

1. Strona tytułowa audytu energetycznego

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	<i>Użyteczności publicznej</i>	1.2 Rok budowy	1999
1.3 INWESTOR Gmina Szydłów	Gmina Szydłów ul. Rynek 2 28-225 Szydłów +48 41 354 51 25 +48 41 354 51 25	1.4 Adres budynku ul Szkolna 12 28,225 Szydłów ŚWIĘTOKRZYSKIE	
2. Nazwa, adres i numer REGON firmy wykonującej audyt:			
<p style="text-align: center;">Mariusz Małkowski ul. Nowe Sady 87/19 94-102 Łódź</p>			
3. Imię, Nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:			
<p style="text-align: center;">Mariusz Małkowski</p> <p style="text-align: center;">Członek Zrzeszenia Audytorów Energetycznych nr 1833, wpis do rejestru MliR nr 9342</p>			<p style="text-align: center;">..... podpis</p>
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego	
1	---	---	
5. Miejscowość: Łódź		Data wykonania opracowania	Luty 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. – audyt efektu ekologicznego			

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]	9414,91	9414,91
2.1.4.	Powierzchnia netto budynku [m ²]	1840,21	1840,21
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]	0,00	0,00
2.1.7.	Liczba lokali mieszkalnych	0,00	0,00
2.1.8.	Liczba osób użytkujących budynek	137,00	137,00
2.1.9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	Centralne	Centralne
2.1.10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	Centralne	Centralne
2.1.11.	Współczynnik A/V [1/m]	0,23	0,23
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	0,45	0,20
2.2.2.	Dach/stropodach/strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami	1,09; 0,21	1,09; 0,21
2.2.3.	Strop nad piwnicą	---	---
2.2.4.	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	2,44; 2,44	2,44; 2,44
2.2.5.	Okna, drzwi balkonowe	2,00; 2,00	0,90; 0,90
2.2.6.	Drzwi zewnętrzne/bramy	2,60	1,30
2.2.7.	Ściany na gruncie	0,50	0,22
2.2.8.	Stropy zewnętrzne	2,08	0,15
2.3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.3.1.	Sprawność wytwarzania	0,940	1,040
2.3.2.	Sprawność przesyłu	0,900	0,960
2.3.3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,820	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	0,650	3,000
2.4.2.	Sprawność przesyłu	0,850	0,850
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 mieszana
2.5.1.2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	stolarka/kanały grawitacyjne	stolarka/kanały grawitacyjne/ urządzenia mechaniczne
2.5.1.3.	Strumień powietrza zewnętrznego [m ³ /h]	13713,87	13713,87
2.5.1.4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	1,46	1,46
2.6. Charakterystyka energetyczna budynku		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.6.1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	333,70	163,62
2.6.2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	9,64	9,64
2.6.3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1103,90	561,93
2.6.4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1591,27	639,58
2.6.5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	118,65	25,71
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)]	166,63	84,82
2.6.9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)]	240,20	96,54
2.6.10**	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,00	1,34
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]	67,15	67,15

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]	60,61	60,61
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)]	5,75	3,20
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]	1092451,33	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	61,09
Planowane koszty całkowite [zł]	1285236,86	Premia termomodernizacyjna [zł]	141367,19
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	70683,60		

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

** Uoze [%] 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:

192786 zł

4. Kwota kredytu możliwego do zaciągnięcia przez inwestora::

1092451 zł

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

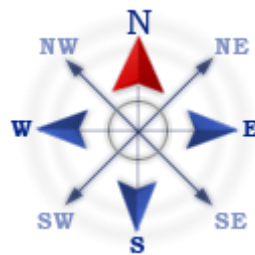
4.1. Ogólne dane techniczne

Konstrukcja/technologia budynku	-	tradycyjna
Kubatura budynku	-	9414,91 m ³
Kubatura ogrzewania	-	9414,91 m ³
Powierzchnia netto budynku	-	1840,21 m ²
Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej	-	0,00 m ²
Współczynnik kształtu	-	0,23 m ⁻¹
Powierzchnia zabudowy budynku	-	977,99 m ²
Ilość mieszkań	-	0,00
Ilość mieszkańców	-	137,00

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	0,45	W/(m ² •K)
Dach/stropodach	1,09; 0,21	W/(m ² •K)
Strop piwnicy	---	W/(m ² •K)
Okna	2,00; 2,00	W/(m ² •K)
Drzwi/bramy	2,60	W/(m ² •K)
Okna połaciowe	---	W/(m ² •K)
Podłogi na gruncie	2,44; 2,44	W/(m ² •K)
Ściany na gruncie	0,50	W/(m ² •K)
Stropy zewnętrzne	2,08	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	67,15 zł/GJ	67,15 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	67,15 zł/GJ	46,30 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 niskotemperaturowe na paliwo gazowe lub ciekłe, z zamkniętą komorą spalania i palnikiem modulowanym, o mocy nominalnej powyżej 120 do 1200 kW Paliwo - gaz ziemny	$\eta_{H,g} = 0,940$
	C.o. wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku z zaizolowanymi przewodami,	

	armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w przestrzeni nieogrzewanej	
	Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji automatycznej miejscowej	$\eta_{H,e} = 0,820$
	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 $\eta_{H,tot} = \eta_{H,g} \eta_{H,d} \eta_{H,e} \eta_{H,s} =$		0,694
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		
Wytwarzanie ciepła	Kotły stałotemperaturowe dwufunkcyjne (ogrzewanie i ciepłej wody użytkowej)	$\eta_{W,g} = 0,650$
Przesył ciepłej wody	Kompaktowy węzeł cieplny dla pojedynczego lokalu mieszkalnego bez obiegu cyrkulacyjnego	$\eta_{W,d} = 0,850$
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. $\eta_{W,tot} = \eta_{W,g} \eta_{W,d} \eta_{W,s} \eta_{W,e} =$		0,470
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	13713,87	
Krotność wymian powietrza	1,46	

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
Podłoga na gruncie część dydaktyczna	Podłoga na gruncie w budynku wykonana, jako betonowa na podkładzie piaskowym. Nie przewiduje się działań termomodernizacyjnych.
Ściana na gruncie	Ściana na gruncie zbudowana z cegły ceramicznej pełniej obustronnie otynkowana. Przegroda nie spełnia wymagań cieplnych warunków technicznych przegród zewnętrznych dla roku, 2021 dlatego proponuje się ocieplić istniejącą przegrodę.
Ściana zewnętrzna część dydaktyczna	Ściana zewnętrzna zbudowana z cegły kratówki ocieplona styropianem o grubości 6 cm. Przegroda nie spełnia wymagań cieplnych warunków technicznych przegród zewnętrznych dla roku, 2021 dlatego proponuje się ocieplić istniejącą przegrodę.
Strop zewnętrzny	Dach/Stropodach wentylowany z płyt żelbetonowych prefabrykowanych typowych korytkowych wg KB 1-3.1.6.1./6/81 opartych na ściankach ażurowych z cegły pełnej, kratówki lub cementowo- wapiennej grubości 12 cm na zaprawie cementowo wapiennej marki M 4. Przegroda nie spełnia wymagań cieplnych warunków technicznych przegród zewnętrznych dla roku, 2021 dlatego proponuje się ocieplić istniejącą przegrodę.
Podłoga na gruncie sala gimnastyczna	Podłoga na gruncie w budynku wykonana, jako betonowa na podkładzie piaskowym. Nie przewiduje się działań termomodernizacyjnych.
Dach sala gimnastyczna	Stropodach sali gimnastycznej wykonany jest z wiązarów stalowych trzech rodzajów. więźba dachowa jest usztywniona stężeniami pionowymi podłużnymi oraz w płaszczyźnie połączy płytami stalowymi oraz w mniejszym stopniu blachą trapezową. Wiązary stalowe są wykonane jako spawane z rur kwadratowych i prostokątnych z zastosowaniem blach węzłowych II klasy konstrukcji spawanych. Pokrycie z blachy trapezowej na płytach stalowych, powyżej izolacja termiczna z wełny mineralnej grubości 20 cm oraz membrana dachowa. Przegroda nie wymaga działań termomodernizacyjnych.
Modernizacja przegrody OZ 'Wentylacja grawitacyjna'	Okna zewnętrzne nieszczelne w budynku podlegają wymianie termomodernizacyjnej.
Modernizacja przegrody drzwi 'Wentylacja grawitacyjna'	Drzwi zewnętrzne nieszczelne podlegają wymianie termomodernizacyjnej.
Modernizacja przegrody OZ sala gimnastyczna 'Wentylacja grawitacyjna'	Okna zewnętrzne nieszczelne w sali gimnastycznej podlegają wymianie termomodernizacyjnej.
System grzewczy	Budynek zasilany jest w ciepło z kotłowni gazowej, wyposażonej kocioł firmy Viessmann Paromat Simplex z 2000 roku o mocy zainstalowanej 226 kW-. Grzejniki żeberkowe nowe oraz stalowe płytowe z zaworami termostatycznymi o małej sprawności. Instalacja stalowa bez otuliny.
Instalacja ciepłej wody użytkowej	Obecnie ciepła woda użytkowa przygotowywana jest przez gazowy kocioł grzewczy i jest magazynowana w zbiorniku o pojemności 1500 l. Następnie jest rozprowadzana do punktów poboru c.w.u. w obiekcie.

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 Strop zewnętrzny		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Wełna mineralna granulowana , $\lambda = 0,035$ [W/(m·K)];	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	333,50m²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	333,50m²	
Stopniodni: 3834,50 dzień·K/rok	$t_{wo} = 20,00$ °C	$t_{zo} = -20,00$ °C

		Stan istniejący	Wariant numer			
			Waria nt 1	Warian t 1.1	Waria nt 1.2	Warian t 1.3
Opłata za 1 GJ Oz	zł/GJ	67,15	67,15	67,15	67,15	67,15
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	20	21	22
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m²K)	2,084	0,169	0,161	0,154	0,148
Opór cieplny R	(m²K)/W	0,48	5,91	6,19	6,48	6,77
Zwiększenie oporu cieplnego Δ R	(m²K)/W	---	5,43	5,71	6,00	6,29
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	230,26	18,70	17,84	17,05	16,33
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0278	0,0023	0,0022	0,0021	0,0020
Roczna oszczędność kosztów Δ O	zł/rok	---	14206,06	14263,98	14316,80	14365,15
Cena jednostkowa usprawnienia K _j	zł/m²	---	158,50	159,00	159,50	160,00
Koszty realizacji usprawnienia N _u	zł	---	65017,49	65222,60	65427,70	65632,80
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	4,58	4,57	4,57	4,57

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1.3

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 65632,80 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 4,57 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 22 cm

Informacje uzupełniające:

Dla przegrody stropodach proponuje się docieplenie granulowaną wełną mineralną o grubości 22 cm. Ze względu na charakter obiektu budynek użyteczności publicznej, przyjęto minimalną wymaganą wartość współczynnika przenikania ciepła na poziomie 0,15 W/m²K. Można zastosować inny materiał izolacyjny, który nie zmieni wyniku końcowego współczynnika przenikania ciepła U.

6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		
Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna część dydaktyczna		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Płyta styropianowa EPS 70-040 FASADA, $\lambda = 0,040$ [W/(m·K)];	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	561,65 m²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	561,65 m²	
Stopniodni: 3834,50 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	67,15	67,15	67,15
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	9	10	11
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m²K)	0,454	0,225	0,213
Opór cieplny R	(m²K)/W	2,20	4,45	4,70
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m²K)/W	---	2,25	2,50
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	84,56	41,81	39,59
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0102	0,0050	0,0048
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	2870,44	3019,75
Cena jednostkowa usprawnienia K_j	zł/m²	---	240,07	244,24
Koszty realizacji usprawnienia N_u	zł	---	165847,73	168728,50
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	57,78	55,87

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1.2

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 171474,61 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 54,37 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 11 cm

Informacje uzupełniające:

Dla przegrody ściana zewnętrzna proponuje się płyty styropianowe o grubości 11 cm. Ze względu na charakter obiektu budynek użyteczności publicznej, przyjęto minimalną wymaganą wartość współczynnika przenikania ciepła na poziomie 0,20 W/m²K. Można zastosować inny materiał izolacyjny, który nie zmieni wyniku końcowego współczynnika przenikania ciepła U. Należy przewidzieć, że podczas prac termomodernizacyjnych mogą wystąpić niezbędne roboty towarzyszące typu: instalacja odgromowa, chodników i opaski wokół budynku, remontu schodów, przebudowa pochylni dla niepełnosprawnych, daszki i balkony zewnętrzne oraz inne niezbędne do wykonania prac termomodernizacyjnych.

6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		
Modernizacja przegrody Ściana na gruncie		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Styropian xps, $\lambda = 0,031$ [W/(m·K)];	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła As:	161,97m²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia Ak:	161,97m²	
Stopniodni: 3834,50 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	67,15	67,15	67,15	67,15
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	---	6	7	8
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m²K)	0,503	0,255	0,236	0,219
Opór cieplny R	(m²K)/W	1,99	3,92	4,25	4,57
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m²K)/W	---	1,94	2,26	2,58
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	27,00	13,68	12,64	11,75
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0033	0,0017	0,0015	0,0014
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	894,74	964,54	1024,48
Cena jednostkowa usprawnienia K_i	zł/m²	---	301,34	305,45	311,56
Koszty realizacji usprawnienia N_u	zł	---	60033,22	60852,02	62068,66
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	67,10	63,09	60,59

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1.2

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 62068,66 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 60,59 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 8 cm

Informacje uzupełniające:

Dla przegrody ściana na gruncie proponuje się Styropian XPS o grubości 8 cm. Ze względu na charakter obiektu budynek użyteczności publicznej, przyjęto minimalną wymaganą wartość współczynnika przenikania ciepła na poziomie 0,22 W/m²K. Można zastosować inny materiał izolacyjny, który nie zmieni wyniku końcowego współczynnika przenikania ciepła U. Należy przewidzieć, że podczas prac termomodernizacyjnych mogą wystąpić roboty towarzyszące typu: rozbiórki opaski wokół budynku, wykopy niezbędne do ocieplenia przegrody i osuszenie ścian, przemurowanie rys, wymiana uszkodzonych elementów, uzupełnienie odspojonych tynków

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 'Wentylacja grawitacyjna'

Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V: **3446,78** m³/h

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: **99,64**m²

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: **99,64**m²

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: **99,64**m²

Stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru: Średnie osłonięcie $c_r = 1,0$, $c_w = 1,00$

Stan istniejący: Stolarka bardzo nieuszczelna ($a > 4$)

Stopniodni: **3834,50** dzień•K/rok $\theta_i = 20,00$ °C $\theta_e = -20,00$ °C

	Stan istniejący	Wariant numer		
		W1	W2	W3
Opłata za 1 GJ	zł/GJ	67,15	67,15	67,15
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		1,00	1,00	1,00
Współczynnik c_r		0,70	0,85	1,00
Współczynnik a	---	---	---	---
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	0,900	1,000	1,100
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	137,49	163,88	190,28
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0505	0,0509	0,0513
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	11950,03	10177,54	8405,06
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi	zł/m ²	800,00	790,00	780,00
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok	zł	98045,76	23350,923	23055,341
Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw	zł	0,00	0,00	0,00
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	8,20	9,51	11,37

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 98045,76 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 8,20 lat

Stolarka bardzo szczelna ($a < 0,3$)

Modernizacja systemu wentylacji

U= 0,90

Informacje uzupełniające:

Kompleksowa wymiana starych okien zewnętrznych w budynku szkoły 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 'Wentylacja grawitacyjna'

Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V: **1417,51** m³/h

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: **30,35**m²

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: **30,35**m²

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: **30,35**m²

Stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru: Średnie osłonięcie $c_r = 1,0$, $c_w = 1,00$

Stan istniejący: Stolarka bardzo nieuszczelna ($a > 4$)

Stopniodni: **3834,50** dzień•K/rok $\theta_i = 20,00$ °C $\theta_e = -20,00$ °C

	Stan istniejący	Wariant numer		
		W1	W2	W3
Opłata za 1 GJ zł/GJ	67,15	67,15	67,15	67,15
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	1,00
Współczynnik c_r	1,20	0,70	0,85	1,00
Współczynnik a	---	---	---	---
Współczynnik przenikania ciepła U W/(m ² K)	2,600	1,300	1,400	1,500
Straty ciepła na przenikanie Q GJ	102,12	45,90	53,94	61,98
Zapotrzebowanie na moc cieplną q MW	0,0292	0,0209	0,0210	0,0211
Roczna oszczędność kosztów ΔO zł/rok	---	3774,98	3235,08	2695,19
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi zł/m ²	---	1500,00	1490,00	1480,00
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok zł	---	55995,75	55622,45	55249,14
Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw zł	---	0,00	0,00	0,00
Prosty czas zwrotu SPBT lata	---	14,83	17,19	20,50

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1
Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 55995,75 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 14,83 lat

Stolarka bardzo szczelna ($a < 0,3$)

Modernizacja systemu wentylacji

U= 1,30

Informacje uzupełniające:

Kompleksowa wymiana starych drzwi zewnętrznych 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 sala gimnastyczna 'Wentylacja grawitacyjna'

Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V: **8849,58** m³/h

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: **140,67**m²

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: **140,67**m²

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: **140,67**m²

Stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru: Średnie osłonięcie $c_r = 1,0$, $c_w = 1,00$

Stan istniejący: Stolarka bardzo nieuszczelna ($a > 4$)

Stopniodni: **3834,50** dzień•K/rok $\theta_i = 20,00$ °C $\theta_e = -20,00$ °C

	Stan istniejący	Wariant numer		
		W1	W2	W3
Opłata za 1 GJ	zł/GJ	67,15	67,15	67,15
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		1,00	1,00	0,70
Współczynnik c_r		1,00	0,85	0,55
Współczynnik a	---	---	---	---
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	1,100	1,000	0,900
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	268,63	231,37	125,63
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,1265	0,1260	0,0893
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	11866,11	14368,48	21468,62
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi	zł/m ²	780,00	790,00	800,00
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok	zł	134958,80	136689,04	138419,28
Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw	zł	210000,00	210000,00	210000,00
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	29,07	24,13	16,23

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 3

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 348419,28 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 16,23 lat

Stolarka bardzo szczelna ($a < 0,3$)

Modernizacja systemu wentylacji

U= 0,90

Informacje uzupełniające:

Kompleksowa wymiana starych okien zewnętrznych w budynku sali gimnastycznej na nowe poprawi komfort cieplny w budynku. Budynek posiada wentylację grawitacyjną, która jest niewystarczająca, dlatego planowana jest jej wymiana na wentylację mechaniczną z rekuperacją (odzyskiem ciepła).

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	Wariant 1
Ciepło właściwe wody c_w [kJ/(kg·K)]	4,18	4,18
Gęstość wody ρ_w [kg/m ³]	1000	1000
Temperatura ciepłej wody θ_w [°C]	55	55
Temperatura zimnej wody θ_o [°C]	10	10
Współczynnik korekcyjny k_R [-]	0,55	0,55
Powierzchnia o regulowanej temperaturze A_f [m ²]	1840,21	1840,21
Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na c.w.u. V_{WI} [dm ³ /(m ² ·doba)]	0,80	0,80
Czas użytkowania τ [h]	24,00	24,00
Współczynnik godzinowej nierównomierności N_h [-]	3,00	3,00
Sprawność wytwarzania $\eta_{w,g}$ [-]	0,65	3,00
Sprawność przesyłu $\eta_{w,d}$ [-]	0,85	0,85
Sprawność akumulacji ciepła $\eta_{w,s}$ [-]	0,85	0,85
Obliczeniowe zapotrzebowanie ciepła Q_{cw} [GJ/rok]	118,65	25,71
Max moc cieplna q_{cwu} [kW]	9,64	9,64

6.3.2 Ocena opłacalności modernizacji instalacji cwu

	Stan istniejący	Wariant 1
Opłata za 1 GJ [zł/GJ]	67,15	46,30
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie cwu [zł/MW]	0,00	0,00
Inne koszty, abonament [zł]	0,00	0,00
Roczna oszczędność kosztów ΔO [zł/a]	---	6777,36
Koszt modernizacji N_u [zł]	---	24600,00
SPBT [lat]	---	3,63

6.3.3 Uproszczona kalkulacja kosztów modernizacji instalacji cwu dla wariantu optymalnego

Planowane usprawnienia:	Nakłady
powietrzna pompa ciepła	24600,00
---	---
Suma:	24600,00

6.3.4 Opis zastosowanych ulepszeń dotyczących poprawy sprawności systemu c.w.u.

Usprawnienia termomodernizacyjne	Opis zastosowanych usprawnień
Ulepszenie sprawności wytwarzania η_g	Zastosowanie powietrznej pompy ciepła z wbudowanym zbiornikiem na ciepłą wodę użytkową. Przed rozdzielaczami rurociągu ciepłej wody użytkowej w celu opomiarowania, należy zamontować indywidualny licznik ciepła ciepłej wody użytkowej.
Ulepszenie sprawności przesyłu η_d	brak zastosowanych ulepszeń.
Ulepszenie sprawności akumulacji η_s	Brak przewidzianych działań termomodernizacyjnych, pompa ciepła wraz z zasobnikiem ciepłej wody użytkowej

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]	67,15	67,15
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]	1103,90	
Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [MW]	0,3337	
Sprawność systemu grzewczego	0,694	0,879
Roczna oszczędność kosztów ΔO [zł/a]	---	22484,04
Koszt modernizacji [zł]	---	459000,00
SPBT [lat]	---	20,41

Wariant 2
67,15
0,00
0,00
0,794
13508,52
369000,00
27,32

Informacje uzupełniające:

wybrano wariant z wymianą kotła grzewczego wraz z wymianą instalacji rozprowadzającą na nową w otulinie a ciepło będzie odbierane przez nowe grzejniki z zastosowaniem głowic termostatycznych.

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 $\eta_{H,g}$	1,040
Przesyłania ciepła, np. izolacja pionów zasilających $\eta_{H,d}$	0,960
Regulacji systemu ogrzewczego, np. wprowadzenie automatyki pogodowej $\eta_{H,e}$	0,880
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 $\eta_{H,g} \eta_{H,d} \eta_{H,e} \eta_{H,s}$	0,879

*) - 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
Nowy kocioł grzewczy	60000,00
Remont kotłowni	30000,00
nowa instalacja centralnego ogrzewania	221400,00
nowe grzejniki	147600,00
Suma:	459000,00

6.4.4 Opis zastosowanych ulepszeń dotyczących poprawy sprawności systemu grzewczego

Usprawnienia termomodernizacyjne	Opis zastosowanych usprawnień
Ulepszenie sprawności wytwarzania η_g	Wymiana kotła gazowego na nowy kocioł gazowy. Przed rozdzielaczami na rurociągu grzewczym zasilającym, w celu opomiarowania, należy zamontować indywidualny licznik ciepła instalacji grzewczej.
Ulepszenie sprawności przesyłu η_d	W zakresie modernizacji instalacji c.o. należy: wymienić wewnętrzną instalację centralnego ogrzewania na nową o znikomej bezwładności cieplnej. Należy zamontować regulacyjne zawory podpionowe oraz dostosować instalację do zmniejszonego zapotrzebowania na ciepło w budynku.
Ulepszenie sprawności regulacji η_e	Wymiana, grzejników z zastosowaniem głowic termostatycznych poprawi całkowitą sprawność systemu centralnego ogrzewania.
Ulepszenie sprawności akumulacji η_s	Brak zastosowanych ulepszeń.
Ulepszenie dotyczące przerw w ogrzewaniu w_t i w_d	Brak zastosowanych 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 systemu ciepłej wody użytkowej	24600,00 zł	3,63
2.	Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny	65632,80 zł	4,57
3.	Modernizacja przegrody OZ 'Wentylacja grawitacyjna'	98045,76 zł	8,20
4.	Modernizacja przegrody drzwi 'Wentylacja grawitacyjna'	55995,75 zł	14,83
5.	Modernizacja przegrody OZ sala gimnastyczna 'Wentylacja grawitacyjna'	348419,28 zł	16,23
6.	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna część dydaktyczna	171474,61 zł	54,37
7.	Modernizacja przegrody Ściana na gruncie	62068,66 zł	60,59
8.	Modernizacja systemu grzewczego	459000,00	20,41

7.2 Określenie kosztów poszczególnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Wariant 1		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	24600,00
2	Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny	65632,80
3	Modernizacja przegrody OZ 'Wentylacja grawitacyjna'	98045,76
4	Modernizacja przegrody drzwi 'Wentylacja grawitacyjna'	55995,75
5	Modernizacja przegrody OZ sala gimnastyczna 'Wentylacja grawitacyjna'	348419,28
6	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna część dydaktyczna	171474,61
7	Modernizacja przegrody Ściana na gruncie	62068,66
8	Modernizacja systemu grzewczego	459000,00
Całkowity koszt		1285236,86

Wariant 2		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	24600,00
2	Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny	65632,80
3	Modernizacja przegrody OZ 'Wentylacja grawitacyjna'	98045,76

4	Modernizacja przegrody drzwi 'Wentylacja grawitacyjna'	55995,75
5	Modernizacja przegrody OZ sala gimnastyczna 'Wentylacja grawitacyjna'	348419,28
6	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna część dydaktyczna	171474,61
7	Modernizacja systemu grzewczego	459000,00
Całkowity koszt		1223168,20

Wariant 3		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	24600,00
2	Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny	65632,80
3	Modernizacja przegrody OZ 'Wentylacja grawitacyjna'	98045,76
4	Modernizacja przegrody drzwi 'Wentylacja grawitacyjna'	55995,75
5	Modernizacja przegrody OZ sala gimnastyczna 'Wentylacja grawitacyjna'	348419,28
6	Modernizacja systemu grzewczego	459000,00
Całkowity koszt		1051693,59

Wariant 4		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	24600,00
2	Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny	65632,80
3	Modernizacja przegrody OZ 'Wentylacja grawitacyjna'	98045,76
4	Modernizacja przegrody drzwi 'Wentylacja grawitacyjna'	55995,75
5	Modernizacja systemu grzewczego	459000,00
Całkowity koszt		703274,31

Wariant 5		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	24600,00
2	Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny	65632,80
3	Modernizacja przegrody OZ 'Wentylacja grawitacyjna'	98045,76
4	Modernizacja systemu grzewczego	459000,00
Całkowity koszt		647278,56

Wariant 6		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	24600,00
2	Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny	65632,80
3	Modernizacja systemu grzewczego	459000,00
Całkowity koszt		549232,80

Wariant 7		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	24600,00
2	Modernizacja systemu grzewczego	459000,00
Całkowity koszt		483600,00

Wariant 8		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu grzewczego	459000,00
Całkowity koszt		459000,00

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 ogrzewanej, ΔV
	[MW]	[GJ]	°C	m ²	m ³	m ³	m ³	W/m ³	1/m
0	0,3337	1103,90	20,00	1840,21	9414,91	9414,91	9414,91	35,44	0,23
1	0,1636	561,93	20,00	1840,21	9414,91	9414,91	9414,91	31,89	0,23
2	0,2900	700,89	20,00	1840,21	9414,91	9414,91	9414,91	...	0,23
3	0,2957	752,33	20,00	1840,21	9414,91	9414,91	9414,91	...	0,23
4	0,2957	752,33	20,00	1840,21	9414,91	9414,91	9414,91	...	0,23
5	0,2973	766,70	20,00	1840,21	9414,91	9414,91	9414,91	...	0,23
6	0,3079	863,62	20,00	1840,21	9414,91	9414,91	9414,91	...	0,23
7	0,3337	1103,90	20,00	1840,21	9414,91	9414,91	9414,91	...	0,23
8	0,3337	1103,90	20,00	1840,21	9414,91	9414,91	9414,91	...	0,23

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	GJ	-	-	-	GJ	zł	zł	%
	MW	MW							
0	1103,90 0,3337	118,65 0,0096	0,69	1,00	1,00	1709,93	114821,5 ₉	---	---
1	561,93 0,1636	25,71 0,0096	0,88	1,00	1,00	665,29	44137,99	70683,60	61,56
2	700,89 0,2900	25,71 0,0096	0,88	1,00	1,00	823,45	54758,68	60062,91	52,31
3	752,33 0,2957	25,71 0,0096	0,88	1,00	1,00	881,99	58689,91	56131,68	48,89
4	752,33 0,2957	25,71 0,0096	0,88	1,00	1,00	881,99	58689,91	56131,68	48,89
5	766,70 0,2973	25,71 0,0096	0,88	1,00	1,00	898,36	59788,61	55032,98	47,93
6	863,62 0,3079	25,71 0,0096	0,88	1,00	1,00	1008,67	67196,22	47625,37	41,48
7	1103,90 0,3337	25,71 0,0096	0,88	1,00	1,00	1282,15	85560,19	29261,40	25,48
8	1103,90 0,3337	118,65 0,0096	0,88	1,00	1,00	1375,09	89863,60	24957,99	21,74

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	1285236,86 zł	70683,60	61,09%	192785,53 1092451,33	15,00% 85,00%	218490,27	205637,90	141367,19
2	1223168,20 zł	60062,91	51,84%	192785,53 1030382,66	15,76% 84,24%	206076,53	195706,91	120125,83
3	1051693,59 zł	56131,68	48,42%	192785,53 858908,05	18,33% 81,67%	171781,61	168270,97	112263,37
4	703274,31 zł	56131,68	48,42%	192785,53 510488,77	27,41% 72,59%	102097,75	112523,89	112263,37
5	647278,56 zł	55032,98	47,46%	192785,53 454493,02	29,78% 70,22%	90898,60	103564,57	110065,95
6	549232,80 zł	47625,37	41,01%	192785,53 356447,26	35,10% 64,90%	71289,45	87877,25	95250,74
7	483600,00 zł	29261,40	25,02%	192785,53 290814,46	39,86% 60,14%	58162,89	77376,00	58522,80
8	459000,00 zł	24957,99	19,58%	192785,53 266214,46	42,00% 58,00%	53242,89	73440,00	49915,98

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 **192785,53 zł**

7.6. Charakterystyka optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

- planowany koszt całkowity	---	1285236,86 zł	
- planowana kwota środków własnych	---	192785,53 zł	
- planowana kwota kredytu	---	1092451,33 zł	
- przewidywana premia termomodernizacyjna	---	141367,19 zł	
- roczne oszczędności kosztów energii	---	70683,60 zł	tj. 61,56 %

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

P1

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 22 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Wełna mineralna granulowana

Uwagi:

Dla przegrody stropodach proponuje się docieplenie granulowaną wełną mineralną o grubości 22 cm. Ze względu na charakter obiektu budynek użyteczności publicznej, przyjęto minimalną wymaganą wartość współczynnika przenikania ciepła na poziomie 0,15 W/m²K. Można zastosować inny materiał izolacyjny, który nie zmieni wyniku końcowego współczynnika przenikania ciepła U.

P2

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna część dydaktyczna**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 11 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Płyta styropianowa EPS 70-040 FASADA

Uwagi:

Dla przegrody ściana zewnętrzna proponuje się płyty styropianowe o grubości 11 cm. Ze względu na charakter obiektu budynek użyteczności publicznej, przyjęto minimalną wymaganą wartość współczynnika przenikania ciepła na poziomie 0,20 W/m²K. Można zastosować inny materiał izolacyjny, który nie zmieni wyniku końcowego współczynnika przenikania ciepła U. Należy przewidzieć, że podczas prac termomodernizacyjnych mogą wystąpić niezbędne roboty towarzyszące typu: instalacja odgromowa, chodników i opaski wokół budynku, remontu schodów, przebudowa pochylni dla niepełnosprawnych, daszki i balkony zewnętrzne oraz inne niezbędne do wykonania prac termomodernizacyjnych.

P3

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Ściana na gruncie**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 8 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Styropian xps

Uwagi:

Dla przegrody ściana na gruncie proponuje się Styropian XPS o grubości 8 cm. Ze względu na charakter obiektu budynek użyteczności publicznej, przyjęto minimalną wymaganą wartość współczynnika przenikania ciepła na poziomie 0,22 W/m²K. Można zastosować inny materiał izolacyjny, który nie zmieni wyniku końcowego współczynnika przenikania ciepła U. Należy przewidzieć, że podczas prac termomodernizacyjnych mogą wystąpić roboty towarzyszące typu: rozbiórki opaski wokół budynku, wykopy niezbędne do ocieplenia przegrody i osuszenie ścian, przemurowanie rys, wymiana uszkodzonych elementów, uzupełnienie odspojonych tynków

O1

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

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

Wymagany typ stolarki: Stolarka bardzo szczelna (a < 0,3)

Uwagi:

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

O2

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody drzwi 'Wentylacja grawitacyjna'**

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

Wymagany typ stolarki: Stolarka bardzo szczelna (a < 0,3)

Uwagi:

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

O3

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody OZ sala gimnastyczna 'Wentylacja grawitacyjna'**

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

Wymagany typ stolarki: Stolarka bardzo szczelna (a < 0,3)

Uwagi:

Kompleksowa wymiana starych okien zewnętrznych w budynku sali gimnastycznej na nowe poprawi komfort cieplny w budynku. Budynek posiada wentylację grawitacyjną, która jest niewystarczająca, dlatego planowana jest jej wymiana na wentylację mechaniczną z rekuperacją (odzyskiem ciepła).

C.W.U.

Usprawnienie: **modernizacja instalacji ciepłej wody użytkowej**

Wymagany zakres prac modernizacyjnych:

Uwagi:

Proponuje się zastosowanie powietrznej pompy ciepła pokrywającej zapotrzebowanie na ciepłą wodę użytkową.

C.O.

Usprawnienie: **modernizacja instalacji grzewczej**

Wymagany zakres prac modernizacyjnych:

Uwagi:

wybrano wariant z wymianą kotła grzewczego wraz z wymianą instalacji rozprowadzającą na nową w otulinie a ciepło będzie odbierane przez nowe grzejniki z zastosowaniem głowic termostatycznych.

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: III

Stacja meteorologiczna: Kielce - Suków

Powierzchnia zabudowy $A_z=977,99 \text{ m}^2$

Powierzchnia o regulowanej temperaturze $A_t=1840,21 \text{ m}^2$

Powierzchnia netto $A=1840,21 \text{ m}^2$

Kubatura ogrzewana budynku $V=9414,91 \text{ m}^3$

Liczba kondygnacji: 3

3. Spis przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej

Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny

Modernizacja przegrody OZ 'Wentylacja grawitacyjna'

Modernizacja przegrody drzwi 'Wentylacja grawitacyjna'

Modernizacja przegrody OZ sala gimnastyczna 'Wentylacja grawitacyjna'

Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna część dydaktyczna

Modernizacja przegrody Ściana na gruncie

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.
Miejscowe wytwarzanie energii w budynku - Gaz ziemny	0,69	9,97	kWh/m ³	442023,6	44335,4	m ³ /rok

4.2. Po modernizacji

Rodzaj paliwa	$\eta_{H,tot}$	H_u	Jedn.	$Q_{K,H}$ [kWh/rok]	Zużycie paliwa B	Jedn.
Miejscowe wytwarzanie energii w budynku - Gaz ziemny	0,88	9,97	kWh/m ³	177662,1	17819,7	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.
Miejscowe wytwarzanie energii w budynku - Gaz ziemny	0,47	9,97	kWh/m ³	32959,9	3305,9	m ³ /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	2,17	1,00	kWh/kWh	3294,7	3294,7	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
Miejscowe wytwarzanie energii w budynku - Gaz ziemny	kg/1,0E6•m ³	1,880000	1520,000000	300,000000	2000000,000000	0,500000	0,000000	0,000000
System przygotowania ciepłej wody								
Rodzaj paliwa	Jedn.	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂	PYŁ	SADZA	B-a-P
Miejscowe wytwarzanie energii w budynku - Gaz ziemny	kg/1,0E6•m ³	1,880000	1520,000000	300,000000	2000000,000000	0,500000	0,000000	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
Miejscowe wytwarzanie energii w budynku - Gaz ziemny	kg/1,0E6•m ³	1,880000	1520,000000	300,000000	2000000,000000	0,500000	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	0,001516	0,000954	0,002340	0,728000	0,000062	0,000000	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	0,0834	67,3898	13,3006	88670,73 17	0,0222	0,0000	0,0000
System przygotowania ciepłej wody	kg/rok	0,0062	5,0250	0,9918	6611,813 5	0,0017	0,0000	0,0000
Całkowita emisja w budynku	Jedn.	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂	PYŁ	SADZA	B-a-P
	kg/rok	0,0896	72,4147	14,2924	95282,54 52	0,0238	0,0000	0,0000

7.2. Po modernizacji

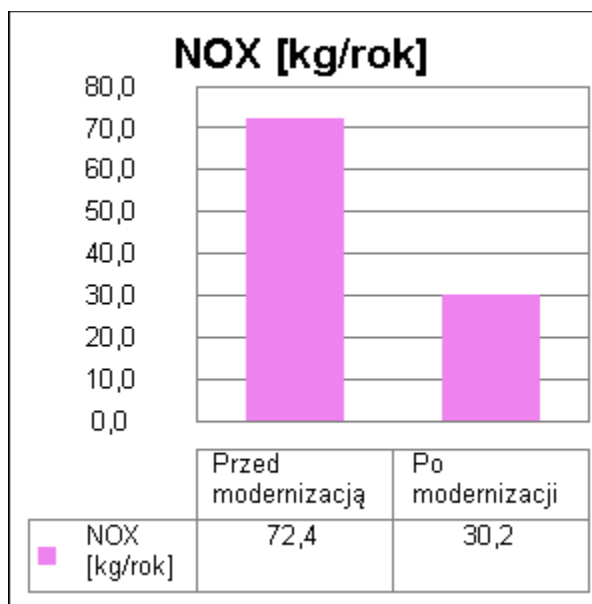
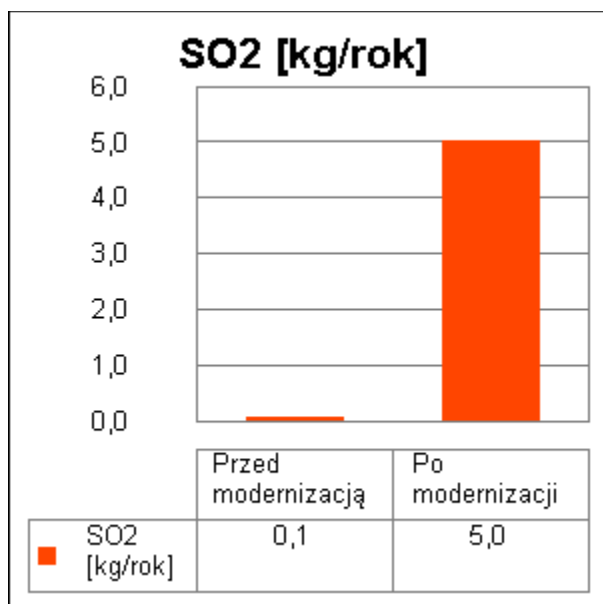
System	Jedn.	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂	PYŁ	SADZA	B-a-P
System ogrzewania i wentylacji	kg/rok	0,0335	27,0859	5,3459	35639,33 53	0,0089	0,0000	0,0000
System przygotowania ciepłej wody	kg/rok	4,9948	3,1432	7,7096	2398,557 5	0,2043	0,0000	0,0000
Całkowita emisja w budynku	Jedn.	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂	PYŁ	SADZA	B-a-P
	kg/rok	5,0283	30,2291	13,0555	38037,89 28	0,2132	0,0000	0,0000

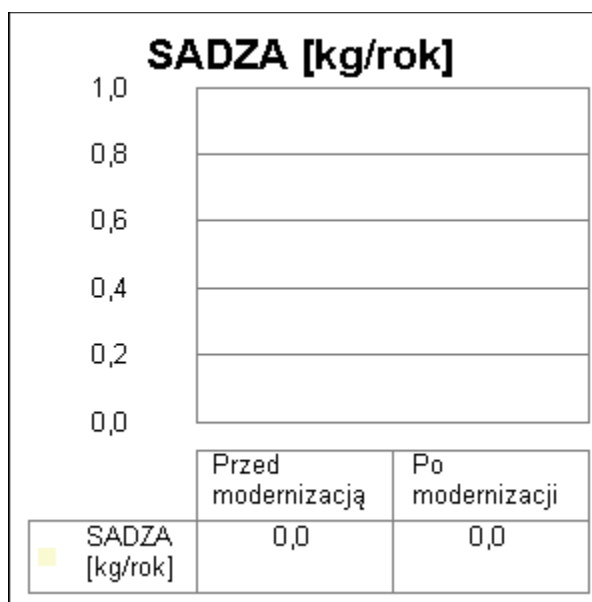
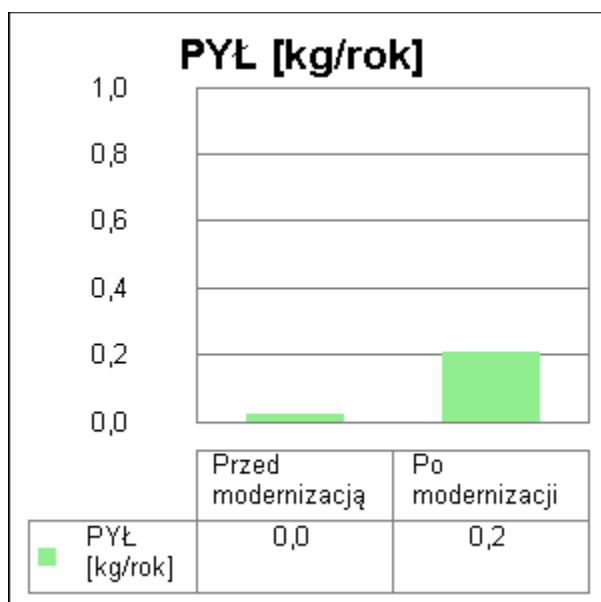
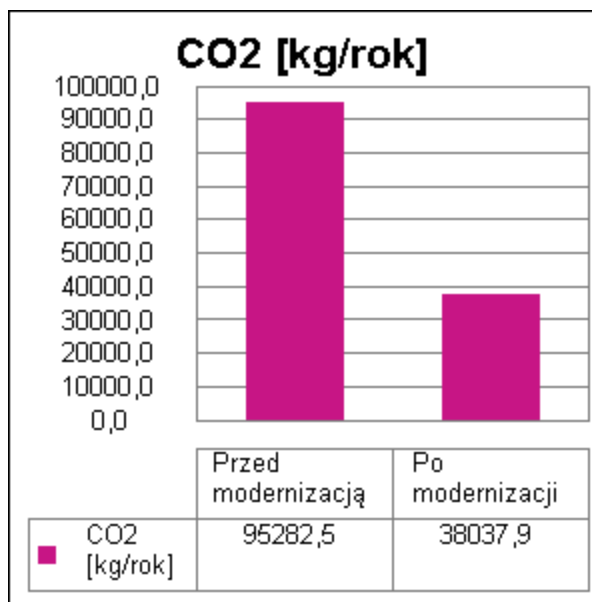
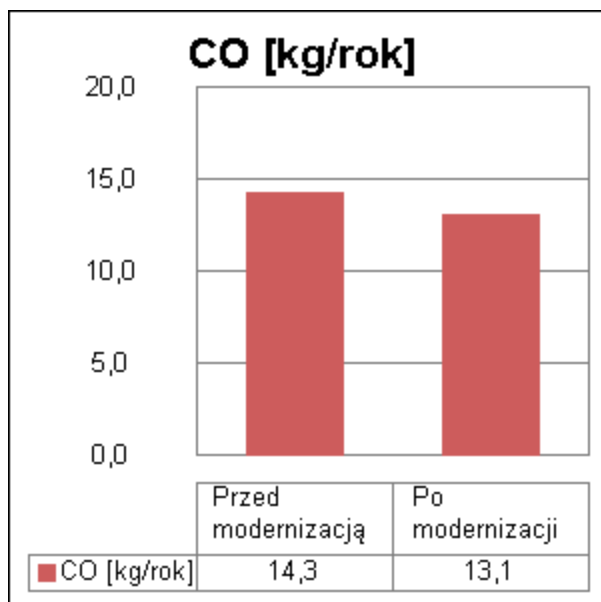
8. Bezpośredni efekt ekologiczny

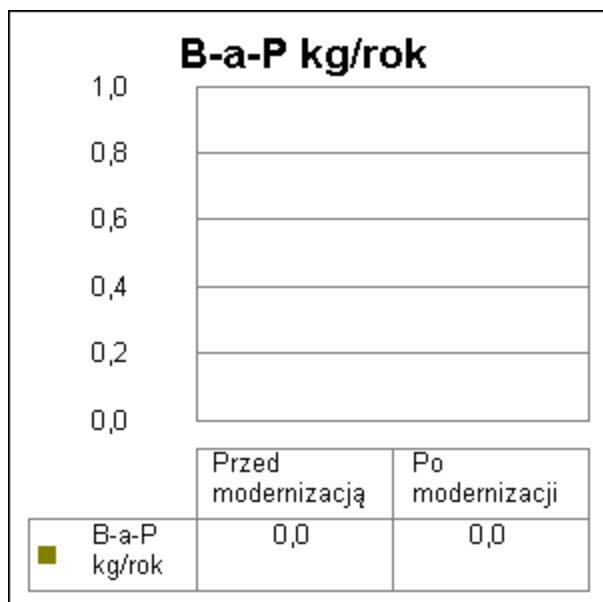
8.1. Tabela bezpośredniego efektu ekologicznego

Emitowane zanieczyszczenie	Budynek projektowany [kg/rok]	Budynek z alternatywnymi źródłami [kg/rok]	Efekt ekologiczny[kg/rok]	Redukcja emisji [%]
SO ₂	0,089566	5,028299	-4,938734	-5514,10
NO _x	72,414734	30,229059	42,185675	58,26
CO	14,292382	13,055549	1,236832	8,65
CO ₂	95282,545203	38037,892761	57244,652442	60,08
PYŁ	0,023821	0,213183	-0,189362	-794,95
SADZA	0,000000	0,000000	0,000000	...
B-a-P	0,000000	0,000000	0,000000	...

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	0,089566	5,028299	0,089566	5,028299
NO _x	0,50	72,414734	30,229059	36,207367	15,114530
PYŁ	0,50	0,023821	0,213183	0,011910	0,106591
SADZA	2,50	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
B-a-P	20000,00	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000

Łączna emisja równoważna	36,308843	20,249420
---------------------------------	-----------	-----------

Efekt ekologiczny wyrażony emisją równoważną dla proponowanych przedsięwzięć termomodernizacyjnych wynosi 16,059423 kg/rok, czyli 44,2%.

9.2. Wykres emisji równoważnej

