

**RB Services sp. z o. o. sp. k.**  
ul. Mazowiecka 25  
30-019 Kraków  
Tel.: 12 442 20 00  
[e-mail: rbservices@rbservices.pl](mailto:rbservices@rbservices.pl)  
[www.rbservices.pl](http://www.rbservices.pl)

## **AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU**

**dla przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji  
w trybie Ustawy z dnia 21.11.2008**

**Kompleksu budynków administracyjno-dydaktycznych  
Uniwersytetu Opolskiego - segmenty A, B, C, D, F**

Adres budynku	ulica: Oleskiej 48 /Czapłaka 2a kod: 46-020 miejscowość: Opole powiat: m. Opole województwo: opolskie
Wykonawca audytu	imię i nazwisko : Robert Wielgosz tytuł zawodowy: mgr inż. nr opracowania: 09/12/2015/P4P

**TABELA 1. STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU**

<b>1. DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU</b>			
<b>1.1 Rodzaj budynku</b>	administracyjno-dydaktyczny	<b>1.2. Rok budowy</b>	1957
<b>1.3. Inwestor</b> (nazwa, nazwisko i imię, adres do korespondencji, PESEL)	Uniwersytet Opolski ul. pl. Kopernika 11A kod 45-040 Opole	<b>1.4. Adres budynku</b> ul. Oleska 48 /Czaplaka 2a kod 46-020 Opole powiat m. Opole woj. opolskie	
<b>2. Nazwa, nr. REGON i adres podmiotu wykonującego audyt</b>  RB Services Sp. z o.o. Sp. K ul. Mazowiecka 25, 30-019 Kraków REGON: 120813380			
<b>3. Imię i nazwisko, nr. PESEL oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis</b>  mgr inż Robert Wielgosz, 75092901757 UPR. nr. MI/ŚE/1606/2009  <div style="text-align: right;"><i>podpis</i></div>			
<b>4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac, posiadane kwalifikacje; podpis</b>			
<i>Lp.</i>	<i>Imię i nazwisko</i>	<i>Zakres udziału w opracowaniu audytu</i>	
1	Mateusz Jaruszowiec	Inwentaryzacja i obliczenia	
2			
3			
4			
<b>5. Miejscowość</b>	Kraków	<b>Data wykonania opracowania</b>	30.12.2015
<b>6. Spis treści</b>			
1.	Strona tytułowa	2	
2.	Karta audytu energetycznego	3	
3.	Dokumenty i dane źródłowe wykorzystywane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora budowlanego budynku	6	
4.	Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku	7	
5.	Ocena stanu technicznego budynku	11	
6.	Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych	13	
7.	Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	14	
8.	Opis wariantu optymalnego	29	

**TABELA 2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU <sup>1)</sup>**

1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna, murowana	bez zmian
2.	Liczba kondygnacji	4	4
3.	Kubatura części ogrzewanej [m <sup>3</sup> ]	23 855	23 855
4.	Powierzchnia budynku netto [m <sup>2</sup> ]	8 322	8 322
5.	Powierzchnia ogrzewana budynku [m <sup>2</sup> ]	8 322	8 322
6.	Powierzchnia ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m <sup>2</sup> ]	0	0
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0	0
8.	Liczba osób użytkujących budynek	1 100	1 100
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	system ciepłowniczy, bojler elektryczny	system ciepłowniczy, bojler elektryczny
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	system ciepłowniczy	system ciepłowniczy
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,41	0,41
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	
<b>2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/m<sup>2</sup>K]</b>			
1.	Ściany zewnętrzna 41,5	1,17	0,19
2.	Ściany zewnętrzna 52,5	1,00	0,19
3.	Dach / stropodach/strop pod nieogrzewanymi poddaszami	0,80	0,15
4.	Podłoga na gruncie	0,36	0,36
5.	Okna	1,5	1,5
6.	Drzwi zewnętrzne / bramy	2,6-3,5	1,3
7.	Strop nad przejazdem	0,996	0,138
<b>3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu</b>			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,99	0,99
2.	Sprawność przesyłu [-]	0,90	0,90
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	0,88	0,92
4.	Sprawność akumulacji [-]	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewania w okresie tygodnia [-]	1,00	1,00
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby [-]	1,00	0,95
<b>4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej</b>			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,99	0,99
2.	Sprawność przesyłu [-]	0,60	0,60
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji [-]	1,00	1,00
<b>5. Charakterystyka systemu wentylacji</b>			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)	naturalna/mechaniczna	naturalna/mechaniczna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna/kanały	okna/kanały
3.	Strumień powietrza zewnętrznego [m <sup>3</sup> /h]	23 270	23 270
4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	1,00	0,91
<b>6. Charakterystyka energetyczna budynku</b>			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	690,8	319,6
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW]	7,9	7,9
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	3434	1920
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	4403	2224

5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	424	424
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	4755	-
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	-	-
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m <sup>2</sup> rok]	114,64	64,09
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m <sup>2</sup> rok]	146,98	74,24
10 <sup>2)</sup>	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,00%	0,00%
<b>7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)</b>			
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku 3) [zł/GJ]	48,9	48,9
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc 4) [zł/(MW m-c)]	12 082	12 082
3.	Koszt przygotowania 1 m <sup>3</sup> ciepłej wody użytkowej 3) [zł/m <sup>3</sup> ]	10,14	10,14
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc [zł/(MWm-c)]	12 082	12 082
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m <sup>2</sup> powierzchni użytkowej [zł/(m <sup>2</sup> m-c)]	3,16	1,55
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	0,00	0,00
7.	Inne [zł]	0	0
<b>8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego</b>			
Planowana kwota kredytu [zł]	1 610 520	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	45,1
Planowane koszty całkowite	2 013 151	Premia termomodernizacyjna	320 760
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	160 380		

1) dla budynku składającego się z części o różnych funkcjach użytkowych należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku

2)  $U_{oze}$  [%] obliczamy zgodnie z rozporządzeniem dotyczącym sporządzania świadectw, jako udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu grzewczego oraz dla systemu przygotowania ciepłej wody

3) Opłata zmienna związana jest z dystrybucją i przesyłem jednostki energii

4) Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii

Dodatkowa wymagania inwestora				
Wskaźnik rezultatu POliŚ - nazwa	Jednostka	Wartość bazowa (przed modernizacją)	Wartość docelowa (po modernizacji)	Efekt (w wyniku termomodernizacji)
Zmniejszenie zużycia energii końcowej w budynku	GJ/rok	4827	2648	2179
Ograniczenie emisji gazów cieplarnianych związanych z użytkowaniem budynku	Tony ekwiwalent u CO <sub>2</sub> /rok	465	268	197
Zwiększenie ilości energii uzyskiwanej ze źródeł odnawialnych w bilansie energetycznym w budynku	GJ/rok	0	0	0
Zmniejszenie rocznego zużycia energii pierwotnej w budynku	MWh/rok	1370	686	683
Ilość zaoszczędzonej energii elektrycznej	MWh/rok	7,81	7,81	0,00
Ilość zaoszczędzonej energii cieplnej	GJ/rok	4827	2648	2 179

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

#### 3.1. Dokumentacja projektowa:

Audyt energetyczny z 2011 roku  
Projekt wymiany stolarki okiennej  
Projekt modernizacji instalacji c.o.  
Informacje uzyskane podczas inwentaryzacji budynku

#### 3.2. Inne dokumenty

Normy i rozporządzenia:

- \* 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 17 marca 2009r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmów oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego. Dalej zwane Rozporządzeniem dot. audytów termomodernizacyjnych.
- \* Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz sposobu sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej.
- \* Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej Infrastruktury z dnia 5 lipca 2013 w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 926), dalej zwane Warunkami Technicznymi.
- \* Polska Norma PN-EN ISO 6946:2008 „Elementy budowlane i części budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczeń.”
- \* Polska Norma PN-EN ISO 13370 „Właściwości cieplne budynków – Wymiana ciepła przez grunt – Metody obliczania”
- \* Polska Norma PN-EN ISO 14683 „Mostki cieplne w budynkach – Liniowy współczynnik przenikania ciepła – Metody uproszczone i wartości orientacyjne”.
- \* Polska Norma PN-EN 12831:2006 „Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego”.
- \* Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3.09.2015 zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego”
- \* Polska Norma PN-EN ISO 13790:2009 „Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii do ogrzewania i chłodzenia”.

#### 3.3. Osoby udzielające informacji

- Pan Kierownik - mgr inż. Włodzimierz Cichy

#### 3.4. Data wizji lokalnej

15.12.2015

#### 3.5. Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora (zlecniodawcy)

- Obniżenie kosztów ogrzewania budynku.
- Wykorzystanie kredytu bankowego i pomocy Państwa na warunkach określonych w Ustawie termomodernizacyjnej lub na potrzeby aplikacji o środki z Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko.
- W ramach audytu dokonanie oceny efektywności następujących usprawnień:
  - Modernizację instalacji centralnego ogrzewania polegającą na:
    - zastosowaniu regulacji węzła cieplnego i automatyki pogodowej
    - zastosowaniu systemu indywidualnego sterowania ogrzewaniem pomieszczeń
  - Modernizacja instalacji wentylacji mechanicznej w jednej z sal audytoryjnych
  - Ocieplenie ścian zewnętrznych
  - Ocieplenie stropu ostatniej kondygnacji
  - Wymiana drzwi zewnętrznych

#### 3.6. 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	402 630	zł
Kwota kredytu możliwego do zaciągnięcia przez inwestora	1 610 520	zł

#### 4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

##### 4a. Ogólne dane o budynku

<b>Własność</b>	prywatna	spółdzielcza	komunalna
<b>Przeznaczenie budynku</b>	mieszkalny	mieszk-usługowy	inny <b>X</b>
<b>Adres</b>	Oleska 48, 45-052 Opole		
<b>Budynek</b>	wolnostojący <b>X</b>	segment w zabudowie szeregowej	
	bliźniak	blok mieszkalny, wielorodzinny	

Rok budowy		1957		Rok zasiedlenia		1957	
Technologia budynku		UW-2Ż-cegła żerańska		RWB	BSK	RBM-73	RWP-75
PBU-59	PBU-62	UW 2-J	WUF-62	WUF-T	OWT-67	OWT-75	"Szczecin"
W-70	Wk-70	SBM-75	ZSBO	"Stolica"	monolit	tradycyjna	ramowa
szkieletowa		inna, jaka:					
1	Powierzchnia zabudowana	[m <sup>2</sup> ]	2352	9	Budynek podpiwniczony	tak	
2	Kubatura budynku	[m <sup>3</sup> ]	23855	10	Liczba klatek schodowych	4	
3	Kubatura ogrzewanej części budynku powiększona o kubaturę ogrzewanych pomieszczeń na poddaszu użytkowym lub w piwnicy i pomniejszona o kubaturę wydzielonych klatek schodowych, szybów, wind, otwartych wnęk, loggii i galerii	[m <sup>3</sup> ]	23855	11	Liczba kondygnacji	4	
4	Powierzchnia użytkowa	[m <sup>2</sup> ]	8322	12	Wysokość kondygnacji w świetle [m]	2,80 / 3,25 / 3,05	
6	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym	[m <sup>2</sup> ]	0	14	Liczba użytkowników	1100	
6	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy	[m <sup>2</sup> ]	0	13	Liczba mieszkań	0	
7	Powierzchnia usługowa pomieszczeń ogrzewanych (usługi, sklepy, itp.)	[m <sup>2</sup> ]	0	14	Liczba mieszkań z WC w łazience	0	
8	Powierzchnia ogrzewana budynku [4+5+6+7+8]	[m <sup>2</sup> ]	8322	15	Liczba mieszkań z WC osobno	0	

#### 4.b. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

W rzucie płaskim budynek położony jest w kształcie litery S. W osi od strony wschodniej w układzie północ-południe znajdują się sale wykładowe, centralnie w osi wschód-zachód gabinety kadry dydaktycznej, Dziekanaty, małe sale wykładowe i pracownie, główna aula, budynek Instytutu Fizyki z dwiema salami audytoryjnymi i od strony zachodniej w osi północ-południe połączony łącznikiem budynek Centrum Informatycznego, Instytutu Matematyki, Informatyki i Działu Technicznego. Instytutu Fizyki, Centrum Informatycznego, Instytutu Matematyki, Informatyki i Działu Technicznego nie będą wchodziły w zakres prac termomodernizacyjnych.

Stropodachy płaskie, nad główną aulą gdzie dach jest lekko dwuspadowy z płyt prefabrykowanych. W budynku Instytutu Matematyki, Informatyki i Działu Technicznego z płyt korytkowych na ściankach ażurowych.

Stropy typu Akerman.

Okna PCV nowe, szklone podwójnie. Wartość współczynnika przenikania ciepła  $U=1,5 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$ .

Drzwi wejściowe w różnym stanie technicznym, o współczynniku przenikania  $U=2,6-3,5 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$ .

#### *Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych*

L.p.	Opis	Pow. całk. do ocieplenia $\text{m}^2$	Pow. do obl. strat ciepła (bez okien) $\text{m}^2$	U $\text{W/(m}^2\cdot\text{K)}$	Pow. okien i drzwi balk. $\text{m}^2$	U okna $\text{W/(m}^2\cdot\text{K)}$	Pow. drzwi $\text{m}^2$	U drzwi $\text{W/(m}^2\cdot\text{K)}$
1	Ściana zewnętrzna 38 cm	4366,0	3342,3	1,168	1023,8	1,5		
2	Ściana zewnętrzna 51 cm	1168,2	848,1	1,001	285,6	1,5	34,6	3,0
3	Stropodach	2921,2	2921,2	0,798				
4	Podłoga na gruncie	1317,4	1317,4	0,360				



#### 4.c. Charakterystyka energetyczna budynku

Lp.	Rodzaj danych		Dane w stanie istniejącym
1.	Zamówiona moc cieplna na co	[kW]	1100
2.	Zamówiona moc cieplna na cwu ( $q_{sr}$ )	[kW]	8,0
3.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na co	[kW]	690,8
4.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na cwu	[kW]	7,9
5.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	3 434
6.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	4 403
7.	Taryfa opłat (z VAT)		
	opłata stała (za moc zamówioną + przesył) miesięcznie	zł/MW	12 082,1
	opłata zmienna (za ciepło + przesył) wg licznika	zł/GJ	48,9
	opłata abonamentowa miesięcznie	zł	0,0

#### 4d. Charakterystyka systemu ogrzewania

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Typ instalacji	Zasilanie ciepłem sieciowym z firmy ECO Opole
2.	Parametry pracy instalacji	90/70 °C
3.	Przewody w instalacji	Miedziane, prowadzone po wierzchu. Przewody poziome nieizolowane, pionowe nieizolowane. Ogólnie dobry stan techniczny.
4.	Rodzaje grzejników	Płytowe
5.	Oslonięcie grzejników	Brak
6.	Zawory termostaticzne	Regulacja i miejscowa, zakres P - 2 K
7.	Zabezpieczenie	Naczynie wzbiórcze typu zamkniętego
8.	Odpowietrzenie	Sieć odpowietrzająca
8.	Liczba dni ogrzewania w tygodniu /liczba godzin na dobę	7 / 24
9.	Modernizacja instalacji po roku 1984	Modernizacja instalacji c.o. wraz z wymianą grzejników

#### Wartości współczynników systemu ogrzewania dla stanu sprzed termomodernizacji

Lp	Opis	Wartość współczynnika	
1	Wytwarzanie ciepła	$\eta_g$	0,99
2	Przesyłanie ciepła	$\eta_d$	0,90
3	Regulacja i wykorzystanie	$\eta_e$	0,88
4	Akumulacja ciepła	$\eta_s$	1,00
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_g * \eta_d * \eta_c * \eta_s =$	$\eta_{tot}$	0,78
6	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	$W_t$	1,00
7	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	$W_d$	1,00

#### 4.e. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj instalacji	Ciepła woda przygotowywana miejscowo, w elektrycznych bojlerach przepływowych oraz centralnie z węzła ciepłego na potrzeby jednego z segmentów.
2.	Piony i ich izolacja	Stalowe, prowadzone w szachtach instalacyjnych. Przewody poziome nieizolowane, pionowe nieizolowane.
3.	Opomiarowanie (wodomierze indywidualne)	Brak
4.	Zbiornik akumulacyjny	Brak

#### 4.f. Charakterystyka węzła ciepłego lub kotłowni w budynku

Węzeł zlokalizowany w piwnicy budynku.

#### 4.g. Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj wentylacji	grawitacyjna/ mechaniczna
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego m <sup>3</sup> /h	23 270

## 5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

### 5.1 Przegrody zewnętrzne

przegroda	U [W/m <sup>2</sup> *K]	U <sup>1)</sup> [W/m <sup>2</sup> *K]
	istniejące	wymagane
ściany zewnętrzne	1,17	0,15
ściana zewnętrzna	1,00	0,15
stropodach	0,80	0,15
strop nad przejazdem	1,00	0,15

1) Wymagania wg Warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki ich usytuowanie obowiązujące o 1 stycznia 2021 roku

### 5.2. Okna i drzwi

przegroda	U [W/m <sup>2</sup> *K]	
	istniejące	wymagane
drzwi zewnętrzne	2,6-3,5	1,3
okno	1,5	0,9

### 5.3 System grzewczy

Budynek ogrzewany centralnie z węzła ciepłego dwoma nitkami sieci c.o., które kończą się rozdzielnicami zasilającymi poszczególne części budynku. Dostawcą ciepła jest ECO Opole. Grzejniki płytowe z zasilanie od dołu z zaworami termostatycznymi (na parterze zasilane od góry).

### 5.4 System zaopatrzenia w ciepłą wodę

Elektryczne bojler, elektryczne przepływowe podgrzewacze oraz wymiennik dwufunkcyjny na potrzeby Centrum Informatycznego, Instytutu Matematyki, Informatyki i Działu Technicznego.

### 5.5 Wentylacja

Wentylacja pomieszczeń realizowana jest grawitacyjnie poprzez kratki wywiewne. Świeże powietrze infiltruje do środka przez szczelności drzwi i okien. W salach audytoryjnych system wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej.

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

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
1	<b><u>Przegrody zewnętrzne</u></b> Przegrody zewnętrzne mają niezadowalające wartości współczynnika przenikania ciepła	Należy docieplić przegrody zewnętrzne i zapewnić obecnie wymagany opór cieplny.
2	<b><u>Drzwi</u></b> są nieszczelne w złym stanie technicznym o wysokim współczynniku przenikania ciepła $U$ [W/m <sup>2</sup> K]	Pożądana wymiana drzwi na bardziej szczelne o współczynniku $U$ nie większym niż 1,3 W/m <sup>2</sup> K
3	<b><u>Wentylacja mechaniczna.</u></b> System wentylacji mechanicznej w salach audytoryjnych	Możliwe obniżenie zużycia ciepła przez wprowadzenie zastosowanie wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła z jednej z sal audytoryjnych
4	<b><u>System grzewczy</u></b> Węzeł indywidualny. Instalacja typu tradycyjnego o regulacji centralnej i miejscowej. Grzejniki panelowe. Ogólnie dobry stan techniczny instalacji wewnętrznej.	Zastosowanie regulacji węzła cieplnego i automatyki pogodowej, systemu indywidualnego sterowania ogrzewaniem pomieszczeń i wprowadzenie systemu zarządzania energią

**6. Wykaz rodzajów usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych wybranych na podstawie oceny stanu technicznego**

L.p.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
1	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez ściany zewnętrzne	Ocieplenie ścian zewnętrznych - metoda bezspoinowa (styropian)
2	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez strop ostatniej kondygnacji	Docieplenie stropodachu - położenie na istniejącej konstrukcji izolacji termicznej (styropapy)
3	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez drzwi	Wymiana drzwi i bram zewnętrznych
4	Podwyższenie sprawności instalacji c.o.	Zastosowanie regulacji węzła ciepłego i automatyki pogodowej, systemu indywidualnego sterowania ogrzewaniem pomieszczeń i wprowadzenie systemu zarządzania energią

## 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
1	2	3
I	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody budowlane oraz na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego	Docieplenie ścian zewnętrznych
		Docieplenie stropodachu
		Wymiana drzwi zewnętrznych w całym budynku

\*) może być rozpatrywane jako jedno przedsięwzięcie

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

W niniejszym rozdziale w kolejnych tabelach dokonuje się:

- Oceny opłacalności i wyboru optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne
- Oceny opłacalności i wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien i/lub drzwi oraz zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego
- Oceny opłacalności i wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia dotyczącego zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie ciepłej wody użytkowej
- Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości prostego czasu zwrotu nakładów (SPBT) charakteryzującego każde usprawnienie

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Wyszczególnienie	W stanie obecnym	Po termo-modernizacji	jedn.
$t_{wo}$ , lokale mieszkalne	20,0	20,0	$^{\circ}\text{C}$
$t_{wo}$ , klatka schodowa	8,0	8,0	$^{\circ}\text{C}$
$t_{zo}$	-20,0	-20,0	$^{\circ}\text{C}$
$t_{piw}$	8,9	8,9	$^{\circ}\text{C}$
Sd dla przegród zewnętrznych, $t_{wo} = 20^{\circ}\text{C}$	3 488	3 488	dzień $\text{K} \cdot \text{a}$
Sd dla przegród zewnętrznych, $t_{wo} = 8^{\circ}\text{C}$	922	922	
$O_{0m}$ , $O_{1m}$	12 082	12 082	$\text{zł}/(\text{MW} \cdot \text{mc})$
$O_{0z}$ , $O_{1z}$	49	49	$\text{zł}/\text{GJ}$
$A_{b0}$ , $A_{b1}$	0,00	0,00	$\text{zł}/\text{m-c}$

7.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściany zewnętrzna 41,5		
Dane:						
powierzchnia przegrody do obliczania strat				A	=	3342,3 m <sup>2</sup>
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A <sub>kosz</sub>	=	4366,0 m <sup>2</sup>
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ściany metodą bezspoinową z użyciem styropianu o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,032 \text{ W/mK}$ . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant optymalny: o minimalnej grubości warstwy izolacji, przy której jest spełnione wymaganie max wartości współczynnika $U \leq 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,12	0,14	0,16
3	Współczynnik $U_c$ przed i po przeprowadzeniu modernizacji	m <sup>2</sup> K/W	1,168	0,217	0,191	0,171
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	1176,2	218,7	192,5	172,0
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,1561	0,0290	0,0256	0,0228
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$	zł/a		65 254	67 028	68 437
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		150	170	190
8	Koszt realizacji usprawnienia $N_U$	zł		654 902	742 222	829 542
9	SPBT = $N_U / \Delta O_{ru}$	lata		10,0	11,1	12,1
Podstawa przyjętych wartości $N_U$						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m <sup>2</sup> wg średnich cen lokalnych wymaga zweryfikowania po wykonaniu kosztorysów na podstawie projektu						
Wybrany wariant : 2		Koszt :		742 222 zł	SPBT=	
					11,1 lat	



7.2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściany zewnętrzna 52,5		
Dane:						
powierzchnia przegrody do obliczania strat				A	=	848,1 m <sup>2</sup>
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A <sub>kosz</sub>	=	1168,2 m <sup>2</sup>
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ściany metodą bezspoinową z użyciem styropianu o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,032$ W/mK. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant optymalny: o minimalnej grubości warstwy izolacji, przy której jest spełnione wymaganie max wartości współczynnika $U \leq 0,20$ W/m <sup>2</sup> K						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,12	0,14	0,16
3	Współczynnik $U_c$ przed i po przeprowadzeniu modernizacji	m <sup>2</sup> K/W	1,001	0,211	0,186	0,167
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	255,8	53,8	47,6	42,6
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,0339	0,0071	0,0063	0,0057
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) O_m$	zł/a		13 764	14 184	14 515
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		150	170	190
8	Koszt realizacji usprawnienia $N_U$	zł		175 236	198 601	221 966
9	SPBT = $N_U / \Delta O_{ru}$	lata		12,7	14,0	15,3
Podstawa przyjętych wartości $N_U$						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m <sup>2</sup> wg średnich cen lokalnych wymaga zweryfikowania po wykonaniu kosztorysów na podstawie projektu						
Wybrany wariant : 2		Koszt :		198 601 zł	SPBT= 14,0 lat	

7.2.3. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty przez przenikanie				ciepła			Przegroda		
				Stropodach					
Dane:				powierzchnia przegrody do obliczania strat			A = 2921,2 m <sup>2</sup>		
				powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia			A <sub>kosz</sub> = 2921,2 m <sup>2</sup>		
Opis wariantów usprawnienia									
Przewiduje się docieplenie stropu nad ostatnia kondygnacją warstwą wełny mineralnej o współczynniku przewodzenia ciepła λ= 0,036 W/m*K .									
Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:									
wariant optymalny: o minimalnej grubości warstwy izolacji, przy której jest spełnione wymaganie max wartości współczynnika U ≤ 0,15 W/m2K									
Lp.	Omówienie			Jedn.	Stan istniejący	Warianty			
						1	2	3	
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=			m		0,18	0,20	0,22	
2	Współczynnik U <sub>c</sub> przed i po przeprowadzeniu modernizacji			m <sup>2</sup> K/W	0,798	0,160	0,147	0,136	
3	Q <sub>0U</sub> , Q <sub>1u</sub> = 8,64·10 <sup>-5</sup> ·S <sub>d</sub> ·A·U <sub>c</sub>			GJ/a	702,4	140,8	129,3	119,5	
4	q <sub>oU</sub> , q <sub>1U</sub> = 10 <sup>-6</sup> · A*(t <sub>w0</sub> -t <sub>z0</sub> )*U <sub>c</sub>			MW	0,0932	0,0187	0,0172	0,0159	
5	Roczna oszczędność kosztów ΔO <sub>ru</sub> = (Q <sub>0U</sub> -Q <sub>1U</sub> )O <sub>z</sub> +12(q <sub>oU</sub> -q <sub>1U</sub> )O <sub>m</sub>			zł/a		38 266	39 046	39 714	
6	Cena jednostkowa usprawnienia			zł/m <sup>2</sup>		150	170	190	
7	Koszt realizacji usprawnienia N <sub>U</sub>			zł		438 177	496 601	555 024	
8	SPBT= N <sub>U</sub> /ΔO <sub>ru</sub>			lata		11,5	12,7	14,0	
Podstawa przyjętych wartości N <sub>U</sub>									
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m <sup>2</sup> wg średnich cen lokalnych - wymaga zweryfikowania po wykonaniu kosztorysów na podstawie projektu									
Wybrany wariant : 2				Koszt :		496 601 zł		SPBT= 12,7 lat	

7.2.5. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie
				Wymiana stolarki drzwiowej
<p>Dane: powierzchnia okien <math>A_{ok} = 35 \text{ m}^2</math> <math>C_w = 1</math></p> <p><math>V_{nom} = \Psi = 23\,150 \text{ m}^3/\text{h}</math></p> <p><math>V_{obl} = 0,5 \cdot V_{went} \cdot C_m</math></p> <p><math>V_{went} = 25\,694 \text{ m}^3</math></p> <p><b>Opis wariantów usprawnienia</b></p> <p>Usprawnienie obejmuje wymianę drzwi zewnętrznych istniejących na nowe, o lepszych współczynnikach U:</p> <p>wariant 1 : drzwi o współczynniku <math>U = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p>				
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty
				1
1	Współczynnik przenikania okien $U$	$\text{W/m}^2\text{K}$	3	1,3
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	$C_r$	1	1,00
		$C_m$	1	1,00
3	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{dz} \cdot U$	GJ/a	31	14
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	2374	2374
5	$Q_0, Q_1 = (3) + (4)$	GJ/a	2405	2388
6	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,0042	0,0018
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{obl} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,1747	0,1747
8	$q_0, q_1 = (6) + (7)$	MW	0,1789	0,1765
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$	zł/rok		1 179
10	Koszt jednostkowy drzwi $N_{DZ}$	zł		1 000
11	Koszt wymiany drzwi $N_{DZ}$	zł		34 600
13	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		29,3
<p><b>Podstawa przyjętych wartości <math>N_U</math></b></p> <p>Wymagana weryfikacja kosztów po wykonaniu kosztorysów na podstawie projektu</p>				
Wybrany wariant : 1		Koszt :	34 600 zł	SPBT= 29,3 lat

7.2.6. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na poprawie systemu wentylacji w całym budynku				Przedsięwzięcie
				Wentylacja mechaniczna
<p>Dane: powierzchnia okien <math>A_{ok} = 34,2 \text{ m}^2</math> <math>C_w = 1</math></p> <p><math>V_{nom} = \Psi = 1\,267 \text{ m}^3/\text{h}</math></p> <p><math>V_{obl} = 0,5 \cdot V_{went} \cdot C_m</math></p> <p><math>V_{went} = 1\,267 \text{ m}^3</math></p> <p><b>Opis wariantów usprawnienia</b></p> <p>Usprawnienie obejmuje budowę wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła</p>				
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty
				1
1	Stopień odzysku ciepła	%	0	75
2	Współczynnik przenikania okien $U$	$\text{W/m}^2\text{K}$	1,5	1,5
3	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	$C_r$	1,00	1,00
		$C_m$	1,00	1,00
4	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{ok} \cdot U$	GJ/a	15	4
5	$Q_0, Q_1 = (3)$	GJ/a	15	4
6	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,0021	0,0005
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{obl} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0086	0,0022
8	$q_0, q_1 = (6) + (7)$	MW	0,0107	0,0027
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U})O_z + 12(q_{0U} - q_{1U})O_m$	zł/rok		1 714
10	Koszt modernizacji wentylacji $N_w$	zł		155 297
11	$SPBT = N_w / \Delta O_{ru}$	lata		90,6
<p><b>Podstawa przyjętych wartości <math>N_w</math></b></p> <p>Wymagana weryfikacja kosztów po wykonaniu kosztorysów na podstawie projektu</p>				
Wybrany wariant : 1		Koszt :	155 297 zł	SPBT= 90,6 lat

7.2.8. Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT			
Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót, zł	SPBT lata
1	2	3	4
1	Regulacja i automatyka węzła wraz z systemem zarządzania energią + indywidualny system sterowania ogrzewaniem pomieszczeń + system zarządzania energią	379 680	18,3
2	Docieplenie stropodachu	496 601	12,7
3	Ocieplenie ścian zewnętrznych	940 823	12,5
4	Wymiana drzwi zewnętrznych	34 600	29,3
5	Modernizacja instalacji wentylacji mechanicznej	155 297	90,6

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

Dane:  $Q_{0co} = 3\,434 \text{ GJ/a}$

#### Założenia dla stanu istniejącego

- 1 Instalacja c.o. w dobrym stanie technicznym
- 2 Zainstalowane są grzejniki panelowe
- 3 Istniejące zawory termostaticzne

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

lp.	opis	ilość	cena jedn.	koszt
1	Regulacja węzła wraz z automatyką pogodową	2	9 840	19 680
2	System indywidualnego sterowania ogrzewaniem pomieszczeń	1	207 000	207 000
3	Wprowadzenie systemu zarządzania energią	1	153 000	153 000
<b>koszt</b>			<b>zł</b>	<b>379 680</b>

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

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności			
		przed		po	
	Rodzaj systemu zasilania	<b>ECO</b>		<b>ECO</b>	
1	sprawność wytwarzania	$\eta_g =$	0,99	$\eta_g =$	0,99
2	sprawność przesyłu	$\eta_d =$	0,90	$\eta_d =$	0,90
3	sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_e =$	0,88	$\eta_e =$	0,92
4	sprawność akumulacji	$\eta_s =$	1,00	$\eta_s =$	1,00
5	sprawność całkowita systemu	$\eta =$	<b>0,78</b>	$\eta =$	<b>0,82</b>
6	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	$w_t =$	1,00	$w_t =$	1,00
7	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby - wprowadzenie podzielników kosztów	$w_d =$	1,00	$w_d =$	0,95

#### Uzasadnienie przyjętych sprawności

Opis	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_g$	węzeł cieplny	bez zmian
sprawność przesyłu $\eta_d$	przewody izolowane	bez zmian
sprawność regulacji i wykorzystania $\eta_e$	regulacja centralna i miejscowa, zakres P - 2 K	regulacja centralna i miejscowa, zakres P - 2 K, automatyka pogodowa wraz ze sterowaniem indywidualnym
sprawność akumulacji $\eta_s$	brak zbiornika buforowego	bez zmian
uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby $w_d$	praca ciągła	8 godzin

### 7.3.1 Ocena proponowanego przedsięwzięcia (regulacja węzła wraz z automatyka pogodową)

I.p.	Omówienie	jedn.	Stan istn.	Stan po modern.
1	Obliczeniowa moc cieplna CO	MW	0,69080	0,69080
2	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu	GJ/rok	3434	3434
3	Ogólna sprawność systemu ogrzewania $\eta$	-	<b>0,78</b>	<b>0,82</b>
4	Obniżenie nocne	-	1,00	0,95
5	Obniżenie tygodniowe	-	1,00	1,00
6	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu	GJ/rok	<b>4403</b>	<b>3979</b>
7	Roczna opłata zmienna	zł/rok	215 328	194 592
8	Roczna opłata stała	zł/rok	100 156	100 156
9	Roczny abonament	zł/rok	0	0
10	Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	<b>315 484</b>	<b>294 748</b>
11	Różnica	zł/rok		20 736
12	Koszt	zł		379 680
13	SPBT	lat		<b>18,3</b>

#### 7.4. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Niniejszy rozdział obejmuje:

- określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych
- ocenę wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych pod względem spełnienia wymagań ustawowych
- wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego      war.opt

##### 7.4.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Do analizy przyjęto następujące warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych:

Lp	Ulepszenie termomodernizacyjne	Nr wariantu				
		1	2	3	4	5
1	Regulacja i automatyka wężła + indywidualny system sterowania ogrzewaniem pomieszczeń + system zarządzania energią	X	X	X	X	X
2	Docieplenie stropodachu	X	X	X	X	
3	Ocieplenie ścian zewnętrznych	X	X	X		
4	Wymiana drzwi zewnętrznych	X	X			
5	Modernizacja instalacji wentylacji mechanicznej	X				

##### 7.4.2. Zestawienie kosztu poszczególnych wariantów termomodernizacyjnych z uwzględnieniem kosztu wykonania audytu termomodernizacyjnego

Lp.	Zakres ulepszeń wchodzących w skład wariantu termomodernizacyjnego	Koszt wariantu [zł]	Koszt audytu [zł]	Koszt całkowity [zł]
1	1+2+3+4+5	2 007 001	6 150	2 013 151
2	1+2+3+4	1 851 703	6 150	1 857 853
3	1+2+3	1 817 103	6 150	1 823 253
4	1+2	876 281	6 150	882 431
5	1	379 680	6 150	385 830



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

(regulacja węzła wraz z automatyką pogodową)

warianty	C.O.						C.W.U.			C.O. + C.W.U.			Zmiana	
	$q_{co}^{1)}$	$Q_{co}$ wg obl. <sup>1)</sup>	$\eta$	$w_d$	$Q_{co} \cdot w_d / \eta$	Oplata c.o.	$q_{cw}^{2)}$	$Q_{cw}^{2)}$	Oplata c.w.u.	$q_{co} + q_{cw}$	$Q_{co} + Q_{cw}$	Oplata c.o.+c.w.u.	$\Delta Q_{co+cw}$	Oszczędn.
	MW	GJ/rok			GJ/rok	zł/rok	MW	GJ/rok	zł/rok	MW	GJ/rok	zł/rok	GJ/rok	zł/rok
1	0,3196	1 920	0,820	0,95	2 224	155 104	0,0079	424	21 883	0,3275	2 648	176 987	2 179	160 380
2	0,3164	1 976	0,820	0,95	2 290	157 863	0,0079	424	21 883	0,3243	2 714	179 746	2 113	157 621
3	0,3181	1 988	0,820	0,95	2 303	158 754	0,0079	424	21 883	0,3261	2 727	180 637	2 100	156 730
4	0,4781	2 976	0,820	0,95	3 447	237 892	0,0079	424	21 883	0,4860	3 871	259 775	956	77 592
5	0,6908	3 434	0,820	0,95	3 979	294 748	0,0079	424	21 883	0,6987	4 403	316 631	424	20 736
6	0,6908	3 434	0,820	0,95	3 979	294 748	0,0079	424	21 883	0,6987	4 403	316 631	424	20 736
0-stan istniejący	0,6908	3 434	0,780	1,00	4 403	315 484	0,0079	424	21 883	0,6987	4 827	337 367		

**1** wariant wybrany do realizacji

<sup>1)</sup> - wyniki z programu Audytor OZC 6.6Pro - obliczenie mocy

<sup>2)</sup> - wyniki z programu Audytor OZC 6.6Pro - obliczenie zużycia ciepła

**Współczynniki sprawności systemu grzewczego:**

$\eta_w$	$\eta_p$	$\eta_r$	$\eta_e$	$\eta$	$w_t$	$w_d$
0,99	0,90	0,88	1,00	<b>0,78</b>	1,00	1,00

#### 7.4.4. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię	Planowana kwota środków własnych i kwota kredytu		Premia termomodernizacyjna [zł]		
		zł	zł	%	[zł,%] [zł,%]		20% kredytu	16% całkowitych kosztów	2-letnie oszczędności
1	2	3	4	5	6		7	8	9
1	Regulacja i automatyka węzła wraz z systemem zarządzania energią + indywidualny system sterowania ogrzewaniem pomieszczeń + system zarządzania energią Docieplenie stropodachu Ocieplenie ścian zewnętrznych Wymiana drzwi zewnętrznych Modernizacja instalacji wentylacji mechanicznej	2 013 151	160 380	45,1%	402 630	20%	322 104	322 104	320 760
					1 610 520	80%			
2	Regulacja i automatyka węzła wraz z systemem zarządzania energią + indywidualny system sterowania ogrzewaniem pomieszczeń + system zarządzania energią Docieplenie stropodachu Ocieplenie ścian zewnętrznych Wymiana drzwi zewnętrznych	1 857 853	157 621	43,8%	371 571	20%	297 256	297 256	315 242
					1 486 282	80%			
3	Regulacja i automatyka węzła wraz z systemem zarządzania energią + indywidualny system sterowania ogrzewaniem pomieszczeń + system zarządzania energią Docieplenie stropodachu Ocieplenie ścian zewnętrznych	1 823 253	156 730	43,5%	364 651	20%	291 720	291 720	313 460
					1 458 602	80%			
4	Regulacja i automatyka węzła wraz z systemem zarządzania energią + indywidualny system sterowania ogrzewaniem pomieszczeń + system zarządzania energią Docieplenie stropodachu	882 431	77 592	19,8%	176 486	20%	141 189	141 189	155 184
					705 944	80%			
5	Regulacja i automatyka węzła wraz z systemem zarządzania energią + indywidualny system sterowania ogrzewaniem pomieszczeń + system zarządzania energią	385 830	20 736	8,8%	77 166	20%	61 733	61 733	41 471
					308 664	80%			

#### 7.4.5. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Na podstawie dokonanej oceny jako optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w rozpatrywanym budynku ocenia się wariant obejmujący usprawnienia:

1. Modernizację instalacji c.o. polegającą na wprowadzeniu regulacji i automatyki pogodowej, wprowadzeniu systemu indywidualnego sterowania ogrzewania pomieszczeń.
2. Docieplenie stropodachu
3. Docieplenie ścian zewnętrznych
4. Wymianę stolarki okiennej i drzwiowej w całym budynku

Przedsięwzięcie to spełnia warunki ustawowe:

1. oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie 45,1% czyli powyżej 30%
2. planowany kredyt nie przekracza wartości możliwej do zaciągnięcia przez inwestora
3. środki własne inwestora wyniosą 402 630 zł , co spełnia oczekiwania inwestora;

Możliwa jest także wprowadzenie systemu zarządzania gospodarowaniem zużycia mediów energetycznych na potrzeby użytkowania obiektu. Jest to system działający na zasadzie aplikacji do rejestracji i analizy danych o zużyciu mediów energetycznych. Stanowi ona rozbudowane narzędzie dostosowane do rynkowych zasad rozliczeń z poszczególnymi dostawcami mediów, jak i do analizy rozpyłu i bilansowania zużycia wszystkich nośników energii pomiędzy poszczególnymi jednostkami organizacyjnymi (organizacjami obcymi, wydziałami, budynkami). Wyposażona jest w bogate funkcje i opcje analityczne, prognostyczne, planistyczne i symulacyjne. Wprowadzenie w/w działania zwiększy środki inwestycyjne o ok. 153 000 zł

Zaleca się, aby w trakcie trwania oraz po termomodernizacji przystosować obiekt do wszelkich wymagań i przepisów zawartych w Rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie z dnia 12 kwietnia 2002 r. z późniejszymi zmianami w zakresie m.in. bezpieczeństwa pożarowego oraz sanitarnego.

Zaleca się również przywrócenie do stanu sprzed rozpoczęcia prac wszystkich elementów budowlanych.

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

### 8.1. Opis robót

W ramach wskazanego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace.

1. Modernizację instalacji c.o. obejmującą:

- wprowadzenie regulacji i automatyki pogodowej węzła ciepłego
- wymiana przewodów instalacji
- wprowadzenie systemu indywidualnego sterowania pomieszczeń

2. Docieplenie stropodachu przez położenie na istniejącej konstrukcji styropapy (o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda = 0,036 \text{ W/(m K)}$ ), o grubości 20 cm. 2921 m<sup>2</sup>

3. Ocieplenie ścian zewnętrznych styropianem (o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda = 0,032 \text{ W/(m K)}$ ), o grubości 14 cm, metodą lekką mokrą, wykończenie tynkiem. 5534 m<sup>2</sup>

4. Wymianę istniejących drzwi zewnętrznych na nowe o współczynniku przenikania ciepła  $U = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$  35 m<sup>2</sup>

### 8.2. Uproszczony przedmiar robót optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Lp.	Opis	Obmiar	Cena jedn.	Koszt całkowity
		m <sup>2</sup> / szt.	zł/m <sup>2</sup> , zł/szt.	zł
1	Regulacja węzła wraz z automatyką pogodową	2	9 840	19 680
2	System indywidualnego sterowania ogrzewaniem pomieszczeń	1	207 000	207 000
3	Wprowadzenie systemu zarządzania energią	1	153 000	153 000
4	Modernizacja instalacji wentylacji mechanicznej	1	155 297	155 297
5	Docieplenie stropodachu	2921	170	496 601
6	Ocieplenie ścian zewnętrznych	5534	170	940 823
7	Wymiana drzwi zewnętrznych	35	1 000	34 600
8	Koszt audytu	-	6150	6 150
			<b>SUMA</b>	<b>2 013 151</b>

### 8.2. Charakterystyka finansowa wybranego wariantu (wariant 1)

Kalkulowany koszt robót wyniesie:		<b>2 013 151 zł</b>
Udział środków własnych inwestora:	20%	<b>402 630 zł</b>
Kredyt bankowy:	80%	<b>1 610 520 zł</b>
Przewidywana premia termomodernizacyjna:		<b>320 760 zł</b>
Czas zwrotu nakładów SPBT		<b>12,6</b>

### 8.4. Dalsze działania

Dalsze działania inwestora obejmują:

1. Złożenie wniosku kredytowego i podpisanie umowy kredytowej;
2. Zawarcie umowy z wykonawcą projektu i robót
3. Realizacja robót i odbiór techniczny
4. Wystąpienie o premię termomodernizacyjną
5. Zmiana umowy z dostawcą ciepła w związku ze zmniejszonym zapotrzebowaniem ciepła i mocy
6. Ocena rezultatów przedsięwzięcia (po pierwszym sezonie grzewczym)

## **ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU**

Załącznik 1	Obliczenie opłat za zużycie ciepła
Załącznik 2	Obliczenie współczynników przenikania przegród
Załącznik 3	Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego
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	Obliczenie udziału energii OZE
Załącznik 7	Obliczenie wielkości emisji CO <sub>2</sub>
Załącznik 8	Analiza kosztów planowanych inwestycji

**Obliczenie jednostkowych opłat za zużycie ciepła**

Założenia:

- opłaty bez zmian przed i po modernizacji budynku
- dostawca ciepła: ECO Opole, taryfa B-3gOp

**Przed modernizacją**

		Ceny bez VAT	Ceny z VAT 23%
Opłata stała za moc zamówioną	zł/(MW-m-c)	6 389,09	7 858,58
Przesył	zł/(MW-m-c)	3 433,79	4 223,56
<b>Razem opłata stała</b>	<b>zł/(MW-m-c)</b>	<b>9 822,88</b>	<b>12 082,14</b>
Opłata zmienna za ciepło	zł/GJ	28,77	35,39
Przesył	zł/GJ	10,99	13,52
<b>Razem opłata zmienna</b>	<b>zł/GJ</b>	<b>39,76</b>	<b>48,90</b>

**Po modernizacji**

		Ceny bez VAT	Ceny z VAT 23%
Opłata stała za moc zamówioną	zł/(MW-m-c)	6 389,09	7 858,58
Przesył	zł/(MW-m-c)	3 433,79	4 223,56
<b>Razem opłata stała</b>	<b>zł/(MW-m-c)</b>	<b>9 822,88</b>	<b>12 082,14</b>
Opłata zmienna za ciepło	zł/GJ	28,77	35,39
Przesył	zł/GJ	10,99	13,52
<b>Razem opłata zmienna</b>	<b>zł/GJ</b>	<b>39,76</b>	<b>48,90</b>

## Obliczenie współczynników przenikania ciepła dla przegród (U)

Przed termomodernizacją

Nr typu przegrody S-i	Opis warstw	Grubość warstwy d w m	$\lambda$ W/m*K	R, R <sub>i</sub> , R <sub>e</sub> m <sup>2</sup> *K/W	U W/m <sup>2</sup> *K
Ściany zewnętrzna 41,5	tynk cem-wap	0,010	0,820	0,012	1,168
	cegła pełna	0,250	0,770	0,325	
	puszka powietrzna	0,020		0,175	
	cegła pełna	0,125	0,770	0,162	
	tynk cem-wap	0,010	0,820	0,012	
				0,000	
				0,000	
			R <sub>si</sub>	0,130	
			R <sub>se</sub>	0,040	
			razem	0,856	
Ściany zewnętrzna 52,5	tynk cem-wap	0,010	0,820	0,012	1,001
	cegła pełna	0,360	0,770	0,468	
	puszka powietrzna	0,020		0,175	
	cegła pełna	0,125	0,770	0,162	
	tynk cem-wap	0,010	0,820	0,012	
				0,000	
			R <sub>si</sub>	0,130	
			R <sub>se</sub>	0,040	
			razem	0,999	
Stropodach				0,000	0,798
	papa	0,015	0,18	0,083	
	beton	0,03	1,4	0,021	
	plyta pilśniowa	0,025	0,05	0,500	
	żelbet	0,120	1,700	0,071	
	warstwa powietrza			0,160	
	strop istniejący	0,220		0,260	
	tynk cem-wap	0,015	0,820	0,018	
				0,000	
			R <sub>si</sub>	0,100	
			R <sub>se</sub>	0,040	
			razem	1,253	
Podłoga na gruncie	posadzka	0,003	1,050	0,003	0,360
	beton	0,050	1,400	0,036	
	papa	0,002	0,180	0,011	
	izolacja	0,025	0,050	0,500	
	beton chudy	0,150	1,050	0,143	
	grunt	0,150	1,740	0,086	
				0,000	
			R <sub>g</sub>	2,000	
			razem	2,779	
Strop nad przejazdem	posadzka	0,030	1,05	0,029	1,00
	beton	0,060	1,4	0,043	
	izolacja	0,020	0,045	0,444	
	strop istniejący	0,220		0,260	
	tynk cem-wap	0,015	0,82	0,018	
				0,000	
			R <sub>si</sub>	0,170	
			R <sub>se</sub>	0,040	
			razem	1,004	

Po termomodernizacji

Nr typu przegrody S-i	Opis warstw	Grubość warstwy d w m	$\lambda$ W/m*K	R, R <sub>si</sub> , R <sub>se</sub> m <sup>2</sup> *K/W	U W/m <sup>2</sup> *K
Ściany zewnętrzna 41,5	tynk cem-wap	0,010	0,820	0,012	0,191
	cegła pełna	0,250	0,770	0,325	
	puszka powietrzna	0,020	0,000	0,175	
	cegła pełna	0,125	0,770	0,162	
	tynk cem-wap	0,010	0,820	0,012	
	styropian	0,140	0,032	4,375	
				0,000	
				R <sub>si</sub>	
				R <sub>se</sub>	
				razem	5,231
Ściany zewnętrzna 52,5	tynk cem-wap	0,010	0,820	0,012	0,186
	cegła pełna	0,360	0,770	0,468	
	puszka powietrzna	0,020		0,175	
	cegła pełna	0,125	0,770	0,162	
	tynk cem-wap	0,010	0,820	0,012	
	styropian	0,140	0,032	4,375	
				R <sub>si</sub>	
				R <sub>se</sub>	
				razem	5,374
Stropodach	styropapa	0,200	0,036	5,556	0,147
	papa	0,015	0,180	0,083	
	beton	0,030	1,400	0,021	
	płyta pilśniowa	0,025	0,050	0,500	
	żelbet	0,120	1,700	0,071	
	warstwa powietrza			0,160	
	strop istniejący	0,220	0,000	0,260	
	tynk cem-wap	0,015	0,820	0,018	
				0,000	
				R <sub>si</sub>	
				R <sub>se</sub>	
				razem	6,809
	posadzka	0,003	1,050	0,003	0,360
	beton	0,050	1,400	0,036	
	papa	0,002	0,180	0,011	
	izolacja	0,025	0,050	0,500	
	beton chudy	0,150	1,050	0,143	
	grunt	0,150	1,740	0,086	
				0,000	
				R <sub>si</sub>	
				razem	2,779
	posadzka	0,030	1,05	0,029	0,14
	beton	0,060	1,4	0,043	
	izolacja	0,020	0,045	0,444	
	strop istniejący	0,220	0	0,260	
	tynk cem-wap	0,015	0,82	0,018	
	styropian	0,200	0,032	6,250	
				R <sub>si</sub>	
				R <sub>se</sub>	
				razem	7,254



## Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego

<b>pomieszczenie</b>	<b>ilość</b>	<b>strumień powietrza wg. normy w m<sup>3</sup>/h</b>	<b>Łączne zap. powietrza w m<sup>3</sup>/s</b>	<b>Łączne zap. powietrza w m<sup>3</sup>/h</b>
użytkownicy	1100	20	6,111	22 000
kuchnia z oknem zewnętrznym, z kuchenką gazową lub węglową	0	70	0	0
łazienka (z WC lub bez)	23	50	0,319	1 150
	kubatura kl. schod. m <sup>3</sup>			
klatki schodowe	400	0,3		120
<b>ŁĄCZNIE V<sub>o</sub></b>				<b>23 270</b>

$$V_o = 23\,270 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Kubatura wentylowana lokali mieszkalnych } V = 25\,694 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Kubatura wentylowana klatki schodowej } V = 400 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Kubatura wentylowana budynku } V = 25\,694 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Krotność wymiany powietrza wentylacyjnego} = 0,91 \text{ h}^{-1}$$

Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego wg PN-83/B-03430

$$\text{Lokale użytkowe } V_{\text{nom}} = \Psi = 23\,150 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Klatka schodowa } V_{\text{nom}} = \Psi = 120 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Razem } V_{\text{nom}} = \Psi = 23\,270 \text{ m}^3/\text{h}$$

Współczynniki korekcyjne	Przed wymianą okien	Po wymianie okien + nawiewniki	Po wymianie okien bez nawiewników
$c_r$	1,0	0,7	1,0
$c_w$	1,0	1,0	1,0
$c_m$	1,0	1,0	1,0

Do obliczeń rocznego zapotrzebowania na ciepło Q [GJ/rok] wg PN-83/B-03430

Lokale użytkowe	$c_r \cdot c_w \cdot V_{\text{nom}}$	16 205	16 205	m <sup>3</sup> /h
Klatka schodowa	$c_r \cdot c_w \cdot V_{\text{nom}}$	84	84	m <sup>3</sup> /h
Razem		16 289	16 289	m <sup>3</sup> /h

Do obliczeń zapotrzebowania na moc cieplną q [MW] wg PN-EN-12831

Lokale Użytkowe	$c_m \cdot V \cdot 0,5$	12 847	12 847	m <sup>3</sup> /h
Klatka schodowa	$c_m \cdot V \cdot 0,5$	200	200	m <sup>3</sup> /h
Razem		13 047	13 047	m <sup>3</sup> /h

## Obliczenie zapotrzebowania na moc i ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

### Obliczanie zapotrzebowania na ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

pompa ciepła powietrze-woda

Charakterystyka systemu	Jednostka	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
(1)	(2)	(3)	(4)
ciepło właściwe wody $c_w$	kJ/(kg·dK)	4,19	4,19
gęstość wody $\rho$	kg/m <sup>3</sup>	1000	1000
jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody $V_{wi}$	dm <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> ·dzień)	0,80	0,80
powierzchnia ogrzewana $A_f$	m <sup>2</sup>	8322	8322
temperatura ciepłej wody użytkowej w zaworze czerpalnym $\theta_{cw}$	°C	55	55
temperatura wody przed podgrzaniem $\theta_0$	°C	10	10
współczynnik korekcyjny ze wzgl. na przerwy w użytkowaniu $k_R$	-	0,55	0,55
liczba dni w roku $t_R$	dzień	365	365
roczne zapotrzebowanie <b>ciepła użytkowego</b> $Q_{w,nd}=V_{wi} \cdot L \cdot c_w \cdot \rho \cdot (\theta_{cw} - \theta_0) \cdot k_R \cdot t_{uz} / (1000 \cdot 3600)$	kWh/rok	<b>69 998</b>	<b>69 998</b>
sprawnność wytwarzania ciepła $\eta_{g,w}$	-	0,99	0,99
sprawnność przesyłu ciepłej wody $\eta_{d,w}$	-	0,6	0,6
sprawnność sezonowa wykorzystania $\eta_{ew}$	-	1	1
sprawnność akumulacji $\eta_{sw}$	-	1	1
sprawnność całkowita $\eta_w$	-	0,594	0,594
roczne zapotrzebowanie <b>ciepła końcowego</b> $Q_{K,w}$	kWh/a	<b>117 842</b>	<b>117 842</b>
roczne zapotrzebowanie <b>ciepła końcowego</b> $Q_{K,w}$	GJ/a	<b>424</b>	<b>424</b>

### Obliczanie zapotrzebowania na moc na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Opis	Jednostka	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
(1)	(2)	(3)	(4)
Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody wg PN-92/B-01706 $V_{cw}$	l	8	8
Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $V_{h\bar{s}r} = (L \cdot V_{cw}) / (18 \cdot 1000)$	m <sup>3</sup> /h	0,151	0,151
Wsp. godzinowej nierównomierności rozbiórki c.w.u. $N_h = 9,32 \cdot L^{-0,244}$	-	2,248	2,248
Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m <sup>3</sup> wody $Q_{cwj} = c_w \cdot \rho \cdot (\theta_{cw} - \theta_0) / 10^6$	GJ/m <sup>3</sup>	0,189	0,189
Max. moc c.w.u. $q_{cwu}^{max} = V_{h\bar{s}r} \cdot Q_{cwj} \cdot N_h \cdot 10^6 / 3600$	kW	17,8	17,8
<b>Średnia moc c.w.u.</b> $q_{cwu}^{sr} = q_{cwu}^{max} / N_h$	<b>kW</b>	<b>7,9</b>	<b>7,9</b>

**Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie dla  
poszczególnych wariantów termomodernizacyjnych  
wykonane przy pomocy programu Audytor OZC 6.6 PRO**

Wariant	Zapotrzebowanie	
	mocy cieplnej, MW	ciepła $Q_H$ , GJ/a
1	0,3196	1 920
2	0,3164	1 976
3	0,3181	1 988
4	0,4781	2 976
5	0,6908	3 434
0 - stan istniejący	0,6908	3 434

**Załącznik nr 6**

stan przed

stan po

Roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu ogrzewania przez odnawialne źródła energii

Z kolektorów słonecznych	$Q_{k,H,oze}$ kolektory	0	0	GJ/rok
z pompy ciepła	$\eta_{H,g}$ pompy ciepła	0	0	-
	$Q_{k,H}$	4403	2224	GJ/rok
	$Q_{k,H,oze}$ pompy ciepła	0	0,0	GJ/rok
Razem	$Q_{k,H,oze}$	0,0	0,0	GJ/rok

Roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu przygotowania ciepłej wody przez odnawialne źródła energii

Z kolektorów słonecznych	$Q_{k,W,oze}$ kolektory	0	0	GJ/rok
z pompy ciepła	$\eta_{W,g}$ pompy ciepła	0	0	-
	$Q_{k,W}$	424	424	
	$Q_{k,W,oze}$ pompy ciepła	0	0,0	GJ/rok
Razem	$Q_{k,W,oze}$	0,0	0,0	GJ/rok

Udział odnawialnych źródeł energii  $U_{oze}$

roczne zapotrzebowanie na energię końcową co +cwu	$Q_k$	4827	2648	GJ/rok
Udział odnawialnych źródeł energii	$U_{oze}$	0,00%	0,00%	%

Wielkość emisji CO<sub>2</sub> wyznacza się zgodnie z pkt. 6 załącznika nr 1 do rozporządzenia

$$E_{\text{CO}_2, \text{H}} = 36 \cdot 10^{-7} \cdot Q_{\text{k, H}} \cdot W_{\text{e, H}}$$

$$E_{\text{CO}_2, \text{W}} = 36 \cdot 10^{-7} \cdot Q_{\text{k, W}} \cdot W_{\text{e, W}}$$

$$E_{\text{CO}_2, \text{C}} = 36 \cdot 10^{-7} \cdot Q_{\text{k, C}} \cdot W_{\text{e, C}}$$

$$E_{\text{CO}_2, \text{pom}} = 36 \cdot 10^{-7} \cdot (E_{\text{el, pom, H}} \cdot W_{\text{el, pom, H}} + E_{\text{el, pom, W}} \cdot W_{\text{el, pom, W}} + E_{\text{el, pom, C}} \cdot W_{\text{el, pom, C}})$$

$W_{\text{E, H}} =$	94,95	[kg CO <sub>2</sub> /GJ]	przed modernizacją
$W_{\text{E, H}} =$	0,832	[t CO <sub>2</sub> /MWh]	po modernizacji
$Q_{\text{K, H}} =$	4 403	[GJ/rok]	przed modernizacją
$Q_{\text{K, H}} =$	1 224	[MWh/rok]	przed modernizacją
$Q_{\text{K, H}} =$	2 224	[GJ/rok]	po modernizacji
$Q_{\text{K, H}} =$	618	[MWh/rok]	po modernizacji

$W_{\text{E, W}} =$	94,95	[kg CO <sub>2</sub> /GJ]	przed modernizacją
$W_{\text{E, W}} =$	0,832	[t CO <sub>2</sub> /MWh]	po modernizacji
$Q_{\text{K, W}} =$	424	[GJ/rok]	przed modernizacją
$Q_{\text{K, W}} =$	424	[GJ/rok]	po modernizacji
$Q_{\text{K, W}} =$	117,87	[MWh/rok]	po modernizacji

$W_{\text{E, C}} =$	0,832	[t CO <sub>2</sub> /MWh]	
$Q_{\text{K, C}} =$	5,599	[MWh/rok]	przed modernizacją
$Q_{\text{K, C}} =$	12,462	[MWh/rok]	po modernizacji

$W_{\text{el}} =$	0,832	[t CO <sub>2</sub> /MWh]	
$E_{\text{el, pom, H}} =$	5,867	[MWh/rok]	przed modernizacją
$E_{\text{el, pom, W}} =$	1,944	[MWh/rok]	przed modernizacją
$E_{\text{el, pom, H}} =$	5,867	[MWh/rok]	po modernizacji
$E_{\text{el, pom, W}} =$	1,944	[MWh/rok]	po modernizacji

$E_{\text{CO}_2, \text{pom}} =$	6,499	[t CO <sub>2</sub> /rok]	przed modernizacją
$E_{\text{CO}_2, \text{pom}} =$	6,499	[t CO <sub>2</sub> /rok]	po modernizacji

Wartość bazowa (przed modernizacją) 464,83

Wartość docelowa (po modernizacji) 268,29

**Efekt (w wyniku termomodernizacji) 196,53 [t CO<sub>2</sub>/rok]**

**ANALIZA KOSZTÓW ZAPLANOWANYCH INWESTYCJI (wartości brutto)****Nakłady inwestycyjne N<sub>U</sub>**

Lp.	Opis	Obmiar	Cena jedn.	Koszt całkowity
		m <sup>2</sup> / szt.	zł/m <sup>2</sup> , zł/szt.	zł
1	Regulacja węzła wraz z automatyką pogodową	2	9 840	19 680
2	System indywidualnego sterowania ogrzewaniem pomieszczeń	1	207 000	207 000
3	Wprowadzenie systemu zarządzania energią	1	153 000	153 000
4	Modernizacja instalacji wentylacji mechanicznej	1	155 297	155 297
5	Docieplenie stropodachu	2921	170	496 601
6	Ocieplenie ścian zewnętrznych	5534	170	940 823
7	Wymiana drzwi zewnętrznych	35	1 000	34 600
8	Koszt audytu	-	6 150	6 150
			<b>SUMA</b>	<b>2 013 151</b>

---

**Koszt całkowity: 2 013 150,54 PLN**
**ANALIZA FINANSOWA INWESTYCJI - okres 15 lat**

Średni roczny zysk w okresie eksploatacji:

160 380,08 PLN

**Zysk brutto****160 380,08 PLN****SPBT** - prosty czas zwrotu nakładów**12,6 lat****NPV** - wartość bieżąca netto**-229 982,7 PLN****IRR** - wewnętrzna stopa zwrotu**2,3 %****Założenia do obliczeń SPBT, NPV i IRR:**

- stopa dyskontowa 4,00 %
- nie ujęto amortyzacji
- koszt eksploatacji (przeglądy, serwis, ubezpieczenie)

**Korzyści pozafinansowe po zrealizowaniu modernizacji:**

Istotną korzyścią niefinansową, która pojawi się po zrealizowaniu modernizacji to ograniczenie emisji dwutlenku węgla i innych pierwiastków szkodliwych dla atmosfery. Modernizacja wpłynie korzystnie na ochronę środowiska.