,97	0,09	2,297	1,144
Czerwiec	0	15,4	10,50	0,00	11,38	79,11	33,84	0,00	4,170	1,144
Lipiec	0	17,7	5,42	0,00	5,69	84,91	34,97	0,00	7,622	1,144
Sierpień	0	16,5	8,26	0,00	8,66	75,73	34,97	0,00	5,083	1,144
Wrzesień	30	12,8	16,43	0,00	17,81	45,98	33,84	0,16	1,999	1,144
Październik	31	6,3	32,31	0,00	33,89	25,97	34,97	16,55	0,824	1,144
Listopad	30	1,9	41,31	0,00	44,77	13,29	33,84	47,93	0,497	1,144
Grudzień	31	-0,5	48,35	0,00	50,71	13,02	34,97	61,10	0,440	1,144
<b>W sezonie</b>	<b>273</b>	<b>6,9</b>	<b>338,69</b>	<b>0,00</b>	<b>363,87</b>	<b>306,30</b>	<b>307,97</b>	<b>295,90</b>		<b>1,144</b>

Szczegółowe zestawienie strat energii cieplnej



2,4 % Drzwi zewnętrzne	19,3 % Okno zewnętrzne	8,6 % Dach	9,9 % Strop ciepło do dołu
13,2 % Ściana zewnętrzna	46,7 % Ciepło na wentylację		

Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
Drzwi zewnętrzne	18,37	5102	2,4
Okno zewnętrzne	150,52	41812	19,3
Dach	67,03	18620	8,6
Strop ciepło do dołu	77,03	21397	9,9
Ściana zewnętrzna	102,77	28548	13,2
Ciepło na wentylację	363,87	101075	46,7
Σ Razem	779,59	216554	100,0

Wyniki - Zestawienie przegród

Opis	U	A
	W/m <sup>2</sup> ·K	m <sup>2</sup>
Dach budynku	0,147	884,00
Drzwi zewnętrzne	3,600	11,94
Okna wymienione	1,300	25,83
Okna drewniane	0,900	272,99
Podłoga w piwnicy	0,461	578,60
Strop nad piwnicą	1,283	365,28
Ściana zewnętrzna	0,192	299,14
Ściana zewnętrzna	0,186	818,30
Ściana zewnętrzna	0,175	328,97
Ściana zewnętrzna przy gruncie	0,157	102,73



Wyniki - Przegrody

Symbol	D	Opis materiału	$\lambda$	$c_p$	R
	m		W/(m·K)	kJ/(kg·K)	m <sup>2</sup> ·K/W
D1	Dach budynku				
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
DACHÓW_CER	0,0010	Dachówka ceramiczna.	0,820	0,880	0,001
SOSNA	0,0250	Drewno sosnowe w poprzek włókien.	0,160	2,510	0,156
WAR. POW	0,0500	Warstwa powietrzna niewentylowana.			0,160
POLEPA	0,1000	Polepa	0,550	0,840	0,182
SOSNA	0,0250	Drewno sosnowe w poprzek włókien.	0,160	2,510	0,156
PIAN_PU_S	0,1500	Pianka poliuretanowa spieniona w szczeln	0,025	1,460	6,000
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,100
Opór przejmowania na zewnątrz $R_e$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					6,796
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,147
PG	Podłoga w piwnicy				
Rodzaj przegrody: Podłoga w piwnicy, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
Ściana przy podłodze: SZPG					
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej $Z_{gw}$ : 5,00 m					
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 1,00 m					
BETON-1900	0,0200	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	0,840	0,020
POLIETYLEN	0,0100	Folia polietylenowa.	0,200	1,420	0,050
BETON-1900	0,1000	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	0,840	0,100
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania $R_g$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					2,000
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					2,170
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,461
STR	Strop nad piwnicą				
Rodzaj przegrody: Strop ciepło do dołu, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
BETON-1900	0,0500	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	0,840	0,050
CEGŁA-PEŁN	0,3000	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	0,880	0,390
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,170
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,170
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,780
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					1,283
SZ1	Ściana zewnętrzna				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
TYNK-CEM	0,0200	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	0,840	0,020
CEGŁA-PEŁN	0,7700	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	0,880	1,000
TYNK-CW	0,0200	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,840	0,024
PIAN020	0,0900	Pianka poliuretanowa spieniona w szczeln	0,020	1,460	4,500
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,130
Opór przejmowania na zewnątrz $R_e$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,040

Wyniki - Przegrody

Symbol	D	Opis materiału	$\lambda$	$c_p$	R
	m		W/(m·K)	kJ/(kg·K)	m <sup>2</sup> ·K/W
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					5,714
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,175
<b>SZ2</b>	Ściana zewnętrzna				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
TYNK-CEM	0,0200	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	0,840	0,020
CEGLA-PEŁN	0,5100	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	0,880	0,662
TYNK-CW	0,0200	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,840	0,024
PIAN020	0,0900	Pianka poliuretanowa spieniona w szczeln	0,020	1,460	4,500
Opór przejmowania wewnątrz R <sub>i</sub> , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,130
Opór przejmowania na zewnątrz R <sub>e</sub> , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					5,377
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,186
<b>SZ3</b>	Ściana zewnętrzna				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
TYNK-CEM	0,0200	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	0,840	0,020
CEGLA-PEŁN	0,3800	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	0,880	0,494
TYNK-CW	0,0200	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,840	0,024
PIAN020	0,0900	Pianka poliuretanowa spieniona w szczeln	0,020	1,460	4,500
Opór przejmowania wewnątrz R <sub>i</sub> , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,130
Opór przejmowania na zewnątrz R <sub>e</sub> , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					5,208
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,192
<b>SZPG</b>	Ściana zewnętrzna przy gruncie				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna przy gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgot					
Podłoga przyległa do ściany: PG					
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 2,00 m					
TYNK-CEM	0,0200	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	0,840	0,020
CEGLA-PEŁN	0,7700	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	0,880	1,000
STYREKST	0,1200	Styropian ekstrudowany	0,036	1,460	3,333
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R <sub>g</sub> , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					2,000
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					6,353
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,157

Wyniki - Zestawienie grup pomieszczeń

Opis	$\theta_{int}$	$A_h$	$V_h$	$\Phi_{HL}$	Typ strefy
	°C	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	W	
Grupa CW				5	Inny niemie
Mieszkania	20,0	1764,40	6056,1	78174	Inny niemie

# Załącznik 3

Wymiana oświetlenia  
wewnętrznego

## Inwentaryzacja oświetlenia wbudowanego przed modernizacją

Moc urządzeń oświetleniowych w ocenianym budynku przed modernizacją

Lp	Pomieszczenie	Rodzaj punktu świetlnego	Moc jednostkowa źródeł światła w oprawie, W/m <sup>2</sup>	Całkowita moc jednostkowa z uwzględnieniem starterów, transformatorów, stateczników W/m <sup>2</sup>	Średnia liczba punktów świetlnych, szt.	Moc instalowana Przech, W	Liczba godzin pracy w ciągu roku, h/rok
1	Budynek łącznie	Oprawa żarówkowa E27, 60 W, oprawa świetlówki energooszczędnej 18W	15	15	441	26466	1800
<b>Razem</b>					441	26466	-

Liczbę godzin pracy oświetlenia przyjęto zgodnie ze średnim czasem użytkowania pomieszczeń w ciągu roku.

## Zestawienie oświetlenia wbudowanego po modernizacji

Moc urządzeń oświetleniowych w ocenianym budynku po modernizacji

Lp	Pomieszczenie	Rodzaj punktu świetlnego	Moc jednostkowa źródeł światła w oprawie, W/m <sup>2</sup>	Całkowita moc jednostkowa z uwzględnieniem starterów, transformatorów, stateczników, W/m <sup>2</sup>	Średnia liczba punktów świetlnych, szt.	Moc instalowana Przech, W	Liczba godzin pracy w ciągu roku, h/rok
1	Budynek łącznie	Oprawa LED, 9 W	9	9	441	15880	1800
<b>Razem</b>					441	15880	-

Liczbę godzin pracy oświetlenia przyjęto zgodnie ze średnim czasem użytkowania pomieszczeń w ciągu roku.

## Obliczenia energetyczne przed modernizacją - oświetlenie

Zużycie energii elektrycznej w ocenianym budynku przed modernizacją

Lp	Pomieszczenie	Moc instalowana Przech, W	Liczba godzin pracy w ciągu roku, h/rok	Zużycie energii elektrycznej na cele oświetlenia wewnętrznego, kWh/rok
1	Budynek łącznie	0	1640	0
		26466	1800	47639
		0	1800	0
		0	1800	0
	<b>Razem</b>	26466	-	47639

## Obliczenia energetyczne po modernizacji - oświetlenie

Zużycie energii elektrycznej w ocenianym budynku po modernizacji

Lp	Linia produkcyjna	Moc instalowana Przech, W	Liczba godzin pracy w ciągu roku, h/rok	Zużycie energii elektrycznej na cele oświetlenia wewnętrznego, kWh/rok
1	Budynek łącznie	0	1640	0
		15880	1800	28583
		0	1800	0
		0	1800	0
	<b>Razem</b>	15880	-	28583



152	22,005	0,384	16,45	czerwiec	501,79	130280	259,6
153	22,141	0,386	16,49				
154	22,271	0,389	16,52				
155	22,394	0,391	16,55				
156	22,510	0,393	16,58				
157	22,620	0,395	16,61				
158	22,723	0,397	16,64				
159	22,820	0,398	16,66				
160	22,909	0,400	16,68				
161	22,992	0,401	16,71				
162	23,068	0,403	16,73				
163	23,137	0,404	16,74				
164	23,199	0,405	16,76				
165	23,255	0,406	16,77				
166	23,303	0,407	16,79				
167	23,345	0,407	16,80				
168	23,380	0,408	16,81				
169	23,407	0,409	16,82				
170	23,428	0,409	16,82				
171	23,442	0,409	16,82				
172	23,449	0,409	16,83				
173	23,449	0,409	16,83				
174	23,442	0,409	16,82				
175	23,428	0,409	16,82				
176	23,407	0,409	16,82				
177	23,380	0,408	16,81				
178	23,345	0,407	16,80				
179	23,303	0,407	16,79				
180	23,255	0,406	16,77				
181	23,199	0,405	16,76				
182	23,137	0,404	16,74				
183	23,068	0,403	16,73				
184	22,992	0,401	16,71				
185	22,909	0,400	16,68				
186	22,820	0,398	16,66				
187	22,723	0,397	16,64				
188	22,620	0,395	16,61				
189	22,510	0,393	16,58				
190	22,394	0,391	16,55				
191	22,271	0,389	16,52				
192	22,141	0,386	16,49				
193	22,005	0,384	16,45				
194	21,862	0,382	16,42				
195	21,713	0,379	16,38				
196	21,557	0,376	16,34				
197	21,395	0,373	16,30				
198	21,227	0,370	16,26				
199	21,052	0,367	16,21				
200	20,871	0,364	16,17				
201	20,684	0,361	16,12				
202	20,491	0,358	16,08				
203	20,291	0,354	16,03				
204	20,086	0,351	15,98				
205	19,875	0,347	15,93				
206	19,658	0,343	15,88				
207	19,435	0,339	15,83				
208	19,206	0,335	15,78				
209	18,971	0,331	15,72				
210	18,731	0,327	15,67				
211	18,486	0,323	15,61				
212	18,235	0,318	15,55				
				lipiec	503,60	149835	297,5

213	17,978	0,314	15,50				
214	17,716	0,309	15,44				
215	17,449	0,305	15,38				
216	17,177	0,300	15,32				
217	16,900	0,295	15,26				
218	16,617	0,290	15,20				
219	16,330	0,285	15,13				
220	16,038	0,280	15,07				
221	15,741	0,275	15,01				
222	15,440	0,269	14,95				
223	15,133	0,264	14,88				
224	14,823	0,259	14,82				
225	14,508	0,253	14,75				
226	14,189	0,248	14,68				
227	13,865	0,242	14,62				
228	13,537	0,236	14,55	sierpień	450,56	115663	256,7
229	13,206	0,230	14,48				
230	12,870	0,225	14,42				
231	12,531	0,219	14,35				
232	12,188	0,213	14,28				
233	11,841	0,207	14,21				
234	11,491	0,201	14,14				
235	11,138	0,194	14,07				
236	10,781	0,188	14,00				
237	10,421	0,182	13,93				
238	10,058	0,176	13,86				
239	9,691	0,169	13,79				
240	9,322	0,163	13,72				
241	8,951	0,156	13,65				
242	8,576	0,150	13,58				
243	8,199	0,143	13,51				
244	7,820	0,136	13,44				
245	7,438	0,130	13,37				
246	7,054	0,123	13,29				
247	6,668	0,116	13,22				
248	6,280	0,110	13,15				
249	5,890	0,103	13,08				
250	5,499	0,096	13,00				
251	5,106	0,089	12,93				
252	4,711	0,082	12,86				
253	4,315	0,075	12,79				
254	3,917	0,068	12,71				
255	3,519	0,061	12,64				
256	3,119	0,054	12,57				
257	2,719	0,047	12,49				
258	2,317	0,040	12,42				
259	1,915	0,033	12,35	wrzesień	371,49	76963	207,2
260	1,513	0,026	12,27				
261	1,110	0,019	12,20				
262	0,706	0,012	12,13				
263	0,303	0,005	12,05				
264	-0,101	-0,002	11,98				
265	-0,505	-0,009	11,91				
266	-0,908	-0,016	11,84				
267	-1,311	-0,023	11,76				
268	-1,714	-0,030	11,69				
269	-2,116	-0,037	11,62				
270	-2,518	-0,044	11,54				
271	-2,919	-0,051	11,47				
272	-3,319	-0,058	11,40				
273	-3,718	-0,065	11,32				

274	-4,116	-0,072	11,25				
275	-4,513	-0,079	11,18				
276	-4,908	-0,086	11,10				
277	-5,302	-0,093	11,03				
278	-5,695	-0,099	10,96				
279	-6,086	-0,106	10,89				
280	-6,474	-0,113	10,81				
281	-6,861	-0,120	10,74				
282	-7,246	-0,126	10,67				
283	-7,629	-0,133	10,60				
284	-8,010	-0,140	10,53				
285	-8,388	-0,146	10,46				
286	-8,764	-0,153	10,38				
287	-9,137	-0,159	10,31				
288	-9,507	-0,166	10,24				
289	-9,875	-0,172	10,17	październik	315,64	65018	206,0
290	-10,239	-0,179	10,10				
291	-10,601	-0,185	10,03				
292	-10,960	-0,191	9,96				
293	-11,315	-0,197	9,89				
294	-11,667	-0,204	9,82				
295	-12,015	-0,210	9,75				
296	-12,360	-0,216	9,69				
297	-12,701	-0,222	9,62				
298	-13,039	-0,228	9,55				
299	-13,372	-0,233	9,48				
300	-13,702	-0,239	9,41				
301	-14,027	-0,245	9,35				
302	-14,349	-0,250	9,28				
303	-14,666	-0,256	9,22				
304	-14,979	-0,261	9,15				
305	-15,287	-0,267	9,09				
306	-15,591	-0,272	9,02				
307	-15,890	-0,277	8,96				
308	-16,185	-0,282	8,90				
309	-16,474	-0,288	8,83				
310	-16,759	-0,293	8,77				
311	-17,039	-0,297	8,71				
312	-17,314	-0,302	8,65				
313	-17,583	-0,307	8,59				
314	-17,848	-0,312	8,53				
315	-18,107	-0,316	8,47				
316	-18,361	-0,320	8,42				
317	-18,609	-0,325	8,36				
318	-18,852	-0,329	8,31				
319	-19,089	-0,333	8,25				
320	-19,321	-0,337	8,20	listopad	247,83	28135	113,5
321	-19,547	-0,341	8,15				
322	-19,767	-0,345	8,09				
323	-19,981	-0,349	8,04				
324	-20,190	-0,352	7,99				
325	-20,392	-0,356	7,95				
326	-20,588	-0,359	7,90				
327	-20,778	-0,363	7,85				
328	-20,962	-0,366	7,81				
329	-21,140	-0,369	7,76				
330	-21,312	-0,372	7,72				
331	-21,477	-0,375	7,68				
332	-21,636	-0,378	7,64				
333	-21,788	-0,380	7,60				
334	-21,934	-0,383	7,57				

335	-22,074	-0,385	7,53				
336	-22,207	-0,388	7,50				
337	-22,333	-0,390	7,47				
338	-22,453	-0,392	7,43				
339	-22,566	-0,394	7,41				
340	-22,673	-0,396	7,38				
341	-22,772	-0,397	7,35				
342	-22,865	-0,399	7,33				
343	-22,951	-0,401	7,31				
344	-23,031	-0,402	7,28				
345	-23,103	-0,403	7,27				
346	-23,169	-0,404	7,25				
347	-23,228	-0,405	7,23				
348	-23,280	-0,406	7,22				
349	-23,325	-0,407	7,21				
350	-23,363	-0,408	7,20	grudzień	225,33	20058	89,0
351	-23,394	-0,408	7,19				
352	-23,419	-0,409	7,18				
353	-23,436	-0,409	7,18				
354	-23,447	-0,409	7,17				
355	-23,450	-0,409	7,17				
356	-23,447	-0,409	7,17				
357	-23,436	-0,409	7,18				
358	-23,419	-0,409	7,18				
359	-23,394	-0,408	7,19				
360	-23,363	-0,408	7,20				
361	-23,325	-0,407	7,21				
362	-23,280	-0,406	7,22				
363	-23,228	-0,405	7,23				
364	-23,169	-0,404	7,25				
365	-23,103	-0,403	7,27				

## Obliczenia dotyczące paneli fotowoltaicznych

Zakłada się, że energia wyprodukowana przez instalację PV nie przekroczy rocznego zużycia energii elektrycznej.  
 Energia zostanie zużyta na potrzeby własne budynku (produkcja ciepła przez pompę ciepła oraz zasilanie oświetlenia).  
 Roczne szacowane zużycie energii elektrycznej: 60772 kWh/rok

Założono zastosowanie ogniw fotowoltaicznych 0,98x1,67 m.

	Wartości	SE	SW	S	Suma
	jednostk.				
	szt.	szt.	szt.	szt.	szt.
	1	0	0	53	53
Moc nominalna [kWp]	0,28	0,00	0,00	14,84	14,84
Straty na inwerterze, przewodach itp. [%]	10%	10%	10%	10%	10%
<b>Całkowity uzysk energii [kWhp]</b>	-	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>14289</b>	<b>14289</b>
styczeń	-	0	0	475	475
luty	-	0	0	526	526
marzec	-	0	0	940	940
kwiecień	-	0	0	1589	1589
maj	-	0	0	2064	2064
czerwiec	-	0	0	1933	1933
lipiec	-	0	0	2224	2224
sierpień	-	0	0	1716	1716
wrzesień	-	0	0	1142	1142
październik	-	0	0	965	965
listopad	-	0	0	418	418
grudzień	-	0	0	298	298
<b>Całkowity uzysk energii z uwzględnieniem strat [kWh]</b>	-	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>12860</b>	<b>12860</b>

Cena kompletnej instalacji

VAT:

Koszt całkowity:

Kąt nachylenia paneli możliwie zbliżony do 45 st.

Rozstawienie zapobiegające zacieleniu paneli od obiektów, jak również wzajemnemu zacieleniu.

Udział energii wytworzonej przez instalację w całkowitej energii zużywanej przez budynek:

21,16%

Prosty czas zwrotu [lata]:

13,76

# Załącznik 5

Wyliczenie efektu ekologicznego i energii  
pierwotnej

## Emisja zanieczyszczeń - energia ciepła

### EMISJE - stan przed modernizacją

rodzaj opału	węgiel ton/rok	koks ton/rok	olej ton/rok	gaz m <sup>3</sup> /rok	drewno ton/rok	słoma ton/rok	Sumaryczna emisja przed modernizacją
roczne zużycie opału	<b>51,37</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	
<b>EMISJA (Mg/rok)</b>							
PM-10	0,08363	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08363
SO <sub>2</sub>	0,016	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,016
NO <sub>x</sub>	0,164	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,164
CO	0,514	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,514
CO <sub>2</sub>	104,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	104,21

### EMISJE - stan po modernizacji

rodzaj opału	węgiel ton/rok	koks ton/rok	olej ton/rok	gaz m <sup>3</sup> /rok	drewno ton/rok	słoma ton/rok	Sumaryczna emisja po modernizacji
roczne zużycie opału	<b>1,65</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	
<b>EMISJA (Mg/rok)</b>							
PM-10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SO <sub>2</sub>	0,001	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,001
NO <sub>x</sub>	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
CO	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
CO <sub>2</sub>	3,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,31

### EFEKT EKOLOGICZNY

rodzaj opału	węgiel ton/rok	koks ton/rok	olej ton/rok	gaz m <sup>3</sup> /rok	drewno ton/rok	słoma ton/rok	Sumaryczny efekt ekologiczny Mg/rok   %	
roczne zmniejszenie zużycie opału	<b>49,7</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>		
<b>EMISJA (Mg/rok)</b>								
PM-10	0,08363	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,08363	100,00%
SO <sub>2</sub>	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,015	93,75%
NO <sub>x</sub>	0,154	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,154	93,90%
CO	0,494	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,494	96,11%
CO <sub>2</sub>	100,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,90	96,82%

## Emisja zanieczyszczeń - energia elektryczna

Zapotrzebowanie na energię elektryczną z sieci przed modernizacją: 47639,27 kWh/rok = 47,64 MWh

Zapotrzebowanie na energię elektryczną z sieci po modernizacji: 47912,03 kWh/rok = 47,91 MWh

Wyliczenie ograniczenia emisji

Substancja zanieczyszczająca	Wskaźnik emisji zanieczyszczeń	Emisja przed modernizacją	Emisja po modernizacji	Redukcja emisji	
	kg/MWh	Mg		Mg	%
PM-10*	0,031	0,00146	0,00147	-0,00001	-0,68%
SO <sub>2</sub>	0,729	0,035	0,035	0,000	0,00%
NO <sub>x</sub>	0,741	0,035	0,036	-0,001	-2,86%
CO	0,265	0,013	0,013	0,000	0,00%
CO <sub>2</sub>	778	37,06	37,27	-0,21	-0,57%

\* Na podstawie opracowania "Krajowy bilans emisji SO<sub>2</sub>, Nox, CO, NH<sub>3</sub>, NMLZO, pyłów, metali ciężkich i TZO za lata 2014-2015 w układzie klasyfikacji SNAP i NFR Raport Podstawowy, Warszawa, luty 2017r." przyjęto udział PM10 w TSP w wysokości 69,6%.

## Emisja zanieczyszczeń - energia ciepła i elektryczna w sumie

Substancja zanieczyszczająca	Wskaźnik emisji zanieczyszczeń	Emisja przed modernizacją	Emisja po modernizacji	Redukcja emisji	
	kg/MWh	Mg		Mg	%
PM-10	-	0,08509	0,00147	0,08362	98,27%
SO <sub>2</sub>	-	0,051	0,036	0,015	29,41%
NO <sub>x</sub>	-	0,199	0,046	0,153	76,88%
CO	-	0,527	0,033	0,494	93,74%
CO <sub>2</sub>	-	141,27	40,58	100,69	71,27%

Kalkulowany koszt całości przedsięwzięcia wyniesie [PLN]:

Nakłady poniesione na jednostkową redukcję emisji CO<sub>2</sub> [PLN/Mg]:



Obliczenie zapotrzebowania na energię pierwotną

Wariant	c.o./ c.w.u.	Rodzaj paliwa	Udział	zużycie energii końcowej [GJ/rok]	współczynnik $w_i$	zużycie energii pierwotnej [GJ/rok]	Suma [GJ/rok]
Stan przed modernizacją	c.o.	Energia ciepła z sieci ciepłowniczej	23,02%	526,06	1,3	683,88	3280,32
		Węgiel kamienny	76,98%	1759,53	1,1	1935,48	
	c.w.u.	Energia ciepła z sieci ciepłowniczej	100,00%	112,66	1,3	146,46	
	oświetlenie	Energia elektryczna (sieć elektroenergetyczna)	100,00%	171,50	3	514,50	
Stan po modernizacji	c.o.	Energia ciepła z sieci ciepłowniczej	40,00%	56,22	1,3	73,09	617,88
		Energia elektryczna (sieć elektroenergetyczna)	47,30%	66,49	3	199,46	
		Energia elektryczna (OZE - fotowoltaika)	12,70%	17,84	0	0,00	
	c.w.u.	Energia ciepła z sieci ciepłowniczej	40,00%	21,03	1,3	27,34	
		Energia elektryczna (sieć elektroenergetyczna)	47,30%	24,87	3	74,62	
		Energia elektryczna (OZE - fotowoltaika)	12,70%	6,68	0	0,00	
	oświetlenie	Energia elektryczna (sieć elektroenergetyczna)	78,84%	81,13	3	243,38	
		Energia elektryczna (OZE - fotowoltaika)	21,16%	21,77	0	0,00	
						Różnica [GJ/rok]	2662,44
						Redukcja	81,16%

Kalkulowany koszt całości przedsięwzięcia wyniesie [PLN]:

Nakłady poniesione na jednostkową oszczędność nieodnawialnej energii pierwotnej [PLN/GJ]: