

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU



Adres budynku	Obiekt	Budynek Urzędu Miasta Kuźnia Raciborska
	Ulica	ul. Słowackiego 5
	Kod i miejscowość	47-420 Kuźnia Raciborska
	Powiat	Raciborski
	Województwo	Śląskie
Wykonawca audytu	Imię i nazwisko	Mgr inż. Piotr Masny
Nr opracowania		25/2020
Data opracowania		31.03.2020

1. Strona tytułowa audytu energetycznego

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	<i>Użyteczności publicznej</i>	1.2 Rok budowy	1932
1.3 INWESTOR (nazwa lub imię i nazwisko, PESEL*) (* w przypadku cudzoziemca nazwa i numer dokumentu tożsamości)	Urząd Miasta Kuźnia Raciborska	1.4 Adres budynku	
	Słowackiego 4 47-420 Kuźnia Raciborska	Słowackiego 4 47-420 Kuźnia Raciborska ŚLĄSKIE	
2. Nazwa, adres i numer REGON firmy wykonującej audyt:			
<p align="center">Usługi Wielobranżowe EKO-RADEX Piotr Masny</p> <p align="center">ul. Raciborska 585 44-280 Rydułtowy REGON: 241144560</p>			
3. Imię, Nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:			
<p align="center">Mgr inż. Piotr Masny</p> <p align="center">ul. Raciborska 585, 44-280 Rydułtowy</p> <p>studia 5-letnie inż. ochrony środowiska, kurs audytora energetycznego TO Profil, Katowice 2008 r. członek ZAE nr 2140</p>			<p align="center">.....</p>
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego	
1	Pracownia Projektowa ARCHIDOM Bernard Łopacz	Inwentaryzacja, projekt	
5. Miejscowość: Kuźnia Raciborska		Data wykonania opracowania	31 marzec 2020
6. Spis treści			
1. Strona tytułowa audytu energetycznego 2. Karta audytu energetycznego budynku 3. Wykaz dokumentów i danych źródłowych 4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku 5. Ocena stanu technicznego budynku w zakresie istotnym dla wskazania właściwych usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych 6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego 7. Dokumentacja wykonania kolejnych kroków algorytmu służącego wybraniu optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego 8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, przewidzianego do realizacji 9. Załącznik nr 1 – obliczenia efektu ekologicznego 10. Załącznik nr 2 - dokumentacja techniczna budynku			

2. Karta audytu energetycznego budynku*

2.1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.1.1.	Konstrukcja/technologia budynku	Tradycyjna murowana	Tradycyjna murowana
2.1.2.	Liczba kondygnacji	3+1	3+1
2.1.3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	2767,63	2767,63
2.1.4.	Powierzchnia netto budynku [m ²]	1063,50	1063,50
2.1.5.	Pow. ogrzewana części mieszkalnej [m ²]	0,00	0,00
2.1.6.	Pow. ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	1063,50	1063,50
2.1.7.	Liczba lokali mieszkalnych	0,00	0,00
2.1.8.	Liczba osób użytkujących budynek	85,00	85,00
2.1.9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	Miejskowe elektryczne podgrzewacze	Miejskowe elektryczne podgrzewacze
2.1.10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	Centralne olej opałowy	Centralne gaz ziemny
2.1.11.	Współczynnik A/V [1/m]	0,57	0,57
2.1.12.	Inne dane charakteryzujące budynek	Budynek użyteczności publicznej, zbudowany w technologii tradycyjnej murowanej o trzech kondygnacjach nadziemnych, podpiwniczony; dach drewniany dwuspadowy kryty dachówką, częściowo płaski betonowy	Budynek użyteczności publicznej, zbudowany w technologii tradycyjnej murowanej o trzech kondygnacjach nadziemnych, podpiwniczony; dach drewniany dwuspadowy kryty dachówką, częściowo płaski betonowy
2.2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane W/(m ² •K)		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.2.1.	Ściany zewnętrzne	1,56; 1,56; 1,61	0,19; 0,19; 0,44
2.2.2.	Dach/stropodach/strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami	0,61; 2,90	0,14; 0,14
2.2.3.	Strop nad piwnicą	---	---
2.2.4.	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	1,46	1,46
2.2.5.	Okna, drzwi balkonowe	1,10; 3,60; 1,50; 4,00	1,10; 0,90; 1,50; 1,40
2.2.6.	Drzwi zewnętrzne/bramy	1,80	1,80
2.2.7.	Stropy wewnętrzne	2,09	2,09
2.2.8.	Ściany na gruncie	1,72	1,72

2.3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.3.1.	Sprawność wytwarzania	0,910	0,980
2.3.2.	Sprawność przesyłu	0,800	0,900
2.3.3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,880	0,880
2.3.4.	Sprawność akumulacji	1,000	1,000
2.3.5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	1,000	1,000
2.3.6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	1,000	1,000
2.4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.4.1.	Sprawność wytwarzania	0,960	0,960
2.4.2.	Sprawność przesyłu	1,000	1,000
2.4.3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,000	1,000
2.4.4.	Sprawność akumulacji	0,850	0,850
2.5. Charakterystyka systemu wentylacji		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.5.1.1.	Rodzaj wentylacji	Wentylacja grawitacyjna	Wentylacja grawitacyjna
2.5.1.2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	stolarka/kanały grawitacyjne	stolarka/kanały grawitacyjne
2.5.1.3.	Strumień powietrza zewnętrznego [m ³ /h]	3886,34	3886,33
2.5.1.4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	1,40	1,40
2.6. Charakterystyka energetyczna budynku		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.6.1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	162,28	67,11
2.6.2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	0,95	0,95
2.6.3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	952,14	172,01
2.6.4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1486,23	221,62
2.6.5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	17,08	17,08
2.6.6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	---	---
2.6.7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	---	---

2.6.8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)]	248,69	44,93
2.6.9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)]	388,19	57,89
2.6.10**	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,00	0,00
2.7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.7.1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku *** [zł/GJ]	75,79	54,33
2.7.2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc *** [zł/(MW•m-c)]	0,00	0,00
2.7.3.	Koszt przygotowania 1 m ³ ciepłej wody użytkowej *** [zł/m ³]	45,83	45,83
2.7.4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc **** [zł/(MW•m-c)]	0,00	0,00
2.7.5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m ² powierzchni użytkowej [zł/(m ² •m-c)]	8,83	0,94
2.7.6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	0,00	0,00
2.7.7.	Inne [zł]	0,00	0,00
2.8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana kwota kredytu [zł]		529220,04	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]
Planowane koszty całkowite [zł]		529220,04	Premia termomodernizacyjna [zł]
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]		100600,44	84,12
			84675,21

* Dla budynku składającego się z części o różnych funkcjach użytkowych należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku.

** Uo_{ze} [%] obliczany zgodnie z rozporządzeniem dotyczącym sporządzania świadectw, jako udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową dostarczoną do budynku dla systemu grzewczego oraz dla systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej.

*** Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii.

**** Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii.

3. Wykaz dokumentów i danych źródłowych

3.1. Ustawy i Rozporządzenia

1. Ustawa "prawo budowlane" z dnia 7 lipca 1994r. z późniejszymi zmianami
2. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego
3. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009r. w sprawie szczegółowego sposobu weryfikacji audytu energetycznego i części audytu remontowego oraz szczegółowych warunków, jakie powinny spełniać

podmioty, którym BGK może zlecać wykonanie weryfikacji audytów z późn. zm.

4. Ustawa "o wspieraniu termomodernizacji i remontów" z dnia 21 listopada 2008r. z późniejszymi zmianami
5. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej
6. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3 września 2015 roku zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.

3.2. Normy techniczne

1. PN-EN ISO 6946 - Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczania.
2. PN-EN ISO 13790:2009 Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczenia zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia.
3. PN-83/B-03430 - Wentylacja w budynkach mieszkalnych zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej. Wymagania.
4. PN-82/B-02402 - Temperatuty ogrzewanych pomieszczeń w budynkach.
5. PN-82/B-02403 - Temperatuty obliczeniowe zewnętrzne.
6. PN-EN 12831:2006 – Metoda obliczania projektowanego obciążenia cieplnego.

3.3. Materiały przekazane przez inwestora

1. Dokumentacja techniczna
2. Informacje techniczne przekazane przez inwestora

3.4. Inne materiały oraz programy komputerowe

1. Materiały z przeprowadzonej wizji lokalnej
2. Program komputerowy ArCADiasoft Chudzik sp. j. ArCADia-TERMOCAD PRO 7.3

3.5. Wytyczne oraz uwagi inwestora

1. Obniżenie kosztów ogrzewania
2. Wykorzystanie kredytu bankowego i pomocy Państwa na warunkach określonych w Ustawie Termomodernizacyjnej
3. Maksymalna wielkość środków własnych inwestora, stanowiących możliwy do zadeklarowania udział własny przeznaczony na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego wynosi:

0 zł

4. Kwota kredytu możliwego do zaciągnięcia przez inwestora::

600000 zł

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4.1. Ogólne dane techniczne

Konstrukcja/technologia budynku

-

tradycyjna

Kubatura budynku	-	3739,60 m ³
Kubatura ogrzewania	-	2767,63 m ³
Powierzchnia netto budynku	-	1063,50 m ²
Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej	-	0,00 m ²
Współczynnik kształtu	-	0,57 m ⁻¹
Powierzchnia zabudowy budynku	-	367,51 m ²
Ilość mieszkań	-	0,00
Ilość mieszkańców	-	85,00

4.2. Dokumentacja techniczna budynku

Dokumentacja techniczna budynku znajduje się w załączniku stanowiącym integralną część audytu energetycznego.

Usytuowanie budynku w stosunku do stron świata



4.3. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

4.3.1. Zbiorcza charakterystyka przegród budowlanych

Ściany zewnętrzne	1,56; 1,56; 1,61	W/(m ² •K)
Dach/stropodach	0,61; 2,90	W/(m ² •K)
Strop piwnicy	---	W/(m ² •K)
Okna	1,10; 3,60; 1,50; 4,00	W/(m ² •K)
Drzwi/bramy	1,80	W/(m ² •K)
Okna połaciowe	---	W/(m ² •K)
Podłogi na gruncie	1,46	W/(m ² •K)
Stropy wewnętrzne	2,09	W/(m ² •K)
Ściany na gruncie	1,72	W/(m ² •K)

4.4. Taryfy i opłaty

Ceny ciepła - c.o.	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
Opłata za 1 GJ na ogrzewanie	75,79 zł/GJ	54,33 zł/GJ
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie	0,00 zł/(MW•m-c)	0,00 zł/(MW•m-c)
Inne koszty, abonament	0,00 zł/m-c	0,00 zł/m-c
Ceny ciepła - c.w.u.	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji

Opłata za 1 GJ		138,90 zł/GJ		138,90 zł/GJ	
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie c.w.u.		0,00 zł/(MW•m-c)		0,00 zł/(MW•m-c)	
Inne koszty, abonament		0,00 zł/m-c		0,00 zł/m-c	
Obliczenia opłaty za 1 GJ energii na ogrzewanie w przypadku ogrzewania indywidualnego - Kocioł olejowy					
Rodzaj paliwa	Cena jednostki paliwa	% udział źródła	Wartość opałowa		Cena za GJ średnia ważona opłata za GJ
Paliwo - Olej opałowy	2,75zł	100%	0,036 GJ/l		75,79zł 75,79
Σ		100%			
4.5. Charakterystyka systemu grzewczego					
Kocioł olejowy 100%					
Wytwarzanie	Kotły niskotemperaturowe na paliwo gazowe lub ciekłe, z zamkniętą komorą spalania i palnikiem modulowanym, o mocy nominalnej powyżej 50 do 120 kW Paliwo - olej opałowy				η _{H,g} = 0,910
Przesyłanie ciepła	C.o. wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku z niezaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w przestrzeni nieogrzewanej				η _{H,d} = 0,800
Regulacja systemu grzewczego	Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji centralnej i miejscowej z zaworem termostatycznym o działaniu proporcjonalnym z zakresem proporcjonalności P-2K				η _{H,e} = 0,880
Akumulacja ciepła	Brak zasobnika buforowego				η _{H,s} = 1,000
Czas ogrzewania w okresie tygodnia	Liczba dni: 7 dni				w _t = 1,000
Przerwy w ogrzewaniu w okresie doby	Liczba godzin: Bez przerw				w _d = 1,000
Sprawność całkowita systemu grzewczego η _{H,tot} = η _{H,g} η _{H,d} η _{H,e} η _{H,s} =					0,641
Informacje uzupełniające dotyczące przerw w ogrzewaniu	...				
Modernizacja systemu grzewczego po 1984 r.	Instalacja nie była modernizowana po 1984 r.				wymagany próg oszczędności: 25%
Moc cieplna zamówiona (centralne ogrzewanie)					--- MW
4.6. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej					
Bojlery elektryczne 100%					
Wytwarzanie ciepła	Elektryczny podgrzewacz akumulacyjny (z zasobnikiem ciepłej wody użytkowej bez strat)				η _{w,g} = 0,960
Przesył ciepłej wody	Podgrzewanie wody bezpośrednio przy punktach poboru				η _{w,d} = 1,000

Regulacja i wykorzystanie	---	$\eta_{w,e} =$ 1,000
Akumulacja ciepła	Zasobnik w systemie wg standardu budynku niskoenergetycznego	$\eta_{w,s} =$ 0,850
Sprawność całkowita systemu c.w.u. $\eta_{w,tot} = \eta_{w,g} \eta_{w,d} \eta_{w,s} \eta_{w,e} =$		0,816
Moc cieplna zamówiona (ciepła woda użytkowa)		--- MW
4.7. Charakterystyka systemu wentylacji		
Rodzaj wentylacji	Wentylacja grawitacyjna	
Sposób doprowadzania i odprowadzania powietrza	stolarka/kanały grawitacyjne	
Strumień powietrza wentylacyjnego	3886,34	
Krotność wymian powietrza	1,40	

Wentylacja w budynku zapewnia prawidłowe przewietrzanie. W okresie zimowym na skutek nadmiernego napływu powietrza zimnego mogą następować wysokie straty ciepła na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego.

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

Rodzaj przegrody lub instalacji	Charakterystyka stanu istniejącego i możliwości poprawy
Dach skośny	Przegroda nie spełnia wymagań w zakresie oporu cieplnego. W stanie istniejącym 6 cm wełny mineralnej. Przewidziano docieplenie dodatkową warstwą wełny mineralnej
Podłoga na gruncie	Brak możliwości technicznych docieplenia przegrody
Ściana zewnętrzna	Przegroda nie spełnia wymagań w zakresie oporu cieplnego. Przewidziano docieplenie za pomocą styropianu
Ściana zewnętrzna	Przegroda nie spełnia wymagań w zakresie oporu cieplnego. Przewidziano docieplenie za pomocą wełny mineralnej - wymogi ppoż.
Strop wewnętrzny nad piwnicą	Brak możliwości technicznych docieplenia przegrody
Stropodach żelbetowy	Przegroda nie spełnia wymagań w zakresie oporu cieplnego. Przewidziano docieplenie za pomocą styropapy
Ściana piwnicy w gruncie	Ze względu na wysokie koszty modernizacji i ograniczoną możliwość techniczną wykonania odstąpiono od modernizacji tej przegrody
Ściana zewnętrzna piwnicy	Przegroda nie spełnia wymagań w zakresie oporu cieplnego. Przewidziano docieplenie za pomocą styropianu XPS
Okno zewnętrzne OZ PCV2	Okna PCV wymienione ok. 2010 roku. Poza opracowaniem
Okno połaciowe OPZ 1	Okna połaciowe niespełniające WT2021 do wymiany 4 sztuki
Okno zewnętrzne OZ pcv	Okna PCV wymienione w 2018 roku. Poza opracowaniem
Drzwi zewnętrzne DZ 1	Drzwi zewnętrzne PCV i aluminium w stanie dobrym - poza opracowaniem
Okno zewnętrzne OZ drewniane piwnica	Okna drewniane nieszczelne piwnicy. Przewidziano wymianę na PCV
System grzewczy	Kocioł na olej opałowy o mocy 80 kW. Do wymiany. Planuje się budowę kotła gazowego wysokosprawnego oraz wymianę instalacji rozprowadzającej z izolacją i wymianą kaloryferów
Instalacja ciepłej wody użytkowej	Podgrzewacze elektryczne pojemnościowe i przepływowe - stan dobry poza opracowaniem

6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia modernizacyjnego

6.1 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie przez ściany, stropy i stropodachy

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		
Modernizacja przegrody Stropodach żelbetowy		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Styropapa, $\lambda = 0,038 \text{ [W/(m}\cdot\text{K)]}$;	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	268,00m ²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	268,00m ²	
Stopniodni: 3555,40 dzień·K/rok	$t_{wo} = 20,00 \text{ }^\circ\text{C}$	$t_{zo} = -20,00 \text{ }^\circ\text{C}$

		Stan istniejący	Wariant numer		
			Wariant 1	Wariant 1.1	Wariant 1.2
Opłata za 1 GJ Oz	zł/GJ	75,79	54,33	54,33	54,33
Opłata za 1 MW Om	zł/(MW·m-c)	0,00	0,00	0,00	0,00
Inne koszty, abonament Ab	zł/m-c	0,00	0,00	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	25	27	29
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	2,899	0,144	0,134	0,125
Opór cieplny R	(m ² K)/W	0,34	6,92	7,45	7,98
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² K)/W	---	6,58	7,11	7,63
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	238,69	11,89	11,05	10,32
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0311	0,0015	0,0014	0,0013
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	17444,62	17490,25	17529,87
Cena jednostkowa usprawnienia K_j	zł/m ²	---	166,59	175,22	183,65
Koszty realizacji usprawnienia N_u	zł	---	48217,81	50715,68	53155,66
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	2,76	2,90	3,03

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 48217,81 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 2,76 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 25 cm

Informacje uzupełniające:

...

6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia modernizacyjnego

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		
Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Styropian grafitowy, $\lambda = 0,031$ [W/(m·K)];	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	749,18m²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	749,18m²	
Stopniodni: 3555,40 dzień·K/rok	$t_{wo} = 20,00$ °C	$t_{zo} = -20,00$ °C

	Stan istniejący	Wariant numer		
		Wariant 1	Wariant 1.1	Wariant 1.2
Opłata za 1 GJ Oz zł/GJ	75,79	54,33	54,33	54,33
Opłata za 1 MW Om zł/(MW·m-c)	0,00	0,00	0,00	0,00
Inne koszty, abonament Ab zł/m-c	0,00	0,00	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b cm	---	14	16	18
Współczynnik przenikania ciepła U W/(m²K)	1,565	0,194	0,172	0,155
Opór cieplny R (m²K)/W	0,64	5,16	5,80	6,45
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR (m²K)/W	---	4,52	5,16	5,81
Straty ciepła na przenikanie Q GJ	360,15	44,64	39,68	35,71
Zapotrzebowanie na moc cieplną q MW	0,0469	0,0058	0,0052	0,0046
Roczna oszczędność kosztów ΔO zł/rok	---	24870,57	25140,34	25356,12
Cena jednostkowa usprawnienia K_j zł/m²	---	177,72	192,54	205,45
Koszty realizacji usprawnienia N_u zł	---	143796,62	155787,76	166233,49
Prosty czas zwrotu SPBT lata	---	5,78	6,20	6,56

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 143796,62 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 5,78 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 14 cm

Informacje uzupełniające:

...

6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia modernizacyjnego

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		
Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Wełna mineralna , $\lambda = 0,031$ [W/(m·K)];	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	347,55m²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	347,55m²	
Stopniodni: 3555,40 dzień·K/rok	$t_{wo} = 20,00$ °C	$t_{zo} = -20,00$ °C

	Stan istniejący	Wariant numer		
		Wariant 1	Wariant 1.1	Wariant 1.2
Opłata za 1 GJ Oz zł/GJ	75,79	54,33	54,33	54,33
Opłata za 1 MW Om zł/(MW·m-c)	0,00	0,00	0,00	0,00
Inne koszty, abonament Ab zł/m-c	0,00	0,00	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b cm	---	14	16	18
Współczynnik przenikania ciepła U W/(m²K)	1,565	0,194	0,172	0,155
Opór cieplny R (m²K)/W	0,64	5,16	5,80	6,45
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR (m²K)/W	---	4,52	5,16	5,81
Straty ciepła na przenikanie Q GJ	167,08	20,71	18,41	16,56
Zapotrzebowanie na moc cieplną q MW	0,0218	0,0027	0,0024	0,0022
Roczna oszczędność kosztów ΔO zł/rok	---	11537,57	11662,72	11762,82
Cena jednostkowa usprawnienia K_j zł/m²	---	215,65	227,85	245,78
Koszty realizacji usprawnienia N_u zł	---	80945,09	85524,41	92254,51
Prosty czas zwrotu SPBT lata	---	7,02	7,33	7,84

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 80945,09 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 7,02 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 14 cm

Informacje uzupełniające:

...

6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia modernizacyjnego

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		
Modernizacja przegrody Dach skośny		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Wełna mineralna, $\lambda = 0,034$ [W/(m·K)];	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	123,26m²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	123,26m²	
Stopniodni: 3555,40 dzień·K/rok	$t_{wo} = 20,00$ °C	$t_{zo} = -20,00$ °C

	Stan istniejący	Wariant numer		
		Wariant 1	Wariant 1.1	Wariant 1.2
Opłata za 1 GJ Oz	zł/GJ	75,79	54,33	54,33
Opłata za 1 MW Om	zł/(MW·m-c)	0,00	0,00	0,00
Inne koszty, abonament Ab	zł/m-c	0,00	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	18	20
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m²K)	0,606	0,144	0,133
Opór cieplny R	(m²K)/W	1,65	6,94	7,53
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m²K)/W	---	5,29	5,88
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	22,94	5,45	5,03
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0030	0,0007	0,0007
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	1442,10	1465,23
Cena jednostkowa usprawnienia K_j	zł/m²	---	84,63	102,65
Koszty realizacji usprawnienia N_u	zł	---	11265,83	13664,63
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	7,81	9,33

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 11265,83 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 7,81 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 18 cm

Informacje uzupełniające:

...

6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia modernizacyjnego

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		
Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna piwnicy		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Styropian XPS, $\lambda = 0,036 \text{ [W/(m}\cdot\text{K)]}$;	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	82,60 m ²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	82,60 m ²	
Stopniodni: 891,40 dzień•K/rok	$t_{w0} = 8,00 \text{ }^\circ\text{C}$	$t_{z0} = -20,00 \text{ }^\circ\text{C}$

	Stan istniejący	Wariant numer		
		Wariant 1	Wariant 1.1	Wariant 1.2
Opłata za 1 GJ Oz	zł/GJ	75,79	54,33	54,33
Opłata za 1 MW Om	zł/(MW•m-c)	0,00	0,00	0,00
Inne koszty, abonament Ab	zł/m-c	0,00	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	6	8
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	1,613	0,437	0,352
Opór cieplny R	(m ² K)/W	0,62	2,29	2,84
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² K)/W	---	1,67	2,22
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	10,26	2,78	2,24
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0037	0,0010	0,0008
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	626,54	656,08
Cena jednostkowa usprawnienia K_j	zł/m ²	---	218,48	229,57
Koszty realizacji usprawnienia N_u	zł	---	19491,11	20480,47
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	31,11	31,22

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 19491,11 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 31,11 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 6 cm

Informacje uzupełniające:

...

6.2 Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien lub drzwi oraz poprawie systemu wentylacji

Ocena opłacalności i wybór wariantu polegającego na wymianie okien lub drzwi oraz poprawieniu systemu wentylacji	
Modernizacja przegrody Okna połaciowe OPZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	
Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V: 96,23 m ³ /h	
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: 2,71 m ²	
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: 2,71 m ²	
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: 2,71 m ²	
Stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru: Średnie osłonięcie cr = 1,0 ,cw = 1,00	
Stan istniejący: Stolarka bardzo nieszczelna (a > 4)	
Stopniodni: 3555,40 dzień•K/rok θi = 20,00 °C θe = -20,00 °C	

	Stan istniejący	Wariant numer	
		W1	W2
Opłata za 1 GJ	zł/GJ	75,79	54,33
Opłata za 1 MW	zł/(MW•m-c)	0,00	0,00
Inne koszty, abonament	zł/m-c	0,00	0,00
Współczynnik c _m		1,35	1,00
Współczynnik c _r		1,20	1,00
Współczynnik a	---	---	---
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	3,600	0,900
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	7,97	4,90
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0022	0,0014
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	338,34
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi	zł/m ²	---	1914,96
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok	zł	---	5608,84
Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw	zł	---	0,00
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	16,58

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1
Charakterystyka wariantu optymalnego:
Koszt realizacji wariantu optymalnego: 5608,84 zł
Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 16,58 lat
Stolarka szczelna (0,5 < a < 1)
Modernizacja systemu wentylacji
U= 0,90
Informacje uzupełniające:
...

Ocena opłacalności i wybór wariantu polegającego na wymianie okien lub drzwi oraz poprawieniu systemu wentylacji

Modernizacja przegrody Okna zewnętrzne OZ drewniane piwnica 'Wentylacja grawitacyjna'

Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V: **530,21** m³/h

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: **2,74**m²

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: **2,74**m²

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: **2,74**m²

Stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru: Średnie osłonięcie cr = 1,0 ,cw = 1,00

Stan istniejący: Stolarka bardzo nieuszczelna (a > 4)

Stopniodni: **891,40** dzień•K/rok θi = **8,00** °C θe = **-20,00** °C

	Stan istniejący	Wariant numer	
		W1	W2
Opłata za 1 GJ zł/GJ	75,79	54,33	54,33
Opłata za 1 MW zł/(MW•m-c)	0,00	0,00	0,00
Inne koszty, abonament zł/m-c	0,00	0,00	0,00
Współczynnik c _m	1,35	1,00	1,00
Współczynnik c _r	1,20	0,85	0,85
Współczynnik a	---	---	---
Współczynnik przenikania ciepła U W/(m ² K)	4,000	1,400	1,300
Straty ciepła na przenikanie Q GJ	2,99	1,81	1,79
Zapotrzebowanie na moc cieplną q MW	0,0071	0,0052	0,0051
Roczna oszczędność kosztów ΔO zł/rok	---	127,83	128,98
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi zł/m ²	---	2602,52	2852,65
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok zł	---	7690,13	8429,24
Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw zł	---	0,00	0,00
Prosty czas zwrotu SPBT lata	---	60,16	65,35

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 7690,13 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 60,16 lat

Stolarka bardzo szczelna (a < 0,3) wyposażona w regulowane nawiewniki

Modernizacja systemu wentylacji

U= 1,40

Informacje uzupełniające:

...

6.3 Ocena opłacalności i wybór wariantu prowadzącego do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie ciepłej wody użytkowej

6.3.1 Obliczenia mocy cieplnej oraz zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania ciepłej wody użytkowej

	Stan istniejący
Ciepło właściwe wody c_w [kJ/(kg·K)]	4,18
Gęstość wody ρ_w [kg/m ³]	1000
Temperatura ciepłej wody θ_w [°C]	55
Temperatura zimnej wody θ_o [°C]	10
Współczynnik korekcyjny k_R [-]	0,70
Powierzchnia o regulowanej temperaturze A_f [m ²]	826,80
Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na c.w.u. V_{WI} [dm ³ /(m ² ·doba)]	0,35
Czas użytkowania τ [h]	24,00
Współczynnik godzinowej nierównomierności N_h [-]	1,50
Sprawność wytwarzania $\eta_{w,g}$ [-]	0,96
Sprawność przesyłu $\eta_{w,d}$ [-]	1,00
Sprawność akumulacji ciepła $\eta_{w,s}$ [-]	0,85
Obliczeniowe zapotrzebowanie ciepła Q_{cw} [GJ/rok]	17,08
Max moc cieplna q_{cwu} [kW]	0,95

6.4. Ocena opłacalności i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność cieplną systemu grzewczego

6.4.1. Ocena opłacalności modernizacji instalacji grzewczej

	Stan istniejący	Wariant 1
Opłata za 1 GJ na ogrzewanie [zł/GJ]	75,79	54,33
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie [zł/MW]	0,00	0,00
Inne koszty, abonament [zł]	0,00	0,00
Sezonowe zapotrzebowanie na energię użytkową [GJ]	952,14	
Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [MW]	0,1623	
Sprawność systemu grzewczego	0,641	0,776
Roczna oszczędność kosztów ΔO [zł/a]	---	45993,04
Koszt modernizacji [zł]	---	132678,00
SPBT [lat]	---	2,88

Informacje uzupełniające:

...

6.4.2. Rodzaje ulepszeń termomodernizacyjnych składające się na optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiający sprawność cieplną systemu grzewczego

Rodzaje ulepszeń termomodernizacyjnych	Wartości sprawności składowych η oraz współczynników w
Wytwarzania ciepła: wymiana lokalnego wbudowanego źródła ciepła $\eta_{H,g}$	0,980
Przesyłania ciepła: izolacja pionów zasilających $\eta_{H,d}$	0,900
Regulacji systemu ogrzewczego: wprowadzenie automatyki pogodowej $\eta_{H,e}$	0,880
Akumulacji ciepła, $\eta_{H,s}$	1,000
Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w ciągu tygodnia w_t	1,000
Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w ciągu doby w_d	1,000
Sprawność całkowita systemu grzewczego $\eta_{H,g} \cdot \eta_{H,d} \cdot \eta_{H,e} \cdot \eta_{H,s}$	0,776

*) - przyjmuje się z tab 2-6 znajdujących się w części 3.

6.4.3 Uproszczona kalkulacja kosztów przedsięwzięcia poprawiającego sprawność systemu grzewczego

Planowane usprawnienia:	Nakłady
Montaż kotła gazowego	43200,00
Wymiana przewodów instalacji wraz z izolacją	27000,00
Wymiana kaloryferów żeliwnych na stalowe z termostatami	62478,00
Suma:	132678,00

6.4.4 Opis zastosowanych ulepszeń dotyczących poprawy sprawności systemu grzewczego

Kocioł gazowy 100%	
Usprawnienia termomodernizacyjne	Opis zastosowanych usprawnień
Ulepszenie sprawności wytwarzania η_g	Wymiana kotła olejowego na gazowy wysokosprawny
Ulepszenie sprawności przesyłu η_d	Budowa zaizolowanych przewodów rozprzodzenia ciepła wraz z kaloryferami
Ulepszenie sprawności regulacji η_e	
Ulepszenie sprawności akumulacji η_s	...
Ulepszenie dotyczące przerw w ogrzewaniu w_t i w_d	...

7. Dokumentacja wykonania kolejnych kroków algorytmu służącego wybraniu optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.1. Wybrane i zoptymalizowane ulepszenia termomodernizacyjne zmierzające do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło w wyniku zmniejszenia strat przenikania ciepła przez przegrody budowlane oraz warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych dotyczących modernizacji systemu wentylacji i systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej, uszeregowanie według rosnącej wartości SPBT

Lp.	Rodzaj i zakres ulepszenia termomodernizacyjnego albo wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót [zł]	SPBT [lat]
1.	Modernizacja przegrody Stropodach żelbetowy	48217,81 zł	2,76
2.	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	143796,62 zł	5,78
3.	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	80945,09 zł	7,02
4.	Modernizacja przegrody Dach skośny	11265,83 zł	7,81
5.	Modernizacja przegrody OPZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	5608,84 zł	16,58
6.	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna piwnicy	19491,11 zł	31,11
7.	Modernizacja przegrody OZ drewniane piwnica 'Wentylacja grawitacyjna'	7690,13 zł	60,16
8.	Instalacja fotowoltaiczna 15,4 kW	79526,61 zł	---
	Modernizacja systemu grzewczego	132678,00	2,88

7.2 Określenie kosztów poszczególnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Wariant 1		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody Stropodach żelbetowy	48217,81
2	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	143796,62
3	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	80945,09
4	Modernizacja przegrody Dach skośny	11265,83
5	Modernizacja przegrody OPZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	5608,84
6	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna piwnicy	19491,11
7	Modernizacja przegrody OZ drewniane piwnica 'Wentylacja grawitacyjna'	7690,13
8	Modernizacja systemu grzewczego	132678,00
9	Instalacja fotowoltaiczna 15,4 kW	79526,61
Całkowity koszt		529220,04

Wariant 2		
	Usprawnienie	Koszt

1	Modernizacja przegrody Stropodach żelbetowy	48217,81
2	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	143796,62
3	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	80945,09
4	Modernizacja przegrody Dach skośny	11265,83
5	Modernizacja przegrody OPZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	5608,84
6	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna piwnicy	19491,11
7	Modernizacja systemu grzewczego	132678,00
8	Instalacja fotowoltaiczna 15,4 kW	79526,61
Całkowity koszt		521529,91

Wariant 3		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody Stropodach żelbetowy	48217,81
2	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	143796,62
3	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	80945,09
4	Modernizacja przegrody Dach skośny	11265,83
5	Modernizacja przegrody OPZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	5608,84
6	Modernizacja systemu grzewczego	132678,00
7	Instalacja fotowoltaiczna 15,4 kW	79526,61
Całkowity koszt		502038,80

Wariant 4		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody Stropodach żelbetowy	48217,81
2	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	143796,62
3	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	80945,09
4	Modernizacja przegrody Dach skośny	11265,83
5	Modernizacja systemu grzewczego	132678,00
6	Instalacja fotowoltaiczna 15,4 kW	79526,61
Całkowity koszt		496429,96

Wariant 5		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody Stropodach żelbetowy	48217,81
2	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	143796,62

3	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	80945,09
4	Modernizacja systemu grzewczego	132678,00
5	Instalacja fotowoltaiczna 15,4 kW	79526,61
Całkowity koszt		485164,13

Wariant 6		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody Stropodach żelbetowy	48217,81
2	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	143796,62
3	Modernizacja systemu grzewczego	132678,00
4	Instalacja fotowoltaiczna 15,4 kW	79526,61
Całkowity koszt		404219,04

Wariant 7		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody Stropodach żelbetowy	48217,81
2	Modernizacja systemu grzewczego	132678,00
3	Instalacja fotowoltaiczna 15,4 kW	79526,61
Całkowity koszt		260422,42

Wariant 8		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu grzewczego	132678,00
2	Instalacja fotowoltaiczna 15,4 kW	79526,61
Całkowity koszt		212204,61

7.3. Wyniki komputerowych obliczeń dla poszczególnych wariantów przedsięwzięcia

Wariant	sumaryczna strata ciepła budynku	roczne zapotrzebowanie energii budynku	średnia temperatura pomieszczeń ogrzewanych	powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych	kubatura pomieszczeń ogrzewanych	kubatura budynku	kubatura przestrzeni ogrzewanej	wskaźnik cieplny budynku	stosunek pow. przegrody zewnętrznych do kubatury przestrzeni ogrzewanej
---------	----------------------------------	--	---	--------------------------------------	----------------------------------	------------------	---------------------------------	--------------------------	---

	[MW]	[GJ]	°C	m ²	m ³	m ³	m ³	W/m ³	1/m
0	0,1623	952,14	17,70	1063,50	2767,63	2767,63	2767,63	61,33	0,57
1	0,0671	172,01	17,70	1063,50	2767,63	2767,63	2767,63	27,13	0,57
2	0,0673	172,59	17,70	1063,50	2767,63	2767,63	2767,63	27,13	0,57
3	0,0700	180,82	17,70	1063,50	2767,63	2767,63	2767,63	28,11	0,57
4	0,0703	182,99	17,70	1063,50	2767,63	2767,63	2767,63	28,11	0,57
5	0,0726	200,03	17,70	1063,50	2767,63	2767,63	2767,63	28,93	0,57
6	0,0917	349,20	17,70	1063,50	2767,63	2767,63	2767,63	35,82	0,57
7	0,1327	692,23	17,70	1063,50	2767,63	2767,63	2767,63	50,66	0,57
8	0,1623	952,14	17,70	1063,50	2767,63	2767,63	2767,63	61,33	0,57

7.4. Obliczenia oszczędności kosztów wynikających z przeprowadzenia przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Wariant	$Q_{h0,1co}$ $q_{h0,1co}$	$Q_{0,1cwu}$ $q_{0,1cwu}$	$\eta_{0,1}$	$W_{t0,1}$	$W_{d0,1}$	$Q_{0,1}$	$O_{0,1}$	ΔO	$\% \Delta O$
-	GJ MW	GJ MW	-	-	-	GJ	zł	zł	%
0	952,14 0,1623	17,08 0,0009	0,64	1,00	1,00	1503,31	115014,0 ₈	---	---
1	172,01 0,0671	17,08 0,0009	0,78	1,00	1,00	238,70	14413,64	100600,4 ₄	87,47
2	172,59 0,0673	17,08 0,0009	0,78	1,00	1,00	239,45	14454,01	100560,0 ₇	87,43
3	180,82 0,0700	17,08 0,0009	0,78	1,00	1,00	250,05	15029,79	99984,28	86,93
4	182,99 0,0703	17,08 0,0009	0,78	1,00	1,00	252,85	15182,15	99831,93	86,80
5	200,03 0,0726	17,08 0,0009	0,78	1,00	1,00	274,80	16374,90	98639,18	85,76
6	349,20 0,0917	17,08 0,0009	0,78	1,00	1,00	467,00	26816,72	88197,36	76,68
7	692,23 0,1327	17,08 0,0009	0,78	1,00	1,00	908,95	50828,32	64185,75	55,81
8	952,14 0,1623	17,08 0,0009	0,78	1,00	1,00	1243,81	69021,03	45993,04	39,99

7.5. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego budynku

Wariant	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność kosztów energii ΔO	Procentowa oszczędność zapotrz. na energię	Planowana kwota środków własnych i kwota kredytu	Premia termomodernizacyjna		
					20% kredytu	16% kosztów całkowitych	Dwukrotność rocznej oszczędności kosztów energii
1	529220,04 zł	100600,44	84,12%	0,00 0,00% 529220,04 100,00%	105844,01	84675,21	201200,88
2	521529,91 zł	100560,07	84,07%	0,00 0,00% 521529,91 100,00%	104305,98	83444,79	201120,14
3	502038,80 zł	99984,28	83,37%	0,00 0,00% 502038,80 100,00%	100407,76	80326,21	199968,57
4	496429,96 zł	99831,93	83,18%	0,00 0,00% 496429,96 100,00%	99285,99	79428,79	199663,85
5	485164,13 zł	98639,18	81,72%	0,00 0,00% 485164,13 100,00%	97032,83	77626,26	197278,36
6	404219,04 zł	88197,36	68,94%	0,00 0,00% 404219,04 100,00%	80843,81	64675,05	176394,72
7	260422,42 zł	64185,75	39,54%	0,00 0,00% 260422,42 100,00%	52084,48	41667,59	128371,51
8	212204,61 zł	45993,04	17,26%	0,00 0,00% 212204,61 100,00%	42440,92	33952,74	91986,09

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia termomodernizacyjnego jest wariant nr 1 gdyż:

1. Zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię zużywaną na potrzeby ogrzewania oraz podgrzewania wody użytkowej jest większe niż: 25%
2. Kwota kredytu nie przekracza wartości zadeklarowanej
3. Środki własne konieczne na realizację przedsięwzięcia termomodernizacyjnego nie przekraczają zadeklarowanych przez inwestora środków w kwocie 0,00 zł

7.6. Charakterystyka optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

- planowany koszt całkowity	---	529220,04 zł		
- planowana kwota środków własnych	---	0,00 zł		
- planowana kwota kredytu	---	529220,04 zł		
- przewidywana premia termomodernizacyjna	---	84675,21 zł		
- roczne oszczędności kosztów energii	---	100600,44 zł	tj.	87,47 %

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

P1

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Stropodach żelbetowy**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 25 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Styropapa o współczynniku lambda 0,038

Uwagi:

...

P2

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 14 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Styropian grafitowy o współczynniku lambda 0,031

Uwagi:

...

P3

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 14 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Wełna mineralna o współczynniku lambda 0,031

Uwagi:

...

P4

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Dach skośny**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 18 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Wełna mineralna o współczynniku lambda 0,034

Uwagi:

...

P5

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna piwnicy**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 6 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Styropian XPS o współczynniku lambda 0,036

Uwagi:

...

O1

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Okna połaciowe OPZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'**

Wymagany współczynnik U dla nowej stolarki: 0,900 W/(m²•K)

Wymagany typ stolarki: Stolarka szczelna (0,5 < a < 1)

Uwagi:

...

O2

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Okna zewnętrzne OZ drewniane piwnica 'Wentylacja grawitacyjna'**

Wymagany współczynnik U dla nowej stolarki: 1,400 W/(m²•K)

Wymagany typ stolarki: Stolarka bardzo szczelna (a < 0,3) wyposażona w regulowane nawiewniki

Uwagi:

...

C.O.

Usprawnienie: **modernizacja instalacji grzewczej**

Wymagany zakres prac modernizacyjnych:

1. Montaż kotła gazowego
2. Wymiana przewodów instalacji wraz z izolacją
3. Wymiana kaloryferów żeliwnych na stalowe z termostatami

Uwagi:

...

Modernizacja: Budowa instalacji fotowoltaicznej

Wymagany zakres prac modernizacyjnych:

Montaż instalacji fotowoltaicznej o mocy 15,4 kWp

Uwagi:

...

...

...

Załącznik nr 1. Obliczenia efektu ekologicznego i wskaźników dla budynku

1. Metodyka obliczeń:

- „Wskaźniki emisji zanieczyszczeń ze spalania paliw” Materiały KOBIZE Warszawa styczeń 2015 r.
- „Wartości opałowe (WO) i wskaźniki emisji CO₂ (WE) w roku 2016 do obliczeń w roku 2019 KOBIZE

2. Przed modernizacją:

Parametry oleju opałowego:

- wartość opałowa paliwa 43 GJ/Mg
- obliczeniowe roczne zużycie energii na ogrzewanie i wentylację – 1486,23 GJ.
Zużycie obliczeniowe paliwa: 35,56 Mg

$$E = B \cdot w$$

Gdzie: B- zużycie paliwa [Mg]

w- wskaźnik [g/Mg]

$$\text{Emisja CO}_2 E = 1486,23 \text{ GJ} \cdot 77,40 \text{ kg/GJ} = \mathbf{115034,20 \text{ kg/a}}$$

$$\text{Emisja pyłu zawieszonego całkowitego TSP } E = (407,184 \cdot 35,56) / 1000 = \mathbf{14,479 \text{ kg/a}}$$

2. Po modernizacji:

Parametry gazu ziemnego GZ-50:

- wartość opałowa paliwa $34,43 \text{ MJ/m}^3 = 0,03443 \text{ GJ/m}^3$
- obliczeniowe roczne zużycie energii na ogrzewanie i wentylację – 221,62 GJ.
Zużycie obliczeniowe paliwa $6436,8 \text{ m}^3$

$$\text{Emisja CO}_2 E = 221,62 \text{ GJ} \cdot 55,43 \text{ kg/GJ} = \mathbf{12284,40 \text{ kg/a}}$$

$$\text{Emisja pyłu zawieszonego całkowitego TSP } E = 6436,8 \cdot 0,5 / 1000000 = \mathbf{0,00322 \text{ kg/a}}$$

2. Efekt ekologiczny:

Zanieczyszczenie	Emisja Stan przed	Emisja Stan po	Redukcja emisji – Efekt ekologiczny	
	kg/a	kg/a	kg/a	%
CO ₂	115034,20	12284,40	102749,8	89,32
Pył zawieszony całkowity TSP	14,479	0,00322	14,4758	99,98
Pył zawieszony PM10*)	10,651	0,00237	10,6486	99,98

*) przyjęto zawartość PM10 w TSP na poziomie 73,56% na podstawie danych zawartych w Raporcie „Krajowy bilans emisji SO₂, NO_x, CO, NH₃, NMLZO, pyłów, metali ciężkich i TZO za lata 2015-2016 w układzie klasyfikacji SNAP. Raport syntetyczny” s.13-14.

Wskaźniki efektywności termomodernizacji

1	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1486,23	221,62
2	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	17,08	17,08
3	Łącznie c.o. i c.w.u.	1503,31	238,70
4	Wartość redukcji energii końcowej dostarczanej do budynku [GJ/rok]	1264,61 (84,12 %)	
5	Roczne zużycie energii pierwotnej [kWh/rok] (dla wi=1,1 dla c.o. i wi=3,0 dla cwu)	468359,16	81950,54
6	Wartość redukcji energii pierwotnej dostarczanej do budynku [kWh/rok]	386408,62 (82,50 %)	

Efekt ekologiczny: instalacja fotowoltaiczna

Metodyka obliczeń:

- „Wskaźniki emisyjności CO₂, SO₂, NO_x, CO i pyłu całkowitego dla energii elektrycznej za rok 2018 ” Materiały KOBIZE Warszawa grudzień 2019 r.

E_i emisja danego związku do środowiska

U uzysk energii

W_i wskaźnik emisyjności danego związku chemicznego dla energii elektrycznej

$$E_i = (U \cdot W_i) / 1000$$

Związek	Wskaźnik emisyjności, w kg/kWh
CO ₂	0,765
SO ₂	0,000681
NO _x	0,000631
CO	0,000275
Pył całkowity	0,000036

Szacowana produkcji energii elektrycznej wg projektu instalacji [kWh/rok]: 13987

Związek	Ograniczenie emisji (tzw. emisja uniknięta), kg/rok
CO ₂	10700,06
Pył całkowity	0,503532
Pył PM10	0,370398

Załącznik nr 2. Uproszczona dokumentacja techniczna budynku.