



Audyt Energetyczny Budynku

DLA PRZESIEWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO PRZEWIDZIANEGO DO
REALIZACJI W TRYBIE USTAWY O WSPIERANIU TERMOMODERNIZACJI I
REMONTÓW Z DZANIA 21.11.2008r.

„Gminny Ośrodek Kultury w Celestynowie”

województwo: mazowieckie

Opracowanie sporządził



ul. Częstochowska 63
93- 121 Łódź

biuro@phin.pl
www.phin.pl

tel. +48 42 250 79 93
fax +48 42 250 79 94

1. Strona tytułowa audytu energetycznego

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	<i>Użyteczności publicznej</i>	1.2 Rok budowy	1978
1.3 INWESTOR (nazwa lub imię i nazwisko)	Gmina Celestynów	1.4 Adres budynku	
	ul. Regucka 3 05-430 Celestynów 22 789 70 60 22 789 70 11	ul. Regucka 1 05-430 Celestynów mazowieckie	
2. Nazwa, adres i numer REGON firmy wykonującej audyt:			
PHIN Inwestycje Sp. z o.o. ul. Częstochowska 63 93-121 Łódź 101371416			
3. Imię, Nazwisko, adres oraz numer PESEL audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:			
Mariusz Małkowski mgr inż. Mariusz Małkowski Świadectwa i Audyty Energetyczne			 podpis
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac, posiadane kwalifikacje			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego	
1	---	---	
5. Miejscowość: Łódź		Data wykonania opracowania	lipiec 2015
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. – Zapotrzebowanie na ciepło w budynku po termomodernizacji			
11. Załącznik nr 3. - Efekt Ekologiczny			

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	450,82	
2.1.4.	Powierzchnia netto budynku	167,97	
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.	Liczba lokali mieszkalnych	0,00	
2.1.8.	Liczba osób użytkujących budynek	10,00	
2.1.9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	Centralne	
2.1.10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	Centralne	
2.1.11.	Współczynnik kształtu A/V	0,45	
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	1,72	0,20
2.2.2.	Dach/stropodach	2,88	0,15
2.2.3.	Strop piwnicy	---	---
2.2.4.	Okna	1,50	1,50
2.2.5.	Drzwi/bramy	1,70; 1,50	1,70; 1,50
2.2.6.	Ściany wewnętrzne	2,07; 1,44; 1,11; 2,70	2,07; 1,44; 1,11; 2,70
2.2.7.	Stropy wewnętrzne	2,40	2,40
2.2.8.	Podłogi na gruncie	1,80	1,80
2.3. Sprawności składowe systemu grzewczego		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.3.1.	Sprawność wytwarzania	0,870	0,980
2.3.2.	Sprawność przesyłania	0,800	0,900
2.3.3.	Sprawność regulacji	0,770	0,930
2.3.4.	Sprawność akumulacji	1,000	1,000
2.3.5.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewanie w okresie tygodnia	1,000	0,850
2.3.6.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewanie w ciągu doby	0,880	0,980
2.4. Charakterystyka systemu wentylacji		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.4.1.1.	Rodzaj wentylacji	Wentylacja	Wentylacja

		grawitacyjna	grawitacyjna
2.4.1.2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	stolarka/kanaly grawitacyjne	stolarka/kanaly grawitacyjne
2.4.1.3.	Strumień powietrza wentylacyjnego	1185,08	1185,08
2.4.1.4.	Liczba wymian	2,63	2,63
2.5. Charakterystyka energetyczna budynku		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.5.1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	48,82	26,46
2.5.2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	2,32	2,32
2.5.3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	125,58	61,36
2.5.4.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	206,20	62,32
2.5.5.	Obliczenie zużycia energii na przygotowanie ciepłej wody [GJ/rok]	9,43	9,43
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) [kWh/(m²rok)]	208,92	102,09
2.5.8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m³rok)]	127,05	38,40
2.5.9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m²rok)]	343,05	103,67
2.6. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.6.1.	Opłata za 1 GJ na ogrzewanie	67,15	67,15
2.6.2.	Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc	0,00	0,00
2.6.3.	Opłata za podgrzanie 1m³ wody użytkowej	41,81	41,81
2.6.4.	Opłata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie cwu na miesiąc	0,00	0,00
2.6.5.	Opłata za ogrzanie 1m² powierzchni użytkowej na miesiąc	7,81	2,39
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			
Planowana kwota kredytu [zł]	106162,14	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	66,48
Planowane koszty całkowite [zł]	106162,14	Premia termomodernizacyjna [zł]	16985,94

Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	9556,53
--	---------

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 algorytm 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 stanowiącej 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 13790:2009 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 6.3

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:

0 zł

4. Kwota kredytu możliwego do zaciągnięcia przez inwestora::

0 zł

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

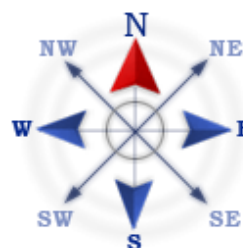
4.1. Ogólne dane techniczne

Konstrukcja/technologia budynku	-	tradycyjna
Kubatura budynku	-	657,10 m ³
Kubatura ogrzewania	-	450,82 m ³
Powierzchnia netto budynku	-	167,97 m ²
Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej	-	0,00 m ²
Współczynnik kształtu	-	0,45 m ⁻¹
Powierzchnia zabudowy budynku	-	187,53 m ²
Ilość mieszkań	-	0,00
Ilość mieszkańców	-	10,00

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	1,72	W/(m ² •K)
Dach/stropodach	2,88	W/(m ² •K)
Strop piwnicy	---	W/(m ² •K)
Okna	1,50	W/(m ² •K)
Drzwi/bramy	1,70; 1,50	W/(m ² •K)
Okna połaciowe	---	W/(m ² •K)
Ściany wewnętrzne	2,07; 1,44; 1,11; 2,70	W/(m ² •K)
Stropy wewnętrzne	2,40	W/(m ² •K)
Podłogi na gruncie	1,80	W/(m ² •K)

4.4. Taryfy i opłaty		
Ceny ciepła - c.o.	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
Oplata za 1 GJ na ogrzewanie	67,15 zł/GJ	67,15 zł/GJ
Oplata za 1 MW 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
Oplata za 1 GJ	166,68 zł/GJ	166,68 zł/GJ
Oplata 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
4.5. Charakterystyka systemu grzewczego		
Wytwarzanie	Kotły niskotemperaturowe na paliwo gazowe lub ciekłe, z zamkniętą komorą spalania i palnikiem modulowanym, o mocy nominalnej do 50kW Paliwo - gaz ziemny	$h_{H,g} = 0,870$
Przesyłanie ciepła	Ogrzewanie mieszkaniowe (wytwarzanie ciepła w przestrzeni lokalu mieszkalnego)	$h_{H,d} = 0,800$
Regulacja systemu grzewczego	Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji centralnej bez automatycznej regulacji miejscowej	$h_{H,e} = 0,770$
Akumulacje ciepła	Brak zasobnika buforowego	$h_{H,s} = 1,000$
Czas ogrzewania w okresie tygodnia	Liczba dni: 7 dni	$w_t = 1,000$
Przerwy w ogrzewaniu w okresie doby	Liczba godzin: 16 godzin	$w_d = 0,880$
Sprawność całkowita systemu grzewczego $h_{H,tot} = h_{H,g}h_{H,d}h_{H,e}h_{H,s} =$		0,536
Informacje uzupełniające dotyczące przerw w ogrzewaniu	...	
Modernizacja systemu grzewczego po 1984 r.	Instalacja była modernizowana po 1984 r. Modernizacja polegała na: Modernizacja odbyła się w 1996 roku i obejmowała wymianę kotła. Zastosowano kocioł gazowy firmy FAKORA.	wymagany próg oszczędności: 15%
Moc cieplna zamówiona (centralne ogrzewanie)		--- MW
4.6. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej		
Wytwarzanie ciepła	Elektryczny podgrzewacz przepływowy	$h_{W,g} = 0,900$
Przesył ciepłej wody	Podgrzewanie wody bezpośrednio przy punktach poboru	$h_{W,d} = 1,000$
Akumulacja ciepła	Brak zasobnika	$h_{W,s} = 1,000$
Sprawność całkowita systemu c.w.u. $h_{W,tot} = h_{W,g}h_{W,d}h_{W,s} =$		0,900
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	1185,08
Krotność wymian powietrza	2,63

Wentylacja w budynku zapewnia prawidłowe przewietrzanie. W okresie zimowym na skutek nadmiernego napływu powietrza zimnego mogą następować wysokie straty ciepła na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego.

5. Ocena stanu technicznego budynku w zakresie istotnym dla wskazania właściwych usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Rodzaj przegrody lub instalacji	Charakterystyka stanu istniejącego i możliwości poprawy
Ściana zewnętrzna	Ściana murowana z cegły pełnej o grubości 38 cm obustronnie otynkowana. W ścianie występują straty ciepła przez przenikanie spowodowane niedostateczną izolacją cieplną ścian zewnętrznych budynku. Proponowane ocieplenie ścian zewnętrznych styropianem.
Ściana wewnętrzna	Ściana murowana z cegły dziurawki o gr 12 cm na zaprawie cementowo wapiennej.
Ściana wewnętrzna	Ściana murowana z cegły dziurawki o gr 25 cm na zaprawie cementowo wapiennej.
Ściana wewnętrzna	Ściana murowana z cegły dziurawki o gr 38 cm na zaprawie cementowo wapiennej.
Ściana wewnętrzna	Ściana murowana z cegły dziurawki o gr 5 cm na zaprawie cementowo wapiennej.
Strop wewnętrzny	Zastosowano strop prefabrykowany DZ-3.
Dach	Dach jednospadowy pokryty blachą. Występują straty ciepła przez przenikanie spowodowane niedostateczną izolacją. Proponowana termomodernizacja dachu.
Podłoga na gruncie	Podłoga na gruncie wykonana, jako betonowa na podkładzie piaskowym. Nie przewiduje się działań termomodernizacyjnych.
System grzewczy	Obiekt jest zasilany w ciepło z własnej kotłowni gazowej. Istnieje jeden kocioł żeliwny FAKORA KZ4-G z 1996 roku o mocy 24 kW. W ośrodku znajduje się instalacja bez izolacji na przewodach o grzejnikach żeliwnych typu Favier o dużej bezwładności cieplnej. Modernizacji podlegać będzie instalacja cieplna wraz z zainstalowaniem grzejników płaszczyznowych zawierających głowice termostatyczne oraz wymiana kotła.
Instalacja ciepłej wody użytkowej	Podgrzew ciepłej wody użytkowej odbywa się przy pomocy trzech podgrzewaczy elektrycznych firmy BIAWAR. Stan podgrzewaczy jest dobry, nie przewiduje się działań modernizacyjnych.

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 Dach		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Pianka poliuretanowa w pozostałych przypadkach 50, $\lambda = 0,035$ [W/(m·K)];	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła As:	189,55m ²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia Ak:	189,55m ²	
Stopniodni: 1067,40 dzień·K/rok	$t_{wo} = 5,00$ °C	$t_{zo} = -20,00$ °C

	Stan istniejący	Wariant numer		
		Wariant 1	Wariant 1.1	Wariant 1.2
Opłata za 1 GJ Oz	zł/GJ	67,15	67,15	67,15

Opłata za 1 MW Om	zł (MW * m-c)	0,00	0,00	0,00	0,00
Inne koszty, abonament Ab	zł/mc	0,00	0,00	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	15	19	22
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m²K)	2,875	0,216	0,178	0,151
Opór cieplny R	(m²K)/W	0,35	4,63	5,63	6,63
Zwiększenie oporu cieplnego Δ R	(m²K)/W	---	4,29	5,29	6,29
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	50,27	3,77	3,10	2,64
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0136	0,0010	0,0008	0,0007
Roczna oszczędność kosztów D O	zł/rok	---	3122,05	3167,02	3198,43
Cena jednostkowa usprawnienia K _i	zł/m²	---	76,00	81,00	84,00
Koszty realizacji usprawnienia N _u	zł	---	17719,13	18884,87	19584,31
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	5,68	5,96	6,12

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1.2

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 19584,31 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 6,12 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 22 cm

Informacje uzupełniające:

Do ocieplenia dachu przyjęto zastosowanie pianki poliuretanowej, grubość warstwy izolacji wynosi 22 cm. Ze względu na charakter obiektu budynek użyteczności publicznej, przyjęto minimalną wymaganą wartość oporu cieplnego na poziomie 6,633 W/m²K. Prace wykonać zgodnie z instrukcją producenta.

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 100-038 DACH, l=0,038 [W/(m•K)];	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła As:	175,12m²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia Ak:	175,12m²	
Stopniodni: 2871,69 dzień•K/rok	t_{wo}= 15,34 °C	t_{zo}= -20,00 °C

	Stan istniejący	Wariant numer		
		Wariant 1	Wariant 1.1	Wariant 1.2
Opłata za 1 GJ Oz	zł/GJ	67,15	67,15	67,15

Oplata za 1 MW Om	zł (MW * m-c)	0,00	0,00	0,00	0,00
Inne koszty, abonament Ab	zł/mc	0,00	0,00	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	13	15	17
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m²K)	1,724	0,250	0,221	0,198
Opór cieplny R	(m²K)/W	0,58	4,00	4,53	5,05
Zwiększenie oporu cieplnego Δ R	(m²K)/W	---	3,42	3,95	4,47
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	74,91	10,86	9,60	8,60
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0107	0,0015	0,0014	0,0012
Roczna oszczędność kosztów D O	zł/rok	---	4301,28	4386,06	4453,18
Cena jednostkowa usprawnienia K _i	zł/m²	---	152,52	155,60	158,68
Koszty realizacji usprawnienia N _u	zł	---	32852,97	33516,40	34179,84
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	7,64	7,64	7,68

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1.2

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 34179,84 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 7,68 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 17 cm

Informacje uzupełniające:

Zgodnie z projektem budowlanym termomodernizacji przyjęto 17 cm grubości styropianu. Ze względu na charakter obiektu budynek użyteczności publicznej, przyjęto minimalną wymaganą wartość oporu cieplnego na poziomie 5,054 W/m²K

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 cwu

	Stan istniejący
Liczba użytkowników L _i	10,00
Zapotrzebowanie jednostkowe V _{cw} [m³/d]	0,015
Temperatura ciepłej wody na zaworze czerpalnym [°C]	55,00
Liczba dni użytkowania t _{uz} [dni]	300,00
Czas użytkowania w ciągu doby t [h]	18,00
Sprawność źródła ciepła	0,900
Sprawność przesyłu	1,000

Sprawność akumulacji ciepła		1,000
Współczynnik nierównomierności N_h		5,31
Zużycie w ciągu doby G_d	[m ³ /d]	0,15
Zużycie średnie godzinowe $G_{h,śr}$	[m ³ /h]	0,01
Obliczeniowe zapotrzebowanie ciepła Q_{cw}	[GJ/a]	9,427
Max moc cieplna q_{cww}	[MW]	0,0023

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
Oplata za 1 GJ na ogrzewanie	[zł/GJ]	67,15	67,15
Oplata 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]	125,58	
Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	[MW]	0,0488	
Sprawność systemu grzewczego		0,536	0,820
Roczna oszczędność kosztów DO	[zł/a]	---	5282,99
Koszt modernizacji	[zł]	---	52398,00
SPBT	[lat]	---	9,92

Informacje uzupełniające:

Instalacja centralnego ogrzewania wykonana z rur stalowych gładkich w złym stanie technicznym, bez izolacji. Grzejniki żeliwne typu Favier o dużej bezwładności cieplnej. Kocioł o niskiej sprawności

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 $h_{H,g}$	0,870	0,980
Sprawność przesyłania $h_{H,d}$	0,800	0,900
Sprawność regulacji $h_{H,e}$	0,770	0,930
Sprawność wykorzystania $h_{H,s}$	1,000	1,000
Współczynnik tygodniowych przerw w ogrzewaniu w_t	1,000	0,850
Współczynnik dobowych przerw w ogrzewaniu w_d	0,880	0,980

6.4.3 Uproszczona kalkulacja kosztów przedsięwzięcia poprawiającego sprawność systemu grzewczego

Planowane usprawnienia:	Nakłady
-------------------------	---------

wymiana kotła	15375,00
wymiana instalacji	24108,00
wymiana grzejników	10332,00
głowice termostatyczne	2583,00
Suma:	52398,00

6.4.4 Opis zastosowanych ulepszeń dotyczących poprawy sprawności systemu grzewczego

Usprawnienia termomodernizacyjne	Opis zastosowanych usprawnień
Ulepszenie sprawności wytwarzania h_g	Planowana jest wymiana lokalnego źródła ciepła z żeliwnego kotła gazowego na kocioł gazowy kondensacyjny, który zapewni wyższą sprawność pracy oraz niższe koszty ogrzewania. Proponowany kocioł to kondensacyjny kocioł ścienny Vitodens 200-W 35 kW o sprawności wytwarzania 98%.
Ulepszenie sprawności przesyłu h_d	W zakresie modernizacji instalacji c.o. należy ułożyć nową wewnętrzną instalację rozprowadzającą w otulinie izolacyjnej, zamontować automatyczne odpowietrzanie w pionach, aby instalacja c.o. zapewniała komfort cieplny w zależności od przeznaczenia strefy.
Ulepszenie sprawności regulacji h_e	Planowana jest wymiana żeliwnych grzejników na nowe płytowe z odpowiednimi głowicami termostatycznymi. Zastosowanie automatyki umożliwiającej dostosowanie ogrzewania do warunków zewnętrznych, dzięki temu temperatura w pomieszczeniach pozostaje na stałym poziomie.
Ulepszenie sprawności akumulacji h_s	Brak zastosowanych ulepszeń.
Ulepszenie dotyczące przerw w ogrzewaniu w_t i w_d	Zastosowanie gazowego kotła kondensacyjnego z programatorem przerw w ogrzewaniu zmniejsza obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło.

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 Dach	19584,31 zł	6,12
2.	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	34179,84 zł	7,68
	Modernizacja systemu grzewczego	52398,00	---

7.2 Określenie kosztów poszczególnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Wariant 1

	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody Dach	19584,31
2	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	34179,84
3	Modernizacja systemu grzewczego	52398,00
Całkowity koszt		106162,14

Wariant 2		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody Dach	19584,31
2	Modernizacja systemu grzewczego	52398,00
Całkowity koszt		71982,31

Wariant 3		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu grzewczego	52398,00
Całkowity koszt		52398,00

7.3. Wyniki komputerowych obliczeń dla poszczególnych wariantów przedsięwzięcia

Wariant	sumaryczna strata ciepła budynku	roczne zapotrzebowanie energii budynku	średnia temperatura pomieszczeń ogrzewanych	powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych	kubatura pomieszczeń ogrzewanych	kubatura budynku	kubatura przestrzeni ogrzewanej	wskaźnik cieplny budynku	stosunek pow. przegród zewnętrznych do kubatury przestrzeni ogrzewanej A/V
	[MW]	[GJ]	°C	m ²	m ³	m ³	m ³	W/m ³	1/m
0	0,0488	125,58	20,00	166,97	450,82	657,10	450,82	103,07	0,45
1	0,0265	61,36	20,00	166,97	450,82	657,10	450,82	...	0,45
2	0,0359	125,58	20,00	166,97	450,82	657,10	450,82	...	0,45
3	0,0488	125,58	20,00	166,97	450,82	657,10	450,82	...	0,45

7.4. Obliczenia oszczędności kosztów wynikających z przeprowadzenia przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Wariant	$Q_{h0,1co}$ $q_{h0,1co}$	$Q_{0,1cwu}$ $q_{0,1cwu}$	$h_{0,1}$	$w_{t0,1}$	$w_{d0,1}$	$Q_{0,1}$	$O_{0,1}$	DO	%DO
-	GJ	GJ	-	-	-	GJ	zł	zł	%

	MW	MW							
0	125,58 0,0488	9,43 0,0023	0,54	1,00	0,88	214,08	15313,97	---	---
1	61,36 0,0265	9,43 0,0023	0,82	0,85	0,98	71,76	5757,44	9556,53	62,40
2	125,58 0,0359	9,43 0,0023	0,82	0,85	0,98	137,00	10138,18	5175,79	33,80
3	125,58 0,0488	9,43 0,0023	0,82	0,85	0,98	137,00	10138,18	5175,79	33,80

7.5. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego budynku

Wariant	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność kosztów energii DO	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	106162,14 zł	9556,53	66,48%	0,00 0,00% 106162,14 100,00%	21232,43	16985,94	19113,05
2	71982,31 zł	5175,79	36,00%	0,00 0,00% 71982,31 100,00%	14396,46	11517,17	10351,57
3	52398,00 zł	5175,79	36,00%	0,00 0,00% 52398,00 100,00%	10479,60	8383,68	10351,57

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 0,00 zł

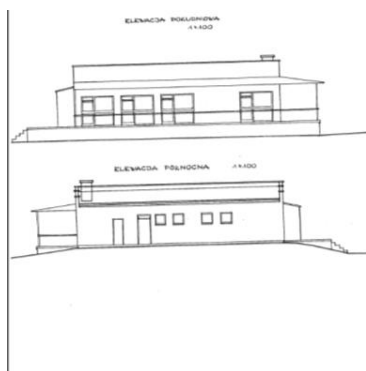
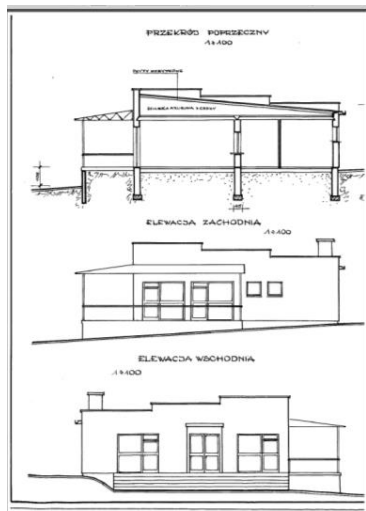
7.6. Charakterystyka optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

- planowany koszt całkowity	---	106162,14 zł
- planowana kwota środków własnych	---	0,00 zł
- planowana kwota kredytu	---	106162,14 zł
- przewidywana premia termomodernizacyjna	---	16985,94 zł

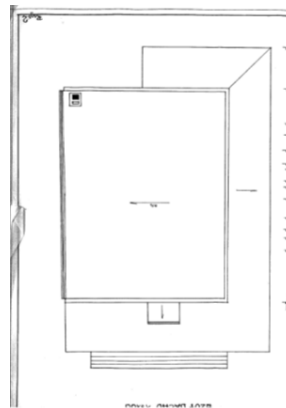
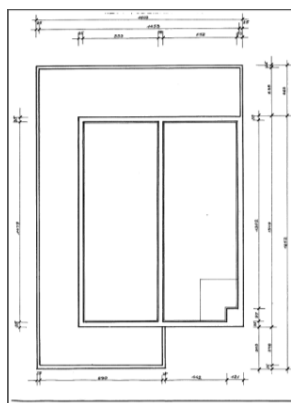
P1 Usprawnienie: Modernizacja przegrody Dach Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 22 cm Zastosowany materiał izolacji termicznej: Pianka poliuretanowa w pozostałych przypadkach 50 Uwagi: Do ocieplenia dachu przyjęto zastosowanie pianki poliuretanowej, grubość warstwy izolacji wynosi 22 cm. Ze względu na charakter obiektu budynek użyteczności publicznej, przyjęto minimalną wymaganą wartość oporu cieplnego na poziomie 6,633 W/m2K. Prace wykonać zgodnie z instrukcją producenta.
P2 Usprawnienie: Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 17 cm Zastosowany materiał izolacji termicznej: Płyta styropianowa EPS 100-038 DACH Uwagi: Zgodnie z projektem budowlanym termomodernizacji przyjęto 17 cm grubości styropianu. Ze względu na charakter obiektu budynek użyteczności publicznej, przyjęto minimalną wymaganą wartość oporu cieplnego na poziomie 5,054 W/m2K
C.O. Usprawnienie: modernizacja instalacji grzewczej Wymagany zakres prac modernizacyjnych: Uwagi: Instalacja centralnego ogrzewania wykonana z rur stalowych gładkich w złym stanie technicznym, bez izolacji. Grzejniki żeliwne typu Favier o dużej bezwładności cieplnej. Kocioł o niskiej sprawności

9. Załącznik nr 1. - dokumentacja techniczna budynku

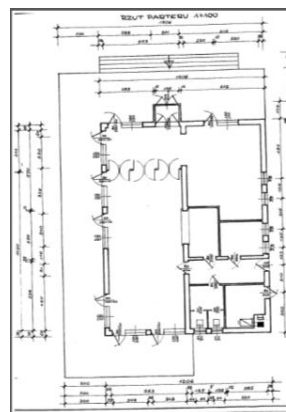
Rzuty budynków przy pomocy których opracowano audyt energetyczny.



Rzut elewacji



Rzut dachu



Rzut
kondygnacji

10. Załącznik nr 2. – Zapotrzebowanie na ciepło w budynku po termomodernizacji

Spis treści

1. Obliczenia wartości współczynników U elementów budowlanych
2. Zestawienie typów mostków cieplnych
3. Tryb pracy instalacji centralnego ogrzewania
4. Obliczenia współczynników straty ciepła dla stref
5. Zestawienie obliczeniowych współczynników strat ciepła przez przenikanie
6. Zestawienie obliczeniowych strumieni powietrza
7. Obliczenia zysków ciepła od słońca
8. Obliczenia wewnętrznych zysków ciepła
9. Obliczenia pojemności cieplnej
10. Zestawienie stref

Obliczenia wartości współczynników U elementów budowlanych						
Obliczenia wartości współczynników U elementów budowlanych						
Kody Element Materiał		Opis	d	l	R	U_c
			m	W/(m•K)	m ² •K/W	W/(m ² •K)
1	Ściana zewnętrzna, przegroda jednorodna					
	60	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,04	-
	1	Płyta styropianowa EPS 100-038 DACH	0,170	0,038	4,474	-
	2	Tynk lub gładź cementowa	0,015	1,000	0,015	-
	3	Cegła wap.-piask. pełna 1.9-1NF	0,380	1,000	0,380	-
	2	Tynk lub gładź cementowa	0,015	1,000	0,015	-
	61	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,13	-
	Grubość całkowita i U_k		0,58	-	5,05	0,20
2	Ściana wewnętrzna, przegroda jednorodna					
	61	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,13	-
	2	Tynk lub gładź cementowa	0,015	1,000	0,015	-
	4	Cegła dziurawka	0,120	0,620	0,194	-
	2	Tynk lub gładź cementowa	0,015	1,000	0,015	-
	61	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,13	-
	Grubość całkowita i U_k		0,15	-	0,48	2,07
Kody Element Materiał		Opis	d	l	R	U_c
			m	W/(m•K)	m ² •K/W	W/(m ² •K)
3	Ściana wewnętrzna, przegroda jednorodna					
	61	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,13	-
	2	Tynk lub gładź cementowa	0,015	1,000	0,015	-
	4	Cegła dziurawka	0,250	0,620	0,403	-
	2	Tynk lub gładź cementowa	0,015	1,000	0,015	-
	61	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,13	-
	Grubość całkowita i U_k		0,28	-	0,69	1,44
4	Drzwi wewnętrzne, przegroda jednorodna					
	Grubość całkowita i U_k		-	-	-	0
5	Drzwi zewnętrzne, przegroda jednorodna					
	Grubość całkowita i U_k		-	-	-	1,7
6	Okno zewnętrzne, przegroda jednorodna					
	Grubość całkowita i U_k		-	-	-	1,5
7	Ściana wewnętrzna, przegroda jednorodna					

	61	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,13	-
	2	Tynk lub gładź cementowa	0,015	1,000	0,015	-
	4	Cegła dziurawka	0,380	0,620	0,613	-
	2	Tynk lub gładź cementowa	0,015	1,000	0,015	-
	61	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,13	-
	Grubość całkowita i U_k		0,41	-	0,90	1,11
Kody Element Material		Opis	d	l	R	U_c
			m	W/(m•K)	m ² •K/W	W/(m ² •K)
8	Ściana wewnętrzna, przegroda jednorodna					
	61	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,13	-
	2	Tynk lub gładź cementowa	0,015	1,000	0,015	-
	4	Cegła dziurawka	0,050	0,620	0,081	-
	2	Tynk lub gładź cementowa	0,015	1,000	0,015	-
	61	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,13	-
Grubość całkowita i U_k		0,08	-	0,37	2,70	
9	Drzwi zewnętrzne, przegroda jednorodna					
	Grubość całkowita i U_k		-	-	-	1,5
10	Strop wewnętrzny, przegroda jednorodna					
	62	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)			0,04	-
	5	Strop DZ-3 gr. 24 cm	0,240	0,920	0,261	-
	2	Tynk lub gładź cementowa	0,015	1,000	0,015	-
	63	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)			0,10	-
	Grubość całkowita i U_k		0,26	-	0,42	2,40
Kody Element Material		Opis	d	l	R	U_c
			m	W/(m•K)	m ² •K/W	W/(m ² •K)
11	Dach, przegroda jednorodna					
	64	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (strumień ciepła w górę)			0,04	-
	6	Pianka poliuretanowa w pozostałych przypadkach 50	0,220	0,035	6,286	-
	7	Blacha	0,055	50,000	0,001	-
	8	łaty	0,038	0,300	0,127	-
	9	kontrłaty	0,024	0,300	0,080	-
	63	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)			0,10	-
Grubość całkowita i U_k		0,34	-	6,63	0,15	
12	Podłoga na gruncie, przegroda jednorodna					
	65	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (strumień ciepła w dół)			0,04	-

10	Terakota	0,020	1,000	0,020	-
11	Beton zwykły z kruszywa kamiennego 2200	0,100	1,300	0,077	-
12	Piasek	0,500	2,000	0,250	-
66	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w dół)			0,17	-
Grubość całkowita i U_k		0,62	-	0,56	1,80

Zestawienie typów mostków cieplnych		
Zestawienie typów mostków cieplnych		
Kod	Opis	Y_k
		W/(m•K)
C1	Naroże zewnętrzne ściany z izolacją zewnętrzną	-0,05
W7	Nadproże, podokiennik, ościeżnica w środku/ściana z izolacją zewnętrzną	0,45
R1	Dach/ściana z izolacją zewnętrzną	0,55

Tryb pracy instalacji centralnego ogrzewania						
Tryb pracy instalacji centralnego ogrzewania						
Nr	Nazwa trybu		Temperatura t	Ilość godzin na dobę	Ilość dni w tygodniu	Ilość dni w miesiącu
			°C	h	dni	dni
1	Standard	Ciągły	20	0	0	0

Obliczenia współczynnika strat ciepła strefy				
Obliczenia straty ciepła dla strefy Strefa O				
Straty ciepła bezpośrednio do otoczenia				
Kod	Element budowlany	A _{obl}	U	A _{obl} *U
		m ²	W/(m ² •K)	W/K
1	Ściana zewnętrzna	5,90	0,20	1,17
1	Ściana zewnętrzna	6,54	0,20	1,29
6	Okno zewnętrzne	4,23	1,50	6,35
1	Ściana zewnętrzna	5,23	0,20	1,04
1	Ściana zewnętrzna	7,38	0,20	1,46
1	Ściana zewnętrzna	14,32	0,20	2,83
1	Ściana zewnętrzna	12,45	0,20	2,46
6	Okno zewnętrzne	13,80	1,50	20,70
9	Drzwi zewnętrzne	3,60	1,70	6,12
1	Ściana zewnętrzna	6,69	0,20	1,32
1	Ściana zewnętrzna	19,32	0,20	3,82
9	Drzwi zewnętrzne	6,21	1,70	10,56
9	Drzwi zewnętrzne	17,28	1,70	29,38
1	Ściana zewnętrzna	4,83	0,20	0,96
1	Ściana zewnętrzna	3,45	0,20	0,68
6	Okno zewnętrzne	2,25	1,50	3,38
1	Ściana zewnętrzna	3,09	0,20	0,61
1	Ściana zewnętrzna	0,00	0,20	0,00
5	Drzwi zewnętrzne	4,03	1,70	6,84
1	Ściana zewnętrzna	6,93	0,20	1,37
1	Ściana zewnętrzna	3,75	0,20	0,74
1	Ściana zewnętrzna	10,71	0,20	2,12
1	Ściana zewnętrzna	10,08	0,20	1,99
5	Drzwi zewnętrzne	1,60	1,70	2,72
6	Okno zewnętrzne	0,62	1,50	0,93
Suma elementów budynku		S A _{obl} *U		W/K
				110,85
Kod	Mostek cieplny	Y _k	I _k	Y _k *I _k
		W/(m•K)	m	W/K
C1	Naroże zewnętrzne ściany z izolacją zewnętrzną	-0,05	48,00	-0,15
W7	Nadproże, podokiennik, ościeżnica w środku/ściana z	0,45	20,16	1,51

	izolacją zewnętrzną					
W7	Nadproże, podokiennik, ościeżnica w środku/ściana z izolacją zewnętrzną	0,45	30,40	3,42		
W7	Nadproże, podokiennik, ościeżnica w środku/ściana z izolacją zewnętrzną	0,45	11,60	2,61		
W7	Nadproże, podokiennik, ościeżnica w środku/ściana z izolacją zewnętrzną	0,45	19,20	2,88		
W7	Nadproże, podokiennik, ościeżnica w środku/ściana z izolacją zewnętrzną	0,45	28,80	4,32		
W7	Nadproże, podokiennik, ościeżnica w środku/ściana z izolacją zewnętrzną	0,45	6,00	2,70		
C1	Naroże zewnętrzne ściany z izolacją zewnętrzną	-0,05	-	-		
W7	Nadproże, podokiennik, ościeżnica w środku/ściana z izolacją zewnętrzną	0,45	8,10	3,65		
W7	Nadproże, podokiennik, ościeżnica w środku/ściana z izolacją zewnętrzną	0,45	5,60	2,52		
W7	Nadproże, podokiennik, ościeżnica w środku/ściana z izolacją zewnętrzną	0,45	3,16	1,42		
Suma mostków cieplnych		S Y _k *I _k		W/K	57,46	
Współczynnik całkowitych strat ciepła bezpośrednio do otoczenia		H _{tr,ie} = S A _{obl} *U+S Y _k *I _k			W/K	168,309
Strata ciepła przez strefy nieogrzewane						
Kod	Element budowlany	A _{obl}	U	b _{tr}	A _{obl} *U*b	
		m ²	W/(m ² •K)	-	W/K	
Suma elementów budynku		S A _{obl} *U*b		W/K	0,00	
Współczynnik całkowitych strat ciepła przez strefy nieogrzewane		H _{tr,iue} = S A _{obl} *U*b+S Y _k *I _k *b			W/K	0,000
Straty ciepła przez grunt						
Obliczenie B'		A _g	P	B'=2*A _g /P		
		m ²	m	m		
		187,53	55,22	6,79		
Kod	Element budowlany	U _k	U _{eqive}	A _k	A _k *U _{eqive}	
		W/(m ² •K)	W/(m ² •K)	-	W/K	
12	Podłoga na gruncie	1,80	0,43	9,83	4,26	
12	Podłoga na gruncie	1,80	0,43	7,87	3,41	
12	Podłoga na gruncie	1,80	0,43	5,95	2,58	
12	Podłoga na gruncie	1,80	0,43	8,43	3,65	
12	Podłoga na gruncie	1,80	0,43	4,15	1,80	

12	Podłoga na gruncie	1,80	0,43	4,15	1,80		
12	Podłoga na gruncie	1,80	0,43	28,31	12,27		
12	Podłoga na gruncie	1,80	0,43	65,64	28,45		
12	Podłoga na gruncie	1,80	0,43	6,35	2,75		
12	Podłoga na gruncie	1,80	0,43	4,09	1,77		
12	Podłoga na gruncie	1,80	0,43	12,78	5,54		
Współczynniki poprawkowe		f _{g1}	f _{g2}	G _w	f _{g1} *f _{g1} *G _w		
		-	-	-	-		
		1,45	0,30	1,00	0,43		
Współczynnik całkowitych strat ciepła przez grunt		H _{g,i} =(S A _k *U _{equiv})*f _{g1} *f _{g2} *G _w				W/K	29,211
Strata ciepła przez strefy sąsiadujące							
Kod	Element budowlany	A _{obl}	U	A _{obl} *U			
		m ²	W/(m ² •K)	W/K			
7	Ściana wewnętrzna	3,25	1,15	3,72			
3	Ściana wewnętrzna	12,46	1,51	18,79			
2	Ściana wewnętrzna	12,46	2,20	27,47			
4	Drzwi wewnętrzne	2,07	0,00	0,00			
4	Drzwi wewnętrzne	1,60	0,00	0,00			
10	Strop wewnętrzny	9,83	2,40	23,64			
3	Ściana wewnętrzna	7,72	1,51	11,63			
2	Ściana wewnętrzna	7,72	2,20	17,01			
2	Ściana wewnętrzna	7,16	2,20	15,78			
10	Strop wewnętrzny	7,87	2,40	18,92			
2	Ściana wewnętrzna	9,32	2,20	20,54			
2	Ściana wewnętrzna	5,35	2,20	11,79			
10	Strop wewnętrzny	5,95	2,40	14,31			
7	Ściana wewnętrzna	9,79	1,15	11,21			
3	Ściana wewnętrzna	9,80	1,51	14,78			
2	Ściana wewnętrzna	5,02	2,20	11,06			
10	Strop wewnętrzny	8,43	2,40	20,27			
7	Ściana wewnętrzna	9,64	1,15	11,04			
8	Ściana wewnętrzna	9,64	2,94	28,30			
2	Ściana wewnętrzna	2,37	2,20	5,22			
8	Ściana wewnętrzna	2,77	2,94	8,13			
4	Drzwi wewnętrzne	1,20	0,00	0,00			

10	Strop wewnętrzny	4,15	2,40	9,98		
2	Ściana wewnętrzna	9,64	2,20	21,25		
7	Ściana wewnętrzna	9,56	1,15	10,95		
2	Ściana wewnętrzna	2,38	2,20	5,24		
10	Strop wewnętrzny	28,31	2,40	68,07		
7	Ściana wewnętrzna	30,65	1,15	35,12		
2	Ściana wewnętrzna	11,82	2,20	26,05		
10	Strop wewnętrzny	65,64	2,40	157,84		
2	Ściana wewnętrzna	5,76	2,20	12,70		
2	Ściana wewnętrzna	8,24	2,20	18,16		
10	Strop wewnętrzny	7,42	2,40	17,84		
7	Ściana wewnętrzna	4,10	1,15	4,70		
4	Drzwi wewnętrzne	4,03	0,00	0,00		
2	Ściana wewnętrzna	6,06	2,20	13,35		
7	Ściana wewnętrzna	8,24	1,15	9,43		
2	Ściana wewnętrzna	2,03	2,20	4,46		
10	Strop wewnętrzny	6,35	2,40	15,27		
7	Ściana wewnętrzna	2,37	1,15	2,72		
2	Ściana wewnętrzna	4,63	2,20	10,20		
4	Drzwi wewnętrzne	1,61	0,00	0,00		
10	Strop wewnętrzny	4,09	2,40	9,83		
7	Ściana wewnętrzna	3,38	1,15	3,87		
10	Strop wewnętrzny	2,00	2,40	4,81		
2	Ściana wewnętrzna	11,07	2,20	24,41		
10	Strop wewnętrzny	12,78	2,40	30,73		
Suma elementów budynku		S A _{obl} *U		W/K	945,21	
Współczynnik całkowitych strat ciepła przez strefy sąsiadujące		H _{zy,i} = S A _{obl} *U+S Y _k *I _k			W/K	945,213
Współczynnik strat ciepła przez przenikanie		H _{tr,i} =H _{D,i} +H _{g,i} +H _{U,i}			W/K	197,520

Zestawienie uproszczonych współ. strat ciepła

Zestawienie obliczeniowych współczynników strat ciepła przez przenikanie dla Strefa O

Kod	Typ przegrody	Symbol	Nazwa	A	U	H _{tr,s}	H%
-	-	-	-	m ²	W/(m ² ·K)	W/K	%
1	Ściana zewnętrzna	SZ 1	Ściana zewnętrzna	120,66	0,20	21,48	1,88
1	Ściana wewnętrzna	SW 38	Ściana wewnętrzna	80,97	1,15	92,76	8,12
1	Ściana wewnętrzna	SW 25	Ściana wewnętrzna	29,98	1,51	45,20	3,96
1	Ściana wewnętrzna	SW 12	Ściana wewnętrzna	154,68	2,20	341,04	29,84
1	Drzwi wewnętrzne	DW 1	Drzwi wewnętrzne	44,09	0,00	0,00	0,00
1	Strop wewnętrzny	STW 1	Strop wewnętrzny	166,97	2,40	401,50	35,13
1	Podłoga na gruncie	PG 1	Podłoga na gruncie	157,55	1,80	29,21	2,56
1	Okno zewnętrzne	OZ 1	Okno zewnętrzne	20,91	1,50	58,23	5,10
1	Ściana wewnętrzna	SW 5	Ściana wewnętrzna	22,05	2,94	64,72	5,66
1	Drzwi zewnętrzne	DZbalkonowe	Drzwi zewnętrzne	27,09	1,70	72,87	6,38
1	Drzwi zewnętrzne	DZ 1	Drzwi zewnętrzne	5,63	1,70	15,73	1,38
Całkowity współczynnik strat ciepła przez przenikanie					H _{tr,s}	1142,73	W/K

Zestawienie obliczeniowych strumieni powietrza

Zestawienie obliczeniowych strumieni powietrza dla Strefa O

Rodzaj budynku:					Usługi							
Wentylacja grawitacyjna												
Nazwa pomieszczenia/strefy	A _f	V	β	V _{ve,1}	b _{ve,1}	V _{ve,2}	b _{ve,2}	V _{ve,3}	b _{ve,3}	V _{ve,4}	b _{ve,4}	H _{ve}
	m ²	m ³	-	m ³ /h	-	m ³ /h	-	m ³ /h	-	m ³ /h	-	W/K
Strefa O	166,9 7	450,8 2	0,50	186,3 4	0,50	135,2 5	0,50	37,27	0,50	135,2 5	0,50	82,35

Obliczenia zysków ciepła od słońca

Obliczenia zysków ciepła od słońca dla Strefa O													
Kod	Element					Symbol		Kierunek		A	Z	g	C
-	-					-		-		m ²	-	-	-
0	OZ 1-Okno zewnętrzne					OZ 1		N		2,82	1,00	0,70	0,70
Miesiąc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	-
I _{sol}	21,22	25,56	49,31	69,00	94,22	100,30	103,73	88,78	61,52	36,65	18,02	15,55	kW/(m ² •m-c)
Q _{sol}	29,34	35,34	68,20	95,43	130,31	138,71	143,45	122,77	85,08	50,68	24,92	21,50	kWh/m-c
Kod	Element					Symbol		Kierunek		A	Z	g	C
-	-					-		-		m ²	-	-	-
1	OZ 1-Okno zewnętrzne					OZ 1		E		8,93	1,00	0,70	0,70
Miesiąc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	-
I _{sol}	23,78	30,32	60,33	83,77	119,23	121,41	128,87	110,04	69,62	40,04	19,30	16,03	kW/(m ² •m-c)
Q _{sol}	104,09	132,70	264,06	366,68	521,88	531,41	564,08	481,64	304,73	175,28	84,46	70,16	kWh/m-c
Kod	Element					Symbol		Kierunek		A	Z	g	C
-	-					-		-		m ²	-	-	-
2	OZ 1-Okno zewnętrzne					OZ 1		W		6,90	1,00	0,70	0,70
Miesiąc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	-
I _{sol}	22,65	29,07	55,26	80,62	111,37	121,41	121,71	106,23	71,78	42,12	20,06	16,02	kW/(m ² •m-c)
Q _{sol}	76,59	98,29	186,82	272,59	376,53	410,47	411,51	359,15	242,67	142,40	67,81	54,15	kWh/m-c
Kod	Element					Symbol		Kierunek		A	Z	g	C
-	-					-		-		m ²	-	-	-
3	OZ 1-Okno zewnętrzne					OZ 1		S		2,25	1,00	0,70	0,70
Miesiąc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	-
I _{sol}	42,38	43,85	75,78	91,95	116,56	119,52	122,67	115,22	82,85	55,86	27,62	23,28	kW/(m ² •m-c)
Q _{sol}	46,72	48,34	83,55	101,37	128,51	131,77	135,24	127,03	91,34	61,58	30,45	25,67	kWh/m-c

Obliczenia zysków wewnętrznych dla Strefa O

Metoda uproszczona													
Kod	Nazwa źródła/pomieszczenia						Af	F		Uwagi			
-	-						m²	W/m²		-			
1	Strefa O						167,0	6,5					
Całkowite obciążenie cieplne pomieszczeń zyskami wewnętrznymi F _{int} =										6,50		W/m²	
Powierzchnia strefy o regulowanej temperaturze A _f =										166,97		m²	
miesiąc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	-
Q _{int}	807,4 7	729,3 2	807,4 7	781,4 2	807,4 7	781,4 2	807,4 7	807,4 7	781,4 2	807,4 7	781,4 2	807,4 7	kWh/m-c

Obliczenia wewnętrznych zysków ciepła													
---------------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Obliczenia zbiorcze dla strefy													
--------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Obliczenia pojemności cieplnej dla Strefa O							
I. Przegrody zewnętrzne							
Nazwa przegrody	Symbol	Nazwa warstwy	c _p	ρ	d	A _{obl}	C _m
			J/(kg*K)	kg/m ³	m	m ²	kJ/K
Ściana zewnętrzna	SZ 1	Od strony wewnętrznej					
		Tynk lub gładź cementowa	840	2000	0,015	120,66	3041
		Cegła wap.-piask. pełna 1.9-INF	880	1900	0,085	120,66	17149
Całkowita pojemność cieplna przegrody C _m =S _i S _i (c _{p<i>ii</i>} *ρ _{ii} *d _{ii} *A _i)=							20190
Podłoga na gruncie	PG 1	Od strony wewnętrznej					
		Piasek	1180	2200	0,100	157,55	40900
Całkowita pojemność cieplna przegrody C _m =S _i S _i (c _{p<i>ii</i>} *ρ _{ii} *d _{ii} *A _i)=							40900
II. Przegrody wewnętrzne sąsiadujące z innymi strefami							
Nazwa przegrody	Symbol	Nazwa warstwy	c _p	ρ	d	A _{obl}	C _m
			J/(kg*K)	kg/m ³	m	m ²	kJ/K
Ściana wewnętrzna	SW 38	Od strony wewnętrznej					
		Tynk lub gładź cementowa	840	2000	0,015	80,97	2041
		Cegła dziurawka	880	1400	0,085	80,97	8480
Całkowita pojemność cieplna przegrody C _m =S _i S _i (c _{p<i>ii</i>} *ρ _{ii} *d _{ii} *A _i)=							10520
Ściana wewnętrzna	SW 25	Od strony wewnętrznej					
		Tynk lub gładź cementowa	840	2000	0,015	29,98	755
		Cegła dziurawka	880	1400	0,085	29,98	3139
Całkowita pojemność cieplna przegrody C _m =S _i S _i (c _{p<i>ii</i>} *ρ _{ii} *d _{ii} *A _i)=							3894

Ściana wewnętrzna	SW 12	Od strony wewnętrznej					
		Tynk lub gładź cementowa	840	2000	0,015	154,68	3898
		Cegła dziurawka	880	1400	0,085	154,68	16198
Całkowita pojemność cieplna przegrody $C_m=S_iS_i(c_{pii} \cdot \rho_{ii} \cdot d_{ii} \cdot A_i)=$						20096	
Strop wewnętrzny	STW 1	Od strony wewnętrznej					
		Tynk lub gładź cementowa	840	2000	0,015	166,97	4208
		Strop DZ-3 gr. 24 cm	1000	1105	0,085	166,97	15683
Całkowita pojemność cieplna przegrody $C_m=S_iS_i(c_{pii} \cdot \rho_{ii} \cdot d_{ii} \cdot A_i)=$						19890	
Ściana wewnętrzna	SW 5	Od strony wewnętrznej					
		Tynk lub gładź cementowa	840	2000	0,015	22,05	556
		Cegła dziurawka	880	1400	0,050	22,05	1358
		Tynk lub gładź cementowa	840	2000	0,015	22,05	556
Całkowita pojemność cieplna przegrody $C_m=S_iS_i(c_{pii} \cdot \rho_{ii} \cdot d_{ii} \cdot A_i)=$						2469	

Zestawienie całkowitej pojemności cieplnej strefy		
Nazwa przegrody	Wartość	Jednostka
I. Przegrody zewnętrzne	61089614	J/K
II. Przegrody wewnętrzne sąsiadujące z innymi strefami	56869630	J/K
Całkowita pojemność cieplna strefy $C_m =$	117959245	J/K

Obliczenia zbiorcze dla strefy Strefa O												
Temperatura wewnętrzna strefy			q _i	20,00		°C						
Pole powierzchni pomieszczeń o regulowanej temperaturze			A _f	167,0		m ²						
Obciążenia cieplne pomieszczeń zyskami wewnętrznymi			q _{int}	6,5		W/m ²						
Pojemność cieplna budynku			C _m	27550050		J/K						
Stała czasowa budynku			t	27,3		h						
Udział granicznych potrzeb ciepła			g _{H,lim}	1,4		-						
-			a _H	2,8		-						
Obliczenia miesięcznego zapotrzebowania na energię do ogrzewania i wentylacji Q _{H,nd,n} kWh/m-c												
Miesiąc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Średnia temperatura zewnętrzna q _e , °C	-1,2	-0,9	4,4	6,3	12,2	17,1	19,2	16,6	12,8	8,2	2,9	0,8
Liczba godzin w miesiącu t _m , h	744	672	744	720	744	720	744	744	720	744	720	744
Miesięczna strata ciepła przez przenikanie Q _{H,th} =10 ⁻³ •H _{tr} •(q _i -q _e)•t _m kWh/m-c	4414	3931	3248	2761	1624	584	167	708	1451	2457	3446	3998
Miesięczna strata ciepła przez przenikanie z strefami	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ogrzewanymi $Q_{H,zy}=10^{-3} \cdot H_{zy} \cdot (q_i - q_{i,yz}) \cdot t_m$ kWh/m-c												
Miesięczna strata ciepła przez przenikanie $Q_{H,ht}=Q_{H,t}+Q_{H,zy}$ kWh/m-c	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Miesięczne zyski ciepła od nasłonecznienia Q_{sol} , kWh/m-c	257	315	603	836	1157	1212	1254	1091	724	430	208	171
Miesięczne wewnętrzne zyski ciepła $Q_{int}=q_{int} \cdot 10^{-3} \cdot A_f \cdot t_m$ kWh/m-c	807	729	807	781	807	781	807	807	781	807	781	807
Miesięczne zyski ciepła $Q_{H,gn}=Q_{sol}+Q_{int}$ kWh/m-c	1064	1044	1410	1617	1965	1994	2062	1898	1505	1237	989	979
$g_H=Q_{H,gn}/Q_{H,ht}$	0,24	0,27	0,43	0,59	1,21	3,41	12,38	2,68	1,04	0,50	0,29	0,24
$g_{H,1}$	0,24	0,25	0,35	0,51	0,90	0,00	0,00	0,00	0,77	0,40	0,27	0,24
$g_{H,2}$	0,25	0,35	0,51	0,90	2,31	0,00	0,00	0,00	1,86	0,77	0,40	0,27
$f_{H,m}$	1,00	1,00	1,00	1,00	0,57	0,00	0,00	0,00	0,69	1,00	1,00	1,00
Współczynnik wykorzystania zysków ciepła, $h_{H,gn}$	0,99	0,98	0,94	0,89	0,66	0,29	0,08	0,36	0,72	0,92	0,98	0,99
Miesięczne zapotrzebowanie na energię $Q_{H,nd,n}=Q_{H,ht} - h_{H,gn} \cdot Q_{H,gn}$ kWh/m-c	3364,74	2905,00	1917,11	1313,29	318,17	13,05	0,13	28,08	360,02	1315,15	2477,68	3032,93
Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową dla ogrzewania i wentylacji $Q_{H,nd}=S(Q_{H,nd,n})$, kWh/rok											17045,3	

Zestawienie stref

Zestawienie stref					
Numer strefy	Nazwa strefy	A	V	t	Zapotrzebowanie na ciepło
	-	m ²	m ³	°C	kWh/rok
1	Strefa O	166,97	450,82	20,00	17045,33
Całkowite zapotrzebowanie strefy $Q_{H,nd}$ [kWh/rok]					17045,33

11. Załącznik nr 3. - Efekt Ekologiczny

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: Warszawa - Okęcie

Powierzchnia zabudowy $A_z=187,53 \text{ m}^2$

Powierzchnia o regulowanej temperaturze $A_r=166,97 \text{ m}^2$

Powierzchnia netto $A=167,97 \text{ m}^2$

Kubatura ogrzewana budynku $V=657,10 \text{ m}^3$

Liczba kondygnacji: 1

3. Spis przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Modernizacja przegrody Dach

Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna

Modernizacja systemu grzewczego

4. Charakterystyka źródeł energii systemu ogrzewania i wentylacji

4.1. Przed modernizacją

Rodzaj paliwa	$h_{H,tot}$	H_u	Jedn.	$Q_{K,H}$ [kWh/rok]	Zużycie paliwa B	Jedn.
Miejskowe wytwarzanie energii w budynku - Gaz ziemny	0,54	9,97	kWh/m ³	65089,4	6528,5	m ³ /rok

4.2. Po modernizacji

Rodzaj paliwa	$h_{H,tot}$	H_u	Jedn.	$Q_{K,H}$ [kWh/rok]	Zużycie paliwa B	Jedn.
Miejskowe wytwarzanie energii w budynku - Gaz ziemny	0,82	9,97	kWh/m ³	20780,4	2084,3	m ³ /rok

5. Charakterystyka źródeł energii systemu przygotowania ciepłej wody

5.1. Przed modernizacją

Rodzaj paliwa	$h_{W,tot}$	H_u	Jedn.	$Q_{K,W}$ [kWh/rok]	Zużycie paliwa	Jedn.
---------------	-------------	-------	-------	---------------------	----------------	-------

					B	
Sieć elektroenergetyczna systemowa - Energia elektryczna	0,90	1,00	kWh/kWh	2909,7	2909,7	kWh/rok

5.2. Po modernizacji

Rodzaj paliwa	$h_{w,tot}$	H_u	Jedn.	$Q_{K,w}$ [kWh/rok]	Zużycie paliwa B	Jedn.
Sieć elektroenergetyczna systemowa - Energia elektryczna	0,90	1,00	kWh/kWh	2909,7	2909,7	kWh/rok

6. Wskaźniki emisji zanieczyszczeń poszczególnych systemów i nośników energii

Informacje uzupełniające:...

6.1. Przed modernizacją

System ogrzewania i wentylacji								
Rodzaj paliwa	Jedn.	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂	PYŁ	SADZA	B-a-P
Miejskowe wytwarzanie energii w budynku - Gaz ziemny	kg/1,0E6• m ³	0,000120	1280,0000 00	360,00000 0	1964000,0 00000	15,000000	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

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 - Gaz ziemny	kg/1,0E6• m ³	0,000120	1280,0000 00	360,00000 0	1964000,0 00000	15,000000	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	0,0000	8,3565	2,3503	12822,031 2	0,0979	0,0000	0,0000
System przygotowania ciepłej wody	kg/rok	26,4785	6,6924	2,0077	2362,6944	4,3646	0,0079	0,0002
Calkowita emisja w budynku	Jedn.	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂	PYŁ	SADZA	B-a-P
	kg/rok	26,4785	15,0489	4,3580	15184,725 6	4,4625	0,0079	0,0002

7.2. Po modernizacji

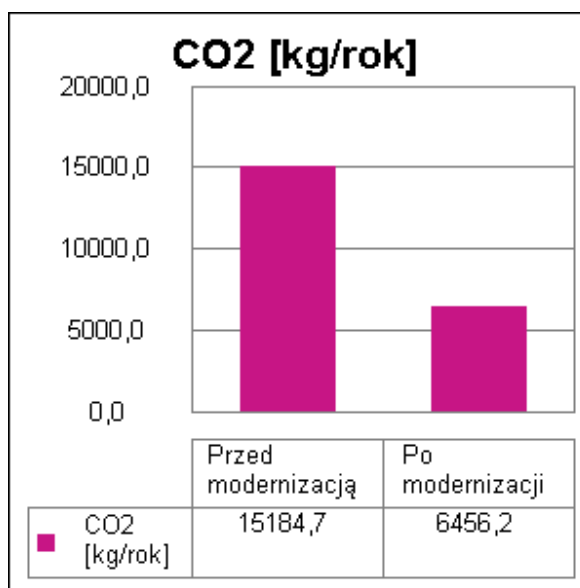
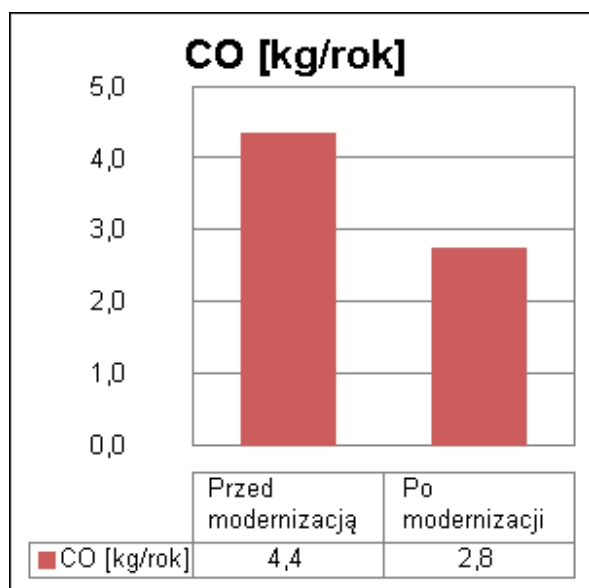
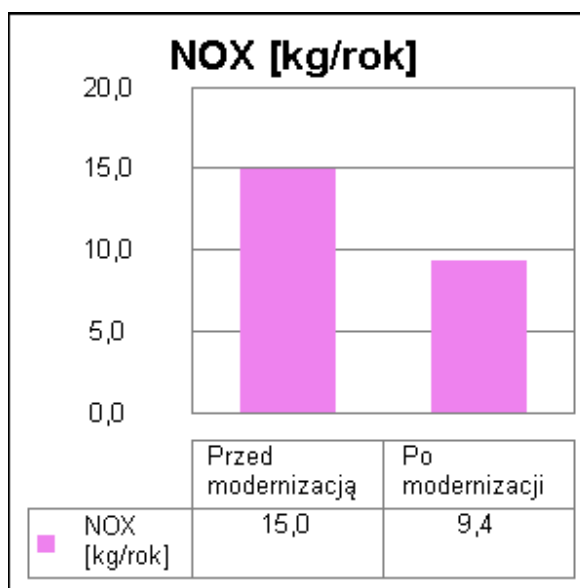
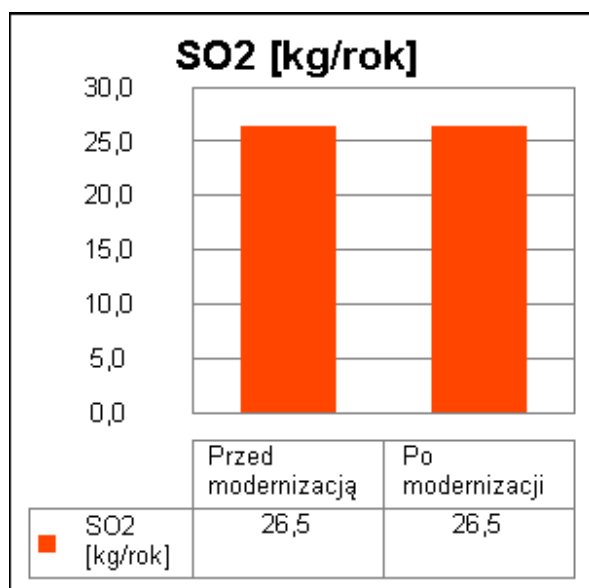
System	Jedn.	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂	PYŁ	SADZA	B-a-P
System ogrzewania i wentylacji	kg/rok	0,0000	2,6679	0,7503	4093,5501	0,0313	0,0000	0,0000
System przygotowania ciepłej wody	kg/rok	26,4785	6,6924	2,0077	2362,6944	4,3646	0,0079	0,0002
Calkowita emisja w budynku	Jedn.	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂	PYŁ	SADZA	B-a-P
	kg/rok	26,4785	9,3603	2,7581	6456,2446	4,3958	0,0079	0,0002

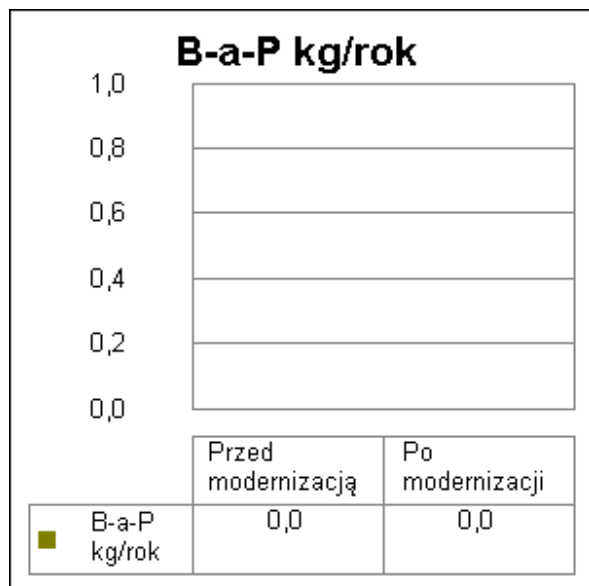
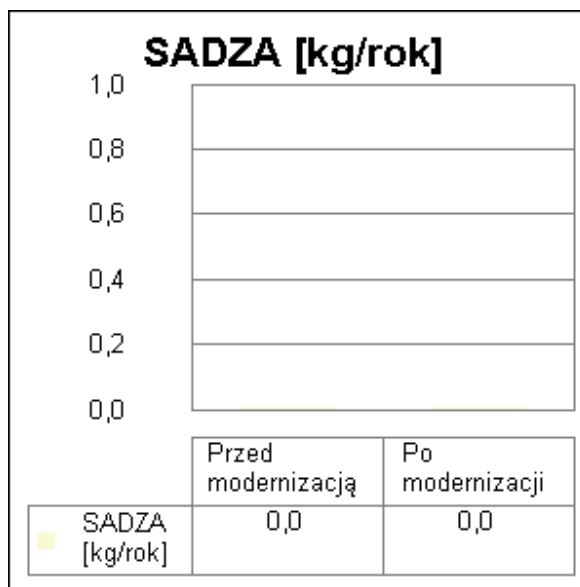
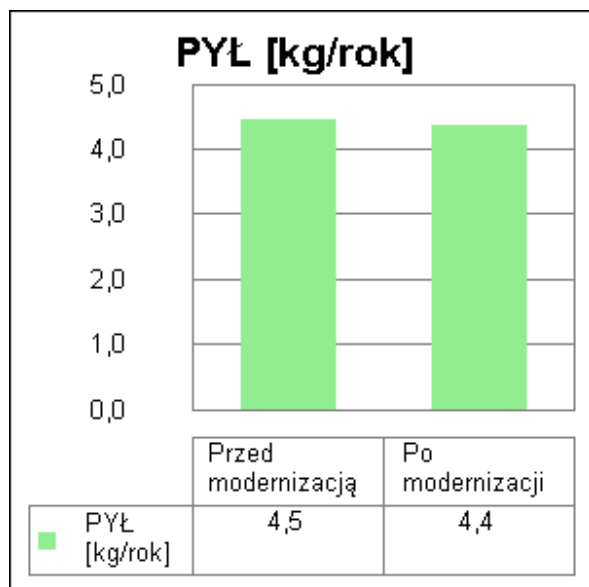
8. Bezpośredni efekt ekologiczny

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	26,478473	26,478472	0,000001	0,00
NO _x	15,048878	9,360255	5,688623	37,80
CO	4,357979	2,758054	1,599925	36,71
CO ₂	15184,725633	6456,244551	8728,481082	57,48
PYŁ	4,462511	4,395848	0,066664	1,49
SADZA	0,007856	0,007856	0,000000	0,00
B-a-P	0,000157	0,000157	0,000000	0,00

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	26,478473	26,478472	26,478473	26,478472
NO _x	0,50	15,048878	9,360255	7,524439	4,680128
PYŁ	0,50	4,462511	4,395848	2,231256	2,197924
SADZA	2,50	0,007856	0,007856	0,019641	0,019641
B-a-P	20000,00	0,000157	0,000157	3,142500	3,142500
Łączna emisja równoważna				39,396308	36,518665

Efekt ekologiczny wyrażony emisją równoważną dla proponowanych przedsięwzięć termomodernizacyjnych wynosi 2,877644 kg/rok, czyli 7,3%.

9.2. Wykres emisji równoważnej

