


1. Dane identyfikacyjne budynku											
1.1 Rodzaj budynku:	budynek użyteczności publicznej- Komenda Miejska Policji w Słupsku, budynek E				1.2 Rok budowy:	1986					
1.3 Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji, PESEL*) (*w przypadku cudzoziemca nazwa i numer dokumentu tożsamości):	Komenda Główna Policji				1.4 Adres budynku:	ul.	Aleja 3 Maja		nr	1	
	ul.	Puławska		nr		148/150		kod:	76-200	miejscowość:	Słupsk
	kod:	02-624	miejscowość:	Warszawa							
	tel.	-		fax		-					
	Pesel:		-			powiat:	słupski	województwo:	pomorskie		
Nazwa:		-	Nr.	-							
2. Nazwa, adres i numer region firmy wykonującej audyt:											
 <b>NEPTUN EKO mgr inż. Jarosław Kozub</b> 84-230 Rumia ul. Słowackiego 3 tel: 607-607-454; tel./fax: (58) 665 11 53 Oddział Rumia ul. Pomorska 1C/1 84-230 Rumia Regon: 220071142											
3. Imię i nazwisko, adres oraz numer pesel audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:											
mgr inż. Jarosław Kozub, 84-230 Rumia ul. Słowackiego 3; 74010803858 <small>autoryzacja Krajowej Agencji Poszanowania Energii nr 0188, członek Stowarzyszenia Auditorów Energetycznych nr 1121</small>											
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska i zakresy prac, posiadane kwalifikacje:											
Lp.	Imię i nazwisko:		Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego:			Posiadane kwalifikacje (w tym ew. uprawnienia)					
1	Anna Sychowska		inwentaryzacja, wizja lokalna								
2	Marcin Sychowski		inwentaryzacja, wizja lokalna								
3	Marcin Rosenow		bilans energetyczny budynku, obliczenia								
4	-		-								
5. Miejscowość:	Rumia		data wykonania opracowania:			2 listopada 2015					
6. Spis treści:											
1	Karta audytu energetycznego							str.	2		
2	Zestawienie danych źródłowych do wykonania audytu.							str.	4		
3	Część pierwsza - dane inwentaryzacyjne, wyznaczenie niezbędnych usprawnień termomodernizacyjnych							str.	5		
4	Inwentaryzacja - dane techniczne budynku							str.	6		
5	Inwentaryzacja - uproszczona dokumentacja techniczna - rysunki							str.	7		
6	Inwentaryzacja - opis techniczny elementów budynku i konstrukcji							str.	8		
7	Charakterystyka energetyczna budynku, opłaty, taryfy							str.	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 - ciepła woda użytkowa							str.	20		
14	Analiza ekonomiczna - system ciepły							str.	21		
15	Część trzecia - wybór optymalnego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, analiza ekonomiczna i energetyczna, wnioski							str.	22		
16	Zestawienie wybranych i zoptymalizowanych usprawnień							str.	23		
17	Prezentacja przyjętych wariantów modernizacji							str.	25		
18	Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu							str.	26		
19	Wnioski							str.	27		
20	Załącznik 1 - bilans cieplny stanu obecnego							str.	28		
21	Załącznik 2 - bilans cieplny optymalnego wariantu							str.	36		
22	Załącznik 3 - wymiana oświetlenia wewnętrznego							str.	44		

**Budynek w całości**

1. Dane ogólne		stan przed modernizacją	stan po modernizacji
1.	Konstrukcja / technologia budynku:	tradycyjna	tradycyjna
2.	Liczba kondygnacji:	1	1
3.	Kubatura części ogrzewanej [m <sup>3</sup> ]	1 578	1 578
4.	Powierzchnia netto budynku [m <sup>2</sup> ]	526,00	526,00
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> ]	526,00	526,00
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0	0
8.	Liczba osób użytkujących budynek	52	52
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	Urządzenia elektryczne	Urządzenia elektryczne
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	Węzeł ciepły	Węzeł ciepły
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	1,23	1,23
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	Budynek administracyjny, garażowy	
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne		[W/(m <sup>2</sup> K)]	
		stan przed modernizacją	stan po modernizacji
1.	Drzwi zewnętrzne	3,60	1,30
2.	Okna zewnętrzne PCV	1,30	1,30
3.	Okna zewnętrzna drewniane	3,12	0,90
4.	Podłoga na gruncie	0,51	0,51
5.	Stropodach wentylowany	0,91	0,13
6.	Ściana zewnętrzna	1,43	0,19
3. Sprawności składowe systemu grzewczego			
1.	Sprawność wytwarzania	0,99	0,99
2.	Sprawność przesyłania	0,96	0,96
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,77	0,88
4.	Sprawność akumulacji	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia:	1,00	1,00
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby:	1,00	0,95
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
1.	Sprawność wytwarzania	0,97	0,97
2.	Sprawność przesyłania	0,80	0,80
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji	1,00	1,00
5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)	naturalna	naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	nieszczelności stolarki / kanały grawitacyjne	nieszczelności stolarki / kanały grawitacyjne
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego [m <sup>3</sup> /h]	1 578	1 578
4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	1,00	1,00

### **Budynek w całości**

6. Charakterystyka energetyczna budynku				
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	90,1	41,5	
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW]	3,4	3,4	
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	672,8	213,5	
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)[GJ/rok]	919,3	242,5	
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	11,4	11,4	
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie, przeliczone na warunki sezonu standardowego i na przygotowanie c.w.u. (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	Brak danych	-	
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	Brak danych	-	
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m2rok)]	355,6	112,8	
9.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m2rok)]	485,9	128,2	
10.	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,0	0,0	
7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)				
1a.	Cena 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku [zł/GJ]	58,34	58,34	
1.b	Cena 1 GJ na produkcję c.w.u.	194,44	194,44	
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewania na miesiąc [zł/(MW m-c)]	6 618,65	6 618,65	
3.	Koszt przygotowania 1m <sup>3</sup> ciepłej wody użytkowej [zł/m3]	35,90	35,90	
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc [zł/(MW m-c)]	0,00	0,00	
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1m <sup>2</sup> powierzchni użytkowej [zł/m-c]	9,63	2,76	
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m2 m-c]	-	-	
7.	Inne [zł]	-	-	
8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego				
Planowana kwota kredytu [zł]:		0,00	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	72,72%
Planowane koszty całkowite [zł]		648 350,42	Premia termomodernizacyjna [zł]	0,00
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]		43 341,98		

## 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

<p>Wymagany opór cieplny R dla przegród po modernizacji przyjęto dla Warunków Technicznych mających obowiązywać po roku 2021.</p>
---

# Część pierwsza





Dane inwentaryzacyjne, wyznaczenie  
niezbędnych usprawnień  
termomodernizacyjnych

## Inwentaryzacja - dane techniczne budynku

Powierzchnia przegród zewnętrznych według rodzaju		
Drzwi zewnętrzne	[m <sup>2</sup> ]	7,3
Okna zewnętrzne PCV	[m <sup>2</sup> ]	4,8
Okna zewnętrzna drewniane	[m <sup>2</sup> ]	76,4
Podłoga na gruncie	[m <sup>2</sup> ]	654,7
Stropodach wentylowany	[m <sup>2</sup> ]	715,9
Ściana zewnętrzna	[m <sup>2</sup> ]	478,8
Wysokości		
Zagłębienie w gruncie	[m]	0,00
Najczęstsza wysokość w świetle	[m]	3,00
Wysokość piwnicy w świetle	[m]	0,00
Najczęstsza wysokość brutto	[m]	3,30
Inne dane techniczne		
liczba mieszkań	[szt.]	0
Liczba użytkowników		52
Liczba kondygnacji	[szt.]	1
Liczba klatek schodowych	[szt.]	0
Dane powierzchniowe budynku		
Powierzchnia użytkowa pomieszczeń mieszkalnych	[m <sup>2</sup> ]	0,00
Powierzchnia użytkowa pomieszczeń niemieszkalnych	[m <sup>2</sup> ]	526,00
Powierzchnia poddasza ogrzewanego	[m <sup>2</sup> ]	0,0
Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych pozostałych	[m <sup>2</sup> ]	0,0
Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych netto	[m <sup>2</sup> ]	526,0
Powierzchnia zabudowy	[m <sup>2</sup> ]	690,0
Całkowita powierzchnia brutto	[m <sup>2</sup> ]	690,0
Powierzchnia użytkowa	[m <sup>2</sup> ]	526,00
Dane kubaturowe budynku		
Kubatura netto ogrzewana	[m <sup>3</sup> ]	1 578
Całkowita kubatura brutto	[m <sup>3</sup> ]	3 075
Współczynnik kształtu A/V [1/m]		1,23



## Opis do uproszczonej dokumentacji technicznej budynku użyteczności publicznej - Słupsk, ul. 3 Maja 1, budynek E

<b>Dane ogólne, forma architektoniczna</b>		Budynek wolnostojący o zwartej bryle, wzniesiony na planie w kształcie prostokąta. Kompozycja elewacji asymetryczna. Główne wejście do budynku na elewacji frontowej. Dachy płaskie kryte papą, stropodachy wentylowane. Budynek nie podpiwniczony.
<b>Konstrukcja budynku, technologia wykonania</b>		Fundamenty monolityczne. Ściany nośne murowane. Stropy żelbetowe. Konstrukcja dachu żelbetowa - dach płaski kryty papą, stropodach wentylowany.
<b>Charakterystyka funkcjonalno- przestrzenna</b>		Budynek pełni funkcję użyteczności publicznej - administracyjny. W budynku znajdują się pomieszczenia administracyjno-biurowe oraz pomocnicze.
<b>Elementy charakterystycz- ne</b>		Zwarta bryła budynku.

### STAN TECHNICZNY

<b>Warstwa fakturowa, tynk</b>		Elewacje otynkowane tynkiem cementowo-wapiennym. Cokół tynkowany. Stan techniczny dostateczny, miejscami zły.
------------------------------------	---	---



<b>Stolarka okienna i drzwiowa</b>		Stolarka okienna drewniana - zły stan techniczny. Drzwi wejściowe w stanie złym. Część okien wymieniona na PCV
<b>Elementy Charakterystyczne</b>		Dach płaski kryty papą. Rynny i rury spustowe w stanie dostatecznym. Stropodach nieocieplony.

## SYSTEM GRZEWczy

<b>Źródło ciepła</b>		Ogrzewanie zdalaczynne - węzeł wymiennikowy grupowy c.o. Ciepła woda wytwarzana za pomocą urządzeń elektrycznych.
<b>Instalacja</b>		Grzejniki żeliwne, członowe. Brak zaworów termostatycznych. Zły stan techniczny instalacji.

## Oświetlenie

<b>Źródła światła</b>		W budynku zastosowano oświetlenie wewnętrzne fluorescencyjne (światłówki) i żarowe. Stan techniczny dostateczny.
-----------------------	---	--

Inwentaryzacja - charakterystyka energetyczna budynku		
Koszty jednostkowe energii ciepłej na cele c.o. (taryfa przedsiębiorstwa ciepłowniczego)		
Oплата stała	[PLN/MW*m-c]	6 618,65 zł
Oплата zmienna	[PLN/GJ]	58,34 zł
Koszty jednostkowe energii (energia elektryczna)		
Oплата zmienna za energię elektryczną	[PLN/kWh]	0,7000 zł
Oплата zmienna za energię elektryczną	[PLN/GJ]	194,44 zł
Procentowy udział poszczególnych źródeł energii ciepłej w bilansie c.o. budynku		
Rodzaj źródła	Powierzchnia użytkowa	Udział procentowy
Energia zdalaczynna	526,00	100,00%
SUMA	526,00	100%
Procentowy udział poszczególnych źródeł energii ciepłej w bilansie c.w.u. budynku		
Rodzaj źródła	Liczba użytkowników	Udział procentowy
Energia elektryczna	52	100%
SUMA	52	100%
Koszty jednostkowe energii ciepłej na cele c.o.		
Oплата stała	[PLN/MW*m-c]	6 618,65 zł
Oплата zmienna	[PLN/GJ]	58,34 zł
Koszty jednostkowe energii ciepłej na cele c.w.u.		
Oплата stała	[PLN/MW*m-c]	0,00 zł
Oплата zmienna	[PLN/GJ]	194,44 zł

## Inwentaryzacja - charakterystyka systemu grzewczego oraz instalacji

System grzewczy		
Rodzaj zasilania budynku, opis urządzeń	Budynek zasilany w ciepło z miejskiej sieci ciepłowniczej za pośrednictwem węzła cieplnego grupowego. Instalacja c.o. oparta o grzejniki żeliwne członowe oraz rurowe nie wyposażone w zawory termostatyczne. Zły stan techniczny instalacji.	
Sposób użytkowania	Zakłada się, że system pracuje bez dobowych i godzinowych przerw w ogrzewaniu.	
Modernizacje systemu po roku 1984	Modernizacja węzła cieplnego	
Instalacja centralnego ogrzewania budynku		
Zasilanie instalacji	pompowe	
Parametry wody instalacyjnej	[st. C]	90/70
Rodzaj grzejników / usytuowanie	żeliwne i rurowe usytuowane pod oknami	
Rodzaj przewodów instalacyjnych	stalowe	
Zawory z głowicami termostatycznymi	Brak	
Zawory regulacyjne podpionowe	-	
Dodatkowa izolacja za grzejnikami	-	
Prowadzenie / izolacja pionów	po wierzchu / brak izolacji	
Prowadzenie / izolacja poziomów	po wierzchu / izolacja w złym stanie technicznym	
Sprawności składowe systemu grzewczego przed modernizacją		
Sprawność wytwarzania	-	0,99
Sprawność przesyłania	-	0,96
Sprawność regulacji i wykorzystania	-	0,77
Sprawność akumulacji	-	1,00
Współczynnik przerw tygodniowych	-	1,00
Współczynnik przerw dobowych	-	1,00
Instalacja ciepłej wody użytkowej		
Sposób przygotowania c.w.u., opis urządzeń	Przygotowanie c.w.u. z wykorzystaniem podgrzewaczy elektrycznych	
Rodzaj przewodów c.w.u.	Stalowe	
Perlatory na wylewkach	Nie zamontowane	
Instalacja wentylacyjna i spalinowa		
Rodzaj instalacji wentylacyjnej	Wentylacja grawitacyjna - wyciąg powietrza za pomocą przewodów grawitacyjnych. Nawiew powietrza poprzez nieszczelności stolarki okiennej i drzwiowej.	
Obliczeniowa ilość powietrza wentylacyjnego	-	1 578
Średni współczynnik $c_r$ dla budynku	-	1,00
Strumień powietrza wentylacyjnego	-	1 578

### 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	1578,0	1,00	1578
SUMA				1578
Wielkości sumarycznie				
Obliczeniowa ilość powietrza wentylacyjnego			[m <sup>3</sup> /h]	1578
Średni współczynnik korekcyjny ( $c_{r, c_w}$ )			-	1,00
Strumień powietrza wentylacyjnego przed modernizacją			[m <sup>3</sup> /h]	1578

## Stan techniczny budynku, wskazanie przedsięwzięć termomodernizacyjnych

System grzewczy		
Element	Stan techniczny	Proponowane rozwiązanie
Zasilanie budynku	Budynek zasilany w ciepło z miejskiej sieci ciepłowniczej za pośrednictwem węzła ciepłowniczego. Dobry stan techniczny urządzeń.	Wymiana instalacji c.o. Montaż grzejników stalowych wyposażonych w zawory termostaticzne lub regulatory strefowe. Montaż regulacji godzinowo-dobowej. Pełna automatyka obiegów grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej.
Poziomy c.o. w piwnicy	Zły stan techniczny	
Urządzenia wykonawcze grzejniki c.o.	Konwektory wodne żeliwne, brak zaworów termostaticznych, zły stan techniczny.	
Element	Stan techniczny	Proponowane rozwiązanie
Ściany zewnętrzne	Ściany zewnętrzne nieocieplone, w dostatecznym stanie technicznym. Z uwagi na zawilgocenia konieczna izolacja przeciwwodna ścian do poziomu fundamentów.	Docieplenie ścian zewnętrznych kondygnacji nadziemnych styropianem o współczynniku przewodzenia ciepła maksymalnie 0,031 W/mK
Stolarka okienna	Stolarka okienna drewniana w stanie złym oraz PCV w stanie dobrym.	Przewiduje się wymianę okien drewnianych na energooszczędne.
Stolarka drzwiowa	Drzwi zewnętrzne starego typu w złym stanie technicznym.	Przewiduje się wymianę drzwi zewnętrznych starego typu na energooszczędne
Dach / stropodach	Stropodach wentylowany, nieocieplony.	Docieplenie stropodachu wentylowanego za pomocą wełny mineralnej o maksymalnym współczynniku przewodzenia ciepła 0,038 W/mK. Wymiana pokrycia dachowego.
Instalacja c.w.u.		
Element	Stan techniczny	Proponowane rozwiązanie
c.w.u.	Wytwarzanie miejscowe	Nie przewiduje się modernizacji.
Wentylacja		
Element	Stan techniczny	Proponowane rozwiązanie
Wentylacja	Nie obserwuje się niedoboru powietrza wentylacyjnego.	Nie przewiduje się modernizacji.
Roboty dodatkowe		
Zakłada się konieczność wykonania robót dodatkowych mających na celu ochronę wyremontowanych przegród przed działaniem szkodliwych czynników atmosferycznych (np. wymiana lub remont obróbek blacharskich i rur spustowych, wymiana parapetów, osuszenie oraz wykonanie izolacji pionowej i poziomej ścian). Ponadto zakłada się konieczność przebudowy instalacji odgromowej oraz remont lub wymianę innych elementów budynku, które mogą zostać naruszone podczas wykonywania prac modernizacyjnych lub nie spełniać prawidłowo swojej funkcji po wykonaniu usprawnień.		

### Dane klimatyczne, stopniodni

Normowa temp. w pomieszczeniach użytkowych =											20,0		[°C]
Stacja meteorologiczna: Ustka													
Miesiąc:	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
T <sub>e</sub> (m) - Średnia wieloletnie temp. miesiąca [°C]	-0,3	0,2	3,3	5,1	9,7	14,4	16,2	16,4	12,9	9,3	5,2	2,1	
Ld(m) - liczba dni ogrzewanych	31	28	31	30	10	0	0	0	5	31	30	31	
Oblicz. temperatura zew., T <sub>emin</sub> [°C]	-16												

Temp. wew.	Liczba stopniodni w roku	Liczba stopniodni w danym miesiącu											
Sd_10°C	1 362	319,3	274,4	207,7	147,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	21,7	144,0	244,9
Sd_25°C	4 753	784,3	694,4	672,7	597,0	153,0	0,0	0,0	0,0	60,5	486,7	594,0	709,9
Sd_22°C	4 072	691,3	610,4	579,7	507,0	123,0	0,0	0,0	0,0	45,5	393,7	504,0	616,9
Sd_20°C	3 618	629,3	554,4	517,7	447,0	103,0	0,0	0,0	0,0	35,5	331,7	444,0	554,9
Sd_18°C	3 164	567,3	498,4	455,7	387,0	83,0	0,0	0,0	0,0	25,5	269,7	384,0	492,9
Sd_16°C	2 710	505,3	442,4	393,7	327,0	63,0	0,0	0,0	0,0	15,5	207,7	324,0	430,9
Sd_12°C	1 806	381,3	330,4	269,7	207,0	23,0	0,0	0,0	0,0	0,0	83,7	204,0	306,9
Sd_8°C	975	257,3	218,4	145,7	87,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	84,0	182,9
Sd_4°C	320	133,3	106,4	21,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	58,9

# Część druga

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

### Wybór optymalnego wariantu docieplenia ścian zewnętrzne nadziemne

#### Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	6 618,65	zł/(MW) ×miesiąc
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	58,34	zł/GJ
Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{wo} =$	20,0	°C
Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{zo} =$	-16,0	°C
Liczba stopniodni,	$S_d =$	3 618	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U =$	1,43	W/(m <sup>2</sup> ×K)
Powierzchnia ścian - powierzchnia zewnętrzna netto po odjęciu otworów okiennych i drzwiowych	$A_{\Sigma c} =$	478,8	m <sup>2</sup>
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego	$W_E =$	21,09	(zł×K)/W×a

#### Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się docieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych za pomocą styropianu specjalnego (grafitowego) o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda = 0,031$  W/mK. Na podstawie poniższej analizy ekonomicznej wykazano optymalną grubość izolacji równą 14 cm. Ceny robót budowlanych określono na podstawie analizy rynku robót budowlanych. Wszystkie ceny zawierają podatek VAT 23 %.

Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	DR	$U_m$	$DO_{rU}$	SPBT	Nu
Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 14 cm	418,20 zł/m <sup>2</sup>	4,52	0,192	12 486,41 zł	16,037	200 242,52 zł
Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 15 cm	424,35 zł/m <sup>2</sup>	4,84	0,181	12 599,17 zł	16,127	203 187,27 zł
Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 10 cm	393,60 zł/m <sup>2</sup>	3,23	0,255	11 850,08 zł	-	188 463,55 zł
Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 12 cm	405,90 zł/m <sup>2</sup>	3,87	0,219	12 213,15 zł	-	194 353,04 zł
Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący $R = 5,216$ m <sup>2</sup> K/W jest większy od wymaganego wynoszącego $R_{min} = 5,0$ m <sup>2</sup> K/W.						

#### Legenda:

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

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

Nu [zł] - Planowane koszty robót

DR 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 stropodachu wentylowanego

### Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	6 618,65	zł/(MW) ×miesiąc
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	58,34	zł/GJ
Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{wo} =$	20,0	°C
Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{zo} =$	-16,0	°C
Liczba stopniodni,	$S_d =$	3 618	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U =$	0,91	W/(m <sup>2</sup> ×K)
Powierzchnia stropu/dachu/podłogi poddasza	$A =$	715,9	m <sup>2</sup>
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego	$W_E =$	21,09	(zł×K)/W×a

### Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się docieplenie stropodachu wentylowanego luźną wełną mineralną o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda = 0,038$  W/mK. Wymiana pokrycia dachowego. Na podstawie poniższej analizy ekonomicznej wykazano optymalną grubość izolacji równą 25 cm. Docieplenie o grubości 18 i 20 cm nie spełnia wymogów rozporządzenia. Ceny robót budowlanych określono na podstawie analizy rynku robót budowlanych. Wszystkie ceny zawierają podatek VAT 23 %.

Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	DR	$U_m$	$DO_{rU}$	SPBT	Nu
Docieplenie stropodachu wentylowanego - luźna wełna mineralna - 25 cm	275,52 zł/m <sup>2</sup>	6,58	0,130	11 818,50 zł	16,689	197 233,75 zł
Docieplenie stropodachu wentylowanego - luźna wełna mineralna - 30 cm	288,00 zł/m <sup>2</sup>	7,89	0,111	12 106,48 zł	17,030	206 167,68 zł
Docieplenie stropodachu wentylowanego - luźna wełna mineralna - 18 cm	258,30 zł/m <sup>2</sup>	4,74	0,171	11 197,03 zł	-	184 906,64 zł
Docieplenie stropodachu wentylowanego - luźna wełna mineralna - 20 cm	263,22 zł/m <sup>2</sup>	5,26	0,157	11 411,34 zł	-	188 428,67 zł
Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący $R = 7,674$ m <sup>2</sup> K/W jest większy od wymaganego wynoszącego $R_{min} = 6,66$ m <sup>2</sup> K/W.						

### Legenda:

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

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

Nu [zł]- Planowane koszty robót

DR 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 wymiany stolarki okiennej drewnianej

### Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	6 618,65	zł/(MW)×miesiąc]
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	58,34	zł/GJ
Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{wo} =$	20,0	°C
Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{zo} =$	-16,0	°C
Liczba stopniodni,	$S_d =$	3 618	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	$A =$	76,4	m <sup>2</sup>
Współczynniki przepływu powietrza przez szczeliny okien lub drzwi przed i po termomodernizacji, określone w oparciu o Tabelę 1 z rozporządzenia MI	$a_0 =$	4,00	[m <sup>3</sup> /(m·h·daPa <sup>2/3</sup> )]
	$a_1 =$	0,30	
Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI	$cr_0 =$	1,20	-
	$cm_0 =$	1,20	-
Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI	$cm_1 =$	1,00	-
	$cw =$	1,00	-
Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI			

	Cena jednostkowa	CR	$U_m$	$DO_{rU}$	SPBT	Nu
Wymiana okien na stolarkę PCV, $U = 0,9$ W/m <sup>2</sup> K	959,40 zł/m <sup>2</sup>	1,00	0,90	3 576,64 zł	20,488	73 278,97 zł
Wymiana okien na stolarkę PCV, $U = 1,3$ W/m <sup>2</sup> K	934,80 zł/m <sup>2</sup>	1,00	1,30	2 932,20 zł	24,350	71 400,02 zł
Wymiana okien na stolarkę PCV, $U = 1,6$ W/m <sup>2</sup> K	910,20 zł/m <sup>2</sup>	1,00	1,60	2 448,87 zł	28,389	69 521,08 zł
Wymiana okien na stolarkę PCV, $U = 1,8$ W/m <sup>2</sup> K	885,60 zł/m <sup>2</sup>	1,00	1,80	2 126,65 zł	31,807	67 642,13 zł

### Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się wymianę wszystkich okien drewnianych w budynku na stolarkę energooszczędną PCV. Na podstawie analizy ekonomicznej przyjmuje się optymalny współczynnik przenikania ciepła okna na poziomie 0,9 W/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 ( $Nu/DO_{rU}$ )

$DO_{rU}$  [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

## Wybór optymalnego wariantu wymiany stolarki drzwiowej zewnętrznej

### Dane ogólne do obliczeń

Opiata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	6 618,65	zł/(MW ×miesiąc]
Opiata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	58,34	zł/GJ
Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{wo} =$	20,0	°C
Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{zo} =$	-16,0	°C
Liczba stopniodni,	$S_d =$	3 618	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U =$	3,60	W/(m <sup>2</sup> ×K)
Powierzchnia drzwi do wymiany	$A =$	7,3	m <sup>2</sup>
Współczynniki przepływu powietrza przez szczeliny okien lub drzwi przed i po termomodernizacji, określone w oparciu o Tabelę 1 z rozporządzenia MI	$a_0 =$	1,00	[m <sup>3</sup> /(m·h·daPa <sup>2/3</sup> )]
	$a_1 =$	1,00	
Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI	$cr_0 =$	1,00	-
Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI	$cm_0 =$	1,00	-
	$cm_1 =$	1,00	-
Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI	$cw =$	1,00	-

Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	Cr	U <sub>m</sub>	DO <sub>ru</sub>	SPBT	Nu
Wymiana drzwi na stolarkę energooszczędną specjalną, U = 1,3 W/m <sup>2</sup> K	2 952,00 zł/m <sup>2</sup>	1,00	1,30	356,10 zł	60,848	21 667,68 zł
Wymiana drzwi na stolarkę energooszczędną, U = 1,7 W/m <sup>2</sup> K	2 706,00 zł/m <sup>2</sup>	1,00	1,70	294,17 zł	67,520	19 862,04 zł

### Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się wymianę drzwi zewnętrznych starego typu na stolarkę energooszczędną. Na podstawie analizy ekonomicznej przyjmuje się optymalny współczynnik przenikania ciepła drzwi na poziomie 1,3 W/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>)

DO<sub>ru</sub> [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<sub>m</sub> 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:

$O_{m0}$	=	0,00	[zł/(MW ×miesiąc)]	Opłata za 1MW mocy zamówionej przed modernizacją
$O_{z0}$	=	194,44	[zł/GJ]	Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej przed modernizacją
$O_{m1}$	=	0,00	[zł/GJ]	Opłata za 1MW mocy zamówionej po modernizacji
$O_{z1}$	=	194,44	[zł/GJ]	Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej po modernizacji
$Q_{ocw}$	=	11,4	[GJ/rok]	Zapotrzebowanie na ciepło przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego, określone zgodnie z Polską Normą dotyczącą instalacji wodociągowych, wymagania w projektowaniu
$Q_{1cw}$			[GJ/rok]	
$q_{ocw}$	=	3,4	[kW]	Zapotrzebowanie na moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego, określone zgodnie z Polską Normą dotyczącą instalacji wodociągowych, wymagania w projektowaniu
$q_{1cw}$			[kW]	
SPBT			[lata]	Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych
$DOr_{cw}$			[zł/a]	Roczna oszczędność kosztów eksploatacyjnych w wyniku uprawnienia termomodernizacyjnego
Ncw			[zł]	Planowane koszty robót

$Q_1$	$q_1$	$DOr_{cw}$	SPBT	Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	Ncw
11,4	3,4	0,00	0,000	Nie przewiduje się modernizacji.	-	0,00 zł
11,4	3,4	0,00	-	Brak modernizacji systemu c.w.u.	0,00 zł	0,00 zł

- optymalne usprawnienie systemu c.w.u.

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

0,35 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
0,1841 m <sup>3</sup> /dobę	Średnie dobowe zapotrzebowanie na c.w.u. dla budynku ( $Q_{srd}$ )
10 h/dobę	Liczba godzin T rozbioru c.w.u.
77,60 %	Średnia sprawność wytwarzania c.w.u.
11,4 GJ/a	Średnie roczne zapotrzebowanie na ciepło c.w.u. dla budynku
0,018 m <sup>3</sup> /h	Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. dla budynku ( $Q_{srh}$ )
3,554 -	Współczynnik nierównomierności rozbioru wody
0,065 m <sup>3</sup> /h	Maksymalne godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. dla budynku ( $Q_{maxh}$ )
3,4 kW	Moc cieplna dla potrzeb c.w.u. bez uwzględnienia akumulacji ( $q_{maxh}$ )
3,4 kW	Moc cieplna dla potrzeb c.w.u. z uwzględnieniem akumulacji zasobników

Sprawności składowe systemu c.w.u.		
Sprawność	Przed modernizacją	Po modernizacji
Sprawność wytwarzania c.w.u.	0,97	0,97
Sprawność przesyłu c.w.u.	0,80	0,80
Sprawność akumulacji c.w.u.	1,00	1,00

### Wybór optymalnego wariantu modernizacji systemu grzewczego

Dane ogólne do obliczeń:

$O_m =$	6 618,65	[zł/(MW ×miesiąc]	Opłata za 1MW mocy zamówionej przed modernizacją
$O_{m1} =$	6 618,65	[zł/(MW ×miesiąc]	Opłata za 1MW mocy zamówionej po modernizacji systemu grzewczego
$O_z =$	58,34	[zł/GJ]	Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej przed modernizacją
$O_{z1} =$	58,34	[zł/GJ]	Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej po modernizacji systemu grzewczego
$Q_{oco} =$	672,8	[GJ]	Sezonowe zapotrzebowanie budynku na ciepło przed termomodernizacją, określone zgodnie z Polską Normą
$q_o =$	90,1	[kW]	Zapotrzebowanie na moc ciepłą budynku
$h_o =$	0,73	-	Sprawność ogólna systemu przed modernizacją
$w_{t0} =$	1,00	-	Współczynnik określający przerwyw ogrzewaniu w okresie tygodnia
$w_{d0} =$	1,00	-	Współczynnik określający przerwyw ogrzewaniu w okresie doby
SPBT		[lata]	Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych
$DO_{rU}$		[zł/a]	Roczna oszczędność kosztów eksploatacyjnych w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego
Nu		[zł]	Planowane koszty robót

$DO_{rU}$	$h_1$	$q_1$	$h_g$	$h_d$	$h_e$	$h_s$	$w_{t1}$	$w_{d1}$	Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	SPBT	$N_{co}$
9 050,61	0,84	90,1	0,99	0,96	0,88	1,00	1,00	0,95	Wymiana instalacji c.o. Montaż grzejników stalowych wyposażonych w zawory termostaticzne lub regulatory strefowe. Montaż regulacji godzinowo-dobowej. Pełna automatyka obiegów grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej.	-	12,81	115 927,50 zł
0,00	0,73	90,1	0,99	0,96	0,77	1,00	1,00	1,00	Brak modernizacji systemu grzewczego.	0,00	-	0,00

- optymalne usprawnienie systemu grzewczego

# Część trzecia

Wybór optymalnego przedsięwzięcia  
termomodernizacyjnego, analiza  
ekonomiczna i energetyczna, wnioski

**WYBRANE I ZOPTYMALIZOWANE USPRAWNIENIA TERMOMODERNIZACYJNE ZMIERZAJĄCE DO  
ZMNIEJSZENIA ZAPOTRZEBOWANIA NA CIEPŁO W WYNIKU ZMNIEJSZENIA STRAT CIEPŁA PRZEZ  
PRZENIKANIE PRZEZ PRZEGRODY BUDOWLANE ORAZ WARIANTY PRZEDSIĘWZIĘĆ  
TERMOMODERNIZACYJNYCH DOTYCZĄCYCH MODERNIZACJI SYSTEMU WENTYLACJI I SYSTEMU  
PRZYGOTOWANIA CIEPŁEJ WODY UŻYTKOWEJ, USZEREKOWANE WEDŁUG ROSNĄCEJ WARTOŚCI SPBT**

L.p.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego albo wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót [zł]	SPBT [lata]
1	Docieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych - styropian specjalny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK, 14 cm.	200 242,52	16,04
2	Docieplenie stropodachu wentylowanego luźną wełną mineralną o współczynniku przewodzenia ciepła 0,038 W/mK - 25 cm. Wymiana pokrycia dachowego.	197 233,75	16,69
3	Wymiana drzwi starego typu na stolarkę energooszczędną specjalną, $U = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Wymiana okien drewnianych starego typu na stolarkę PCV energooszczędną, $U = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$	94 946,65	24,14

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

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



Prezentacja wybranych do analizy wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

L.p.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Zapotrzebowanie na moc szczytową c.o. dla wariantu (na podstawie obliczeń zgodnych z PN [kW])	Zapotrzebowanie na moc szczytową c.w.u. dla wariantu (na podstawie obliczeń zgodnych z PN [kW])	Zapotrzebowanie na energię c.o. dla wariantu (na podstawie obliczeń zgodnych z PN [GJ/a])	Zapotrzebowanie na energię c.w.u. dla wariantu (na podstawie obliczeń zgodnych z PN [GJ/a])	Sprawność całkowita systemu	Zużycie ciepła w sezonie grzewczym w przypadku realizacji wariantu [GJ/a]	Zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię	Koszty dodatkowe dla wariantu (projekt, audyt, nadzór) [zł]
1	Wymiana instalacji c.o. Montaż grzejników stalowych wyposażonych w zawory termostatyczne lub regulatory strefowe. Montaż regulacji godzinowo-dobowej. Pełna automatyka obiegów grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej.	41,5	3,4	213,5	11,4	0,836	253,9	72,72%	40 000,00
	Docieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych - styropian specjalny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK, 14 cm.								
	Docieplenie stropodachu wentylowanego luźną wełną mineralną o współczynniku przewodzenia ciepła 0,038 W/mK - 25 cm. Wymiana pokrycia dachowego.								
	Wymiana drzwi starego typu na stolarkę energooszczędną specjalną, U = 1,3 W/m <sup>2</sup> K. Wymiana okien drewnianych starego typu na stolarkę PCV energooszczędną, U = 0,9 W/m <sup>2</sup> K								
2	Wymiana instalacji c.o. Montaż grzejników stalowych wyposażonych w zawory termostatyczne lub regulatory strefowe. Montaż regulacji godzinowo-dobowej. Pełna automatyka obiegów grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej.	48,2	3,4	275,1	11,4	0,836	323,9	65,20%	40 000,00
	Docieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych - styropian specjalny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK, 14 cm.								
	Docieplenie stropodachu wentylowanego luźną wełną mineralną o współczynniku przewodzenia ciepła 0,038 W/mK - 25 cm. Wymiana pokrycia dachowego.								
3	Wymiana instalacji c.o. Montaż grzejników stalowych wyposażonych w zawory termostatyczne lub regulatory strefowe. Montaż regulacji godzinowo-dobowej. Pełna automatyka obiegów grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej.	69,9	3,4	480,1	11,4	0,836	556,8	40,18%	40 000,00
	Docieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych - styropian specjalny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK, 14 cm.								
4	Wymiana instalacji c.o. Montaż grzejników stalowych wyposażonych w zawory termostatyczne lub regulatory strefowe. Montaż regulacji godzinowo-dobowej. Pełna automatyka obiegów grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej.	90,1	3,4	672,8	11,4	0,836	775,6	16,67%	20 000,00

# DOKUMENTACJA WYBORU OPTYMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO BUDYNKU

L.p.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite [zł]	Roczne oszczędności kosztów energii [zł/rok]	Procentowa 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	648 350,42	43 341,98	72,72%	0,00	0,00	103 736,07	86 683,97
					0,00			
2	WARIANT 2	553 403,77	38 724,82	65,20%	0,00	0,00	88 544,60	77 449,64
					0,00			
3	WARIANT 3	356 170,02	23 421,68	40,18%	0,00	0,00	56 987,20	46 843,37
					0,00			
4	WARIANT 4	135 927,50	9 050,61	16,67%	0,00	0,00	21 748,40	18 101,22
					0,00			

## Wnioski

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

Zalecane w wyniku przeprowadzonych analiz usprawnienia:

Wymiana instalacji c.o. Montaż grzejników stalowych wyposażonych w zawory termostatyczne lub regulatory strefowe. Montaż regulacji godzinowo-dobowej. Pełna automatyka obiegu grzewczego. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej.

Docieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych - styropian specjalny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK, 14 cm.

Docieplenie stropodachu wentylowanego luźną wełną mineralną o współczynniku przewodzenia ciepła 0,038 W/mK - 25 cm. Wymiana pokrycia dachowego.

Wymiana drzwi starego typu na stolarkę energooszczędną specjalną,  $U = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Wymiana okien drewnianych starego typu na stolarkę PCV energooszczędną,  $U = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$

Wymiana oświetlenia zgodnie z załącznikiem "Wymiana Oświetlenia Wewnętrznego".

### UWAGA:

Z uwagi na zawilgocenia ścian przy gruncie konieczne jest wykonanie izolacji przeciwwilgociowej ścian do poziomu fundamentów.

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

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

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

mgr inż. Jarosław Kozub

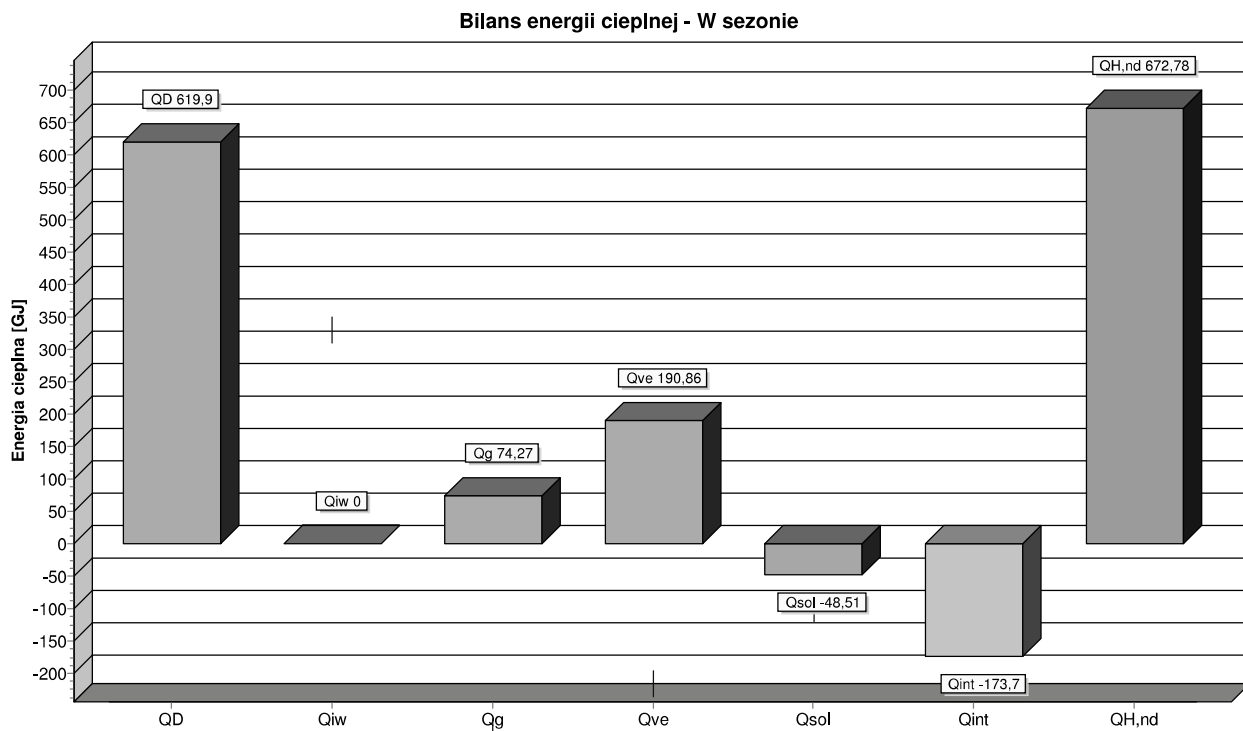
# Załącznik 1

**Bilans energetyczny budynku przed  
modernizacją**

# Wyniki - Ogólne

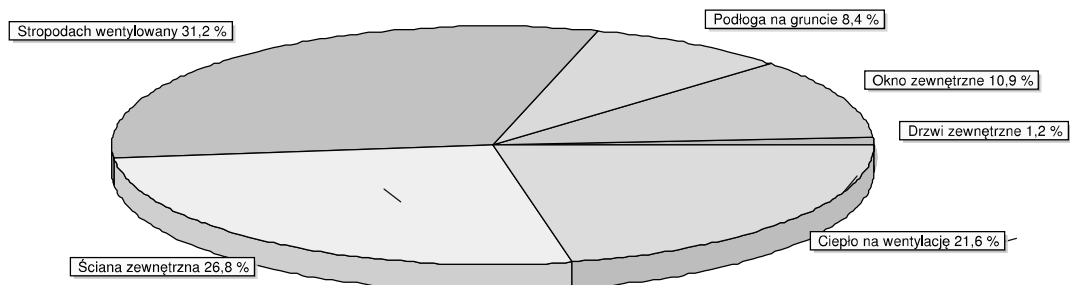
Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Bilans energetyczny budynku - stan istniejący	
	KMP Słupsk	
Miejscowość:	Słupsk	
Adres:	al. 3 Maja 1 bud. E	
Projektant:	Marcin Rosenow	
Plik danych:	C:\Users\hp\Desktop\Robocze\Policja\Gdańsk\3	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	I	
Projektowa temperatura zewnętrzna $\theta_e$ :	-16	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$ :	7,7	°C
Stacja meteorologiczna:	Ustka	
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku $A_H$ :	526,0	m <sup>2</sup>
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :	1578,0	m <sup>3</sup>
Projektowa strata ciepła przez przenikanie $\Phi_T$ :	70761	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła $\Phi_V$ :	19315	W
Całkowita projektowa strata ciepła $\Phi$ :	90076	W
Nadwyżka mocy cieplnej $\Phi_{RH}$ :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku $\Phi_{HL}$ :	90076	W
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Ustka	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$ :	1578,0	m <sup>3</sup> /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :	672,78	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :	186884	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku $A_H$ :	526	m <sup>2</sup>
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :	1578,0	m <sup>3</sup>
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EA_H$ :	1279,1	MJ/(m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EA_H$ :	355,3	kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EV_H$ :	426,4	MJ/(m <sup>3</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EV_H$ :	118,4	kWh/(m <sup>3</sup> ·rok)

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



Miesiąc	$L_{d,m}$	$T_{em,m}$	$Q_D$	$Q_{iw}$	$Q_g$	$Q_{ve}$	$\eta_{H,gn}$	$Q_{sol}$	$Q_{int}$	$Q_{H,nd}$
	dni	°C	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok		GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok
Styczeń	31	-0,3	97,25	0,00	11,65	29,24	0,990	2,39	19,72	116,25
Luty	28	0,2	85,68	0,00	10,26	28,52	0,989	3,16	17,81	103,73
Marzec	31	3,3	80,00	0,00	9,59	24,06	0,980	5,47	19,72	88,97
Kwiecień	30	5,1	69,08	0,00	8,28	21,46	0,967	8,47	19,09	72,18
Maj	31	9,7	49,34	0,00	5,91	14,84	0,915	11,67	19,72	41,35
Czerwiec	0	14,4	25,96	0,00	3,11	8,07	0,757	12,97	19,09	12,85
Lipiec	0	16,2	18,20	0,00	2,18	5,47	0,612	13,76	19,72	5,37
Sierpień	0	16,4	17,25	0,00	2,07	5,19	0,611	12,05	19,72	5,08
Wrzesień	30	12,9	32,92	0,00	3,94	10,23	0,870	7,89	19,09	23,63
Październik	31	9,3	51,26	0,00	6,14	15,41	0,952	4,54	19,72	49,72
Listopad	30	5,2	68,62	0,00	8,22	21,32	0,980	2,62	19,09	76,89
Grudzień	31	2,1	85,75	0,00	10,27	25,78	0,987	2,31	19,72	100,07
W sezonie	273	7,9	619,90	0,00	74,27	190,86	0,955	48,51	173,70	672,78

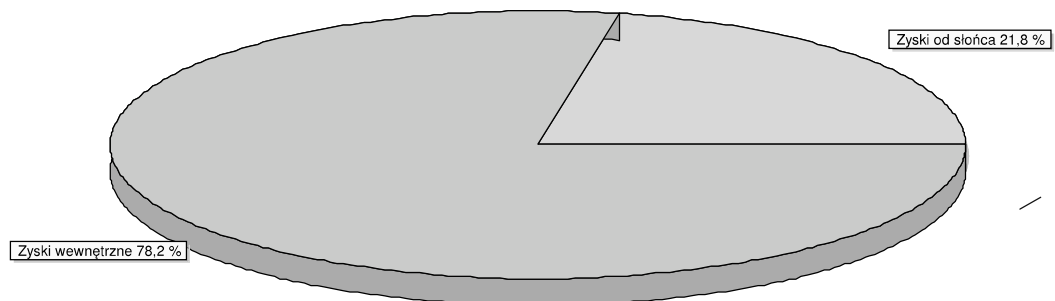
Szczegółowe zestawienie strat energii cieplnej



1,2 % Drzwi zewnętrzne	10,9 % Okno zewnętrzne	8,4 % Podłoga na gruncie
31,2 % Stropodach wentylowany	26,8 % Ściana zewnętrzna	21,6 % Ciepło na wentylację

Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
Drzwi zewnętrzne	10,44	2899	1,2
Okno zewnętrzne	96,27	26743	10,9
Podłoga na gruncie	74,27	20631	8,4
Stropodach wentylowany	276,16	76711	31,2
Ściana zewnętrzna	237,04	65843	26,8
Ciepło na wentylację	190,86	53016	21,6
Razem	885,03	245841	100,0

Szczegółowe zestawienie zysków energii cieplnej



21,8 % Zyski od słońca    78,2 % Zyski wewnętrzne




Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
*Zyski od słońca	48,51	13475	21,8
Zyski wewnętrzne	173,70	48249	78,2
± Razem	222,20	61724	100,0



# Wyniki - Zestawienie przegród

Opis	U	A
	W/m <sup>2</sup> ·K	m <sup>2</sup>
Drzwi zewnętrzne	3,600	7,34
Okna zewnętrzne PCV	1,300	4,80
Okna zewnętrzna drewniane	3,120	76,38
Podłoga na gruncie	0,512	654,73
Stropodach wentylowany	0,913	715,86
Ściana zewnętrzna	1,428	478,82

# Wyniki - Przegrody

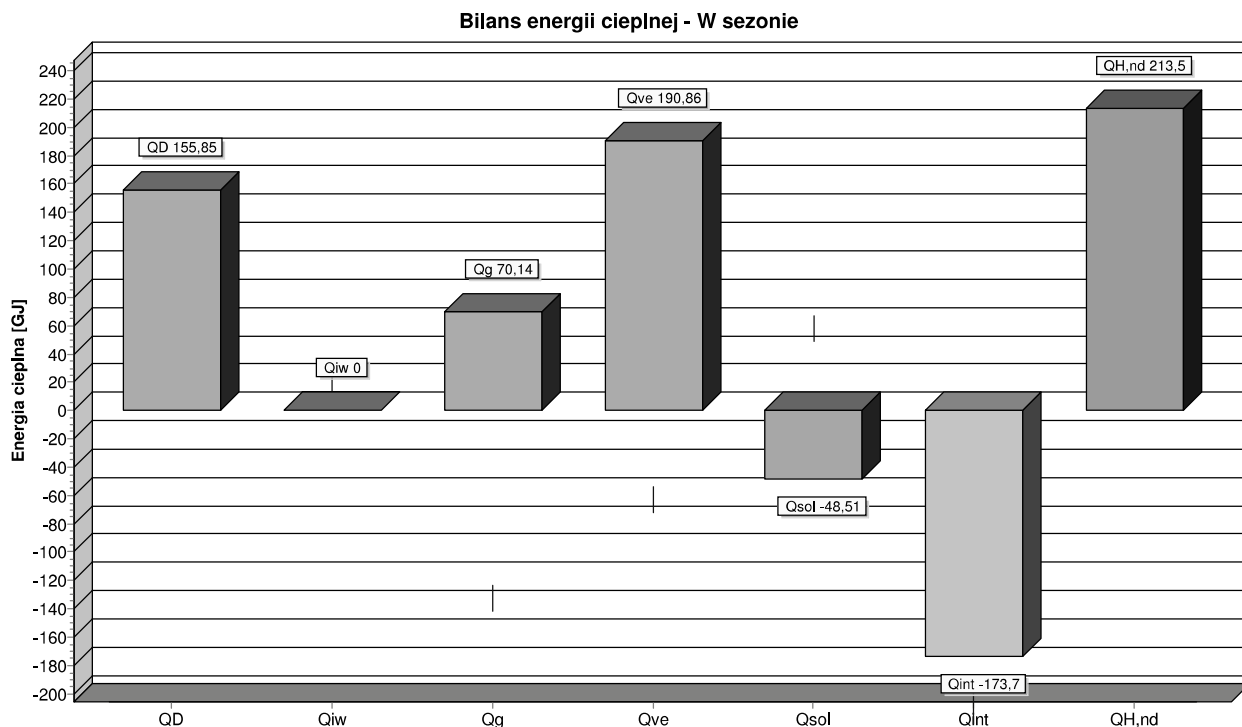
D	Opis materiału	$\lambda$	$\rho$	$c_p$	R
m		W/(m·K)	kg/m <sup>3</sup>	kJ/(kg·K)	m <sup>2</sup> ·K/W
 PG	Podłoga na gruncie				
Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
Ściana przy podłodze: SZ					
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej $Z_{gw}$ : 5,00 m					
Pozioma izol. krawędziowa: o grubości $d_{nh}$ = m i długości $D_h$ = m					
Pionowa izol. krawędziowa: o grubości $d_{nv}$ = m i długości $D_v$ = m					
0,0500	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,840	0,050
0,0060	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,033
0,1000	Podkład z betonu chudego.	1,050	1900	0,840	0,095
0,3000	Żwir.	0,900	1800	0,840	0,333
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania $R_g$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					1,441
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					1,953
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,512
 STD	Stropodach wentylowany				
Rodzaj przegrody: Stropodach wentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wilgot					
0,0060	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,033
0,0250	Drewno sosnowe w poprzek włókien.	0,160	550	2,510	0,156
Opór warstwy powietrznej stropodachu o śr. wys. $H$ = 1 m, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,160
Suma oporów ciepła połaci dachowej i war. powietrza, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,000
0,0400	Wełna mineralna luzem w stropie poddasza	0,052	60	0,750	0,769
0,2000	Żelbet.	1,700	2500	0,840	0,118
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
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]:					0,090
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					1,095
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,913
 SZ	Ściana zewnętrzna				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
0,3800	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,494
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <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]:					0,700
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					1,428

# Załącznik 2

Bilans energetyczny budynku dla  
optymalnego wariantu przedsięwzięcia  
termomodernizacyjnego

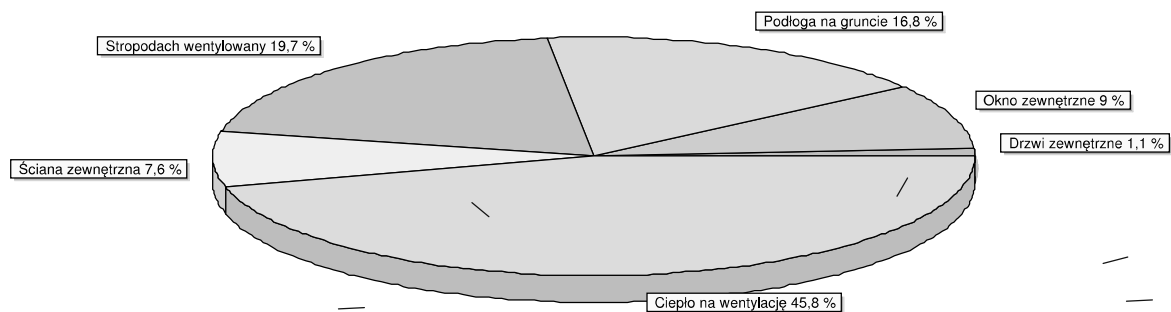
# Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Bilans energetyczny budynku - wariant pierwszy	
	KMP Słupsk	
Miejscowość:	Słupsk	
Adres:	al. 3 Maja 1 bud. E	
Projektant:	Marcin Rosenow	
Plik danych:	C:\Users\hp\Desktop\Robocze\Policja\Gdańsk\3	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	I	
Projektowa temperatura zewnętrzna $\theta_e$ :	-16	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$ :	7,7	°C
Stacja meteorologiczna:	Ustka	
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku $A_H$ :	526,0	m <sup>2</sup>
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :	1578,0	m <sup>3</sup>
Projektowa strata ciepła przez przenikanie $\Phi_T$ :	22205	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła $\Phi_V$ :	19315	W
Całkowita projektowa strata ciepła $\Phi$ :	41519	W
Nadwyżka mocy cieplnej $\Phi_{RH}$ :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku $\Phi_{HL}$ :	41519	W
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Ustka	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$ :	1578,0	m <sup>3</sup> /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :	213,50	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :	59307	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku $A_H$ :	526	m <sup>2</sup>
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :	1578,0	m <sup>3</sup>
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EA_H$ :	405,9	MJ/(m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EA_H$ :	112,8	kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EV_H$ :	135,3	MJ/(m <sup>3</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EV_H$ :	37,6	kWh/(m <sup>3</sup> ·rok)



Miesiąc	$L_{d,m}$	$T_{em,m}$	$Q_D$	$Q_{i,w}$	$Q_g$	$Q_{ve}$	$\eta_{H,gn}$	$Q_{sol}$	$Q_{int}$	$Q_{H,nd}$
	dni	°C	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok		GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok
Styczeń	31	-0,3	24,45	0,00	11,00	29,24	0,991	2,39	19,72	42,77
Luty	28	0,2	21,54	0,00	9,69	28,52	0,990	3,16	17,81	38,98
Marzec	31	3,3	20,11	0,00	9,05	24,06	0,974	5,47	19,72	28,70
Kwiecień	30	5,1	17,37	0,00	7,82	21,46	0,947	8,47	19,09	20,54
Maj	31	9,7	12,41	0,00	5,58	14,84	0,819	11,67	19,72	7,12
Czerwiec	0	14,4	6,53	0,00	2,94	8,07	0,524	12,97	19,09	0,73
Lipiec	0	16,2	4,58	0,00	2,06	5,47	0,358	13,76	19,72	0,13
Sierpień	0	16,4	4,34	0,00	1,95	5,19	0,357	12,05	19,72	0,12
Wrzesień	30	12,9	8,28	0,00	3,72	10,23	0,717	7,89	19,09	2,88
Październik	31	9,3	12,89	0,00	5,80	15,41	0,911	4,54	19,72	12,01
Listopad	30	5,2	17,25	0,00	7,76	21,32	0,974	2,62	19,09	25,18
Grudzień	31	2,1	21,56	0,00	9,70	25,78	0,987	2,31	19,72	35,31
W sezonie	273	7,9	155,85	0,00	70,14	190,86	0,915	48,51	173,70	213,50

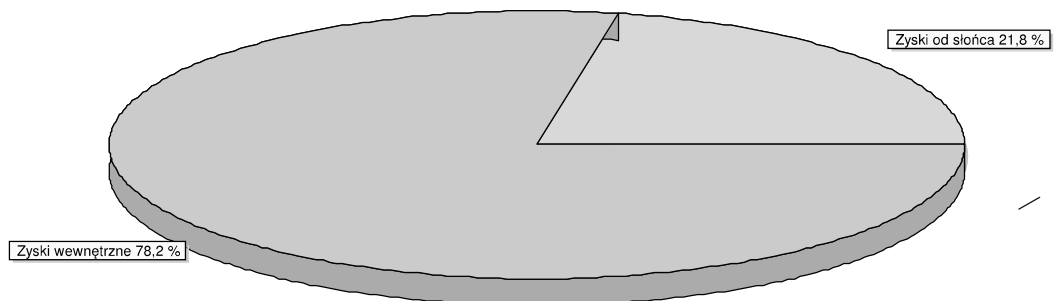
Szczegółowe zestawienie strat energii cieplnej



1,1 % Drzwi zewnętrzne	9 % Okno zewnętrzne	16,8 % Podłoga na gruncie
19,7 % Stropodach wentylowany	7,6 % Ściana zewnętrzna	45,8 % Ciepło na wentylację

Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
Drzwi zewnętrzne	4,58	1273	1,1
Okno zewnętrzne	37,51	10419	9,0
Podłoga na gruncie	70,14	19484	16,8
Stropodach wentylowany	81,95	22764	19,7
Ściana zewnętrzna	31,81	8837	7,6
Ciepło na wentylację	190,86	53016	45,8
Razem	416,85	115791	100,0

Szczegółowe zestawienie zysków energii cieplnej



21,8 % Zyski od słońca    78,2 % Zyski wewnętrzne




Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
*Zyski od słońca	48,51	13475	21,8
Zyski wewnętrzne	173,70	48249	78,2
± Razem	222,20	61724	100,0

# Wyniki - Zestawienie przegród

Opis	U	A
	W/m <sup>2</sup> ·K	m <sup>2</sup>
Drzwi zewnętrzne	1,300	7,34
Okna zewnętrzne PCV	1,300	4,80
Okna zewnętrzna drewniane	0,900	76,38
Podłoga na gruncie	0,493	633,89
Stropodach wentylowany	0,130	715,86
Ściana zewnętrzna	0,192	478,82



# Wyniki - Przegrody

D	Opis materiału	$\lambda$	$\rho$	$c_p$	R
m		W/(m·K)	kg/m <sup>3</sup>	kJ/(kg·K)	m <sup>2</sup> ·K/W
 PG	Podłoga na gruncie				
Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
Ściana przy podłodze: SZ					
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej $Z_{gw}$ : 5,00 m					
Pozioma izol. krawędziowa: o grubości $d_{nh}$ = m i długości $D_h$ = m					
Pionowa izol. krawędziowa: o grubości $d_{nv}$ = m i długości $D_v$ = m					
0,0500	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,840	0,050
0,0060	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,033
0,1000	Podkład z betonu chudego.	1,050	1900	0,840	0,095
0,3000	Żwir.	0,900	1800	0,840	0,333
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania $R_g$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					1,515
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					2,027
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,493
 STD	Stropodach wentylowany				
Rodzaj przegrody: Stropodach wentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wilgot					
0,0060	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,033
0,0250	Drewno sosnowe w poprzek włókien.	0,160	550	2,510	0,156
Opór warstwy powietrznej stropodachu o śr. wys. $H$ = 1 m, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,160
Suma oporów ciepła połaci dachowej i war. powietrza, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,000
0,2500	Wełna mineralna	0,038	60	0,750	6,579
0,0400	Wełna mineralna luzem w stropie poddasza	0,052	60	0,750	0,769
0,2000	Żelbet.	1,700	2500	0,840	0,118
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
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]:					0,090
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					7,674
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,130
 SZ	Ściana zewnętrzna				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
0,3800	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,494
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
0,1400	Styropian PLATINUM PLUS	0,031	30	1,460	4,516
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <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]:					5,216
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,192

# Załącznik 3

## Wymiana oświetlenia wewnętrznego

Dane ogólne:

Dokumentacja projektowa:

- Brak

Inne dokumenty

- Wizja lokalna
- Normy i rozporządzenia:
  - Ustawa z dnia 15 kwietnia 2011 r. o efektywności energetycznej (Dz. U. Nr 94, poz. 551 )
  - Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 10 sierpnia 2012 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej, wzoru karty audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii (Dz. Uz 27 sierpnia 2012 poz. 962)
  - Ustawa z dnia 21 listopada 2008r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów – Dz.U.Nr.223,poz,1459. Dalej zwana Ustawą termomodernizacyjną.
  - Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002r. (wraz z późniejszymi zmianami) w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 75, poz.690). Dalej zwane Warunkami Technicznymi.  
Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3 czerwca 2014 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw charakterystyki energetycznej (Dz. U. z dnia 2 lipca 2014 r.).

Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora (zleceniodawcy)

- Brak

## Opis przedsięwzięcia

Budynek Komendy Miejskiej Policji w Słusku, budynek E, Al. 3 maja 1 wyposażony jest w oświetlenie fluorescencyjne (światłówki) i żarowe w oprawach typu:

- oprawa świetlówkowa 2x36
- oprawa żarówkowa E27.

Zestawienie oświetlenia w poszczególnych pomieszczeniach przedstawiono w dalszej części opracowania.

W wyniku modernizacji planuje się zmianę rodzaju oświetlenia - zastosowanie energooszczędnego oświetlenia LED w panelach, oprawach dla bezpośrednich zamienników tradycyjnych źródeł światła lub innych oprawach dedykowanych do szczególnych zastosowań.

Ponadto po modernizacji planuje się zastosowanie urządzeń automatycznych wspomagających ręczną regulację oświetlenia. Założenia do układu automatycznej regulacji oświetlenia przedstawiono w załączniku.

## Inwentaryzacja oświetlenia wbudowanego przed modernizacją

Moc urządzeń oświetleniowych w ocenianym budynku przed modernizacją

Moc urządzeń oświetleniowych w ocenianym budynku przed modernizacją							
Lp	Pomieszczenie	Rodzaj punktu świetlnego	Moc jednostkowa źródeł światła w oprawie, W	Całkowita moc pojedynczej oprawy z uwzględnieniem starterów, transformatorów, stateczników, W	Liczba, szt.	Moc instalowana Przecz, W	Liczba godzin pracy w ciągu roku, h/rok
1	pomieszczenia biurowe, socjalne itp.	Oprawa świetłówkowa 2x36	72	79,2	47	3722	1800
		Oprawa żarówkowa E27	60	60	11	660	1800
2	pomieszczenia gospodarcze, toalety, szatnie	Oprawa świetłówkowa 2x36	72	79,2	20	1584	540
		Oprawa żarówkowa E27	60	60	20	1200	540
3	korytarze	Oprawa świetłówkowa 2x36	72	79,2	21	1663	1080
		Oprawa żarówkowa E27	60	60	1	60	1080
	Razem				120	8890	-

Liczbę godzin pracy oświetlenia przyjęto na podstawie Rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 10 sierpnia 2012 w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej, wzoru karty audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii.

## 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	Całkowita moc pojedynczej oprawy z uwzględnieniem starterów, transformatorów, stateczników, W	Liczba, szt.	Moc instalowana Przecz, W	Liczba godzin pracy w ciągu roku, h/rok
1	pomieszczenia biurowe, socjalne itp.	Oprawa LED 36W	36	36	47	1692	1800
		Oprawa LED 18W	18	18	11	198	1800
2	pomieszczenia gospodarcze, toalety, szatnie	Oprawa LED 36W	36	36	20	720	540
		Oprawa LED 18W	18	18	20	360	540
3	korytarze	Oprawa LED 36W	36	36	21	756	1080
		Oprawa LED 18W	18	18	1	18	1080
	Razem				120	3744	-

Liczbę godzin pracy oświetlenia przyjęto na podstawie Rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 10 sierpnia 2012 w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej, wzoru karty audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii.

## Obliczenia energetyczne przed modernizacją - oświetlenie

Zużycie energii elektrycznej w ocenianym budynku przed modernizacją

Lp	Pomieszczenie	Moc instalowana Przec, W	Liczba godzin pracy w ciągu roku, h/rok	Zużycie energii elektrycznej na cele oświetlenia wewnętrznego, kWh/rok
1	pomieszczenia biurowe, socjalne itp.	3722	1800	6700
		660	1800	1188
2	pomieszczenia gospodarcze, toalety, szatnie	1584	540	855
		1200	540	648
3	korytarze	1663	1080	1796
		60	1080	65
4	Razem	8890	-	11253

## Obliczenia energetyczne po modernizacji - oświetlenie

Zużycie energii elektrycznej w ocenianym budynku po modernizacji

Lp	Linia produkcyjna	Moc instalowana Przec, W	Liczba godzin pracy w ciągu roku, h/rok	Zużycie energii elektrycznej na cele oświetlenia wewnętrznego, kWh/rok
1	pomieszczenia biurowe, socjalne itp.	1692	1800	3046
		198	1800	356
2	pomieszczenia gospodarcze, toalety, szatnie	720	540	389
		360	540	194
3	korytarze	756	1080	816
		18	1080	19
4	Razem	3744	-	4821

Wprowadzenie automatycznej regulacji oświetlenia uwzględniającej nieobecność użytkowników:

Współczynnik

0,9

Zużycie energii elektrycznej na cele oświetlenia wewnętrznego, kWh/rok

4339



# 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
Przed modernizacją:								
1	Oświetlenie fluorescencyjne i żarowe	41	11 253	3	122	33 758	0,812	9 137
Po modernizacji:								
1	Oświetlenie LED	16	4 339	3	47	13 017	0,812	3 523
	Oszczędność	25	6 914		75	20 741		5 614

Nośnik energii :	energia elektryczna - Państwowa Sieć Elektroenergetyczna
wi :	3,00
Wsk. emisji CO2, Mg/MWh:	0,812

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

1	Średnioroczna oszczędność energii finalnej:	6 914 [kWh/rok]	0,594	[toe/rok]
2	Średnioroczna oszczędność energii pierwotnej:	20 741 [kWh/rok]	1,783	[toe/rok]
3	Szacowana wielkość redukcji emisji CO2	5,61		ton/rok

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

Ocena opłacalności				
Modernizacja oświetlenia wewnętrznego				
Lp.	Omówienie	Jedn.	Oprawy światłowe i żarowe	Oświetlenie LED
1	Moc całkowita oświetlenia	kW	8,9	3,7
2	Roczne zapotrzebowanie na energię finalną na pracę oświetlenia	kWh/rok	11 253	4 339
3	Roczne oszczędność energii na pracę oświetlenia	kWh/rok		6 914
4	Jednostkowy koszt energii elektrycznej	zł/kWh	0,7296	0,7296
5	Koszt pracy oświetlenia w ciągu roku	zł/rok	8 210,00	3 165,74
6	Roczna oszczędność na pracy oświetlenia	zł/rok		5 044,26
7	Oszczędność kosztów pracy oświetlenia w okresie 10 lat	zł/rok		50 442,56
8	Całkowity szacowany koszt przedsięwzięcia	zł		122 463,00
9	Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych SPBT	lata		24,28

## Podsumowanie

### Zastosowane usprawnienia i metoda określenia ich efektów

Usprawnienia w ramach przedsięwzięcia	Metoda określenia efektów usprawnienia (źródła danych, metody obliczeniowe, programy komputerowe)
	Obliczenia wykonano metodą analityczną wzorując się na metodzie uproszczonej zgodnej z Rozporządzeniem Ministra Gospodarki z dnia 10 sierpnia 2012 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej, wzoru karty audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii (Dz. U. z 27 sierpnia 2012 r. poz. 962) oraz Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. w sprawie metodologii obliczenia charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej - z zastosowaniem podstawowych zależności fizycznych. Moc źródeł światła określono na podstawie danych znamionowych, czas pracy oświetlenia określono zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Gospodarki z dnia 10 sierpnia 2012 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej, wzoru karty audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii.

### Zestawienie efektów przedsięwzięcia

Lp.	Rodzaj danych	Jednostka	Wartość	Uwagi
1	Oszczędność zużycia energii finalnej	MWh/a	6,9	
		GJ/rok	24,9	
		toe/rok	0,594	
2	Współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej	-	3,00	energia elektryczna - produkcja mieszana
3	Oszczędność zużycia energii pierwotnej	MWh/a	20,7	
		GJ/rok	74,7	
		toe/rok	1,783	
4	Wskaźnik emisji CO <sub>2</sub>	Mg CO <sub>2</sub> /MWh	0,812	Państwowa Sieć Elektroenergetyczna
5	Szacowana wielkość redukcji emisji CO <sub>2</sub>	MgCO <sub>2</sub> /rok	5,61	



Wyznaczenie kosztów realizacji inwestycji

1.	Cena źródeł światła	liczba	cena jednostkowa [zł]	cena całkowita [zł]
1.	Oprawa świetłówkowa 2x36 / Oprawa LED	88	700,00	61 600,00
2.	Oprawa żarówkowa E27 / Oprawa LED	32	400,00	12 800,00
	razem	120		74 400,00

2.	Regulacja automatyczna	liczba	cena jednostkowa [zł]	cena całkowita [zł]
1.	Elementy regulacji automatycznej	1 kpl.	22 320,00	22 320,00
	razem	0		22 320,00

3.	Cena wykonania instalacji elektrycznej	orientacyjna liczba punktów	cena jednostkowa [zł]	cena całkowita [zł]
1.	Wykonanie instalacji wraz z przewodami	180	116,85	21 033,00
	razem	180		21 033,00

4. Koszty dodatkowe (nadzór, audyt, projekt) 4710,00 zł

Całkowity koszt wykonania usprawnienia 122 463,00 zł

## Założenia do projektowania systemu regulacji oświetlenia.

System automatycznej regulacji oświetlenia powinien uwzględniać:

- możliwość automatycznego załączania oświetlenia w miejscach ogólnodostępnych w zależności od natężenia oświetlenia naturalnego oraz obecności osób (korytarze, klatki schodowe, łazienki) z uwzględnieniem stałego oświetlenia dróg ewakuacyjnych,
- możliwość automatycznego wyłączania oświetlenia w pomieszczeniach użytkowych poza godzinami stałej eksploatacji i przy braku obecności osób,
- programowanie okresu pracy normalnej i okresu czuwania (poza godzinami pracy) - przełączanie trybu pracy oświetlenia - tryb stały i tryb z uwzględnieniem obecności osób zaprojektowane w sposób ergonomiczny - umożliwiające łatwe wprowadzanie zmian stałych oraz w sytuacjach nietypowych,
- strefowość oświetlenia - możliwość załączania i wyłączania ręcznego lub automatycznego (w zależności od obecności osób) oświetlenia w logicznie wydzielonych częściach pomieszczeń użytkowych lub stref ogólnodostępnych.

Projekt systemu regulacji oświetlenia powinien być uzgodniony z użytkownikiem obiektu i powinien uwzględniać jego preferencje, zwyczajowe zasady użytkowania pomieszczeń oraz dodatkowe uwagi i sugestie mogące poprawić ergonomię użytkowania lub przyczynić się do dalszych oszczędności energii elektrycznej.

Systemem automatycznej regulacji powinno być objęte minimum 60% wszystkich urządzeń oświetleniowych.

Z uwagi na umożliwienie monitorowania efektu ekologicznego zaleca się, aby instalacja oświetleniowa posiadała odrębne podliczniki zużycia energii elektrycznej.