

1. Strona tytułowa audytu energetycznego

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	<i>Użyteczności publicznej</i>	1.2 Rok budowy	1970
1.3 INWESTOR Gmina Konopnica	Gmina Konopnica	1.4 Adres budynku	
	ul. Rynek 15 98-313 Konopnica 043 842 44 19 043 842 44 19	ul. Parkowa 16 98-313 Konopnica ŁÓDZKIE	
2. Nazwa, adres i numer REGON firmy wykonującej audyt:			
ANDARRO Anna Ziółkowska Szewczyk ul. 11 listopada 7 m 4 91,370 Łódź			
3. Imię, Nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:			
Mariusz Małkowski		<i>mgr inż. Mariusz Małkowski</i> Świadectwa i Audyty Energetyczne nr upr. 9342 kom. 514 943 33 40	
Członek Zrzeszenia Audytorów Energetycznych nr 1833, wpis do rejestru MliR nr 9342		podpis	
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego	
1	---	---	
5. Miejscowość: Łódź		Data wykonania opracowania	czerwiec 2019
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. – Audyt Efektu Ekologicznego 10. Załącznik nr 2. – Dobór Instalacji Fotowoltaicznej			

2. Karta audytu energetycznego budynku*

2.1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.1.1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna	tradycyjna
2.1.2.	Liczba kondygnacji	3	3
2.1.3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	4829,06	4829,06
2.1.4.	Powierzchnia netto budynku [m ²]	1992,80	1992,80
2.1.5.	Pow. ogrzewana części mieszkalnej [m ²]	155,00	155,00
2.1.6.	Pow. ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	405,00	405,00
2.1.7.	Liczba lokali mieszkalnych	2,00	2,00
2.1.8.	Liczba osób użytkujących budynek	12,00	12,00
2.1.9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	Miejscowe	Miejscowe
2.1.10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	Centralne	Centralne
2.1.11.	Współczynnik A/V [1/m]	0,52	0,52
2.1.12.	Inne dane charakteryzujące budynek		
2.2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane W/(m ² ·K)		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.2.1.	Ściany zewnętrzne	1,40	0,18
2.2.2.	Dach/stropodach/strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami	1,35	0,14
2.2.3.	Strop nad piwnicą	---	---
2.2.4.	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	1,78	1,78
2.2.5.	Okna, drzwi balkonowe	1,30; 4,50; 2,90; 4,50	1,30; 1,30; 0,90; 0,90
2.2.6.	Drzwi zewnętrzne/bramy	1,50; 1,70	1,50; 1,30
2.3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.3.1.	Sprawność wytwarzania	0,820	1,080
2.3.2.	Sprawność przesyłu	0,800	0,960
2.3.3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,770	0,820
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	0,600	0,600
2.4.3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,000	1,000

2.4.4.	Sprawność akumulacji	0,620	0,620
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]	2634,37	2634,37
2.5.1.4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	0,55	0,55
2.6. Charakterystyka energetyczna budynku		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.6.1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	166,60	70,85
2.6.2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	4,02	4,02
2.6.3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	807,54	173,99
2.6.4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1598,72	209,20
2.6.5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	62,09	62,09
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)]	112,57	24,25
2.6.9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)]	222,85	29,16
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]	34,27	52,94
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]	249,62	249,62
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)]	2,00	0,76
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]	844 405,93	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	81,37
Planowane koszty całkowite [zł]	1 361 945,05	Premia termomodernizacyjna [zł]	73 399,18
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	36 699,59		

* 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-TERMO PRO 6.6

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:

517 539 zł

4. Kwota kredytu możliwego do zaciągnięcia przez inwestora::

844 406 zł

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

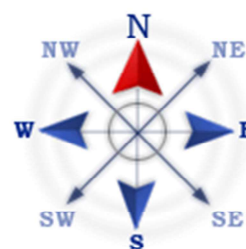
4.1. Ogólne dane techniczne

Konstrukcja/technologia budynku	-	tradycyjna
Kubatura budynku	-	4829,06 m ³
Kubatura ogrzewania	-	4829,06 m ³
Powierzchnia netto budynku	-	1992,80 m ²
Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej	-	155,00 m ²
Współczynnik kształtu	-	0,52 m ⁻¹
Powierzchnia zabudowy budynku	-	318,52 m ²
Ilość mieszkań	-	2,00
Ilość mieszkańców	-	12,00

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	1,40	W/(m ² •K)
Dach/stropodach	1,35	W/(m ² •K)
Strop piwnicy	---	W/(m ² •K)
Okna	1,30; 4,50; 2,90; 4,50	W/(m ² •K)
Drzwi/bramy	1,50; 1,70	W/(m ² •K)
Okna połaciowe	---	W/(m ² •K)
Podłogi na gruncie	1,78	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	34,27 zł/GJ	52,94 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	166,68 zł/GJ	166,68 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

4.5. Charakterystyka systemu grzewczego

Wytwarzanie	Kotły węglowe wyprodukowane po 2000r. Paliwo - węgiel kamienny	$\eta_{H,g} = 0,820$
	C.o. wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku z niezaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w przestrzeni nieogrzewanej	
	Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji centralnej bez automatycznej regulacji miejscowej	$\eta_{H,e} = 0,770$
	Brak zasobnika buforowego	
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 $\eta_{H,tot} = \eta_{H,g}\eta_{H,d}\eta_{H,e}\eta_{H,s} =$		0,505
Informacje uzupełniające dotyczące przerw w ogrzewaniu		

Modernizacja systemu grzewczego po 1984 r.	Instalacja była modernizowana po 1984 r. Modernizacja polegała na: zamontowano kocioł na eko groszek w 2007 roku	wymagany próg oszczędności: 15%
Moc cieplna zamówiona (centralne ogrzewanie)		--- MW
4.6. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej		
Wytwarzanie ciepła	Elektryczny podgrzewacz akumulacyjny (z zasobnikiem ciepłej wody użytkowej bez strat)	$\eta_{W,g} = 0,960$
Przesył ciepłej wody	Systemy przygotowania ciepłej wody użytkowej w budynkach jednorodzinnych	$\eta_{W,d} = 0,600$
Regulacja i wykorzystanie	---	$\eta_{W,e} = 1,000$
Akumulacja ciepła	Zasobnik w systemie wg standardu z lat 1977-1995	$\eta_{W,s} = 0,620$
Sprawność całkowita systemu c.w.u. $\eta_{W,tot} = \eta_{W,g} \eta_{W,d} \eta_{W,s} \eta_{W,e} =$		0,357
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	2634,37	
Krotność wymian powietrza	0,55	

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
Ściana zewnętrzna	Ściana zewnętrzna zbudowana z cegły ceramicznej pełnej obustronnie otynkowana o grubości 46 cm. Przegroda nie spełnia wymagań cieplnych warunków technicznych przegród zewnętrznych dla roku, 2021 dlatego proponuje się ocieplić istniejącą przegrodę.
Podłoga na gruncie	Podłoga na gruncie w budynku wykonana, jako betonowa na podkładzie piaskowym. Nie przewiduje się działań termomodernizacyjnych.
Dach	Dach pokryty blachą oparty na drewnianych krokwiach nie posiada ocieplenia. Przegroda nie spełnia wymagań cieplnych warunków technicznych przegród zewnętrznych dla roku, 2021 dlatego proponuje się ocieplić istniejącą przegrodę.
Modernizacja przegrody OZ Stalowe 'Wentylacja grawitacyjna'	Okna zewnętrzne stalowe nieszczelne podlegają wymianie termomodernizacyjnej.
Modernizacja przegrody OZ drewniane 'Wentylacja grawitacyjna'	Okna zewnętrzne drewniane nieszczelne podlegają wymianie termomodernizacyjnej.
Modernizacja przegrody Drzwi zewnętrzne - do wymiany 'Wentylacja grawitacyjna'	Drzwi zewnętrzne nieszczelne podlegają wymianie termomodernizacyjnej.
Modernizacja przegrody OPZ Lukarny 'Wentylacja grawitacyjna'	Okna zewnętrzne Lukarny drewniane nieszczelne podlegają wymianie termomodernizacyjnej.
System grzewczy	Aktualnie budynek jest z kotłowni węglowej przez 2 kotły węglowe jeden kocioł o mocy 120 kW a drugi o mocy 115 kW. Kotłownia znajduje się w ogrzewanym budynku. Instalacja wewnętrzna posiada szereg wad wynikających z przestarzałych rozwiązań technicznych oraz z długoletniego użytkowania.
Instalacja ciepłej wody użytkowej	Ciepła woda użytkowa pochodzi z podgrzewaczy elektrycznych pojemnościowych. Nie przewiduje się działań termomodernizacyjnych.

6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

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 Dach		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Płyta warstwowa z okładzinami metalowymi EPS 80-040, $\lambda = 0,040$ [W/(m·K)];	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła As:	1662,24m²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia Ak:	1662,24m²	
Stopniodni: 2520,48 dzień·K/rok	$t_{wo} = 10,80$ °C	$t_{zo} = -18,00$ °C

		Stan istniejący	Wariant numer			
			Wariant 1	Wariant 1.1	Wariant 1.2	Wariant 1.3
Opłata za 1 GJ Oz	zł/GJ	34,27	52,94	52,94	52,94	52,94
Opłata za 1 MW Om	zł/(MW·m-c)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Inne koszty, abonament Ab	zł/m-c	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	19	21	23	25
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m²K)	1,351	0,182	0,167	0,154	0,143
Opór cieplny R	(m²K)/W	0,74	5,49	5,99	6,49	6,99
Zwiększenie oporu cieplnego Δ R	(m²K)/W	---	4,75	5,25	5,75	6,25
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	489,13	65,93	60,43	55,78	51,79
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0647	0,0087	0,0080	0,0074	0,0068
Roczna oszczędność kosztów Δ O	zł/rok	---	13271,87	13563,23	13809,70	14020,91
Cena jednostkowa usprawnienia K _j	zł/m²	---	280,00	281,67	283,33	285,00
Koszty realizacji usprawnienia N _u	zł	---	57247,546	57588,986	57928,382	58269,823
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	43,13	42,46	41,95	41,56

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1.3

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 582698,23 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 41,56 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 25 cm

Informacje uzupełniające:

Dla przegrody dach proponuje się wymienić istniejące poszycie dachowe i zastosować płytę warstwową o grubości 25 cm. Przyjęto minimalną wymaganą wartość współczynnika przenikania ciepła dla ściany zewnętrznej na poziomie poniżej 0,15 W/m²K. Należy przewidzieć, że podczas prac termomodernizacyjnych mogą wystąpić niezbędne roboty towarzyszące typu: instalacja odgromowa, obróbka blacharska, remont daszków, demontaż i montaż krat, Remont balustrad.

6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		
Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, STYROPIAN EPS FASADA , $\lambda = 0,031$ [W/(m·K)];	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	735,32m²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	848,00m²	
Stopniodni: 2520,48 dzień·K/rok	$t_{wo} = 20,00$ °C	$t_{zo} = -18,00$ °C

	Stan istniejący	Wariant numer			
		Wariant 1	Wariant 1.1	Wariant 1.2	Wariant 1.3
Opłata za 1 GJ Oz zł/GJ	34,27	52,94	52,94	52,94	52,94
Opłata za 1 MW Om zł/(MW·m-c)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Inne koszty, abonament Ab zł/m-c	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b cm	---	12	13	14	15
Współczynnik przenikania ciepła U W/(m²K)	1,404	0,218	0,204	0,191	0,180
Opór cieplny R (m²K)/W	0,71	4,58	4,91	5,23	5,55
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR (m²K)/W	---	3,87	4,19	4,52	4,84
Straty ciepła na przenikanie Q GJ	224,81	34,94	32,64	30,63	28,85
Zapotrzebowanie na moc cieplną q MW	0,0392	0,0061	0,0057	0,0053	0,0050
Roczna oszczędność kosztów ΔO zł/rok	---	5854,66	5976,28	6082,89	6177,11
Cena jednostkowa usprawnienia K_j zł/m²	---	349,00	351,00	353,00	355,00
Koszty realizacji usprawnienia N_u zł	---	364020,96	366107,04	368193,12	370279,20
Prosty czas zwrotu SPBT lata	---	62,18	61,26	60,53	59,94

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1.3

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 370279,20 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 59,94 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 15 cm

Informacje uzupełniające:

Dla przegrody ściana zewnętrzna proponuje się płyty styropianowe o grubości 15 cm przyjęto minimalną wymaganą wartość współczynnika przenikania ciepła dla ściany zewnętrznej na poziomie poniżej 0,20 W/m²K. Należy przewidzieć, że podczas prac termomodernizacyjnych mogą wystąpić niezbędne roboty towarzyszące typu: instalacja odgromowa, obróbka blacharska, remont daszków, demontaż i montaż krat, Remont balustrad.

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 OZ Stalowe 'Wentylacja grawitacyjna'	
Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V: 5,47 m³/h	
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: 0,81m²	
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: 0,81m²	
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: 0,81m²	
Stopień wyekspozowania budynku na działanie wiatru: Średnie osłonięcie cr = 1,0 ,cw = 1,00	
Stan istniejący: Stolarka bardzo nieszczelna (a > 4)	
Stopniodni: 3678,60 dzień•K/rok θi = 20,00 °C θe = -18,00 °C	

	Stan istniejący	Wariant numer		
		W1	W2	W3
Oplata za 1 GJ zł/GJ	34,27	52,94	52,94	52,94
Oplata za 1 MW zł/(MW•m-c)	0,00	0,00	0,00	0,00
Inne koszty, abonament zł/m-c	0,00	0,00	0,00	0,00
Współczynnik c _m	1,35	1,00	1,00	0,70
Współczynnik c _r	1,20	0,85	0,70	0,55
Współczynnik a	---	---	---	---
Współczynnik przenikania ciepła U W/(m ² K)	4,500	1,100	1,000	0,900
Straty ciepła na przenikanie Q GJ	3,37	1,07	0,90	0,59
Zapotrzebowanie na moc cieplną q MW	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001
Roczna oszczędność kosztów ΔO zł/rok	---	59,01	67,69	84,40
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi zł/m ²	---	700,00	750,00	800,00
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok zł	---	697,41	747,23	797,04
Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw zł	---	0,00	0,00	0,00
Prosty czas zwrotu SPBT lata	---	11,82	11,04	9,44

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 3

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 797,04 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 9,44 lat

Stolarka bardzo szczelna (a < 0,3)

Modernizacja systemu wentylacji

U= 0,90

Informacje uzupełniające:

Kompleksowa wymiana starych okien zewnętrznych stalowych na nowe poprawi komfort cieplny w budynku.

Ocena opłacalności i wybór wariantu polegającego na wymianie okien lub drzwi oraz poprawieniu systemu wentylacji
Modernizacja przegrody OZ drewniane 'Wentylacja grawitacyjna'

 Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V: **254,57** m³/h

 Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: **37,72**m²

 Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: **37,72**m²

 Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: **37,72**m²

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

Stan istniejący: Stolarka bardzo nieszczelna (a > 4)

 Stopniodni: **3678,60** dzień•K/rok θi = **20,00** °C θe = **-18,00** °C

	Stan istniejący	Wariant numer		
		W1	W2	W3
Oplata za 1 GJ zł/GJ	34,27	52,94	52,94	52,94
Oplata za 1 MW zł/(MW•m-c)	0,00	0,00	0,00	0,00
Inne koszty, abonament zł/m-c	0,00	0,00	0,00	0,00
Współczynnik c _m	1,35	1,00	1,00	0,70
Współczynnik c _r	1,20	0,85	0,70	0,55
Współczynnik a	---	---	---	---
Współczynnik przenikania ciepła U W/(m ² K)	2,900	1,100	1,000	0,900
Straty ciepła na przenikanie Q GJ	137,68	49,63	42,00	27,30
Zapotrzebowanie na moc cieplną q MW	0,0086	0,0034	0,0047	0,0036
Roczna oszczędność kosztów ΔO zł/rok	---	2090,66	2494,60	3273,05
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi zł/m ²	---	700,00	750,00	800,00
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok zł	---	32476,92	34796,70	37116,48
Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw zł	---	0,00	0,00	0,00
Prosty czas zwrotu SPBT lata	---	15,53	13,95	11,34

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 3
Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 37116,48 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 11,34 lat

Stolarka bardzo szczelna (a < 0,3)
Modernizacja systemu wentylacji
U= 0,90

Informacje uzupełniające:

Kompleksowa wymiana starych okien zewnętrznych drewnianych na nowe poprawi komfort cieplny w budynku.

Ocena opłacalności i wybór wariantu polegającego na wymianie okien lub drzwi oraz poprawieniu systemu wentylacji
Modernizacja przegrody Drzwi zewnętrzne - do wymiany 'Wentylacja grawitacyjna'

Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V: **137,07** m³/h

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: **20,31**m²

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: **20,31**m²

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: **20,31**m²

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

Stan istniejący: Stolarka bardzo nieszczelna (a > 4)

Stopniodni: **3678,60** dzień•K/rok θi = **20,00** °C θe = **-18,00** °C

	Stan istniejący	Wariant numer		
		W1	W2	W3
Opłata za 1 GJ	zł/GJ	34,27	52,94	52,94
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	0,70
Współczynnik c _r		1,20	0,85	0,70
Współczynnik a		---	---	---
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	1,700	1,500	1,400
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	66,38	29,31	25,20
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0037	0,0021	0,0029
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	723,54	941,04
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi	zł/m ²	---	1600,00	1700,00
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok	zł	---	39970,08	42468,21
Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw	zł	---	0,00	0,00
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	55,24	45,13

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 3
Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 44966,34 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 33,06 lat

Stolarka bardzo szczelna (a < 0,3)

Modernizacja systemu wentylacji

U= 1,30

Informacje uzupełniające:

Kompleksowa wymiana starych drzwi zewnętrznych drewnianych na nowe poprawi komfort cieplny w budynku.

Ocena opłacalności i wybór wariantu polegającego na wymianie okien lub drzwi oraz poprawieniu systemu wentylacji**Modernizacja przegrody OPZ Lukarny 'Wentylacja grawitacyjna'**Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V: **932,00** m³/hPowierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: **5,76**m²Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: **5,76**m²Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: **5,76**m²

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

Stan istniejący: Stolarka bardzo nieszczelna (a > 4)

Stopniodni: **273,60** dzień•K/rok $\theta_i = 5,00$ °C $\theta_e = -18,00$ °C

	Stan istniejący	Wariant numer		
		W1	W2	W3
Opłata za 1 GJ zł/GJ	34,27	52,94	52,94	52,94
Opłata za 1 MW zł/(MW•m-c)	0,00	0,00	0,00	0,00
Inne koszty, abonament zł/m-c	0,00	0,00	0,00	0,00
Współczynnik c _m	1,35	1,00	1,00	0,70
Współczynnik c _r	1,20	0,85	0,70	0,55
Współczynnik a	---	---	---	---
Współczynnik przenikania ciepła U W/(m ² K)	4,500	1,500	1,400	1,300
Straty ciepła na przenikanie Q GJ	1,78	0,82	0,70	0,45
Zapotrzebowanie na moc cieplną q MW	0,0104	0,0075	0,0075	0,0053
Roczna oszczędność kosztów ΔO zł/rok	---	17,77	24,22	36,98
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi zł/m ²	---	1000,00	1100,00	1200,00
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok zł	---	7084,80	7793,28	8501,76
Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw zł	---	0,00	0,00	0,00
Prosty czas zwrotu SPBT lata	---	398,60	321,71	229,92

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 3**Charakterystyka wariantu optymalnego:**

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 8501,76 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 229,92 lat

Stolarka bardzo szczelna (a < 0,3)**Modernizacja systemu wentylacji****U= 1,30**

Informacje uzupełniające:

Kompleksowa wymiana starych okien zewnętrznych drewnianych Lukarn na nowe poprawi komfort cieplny w budynku.

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 cwu

		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_r	[m ²]	1315,00
Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na c.w.u. V_{WI}	[dm ³ /(m ² ·doba)]	0,35
Czas użytkowania τ	[h]	18,00
Współczynnik godzinowej nierównomierności N_h	[-]	3,00
Sprawność wytwarzania $\eta_{w,g}$	[-]	0,96
Sprawność przesyłu $\eta_{w,d}$	[-]	0,60
Sprawność akumulacji ciepła $\eta_{w,s}$	[-]	0,62
Obliczeniowe zapotrzebowanie ciepła Q_{cw}	[GJ/rok]	62,09
Max moc cieplna q_{cwu}	[kW]	4,02

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]	34,27	52,94
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 ciepło	[GJ]	807,54	
Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	[MW]	0,1666	
Sprawność systemu grzewczego		0,505	0,850
Roczna oszczędność kosztów ΔO	[zł/a]	---	4502,71
Koszt modernizacji	[zł]	---	286836,00
SPBT	[lat]	---	63,70

Informacje uzupełniające:

Wymiana 2-ch kotłów grzewczych na dwa kotły gazowe ciepła poprawi komfort cieplny w budynku, oraz zlikwiduje niską emisję. Zastosowanie gazowych kotłów grzewczych znacząco obniży emisję dwutlenku węgla.

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, np. wymiana lokalnego wbudowanego źródła ciepła $\eta_{H,g}$	1,080
Przesyłania ciepła, np. izolacja pionów zasilających $\eta_{H,d}$	0,960
Regulacji systemu grzewczego, np. wprowadzenie automatyki pogodowej $\eta_{H,e}$	0,820
Akumulacji ciepła, np. wprowadzenie zasobnika buforowego $\eta_{H,s}$	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 $\eta_{H,g} \eta_{H,d} \eta_{H,e} \eta_{H,s}$	0,850

*) - 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
Kocioł gazowy	36900,00
Zbiornik na gaz ziemny i modernizacja kotłowni	123000,00
Nowe grzejniki z głowicami termostatycznymi	31734,00
Nowa instalacja centralnego ogrzewania	95202,00
Suma:	286836,00

6.4.4 Opis zastosowanych ulepszeń dotyczących poprawy sprawności systemu grzewczego

Usprawnienia termomodernizacyjne	Opis zastosowanych usprawnień
Ulepszenie sprawności wytwarzania η_g	Zastosowanie nowego kotła grzewczego opalanego gazem płynnym. W celu opomiarowania zużycie ciepła przez budynek należy zamontować liczniki ciepła
Ulepszenie sprawności przesyłu η_d	Nowe grzejniki z głowicami termostatycznymi i zaworami podpionowymi
Ulepszenie sprawności regulacji η_e	Nowa instalacja centralnego ogrzewania.
Ulepszenie sprawności akumulacji η_s	Brak proponowanych ulepszeń.
Ulepszenie dotyczące przerw w ogrzewaniu w_t i w_d	Brak proponowanych ulepszeń.

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 OZ Stalowe 'Wentylacja grawitacyjna'	797,04 zł	9,44
2.	Modernizacja przegrody OZ drewniane 'Wentylacja grawitacyjna'	37116,48 zł	11,34
3.	Modernizacja przegrody Drzwi zewnętrzne - do wymiany 'Wentylacja grawitacyjna'	44966,34 zł	33,06
4.	Modernizacja przegrody Dach	582698,23 zł	41,56
5.	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	370279,20 zł	59,94
6.	Modernizacja przegrody OPZ Lukarny 'Wentylacja grawitacyjna'	8501,76 zł	229,92
7.	Instalacja fotowoltaiczna PV 5 kWp	30750,00 zł	---
8.	Modernizacja systemu grzewczego	286836,00	63,70

7.2 Określenie kosztów poszczególnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Wariant 1		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody OZ Stalowe 'Wentylacja grawitacyjna'	797,04
2	Modernizacja przegrody OZ drewniane 'Wentylacja grawitacyjna'	37116,48
3	Modernizacja przegrody Drzwi zewnętrzne - do wymiany 'Wentylacja grawitacyjna'	44966,34
4	Modernizacja przegrody Dach	582698,23
5	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	370279,20
6	Modernizacja przegrody OPZ Lukarny 'Wentylacja grawitacyjna'	8501,76
7	Modernizacja systemu grzewczego	286836,00
8	Instalacja fotowoltaiczna PV 5 kWp	30750,00
Całkowity koszt		1361945,05

Wariant 2		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody OZ Stalowe 'Wentylacja grawitacyjna'	797,04
2	Modernizacja przegrody OZ drewniane 'Wentylacja grawitacyjna'	37116,48
3	Modernizacja przegrody Drzwi zewnętrzne - do wymiany 'Wentylacja grawitacyjna'	44966,34

4	Modernizacja przegrody Dach	582698,23
5	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	370279,20
6	Modernizacja systemu grzewczego	286836,00
7	Instalacja fotowoltaiczna PV 5 kWp	30750,00
Całkowity koszt		1353443,29

Wariant 3		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody OZ Stalowe 'Wentylacja grawitacyjna'	797,04
2	Modernizacja przegrody OZ drewniane 'Wentylacja grawitacyjna'	37116,48
3	Modernizacja przegrody Drzwi zewnętrzne - do wymiany 'Wentylacja grawitacyjna'	44966,34
4	Modernizacja przegrody Dach	582698,23
5	Modernizacja systemu grzewczego	286836,00
6	Instalacja fotowoltaiczna PV 5 kWp	30750,00
Całkowity koszt		983164,09

Wariant 4		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody OZ Stalowe 'Wentylacja grawitacyjna'	797,04
2	Modernizacja przegrody OZ drewniane 'Wentylacja grawitacyjna'	37116,48
3	Modernizacja przegrody Drzwi zewnętrzne - do wymiany 'Wentylacja grawitacyjna'	44966,34
4	Modernizacja systemu grzewczego	286836,00
5	Instalacja fotowoltaiczna PV 5 kWp	30750,00
Całkowity koszt		400465,86

Wariant 5		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody OZ Stalowe 'Wentylacja grawitacyjna'	797,04
2	Modernizacja przegrody OZ drewniane 'Wentylacja grawitacyjna'	37116,48
3	Modernizacja systemu grzewczego	286836,00
4	Instalacja fotowoltaiczna PV 5 kWp	30750,00
Całkowity koszt		355499,52

Wariant 6		
-----------	--	--

	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody OZ Stalowe 'Wentylacja grawitacyjna'	797,04
2	Modernizacja systemu grzewczego	286836,00
3	Instalacja fotowoltaiczna PV 5 kWp	30750,00
Całkowity koszt		318383,04

Wariant 7		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu grzewczego	286836,00
2	Instalacja fotowoltaiczna PV 5 kWp	30750,00
Całkowity koszt		317586,00

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. przegród zewnętrznych do kubatury przestrzeni
	[MW]	[GJ]	°C	m ²	m ³	m ³	m ³	W/m ³	1/m
0	0,1666	807,54	14,90	1992,80	4829,06	4829,06	4829,06	34,50	0,52
1	0,0714	177,85	14,90	1992,80	4829,06	4829,06	4829,06	15,56	0,52
2	0,0719	181,37	14,90	1992,80	4829,06	4829,06	4829,06	15,56	0,52
3	0,1061	362,72	14,90	1992,80	4829,06	4829,06	4829,06	22,64	0,52
4	0,1496	685,43	14,90	1992,80	4829,06	4829,06	4829,06	31,66	0,52
5	0,1499	687,19	14,90	1992,80	4829,06	4829,06	4829,06	31,66	0,52
6	0,1528	703,54	14,90	1992,80	4829,06	4829,06	4829,06	31,66	0,52
7	0,1529	704,17	14,90	1992,80	4829,06	4829,06	4829,06	31,66	0,52

7.4. Obliczenia oszczędności kosztów wynikających z przeprowadzenia przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Variant	$Q_{h0,1co}$ $q_{h0,1co}$	$Q_{0,1cwu}$ $q_{0,1cwu}$	$\eta_{0,1}$	$W_{t0,1}$	$W_{d0,1}$	$Q_{0,1}$	$O_{0,1}$	ΔO	$\% \Delta O$
-	GJ	GJ	-	-	-	GJ	zł	zł	%
-	MW	MW	-	-	-	GJ	zł	zł	%
0	807,54 0,1666	62,09 0,0040	0,51	1,00	1,00	1456,15	58122,93	---	---
1	177,85 0,0714	62,09 0,0040	0,85	1,00	1,00	271,28	21423,34	36699,59	63,14
2	181,37 0,0719	62,09 0,0040	0,85	1,00	1,00	275,41	21642,01	36480,92	62,77
3	362,72 0,1061	62,09 0,0040	0,85	1,00	1,00	488,72	32934,71	25188,21	43,34
4	685,43 0,1496	62,09 0,0040	0,85	1,00	1,00	868,30	53029,63	5093,30	8,76
5	687,19 0,1499	62,09 0,0040	0,85	1,00	1,00	870,37	53139,20	4983,73	8,57
6	703,54 0,1528	62,09 0,0040	0,85	1,00	1,00	889,60	54157,25	3965,67	6,82
7	704,17 0,1529	62,09 0,0040	0,85	1,00	1,00	890,35	54196,62	3926,30	6,76

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	1361945,05 zł	36699,59	81,37%	517539,12 844405,93	38,00% 62,00%	168881,19	217911,21	73399,18
2	1353443,29 zł	36480,92	81,09%	517539,12 835904,17	38,24% 61,76%	167180,83	216550,93	72961,84
3	983164,09 zł	25188,21	66,44%	517539,12 465624,97	52,64% 47,36%	93124,99	157306,25	50376,43
4	400465,86 zł	5093,30	40,37%	517539,12 0,00	100,00% 0,00%	0,00	64074,54	10186,60
5	355499,52 zł	4983,73	40,23%	517539,12 0,00	100,00% 0,00%	0,00	56879,92	9967,46
6	318383,04 zł	3965,67	38,91%	517539,12 0,00	100,00% 0,00%	0,00	50941,29	7931,34
7	317586,00 zł	3926,30	38,86%	517539,12 0,00	100,00% 0,00%	0,00	50813,76	7852,60

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: 15%

2. Kwota kredytu nie przekracza wartości zadeklarowanej

3. Środki własne konieczne na realizację przedsięwzięcia termomodernizacyjnego nie przekraczają zadeklarowanych przez inwestora środków w kwocie 517539,12 zł

7.6. Charakterystyka optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

- planowany koszt całkowity	---	1361945,05 zł		
- planowana kwota środków własnych	---	517539,12 zł		
- planowana kwota kredytu	---	844405,93 zł		
- przewidywana premia termomodernizacyjna	---	73399,18 zł		
- roczne oszczędności kosztów energii	---	36699,59 zł	tj.	63,14 %

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

P1

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Dach**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 25 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Płyta warstwowa z okładzinami metalowymi EPS 80-040

Uwagi:

Dla przegrody dach proponuje się wymienić istniejące poszycie dachowe i zastosować płytę warstwową o grubości 25 cm. Przyjęto minimalną wymaganą wartość współczynnika przenikania ciepła dla ściany zewnętrznej na poziomie poniżej 0,15 W/m²K. Należy przewidzieć, że podczas prac termomodernizacyjnych mogą wystąpić niezbędne roboty towarzyszące typu: instalacja odgromowa, obróbka blacharska, remont daszków, demontaż i montaż krat, Remont balustrad.

P2

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 15 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: STYROPIAN EPS FASADA

Uwagi:

Dla przegrody ściana zewnętrzna proponuje się płyty styropianowe o grubości 15 cm przyjęto minimalną wymaganą wartość współczynnika przenikania ciepła dla ściany zewnętrznej na poziomie poniżej 0,20 W/m²K. Należy przewidzieć, że podczas prac termomodernizacyjnych mogą wystąpić niezbędne roboty towarzyszące typu: instalacja odgromowa, obróbka blacharska, remont daszków, demontaż i montaż krat, Remont balustrad.

O1

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody OZ Stalowe 'Wentylacja grawitacyjna'**

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

Wymagany typ stolarki: Stolarka bardzo szczelna ($\alpha < 0,3$)

Uwagi:

Kompleksowa wymiana starych okien zewnętrznych stalowych na nowe poprawi komfort cieplny w budynku.

O2

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody OZ drewniane 'Wentylacja grawitacyjna'**

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

Wymagany typ stolarki: Stolarka bardzo szczelna ($\alpha < 0,3$)

Uwagi:

Kompleksowa wymiana starych okien zewnętrznych drewnianych na nowe poprawi komfort cieplny w budynku.

O3

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Drzwi zewnętrzne - do wymiany 'Wentylacja grawitacyjna'**

Wymagany współczynnik U dla nowej stolarki: 1,300 W/(m²•K)

Wymagany typ stolarki: Stolarka bardzo szczelna ($\alpha < 0,3$)

Uwagi:

Kompleksowa wymiana starych drzwi zewnętrznych na nowe poprawi komfort cieplny w budynku.

O4

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody OPZ Lukarny 'Wentylacja grawitacyjna'**

Wymagany współczynnik U dla nowej stolarki: 1,300 W/(m²•K)

Wymagany typ stolarki: Stolarka bardzo szczelna ($\alpha < 0,3$)

Uwagi:

Kompleksowa wymiana starych okien zewnętrznych drewnianych Lukarn na nowe poprawi komfort cieplny w budynku.

C.O.

Usprawnienie: **modernizacja instalacji grzewczej**

Wymagany zakres prac modernizacyjnych:

Uwagi:

Wymiana 2-ch kotłów grzewczych na dwa kotły gazowe ciepła poprawi komfort cieplny w budynku, oraz zlikwiduje niską emisję, Zastosowanie gazowych kotłów grzewczych znacząco obniży emisję dwutlenku węgla.

Budowa instalacji fotowoltaicznej

Usprawnienie: **Budowa instalacji fotowoltaicznej**

Wymagany zakres prac modernizacyjnych:

Uwagi:

Montaż instalacji fotowoltaicznej o szacowanym uzysku rocznym min. 4 900 kWh. Zastosowanie instalacji fotowoltaicznej PV obniży zużycie energii elektrycznej w budynku. Należy pamiętać, że posadowienie paneli fotowoltaicznych na dachach powłokowych nie może powodować utraty ciągłości poszycia.

9. Załącznik nr 1. – Audyt Efektu Ekologicznego

Spis treści:

1. Cel opracowania
2. Dane budynku
3. Spis przedsięwzięć termomodernizacyjnych
4. Charakterystyka źródeł energii systemu ogrzewania i wentylacji
5. Charakterystyka źródeł energii systemu przygotowania ciepłej wody
6. Wskaźniki emisji zanieczyszczeń poszczególnych systemów i nośników energii
7. Emisja zanieczyszczeń poszczególnych systemów w budynku
8. Bezpośredni efekt ekologiczny
9. Wyniki analizy porównawczej i wybór systemu zaopatrzenia w energię

1. Cel opracowania

Celem opracowania jest pokazanie efektu ekologicznego wynikającego z zastosowanych usprawnień termomodernizacyjnych obliczonych w audycie energetycznym.

2. Dane budynku

Przeznaczenie budynku: Użyteczności publicznej

Strefa klimatyczna: II

Stacja meteorologiczna: Wieluń

Powierzchnia zabudowy $A_z=318,52 \text{ m}^2$

Powierzchnia o regulowanej temperaturze $A_r=1992,80 \text{ m}^2$

Powierzchnia netto $A=1992,80 \text{ m}^2$

Kubatura ogrzewana budynku $V=4829,06 \text{ m}^3$

Liczba kondygnacji: 3

3. Spis przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Modernizacja przegrody OZ Stalowe 'Wentylacja grawitacyjna'

Modernizacja przegrody OZ drewniane 'Wentylacja grawitacyjna'

Modernizacja przegrody Drzwi zewnętrzne - do wymiany 'Wentylacja grawitacyjna'

Modernizacja przegrody Dach

Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna

Modernizacja przegrody OPZ Lukarny 'Wentylacja grawitacyjna'

Modernizacja systemu grzewczego

4. Charakterystyka źródeł energii systemu ogrzewania i wentylacji

4.1. Przed modernizacją

Rodzaj paliwa	$\eta_{H,tot}$	H_u	Jedn.	$Q_{K,H}$ [kWh/rok]	Zużycie paliwa B	Jedn.
Miejskowe wytwarzanie energii w budynku - Węgiel kamienny	0,51	7,70	kWh/kg	444092,2	57674,3	kg/rok

4.2. Po modernizacji

Rodzaj paliwa	$\eta_{H,tot}$	H_u	Jedn.	$Q_{K,H}$ [kWh/rok]	Zużycie paliwa B	Jedn.
Miejskowe wytwarzanie energii w budynku - Gaz płynny	0,85	6,65	kWh/m ³	56847,7	8548,5	m ³ /rok

5. Charakterystyka źródeł energii systemu przygotowania ciepłej wody

5.1. Przed modernizacją

Rodzaj paliwa	$\eta_{W,tot}$	H_u	Jedn.	$Q_{K,W}$ [kWh/rok]	Zużycie paliwa B	Jedn.
Sieć elektroenergetyczna systemowa - Energia elektryczna	0,36	1,00	kWh/kWh	17246,2	17246,2	kWh/rok

5.2. Po modernizacji

Rodzaj paliwa	$\eta_{W,tot}$	H_u	Jedn.	$Q_{K,W}$ [kWh/rok]	Zużycie paliwa B	Jedn.
Sieć elektroenergetyczna systemowa - Energia elektryczna	0,36	1,00	kWh/kWh	17246,2	17246,2	kWh/rok

6. Wskaźniki emisji zanieczyszczeń poszczególnych systemów i nośników energii

Informacje uzupełniające:...

6.1. Przed modernizacją

System ogrzewania i wentylacji								
Rodzaj paliwa	Jedn.	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂	PYŁ	SADZA	B-a-P
Miejsowe wytwarzanie energii w budynku - Węgiel kamienny	kg/Mg	19,20000 0	1,000000	45,00000 0	2000,000 000	10,50000 0	0,350000	0,014000
System przygotowania ciepłej wody								
Rodzaj paliwa	Jedn.	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂	PYŁ	SADZA	B-a-P
Sieć elektroenergetyczna systemowa - Energia elektryczna	kg/kWh	0,009100	0,002300	0,000690	0,812000	0,001500	0,000003	0,000000

6.2. Po modernizacji

System ogrzewania i wentylacji								
Rodzaj paliwa	Jedn.	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂	PYŁ	SADZA	B-a-P
Miejsowe wytwarzanie energii w budynku - Gaz płynny	kg/m ³	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
System przygotowania ciepłej wody								
Rodzaj paliwa	Jedn.	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂	PYŁ	SADZA	B-a-P
Sieć elektroenergetyczna systemowa - Energia elektryczna	kg/kWh	0,009100	0,002300	0,000690	0,812000	0,001500	0,000003	0,000000

7. Emisja zanieczyszczeń poszczególnych systemów w budynku

7.1. Przed modernizacją

System	Jedn.	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂	PYŁ	SADZA	B-a-P
System ogrzewania i wentylacji	kg/rok	1107,346 7	57,6743	2595,343 8	115348,6 135	605,5802	20,1860	0,8074
System przygotowania ciepłej wody	kg/rok	156,9408	39,6664	11,8999	14003,95 14	25,8694	0,0466	0,0009
Całkowita emisja w budynku	Jedn.	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂	PYŁ	SADZA	B-a-P
	kg/rok	1264,287 5	97,3407	2607,243 7	129352,5 649	631,4496	20,2326	0,8084

7.2. Po modernizacji

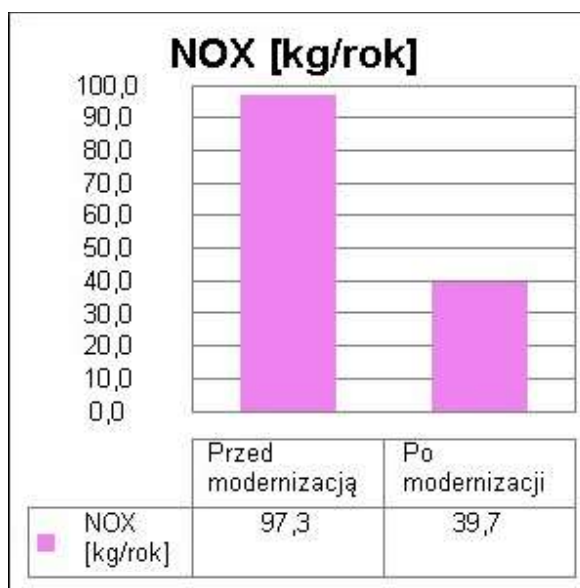
System	Jedn.	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂	PYŁ	SADZA	B-a-P
System ogrzewania i wentylacji	kg/rok	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
System przygotowania ciepłej wody	kg/rok	156,9408	39,6664	11,8999	14003,95 14	25,8694	0,0466	0,0009
Całkowita emisja w budynku	Jedn.	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂	PYŁ	SADZA	B-a-P
	kg/rok	156,9408	39,6664	11,8999	14003,95 14	25,8694	0,0466	0,0009

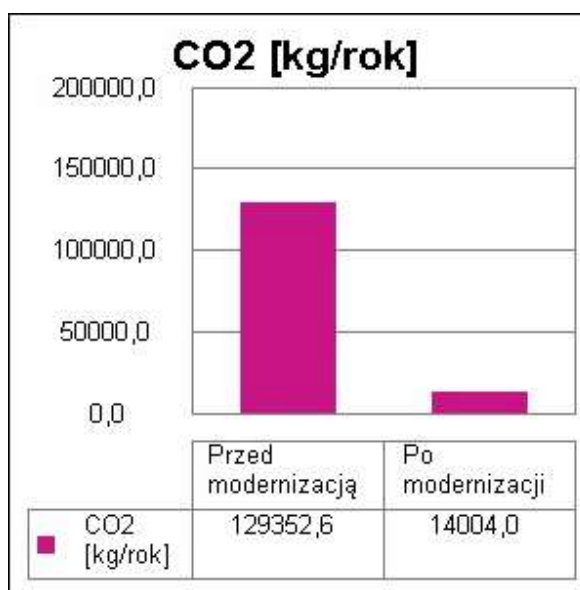
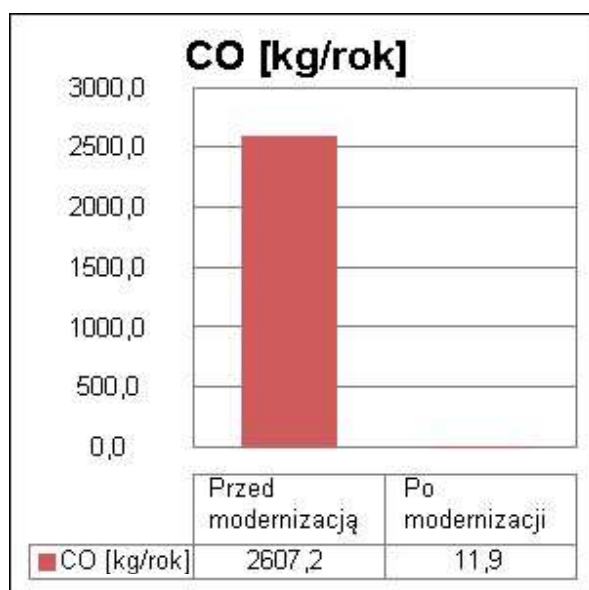
8. Bezpośredni efekt ekologiczny

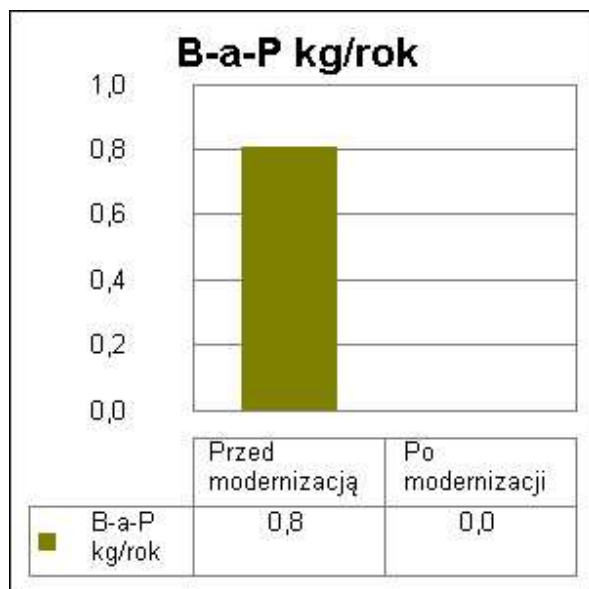
8.1. Tabela bezpośredniego efektu ekologicznego

Emitowane zanieczyszczenie	Budynek projektowany [kg/rok]	Budynek z alternatywnymi źródłami [kg/rok]	Efekt ekologiczny[kg/rok]	Redukcja emisji [%]
SO ₂	1264,287524	156,940834	1107,346690	87,59
NO _x	97,340671	39,666365	57,674307	59,25
CO	2607,243714	11,899909	2595,343804	99,54
CO ₂	129352,564902	14003,951369	115348,613533	89,17
PYŁ	631,449589	25,869368	605,580221	95,90
SADZA	20,232572	0,046565	20,186007	99,77
B-a-P	0,808372	0,000931	0,807440	99,88

8.2. Wykresy bezpośredniego efektu ekologicznego







9. Wyniki analizy porównawczej i wybór systemu zaopatrzenia w energię

Wartości współczynnika toksyczności zanieczyszczeń obliczono w oparciu o Rozporządzenie Ministerstwa Środowiska z dnia 26.01.2010 r. w sprawie wartości odniesienia dla niektórych substancji w powietrzu (Dz.U. nr 87/2010 poz. 16).

$$K_{SO_2} = e_{SO_2}/e_t = 20/20 \text{ mg/m}^3 = 1,00$$

$$K_{NO_x} = e_{SO_2}/e_t = 20/40 \text{ mg/m}^3 = 0,50$$

$$K_{CO} = e_{SO_2}/e_t = \text{brak wymagań}$$

$$K_{CO_2} = e_{SO_2}/e_t = \text{brak wymagań}$$

$$K_{PYŁ} = e_{SO_2}/e_t = 20/40 \text{ mg/m}^3 = 0,50$$

$$K_{SADZA} = e_{SO_2}/e_t = 20/8 \text{ mg/m}^3 = 2,50$$

$$K_{B-a-P} = e_{SO_2}/e_t = 20/0,001 \text{ mg/m}^3 = 20000,00$$

9.1. Tabela emisji równoważnej

Emitowane zanieczyszczenie	Współczynnik toksyczności K	Emisja - Przed modernizacją [kg/rok]	Emisja - Po modernizacji [kg/rok]	Emisja równoważna - Przed modernizacją [kg/rok]	Emisja równoważna - Po modernizacji [kg/rok]
SO ₂	1,00	1264,287524	156,940834	1264,287524	156,940834
NO _x	0,50	97,340671	39,666365	48,670336	19,833182
PYŁ	0,50	631,449589	25,869368	315,724795	12,934684
SADZA	2,50	20,232572	0,046565	50,581431	0,116412
B-a-P	20000,00	0,808372	0,000931	16167,431840	18,625945

Łączna emisja równoważna	17846,695925	208,451058
---------------------------------	--------------	------------

Efekt ekologiczny wyrażony emisją równoważną dla proponowanych przedsięwzięć termomodernizacyjnych wynosi 17638,244867 kg/rok, czyli 98,8%.

9.2. Wykres emisji równoważnej



10. Załącznik nr 2. – Dobór Instalacji Fotowoltaicznej

Energia pozyskana przez system PV:		
Energia pozyskana przez system PV	[kWh/rok]	4 900,00
Energia pozyskana przez system PV	GJ	17,64
Ilość energii elektrycznej pobieranej z sieci energetycznej	[kWh/rok]	10 282,00
Ilość energii elektrycznej pobieranej z sieci energetycznej	GJ	37,02
Współczynnik nakładu w_i 1	-	3,00
Wskaźnik Emisji 4	(kg CO ₂ /GJ)	0,23
KOŃCOWY EFEKT redukcji emisji dla sieci energetycznej.	(Mg CO ₂ /rok)	12,22
Emisja zanieczyszczeń bez PV	(Mg CO ₂ /rok)	25,65
emisja zanieczyszczeń z PV	(Mg CO ₂ /rok)	13,43
Procentowe zmniejszenie emisji zanieczyszczeń CO ₂	%	48%
1 - współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej w_i na wytworzenie i dostarczenie nośnika energii lub energii do budynku.		
2 - wskaźnik emisji CO ₂ (WE) w roku 2018 do raportowania we Wspólnotowym Systemie Handlu Uprawnieniami do Emisji w 2019 roku - KOBIZE		