

1. Strona tytułowa audytu energetycznego

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	Szkolno-oświatowe		1.2 Rok budowy
			1968
1.3 INWESTOR (nazwa lub imię i nazwisko)	Urząd Miejski w Wołczynie ul. Dworcowa 1 46-250 Wołczyn	1.4 Adres budynku ul. Sienkiewicza 4 46-250 Wołczyn opolskie	
2. Nazwa, adres i numer REGON firmy wykonującej audyt:			
Zakład Usług Inżynierskich – mgr inż. Mirosław Bilski ul. Władysława Jagiełły 3 46-200 Kluczbork			
3. Imię, Nazwisko, adres oraz numer PESEL audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:			
Mirosław Bilski ul. Jagiełły 3 46-200 Kluczbork uprawnienie budowlane		 podpis
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac, posiadane kwalifikacje			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego	
1	---	---	
5. Miejscowość: Kluczbork		data wykonania opracowania	luty 2010
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		
2.1.1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna
2.1.2.	Liczba kondygnacji	1
2.1.3.	Kubatura części ogrzewanej	4727,46
2.1.4.	Powierzchnia netto budynku	1402,30
2.1.5.	Pow. użytkowa części mieszkalnej	0,00
2.1.6.	Pow. użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych	0,00
2.1.7.	Szkoła	1,00
2.1.8.	Liczba osób użytkujących budynek	200,00
2.1.9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	Przepływowe podgrzewacze elektryczne
2.1.10	Rodzaj systemu grzewczego budynku	Kotłownia węglowa w piwnicy
2.1.11	Współczynnik kształtu A/V	0,66

2.1.12	Inne dane charakteryzujące budynek	...
--------	------------------------------------	-----

2.2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.2.1.	Ściany zewnętrzne	1,40	0,25
2.2.2.	Dach/stropodach	---	---
2.2.3.	Strop piwnicy	---	---
2.2.4.	Okna	3,00; 1,70; 4,80	1,60; 1,70; 1,70
2.2.5.	Drzwi/bramy	2,20; 5,00; 5,00	2,20; 2,20; 2,00
2.2.6.	Stropy wewnętrzne	1,45	1,45
2.2.7.	Ściany na gruncie	1,40	1,40
2.2.8.	Podłogi na gruncie	1,18; 0,94; 1,08	1,18; 0,94; 1,08
2.2.9.	Stropy zewnętrzne	1,26; 1,00	0,22; 0,18

2.3. Sprawności składowe systemu grzewczego		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.3.1.	Sprawność wytwarzania	0,860	0,940
2.3.2.	Sprawność przesyłania	0,970	0,970
2.3.3.	Sprawność regulacji	0,970	0,980
2.3.4.	Sprawność akumulacji	1,000	1,000
2.3.5.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewanie w okresie tygodnia	1,000	0,750
2.3.6.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewanie w ciągu doby	1,000	0,960

2.4. Charakterystyka systemu wentylacji		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.4.1. 1.	Rodzaj wentylacji	Wentylacja grawitacyjna	Wentylacja grawitacyjna
2.4.1. 2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	stolarka/kanały grawitacyjne	stolarka/kanały grawitacyjne
2.4.1. 3.	Strumień powietrza wentylacyjnego	3198,08	3198,08
2.4.1. 4.	Liczba wymian	0,68	0,68

2.5. Charakterystyka energetyczna budynku		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.5.1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	229,65	128,06
2.5.2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	3,18	3,18
2.5.3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1113,85	446,69
2.5.4.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1376,52	359,93
2.5.5.	Obliczenie zużycia energii na przygotowanie ciepłej wody [GJ/rok]	69,51	69,51
2.5.6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego i na przygotowanie cwu [GJ/rok]	--	---
2.5.7.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	220,64	88,48

	[kWh/(m ² rok)]		
2.5.8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ³ rok)]	80,88	21,15
2.5.9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)]	272,67	71,30

2.6. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.6.1.	Opłata za 1GJ na ogrzewanie	49,72	73,09
2.6.2.	Opłata za 1MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc	0,00	0,00
2.6.3.	Opłata za podgrzanie 1m ³ wody użytkowej	0,00	0,00
2.6.6.	Opłata abonamentowa	0,00	0,00
2.6.7.	Inne	0,00	0,00

2.7. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowane koszty całkowite (brutto z VAT-em) [zł]	1082076,85	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	70,17
Planowane środki własne Inwestora -15 % [zł]	162311,52	Roczna oszczędność kosztów energii [zł]	41958,81 zł
Planowane dofinansowanie z Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Opolskiego 2007 -2013 – 85 % [zł]	919765,28		

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, wzór kart audytów, a także algorytmy 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
4. Ustawa "o wspieraniu termomodernizacji i remontów" z dnia 21 listopad 2008r. z późniejszymi zmianami
5. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 06 listopada 2008r. w sprawie metodologii obliczeń charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącego samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectwa ich charakterystyki energetycznej

3.2. Normy techniczne

1. PN-EN ISO 6946 - Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczania.
2. PN-EN ISO 13790:2008 – Obliczenia zużycia energii do ogrzewania i chłodzenia.
3. PN-83/B-03430 - Wentylacja w budynkach mieszkalnych zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej. Wymagania.

4. PN-82/B-02402 - Temperatuty ogrzewanych pomieszczeń w budynkach.
5. PN-82/B-02403 - Temperatuty obliczeniowe zewnętrzne.
6. PN-EN 12831:2006 – Metoda obliczania projektowanego obciążenia cieplnego.

3.3. Materiały przekazane przez inwestora

1. Dokumentacja techniczna
2. Informacje techniczne przekazane przez inwestora

3.4. Inne materiały oraz programy komputerowe

1. Materiały z przeprowadzonej wizji lokalnej
2. Program komputerowy ArCADiasoft Chudzik sp. j. ArCADia-TERMO PRO 2.2

3.5. Wytyczne oraz uwagi inwestora

Informacji udzielał: Tomasz Olejnik – Naczelnik Wydziału Komunalnego UM w Wołczynie

1. Obniżenie kosztów ogrzewania poprzez wykonanie prac termomodernizacyjnych ścian, stropodachu, wymianę stolarki okiennej i drzwiowej (starych). Wymiana kotła węglowego na gazowy, wymianę rozprowadzenia oraz grzejników.
2. Maksymalna wielkość środków własnych inwestora, stanowiących możliwy do zadeklarowania udział własny przeznaczony na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego wynosi – 15% :

162 311zł

3. Planowane dofinansowanie z Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Opolskiego 2007-2013
– 85 %

919 765 zł

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku]

Załącznikiem do niniejszego opracowania jest opis techniczny i inwentaryzacja oraz ocena stanu technicznego

4.1. Ogólne dane techniczne

Konstrukcja/technologia budynku	-	tradycyjna	
Kubatura budynku	-	7137	M ³
Kubatura ogrzewania	-	4727,46	M ³
Powierzchnia netto budynku	-	1402,30	M ²
Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej	-	0,00	M ²
Współczynnik kształtu	-	0,66	m ⁻¹
Powierzchnia zabudowy budynku	-	1730	M ²
Ilość mieszkań	-	1,00	
Ilość uczniów i nauczycieli: 12 h, pięć dni tygodniu	-	200,00	

4.2. Dokumentacja techniczna budynku

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

4.3. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

4.3.1. Zbiorcza charakterystyka przegród budowlanych

Ściany zewnętrzne	1,40	W/m ² K
Dach/stropodach	---	W/m ² K
Strop piwnicy	---	W/m ² K
Okna	3,00; 1,70; 4,80	W/m ² K
Drzwi/bramy	2,20; 5,00; 5,00	W/m ² K
Okna połaciowe	---	W/m ² K
Stropy wewnętrzne	1,45	W/m ² K
Ściany na gruncie	1,40	W/m ² K
Podłogi na gruncie	1,18; 0,94; 1,08	W/m ² K
Stropy zewnętrzne	1,26; 1,00	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	49,72 zł/GJ	73,09 zł/GJ
Opłata za 1MW mocy zamówionej na ogrzewanie	0,00 zł/MW/mc	0,00 zł/MW/mc
Inne koszty, abonament	0,00 zł/mc	0,00 zł/mc
Ceny ciepła - c.w.u.	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
Opłata za 1 GJ	- zł/GJ	- zł/GJ
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie c.w.u.	0,00 zł/MW/mc	0,00 zł/MW/mc
Inne koszty, abonament	0,00 zł/mc	0,00 zł/mc

Rodzaj paliwa	Cena jednostki paliwa	% udział źródła	Wartość opałowa	Cena za GJ
Węgiel kamienny + obsługa		100%	0,023 GJ/kg	49,72zł
Gaz ziemny + dozór		100%	0,023 GJ/kg	73,09zł

4.5. Charakterystyka systemu grzewczego		
Wytwarzanie	Węzeł cieplny kompaktowy z obudową do 100-300kW Ciepło z ciepłowni węglowej	$\eta_{H,g} = 0,860$
Przesyłanie ciepła	Ogrzewanie mieszkaniowe (kocioł gazowy lub miniwęzeł)	$\eta_{H,d} = 0,970$
Regulacja systemu grzewczego	Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji centralnej	$\eta_{H,e} = 0,970$
Akumulacje ciepła	---	$\eta_{H,s} = 1,000$
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 $\eta_{H,tot} = \eta_{H,g}\eta_{H,d}\eta_{H,e}\eta_{H,s} =$		0,809
Informacje uzupełniające dotyczące przerw w ogrzewaniu		
Modernizacja systemu grzewczego po 1984 r.	Instalacja nie była modernizowana po 1984 r.	wymagany próg oszczędności: 25%
Moc cieplna zamówiona (centralne ogrzewanie)		--- MW

4.6. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej		
Wytwarzanie ciepła	Elektryczny podgrzewacz przepływowy	$\eta_{W,g} = 1,000$
Przesył ciepłej wody	Miejscowe przygotowanie ciepłej wody bezpośrednio przy punktach poboru wody ciepłej	$\eta_{W,d} = 1,000$
Akumulacja ciepła	Brak zasobnika	$\eta_{W,s} = 1,000$
Sprawność całkowita systemu c.w.u. $\eta_{W,tot} = \eta_{W,g}\eta_{W,d}\eta_{W,s} =$		1,000

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	3198,08
Krotność wymian powietrza	0,68

Wentylacja w budynku zapewnia prawidłowe przewietrzanie, co potwierdza przegląd techniczny budynku oraz informacje uzyskane od użytkownika budynku. Przy obliczaniu strumienia powietrza przyjęto rzeczywiste warunki, biorąc pod uwagę okresowe funkcjonowanie budynku, przyjęto następujące założenia :

- wzmożona wymiana ze względów higienicznych w klasach: 2l/h lub min. 20 m³/h na osobę przez 12 godzin w czasie odbywania zajęć lekcyjnych. Nawiew przez nieszczelności okien i ich otwieranie, wywiew przez kratki wentylacyjne, wentylatory w w.c.

Średnia i użytkowników = 200 x 20m³/h = 4000 m³/h , kubatura budynku części ogrzewanej m³.
4000 / 4452 = 0.9 l/h przez pięć dni w tygodniu.

- w pozostałym czasie 12 godzinach oraz w weekendy założono nawiew budynku tylko przez nieszczelności w oknach i infiltrację. Nawiew tylko przez nieszczelności w stolarcie i infiltrację. Prawidłowy stan techniczny budynku (brak efektów zbyt małej wymiany powietrze) prowadzi do przyjęcia wymiany minimalnej = 0.5 l/h .

- pomieszczeniach technicznych i gospodarczych piwnic, niewentylowanych przyjęto całodobą wymianę = 0.3 l/h.

Przy uwzględnieniu ww. założeń wyliczona średnią dobową dla całego budynku: 0.68 l/h, którą przyjęto do obliczeń przed i po termomodernizacji

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 42	Ściana nie spełnia wymagań dotyczących współczynnika przenikania ciepła $U=1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$. Należy wykonać ocieplenie uzyskując opór cieplny: R nie mniejszy niż 4,0 m ² K/W.
Strop wewnętrzny	Nie przewiduje się modernizacji stropu.
Ściana w gruncie 42	Ściana nie spełnia wymagań dotyczących współczynnika przenikania ciepła $U=1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$. Należy wykonać ocieplenie uzyskując opór cieplny: R nie mniejszy niż 4,0 m ² K/W
Podłoga na gruncie-piwnica	Nie przewiduje się zmian konstrukcyjnych tej przegrody.
Strop zewnętrzny-z wentylowanym poddaszem	Strop nie spełnia wymagań dotyczących współczynnika przenikania ciepła $U=1,26 \text{ W/m}^2\text{K}$. Należy wykonać ocieplenie uzyskując opór cieplny: R nie mniejszy niż 4,5 m ² K/W.

Podłoga na gruncie - klasy korytarze	nie przewiduje się modernizacji posadzki
Strop zewnętrzny nad budynkiem pełny	Przegroda nie spełnia wymagań dotyczących współczynnika przenikania ciepła $U=1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$. Należy wykonać ocieplenie uzyskując opór cieplny: R nie mniejszy niż $4,5 \text{ m}^2\text{K/W}$
Podłoga na gruncie - sala gimnastyczna	Nie przewiduje się modernizacji posadzki w sali gimnastycznej.
Modernizacja przegrody OZ 1 okna zewnętrzne	Stan techniczny lichi, okna wymagają wymiany.
Modernizacja przegrody OZ 3 luksfery	Stan techniczny lichi, luksfery wymagają wymiany.
Modernizacja przegrody DZ 3 Drzwi zewnętrzne	Stan techniczny lichi, drzwi wymagają wymiany.
Modernizacja przegrody DZ 2 Drzwi zewnętrzne	Stan techniczny lichi, drzwi wymagają wymiany.
Modernizacja przegrody OZ 2 Drzwi zewnętrzne	Okna wymienione w 2007 roku, stan techniczny b. dobry.
System grzewczy	
Instalacja ciepłej wody użytkowej	bez zmian

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 Ściana zewnętrzna 42

Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Płyta styropianowa EPS 80-036 FASADA
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	1015,87 m²
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	1100,00 m²

Stopniodni: 2969,85 dzień*K/rok	$t_{wo} = 17,58 \text{ }^\circ\text{C}$	$t_{zo} = -20,00 \text{ }^\circ\text{C}$
--	---	--

	Stan istniejący	Wariant numer	
		W1	W2
Oплата za 1GJ Oz zł/GJ	49,72	73,09	73,09
Oплата za 1MW Om zł/MW/mc	0,00	0,00	0,00
Inne koszty, abonament Ab zł/mc	0,00	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b cm	---	12	14
Współczynnik przenikania ciepła U $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$	1,404	0,247	0,217
Opór cieplny R $(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	0,71	4,05	4,60
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR $(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	---	3,33	3,89
Straty ciepła na przenikanie Q GJ	365,96	64,43	56,65
Zapotrzebowanie na moc cieplną q MW	0,0536	0,0094	0,0083
Roczna oszczędność kosztów ΔO zł/rok	---	13486,09	14054,71

Cena jednostkowa usprawnienia K_j	zł/m ²	---	163,90	170,00
Koszty realizacji usprawnienia N_u	zł	---	180290,00	187000,00
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	13,37	13,31

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 180290,00 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 13,37 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 12 cm

Informacje uzupełniające:

Przyjęto średnie ceny robocizny z rynku lokalnego, ceny materiałów wg średnich cen materiałów podanych w Sekocenbudzie i wg rynku lokalnego. Do cen doliczono prace rusztowania.

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie

Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny-z wentylowanym poddaszem

Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Granulat z wełny szklanej URSA Granulat
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	318,67 m²
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	318,67 m²

Stopniodni: 3044,20 dzień*K/rok	$t_{wo} = 18,00$ °C	$t_{zo} = -20,00$ °C
--	---------------------	----------------------

	Stan istniejący	Wariant numer	
		W1	W2
Oplata za 1GJ Oz	zł/GJ	49,72	73,09
Oplata za 1MW Om	zł/MW/mc	0,00	0,00
Inne koszty, abonament Ab	zł/mc	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	15
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	1,258	0,215
Opór cieplny R	(m ² K)/W	0,80	4,64
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² K)/W	---	3,85
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	105,42	18,06
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0152	0,0026
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	3921,40
Cena jednostkowa usprawnienia K_j	zł/m ²	---	175,65
Koszty realizacji usprawnienia N_u	zł	---	55974,39
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	14,27

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 55974,39 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 14,27 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 15 cm

Informacje uzupełniające:

Przyjęto średnie ceny robocizny z rynku lokalnego, ceny materiałów wg średnich cen materiałów podanych w Sekocenbudzie i wg rynku lokalnego. Dodatkowo doliczono rynny i obróbki blacharskie, obróbki ogniomurów i pasa nadrynnowego oraz 1 wartswę papy

termozgrzewalnej na całej powierzchni dachu.

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie
Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny nad budynkiem pełny

Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Płyta warstwowa z okładzinami z papy EPS 100-038 DACH
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	1397,05 m²
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	1397,05 m²

Stopniodni: 3044,20 dzień*K/rok	$t_{wo} = 18,00\text{ }^{\circ}\text{C}$	$t_{zo} = -20,00\text{ }^{\circ}\text{C}$
--	--	---

		Stan istniejący	Wariant numer	
			W1	W2
Oplata za 1GJ Oz	zł/GJ	49,72	73,09	73,09
Oplata za 1MW Om	zł/MW/mc	0,00	0,00	0,00
Inne koszty, abonament Ab	zł/mc	0,00	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	14	17
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	0,997	0,213	0,183
Opór cieplny R	(m ² K)/W	1,00	4,69	5,48
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² K)/W	---	3,68	4,47
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	366,38	78,40	67,09
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0529	0,0113	0,0097
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	12486,35	13312,34
Cena jednostkowa usprawnienia K_i	zł/m ²	---	180,05	190,00
Koszty realizacji usprawnienia N_u	zł	---	251538,85	265439,50
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	20,15	19,94

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 2

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 265439,50 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 19,94 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 17 cm

Informacje uzupełniające:

Przyjęto średnie ceny robocizny z rynku lokalnego, ceny materiałów wg średnich cen materiałów podanych w Sekocenbudzie i wg rynku lokalnego. Dodatkowo doliczono rynny i obróbki blacharskie, obróbki ogniomurów i pasa nadrynnowego.

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

Ocena opłacalności i wybór wariantu polegającego na wymianie okien lub drzwi oraz poprawieniu systemu wentylacji
Modernizacja przegrody OZ 3

Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V: **207,93 m³/h**

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: **26,80 m²**

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: **26,80 m²**

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: **26,80 m²**

Stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru: Brak osłonięcia $c_r = 1,2$

Stan istniejący: **Stołarka szczelna ($0,5 < a < 1$)**

Stopniodni: **3044,20** dzień*K/rok $\theta_i = 18,00$ °C $\theta_e = -20,00$ °C

		Stan istniejący	Wariant numer
			W1
Oplata za 1GJ	zł/GJ	49,72	73,09
Oplata za 1MW	zł/MW/mc	0,00	0,00
Inne koszty, abonament	zł/mc	0,00	0,00
Współczynnik c_m		0,70	0,70
Współczynnik c_r		0,55	0,55
Współczynnik a		---	---
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m²K)	4,800	1,700
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	41,62	11,98
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0076	0,0017
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	1193,75
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi	zł/m²	---	1255,00
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok	zł	---	33634,00
Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw	zł	---	0,00
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	28,18

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 33634,00 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 28,18 lat

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

Modernizacja systemu wentylacji

U= 1,70

Informacje uzupełniające:

...

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

Modernizacja przegrody DZ 2 'Wentylacja grawitacyjna'

Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V: **27,23** m³/h

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: **3,51** m²

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: **3,51** m²

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: **3,51** m²

Stopień wyekspozowania budynku na działanie wiatru: Brak osłonięcia $c_r = 1,2$

Stan istniejący: **Stolarka szczelna ($0,5 < a < 1$)**

Stopniodni: **3044,20** dzień*K/rok $\theta_i = 18,00$ °C $\theta_e = -20,00$ °C

		Stan istniejący	Wariant numer
			W1
Oplata za 1GJ	zł/GJ	49,72	73,09
Oplata za 1MW	zł/MW/mc	0,00	0,00
Inne koszty, abonament	zł/mc	0,00	0,00
Współczynnik c_m		1,35	1,35
Współczynnik c_r		1,20	1,20
Współczynnik a		---	---
Współczynnik przenikania	W/(m²K)	5,000	2,200

U			
Straty ciepła na przenikanie	GJ	8,91	3,48
Q			
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0010	0,0004
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	188,54
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi	zł/m ²	---	1800,00
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok	zł	---	6318,00
Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw	zł	---	0,00
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	33,51

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 6318,00 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 33,51 lat

Stolarka szczelna (0,5 < a < 1)

Modernizacja systemu wentylacji

U= 2,20

Informacje uzupełniające:

...

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

Modernizacja przegrody DZ 3

Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V: **27,70** m³/h

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: **3,57** m²

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: **3,57** m²

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: **3,57** m²

Stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru: Brak osłonięcia cr = 1,2

Stan istniejący: **Stolarka szczelna (0,5 < a < 1)**

Stopniodni: **3044,20** dzień*K/rok θi = **18,00** °C θe = **-20,00** °C

		Stan istniejący	Wariant numer
			W1
Oplata za 1GJ	zł/GJ	49,72	73,09
Oplata za 1MW	zł/MW/ mc	0,00	0,00
Inne koszty, abonament	zł/mc	0,00	0,00
Współczynnik c _m		1,35	1,35
Współczynnik c _r		1,20	1,20
Współczynnik a		---	---
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	5,000	2,000
Straty ciepła na przenikanie	GJ	9,06	3,33
Q			
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0010	0,0004
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	207,30
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi	zł/m ²	---	2015,00
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok	zł	---	7193,55
Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw	zł	---	0,00
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	34,70

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 7193,55 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 34,70 lat

Stolarka bardzo nieszczelna ($a > 4$)

Modernizacja systemu wentylacji

U= 2,00

Informacje uzupełniające:

...

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

Modernizacja przegrody OZ 1

Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V: **1095,77** m³/h

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: **134,81** m²

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: **134,81** m²

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: **134,81** m²

Stopień wyekspozowania budynku na działanie wiatru: Brak osłonięcia $c_r = 1,2$

Stan istniejący: **Stolarka szczelna ($0,5 < a < 1$)**

Stopniodni: **2815,18** dzień*K/rok $\theta_i = 16,97$ °C $\theta_e = -20,00$ °C

	Stan istniejący	Wariant numer		
		W1	W2	W3
Opłata za 1GJ	zł/GJ	49,72	69,6 1	69,6 1
Opłata za 1MW	zł/MW/ mc	0,00	0,00	0,00
Inne koszty, abonament	zł/mc	0,00	0,00	0,00
Współczynnik c_m		1,35	1,00	1,00
Współczynnik c_r		1,20	0,85	1,00
Współczynnik a		---	---	---
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	3,000	1,60 0	1,60 0
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	257,14	135, 84	150, 47
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0287	0,02 17	0,02 17
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	3329 ,29	2310 ,81
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi	zł/m ²	---	921, 50	870, 00
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok	zł	---	1242 27,4 2	1172 84,7 0
Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw	zł	---	0,00	0,00
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	37,3 1	50,7 5

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 124227,42 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 37,31 lat

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

Modernizacja systemu wentylacji

U= 1,60

Informacje uzupełniające:

...

6.4.1. Ocena opłacalności modernizacji instalacji grzewczej

	Stan istniejący	Wariant 1
Opłata za 1 GJ na ogrzewanie	[zł/GJ]	49,72
Opłata za 1MW mocy zamówionej na ogrzewanie	[zł/MW]	0,00
Inne koszty, abonament	[zł]	0,00
Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło	[GJ]	1113,85

Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	[MW]	0,2297	
Sprawność systemu grzewczego		0,809	0,894
Roczna oszczędność kosztów ΔO	[zł/a]	---	2842,79
Koszt modernizacji	[zł]	---	399000,00
SPBT	[lat]	---	140,36

Informacje uzupełniające

6.4.2. Rodzaje usprawnień termomodernizacyjnych składające się na optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiające sprawność systemu grzewczego

Usprawnienia termomodernizacyjne	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
Sprawność wytwarzania $\eta_{H,d}$	0,860	0,940
Sprawność przesyłania $\eta_{H,d}$	0,970	0,970
Sprawność regulacji $\eta_{H,e}$	0,970	0,980
Sprawność wykorzystania $\eta_{H,s}$	1,000	1,000
Współczynnik tygodniowych przerw w ogrzewaniu w_t	1,000	0,750
Współczynnik dobowych przerw w ogrzewaniu w_d	1,000	0,960

6.4.3 Uproszczona kalkulacja kosztów przedsięwzięcia poprawiającego sprawność systemu grzewczego

Planowane usprawnienia:	Nakłady
wymiana kotła na gazowy	125000,00
wymiana rur	40000,00
wymiana grzejników	224000,00
programatory	10000,00
Suma:	399000,00

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

7.1. Zestawienie wybranych usprawnień i wariantów termomodernizacyjnych w kolejności rosnącej wartości SPBT

Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego albo wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót [zł]	SPBT [lat]
1.	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna 42	180290,00 zł	13,37
2.	Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny-z wentylowanym poddaszem	55974,39 zł	14,27
3.	Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny nad budynkiem pełny	265439,50 zł	19,94
4.	Modernizacja przegrody OZ 3	33634,00 zł	28,18
5.	Modernizacja przegrody DZ 2	6318,00 zł	33,51
6.	Modernizacja przegrody DZ 3	7193,55 zł	34,70
7.	Modernizacja przegrody OZ 1	124227,42 zł	37,31
	Modernizacja systemu grzewczego	399000,00	---
	Koszty audytu i/lub projektów i dokumentacji technicznej	10000,00	---

7.2 Określenie kosztów poszczególnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Wariant 1		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna 42	180290,00
2	Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny-z wentylowanym poddaszem	55974,39
3	Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny nad budynkiem pełny	265439,50
4	Modernizacja przegrody OZ 3	33634,00
5	Modernizacja przegrody DZ 2	6318,00
6	Modernizacja przegrody DZ 3	7193,55
7	Modernizacja przegrody OZ 1	124227,42
8	Modernizacja systemu grzewczego	399000,00
9	Audyt i/lub inna dokumentacja techniczna	10000,00
Całkowity koszt		1082076,85

Wariant 2		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna 42	180290,00
2	Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny-z wentylowanym poddaszem	55974,39
3	Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny nad budynkiem pełny	265439,50
4	Modernizacja przegrody OZ 3	33634,00
5	Modernizacja przegrody DZ 2	6318,00
6	Modernizacja przegrody DZ 3	7193,55
7	Modernizacja przegrody OZ 1	124227,42
8	Audyt i/lub inna dokumentacja techniczna	0,00
Całkowity koszt		673076,85

Wariant 3		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna 42	180290,00
2	Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny-z wentylowanym poddaszem	55974,39
3	Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny nad budynkiem pełny	265439,50
4	Modernizacja systemu grzewczego	399000,00
5	Audyt i/lub inna dokumentacja techniczna	0,00
Całkowity koszt		900703,89

Wariant 4		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody OZ 3	33634,00
2	Modernizacja przegrody DZ 2	6318,00
3	Modernizacja przegrody DZ 3	7193,55
4	Modernizacja przegrody OZ 1	124227,42
5	Modernizacja systemu grzewczego	399000,00
6	Audyt i/lub inna dokumentacja techniczna	0,00
Całkowity koszt		570372,97

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 A/V
	[MW]	[GJ]	°C	m ²	m ³	m ³	m ³	W/m ²	1/m
0	0,2297	1113,85	17,53	1402,30	4727,46	4727,46	4727,46	48,58	0,66
1	0,1281	446,69	17,53	1402,30	4727,46	4727,46	4727,46	27,42	0,66
2	0,1281	446,69	17,53	1402,30	4727,46	4727,46	4727,46	27,42	0,66
3	0,1422	537,65	17,53	1402,30	4727,46	4727,46	4727,46	27,42	0,66
4	0,2155	1019,63	17,53	1402,30	4727,46	4727,46	4727,46	48,58	0,66

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	1113,85 0,2297	69,51 0,0032	0,81	1,00	1,00	1444,63	73451,62	---	---
1	446,69 0,1281	69,51 0,0032	0,89	0,75	0,96	430,88	31492,81	41958,81	57,12
2	446,69 0,1281	69,51 0,0032	0,81	1,00	1,00	620,98	45387,37	28064,26	38,21
3	537,65 0,1422	69,51 0,0032	0,89	0,75	0,96	504,46	36871,19	36580,44	49,80
4	1019,63 0,2155	69,51 0,0032	0,89	0,75	0,96	894,38	65370,18	8081,45	11,00

7.6. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego budynku

Wariant	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność kosztów energii ΔO	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię	Planowana kwota środków własnych i kwota kredytu	Premia termomodernizacyjna		
					20% kredytu	16% kosztów całkowitych	Dwukrotność rocznej oszczędności kosztów w energii
1	1082076,85 zł	41958,81	70,17%	216415,37 20,00 865661,48 80,00	173132,30	173132,30	83917,62

2	673076,85 zł	28064,26	57,01%	134615,37 538461,48	20,00 80,00	107692,30	107692,30	56128,52
3	900703,89 zł	36580,44	65,08%	180140,78 720563,11	20,00 80,00	144112,62	144112,62	73160,87
4	570372,97 zł	8081,45	38,09%	114074,59 456298,37	20,00 80,00	91259,67	91259,67	16162,89

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. Środki własne konieczne na realizację przedsięwzięcia termomodernizacyjnego nie przekraczają zadeklarowanych przez inwestora środków w kwocie.

7.7. Charakterystyka optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

- planowany koszt całkowity	---	1082076,85 zł	
- planowana kwota środków własnych 15%	---	162 311,52 zł	
- planowana kwota dofinansowania 85%	---	919 765,28 zł	
- roczne oszczędności kosztów energii	---	41958,81 zł	t.j. 57,12 %

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

P1
Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna 42**
Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 12 cm
Zastosowany materiał izolacji termicznej: Płyta styropianowa EPS 80-036 FASADA
Uwagi:
Przyjęto średnie ceny robocizny z rynku lokalnego, ceny materiałów wg średnich cen materiałów podanych w Sekocenbudzie i wg rynku lokalnego. Do cen doliczono prace rusztowania.

P2
Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny-z wentylowanym poddaszem**
Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 15 cm
Zastosowany materiał izolacji termicznej: Granulat z wełny szklanej URSA Granulat
Uwagi:
Przyjęto średnie ceny robocizny z rynku lokalnego, ceny materiałów wg średnich cen materiałów podanych w Sekocenbudzie i wg rynku lokalnego. Dodatkowo doliczono rynnny i obróbki blacharskie, obróbki ogniomurów i pasa nadrynnowego oraz 1 warstwę papy termozgrzewalnej na całej powierzchni dachu.

P3
Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny nad budynkiem pełny**
Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 12 cm
Zastosowany materiał izolacji termicznej: Płyta warstwowa z okładzinami z papy EPS 100-038 DACH
Uwagi:
Przyjęto średnie ceny robocizny z rynku lokalnego, ceny materiałów wg średnich cen materiałów podanych w Sekocenbudzie i wg rynku lokalnego. Dodatkowo doliczono rynnny i obróbki blacharskie, obróbki ogniomurów i pasa nadrynnowego.

O1
Usprawnienie: **Modernizacja przegrody OZ 3 'Wentylacja grawitacyjna'**

Wymagany współczynnik U dla nowej stolarki: 1,700 W/m²K
Wymagany typ stolarki: Stolarka bardzo szczelna ($a < 0,3$)
Uwagi:
...

O2
Usprawnienie: **Modernizacja przegrody DZ 2 'Wentylacja grawitacyjna'**
Wymagany współczynnik U dla nowej stolarki: 2,200 W/m²K
Wymagany typ stolarki: **Stolarka szczelna ($0,5 < a < 1$)**
Uwagi:
...

O3
Usprawnienie: **Modernizacja przegrody DZ 3 'Wentylacja grawitacyjna'**
Wymagany współczynnik U dla nowej stolarki: 2,000 W/m²K
Wymagany typ stolarki: **Stolarka szczelna ($0,5 < a < 1$)**
Uwagi:
...

O4
Usprawnienie: **Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'**
Wymagany współczynnik U dla nowej stolarki: 1,600 W/m²K
Wymagany typ stolarki: **Stolarka szczelna ($0,5 < a < 1$)**
Uwagi:
...

C.O.
Usprawnienie: **modernizacja instalacji grzewczej**
Wymagany zakres prac modernizacyjnych:
Uwagi:
...

9. Efekty ekologiczne

Celem niniejszego opracowania jest wykazanie efektu ekologicznego w inwestycji obejmującej termomodernizację.

Rezultatami procesu termo modernizacyjnego będzie obniżenie kosztów zapotrzebowania na energię ciepłą oraz zmniejszenie emisji zanieczyszczeń do środowiska naturalnego które w oczywisty sposób wynikają ze zmniejszenia zużycia paliwa.

W celu uzyskania różnicy w emisji substancji zanieczyszczających środowisko przed oraz po termomodernizacji dokonano obliczeń w oparciu o wskaźniki emisji tych substancji stanowiące wytyczne Ministerstwa Ochrony Środowiska Zasobów Naturalnych i Leśnictwa opublikowane w formie materiałów informacyjno-instruktażowych nr 1/96, (W-wa kwiecień 1996). Materiały te zawierają tabele unosu substancji zanieczyszczających środowisko w wyniku spalania różnego rodzaju paliw.

I. Charakterystyka stanu inwestycji przed realizacją projektu termomodernizacyjnego.

- ❖ Źródło emisji: 1 kocioł stalowy wodny – z Wytwórni Kotłów Eko Center z Pleszewa typu KWM-S, o mocy znamionowej 190 kW, rok produkcji 2009, z palnikiem retortowym.
- ❖ paliwo: węgiel kamienny (miał węglowy o wartości opałowej 24,0 GJ/Mg.
- ❖ Ilość zużywanej energii pierwotnej:

$$Q_{P.H.0} = 1446,03 \text{ GJ/rok}$$

- ❖ Zużycie paliwa w zwykłym sezonie grzewczym:

$$B_{H.0} = 60\,251,8 \text{ kg/rok}$$

- ❖ Roczna emisja zanieczyszczeń dla kotła:

Symbol Emitowanego zanieczyszczenia	Wskaźnik	Oznaczenie jednostki	Roczna emisja [kg]
SO₂	16 * s	kg/Mg	867,6
NO₂	1	kg/Mg	60,3
CO	45	kg/Mg	2711,3
CO₂	2000	kg/Mg	120 503,0
Pył	1,5 * A^r	kg/Mg	1355,75
Sadza	0,05 * A^r	kg/Mg	45,2
Benzo/a/piren	0,04	kg/Mg	0,84
Koksik	25	kg/Mg	1506,3

II. Charakterystyka stanu inwestycji po realizacji projektu.

- ❖ Ilość zużywanej energii pierwotnej:

$$Q_{P.H.\#9} = 429,44 \text{ GJ/rok}$$

- ❖ Zużycie paliwa w sezonie grzewczym (gaz GZ-50)

$$B_{H.\#9} = 12\,934,9 \text{ m}^3/\text{rok}$$

- ❖ Roczna emisja zanieczyszczeń dla kotła gazowego:

Symbol emitowanego zanieczyszczenia	Wskaźnik	Oznaczenie jednostki	Roczna emisja [kg]
SO ₂	2 * s	kg/10 ⁶ m ³	1,0348
NO ₂	1 280	kg/10 ⁶ m ³	16,556
CO	360	kg/10 ⁶ m ³	4,656
CO ₂	1 964	kg/10 ⁶ m ³	25 402,38
Pył	15	kg/10 ⁶ m ³	0,194

III. Procentowe zmniejszenie emisji składników zanieczyszczeń uzyskane dzięki termomodernizacji z określeniem stopnia redukcji „niskiej emisji”

- ❖ Znaczne zmniejszenie zużycia energii pierwotnej:

$$\Delta Q_{P.H\#9} = 1446,03 - 429,44 = 1016,59 \text{ GJ/rok}$$

- ❖ Zmniejszenie emisji zanieczyszczeń w przeciągu roku, oraz wyliczenie zmniejszenia opłat środowiskowych (wg. Stawek za korzystanie ze środowiska na rok 2009, ujętych w Dz.U. z 2008 r. nr 196 poz. 1217):

Symbol emitowanego zanieczyszczenia	Spadek emisji		Wartość wg. stawki opłat	Oszczędności roczne
SO ₂	866,6 kg/rok	99,9%	0,44 zł/kg	381,3 zł
NO ₂	43,7 kg/rok	72,5%	0,44 zł/kg	19.2 zł
CO	2706,6 kg/rok	99,8%	0,11 zł/kg	297,7 zł

CO₂	95 100,6 kg/rok	78,9%	0,24 zł/Mg	22,8 zł
Pył	1355,6 kg/rok	99,98%	0,30 zł/kg	406,7 zł
Sadza	45,2 kg/rok	100,0%	1,23 zł/kg	55,6 zł
Benzo/a/piren	0,84 kg/rok	100,0%	315,8 zł/kg	265,3 zł
Koksik	1506,3 kg/rok	100,0%	0,30 zł/kg	451,9zł

Wielkość zmniejszenia opłaty rocznej wynosi: 1900,5 zł.

IV. Uzyskane zmniejszenie emisji zanieczyszczeń po przeliczeniu na emisję zastępczą (SO₂)

Symbol Emitowanego zanieczyszczenia	Wskaźnik	Roczna emisja przed modernizacją po przeliczeniu [kg]	Zmniejszenie rocznej emisji [kg]	Zmniejszenie emisji rocznej po przeliczeniu [kg]
SO₂	1,0	867,6	866,6	866,6
NO₂	2,9	174,9	43,7	126,7
CO	0,5	1355,7	2706,6	1353,3
Pył	2,9	3931,7	1355,6	3931,2

Emisja przed modernizacją: $E_{r_0} = 6330$

Zmniejszenie emisji: $\Delta E_r = 6277,8$

Gdzie: E_{r_0} - emisja równoważna przed modernizacją

ΔE_r – wielkość zmniejszenia emisji równoważnej

Dzięki planowanemu przedsięwzięciu termo modernizacyjnemu uzyskamy efekt ekologiczny w postaci zmniejszenia emisji równoważnej o 99,17%

Opracował: mgr inż. Mirosław Bilski