



# AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

*Budynek:*                      *budynek po MPO - teatr z  
zapleczem socjalnym i  
technicznym  
Madalińskiego 10/16  
02-513 Warszawa*

**Inwestor:**

*Nowy Teatr  
Madalińskiego 10/16  
02-513                      Warszawa*

**BENE**

Opacz 78  
05-520 Konstancin-Jeziorna  
NIP: 521-274-20-39

tel. 0 663 92 50 40  
e mail: [audyt@audytenergetyczny.net](mailto:audyt@audytenergetyczny.net)  
[www.audytenergetyczny.net](http://www.audytenergetyczny.net)

Warszawa    czerwiec 2013r.

1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku				
1. Dane identyfikacyjne budynku				
1.1	Rodzaj budynku	budynek po MPO - teatr z zapleczem socjalnym i technicznym	1.2.	Rok budowy
				1927
1.3.	Inwestor (Nazwa lub imię i nazwisko, adres)	Nowy Teatr Madalińskiego 10/16 02-513 Warszawa	1.4.	ul. Madalińskiego 10/16 kod 02-513 miejscowość Warszawa woj. mazowieckie
2. Nazwa, nr. REGON i adres firmy wykonującej audyt				
BENE Opacz 78; 05-520 Konstancin Jeziorna tel. 0 663 92 50 40 e mail: audyt@audytenergetyczny.net		REGON 015545067 NIP 521-274-20-39 <a href="http://www.audytenergetyczny.net">www.audytenergetyczny.net</a>		
3. Imię i nazwisko, nr. PESEL oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis				
inż. Barbara Nita PESEL 54100402624 ul. Sielecka 59/63 m19 Warszawa tel. 0 663 92 50 40		audytor energetyczny autoryzowany KAPE nr 0193 osoba <b>uprawniona do sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej</b> budynku, lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej całość techniczno-użytkową <b>nr wpisu Min. Infr. 6281</b>		
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwika, zakres prac, posiadane kwalifikacje				
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu	Posiadane kwalifikacje (ew. uprawnienia)	
1				
5.	Miejscowość	Warszawa	Data wykonania opracowania	czerwiec 2013r.
6. Spis treści				
1	Strona tytułowa		str	2
2	Karta audytu energetycznego		str	3
3	Dokumenty i dane źródłowe wykorzystywane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi Inwestora		str	5
4	Inwentaryzacja techniczno - budowlana budynku		str	6
5	Ocena stanu technicznego budynku		str	9
6	Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych		str	10
7	Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego		str	11
8	Opis optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji		str	23
9	Efekt ekologiczny		str	24
10	Uwagi końcowe			26
11	Spis załączników do audytu energetycznego		str	27

2. Karta audytu energetycznego budynku poddanej termomodernizacji			
1. Dane ogólne			
1.	Konstrukcja / technologia budynku	technologia tradycyjna	
2.	Liczba kondygnacji naziemnych	1	
3.	Kubatura części ogrzewanej [m³]	18031,0	
4.	Powierzchnia budynku części ogrzewanej netto [m²]	2267,6	
5.	Powierzchnia użytkowa [m²]	1130,9	
	Powierzchnia mieszkalna [m²]	0,0	
6.	Powierzchnia użytkowa innych pomieszczeń [m²]	1136,7	
7.	Liczba pomieszczeń mieszkalnych	0	
8.	Liczba osób użytkujących budynek	420	
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	centralnie, w węźle cieplnym	
10.	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	węzeł cieplny	
11.	Współczynnik kształtu A/V [l/m]	0,34	
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/m²K]		Stan przed termomodernizacji	Stan po termomodernizacji
1.	Ściany zewnętrzne	1,086	1,086
2.	Stropodach niewentylowany / dach / strop pod nieogrzewanym poddaszem	1,382 ; 3,852	0,246; 0,278
3.	Strop piwnicy (podłoga na gruncie)	0,376; 0,477	0,376; 0,477
4.	Okna	5,8	1,0
5.	Drzwi	5,9	1,5
6.	Inne	--	--
3. Sprawności składowe systemu ogrzewania			
1.	Sprawność wytwarzania	0,95	0,95
2.	Sprawność przesyłu (dystrybucji) ciepła	0,90	0,98
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,75	0,99
4.	Sprawność układu akumulacji ciepła	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewania w okresie tygodnia	1,00	0,85
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	1,00	0,91
4. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)	naturalna	mechaniczna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna/kanały	okna/kanały
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego [m³/h]	9 168	25 020
4.	Liczba wymian [l/h]	0,51	1,39
5. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	587,05	313,71
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	38,01	43,04
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [GJ/rok]	3948,66	985,03
4.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [GJ/rok]	6157,75	826,66
5.	Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania cwu [GJ/rok]	92,60	92,16
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego i na przygotowanie cwu (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła)	brak danych	-
7.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/m2rok]	483,71	120,66
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/m2rok]	754,32	101,26
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/m3rok]	94,86	12,74
6. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1.	Opłata za 1 GJ energii na ogrzewanie [zł/GJ]	34,35	34,35
2.	Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc [zł/MW]	7 266,51	7 266,51
3.	Opłata za podgrzanie 1 m³ wody użytkowej [zł/m3]	12,32	8,90
4.	Opłata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie cwu na miesiąc [zł/MW]	7 266,51	7 266,51
5.	Opłata za ogrzanie 1 m² powierzchni użytkowej miesięcznie [zł/m2]	19,36	4,11
6.	Opłata abonamentowa [zł]	0,00	0,00
7. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana kwota kredytu [zł]	5 930 374	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	85,29
Planowane koszty całkowite [zł]	5 930 374	Premia termomodernizacyjna [zł]	413 957
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	206 978		

## Cel audytu energetycznego

*Audyt energetyczny ma na celu wybór optymalnego wariantu termomodernizacji budynku budynek po MPO - teatr z zapleczem socjalnym i technicznym Madalińskiego 10/16 Warszawa i sprawdzenie, czy spełnione są wymagania ustawy o wspieraniu przedsięwzięć termomodernizacyjnych, konieczne do przyznania premii termomodernizacyjnej. Audyt ma rozważyć opłacalność docieplenia przegród budynku. Docelowo, wszelkie działania mają spowodować zmniejszenie kosztów dostaw ciepła ponoszonych przez mieszkańców.*

### 3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi Inwestora

#### 3.1. Dokumentacja projektowa

- 1 Projekt budowlany przebudowy hali warsztatowej i budynku administracyjnego na potrzeby Międzynarodowego Centrum Kultury Nowy Teatr wraz ze zmianą sposobu użytkowania; Piotr Foirtuna Architekci; Gdynia grudzień 2012
- 2 Projekt wykonawczy przebudowy hali warsztatowej i budynku administracyjnego na potrzeby Międzynarodowego Centrum Kultury Nowy Teatr działka nr 113 ul. Madalińskiego 10/16; architektura, konstrukcja, pr. konserwatorski; Piotr Foirtuna Architekci; Gdynia grudzień 2012
- 3 Projekt wykonawczy przebudowy hali warsztatowej i budynku administracyjnego na potrzeby Międzynarodowego Centrum Kultury Nowy Teatr działka nr 113 ul. Madalińskiego 10/16; branża sanitarna, branża elektryczna; Piotr Foirtuna Architekci; Gdynia grudzień 2012
- 4 Dokumentacja powykonawcza - wymiana podłogi; Consensus budownictwo Sp. z o.o.; Warszawa

#### 3.2. Data wizji lokalnej

maj, czerwiec 2013r.

#### 3.3. Osoby udzielające informacji

Przedstawiciele Nowego Teatru Warszawa

#### 3.4. Wytyczne i uwagi Inwestora

Wykorzystanie kredytu bankowego i innych środków pomocowych.

W ramach audytu dokonanie oceny efektywności: docieplenia dachu, wymiany drzwi, wymiany okien, modernizacji c.o., modernizacji c.w.u., klimatyzacji z rekuperacją.

#### 3.5. Wielkość środków własnych inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz wysokość kredytu możliwego do zaciągnięcia

Wielkość środków własnych inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego :	0	zł
Wysokość kredytu możliwego do zaciągnięcia	5 930 374	zł

#### 3.6. Inne dokumenty

1. Ustawa z dnia 21 listopada 2008 r o wspieraniu termomodernizacji i remontów - Dz.U. Nr 223/1459 z 18.12.08r
2. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego z dnia 17 marca 2009 r.
3. Polska Norma PN-EN-ISO-6946:2004 „Komponenty budowlane i elementy budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczania”.
4. Polska Norma PN-EN ISO 13790:2008 „Ciepłne właściwości użytkowe budynków Obliczanie zużycia energii do ogrzewaniaEnergetyczne właściwości użytkowe budynków -- Obliczanie zużycia energii do ogrzewania i chłodzenia”.
5. Polska Norma PN-B-01706:1992 „Instalacje wodociągowe. Wymagania w projektowaniu”.
6. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.
7. Polska Norma PN-B-03430:1983 „Wentylacja w budynkach mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej. Wymagania”.
8. Program komputerowy „Audyt OZC 4.8 PRO” do obliczania sezonowego zapotrzebowania ciepła do ogrzewania budynków.
9. Polska Norma PN-EN-ISO-12831 "Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego".
10. Instrukcja Instytutu Techniki Budowlanej Nr 334/02 „Bezspoinowy system ocieplania ścian zewnętrznych budynków”
11. Rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 6 kwietnia 2004r. W sprawie szczegółowych warunków przyłączenia podmiotów do sieci gazowych, ruchu i eksploatacji tych sieci - Dz.U. Nr 105 poz.1113 - rozdz. 6 §22 pkt.1.2
12. Polska Norma PN-EN-ISO-13370 "Właściwości cieplne budynków – Wymiana ciepła przez grunt – Metody obliczania"
13. Faktury od dostawcy ciepła.

**4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku****\* dla części termomodernizowanej****4a. Ogólne dane o budynku**

Nazwa obiektu		Budynek: budynek po MPO - teatr z zapleczem socjalnym i technicznym			
Inwestor budynku		Nowy Teatr			
Miejscowość, osiedle		02-513 Warszawa			
Adres		Madalińskiego 10/16			
Rok budowy		1927	Rok zasiedlenia	1927	
Technologia budynku		technologia tradycyjna			
1	Powierzchnia zabudowana [m²]	2 576,05	11	Liczba klatek schodowych	0
2	Kubatura budynku [m³]	20 255,00	12	Liczba kondygnacji naziemnych	1
3	Kubatura ogrzewanej części budynku powiększona o kubaturę ogrzewanych pomieszczeń na poddaszu użytkowym lub w piwnicy i pomniejszona o kubaturę wydzielonych klatek schodowych, sztybów, wind, otwartych wnęk, loggi i galerii [m3]	18 031,00	13	Wysokość kondygnacji w świetle [m]	6,52; 8,6; 12,51;
4	Powierzchnia użytkowa [m2]	1130,88	14	Liczba użytkowników	420
5	Powierzchnia korytarzy i klatek schod. [m²]	1136,72	15	Liczba lokali mieszkalnych	0
6	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym [m2]	0,00	16	Liczba mieszkań o powierzchni <50 m²	0
7	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy [m2]	0,00	17	Liczba mieszkań o powierzchni 50-100 m²	0
8	Powierzchnia pomieszczen ogrzewanych mieszkalnych [m²]	0,00	18	Liczba mieszkań o powierzchni >100 m²	0
9	Powierzchnia użytkowa ogrzewanej części budynku [4+5+6+7+8] [m2]	2267,60	19	Liczba mieszkań z WC w łazience	0
10	Budynek podpiwniczony	nie	20	Liczba mieszkań z WC osobno	0

Uwaga: po adaptacji powierzchnia użytkowa ogrzewanej części budynku 2693 m<sup>2</sup>Kubatura ogrzewanej części budynku 18248,5 m<sup>3</sup>

**4.b. Opis techniczny podstawowych elementów budynku części termomodernizowanej**Technologia

Technologia tradycyjna. Budynek wpisany na listę zabytków.

Ściany zewnętrzne

Ściany z cegły ceramicznej pełnej, obustronnie tynkowane.

Dach / stropodach niewentylowany / strop pod poddaszem nieogrzewanym

Dach żelbetowy kryty papą termozgrzewalną. W części płaskiej docieplony płytami z korka.

Stropy międzykondygnacyjne

nie występują

Okna, przegrody szklane i przezroczyste

Okna stare, jednoszybowe, szprosowe, metalowe o  $U=5,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Drzwi

Drzwi wejściowe i bramy stare, stalowe o  $U=5,882 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych									
L.p	Opis	Położenie	Pow. całkow. m <sup>2</sup>	Pow. do obliczenia strat ciepła m <sup>2</sup>	$U_k \text{ W/(m}^2\text{K)}$	Pow. okien m <sup>2</sup>	$U_{\text{okna}} \text{ W/(m}^2\text{K)}$	Pow. drzwi m <sup>2</sup>	$U_{\text{drzwi}} \text{ W/(m}^2\text{K)}$
1	Ściana zewnętrzna	N, E, S, W	1426,40	1340,30	1,086	448,0	5,8	95,5	5,9
2	Dach płaski		1738,58	1784,14	1,382				
3	Dach kolepka	E, W	868,21	896,09	3,852				
4	Podłoga na gruncie		2409,00	2390,06	0,376; 0,477				
	<b>po adaptacji</b>								
5	Ściana zewnętrzna	N, E, S, W	1346,84	1310,09	1,086	443,9	5,8	179,1	5,9

4.c. Charakterystyka energetyczna budynku			
Lp.	Rodzaj danych		Dane w stanie istniejącym
1.	Szczytowa moc cieplna (zapotrzebowanie na moc cieplną dla c.o. i c.w.u.)	$q_{moc}$ [kW]	587,049/38,01
2.	Zamówiona moc cieplna dla (c.o. i c.w.u.) łącznie	$q$ [kW]	337,9 / 43
3.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	$Q_H$ [GJ]	3948,66
4.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	$Q_s$ [GJ]	6 157,75
5.	Taryfa opłat (z VAT) dla c.o.		
	opłata stała (za moc zamówioną + przesył) miesięcznie	zł/MW	7266,51
	opłata zmienna (za ciepło + przesył) wg licznika	zł/GJ	34,35
	opłata abonamentowa miesięcznie	zł	0,00
6.	Taryfa opłat (z VAT) dla c.w.u.		
	opłata stała (za moc zamówioną + przesył) miesięcznie	zł/MW	7266,51
	opłata zmienna (za ciepło + przesył) wg licznika	zł/GJ	34,35
	opłata abonamentowa miesięcznie	zł	0,00

4d. Charakterystyka systemu ogrzewania		
Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Typ instalacji	instalacja c.o. dwururowa, wodna, pompowa, z rozdziałem górnym
2.	Parametry pracy instalacji	80/60
3.	Przewody w instalacji	stalowe, piony i gałęzki nieizolowane, prowadzone po wierzchu
4.	Grzejniki	grzejniki Faviera; nagrzewnice powietrzne
5.	Oslonięcie grzejników	nie
6.	Zawory termostatyczne	niesprawne
7.	Sprawności składowe systemu grzewczego	przesyłanie ciepła $\eta_d = 0,90$ regulacja i wytwarzanie $\eta_e = 0,75$ wytwarzanie ciepła $\eta_g = 0,95$ akumulacja ciepła $\eta_s = 1,00$ sprawność całkowita $\eta_{tot} = 0,641$
8.	Liczba dni ogrzewania w tygodniu/liczba godzin na dobę	7/24
9.	Modernizacja instalacji po roku 1984	tak

4.f. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej		
Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj instalacji	centralnie, w węźle cieplnym
2.	Piony i ich izolacja	stalowe, bez izolacji
3.	Opomiarowanie (wodomierze indywidualne)	nie dotyczy
4.	Zużycie ciepłej wody w $m^3/m-c$	brak danych

4.g. Charakterystyka systemu wentylacji		
Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj wentylacji	grawitacyjna
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego $m^3/h$	9168

4.h. Charakterystyka węzła cieplnego lub kotłowni w budynku		
węzeł cieplny		

**5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku****5.1. Elementy konstrukcyjne i ochrona cieplna budynku**

Budynek pod ochroną konserwatorską. Ogólny stan elementów konstrukcyjnych budynku jest dobry. Stolarka okienna stara, stalowa, jednoszybowa. Drzwi stare, stalowe, do wymiany.

**5.2. System grzewczy**

Na podstawie obliczeń moc cieplna systemu grzewczego dla budynku wynosi: 587 kW.

**5.3. System zaopatrzenia w c.w.u.**

Max. moc cieplna obliczeniowa na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej wynosi: 38,01 kW.

centralnie, w węźle cieplnym

**Zbiornicze zestawienie oceny stanu istniejącego budynku i możliwości poprawy zawiera poniższa tabela**

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	<b>Przegrody zewnętrzne.</b>	
	Przegrody zewnętrzne mają niezadowalające wartości współczynnika przenikania ciepła $U$ [ $W/m^2K$ ] :	Należy docieplić przegrody zewnętrzne: Dla ścian $R > 4$
	- ściany zewnętrzne $U = 1,086$	
	- stropodach, dach, strop pod nieogrzewanym poddaszem $U = 1,382 ; 3,852$	Dla stropodachu, dachu, stropu pod nieogrzewanym poddaszem $R > 4,5$
2	<b>Okna i drzwi.</b>	
	Wartość szacunkową współczynnika przenikania okien ocenia się na $U = 5,8 W/(m^2.K)$ . Drzwi o szacunkowym współczynniku $U = 5,882 W/(m^2.K)$ .	Wymiana na okna i drzwi o lepszym współczynniku $U$
3	<b>Wentylacja grawitacyjna.</b>	
	Nie stwierdza się zbyt małe przewietrzanie.	Możliwe obniżenie zużycia ciepła przez wprowadzenie wentylacji kontrolowanej z odzyskiem ciepła.
4	<b>Instalacja ciepłej wody użytkowej.</b>	
	centralnie, w węźle cieplnym	Usprawnienie systemu zaopatrzenia w cwu :wymiana instalacji na nową, z energooszczędną armaturą; montaż na cyrkulacji zaworów termostatycznych podpionowych. Uwzględniono współczynnik $k=0,65$ za perlatory.
5	<b>System grzewczy.</b>	
	węzeł cieplny, instalacja c.o. dwururowa, wodna, pompowa, z rozdziałem górnym	Modernizacja węzła cieplnego, pełna automatyka, kompleksowa wymiana instalacji c.o. Przewody izolowane. Nowe grzejniki. Montaż zaworów termostatycznych przygrzejnikowych. Montaż zaworów regulacyjnych podpionowych. Montaż zaworów automatycznego odpowietrzania. Ustawienie przerw dobowych i tygodniowych. Regulacja hydrauliczna instalacji po robotach termomodernizacyjnych.



<b>6. Wykaz rodzajów usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych wybranych na podstawie oceny stanu technicznego</b>
---

L.p.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne	Docieplenie ścian zewnętrznych. Docieplenie dachu wełną.
2	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez okna i drzwi oraz zmniejszenie strat na podgrzanie powietrza wentylacyjnego	Wymiana okien
		Wymiana drzwi
		Wentylacja mechaniczna z odzyskiem ciepła.
3	Poprawienie sprawności instalacji c.w.	Usprawnienie systemu zaopatrzenia w cwu :wymiana instalacji na nową , z energooszczędną armaturą; montaż na cyrkulacji zaworów termostatycznych podpionowych. Uwzględniono współczynnik k=0,65 za perlatory.
4	Poprawienie sprawności systemu grzewczego	Modernizacja węzła cieplnego, pełna automatyka, kompleksowa wymiana instalacji c.o. Przewody izolowane . Nowe grzejniki. Montaż zaworów termostatycznych przygrzejnikowych . Montaż zaworów regulacyjnych podpionowych. Montaż zaworów automatycznego odpowietrzania. Ustawienie przerw dobowych i tygodniowych. Regulacja hydrauliczna instalacji po robotach termomodernizacyjnych.

## 7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

### 7.1. Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło

L.p.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
I	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody budowlane oraz na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego	Brak zgody koserwatora zabytków na docieplenie ścian od strony zewnętrznej.
		Docieplenie dachu wełną.
		Wymiana drzwi
		Wymiana okien
		Wentylacja mechaniczna z odzyskiem ciepła.
II	Podwyższenie sprawności instalacji c.w.	Usprawnienie systemu zaopatrzenia w cwu :wymiana instalacji na nową , z energooszczędną armaturą; montaż na cyrkulacji zaworów termostatycznych podpionowych. Uwzględniono współczynnik $k=0,65$ za perlatory.
III	Podwyższenie sprawności instalacji c.o.	Modernizacja węzła cieplnego, pełna automatyka, kompleksowa wymiana instalacji c.o. Przewody izolowane . Nowe grzejniki. Montaż zaworów termostatycznych przygrzejnikowych . Montaż zaworów regulacyjnych podpionowych. Montaż zaworów automatycznego odpowietrzania. Ustawienie przerw dobowych i tygodniowych. Regulacja hydrauliczna instalacji po robotach termomodernizacyjnych.

### 7.2. Ocena opłacalności i wyboru usprawnień dot. zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody i zapotrzebowania na ciepło na ogrzanie powietrza wentylacyjnego

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Wyszczególnienie		W stanie obecnym	Po termomodernizacji	jedn.
$t_{wo\ sr.}$		20,0	20,0	°C
$t_{wopi}$		12,0	12,0	°C
$t_{wo\ kl}$		16,0	16,0	°C
$t_{zo}$		-20,0	-20,0	°C
$S_d^*$	dla przegród zewnętrznych	3686	3686	dzień·K·a
	dla 12°	1915	1915	
	dla 16°	2798	2798	
$O_{om,}$	c.o.	7266,51	7266,51	zł/(MW·mc)
$O_{oz,}$		34,35	34,35	zł/GJ
$A_{bo,}$		0,00	0,00	zł/m-c
$O_{om,}$	c.w.u.	7266,51	7266,51	zł/(MW·mc)
$O_{oz,}$		34,35	34,35	zł/GJ
$A_{bo,}$		0,00	0,00	zł/m-c

\* liczbę stopniocdni przyjęto dla: Warszawa

7.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Dach płaski		
<b>Dane:</b> powierzchnia przegrody do obliczania strat powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnie				A = A <sub>kosz</sub> =	<div>1784,1m<sup>2</sup> 1738,6m<sup>2</sup></div>	
<b>Opis wariantów usprawnienia</b> Ocieplenie dachu metodą bezspoinową z użyciem wełny o współczynniku przewodności λ= 0,042 W/mK . Minimalna wartość oporu cieplnego przegrody (stropodachu) po termomodernizacji wynosi 4,5 (m²*K)/W Uwaga: budynek zabytkowy; ze względów technicznych maksymalna grubość docieplenia 14 cm.						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,14		
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m²·K/W		3,33		
3	Opór cieplny R	m²·K/W	0,724	4,057		
4	Roczne zapotrzebowanie na pokrycie strat ciepła przez przenikanie Q <sub>m</sub> = 8.64·10 <sup>-5</sup> ·Sd·A/R	GJ/a	546,3	118,8		
5	q <sub>oU</sub> , q <sub>iU</sub> = 10 <sup>-6</sup> · A/(t <sub>wo</sub> -t <sub>zo</sub> )/R	MW	0,08620	0,01650		
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO <sub>ru</sub> = (Q <sub>oU</sub> -Q <sub>iU</sub> )O <sub>z</sub> +12(q <sub>oU</sub> -q <sub>iU</sub> )O <sub>m</sub>	zł/a		20 764		
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m²		205		
8	Koszt realizacji usprawnienia N <sub>U</sub>	zł		356 408		
9	SPBT= N <sub>U</sub> /ΔO <sub>ru</sub>	lata		17,16		
10	U <sub>o</sub> , U <sub>1</sub>	W/m²·K	1,382	0,246		
Podstawa przyjętych wartości N <sub>U</sub>						
Przyjęto ceny jednostkowe wg kosztorysu inwestorskiego Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i powierzchni całkowitej przegrody.						
Temperatura - średnia ważona dla pomieszczeń o różnych temperaturach Stopniodni - średnia wazona dla pomieszczeń o różnych temperaturach					przed	po
					15	17
					2564,48	3127,25
Wybrany wariant :		1	Koszt :	356 408 zł	SPBT= 17,16	lat

7.2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				<b>Dach kolepka</b>		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <p><b>Dane:</b></p> <p>powierzchnia przegrody do obliczania strat</p> <p>powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnie</p> </div> <div style="text-align: right;"> <p><b>A</b> = <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">896,1</span> m<sup>2</sup></p> <p><b>A<sub>kosz</sub></b> = <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">868,2</span> m<sup>2</sup></p> </div> </div> <p><b>Opis wariantów usprawnienia</b></p> <p>Ocieplenie dachu metodą bezspoinową z użyciem wełny o współczynniku przewodności λ= <b>0,042</b> W/mK .</p> <p>Minimalna wartość oporu cieplnego przegrody (stropodachu) po termomodernizacji wynosi <b>4,5</b> (m<sup>2</sup>*K)/W</p> <p style="color: red;">Uwaga: budynek zabytkowy; ze względów technicznych maksymalna grubość docieplenia 14 cm.</p>						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,14		
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m <sup>2</sup> *K/W		3,33		
3	Opór cieplny R	m <sup>2</sup> *K/W	0,260	3,593		
4	Roczne zapotrzebowanie na pokrycie strat ciepła przez przenikanie Q <sub>tot</sub> = 8.64·10 <sup>-5</sup> ·Sd·A/R	GJ/a	1099,3	79,4		
5	q <sub>oU</sub> , q <sub>iU</sub> = 10 <sup>-6</sup> · A/(t <sub>wo</sub> -t <sub>zo</sub> )/R	MW	0,13810	0,01000		
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO <sub>ru</sub> = (Q <sub>oU</sub> -Q <sub>iU</sub> )O <sub>z</sub> +12(q <sub>oU</sub> -q <sub>iU</sub> )O <sub>m</sub>	zł/a		46 206		
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		205		
8	Koszt realizacji usprawnienia N <sub>U</sub>	zł		177 983		
9	SPBT= N <sub>U</sub> /ΔO <sub>ru</sub>	lata		3,85		
10	U <sub>o</sub> , U <sub>i</sub>	W/m <sup>2</sup> *K	3,852	0,278		
<p><b>Podstawa przyjętych wartości N<sub>U</sub></b></p> <p>Przyjęto ceny jednostkowe wg kosztorysu inwestorskiego</p> <p>Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i powierzchni całkowitej przegrody.</p>						
<b>Wybrany wariant :</b>		<b>1</b>	<b>Koszt :</b> 177 983 zł	<b>SPBT=</b> 3,85	<b>lat</b>	

<b>7.2.3. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji</b>				<b>Przedsięwzięcie</b>								
				<b>Okna</b>								
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%;"> <p><b>Dane:</b></p> <p>powierzchnia okien</p> </div> <div style="width: 30%;"> <p><math>A_{ok} =</math> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">448,03</span> m<sup>2</sup></p> <p><math>V_{nom} =</math> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;"><math>\Psi =</math></span> 18249 m<sup>3</sup>/h</p> <p><math>C_r =</math> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">1,2</span></p> <p><math>C_m =</math> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">1,3</span></p> <p><math>C_w =</math> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">1</span></p> </div> <div style="width: 30%;"> <p style="text-align: right;">po</p> <p><span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">443,94</span></p> <p><math>V_{obl} = \Psi * C_m</math></p> </div> </div>												
<p><b>Opis wariantów usprawnienia</b></p> <p>Usprawnienie obejmuje wymianę istniejących okien piwnicy na okna o lepszych współczynnikach U .</p>												
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejąc	Warianty								
				1	2	3						
1	Współczynnik przenikania okien <span style="float: right;">U</span>	W/m <sup>2</sup> K	5,8	1,9	1,5	1,0						
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji <span style="float: right;"><math>C_r</math></span>	-	1,20	1,00	1,00	1,00						
	<span style="float: right;"><math>C_m</math></span>	-	1,30	1,00	1,00	1,00						
3	$8,64 * 10^{-5} * Sd * A_{ok} * U$	GJ/a	687,290	247,056	195,044	130,029						
4	$2,94 * 10^{-5} * C_r * C_w * V_{nom} * Sd$	GJ/a	2365,0	1802,2	1802,2	1802,2						
5	$Q_o, Q_i = (3) + (4)$	GJ/a	3052,3	2049,2	1997,2	1932,2						
6	$10^{-6} * A_{ok} * (t_{wo} - t_{zo}) * U$	MW	0,0966	0,0328	0,0259	0,0173						
7	$3,4 * 10^{-7} * c_m * c_w * V_{obl} * (t_{wo} - t_{zo})$	MW	0,2999	0,2390	0,2390	0,2390						
8	$q_o, q_i = (6) + (7)$	MW	0,3965	0,2718	0,2649	0,2563						
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{oU} - Q_{iU})O_z + 12(q_{oU} - q_{iU})O_m$	zł/rok		45 331	47 720	50 706						
10	Koszt jednostkowy wymiany okien <span style="float: right;"><math>N_{jok}</math></span>	zł/m <sup>2</sup>		2 600	2 750	2 900						
11	Koszt wymiany okien <span style="float: right;"><math>N_{ok}</math></span>	zł		1164878	1232083	1299287						
13	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		25,70	25,82	25,62						
<p><b>Podstawa przyjętych wartości <math>N_U</math></b></p> <p>Przyjęto ceny jednostkowe wg kosztorysu inwestorskiego.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-end;"> <div style="width: 70%;"> <p>Temperatura - średnia ważona dla pomieszczeń o różnych temperaturach</p> <p>Stopniodni - średnia ważona dla pomieszczeń o różnych temperaturach</p> </div> <table border="1" style="width: 25%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td style="padding: 2px 10px;">przed</td> <td style="padding: 2px 10px;">po</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px 10px;">17</td> <td style="padding: 2px 10px;">19</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px 10px;">3061,2</td> <td style="padding: 2px 10px;">3359,1</td> </tr> </table> </div>							przed	po	17	19	3061,2	3359,1
przed	po											
17	19											
3061,2	3359,1											
<p><b>Wybrany wariant :</b> <span style="margin-left: 20px;"><b>3</b></span> <b>Koszt :</b> 1 299 287 zł <b>SPBT=</b> 25,62 lat</p>												

7.2.4. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie drzwi oraz poprawie systemu wentylacji					Przedsięwzięcie		
					Drzwi zewnętrzne		
Dane:    powierzchnia drzwi		$A_{drz} =$	95,48	$m^2$	po	$V_{obl} = \Psi * C_m$	
					179,13		
		$V_{nom} =$	$\Psi =$	17206	$m^3/h$		
		$C_r =$	1,3				
		$C_m =$	1,45				
$C_w =$	1						
Opis wariantów usprawnienia							
Usprawnienie obejmuje wymianę drzwi zewnętrznych    na drzwi o lepszych współczynnikach U.							
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	
1	Współczynnik przenikania drzwi						

**7.2.5. Ocena i wybór przedsięwzięcia termomodernizacyjnego prowadzącego do zmniejszenia zużycia ciepła na podgrzanie powietrza wentylacyjnego.****Dane:**  $V_o = 25\,020,00 \text{ m}^3/\text{h}$ **Spr. Odzysku = 58,38 %****Opis:**

Usprawnienie polegające na modernizacji układu wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła. Czyli montaż kompletnej instalacji z systemem rekuperacji ciepła z powietrza usuwanego. Sprawność systemu odzysku ciepła wg zaprojektowanego rozwiązania jako średnia ważona dla central wynosi 58,38 %.

Lp.	omówienie	jedn.	stan istniejący	stan po modernizacji
1.	Strumień powietrza wentylacyjnego wentylacji mechanicznej	m <sup>3</sup> /h	25 020,00	25 020,00
2.	Odzysk ciepła		0,00	58,38
3.	Strumień uwzględniający odzysk ciepła*	m <sup>3</sup> /h	25 957,61	10 808,57
4.	Moc cieplna na podgrzanie strumienia powietrza $q=3,4 \cdot 10^{(-7)} \cdot V \cdot (t_{wo}-t_{zo})$	MW	0,33	0,07
5.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do podgrzania powietrza $Q=2,94 \cdot 10^{(-5)} \cdot V \cdot S_d$	GJ/a	2 336,16	1 067,42
6.	Roczny koszt podgrzania powietrza wentylacyjnego O	zł/a	108 870,89	43 079,02
7.	Różnica	zł/a		65 791,87
8.	Koszt instalacji wg kosztorysu inwestorskiego	zł		1 948 785,00
9.	<b>SPBT</b>	<b>lat</b>		<b>29,62</b>

\* obliczenia w załączniku nr 2

**7.2.6. Ocena i wybór przedsięwzięcia termomodernizacyjnego prowadzącego do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie ciepłej wody użytkowej**

**Dane:**  $Q_{ocw} = 92,60$  GJ  $q_{ocw} = 0,0380$  MW

**Opis:**

Usprawnienie systemu zaopatrzenia w cwu :wymiana instalacji na nową , z energooszczędną armaturą; montaż na cyrkulacji zaworów termostatycznych podpionowych. Uwzględniono współczynnik  $k=0,65$  za perlatory.

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Stan po modernizacji
1.	Zapotrzebowanie ciepła na przygotowanie cwu. $Q_{cw}$	GJ/a	92,60	92,16
2.	Zapotrzebowanie mocy $q_{cw}$	MW	0,03801	0,04304
3.	Koszt przygotowania cwu	zł/a	6 496	6 919
	uwzgl. współ. k Oszczędność $O_{rcw}$	zł/a		-423
4.	Koszt modernizacji $N_{cw}$	zł		29 700
6.	Suma nakładów brutto	zł		29 700
5.	SPBT	lata		-70,2

**Podstawa przyjętych wartości  $N_{cu}$** 

Przyjęto ceny jednostkowe wg Wydawnictwa Sekocenbud.

**Modernizacja c.w.u. nie daje oszczędności - modernizacja pomieszczeń - wzrost zapotrzebowania na c.w.u.; obniża cenę za m<sup>3</sup> wody.**

<b>KOSZT</b>	29 700 zł	<b>SPBT</b>	-70,2 lat
--------------	-----------	-------------	-----------



**7.2.7. Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT**

Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót N [zł]	SPBT [lata]
1	Ocieplenie - Dach kolepka	177 983	3,85
2	Ocieplenie - Dach płaski	356 408	17,16
3	Wymiana - Okna	1 299 287	25,62
4	Wymiana - Drzwi zewnętrzne	483 651	29,45
5	Wentylacja mechaniczna z odzyskiem ciepła	1 948 785	29,62

**7.2.7a. Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT**

Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót N [zł]	SPBT [lata]
1	Ocieplenie - dach	534 391	7,98
2	Wymiana - Okna	1 299 287	25,62
3	Wymiana - Drzwi zewnętrzne	483 651	29,45
4	Wentylacja mechaniczna z odzyskiem ciepła	1 948 785	29,62

**dach**

Lp	Opis przegrody	Planowane koszty robót N [zł]	Szacowane oszczędności [zł]
1	Dach kolepka	177 983	46 206
2	Dach płaski	356 408	20 764
	<b>Razem</b>	534 391	66 970
		<b>SPBT</b>	7,98

### 7.3. Ocena i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego

Dane:  $Q_{oco} = 3\,948,66$  GJ/a $w_{to} = 1$  $w_{do} = 1$  $\eta_o = 0,641$ 

Przewiduje się następujące usprawnienia poprawiające sprawność systemu grzewczego i dostosowujące instalację do aktualnych wymagań technicznych:

Modernizacja węzła cieplnego, pełna automatyka, kompleksowa wymiana instalacji c.o. Przewody izolowane . Nowe grzejniki. Montaż zaworów termostatycznych przygrzejnikowych . Montaż zaworów regulacyjnych podpionowych. Montaż zaworów automatycznego odpowietrzania. Ustawienie przerw dobowych i tygodniowych. Regulacja hydrauliczna instalacji po robotach termomodernizacyjnych.

W tabeli poniżej zestawiono zmiany współczynników sprawności związane z wprowadzeniem proponowanych usprawnień.

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności	
		przed	po
1	wytwarzanie ciepła - modernizacja węzła	$\eta_g = 0,95$	$\eta_w = 0,95$
2	przesyłanie ciepła - nowa instalacja	$\eta_d = 0,90$	$\eta_p = 0,98$
3	regulacja systemu ogrzewania - montaż zaworów termostatycznych przygrzejnikowych, montaż zaworów regulacyjnych podpionowych, montaż zaworów automatycznego odpowietrzania, montaż pełnej automatyki	$\eta_e = 0,75$	$\eta_r = 0,99$
4	akumulacji (wykorzystania) ciepła - bez zmian	$\eta_s = 1$	$\eta_e = 1$
5	sprawnność całkowita systemu	$\eta = 0,641$	$\eta = 0,922$
6	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia - czas ogrzewania 5 dni	$w_t = 1,00$	$w_t = 0,85$
7	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby - przerwa 12 godz.	$w_d = 1,00$	$w_d = 0,91$

#### Ocena proponowanego przedsięwzięcia

Lp.	Omówienie	jedn.	Stan istniejący	Stan po modern.
1	Sprawnność całkowita systemu	-	0,641	0,922
2	Uwzględnienie przerw tygodniowych $w_t$	-	1,00	0,85
3	Uwzględnienie przerw dobowych i podzielników kosztów $w_d$	-	1,00	0,91
4	Oszczędność kosztów $\Delta Q_{reo}$	zł/a		97 701
5	Koszt przedsięwzięcia $N_{eo}$	zł		1 628 260
6	SPBT	lata		16,67

Przyjęto ceny wg Wydawnictwa Sekocenbud.

		kpl	cena	koszt
1.	projekt instalacji c.o.	1	9 000	9 000
2.	Modernizacja węzła cieplnego, pełna automatyka, kompleksowa wymiana instalacji c.o. Przewody izolowane . Nowe grzejniki. Montaż zaworów termostatycznych przygrzejnikowych . Montaż zaworów regulacyjnych podpionowych. Montaż zaworów automatycznego odpowietrzania. Ustawienie przerw dobowych i tygodniowych. Regulacja hydrauliczna instalacji po robotach termomodernizacyjnych.	1	1 619 260	1 619 260
razem				1 628 260



### 7.4.2. Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

$$Q_o = w_{to} * w_{do} * Q_{oco} / \eta + Q_{ocw}$$

$$q_o = q_{oco} + q_{ocw}$$

$$O_{or} = Q_o * O_z + q_o * O_m * 12 + A_{bo} * 12$$

$$DO_r = O_{ri} - O_{ro}$$

$$Q_1 = w_{ti} * w_{di} * Q_{ico} / \eta_i + Q_{icw}$$

$$q_1 = q_{ico} + q_{icw}$$

$$Q_{ir} = Q_1 * O_z + q_1 * O_m * 12$$

Wariant	$Q_{oco}$	$q_{oco}$	$\eta_o$	$W_{to}$	$W_{do}$	$Q_{ocw}$	$q_{ocw}$	$Q_o$	$q_o$	$O_{or}$	$\Delta O_r$	N	SPBT
	$Q_{ico}$	$q_{ico}$	$\eta_i$	$W_{ti}$	$W_{di}$	$Q_{icw}$	$q_{icw}$	$Q_1$	$q_1$	$O_{ir}$			
	GJ	kW	-	-	-	GJ	kW	GJ	kW	zł			
stan przed	3948,66	587,05	0,641	1,00	1,00	92,60	38,01	6250,35	625,06	269 228		36 000	
I (stan po)	985,03	313,71	0,922	0,85	0,91	92,60	38,01	919,26	351,72	62 250	206 978	5 930 374	28,65
II	2253,77	313,71	0,922	0,85	0,91	92,60	38,01	1984,01	351,72	98 828	170 400	3 981 589	23,37
III	2594,92	354,79	0,922	0,85	0,91	92,60	38,01	2270,31	392,80	112 246	156 982	3 497 938	22,28
IV	3252,64	455,77	0,922	0,85	0,91	92,60	38,01	2822,28	493,78	140 013	129 216	2 198 651	17,02
V	3948,66	587,05	0,922	0,85	0,91	92,60	38,01	3406,39	625,06	171 527	97 701	1 664 260	17,03
	¹- koszt wykonania audytu energetycznego, dokumentacji technicznej, nadzorów									36000			

$\eta_g$	0,95
$\eta_d$	0,98
$\eta_e$	0,99
$w_t$	0,85
$w_d$	0,91
$\eta_s$	1,00

**7.4.3. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego**

Nr war.	Planowane koszty całkowite  N [zł]	Roczna oszczędność kosztów energii  DO <sub>r</sub> [zł/rok]	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię  [(Q <sub>o</sub> -Q <sub>i</sub> )/Q <sub>o</sub> ]*100% [%]	Optymalna kwota kredytu  N-W [zł]                      [%]		Premia termomodernizacyjna		
						20% kredytu [zł]	16% kosztów całkowitych [zł]	Dwukrotność rocznej oszczędności kosztów energii [zł]
<b>I (stan po)</b>	5 930 374	206 978	85,29	5 930 373,72	100%	1 186 074,74	948 859,80	413 956,82
<b>II</b>	3 981 589	170 400	68,26	3 981 588,72	100%	796 317,74	637 054,20	340 800,09
<b>III</b>	3 497 938	156 982	63,68	3 497 937,72	100%	699 587,54	559 670,04	313 964,70
<b>IV</b>	2 198 651	129 216	54,85	2 198 650,72	100%	439 730,14	351 784,12	258 431,01
<b>V</b>	1 664 260	97 701	45,50	1 664 259,72	100%	332 851,94	266 281,56	195 402,43
war. ustawy:		co najmniej [%]	25%	5 930 373,72	100%	1 186 074,74	948 859,80	413 956,82

**Uwaga:**

1. Powyższe wartości w wariantach I-V spełniają warunki Ustawy z dnia z dnia 21 listopada 2008 r o wspieraniu termomodernizacji i remontów - Dz.U. Nr 223/1459 z 18.12.08r

**Optymalny wariant nr: I****7.4.4. Wskazanie wariantu przyjętego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego**

Na podstawie dokonanej analizy techniczno-ekonomicznej oraz wytycznych i wskazówek Inwestora, jako przyjęty wariant I przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w rozpatrywanym budynku obejmujący działania:

1	Ocieplenie - dach	Docieplenie dachu wełną.
2	Wymiana - Okna	wymiana okien
3	Wymiana - Drzwi zewnętrzne	wymiana drzwi
4	Instalacja c.o.	Modernizacja węzła cieplnego, pełna automatyka, kompleksowa wymiana instalacji c.o. Przewody izolowane . Nowe grzejniki. Montaż zaworów termostatycznych przygrzejnikowych . Montaż zaworów regulacyjnych podpionowych. Montaż zaworów automatycznego odpowietrzania. Ustawienie przerw dobowych i tygodniowych. Regulacja hydrauliczna instalacji po robotach termomodernizacyjnych.
5	Wentylacja mechaniczna z odzyskiem ciepła	Usprawnienie polegające na modernizacji układu wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła. Czyli montaż kompletnej instalacji z systemem rekuperacji ciepła z powietrza usuwanego. Sprawność systemu odzysku ciepła wg zaprojektowanego rozwiązania jako średnia ważona dla central wynosi 58,38 %.

Przedsięwzięcie to spełnia warunki ustawy podanej w pkt 7.4.3.:

1. oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie: 85,29

## 8. Opis optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji

### 8.1. Opis robót

W ramach wskazanego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w pkt. 7.4.4. , po uwzględnieniu środków własnych Inwestora ujętych w pkt. 3.5. należy wykonać następujące usprawnienia (wariant nr I):

l.p.	zakres usprawnień	ilość [m <sup>2</sup> ]	grubość [m], [U]	koszt [zł]
1	Instalacja c.o.	1 kpl.		1 628 260
2	Ocieplenie - dach	2606,78	0,14	534 391
3	Wymiana - Okna	448,0	1,50	1 299 287
4	Wymiana - Drzwi zewnętrzne	179,1	1,50	483 651
5	Wentylacja mechaniczna z odzyskiem ciepła	1kpl.		1 948 785
Koszt wykonania audytu energetycznego, dokumentacji technicznej, nadzory				36 000

### 8.2. Charakterystyka finansowa

Kalkulowany koszt robót wyniesie:	<b>5 930 374 zł</b>
Wysokość udziału własnego	<b>0 zł</b>
SPBT dla wariantu do realizacji	<b>28,65 lat</b>

UDZIAŁ PALIWA ( wg energii chemicznej zużytego paliwa)	
Węgiel kamienny	95,34%
Biomasa	3,87%
Olej (mazut)	0,79%

EMISJE		
CO <sub>2</sub>	[ kg/GJ energii chemicznej w paliwie ]	95,88860085
CO	[ kg/GJ energii chemicznej w paliwie ]	0,034109218
NO <sub>x</sub>	[ kg/GJ energii chemicznej w paliwie ]	0,130880661
SO <sub>2</sub>	[ kg/GJ energii chemicznej w paliwie ]	0,221742293
pyły	[ kg/GJ energii chemicznej w paliwie ]	0,011897232

Wskaźnik nakładu energii nieodnawialnej dla m.s.c. w Warszawie wynosi 0,7924. Dane za rok 2012r.

## 9. Efekt ekologiczny przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.

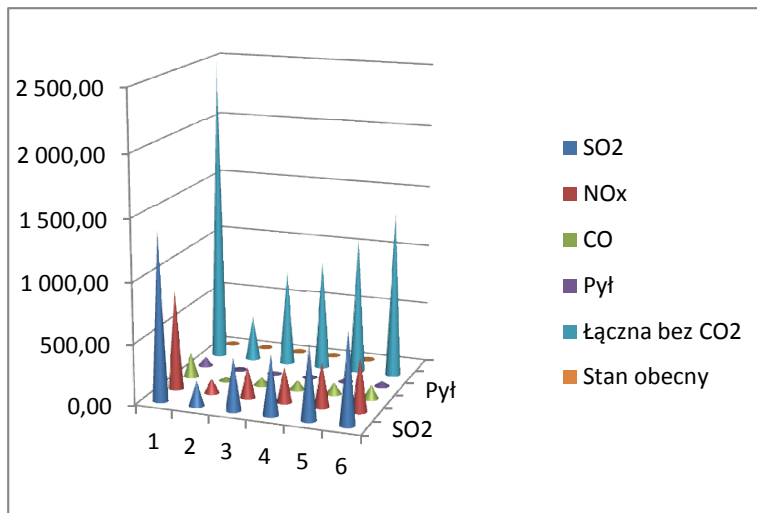
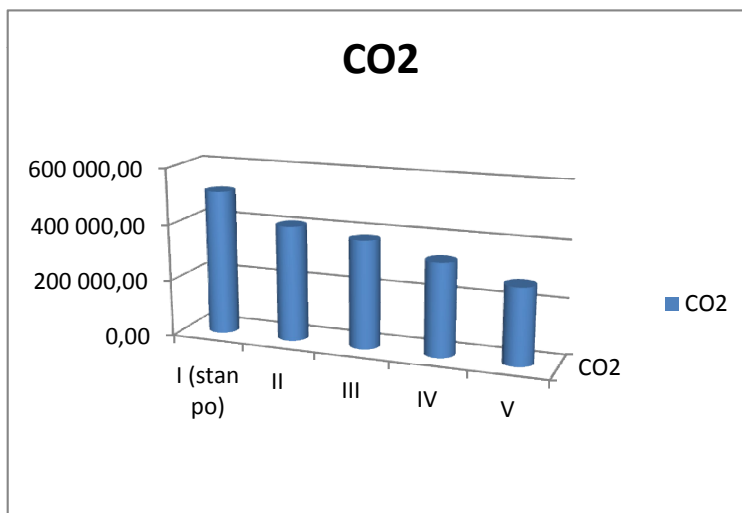
Emisja zanieczyszczeń w kg/GJ									
dla c.o. w GJ	dla c.w.u. w GJ	wariant	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	Pył	CO <sub>2</sub>	Łączna bez CO <sub>2</sub>	Dla CO <sub>2</sub>
6 157,75	92,60	Stan obecny	1 385,97	818,05	213,19	74,36	599 337,74	2 491,58	599 337,74
826,66	92,60	I (stan po)	203,84	120,31	31,36	10,94	88 146,14	366,44	88 146,14
1 891,41	92,60	II	439,94	259,67	67,67	23,60	190 243,67	790,88	190 243,67
2 177,71	92,60	III	503,42	297,14	77,44	27,01	217 696,55	905,01	217 696,55
2 729,68	92,60	IV	625,82	369,38	96,27	33,58	270 624,30	1 125,04	270 624,30
3 313,79	92,60	V	755,34	445,83	116,19	40,53	326 634,12	1 357,89	326 634,12

Emisja zanieczyszczeń w kg/GJ									
Wariant	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	Pył	CO <sub>2</sub>	Łączna bez CO <sub>2</sub>	Dla CO <sub>2</sub>		
I (stan po)	1 182,13	697,74	181,84	63,43	511 191,59	2 125,13	511 191,59		
II	946,03	558,38	145,52	50,76	409 094,06	1 700,69	409 094,06		
III	882,54	520,91	135,76	47,35	381 641,19	1 586,56	381 641,19		
IV	760,15	448,67	116,93	40,78	328 713,44	1 366,53	328 713,44		
V	630,63	372,22	97,01	33,84	272 703,62	1 133,69	272 703,62		

Redukcja emisji zanieczyszczeń %									
Wariant	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	CO	Pył	CO <sub>2</sub>	Łączna bez CO <sub>2</sub>	Dla CO <sub>2</sub>		
I (stan po)	85,29%	85,29%	85,29%	85,29%	85,29%	85,29%	85,29%		
II	68,26%	68,26%	68,26%	68,26%	68,26%	68,26%	68,26%		
III	63,68%	63,68%	63,68%	63,68%	63,68%	63,68%	63,68%		
IV	54,85%	54,85%	54,85%	54,85%	54,85%	54,85%	54,85%		
V	45,50%	45,50%	45,50%	45,50%	45,50%	45,50%	45,50%		

Wielkość emisji zanieczyszczeń dla stanu obecnego i poszczególnych wariantów przedstawiono w powyższych tablicach.



**Redukcja emisji zanieczyszczeń  $\text{kg}/10^6\text{m}^3$** **bez CO<sub>2</sub>****CO<sub>2</sub>**

**10. Uwagi końcowe**

1.	Po zakończonej termomodernizacji zmienić u dostawcy ciepła wysokość mocy zamówionej.
2.	Projekty branżowe muszą uwzględniać wytyczne audytu energetycznego.
3.	<b>Charakterystyka energetyczna budynku</b> powinna być wykonana zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej (D.U.201/2008 poz. 1240). <b>Fakt, że budynek jest wpisany na listę zabytków nie zwalnia projektanta od wykonania pełnej charakterystyki energetycznej budynku jw. Zapis elektroniczny obliczeń do charakterystyki powinien być przekazany Inwestorowi w arkuszach aktywnych (wymóg konieczny do uzyskania dofinansowania m.in. z NFOŚiGW)</b>
4.	W projektach branżowych uwzględnić rozwiązania sterowania automatycznego (także czujniki ruchu, czujniki na podczerwień), czyli dążyć do rozwiązań budynków inteligentnych.
5.	Projekty branżowe powinny zawierać obliczenia oraz wskazania i odnosniki do Ustaw, Rozporządzeń i Norm.

## **ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU**

- Załącznik 1 Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego higienicznego
- Załącznik 2 Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego
- Załącznik 3 Określenie sprawności systemu grzewczego
- Załącznik 4 Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania cwu
- Załącznik 5 Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania na ciepło i moc na ogrzewanie
- Załącznik 6 Szkic budynku
- Załącznik 7 Wydruk komputerowy z programu Audytor OZC 5.1 PRO dla stanu pierwotnego oraz wariantu wybranego

**Załącznik nr 1****Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego higienicznego stan istniejący**

<b>Lp.</b>	<b>Pomieszczenia</b>	<b>Liczba pomieszczeń/osób/m<sup>2</sup></b>	<b>Norma, m<sup>3</sup>/h; ilość wymian/h</b>	<b>Stumień powietrza wentylacyjnego, m<sup>3</sup>/h</b>
1	ilość osób	420	20	8400
2	WC	2	30	60
	<b>Razem</b>			<b>8460</b>
3	klatki schodowe, korytarze	1137	0,5 wym/h	568
<b>Ogółem</b>			<b><math>\Psi =</math></b>	<b>9168</b>

**Załącznik 2****Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego.**

Przy założeniu wentylacji mechanicznej zastosowano wzory z Rozporządzenia dot. Świadectw energetycznych.

Opis	bez odzysku	z odzyskiem	jednostka
strumień powietrza nawiewanego	25020	25020	m <sup>3</sup> /h
strumień powietrza wywiewanego	25020	25020	m <sup>3</sup> /h
strumień powietrza nawiewanego	6,95	6,95	m <sup>3</sup> /s
strumień powietrza wywiewanego	6,95	6,95	m <sup>3</sup> /s
sprawność wym do odzysku ciepła	0	58,38	%
spr gwc	0	0	
sprawność oc	0,000	0,922	
n50	1,3	1,3	
f	20	20	
e	0,04	0,04	
kubatra	18 031,00	18248,5	m <sup>3</sup>
Ve1	6,95	6,95	m <sup>3</sup> /s
Ve2	0,260	0,264	m <sup>3</sup> /s
bve1	1	0,42	
bve2	1	1	
strumień powietrza do obliczeń zużycia ciepła	7,21	3,00	m <sup>3</sup> /s
	25958	10809	m <sup>3</sup> /h

**Załącznik 3****Określenie sprawności systemu grzewczego w stanie istniejącym****1. Sprawność wytwarzania**

$$\eta_g = \boxed{0,95} \text{ węzeł cieplny}$$

**2. Sprawność przesyłu (dystrybucji) ciepła**

$$\eta_d = \boxed{0,90}$$

**3. Sprawność regulacji i wykorzystania**

$$\eta_e = \boxed{0,75} \text{ bez sprawnych zaworów termostatycznych, bez możliwości regulacji miejscowej, regulacja centralna w kotłowni}$$

**4. Sprawność układu akumulacji ciepła**

$$\eta_s = \boxed{1} \text{ brak zasobnika buforowego}$$

**5. Przerwa na ogrzewanie w okresie tygodnia**

$$w_t = \boxed{1}$$

**6. Przerwa na ogrzewanie w ciągu doby**

$$w_d = \boxed{1}$$

**7. Sprawność całkowita systemu grzewczego**

$$\eta_o = \boxed{0,641}$$

**Załącznik nr 4**

<b>Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej część administracyjno-biurowa</b>				
		<b>w stanie istniejącym</b>	<b>po modernizacji</b>	<b>jednostki</b>
1	Liczba użytkowników $U =$	420	390+30	osób
2	Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę dla 1 użytkownika (4 mieszkańców i 122 biurowo-administracyjnych) $q_c =$	0,0050	0,0050/0,0385	m <sup>3</sup> /d
3	Średnie dobowe zapotrzebowanie cwu w budynku $q_{dsr} = U * q_c =$	2,10	3,10	m <sup>3</sup> /d
4	Średnie godzinowe zapotrzebowanie cwu $q_{hsr} = q_{dsr} / 10 =$	0,1750	0,2581	m <sup>3</sup> /h
5	Sprawność wytwarzania cwu $n_g =$	0,86	0,96	
6	Sprawność przesyłu cwu $n_d =$	0,60	0,70	
7	Sprawność wykorzystania cwu $n_e =$	1,00	1,00	
8	Sprawność akumulacji cwu $n_s =$	1,00	1,00	
10	Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m <sup>3</sup> wody $Q_{cwj} = c_w * r * (t_c - t_{zw}) / n_d * n_g =$	0,366	0,281	GJ/m <sup>3</sup>
11	Współczynnik nierównomierności rozbioru ciepłej wody $N_h = 9,32 * U^{-0,244}$	2,13	2,13	
12	Współczynnik korekcyjny $k_t =$	1,00	1,00	
13	Max. zapotrzebowanie mocy cieplnej na cwu $F = q_{hsr} * Q_{cwj} * k_t * N_h * 278 =$	<b>38,01</b>	<b>43,04</b>	kW
14	Roczne zużycie cwu $V_{cw} = q_{dsr} * 202 * k_t =$	527,1	777,5	m <sup>3</sup>
15	Zapotrzebowanie na ciepło dla przygotowania cwu $Q_{cw} = V_{cw} * Q_{cwj} =$	<b>92,60</b>	<b>92,16</b>	GJ
16	Koszt przygotowanie cwu $_{cw} = Q_{cw} * O_z + q_{cw} * O_m * 12 + Ab =$	6 496,00	6 919,00	zł
17	Koszt podgrzania 1 m <sup>3</sup> cwu $O_r / V_{cw} - W_z =$	<b>12,32</b>	<b>8,90</b>	zł/m <sup>3</sup>

**Załącznik nr 5**

**Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie wykonane przy pomocy programu Audytor OZC**

Wariant	Zapotrzebowanie	
	mocy cieplnej, kW	ciepła $Q_H$
		<b>GJ/a</b>
I	313,713	985,03
II	313,713	2253,77
III	354,794	2594,92
IV	455,765	3252,64
V	587,049	3948,66
stan istniejący	587,049	3948,66

**Obciążenie obliczono przy zastosowaniu programu Audytor OZC 5.1 PRO wg PN-EN 12831:2006**

**Sezonowe zapotrzebowanie ciepła obliczono przy zastosowaniu programu Audytor OZC 5.1 PRO wg PN-EN 13790 - miesiąc**



