

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

Adres budynku	ulica: Klew 38 kod: 26-330 miejscowość: Żarnów powiat: opoczyński województwo: łódzkie
Wykonawca audytu	Imię i nazwisko: Bartosz Szymusik Tytuł zawodowy: mgr inż. Nr opracowania: 07/07/2019

Budynek użyteczności publicznej

(szkoła)

Klew 38

gmina Żarnów

Końskie, grudzień 2019 r.

1. Strona tytułowa audytu energetycznego

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	<i>Użyteczności publicznej</i>	1.2 Rok budowy	1964
1.3 INWESTOR (nazwa lub imię i nazwisko, PESEL*) (* w przypadku cudzoziemca nazwa i numer dokumentu tożsamości)	Gmina Żarnów	1.4 Adres budynku	
	ul. Opoczyńska 5 26-330 Żarnów +48 44 75 77 055 +48 44 75 770 57 PESEL:	Klew 38 26-330 Żarnów ŁÓDZKIE	
2. Nazwa, adres i numer REGON firmy wykonującej audyt:			
PPUH BaSz Bartosz Szymusik ul. Polna 72 26-200 Końskie 290495100			
3. Imię, Nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:			
Bartosz Szymusik Polna 72 26-200 Końskie			 podpis
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego	
1	---	---	
5. Miejscowość: Klew		Data wykonania opracowania	XII 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. - Dokumentacja techniczna budynku 10. Załącznik nr 2. – Analiza energetyczna wymiany oświetlenia na LED 11. Załącznik nr 3. - Efekt energetyczny i ekologiczny dla projektu			

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	2	2
2.1.3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	2003,52	2003,52
2.1.4.	Powierzchnia użytkowa budynku [m ²] Powierzchnia ogrzewana budynku [m ²]	759,88 667,84	759,88 667,84
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	100,00	100,00
2.1.9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	Miejscowe	Miejscowe
2.1.10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	Centralne	Centralne
2.1.11.	Współczynnik A/V [1/m]	0,56	0,56
2.1.12.	Inne dane charakteryzujące budynek	...	...
2.2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane W/(m ² •K)		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.2.1.	Ściany zewnętrzne	1,68	0,19
2.2.2.	Dach/stropodach/strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami	---	---
2.2.3.	Strop nad piwnicą	1,10	1,10
2.2.4.	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	0,68	0,68
2.2.5.	Okna, drzwi balkonowe	1,10; 1,10; 1,10; 1,10; 1,10; 1,10; 1,10	1,10; 1,10; 1,10; 1,10; 1,10; 1,10; 1,10
2.2.6.	Drzwi zewnętrzne/bramy	1,50; 1,50; 1,50	1,50; 1,50; 1,50
2.2.7.	Stropy zewnętrzne	0,60	0,14
2.3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.3.1.	Sprawność wytwarzania	0,600	0,870
2.3.2.	Sprawność przesyłu	0,800	0,900
2.3.3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,770	0,880
2.3.4.	Sprawność akumulacji	1,000	0,750
2.3.5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	1,000	0,750
2.3.6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	1,000	0,850

2.4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.4.1.	Sprawność wytwarzania	0,990	0,990
2.4.2.	Sprawność przesyłu	1,000	1,000
2.4.3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,000	1,000
2.4.4.	Sprawność akumulacji	0,850	0,850
2.5. Charakterystyka systemu wentylacji		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.5.1.1.	Rodzaj wentylacji	Wentylacja grawitacyjna	Wentylacja grawitacyjna
2.5.1.2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	stolarka/kanały grawitacyjne	stolarka/kanały grawitacyjne
2.5.1.3.	Strumień powietrza zewnętrznego [m ³ /h]	4007,04	4007,04
2.5.1.4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	2,00	2,00
2.6. Charakterystyka energetyczna budynku		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.6.1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	116,27	79,27
2.6.2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	2,33	2,33
2.6.3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	489,41	182,81
2.6.4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1324,15	169,14
2.6.5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	24,03	24,03
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)]	203,56	76,04
2.6.9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)]	550,76	70,35
2.6.10**	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,00	94,96

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]	55,00	50,00
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]	40,18	40,18
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)]	7,99	1,45
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]		Nie dotyczy	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]
Planowane koszty całkowite [zł]		776175,46	Premia termomodernizacyjna [zł]
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]		64371,36	Nie dotyczy

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

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

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

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

3. Wykaz dokumentów i danych źródłowych

3.1. Ustawy i Rozporządzenia

1. Ustawa "prawo budowlane" z dnia 7 lipca 1994r. z późniejszymi zmianami
2. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego
3. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009r. w sprawie szczegółowego sposobu weryfikacji audytu energetycznego i części audytu remontowego oraz szczegółowych warunków, jakie powinny spełniać podmioty, którym BGK może zlecać wykonanie weryfikacji audytów z późn. zm.
4. Ustawa "o wspieraniu termomodernizacji i remontów" z dnia 21 listopada 2008r. z późniejszymi zmianami
5. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej
6. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3 września 2015 roku zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.

3.2. Normy techniczne

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

3.3. Materiały przekazane przez inwestora

1. Dokumentacja techniczna
2. Informacje techniczne przekazane przez inwestora

3.4. Inne materiały oraz programy komputerowe

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

3.5. Wytyczne oraz uwagi inwestora

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

100000 zł

4. Kwota kredytu możliwego do zaciągnięcia przez inwestora::

700000 zł

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

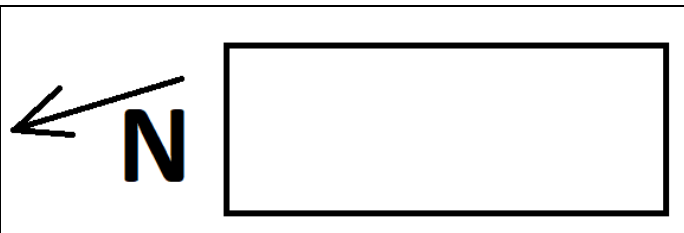
4.1. Ogólne dane techniczne

Konstrukcja/technologia budynku	-	tradycyjna
Kubatura budynku	-	2232,24 m ³
Kubatura ogrzewania	-	2003,52 m ³
Powierzchnia użytkowa budynku	-	759,88 m ²
Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej	-	0,00 m ²
Współczynnik kształtu	-	0,56 m ⁻¹
Powierzchnia zabudowy budynku	-	426,26 m ²
Ilość mieszkań	-	0,00
Ilość mieszkańców	-	100,00

4.2. Dokumentacja techniczna budynku

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

Usytuowanie budynku w stosunku do stron świata



4.3. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

4.3.1. Zbiorcza charakterystyka przegród budowlanych

Ściany zewnętrzne	1,68	W/(m ² •K)
Dach/stropodach	---	W/(m ² •K)
Strop piwnicy	1,10	W/(m ² •K)
Okna	1,10; 1,10; 1,10; 1,10; 1,10; 1,10; 1,10	W/(m ² •K)
Drzwi/bramy	1,50; 1,50; 1,50	W/(m ² •K)
Okna połaciowe	---	W/(m ² •K)
Podłogi na gruncie	0,68	W/(m ² •K)
Stropy zewnętrzne	0,60	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	55,00 zł/GJ	50,00 zł/GJ
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie	0,00 zł/(MW•m-c)	0,00 zł/(MW•m-c)
Inne koszty, abonament	0,00 zł/m-c	0,00 zł/m-c
Ceny ciepła - c.w.u.	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
Opłata za 1 GJ	138,90 zł/GJ	138,90 zł/GJ
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie c.w.u.	0,00 zł/(MW•m-c)	0,00 zł/(MW•m-c)
Inne koszty, abonament	0,00 zł/m-c	0,00 zł/m-c

4.5. Charakterystyka systemu grzewczego		
Źródło ogrzewania 100%		
Wytwarzanie	Kotły węglowe wyprodukowane przed 1980r. Paliwo - węgiel kamienny	$\eta_{H,g} = 0,600$
Przesyłanie ciepła	C.o. wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku z niezaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w przestrzeni nieogrzewanej	$\eta_{H,d} = 0,800$
Regulacja systemu grzewczego	Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji centralnej bez automatycznej regulacji miejscowej	$\eta_{H,e} = 0,770$
Akumulacja 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 $\eta_{H,tot} = \eta_{H,g} \eta_{H,d} \eta_{H,e} \eta_{H,s} =$		0,370
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		
Źródło ciepłej wody użytkowej 100%		
Wytwarzanie ciepła	Elektryczny podgrzewacz przepływowy	$\eta_{W,g} = 0,990$
Przesył ciepłej wody	Podgrzewanie wody bezpośrednio przy punktach poboru	$\eta_{W,d} = 1,000$
Regulacja i wykorzystanie	---	$\eta_{W,e} = 1,000$
Akumulacja ciepła	Zasobnik w systemie wg standardu budynku niskoenergetycznego	$\eta_{W,s} = 0,850$
Sprawność całkowita systemu c.w.u. $\eta_{W,tot} = \eta_{W,g} \eta_{W,d} \eta_{W,s} \eta_{W,e} =$		0,842
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	4007,04	
Krotność wymian powietrza	2,00	

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	Przegroda nie spełnia aktualnych norm przenikania ciepła. Nie przewiduje się ocieplenia przegrody ze względu na zmniejszenie wysokości pomieszczeń "w świetle" i przez to ograniczenie funkcjonalności pomieszczeń.
Ściana zewnętrzna	Przegroda nie spełnia aktualnych norm przenikania ciepła. Ocieplenie należy wykonać metodą lekką mokrą. Proponuje się w ramach termomodernizacji zastosować materiały do ocieplenia, które umożliwią osiągnięcie wymogów w zakresie przenikania ciepła przez przegrody obowiązujące od 01.01.2021 r.
Strop zewnętrzny	Przegroda nie spełnia aktualnych norm przenikania ciepła. Materiał do ocieplenia styropian laminowany papą oraz warstwa papy termozgrzewalnej. Proponuje się w ramach termomodernizacji zastosować materiały do ocieplenia, które umożliwią osiągnięcie wymogów w zakresie przenikania ciepła przez przegrody obowiązujące od 01.01.2021 r.
Strop zewnętrzny Nad Piwnicą	Nie przewiduje się zmian.
Okno zewnętrzne OZ 1	Przegroda spełnia aktualne normy przenikania ciepła - nie przewiduje się zmian.
Okno zewnętrzne OZ 2	Przegroda spełnia aktualne normy przenikania ciepła - nie przewiduje się zmian.
Drzwi zewnętrzne DZ 1	Przegroda spełnia aktualne normy przenikania ciepła - nie przewiduje się zmian.
Okno zewnętrzne OZ 3	Przegroda spełnia aktualne normy przenikania ciepła - nie przewiduje się zmian.
Okno zewnętrzne OZ 4	Przegroda spełnia aktualne normy przenikania ciepła - nie przewiduje się zmian.
Okno zewnętrzne OZ 5	Przegroda spełnia aktualne normy przenikania ciepła - nie przewiduje się zmian.
Okno zewnętrzne OZ 6	Przegroda spełnia aktualne normy przenikania ciepła - nie przewiduje się zmian.
Okno zewnętrzne OZ 7	Przegroda spełnia aktualne normy przenikania ciepła - nie przewiduje się zmian.
Drzwi zewnętrzne DZ 2	Przegroda spełnia aktualne normy przenikania ciepła - nie przewiduje się zmian.
Drzwi zewnętrzne DZ 3	Przegroda spełnia aktualne normy przenikania ciepła - nie przewiduje się zmian.
System grzewczy	Kocioł węglowy, w złym stanie technicznym. Sieć c.o., w złym stanie technicznym – należy wymienić instalację wewnętrzną c.o., zamontować nowe grzejniki o niskiej bezwładności cieplnej z zaworami termostatycznymi.
Instalacja ciepłej wody użytkowej	C.w.u. z podgrzewaczy elektrycznych - nie przewiduje się zmiany

6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia modernizacyjnego

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

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		
Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Styropian grafitowy, $\lambda = 0,033$ [W/(m·K)];	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	493,15m ²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	578,33m ²	
Stopniodni: 3696,40 dzień·K/rok	$t_{wo} = 20,00$ °C	$t_{zo} = -20,00$ °C

		Stan istniejący	Wariant numer		
			Wariant 1	Wariant 1.1	Wariant 1.2
Opłata za 1 GJ Oz	zł/GJ	55,00	50,00	50,00	50,00
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	---	15	17	19
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	1,685	0,195	0,174	0,157
Opór cieplny R	(m ² K)/W	0,59	5,14	5,75	6,35
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² K)/W	---	4,55	5,15	5,76
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	265,32	30,65	27,41	24,80
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0332	0,0038	0,0034	0,0031
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	13060,34	13221,99	13352,79
Cena jednostkowa usprawnienia K_i	zł/m ²	---	288,98	295,00	300,00
Koszty realizacji usprawnienia N_u	zł	---	205564,72	209845,59	213402,29
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	15,74	15,87	15,98

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 205564,72 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 15,74 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 15 cm

Informacje uzupełniające:

Koszty usprawnienia oszacowano na podstawie wstępnego kosztorysu inwestorskiego. W kosztach ocieplania uwzględniono również koszty niezbędne dla zgodnego z technologią wykonania prac termomodernizacyjnych prac odtworzeniowych oraz ocieplenie ościeży i daszków nad wejściami w celu likwidacji mostków termicznych. Dopuszcza się zastosowanie do ocieplenia materiału innego niż wskazany, pod warunkiem uzyskania nie mniejszego niż zakładany współczynnika przenikania ciepła dla przegrody.

6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia modernizacyjnego

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie			
Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny			
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Płyta styropianowa EPS 200-036 DACH, $\lambda = 0,036$ [W/(m·K)];		
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	412,38m²		
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	420,91m²		
Stopniodni: 3696,40 dzień·K/rok	$t_{wo} = 20,00$ °C	$t_{zo} = -20,00$ °C	

		Stan istniejący	Wariant numer		
			Wariant 1	Wariant 1.1	Wariant 1.2
Opłata za 1 GJ Oz	zł/GJ	55,00	50,00	50,00	50,00
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	---	18	20	22
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m²K)	0,600	0,150	0,138	0,129
Opór cieplny R	(m²K)/W	1,67	6,67	7,22	7,78
Zwiększenie oporu cieplnego Δ R	(m²K)/W	---	5,00	5,56	6,11
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	78,98	19,75	18,23	16,93
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0099	0,0025	0,0023	0,0021
Roczna oszczędność kosztów Δ O	zł/rok	---	3356,31	3432,28	3497,39
Cena jednostkowa usprawnienia K _j	zł/m²	---	288,00	292,54	300,00
Koszty realizacji usprawnienia N _u	zł	---	149101,74	151449,60	155314,31
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	44,42	44,13	44,41

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1.1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 151449,60 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 44,13 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 20 cm

Informacje uzupełniające:

Koszty usprawnienia oszacowano na podstawie wstępnego kosztorysu inwestorskiego. W kosztach uwzględniono roboty niezbędne do wykonania zgodnie z technologią i uzyskania założonego efektu termomodernizacyjnego np. przygotowanie podłoża; demontaż, wymianę obróbek dachowych, wymianę lub uzupełnienie systemu odprowadzenia wód opadowych (rynny), podmurowania kominów wentylacyjnych. Dopuszcza się zastosowanie do ocieplenia innego niż wskazany materiał do ocieplenia o nie gorszym współczynniku lambda

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

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

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

		Stan istniejący
Ciepło właściwe wody c_w	[kJ/(kg·K)]	4,18
Gęstość wody ρ_w	[kg/m ³]	1000
Temperatura ciepłej wody θ_w	[°C]	55
Temperatura zimnej wody θ_o	[°C]	10
Współczynnik korekcyjny k_R	[-]	0,55
Powierzchnia o regulowanej temperaturze A_f	[m ²]	667,84
Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na c.w.u. V_{WI}	[dm ³ /(m ² ·doba)]	0,80
Czas użytkowania τ	[h]	24,00
Współczynnik godzinowej nierównomierności N_h	[-]	2,00
Sprawność wytwarzania $\eta_{w,q}$	[-]	0,99
Sprawność przesyłu $\eta_{w,d}$	[-]	1,00
Sprawność akumulacji ciepła $\eta_{w,s}$	[-]	0,85
Obliczeniowe zapotrzebowanie ciepła Q_{cw}	[GJ/rok]	24,03
Max moc cieplna q_{cwu}	[kW]	2,33

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]	55,00	50,00
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie	[zł/MW]	0,00	0,00
Inne koszty, abonament	[zł]	0,00	0,00
Sezonowe zapotrzebowanie na energię użytkową	[GJ]	489,41	
Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	[MW]	0,1163	
Sprawność systemu grzewczego		0,370	0,689
Roczna oszczędność kosztów ΔO	[zł/a]	---	50188,31
Koszt modernizacji	[zł]	---	419161,13
SPBT	[lat]	---	8,35

Wariant 2
55,00
0,00
0,00
0,577
43102,99
403219,71
9,35

Informacje uzupełniające:

Koszty usprawnienia oszacowano na podstawie wstępnego kosztorysu inwestorskiego. Kosztorys uwzględnia także wszystkie niezbędne prace odtworzeniowe.

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 $\eta_{H,q}$	0,870
Przesyłania ciepła, np. izolacja pionów zasilających $\eta_{H,d}$	0,900
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	0,750
Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w ciągu doby w_d	0,850
Sprawność całkowita systemu grzewczego $\eta_{H,q} \cdot \eta_{H,d} \cdot \eta_{H,e} \cdot \eta_{H,s}$	0,689

*) - 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
Wymiana starego kotła węglowego na kocioł na biomasę, wyposażenie kotłowni (w tym licznik ciepła)	163541,43
Wymiana instalacji c.o. i grzejników, montaż zaworu podpionowego	240950,92
Montaż zaworów termostatycznych	14668,78
Suma:	419161,13

6.4.4 Opis zastosowanych ulepszeń dotyczących poprawy sprawności systemu grzewczego

Źródło ogrzewania 100%	
Usprawnienia termomodernizacyjne	Opis zastosowanych usprawnień
Ulepszenie sprawności wytwarzania η_d	Kocioł na pelet, spełniający obowiązujące normy emisji
Ulepszenie sprawności przesyłu η_d	Montaż zaworów podpionowych
Ulepszenie sprawności regulacji η_e	Montaż zaworów termostatycznych, montaż licznika ciepła
Ulepszenie sprawności akumulacji η_s	Bez zmian
Ulepszenie dotyczące przerw w ogrzewaniu w_t i w_d	Wprowadzenie regulacji dobowej i weekendowej

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

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

Lp.	Rodzaj i zakres ulepszenia termomodernizacyjnego albo wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót [zł]	SPBT [lat]
1.	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	205564,72 zł	15,74
2.	Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny	151449,60 zł	44,13
	Modernizacja systemu grzewczego	419161,13	8,35

7.2 Określenie kosztów poszczególnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Wariant 1		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	205564,72
2	Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny	151449,60
3	Modernizacja systemu grzewczego	419161,13
Całkowity koszt		776175,46

Wariant 2		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	205564,72
2	Modernizacja systemu grzewczego	419161,13
Całkowity koszt		624725,86

Wariant 3		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu grzewczego	419161,13
Całkowity koszt		419161,13

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	0,1163	489,41	20,00	667,84	2003,52	2232,24	2003,52	58,04	0,56
1	0,0793	182,81	20,00	667,84	2003,52	2232,24	2003,52	39,57	0,56
2	0,0869	243,18	20,00	667,84	2003,52	2232,24	2003,52	43,36	0,56
3	0,1163	489,41	20,00	667,84	2003,52	2232,24	2003,52	58,04	0,56

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	% ΔO
-	GJ MW	GJ MW	-	-	-	GJ	zł	zł	%
0	489,41 0,1163	24,03 0,0023	0,37	1,00	1,00	1348,18	76166,25	---	---
1	182,81 0,0793	24,03 0,0023	0,69	0,75	0,85	193,17	11794,89	64371,36	84,51
2	243,18 0,0869	24,03 0,0023	0,69	0,75	0,85	249,02	14587,58	61578,67	80,85
3	489,41 0,1163	24,03 0,0023	0,69	0,75	0,85	476,83	25977,93	50188,31	65,89

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	780041,22 zł	64371,36	85,67%	100000,00 676175,46	12,88% 87,12%	135235,09	124188,07	128742,72
2	624725,86 zł	61578,67	81,53%	100000,00 524725,86	16,01% 83,99%	104945,17	99956,14	123157,33
3	419161,13 zł	50188,31	64,63%	100000,00 319161,13	23,86% 76,14%	63832,23	67065,78	100376,62

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 **100000,00 zł**

7.6. Charakterystyka optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

- planowany koszt całkowity	---	776175,46 zł	
- planowana kwota środków własnych	---	Nie dotyczy	
- planowana kwota kredytu	---	Nie dotyczy	
- przewidywana premia termomodernizacyjna	---	Nie dotyczy	
- roczne oszczędności kosztów energii	---	64371,36 zł	tj. 84,51 %

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

P1

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 15 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Styropian grafitowy

Uwagi:

Koszty usprawnienia oszacowano na podstawie wstępnego kosztorysu inwestorskiego. W kosztach ocieplania uwzględniono również koszty niezbędne dla zgodnego z technologią wykonania prac termomodernizacyjnych prac odtworzeniowych oraz ocieplenie ościeży i daszków nad wejściami w celu likwidacji mostków termicznych. Dopuszcza się zastosowanie do ocieplenia materiału innego niż wskazany, pod warunkiem uzyskania nie mniejszego niż zakładany współczynnika przenikania ciepła dla przegrody.

P2

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 20 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Płyta styropianowa EPS 200-036 DACH

Uwagi:

Koszty usprawnienia oszacowano na podstawie wstępnego kosztorysu inwestorskiego. W kosztach uwzględniono roboty niezbędne do wykonania zgodnie z technologią i uzyskania założonego efektu termomodernizacyjnego np. przygotowanie podłoża; demontaż, wymianę obróbek dachowych, wymianę lub uzupełnienie systemu odprowadzenia wód opadowych (rynny), podmurowania kominów wentylacyjnych. Dopuszcza się zastosowanie do ocieplenia innego niż wskazany materiał do ocieplenia o nie gorszym współczynniku lambda

C.O.

Usprawnienie: **modernizacja instalacji grzewczej**

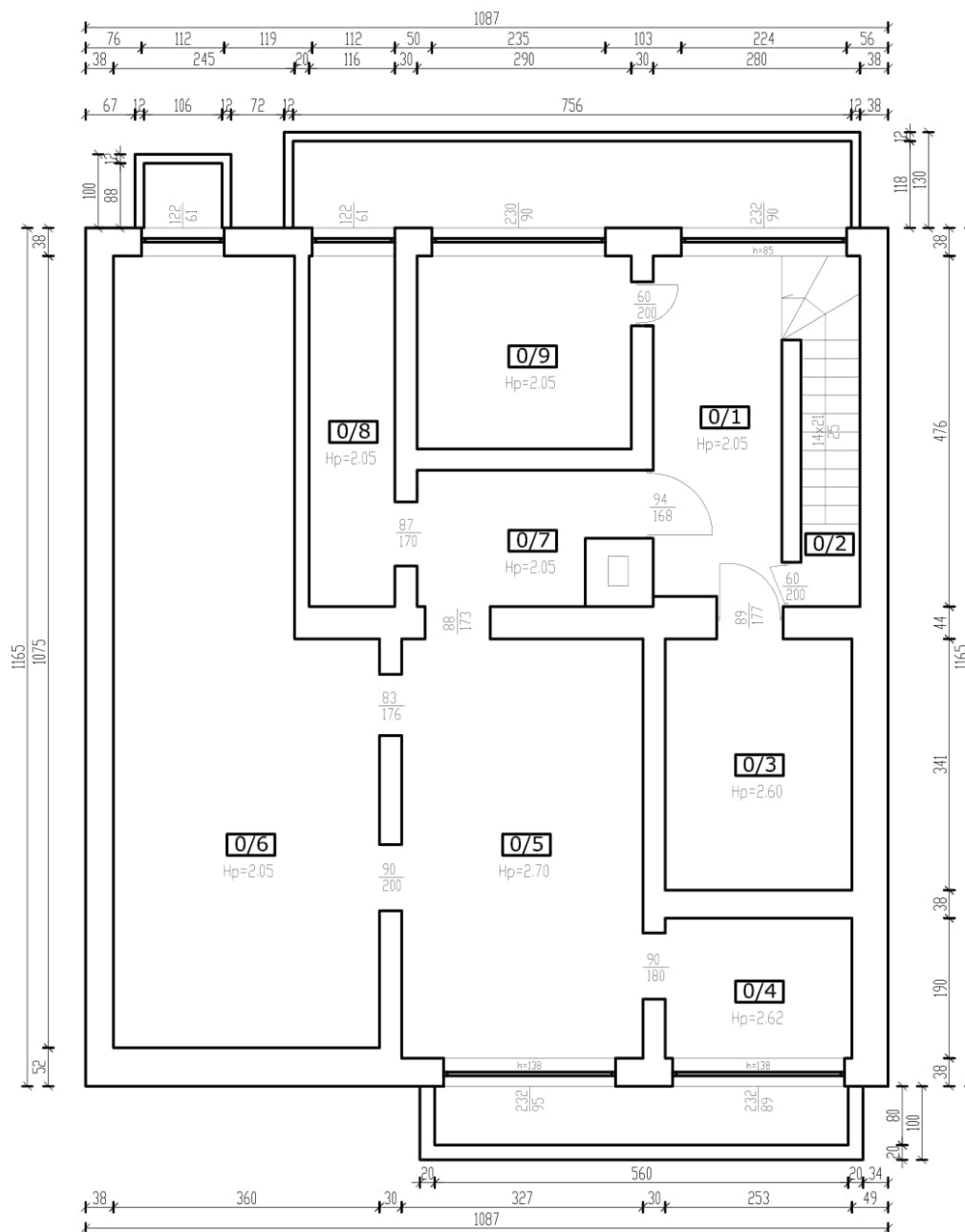
Wymagany zakres prac modernizacyjnych:

1. Wymiana starego kotła węglowego na kocioł na biomasę, wyposażenie kotłowni (w tym licznik ciepła)
2. Wymiana instalacji c.o. i grzejników, montaż zaworu podpionowego
3. Montaż zaworów termostatycznych

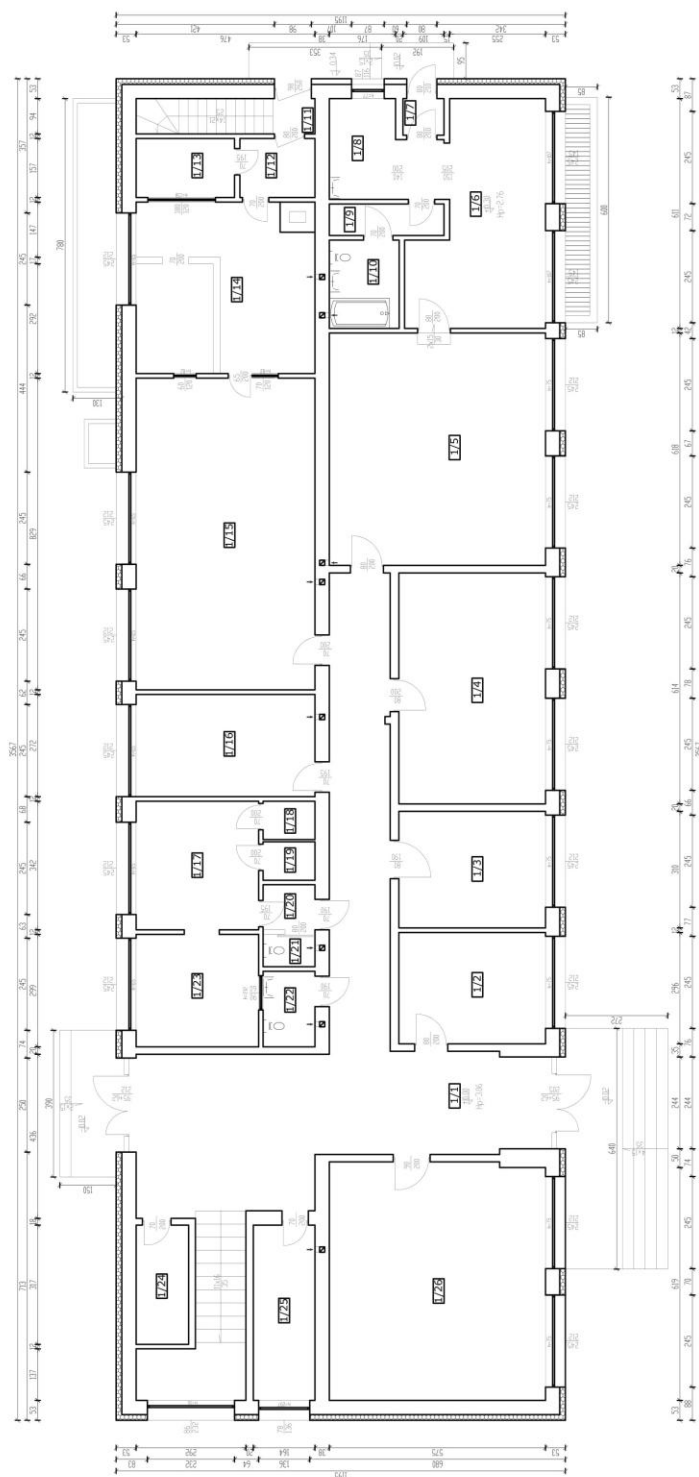
Uwagi:

Koszty usprawnienia oszacowano na podstawie wstępnego kosztorysu inwestorskiego. Kosztorys uwzględnia także wszystkie niezbędne prace odtworzeniowe.

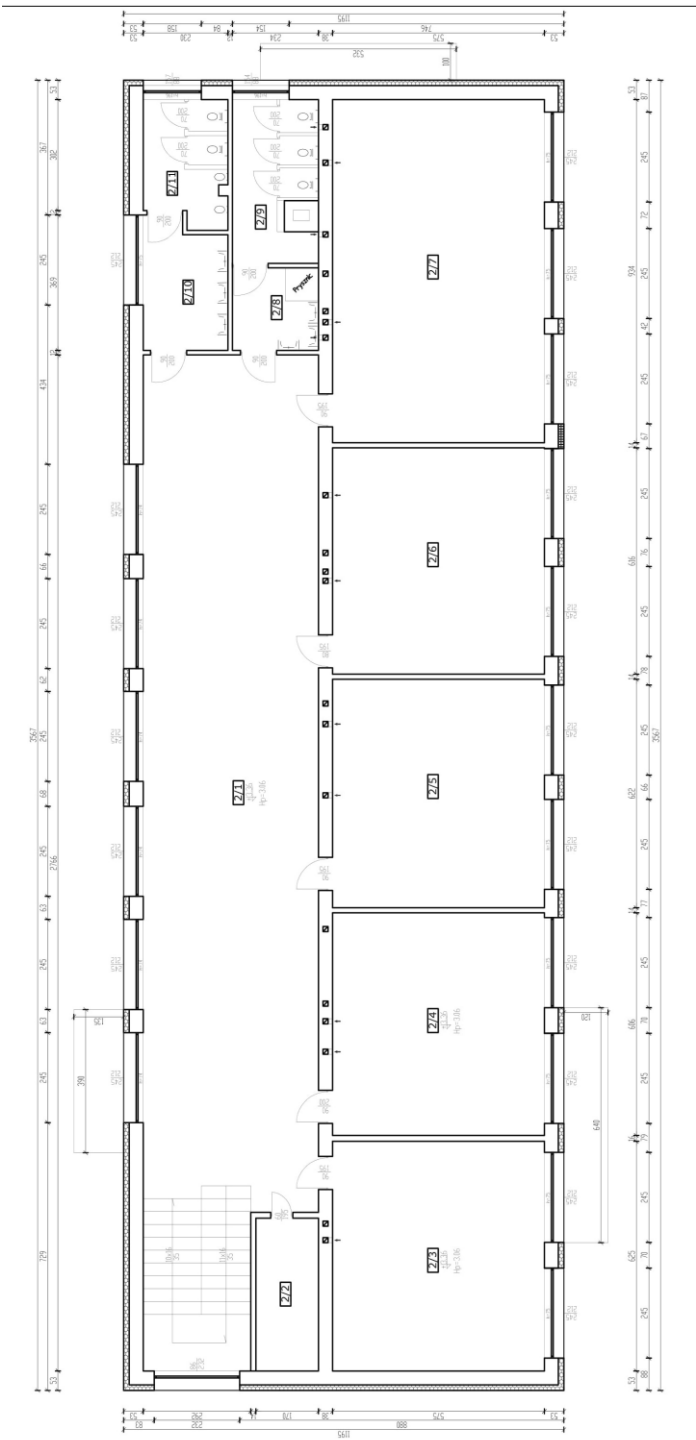
Rzut piwnicy



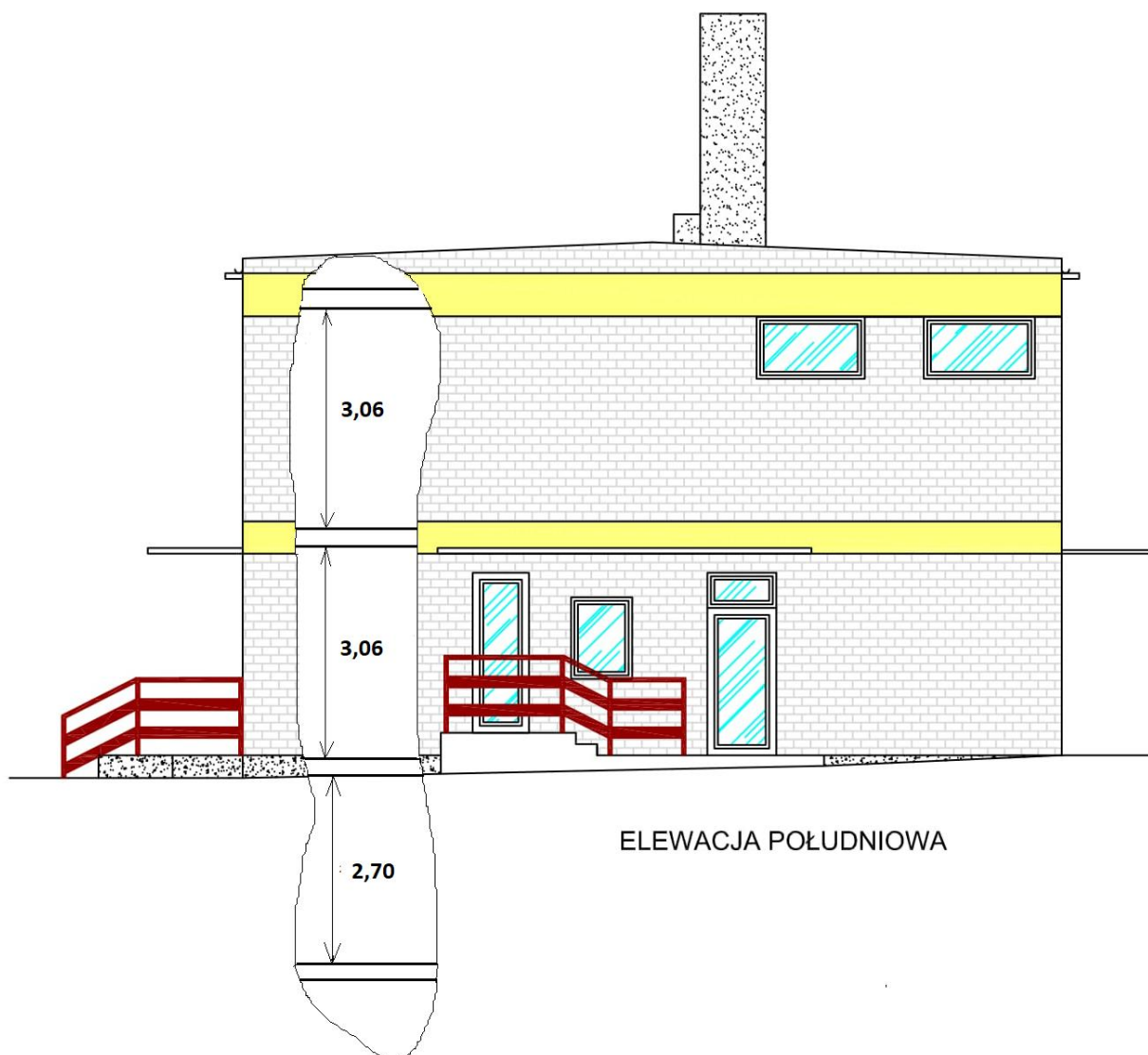
Rzut parteru



Rzut piętra



Przekrój budynku



ELEWACJA POŁUDNIOWA

Załącznik nr 2

Analiza energetyczna wymiany oświetlenia na LED

Zestawienie istniejących opraw oświetleniowych

L.p.	Typ oprawy (żarówki)	Ilość opraw	Moc jednostkowa	Ilość w oprawie	Moc jednostkowa oprawy	Moc całkowita	Czas pracy
		szt.	W	szt.	W	W	godz.
1	Żarowa (żarówki tradycyjne)	17	40	1	40	680	2000
2	Żarowa (żarówki tradycyjne)	18	50	1	50	900	2000
3	Żarowa (żarówki tradycyjne)	56	60	1	60	3360	2000
4	Żarowa (żarówki tradycyjne)	7	80	1	80	560	2000
	RAZEM	98				5500	-

Szacunkowe zużycie energii na potrzeby oświetlenia: $5500W \cdot 2000h = 11000 \text{ kWh}$

Zestawienie planowanych opraw oświetleniowych (po termomodernizacji)

L.p.	Typ oprawy (żarówki)	Ilość	Moc jednostkowa	Ilość w oprawie	Moc jednostkowa oprawy	Moc całkowita	Czas pracy
		szt.	W	szt.	W	W	godz.
1	Oprawa LED	3	25	1	25	75	2000
2	Oprawa LED	20	29	1	29	580	2000
3	Oprawa LED	26	39	1	39	1014	2000
4	Oprawa LED	27	34	1	34	918	2000
5	Oprawa LED	1	49	1	49	49	2000
6	Oprawa LED	12	19	1	19	228	2000
7	Oprawa LED	4	26	1	26	104	2000
8	Oprawa LED	2	34	1	34	68	2000
9	Oprawa LED	3	50	1	50	150	2000
10	Oprawa LED	5	12	1	12	60	2000
	RAZEM	103				3246	

Szacunkowe zużycie energii na potrzeby oświetlenia: $3246W \cdot 2000h = 6492 \text{ kWh}$

Charakterystyka oświetlenia budynku	Stan po termomodernizacji
Charakterystyka oświetlenia wewnętrznego	LED
Obliczeniowa moc systemu oświetlenia [kW]	3,246
Roczne zużycie energii elektrycznej [kWh/rok]	6492
Ilość opraw (szt.)	
Żarówki LED 25W	3
Żarówki LED 29W	20
Żarówki LED 39W	26
Żarówki LED 34W	27
Żarówki LED 49W	1
Żarówki LED 19W	12
Żarówki LED 26W	4
Żarówki LED 34W	2
Żarówki LED 50W	3
Żarówki LED 12W	5
Roczne koszty energii na potrzeby oświetlenia (zł)	3246
Opłata za 1 kWh energii elektrycznej [zł]	0,50

Modernizacja oświetlenia				
Planowane ulepszenie: Wymiana istniejących opraw żarowych i świetłówkowych na żarówki i oprawy LED				
Lp.	Opis	jedn.	stan istniejący	Modernizacja
1	Moc całkowita opraw oświetlenia podstawowego wbudowanego	W	5500	3246
2	Współczynnik uwzględniający obniżenie natężenia oświetlenia do poziomu wymaganego F_c	-	1	1
3	Czas użytkowania oświetlenia w ciągu dnia, t_D	godz.	1800	1800
4	Czas użytkowania oświetlenia w ciągu nocy, t_N	godz.	200	200
5	Współczynnik uwzględniający nieobecność użytkowników w miejscu pracy, F_o	-	1	1
6	Współczynnik uwzględniający wykorzystanie światła dziennego w oświetleniu, F_D	-	1	1
7	Roczne zapotrzebowanie na energię finalną na oświetlenie $E_{K,L}$	kWh/rok	11000	6492
8	Roczna oszczędność energii na oświetlenie $\Delta E_{K,L}$	kWh/rok		4508
9	Jednostkowy koszt energii elektrycznej	zł/kWh	0,50	0,50
10	Koszt oświetlenia	zł	5500	3246
11	Roczna oszczędność kosztów oświetlenia $\Delta Q_{K,L}$	zł/rok		2254
12	Koszt realizacji usprawnienia N_u	zł		62906,28
13	$SPBT = N_u / \Delta Q_{K,L}$	lata		27,91
Podstawa przyjętych wartości N_u Do oceny przyjęto koszt wymiany opraw oświetleniowych według średnich cen z ofert firm zamieszczonych w Internecie.				
Wybrany wariant :		Koszt: 62906,28 zł		SPBT = 27,91

Wyliczenie efektu ekologicznego dla oświetlenia

Zużycie energii w stanie przed termomodernizacją: 11000 kWh = 11 MWh = 39,6 GJ

Zużycie energii w stanie po termomodernizacji: 6492 kWh = 6,492 MWh = 23,37 GJ

Redukcja zużycia energii: 4508 kWh = 4,508 MWh = 16,23 GJ

Wskaźnik emisji dla energii elektrycznej:

Dla CO₂ = 778 kg/MWg

Dla pyłu = 0,044 kg/MWh

Emisja

Emisja	Stan przed	Stan „po”	Redukcja
	kg	kg	kg
CO ₂	8558	5050,78	3507,22
Pył	0,48	0,29	0,19

Załącznik nr 3

RAPORT EFEKTU EKOLOGICZNEGO AUDYT			
			
NAZWA OBIEKTU: Budynek Szkoły Podstawowej w Klewie ADRES: Klew 38 KOD, MIEJSCOWOŚĆ: 26-330 Żarnów NAZWA INWESTORA: Gmina Żarnów ADRES: ul. Opoczyńska, 5 KOD, MIEJSCOWOŚĆ: 26-330, Żarnów NAZWA JEDNOSTKI PROJEKTOWEJ: PPUH BaSz Bartosz Szymusik ADRES: ul. Polna, 72 KOD, MIEJSCOWOŚĆ: 26-200, Końskie			
PROJEKTANT			
Tytuł	Imię i nazwisko	Nr uprawnień	Data, podpis
	Bartosz Szymusik	271/PŚk/10	06-12-2019
Klew, grudzień 2019			

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 $A_z=412,06 \text{ m}^2$

Powierzchnia o regulowanej temperaturze $A_r=667,84 \text{ m}^2$

Powierzchnia netto $A=759,88 \text{ m}^2$

Kubatura ogrzewana budynku $V=2232,24 \text{ m}^3$

Liczba kondygnacji: 2

3. Spis przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna

Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny

Modernizacja systemu grzewczego

4. Charakterystyka źródeł energii systemu ogrzewania i wentylacji

4.1. Przed modernizacją

Rodzaj paliwa	$\eta_{H,tot}$	H_u	Jedn.	$Q_{K,H}$ [kWh/rok]	Zużycie paliwa B	Jedn.
Miejskowe wytwarzanie energii w budynku - Węgiel kamienny	0,37	7,70	kWh/kg	367822,3	47769,1	kg/rok

4.2. Po modernizacji

Rodzaj paliwa	$\eta_{H,tot}$	H_u	Jedn.	$Q_{K,H}$ [kWh/rok]	Zużycie paliwa B	Jedn.
Miejskowe wytwarzanie energii w budynku - Biomasa	0,69	4,28	kWh/kg	73698,8	17219,3	kg/rok

5. Charakterystyka źródeł energii systemu przygotowania ciepłej wody

5.1. Przed modernizacją

Rodzaj paliwa	$\eta_{W,tot}$	H_u	Jedn.	$Q_{K,W}$ [kWh/rok]	Zużycie paliwa B	Jedn.
Sieć elektroenergetyczna systemowa - Energia elektryczna	0,84	1,00	kWh/kWh	6675,6	6675,6	kWh/rok

5.2. Po modernizacji

Rodzaj paliwa	$\eta_{W,tot}$	H_u	Jedn.	$Q_{K,W}$ [kWh/rok]	Zużycie paliwa B	Jedn.
Sieć elektroenergetyczna systemowa - Energia elektryczna	0,84	1,00	kWh/kWh	6675,6	6675,6	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
Miejskowe wytwarzanie energii w budynku - Węgiel kamienny	kg/Mg	19,20000 0	1,000000	45,00000 0	2000,000 000	10,50000 0	0,350000	0,014000
System przygotowania ciepłej wody								
Rodzaj paliwa	Jedn.	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂	PYŁ	SADZA	B-a-P
Sieć elektroenergetyczna systemowa - Energia elektryczna	kg/kWh	0,009100	0,002300	0,000690	0,812000	0,001500	0,000003	0,000000

6.2. Po modernizacji

System ogrzewania i wentylacji								
Rodzaj paliwa	Jedn.	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂	PYŁ	SADZA	B-a-P
Miejskowe wytwarzanie energii w budynku - Biomasa	kg/GJ	0,000000	0,000000	0,000000	109,7600 00	0,000000	0,000000	0,000000
System przygotowania ciepłej wody								
Rodzaj paliwa	Jedn.	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂	PYŁ	SADZA	B-a-P
Sieć elektroenergetyczna systemowa - Energia elektryczna	kg/kWh	0,009100	0,002300	0,000690	0,812000	0,001500	0,000003	0,000000

7. Emisja zanieczyszczeń poszczególnych systemów w budynku

7.1. Przed modernizacją

System	Jedn.	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂	PYŁ	SADZA	B-a-P
System ogrzewania i wentylacji	kg/rok	917,1672	47,7691	2149,6106	95538,2490	501,5758	16,7192	0,6688
System przygotowania ciepłej wody	kg/rok	60,7476	15,3538	4,6061	5420,5570	10,0133	0,0180	0,0004
Całkowita emisja w budynku	Jedn.	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂	PYŁ	SADZA	B-a-P
	kg/rok	977,9148	63,1229	2154,2167	100958,8060	511,5892	16,7372	0,6691

7.2. Po modernizacji

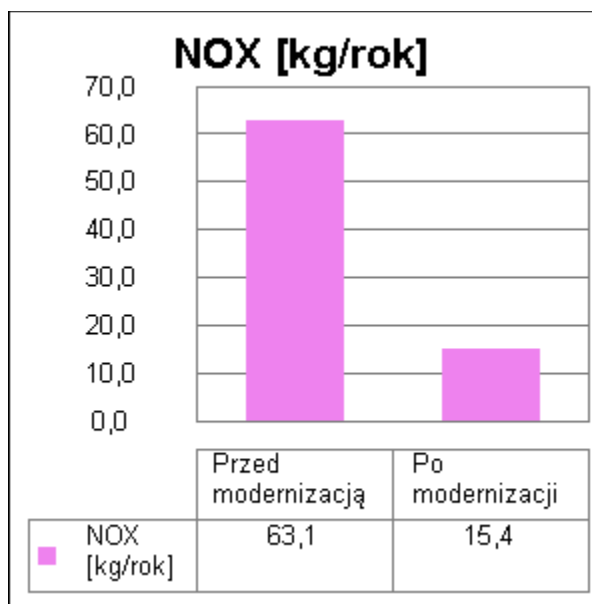
System	Jedn.	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂	PYŁ	SADZA	B-a-P
System ogrzewania i wentylacji	kg/rok	0,0000	0,0000	0,0000	8089,1765	0,0000	0,0000	0,0000
System przygotowania ciepłej wody	kg/rok	60,7476	15,3538	4,6061	5420,5570	10,0133	0,0180	0,0004
Całkowita emisja w budynku	Jedn.	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂	PYŁ	SADZA	B-a-P
	kg/rok	60,7476	15,3538	4,6061	13509,7335	10,0133	0,0180	0,0004

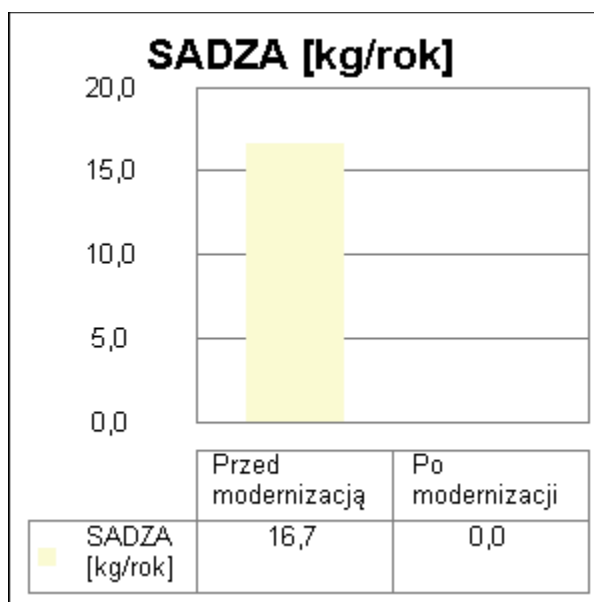
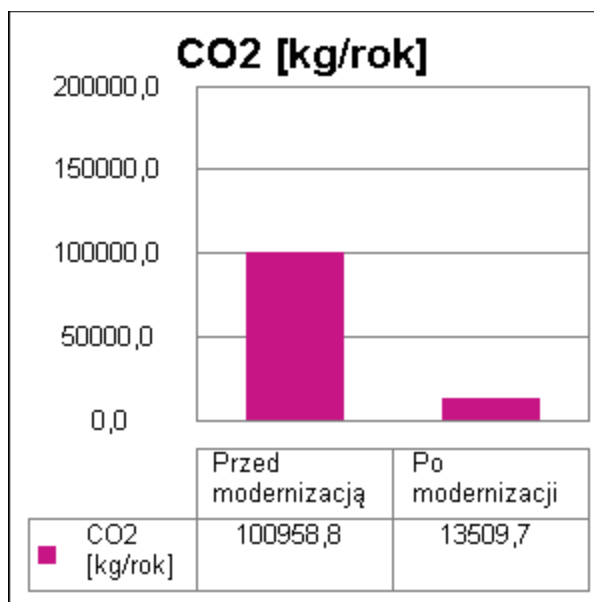
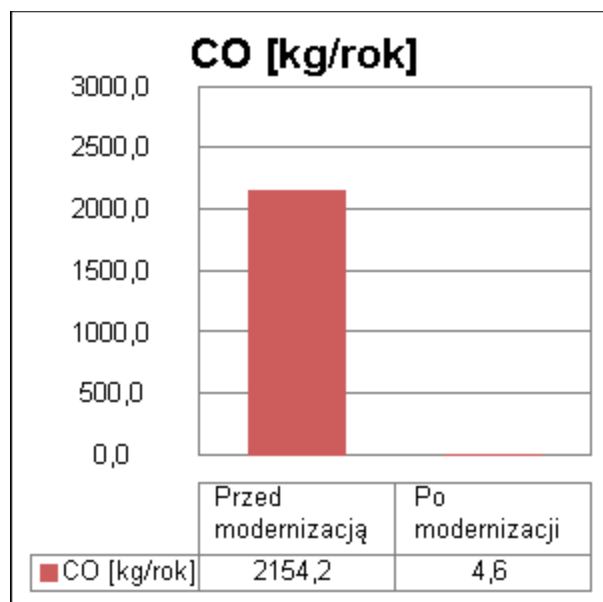
8. Bezpośredni efekt ekologiczny

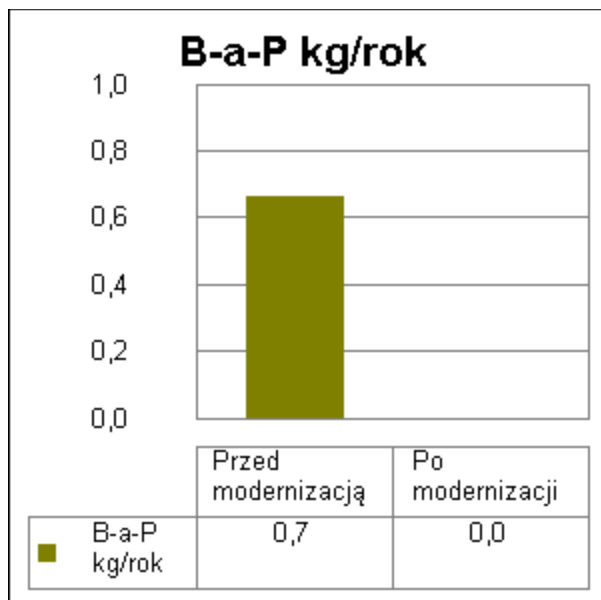
8.1. Tabela bezpośredniego efektu ekologicznego

Emitowane zanieczyszczenie	Budynek projektowany [kg/rok]	Budynek z alternatywnymi źródłami [kg/rok]	Efekt ekologiczny[kg/rok]	Redukcja emisji [%]
SO ₂	977,914811	60,747621	917,167190	93,79
NO _x	63,122919	15,353794	47,769124	75,68
CO	2154,216740	4,606138	2149,610602	99,79
CO ₂	100958,805956	13509,733480	87449,072476	86,62
PYŁ	511,589151	10,013344	501,575807	98,04
SADZA	16,737218	0,018024	16,719194	99,89
B-a-P	0,669128	0,000360	0,668768	99,95

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	977,914811	60,747621	977,914811	60,747621
NO _x	0,50	63,122919	15,353794	31,561459	7,676897
PYŁ	0,50	511,589151	10,013344	255,794576	5,006672
SADZA	2,50	16,737218	0,018024	41,843044	0,045060
B-a-P	20000,00	0,669128	0,000360	13382,564466	7,209608
Łączna emisja równoważna				14689,678356	80,685858

Efekt ekologiczny wyrażony emisją równoważną dla proponowanych przedsięwzięć termomodernizacyjnych wynosi 14608,992498 kg/rok, czyli 99,5%.

9.2. Wykres emisji równoważnej



Efekt ekologiczny dla projektu: „Termomodernizacja Szkoły Podstawowej w Klewie”

Efekt ekologiczny – planowana redukcja pyłu zawieszonego PM 10

Efekt ekologiczny należy wyliczyć wg poniższego wzoru:

$$EE = \frac{E_d - E_p}{E_d} \times 100\%$$

EE – efekt ekologiczny

E_d – emisja dotychczasowa: roczna emisja w ciągu roku kalendarzowego poprzedzającego złożenie wniosku o dofinansowanie

E_p – emisja prognozowana: prognozowana roczna emisja po realizacji projektu

Frakcje pyłu

Wg programu komputerowego do liczenia emisji zanieczyszczeń gazowych OPERAT FB, zawierającego m.in. bazę składów frakcyjnych pyłów wg. CEIDERS (California Emission Inventory Development and Reporting System) udział procentowy pyłu wynosi:

W kotle węglowym

do 2,5 μm – 15 %

od 2,5 μm do 10 μm – 25 % Pył PM 10 – 40%

powyżej 10 μm – 60 %

Drewno (pelet)

do 2,5 μm – 92,7 %

od 2,5 μm do 10 μm – 7 % Pył PM 10 – 99,7%

powyżej 10 μm – 0,3 %

Emisja pyłu całkowitego wg audytu energetycznego

		Klew ogrzewanie	Klew oświetlenie	Dla projektu
Emisja przed				
pył całkowity	kg	511,589151	0,48	512,069151
pył PM 10	kg	204,635660	0	204,635660
Emisja po				
pył całkowity	kg	10,013344	0,29	10,303344
pył PM 10	kg	9,983303968	0	9,983303968
Redukcja kg				
pył całkowity	kg	501,575807	0,19	501,765807
pył PM 10	kg	194,652356	0	194,652356
Redukcja %				
pył całkowity	%	98,04	39,58	97,99
pył PM 10	%	95,12	0	95,12

$$EE \text{ pył całkowity} = \frac{512,069151 - 501,765807}{512,069151} \times 100\% = 97,99 \%$$

$$EE \text{ pył PM}_{10} = \frac{204,635660 - 9,983303968}{204,635660} \times 100\% = 95,12 \%$$

Efekt ekologiczny – planowana redukcja CO₂

Efekt ekologiczny należy wyliczyć wg poniższego wzoru:

$$EE = \frac{E_d - E_p}{E_d} \times 100\%$$

EE – efekt ekologiczny

E_d – emisja dotychczasowa: roczna emisja w ciągu roku kalendarzowego poprzedzającego złożenie wniosku o dofinansowanie

E_p – emisja prognozowana: prognozowana roczna emisja po realizacji projektu

		Klew ogrzewanie	Klew oświetlenie	Dla projektu
Emisja przed				
CO ₂	kg	100958,81	8558,0	109516,81
Emisja po				
CO ₂	kg	13509,733	5050,78	18560,513
Redukcja kg				
CO ₂	kg	87449,072	3507,22	90956,292
Redukcja %				
CO ₂	%	86,62	40,98	83,05

$$EE = \frac{109516,81 - 18560,513}{109516,81} \times 100\% = 83,05 \%$$

Efekt ekologiczny – planowana redukcja benzo(a)pirenu

Efekt ekologiczny należy wyliczyć wg poniższego wzoru:

$$EE = \frac{E_d - E_p}{E_d} \times 100\%$$

EE – efekt ekologiczny

E_d – emisja dotychczasowa: roczna emisja w ciągu roku kalendarzowego poprzedzającego złożenie wniosku o dofinansowanie

E_p – emisja prognozowana: prognozowana roczna emisja po realizacji projektu

		Klew ogrzewanie	Dla projektu
Emisja przed			
benzo(a)piren	kg	0,669128	0,669128
Emisja po			
benzo(a)piren	kg	0,00036	0,00036
Redukcja kg			
benzo(a)piren	kg	0,668768	0,668768
Redukcja %			
benzo(a)piren	%	99,95	99,95

$$EE = \frac{0,669128 - 0,00036}{0,669128} \times 100\% = \mathbf{99,95 \%}$$