

AUDYT ENERGETYCZNY

Budynku użyteczności publicznej – Urzędu
Skarbowego w Wadowicach



Dane budynku:

ul. Legionów 22
34-100 Wadowice

Wykonawca audytu:

mgr inż. Igor Kwiatkowski
mgr inż. Joanna Szczepaniak

1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku

TABELA NR 1. STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU			
1. DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU			
1.1 Rodzaj budynku	Budynek użyteczności publicznej	1.2 Rok budowy	1975 r.
1.3 Inwestor	Izba Administracji Skarbowej w Krakowie	1.4 Adres budynku	ul. Legionów 22 34-100 Wadowice
2. NAZWA, ADRES PODMIOTU WYKONUJĄCEGO AUDYT			
ASIG Igor Kwiatkowski ul. Kosynierów Gdyńskich 67/2 51-686 Wrocław			
IMIĘ I NAZWISKO, NR PESEL ORAZ ADRES ZAMIESZKANIA AUDYTORA KOORDYNUJĄCEGO WYKONANIE AUDYTU, POSIADANE KWALIFIKACJE, PODPIS mgr inż. Joanna Szczepaniak, PESEL: 88041309100, ul. Kosynierów Gdyńskich 67/2, 51-686 Wrocław, uprawnienia do wykonywania świadectw charakterystyki energetycznej oraz audytów energetycznych – ukończone studia podyplomowe, wpis w Centralnym Rejestrze Charakterystyki Energetycznej Budynków w Ministerstwie Rozwoju i Technologii - 14853.			
4. WSPÓŁAUTORZY AUDYTU: IMIONA, NAZWISKA, ZAKRES PRAC, POSIADANE KWALIFIKACJE, PODPIS			
MIEJSCOWOŚĆ: Wrocław		DATA WYKONANIA OPRACOWANIA: 15.12.2023 r.	
6. SPIS TREŚCI:			

Spis treści

1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku	2
2. Karta audytu energetycznego budynku	4
3. Wykaz dokumentów i danych źródłowych, z których korzystał audytor oraz wyszczególnienia wytycznych i uwag inwestora, stanowiących ograniczenia zakresu możliwych ulepszeń, w tym w szczególności określenia wielkości środków własnych inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz kwoty kredytu możliwego do zaciągnięcia przez inwestora	10
Wykaz dokumentów i danych źródłowych	10
Wytyczne i uwagi, ograniczenia inwestora	10
Wielkość środków własnych inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz kwota kredytu możliwego do zaciągnięcia przez inwestora	10
4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku	11
a) Ogólne dane techniczne, opis konstrukcji i technologii, nazwa systemu, niezbędne wskaźniki powierzchniowe i kubaturowe, średnia wysokość kondygnacji, współczynnik kształtu ...	
b) Konstrukcja okien i drzwi	12
c) Charakterystyka systemu grzewczego	13
d) Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej	14
e) Charakterystyka techniczna węzła cieplnego lub kotłowni znajdującej się w budynku	15
f) Charakterystyka systemu wentylacji (obecnie)	15
g) Charakterystyka instalacji gazowej oraz instalacji przewodów kominowych	15
5. Ocena stanu technicznego budynku w zakresie istotnym dla wskazania właściwych ulepszeń i przedsięwzięć termomodernizacyjnych	16
6. Zestawienie wskazanych rodzajów ulepszeń oraz przedsięwzięć wykonanych zgodnie z algorytmem oceny opłacalności i poddanych optymalizacji	17
Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie.	18
7. Dokumentacja wykonania kolejnych kroków optymalizujących algorytm oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego wraz z kosztorysami	23
Zestawienie wariantów termomodernizacyjnych z uwzględnieniem kosztów	23
8. Opis techniczny i przedmiar robót optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji	25
Charakterystyka finansowa wybranego wariantu	26

2. Karta audytu energetycznego budynku

TABELA NR 2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU *)			
1. DANE OGÓLNE		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna	tradycyjna
2.	Liczba kondygnacji	5	5
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	8 800,9	8 800,9
4.	Powierzchnia użytkowa budynku [m ²]	2 839,0	2 839,0
5.	Powierzchnia użytkowa służąca celom mieszkalnym i wykonywaniu zadań publicznych przez organy administracji publicznej [m ²]	2 839,0	2 839,0
6.	Wskaźnik udziału powierzchni (poz. 5) / (poz. 4) [%]	100,0	100,0
7.	Liczba lokali mieszkalnych	-	-
8.	Liczba osób użytkujących budynek	50	50
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	miejskowe	miejskowe
10.	Rodzaj systemu grzewczego w budynku	centralnie	centralnie
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,33	0,33
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	brak	brak
2. WSPÓŁCZYNNIKI PRZENIKANIA CIEPŁA PRZEZ PRZEGRODY BUDOWLANE [W/m ² ·K]		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Ściany zewnętrzne		
1.1	SZ1 – ściana zewnętrzna część stara	0,281	0,147
1.2	SZ2 – ściana zewnętrzna część dobudowana	0,242	0,242
1.3	SZPG1 – ściana zewnętrzna przy gruncie część stara	0,332	0,170
1.4	SZPG2 – ściana zewnętrzna przy gruncie część dobudowana	0,332	0,170

2.	Dach/ stropodach/ strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami		
2.1	STD1 – stropodach części starej	0,662	0,150
2.2	STD2 – stropodach części dobudowanej	0,191	
3.	Strop nad piwnicą		
3.1	-	-	-
4.	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych		
4.1	PGP1 – podłoga w piwnicy część stara	0,213	0,213
	PGP2 – podłoga w piwnicy część dobudowana	0,218	0,218
5.	Okna, drzwi balkonowe		
5.1	OK1 – okna zewnętrzne	2,200	0,900
6.	Drzwi zewnętrzne/ bramy		
6.1	DZ1 – drzwi zewnętrzne	2,500	1,300
7.	Inne		
7.1	-	-	-
3. SPRAWNOŚCI SKŁADOWE SYSTEMU GRZEWczego I WSPÓLCZYNNIKI UWZGLĘDNIAJĄCE PRZERWY W OGRZEWANIU		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Sprawność wytwarzania	0,99	0,99
2.	Sprawność przesyłania	0,90	0,90
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,82	0,82
4.	Sprawność akumulacji	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewanie w okresie tygodnia	1,00	1,00
6.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewanie w ciągu doby	1,00	1,00

4. SPRAWNOŚCI SKŁADOWE SYSTEMU PRZYGOTOWANIA CIEPŁEJ WODY UŻYTKOWEJ		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Sprawność wytwarzania	0,96	0,96
2.	Sprawność przesyłu	0,80	0,80
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji	0,85	0,85
5. CHARAKTERYSTYKA SYSTEMU WENTYLACJI		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)	naturalna grawitacyjna	naturalna grawitacyjna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna/drzwi	okna/drzwi
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego [m ³ /h]	7 920,81	7 920,81
4.	Liczba wymian [l/h]	0,9	0,9
6. CHARAKTERYSTYKA ENERGETYCZNA BUDYNKU		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	212,0	175,0
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW]	12,0	12,0
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	692,10	434,47
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	948,08	595,16
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania cwu [GJ/rok]	105,73	105,73
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	brak danych	-
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]		-

8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² ·rok)]	67,72	42,51
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² ·rok)]	92,76	58,23
10.	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	-	-
7. OPŁATY JEDNOSTKOWE (OBOWIĄZUJĄCE W DNIU SPORZĄDZANIA AUDYTU)		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku [zł/GJ]	100,00	100,00
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc [zł/(MW m-c)]	-	-
3.	Koszt przygotowania 1m ³ ciepłej wody użytkowej [zł/m ³]	3,80	3,21
4.	Koszt 1MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc [zł/(MW m-c)]	-	-
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1m ² powierzchni użytkowej [zł/m ² m-c]		
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/ m-c]	brak	brak
7.	Inne [zł]	brak	brak
8.1 WSKAŹNIKI DLA OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	EK – wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię końcową [kWh/(m ² ·rok)]	92,76	58,23
2.	EP – wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną [kWh/(m ² ·rok)]	74,21	46,58
3.	Zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię [%]	33,49	
4.	Zmniejszenie zapotrzebowania na energię [GJ/rok]	352,92	
5.	Średnioroczna oszczędność energii finalnej [toe/rok]	8,43	
6.	Uniknięta emisja CO ₂ [t CO ₂ /rok]	19,70	
7.	Roczne oszczędności kosztów energii [zł/rok]	35292,00	
8.	Moc instalacji OZE w ramach termomodernizacji [kW]	-	

8.2 CHARAKTERYSTYKA EKONOMICZNA PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNO

		netto	brutto
1.	Koszty całkowite przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, bez kosztów, o których mowa w wierszu 2 [zł]	2 268 285,00	2 789 990,55
2.	Koszty zakupu, montażu, budowy albo modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii [zł]	-	-
3.	Udział kosztów (brutto) zakupu, montażu, budowy albo modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii w łącznych kosztach (brutto) przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz zakupu, montażu, budowy lub modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii [%]		
4.	Czy inwestorowi przyznano grant OZE: TAK/NIE	NIE	
5.	Premia termomodernizacyjna [zł]	-	

9. GRANT TERMOMODERNIZACYJNY

1.	Maksymalna wartość wskaźnika EP określona zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 7 ust. 2 pkt 1 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane [kWh/(m ² ·rok)]	45,0
2.	Przegrody oraz wyposażenie techniczne budynku ODPOWIADAJĄ / NIE ODPOWIADAJĄ wymaganiom izolacyjności cieplnej określonym w przepisach wydanych na podstawie art. 7 ust. 2 pkt 1 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane	
3.	Wysokość grantu termomodernizacyjnego [zł]	-

10. PREMIA MZG I GRANT MZG

4.	Przed realizacją przedsięwzięcia termomodernizacyjnego / W ramach przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w budynku jest spełniony warunek, o którym mowa w art. 11h ust. 1 ustawy: TAK/NIE, jeżeli TAK, to: – pkt 1 / – pkt 2 / – pkt 3 ⁷⁾	
5.	Wysokość premii MZG [zł]	-
6.	Wysokość grantu MZG [zł]	-
7.	Wysokość premii MZG łącznie z wartością grantu MZG [zł]	-

11. INNE

8.	W ramach przedsięwzięcia termomodernizacyjnego ZOSTANIE / NIE ZOSTANIE zastosowana wysokosprawna kogeneracja
9.	Budynek JEST / NIE JEST wpisany do rejestru zabytków lub znajduje się na obszarze wpisanym do rejestru zabytków
10.	Przedsięwzięcie STANOWI / NIE STANOWI przedsięwzięcia rewitalizacyjnego, o którym mowa w art. 11g ust. 2 ustawy
11.	Z audytu energetycznego WYNIKA / NIE WYNIKA , że po zrealizowaniu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego elementy budynku poddane temu przedsięwzięciu termomodernizacyjnemu będą spełniać wymagania, o których mowa w art. 5a ust. 2 i art. 11g ust. 1 pkt 4 ustawy ¹⁰⁾
12.	<p>1) UOZE [%] obliczany zgodnie z rozporządzeniem dotyczącym sporządzania świadectw, jako udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu grzewczego oraz dla systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej.</p> <p>2) Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii.</p> <p>3) Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii.</p> <p>4) Jeśli dotyczy.</p> <p>5) Jeśli dotyczy, w przypadku gdy inwestorowi nie przyznano grantu OZE.</p> <p>6) Należy wpisać 0, jeśli inwestorowi została przyznana premia MZG.</p> <p>7) Niepotrzebne skreślić.</p> <p>8) Należy wpisać 0, jeśli inwestorowi nie przysługuje premia termomodernizacyjna.</p> <p>9) Dotyczy inwestora, o którym mowa w art. 11g ust. 1 pkt 1 ustawy.</p> <p>10) Jeżeli z audytu energetycznego wynika, że nie jest możliwe spełnienie tego warunku, to w przypadku budynku, o którym mowa w art. 11g ust. 2 ustawy, audytor załącza do karty audytu energetycznego oświadczenie, które to potwierdza, wraz z uzasadnieniem.</p> <p>*) Wysokość premii termomodernizacyjnej wynosi:</p> <p>1) 26% kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, w przypadku, o którym mowa w art. 5 ust. 1 ustawy;</p> <p>2) 31% kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, w przypadku, o którym mowa w art. 5 ust. 2a ustawy;</p> <p>3) 31% łącznych kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz zakupu, montażu, budowy lub modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii, w przypadku, o którym mowa w art. 5 ust. 2b ustawy.</p> <p>**) 10% kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego netto.</p> <p>***) 30% kosztów przedsięwzięcia netto.</p>

UWAGA: wszystkie koszty podane w audycie liczone są w cenach netto

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

²⁾ U_{OZE} [%] obliczany zgodnie z rozporządzeniem dotyczącym wydania świadectw jako udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu grzewczego oraz dla systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej

³⁾ Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii

⁴⁾ stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii

3. Wykaz dokumentów i danych źródłowych, z których korzystał audytor oraz wyszczególnienia wytycznych i uwag inwestora, stanowiących ograniczenia zakresu możliwych ulepszeń, w tym w szczególności określenia wielkości środków własnych inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz kwoty kredytu możliwego do zaciągnięcia przez inwestora

Wykaz dokumentów i danych źródłowych

- Informacje przekazane przez Inwestora
- Dokumentacja techniczna obiektu
- Ustawa z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów – Dz.U. nr 223, poz. 1459 z późn. zm.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17.03.2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego – Dz.U. nr 43, poz. 346 z późn. zm.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie – Dz.U. nr 75, poz. 690 z późn. zm.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27.02.2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej, Dz. U. poz. 376
- Normy obowiązujące w dniu sporządzania audytu
- Aktualne ceny nośnika energii cieplnej
- Program komputerowy Audytor OZC wersja 7.0

Wytyczne i uwagi, ograniczenia inwestora

- Zmniejszenie nadmiernych strat ciepła przez przegrody zewnętrzne

Wielkość środków własnych inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz kwota kredytu możliwego do zaciągnięcia przez inwestora

- Wkład własny w zależności od wysokości uzyskanego dofinansowania

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

a) Ogólne dane techniczne, opis konstrukcji i technologii, nazwa systemu, niezbędne wskaźniki powierzchniowe i kubaturowe, średnia wysokość kondygnacji, współczynnik kształtu

Przedmiotem opracowania jest budynek użyteczności publicznej. Analizowany budynek jest 5 kondygnacyjny, podpiwniczony. Ściany zewnętrzne murowane z gazobetonu. Stropodach konstrukcji żelbetowej, ocieplony wełną mineralną. Dokładna analiza przegród stanowi załącznik nr 1 do opracowania. Okna zewnętrzne w dostatecznym stanie technicznym. Drzwi wejściowe w dobrym stanie. Źródłem ciepła w budynku jest miejska sieć ciepłownicza, ciepła woda realizowana z podgrzewaczy elektrycznych.





Maksymalne dopuszczalne współczynniki U_{\max} [$\text{W/m}^2\cdot\text{K}$] zostały określone w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm):

Rodzaj przegrody	Współczynniki obowiązujące od 01.01.2021 roku
ściany zewnętrzne przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$	0,200
dachy, stropodachy i stropy pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$	0,150
podłogi na gruncie przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$	0,300
okna (z wyjątkiem połaciowych) przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$	0,900
drzwi w przegrodach zewnętrznych	1,300

Przegrody zewnętrzne nie spełniają wymogów obowiązujących od 2021 roku, określonych w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm).

b) Konstrukcja okien i drzwi

Podczas wizji lokalnej audytor określił stan techniczny okien i drzwi zewnętrznych jako niewystarczający. Aktualnie żadne okna i drzwi nie spełniają wymogów, obowiązujących od 2021 roku, określonych w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm). Założono wymianę okien i drzwi zewnętrznych.

c) Charakterystyka systemu grzewczego

Sprawności składowe systemu grzewczego	Wartość
<i>Współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej na wytworzenie i dostarczenie nośnika – ciepło z kogeneracji, w_i</i>	0,80
<i>Średnia sezonowa sprawność wytworzenia nośnika ciepła z energii dostarczonej do granicy bilansowej budynku – węzeł cieplny kompaktowy z obudową, $\eta_{H,g}$</i>	0,99
<i>Średnia sezonowa sprawność transportu nośnika ciepła w obrębie budynku – ogrzewanie centralne wodne, $\eta_{H,d}$</i>	0,90
<i>Średnia sezonowa sprawność regulacji i wykorzystania ciepła w obrębie budynku – ogrzewanie wodne, $\eta_{H,e}$</i>	0,82
<i>Średnia sezonowa sprawność akumulacji ciepła w elementach pojemnościowych systemu grzewczego – brak zasobnika buforowego, $\eta_{H,s}$</i>	1,00
Średnia sezonowa sprawność całkowita instalacji, $\eta_{H,tot}$	0,73

Lp.	Dane	Wartość
1.	Typ instalacji	ogrzewanie centralne z miejskiej sieci ciepłowniczej
2.	Parametry pracy instalacji	70/90
3.	Przewody w instalacji	Stalowe/ miedziane
4.	Stan izolacji przewodów	brak izolacji w pomieszczeniach ogrzewanych
5.	Rodzaje grzejników	płytowe
6.	Oslonięcie grzejników	Brak
7.	Zawory grzejnikowe	Zamontowane
8.	Zawory podpionowe	Zamontowane
9.	Odpowietrzenie instalacji	Zamontowane
10.	Naczynie wzbiorcze	Zamontowane
11.	Zabezpieczenie instalacji	Brak
12.	Ogrzewanie liczba dni w tygodniu / liczba godzin na dobę	7/24

d) Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Lp.	Dane	Stan obecny
1.	Rodzaj instalacji ciepłej wody	Ciepła woda użytkowa realizowana z podgrzewaczy elektrycznych
2.	Przewody instalacji i ich izolacja	Brak centralnej instalacji w budynku

Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej	Wartość
<i>Współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej na wytworzenie i dostarczenie nośnika, energia elektryczna w_i</i>	2,50
<i>Średnia sezonowa sprawność wytworzenia nośnika ciepła z energii dostarczonej do granicy bilansowej budynku, elektryczny podgrzewacz akumulacyjny, $\eta_{w,g}$</i>	0,96
<i>Średnia sezonowa sprawność transportu nośnika ciepła w obrębie budynku, miejscowe przygotowanie $\eta_{w,d}$</i>	0,80
<i>Średnia sezonowa sprawność wykorzystania, $\eta_{w,e}$</i>	1,00
<i>Średnia sezonowa sprawność akumulacji ciepłej wody w elementach pojemnościowych systemu ciepłej wody, $\eta_{w,s}$</i>	0,85
Średnia sezonowa sprawność całkowita instalacji, $\eta_{w,tot}$	0,65

Obliczenia zapotrzebowania na ciepło systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
Opis	Symbol	jednostka	wartość
Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie	V_{wi}	$\text{dm}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{dzień})$	1,4
Powierzchnia o regulowanej temperaturze	A_f	m^2	2 839,0
Ciepło właściwe wody	c_w	$\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$	4,19
Gęstość wody	ρ_w	kg/dm^3	1,00
Temperatura ciepłej wody	θ_w	$^{\circ}\text{C}$	55
Temperatura zimnej wody	θ_o	$^{\circ}\text{C}$	10
Mnożnik korekcyjny uwzględniający przerwy w użytkowaniu	k_R	-	1,0
Liczba dni w roku	t_R	dzień	365
Średnioroczna sprawność systemu	$\eta_{cw, tot}$	-	0,58
Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową $Q_W = V_{wi} \cdot A_f \cdot c_w \cdot \rho_w \cdot (\theta_w - \theta_o) \cdot k_R \cdot t_R / 3600$	kWh/GJ	13296,80 / 47,87	
Roczne zapotrzebowanie na energię końcową $Q_{kW} = Q_W / \eta_{cw, tot}$	kWh/GJ	29368,90 / 105,73	

Obliczenia zapotrzebowania na moc systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
Opis	Symbol	jednostka	Wartość
Sposób przygotowania ciepłej wody	-	-	Indywidualnie
Średni czas użytkowania w ciągu doby	t_h	godzina	8
Współczynnik jednoczesności rozbioru	N_h	-	1,00
Roczne zużycie ciepłej wody $V_{cw}=V_{wi} \cdot A_f \cdot k_R \cdot t_R$	dm^3/rok		1 218 612,0
Zapotrzebowanie na moc cieplną do przygotowania cwu $q_{cw}=Q_{k,w} \cdot N_h / (k_R \cdot t_R \cdot t_h) \cdot 10^{-3}$	MW		0,012

e) Charakterystyka techniczna węzła cieplnego lub kotłowni znajdującej się w budynku

Źródłem ciepła jest węzeł cieplny, zlokalizowany w budynku.

f) Charakterystyka systemu wentylacji (obecnie)

Lp.	Dane	Stan obecny
1.	Rodzaj wentylacji	naturalna grawitacyjna
2.	Strumień powietrza wentylującego m^3/h	7 920,81

Wentylacja pomieszczeń realizowana grawitacyjnie poprzez nieszczelności w drzwiach i oknach.

g) Charakterystyka instalacji gazowej oraz instalacji przewodów kominowych

Stan przewodów kominowych dobry.

5. Ocena stanu technicznego budynku w zakresie istotnym dla wskazania właściwych ulepszeń i przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1.	Przegrody zewnętrzne	Ocieplenie przegród zewnętrznych
2.	Okna zewnętrzne	Wymiana okien
3.	Drzwi zewnętrzne	Wymiana drzwi
4.	System grzewczy	Brak zmian
5.	Instalacja c.w.u.	Brak zmian
6.	Wentylacja	Brak zmian

6. Zestawienie wskazanych rodzajów ulepszeń oraz przedsięwzięć wykonanych zgodnie z algorytmem oceny opłacalności i poddanych optymalizacji

Do obliczeń przyjęto następujące dane:

obliczeniowa temperatura wewnętrzna 20°C

obliczeniowa temperatura zewnętrzna – 20°C

Liczba stopniodni dla przegród zewnętrznych dzień*K/rok

Ustalenie liczby stopniodni S_d :			
Dane wyjściowe:			
stacja meteorologiczna:	Kraków Balice		
obliczeniowa temperatura wewnętrzna t_{wo} :	20°C		
MIESIĄC	$t_e(m)$	$L_d(m)$	S_d
Styczeń	-1,3	31	660
Luty	-2,6	28	633
Marzec	3,2	31	521
Kwiecień	8,3	30	351
Maj	13,4	5	33
Czerwiec	18,2	0	0
Lipiec	17,5	0	0
Sierpień	17,5	0	0
Wrzesień	13,8	5	31
Październik	9,3	31	332
Listopad	1,9	30	543
Grudzień	-0,8	31	645
		$S_d =$	3 749

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie.

1) SZPG1, SZPG2 – ściana zewnętrzna przy gruncie

Przełoga nr 1			Nazwa:			Ściana zewnętrzna	
Dane	Powierzchnia przełogi do strat ciepła					A=	208,2 m ²
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia					A _o =	208,2 m ²
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego					T _{wo} =	20 °C
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego					T _{zo} =	-20 °C
	Liczba stopniodni dla przełogi					S _d =	3 749 dzień *K/rok
Taryfa opłat za ciepło:							
Opłaty stałe			Opłaty zmienne			Abonament	
O _{m0} =	0,00	zł/MW*m-c	O _{z0} =	100,00	zł/GJ	A _{b0} =	0,00 zł/m-c
O _{m1} =	0,00	zł/MW*m-c	O _{z1} =	100,00	zł/GJ	A _{b1} =	0,00 zł/m-c
Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:							
Współczynnik przenikania ciepła przełogi w stanie istniejącym:						0,332	W/m²K
Przewiduje się ocieplenie przełogi z użyciem						styropian twardy	
Współczynnik obliczeniowy przewodzenia ciepła dla izolacji λ =						0,035	W/m*K
Rozpatruje się następujące warianty o różnych grubościach warstwy ocieplającej:							
Wariant 1: - grubość warstwy zwiększona o						6,0	cm
Wariant 2: - grubość warstwy zwiększona o						8,0	cm
Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona o						10,0	cm
Wariant 4: - grubość warstwy zwiększona o						12,0	cm
Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	grubość izolacji, d	cm	-	6,0	8,0	10,0	12,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m²·K/W	-	1,71	2,29	2,86	3,43
3	opór cieplny przełogi R	m²·K/W	3,012	4,722	5,302	5,872	6,442
4	Q _{0u} ,Q _{1u} = 8,64*10 ⁻⁵ *S _d *A/R	GJ/a	22,4	14,3	12,7	11,5	10,5
5	q _{0u} ,q _{1u} = 10 ⁻⁶ *A*(t _{w0} -T _{z0})/R	MW	0,0028	0,0018	0,0016	0,0014	0,0013
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ _{ru}	zł/a	-	810 zł	970 zł	1 091 zł	1 187 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia*	zł/m²		397,2	409,1	450,0	495,0
8	Koszt usprawnienia N _u	zł		82 697 zł	85 175 zł	93 690 zł	103 059 zł
9	SPBT= N _u /ΔQ _u	lata		102,10	87,81	85,88	86,82
10	U ₀ , U ₁	W/(m²·K)	0,332	0,212	0,189	0,170	0,155

Wybrano ocieplenie za pomocą styropianu o grubości 10 cm ze względu na najniższy współczynnik SPBT (czas zwrotu inwestycji). Przy tej grubości ocieplenia przełoga **spełnia wymagania obowiązujące od 1.01.2021 r.** określone w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm). **UWAGA: możliwość wykonania ocieplenia innym materiałem izolacyjnym o innych parametrach i grubości pod warunkiem osiągnięcia $U \leq 0,200$ W/m²K dla przełogi po termomodernizacji.**

2) SZ1 – ściana zewnętrzna część stara

Przegroda nr 2			Nazwa:		Ściana zewnętrzna		
Dane	Powierzchnia przegrody do strat ciepła				A=	677,5	m ²
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia				A _o =	677,5	m ²
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego				T _{wo} =	20	°C
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego				T _{zo} =	-20	°C
	Liczba stopniodni dla przegrody				S _d =	3 749	dzień *K/rok
Taryfa opłat za ciepło:							
Opłaty stałe			Opłaty zmienne			Abonament	
O _{m0} =	0,00	zł/MW*m-c	O _{z0} =	100,00	zł/GJ	A _{b0} =	0,00 zł/m-c
O _{m1} =	0,00	zł/MW*m-c	O _{z1} =	100,00	zł/GJ	A _{b1} =	0,00 zł/m-c
Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:							
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym:					0,281		W/m ² K
Przewiduje się ocieplenie przegrody z użyciem					styropian		
Współczynnik obliczeniowy przewodzenia ciepła dla izolacji λ =					0,031		W/m*K
Rozpatruje się następujące warianty o różnych grubościach warstwy ocieplającej:							
Wariant 1: - grubość warstwy zwiększona o					6,0		cm
Wariant 2: - grubość warstwy zwiększona o					8,0		cm
Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona o					10,0		cm
Wariant 4: - grubość warstwy zwiększona o					12,0		cm
Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	grubość izolacji, d	cm	-	6,0	8,0	10,0	12,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m ² ·K/W	-	1,94	2,58	3,23	3,87
3	opór cieplny przegrody R	m ² ·K/W	3,559	5,499	6,139	6,789	7,429
4	Q _{0u} ,Q _{1u} = 8,64*10 ⁻⁵ *S _d *A/R	GJ/a	61,7	39,9	35,7	32,3	29,5
5	q _{0u} ,q _{1u} = 10 ⁻⁶ *A*(t _{w0} -T _{z0})/R	MW	0,0076	0,0049	0,0044	0,0040	0,0036
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ _{ru}	zł/a	-	2 180 zł	2 600 zł	2 941 zł	3 217 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia*	zł/m ²		397,2	409,1	450,0	495,0
8	Koszt usprawnienia N _u	zł		269 103 zł	277 165 zł	304 875 zł	335 363 zł
9	SPBT= N _u /ΔQ _u	lata		123,44	106,60	103,66	104,25
10	U ₀ , U ₁	W/(m ² ·K)	0,281	0,182	0,163	0,147	0,135

Wybrano ocieplenie za pomocą styropianu o grubości 10 cm ze względu na najniższy współczynnik SPBT (czas zwrotu inwestycji). Przy tej grubości ocieplenia przegroda **spełnia wymagania obowiązujące od 1.01.2021 r.** określone w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm). **UWAGA: możliwość wykonania ocieplenia innym materiałem izolacyjnym o innych parametrach i grubości pod warunkiem osiągnięcia $U \leq 0,200$ W/m²K dla przegrody po termomodernizacji.**

3) STD1 – stropodach części starej

Przegroda nr 3			Nazwa:		stropodach		
Dane	Powierzchnia przegrody do strat ciepła				A=	378,0	m²
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia				A _o =	378,0	m²
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego				T _{wo} =	20	°C
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego				T _{zo} =	-20	°C
	Liczba stopniodni dla przegrody				S _d =	3 749	dzień *K/rok
Taryfa opłat za ciepło:							
Opłaty stałe			Opłaty zmienne			Abonament	
O _{m0} =	0,00	zł/MW*m-c	O _{z0} =	100,00	zł/GJ	A _{b0} =	0,00 zł/m-c
O _{m1} =	0,00	zł/MW*m-c	O _{z1} =	100,00	zł/GJ	A _{b1} =	0,00 zł/m-c
Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:							
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym:					0,662		W/m²K
Przewiduje się ocieplenie przegrody z użyciem					Wełna mineralna		
Współczynnik obliczeniowy przewodzenia ciepła dla izolacji λ =					0,035		W/m*K
Rozpatruje się następujące warianty o różnych grubościach warstwy ocieplającej:							
Wariant 1: - grubość warstwy zwiększona o					14,0		cm
Wariant 2: - grubość warstwy zwiększona o					16,0		cm
Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona o					18,0		cm
Wariant 4: - grubość warstwy zwiększona o					20,0		cm
Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	grubość izolacji, d	cm	-	14,0	16,0	18,0	20,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m²·K/W	-	4,00	4,57	5,14	5,71
3	opór cieplny przegrody R	m²·K/W	1,511	5,511	6,081	6,651	7,221
4	Q _{0u} ,Q _{1u} = 8,64*10 ⁻⁵ *S _d *A/R	GJ/a	81,0	22,2	20,1	18,4	17,0
5	q _{0u} ,q _{1u} = 10 ⁻⁶ *A*(t _{w0} -T _{z0})/R	MW	0,0100	0,0027	0,0025	0,0023	0,0021
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ _{ru}	zł/a	-	5 880 zł	6 090 zł	6 261 zł	6 397 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia*	zł/m²		580,7	598,1	640,0	684,8
8	Koszt usprawnienia N _u	zł		219 505 zł	226 082 zł	241 920 zł	258 854 zł
9	SPBT= N _u /ΔQ _u	lata		37,33	37,12	38,64	40,46
10	U ₀ , U ₁	W/(m²·K)	0,662	0,181	0,164	0,150	0,138

Wybrano ocieplenie za pomocą wełny mineralnej o grubości 18 cm. Jest to minimalna grubość ocieplenia, przy której przegroda **spełnia wymagania obowiązujące od 1.01.2021 r.** określone w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm). **UWAGA: możliwość wykonania ocieplenia innym materiałem izolacyjnym o innych parametrach i grubości pod warunkiem osiągnięcia $U \leq 0,150$ W/m²K dla przegrody po termomodernizacji.** W koszt wliczono również wymianę pokrycia dachu, która jest niezbędna w celu ochrony i zabezpieczenia wykonanego ocieplenia.

4) OK1 – okna zewnętrzne PVC

Okna zewnętrzne							
Dane	Strumień powietrza wentylującego			V _{nom} =	86,1	m³/h	
	Współczynnik U			U =	2,2	W/m²K	
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego			T _{wo} =	20	°C	
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego			T _{zo} =	-20	°C	
	Liczba stopniodni dla przegrody			Sd =	3 749	dzień *K/rok	
Taryfa opłat za ciepło:							
Opłaty stałe			Opłaty zmienne			Abonament	
O _{m0} =	0,00	zł/MW*m-c	O _{z0} =	100,00	zł/GJ	A _{b0} =	0,00 zł/m-c
O _{m1} =	0,00	zł/MW*m-c	O _{z1} =	100,00	zł/GJ	A _{b1} =	0,00 zł/m-c
Warianty wymiany okien o następujących współczynnikach przenikania:							
Wariant 1:						U _{ok}	1,0 W/m²K
Wariant 2:						U _{ok}	0,9 W/m²K
Wariant 3:						U _{ok}	0,8 W/m²K
Lp.	Opis /wyszczególnienie		Jednostki	stan istniejący	Warianty		
					1	2	3
1	Powierzchnia okien		m²			474,0	
2	Współczynnik przenikania		W/(m²*K)	2,2	1,0	0,9	0,8
3	Współczynniki korekcyjne	C _r	-	1,1	1,0	1,0	1,0
		C _m	-	1,1	1,0	1,0	1,0
		C _w	-	1,0	1,0	1,0	1,0
4	8,64*10 ⁻⁵ *Sd*A _{ok} *U		GJ/a	337,8	153,5	138,2	122,8
5	2.94*10 ⁻⁵ *c _r *c _w *V _{nom} *Sd		GJ/a	10,4	9,5	9,5	9,5
6	Q _{0u} ,Q _{1u} = poz.4 + poz.5		GJ/a	348,2	163,0	147,7	132,3
7	10 ⁻⁶ *A _{ok} *(t _{wo} -t _{zo})*U		MW	0,0417	0,0190	0,0171	0,0152
8	3,4*10 ⁻⁷ *c _m *V _{nom} *(t _{wo} -t _{zo})		MW	0,0013	0,0012	0,0012	0,0012
9	q ₀ ,q ₁ = poz 7 + poz. 8		MW	0,0430	0,0202	0,0183	0,0164
10	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ _{rok} + ΔQ _{rw}		zł/rok		18 520	20 050	21 590
11	Cena jednostkowa wym.okien*		zł/m²		1350,00	1500,00	1650,00
12	Koszt wymiany okien N _{ok}		zł		639 900 zł	711 000 zł	782 100 zł
13	SPBT=(N _{ok} +N _w)/Σ(ΔQ _{rok} + ΔQ _{rw})		-		34,55	35,46	36,23

*w cenę jednostkową wliczono prace rozbiórkowe, koszt materiału, robociznę oraz roboty dodatkowe.

Za najbardziej optymalny wariant wymiany okien wybrano okna **spełniające wymagania obowiązujące od 1.01.2021 r.** określone w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm). o **współczynniku przenikania ciepła $U=0,9 W/m^2 \cdot K$**

5) DZ1 – drzwi zewnętrzne

Drzwi							
Dane	Strumień powietrza wentylującego				V _{nom} =	86,1	m ³ /h
	Współczynnik U				U =	2,5	W/m ² K
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego				T _{wo} =	20	°C
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego				T _{zo} =	-20	°C
	Liczba stopniodni dla przegrody				Sd =	3 749	dzień *K/rok
Taryfa opłat za ciepło:							
Opłaty stałe			Opłaty zmienne			Abonament	
O _{m0} =	0,00	zł/MW*m-c	O _{z0} =	100,00	zł/GJ	A _{b0} =	0,00 zł/m-c
O _{m1} =	0,00	zł/MW*m-c	O _{z1} =	100,00	zł/GJ	A _{b1} =	0,00 zł/m-c
Warianty wymiany drzwi następujących współczynników przenikania:							
Wariant 1:						U _{drz}	1,3 W/m ² K
Wariant 2:						U _{drz}	1,2 W/m ² K
Wariant 3:						U _{drz}	1,1 W/m ² K
Lp	Opis /wyszczególnienie		jednostki	stan istniejący	Warianty		
					1	2	3
1	Powierzchnia drzwi		m ²		16,8		
2	Współczynnik przenikania		W/(m ² *K)	2,5	1,3	1,2	1,1
3	Współczynniki korekcyjne	C _r	-	1,1	1,0	1,0	1,0
		C _m	-	1,1	1,0	1,0	1,0
4	8,64*10 ⁻⁵ *S _d *A _{drz} *U		GJ/a	13,6	7,1	6,5	6,0
5	2.94*10 ⁻⁵ *c _r *c _m *V _{nom} *S _d		GJ/a	11,5	9,5	9,5	9,5
6	Q _{0u} ,Q _{1u} = poz.4 + poz.5		GJ/a	25,1	16,6	16,0	15,5
7	10 ⁻⁶ *A _{drz} *(t _{wo} -t _{zo})*U		MW	0,0017	0,0009	0,0008	0,0007
8	3,4*10 ⁻⁷ *c _m *V _{nom} *(t _{wo} -t _{zo})		MW	0,0013	0,0012	0,0012	0,0012
9	q ₀ ,q ₁ = poz 7 + poz. 8		MW	0,0030	0,0021	0,0020	0,0019
10	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ _{rok} + ΔQ _{rw}		zł/rok		850	910	960
11	Cena jednostkowa wym. drzwi		zł/m ²		1000	1100	1200
12	Koszt wymiany drzwi N _{drz}		zł		16 800 zł	18 480 zł	20 160 zł
13	SPBT=(N _{drz} +N _w)/Σ(ΔQ _{rdrz} + ΔQ _{rw})		-		19,76	20,31	21,00

Za najbardziej optymalny wariant wymiany starych drzwi wybrano drzwi **spełniające wymagania obowiązujące od 1.01.2021 r.** określone w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm).

7. Dokumentacja wykonania kolejnych kroków optymalizujących algorytm oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego wraz z kosztorysami

Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót [zł]	SPBT [lata]
1.	DZ1 – drzwi zewnętrzne, wymiana na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 1,3 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$	16 800,00	19,76
2.	OK1 – okna zewnętrzne PVC, wymiana na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,9 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$	711 000,00	35,46
3.	STD1 – stropodach części starej, ocieplenie za pomocą wełny mineralnej o grubości 18 cm i współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,035 \text{ W/m} \cdot \text{K}$	241 920,00	38,64
4.	SZPG1, SZPG2 – ściana zewnętrzna przy gruncie, ocieplenie za pomocą styropianu twardego o grubości 10 cm i współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,035 \text{ W/m} \cdot \text{K}$	93 690,00	85,88
5.	SZ1 – ściana zewnętrzna część stara, ocieplenie za pomocą styropianu o grubości 10 cm i współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,031 \text{ W/m} \cdot \text{K}$	304 875,00	103,66

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Wariant termomodernizacyjny	
		1	2
1.	DZ1 – drzwi zewnętrzne, wymiana na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 1,3 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ OK1 – okna zewnętrzne PVC, wymiana na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,9 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$	x	x
2.	STD1 – stropodach części starej, ocieplenie za pomocą wełny mineralnej o grubości 18 cm i współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,035 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ SZPG1, SZPG2 – ściana zewnętrzna przy gruncie, ocieplenie za pomocą styropianu twardego o grubości 10 cm i współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,035 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ SZ1 – ściana zewnętrzna część stara, ocieplenie za pomocą styropianu o grubości 10 cm i współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,031 \text{ W/m} \cdot \text{K}$	x	

Zestawienie wariantów termomodernizacyjnych z uwzględnieniem kosztów

Wariant	Koszt termomodernizacji [zł]
1.	1 368 285,00
2.	727 800,00

Wariant	c.o.						c.w.u.			Oszczędność		
	q [MW]	Q [GJ/rok]	η	$w_d \cdot w_t$	$Q \cdot w_d \cdot w_t / \eta$	Opłata [zł]	q [MW]	$Q \cdot w_d / \eta$ [GJ/rok]	Opłata [zł]	GJ/rok	zł	%
1.	0,175	434,47	0,73	1	595,16	59516,00	0,012	105,73	10573,00	352,92	35292,00	33,49
2.	0,186	511,77	0,73	1	701,05	70105,00	0,012	105,73	10573,00	247,03	24703,00	23,44
stan istniejący	0,212	692,10	0,73	1	948,08	94808,00	0,012	105,73	10573,00	-	-	-

Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjny	Koszty całkowite netto [zł]	Roczne oszczędności kosztów energii [zł/rok]	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej) [%]	Premia termomodernizacyjna [zł]
1	1368285,00	35292,00	33,49	-
2	727800,00	24703,00	23,44	-

8. Opis techniczny i przedmiar robót optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji

STD1 – stropodach części starej, ocieplenie za pomocą wełny mineralnej o grubości 18 cm i współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda=0,035 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ **UWAGA: możliwość wykonania ocieplenia innym materiałem izolacyjnym o innych parametrach i grubości pod warunkiem osiągnięcia $U \leq 0,150 \text{ W/m}^2\text{K}$ dla przegrody po termomodernizacji.**

SZPG1, SZPG2 – ściana zewnętrzna przy gruncie, ocieplenie za pomocą styropianu twardego o grubości 10 cm i współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda=0,035 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ **UWAGA: możliwość wykonania ocieplenia innym materiałem izolacyjnym o innych parametrach i grubości pod warunkiem osiągnięcia $U \leq 0,200 \text{ W/m}^2\text{K}$ dla przegrody po termomodernizacji.**

SZ1 – ściana zewnętrzna część stara, ocieplenie za pomocą styropianu o grubości 10 cm i współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda=0,031 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ **UWAGA: możliwość wykonania ocieplenia innym materiałem izolacyjnym o innych parametrach i grubości pod warunkiem osiągnięcia $U \leq 0,200 \text{ W/m}^2\text{K}$ dla przegrody po termomodernizacji.**

OK1 – okna zewnętrzne, wymiana na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,9 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$

DZ1 – drzwi zewnętrzne, wymiana na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 1,3 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$

Dodatkowe prace, ujęte w audycie efektywności energetycznej, stanowiącym załącznik nr 1 do audytu energetycznego:

Wymiana oświetlenia wewnętrznego na energooszczędne – wymiana opraw, źródeł światła oraz elektryki w zakresie niezbędnym do prawidłowego funkcjonowania systemu oświetlenia

Montaż paneli fotowoltaicznych wraz z magazynem energii - założono montaż 100 szt. paneli, każdy o mocy 350 Wp, łącznie 35 kWp.

Wykonanie systemu zarządzania energią w budynku (BMS) - założono wyposażenie budynku w system czujników oraz jeden, zintegrowany system zarządzania. System posiadać będzie funkcjonalność monitorowania i zarządzania systemami energetycznymi, znajdującymi się w budynku, gromadząc informacje z czujników, detektorów, analizatorów, oraz sterowników urządzeń, pozwalając na reagowanie w czasie rzeczywistym na zmianę warunków zewnętrznych i wewnętrznych.

Charakterystyka finansowa wybranego wariantu

Lp.	Pozycja	Wskaźnik
1.	Całkowity koszt robót [zł netto]	2 268 285,00
2.	Uzyskana oszczędność kosztów energii [zł/rok]	121 158,00
3.	Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych SPBT [lata]	18,72

Uzyskana oszczędność energii w ramach realizacji projektu

	Przed termomodernizacją [GJ/rok]	Po termomodernizacji [GJ/rok]	Różnica [GJ/rok]
Zapotrzebowanie na energię ciepłą do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu	948,08	595,16	352,92
Zapotrzebowanie na energię ciepłą do przygotowania ciepłej wody w budynku z uwzględnieniem sprawności systemu	105,73	105,73	-
Zapotrzebowanie na energię elektryczną	354,9	161,7	193,2

Współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej:

- dla ciepła z ciepłowni $w_i = 0,8$
- dla energii elektrycznej $w_i = 2,5$

Łączne zapotrzebowanie na energię pierwotną przed termomodernizacją wynosi:

$$EP = 948,08 \cdot 0,8 + 105,73 \cdot 0,8 + 354,9 \cdot 2,5 = 1\,910,04 \text{ GJ/rok}$$

Łączne zapotrzebowanie na energię pierwotną po termomodernizacji wynosi:

$$EP = 595,16 \cdot 0,8 + 105,73 \cdot 0,8 + 161,7 \cdot 2,5 = 1\,144,70 \text{ GJ/rok}$$

Zmniejszenie zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną

$$1\,910,04 - 1\,144,70 = 765,34 \text{ GJ/rok} = 212\,594,4 \text{ kWh/rok} = 212,6 \text{ MWh/rok} = \mathbf{40,07\%}$$

Załącznik nr 1

AUDYT EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ

Budynku użyteczności publicznej – Urzędu
Skarbowego w Wadowicach



Adres budynków:

ul. Legionów 22
34-100 Wadowice

Wykonawcy audytu:

mgr inż. Igor Kwiatkowski
mgr inż. Joanna Szczepaniak

1. Strona tytułowa audytu efektywności energetycznej

TABELA NR 1. STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU			
DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU			
1.1 Rodzaj budynku	Budynek użyteczności publicznej	1.2 Rok budowy	1975 r.
1.3 Inwestor	Izba Administracji Skarbowej w Krakowie	1.4 Adres budynku	ul. Legionów 22 34-100 Wadowice
NAZWA, NR REGON I ADRES PODMIOTU WYKONUJĄCEGO AUDYT			
ASIG Igor Kwiatkowski ul. Kosynierów Gdyńskich 67/2 51-686 Wrocław			
IMIĘ I NAZWISKO, NR PESEL ORAZ ADRES ZAMIESZKANIA AUDYTORA KOORDYNUJĄCEGO WYKONANIE AUDYTU, POSIADANE KWALIFIKACJE, PODPIS			
mgr inż. Joanna Szczepaniak, PESEL: 88041309100, ul. Kosynierów Gdyńskich 67/2, 51-686 Wrocław, uprawnienia do wykonywania świadectw charakterystyki energetycznej oraz audytów energetycznych – ukończone studia podyplomowe, wpis w Centralnym Rejestrze Charakterystyki Energetycznej Budynków w Ministerstwie Rozwoju i Technologii - 14853.			
WSPÓŁAUTORZY AUDYTU: IMIONA, NAZWISKA, ZAKRES PRAC, POSIADANE KWALIFIKACJE, PODPIS			
MIEJSCOWOŚĆ: Wrocław		DATA WYKONANIA OPRACOWANIA: 15.12.2023 r.	
SPIS TREŚCI:			

SPIS TREŚCI

1. Strona tytułowa audytu efektywności energetycznej.....	28
2. Karta audytu oświetlenia budynku.....	30
3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora.....	31
Dokumentacja projektowa.....	31
Inne dokumenty	31
Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora	31
4. Określenie przedsięwzięć termomodernizacyjnych.....	32
Montaż paneli fotowoltaicznych na dachu budynku wraz z magazynem energii.....	33
5. Podsumowanie	37
Zastosowane usprawnienia i metodologia obliczeń	37

2. Karta audytu oświetlenia budynku

TABELA NR 2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO OŚWIETLENIA BUDYNKU *)			
DANE OGÓLNE		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna	tradycyjna
2.	Liczba kondygnacji	5	5
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	8 800,9	8 800,9
4.	Powierzchnia budynku netto [m ²]	2 839,0	2 839,0
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m ²]	0	0
6.	Liczba osób użytkujących budynek	50	50
7.	Współczynnik kształtu A/V [m ² /m ³]	0,36	0,36
8.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
9.	Oświetlenie wewnętrzne	Świetlówkowe/ energooszczędne	Świetlówkowe/ energooszczędne
10.	Ilość źródeł światła	-	-
CHARAKTERYSTYKA ENERGETYCZNA OŚWIETLENIA WBUDOWANEGO BUDYNKU		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Instalacja elektryczna oświetlenie [kW]	39,43	39,43
2.	Zapotrzebowanie energii elektrycznej na potrzeby oświetlania budynku w ciągu roku [kWh/rok]	98583,95	44917,70
3.	Zapotrzebowanie energii elektrycznej na potrzeby oświetlania budynku w ciągu roku [GJ/rok]	354,90	161,70
OPŁATY JEDNOSTKOWE (OBOWIĄZUJĄCE W DNIU SPORZĄDZANIA AUDYTU)		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
	Opłata za 1 kWh energii elektrycznej [zł]	1,60	1,60
CHARAKTERYSTYKA EKONOMICZNA OPTIMALNEGO WARIANTU			
Planowana suma kredytu [zł]	765 000,00	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię elektryczną [%]	54,44
Planowane koszty całkowite	900 000,00	Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	85 866,00

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

Dokumentacja projektowa

- Inwentaryzacja własna obiektu

Inne dokumenty

- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 10.08.2012 w sprawie szczegółowego zakresu i sporządzania audytu efektywności energetycznej, wzoru karty audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii – Dz.U. nr 27, poz. 962
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17.03.2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego – Dz.U. nr 43, poz. 346
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie – Dz.U. nr 75, poz. 690 z późn. zm.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27.02.2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej, Dz. U. poz. 376
- Normy obowiązujące w dniu sporządzania audytu
- Aktualne ceny energii elektrycznej

Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora

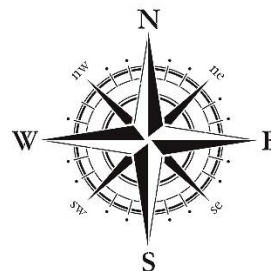
- montaż paneli fotowoltaicznych na dachu budynku wraz z magazynem energii
- budowa systemu zarządzania energią w budynku

4. Określenie przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Inwestycja obejmuje montaż paneli fotowoltaicznych na dachu budynku Urzędu Skarbowego w Wadowicach wraz z wykonaniem magazynu energii oraz systemu zarządzania energią BMS.



Montaż paneli fotowoltaicznych na dachu budynku wraz z magazynem energii



Panele fotowoltaiczne zamieniają energię promieniowania słonecznego w energię elektryczną. Uzyskaną energię elektryczną można zużywać na bieżąco albo sprzedawać – w zależności od rodzaju instalacji. Panele zapewniają ponad 25 lat bezobsługowej pracy, wytwarzając każdego dnia prąd. W skład systemu wchodzi paneli fotowoltaicznych, odbiornik generowanej energii oraz urządzenia pomocnicze (regulator ładowania, inwerter, przetwornik, aparatura pomiarowa, sterowanie, software).

Zasada działania ogniw opiera się na fotonach (minimalnych jednostkach światła), które padają na ogniwo fotowoltaiczne i są pochłaniane przez krzem, jednocześnie wybijając elektron ze swojej pozycji i „zmuszając” go do ruchu. Opisany ruch to przepływ prądu elektrycznego. Dzięki zastosowaniu odpowiednich złączy półprzewodnikowych możliwe jest połączenie tego procesu z obiegiem elektronów w sieci energetycznej. Ogniwa fotowoltaiczne zamieniają energię słoneczną w energię elektryczną.

Panele dostarczają prąd stały o niewielkim napięciu, który przy wykorzystaniu inwertera zostaje przekształcony na prąd zmienny o charakterystyce zgodnej ze standardem sieci elektroenergetycznej.

Założono montaż 100 szt. paneli na dachu budynków, każdy o mocy 350 Wp, łącznie 35 kWp.

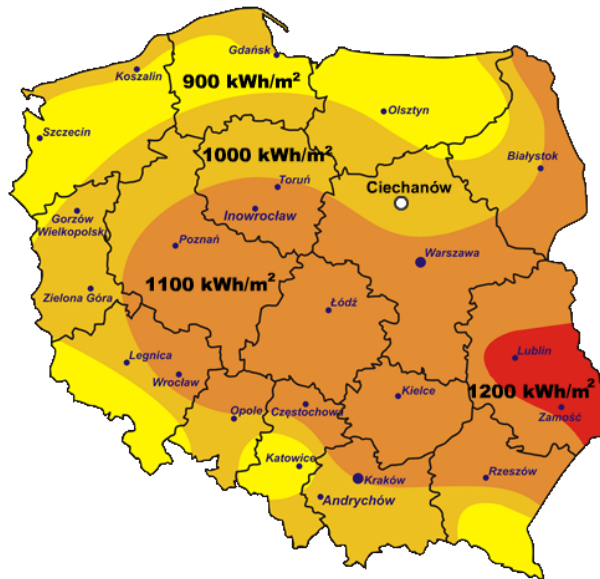
Wymiary paneli fotowoltaicznych z uwzględnieniem odległości pomiędzy nimi wynoszą około $1\,721\text{ mm} \times 1\,016\text{ mm} = 1,75\text{ m}^2/\text{szt.}$

100 szt. paneli fotowoltaicznych zajmie powierzchnię $175,0\text{ m}^2$ do tego należy dodać niezbędne dołączenia do poszczególnych paneli.

Uzysk energii z instalacji fotowoltaicznej policzono za pomocą poniższego wzoru:

$$E_{rzeczywista} [kWh] = \frac{\text{Nasłonecznienie} \left[\frac{kWh}{m^2} \right] \cdot \text{wspKor} \cdot \text{moc modułów} [kW] \cdot WW}{\text{Nat.prom (STC)} \left[\frac{kW}{m^2} \right]}$$

Nasłonecznienie – nasłonecznienie na powierzchnię poziomą, odczytane z map nasłonecznienia, wynosi 1100 kWh/m²



wspKor – współczynnik korekcyjny, pozwalający na przeliczenie danych o nasłonecznieniu na pochyloną powierzchnię modułów fotowoltaicznych z danych o nasłonecznieniu, przyjęto 1,0

moc modułów – moc nominalna generatora PV wyznaczona w warunkach STC, przyjęto 35 kWp

Nat. prom. (STC) – natężenie promieniowania słonecznego, przy którym testowane są moduły fotowoltaiczne 1 100 W/m² (1,0 kW/m²)

WW – współczynnik wydajności, wskaźnik uwzględniający poziom strat na instalacji fotowoltaicznej, obliczany jako 100% - poziom wszystkich strat. Wydajność przyjęto na poziomie 70%

$$E = \frac{1100 \cdot 1,0 \cdot 35 \cdot 0,70}{1} = 26\,950,00 \text{ kWh}$$

Lp.	Omówienie wybranego usprawnienia	Stan istniejący	Stan po termomodernizacji
1.	Energia elektryczna uzyskana z paneli fotowoltaicznych [kW]	-	35,0
2.	Opłata za 1kWh energii elektrycznej	1,60	1,60
3.	Roczna produkcja energii elektrycznej z paneli fotowoltaicznych [kWh/rok]	-	26 950,0
4.	Roczna oszczędność kosztów [zł]	-	43 120,00

Koszt montażu instalacji fotowoltaicznej na dachu budynku wraz z wykonaniem magazynu energii: 400 000 zł netto.

Dodatkowo zakłada się wykonanie magazynu energii, który zapewni przesunięcie nadwyżek produkcji energii elektrycznej na okres wieczorny i nocny. Przesunięte nadwyżki pokryją zapotrzebowanie na oświetlenie budynku i/lub napęd urządzeń/ serwerów. Zakres inwestycji obejmuje w szczególności: wykonanie ekspertyzy technicznej/ wydanie opinii dotyczącej możliwości obciążenia dachu instalacją fotowoltaiczną, wystąpienie o wydanie warunków przyłączeniowych dla farmy fotowoltaicznej i magazynu energii, zaprojektowanie urządzeń oraz wykonanie projektów budowlanego i wykonawczego, wykonanie robót budowlanych i montażowych, przygotowanie dokumentacji powykonawczej, uruchomienie instalacji fotowoltaicznej wraz z magazynem energii.

Instalacja PV wraz z magazynem energii będzie wprowadzać energię elektryczną do sieci elektroenergetycznej poprzez stację transformatorową. W celu rozliczenia energii elektrycznej zostanie wbudowany układ pomiarowo-rozliczeniowy. Szczegółowe wytyczne dotyczące przyłączenia instalacji zostaną określone w warunkach przyłączeniowych, uzyskanych od operatora sieci elektroenergetycznej. Moc magazynu energii należy określić na etapie projektowania instalacji. Dostarczony magazyn musi być urządzeniem kompletnym, wyposażonym w zasobnik energii składający się z baterii elektrochemicznej wykonanej w podanej technologii, systemu zarządzania baterią, zabezpieczeń sieciowych (nadprądowych, nadnapięciowych, podnapięciowych i częstotliwościowych), systemu zdalnej komunikacji, systemu zarządzania oraz systemu przeciwpożarowego. Magazyn powinien umożliwiać zarządzanie nim przez nadrzędny sterownik (system zarządzania), musi być również przystosowany do pracy w sieci z samoczynnym wyłączeniem w układzie TN.

W obiekcie założono także montaż systemu zarządzania energią - **BMS**. W związku z tym założono wyposażenie budynku w system czujników i detektorów oraz jeden, zintegrowany system zarządzania wszystkimi znajdującymi się w budynku instalacjami. System posiadać będzie funkcjonalność monitorowania i zarządzania systemami energetycznymi oraz grzewczymi, znajdującymi się w budynku, gromadząc informacje z czujników, detektorów, analizatorów, ciepłomierzy, wodomierzy oraz sterowników urządzeń, pozwalając na

reagowanie w czasie rzeczywistym na zmianę warunków zewnętrznych i wewnętrznych w celu optymalizacji zużycia energii cieplnej i energetycznej budynku. Wprowadzenie systemu zarządzania budynkiem zapewni optymalizację kosztów, związanych z utrzymaniem budynku.

W przypadku oświetlenia dotyczy ono wykonania szeregu czujników, wykrywających obecność pracownika w miejscu pracy oraz natężenie światła i możliwość wykorzystania światła dziennego w oświetleniu pomieszczeń.

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

Lp.	Omówienie wybranego usprawnienia	Stan istniejący	Stan po termomodernizacji
1.	Moc wbudowana opraw oświetlenia podstawowego wbudowanego [kW]	39,43	39,43
2.	Współczynnik uwzględniający obniżenie natężenia oświetlenia F_c	1	0,9
3.	Czas użytkowania oświetlenia w ciągu dnia t_D [h]	1000	1000
4.	Czas użytkowania oświetlenia w nocy, t_N [h]	1500	1500
5.	Współczynnik uwzględniający nieobecność użytkowników w miejscu pracy, F_o	1	0,9
6.	Współczynnik uwzględniający wykorzystanie światła dziennego w oświetleniu, F_D	1	0,9
7.	Roczne zapotrzebowanie na energię końcową na potrzeby oświetlenia z sieci [kWh/rok]	98583,95	71867,70
8.	Koszt oświetlenia [zł/rok]	157734,33	114988,32
9.	Roczna oszczędność energii na oświetlenie / ilość energii wyprodukowana przez panele fotowoltaiczne [kWh/rok]		26716,25
10.	Roczna oszczędność kosztów [zł]		42746,00
11.	Koszt usprawnienia [zł netto]*	-	500 000,00
12.	SPBT [lata] czas zwrotu inwestycji	-	11,70

Zgodnie z obliczeniowym zapotrzebowaniem na moc elektryczną, kosztami wykonania usprawnienia oraz wynikającą z usprawnienia roczną oszczędnością kosztów, czas zwrotu proponowanego rozwiązania termomodernizacyjnego wynosi około 12 lat.

Oszczędność energii końcowej (zmniejszenie zapotrzebowania na energię końcową z sieci) wynosi **27,10%**.

5. Podsumowanie

Zastosowane usprawnienia i metodologia obliczeń

Usprawnienia w ramach przedsięwzięcia	Sposób wyliczenia
panele fotowoltaiczne	metody obliczeniowe zgodne z metodologią
Wykonanie systemu zarządzania energią	metody obliczeniowe zgodne z metodologią

Koszt przedsięwzięcia [zł]	900 000,00
Czas zwrotu inwestycji SPBT [rok]	10,48

Uzyskana roczna oszczędność kosztów: 85 866,00 zł