
AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

dla przedsięwzięcia termomodernizacyjnego
przewidzianego do realizacji w trybie Ustawy z dnia 21 listopada 2008 r.
o wspieraniu termomodernizacji i remontów



Obiekt	Restauracja / budynek muzeum
Adres budynku	ulica: Wolności 410 kod: 41-800 miejscowość: Zabrze powiat: Zabrze województwo: śląskie
Wykonawca audytu	Imię i nazwisko: Zbigniew Korek Tytuł zawodowy: mgr inż Nr opracowania:

1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku					
1. Dane identyfikacyjne budynku					
1.1	Rodzaj budynku	restauracja / budynek muzeum	1.2.	Rok ukończenia budowy	XI/X/XX wiek
1.3.	Inwestor <small>(nazwa lub imię i nazwisko, adres)</small>	Muzeum Górnictwa Węglowego ul.: Jodłowa 59 kod: 41-800 Zabrze powiat: Zabrze województwo: śląskie	1.4.	Adres budynku	ul. Wolności 410 kod: 41-800 Zabrze powiat: Zabrze województwo: śląskie
2. Nazwa, adres i numer REGON podmiotu wykonującego audyt					
40-087 Katowice, ul. Sokolska 74/7 fax: (32) 201 06 01, tel. kom.: 600 973 527 e-mail: korterm@korterm.pl REGON:277549174					
3. Imię, nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis					
mgr inż. Zbigniew Korek PESEL:70082200713 Podpis:  40-087 Katowice, ul. Sokolska 74/7 Posiadane kwalifikacje: • uprawnienia budowlane nr 73/2000 bez ograniczeń do projektowania w specjalności instalacyjnej • uprawnienia budowlane nr SLK/0195/OWOS/07 bez ograniczeń do kierowania robotami budowlanymi w specjalności instalacyjnej • szkolenie dla kandydatów na audytorów energetycznych nr KAPE/116/99 • uprawnienia energetyczne nr G-2/D 358/2003					
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac, posiadane kwalifikacje					
Lp.	Imię i nazwisko		Zakres udziału w opracowaniu audytu		Posiadane kwalifikacje (ew. uprawnienia)
1.					
2.					
5.	Miejscowość	Katowice	Data wykonania opracowania	kwi-13	
6. Spis treści					
1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku					str. 2
2. Karta audytu energetycznego					str. 3
3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora					str. 5
4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku					str. 6
5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku					str. 9
6. Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych					str. 10
7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego					str. 11
8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji					str. 31
9. Załączniki do audytu					str. 32

2. Karta audytu energetycznego budynku *)			
1. Dane ogólne			
1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna	
2.	Liczba kondygnacji	1	
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	6522,9	
4.	Powierzchnia netto budynku [m ²]	1323,4	
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m ²]	0	
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	1323,4	
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0	
8.	Liczba osób użytkujących budynek	100	
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	lokalnie/pojemnościowe podgrzewacze elektryczne	
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	ogrzewanie centralne/sieć ciepłownicza*	
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,60	
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/(m ² K)]		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1	DACH Dach 4,2 cm	2,528	0,219
2	PG Podłoga na gruncie 41,0 cm	0,380	0,380
3	SZ-14 Ściana zewnętrzna 14,0 cm	2,855	0,341
4	SZ-26 Ściana zewnętrzna 26,0 cm	1,976	0,324
5	SZ-33 Ściana zewnętrzna 33,0 cm	1,675	0,315
6	SZ-40 Ściana zewnętrzna 40,0 cm	1,454	0,306
7	SZ-44 Ściana zewnętrzna 44,0 cm	1,352	0,301
8	SZ-48 Ściana zewnętrzna 48,0 cm	1,263	0,297
9	SZ-56 Ściana zewnętrzna 56,0 cm	1,116	0,288
10	Okna zewnętrzne drewniane	5,100	1,500
11	Drzwi zewnętrzne stalowe	5,600	2,000
12	Drzwi zewnętrzne drewniane	5,100	2,000
3. Sprawności składowe systemu grzewczego			
1.	Sprawność wytwarzania	0,91	0,99
2.	Sprawność przesyłania	0,92	0,96
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,75	0,93
4.	Sprawność akumulacji	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewania w okresie tygodnia	0,92	0,92
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	0,91	0,91
4. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)	naturalna	naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna/kanaly	okna/kanaly
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego [m ³ /h]	5 479	5 479
4.	Liczba wymian [1/h]	0,84	0,84
5. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	330,6	104,2
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie c.w.u. [kW]	10,0	10,0
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	2 504,4	563,91
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	3 338,7	531,7
5.	Obliczeniowe zużycie energii do przygotowania c.w.u. [GJ/rok]	124,5	122,7
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (bez przygotowania c.w.u.) (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	b/d ¹	

* - Obiekt w trakcie rewitalizacji. Brak danych dotyczących rzeczywistego zużycia ciepła lub jego nośników.

7.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² rok]	106,66	24,02
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² rok]	142,19	22,64
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² rok]	700,84	111,60
6. Opłaty jednostkowe brutto (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1.	Opłata za 1 GJ energii na ogrzewanie **) [zł]	37,97	66,09
2.	Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ***) [zł]	13 719,78	0,00
3.	Opłata za podgrzanie 1 m ³ wody użytkowej**) [zł]	47,13	18,33
4.	Opłata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie c.w.u na miesiąc***) [zł]	10 221,30	0,00
5.	Opłata za ogrzanie 1 m ² powierzchni użytkowej miesięcznie [zł]	11,41	2,21
6.	Opłata abonamentowa [zł]	45,51	21,35
7.	Inne [zł]		
7. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana kwota kredytu [zł]	1 587 965,00	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	81,11
Planowane koszty całkowite [zł]	2 047 137,81	Premia termomodernizacyjna [zł]	317 593,00
Okres kredytowania [lata]	-	Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	127 319,00
<p>*) dla budynku o mieszanej funkcji należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku</p> <p>**) opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii</p> <p>***) 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:

1. Program funkcjonalno-użytkowy - Rewitalizacja budynku Łaźni Łańcuskowej Zabrze ul. Wolności 408 wykonany przez "Arkona" Janusz Kotuła ul. Wierzbowa 3, 41-908 Bytom.

3.2. Inne dokumenty

1. Ustawa z dnia 21.11.2008r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów, (Dz. U. 2008 nr 223, poz. 1459).
2. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17.03.2009 roku w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz. U. 2009 nr 43 poz. 346).
3. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 06.11.2008 roku zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. 2008 nr 201 poz. 1238 z późn. zmianami).
4. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6.11.2008 roku w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej
5. Polska Norma PN-EN 12831:2006 "Instalacje grzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego".
6. Polska Norma PN-EN ISO 13790: 2009 "Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia".
7. Polska Norma PN-EN-ISO 13789:2008 "Właściwości cieplne budynków. Współczynnik strat ciepła przez przenikanie. Metoda obliczania."
8. Polska Norma PN-82/B-02403 "Ogrzewnictwo. Temperatuty obliczeniowe zewnętrzne."
9. Polska Norma PN-EN-ISO 6946:2004 "Komponenty budowlane i elementy budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczania."
10. Polska Norma PN-EN ISO 10077-1:2007 "Ciepne właściwości użytkowe okien, drzwi i żaluzji. Obliczanie współczynnika przenikania ciepła. Część 1: Postanowienia ogólne."
11. Polska Norma PN-B-03430:1983 (zmiana PN-83/B-03430/Az3:2000) "Wentylacja w budynkach mieszkalnych."
12. Polska Norma PN-ISO 9836:1997 "Określanie i obliczanie wskaźników powierzchni i kubatur."

3.3. Osoby udzielające informacji

1. Wywiad z przedstawicielem inwestora, notatka służbowa

3.4. Data wizji lokalnej

Kwiecień 2013

3.5. Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi Inwestora (Zleceniodawcy)

1. Obniżenie kosztów ogrzewania budynku.
2. Wykorzystanie dofinansowania ze środków NFOŚiGW w Warszawie i WFOŚiGW w Katowicach.
3. Z uwagi na zabytkowy charakter budynku docieplenie ścian zewnętrznych od wewnątrz.
4. Docieplenie dachu.
5. Wymiana okien.
6. Zgodnie z wytycznymi dotyczącymi ogrzewania całego kompleksu budynków na terenie muzeum przyjąć, iż docelowo obiekt zasilany będzie w ciepło z kotłowni lokalnej z zastosowaniem kotłów gazowych oraz wykorzystaniem ciepła z układu kogeneracyjnego. Dlatego też rozpatrzyć należy wykonanie nowego, wysokosprawnego systemu grzewczego w zakresie instalacji i źródła ciepła.
7. Z uwagi na funkcję obiektu przyjąć, iż systemem docelowym przygotowania c.w.u. będzie przygotowanie centralne z zastosowaniem ciepła z układu kogeneracyjnego.

3.6. Zadeklarowany maksymalny wkład własny na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz kwota kredytu możliwego do zaciągnięcia przez inwestora

nie określono

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4.a. Ogólne dane o budynku

Identyfikator budynku	
Własność	prywatna spółdzielcza <u>samorządowa instytucja kultury</u>
Przeznaczenie budynku	
Adres	41-800 Zabrze, ul. Wolności 410
Budynek	<u>wolnostojący</u> segment w zabudowie szeregowej bliźniak blok mieszkalny, wielorodzinny

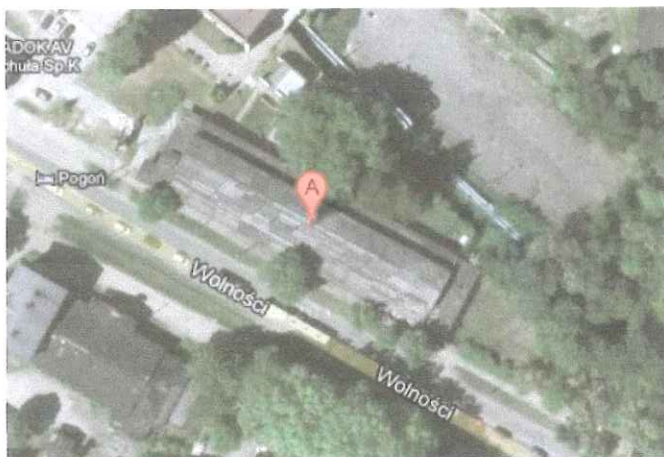
Rok budowy	XIX/XX wiek		Rok zasiedlenia	XIX/XX wiek	
Technologia budynku	UW-2Ż-cegła żerańska		RWB	BSK	RBM-73 RWP-75
PBU-59 PBU-62	UW-2-J	WUF-62	WUF-T	OWT-67	OWT-75 "Szczecin"
W-70 Wk-70	SBM-75	ZSBO	"Stolica"	monolit	<u>tradycyjna</u> ramowa
szkieletowa		inna, jaka:			
1	Powierzchnia zabudowy ¹⁾ [m ²]	1 430,00	11	Liczba klatek schodowych	0
2	Kubatura budynku ²⁾ [m ³]	6 937,04	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, sztybów, wind, otwartych wnęk, loggi i galerii [m ³]	6522,9	13	Wysokość kondygnacji w świetle [m] (średnia)	5,09
4	Powierzchnia użytkowa pomieszczeń ¹⁾ [m ²]	1 281,85	14	Liczba użytkowników	100
5	Powierzchnia korytarzy [m ²]	41,6	15	Liczba pomieszczeń	26
6	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym [m ²]	0	16	Liczba pomieszczeń o powierzchni <50 m ²	22
7	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy [m ²] (m.in.: szatnie, pom. techniczne, gospodarcze)	0	17	Liczba pomieszczeń o powierzchni 50-100 m ²	1
8	Powierzchnia usługowa pomieszczeń ogrzewanych (usługi, sklepy, itp.) [m ²]	0	18	Liczba pomieszczeń o powierzchni >100 m ²	3
9	Powierzchnia użytkowa ogrzewanej części budynku [m ²]	1323,4	19	Liczba łazienek	3
10	Budynek podpiwniczony	nie	20	Liczba pomieszczeń z WC osobno	0

¹⁾ wg PN-70/B-02365 Powierzchnia budynków. Podział, określenia i zasady obmiaru

²⁾ wg PN-69/B-02360 Kubatura budynków. Zasady obliczania.

4.b. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Obiekt wolnostojący, jednokondygnacyjny, nadpodpiwniczony w układzie bazylikowym z główną nawą wysokości ok. 8,5m oraz bocznymi o wysokości ok. 5m z dwiema przybudówkami umieszczonymi w skrzydłach NW i SE. Budynek murowany ze ścianami zewnętrznymi gr. ok. 51cm. Całość konstrukcji w obrębie nawy środkowej podparta wewnętrznymi stalowymi kolumnami. Dach drewniany wykonany w konstrukcji płatwiowo - kleszczowej ze ścianką stołcową. pokrycie dachu z papy na pełnym deskowaniu. Stalarka okienna drewniana - przeznaczona do wymiany. Drzwi zewnętrzne stalowe i drewniane przeznaczone do wymiany.



Lokalizacja inwestycji.

źródło: www.google.pl

Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych

Lp.	Przegroda	budynek	Pow. całkow. m ²	Pow. do obl. strat ciepła m ²	U _k W/(m ² ·K)	Pow. okien m ²	U okna W/(m ² ·K)	Pow. drzwi m ²	U drzwi W/(m ² ·K)
1	Ściana zewnętrzna	NW	126,05	116,98	2,855; 1,976;	9,07	5,000	0,00	
		NE	492,75	364,30	1,675; 1,454;	111,31	5,000	17,14	3,000; 5,000
		SE	128,22	113,02	1,352; 1,263;	11,07	5,000	4,13	3,000
		SW	452,72	318,84	1,116	129,88	5,000	4,00	5,000
2	Dach		1369,72	1369,72	2,528				
3	Podłoga na gruncie		1323,40	1323,40	0,380				

4.c. Charakterystyka energetyczna budynku

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Szczytowa moc cieplna (zapotrzebowanie na moc cieplną dla c.o.)	q_{moc} [kW] 330,6
2.	Zamówiona moc cieplna (dla c.o.)	q [kW] b/d ¹
3.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	Q_H [GJ] 2504,38
4.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania ciepła	$E=Q_H/V$ [kWh/m ³ a] 106,66
5.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	Q_S [GJ] 3 338,7
6.	Taryfa opłat (z VAT)	
	opłata stała (za moc zamówioną + przesył) miesięcznie	zł/MMW 13 719,78
	opłata zmienna (za ciepło + przesył) wg licznika	zł/GJ 37,97
	opłata abonamentowa miesięcznie	zł 0,00

4d. Charakterystyka systemu ogrzewania

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Typ instalacji	wodna, pompowa
2.	Parametry pracy instalacji	90/70 °C
3.	Przewody w instalacji	stalowe
4.	Rodzaje grzejników	grzejniki rurowe
5.	Oslonięcie grzejników	brak
6.	Zawory termostatyczne	brak
7.	Sprawności składowe systemu grzewczego*	$\eta_p = 0,92$
		$\eta_r = 0,75$
		$\eta_w = 0,91$
		$\eta_e = 1,00$
8.	Liczba dni ogrzewania w tygodniu/liczba godzin na dobę	6/16
9.	Modernizacja systemu grzewczego po 1984 r.	nie
	Uwagi	¹ - Obiekt w trakcie rewitalizacji. Brak danych dotyczących rzeczywistego zużycia ciepła lub jego nośników.

4.e. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj instalacji	woda przygotowywana lokalnie w podgrzewaczach elektrycznych pojemnościowych
2.	Piony i ich izolacja	brak
3.	Opomiarowanie (wodomierze indywidualne)	brak
4.	Zużycie ciepłej wody w m ³ /m-c określone wg pomiaru	b/d ¹

¹ - Obiekt w trakcie rewitalizacji. Brak danych dotyczących rzeczywistego zużycia ciepła lub jego nośników.

4.f. Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj wentylacji	wentylacja naturalna grawitacyjna
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego m ³ /h	5 479

4.g. Charakterystyka węzła cieplnego lub kotłowni w budynku

Budynek w trakcie rewitalizacji, odłączony od źródła ciepła. Jak stan odniesienia przyjęto ogrzewanie obiektu z miejskiego systemu ciepłowniczego poprzez stacje wymienników ciepła.

5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

5.1. Elementy konstrukcyjne i ochrona cieplna budynku

Konstrukcja tradycyjna. Ściany z cegły pełnej głównie o śr. grubości 44cm. Dach pokryty papą na deskowaniu. Podłoga na gruncie betonowa. Budynek niepodpiwniczony. Okna w budynku drewniane - nieszczelne. Drzwi zewnętrzne, na ścianie frontowej - drewniane nieszczelne, na ścianie tylnej stalowe. Ściany nieocieplone.

5.2. System grzewczy

Ze względu na trwające prace modernizacyjne związane z rewitalizacją obiektu instalacja grzewcza jest zdemontowana dlatego też nie jest możliwe określenie stanu technicznego systemu grzewczego. Na podstawie wywiadu z inwestorem ustalono, iż obiekt był czasowo dogrzewany grzejnikami elektrycznymi.

Jak stan odniesienia przyjęto ogrzewanie obiektu z miejskiego systemu ciepłowniczego poprzez stacje wymienników ciepła.

5.3. System zaopatrzenia w c.w.u.

Instalacja c.w.u. - przygotowanie lokalnie w podgrzewaczach elektrycznych pojemnościowych.

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

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	Przegrody zewnętrzne <u>Przegrody zewnętrzne</u> mają niezadowalające wartości współczynnika przenikania ciepła U [W/m^2K]: 2,855; 1,976; 1,675; 1,454; - ściany zewnętrzne $U=$ 1,352; 1,263; 1,116 - dach $U=$ 2,528	Należy docieplić przegrody zewnętrzne - dla ścian $R_{min}=4,0$ - dla dachu $R_{min}=4,5$
2	Okna drewniane, drzwi drewniane i stalowe o współczynniku U [W/m^2K]: - okna $U:$ 5,100 - drzwi $U:$ 5,100; 5,600	Należy wymienić okna drewniane i drzwi stalowe $U:$ 1,800 $U:$ 2,600
3	<u>Wentylacja grawitacyjna</u> - nie stwierdzono nieprawidłowości w funkcjonowaniu	bez zmian
4	<u>System grzewczy</u> - ciepło z sieci miejskiej	Modernizacja instalacji c.o. i kotłowni z zastosowaniem kotłów gazowych oraz wykorzystaniem ciepła z układu kogeneracyjnego
5	<u>System zaopatrzenia w c.w.u.</u> - przygotowanie lokalne w podgrzewaczach pojemnościowych	Modernizacja układu c.w.u. - przygotowanie centralne c.w.u. z zastosowaniem ciepła z układu kogeneracyjnego

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

Lp.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
1	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez ściany zewnętrzne	Ocieplenie ścian zewnętrznych
2	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez stropodach.	Ocieplenie dachu
3	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez okna i drzwi zewnętrzne	Wymiana okien i drzwi
4	Modernizacja systemu wentylacji	bez zmian
5	Modernizacja instalacji c.o.	Modernizacja instalacji c.o. i kotłowni z zastosowaniem kotłów gazowych oraz wykorzystaniem ciepła z układu kogeneracyjnego
6	Zmniejszenie kosztów przygotowania ciepłej wody użytkowej	Modernizacja układu c.w.u. - przygotowanie centralne c.w.u. z zastosowaniem ciepła z układu kogeneracyjnego

7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.1. Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło

Lp.	Grupa usprawnień	Rodzaje usprawnień
1	2	3
I	Usprawnienia dotyczące zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody budowlane	
	j.w. przez ściany zewnętrzne i wewnętrzne	Ocieplenie ścian zewnętrznych
	j.w. przez dach	Ocieplenie dachu
	Usprawnienia dotyczące zmniejszenia strat przez przenikanie przez okna i drzwi oraz zmniejszenia strat na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego	Wymiana okien i drzwi
II	Zmniejszenie zużycia ciepła do ogrzewania powietrza wentylacyjnego	bez zmian
	Zmniejszenie zużycia ciepła do przygotowania c.w.u.	Modernizacja układu c.w.u. - przygotowanie centralne c.w.u. z zastosowaniem ciepła z układu kogeneracyjnego
	Usprawnienia dotyczące zmniejszenia zapotrzebowania ciepła układu c.o. oraz zwiększenia jego sprawności	Modernizacja instalacji c.o. i kotłowni z zastosowaniem kotłów gazowych oraz wykorzystaniem ciepła z układu kogeneracyjnego

7.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu optymalnego

W niniejszym rozdziale w kolejnych tabelach dokonuje się:

- Oceny opłacalności i wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie drzwi i okien zewnętrznych
- Oceny opłacalności i przedsięwzięcia poprawiającego sprawność systemu grzewczego,
- Oceny opłacalności i wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia polegającego na dociepleniu ścian, stropu nad ostatnią kondygnacją i dachu
- Zestawienia optymalnych usprawnień i przedsięwzięć z podaniem prostego czasu zwrotu nakładów (SPBT) charakteryzującego każde usprawnienie.

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Wyszczególnienie	W stanie istniejącym	Po termo-modernizacji	Jednostki
t_{wo}	20,0	20,0	$^{\circ}\text{C}$
t_{zo}	-20,0	-20,0	$^{\circ}\text{C}$
S_d dla przegród zewnętrznych ($t_{wo}=20^{\circ}\text{C}$)	3 742,8	3 742,8	dzień K/a
Opłaty za ciepło na cele grzewcze			
O_{0m}, O_{1m}	13 719,78	0,00	zł/(MW m-c)
O_{0z}, O_{1z}	37,97	66,09	zł/GJ
A_{b0}, A_{b1}	0,00	21,35	zł/m-c
Opłaty za ogrzewanie c.w.u.			
O_{0m}, O_{1m}	10 221,30	0,00	zł/(MW m-c)
O_{0z}, O_{1z}	137,76	66,09	zł/GJ
A_{b0}, A_{b1}	45,51	21,35	zł/m-c

7.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				DACH Dach 4,2 cm		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat				A_0	=	1 369,72 m ²
				A_1	=	1 369,72
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A_{kosz}	=	1 437,28 m ²
obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego				t_{w0}	=	20 °C
obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego				t_{z0}	=	-20 °C
liczba stopniodni dla stanu po modernizacji				S_d	=	3 742,8
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie dachu wełną mineralną układaną w przestrzeni międzykrokwiowej o współczynniku przewodności cieplnej:						
				λ =	0,036	W/(mK) .
Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 4,5$ (m ² K)/W						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1						
wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 4 cm większej niż w wariantcie 1						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,15	0,17	0,19
2	we	m ² K/W		4,167	4,722	5,278
3	Opór cieplny R	m ² K/W	0,396	4,562	5,118	5,673
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} S_d \cdot A / R$	GJ/a	1119,8	97,1	86,5	78,1
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A (t_{w0} - t_{z0}) / R$	MW	0,139	0,012	0,011	0,010
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) O_m$	zł/a		59 740,85	60 305,66	60 792,11
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		175,00	185,00	195,00
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		251 524,00	265 896,80	280 269,60
9	$SPBT= N_U/\Delta O_{ru}$	lata		4,21	4,41	4,61
10	U_0, U_1	W/m ² K	2,528	0,219	0,195	0,176
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² na podstawie średnich cen rynkowych.						
Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni dachu nad pomieszczeniami ogrzewanymi						
Wybrany wariant : 1		Koszt : 251 524 zł		SPBT=		4,2 lat

7.2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		Przegroda				
		SZ-14 Ściana zewnętrzna 14,0 cm				
Dane:	powierzchnia przegrody do obliczania strat	A_0	= 43,08 m ²			
		A_1	= 43,08			
	powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	A_{kosz}	= 43,84 m ²			
	obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego	t_{w0}	= 20 °C			
	obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego	t_{z0}	= -20 °C			
	liczba stopniodni	S_d	= 3 742,8			
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ścian płytą IQ-Therm o współczynniku przewodności cieplnej:						
$\lambda = $ 0,031 W/(mK) .						
Grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego						
$R \geq 4,0$ (m ² K)/W to 12 cm.						
Ze względu na brak możliwości ocieplenia budynku od zewnątrz (obiekt zabytkowy) przyjęto maksymalną możliwą grubość płyty ociepleniowej wewnętrznej 8 cm i nie analizowano innych wariantów.						
Wariantów nie rozpatruje się.						
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g	m		0,08		
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² K/W		2,581		
3	Opór cieplny R	m ² K/W	0,350	2,931		
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} S_d A / R$	GJ/a	39,8	4,8		
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A (t_{w0} - t_{z0}) / R$	MW	0,005	0,001		
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{1U} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) O_m$	zł/a		1 988,39		
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		730,00		
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		32 003,20		
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{1U}$	lata		16,10		
10	U_0, U_1	W/m ² K	2,855	0,341		
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² na podstawie średnich cen rynkowych.						
Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni ścian pomniejszoną o powierzchnię okien i drzwi.						
Wybrany wariant : 1		Koszt :	32 003 zł	SPBT=	16,1 lat	

7.2.3. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				SZ-26 Ściana zewnętrzna 26,0 cm		
Dane:						
powierzchnia przegrody do obliczania strat		A_0	=	117,35	m^2	
		A_1	=	117,35		
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia		A_{kosz}	=	118,79	m^2	
obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego		t_{w0}	=	20	$^{\circ}C$	
obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego		t_{z0}	=	-20	$^{\circ}C$	
liczba stopniodni		S_d	=	3 742,8		
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ścian płytą IQ-Therm o współczynniku przewodności cieplnej:						
$\lambda = 0,031 \text{ W/(mK)}$						
Grubość warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 4,0 \text{ (m}^2\text{K)/W}$ to 11 cm.						
Ze względu na brak możliwości ocieplenia budynku od zewnątrz (obiekt zabytkowy) przyjęto maksymalną możliwą grubość płyty ociepleniowej wewnętrznej 8 cm i nie analizowano innych wariantów.						
Wariantów nie rozpatruje się.						
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący*	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,08		
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m^2/KW		2,581		
3	Opór cieplny R	m^2/KW	0,506	3,087		
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} S_d A / R$	GJ/a	75,0	12,3		
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} A (t_{w0} - t_{z0}) / R$	MW	0,009	0,002		
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12 (q_{0U} - q_{1U}) O_m$	zł/a		3 532,85		
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/ m^2		730,00		
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		86 716,70		
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		24,55		
10	U_0, U_1	$W/m^2 K$	1,976	0,324		
<p>Podstawa przyjętych wartości N_U</p> <p>Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m^2 na podstawie średnich cen rynkowych.</p> <p>Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni ścian pomniejszoną o powierzchnię okien i drzwi.</p>						
Wybrany wariant : 1		Koszt : 86 717 zł		SPBT= 24,5 lat		

7.2.4. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		Przegroda				
		SZ-33 Ściana zewnętrzna 33,0 cm				
Dane:		powierzchnia przegrody do obliczania strat		A_0	=	123,87 m ²
				A_1	=	123,87
		powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia		A_{kosz}	=	125,18 m ²
		obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego		t_{w0}	=	20 °C
		obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego		t_{z0}	=	-20 °C
		liczba stopniodni		S_d	=	3 742,8
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ścian płytą IQ-Therm o współczynniku przewodności cieplnej:						
$\lambda = $ 0,031 W/(mK) .						
Grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 4,0$ (m²K)/W to 11 cm.						
Ze względu na brak możliwości ocieplenia budynku od zewnątrz (obiekt zabytkowy) przyjęto maksymalną możliwą grubość płyty ociepleniowej wewnętrznej 8 cm i nie analizowano innych wariantów.						
Wariantów nie rozpatruje się.						
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący*	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g=$	m		0,08		
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m²K/W		2,581		
3	Opór cieplny R	m²K/W	0,597	3,178		
4	$Q_{BU}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} S_d A / R$	GJ/a	67,1	12,6		
5	$q_{oU}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A (t_{w0} - t_{z0}) / R$	MW	0,008	0,002		
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{BU} - Q_{1U}) O_z + 12 (q_{oU} - q_{1U}) O_m$	zł/a		3 056,90		
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m²		730,00		
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		91 381,40		
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		29,89		
10	U_0, U_1	W/m²K	1,675	0,315		
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m² na podstawie średnich cen rynkowych.						
Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni ścian pomniejszoną o powierzchnię okien i drzwi.						
Wybrany wariant : 1		Koszt : 91 381 zł		SPBT=		29,9 lat

7.2.5. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				SZ-40 Ściana zewnętrzna 40,0 cm		
Dane:				A_0	=	93,42 m ²
				A_1	=	93,42
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A_{kosz}	=	99,19 m ²
obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego				t_{w0}	=	20 °C
obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego				t_{z0}	=	-20 °C
liczba stopniodni				S_d	=	3 742,8
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ścian płytą IQ-Therm o współczynniku przewodności cieplnej:						
$\lambda = 0,031 \text{ W/(mK)}$						
Grubość warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 4,0 \text{ (m}^2\text{K)/W}$ to 11 cm.						
Ze względu na brak możliwości ocieplenia budynku od zewnątrz (obiekt zabytkowy) przyjęto maksymalną możliwą grubość płyty ociepleniowej wewnętrznej 8 cm i nie analizowano innych wariantów.						
Wariantów nie rozpatruje się.						
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący*	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,08		
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² /KW		2,581		
3	Opór cieplny R	m ² /KW	0,688	3,269		
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} S_d A / R$	GJ/a	43,9	9,2		
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} A (t_{w0} - t_{z0}) / R$	MW	0,005	0,001		
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12 (q_{0U} - q_{1U}) O_m$	zł/a		1 975,12		
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		730,00		
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		72 408,70		
9	SPBT= $N_U / \Delta O_{ru}$	lata		36,66		
10	U_0, U_1	W/m ² K	1,454	0,306		
<p>Podstawa przyjętych wartości N_U</p> <p>Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m² na podstawie średnich cen rynkowych.</p> <p>Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni ścian pomniejszoną o powierzchnię okien i drzwi.</p>						
Wybrany wariant : 1		Koszt : 72 409 zł		SPBT= 36,7 lat		

7.2.6. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		Przegroda				
		SZ-44 Ściana zewnętrzna 44,0 cm				
Dane:		powierzchnia przegrody do obliczania strat		A_0	=	248,80 m ²
				A_1	=	248,80
		powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia		A_{kosz}	=	255,93 m ²
		obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego		t_{w0}	=	20 °C
		obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego		t_{z0}	=	-20 °C
		liczba stopniodni		S_d	=	3 742,8
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ścian płytą IQ-Therm o współczynniku przewodności cieplnej:						
		$\lambda = $ 0,031 W/(mK) .				
Grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 4,0$ (m ² K)/W to 11 cm.						
Ze względu na brak możliwości ocieplenia budynku od zewnątrz (obiekt zabytkowy) przyjęto maksymalną możliwą grubość płyty ociepleniowej wewnętrznej 8 cm i nie analizowano innych wariantów.						
Wariantów nie rozpatruje się.						
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący*	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g=$	m		0,08		
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² K/W		2,581		
3	Opór cieplny R	m ² K/W	0,740	3,320		
4	$Q_{0u}, Q_{1u} = 8,64 \cdot 10^{-5} S_d A / R$	GJ/a	108,7	24,2		
5	$q_{0u}, q_{1u} = 10^{-6} A (t_{w0} - t_{z0}) / R$	MW	0,013	0,003		
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0u} - Q_{1u}) O_z + 12 (q_{0u} - q_{1u}) O_m$	zł/a		4 855,51		
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		730,00		
8	Koszt realizacji usprawnienia N_u	zł		186 828,90		
9	$SPBT = N_u / \Delta O_{ru}$	lata		38,48		
10	U_0, U_1	W/m ² K	1,352	0,301		
Podstawa przyjętych wartości N_u						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² na podstawie średnich cen rynkowych.						
Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni ścian pomniejszoną o powierzchnię okien i drzwi.						
Wybrany wariant : 1		Koszt : 186 829 zł		SPBT= 38,5 lat		

7.2.7. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		Przegroda				
		SZ-48 Ściana zewnętrzna 48,0 cm				
Dane:		powierzchnia przegrody do obliczania strat		A_0	=	77,72 m ²
				A_1	=	77,72
		powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia		A_{kosz}	=	77,72 m ²
		obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego		t_{w0}	=	20 °C
		obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego		t_{z0}	=	-20 °C
		liczba stopniodni		S_d	=	3 742,8
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ścian płytą IQ-Therm o współczynniku przewodności cieplnej:						
$\lambda = $ 0,031 W/(mK) .						
Grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 4,0$ (m ² K)/W to 10 cm.						
Ze względu na brak możliwości ocieplenia budynku od zewnątrz (obiekt zabytkowy) przyjęto maksymalną możliwą grubość płyty ociepleniowej wewnętrznej 8 cm i nie analizowano innych wariantów.						
Wariantów nie rozpatruje się.						
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący*	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g=$	m		0,08		
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² K/W		2,581		
3	Opór cieplny R	m ² K/W	0,792	3,372		
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} S_d A / R$	GJ/a	31,7	7,5		
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A (t_{w0} - t_{z0}) / R$	MW	0,004	0,001		
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12 (q_{0U} - q_{1U}) O_m$	zł/a		1 416,18		
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		730,00		
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		56 735,60		
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		40,06		
10	U_0, U_1	W/m ² K	1,263	0,297		
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² na podstawie średnich cen rynkowych.						
Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni ścian pomniejszoną o powierzchnię okien i drzwi.						
Wybrany wariant : 1		Koszt : 56 736 zł		SPBT= 40,1 lat		

7.2.8. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		Przegroda				
		SZ-56 Ściana zewnętrzna 56,0 cm				
Dane:		powierzchnia przegrody do obliczania strat				
		A_0	= 208,89 m ²			
		A_1	= 208,89			
	powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	A_{kosz}	= 208,89 m ²			
	obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego	t_{w0}	= 20 °C			
	obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego	t_{z0}	= -20 °C			
	liczba stopniodni	S_d	= 3 742,8			
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ścian płytą IQ-Therm o współczynniku przewodności cieplnej:						
	$\lambda = $ 0,031 W/(mK) .					
Grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 4,0$ (m²K)/W to 10 cm.						
Ze względu na brak możliwości ocieplenia budynku od zewnątrz (obiekt zabytkowy) przyjęto maksymalną możliwą grubość płyty ociepleniowej wewnętrznej 8 cm i nie analizowano innych wariantów.						
Wariantów nie rozpatruje się.						
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący*	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,08		
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m²K/W		2,581		
3	Opór cieplny R	m²K/W	0,896	3,476		
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} S_d A / R$	GJ/a	75,4	19,4		
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} A (t_{w0} - t_{z0}) / R$	MW	0,009	0,002		
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12 (q_{0U} - q_{1U}) O_m$	zł/a		3 278,25		
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m²		730,00		
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		152 489,70		
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		46,52		
10	U_0, U_1	W/m²K	1,116	0,288		
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m² na podstawie średnich cen rynkowych.						
Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni ścian pomniejszoną o powierzchnię okien i drzwi.						
Wybrany wariant : 1		Koszt : 152 490 zł		SPBT=		46,5 lat

				Przedsięwzięcie		
7.2.9. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji				Okna zewnętrzne drewniane		
<div>Dane: powierzchnia okien<div><div><div><div>$A_{ok,1}=261,33\text{ m}^2$</div><div>$A_{ok,2}=261,33\text{ m}^2$</div><div>$V_{nom1}=\psi=4\,996,12\text{ m}^3/\text{h}$</div><div>$V_{nom2}=\psi=4\,996,12\text{ m}^3/\text{h}$</div><div>$C_w=1,00$</div></div></div><div>$V_{obi}=\psi\cdot C_m$</div></div></div> <div><div>obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego</div><div>obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego</div><div>liczba stopniodni</div></div> <div><div>$t_{w0}=20\text{ }^{\circ}\text{C}$</div><div>$t_{z0}=-20\text{ }^{\circ}\text{C}$</div><div>$S_d=3\,742,8$</div></div>						
Opis wariantów usprawnienia						
Usprawnienie polega na wymianie okien istniejących na okna o niższym współczynniku U oraz podwyższonej szczelności.						
Rozpatruje się 3 warianty wymiany okien:						
wariant 1: okna o współczynniku U=				1,500	W/(m ² *K)	$a_1<0,3$
wariant 2: okna o współczynniku U=				1,700	W/(m ² *K)	
wariant 3: okna o współczynniku U=				1,800	W/(m ² *K)	
Lp.	Opis wariantów usprawnienia	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania ciepła U	W/m ² K	5,1	1,500	1,700	1,800
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	C _r	-	1,1	0,70	0,70
		C _m	-	1,2	1,00	1,00
3	$8,64\cdot10^{-5}\cdot S_d\cdot A_{ok}\cdot U$	GJ/a	431,0	126,8	143,7	152,1
4	$2,94\cdot10^{-5}\cdot C_r\cdot C_w\cdot V_{nom}\cdot S_d$	GJ/a	604,7	384,8	384,8	384,8
5	Q ₀ , Q ₁ = (3) + (4)	GJ/a	1035,7	511,6	528,5	537,0
6	$10^{-6}\cdot A_{ok}\cdot (t_{w0}-t_{z0})\cdot U$	MW	0,0533	0,0157	0,0178	0,0188
7	$3,4\cdot10^{-7}\cdot V_{obi}\cdot (t_{w0}-t_{z0})$	MW	0,0815	0,0679	0,0679	0,0679
8	q ₀ , q ₁ = (6) + (7)	MW	0,1348	0,0836	0,0857	0,0868
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U}-Q_{1U})\cdot O_z+12(q_{0U}-q_{1U})\cdot O_m$	zł/rok		28 334,38	27 348,42	26 855,44
10	Koszt wymiany okien N _{ok}	zł		574 926,00	561 859,50	548 793,00
11	Koszt modernizacji wentylacji N _w	zł		0,00	0,00	0,00
12	SPBT = (N _{ok} +N _w)/ΔO _{ru}	lata		20,29	20,54	20,44
Podstawa przyjętych wartości N _U						
Przyjęto ceny jednostkowe wymiany okien wg cen lokalnych wytwórców i firm montażowych.						
Koszt wymiany stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni wymienianej stolarki.						
wariant 1 : koszt wymiany okien: 261,33 m ² * 2 200,00 zł/m ² = 574 926,00 zł						
wariant 2 : koszt wymiany okien: 261,33 m ² * 2 150,00 zł/m ² = 561 859,50 zł						
wariant 3 : koszt wymiany okien: 261,33 m ² * 2 100,00 zł/m ² = 548 793,00 zł						
Wybrany wariant : 1		Koszt :	574 926 zł	SPBT=	20,3	lat

				Przedsięwzięcie		
7.2.10. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie drzwi oraz poprawie systemu wentylacji				Drzwi zewnętrzne stalowe		
<div>Dane: powierzchnia drzwi<div><div><div><div>$A_{dz,1}=$</div><div>17,37 m²</div></div><div>$A_{dz,2}=$</div><div>17,37 m²</div></div><div>$V_{nom1}=$</div><div>$\psi =$</div><div>332,08 m³/h</div></div><div>$V_{nom2}=$</div><div>$\psi =$</div><div>332,08 m³/h</div></div> <div>$C_w=$</div> <div>1,00</div> <div><div>obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego<div>$t_{w0} =$</div><div>16 °C</div></div><div>obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego<div>$t_{z0} =$</div><div>-20 °C</div></div><div>liczba stopniodni<div>$S_d =$</div><div>3 742,8</div></div></div>						
Opis wariantów usprawnienia						
Usprawnienie polega na wymianie drzwi istniejących na drzwi o niższym współczynniku U oraz podwyższonej szczelności						
Rozpatruje się 3 warianty wymiany drzwi:						
wariant 1: drzwi o współczynniku U=				2,000	W/(m²·K)	$a_1 <$ 0,3
wariant 2: drzwi o współczynniku U=				2,200	W/(m²·K)	
wariant 3: drzwi o współczynniku U=				2,400	W/(m²·K)	
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania ciepła U	W/m²K	5,6	2,000	2,200	2,400
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	C _r	-	0,70	0,70	0,70
		C _m	-	1,00	1,00	1,00
3	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{dz} \cdot U$	GJ/a	31,5	11,2	12,4	13,5
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	40,2	25,6	25,6	25,6
5	Q ₀ , Q ₁ = (3) + (4)	GJ/a	71,7	36,8	37,9	39,1
6	$10^{-6} \cdot A_{dz} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,0035	0,0013	0,0014	0,0015
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{obl} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0049	0,0041	0,0041	0,0041
8	q ₀ , q ₁ = (6) + (7)	MW	0,0084	0,0053	0,0054	0,0056
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12 \cdot (q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$	zł/rok		1 827,27	1 764,02	1 700,78
10	Koszt wymiany drzwi N _{dz}	zł		52 110,00	50 373,00	48 636,00
11	Koszt modernizacji wentylacji N _w	zł		0,00	0,00	0,00
12	SPBT = (N _{ok} +N _w)/ΔO _{ru}	lata		28,52	28,56	28,60
Podstawa przyjętych wartości N _U						
Przyjęto ceny jednostkowe wymiany drzwi wg cen lokalnych wytwórców i firm montażowych.						
Koszt wymiany stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni wymienianej stolarki.						
wariant 1 : koszt wymiany drzwi:				17,37 m² ·	3 000,00 zł/m² =	52 110,00 zł
wariant 2 : koszt wymiany drzwi:				17,37 m² ·	2 900,00 zł/m² =	50 373,00 zł
wariant 3 : koszt wymiany drzwi:				17,37 m² ·	2 800,00 zł/m² =	48 636,00 zł
Wybrany wariant : 1		Koszt :	52 110 zł	SPBT=	28,5 lat	

7.2.11. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie drzwi oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie		
				Drzwi zewnętrzne drewniane		
<div>Dane: powierzchnia drzwi<div><div><div>A_{dz,1}=7,90 m²</div><div>A_{dz,2}=7,90 m²</div><div>V_{nom1}=ψ = 133,38 m³/h</div><div>V_{nom2}=ψ = 133,38 m³/h</div><div>C_w=1,00</div></div><div>obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego liczba stopniodni</div></div><div><div>V_{obl} = ψ * Cm</div><div>t_{w0} = 16 °C</div><div>t_{z0} = -20 °C</div><div>S_d = 3 742,8</div></div></div>						
Opis wariantów usprawnienia						
Usprawnienie polega na wymianie drzwi istniejących na drzwi o niższym współczynniku U oraz podwyższonej szczelności						
Rozpatruje się 3 warianty wymiany drzwi:						
wariant 1: drzwi o współczynniku U=				2,000	W/(m ² *K)	a ₁ < 0,3
wariant 2: drzwi o współczynniku U=				2,200	W/(m ² *K)	
wariant 3: drzwi o współczynniku U=				2,400	W/(m ² *K)	
Lp.	Opis wariantów usprawnienia	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania ciepła U	W/m ² K	5,1	2,000	2,200	2,400
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	C _r	1,1	0,70	0,70	0,70
		C _m	1,2	1,00	1,00	1,00
3	8,64*10 ⁻⁵ *S _d *A _{dz} *U	GJ/a	13,0	5,1	5,6	6,1
4	2,94*10 ⁻⁵ *C _r *C _w *V _{nom} *S _d	GJ/a	16,1	10,3	10,3	10,3
5	Q ₀ , Q ₁ = (3) + (4)	GJ/a	29,2	15,4	15,9	16,4
6	10 ⁻⁶ *A _{dz} *(t _{w0} -t _{z0})*U	MW	0,0015	0,0006	0,0006	0,0007
7	3,4*10 ⁻⁷ *V _{obl} *(t _{w0} -t _{z0})	MW	0,0020	0,0016	0,0016	0,0016
8	q ₀ , q ₁ = (6) + (7)	MW	0,0034	0,0022	0,0023	0,0023
9	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (Q _{0U} -Q _{1U})*O _z +12*(q _{0U} -q _{1U})*O _m	zł/rok		722,53	693,76	665,00
10	Koszt wymiany drzwi N _{dz}	zł		23 700,00	22 910,00	22 120,00
11	Koszt modernizacji wentylacji N _w	zł				
12	SPBT = (N _{oK} +N _w)/ΔO _{ru}	lata		32,80	33,02	33,26
Podstawa przyjętych wartości N _u						
Przyjęto ceny jednostkowe wymiany drzwi wg cen lokalnych wytwórców i firm montażowych.						
Koszt wymiany stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni wymienianej stolarki.						
wariant 1 : koszt wymiany drzwi: 7,90 m ² * 3 000,00 zł/m ² = 23 700,00 zł						
wariant 2 : koszt wymiany drzwi: 7,90 m ² * 2 900,00 zł/m ² = 22 910,00 zł						
wariant 3 : koszt wymiany drzwi: 7,90 m ² * 2 800,00 zł/m ² = 22 120,00 zł						
Wybrany wariant : 1		Koszt :	23 700 zł	SPBT=	32,8	lat

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

Dane: $Q_{0cw} = 124,50$ GJ/a

$q_{0cw} = 10,00$ kW

Przewiduje się następujące usprawnienia prowadzące do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie c.w.u.:

- przygotowanie centralne c.w.u. z zastosowaniem ciepła z układu kogeneracyjnego

Lp.		Jednostka	Stan istniejący	Stan po modernizacji
1.	Zapotrzebowanie na ciepło na przygotowanie c.w.u. netto	GJ/a	83,43	83,43
2.	Zapotrzebowanie na ciepło na przygotowanie c.w.u. brutto	GJ/a	124,50	122,70
3.	Zapotrzebowanie mocy	kW	10,00	10,00
4.	Oszczędność z tytułu zastosowania kolektorów	GJ/a		0,00
5.	Koszt przygotowania c.w.u.	zł/a	26 585,00	13 839,00
6.	Roczna oszczędność kosztów	zł/a		12 746,00
7.	Koszt modernizacji N_{cu}	zł		58 240,00
8.	SPBT	lata		4,6

Szczegółowe obliczenia zamieszczono w Załączniku 4.

Podstawa przyjętych wartości N_{cu} :

Koszty ustalono na podstawie ofert firm wykonawczych.

Koszty nie obejmują układu kogeneracyjnego

Koszt realizacji usprawnienia: 58 240 zł (z Vat)

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

Dane: $Q_{0co} = 2\,504,40$ GJ/a

$w_{t0} = 0,92$

$w_{d0} = 0,91$

$\eta_0 = 0,628$

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

1. montaż rur stalowych
2. montaż grzejników
3. montaż zaworów termostatycznych
4. montaż zaworów odpowietrzających
5. montaż instalacji ogrzewania podłogowego
6. modernizacja kotłowni z zastosowaniem kotłów gazowych oraz wykorzystaniem ciepła z układu kogeneracyjnego

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

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności	
		przed	po
1.	wytwarzanie ciepła - modernizacja źródła ciepła	$\eta_w = 0,91$	$\eta_w = 0,99$
2.	przesyłanie ciepła - lepsza izolacja	$\eta_p = 0,92$	$\eta_p = 0,96$
3.	regulacja i wykorzystanie - wymiana grzejników, wprowadzenie regulacji miejscowej	$\eta_r = 0,75$	$\eta_r = 0,93$
4.	akumulacji	$\eta_e = 1,00$	$\eta_e = 1,00$
5.	sprawność całkowita systemu	$\eta_c = 0,628$	$\eta_c = 0,888$
6.	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	$w_t = 0,92$	$w_t = 0,92$
7.	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	$w_d = 0,91$	$w_d = 0,91$

Ocena proponowanego przedsięwzięcia

Lp.	Omówienie	jedn.	Stan istniejący	Stan po modern.
1.	Sprawność całkowita systemu grzewczego η	-	0,628	0,888
2.	Uwzględnienie przerw tygodniowych w_t	-	0,92	0,92
3.	Uwzględnienie przerw dobowych w_d	-	0,91	0,91
4.	Oszczędność kosztów ΔQ_{rco} z uwzględnieniem oszczędności z tytułu kogeneracji	zł/a		119 121
5.	Koszt przedsięwzięcia N_{co}	zł		408 074
6.	SPBT	lata		3,4

Koszty ustalono na podstawie średnich cen rynkowych

Koszty obejmują budowę układu kogeneracyjnego. Analiza układu kogeneracyjnego zawarta jest w załączniku nr 7

Koszt realizacji usprawnienia:

408 074 zł

7.2.14. Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT			
Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót [zł]	SPBT [lata]
1	2	3	4
1.	Ocieplenie dachu wełną mineralną o grubości śr. 15 cm i $\lambda=0,036 \text{ W/mK}$	251 524	4,2
2.	Modernizacja układu c.w.u. - przygotowanie centralne c.w.u. z zastosowaniem ciepła z układu kogeneracyjnego	58 240	4,6
3.	Wymiana okien zewnętrznych na energooszczędne o współczynniku $U=1,5 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$	574 926	20,3
4.	Wymiana drzwi zewnętrznych na energooszczędne o współczynniku $U=2,0 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$	75 810	29,7
5.	Ocieplenie ścian zewnętrznych (SZ-14; SZ-26; SZ-33; SZ-40; SZ-44; SZ-48; SZ-56) płytą IQ-Therm o grubości 8 cm i $\lambda=0,031 \text{ W/mK}$	678 564	33,8
-	Modernizacja instalacji c.o. i kotłowni z zastosowaniem kotłów gazowych oraz wykorzystaniem ciepła z wysokosprawnego układu kogeneracyjnego	408 074	3,4

7.3. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Rozdział obejmuje:

- a) Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych,
- b) Ocenę wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych pod względem spełnienia wymagań ustawowych,
- c) Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.3.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Uwaga: ze względów technicznych w analizowanych wariantach i przedsięwzięciach rozpatrywano ocieplenie wszystkich ścian zewnętrznych niezależnie od ich grubości łącznie, ocieplenie wszystkich ścian wewnętrznych niezależnie od ich grubości łącznie.

Do analizy przyjęto następujące warianty usprawnień:

Zakres	Nr wariantu							
	1	2	3	4	5	6		
Ocieplenie dachu wełną mineralną o grubości śr. 15 cm i $\lambda=0,036$ W/mK	X	X	X	X	X			
Modernizacja układu c.w.u. - przygotowanie centralne c.w.u. z zastosowaniem ciepła z układu kogeneracyjnego	X	X	X	X				
Wymiana okien zewnętrznych na energooszczędne o współczynniku $U=1,5$ W/(m ² K)	X	X	X					
Wymiana drzwi zewnętrznych na energooszczędne o współczynniku $U=2,0$ W/(m ² K)	X	X						
Ocieplenie ścian zewnętrznych (SZ-14; SZ-26; SZ-33; SZ-40; SZ-44; SZ-48; SZ-56) płytą IQ-Therm o grubości 8 cm i $\lambda=0,031$ W/mK	X							
Modernizacja instalacji c.o. i kotłowni z zastosowaniem kotłów gazowych oraz wykorzystaniem ciepła z wysokosprawnego układu kogeneracyjnego	X	X	X	X	X	X		

7.3.2. Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

$$Q_0 = w_{t0} * w_{d0} * Q_{0CO} / \eta_0 + Q_{0CW}$$

$$Q_1 = w_{t1} * w_{d1} * Q_{1CO} / \eta_1 + Q_{1CW}$$

$$q_0 = q_{0CO} + q_{0CW}$$

$$q_1 = q_{1CO} + q_{1CW}$$

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

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

$$\Delta O_r = O_{0r} - O_{1r}$$

Nr. war.	Q_{0CO}	q_{0CO}	η_0	Q_{0CW}	q_{0CW}	Q_0	q_0	O_{0r}	ΔO_r	N
	Q_{1CO}	q_{1CO}	η_1	Q_{1CW}	q_{1CW}	Q_1	q_1	O_{1r}		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Stan istniejący	2504,38	330,6	0,628	124,5	10,0	3463,14	340,62	202 056		
1	563,91	104,2	0,888	122,70	10,0	654,35	114,16	43 246	158 810	2 047 138
2	1027,80	160,5	0,888	122,70	10,0	1091,70	170,45	72 150	129 906	1 368 574
3	1069,31	163,9	0,888	122,70	10,0	1130,84	173,93	74 737	127 319	1 292 764
4	1389,24	201,6	0,888	122,70	10,0	1432,47	211,57	94 671	107 385	717 838
5	1389,24	201,6	0,888	124,50	10,0	1434,27	211,57	86 622	115 433	659 598
6	2504,38	330,6	0,888	124,50	10,0	2485,61	330,62	156 106	45 950	408 074

* Współczynniki
 $w_{d0} = 0,91$
 $w_{d1} = 0,91$

$w_{t0} = 0,92$
 $w_{t1} = 0,92$

występują w kolumnie 4

7.3.3. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

3.3. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego					Premia termomodernizacyjna				
Lp	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite N	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię	Planowana kwota środków własnych i kwota kredytu S		20% kredytu	15 % kosztów całkowitych	Dwukrotność rocznej oszczędności kosztów energii
		zł	zł	$[(Q_0-Q_e)/Q_0]*100\%$ %	[zł, %]		zł	zł	zł
					[zł, %]				
1	2	3	4	5	6		7	8	9
1	Ocieplenie dachu wełną mineralną o grubości śr. 15 cm i λ=0,036 W/mK Modernizacja układu c.w.u. - przygotowanie centralne c.w.u. z zastosowaniem ciepła z układu kogeneracyjnego Wymiana okien zewnętrznych na energooszczędne o współczynniku U=1,5 W/(m2 K) Wymiana drzwi zewnętrznych na energooszczędne o współczynniku U=2,0 W/(m2 K) Ocieplenie ścian zewnętrznych (SZ-14; SZ-26; SZ-33; SZ-40; SZ-44; SZ-48; SZ-56) płytą IQ-Therm o grubości 8 cm i λ=0,031 W/mK Modernizacja instalacji c.o. i kotłowni z zastosowaniem kotłów gazowych oraz wykorzystaniem ciepła z wysokosprawnego układu kogeneracyjnego	2 047 138	158 810	81,11	459 173 1 587 965	22,43% 77,57%	317 593,00	327 542,05	317 620,00
2	Ocieplenie dachu wełną mineralną o grubości śr. 15 cm i λ=0,036 W/mK Modernizacja układu c.w.u. - przygotowanie centralne c.w.u. z zastosowaniem ciepła z układu kogeneracyjnego Wymiana okien zewnętrznych na energooszczędne o współczynniku U=1,5 W/(m2 K) Wymiana drzwi zewnętrznych na energooszczędne o współczynniku U=2,0 W/(m2 K) Modernizacja instalacji c.o. i kotłowni z zastosowaniem kotłów gazowych oraz wykorzystaniem ciepła z wysokosprawnego układu kogeneracyjnego	1 368 574	129 906	68,48	273 715 1 094 859	20,00% 80,00%	218 971,80	218 971,78	259 812,00
3	Ocieplenie dachu wełną mineralną o grubości śr. 15 cm i λ=0,036 W/mK Modernizacja układu c.w.u. - przygotowanie centralne c.w.u. z zastosowaniem ciepła z układu kogeneracyjnego Wymiana okien zewnętrznych na energooszczędne o współczynniku U=1,5 W/(m2 K) Modernizacja instalacji c.o. i kotłowni z zastosowaniem kotłów gazowych oraz wykorzystaniem ciepła z wysokosprawnego układu kogeneracyjnego	1 292 764	127 319	67,35	258 553 1 034 211	20,00% 80,00%	206 842,20	206 842,18	254 638,00
4	Ocieplenie dachu wełną mineralną o grubości śr. 15 cm i λ=0,036 W/mK Modernizacja układu c.w.u. - przygotowanie centralne c.w.u. z zastosowaniem ciepła z układu kogeneracyjnego Modernizacja instalacji c.o. i kotłowni z zastosowaniem kotłów gazowych oraz wykorzystaniem ciepła z wysokosprawnego układu kogeneracyjnego	717 838	107 385	58,64	143 568 574 270	20,00% 80,00%	114 854,00	114 854,02	214 770,00
5	Ocieplenie dachu wełną mineralną o grubości śr. 15 cm i λ=0,036 W/mK Modernizacja instalacji c.o. i kotłowni z zastosowaniem kotłów gazowych oraz wykorzystaniem ciepła z wysokosprawnego układu kogeneracyjnego	659 598	115 433	58,58	131 920 527 678	20,00% 80,00%	105 535,60	105 535,62	230 866,00
6	Modernizacja instalacji c.o. i kotłowni z zastosowaniem kotłów gazowych oraz wykorzystaniem ciepła z wysokosprawnego układu kogeneracyjnego	408 074	45 950	28,23	408 074 0	100,00% 0,00%	0,00	65 291,78	0,00

7.3.4. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

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

- Ocieplenie dachu wełną mineralną o grubości śr. 15 cm i $\lambda=0,036$ W/mK
- Modernizacja układu c.w.u. - przygotowanie centralne c.w.u. z zastosowaniem ciepła z układu kogeneracyjnego
- Wymiana okien zewnętrznych na energooszczędne o współczynniku $U=1,5$ W/(m² K)
- Wymiana drzwi zewnętrznych na energooszczędne o współczynniku $U=2,0$ W/(m² K)
- Ocieplenie ścian zewnętrznych (SZ-14; SZ-26; SZ-33; SZ-40; SZ-44; SZ-48; SZ-56) płytą IQ-Therm o grubości 8 cm i $\lambda=0,031$ W/mK
- Modernizacja instalacji c.o. i kotłowni z zastosowaniem kotłów gazowych oraz wykorzystaniem ciepła z wysokosprawnego układu kogeneracyjnego

Przedsięwzięcie to spełnia warunki ustawowe:

1. oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie: 81,11 %, czyli powyżej 20%
2. planowany kredyt, w wysokości: 1 587 965,00 zł, stanowiący 77,57% kosztów, jest zgodny z warunkami ustawowymi.
3. środki własne inwestora wyniosą: 459 173,00 zł.
4. premia termomodernizacyjna wynosi: 317 593,00 zł.
5. wysokość premii termomodernizacyjnej nie przekracza:
16% kosztów poniesionych na realizację przedsięwzięcia termomodernizacyjnego 327 542,05 zł
dwukrotności przewidywanych rocznych oszczędności kosztów energii 317 620,00 zł

8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji

8.1. Opis robót

W ramach wskazanego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace:

L.p.	Rodzaj prac	Jednostka miary	Ilość	Cena jednostkowa [zł]	Koszt przedsięwzięcia [zł]
1	Ocieplenie dachu wełną mineralną o grubości śr. 15 cm i $\lambda=0,036 \text{ W/mK}$	m ²	1 437,28	175,00	251 524,00
2	Modernizacja układu c.w.u. - przygotowanie centralne c.w.u. z zastosowaniem ciepła z układu kogeneracyjnego	kpl	1,00	58 240,00	58 240,00
3	Wymiana okien zewnętrznych na energooszczędne o współczynniku $U=1,5 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$	m ²	261,33	2 200,00	574 926,00
4	Wymiana drzwi zewnętrznych na energooszczędne o współczynniku $U=2,0 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$	m ²	25,27	3 000,00	75 810,00
5	Ocieplenie ścian zewnętrznych (SZ-14; SZ-26; SZ-33; SZ-40; SZ-44; SZ-48; SZ-56) płytą IQ-Therm o grubości 8 cm i $\lambda=0,031 \text{ W/mK}$	m ²	929,54	730,00	678 564,20
6	Modernizacja instalacji c.o. i kotłowni z zastosowaniem kotłów gazowych oraz wykorzystaniem ciepła z wysokosprawnego układu kogeneracyjnego	kpl	1,00	408 073,61	408 073,61

8.2. Charakterystyka finansowa

Kalkulowany koszt robót wyniesie: 2 047 137,81 zł
Czas zwrotu nakładów SPBT 12,9 lat

8.3. Dalsze działania

Dalsze działania inwestora obejmują:

1. Zawarcie umowy z wykonawcą projektu i robót
2. Realizacja robót i odbiór techniczny
3. Ocena rezultatów przedsięwzięcia (po pierwszym sezonie grzewczym)

ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU

- Załącznik 1 Obliczenie współczynników przenikania ciepła 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 ciepłej wody użytkowej
- Załącznik 5 Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania na ciepło i mocy na ogrzewanie
- Załącznik 6 Wydruk komputerowy z programu Audytor OZC 4.8Pro dla stanu istniejącego oraz poszczególnych wariantów usprawnień termomodernizacyjnych
- Załącznik 7 Ocena i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego poprzez zastosowanie kogeneracji dla potrzeb ogrzewania i c.w.u.
- Załącznik 8 Rysunki dotyczące położenia, rzuty budynku, dokumentacja fotograficzna, notatka służbowa

Wyniki - Przegrody

Symbol	d	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R	Rcor	δ	μ	Z	Zcor	Dłagi
m			W/(m·K)	kg/m ³	J/(kg·K)	m ² ·K/W	m ² ·K/W	/ (m·h·Pa)		m ² h·Pa/g	m ² h·Pa/g	
DACH	Dach 4,2 cm											
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
PAPA-ASF	0,0100	Papa asfaltowa.	0,180			0,056	0,056	7,50	96	1333,3	1333,3	
SOSNA	0,0320	Drewno sosnowe w poprz	0,160			0,200	0,200	60,00	12	533,3	533,3	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]:												0,100
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m ² ·K/W]:												0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:												0,396
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:												2,528
PG	Podłoga na gruncie 41,0 cm											
Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
Ściana przy podłodze: SZ-44												
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Zgw: 6,00 m												
Pozycja izol. krawędziowa: o grubości dnh = m i długości Dh = m												
Pionowa izol. krawędziowa: o grubości dnv = m i długości Dv = m												
BET-CH01	0,0500	Podkład z betonu chude	1,050			0,048	0,048	50,00	14	1000,0	1000,0	
PAPA-ASF	0,0100	Papa asfaltowa.	0,180			0,056	0,056	7,50	96	1333,3	1333,3	
BETON-22	0,2000	Beton zwykły z kruszyw	1,300			0,154	0,154	45,00	16	4444,4	4444,4	
PIASEK-4	0,1500	Piasek średni.	0,400			0,375	0,375	300,00	2	500,0	500,0	
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania Rg, [m ² ·K/W]:												2,000
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:												2,632
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:												0,380
SZ-14	Ściana zewnętrzna 14,0 cm											
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
TYNK-CW	0,0200	Tynk lub gładz cemento	0,820			0,024	0,024	45,00	16	444,4	444,4	
CEGLA-P8	0,1200	Mur z cegły ceramiczne	0,770			0,156	0,156	105,00	7	1142,9	1142,9	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]:												0,130
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m ² ·K/W]:												0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:												0,350
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:												2,855
SZ-26	Ściana zewnętrzna 26,0 cm											
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
TYNK-CW	0,0200	Tynk lub gładz cemento	0,820			0,024	0,024	45,00	16	444,4	444,4	
CEGLA-P8	0,2400	Mur z cegły ceramiczne	0,770			0,312	0,312	105,00	7	2285,7	2285,7	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]:												0,130
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m ² ·K/W]:												0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:												0,506
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:												1,976
SZ-33	Ściana zewnętrzna 33,0 cm											
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
TYNK-CW	0,0200	Tynk lub gładz cemento	0,820			0,024	0,024	45,00	16	444,4	444,4	
CEGLA-P8	0,3100	Mur z cegły ceramiczne	0,770			0,403	0,403	105,00	7	2952,4	2952,4	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]:												0,130
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m ² ·K/W]:												0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:												0,597
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:												1,675
SZ-40	Ściana zewnętrzna 40,0 cm											
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
TYNK-CW	0,0200	Tynk lub gładz cemento	0,820			0,024	0,024	45,00	16	444,4	444,4	
CEGLA-P8	0,3800	Mur z cegły ceramiczne	0,770			0,494	0,494	105,00	7	3619,0	3619,0	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]:												0,130
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m ² ·K/W]:												0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:												0,688
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:												1,454
SZ-44	Ściana zewnętrzna 44,0 cm											
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
TYNK-CW	0,0200	Tynk lub gładz cemento	0,820			0,024	0,024	45,00	16	444,4	444,4	
CEGLA-P8	0,4200	Mur z cegły ceramiczne	0,770			0,545	0,545	105,00	7	4000,0	4000,0	

Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego Wentylacja naturalna				
Lp.		Jednostka	przed	po
1	Kubatura wewnętrzna wentylowana V	m^3	6522,9	6522,9
2	Strumień objętości powietrza infiltrującego V_{inf}	m^3/h	913,21	913,21
3	Minimalny strumień objętości powietrza V_{min}	m^3/h	4 566,03	4 566,03
4	Strumień świeżego powietrza wentylacyjnego - nawiew V_n	m^3/h	2 500	2 500
5	Strumień świeżego powietrza wentylacyjnego - wywiew V_w	m^3/h	2 200	2 200
6	Temperatura powietrza nawiewanego t_{w0w}	$^{\circ}C$	20	20
7	Temperatura powietrza zewnętrznego t_{z0}	$^{\circ}C$	-20	-20
8	Projektowa sprawność systemu odzysku ciepła	%	70	70,0
9	Sezonowa sprawność systemu odzysku ciepła	%	50	50,0
10	Strumień objętości powietrza wentylacyjnego V_v wg normy PN-EN 12831-2006	m^3/h	4 566,03	4 566,03
11	Współczynnik projektowej wentylacyjnej straty ciepła H_v	W/K	1 552,45	1 552,45
12	Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_v (Zapotrzebowanie na moc q_w)	kW	62,1	62,1
13	Udział czasu włączenia wentylatorów wentylacji mechanicznej w okresie bilansowania β	%	100,0	100,0
14	Strumień objętości powietrza wentylacyjnego V_{ve}	m^3/h	5 479,24	5 479,24
15	Roczne zapotrzebowanie na ciepło netto $Q_{0,nn}$	GJ/rok	451,43	451,43
16	Sprawność wytwarzania	-	0,91	0,99
17	Sprawność przesyłania	-	0,92	0,96
18	Sprawność regulacji i wykorzystania	-	0,75	0,93
19	Sprawność akumulacji	-	1,00	1,00
20	Sprawność całkowita systemu	-	0,628	0,888
21	Roczne zapotrzebowanie na ciepło brutto $Q_{0,ab}$	GJ/rok	718,83	508,36

Załącznik nr 3

Określenie sprawności systemu grzewczego w stanie istniejącym

1. Sprawność wytwarzania udział 100,00%

$\eta_w =$

2. Sprawność przesyłania

$\eta_p =$

3. Sprawność regulacji i wykorzystania

$\eta_r =$

4. Sprawność akumulacji

$\eta_e =$

5. Przerwa na ogrzewanie w okresie tygodnia

$w_t =$

6. Przerwa na ogrzewanie w ciągu doby

$w_d =$

Uwaga: Budynek w trakcie rewitalizacji, odłączony od źródła ciepła. Jak stan odniesienia przyjęto ogrzewanie obiektu z miejskiego systemu ciepłowniczego poprzez stacje wymienników ciepła.

Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej w stanie istniejącym			
Lp.		Jednostka	Wartość
1	Liczba jednostek odniesienia L (liczba użytkowników)	osoby	100
2	Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody użytkowej $V_{c,w}$	$\text{dm}^3/(\text{j.o.}) \cdot \text{doba}$	15
3	Ciepło właściwe wody c_w	$\text{kJ}/(\text{kgK})$	4,19
4	Gęstość wody ρ_w	kg/m^3	1000
5	Temperatura ciepłej wody $\theta_{c,w}$	$^{\circ}\text{C}$	55
6	Temperatura wody zimnej θ_0	$^{\circ}\text{C}$	10
7	Współczynnik korekcyjny k_t	-	1
8	Czas użytkowania t_{uz}	doby	295
9	Roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego $Q_{Wrd}=V_{c,w} \cdot L \cdot c_w \cdot \rho_w \cdot (\theta_{c,w}-\theta_0) \cdot k_t \cdot t_{uz} / (1000 \cdot 3600)$	kWh/rok	23 175,9
10	Całkowita sprawność systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej η_{Wtot} uwzględniająca:	-	0,67
11	Sprawność wytwarzania ciepła η_{Wg}	-	0,97
12	Sprawność przesyłu ciepłej wody η_{Wd}	-	0,80
13	Sprawność akumulacji ciepła η_{Ws}	-	0,86
14	Sprawność sezonowa wykorzystania η_{We}	-	1,00
15	Roczne zapotrzebowanie na energię końcową $Q_{K,W}$	kWh/rok	34 590,9
		GJ/rok	124,5
16	Średnie dobowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $V_{dsred}=L \cdot V_{c,w}$	m^3/d	1,5
17	Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $V_{hsred}=V_{dsred}/8$	m^3/h	0,19
18	Współczynnik nierównomierności rozbiór ciepłej wody $N_h=9,32 \cdot L^{(-0,244)}$	-	3,03
19	Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m^3 wody $Q_{cwf}=c_w \cdot \rho_w \cdot (\theta_{c,w}-\theta_0) \cdot 10^{-6}$	GJ/m^3	0,189
20	Maksymalna moc cieplna $q_{cw}=V_{hsred} \cdot Q_{cwf} \cdot 278 \cdot N_h$	kW	30,2
21	Średnia moc cieplna $q_{cw}^{sr}=q_{cw}/N_h$	kW	10,0
22	Roczne zużycie c.w.u. w budynku $V_{cw}=V_{dsred} \cdot 295$	m^3/rok	442,50
23	Koszt przygotowania c.w.u. $Q_{K,W} \cdot O_z + q_{cw} \cdot O_m \cdot 12$	$\text{zł}/\text{rok}$	20 855
24	Koszt wody zimnej $V_{cw} \cdot 13,15$	$\text{zł}/\text{rok}$	5 730
25	Sumaryczny koszt roczny c.w.u.	$\text{zł}/\text{rok}$	26 585
26	Średni koszt 1 m^3 c.w.u.	$\text{zł}/\text{m}^3$	60,08

Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej w stanie po modernizacji			
Lp.		Jednostka	Wartość
1	Liczba jednostek odniesienia L (liczba użytkowników)	osoby	100
2	Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody użytkowej $V_{c,w}$	dm ³ /(j.o.) *doba	15
3	Ciepło właściwe wody c_w	kJ/(kgK)	4,19
4	Gęstość wody ρ_w	kg/m ³	1000
5	Temperatura ciepłej wody $\theta_{c,w}$	°C	55
6	Temperatura wody zimnej θ_0	°C	10
7	Współczynnik korekcyjny k_t	-	1
8	Czas użytkowania t_{uz}	doby	295
9	Roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego $Q_{W,rd}=V_{c,w}*L*c_w*\rho_w*(\theta_{c,w}-\theta_0)*k_t*t_{uz}/(1000*3600)$	kWh/rok	23 175,9
10	Całkowita sprawność systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej $\eta_{W,tot}$ uwzględniająca:	-	0,68
11	Sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{W,g}$	-	0,99
12	Sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{W,d}$	-	0,80
13	Sprawność akumulacji ciepła $\eta_{W,s}$	-	0,86
14	Sprawność sezonowa wykorzystania $\eta_{W,s}$	-	1,00
15	powierzchnia instalacji solarnej	m ²	0,00
16	Uzysk ciepła z instalacji solarnej (528kWh/m ²)	kWh/rok	0,00
17	Sprawność wykorzystania ciepła instalacji solarnej		0,60
18	Roczne zapotrzebowanie na energię końcową $Q_{K,W}$	kWh/rok	34 082,2
		GJ/rok	122,7
19	Średnie dobowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $V_{dsred}=L*V_{c,w}$	m ³ /d	1,5
20	Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $V_{hsred}=V_{dsred}/8$	m ³ /h	0,19
21	Współczynnik nierównomierności rozbiór ciepłej wody $N_h=9,32*L^{(-0,244)}$	-	3,03
22	Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m ³ wody $Q_{cw}=c_w*\rho_w*(\theta_{c,w}-\theta_0)*10^{-6}$	GJ/m ³	0,189
23	Maksymalna moc cieplna $q_{cw}=V_{hsred}*Q_{cw}*278*N_h$	kW	30,2
24	Średnia moc cieplna $q_{cw}^{sr}=q_{cw}/N_h$	kW	10,0
25	Roczne zużycie c.w.u. w budynku $V_{cw}=V_{dsred}*365$	m ³ /rok	442,50
26	Koszt przygotowania c.w.u. $Q_{K,W}*O_z + q_{cw}*O_m*12$	zł/rok	8 109
27	Koszt wody zimnej $V_{cw}*9,79$	zł/rok	5 730
28	Sumaryczny koszt roczny c.w.u.	zł/rok	13 839
29	Średni koszt 1 m ³ c.w.u.	zł/m ³	31,27

Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy
na ogrzewanie wykonane przy pomocy programu Audytor OZC 4.8Pro

Wariant	Zapotrzebowanie	
	mocy cieplnej, [kW]	ciepła Q_H , [GJ/a]
1	104,16	563,91
2	160,45	1027,80
3	163,93	1069,31
4	201,57	1389,24
5	201,57	1389,24
stan istniejący	330,62	2504,38

Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Łaźnia Łańcuskowa	
Miejscowość:	41-800 Zabrze	
Adres:	ul. Wolności 410	
Projektant:		
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790 - miesięcz	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	III	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-20	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	7,6	°C
Stacja meteorologiczna:	Katowice	
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	1323,4	m2
Kubatura ogrzewana budynku VH:	6522,9	m3
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	270131	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	314486	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	330620	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\Phi_{HL,A}$:	249,8	W/m2
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\Phi_{HL,V}$:	50,7	W/m3
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Katowice	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$:	4892,1	m3/h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	2504,38	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	695660	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	1323	m2
Kubatura ogrzewana budynku VH:	6522,9	m3
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	1892,4	MJ/ (m2 ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	525,7	kWh/ (m2 ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	383,9	MJ/ (m3 ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	106,6	kWh/ (m3 ·rok)

Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Łażnia Łańcuskowa	
Miejscowość:	41-800 Zabrze	
Adres:	ul. Wolności 410	
Projektant:	Wariant-1	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790 - miesięcz	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	III	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-20	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	7,6	°C
Stacja meteorologiczna:	Katowice	
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	1323,4	m2
Kubatura ogrzewana budynku VH:	6522,9	m3
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	43674	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	88029	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	104163	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\Phi_{HL,A}$:	78,7	W/m2
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\Phi_{HL,V}$:	16,0	W/m3
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Katowice	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie V_v, H :	4892,1	m3/h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	563,91	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	156641	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	1323	m2
Kubatura ogrzewana budynku VH:	6522,9	m3
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	426,1	MJ/ (m2 ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	118,4	kWh/ (m2 ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	86,5	MJ/ (m3 ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	24,0	kWh/ (m3 ·rok)

Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Łaźnia Łańcuskowa	
Miejscowość:	41-800 Zabrze	
Adres:	ul. Wolności 410	
Projektant:	Wariant-2	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790 - miesięcz	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	III	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-20	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	7,6	°C
Stacja meteorologiczna:	Katowice	
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	1323,4	m2
Kubatura ogrzewana budynku VH:	6522,9	m3
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	99964	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	144319	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	160453	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$:	121,2	W/m2
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$:	24,6	W/m3
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Katowice	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie V_v,H :	4892,1	m3/h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	1027,80	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	285501	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	1323	m2
Kubatura ogrzewana budynku VH:	6522,9	m3
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	776,6	MJ/ (m2 ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	215,7	kWh/ (m2 ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	157,6	MJ/ (m3 ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	43,8	kWh/ (m3 ·rok)

Wyniki - Ogólne

Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:			
Nazwa projektu:	Łaźnia Łańcuskowa		
Miejscowość:	41-800 Zabrze		
Adres:	ul. Wolności 410		
Projektant:	Wariant-3		
Normy:			
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946		
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006		
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790 - miesięcz		
Dane klimatyczne:			
Strefa klimatyczna:	III		
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-20	°C	
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	7,6	°C	
Stacja meteorologiczna:	Katowice		
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:			
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	1323,4	m2	
Kubatura ogrzewana budynku VH:	6522,9	m3	
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	103444	W	
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	147800	W	
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	163934	W	
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:			
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\Phi_{HL,A}$:	123,9	W/m2	
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\Phi_{HL,V}$:	25,1	W/m3	
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790			
Stacja meteorologiczna:	Katowice		
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie			
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie V_v, H :	4892,1	m3/h	
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	1069,31	GJ/rok	
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	297032	kWh/rok	
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	1323	m2	
Kubatura ogrzewana budynku VH:	6522,9	m3	
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	808,0	MJ/ (m2 ·rok)	
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	224,4	kWh/ (m2 ·rok)	
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	163,9	MJ/ (m3 ·rok)	
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	45,5	kWh/ (m3 ·rok)	

Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:			
Nazwa projektu:	Łaźnia Łańcuskowa		
Miejscowość:	41-800 Zabrze		
Adres:	ul. Wolności 410		
Projektant:	Wariant-4		
Normy:			
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946		
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006		
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790 - miesięcz		
Dane klimatyczne:			
Strefa klimatyczna:	III		
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-20	°C	
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	7,6	°C	
Stacja meteorologiczna:	Katowice		
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:			
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	1323,4	m2	
Kubatura ogrzewana budynku VH:	6522,9	m3	
Projektowa strata ciepła przez przenikanie ΦT :	141075	W	
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	185431	W	
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	201565	W	
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:			
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\Phi_{HL,A}$:	152,3	W/m2	
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\Phi_{HL,V}$:	30,9	W/m3	
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790			
Stacja meteorologiczna:	Katowice		
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie			
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie V_v, H :	4892,1	m3/h	
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H, nd}$:	1389,24	GJ/rok	
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H, nd}$:	385899	kWh/rok	
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	1323	m2	
Kubatura ogrzewana budynku VH:	6522,9	m3	
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	1049,7	MJ/ (m2 ·rok)	
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	291,6	kWh/ (m2 ·rok)	
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	213,0	MJ/ (m3 ·rok)	
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	59,2	kWh/ (m3 ·rok)	

Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Łażnia Łańcuskowa	
Miejscowość:	41-800 Zabrze	
Adres:	ul. Wolności 410	
Projektant:	Wariant-5	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790 - miesięcz	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	III	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-20	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	7,6	°C
Stacja meteorologiczna:	Katowice	
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	1323,4	m2
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	6522,9	m3
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	141075	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	185431	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	201565	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\Phi_{HL,A}$:	152,3	W/m2
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\Phi_{HL,V}$:	30,9	W/m3
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Katowice	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$:	4892,1	m3/h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	1389,24	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	385899	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	1323	m2
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	6522,9	m3
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{AH} :	1049,7	MJ/(m2 ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{AH} :	291,6	kWh/(m2 ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{VH} :	213,0	MJ/(m3 ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{VH} :	59,2	kWh/(m3 ·rok)

Ocena i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego poprzez zastosowanie kogeneracji dla potrzeb ogrzewania i c.w.u.

Lp.		Jednostka	Wartość
1.	Maksymalna moc cieplna c.w.u. q_{cw}	kW	30,2
2.	Średnia moc cieplna c.w.u. q_{cw}^{sr}	kW	10,0
3.	Maksymalna moc elektryczna dla oświetlenia obiektu q_{os}	kW	20,0
4.	Średnia moc elektryczna dla oświetlenia obiektu q_{os}^{sr}	kW	10,0

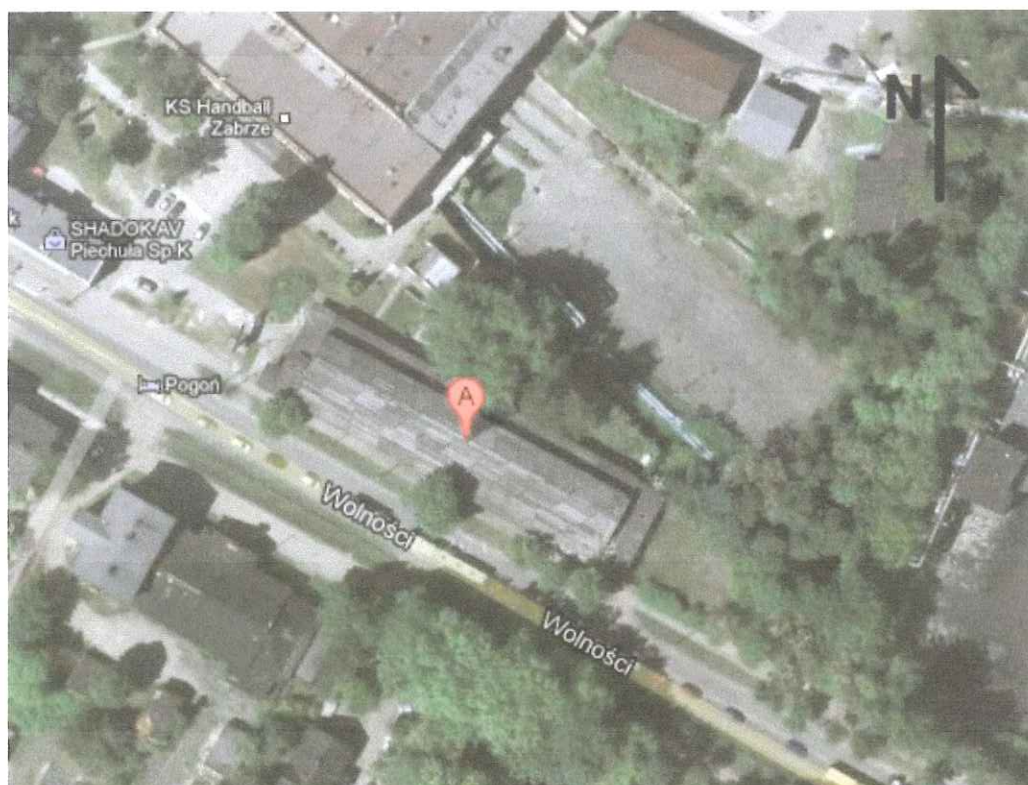
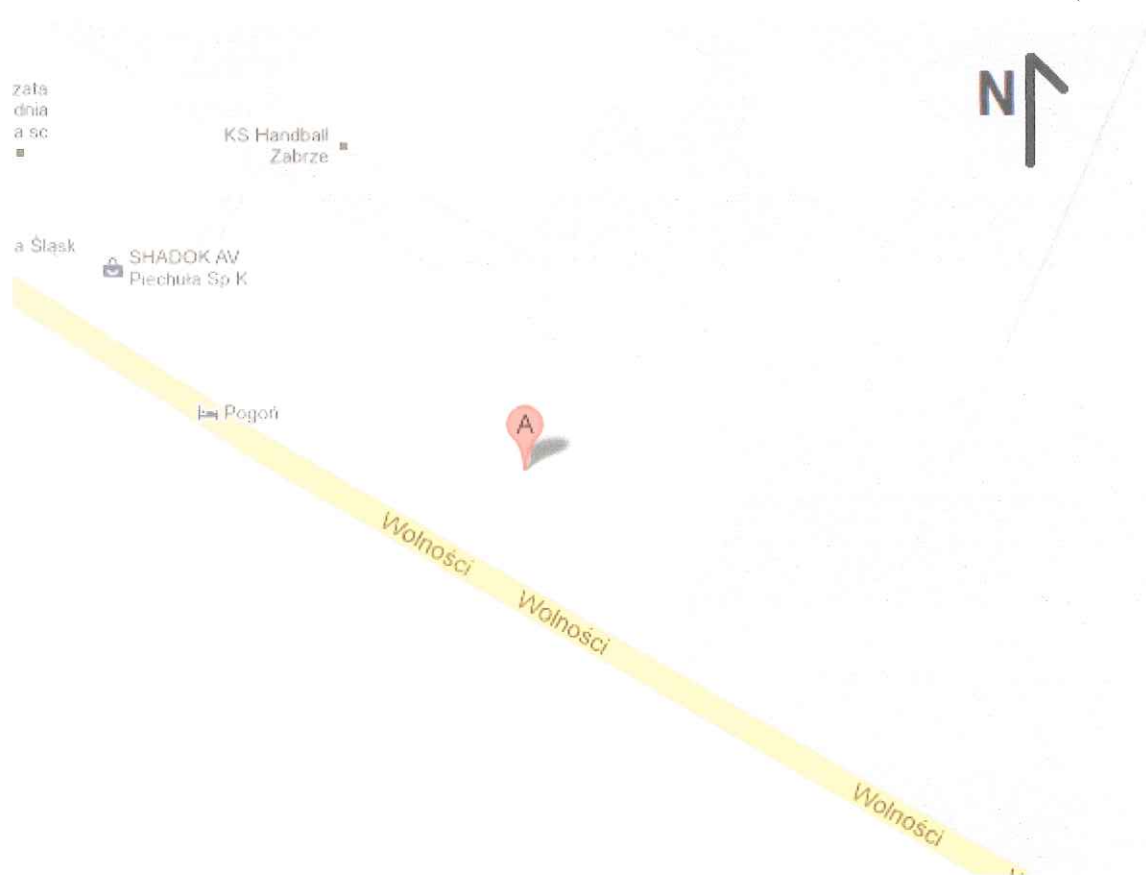
Dobrano układ kogeneracyjny o mocy cieplnej

30,0 kW i elektrycznej 10,0 kW

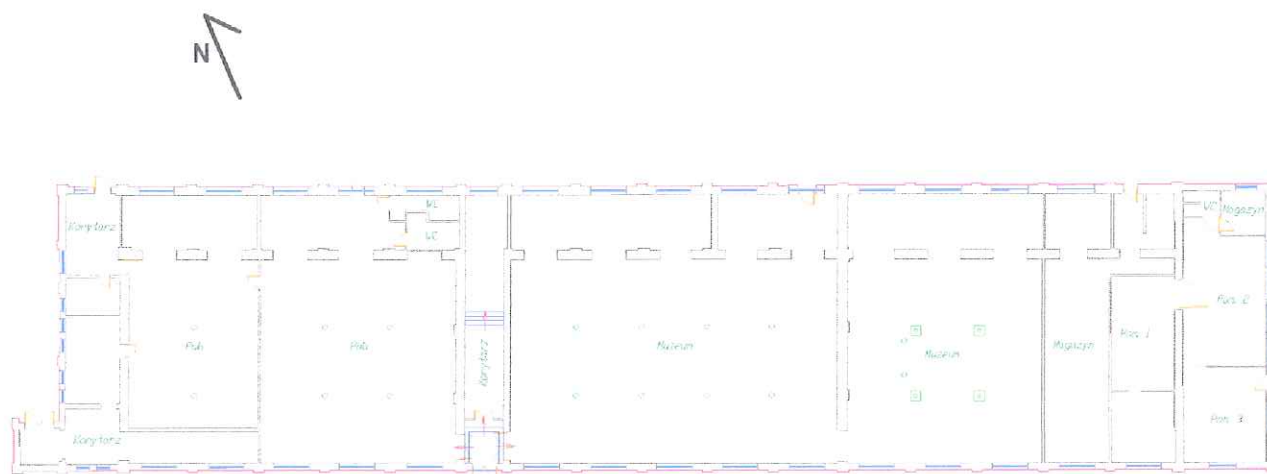
Analiza ekonomiczna:

Lp.		Jednostka	Kogeneracja	PEC
1	Cena energii elektrycznej	zł/MWh	495,94	
2	Cena zmienna gazu	zł/m ³	2,267	
3	Cena zmienna ciepła sieciowego	zł/GJ	37,97	
4	Sprawność ogólna η	-	0,92	0,99
5	Sprawność wytwarzania energii elektrycznej η_e	-	0,30	-
6	Roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego c.w.u.	MWh/rok	34,59	
7	Produkcja ciepła w okresie grzewczym	GJ/rok	575,42	
8	Zużycie gazu do produkcji ciepła w okresie grzewczym	mł	18 235,01	-
9	Równowazne koszty produkcji ciepła w okresie grzewczym	zł/rok	41 336,76	22 069,60
10	Zwiększenie kosztów z tytułu produkcji ciepła	zł/rok	19 267,16	
11	Produkcja energii elektrycznej	MWh/rok	196,33	
12	Zużycie gazu do produkcji energii elektrycznej	mł	21 160,82	
13	Zwiększenie kosztów z tytułu produkcji energii elektrycznej	zł/rok	47 969,24	
14	Oszczędność kosztów z tytułu energii elektrycznej	zł/rok	97 364,81	
15	Całkowita oszczędność kosztów	zł/rok	30 128,41	
16	Koszt inwestycji	zł	180 000,00	
17	SPBT	lat	5,97	

Wyniki analizy uwzględniono w ocenie i wyborze wariantu optymalnego modernizacji układu c.o.



Rzut parteru



Przekrój

