



Nr: 1503/02/16

Zadanie:

AUDYT

ENERGETYCZNY



Temat:

**AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU UŻYTECZNOŚCI
PUBLICZNEJ**

**- BUDYNEK LUDOWEGO KLUBU
SPORTOWEGO W KOTACH
PRZY UL. LEŚNEJ 9.**

Inwestor:

Gmina Tworóg
ul. Zamkowa 16
42 – 690 Tworóg

Opracował:

inż. Krzysztof CZYŻYKOWSKI	
----------------------------	--

Zatwierdził:

mgr inż. Mariusz CZYSZEK	
--------------------------	--

Gliwice, luty 2016 r.

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

**dla przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do
realizacji w trybie Ustawy z dnia 21.11.2008**

Adres budynku	ulica: Leśna 9 kod: 42-690 miejscowość: Koty powiat: tarnogórski województwo: śląskie
Wykonawca audytu	imię i nazwisko : Krzysztof CZYŻYKOWSKI tytuł zawodowy: inż. nr opracowania: 1503/02/16

1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku			
1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1. Rodzaj budynku	użyteczność publiczna	1.2. Rok budowy	1986
1.3. Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji, PESEL*)	Gmina Tworóg	1.4. Adres budynku	
(* w przypadku cudzoziemca nazwa i numer dokumentu tożsamości)	ul. Zamkowa nr 16	ul. Leśna nr 9	
	kod 42-690 miejscowość Tworóg	kod 42-690 miejscowość: Koty	
	tel. fax.	powiat: tarnogórski województwo: śląskie	
	PESEL		
	Nazwa nr		
2. Nazwa, adres i numer REGON podmiotu wykonującego audyt:			
ML-Bud P.B.P.H. s.c			
44-100 Gliwice, ul. Łużycka 16			
REGON: 271783153			
3. Imię i nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:			
inż. Krzysztof Czyżykowski, 44-100 Gliwice, ul. Łużycka 16, kurs NAPE nr 1618			
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac,			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego lub remontowego	
1	mgr inż. Mariusz Czystek	inwentaryzacja techniczno-budowlana	
2			
3			
5. Miejscowość	Gliwice	Data wykonania opracowania	luty 2016
6. Spis treści			
1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku		str. 2	
2. Karta audytu energetycznego budynku		str. 3	
3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystywane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora		str. 5	
4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku		str. 6	
5. Ocena stanu technicznego budynku		str. 10	
6. Wykaz ulepszeń i przedsięwzięć termomodernizacyjnych		str. 11	
7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego		str. 12	
8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji		str. 26	

2. Karta audytu energetycznego budynku ¹⁾			
1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja / technologia budynku	tradycyjna	tradycyjna
2.	Liczba kondygnacji	1	1
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	799	799
4.	Powierzchnia netto budynku netto [m ²]	274	274
5.	Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej [m ²]	0	0
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	274	274
7.	Liczba lokali mieszkalnych	-	-
8.	Liczba osób użytkujących budynek	40	40
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	ciepła woda przygotowywana indywidualnie	ciepła woda przygotowywana indywidualnie
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	ogrzewanie centralne	ogrzewanie centralne
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	1,1	1,1
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/m²K]			
1.	Ściany zewnętrzne	1,13	0,21
2.	Stropodach	1,16	0,17
3.	Stropodach nad dobudówką	1,08	0,17
4.	Podłoga na gruncie	0,61	0,61
5.	Okna PVC	2,60	1,10
6.	Drzwi zewnętrzne	5,10	1,50
3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,86	0,87
2.	Sprawność przesyłu [-]	0,90	0,96
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	0,77	0,88
4.	Sprawność akumulacji [-]	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewania w okresie tygodnia [-]	0,85	0,85
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby [-]	0,95	0,95
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,99	0,99
2.	Sprawność przesyłu [-]	1,00	1,00
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji [-]	1,00	1,00
5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)	naturalna	naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna/kanały	okna/kanały
3.	Strumień powietrza zewnętrznego [m ³ /h]	800	800
4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	-	-
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	40,32	17,37
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	1,41	1,41
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	277,08	70,13
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	375,57	77,05
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	8,90	8,90

6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	brak pomiarów	-
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie cwu (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	-	-
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² rok]	281,38	71,21
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² rok]	381,39	78,24
10. ²⁾	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0	0
7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku ³⁾ [zł/GJ]	37,1	37,1
2.	Koszt za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ⁴⁾ [zł/(MW m-c)]	0	0
3.	Koszt przygotowania 1 m ³ ciepłej wody użytkowej ³⁾ [zł/m ³]	11,21	11,21
4.	Koszt za 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie cwu na miesiąc ⁴⁾ [zł/(MW m-c)]	0	0
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m ² powierzchni użytkowej [zł/(m ² m-c)]	4,37	1,00
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	7,72	7,72
7.	Inne [zł]	0,00	0,00
8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana kwota kredytu [zł]	330 372	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	77,6
Planowane koszty całkowite [zł]	330 372	Premia termomodernizacyjna [zł]	24 750
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]			12 375
<p>¹⁾ Dla budynku składającego się z części o różnych funkcjach użytkowych należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku.</p> <p>²⁾ U_{oze} [%] obliczany zgodnie z rozporządzeniami dotyczącymi sporządzania świadectw, jako udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu grzewczego oraz dla systemu przygotowania cwu.</p> <p>³⁾ Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii.</p> <p>⁴⁾ Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii.</p>			

3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora

3.1. Dokumentacja projektowa:

-

3.2. Inne dokumenty

-

3.3. Osoby udzielające informacji

-

-

3.4. Data wizji lokalnej

01.2016

3.5. Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora (zlecniodawcy)

- obniżenie kosztów ogrzewania budynku
- wykorzystanie kredytu bankowego i pomocy Państwa na warunkach określonych w Ustawie Termomodernizacyjnej
- w ramach audytu dokonanie oceny efektywności ewentualnej wymiany okien

3.6. Zadeklarowany maksymalny wkład własny na pokrycie kosztów termomodernizacji

Brak danych

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4a. Ogólne dane o budynku

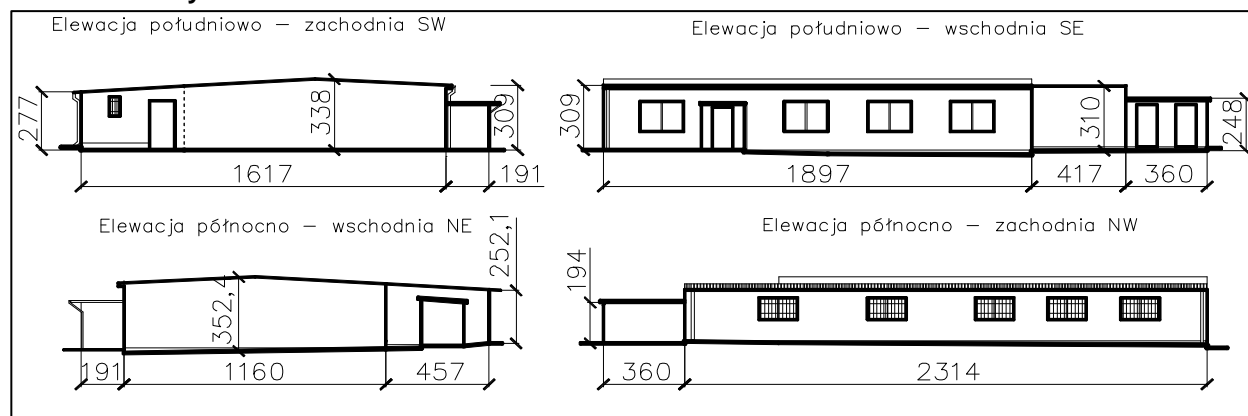
Identyfikator budynku			
Własność	prywatna	spółdzielcza	komunalna x
Przeznaczenie budynku	mieszkalny	mieszk-usługowy	inny x
Osiedle			
Adres	ul. Leśna 9, 42-690 Koty,		
Budynek	wolnostojący x bliźniak	segment w zabudowie szeregowej blok mieszkalny, wielorodzinny	

Rok budowy		1986	Rok zasiedlenia		1986
Technologia budynku		UW-2Ż-cegła żerańska		RWB BSK	RBM-73 RWP-75
PBU-59	PBU-62	UW 2-J	WUF-62	WUF-T	OWT-67
W-70	Wk-70	SBM-75	ZSBO	"Stolica"	monolit x tradycyjna ramowa
szkieletowa		inna, jaka:		uprzemysłowiona	
1	Powierzchnia zabudowana ¹⁾ [m ²]	332,57	11	Liczba klatek schodowych	-
2	Kubatura budynku ²⁾ [m ³]	1 030,97	12	Liczba kondygnacji	1
3	Kubatura ogrzewanej części budynku powiększona o kubaturę ogrzewanych pomieszczeń na poddaszu użytkowym lub w piwnicy i pomniejszona o kubaturę wydzielonych klatek schodowych, szybów, wind, otwartych wnęk, loggi i galerii [m ³]	798,74	13	Wysokość kondygnacji w świetle [m]	2,92
4	Powierzchnia użytkowa mieszkań ¹⁾ [m ²]		14	Liczba użytkowników	40
5	Powierzchnia korytarzy [m ²]		15	Liczba mieszkań	-
6	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym [m ²]		16	Liczba mieszkań o powierzchni <50 m ²	-
7	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy [m ²] <small>podać przeznaczenie pomieszczeń</small>		17	Liczba mieszkań o powierzchni 50-100 m ²	-
8	Powierzchnia usługowa pomieszczeń ogrzewanych (usługi, sklepy, itp.) [m ²]	273,54	18	Liczba mieszkań o powierzchni >100 m ²	-
9	Powierzchnia użytkowa ogrzewanej części budynku [4+5+6+7+8] [m ²]	273,54	19	Liczba mieszkań z WC w łazience	-
10	Budynek podpiwniczony	NIE	20	Liczba mieszkań z WC osobno	-

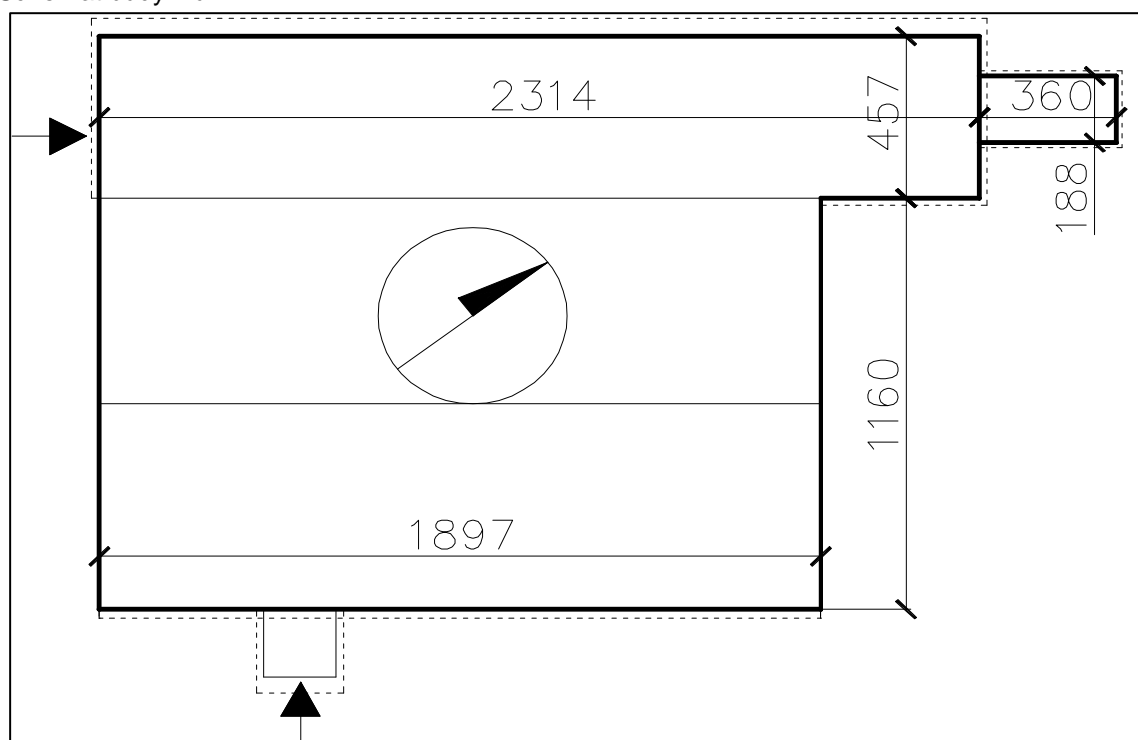
¹⁾ wg PN-ISO 9836. Właściwości użytkowe w budownictwie. Określenie i obliczanie wskaźników powierzchniowych i kubaturowych

²⁾ j.w.

4.b. Szkic budynku



Schemat budynku:



Elewacja południowo - wschodnia



Elewacja północno - zachodnia

4.c. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Budynek użyteczności publicznej - budynek Ludowego Klubu Sportowego. Budynek wykonany w technologii tradycyjnej murowanej.

Ściany zewnętrzne murowane z bloczków żużłobetonowych gr. 36 cm obustronnie otynkowane tynkiem cementowo - wapiennym.

Stropodach pełny o konstrukcji żelbetowej z płyt prefabrykowanych, kryty papą. Odwodnienie zewnętrzne realizowane za pomocą rynien i rur spustowych stalowych.

Stropodach nad dobudówką o konstrukcji stalowej, kryty blachą trapezową. Od wewnątrz wykończony sufitem podwieszanym z płyt k-g i ocieplony płytami izolacji termicznej. Odwodnienie zewnętrzne realizowane za pomocą rynien i rur spustowych stalowych.

Ściany wewnętrzne murowane z cegieł pełnych i dziurawek na zaprawie cementowo-wapiennej

Stolarka okienna PCV w dostatecznym stanie technicznym - współczynnik $U=2,6 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.

Drzwi wejściowe: drewniane - $U=5,1 \text{ W/m}^2\text{K}$. oraz stalowe, współczynnik przenikania ciepła ocenia się na $U = 5,1 \text{ W/m}^2\text{K}$

Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych

L.p	Opis	Położenie	Pow. całk.	Pow. do obl. strat ciepła	U_k	Pow. okien	U okna	Pow. drzwi	U drzwi
			m2	m2		m2	W/(m2.K)	m2	W/(m2.K)
1	Ściany zewnętrzne	SW	54,87	54,87	1,13	0,44	2,60	2,70	5,10
		SE	82,55	73,95		11,19	2,60	1,85	5,10
		NE	60,59	56,55		-	-	-	-
		NW	66,31	59,33		8,89	2,60	-	-
2	Stropodach		238,76	230,64	1,16	-	-	-	-
3	Stropodach nad dobudówką		105,98	105,98	1,08	-	-	-	-
4	Podłoga na gruncie		299,71	325,81	0,61	-	-	-	-

4.d. Charakterystyka energetyczna budynku

Lp.	Rodzaj danych		Dane w stanie istniejącym
1.	Szczytowa moc cieplna (zapotrzebowanie na moc cieplną dla c.o.)	q_{moc} [kW]	40,32
2.	Zamówiona moc cieplna (łącznie dla c.o. i c.w.u.)	q [kW]	41,73
3.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	Q_H [GJ]	277,08
4.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania ciepła	$E=Q_H/V$ [kWh/m ³ a]	130,61
5.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	Q_S [GJ]	375,57
6.	Taryfa opłat (z VAT)		
	opłata stała (za moc zamówioną + przesył) miesięcznie	zł/MW	0,00
	opłata zmienna (za ciepło + przesył) wg licznika	zł/GJ	37,06
	opłata abonamentowa miesięcznie	zł	7,72

4e. Charakterystyka systemu ogrzewania

Lp	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Typ instalacji	Ogrzewanie centralne gazowe. Instalacja z rozdziałem dolnym.
2.	Parametry pracy instalacji	90/70
3.	Przewody w instalacji	Stalowe, czarne, spawane, prowadzone po wierzchu. Stan dobry.
4.	Rodzaje grzejników	żeliwne, członowe; stalowe
5.	Ochronienie grzejników	TAK
6.	Zawory termostatyczne	NIE
7.	Sprawności składowe systemu grzewczego	$\eta_d = 0,90$ $\eta_e = 0,77$ $\eta_g = 0,86$ $\eta_s = 1,00$
8.	Liczba dni ogrzewania w tygodniu/liczba godzin na dobę	5/24
9.	Modernizacja instalacji po 1984 roku	-

4.f. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Lp	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj instalacji	C.w.u. przygotowana indywidualnie w podgrzewaczach przepływowych
2.	Piony i ich izolacja	Przewody stalowe, stan dobry
3.	Opomiarowanie (wodomierze indywidualne)	NIE
4.	Zużycie ciepłej wody w m ³ /m-c określone wg. pomiaru	-

4.g. Charakterystyka systemu wentylacji

Lp	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj wentylacji	grawitacyjna
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego m ³ /h	800

4.h. Charakterystyka węzła cieplnego lub kotłowni w budynku

Kocioł grzewczy wodny o mocy ok. 40 kW, paliwo gaz ziemny

5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

5.1. Elementy konstrukcyjne i ochrona cieplna budynku

Ogólny stan elementów konstrukcyjnych budynku jest dobry. Stolarka okienna jest w dostatecznym stanie technicznym. Budynek nie spełnia wymagań dotyczących maksymalnej wartości wskaźnika E sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania w standardowym sezonie grzewczym, gdyż przegrody zewnętrzne mają niską izolacyjność termiczną.

Przedmiotowy budynek jest pod ochroną Powiatowego Konserwatora Zabytków w Tarnowskich Górach - brak zgody na wykonanie ocieplenia ścian zewnętrznych budynku

5.2. System grzewczy

Stan techniczny instalacji oceniono jako zły. Instalacja nie posiada żadnej armatury regulacyjnej. Istniejące grzejniki wewnętrzne nie posiadają zaworów termostatycznych. Zaleca się wykonanie następujących czynności :

- wymianę źródła ciepła;
- wymiana grzejników;
- wymiana orurowania i armatury;
- montaż termostatycznych zaworów grzejnikowych;

5.3. System zaopatrzenia w c.w.u.

System nie jest wyposażony w wodomierze mieszkaniowe.

Zbiornicze zestawienie oceny stanu istniejącego budynku i możliwości poprawy zawiera poniższa tabela

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
1	Przegrody zewnętrzne Przegrody zewnętrzne mają niezadowalające wartości współczynnika przenikania ciepła U [W/m ² K] - ściany zewnętrzne $U = 1,13$ - stropodach $U = 1,16$ - stropodach nad dobudówką $U = 1,08$	Należy docieplić przegrody zewnętrzne - dla ścian $R > 4$ - dla dachu $R > 4,5$
2	Okna PVC są w dostatecznym stanie technicznym o współczynniku $U = 2,60$ Drzwi zewnętrzne są w złym stanie technicznym o współczynniku $U = 5,10$	wymiana okien, wymiana drzwi,
3	Wentylacja grawitacyjna - nie stwierdza się zbyt małego przewietrzania. W okresie zimowym występuje nadmierny napływ zimnego powietrza. co zwiększa zużycie energii na ogrzewanie	Możliwe obniżenie zużycia ciepła przez wprowadzenie wentylacji kontrolowanej z zastosowaniem nawiewników.
4	Instalacja ciepłej wody użytkowej - nie rozpatrywana	nie rozpatrywana
5	System grzewczy - ogrzewanie indywidualne Grzejniki żeliwne, stalowe	Wymiana źródła ciepła, grzejników wraz z armaturą, przewodów instalacji wraz z zaizolowaniem, montaż zaworów regulacyjnych

6. Wykaz rodzajów usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych wybranych na podstawie oceny stanu technicznego

L.p.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
1	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez ściany zewnętrzne	Ocieplenie ścian - metoda bezspoinowa (styropian)
2	j.w. przez stropodach	Ocieplenie stropów wełną mineralną.
3	Zmniejszenia strat przez przenikanie przez okna oraz zmniejszenia strat na podgrzanie powietrza wentylacyjnego	Wymiana okien, montaż nawiewników
4	Podwyższenie sprawności instalacji co	Modernizacja instalacji c.o.

7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.1. Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło

L.p.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
I	Usprawnienia dotyczące zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody budowlane oraz na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego	
	zmniejszenie strat przez ściany zewnętrzne	Ocieplenie ścian - metoda bezspoinowa (styropian)
	zmniejszenie strat przez stropodach	Ocieplenie stropodachu płytami wełny mineralnej
	Zmniejszenia strat przez przenikanie przez okna oraz zmniejszenia strat na podgrzanie powietrza wentylacyjnego	Wymiana okien, montaż nawiewników
Uwagi:		

7.2. Ocena opłacalności i wyboru usprawnień dot. zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody i zapotrzebowania na ciepło na ogrzanie powietrza wentylacyjnego

W niniejszym rozdziale w kolejnych tabelach dokonuje się:

- Oceny opłacalności i wyboru optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne
- Oceny opłacalności i wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien i/lub drzwi oraz zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego
- Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości prostego czasu zwrotu nakładów (SPBT) charakteryzującego każde usprawnienie

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Wyszczególnienie	W stanie obecnym	Po termo-modernizacji	jedn.
t_{wo}	20,0	20,0	$^{\circ}\text{C}$
t_{zo}	-20,0	-20,0	$^{\circ}\text{C}$
S_d^* dla przegród zewnętrznych	3 798	3 798	dzień \cdot K \cdot a
$O_{0m}, O_{1m},$	0,00	0,00	zł/(MW \cdot mc)
$O_{0z}, O_{1z},$	37,06	37,06	zł/GJ
$A_{b0}, A_{b1},$	7,72	7,72	zł/m-c

* liczbę stopniodni przyjęto dla Katowic

Uwaga: Podane ceny są cenami brutto.

7.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda			
				Ściany zewnętrzne			
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A = 219,63 m ² A_{kosz} = 239,25 m ²			
Opis wariantów usprawnienia							
Przewiduje się ocieplenie ściany metodą bezspoinową z użyciem styropianu o współczynniku przewodności λ= 0,040 W/mK . Rozpatruje się 4 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:							
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 4,0 \text{ (m}^2 \cdot K)/W$							
wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1							
wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 2							
wariant 4: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 3							
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,13	0,15	0,17	0,19
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m²K/W		3,25	3,75	4,25	4,75
3	Opór cieplny R	m²K/W	0,93	4,18	4,68	5,18	5,68
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	81,10	17,24	15,40	13,91	12,69
5	$q_{oU}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A(t_{w0}-t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,010	0,002	0,002	0,002	0,002
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U}-Q_{1U})O_z+12(q_{oU}-q_{1U})O_m$	zł/a		2 367	2 435	2 490	2 535
7	Cena jednostkowa usprawnienia*	zł/m²		257,5	264,0	270,5	277,0
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		61 606	63 161	64 716	66 271
9	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		26,03	25,94	25,99	26,14
10	U ₀ , U ₁	W/m²K	1,13	0,24	0,21	0,19	0,18
Podstawa przyjętych wartości N_U							
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m2 wg. wyceny firmy ML-Bud P.B.P.H. s.c. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni ścian zewnętrznych z odjęciem powierzchni okien i drzwi.							
Wybrany wariant : 2		Koszt : 63 161 zł		SPBT=		25,9 lat	

7.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda			
				Stropodach			
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A	=	230,64 m ²	
				A_{kosz}	=	238,76 m ²	
Opis wariantów usprawnienia							
Przewiduje się ocieplenie stropodchu warstwą wełny mineralnej o współczynniku przewodności λ= 0,037 W/mK . Rozpatruje się 4 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:							
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 4,5 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$							
wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1							
wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 2							
wariant 4: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 3							
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,14	0,16	0,18	0,20
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² ·K/W		3,78	4,32	4,86	5,41
3	Opór cieplny R	m ² ·K/W	0,86	4,64	5,18	5,72	6,27
4	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·S _d ·A·U _c	GJ/a	88,0	16,3	14,6	13,2	12,1
5	q _{oU} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ · A*(t _{w0} -t _{z0})·U _c	MW	0,011	0,0020	0,0018	0,0016	0,0015
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (Q _{0U} -Q _{1U})O _z +12(q _{oU} -q _{1U})O _m	zł/a		2 657	2 720	2 772	2 813
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		289,0	294,0	299,0	304,0
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		69 002	70 196	71 390	72 584
9	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		25,97	25,81	25,75	25,80
10	U ₀ , U ₁	W/m ² ·K	1,16	0,22	0,19	0,17	0,16
Podstawa przyjętych wartości N _U							
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² wg. wyceny firmy ML-Bud P.B.P.H. s.c. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni stropodachu.							
Wybrany wariant : 3		Koszt : 71 390 zł		SPBT= 25,8 lat			

7.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda			
				Stropodach nad dobudówką			
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A	=	105,98 m ²	
				A_{kosz}	=	105,98 m ²	
Opis wariantów usprawnienia							
Przewiduje się ocieplenie stropodchu warstwą wełny mineralnej o współczynniku przewodności λ= 0,037 W/mK . Rozpatruje się 4 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:							
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 4,5 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$							
wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1							
wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 2							
wariant 4: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 3							
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,14	0,16	0,18	0,20
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² ·K/W		3,78	4,32	4,86	5,41
3	Opór cieplny R	m ² ·K/W	0,93	4,71	5,25	5,79	6,34
4	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·S _d ·A·U _c	GJ/a	37,4	7,4	6,6	6,0	5,5
5	q _{0U} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ · A*(t _{w0} -t _{z0})·U _c	MW	0,005	0,0009	0,0008	0,0007	0,0007
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (Q _{0U} -Q _{1U})O _z +12(q _{0U} -q _{1U})O _m	zł/a		1 112	1 141	1 164	1 182
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		595,0	605,0	615,0	625,0
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		63 059	64 119	65 178	66 238
9	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		56,72	56,17	56,01	56,03
10	U ₀ , U ₁	W/m ² ·K	1,08	0,21	0,19	0,17	0,16
Podstawa przyjętych wartości N _U							
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² wg. wyceny firmy ML-Bud P.B.P.H. s.c. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni stropodachu.							
Wybrany wariant : 3		Koszt : 65 178 zł		SPBT= 56,0 lat			

				Przedsięwzięcie		
7.2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji				Wymiana okien PVC		
Dane: powierzchnia okien				$A_{ok.} = 20,53 \text{ m}^2$		
				$V_{nom} = \Psi = 655,0 \text{ m}^3/\text{h}$	$V_{obl} = \Psi * C_m$	
				$C_w = 1$		
Opis wariantów usprawnienia						
Usprawnienie obejmuje wymianę okien istniejących na okna szczelne, o lepszych współczynnikach U:						
wariant 1 : okna z PCV		U= 1,3		a= 0,8		
wariant 2: okna z PCV		U= 1,1		a< 0,3 z nawietrzakami higrosterowanymi		
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania okien					

7.2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie		
				Wymiana drzwi zewnętrznych		
<div>Dane: powierzchnia drzwiA_{drzw} = 4,55 m² V_{nom}= ψ = 145,0 m³/hV_{obl} = ψ * C_m C_w= 1</div> <div>Opis wariantów usprawnienia</div> <div>Usprawnienie obejmuje wymianę okien istniejących na okna szczelne, o lepszych współczynnikach U: wariant 1 : drzwi aluminiowe U= 1,7 a= 0,8 wariant 2: drzwi aluminiowe U= 1,5 a= 0,8</div>						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania drzwi U	W/m ² K	5,10	1,7	1,5	
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji Cr 					

7.2.3. Ocena i wybór przedsięwzięcia termomodernizacyjnego prowadzącego do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie ciepłej wody użytkowej

Dane: $Q_{ocw} = 8,90 \text{ GJ}$ $q_{ocw} = 0,0014 \text{ MW}$ zmniejszenie zużycia - 0,0%

Opis:

Brak zgody Inwestora na zmianę sposobu przygotowania ciepłej wody użytkowej.

Lp.		Jedn.	Stan istniejący	Stan po modernizacji
1.	Zapotrzebowanie ciepła na przygotowanie cwu.	GJ/a	8,90	8,90
2.	Zapotrzebowanie mocy	MW	0,0014	0,0014
3.	Koszt przygotowania cwu	zł/a	330	330
	Oszczędność	zł/a		
4.	Koszt modernizacji	zł		
5.	SPBT	lata		

Podstawa przyjętych wartości N_{cu}

KOSZT	0 zł	SPBT	0,0 lat
--------------	------	-------------	---------

7.2.4. Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT

Lp.	Rodzaj i zakres ulepszenia termomodernizacyjnego albo wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót, zł	SPBT lata
1	2	3	4
1	Wymiana okien	24 890	21,0
2	Ocieplenie stropodachu	71 390	25,8
3	Ocieplenie ścian zewnętrznych	63 161	25,9
4	Wymiana drzwi zewnętrznych	5 614	28,1
5	Ocieplenie stropodachu nad dobudówką	65 178	56,0

7.3. Ocena i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego

Dane: $Q_{0co} = 277,08 \text{ GJ/a}$ $w_{t0} = 0,9$ $w_{d0} = 0,95$ $\eta_0 = 0,596$

Przewiduje się następujące usprawnienia poprawiające sprawność systemu grzewczego i dostosowujące instalację do aktualnych wymagań technicznych:

Modernizacja instalacji c.o. obejmująca wymianę źródła ciepła, grzejników wraz z armaturą, przewodów instalacji wraz z zaizolowaniem, montaż zaworów regulacyjnych, montaż termostatycznych zaworów grzejnikowych;

W tabeli poniżej zestawiono zmiany współczynników sprawności związane z wprowadzeniem proponowanych usprawnień.

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności	
		przed	po
1	wytwarzanie ciepła - bez zmiany	$\eta_g = 0,86$	$\eta_g = 0,87$
2	przesyłanie ciepła	$\eta_d = 0,90$	$\eta_d = 0,96$
3	regulacja systemu ogrzewania	$\eta_e = 0,77$	$\eta_e = 0,88$
4	akumulacja ciepła	$\eta_s = 1,00$	$\eta_s = 1,00$
5	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	$w_t = 0,85$	$w_t = 0,85$
6	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	$w_d = 0,95$	$w_d = 0,95$
7	sprawność całkowita systemu	$\eta = \eta_g \eta_d \eta_e \eta_s = 0,596$	$\eta = \eta_g \eta_d \eta_e \eta_s = 0,735$

Ocena proponowanego przedsięwzięcia

Lp.	Omówienie	jedn.	Stan istniejący	Stan po modern.
1	Sprawność całkowita systemu grzewczego η	-	0,596	0,735
2	Uwzględnienie przerw tygodniowych w_t	-	0,85	0,85
3	Uwzględnienie przerw dobowych i podzielników kosztów w_d	-	0,95	0,95
4	Oszczędność kosztów ΔQ_{rco}	zł/a		3102
5	Koszt przedsięwzięcia N_{co}	zł		89 519
6	SPBT	lata		28,9

Koszty w oparciu o wycenę modernizacji instalacji wykonaną przez ML-Bud P.B.P.H. s.c.:

	szt	cena	koszt
1. Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania:	1	89 519	89 519
- wymiana źródła ciepła			
- wymiana grzejników;			
- wymiana orurowania i armatury;			
- montaż termostatycznych zaworów grzejnikowych;			

7.4. Wybór optymalnego wariantu

Niniejszy rozdział obejmuje:

- a. określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych
- b. ocenę wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych pod względem spełnienia wymagań ustawowych
- c. wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.4.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

W tabeli poniżej stosujesz następujące skrócone określenia usprawnień zestawionych w p.7.2.4 oraz 7.3.

- okna - wymiana istniejących okien na nowe
- stropodach - ocieplenie stropodachu
- ściany zewnętrzne - ocieplenie ścian zewnętrznych
- drzwi zewnętrzne - wymiana drzwi zewnętrznych
- stropodach nad dobudówką - ocieplenie stropu nad kotłownią
- instalacja c.o. - modernizacja instalacji c.o. obejmująca wymianę źródła ciepła,
- grzejników wraz z armaturą, przewodów instalacji wraz z zaizolowaniem, montaż zaworów regulacyjnych, montaż termostatycznych zaworów grzejnikowych;

Do analizy przyjęto następujące warianty usprawnień:

Zakres	Nr wariantu					
	1	2	3	4	5	6
okna	X	X	X	X	X	
stropodach	X	X	X	X		
ściany zewnętrzne	X	X	X			
drzwi zewnętrzne	X	X				
stropodach nad dobudówką	X					
instalacja c.o.	X	X	X	X	X	X

7.4.2. Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

$$Q_0 = w_{t0} * w_{d0} * Q_{0co} / \eta_0 + Q_{0cw} / \eta_{0w}$$

$$Q_1 = w_{t1} * w_{d1} * Q_{1co} / \eta_1 + Q_{1cw} / \eta_{1w}$$

$$q_0 = q_{0m} + q_{0cw}$$

$$q_1 = q_{1m} + q_{1cw}$$

$$O_{0r} = Q_0 * O_{0z} + 12 * q_0 * O_{0m} + 12 * A_{b0}$$

$$Q_{1r} = Q_1 * O_{1z} + 12 * q_1 * O_{1m} + 12 * A_{b1}$$

$$O_r = O_{r0} - O_{r1}$$

$$\Delta O_r = (w_{t0} * w_{d0} * Q_{0co} / \eta_0 + Q_{0cw} / \eta_{0w}) * O_{0z} - (w_{t1} * w_{d1} * Q_{1co} / \eta_1 + Q_{1cw} / \eta_{1w}) * O_{1z} + 12 * [(q_{0m} + q_{0cw}) * O_{0m} - (q_{1m} + q_{1cw}) * O_{1m}] + 12 [A_{b0} - A_{b1}]$$

Nr. war.	Q_{0co}	q_{0m}	η_0, W_{d0}, W_{t0}			Q_{0cw}	q_{0cw}	η_{0w}	Q_0	q_0	O_{0r}	ΔO_r	N
	Q_{0co}	q_{0m}	η_1, W_{d1}, W_{t1}			Q_{1cw}	q_{1cw}	η_{1w}	Q_1	q_1	O_{1r}		
1	2	3	4			5	6	7	8	9	10	11	12
stan istn.	277,08	40,32	0,60	0,95	0,85	8,90	1,41	0,99	384,56	41,73	14 344,35		
1	70,13	17,37	0,73	0,95	0,85	8,90	1,41	0,99	86,04	18,78	3 281,13	11 063,22	319 752,50
2	103,54	21,22	0,73	0,95	0,85	8,90	1,41	0,99	122,75	22,63	4 641,67	9 702,68	254 574,06
3	109,32	21,88	0,73	0,95	0,85	8,90	1,41	0,99	129,09	23,29	4 876,88	9 467,47	248 960,12
4	181,97	29,96	0,73	0,95	0,85	8,90	1,41	0,99	208,91	31,37	7 834,93	6 509,42	185 798,99
5	265,72	39,09	0,73	0,95	0,85	8,90	1,41	0,99	300,93	40,50	11 245,13	3 099,21	114 409,04
6	277,08	40,32	0,85	0,95	0,85	0,16	1,41	0,99	263,39	41,73	9 854,03	4 490,32	89 518,70

7.4.3. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego budynku

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite [zł]	Roczne oszczędności kosztów energii [zł/rok]	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej) [%]	Optymalna kwota środków własnych i kwota kredytu [zł,%]		Premia termomodernizacyjna		
							20% kredytu	16% kosztów całkowitych	dwukrotność rocznej oszczędności energii
							[zł]	[zł]	[zł]
1	2	3	4	5	6		7	8	9
1	okna PVC stropodach ściany zewnętrzne drzwi zewnętrzne stropodach nad dobudówką instalacja c.o. oświetlenie	330 372	12 375	77,6	0 330 372	0% 100%	66 074	52 860	24 750
2	okna PVC stropodach ściany zewnętrzne drzwi zewnętrzne instalacja c.o. oświetlenie	265 194	11 014	68,1	0 265 194	0% 100%	53 039	42 431	22 029
3	okna PVC stropodach ściany zewnętrzne instalacja c.o. oświetlenie	259 580	10 779	66,4	0 259 580	0% 100%	51 916	41 533	21 558
4	okna PVC stropodach instalacja c.o. oświetlenie	196 419	7 821	45,7	0 196 419	0% 100%	39 284	31 427	15 642
5	okna PVC instalacja c.o. oświetlenie	125 029	4 411	21,7	0 125 029	0% 100%	25 006	20 005	8 822
6	instalacja c.o. oświetlenie	100 139	4 411	31,5	0 100 139	0% 100%	20 028	16 022	8 822

7.4.4. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Na podstawie dokonanej oceny, jako optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w rozpatrywanym budynku ocenia się **wariant nr 1** obejmujący następujące:

- wymiana okien istniejących PVC na nowe
- ocieplenie ścian zewnętrznych
- ocieplenie stropodachu
- wymiana drzwi zewnętrznych
- ocieplenie stropu nad dobudówką
- modernizacja instalacji c.o.
- dodatkowo - wymianę oświetlenia wbudowanego na energooszczędne LED

Przedsięwzięcie to spełnia warunki ustawowe:

1. oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie 77,6% ,czyli powyżej 25%
2. środki własne inwestora wyniosą 0 zł ,
3. Wysokość premi termomodernizacyjnej wyznaczono jako minimum z wartości w kolumnach 7,8,9 tabeli pkt.7.4.3.

8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji

8.1. Opis robót

W ramach wskazanego **wariantu nr 1** przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace:

1. Wymiana okien zewnętrznych. Do wymiany 20,53 m² drzwi za sumę 24 890 zł.
2. Ocieplenie stropodachu 18 cm warstwą wełny mineralnej o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda \leq 0,037$ W/mK. Do wykonania 238,76 m² ocieplenia za sumę 71 390 zł.
3. Ocieplenie ścian zewnętrznych 15 cm warstwą styropianu o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda \leq 0,040$ W/mK. Do wykonania 239,25 m² ocieplenia za sumę 63 161 zł.
4. Wymiana drzwi wejściowych. Do wymiany 4,55 m² drzwi za sumę 5 614 zł.
5. Ocieplenie stropu nad dobudówką 18 cm warstwą wełny mineralnej o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda \leq 0,037$ W/mK. Do wykonania 105,98 m² ocieplenia za sumę 65 178 zł.
6. Modernizacja instalacji wewnętrznej obejmująca: wymianę źródła ciepła, grzejników wraz z armaturą, przewodów instalacji wraz z zaizolowaniem, montaż zaworów regulacyjnych, montaż termostatycznych zaworów grzejnikowych. Koszt prac 89 519 zł
7. Dodatkowo przewiduje się wymianę oświetlenia wbudowanego na energoszczędne LED. Koszt prac na sumę 10 620 zł

8.2. Charakterystyka finansowa

Koszt wykonania audytu energetycznego i dokumentacji technicznej	- zł
Kalkulowany koszt robót wyniesie:	330 372 zł
Kalkulowany koszt inwestycji wyniesie:	330 372 zł
Udział środków własnych inwestora:	- zł
Kredyt bankowy:	330 372 zł
Przewidywana premia termomodernizacyjna:	24 750 zł

8.3. Dalsze działania

Dalsze działania inwestora obejmują:

1. Złożenie wniosku kredytowego i podpisanie umowy kredytowej;
2. Zawarcie umowy z wykonawcą projektu i robót
3. Realizacja robót i odbiór techniczny
4. Wystąpienie o premię termomodernizacyjną
5. Zmiana umowy z dostawcą ciepła w związku ze zmniejszonym zapotrzebowaniem ciepła i mocy
6. Ocena rezultatów przedsięwzięcia (po pierwszym sezonie grzewczym)

ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU

Załącznik 1	Obliczenie współczynników przenikania przegród
Załącznik 2	Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego
Załącznik 3	Określenie sprawności systemu grzewczego
Załącznik 4	Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania cwu
Załącznik 5	Wyniki komputerowych obliczeń rocznego zapotrzebowania na ciepło i moc na ogrzewanie
Załącznik 6	Obliczenia emisji zanieczyszczeń
Załącznik 7	Bezpośredni efekt ekologiczny.
Załącznik 8	Oświetlenie wbudowane.

Załącznik 1

Obliczenie współczynników przenikania ciepła dla przegród (U)

Nr	typ	Opis warst	Grubość m	λ W/m ² *K	R m ² *K/W	U, ΔU , U_k W/m ² *K
1	ściany zewnętrzne	- tynk cem.- wap.	0,02	0,82	0,02	U= 1,08 ΔU = 0,05 U_k = 1,13
		- pustaki żużlobetonowe	0,36	0,50	0,72	
		- tynk cem.- wap.	0,02	0,82	0,02	
		$R_{si}+R_{se}$			0,17	
					0,93	U_k = 1,13
2	stropodach	-papa	0,01	0,18	0,06	 U= 1,16
		-jastrych cementowy	0,04	1,00	0,04	
		-suprema	0,08	0,15	0,53	
		-płyta żelbetowa	0,12	1,70	0,07	
		-tynk cem. - wap.	0,02	0,82	0,02	
		$- R_{si}+R_{se}$			0,14	
					0,86	
3	strop nad dobudówką	-pustka powietrzna niewentylowana			0,16	 U= 1,08
		-wełna mineralna	0,03	0,05	0,58	
		-płyta k-g	0,01	0,23	0,05	
		$- R_{si}+R_{se}$			0,14	
					0,93	

Załącznik nr 2

Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego

Lp.	Ilość osób	Norma, m ³ /h	Stumień powietrza wentylacyjnego, m ³ /h
1	2	3	4
1	40	20	800
			800
	Ogółem	$\psi =$	800

Załącznik 3

Określenie sprawności systemu grzewczego w stanie istniejącym

1. Sprawność wytwarzania ciepła

$$\eta_g = 0,86$$

2. Sprawność przesyłania

$$\eta_d = 0,90$$

3. Sprawność regulacji i wykorzystania systemu grzewczego

$$\eta_e = 0,77$$

$$\eta_e = \eta_e' + 0,03 \cdot X - 0,03$$

gdzie $X = 0,99$

4. Sprawność akumulacji ciepła

$$\eta_s = 1,00$$

5. Przerwa na ogrzewanie w okresie tygodnia

$$w_t = 0,85$$

6. Przerwa na ogrzewanie w ciągu doby

$$w_d = 0,95$$

7. Sprawność systemu grzewczego

$$\eta = \eta_g \cdot \eta_d \cdot \eta_e \cdot \eta_s = 0,596$$

Załącznik nr 4

Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej w stanie:			istniejącym
1	Powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza (powierzchnia ogrzewana) $A_f =$	273,54	m ²
2	Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę użytkową $V_{wi} =$	0,60	dm ³ /(m ² *dzień)
3	Dobowe zapotrzebowanie cwu w budynku $V_{wi} * A_f =$	164	dm ³ /dzień
4	Ciepło właściwe wody, c_w	4,19	kJ/(kgK)
5	Gęstość wody, p_w	1,00	kg/dm ³
6	Współczynnik korekcyjny ze względu na przerwy w użytkowaniu ciepłej wody użytkowej, k_R	0,78	
7	Obliczeniowa temperatura ciepłej wody w zaworze czerpalnym, θ_w	55	°C
8	Obliczeniowa temperatura wody przed podgrzaniem, θ_0	10	°C
9	Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 dm ³ wody $c_w * p_w * (\theta_w - \theta_0) k_R$	147,07	kJ/dm ³
10	liczba dni w roku, t_R	365	dzień
11	Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do przygotowania cwu $Q_{W,nd} = V_{wi} * A_f * c_w * p_w * (\theta_w - \theta_0) k_R * t_R / 3600$	2 447,28	kWh/rok
12	średnia sezonowa sprawność wytwarzania, $\eta_{w,g}$	0,99	
13	średnia sezonowa sprawność transportu (dystrybucji), $\eta_{w,d}$	1,00	
14	średnia sezonowa sprawność akumulacji, $\eta_{w,s}$	1,00	
15	średnia sezonowa sprawność wykorzystania, $\eta_{w,e}$	1,00	
16	całkowita sprawność systemu przygotowania cwu, $\eta_{w,tot}$	0,99	
17	Roczne zapotrzebowanie na energię końcową $Q_{K,W} = Q_{W,nd} / \eta_{w,tot}$	2 472,00	kWh/rok
		8,9	GJ/rok
18	Dobowe zapotrzebowanie cwu w budynku $V_{wi} * A_f =$	0,16	m ³ /doba
19	Średnie godzinowe zapotrzebowanie cwu $V_{hsred} = V_{dsred} / \text{godz.} =$	0,009	m ³ /h
20	współczynnik nierównomierności rozbioru, N_n	3,79	
21	Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m ³ wody Q_{cwj}	0,147	GJ/m ³
22	Max. moc cieplna $q_{cw} = V_{hsred} * Q_{cwj} * 278 * N_n =$	1,41	kW
23	Koszt przygotowanie cwu $Q_{rcw} * O_z + q_{cw} * O_m * 12 =$	422	zł
24	Koszt wody zimnej $V_{cw} * 4,15 =$	249	zł
25	Sumaryczny koszt roczny cwu	671	zł
26	Średni koszt 1 m ³ cwu	11,21	zł/m ³

Załącznik nr 5

Wyniki komputerowych obliczeń rocznego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie.

Obliczenia zapotrzebowania ciepła wykonano wg. PN - EN ISO 13790:2009, a mocy cieplnej wg. PN - EN 12831:2006

Wariant	Zapotrzebowanie	
	mocy cieplnej, kW	ciepła Q_H , GJ/a
1	17,4	70,1
2	21,2	103,5
3	21,9	109,3
4	30,0	182,0
5	39,1	265,7
6	40,3	277,1
stan istniejący	40,3	277,1

Załącznik nr 5a

Wyniki komputerowych obliczeń rocznego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie

Obliczenia zapotrzebowania ciepła wykonano wg. PN - EN ISO 13790:2009, a mocy cieplnej wg. PN - EN 12831:2006

Wariant	Zapotrzebowanie		
	ciepła		mocy cieplnej
	Q_H [kWh/a]	Q_{co} [GJ]	q_m [kW]
1	19 479,72	70,13	17,37
2	28 761,54	103,54	21,22
3	30 366,21	109,32	21,88
4	50 546,50	181,97	29,96
5	73 811,53	265,72	39,09
6	76 967,38	277,08	40,32
stan istniejący	76 967,38	277,08	40,32

Załącznik nr 6

**OBLICZENIA EMISJI ZANIECZYSZCZEŃ - DLA GAZU
w stanie istniejącym dla c.o.**

Data wykonania obliczeń

2016-03-18

DANE
WYNIKI

Roczne zużycie ciepła na cele ogrzewania i cwu
/z uwzględnieniem sprawności systemu/
Kaloryczność gazu

Eco= **375,57** GJ/a

K= **33,20** MJ/m³

Ilość spalanego gazu

Bp = **11 312,31** m³

Wskaźnik unosu pyłu zawieszony całkowity (TSP)

wp = 0,0005 g/m³

Wskaźnik unosu tlenków siarki (SO_x/SO₂)

wSO_x/SO₂=0,002*s= 0,08 g/m³

Wskaźnik unosu tlenków azotu (NO_x/NO₂)

wNO_x/NO₂= 1,52 g/m³

Wskaźnik unosu tlenku węgla (CO)

w CO = 0,30 g/m³

Wskaźnik unosu dwutlenku węgla (CO₂)

w CO₂ = 2 000 g/m³

Pył	Ep = Bp * wp	Ep =	0,006	kg/a
SO2	Eso2= B * wso2	Eso2 =	0,905	kg/a
Nox	Enox = B* wnox	Enox =	17,195	kg/a
CO	Eco = B* wco	Eco =	3,394	kg/a
CO2	Eco2 = B* wco2	Eco2 =	22 624,615	kg/a

Tabela

0,01

0,90

17,19

3,39

22 624,62

Załącznik nr 6

**OBLICZENIA EMISJI ZANIECZYSZCZEŃ - DLA GAZU
w stanie projektowanym dla c.o.**

Data wykonania obliczeń

2016-03-18

DANE
WYNIKI

Roczne zużycie ciepła na cele ogrzewania i cwu
/z uwzględnieniem sprawności systemu/
Kaloryczność gazu

Eco= **77,05** GJ/a

K= **33,20** MJ/m³

Ilość spalanego gazu

Bp = **2 320,69** m³

Wskaźnik unosu pyłu zawieszony całkowity (TSP)

wp = 0,0005 g/m³

Wskaźnik unosu tlenków siarki (SO_x/SO₂)

wSO_x/SO₂=0,002*s= 0,08 g/m³

Wskaźnik unosu tlenków azotu (NO_x/NO₂)

wNO_x/NO₂= 1,52 g/m³

Wskaźnik unosu tlenku węgla (CO)

w CO = 0,30 g/m³

Wskaźnik unosu dwutlenku węgla (CO₂)

w CO₂ = 2 000 g/m³

Pył	Ep = Bp * wp	Ep =	0,001	kg/a
SO2	Eso2= B * wso2	Eso2 =	0,186	kg/a
Nox	Enox = B* wnox	Enox =	3,527	kg/a
CO	Eco = B* wco	Eco =	0,696	kg/a
CO2	Eco2 = B* wco2	Eco2 =	4 641,373	kg/a

Tabela

0,00

0,19

3,53

0,70

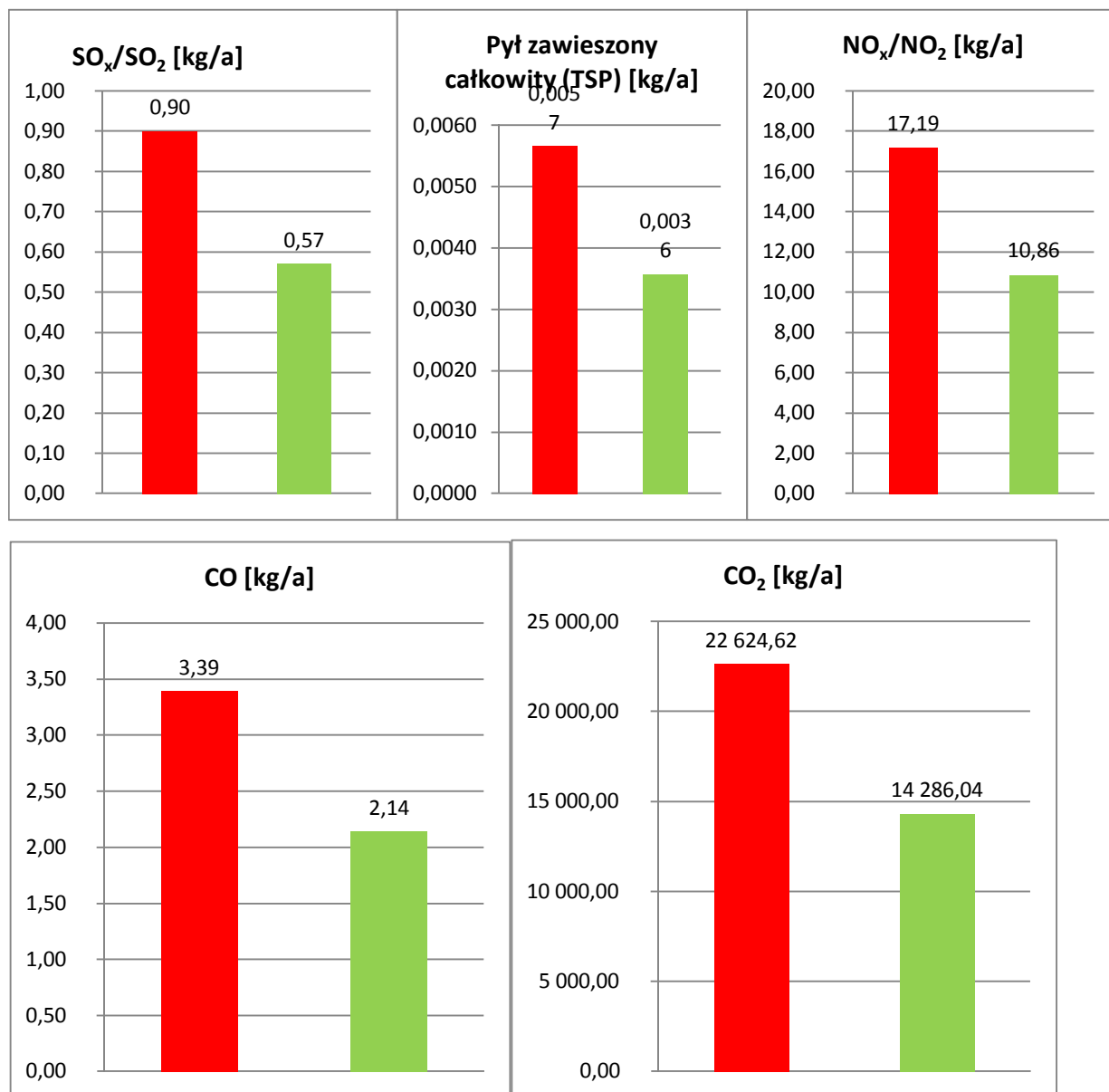
4 641,37

Załącznik nr 7

Bezpośredni efekt ekologiczny.

Emitowane zanieczyszczenie	Jedn.	Wielkość dotychczasowa	Wielkość planowana	Efekt ekologiczny	Zmniejszenie emisji, %
-	-	a	b	c=a-b	d=c/a*100
SO _x /SO ₂	kg/a	0,90	0,57	0,33	36,67
pył zawieszony całkowity (TSP)	kg/a	0,0057	0,0036	0,0021	36,86
NO _x /NO ₂	kg/a	17,19	10,86	6,33	36,82
CO	kg/a	3,39	2,14	1,25	36,87
CO ₂	kg/a	22 624,62	14 286,04	8 338,58	36,86

Bezpośredni efekt ekologiczny dla stanu istniejącego i projektowanego - poszczególne zanieczyszczenia:



Załącznik nr 8

Oświetlenie wbudowane

Obliczenie zapotrzebowania na energię do oświetlenia w stanie:		istniejącym	projektowa nym	
1	Suma mocy opraw oświetleniowych $P_n =$	1 570,00	616,00	W
2	Czas użytkowania oświetlenia _____ $t_D =$	2 250,00	2 250,00	h
		$t_N =$ 250	250	h
3	Współczynnik wpływu światła dziennego $F_D =$	1	1	
4	Współczynnik wpływu nieobecności pracowników $F_O =$	1	1	
5	Współczynnik obniżenia natężenia oświetlenia $F_C =$	1	1	
6	Roczne zapotrzebowanie na energię do oświetlenia $W_{L,i} = P_n \cdot F_C / 1000 \cdot [(F_O \cdot F_D \cdot t_D) + (F_O \cdot t_N)]$	3 925,00	1 540,00	kWh/rok
		14,13	5,54	GJ/rok
7	Cena jednostkowa energii elektrycznej	0,55	0,55	zł/kWh
8	Roczny koszt zakupu energii elektrycznej	2 158,75	847,00	zł/rok
9	Roczna oszczędność kosztów Δ_{oru}	1 311,75		zł/rok
10	Koszt realizacji usprawnienia N_u	10 619,84		zł
11	SPBT= N_u / Δ_{oru}	8,10		lata