



FIRMA BUDOWLANO - KONSULTINGOWA
ML - BUD P.B.P.H. S.C. Mariusz, Leszek Czyszek
44-100 Gliwice, ul. Łużycka 16, tel./fax. (0-32) 237-44-61, NIP 631-00-23-062, ING Bank Śląski III 74 1050 1298 1000 0002 0060 7901
CZŁONEK ŚLĄSKIEJ IZBY BUDOWNICTWA W KATOWICACH

Nr: 1500/02/16

Zadanie:

AUDYT

ENERGETYCZNY



Temat:

**AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU UŻYTECZNOŚCI
PUBLICZNEJ**

**- BUDYNEK SZKOŁY PODSTAWOWEJ
IM. JANA PAWŁA II W BORUSZOWICACH
PRZY UL. SZKOLNEJ 2**

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: Szkolna 2 kod: 42-690 miejscowość: Boruszowice powiat: tarnogórski województwo: śląskie
Wykonawca audytu	imię i nazwisko : Krzysztof CZYŻYKOWSKI tytuł zawodowy: inż. nr opracowania: 1500/02/16

1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku			
1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1. Rodzaj budynku	użyteczność publiczna	1.2. Rok budowy	brak danych
1.3. Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji, PESEL*) (* w przypadku cudzoziemca nazwa i numer dokumentu tożsamości)	Gmina Tworóg	1.4. Adres budynku	
	ul. Zamkowa nr 16	ul. Szkolna nr 2	
	kod 42-690 miejscowość Tworóg	kod 42-690 miejscowość: Boruszowice	
	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. 25	

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]	3 577	3 577
4.	Powierzchnia netto budynku netto [m ²]	884	884
5.	Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej [m ²]	0	0
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	0	0
7.	Liczba lokali mieszkalnych	-	-
8.	Liczba osób użytkujących budynek	200	200
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	ciepła woda przygotowywana centralnie	ciepła woda przygotowywana centralnie
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	ogrzewanie centralne	ogrzewanie centralne
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,5	0,5
12.	Inne dane charakteryzujące budynek		
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/m²K]			
1.	Ściany zewnętrzne piwnic stykające się z gruntem	0,81	0,21
	Ściany zewnętrzne	1,48	0,22
2.	Dach / stropodach wentylowany	0,70	0,17
3.	Okna, drzwi balkonowe	2,60	1,10
4.	Okna, drzwi balkonowe	2,60	2,60
5.	Drzwi zewnętrzne / bramy	2,60	2,60
3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,82	0,82
2.	Sprawność przesyłu [-]	0,90	0,90
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	0,77	0,77
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 [-]	0,82	0,82
2.	Sprawność przesyłu [-]	0,70	0,70
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji [-]	0,84	0,84
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]	4 000	4 000
4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	-	-
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	136,26	77,62
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	2,90	2,90
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	723,36	220,38
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1 028,29	313,29
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	55,53	55,53

6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	brak danych	-
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie cwu (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	brak pomiarów	-
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² rok]	227,27	69,24
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² rok]	323,07	98,43
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]	35,3	35,3
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]	11,74	11,74
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)]	3,81	1,43
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	0,00	0,00
7.	Inne [zł]	0,00	0,00
8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana kwota kredytu [zł]	518 098	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	62,5
Planowane koszty całkowite [zł]	518 098	Premia termomodernizacyjna [zł]	60 993
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]			30 496
<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

02.2016

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

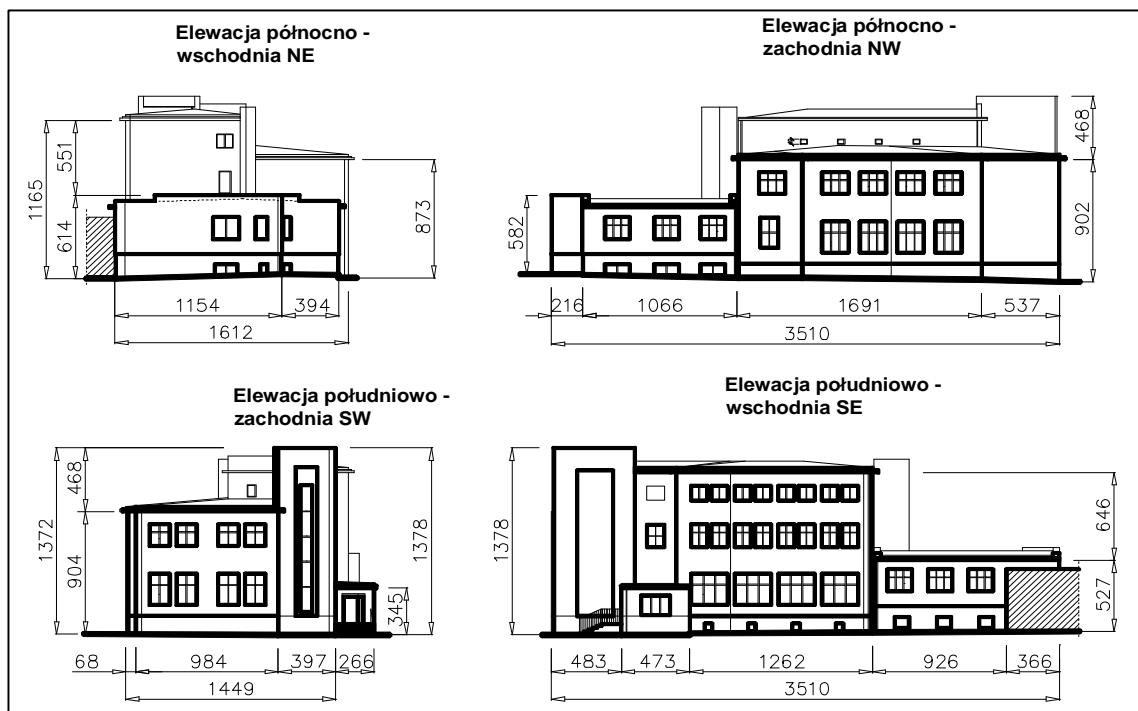
Identyfikator budynku				
Własność	prywatna	spółdzielcza	komunalna	x
Przeznaczenie budynku	mieszkalny	mieszk-usługowy	inny	x
Osiedle				
Adres	ul. Szkolna 2, 42-690 Boruszowice,			
Budynek	wolnostojący x	segment w zabudowie szeregowej		
	bliźniak	blok mieszkalny, wielorodzinny		X

Rok budowy		brak danych		Rok zasiedlenia		brak danych	
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	OWT-75	"Szczecin"
W-70	Wk-70	SBM-75	ZSBO	"Stolica"	monolit	x	tradycyjna ramowa
szkieletowa		inna, jaka:					
1	Powierzchnia zabudowana ¹⁾ [m ²]	530,35	11	Liczba klatek schodowych	1		
2	Kubatura budynku ²⁾ [m ³]	4 582,66	12	Liczba kondygnacji	3		
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]	3 577,03	13	Wysokość kondygnacji w świetle [m]	3,5; 2,64		
4	Powierzchnia użytkowa mieszkań ¹⁾ [m ²]		14	Liczba użytkowników	200		
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] podać przeznaczenie pomieszczeń		17	Liczba mieszkań o powierzchni 50-100 m ²	-		
8	Powierzchnia usługowa pomieszczeń ogrzewanych (usługi, sklepy, itp.) [m ²]		18	Liczba mieszkań o powierzchni >100 m ²	-		
9	Powierzchnia użytkowa ogrzewanej części budynku [4+5+6+7+8] [m ²]	884,13	19	Liczba mieszkań z WC w łazience	-		
10	Budynek podpiwniczony	Tak	20	Liczba mieszkań z WC osobno	-		

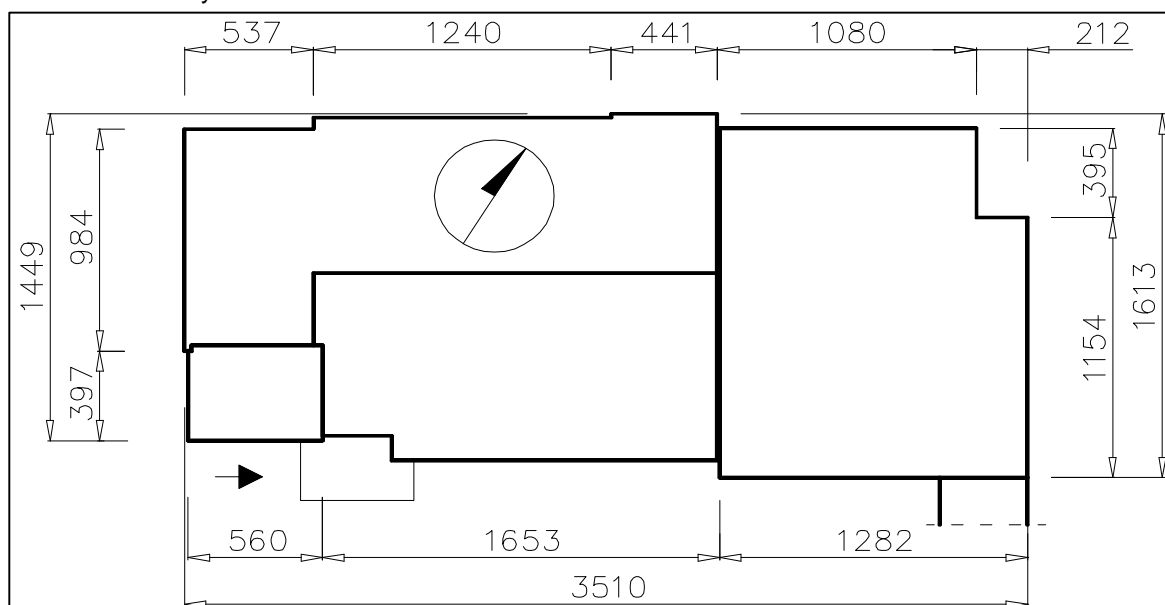
¹⁾ wg PN-ISO 9836. Właściwości użytkowe w budownictwie. Określenie i obliczanie wskaźników powierzchniowych i kubaturowych

²⁾ j.w.

4.b. Szkic budynku



Schemat budynku:



Zachodni narożnik budynku



Elewacja południowowo - wschodnia

4.c. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Budynek użyteczności publicznej - szkoła podstawowa. Budynek wykonany w technologii tradycyjnej murowanej.

Ściany zewnętrzne murowane gr. 38 cm obustronnie otynkowane tynkiem cementowo - wapiennym.

Stropy międzypiętrowe masywne

Dach o konstrukcji drewnianej, kryty papą. Odwodnie dachu zewnętrzne realizowane za pomocą rynien i rur spustowych z blachy ocynkowanej.

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

Stołarka okienna PCV w dobrym stanie technicznym - współczynnik $U=2,6 \text{ W/(m}^2\text{K)}$; część okien w sali na parterze (4 szt) drewniane, w dostatecznym stanie - przeznaczone do wymiany.

Drzwi wejściowe: PVC $U=2,6 \text{ W/(m}^2\text{K)}$,

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	W/(m2.K)	m2	W/(m2.K)	m2	W/(m2.K)
1	Ściany zewnętrzne	SE	329,23	327,58	1,48	64,05	2,60	-	-
		NW	325,87	322,61		46,89	2,60	-	-
		NE	175,17	170,80		10,82	2,60	-	-
		SW	182,03	178,75		17,06	2,60	2,78	2,60
						12,94	2,60		
2	Ściany piwnic stykające się z gruntem		88,57	88,57	0,81	-	-	-	-
3	Stropodach		524,55	528,97	0,70	-	-	-	-

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]	136,26
2.	Zamówiona moc cieplna (łącznie dla c.o. i c.w.u.)	q [kW]	139,16
3.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	Q_H [GJ]	723,36
4.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania ciepła	$E=Q_H/V$ [kWh/m ³ a]	79,85
5.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	Q_s [GJ]	1 028,29
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	35,31
	opłata abonamentowa miesięcznie	zł	0

4e. Charakterystyka systemu ogrzewania

Lp	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Typ instalacji	Ogrzewanie centralne węglowe. 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.	Oslonięcie grzejników	NIE
6.	Zawory termostatyczne	TAK
7.	Sprawności składowe systemu grzewczego	$\eta_d = 0,90$ $\eta_e = 0,77$ $\eta_g = 0,82$ $\eta_s = 1,00$
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 centralnie
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	4 000

4.h. Charakterystyka wężła ciepłego lub kotłowni w budynku

Kotłownia węglowa w budynku

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 dobrym stanie. 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.

5.2. System grzewczy

Nie stwierdzono wad w instalacji centralnego ogrzewania - stan techniczny oceniono jako dobry nie wymagający szczególnych zmian technicznych

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 stykające się z gruntem $U = 1,48$ - ściany zewnętrzne $U = 1,48$ - stropodach $U = 0,70$	Należy docieplić przegrody zewnętrzne - dla ścian $R > 4$ - dla stropodachu $R > 4,5$
2	Okna są w dobrym stanie technicznym o współczynniku $U = 2,60$ Okna drewniane w sali na parterze są w dostatecznym stanie technicznym o współczynniku $U = 2,60$	nie przewiduje się wymiany okien wymiana okien,
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, nieosłonięte	nie rozpatrywana

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 stropodachu styropapą
3	j.w. przez strop nad piwnicą	Nie przewiduje się ocieplenia stropu nad piwnicą
4	Zmniejszenia strat przez przenikanie przez okna oraz zmniejszenia strat na podgrzanie powietrza wentylacyjnego	Wymiana okien, montaż nawiewników
5	Podwyższenie sprawności instalacji co	Nie przewiduje się modernizacji instalacji c.o. - patrz pkt. 5.2.

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 zewnętrznych
	zmniejszenie strat przez stropodach	Ocieplenie stropodachu styropapą
	zmniejszenie strat przez strop nad piwnicą	Nie przewiduje się ocieplenia stropu nad piwnicą
	Zmniejszenia strat przez przenikanie przez okna oraz zmniejszenia strat na podgrzanie powietrza wentylacyjnego	Wymiana okien
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·K·a
$O_{0m}, O_{1m},$	0,00	0,00	zł/(MW·mc)
$O_{0z}, O_{1z},$	35,31	35,31	zł/GJ
$A_{b0}, A_{b1},$	0	0	zł/m-c

* liczbę stopniodni przyjęto dla Katowic

Uwaga: Podane ceny są cenami brutto.

	Węgiel	
	Netto	Brutto
Cena za paliwo, zł/jm	0,54	0,66
Koszt pracy palacza zł/jm	0,24	0,30
Koszt jednostkowy paliwa, zł/jm	0,78	0,95
Wartość energetyczna paliwa, MJ/jm	27,00	27,00
Koszt jednostkowy, zł/GJ	28,71	35,31

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 = 845,20 m ² A_{kosz} = 857,76 m ²			
Opis wariantów usprawnienia							
Przewiduje się ocieplenie ściany metodą bezspoinową z użyciem styropianu o współczynniku przewodności λ= 0,038 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 $R \geq 4,0 \text{ (m}^2 \cdot K\text{)}/W$							
wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 1 cm większej niż w wariantcie 1							
wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 1 cm większej niż w wariantcie 2							
wariant 4: o grubości warstwy izolacji o 1 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	0,15	0,16	0,17
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m²K/W		3,68	3,95	4,21	4,47
3	Opór cieplny R	m²K/W	0,70	4,38	4,65	4,91	5,17
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	410,08	63,26	59,68	56,48	53,61
5	$q_{oU}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A(t_{w0}-t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,050	0,008	0,007	0,007	0,007
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U}-Q_{1U})O_z+12(q_{oU}-q_{1U})O_m$	zł/a		12 246	12 373	12 486	12 587
7	Cena jednostkowa usprawnienia*	zł/m²		261,50	264,00	266,50	269,00
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		224 305	226 450	228 594	230 738
9	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		18,32	18,30	18,31	18,33
10	U ₀ , U ₁	W/m²K	1,48	0,23	0,22	0,20	0,19
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 :	226 450 zł	SPBT=	18,3 lat		

7.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda			
				Ściany zewnętrzne piwnic stykające się z gruntem			
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A	=	88,57	m ²
				A _{kosz}	=	88,57	m ²
Opis wariantów usprawnienia							
Przewiduje się ocieplenie ściany metodą bezspoinową z użyciem polistyrenu ekstrudowanego XPS współczynnika przewodności λ= 0,035 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		0,10	0,12	0,14	0,16
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² K/W		2,86	3,43	4,00	4,57
3	Opór cieplny R	m ² K/W	1,23	4,09	4,66	5,23	5,80
4	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·S _d ·A·U _c	GJ/a	23,58	7,11	6,24	5,55	5,01
5	q _{0U} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ · A(t _{w0} -t _{z0})·U _c	MW	0,003	0,001	0,001	0,001	0,001
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (Q _{0U} -Q _{1U})O _z +12(q _{0U} -q _{1U})O _m	zł/a		582	613	637	656
7	Cena jednostkowa usprawnienia*	zł/m ²		458	480	502	524
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		40 565	42 514	44 462	46 411
9	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		69,72	69,40	69,84	70,75
10	U ₀ , U ₁	W/m ² K	0,81	0,24	0,21	0,19	0,17
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 :	42 514 zł	SPBT=	69,40 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 = 528,97 m ²	A_{kosz} = 524,55 m ²		
Opis wariantów usprawnienia							
Przewiduje się ocieplenie stropu warstwą styropapy o współczynniku przewodności λ= 0,038 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		0,13	0,15	0,17	0,19
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² ·K/W		3,42	3,95	4,47	5,00
3	Opór cieplny R	m ² ·K/W	1,42	4,84	5,37	5,89	6,42
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	122,2	35,9	32,3	29,5	27,0
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A / (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,015	0,0044	0,0039	0,0036	0,0033
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$	zł/a		3 047	3 174	3 273	3 362
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		230	237	244	251
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		120 647	124 318	127 990	131 662
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		39,59	39,16	39,10	39,17
10	U_0, U_1	W/m ² ·K	0,70	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 : 127 990 zł		SPBT= 39,1 lat			

7.2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie		
				Wymiana okien		
Dane: powierzchnia okien						

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

Dan $Q_{ocw} = 55,53$ GJ $q_{ocw} = 0,0029$ 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	55,53	55,53
2.	Zapotrzebowanie mocy	MW	0,0029	0,0029
3.	Koszt przygotowania cwu	zł/a	1 961	1 961
	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	Ocieplenie ścian zewnętrznych	226 450	18,3
2	Wymiana okien	15 064	33,3
3	Ocieplenie stropodachu	127 990	39,1
4	Ocieplenie ścian zewnętrznych piwnic stykających się z gruntem	42 514	69,4

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

Dane: $Q_{oco} = 723,36$ GJ/a $w_{t0} = 0,9$ $w_{d0} = 0,95$ $\eta_0 = 0,568$

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

1. modernizację instalacji wewnętrznej obejmującą czyszczenie instalacji i regulację hydrauliczną

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

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności	
		przed	po
1	wytwarzanie ciepła - bez zmiany	$\eta_g = 0,82$	$\eta_g = 0,82$
2	przesyłanie ciepła	$\eta_d = 0,90$	$\eta_d = 0,90$
3	regulacja systemu ogrzewania	$\eta_e = 0,77$	$\eta_e = 0,77$
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	$\eta = \eta_g \eta_d \eta_e \eta_s = 0,568$	$\eta = \eta_g \eta_d \eta_e \eta_s = 0,568$

Ocena proponowanego przedsięwzięcia

Lp.	Omówienie	jedn.	Stan istniejący	Stan po modern.
1	Sprawność całkowita systemu grzewczego η	-	0,568	0,568
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		
5	Koszt przedsięwzięcia N_{co}	zł		
6	SPBT	lata		

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 skótowe określenia usprawnień zestawionych w p.7.2.4 oraz 7.3.

- ściany zewnętrzne - ocieplenie ścian zewnętrznych
- okna - wymiana części okien (4 szt)
- stropodach - ocieplenie stropodachu
- ściany na gruncie - ocieplenie ścian zewnętrznych piwnic stykających się z gruntem

Do analizy przyjęto następujące warianty usprawnień:

Zakres	Nr wariantu					
	1	2	3	4	5	6
ściany zewnętrzne	X	X	X	X		
okna	X	X	X			
stropodach	X	X				
ściany na gruncie	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.	723,36	136,26	0,568	0,95	0,85	55,53	2,90	0,48	1 143,46	139,16	40 375,41		
1	220,38	77,62	0,568	0,95	0,85	55,53	2,90	0,48	428,45	80,52	15 128,58	25 246,83	412 017,21
2	250,81	81,53	0,568	0,95	0,85	55,53	2,90	0,48	471,70	84,43	16 655,73	23 719,68	369 503,61
3	343,61	92,75	0,568	0,95	0,85	55,53	2,90	0,48	603,63	95,65	21 314,00	19 061,41	241 513,41
4	350,15	93,52	0,568	0,95	0,85	55,53	2,90	0,48	612,92	96,42	21 642,32	18 733,09	226 449,59

7.4.3. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego budynku

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite	Roczne oszczędności kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej)	Optymalna kwota środków własnych i kwota kredytu		Premia termomodernizacyjna		
							20% kredytu	16% kosztów całkowitych	dwukrotność rocznej oszczędności energii
							[zł]	[zł]	[zł]
1	2	3	4	5	6		7	8	9
1	ściany zewnętrzne okna stropodach ściany na gruncie oświetlenie	518 098	30 496	62,5	0 518 098	0% 100%	103 620	82 896	60 993
2	ściany zewnętrzne okna stropodach oświetlenie	475 584	28 969	58,7	0 475 584	0% 100%	95 117	76 093	57 939
3	ściany zewnętrzne okna oświetlenie	347 594	24 311	47,2	0 347 594	0% 100%	69 519	55 615	48 622
4	ściany zewnętrzne oświetlenie	332 530	23 983	46,4	0 332 530	0% 100%	66 506	53 205	47 965

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

- ocieplenie ścian zewnętrznych
- wymiana części okien
- ocieplenie stropodachu
- ocieplenie ścian zewnętrznych piwnic stykających się z gruntem
- dodatkowo - wymianę oświetlenia wbudowanego na energooszczędne LED

Przedsięwzięcie to spełnia warunki ustawowe:

1. oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie 62,5% ,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. Ocieplenie ścian zewnętrznych 15 cm warstwą styropianu o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda \leq 0,038$ W/mK. Do wykonania 857,76 m² ocieplenia za sumę 226 450 zł.
2. Wymiana części okien w salach. Do wymiany 4 sztuki okien o łącznej powierzchni 12,94 m², łączny koszt prac na sumę 15 064 zł.
3. Ocieplenie stropodachu 17 cm warstwą styropapy o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda \leq 0,038$ W/mK. Do wykonania 524,55 m² ocieplenia za sumę 127 990 zł.
4. Ocieplenie ścian zewnętrznych piwnic stykających się z gruntem - 12 cm warstwą polistyrenu ekstrudowanego XPS o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda \leq 0,035$ W/mK. Do wykonania 88,57 m² ocieplenia za sumę 42 514 zł.
5. Dodatkowo przewiduje się wymianę oświetlenia wbudowanego na energoszczędne LED. Koszt prac na sumę 106 081 zł

8.2. Charakterystyka finansowa

Koszt wykonania audytu energetycznego i dokumentacji technicznej	- zł
Kalkulowany koszt robót wyniesie:	518 098 zł
Kalkulowany koszt inwestycji wyniesie:	518 098 zł
Udział środków własnych inwestora:	- zł
Kredyt bankowy:	518 098 zł
Przewidywana premia termomodernizacyjna:	60 993 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 5,5a	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 piwnic	- tynk cem.	0,02	1,00	0,02	U= 1,43 ΔU = 0,05
		- cegła pełna	0,38	0,77	0,49	
		- tynk cem.	0,02	1,00	0,02	
		$R_{si}+R_{se}$			0,17	
		mostki cieplne				
					0,70	$U_k = 1,48$
2	ściany zewnętrzne	- tynk cem.- wap.	0,02	0,82	0,02	U= 1,43 ΔU = 0,05
		- cegła pełna	0,38	0,77	0,49	
		- tynk cem.- wap.	0,02	0,82	0,02	
		$R_{si}+R_{se}$			0,17	
					0,70	$U_k = 1,48$
3	stropodach	- papa	0,01	0,18	0,06	
		- deski	0,04	0,16	0,24	
		-niewentylowana pustka powietrza			0,16	
		-polepa	0,10	0,28	0,36	
		-deski	0,02	0,16	0,12	
		-niewentylowana pustka powietrza			0,16	
		-deski	0,03	0,16	0,16	
		-tynk cem. - wap.	0,02	0,82	0,02	
		R_{se}			0,14	
					1,42	U= 0,70
4	ściany zewnętrzne piwnic stykające się z gruntem	- tynk cem.	0,02	1,00	0,02	U= 0,81 ΔU = 0
		- cegła pełna	0,51	0,77	0,66	
		- tynk cem.	0,02	1,00	0,02	
		R_{si}			0,13	
		R_{gr}			0,40	
		mostki cieplne				
					1,23	$U_k = 0,81$

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	200	20	4 000
			4 000
	Ogółem	$\psi =$	4 000

Załącznik 3

Określenie sprawności systemu grzewczego w stanie istniejącym

1. Sprawność wytwarzania ciepła

$$\eta_g = 0,82$$

2. Sprawność przesyłania

$$\eta_d = 0,90$$

3. Sprawność regulacji i wykorzystania systemu grzewczego

$$\eta_e = 0,77$$

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

gdzie $X = 0,98$

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

$$\eta = \eta_g * \eta_d * \eta_e * \eta_s = 0,568$$

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) $A_f =$		884,13 m ²
2	Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę użytkową $V_{wi} =$		0,80 dm ³ /(m ² *dzień)
3	Dobowe zapotrzebowanie cwu w budynku $V_{wi} * A_f =$		707 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		0,55
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 $c_w * p_w * (\theta_w - \theta_0) k_R$		103,70 kJ/dm ³
10	liczba dni w roku, t_R		365 dzień
11	Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do przygotowania cwu $Q_{W,nd} = V_{wi} * A_f * c_w * p_w * (\theta_w - \theta_0) k_R * t_R / 3600$		7 436,79 kWh/rok
12	średnia sezonowa sprawność wytwarzania, $\eta_{w,g}$		0,82
13	średnia sezonowa sprawność transportu (dystrybucji), $\eta_{w,d}$		0,70
14	średnia sezonowa sprawność akumulacji, $\eta_{w,s}$		0,84
15	średnia sezonowa sprawność wykorzystania, $\eta_{w,e}$		1,00
16	całkowita sprawność systemu przygotowania cwu, $\eta_{w,tot}$		0,48
17	Roczne zapotrzebowanie na energię końcową $Q_{K,W} = Q_{W,nd} / \eta_{w,tot}$		15 423,91 kWh/rok 55,5 GJ/rok
18	Dobowe zapotrzebowanie cwu w budynku $V_{wi} * A_f =$		0,71 m ³ /doba
19	Średnie godzinowe zapotrzebowanie cwu $V_{hsred} = V_{dsred} / \text{godz.} =$		0,039 m ³ /h
20	współczynnik nierównomierności rozbioru, N_n		2,56
21	Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m ³ wody Q_{cwj}		0,104 GJ/m ³
22	Max. moc cieplna $q_{cw} = V_{hsred} * Q_{cwj} * 278 * N_n =$		2,90 kW
23	Koszt przygotowanie cwu $Q_{rcw} * O_z + q_{cw} * O_m * 12 =$		1 961 zł
24	Koszt wody zimnej $V_{cw} * 4,15 =$		1 071 zł
25	Sumaryczny koszt roczny cwu		3 032 zł
26	Średni koszt 1 m ³ cwu		11,74 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	77,6	220,4
2	81,5	250,8
3	92,8	343,6
4	93,5	350,2
stan istniejący	136,3	723,4

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	61 217,88	220,38	77,62
2	69 669,05	250,81	81,53
3	95 447,67	343,61	92,75
4	97 264,57	350,15	93,52
stan istniejący	200 932,51	723,36	136,26

Załącznik nr 6

**OBLICZENIA EMISJI ZANIECZYSZCZEŃ
w stanie istniejącym dla c.o.**

Data wykonania obliczeń

2016-03-10

DANE
WYNIKI

Roczne zużycie ciepła na cele ogrzewania

Eco= **1 083,82** GJ/a

Kaloryczność węgla

K= **24,00** MJ/kg

Ilość spalanego paliwa

Bp = **57 896,38** kg
57,90 Mg

Wskaźnik unosu pyłu zawieszonego całkowitego TSP

$W_p = 1,5 \cdot A^r =$ 10,5 kg/Mg

Wskaźnik unosu tlenków azotu

$W_{NOx/NO2} =$ 2 kg/Mg

Wskaźnik unosu tlenku węgla

$W_{CO} =$ 70 kg/Mg

Wskaźnik unosu dwutlenku węgla

$W_{CO2} =$ 1850 kg/Mg

Wskaźnik unosu dwutlenku siarki

$W_{SO2/SO2} = 16 \cdot s =$ 9,6 kg/Mg

Wskaźnik unosu benzo(a)pirenu

$W_{b-a-p} =$ 0,014 kg/Mg

Tabela

Pył	$E_p = B_p \cdot W_p$	$E_p =$	607,912	kg/a
NO _x	$E_{NOx} = B \cdot W_{NOx}$	$E_{NOx} =$	115,793	kg/a
CO	$E_{CO} = B \cdot W_{CO}$	$E_{CO} =$	4 052,747	kg/a
CO ₂	$E_{CO2} = B \cdot W_{CO2}$	$E_{CO2} =$	107 108,309	kg/a
SO ₂	$E_{SO2} = B \cdot W_{SO2}$	$E_{SO2} =$	555,805	kg/a
B-a-P	$E_{b-a-p} = B \cdot W_{b-a-p}$	$E_{b-a-p} =$	0,811	kg/a

607,91
115,79
4 052,75
107 108,31
555,81
0,81

Załącznik nr 6

**OBLICZENIA EMISJI ZANIECZYSZCZEŃ
w stanie projektowanym dla c.o.**

Data wykonania obliczeń

2016-03-10

DANE
WYNIKI

Roczne zużycie ciepła na cele ogrzewania

Eco= **368,82** GJ/a

Kaloryczność węgla

K= **24,00** MJ/kg

Ilość spalanego paliwa

Bp = **19 701,67** kg
19,70 Mg

Wskaźnik unosu pyłu zawieszonego całkowitego TSP

$W_p = 1,5 \cdot A^r =$ 10,5 kg/Mg

Wskaźnik unosu tlenków azotu

$W_{NOx/NO2} =$ 2 kg/Mg

Wskaźnik unosu tlenku węgla

$W_{CO} =$ 70 kg/Mg

Wskaźnik unosu dwutlenku węgla

$W_{CO2} =$ 1850 kg/Mg

Wskaźnik unosu dwutlenku siarki

$W_{SO2/SO2=16 \cdot s} =$ 9,6 kg/Mg

Wskaźnik unosu benzo(a)pirenu

$W_{b-a-p} =$ 0,014 kg/Mg

Tabela

Pył	$E_p = B_p \cdot W_p$	$E_p =$	206,868	kg/a
NO _x	$E_{NOx} = B \cdot W_{NOx}$	$E_{NOx} =$	39,403	kg/a
CO	$E_{CO} = B \cdot W_{CO}$	$E_{CO} =$	1 379,117	kg/a
CO ₂	$E_{CO2} = B \cdot W_{CO2}$	$E_{CO2} =$	36 448,095	kg/a
SO ₂	$E_{SO2} = B \cdot W_{SO2}$	$E_{SO2} =$	189,136	kg/a
B-a-P	$E_{b-a-p} = B \cdot W_{b-a-p}$	$E_{b-a-p} =$	0,276	kg/a

206,87

39,40

1 379,12

36 448,09

189,14

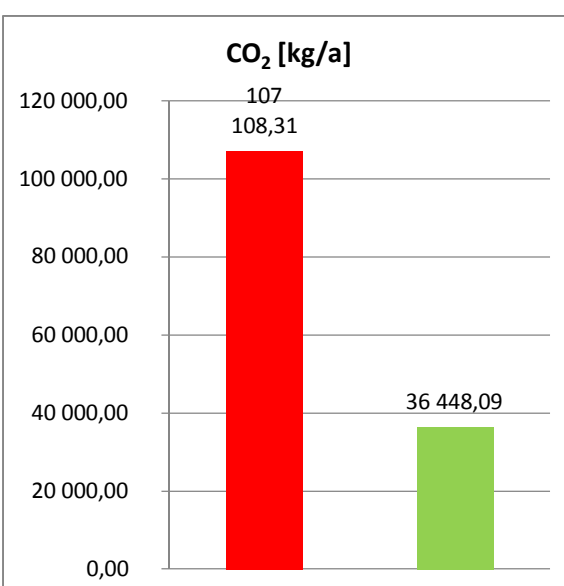
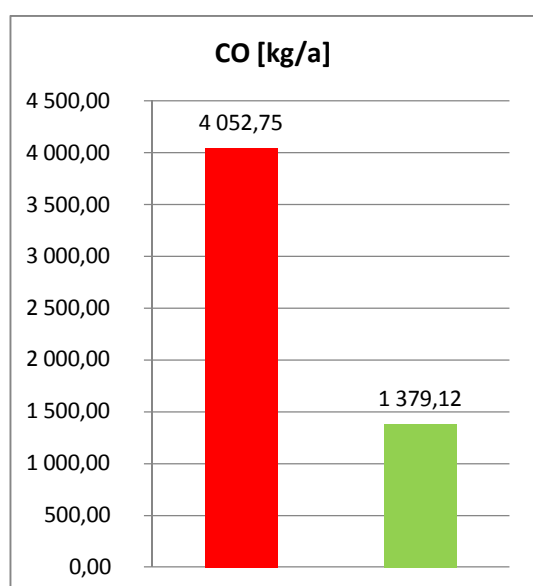
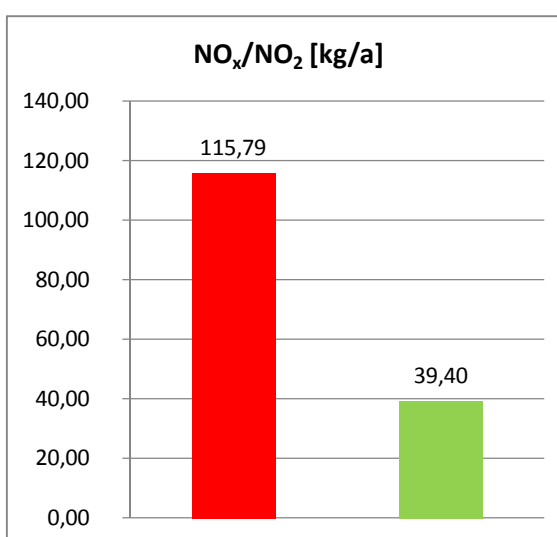
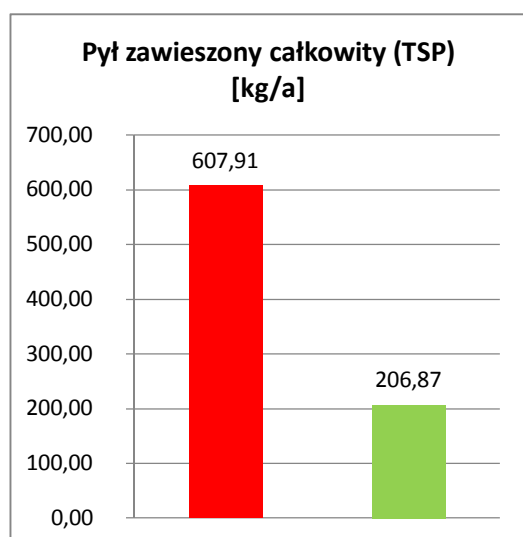
0,28

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
Pył zawieszony	kg/a	607,91	206,87	401,04	65,97
N_{ox}/N_{O2}	kg/a	115,79	39,40	76,39	65,97
CO	kg/a	4 052,75	1 379,12	2 673,63	65,97
CO₂	kg/a	107 108,31	36 448,09	70 660,22	65,97
SO _x /SO ₂	kg/a	555,81	189,14	366,67	65,97
b-a-p	kg/a	0,81	0,28	0,53	65,43

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

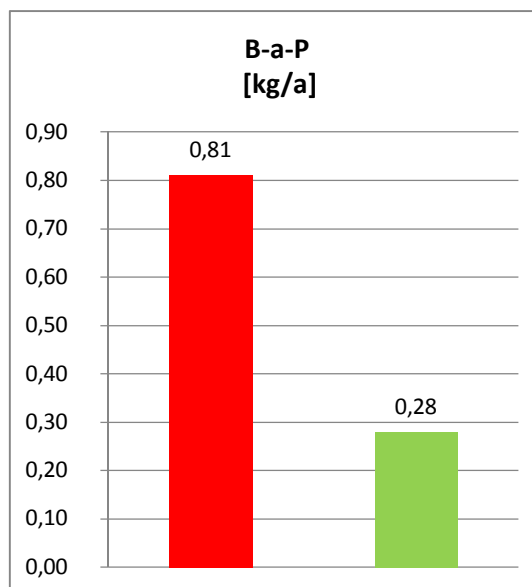
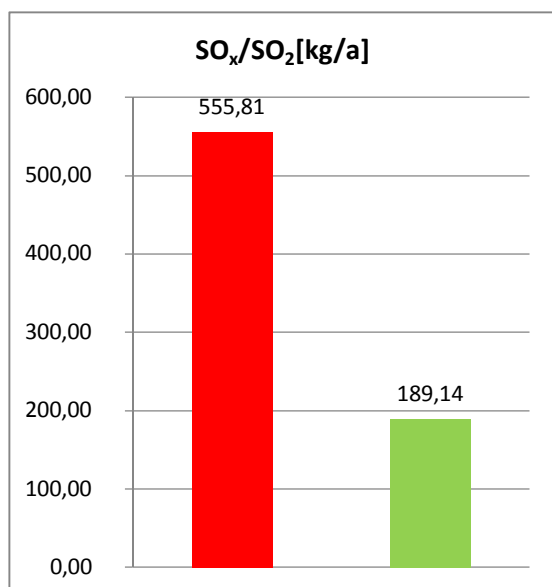


Załącznik nr 7

Bezpośredni efekt ekologiczny.

Emitowane zanieczyszczenie	Jedn.	Wielkość dotychczasowa	Wielkość planowana	Efekt ekologiczny	Zmniejszenie emisji, %
-	-	a	b	c=a-b	d=c/a*100
Pył zawieszony	kg/a	607,91	206,87	401,04	65,97
N _{ox} /N _{O2}	kg/a	115,79	39,40	76,39	65,97
CO	kg/a	4 052,75	1 379,12	2 673,63	65,97
CO ₂	kg/a	107 108,31	36 448,09	70 660,22	65,97
SO_x/SO₂	kg/a	555,81	189,14	366,67	65,97
b-a-p	kg/a	0,81	0,28	0,53	65,43

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 $P_n =$	10 700,00	6 044,00	W
2	Czas użytkowania oświetlenia $t_D =$	1 800,00	1 800,00	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 $W_{L,i} = P_n * F_C / 1000 * [(F_O * F_D * t_D) + (F_O * t_N)]$	21 935,00	12 390,20	kWh/rok
		78,97	44,60	GJ/rok
7	Cena jednostkowa energii elektrycznej	0,55	0,55	zł/kWh
8	Roczny koszt zakupu energii elektrycznej	12 064,25	6 814,61	zł/rok
9	Roczna oszczędność kosztów ΔO_{ru}	5 249,64		zł/rok
10	Koszt realizacji usprawnienia N_u	106 080,66		zł
11	SPBT = $N_u / \Delta O_{ru}$	20,21		lata