

1. Strona tytułowa audytu energetycznego

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	<i>Użyteczności publicznej</i>	1.2 Rok budowy	1950
1.3 INWESTOR (nazwa lub imię i nazwisko, PESEL*) (* w przypadku cudzoziemca nazwa i numer dokumentu tożsamości)	Wodociągi Miejskie Sp. z o.o.	1.4 Adres budynku	
	ul.Olsztyńska 10 14-500 Braniewo	Olsztyńska 10 14-500 Braniewo WARMIŃSKO-MAZURSKIE	
2. Nazwa, adres i numer REGON firmy wykonującej audyt:			
Eko-Term ul. Kościuszki 36B 82-300 Elbląg NIP:578-136-43-94, REGON:365971181			
3. Imię, Nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:			
mgr inż. Agnieszka Kamińska		Nr. uprawnień: PWSZOŚ/WOŚ/821/10 podpis
Adres do korespondencji:			
82-300 Elbląg ul. Kościuszki 36B Kontakt :tel. mobil +48 509 701 591 email:kaminskaagnieszka@wp.pl			
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego	
1	---	---	
5. Miejsowość: Elbląg		Data wykonania opracowania	styczeń 2017
6. Spis treści			
1. Strona tytułowa audytu energetycznego			
2. Karta audytu energetycznego budynku			
3. Wykaz dokumentów i danych źródłowych			
4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku			
5. Ocena stanu technicznego budynku w zakresie istotnym dla wskazania właściwych usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych			
6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
7. Dokumentacja wykonania kolejnych kroków algorytmu służącego wybraniu optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, przewidzianego do realizacji			
9. Załącznik nr 1. - dokumentacja techniczna budynku			

2. Karta audytu energetycznego budynku*

2.1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.1.1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna	tradycyjna
2.1.2.	Liczba kondygnacji	2	2
2.1.3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	2535,77	2535,77
2.1.4.	Powierzchnia netto budynku [m ²]	618,48	618,48
2.1.5.	Pow. ogrzewana części mieszkalnej [m ²]	0,00	0,00
2.1.6.	Pow. ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	618,48	618,48
2.1.7.	Liczba lokali mieszkalnych	0,00	0,00
2.1.8.	Liczba osób użytkujących budynek	21,00	21,00
2.1.9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	Miejscowe	Miejscowe
2.1.10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	Centralne	Centralne
2.1.11.	Współczynnik A/V [1/m]	0,49	0,49
2.1.12.	Inne dane charakteryzujące budynek	---	---
2.2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane W/(m ² •K)		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.2.1.	Ściany zewnętrzne	0,60; 0,63	0,23; 0,23
2.2.2.	Dach/stropodach/strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami	0,80	0,17
2.2.3.	Strop nad piwnicą	---	---
2.2.4.	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	0,98	0,98
2.2.5.	Okna, drzwi balkonowe	2,50	1,10
2.2.6.	Drzwi zewnętrzne/bramy	2,50	1,50
2.3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.3.1.	Sprawność wytwarzania	0,650	0,650
2.3.2.	Sprawność przesyłu	0,900	0,920
2.3.3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,770	0,930
2.3.4.	Sprawność akumulacji	1,000	1,000
2.3.5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	1,000	1,000
2.3.6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	1,000	0,950
2.4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.4.1.	Sprawność wytwarzania	0,850	0,850
2.4.2.	Sprawność przesyłu	1,000	1,000

2.4.3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,000	1,000
2.4.4.	Sprawność akumulacji	1,000	1,000
2.5. Charakterystyka systemu wentylacji		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.5.1.1.	Rodzaj wentylacji	Wentylacja grawitacyjna	Wentylacja grawitacyjna
2.5.1.2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	stolarka/kanały grawitacyjne	stolarka/kanały grawitacyjne
2.5.1.3.	Strumień powietrza zewnętrznego [m ³ /h]	2535,77	2535,77
2.5.1.4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	1,00	1,00
2.6. Charakterystyka energetyczna budynku		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.6.1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	73,93	53,85
2.6.2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	1,70	1,70
2.6.3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	366,83	181,49
2.6.4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	814,37	310,02
2.6.5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	12,27	12,27
2.6.6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	---	---
2.6.7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	---	---
2.6.8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)]	164,76	81,51
2.6.9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)]	365,76	139,24
2.6.10**	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,00	0,00
2.7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.7.1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku *** [zł/GJ]	9,78	9,78
2.7.2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc *** [zł/(MW•m-c)]	0,00	0,00
2.7.3.	Koszt przygotowania 1 m ³ ciepłej wody użytkowej *** [zł/m ³]	67,12	67,12
2.7.4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej	0,00	0,00

	wody użytkowej na miesiąc **** [zł/(MW•m-c)]		
2.7.5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m ² powierzchni użytkowej [zł/(m ² •m-c)]	1,21	0,46
2.7.6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	0,00	0,00
2.7.7.	Inne [zł]	0,00	0,00
2.8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana kwota kredytu [zł]	427906,20	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	61,01
Planowane koszty całkowite [zł]	427906,20	Premia termomodernizacyjna [zł]	346561,23
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	4932,59		

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

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

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

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

3. Wykaz dokumentów i danych źródłowych

3.1. 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-EN 12831:2006 – Metoda obliczania projektowanego obciążenia cieplnego.

3.2. Materiały przekazane przez inwestora

1. Dokumentacja techniczna
2. Informacje techniczne przekazane przez inwestora

3.3. Inne materiały oraz programy komputerowe

1. Materiały z przeprowadzonej wizji lokalnej
2. Program komputerowy ArCADiasoft Chudzik sp. j. ArCADia-TERMO PRO 6.6

3.4. Wytyczne oraz uwagi inwestora

1. Obniżenie kosztów ogrzewania
2. Maksymalna wielkość środków własnych inwestora, stanowiących możliwy do zadeklarowania udział własny przeznaczony na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego wynosi:

81 344,97 zł

4. Kwota kredytu możliwego do zaciągnięcia przez inwestora::

346561,23 zł

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4.1. Ogólne dane techniczne

Budynek piętrowy, murowany, stropy żelbetowe. Stropodach dwuspadowy betonowy z pokryciem papowym. Obiekt wyposażony w instalację wodociagową, kanalizacyjną, elektryczną, c.o. ,wentylację grawitacyjną. Instalacja ciepłownicza w dobrym stanie. Grzejniki z zaworami termostatycznymi częściowo z głowicami. Budynek zasilany w ciepło z kotłowni za pośrednictwem sieci ciepłej z rur preizolowanych. Ciepła woda użytkowa przygotowywana w elektrycznych podgrzewaczach. Niektóre pomieszczenia w budynku w okresie letnim mocno przegrzewane z uwagi na dużą ilość okien.

Konstrukcja/technologia budynku	-	tradycyjna
Kubatura budynku	-	2535,77 m ³
Kubatura ogrzewania	-	2535,77 m ³
Powierzchnia netto budynku	-	618,48 m ²
Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej	-	0,00 m ²
Współczynnik kształtu	-	0,49 m ⁻¹
Powierzchnia zabudowy budynku	-	400,77 m ²
Ilość mieszkań	-	0,00
Ilość mieszkańców	-	21,00

4.2. Dokumentacja techniczna budynku

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



fot.1-elewacja wschodnia



fot.2-elewacja zachodnia



Fot.3-elewacja południowa



fot.4-elewacja północna

4.3. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

4.3.1. Zbiorcza charakterystyka przegród budowlanych

Ściany zewnętrzne	0,60; 0,63	$W/(m^2 \cdot K)$
Dach/stropodach	0,80	$W/(m^2 \cdot K)$
Strop piwnicy	---	$W/(m^2 \cdot K)$
Okna	2,50	$W/(m^2 \cdot K)$
Drzwi/bramy	2,50	$W/(m^2 \cdot K)$
Okna połaciowe	---	$W/(m^2 \cdot K)$
Podłogi na gruncie	0,98	$W/(m^2 \cdot K)$

4.4. Taryfy i opłaty

Ceny ciepła - c.o.	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
Opłata za 1 GJ na ogrzewanie	9,78 zł/GJ	9,78 zł/GJ
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie	0,00 zł/(MW•m-c)	0,00 zł/(MW•m-c)
Inne koszty, abonament	0,00 zł/m-c	0,00 zł/m-c
Ceny ciepła - c.w.u.	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
Opłata za 1 GJ	180,57 zł/GJ	180,57 zł/GJ
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie c.w.u.	0,00 zł/(MW•m-c)	0,00 zł/(MW•m-c)
Inne koszty, abonament	0,00 zł/m-c	0,00 zł/m-c

4.5. Charakterystyka systemu grzewczego

Wytwarzanie	Kotły węglowe wyprodukowane po 2000r. Paliwo - węgiel kamienny	$\eta_{H,g} = 0,650$
Przesyłanie ciepła	C.o. wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku z zaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w przestrzeni nieogrzewanej	$\eta_{H,d} = 0,900$
Regulacja systemu grzewczego	Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji centralnej bez automatycznej regulacji miejscowej	$\eta_{H,e} = 0,770$
Akumulacje ciepła	Brak zasobnika buforowego	$\eta_{H,s} = 1,000$
Czas ogrzewania w okresie tygodnia	Liczba dni: 7 dni	$w_t = 1,000$
Przerwy w ogrzewaniu w okresie doby	Liczba godzin: Bez przerw	$w_d = 1,000$
Sprawność całkowita systemu grzewczego $\eta_{H,tot} = \eta_{H,g} \eta_{H,d} \eta_{H,e} \eta_{H,s} =$		0,450
Informacje uzupełniające dotyczące przerw w ogrzewaniu	Brak	

Modernizacja systemu grzewczego po 1984 r.	Instalacja była modernizowana po 1984 r. Modernizacja polegała na: Kocioł zainstalowany w 2011 roku.	wymagany próg oszczędności: 15%
Moc cieplna zamówiona (centralne ogrzewanie)		--- MW
4.6. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej		
Wytwarzanie ciepła	Elektryczny podgrzewacz przepływowy	$\eta_{W,g} = 0,850$
Przesył ciepłej wody	Podgrzewanie wody bezpośrednio przy punktach poboru	$\eta_{W,d} = 1,000$
Regulacja i wykorzystanie	---	$\eta_{W,e} = 1,000$
Akumulacja ciepła	...	$\eta_{W,s} = 1,000$
Sprawność całkowita systemu c.w.u. $\eta_{W,tot} = \eta_{W,g} \eta_{W,d} \eta_{W,s} \eta_{W,e} =$		0,850
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	2535,77	
Krotność wymian powietrza	1,00	

Wentylacja w budynku zapewnia prawidłowe przewietrzanie.

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
Dach	Przegroda podlega termomodernizacji.
Ściana zewnętrzna szczytowa	Przegroda podlega termomodernizacji.
Podłoga na gruncie	Nie podlega termomodernizacji.
Ściana zewnętrzna osłonowa	Przegroda podlega termomodernizacji.
Modernizacja przegrody O1 'Wentylacja grawitacyjna'	Podlega termomodernizacji.
Modernizacja przegrody DZ 'Wentylacja grawitacyjna'	Podlega termomodernizacji.
System grzewczy	Podlega termomodernizacji.
Instalacja ciepłej wody użytkowej	Nie podlega termomodernizacji.

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, Płyta styropianowa EPS 100-038 DACH, $\lambda=0,038$ [W/(m·K)];	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła As:	383,00m²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia Ak:	383,00m²	
Stopniodni: 3889,90 dzień·K/rok	$t_{wo}= 20,00$ °C	$t_{zo}= -18,00$ °C

	Stan istniejący	Wariant numer		
		Wariant 1	Wariant 1.1	Wariant 1.2
Opłata za 1 GJ Oz	zł/GJ	9,78	9,78	9,78
Opłata za 1 MW Om	zł/(MW·m-c)	0,00	0,00	0,00
Inne koszty, abonament Ab	zł/m-c	0,00	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	17	22
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	0,795	0,174	0,142
Opór cieplny R	(m ² K)/W	1,26	5,73	7,05
Zwiększenie oporu cieplnego Δ R	(m ² K)/W	---	4,47	5,79
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	102,35	22,46	18,27
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0116	0,0025	0,0021
Roczna oszczędność kosztów Δ O	zł/rok	---	781,34	822,35
Cena jednostkowa usprawnienia K _j	zł/m ²	---	130,00	150,00
Koszty realizacji usprawnienia N _u	zł	---	61241,70	70663,50
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	78,38	85,93

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 61241,70 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 78,38 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 17 cm

Informacje uzupełniające:

Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni przegrody . Przyjęto ceny jednostkowe 1 m2 stropu nad ostatnią kondygnacją na podstawie oferty lokalnej firmy wykonawczej. Koszt uwzględnia wszystkie czynności konieczne do termomodernizacji dachu.

6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie

Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna osłonowa		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Płyta styropianowa EPS 80-036 FASADA, $\lambda = 0,036 [W/(m \cdot K)]$;	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	193,64 m²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	220,46 m²	
Stopniodni: 3889,90 dzień·K/rok	$t_{wo} = 20,00 \text{ } ^\circ\text{C}$	$t_{zo} = -18,00 \text{ } ^\circ\text{C}$

	Stan istniejący	Wariant numer		
		Wariant 1	Wariant 1.1	Wariant 1.2
Opłata za 1 GJ Oz	zł/GJ	9,78	9,78	9,78
Opłata za 1 MW Om	zł/(MW·m-c)	0,00	0,00	0,00
Inne koszty, abonament Ab	zł/m-c	0,00	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	10	11	12
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	0,229	0,215	0,203
Opór cieplny R	(m ² K)/W	4,37	4,65	4,93
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² K)/W	2,28	2,56	2,83
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	14,89	14,00	13,21
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0017	0,0016	0,0015
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	158,70	167,41	175,13
Cena jednostkowa usprawnienia K_j	zł/m ²	275,00	295,00	310,00
Koszty realizacji usprawnienia N_u	zł	74570,60	79993,91	84061,40
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	469,88	477,84	479,99

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 74570,60 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 469,88 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 10 cm

Informacje uzupełniające:

Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni przegrody z odliczeniem otworów okiennych . Przyjęto ceny jednostkowe 1 m² ściany na podstawie oferty lokalnej firmy wykonawczej. Koszt uwzględnia ocieplenie cokołu oraz ościeżnic w celu zachowania ciągłości izolacji cieplnej oraz wszystkie koszty konieczne do termomodernizacji. Po uwzględnieniu usunięcia starej warstwy styropianu należy położyć warstwę 15 cm styropianu o $\lambda = 0,040 \text{ W/m} \cdot \text{K}$. Koszt uwzględnia styropian o gr.15 cm.

6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie			
Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna szczytowa			
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Płyta styropianowa EPS 80-036 FASADA, $\lambda = 0,036$ [W/(m·K)];		
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	239,09m²		
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	267,83m²		
Stopniodni: 3889,90 dzień·K/rok	$t_{wo} = 20,00$ °C	$t_{zo} = -18,00$ °C	

		Stan istniejący	Wariant numer		
			Wariant 1	Wariant 1.1	Wariant 1.2
Opłata za 1 GJ Oz	zł/GJ	9,78	9,78	9,78	9,78
Opłata za 1 MW Om	zł/(MW·m-c)	0,00	0,00	0,00	0,00
Inne koszty, abonament Ab	zł/m-c	0,00	0,00	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	10	11	12
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	0,451	0,225	0,212	0,200
Opór cieplny R	(m ² K)/W	2,22	4,44	4,72	5,00
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² K)/W	---	2,22	2,50	2,78
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	36,21	18,09	17,02	16,08
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0041	0,0020	0,0019	0,0018
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	177,21	187,62	196,87
Cena jednostkowa usprawnienia K_j	zł/m ²	---	275,00	295,00	310,00
Koszty realizacji usprawnienia N_u	zł	---	90593,50	97182,12	102123,58
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	511,23	517,99	518,74

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 90593,50 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 511,23 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 10 cm

Informacje uzupełniające:

Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni przegrody z odliczeniem otworów okiennych . Przyjęto ceny jednostkowe 1 m2 ściany na podstawie oferty lokalnej firmy wykonawczej. Koszt uwzględnia ocieplenie cokołu oraz ościeżnic w celu zachowania ciągłości izolacji cieplnej oraz wszystkie koszty konieczne do termomodernizacji .Po uwzględnieniu usunięcia starej warstwy styropianu należy położyć warstwę 15 cm styropianu o $\lambda = 0,040$ W/m·K. Koszt uwzględnia styropian o gr.15 cm.

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 O1 'Wentylacja grawitacyjna'					
Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V: 2444,62 m ³ /h					
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: 123,91 m ²					
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: 123,91 m ²					
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: 123,91 m ²					
Stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru: Średnie osłonięcie cr = 1,0 ,cw = 1,00					
Stan istniejący: Stolarka bardzo nieuszczelna (a > 4)					
Stopniodni: 3889,90 dzień•K/rok θi = 20,00 °C θe = -18,00 °C					

	Stan istniejący	Wariant numer		
		W1	W2	W3
Oplata za 1 GJ	zł/GJ	9,78	9,78	9,78
Oplata za 1 MW	zł/(MW•m-c)	0,00	0,00	0,00
Inne koszty, abonament	zł/m-c	0,00	0,00	0,00
Współczynnik c _m		1,35	1,00	1,00
Współczynnik c _r		1,20	1,00	0,85
Współczynnik a	---	---	---	---
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	2,500	1,100	1,100
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	326,81	182,20	161,74
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0544	0,0365	0,0365
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	1414,32	1614,41
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi	zł/m ²	---	400,00	500,00
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok	zł	---	60220,80	75276,00
Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw	zł	---	0,00	0,00
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	43,10	47,20

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1
Charakterystyka wariantu optymalnego:
Koszt realizacji wariantu optymalnego: 60963,72 zł
Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 43,10 lat
Stolarka szczelna (0,5 < a < 1)
Modernizacja systemu wentylacji
U= 1,10

Informacje uzupełniające:

Przyjęto ceny jednostkowe 1 m2 na podstawie oferty lokalnej firmy wykonawczej.

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

Modernizacja przegrody DZ 'Wentylacja grawitacyjna'

Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V: **91,15** m³/h

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: **4,62**m²

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: **4,62**m²

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: **4,62**m²

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

Stan istniejący: Stolarka bardzo nieuszczelna (a > 4)

Stopniodni: **3889,90** dzień•K/rok $\theta_i = 20,00$ °C $\theta_e = -18,00$ °C

	Stan istniejący	Wariant numer		
		W1	W2	W3
Opłata za 1 GJ	zł/GJ	9,78	9,78	9,78
Opłata za 1 MW	zł/(MW•m-c)	0,00	0,00	0,00
Inne koszty, abonament	zł/m-c	0,00	0,00	0,00
Współczynnik c _m		1,00	1,00	1,00
Współczynnik c _r		1,00	0,70	0,85
Współczynnik a	---	---	---	---
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	1,500	1,500	1,500
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	8,54	6,67	7,60
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0017	0,0017	0,0017
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	35,69	53,90	44,80
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi	zł/m ²	800,00	1050,00	1300,00
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok	zł	5480,88	5966,73	8906,43
Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw	zł	0,00	0,00	0,00
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	127,37	110,69	164,91

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 2

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 5966,73 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 110,69 lat

Stolarka bardzo szczelna (a < 0,3)

Modernizacja systemu wentylacji

U= 1,50

Informacje uzupełniające:

Przyjęto ceny jednostkowe 1 m2 na podstawie oferty lokalnej firmy wykonawczej.

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

-nie podlega termomodernizacji

6.3.1 Obliczenia mocy cieplnej oraz zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania cwu

	Stan istniejący
Ciepło właściwe wody c_w [kJ/(kg•K)]	4,18
Gęstość wody ρ_w [kg/m ³]	1000
Temperatura ciepłej wody θ_w [°C]	55
Temperatura zimnej wody θ_o [°C]	10
Współczynnik korekcyjny k_R [-]	0,70
Powierzchnia o regulowanej temperaturze A_f [m ²]	618,48
Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na c.w.u. V_{WI} [dm ³ /(m ² ·doba)]	0,35
Czas użytkowania τ [h]	10,00
Współczynnik godzinowej nierównomierności N_h [-]	1,50
Sprawność wytwarzania $\eta_{W,q}$ [-]	0,85
Sprawność przesyłu $\eta_{W,d}$ [-]	1,00
Sprawność akumulacji ciepła $\eta_{W,s}$ [-]	1,00
Obliczeniowe zapotrzebowanie ciepła Q_{cw} [GJ/rok]	12,27
Max moc cieplna q_{cwu} [kW]	1,70

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]	9,78	180,00
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]	366,83	
Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [MW]	0,0739	
Sprawność systemu grzewczego	0,450	3,422
Roczna oszczędność kosztów ΔO [zł/a]	---	-8556,39
Koszt modernizacji [zł]	---	84150,00

SPBT	[lat]	---	-9,83
------	-------	-----	-------

Wariant 2	Wariant 3
9,78	45,00
0,00	0,00
0,00	0,00
0,556	0,642
1836,15	-15952,25
7651,21	44750,00
4,17	-2,81

Informacje uzupełniające:

Koszt ustalono na podstawie wyceny lokalnej firmy wykonawczej.

Rozważono 3 Warianty modernizacji systemu grzewczego-źródła ogrzewania

Wariant 1.

W miejsce kotła opalanego miałem węglowym , pompa powietrze-woda (kaskada złożona z 6 pomp o wydajności 25 kW każda załączanych przy spadku temperatury powietrza zewnętrznego). W zakresie modernizacji uwzględniono koszt przebudowy instalacji.

Wariant 2.

Pozostawienie źródła ogrzewania

Wariant 3.

W miejsce kotła opalanego miałem węglowym kocioł opalany biopaliwem o mocy zabezpieczającej potrzeby ciepłe budynków po termomodernizacji. Kocioł o mocy 150 kW.

W zakresie modernizacji uwzględniono koszt przebudowy instalacji kotłowni oraz budowę składu opału.

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

Rodzaje ulepszeń termomodernizacyjnych	Wartości sprawności składowych n oraz współczynników w *)
Wytwarzania ciepła, np. wymiana lokalnego wbudowanego źródła ciepła $\eta_{H,q}$	0,650
Przesyłania ciepła, np. izolacja pionów zasilających $\eta_{H,d}$	0,920
Regulacji systemu grzewczego, np. wprowadzenie automatyki pogodowej $\eta_{H,e}$	0,930
Akumulacji ciepła, np. wprowadzenie zasobnika buforowego $\eta_{H,s}$	1,000
Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w ciągu tygodnia w_t	1,000
Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w ciągu doby w_d	0,950

Sprawność całkowita systemu grzewczego $\eta_{H,q} \eta_{H,d} \eta_{H,e} \eta_{H,s}$	0,556
--	-------

*) - przyjmuje się z tab 2-6 znajdujących się w części 3.

6.4.3 Uproszczona kalkulacja kosztów przedsięwzięcia poprawiającego sprawność systemu grzewczego

Planowane usprawnienia:	Nakłady
Płukanie instalacji	615,00
Wymiana zaworów grzejnikowych i montaż głowic termostatycznych.	6486,21
Regulacja	550,00
Suma:	7651,21

6.4.4 Opis zastosowanych ulepszeń dotyczących poprawy sprawności systemu grzewczego

Usprawnienia termomodernizacyjne	Opis zastosowanych usprawnień
Ulepszenie sprawności wytwarzania η_q	Bez zmian.
Ulepszenie sprawności przesyłu η_d	Płukanie instalacji.
Ulepszenie sprawności regulacji η_e	Wymiana zaworów grzejnikowych i montaż głowic termostatycznych.Regulacja.
Ulepszenie sprawności akumulacji η_s	Bez zmian.
Ulepszenie dotyczące przerw w ogrzewaniu w_t i w_d	Zawory termostatyczne

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

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

Lp.	Rodzaj i zakres ulepszenia termomodernizacyjnego albo wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót [zł]	SPBT [lat]
1.	Modernizacja przegrody O1 'Wentylacja grawitacyjna'	60963,72 zł	43,10
2.	Modernizacja przegrody Dach	61241,70 zł	78,38
3.	Modernizacja przegrody DZ 'Wentylacja grawitacyjna'	5966,73 zł	110,69
4.	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna osłonowa	74570,60 zł	469,88
5.	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna szczytowa	90593,50 zł	511,23
6.	Audyt i/lub inna dokumentacja techniczna	6918,75 zł	---
7.	Klimatyzacja	120000,00 zł	---
	Modernizacja systemu grzewczego	7651,21	4,17

7.2 Określenie kosztów poszczególnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Wariant 1		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody O1 'Wentylacja grawitacyjna'	60963,72
2	Modernizacja przegrody Dach	61241,70
3	Modernizacja przegrody DZ 'Wentylacja grawitacyjna'	5966,73
4	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna osłonowa	74570,60
5	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna szczytowa	90593,50
6	Modernizacja systemu grzewczego	7651,21
7	Audyt i/lub inna dokumentacja techniczna	6918,75
8	Klimatyzacja	120000,00
Całkowity koszt		427906,20

Wariant 2		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody O1 'Wentylacja grawitacyjna'	60963,72
2	Modernizacja przegrody Dach	61241,70
3	Modernizacja przegrody DZ 'Wentylacja grawitacyjna'	5966,73
4	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna osłonowa	74570,60
5	Modernizacja systemu grzewczego	7651,21
6	Audyt i/lub inna dokumentacja techniczna	6918,75
7	Klimatyzacja	120000,00
Całkowity koszt		337312,70

Wariant 3		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody O1 'Wentylacja grawitacyjna'	60963,72
2	Modernizacja przegrody Dach	61241,70
3	Modernizacja przegrody DZ 'Wentylacja grawitacyjna'	5966,73
4	Modernizacja systemu grzewczego	7651,21
5	Audyt i/lub inna dokumentacja techniczna	6918,75
6	Klimatyzacja	120000,00
Całkowity koszt		262742,11

Wariant 4		
------------------	--	--

	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody O1 'Wentylacja grawitacyjna'	60963,72
2	Modernizacja przegrody Dach	61241,70
3	Modernizacja systemu grzewczego	7651,21
4	Audyt i/lub inna dokumentacja techniczna	6918,75
5	Klimatyzacja	120000,00
Całkowity koszt		256775,38

Wariant 5		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody O1 'Wentylacja grawitacyjna'	60963,72
2	Modernizacja systemu grzewczego	7651,21
3	Audyt i/lub inna dokumentacja techniczna	6918,75
4	Klimatyzacja	120000,00
Całkowity koszt		195533,68

Wariant 6		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu grzewczego	7651,21
2	Audyt i/lub inna dokumentacja techniczna	6918,75
3	Klimatyzacja	120000,00
Całkowity koszt		134569,96

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 AV
	[MW]	[GJ]	°C	m ²	m ³	m ³	m ³	W/m ³	1/m
0	0,0739	366,83	20,00	618,48	2535,77	2535,77	2535,77	29,15	0,49
1	0,0538	181,49	20,00	618,48	2535,77	2535,77	2535,77	24,05	0,49
2	0,0561	201,56	20,00	618,48	2535,77	2535,77	2535,77	24,86	0,49

3	0,0581	219,51	20,00	618,48	2535,77	2535,77	2535,77	25,58	0,49
4	0,0583	221,09	20,00	618,48	2535,77	2535,77	2535,77	25,59	0,49
5	0,0673	304,24	20,00	618,48	2535,77	2535,77	2535,77	29,15	0,49
6	0,0739	366,83	20,00	618,48	2535,77	2535,77	2535,77	29,15	0,49

7.4. Obliczenia oszczędności kosztów wynikających z przeprowadzenia przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Wariant	$Q_{h0,1co}$ $q_{h0,1co}$	$Q_{0,1cwu}$ $q_{0,1cwu}$	$\eta_{0,1}$	$W_{t0,1}$	$W_{d0,1}$	$Q_{0,1}$	$O_{0,1}$	ΔO	$\% \Delta O$
-	GJ	GJ	-	-	-	GJ	zł	zł	%
-	MW	MW	-	-	-	GJ	zł	zł	%
0	366,83 0,0739	12,27 0,0017	0,45	1,00	1,00	826,64	10179,89	---	---
1	181,49 0,0538	12,27 0,0017	0,56	1,00	0,95	322,29	5247,30	4932,59	48,45
2	201,56 0,0561	12,27 0,0017	0,56	1,00	0,95	356,57	5582,61	4597,28	45,16
3	219,51 0,0581	12,27 0,0017	0,56	1,00	0,95	387,23	5882,43	4297,46	42,22
4	221,09 0,0583	12,27 0,0017	0,56	1,00	0,95	389,93	5908,81	4271,07	41,96
5	304,24 0,0673	12,27 0,0017	0,56	1,00	0,95	531,97	7298,03	2881,85	28,31
6	366,83 0,0739	12,27 0,0017	0,56	1,00	0,95	638,90	8343,73	1836,15	18,04

7.5. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego budynku

Wariant	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność kosztów energii ΔO	Procentowa oszczędność zapotrz. na energię	Planowana kwota środków własnych i kwota kredytu	Premia termomodernizacyjna
1	427906,20 zł	4932,59	61,01%	427906,20 100,00%	346561,23
2	337312,70 zł	4597,28	56,86%	337312,70 100,00%	273189,56
3	262742,11 zł	4297,46	53,16%	262742,11 100,00%	212794,83

4	256775,38 zł	4271,07	52,83%	256775,38	100,00%	207962,38
5	195533,68 zł	2881,85	35,65%	195533,68	100,00%	158362,73
6	134569,96 zł	1836,15	22,71%	134569,96	100,00%	108988,21

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 81 344,97 zł**

7.6. Charakterystyka optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

- planowany koszt całkowity	---	427906,20 zł	
- planowana kwota środków własnych	---	81 344,97 zł	
- planowana kwota kredytu	---	427906,20 zł	
- przewidywana premia termomodernizacyjna	---	346561,23 zł	
- roczne oszczędności kosztów energii	---	4932,59 zł	tj. 48,45 %

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

P1

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Dach**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 17 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Płyta styropianowa EPS 100-038 DACH

Uwagi:

Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni przegrody . Przyjęto ceny jednostkowe 1 m2 stropu nad ostatnią kondygnacją na podstawie oferty lokalnej firmy wykonawczej. Koszt uwzględnia wszystkie czynności konieczne do termomodernizacji dachu.

P2

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna osłonowa**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 10 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Płyta styropianowa EPS 80-036 FASADA

Uwagi:

Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni przegrody z odliczeniem otworów okiennych . Przyjęto ceny jednostkowe 1 m2 ściany na podstawie oferty lokalnej firmy wykonawczej. Koszt uwzględnia ocieplenie cokołu oraz ościeżnic w celu

zachowania ciągłości izolacji cieplnej oraz wszystkie koszty do termomodernizacji przegrody. Po uwzględnieniu usunięcia starej warstwy styropianu należy położyć warstwę 15 cm styropianu o $\lambda=0,040 \text{ W/m}\cdot\text{K}$. Koszt uwzględnia styropian o gr.15 cm.

P3

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna szczytowa**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 10 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Płyta styropianowa EPS 80-036 FASADA

Uwagi:

Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni przegrody z odliczeniem otworów okiennych . Przyjęto ceny jednostkowe 1 m² ściany na podstawie oferty lokalnej firmy wykonawczej. Koszt uwzględnia ocieplenie cokołu oraz ościeżnic w celu zachowania ciągłości izolacji cieplnej i wszystkie koszty do termomodernizacji. Po uwzględnieniu usunięcia starej warstwy styropianu należy położyć warstwę 15 cm styropianu o $\lambda=0,040 \text{ W/m}\cdot\text{K}$. Koszt uwzględnia styropian o gr.15 cm.

O1

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

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

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

Uwagi:

Przyjęto ceny jednostkowe 1 m² na podstawie oferty lokalnej firmy wykonawczej.

O2

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

Wymagany współczynnik U dla nowej stolarki: $1,500 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$

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

Uwagi:

Przyjęto ceny jednostkowe 1 m² na podstawie oferty lokalnej firmy wykonawczej.

C.O.

Usprawnienie: **modernizacja instalacji grzewczej**

Wymagany zakres prac modernizacyjnych: Płukanie instalacji.

Wymiana zaworów grzejnikowych i montaż głowic termostatycznych. Regulacja.

Uwagi:

Koszt ustalono na podstawie wyceny lokalnej firmy wykonawczej.

Audytór dopuszcza zastosowanie w projekcie budowlanym innych, lepszych parametrów ulepszeń.