

1. Strona tytułowa audytu energetycznego

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	<i>Użyteczności publicznej</i>	1.2 Rok budowy	1950
1.3 INWESTOR Gmina Grabica	Gmina Grabica	1.4 Adres budynku	
	ul. Grabica 66 97-306 Grabica	Boryszów 2 97-306 Grabica ŁÓDZKIE	
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	kwiecień 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			

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]	3973,60	3973,60
2.1.4.	Powierzchnia netto budynku [m ²]	1479,47	1479,47
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	196,00	196,00
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]	0,45	0,45
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	0,34; 0,21	0,19; 0,21
2.2.2.	Dach/stropodach/strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami	0,19; 0,17	0,19; 0,17
2.2.3.	Strop nad piwnicą	0,29	0,15
2.2.4.	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	1,78; 0,34	1,78; 0,34
2.2.5.	Okna, drzwi balkonowe	1,70; 1,30	0,90; 1,30
2.2.6.	Drzwi zewnętrzne/bramy	2,00; 1,50	1,30; 1,50
2.2.7.	Ściany na gruncie	1,01	1,01
2.3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.3.1.	Sprawność wytwarzania	0,910	4,000
2.3.2.	Sprawność przesyłu	0,900	0,960
2.3.3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,880	0,880
2.3.4.	Sprawność akumulacji	1,000	1,000
2.3.5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	1,000	1,000
2.3.6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	1,000	1,000
2.4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.4.1.	Sprawność wytwarzania	0,830	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	0,840
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]	5809,49	5688,75
2.5.1.4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	1,46	1,43
2.6. Charakterystyka energetyczna budynku		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.6.1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	104,82	95,11
2.6.2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	7,55	7,55
2.6.3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	372,50	292,63
2.6.4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	516,85	86,60
2.6.5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	72,78	20,37
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)]	71,60	56,24
2.6.9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)]	99,34	16,64
2.6.10**	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,00	73,70
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]	32,94	39,59
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]	48,46	48,46

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)]	0,96	0,24
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]	1116871,68	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	81,86
Planowane koszty całkowite [zł]	1801405,94	Premia termomodernizacyjna [zł]	32741,51
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	16370,76		

* 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 - Temperatury 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:

684534 zł

4. Kwota kredytu możliwego do zaciągnięcia przez inwestora::

1116872 zł

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

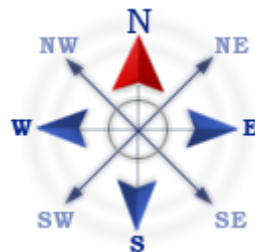
4.1. Ogólne dane techniczne

Konstrukcja/technologia budynku	-	tradycyjna
Kubatura budynku	-	4068,73 m ³
Kubatura ogrzewania	-	3973,60 m ³
Powierzchnia netto budynku	-	1479,47 m ²
Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej	-	0,00 m ²
Współczynnik kształtu	-	0,45 m ⁻¹
Powierzchnia zabudowy budynku	-	1105,10 m ²
Ilość mieszkań	-	0,00
Ilość mieszkańców	-	196,00

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	0,34; 0,21	W/(m ² •K)
Dach/stropodach	0,19; 0,17	W/(m ² •K)
Strop piwnicy	0,29	W/(m ² •K)
Okna	1,70; 1,30	W/(m ² •K)
Drzwi/bramy	2,00; 1,50	W/(m ² •K)
Okna połaciowe	---	W/(m ² •K)
Ściany na gruncie	1,01	W/(m ² •K)
Podłogi na gruncie	1,78; 0,34	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	32,94 zł/GJ	39,59 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	52,94 zł/GJ	52,94 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 50 do 120 kW Paliwo - olej opałowy	$\eta_{H,g} = 0,910$
Przesyłanie ciepła	C.o. wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku z zaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w przestrzeni nieogrzewanej	$\eta_{H,d} = 0,900$
Regulacja systemu grzewczego	Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji centralnej i miejscowej z	$\eta_{H,e} = 0,880$

	zaworem termostatycznym o działaniu proporcjonalnym z zakresem proporcjonalności P-2K	
Akumulacje ciepła	Brak zasobnika buforowego	$\eta_{H,s} = 1,000$
Czas ogrzewania w okresie tygodnia	Liczba dni: 7 dni	$w_t = 1,000$
Przerwy w ogrzewaniu w okresie doby	Liczba godzin: Bez przerw	$w_d = 1,000$
Sprawność całkowita systemu grzewczego $\eta_{H,tot} = \eta_{H,g} \eta_{H,d} \eta_{H,e} \eta_{H,s} =$		0,721
Informacje uzupełniające dotyczące przerw w ogrzewaniu	...	
Modernizacja systemu grzewczego po 1984 r.	Instalacja była modernizowana po 1984 r. Modernizacja polegała na: zamontowano kocioł olejowy w 1996 roku	wymagany próg oszczędności: 15%
Moc cieplna zamówiona (centralne ogrzewanie)		--- MW
4.6. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej		
Wytwarzanie ciepła	Kotły niskotemperaturowe o mocy do 50 kW	$\eta_{W,g} = 0,830$
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. $\eta_{W,tot} = \eta_{W,g} \eta_{W,d} \eta_{W,s} \eta_{W,e} =$		0,600
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	5809,49	
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
Ściana zewnętrzna	Ściana zewnętrzna zbudowana z cegły dziurawki obustronnie otynkowana. Przegroda nie spełnia wymagań cieplnych warunków technicznych przegród zewnętrznych dla roku, 2021 dlatego proponuje się ocieplić istniejącą przegrodę.
Ściana na gruncie	Ściana na gruncie murowana, nie przewiduje się działań termomodernizacyjnych.
Podłoga na gruncie	Podłoga na gruncie w budynku wykonana, jako betonowa na podkładzie piaskowym. Nie przewiduje się działań termomodernizacyjnych.
Strop wewnętrzny	Strop nap piętnem ceramiczny ocieplony wełną mineralną grubości 12 cm. 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.
Ściana zewnętrzna sala gimnastyczna	Ściana zewnętrzna zbudowana z cegły z betonu komórkowego ocieplona styropianem o gr 12 cm. obustronnie otynkowana, nie przewiduje się działań termomodernizacyjnych.
Dach sala gimnastyczna	Dach Sali gimnastycznej zbudowany z płyty warstwowej, nie przewiduje się działań termomodernizacyjnych.
Dach zaplecze	Dach zaplecza sportowego żelbetowy ocieplony wełną mineralną o grubości 22cm, nie przewiduje się działań termomodernizacyjnych.
Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	Okna zewnętrzne w szkole w złym stanie technicznym proponuje się ich wymianę.
Modernizacja przegrody DZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	Drzwi zewnętrzne w szkole w złym stanie technicznym proponuje się ich wymianę.
System grzewczy	Aktualnie budynek zasilany jest w ciepło z kotłowni olejowej znajdującej się w piwnicy budynku. Instalacja w złym stanie technicznym w części starej budynku (w nowej części t. Sali gimnastycznej instalacja nowa o znikomej bezwładności cieplnej), na tym etapie termomodernizacji nie przewiduje się działań modernizacyjnych.
Instalacja ciepłej wody użytkowej	Ciepła woda użytkowa pochodzi z kotła olejowego.

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 wewnętrzny		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Maty z wełny mineralnej, $\lambda = 0,035$ [W/(m·K)];	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	472,77 m ²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	472,77 m ²	
Stopniodni: 8700,68 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
Oплата za 1 GJ Oz zł/GJ	32,94	39,59	39,59	39,59
Oплата 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	---	8	10	12
Współczynnik przenikania ciepła U W/(m ² K)	0,288	0,174	0,158	0,145
Opór cieplny R (m ² K)/W	3,47	5,75	6,32	6,90
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR (m ² K)/W	---	2,29	2,86	3,43
Straty ciepła na przenikanie Q GJ	89,13	53,71	48,86	44,81
Zapotrzebowanie na moc cieplną q MW	0,0047	0,0029	0,0026	0,0024
Roczna oszczędność kosztów ΔO zł/rok	---	809,46	1001,62	1161,93
Cena jednostkowa usprawnienia K_j zł/m ²	---	29,01	30,12	31,24
Koszty realizacji usprawnienia N_u zł	---	13715,06	14239,83	14770,28
Prosty czas zwrotu SPBT lata	---	16,94	14,22	12,71

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1.2

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 14770,28 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 12,71 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 12 cm

Informacje uzupełniające:

Dla przegrody stropodach wentylowany proponuje się maty z wełny mineralnej o grubości 12 cm przyjęto minimalną wymaganą wartość współczynnika przenikania ciepła na poziomie poniżej 0,15 W/m²K.

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, Płyta styropianowa, $\lambda = 0,031$ [W/(m·K)];	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła As:	501,44m²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia Ak:	550,91m²	
Stopniodni: 3517,08 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
Oplata za 1 GJ Oz	zł/GJ	32,94	39,59	39,59
Oplata 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	---	5	6
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	0,342	0,220	0,206
Opór cieplny R	(m ² K)/W	2,92	4,54	4,86
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² K)/W	---	1,61	1,94
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	52,14	37,25	34,78
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0069	0,0049	0,0046
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	242,68	340,62
Cena jednostkowa usprawnienia K_i	zł/m ²	---	304,12	306,89
Koszty realizacji usprawnienia N_u	zł	---	167543,36	169069,38
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	690,39	496,36

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1.2

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 169828,24 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 398,32 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 7 cm

Informacje uzupełniające:

Dla przegrody ściana zewnętrzna proponuje się płyty styropianowe o grubości 7 cm przyjęto minimalną wymaganą wartość współczynnika przenikania ciepła na poziomie poniżej 0,20 W/m²K. Należy przewidzieć, że podczas prac termomodernizacyjnych mogą wystąpić niezbędne roboty towarzyszące typu: instalacja odgromowa, parapety obróbka blacharska, daszki oraz inne niezbędne do wykonania prac termomodernizacyjnych.

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 1 'Wentylacja grawitacyjna'	
Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V: 3276,38 m ³ /h	
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: 155,20 m ²	
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: 155,20 m ²	
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: 155,20 m ²	
Stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru: Średnie osłonięcie cr = 1,0 ,cw = 1,00	
Stan istniejący: Stolarka szczelna (0,5 < a < 1)	
Stopniodni: 3696,40 dzień•K/rok θi = 20,00 °C θe = -20,00 °C	

	Stan istniejący	Wariant numer		
		W1	W2	W3
Oplata za 1 GJ zł/GJ	32,94	39,59	39,59	39,59
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	1,00	1,00	1,00	0,70
Współczynnik c _r	1,00	0,85	0,70	0,55
Współczynnik a	---	---	---	---
Współczynnik przenikania ciepła U W/(m ² K)	1,700	1,100	1,000	0,900
Straty ciepła na przenikanie Q GJ	321,03	229,21	193,42	123,73
Zapotrzebowanie na moc cieplną q MW	0,0551	0,0497	0,0491	0,0356
Roczna oszczędność kosztów ΔO zł/rok	---	1500,46	2917,13	5676,29
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi zł/m ²	---	680,04	780,12	980,74
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok zł	---	105540,85	121073,06	152208,17
Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw zł	---	0,00	0,00	0,00
Prosty czas zwrotu SPBT lata	---	70,34	41,50	26,81

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 3

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 152208,17 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 26,81 lat

Stolarka bardzo szczelna (a < 0,3)

Modernizacja systemu wentylacji

U= 0,90

Informacje uzupełniające:

Kompleksowa wymiana okien w budynku szkoły poprawi komfort cieplny w budynku.

Ocena opłacalności i wybór wariantu polegającego na wymianie okien lub drzwi oraz poprawieniu systemu wentylacji
Modernizacja przegrody DZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'

Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V: **71,62 m³/h**

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: **4,56m²**

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: **4,56m²**

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: **4,56m²**

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

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

Stopniodni: **3696,40 dzień•K/rok** $\theta_i = 20,00$ °C $\theta_e = -20,00$ °C

	Stan istniejący	Wariant numer		
		W1	W2	W3
Oplata za 1 GJ zł/GJ	32,94	39,59	39,59	39,59
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)	1,848	1,500	1,400	1,300
Straty ciepła na przenikanie Q GJ	13,96	8,10	6,91	4,57
Zapotrzebowanie na moc cieplną q MW	0,0017	0,0012	0,0012	0,0009
Roczna oszczędność kosztów ΔO zł/rok	---	139,27	186,35	278,87
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi zł/m ²	---	2639,34	2749,23	2959,10
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok zł	---	12035,39	12536,49	13493,48
Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw zł	---	0,00	0,00	0,00
Prosty czas zwrotu SPBT lata	---	86,42	67,27	48,39

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 3
Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 13493,48 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 48,39 lat

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

Modernizacja systemu wentylacji

U= 1,30

Informacje uzupełniające:

Wymiana drzwi zewnętrznych w budynku szkoły 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	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]	1441,26	1441,26
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 $\eta_{w,g}$ [-]	0,83	3,00
Sprawność przesyłu $\eta_{w,d}$ [-]	0,85	0,85
Sprawność akumulacji ciepła $\eta_{w,s}$ [-]	0,85	0,84
Obliczeniowe zapotrzebowanie ciepła Q_{cw} [GJ/rok]	72,78	20,37
Max moc cieplna q_{cwu} [kW]	7,55	7,55

6.3.2 Ocena opłacalności modernizacji instalacji cwu

	Stan istniejący	Wariant 1
Opłata za 1 GJ [zł/GJ]	52,94	52,94
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]	---	2774,18
Koszt modernizacji N_u [zł]	---	3000,00
SPBT [lat]	---	1,08

6.3.3 Uproszczona kalkulacja kosztów modernizacji instalacji cwu dla wariantu optymalnego

Planowane usprawnienia:	Nakłady
Nowy zasobnik na cwu	3000,00
---	---
Suma:	3000,00

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

Usprawnienia termomodernizacyjne	Opis zastosowanych usprawnień
Ulepszenie sprawności wytwarzania η_g	koszty wliczone w centralne ogrzewanie
Ulepszenie sprawności przesyłu η_d	brak proponowanych działań termomodernizacyjnych
Ulepszenie sprawności akumulacji η_s	Nowy zasobnik na ciepłą wodę użytkową

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]	32,94	39,59
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]	372,50	
Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	[MW]	0,1048	
Sprawność systemu grzewczego		0,721	3,379
Roczna oszczędność kosztów ΔO	[zł/a]	---	12660,80
Koszt modernizacji	[zł]	---	1355020,69
SPBT	[lat]	---	107,02

Informacje uzupełniające:

Wymiana kotła grzewczego na pompę ciepła poprawi komfort cieplny w budynku, oraz zlikwiduje niską emisję, Zastosowanie pompy ciepła znacząco obniży emisję dwutlenku węgla.

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

Rodzaje ulepszeń termomodernizacyjnych	Wartości sprawności składowych n oraz współczynników w *)
Wytwarzania ciepła, np. wymiana lokalnego wbudowanego źródła ciepła $\eta_{H,g}$	4,000
Przesyłania ciepła, np. izolacja pionów zasilających $\eta_{H,d}$	0,960
Regulacji systemu grzewczego, 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 $\eta_{H,g} \eta_{H,d} \eta_{H,e} \eta_{H,s}$	3,379

*) - 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
Demontaż istniejącej instalacji co	33474,59
Montaż instalacji co	160862,45
Pompy ciepła wraz z wymiennikiem gruntowym	1137487,81
Roboty budowlane	23195,83
Suma:	1355020,69

6.4.4 Opis zastosowanych ulepszeń dotyczących poprawy sprawności systemu grzewczego

Usprawnienia termomodernizacyjne	Opis zastosowanych usprawnień
Ulepszenie sprawności wytwarzania η_g	Zastosowanie gruntowej pompy ciepła
Ulepszenie sprawności przesyłu η_d	Nowa instalacja w otulinie
Ulepszenie sprawności regulacji η_e	Nowe grzejniki
Ulepszenie sprawności akumulacji η_s	Zasobnik buforowy
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 systemu ciepłej wody użytkowej	3000,00 zł	1,08
2.	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny	14770,28 zł	12,71
3.	Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	152208,17 zł	26,81
4.	Modernizacja przegrody DZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	13493,48 zł	48,39
5.	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	169828,24 zł	398,32
6.	Prace rozbiórkowe	5367,79 zł	---
7.	Remont schodów	5510,33 zł	---
8.	Opaska wokół budynku	11331,06 zł	---
9.	Instalacja odgromowa	9031,25 zł	---
10.	Prace towarzyszące termomodernizacji	61844,65 zł	---
	Modernizacja systemu grzewczego	1355020,69	107,02

7.2 Określenie kosztów poszczególnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Wariant 1		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	3000,00
2	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny	14770,28
3	Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	152208,17
4	Modernizacja przegrody DZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	13493,48
5	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	169828,24
6	Modernizacja systemu grzewczego	1355020,69
7	Prace rozbiórkowe	5367,79
8	Remont schodów	5510,33
9	Opaska wokół budynku	11331,06
10	Instalacja odgromowa	9031,25
11	Prace towarzyszące termomodernizacji	61844,65
Całkowity koszt		1801405,94

Wariant 2		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	3000,00
2	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny	14770,28
3	Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	152208,17
4	Modernizacja przegrody DZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	13493,48
5	Modernizacja systemu grzewczego	1355020,69
6	Prace rozbiórkowe	5367,79
7	Remont schodów	5510,33
8	Opaska wokół budynku	11331,06
9	Instalacja odgromowa	9031,25
10	Prace towarzyszące termomodernizacji	61844,65
Całkowity koszt		1631577,70

Wariant 3		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	3000,00
2	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny	14770,28
3	Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	152208,17

4	Modernizacja systemu grzewczego	1355020,69
5	Prace rozbiórkowe	5367,79
6	Remont schodów	5510,33
7	Opaska wokół budynku	11331,06
8	Instalacja odgromowa	9031,25
9	Prace towarzyszące termomodernizacji	61844,65
Całkowity koszt		1618084,22

Wariant 4		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	3000,00
2	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny	14770,28
3	Modernizacja systemu grzewczego	1355020,69
4	Prace rozbiórkowe	5367,79
5	Remont schodów	5510,33
6	Opaska wokół budynku	11331,06
7	Instalacja odgromowa	9031,25
8	Prace towarzyszące termomodernizacji	61844,65
Całkowity koszt		1465876,05

Wariant 5		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	3000,00
2	Modernizacja systemu grzewczego	1355020,69
3	Prace rozbiórkowe	5367,79
4	Remont schodów	5510,33
5	Opaska wokół budynku	11331,06
6	Instalacja odgromowa	9031,25
7	Prace towarzyszące termomodernizacji	61844,65
Całkowity koszt		1451105,77

Wariant 6		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu grzewczego	1355020,69
2	Prace rozbiórkowe	5367,79

3	Remont schodów	5510,33
4	Opaska wokół budynku	11331,06
5	Instalacja odgromowa	9031,25
6	Prace towarzyszące termomodernizacji	61844,65
Całkowity koszt		1448105,77

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
	[MW]	[GJ]	°C	m ²	m ³	m ³	m ³	W/m ³	1/m
0	0,1048	372,50	19,19	1445,25	3973,60	4068,73	3973,60	27,57	0,45
1	0,0951	292,63	19,19	1445,25	3973,60	4068,73	3973,60	26,33	0,45
2	0,0981	315,26	19,19	1445,25	3973,60	4068,73	3973,60	26,97	0,45
3	0,0982	316,35	19,19	1445,25	3973,60	4068,73	3973,60	26,97	0,45
4	0,1048	354,32	19,19	1445,25	3973,60	4068,73	3973,60	26,98	0,45
5	0,1048	372,50	19,19	1445,25	3973,60	4068,73	3973,60	27,57	0,45
6	0,1048	372,50	19,19	1445,25	3973,60	4068,73	3973,60	27,57	0,45

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	372,50 0,1048	72,78 0,0075	0,72	1,00	1,00	589,62	20877,79	---	---
1	292,63 0,0951	20,37 0,0075	3,38	1,00	1,00	106,97	4507,03	16370,76	78,41
2	315,26 0,0981	20,37 0,0075	3,38	1,00	1,00	113,67	4772,13	16105,65	77,14
3	316,35 0,0982	20,37 0,0075	3,38	1,00	1,00	113,99	4784,92	16092,87	77,08
4	354,32 0,1048	20,37 0,0075	3,38	1,00	1,00	125,23	5229,77	15648,02	74,95
5	372,50 0,1048	20,37 0,0075	3,38	1,00	1,00	130,61	5442,80	15434,99	73,93
6	372,50 0,1048	72,78 0,0075	3,38	1,00	1,00	183,01	8216,98	12660,80	60,64

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	1801405,94 zł	16370,76	81,86%	684534,26 1116871,68	38,00% 62,00%	223374,34	288224,95	32741,51
2	1631577,70 zł	16105,65	80,72%	684534,26 947043,44	41,96% 58,04%	189408,69	261052,43	32211,31
3	1618084,22 zł	16092,87	80,67%	684534,26 933549,96	42,31% 57,69%	186709,99	258893,47	32185,73
4	1465876,05 zł	15648,02	78,76%	684534,26 781341,79	46,70% 53,30%	156268,36	234540,17	31296,03
5	1451105,77 zł	15434,99	77,85%	684534,26 766571,51	47,17% 52,83%	153314,30	232176,92	30869,98
6	1448105,77 zł	12660,80	68,96%	684534,26 763571,51	47,27% 52,73%	152714,30	231696,92	25321,61

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 684534,26 zł

7.6. Charakterystyka optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

- planowany koszt całkowity	---	1801405,94 zł		
- planowana kwota środków własnych	---	684534,26 zł		
- planowana kwota kredytu	---	1116871,68 zł		
- przewidywana premia termomodernizacyjna	---	32741,51 zł		
- roczne oszczędności kosztów energii	---	16370,76 zł	tj.	78,41 %

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

P1

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 12 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Maty z wełny mineralnej

Uwagi:

Dla przegrody stropodach wentylowany proponuje się maty z wełny mineralnej o grubości 12 cm przyjęto minimalną wymaganą wartość współczynnika przenikania ciepła na poziomie poniżej 0,15 W/m²K.

P2

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 7 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Płyta styropianowa

Uwagi:

Dla przegrody ściana zewnętrzna proponuje się płyty styropianowe o grubości 7 cm przyjęto minimalną wymaganą wartość współczynnika przenikania ciepła na poziomie poniżej 0,20 W/m²K. Należy przewidzieć, że podczas prac termomodernizacyjnych mogą wystąpić niezbędne roboty towarzyszące typu: instalacja odgromowa, parapety obróbka blacharska, daszki oraz inne niezbędne do wykonania prac termomodernizacyjnych.

O1

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody OZ 1 '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 okien w budynku szkoły poprawi komfort cieplny w budynku.

O2

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody DZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'**

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

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

Uwagi:

Wymiana drzwi zewnętrznych w budynku szkoły poprawi komfort cieplny w budynku.

C.W.U.

Usprawnienie: **modernizacja instalacji ciepłej wody użytkowej**

Wymagany zakres prac modernizacyjnych:

Uwagi:

ciepła woda użytkowa będzie pochodziła z gruntowej pompy ciepła pokrywająca zapotrzebowanie (co+cwu) wraz z z nowym zasobnikiem na cwu.

C.O.

Usprawnienie: **modernizacja instalacji grzewczej**

Wymagany zakres prac modernizacyjnych:

Uwagi:

Wymiana kotła grzewczego na pompę ciepła poprawi komfort cieplny w budynku, oraz zlikwiduje niską emisję, Zastosowanie pompy ciepła znacząco obniży emisji dwutlenku węgla.

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: Łódź - Lublinek

Powierzchnia zabudowy $A_z=1105,10 \text{ m}^2$

Powierzchnia o regulowanej temperaturze $A_t=1445,25 \text{ m}^2$

Powierzchnia netto $A=1479,47 \text{ m}^2$

Kubatura ogrzewana budynku $V=4068,73 \text{ m}^3$

Liczba kondygnacji: 3

3. Spis przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej

Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny

Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'

Modernizacja przegrody DZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'

Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna

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 - Olej opałowy	0,72	10,08	kWh/l	143570,0	14243,1	l/rok

4.2. Po modernizacji

Rodzaj paliwa	$\eta_{H,tot}$	H_u	Jedn.	$Q_{K,H}$ [kWh/rok]	Zużycie paliwa B	Jedn.
Sieć elektroenergetyczna systemowa - Energia elektryczna	3,98	1,00	kWh/kWh	20423,8	20423,8	kWh/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	0,60	9,97	kWh/m ³	20216,0	2027,7	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	2,14	1,00	kWh/kWh	2642,2	2642,2	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
Miejscowe wytwarzanie energii w budynku - Olej opałowy	kg/m ³	8,550000	5,000000	0,600000	1650,000 000	1,800000	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	0,000120	1280,000 000	360,0000 00	1964000, 000000	15,00000 0	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
Sieć elektroenergetyczna systemowa - Energia elektryczna	kg/kWh	0,000000	0,000000	0,000000	0,812000	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	0,000000	0,000000	0,000000	0,812000	0,000000	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	121,7781	71,2153	8,5458	23501,03 90	25,6375	0,0000	0,0000
System przygotowania ciepłej wody	kg/rok	0,0000	2,5954	0,7300	3982,376 3	0,0304	0,0000	0,0000
Całkowita emisja w budynku	Jedn.	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂	PYŁ	SADZA	B-a-P
	kg/rok	121,7781	73,8107	9,2758	27483,41 53	25,6679	0,0000	0,0000

7.2. Po modernizacji

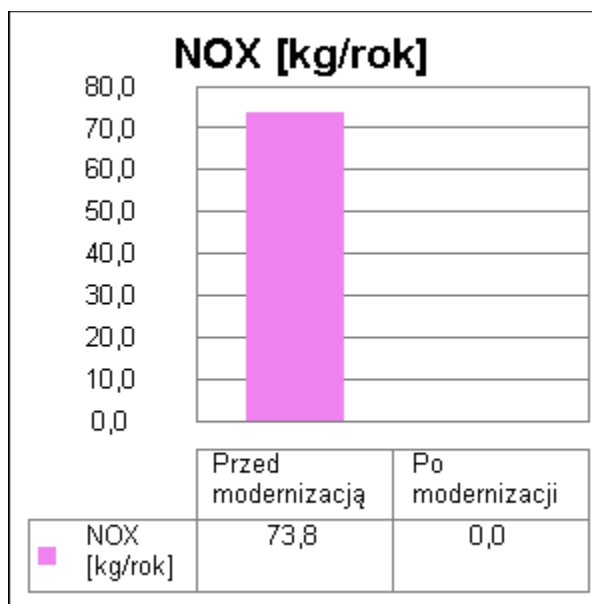
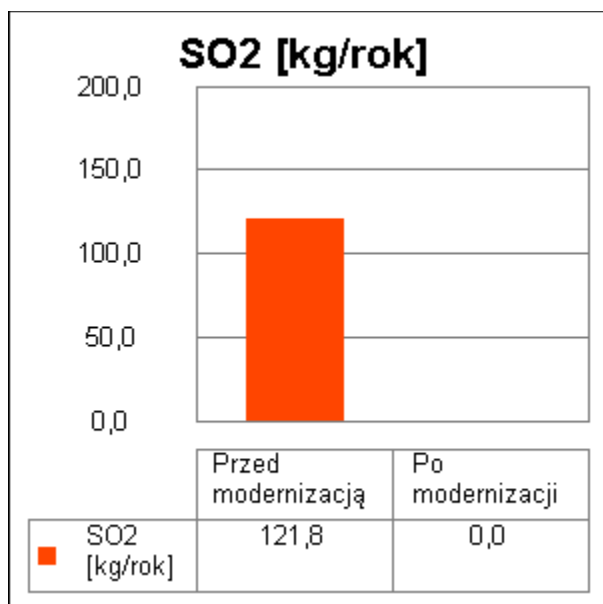
System	Jedn.	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂	PYŁ	SADZA	B-a-P
System ogrzewania i wentylacji	kg/rok	0,0000	0,0000	0,0000	16584,14 59	0,0000	0,0000	0,0000
System przygotowania ciepłej wody	kg/rok	0,0000	0,0000	0,0000	2145,502 4	0,0000	0,0000	0,0000
Całkowita emisja w budynku	Jedn.	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂	PYŁ	SADZA	B-a-P
	kg/rok	0,0000	0,0000	0,0000	18729,64 83	0,0000	0,0000	0,0000

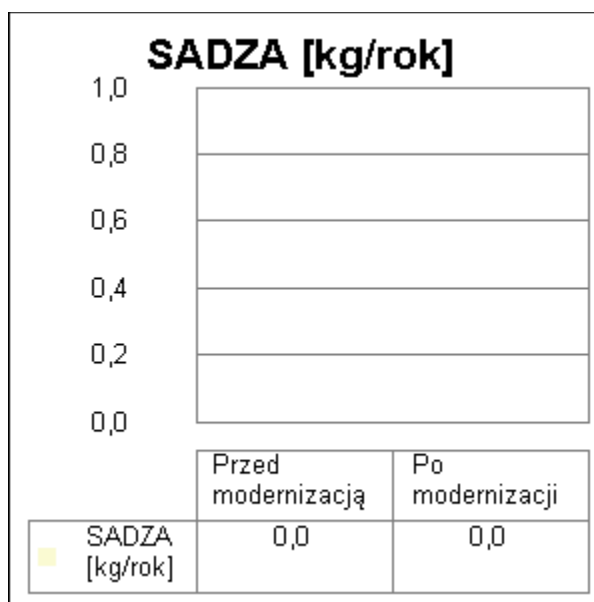
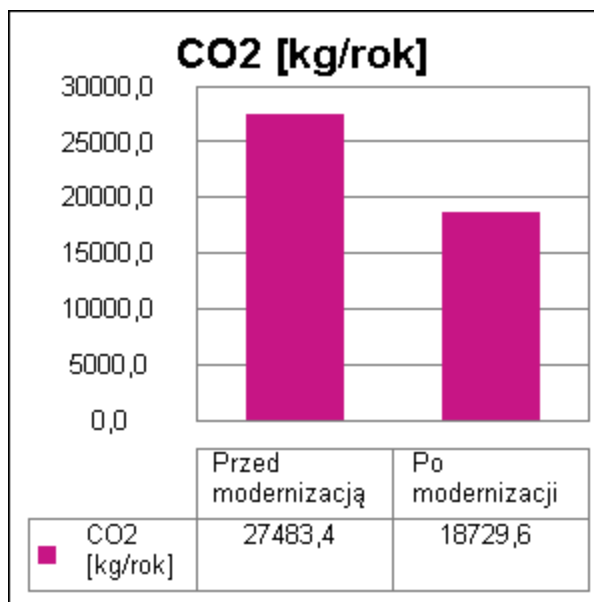
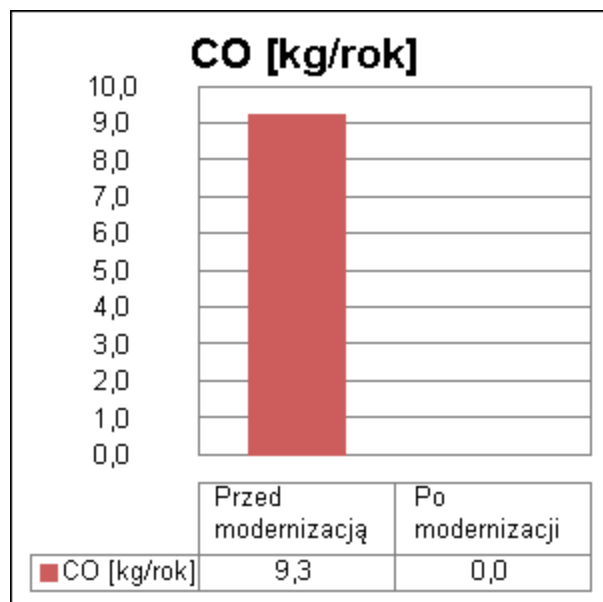
8. Bezpośredni efekt ekologiczny

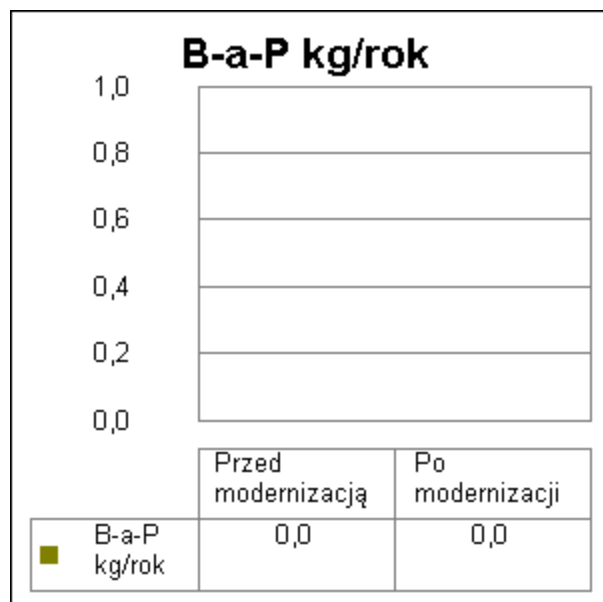
8.1. Tabela bezpośredniego efektu ekologicznego

Emitowane zanieczyszczenie	Budynek projektowany [kg/rok]	Budynek z alternatywnymi źródłami [kg/rok]	Efekt ekologiczny[kg/rok]	Redukcja emisji [%]
SO ₂	121,778111	0,000000	121,778111	100,00
NO _x	73,810708	0,000000	73,810708	100,00
CO	9,275800	0,000000	9,275800	100,00
CO ₂	27483,415288	18729,648292	8753,766996	31,85
PYŁ	25,667912	0,000000	25,667912	100,00
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	121,778111	0,000000	121,778111	0,000000
NO _x	0,50	73,810708	0,000000	36,905354	0,000000
PYŁ	0,50	25,667912	0,000000	12,833956	0,000000
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	171,517422	0,000000
---------------------------------	------------	----------

Efekt ekologiczny wyrażony emisją równoważną dla proponowanych przedsięwzięć termomodernizacyjnych wynosi 171,517422 kg/rok, czyli 100,0%.

9.2. Wykres emisji równoważnej

