

1. Strona tytułowa audytu energetycznego

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	<i>Użyteczności publicznej</i>	1.2 Rok budowy	2002
1.3 INWESTOR (nazwa lub imię i nazwisko, PESEL*) (* w przypadku cudzoziemca nazwa i numer dokumentu tożsamości)	Gmina Baruchowo	1.4 Adres budynku	
	Baruchowo 54	Budynek Gimnazjum i Przedszkola Baruchowo 19	
	87-821 Baruchowo +48 42 6891111 +48 42 6891100 PESEL:	87-821 Baruchowo kujawsko-pomorskie	
2. Nazwa, adres i numer REGON firmy wykonującej audyt:			
Usługi Projektowe i Geodezyjne Marek Stypułkowski ul. Sasankowa 17 87-880 Machnacz 340256650			
3. Imię, Nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:			
Marek Stypułkowski ul. Sasankowa 17 87-880 Machnacz uprawnienia budowlane do projektowania w specjalności instalacje i sieci sanitarne bez ograniczeń		mgr inż. Marek Stypułkowski Uprawnienia budowlane do projektowania w specjalności instalacje i sieci sanitarne nr ewid. AB 14-VII-7342-3/99 podpis	
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego	
1	---	---	
5. Miejscowość: Baruchowo		Data wykonania opracowania	luty 2016
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			

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	1	1
2.1.3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	5200,00	5200,00
2.1.4.	Powierzchnia netto budynku [m ²]	929,90	929,90
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]	929,90	929,90
2.1.7.	Liczba lokali mieszkalnych	0,00	0,00
2.1.8.	Liczba osób użytkujących budynek	208,00	208,00
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]	0,32	0,32
2.1.12.	Inne dane charakteryzujące budynek	Gimnazjum dobudowane w 2002 roku.	Gimnazjum dobudowane w 2002 roku.
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; 0,28	0,17; 0,28
2.2.2.	Dach/stropodach/strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami	0,28	0,28
2.2.3.	Strop nad piwnicą	---	---
2.2.4.	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	0,69	0,69
2.2.5.	Okna, drzwi balkonowe	2,60; 2,60; 2,60; 2,60	1,10; 2,60; 2,60; 1,10
2.2.6.	Drzwi zewnętrzne/bramy	2,60	1,70
2.2.7.	Stropy zewnętrzne	0,28; 0,27	0,14; 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	0,850	0,850
2.3.2.	Sprawność przesyłu	0,960	0,960
2.3.3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,770	0,890
2.3.4.	Sprawność akumulacji	1,000	1,000
2.3.5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	1,000	0,850
2.3.6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	1,000	0,950
2.4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.4.1.	Sprawność wytwarzania	0,650	0,650
2.4.2.	Sprawność przesyłu	0,700	0,700
2.4.3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,000	1,000

2.4.4.	Sprawność akumulacji	0,840	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]	10400,00	2655,69
2.5.1.4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	2,00	0,51
2.6. Charakterystyka energetyczna budynku		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.6.1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	178,51	33,64
2.6.2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	14,61	14,61
2.6.3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	410,51	256,20
2.6.4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	653,35	284,86
2.6.5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	73,67	73,67
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)]	122,63	76,53
2.6.9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)]	195,17	85,09
2.6.10**	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	100,00	100,00
2.7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.7.1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku *** [zł/GJ]	51,66	51,66
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]	52,72	52,72
2.7.4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc **** [zł/(MW•m-c)]	0,00	0,00
2.7.5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m ² powierzchni użytkowej [zł/(m ² •m-c)]	2,53	1,02
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]	0,00	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	50,77
Planowane koszty całkowite [zł]	606024,65	Premia termomodernizacyjna [zł]	Nie dotyczy
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	19021,41		

* 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 - Temperatury 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 6.4

3.5. Wytyczne oraz uwagi inwestora

1. Obniżenie kosztów ogrzewania
2. Wykonany audyt będzie stanowił załącznik do wniosku o dofinansowanie projektu ze środków Regionalnego Programu Operacyjnego województwa kujawsko-pomorskiego na lata 2014-2020
3. Maksymalny koszt przedsięwzięcia termomodernizacyjnego wynosi:

700000 zł

4. Kwota kredytu możliwego do zaciągnięcia przez inwestora::

0 zł

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

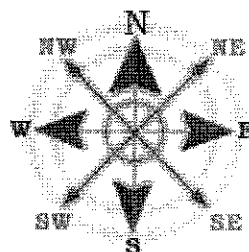
4.1. Ogólne dane techniczne

Konstrukcja/technologia budynku	-	tradycyjna
Kubatura budynku	-	5200,00 m ³
Kubatura ogrzewania	-	5200,00 m ³
Powierzchnia netto budynku	-	929,90 m ²
Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej	-	0,00 m ²
Współczynnik kształtu	-	0,32 m ⁻¹
Powierzchnia zabudowy budynku	-	580,12 m ²
Ilość mieszkań	-	0,00
Ilość użytkowników	-	208,00

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; 0,28	W/(m ² ·K)
Dach/stropodach	0,28	W/(m ² ·K)

Strop piwnicy	---	$W/(m^2 \cdot K)$
Okna	2,60; 2,60; 2,60; 2,60	$W/(m^2 \cdot K)$
Drzwi/bramy	2,60	$W/(m^2 \cdot K)$
Okna połaciowe	---	$W/(m^2 \cdot K)$
Stropy zewnętrzne	0,28; 0,27	$W/(m^2 \cdot K)$
Podłogi na gruncie	0,69	$W/(m^2 \cdot K)$

4.4. Taryfy i opłaty

Ceny ciepła - c.o.	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
Opłata za 1 GJ na ogrzewanie	51,66 zł/GJ	51,66 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	51,66 zł/GJ	51,66 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 na biomasę (drewno: polana, brykiety, pelety, zrębki), automatyczne, o mocy powyżej 100 kW do 600 kW	$\eta_{H,g} = 0,850$
Przesyłanie ciepła	C.o. wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku z zaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w przestrzeni ogrzewanej	$\eta_{H,d} = 0,960$
Regulacja systemu grzewczego	Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji centralnej bez automatycznej regulacji miejscowej	$\eta_{H,e} = 0,770$
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 $\eta_{H,tot} = \eta_{H,g} \eta_{H,d} \eta_{H,e} \eta_{H,s} =$		0,628
Informacje uzupełniające dotyczące przerw w ogrzewaniu	...	
Modernizacja systemu grzewczego po 1984 r.	Instalacja była modernizowana po 1984 r. Modernizacja polegała na: Wymieniono piec centralnego ogrzewania na olejowy oraz dobudowano piec na pellet .Kotłownia wbudowana znajduje się w sąsiednim budynku połączonym łącznikiem. Do oceny sprawności przyjęto stan po modernizacji kotłowni.	wymagany próg oszczędności: 15%
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	Liczba punktów poboru ciepłej wody do 30	$\eta_{W,d} = 0,700$
Regulacja i wykorzystanie	---	$\eta_{W,e} = 1,000$
Akumulacja ciepła	Zasobnik w systemie wg standardu budynku niskoenergetycznego	$\eta_{W,s} = 0,840$
Sprawność całkowita systemu c.w.u. $\eta_{W,tot} = \eta_{W,g} \eta_{W,d} \eta_{W,s} \eta_{W,e} =$		0,382
Moc cieplna zamówiona (ciepła woda użytkowa)		--- MW

4.7. Charakterystyka systemu wentylacji

Rodzaj wentylacji	Wentylacja grawitacyjna
Sposób doprowadzania i odprowadzania powietrza	stolarka/kanaly grawitacyjne
Strumień powietrza wentylacyjnego	10400,00
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
Ściana zewnętrzna	Ściany zewnętrzne gimnazjum z cegły ceramicznej w dobrym stanie technicznym. Izolację stanowi styropian 8cm. Izolacyjność cieplna przegrody nie spełnia obowiązujących wymagań.
Strop zewnętrzny gimnazjum	Strop pod nieogrzewanym poddaszem gimnazjum jest ocieplony wełną mineralną grubości 15cm. Inwestor przewiduje docieplenie tej części poddasza wełną mineralną 15cm.
Podłoga na gruncie	Istniejące podłogi na gruncie nie spełniają aktualnie obowiązujących wymagań izolacyjności cieplnej. Z uwagi na wykończenia budynku Inwestor nie przewiduje docieplenia podłóg. Planowana jest dodatkowa izolacja cokołów budynku styropianem grubości 10cm oraz izolacja obwodowa podłogi do głębokości 1,0m ppt.
Ściana zewnętrzna gimnazjum - lukarna	Ściany zewnętrzne lukarny ocieplone wełną mineralną 20cm. Od zewnątrz wyłożone blachodachówką. Przegroda nie spełnia wymagań izolacyjności cieplnej. Z uwagi na małą powierzchnię przegrody oraz dodatkowe koszty docieplenia związane z przeróbkami pokrycia dachowego termomodernizacja w tym zakresie nie jest opłacalna.
Dach gimnazjum	Dach gimnazjum jest ocieplony wełną mineralną 15cm. Inwestor nie przewiduje docieplenia dachu.
Strop zewnętrzny poddasze	Strop nad szkołą podstawową i łącznikiem do gimnazjum jest obecnie ocieplony wełną mineralną 15cm. Inwestor planuje docieplenie dodatkową warstwą 15cm wełny mineralnej.
Modernizacja przegrody DZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	Istniejące drzwi wejściowe do budynku w stanie wymagającym wymiany
Modernizacja przegrody OZ 1	Okna PCV tzw. pierwszej generacji o współczynniku $K=2,6W/m^2K$. Większość

mgr inż. Marek Stypulkowski
Uprawnienia budowlane do projektowania
w specjalności instalacji i sieci sanitarne
Nr ewid. ABT-W-7342-3/99

"Wentylacja grawitacyjna"	okien nieuszczelnia i źle zamontowana co powoduje niekontrolowaną nadmierną wentylację pomieszczeń. Okna są osadzone głębiej niż izolacja zewnętrzna budynku co powoduje powstawanie mostków cieplnych. Mostki te zostaną zlikwidowane podczas ocieplania ścian budynku.
Modernizacja przegrody OZ 3 "Wentylacja grawitacyjna"	Fasady - okna i główne drzwi wejściowe do gimnazjum i szkoły podstawowej wykonane w standardzie okien OZ1. Inwestor planuje wymianę na okna fasadowe z aluminium. W ramach termomodernizacji zostaną dodatkowo zamontowane drzwi wejściowe do gimnazjum tworzące wiatrołap.
System grzewczy	Modernizacja kotłowni związana jest z termomodernizacją sąsiedniego budynku szkoły podstawowej.
Instalacja ciepłej wody użytkowej	Inwestor nie planuje modernizacji instalacji c.w.u.

mgr inż. Marek Stypulkowski
Uprawnienia budowlane do projektowania
w specjalności instalacje i sieci sanitarne
nr ewid. A.B.T.VII-7342-3/99

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 gimnazjum		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Filce, maty i płyty z wełny mineralnej 80, $\lambda = 0,045 \text{ [W/(m}\cdot\text{K)]}$;	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	365,60m ²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	365,60m ²	
Stopniodni: 3655,30 dzień $\cdot$ K/rok	$t_{wo} = 20,00 \text{ }^\circ\text{C}$	$t_{zo} = -20,00 \text{ }^\circ\text{C}$

	Stan istniejący	Wariant numer	
		Wariant 1	Wariant 1.1
Oplata za 1 GJ Oz	zł/GJ	51,66	51,66
Oplata za 1 MW Om	zł/(MW $\cdot$ m-c)	0,00	0,00
Inne koszty, abonament Ab	zł/m-c	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	15	20
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	0,280	0,145
Opór cieplny R	(m ² K)/W	3,57	6,91
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² K)/W	---	3,33
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	32,31	16,72
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0041	0,0021
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	805,63
Cena jednostkowa usprawnienia K _j	zł/m ²	---	81,32
Koszty realizacji usprawnienia N _u	zł	---	36568,63
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	45,39

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 36568,63 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 45,39 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 15 cm

Informacje uzupełniające:

Koszty przyjęte na podstawie kosztorysu inwestorskiego

6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie

Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny poddasze

Proponowany materiał dodatkowej izolacji:		Wariant 1, Filce, maty i płyty z wełny mineralnej 40, $\lambda= 0,045 [W/(m \cdot K)]$;	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :		84,30m²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :		84,30m²	
Stopniodni: 3655,30 dzień·K/rok	$t_{wo}=$ 20,00 °C	$t_{zo}=$ -20,00 °C	

	Stan istniejący	Wariant numer	
		Wariant 1	Wariant 1.1
Oplata za 1 GJ Oz	zł/GJ	51,66	51,66
Oplata za 1 MW Om	zł/(MW·m-c)	0,00	0,00
Inne koszty, abonament Ab	zł/m-c	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	15	20
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m²K)	0,270	0,142
Opór cieplny R	(m²K)/W	3,70	7,03
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m²K)/W	---	3,33
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	7,20	3,79
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0009	0,0005
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	176,32
Cena jednostkowa usprawnienia K_j	zł/m²	---	81,32
Koszty realizacji usprawnienia N_u	zł	---	8431,99
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	47,82

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 8431,99 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 47,82 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 15 cm

Informacje uzupełniające:

Koszty przyjęte na podstawie kosztorysu inwestorskiego

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 EPS 70-040 FASADA, $\lambda = 0,040$ [W/(m·K)];	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	730,47 m ²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	730,47 m ²	
Stopniodni: 3655,30 dzień·K/rok	$t_{wo} = 20,00$ °C	$t_{zo} = -20,00$ °C

	Stan istniejący	Wariant numer	
		Wariant 1	Wariant 1.1
Opłata za 1 GJ Oz	zł/GJ	51,66	51,66
Opłata za 1 MW Om	zł/(MW·m-c)	0,00	0,00
Inne koszty, abonament Ab	zł/m-c	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	12	15
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	0,341	0,169
Opór cieplny R	(m ² K)/W	2,93	5,93
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² K)/W	---	3,00
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	78,72	38,90
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0100	0,0049
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	2056,95
Cena jednostkowa usprawnienia K_i	zł/m ²	---	453,47
Koszty realizacji usprawnienia N_i	zł	---	407431,97
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	198,08

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 407431,97 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 198,08 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 12 cm

Informacje uzupełniające:

Inwestor planuje docieplić ściany zewnętrzne budynku wraz z ścianami fundamentowymi oraz cokołem wraz z wykonaniem opaski wokół budynku. Koszty przyjęte na podstawie kosztorysu inwestorskiego uwzględniają również rozbiórkę i montaż instalacji odgromowej. Do realizacji wybrano Wariant 1 o niższym SPBT oraz wysokiej wartości współczynnika przenikania ciepła, spełniającej wymogi Rozporządzenia Ministra

Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. $U = 0,21$ $[W/(m^2K)] < U_{max} = 0,25$ $[W/(m^2K)]$ Za wyborem Wariantu 1 przemawiają również względy technologiczno - wykonawcze. Przy zastosowaniu ocieplenia o grubości 16 istnieje możliwość ułożenia styropianu systemem pióro – wpust co eliminuje mostki termiczne pomiędzy płytami styropianu.

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 DZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	
Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V: 101,51 m ³ /h	
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: 1,85 m ²	
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: 1,85 m ²	
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: 1,85 m ²	
Stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru: Średnie osłonięcie $c_r = 1,0$, $c_w = 1,00$	
Stan istniejący: Stolarka bardzo nieszczelna ($a > 4$)	
Stopniodni: 3655,30 dzień•K/rok $\theta_i = 20,00$ °C $\theta_e = -20,00$ °C	

		Stan istniejący	Wariant numer
			W1
Oplata za 1 GJ	zł/GJ	51,66	51,66
Oplata za 1 MW	zł/(MW•m-c)	0,00	0,00
Inne koszty, abonament	zł/m-c	0,00	0,00
Współczynnik c_m		1,35	1,00
Współczynnik c_r		1,20	1,00
Współczynnik a		---	---
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	2,600	1,700
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	4,49	0,99
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0021	0,0010
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	180,92
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi	zł/m ²	---	593,64
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok	zł	---	6403,65
Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw	zł	---	0,00
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	7,45

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 1347,18 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 7,45 lat

Stolarka szczelna ($0,5 < a < 1$)

Modernizacja systemu wentylacji

$U = 1,70$

Informacje uzupełniające:

Koszty przyjęte na podstawie kosztorysu inwestorskiego

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 : **9221,93 m³/h**

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: **174,06m²**

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: **174,06m²**

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: **174,06m²**

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

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

Stopniodni: **3655,30** dzień•K/rok $\theta_i = 20,00$ °C $\theta_e = -20,00$ °C

	Stan istniejący	Wariant numer	
		W1	
Opłata za 1 GJ	zł/GJ	51,66	51,66
Opłata za 1 MW	zł/(MW•m-c)	0,00	0,00
Inne koszty, abonament	zł/m-c	0,00	0,00
Współczynnik c_m		1,35	1,00
Współczynnik c_r		1,20	1,00
Współczynnik a		---	---
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	2,600	1,100
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	423,84	275,40
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,1874	0,0274
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	7668,29
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi	zł/m ²	---	584,94
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok	zł	---	349232,88
Koszt realizacji modernizacji wentylacji N_w	zł	---	0,00
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	16,33

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 125229,51 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 16,33 lat

Stolarka szczelna ($0,5 < a < 1$)

Modernizacja systemu wentylacji

$U = 1,10$

Informacje uzupełniające:

Koszty przyjęte na podstawie kosztorysu inwestorskiego

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

Modernizacja przegrody OZ 3 'Wentylacja grawitacyjna'

Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V: 288,64 m³/h

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: 12,00m²

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: 12,00m²

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: 12,00m²

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

Stan istniejący: Stołarka bardzo nieszczelna (a > 4)

Stopniodni: 3655,30 dzień•K/rok θi = 20,00 °C θe = -20,00 °C

	Stan istniejący	Wariant numer	
		W1	
Oplata za 1 GJ zł/GJ	51,66	51,66	
Oplata za 1 MW zł/(MW•m-c)	0,00	0,00	
Inne koszty, abonament zł/m-c	0,00	0,00	
Współczynnik cm	1,35	1,00	
Współczynnik cr	1,20	1,00	
Współczynnik a	---	---	
Współczynnik przenikania ciepła U W/(m ² K)	2,600	1,100	
Straty ciepła na przenikanie Q GJ	29,22	10,15	
Zapotrzebowanie na moc cieplną q MW	0,0065	0,0053	
Roczna oszczędność kosztów ΔO zł/rok	---	985,22	
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi zł/m ²	---	1180,31	
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok zł	---	33797,47	
Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw zł	---	0,00	
Prosty czas zwrotu SPBT lata	---	17,68	

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 17421,38 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 17,68 lat

Stołarka szczelna (0,5 < a < 1)

Modernizacja systemu wentylacji

U= 1,10

Informacje uzupełniające:

Koszty przyjęte na podstawie kosztorysu inwestorskiego

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

6.3.1 Obliczenia mocy cieplnej oraz zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania cwu

		Stan istniejący
Ciepło właściwe wody c_w	[kJ/(kg·K)]	4,18
Gęstość wody ρ_w	[kg/m ³]	1000
Temperatura ciepłej wody θ_w	[°C]	55
Temperatura zimnej wody θ_o	[°C]	10
Współczynnik korekcyjny k_R	[-]	0,55
Powierzchnia o regulowanej temperaturze A_r	[m ²]	929,90
Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na c.w.u. V_{w1}	[dm ³ /(m ² ·doba)]	0,80
Czas użytkowania τ	[h]	8,00
Współczynnik godzinowej nierównomierności N_h	[-]	3,00
Sprawność wytwarzania $\eta_{w,g}$	[-]	0,65
Sprawność przesyłu $\eta_{w,d}$	[-]	0,70
Sprawność akumulacji ciepła $\eta_{w,s}$	[-]	0,84
Obliczeniowe zapotrzebowanie ciepła Q_{cw}	[GJ/rok]	73,67
Max moc cieplna q_{cwu}	[kW]	14,61

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]	51,66	51,66
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]	410,51	
Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	[MW]	0,1785	
Sprawność systemu grzewczego		0,628	0,726
Roczna oszczędność kosztów ΔO	[zł/a]	---	10172,06
Koszt modernizacji	[zł]	---	9594,00
SPBT	[lat]	---	0,94

Informacje uzupełniające:
Koszty przyjęte na podstawie wyceny wykonawców.

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

Rodzaje ulepszeń termomodernizacyjnych	Wartości sprawności składowych n oraz współczynników w *)
--	---

Wytwarzania ciepła, np. wymiana lokalnego wbudowanego źródła ciepła $\eta_{H,g}$	0,850
Przesyłania ciepła, np. izolacja pionów zasilających $\eta_{H,d}$	0,960
Regulacji systemu grzewczego, np. wprowadzenie automatyki pogodowej $\eta_{H,e}$	0,890
Akumulacji ciepła, np. wprowadzenie zasobnika buforowego $\eta_{H,s}$	1,000
Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w ciągu tygodnia w_t	0,850
Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w ciągu doby w_d	0,950
Sprawność całkowita systemu grzewczego $\eta_{H,g} \eta_{H,d} \eta_{H,e} \eta_{H,s}$	0,726

*) - 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
zawory termostaticzne	9594,00
Suma:	9594,00

6.4.4 Opis zastosowanych ulepszeń dotyczących poprawy sprawności systemu grzewczego

Usprawnienia termomodernizacyjne	Opis zastosowanych usprawnień
Ulepszenie sprawności wytwarzania η_g	Inwestor nie przewiduje wymiany kotła
Ulepszenie sprawności przesyłu η_d	Uzupełnienie i naprawa izolacji na rurociągach c.o. w kotłowni zostanie wykonane w ramach termomodernizacji budynku szkoły podstawowej
Ulepszenie sprawności regulacji η_e	Wymiana istniejących zaworów na zawory grzejnikowe termostaticzne .
Ulepszenie sprawności akumulacji η_s	brak działań w tym zakresie
Ulepszenie dotyczące przerw w ogrzewaniu w_t i w_d	Zakłada się regulację czasu ogrzewania budynku przez sterowanie pracą pompy obiegowej c.o.

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 DZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	1347,18 zł	7,45
2.	Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	125229,51 zł	16,33
3.	Modernizacja przegrody OZ 3 'Wentylacja grawitacyjna'	17421,38 zł	17,68
4.	Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny gimnazjum	36568,63 zł	45,39
5.	Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny poddasze	8431,99 zł	47,82
6.	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	407431,97 zł	198,08

	Modernizacja systemu grzewczego	9594,00	0,94
--	---------------------------------	---------	------

7.2 Określenie kosztów poszczególnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Wariant 1		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody DZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	1347,18
2	Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	125229,51
3	Modernizacja przegrody OZ 3 'Wentylacja grawitacyjna'	17421,38
4	Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny gimnazjum	36568,63
5	Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny poddasze	8431,99
6	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	407431,97
7	Modernizacja systemu grzewczego	9594,00
Całkowity koszt		606024,65

Wariant 2		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody DZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	1347,18
2	Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	125229,51
3	Modernizacja przegrody OZ 3 'Wentylacja grawitacyjna'	17421,38
4	Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny gimnazjum	36568,63
5	Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny poddasze	8431,99
6	Modernizacja systemu grzewczego	9594,00
Całkowity koszt		198592,68

Wariant 3		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody DZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	1347,18
2	Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	125229,51
3	Modernizacja przegrody OZ 3 'Wentylacja grawitacyjna'	17421,38
4	Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny gimnazjum	36568,63
5	Modernizacja systemu grzewczego	9594,00
Całkowity koszt		190160,69

Wariant 4		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody DZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	1347,18
2	Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	125229,51

3	Modernizacja przegrody OZ 3 'Wentylacja grawitacyjna'	17421,38
4	Modernizacja systemu grzewczego	9594,00
Całkowity koszt		153592,06

Wariant 5		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody DZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	1347,18
2	Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	125229,51
3	Modernizacja systemu grzewczego	9594,00
Całkowity koszt		136170,69

Wariant 6		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody DZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	1347,18
2	Modernizacja systemu grzewczego	9594,00
Całkowity koszt		10941,18

Wariant 7		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu grzewczego	9594,00
Całkowity koszt		9594,00

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	wskaznik cieplny budynku	stosunek pow. przegród zewnętrznych do kubatury przestrzeni ogrzewanej A/V
	[MW]	[GJ]	°C	m ²	m ³	m ³	m ³	W/m ³	1/m
0	0,1785	410,51	20,00	929,90	5200,00	5200,00	5200,00	34,33	0,32
1	0,0566	256,20	20,00	929,90	5200,00	5200,00	5200,00	32,86	0,32
2	0,0616	297,08	20,00	929,90	5200,00	5200,00	5200,00	33,83	0,32
3	0,0620	300,61	20,00	929,90	5200,00	5200,00	5200,00	33,92	0,32
4	0,0640	316,83	20,00	929,90	5200,00	5200,00	5200,00	34,30	0,32
5	0,0641	317,54	20,00	929,90	5200,00	5200,00	5200,00	34,30	0,32

6	0,0751	408,86	20,00	929,90	5200,00	5200,00	5200,00	34,33	0,32
7	0,1785	410,51	20,00	929,90	5200,00	5200,00	5200,00	34,33	0,32

7.4. Obliczenia oszczędności kosztów wynikających z przeprowadzenia przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Wariant	$Q_{h0,1co}$ $q_{h0,1co}$	$Q_{0,1cwu}$ $q_{0,1cwu}$	$\eta_{0,1}$	$W_{t0,1}$	$W_{d0,1}$	$Q_{0,1}$	$O_{0,1}$	ΔO	$\% \Delta O$
-	GJ MW	GJ MW	-	-	-	GJ	zł	zł	%
0	410,51 0,1785	73,67 0,0146	0,63	1,00	1,00	725,27	37467,61	---	---
1	256,20 0,0566	73,67 0,0146	0,73	0,85	0,95	357,07	18446,20	19021,41	50,77
2	297,08 0,0616	73,67 0,0146	0,73	0,85	0,95	402,29	20782,27	16685,35	44,53
3	300,61 0,0620	73,67 0,0146	0,73	0,85	0,95	406,19	20983,99	16483,63	43,99
4	316,83 0,0640	73,67 0,0146	0,73	0,85	0,95	424,14	21910,87	15556,74	41,52
5	317,54 0,0641	73,67 0,0146	0,73	0,85	0,95	424,92	21951,44	15516,17	41,41
6	408,86 0,0751	73,67 0,0146	0,73	0,85	0,95	525,94	27169,87	10297,74	27,48
7	410,51 0,1785	73,67 0,0146	0,73	0,85	0,95	527,76	27264,16	10203,45	27,23

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	606024,65 zł	19021,41	50,77%	700000,00 100,00% 0,00 0,00%	0,00	96963,94	38042,82
2	198592,68 zł	16685,35	44,53%	700000,00 100,00% 0,00 0,00%	0,00	31774,83	33370,69
3	190160,69 zł	16483,63	43,99%	700000,00 100,00%	0,00	30425,71	32967,2

				0 0,00 0,00%			5
4	153592,06 zł	15556,74	41,52%	700000,0 0 100,00% 0,00 0,00%	0,00	24574,73	31113,4 9
5	136170,69 zł	15516,17	41,41%	700000,0 0 100,00% 0,00 0,00%	0,00	21787,31	31032,3 4
6	10941,18 zł	10297,74	27,48%	700000,0 0 100,00% 0,00 0,00%	0,00	1750,59	20595,4 8
7	9594,00 zł	10203,45	27,23%	700000,0 0 100,00% 0,00 0,00%	0,00	1535,04	20406,9 0

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 700000,00 zł

7.6. Charakterystyka optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

- planowany koszt całkowity	---	606024,65 zł	
- planowana kwota środków własnych (w tym dotacje)	---	700000,00 zł	
- planowana kwota kredytu	---	0,00 zł	
- przewidywana premia termomodernizacyjna	---	0,00 zł	
- roczne oszczędności kosztów energii	---	19021,41 zł	tj. 50,77 %

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

P1
Usprawnienie: Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny gimnazjum
Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 15 cm
Zastosowany materiał izolacji termicznej: Filce, maty i płyty z wełny mineralnej 80
Uwagi:
Koszty przyjęte na podstawie kosztorysu inwestorskiego

P2
Usprawnienie: Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny poddasze
Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 15 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Filce, maty i płyty z wełny mineralnej 40

Uwagi:

Koszty przyjęte na podstawie kosztorysu inwestorskiego

P3

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 12 cm

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

Uwagi:

Inwestor planuje docieplić ściany zewnętrzne budynku wraz z ścianami fundamentowymi oraz cokołem wraz z wykonaniem opaski wokół budynku. Koszty przyjęte na podstawie kosztorysu inwestorskiego uwzględniają również rozbiórkę i montaż instalacji odgromowej. Do realizacji wybrano Wariant 1 o niższym SPBT oraz wysokiej wartości współczynnika przenikania ciepła, spełniającej wymogi Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. $U = 0,21 [W/(m^2K)] < U_{max} = 0,25 [W/(m^2K)]$ Za wyborem Wariantu 1 przemawiają również względy technologiczne - wykonawcze. Przy zastosowaniu ocieplenia o grubości 16 istnieje możliwość ułożenia styropianu systemem pióro – wpust co eliminuje mostki termiczne pomiędzy płytami styropianu.

O1

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

Wymagany współczynnik U dla nowej stolarki: $1,700 W/(m^2 \cdot K)$

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

Uwagi:

Koszty przyjęte na podstawie kosztorysu inwestorskiego

O2

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

Wymagany współczynnik U dla nowej stolarki: $1,100 W/(m^2 \cdot K)$

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

Uwagi:

Koszty przyjęte na podstawie kosztorysu inwestorskiego

O3

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody OZ 3 'Wentylacja grawitacyjna'**

Wymagany współczynnik U dla nowej stolarki: $1,100 W/(m^2 \cdot K)$

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

Uwagi:

Koszty przyjęte na podstawie kosztorysu inwestorskiego

C.O.

Usprawnienie: **modernizacja instalacji grzewczej**

Wymagany zakres prac modernizacyjnych:

Uwagi:

Koszty przyjęte na podstawie wyceny wykonawców.

RAPORT EFEKTU EKOLOGICZNEGO AUDYT

NAZWA OBIEKTU: Budynek Gimnazjum i Przedszkola w Baruchowie

ADRES: Baruchowo, 19

KOD, MIEJSCOWOŚĆ: 87-821, Baruchowo

NAZWA INWESTORA: Gmina Baruchowo

ADRES: Baruchowo, 54

KOD, MIEJSCOWOŚĆ: 87-821, Baruchowo

NAZWA JEDNOSTKI PROJEKTOWEJ: Usługi Projektowe i Geodezyjne Marek Stypułkowski

ADRES: ul. Sasankowa, 17

KOD, MIEJSCOWOŚĆ: 87-880, Machnacz

PROJEKTANT

Tytuł	Imię i nazwisko	Nr uprawnień	Data, podpis
uprawnienia budowlane do projektowania w specjalności instalacje i sieci sanitarne bez ograniczeń	Marek Stypułkowski	ABIT-VII-7342-3/99	2016-02-18 mgr inż. Marek Stypułkowski Upewnienin budowlane do projektowania w specjalności instalacje i sieci sanitarne nr ewid. ABIT-VII-7342-3/99
Baruchowo, 2016-02-18			

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: Płock - Trzepowo

Powierzchnia zabudowy $A_z=580,12 \text{ m}^2$

Powierzchnia o regulowanej temperaturze $A_T=929,90 \text{ m}^2$

Powierzchnia netto $A=929,9 \text{ m}^2$

Kubatura ogrzewana budynku $V=5200 \text{ m}^3$

Liczba kondygnacji: 3

3. Spis przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Modernizacja przegrody DZ 1

Modernizacja przegrody OZ 1

Modernizacja przegrody OZ 3

Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny gimnazjum

Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny poddasze

Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna

Modernizacja systemu grzewczego

4. Charakterystyka źródeł energii systemu ogrzewania i wentylacji

4.1. Przed modernizacją

Rodzaj paliwa	$\eta_{H, rok}$	H_u	Jedn.	$Q_{K,H}$ [kWh/rok]	Zużycie paliwa B	Jedn.
Miejscowe wytwarzanie energii w budynku - Biomasa	0,63	4,28	kWh/kg	181487,4	42403,6	kg/rok

4.2. Po modernizacji

Rodzaj paliwa	$\eta_{H, rok}$	H_u	Jedn.	$Q_{K,H}$ [kWh/rok]	Zużycie paliwa B	Jedn.
Miejscowe wytwarzanie energii w budynku - Biomasa	0,73	4,28	kWh/kg	97992,9	22895,5	kg/rok

5. Charakterystyka źródeł energii systemu przygotowania ciepłej wody

5.1. Przed modernizacją

Rodzaj paliwa	$\eta_{W, rok}$	H_u	Jedn.	$Q_{K,W}$ [kWh/rok]	Zużycie paliwa B	Jedn.
Miejscowe wytwarzanie energii w budynku - Biomasa	0,38	4,28	kWh/kg	20465,2	4781,6	kg/rok

5.2. Po modernizacji

Rodzaj paliwa	$\eta_{W, rok}$	H_u	Jedn.	$Q_{K,W}$ [kWh/rok]	Zużycie paliwa B	Jedn.
Miejscowe wytwarzanie energii w budynku - Biomasa	0,38	4,28	kWh/kg	20465,2	4781,6	kg/rok

6. Wskaźniki emisji zanieczyszczeń poszczególnych systemów i nośników energii

6.1. Przed modernizacją

System ogrzewania i wentylacji								
Rodzaj paliwa	Jedn.	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂	PYL	SADZA	B-a-P
Miejscowe wytwarzanie energii w budynku - Biomasa	kg/Mg	0,000000	17,14000 0	171,4200 00	0,000000	0,690000	0,000000	0,000000

System przygotowania ciepłej wody								
Rodzaj paliwa	Jedn.	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂	PYL	SADZA	B-a-P
Miejscowe wytwarzanie energii w budynku - Biomasa	kg/Mg	0,000000	17,14000 0	171,4200 00	0,000000	0,690000	0,000000	0,000000

6.2. Po modernizacji

System ogrzewania i wentylacji								
Rodzaj paliwa	Jedn.	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂	PYL	SADZA	B-a-P
Miejscowe wytwarzanie energii w budynku - Biomasa	kg/Mg	0,000000	17,14000 0	171,4200 00	0,000000	0,690000	0,000000	0,000000

System przygotowania ciepłej wody								
Rodzaj paliwa	Jedn.	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂	PYL	SADZA	B-a-P
Miejscowe wytwarzanie energii w budynku - Biomasa	kg/Mg	0,000000	17,14000 0	171,4200 00	0,000000	0,690000	0,000000	0,000000

7. Emisja zanieczyszczeń poszczególnych systemów w budynku

7.1. Przed modernizacją

System	Jedn.	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂	PYL	SADZA	B-a-P
System ogrzewania i wentylacji	kg/rok	0,0000	726,7975	7268,823 4	0,0000	29,2585	0,0000	0,0000
System przygotowania ciepłej wody	kg/rok	0,0000	81,9563	819,6583	0,0000	3,2993	0,0000	0,0000
Całkowita emisja w budynku	Jedn.	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂	PYL	SADZA	B-a-P
	kg/rok	0,0000	808,7538	8088,481 8	0,0000	32,5578	0,0000	0,0000

7.2. Po modernizacji

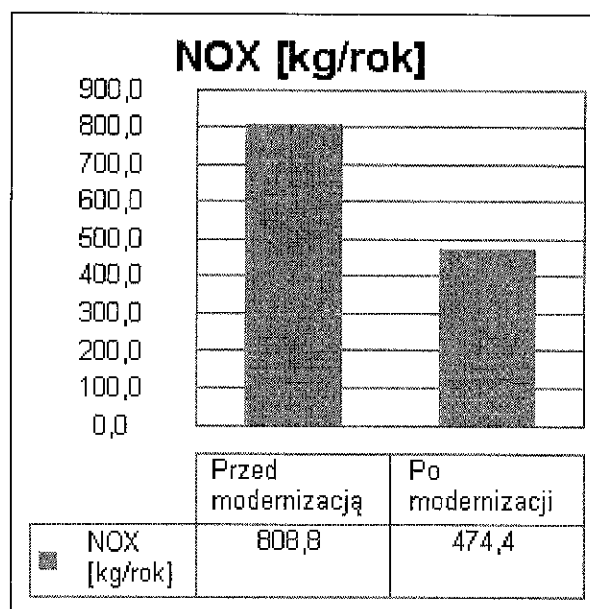
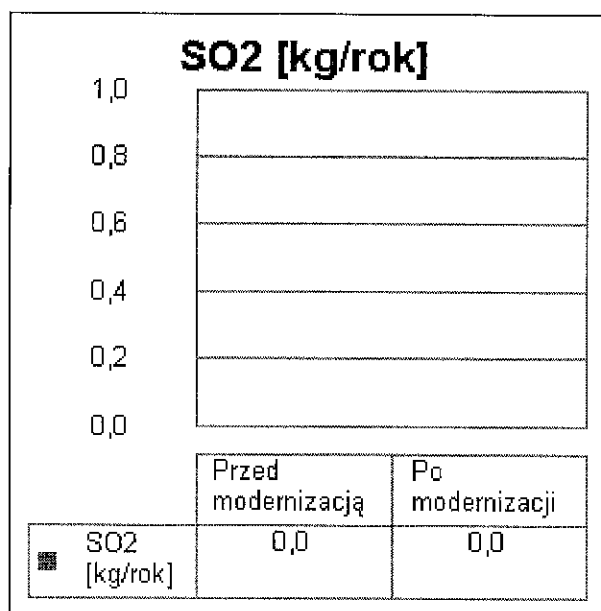
System	Jedn.	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂	PYL	SADZA	B-a-P
System ogrzewania i wentylacji	kg/rok	0,0000	392,4293	3924,751 2	0,0000	15,7979	0,0000	0,0000
System przygotowania ciepłej wody	kg/rok	0,0000	81,9563	819,6583	0,0000	3,2993	0,0000	0,0000
Całkowita emisja w budynku	Jedn.	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂	PYL	SADZA	B-a-P
	kg/rok	0,0000	474,3856	4744,409 6	0,0000	19,0972	0,0000	0,0000

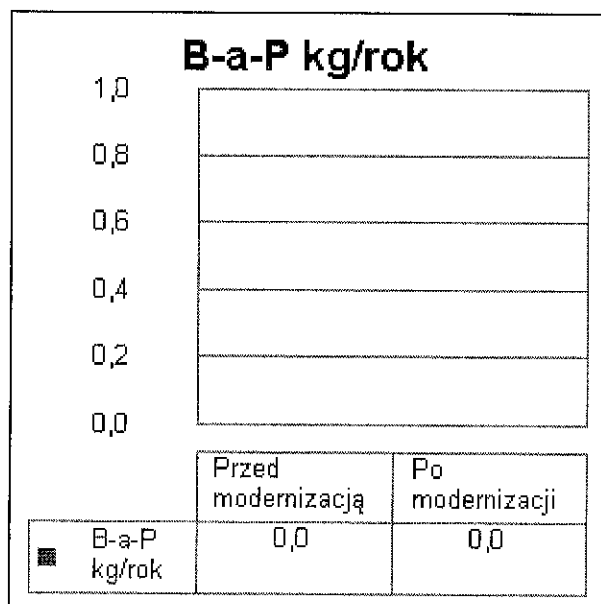
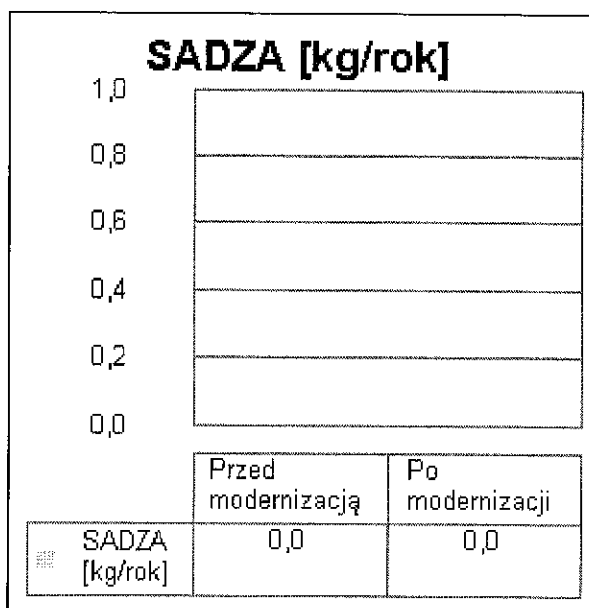
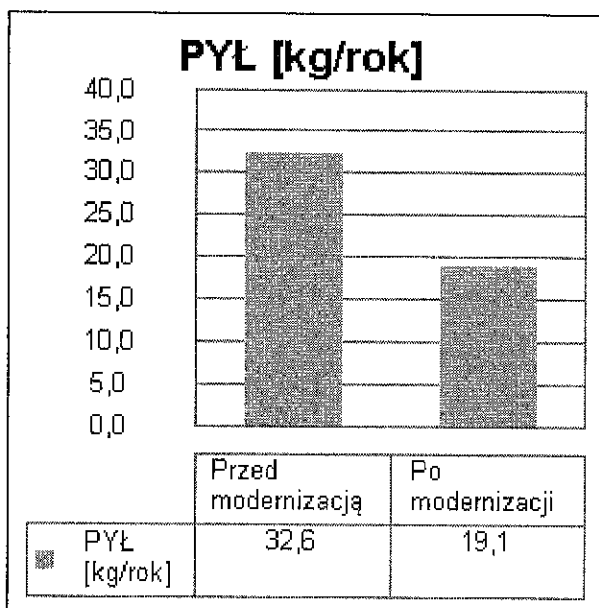
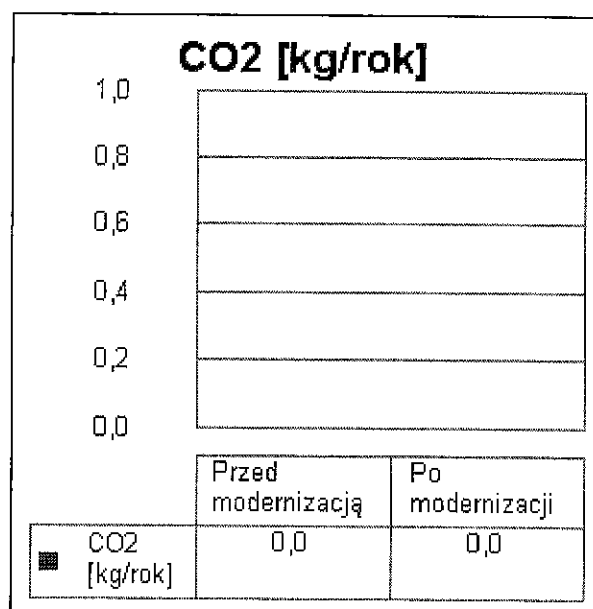
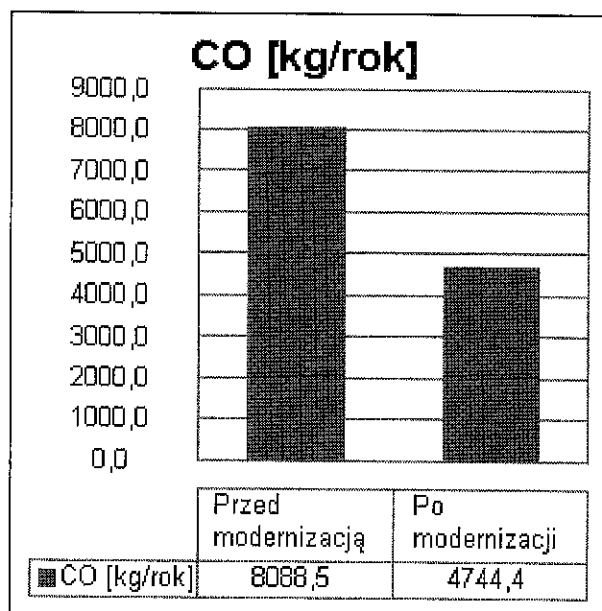
8. Bezpośredni efekt ekologiczny

8.1. Tabela bezpośredniego efektu ekologicznego

Emitowane zanieczyszczenie	Budynek przed modernizacją [kg/rok]	Budynek po modernizacji źródłami [kg/rok]	Efekt ekologiczny[kg/rok]	Redukcja emisji [%]
SO ₂	0,000000	0,000000	0,000000	...
NO _x	808,753807	474,385605	334,368202	41,34
CO	8088,481772	4744,409588	3344,072184	41,34
CO ₂	0,000000	0,000000	0,000000	...
PYL	32,557767	19,097203	13,460564	41,34
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	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
NO _x	0,50	808,753807	474,385605	404,376903	237,192802
PYŁ	0,50	32,557767	19,097203	16,278884	9,548602
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				420,655787	246,741404

Efekt ekologiczny wyrażony emisją równoważną dla proponowanych przedsięwzięć termomodernizacyjnych wynosi 173,914383 kg/rok, czyli 41,3%.

Redukcja pyłu PM10 - wskaźniki emisji zanieczyszczeń przyjęte zgodnie z EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook - 2013.

Dla źródła od 50kW do 1MW - kocioł automatyczny nowej generacji na paliwo biomasa-drewno emisja pyłu PM10 - 34g/GJ

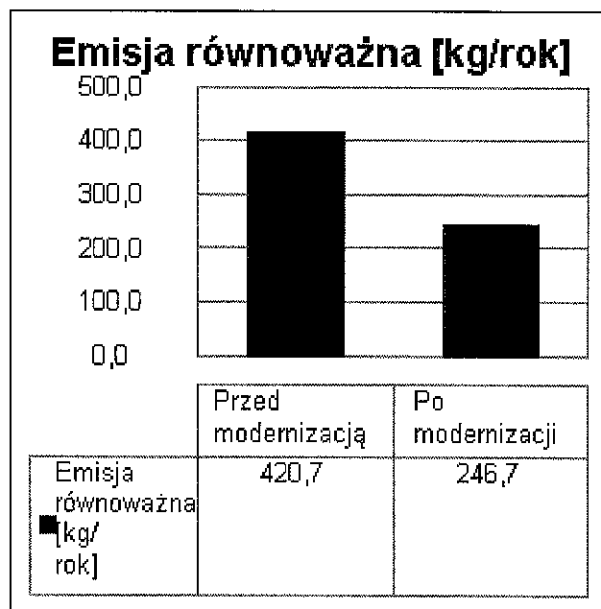
Emisja przed modernizacją [g] : 34g/GJ*(653,35+73,67)GJ= 24718,68 **g/rok**

Emisja po modernizacji [g] : 34g/GJ*(284,86+73,67))GJ= 12190,02 **g/rok**

Redukcja emisji [g] : 34g/GJ*((653,35+73,67)-(284,86+73,67))GJ= **12528,66 g/rok**

Redukcja emisji % : 100% *12528,66/24718,68 = **50,68%**

9.2. Wykres emisji równoważnej



Budynek przed termomodernizacją				
Ogrzewanie i wentylacja				
Nr źródła	Nazwa źródła	$Q_{U,H}$ kWh/rok	$Q_{K,H}$ kWh/rok	$Q_{P,H}$ kWh/rok
1	Kocioł na pelet	114032,14	181487,4	36297,48
$A_f=929,90 \text{ m}^2$				
Przygotowanie ciepłej wody				
Nr źródła	Nazwa źródła	$Q_{U,W}$ kWh/rok	$Q_{K,W}$ kWh/rok	$Q_{P,W}$ kWh/rok
1	Kocioł na pelet	7821,78	20465,2	4093,04
$A_f=929,90 \text{ m}^2$				
Zestawienie energii użytkowej $EU=(Q_{U,H}+Q_{U,W}) / A_f$			131,04	kWh/(m ² •rok)
Zestawienie energii końcowej $EK=(Q_{K,H}+Q_{K,W}+E_{el,pom}) / A_f$			217,18	kWh/(m ² •rok)
Zestawienie energii pierwotnej $Q_P=Q_{P,H}+Q_{P,W}$			40390,52	kWh/rok
Roczny wskaźnik obliczeniowy zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną do ogrzania, wentylacji i przygotowania ciepłej wody oraz chłodzenia $EP=Q_P/A_f$			43,435	kWh/(m ² •rok)

Budynek po termomodernizacji				
Ogrzewanie i wentylacja				
Nr źródła	Nazwa źródła	$Q_{U,H}$ kWh/rok	$Q_{K,H}$ kWh/rok	$Q_{P,H}$ kWh/rok
1	Kocioł na pelet	71166,33	97992,9	19598,58
$A_f=929,90 \text{ m}^2$				
Przygotowanie ciepłej wody				
Nr źródła	Nazwa źródła	$Q_{U,W}$ kWh/rok	$Q_{K,W}$ kWh/rok	$Q_{P,W}$ kWh/rok
1	Kocioł na pelet	7821,78	20465,2	4093,04
$A_f=929,90 \text{ m}^2$				
Zestawienie energii użytkowej $EU=(Q_{U,H}+Q_{U,W}) / A_f$			84,94	kWh/(m ² •rok)
Zestawienie energii końcowej $EK=(Q_{K,H}+Q_{K,W}+E_{el,pom}) / A_f$			127,39	kWh/(m ² •rok)
Zestawienie energii pierwotnej $Q_P=Q_{P,H}+Q_{P,W}$			23691,62	kWh/rok
Roczny wskaźnik obliczeniowy zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną do ogrzania, wentylacji i przygotowania ciepłej wody oraz chłodzenia $EP=Q_P/A_f$			25,48	kWh/(m ² •rok)

Uwaga : Wskaźniki nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej na wytworzenie energii do budynku :

$W_H=0,20$ - biomasa

$W_W=0,20$ - biomasa