

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU



Dane budynku	Nazwa budynku: Szkoła Podstawowa w Otmuchowie Adres: Ul. Krakowska 38 kod pocztowy: 48-385 Gmina: Otmuchów powiat: nyski województwo: opolskie
-------------------------	---

Październik, 2016

1. STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU			
1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	Użyteczności publicznej	1.2 Rok budowy	Ok. 1969 r.
1.3 Inwestor (nazwa, nazwisko i imię, adres do korespondencji telefon/fax)	Gmina Otmuchów Ul. Zamkowa 6 48-385 Otmuchów	1.4 Adres budynku Krakowska 38 kod: 48-385 Otmuchów powiat: nyski województwo: opolskie	
2. Nazwa, REGON, adres podmiotu wykonującego audyt			
FRAGOM Adam Franik Ul. Bekasa 13/29 41-200 Gliwice REGON: 241554246			
3. Imię i nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, kwalifikacje zawodowe, podpis			
Łukasz Mazanek Uprawnienia do sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej MIR/ŚE/3073/2014			
4. Współautorzy audytu: imiona i nazwiska, zakres prac przy opracowaniu			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu	
	-	-	
Miejscowość: Gliwice		Data wykonania audytu: październik 2016 r.	
5. Spis treści			str.
Strona tytułowa			2
Karta audytu energetycznego			3
Dokumenty i dane źródłowe			5
Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku			7
Charakterystyka energetyczna istniejącego budynku			8
Wykaz usprawnień i przedsięwzięć modernizacyjnych			10
Określenie optymalnego wariantu modernizacyjnego			11
Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia poprawiającego system ogrzewania			16
Obliczenia zaoszczędzonej energii elektrycznej			17
Roczne zapotrzebowanie na energię pomocniczą dostarczaną do budynku			18
Zestawienie optymalnych usprawnień modernizacyjnych			19
Zestawienie wszystkich wariantów			20
Opis optymalnego wariantu			21
Zestawienie wskaźników efektywności energetycznej			22
Załącznik – Wyliczenie efektu ekologicznego			23

2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU			
1. Dane ogólne budynku		Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji
1.	Konstrukcja budynku / technologia wykonania budynku	Tradycyjna	Tradycyjna
2.	Liczba kondygnacji	2, 3	2, 3
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	7 967,6	7 967,6
4.	Powierzchnia budynku netto [m ²]	2 481,4	2 481,4
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m ²]	-	-
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	2 481,4	2 481,4
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0	0
8.	Liczba osób użytkujących budynek	356	356
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	Podgrzewacz elektryczny	Podgrzewacz elektryczny
10.	Rodzaj systemu grzewczego a budynku	Kocioł węglowy	Kocioł gazowy
11.	Współczynnik kształtu A/V_e 1/m	0,42	0,42
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
2. Współczynnik przenikania ciepła przez przegrody budowlane U^1 W/(m ² K)		Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji
1.	Ściany zewnętrzne	1,454	0,190
2.	Ściany piwnic	0,853	0,406
3.	Stropodach nad budynkiem głównym	1,546	0,146
4.	Stropodach nad salą sportową, szatniami i łącznikiem	1,765	0,146
5.	Strop piwnicy	1,923	1,923
6.	Podłoga na gruncie / podłoga w piwnicy	0,349	0,349
7.	Okna	1,1	1,1
8.	Drzwi zewnętrzne	1,5	1,5
3. Sprawności składowe systemu grzewczego, współczynniki przerw w ogrzewaniu η_{Htot}		Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji
1.	Sprawność wytwarzania η_{Hg}	0,82	0,95
2.	Sprawność przesyłania η_{Hd}	0,80	0,90
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania η_{He}	0,77	0,93
4.	Sprawność akumulacji η_{Hs}	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewania w okresie tygodnia W_t	0,85	0,85
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby W_d	0,91	0,91
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej η_{Wtot}		Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji
1.	Sprawność wytwarzania η_{Wg}	0,99	0,99
2.	Sprawność przesyłania η_{Wd}	1,00	1,00
3.	Sprawność akumulacji η_{Ws}	1,00	1,00
4.	Sprawność wykorzystania i regulacji η_{We}	1,00	1,00
5. Charakterystyka systemu wentylacji		Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna) i inna	Naturalna	Naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	Kanały, szczeliny	Kanały, szczeliny
3.	Strumień powietrza zewnętrznego m ³ /h	6 055,4	6 055,4
4.	Krotność wymian powietrza - 1/h	1,8	1,8
6. Charakterystyka energetyczna budynku		Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji
1.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) GJ/rok	1 300	-
2.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych)	75	-

	bilansu ciepła)	GJ/rok		
3.	Obliczeniowa moc cieplna systemu ogrzewania	kW	534,4	203,2
4.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowanie ciepłej wody użytkowej	kW	12,8	12,8
5.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu	Q_{Hnd} GJ/rok	868	134
6.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu	GJ/rok	1 330	130
7.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej	GJ/rok	76	76
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku - bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu	kWh/(m ² /rok)	97,2	15,0
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu	kWh/(m ² /rok)	148,9	14,6
7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzenia audytu)			Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji
1.	Opłata związana z produkcją i przesyłem ciepła do ogrzewania budynku	zł/GJ	34,99	51,24
2.	Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem zamówionej mocy cieplnej	zł/MW m-c	-	-
3.	Miesięczna opłata abonamentowa	zł/m-c	-	-
4.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m ² powierzchni użytkowej	zł/m ² m-c	1,56	0,15
5.	Koszt przygotowania 1 m ³ ciepłej wody użytkowej - opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem energii	zł/m ³	18,29	18,29
6.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc -stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem	zł/MW m-c	-	-
7.	Inne opłaty		-	-
8. Wskaźniki efektywności - po przeprowadzonej modernizacji – podsumowanie wyników dla wariantu optymalnego				
1.	Całkowite koszty realizacji optymalnego wariantu	zł	1 433 108,38 zł	-----
2.	Udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu energii końcowej	%	0,0	0,0
3.	Ilość zaoszczędzonej energii cieplnej	%	85,3	
4.	(c.o. + wentylacja + c.w.u.)	kWh/rok	333 336	
5.	Ilość zaoszczędzonej energii elektrycznej	%	48,5	
6.		MWh/rok	54,17	
7.	Zmniejszenie rocznego zużycia energii pierwotnej w budynku	%	65,7	
8.		kWh/rok	529 178	
9.	Zmniejszenie rocznego zużycia energii końcowej	%	77,1	
10.		kWh/rok	387 505	
11.	Zmniejszenie rocznej emisji gazów cieplarnianych	ton CO ₂ /rok	163,74	
12.	Redukcja emisji pyłów PM10	kg/rok	252,64	
13.	Redukcja emisji pyłów PM2,5	kg/rok	226,04	

3. DOKUMENTY I DANE ŹRÓDŁOWE WYKORZYSTANE PRZY OPRACOWANIU AUDYTU ORAZ WYTYCZNE I UWAGI INWESTORA

3.1 Rozporządzenia i Normy techniczne

1. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. z 2015 r. poz. 1422 j.t.)
2. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej (Dz.U. z 2015 r. poz. 376).
3. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz.U. z 2009 Nr 43 poz.346 z późn. zmianami.).
4. KOBIZE - Wartości opałowe i wskaźniki emisji CO₂ do raportowania w ramach Wspólnotowego Systemu Handlu Uprawnieniami do emisji.
5. PN-EN ISO 6946:2008 Elementy budowlane i części budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczeń.
6. PN-EN 13831:2006 Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego.
7. PN EN ISO 13370:2008 Ciepłne właściwości użytkowe budynków. Przenoszenie ciepła przez grunt. Metody obliczania.
8. PN-EN ISO 13789:2008 Ciepłne właściwości użytkowe budynków. Współczynniki wymiany ciepła przez przenikanie i wentylację. Metoda obliczania.
9. PN-EN ISO 10077:2007 Ciepłne właściwości użytkowe okien, drzwi, żaluzji. Obliczanie współczynnika przenikania ciepła. (Cz.1, Cz.2).
10. PN-EN ISO 14683:2008 Mostki cieplne w budynkach. Liniowy współczynnik przenikania ciepła. Metody uproszczone i wartości orientacyjne.
11. PN-EN 12464-1:2012 Światło i oświetlenie. Oświetlenie miejsc pracy. Cz.1.
12. PN-92/B-01706 Instalacje wodociągowe. Wymagania w projektowaniu.
13. PN-EN ISO 13790:2008 Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii do ogrzewania i chłodzenia.

3.2 Dokumentacje projektowe i inne dokumenty przekazane przez inwestora

- projekt budowlano-wykonawczy wraz z inwentaryzacją i kosztorysami inwestorskimi - Corematic
- zestawienie zużycia nośników energii w 2015 r. wraz z sumarycznymi kwotami

3.3 Osoby udzielające informacji

- p. Jerzy Baran – Dyrektor Szkoły

3.4 Data wizytacji terenowej

- sierpień 2016 r.

3.5 Wytyczne, sugestie i uwagi zlecniodawcy (inwestora)

Obniżenie kosztów ogrzewania budynku poprzez wykonanie pełnej termomodernizacji budynku i modernizacja oświetlenia obiektu. Wymiana źródła ciepła w obiekcie zgodnie z posiadanym projektem na podłączenie obiektu do sieci gazowej. Zapewnienie możliwie najbardziej efektywnego ograniczenia zużycia energii na cele grzewcze i energii elektrycznej, a także obniżenie emisji gazów cieplarnianych.

4. INWENTARYZACJA TECHNICZNO - BUDOWLANA BUDYNKU

4.1 Dane ogólne budynku

1.	Przeznaczenie budynku	Szkolny	8.	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych	2 481,4
2.	Technologia budynku	Tradycyjna	9.	Kubatura pomieszczeń ogrzewanych	7 967,6
3.	Liczba kondygnacji	2, 3	10.	Liczba użytkowników:	356
4.	Budynek: - szeregowy - wolnostojący	Wolnostojący	11.	Rok budowy	Ok. 1969 r.
5.	Budynek podpiwniczony	Tak, częściowo	12.	Powierzchnia pomieszczeń chłodzonych	0
6.	Wysokość kondygnacji netto	3,2	13.	Liczba mieszkań / lokali	0
7.	Kubatura budynku	13 624,6			

4.2 Opis techniczny podstawowych elementów konstrukcyjnych budynku

Obiekt wykonany w technologii tradycyjnej, murowany z cegły pełnej o grubości 38 cm. Ściany fundamentowe betonowe, fundamenty żelbetowe. Stropodach z płyt żelbetowych i korytkowych. Strop piwnicy z płyt stropowych żelbetowych.

Budynek częściowo podpiwniczony

Stolarka okienna i drzwiowa z PCV

4.3 Zestawienie danych dotyczących istniejących przegród budowlanych

Lp.	Opis przegrody	Przegrody		Okna i drzwi balkonowe		Drzwi	
		Powierzchnia netto m ²	Współczynnik przenikania ciepła - U _k W/(m ² K)	Powierzchnia m ²	Współczynnik przenikania ciepła - U _{ok} W/(m ² K)	Powierzchnia m ²	Współczynnik przenikania ciepła - U _{drzwi} W/(m ² K)
1.	Ściany zewnętrzne	1809,6	1,454	738,8	1,1	19,7	1,5
2.	Ściany piwnic	327,6	0,853				
3.	Stropodach nad budynkiem głównym	437,1	1,546				
4.	Strop piwnicy	233,2	1,923				
5.	Podłoga na gruncie / podłoga w piwnicy	1192,6 / 222,7	0,349				
6.	Stropodach nad szatnią, salą sportową i łącznikiem	789,6	1,765				

5. CHARAKTERYSTYKA ENERGETYCZNA ISTNIEJĄCEGO BUDYNKU

Lp.	Rodzaj danych	jedn.	Dane
1.	Zamówiona moc cieplna na potrzeby C.O.	kW	-
2.	Zamówiona moc cieplna na potrzeby C.W.U. (q_{cwu})	kW	-
3.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na C.O.	kW	534,4
4.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na C.W.U.	kW	12,8
5.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na potrzeby wentylacji	kW	0
6.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	GJ	868
7.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	GJ	1 330
8.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego	GJ/rok	1 300
9.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące do weryfikacji przyjętych danych do obliczeń bilansu ciepła)	GJ/rok	75

5.1 Charakterystyka techniczna instalacji ogrzewania - stan istniejący

Instalacja centralnego ogrzewania z rozdziałem dolnym, pompowa starego typu zasilana z kotłowni zlokalizowanej w piwnicy obiektu Kotłownia na paliwo stałe. Kocioł w złym stanie technicznym. Z uwagi na posiadanie projektu podłączenia instalacji gazowej, planowana jest zmiana źródła zasilania.

Przewody w średnim stanie technicznym, bez izolacji. Grzejniki oceniono na zły stan techniczny, z widocznymi wyciekami.

Wartości współczynników sprawności systemu ogrzewania

16.	Średnia sezonowa sprawność wytwarzania ciepła	η_{Hg}	0,82
17.	Średnia sezonowa sprawność przesyłu ciepła	η_{Hd}	0,80
18.	Średnia sezonowa sprawność regulacji i wykorzystania	η_{He}	0,77
19.	Średnia sezonowa sprawność akumulacji ciepła	η_{Hs}	1,00
20.	Średnia sezonowa sprawność całkowita systemu	η_{Htot}	0,505
21.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	w_t	0,85
22.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	w_d	0,91

5.2 Charakterystyka techniczna instalacji ciepłej wody użytkowej - stan istniejący

Lp.	Rodzaj danych	Dane
Przygotowanie ciepłej wody użytkowej w podgrzewaczach elektrycznych przepływowych, zlokalizowanych bezpośrednio przy punktach poboru.		
Brak opomiarowania ciepłej wody.		

5.4 Charakterystyka techniczna systemu wentylacji - stan istniejący		
Lp.	Rodzaj danych	Dane
1.	Rodzaj wentylacji	Naturalna
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego m ³ /h	6 055,4

5.5 Charakterystyka techniczna instalacji oświetlenia - stan istniejący			
1.	Średnia cena energii elektrycznej (łącznie sprzedaż + przesył)	zł/kWh	0,44
3.	Powierzchnia pomieszczeń wyposażonych w system wbudowanej instalacji oświetlenia	m ²	1 535,7
4.	Średnia moc jednostkowa oświetlenia dla budynku P _n	W/m ²	20
5.	Liczbowy wskaźnik oświetlenia LENI	kWh/(m ² *rok)	40

6. WYKAZ USPRAWNIEN I PRZEDSIĘWZIĘĆ MODERNIZACYJNYCH WYBRANYCH NA PODSTAWIE OCENY STANU TECHNICZNEGO		
Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1.	Przegrody zewnętrzne (ściany, stropodach, dach, ściana piwnicy, podłoga piwnicy, strop nad piwnicą i nad przejazdami)	Docieplenie ścian zewnętrznych, ścian piwnicy i stropodachu do warunków jakim powinny odpowiadać przegrody po 2021 roku (WT 2021) – dla budynków użyteczności publicznej od 2019 roku.
2.	Okna	Brak działań
3.	Drzwi	Brak działań
4.	System grzewczy	Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania i grzejników wraz z wymianą istniejące źródła ciepła na kotły gazowe.
5.	Instalacja c.w.u.	Brak działań
6.	Wentylacja	Brak działań
7.	Oświetlenie	Modernizacja oświetlenia na oświetlenie LED

7. OKREŚLENIE OPTYMALNEGO WARIANTU MODERNIZACYJNEGO

7.1 Do obliczeń przyjęto następujące dane:

		Symbol	Jednostki	przed modernizacją	po modernizacji
1.	Obliczeniowa temperatura zewnętrzna	t_{zo}	$^{\circ}\text{C}$	- 20	- 20
2.	Temperatura wewnętrzna lokale użytkowe	t_w	$^{\circ}\text{C}$	20	20
3.	Temperatura wewnętrzna piwnica	t_{kl}	$^{\circ}\text{C}$	3,2	8,3
4.	Liczba stopniodni ogrzewania przegrody zewnętrzne	SD	dzień K/rok	3 754	3 754
5.	Liczba stopniodni ogrzewania piwnica	SD _{kl}	dzień K/rok	1 577	1 089

7.1.1 Jednostkowe opłaty za moc zamówioną i zużyte ciepło^{*)}

Opłaty przed modernizacją		Cena brutto
Opłata zmienna za ciepło (produkcja + przesył)	zł/GJ	34,99
Stała opłata miesięczna za moc zamówioną (dystrybucja + przesył)	zł/MW m-c	-
Opłata abonamentowa	zł/m-c	-
Opłaty po modernizacji		
Opłata zmienna za ciepło (produkcja + przesył)	zł/GJ	51,24
Stała opłata miesięczna za moc zamówioną (dystrybucja + przesył)	zł/MW m-c	-
Opłata abonamentowa	zł/m-c	-

^{*)} jednostkowe opłaty przyjęto wg sumarycznego zużycia i kosztu za rok 2015 r. na podstawie opracowania Inwestora

7.2.1 Określenie optymalnego wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przegrody zewnętrzne budynku			Przegroda (symbol)			
			Ściana zewnętrzna			
Dane do obliczeń						
1. powierzchnia przegrody do obliczania strat ciepła			$A_{\text{strat}} = 1\,724,2 \quad \text{m}^2$			
2. powierzchnia przegrody do obliczania kosztów usprawnienia			$A_{\text{koszt}} = 1\,809,6 \quad \text{m}^2$			
3. liczba stopniodni ogrzewania			$SD = 3\,754 \quad \text{dzień K/rok}$			
4. technologia ocieplenia i wybrany materiał izolacyjny: docieplenie z użyciem styropianu metodą bezspoinową. Współczynnik przewodzenia ciepłą dla materiału izolacyjnego 0,035 W/mK.						
Rozpatrywane warianty ocieplenia:						
W1 - o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełniona wymagana maksymalna wartość U_{cmax} zgodnie z wymaganiami warunków technicznych WT 2021						
W2 i następne - o grubości warstwy izolacji większej niż w wariancie poprzednim						
Lp.		Jednostki	Warianty			
			Stan istniejący	W1	W2	W3
1.	Grubość dodatkowej warstwy izolacyjnej d	m	-----	0,16	0,18	0,2
2.	Współczynnik przenikania ciepła przed i po modernizacji U_c	W/(m²K)	1,454	0,190	0,172	0,156
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przenikania ciepła Q_{0U}, Q_{1U}	GJ/rok	813,1	106,3	95,9	87,3
4.	Roczne zapotrzebowanie na moc na pokrycie strat przez przenikanie q_{0U}, q_{1U}	MW	0,1003	0,0131	0,0118	0,0108
5.	Roczna oszczędność kosztów energii ΔO_{ru}	zł/rok	-----	24 731	25 095	25 396
6.	Cena jednostkowa usprawnienia C_{jed}	zł/m²	-----	252	210	215
7.	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł	-----	455 894,98	380 016,00	389 064,00
8.	Prosty czas zwrotu $SPBT$	lat	-----	18,4	15,1	15,3
Podstawa przyjętych wartości N_U – kosztorys inwestorski COREMATIC						
Wybrany wariant: 1		Koszt wariantu: 455 894,98		SPBT = 18,4 lat		

7.2.1b Określenie optymalnego wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przegrody zewnętrzne budynku			Przegroda (symbol)			
			Ściana piwnic			
Dane do obliczeń						
1. powierzchnia przegrody do obliczania strat ciepła			$A_{\text{strat}} = 302,5 \text{ m}^2$			
2. powierzchnia przegrody do obliczania kosztów usprawnienia			$A_{\text{koszt}} = 327,6 \text{ m}^2$			
3. liczba stopniodni ogrzewania			$SD = 1\,577 \text{ dzień K/rok}$			
4. technologia ocieplenia i wybrany materiał izolacyjny: docieplenie z użyciem styropianu metodą bezspoinową ścian od wewnątrz. Współczynnik przewodzenia ciepłą dla materiału izolacyjnego 0,035 W/mK.						
Rozpatrywane warianty ocieplenia:						
W1 - o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełniona założona wielkość $U < 0,45 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$						
W2 i następne - o grubości warstwy izolacji większej niż w wariantcie poprzednim						
Lp.		Jednostki	Warianty			
			Stan istniejący	W1	W2	W3
1.	Grubość dodatkowej warstwy izolacyjnej d	m	-----	0,04	0,06	0,08
2.	Współczynnik przenikania ciepła przed i po modernizacji U_c	W/(m²K)	0,853	0,432	0,346	0,289
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przenikania ciepła Q_{0U}, Q_{1U}	GJ/rok	83,7	3,0	2,4	2,0
4.	Roczne zapotrzebowanie na moc na pokrycie strat przez przenikanie q_{0U}, q_{1U}	MW	0,0103	0,0052	0,0042	0,0035
5.	Roczna oszczędność kosztów energii ΔO_{ru}	zł/rok	-----	3 824	3 845	3 859
6.	Cena jednostkowa usprawnienia C_{jed}	zł/m²	-----	248	255	260
7.	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł	-----	81 388,69	83 538,00	85 176,00
8.	Prosty czas zwrotu SPBT	lat	-----	21,3	21,7	22,1
Podstawa przyjętych wartości N_u – kosztorys inwestorski COREMATIC						
Wybrany wariant: 1		Koszt wariantu: 81 388,69		SPBT = 21,3 lat		

7.2.2 Określenie optymalnego wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przegrody zewnętrzne budynku			Przegroda (symbol)			
			Stropodach nad salą sportową, szatnią i łącznikiem			
Dane do obliczeń						
1. powierzchnia przegrody do obliczania strat ciepła			A _{strat} = 789,56 m ²			
2. powierzchnia przegrody do obliczania kosztów usprawnienia			A _{koszt} = 789,56 m ²			
3. liczba stopniodni ogrzewania			SD = 3 754 dzień K/rok			
4. technologia ocieplenia i wybrany materiał izolacyjny: docieplenie przy styropapy. Współczynnik przewodności materiału izolacyjnego 0,035 W/mK						
Rozpatrywane warianty ocieplenia:						
W1 - o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełniona wymagana maksymalna wartość U _{cmax} zgodnie z wymaganiami warunków technicznych WT 2021						
W2 i następne - o grubości warstwy izolacji większej niż w wariantcie poprzednim						

7.2.3 Określenie optymalnego wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przegrody zewnętrzne budynku				Przegroda (symbol)		
				Stropodach nad budynkiem głównym		
Dane do obliczeń						
1. powierzchnia przegrody do obliczania strat ciepła				A _{strat} = 437,13 m ²		
2. powierzchnia przegrody do obliczania kosztów usprawnienia				A _{koszt} = 437,13 m ²		
3. liczba stopniodni ogrzewania				SD = 3 754 dzień K/rok		
4. technologia ocieplenia i wybrany materiał izolacyjny: docieplenie przy użyciu wełny mineralnej metodą wdmuchiwania. Współczynnik przewodności materiału izolacyjnego 0,042 W/mK						
Rozpatrywane warianty ocieplenia:						
W1 - o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełniona wymagana maksymalna wartość U _{cmax} zgodnie z wymaganiami warunków technicznych WT 2021						
W2 i następne - o grubości warstwy izolacji większej niż w wariantcie poprzednim						
Lp.		Jednostki	Warianty			
			Stan istniejący	W1	W2	W3
1.	Grubość dodatkowej warstwy izolacyjnej d	m	-----	0,26	0,28	0,3
2.	Współczynnik przenikania ciepła przed i po modernizacji U _c	W/(m²K)	1,546	0,146	0,137	0,128
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przenikania ciepła Q _{0U} , Q _{1U}	GJ/rok	219,2	20,7	19,4	18,2
4.	Roczne zapotrzebowanie na moc na pokrycie strat przez przenikanie q _{0U} , q _{1U}	MW	0,0270	0,0026	0,0024	0,0022
5.	Roczna oszczędność kosztów energii ΔO _{ru}	zł/rok	-----	6 946	6 991	7 033
6.	Cena jednostkowa usprawnienia C _{jed}	zł/m²	-----	118	125	130
7.	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł	-----	51 639,02	54 641,25	56 826,90
8.	Prosty czas zwrotu SPBT	lat	-----	7,4	7,8	8,1
Podstawa przyjętych wartości N _u – kosztorys inwestorski COREMATIC						
Wybrany wariant: 1		Koszt wariantu: 51 639,02		SPBT = 7,4 lat		

8. WYBÓR OPTYMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA POPRAWIAJĄCEGO SPRAWNOŚĆ SYSTEMU OGRZEWANIA

Dane do obliczeń - stan istniejący

- | | | | |
|---|-------------|--------|--------|
| 1. zapotrzebowanie mocy do ogrzewania budynku | $q_{Hco} =$ | 0,5344 | MW |
| 2. sezonowe zapotrzebowanie ciepła | $Q_{Hco} =$ | 868 | GJ/rok |

Przewiduje się następujące warianty usprawnienia poprawiające sprawność systemu ogrzewania

Lp	Opis usprawnienia	Koszt
1.	Demontaż obecnej instalacji centralnego ogrzewania w średnim stanie technicznym. Montaż nowej instalacji wraz z izolacją, grzejnikami płytowymi i zaworami.	332 090,45
2.	Montaż niskoemisyjnych 3 kotłów gazowych wraz z odpowiednim oprogramowaniem i automatyką pogodową, a także odpowiednimi zaworami.	106 188,70
3.	Wykonanie instalacji gazowej w budynku do zasilania kotłów gazowych	1 909,37

Zestawienie współczynników sprawności systemu ogrzewania związanych z modernizacją

Lp		Współczynniki sprawności			
		Stan istniejący		Stan po modernizacji	
1.	Średnia sezonowa sprawność wytwarzania	η_{Hg}	0,82	η_{Hg}	0,95
2.	Średnia sezonowa sprawność przesyłu	η_{Hd}	0,80	η_{Hd}	0,90
3.	Średnia sezonowa sprawność akumulacji	η_{Hs}	1,00	η_{Hs}	1,00
4.	Średnia sezonowa sprawność regulacji	η_{He}	0,77	η_{He}	0,93
5.	Średnia sezonowa sprawność całkowita	η_{Htot}	0,51	η_{Htot}	0,80
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu tygodnia	W_t	0,85	W_t	0,85
7.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby - wprowadzenie podzielników	W_d	0,91	W_d	0,91

8.1 Ocena finansowa przedsięwzięcia modernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu ogrzewania

Lp		Jednostki	Stan istniejący	Stan po Modernizacji – kocioł gazowy
1.	Obliczeniowa moc cieplna instalacji c.o. q_{co}	MW	0,5344	0,5344
2.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby instalacji c.o. w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	GJ/rok	868	868
3.	Średnia sezonowa sprawność całkowita η_{Htot}	----	0,51	0,80
4.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby instalacji c.o. z uwzględnieniem sprawności systemu i przerw w ogrzewaniu Q_{co}	GJ/rok	1330	845
5.	Roczny koszt ogrzewania w standardowym sezonie grzewczym O_{co}	zł/rok	46 537	29 567
6.	Roczna oszczędność kosztów ogrzewania w standardowym sezonie grzewczym	Zł/rok	-----	16 970
8.	Całkowity koszt usprawnień systemu ogrzewania N_{co}	zł	-----	441 416,01
9.	Prosty czas zwrotu SPBT	lat	-----	26,0

9. OBLICZENIA ZAOSZCZĘDZONEJ ENERGII ELEKTRYCZNEJ - MODERNIZACJA SYSTEMU OŚWIETLENIA

Rozpatrywane wariant modernizacji systemu oświetlenia zakłada modernizację na oświetlenie LED. Oszczędności zużycia energii elektrycznej dla źródeł światła po modernizacji obliczane są przy założeniu, że natężenie oświetlenia powierzchni mierzone w luksach spełnia wymagania PN-EN 12464-1:2012

Średnia cena za energię elektryczną przyjęta na podstawie zestawienia zużycia i kosztów energii elektrycznej w roku 2015 przygotowane przez Inwestora.

		Jednostki	Stan istniejący	System oświetlenia po modernizacji (LED)
1.	Moc jednostkowa opraw oświetlenia podstawowego w budynku P_N	W/m ²	20	10
2.	Czas użytkowania oświetlenia podstawowego w ciągu dnia t_D	h	1800	1800
3.	Czas użytkowania oświetlenia podstawowego w ciągu nocy t_N	h	200	200
4.	Współczynnik uwzględniający obniżenie natężenie oświetlenia do poziomu wymaganego F_C	----	1	1
5.	Współczynnik uwzględniający nieobecność użytkowników w miejscu pracy F_O	----	1	1
6.	Współczynnik uwzględniający wykorzystanie światła dziennego F_D	-----	1	1
7.	Liczbowy wskaźnik energii oświetlenia $LENI$	kWh/m ² rok	40	20
8.	Roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku dla wbudowanej instalacji oświetleniowej $Q_{KL} = A_f \cdot LENI$	kWh/rok	110024	55012
9.	Roczne oszczędności energii końcowej po modernizacji systemu oświetlenia ΔQ_{KL}	kWh/rok	-	55012
10.	Jednostkowe opłaty za energię elektryczną C_{jed}	zł/kWh	0,44	0,44
11.	Roczne koszty zużycia energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia wbudowanego K	zł/rok	48410,56	24205,28
12.	Roczne oszczędności kosztów zużycia energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia ΔQ_K	zł/rok	-	24205,28
13.	Koszt modernizacji systemu oświetlenia N_U	zł	-	206 219,70
14.	Prosty czas zwrotu $SPBT$	lat	-	8,5

Dodatkowe informacje:

W celu prawidłowego doboru wymiany oświetlenia należy sporządzić audyt oświetleniowy, w którym zostaną obliczone parametry natężenia światła dla każdego z punktów.

Koszt modernizacji zawiera koszt demontażu obecnych 449 opraw, a także montaż odpowiednich opraw oświetleniowych wraz z niezbędnym okablowaniem i pomiarem instalacji oświetleniowej. Koszt oparty o kosztorys inwestorskich.

10. ROCZNE ZAPOTRZEBOWANIE NA ENERGIĘ POMOCNICZĄ DOSTARCZANĄ DO BUDYNKU DLA SYSTEMÓW TECHNICZNYCH
10.1 System ogrzewania 1 749,4 kWh/rok
10.2 System przygotowania ciepłej wody użytkowej 0,0 kWh/rok
10.3 System chłodzenia Brak systemu chłodzenia

11. ZESTAWIENIE OPTYMALNYCH USPRAWNIEŃ MODERNIZACYJNYCH

Zestawienie wybranych wariantów zmierzających do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło lub energię elektryczną w wyniku zmniejszenia strat przenikania przez przegrody budowlane, modernizacji systemu ogrzewania, modernizacji systemu oświetlenia uszeregowane wg rosnącej wartości SPBT.

Z uwagi na konieczność wykonania modernizacji instalacji centralnego ogrzewania stanowi ona pierwszy wariant inwestycyjny.

Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia modernizacyjnego	Planowane koszty robót zł	SPBT
1.	Modernizacja systemu ogrzewania wraz z montażem kotłów gazowych i podłączeniem instalacji gazowej	441 416,01	26,0
2.	Docieplenie stropodachu nad budynkiem głównym – wariant 1	51 639,02	7,4
3.	Modernizacja oświetlenia na oświetlenie LED	206 219,70	8,5
4.	Docieplenie stropodachu nad salą sportową, szatniami i łącznikiem – wariant 1	196 549,98	13,5
5.	Docieplenie ścian zewnętrznych budynku – wariant 1	455 894,98	18,4
6.	Docieplenie ścian piwnic od wewnątrz – wariant 1	81 388,69	21,3

12. ZESTAWIENIE WSZYSTKICH WARIANTÓW I WYBÓR OPTYMALNEGO PRZEDSIĘWZIĘCIA MODERNIZACYJNEGO DLA BUDYNKU

Wybór optymalnego wariantu obejmuje:

1. oszczędności energii i kosztów dla wariantów przedsięwzięć modernizacyjnych
2. wskazanie optymalnego wariantu do realizacji

Określenie wariantów przedsięwzięć modernizacyjnych

	Przedsięwzięcie modernizacyjne	W1 – W6					
		W1	W2	W3	W4	W5	W6
1.	Modernizacja systemu ogrzewania wraz z montażem kotłów gazowych	X	X	X	X	X	X
2.	Docieplenie stropodachu nad budynkiem głównym – wariant 1	X	X	X	X	X	
3.	Modernizacja oświetlenia na oświetlenie LED	X	X	X	X		
4.	Docieplenie stropodachu nad salą sportową, szatniami i łącznikiem – wariant 1	X	X	X			
5.	Docieplenie ścian zewnętrznych budynku – wariant 1	X	X				
6.	Docieplenie ścian piwnic od wewnątrz – wariant 1	X					
Planowane koszty całkowite zł		1433108,38	1351719,69	895824,71	699274,73	493055,03	441416,01
Roczna oszczędność kosztów energii zł/rok		41 988	41 953	30 406	26 872	26 872	16 970
Oszczędność zapotrzebowania na energię %		85,3	85,3	61,8	54,6	54,6	34,5

13. OPIS OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA

Na podstawie przeprowadzonej analizy został wybrany wariant 1 jako optymalny wariant przedsięwzięcia modernizacyjnego dla ocenianego budynku.

Wariant ten obejmuje następujące usprawnienia modernizacyjne przewidziane do realizacji w budynku:

- Modernizacja systemu grzewczego w zakresie demontażu obecnej instalacji będącej w średnim stanie technicznym, a następnie montażem nowej, zaizolowanej, a także wymiany grzejników wraz z zastosowaniem zaworów termostatycznych i podpionowych. Wymiana istniejącego kotła węglowego na 3 szt. niskoemisyjnych kotłów gazowych wraz z wykonaniem instalacji gazowej i koniecznymi robotami budowlanymi w tym zakresie.
- Ocieplenie ścian zewnętrznych wraz z wykonaniem niezbędnych prac towarzyszących jak rusztowanie, zabezpieczeniem lub rozebraniem elementów na elewacji, przygotowaniem podłoża do docieplenia, a także położeniem tynków i malowaniem po wykonaniu prac ociepleniowych.
- Ocieplenie ścian piwnicy wraz z wykonaniem odkopu, a także otynkowaniem i wykonaniem izolacji przeciwwilgociowej, a po wykonaniu prac także odtworzeniem stanu obecnego podłoża gruntowego.
- Modernizacja systemu oświetlenia na oświetlenie LED wraz z demontażem obecnych 449 opraw, a także pomiarem instalacji oświetleniowej i okablowaniem.
- Ocieplenie stropodachu na całym budynku wraz z rozbiórką i wyrównaniem obecnego pokrycia, odpowiednim przygotowaniem zbrojenia bądź krokwi drewnianych, a także otynkowaniem i wykonaniem nowego pokrycia zabezpieczającego przed warunkami atmosferycznymi.

13.1 Dalsze działania inwestora

Dalsze działania inwestora obejmują:

- Opracowanie projektu budowlanego wraz z uzyskaniem niezbędnych pozwoleń jeśli są wymagane
- Opracowanie projektu modernizacji oświetlenia wraz z audytem oświetleniowym
- Opracowanie audytu powykonawczego

14. ZESTAWIENIE WSKAŹNIKÓW EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ DLA BUDYNKU DLA WYBRANEGO WARIANTU OPTYMALNEGO				
	jednostka	Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji	Oszczędność energii / redukcja zanieczyszczeń
1	2	3	4	5
Zapotrzebowanie na energię ciepłą (c.o.+ went + c.w.u.)	GJ/rok	1406,0	206,0	1200,0
	kWh/rok	390559	57223	333336
	%	-	-	85,3 %
Zapotrzebowanie na energię elektryczną	GJ/rok	402,4	207,4	195,0
	kWh/rok	111773	57604	54169
	%	-	-	48,5 %
Zapotrzebowanie na energię końcową	GJ/rok	1808,4	413,4	1395
	kWh/rok	502332	114827	387505
	%	-	-	77,1 %
Roczne zużycie energii pierwotnej	GJ/rok	2898,2	993,1	1905,0
	kWh/rok	805049	275871	529178
	%	-	-	65,7 %
Roczna emisja gazów cieplarnianych	ton równoważnika CO ₂ /rok	446,43	282,69	163,74
	%	-	-	36,68%
Roczna emisja pyłów PM10	kg/rok	252,70	0,07	252,64
	%	-	-	99,97%
Roczna emisja pyłów PM2,5	kg/rok	226,10	0,07	226,04
	%	-	-	99,97%

Załączniki do audytu

Załącznik 1. Obliczenie efektu ekologicznego

1.1. Szacowany roczny spadek emisji gazów cieplarnianych

Jednostka: **MgCO₂/rok**

Nośnik energii w budynku	Wskaźnik emisji kgCO ₂ /GJ lub MgCO ₂ /MWh	Stan przed modernizacją		Stan po modernizacji		
		Zapotrzebowanie na energię końcową (GJ/rok lub MWh/rok) ²	Wielkość emisji MgCO ₂ /rok	Zapotrzebowanie na energię końcową (GJ/rok lub MWh/rok) ²	Wielkość emisji MgCO ₂ /rok	Redukcja emisji MgCO ₂ /rok
1	2	3	4	5	6	7=4-6
węgiel kamienny	94,73	1330,0	125,99	0	0,00	125,99
gaz ziemny	56,1	0,0	0,00	130,0	7,29	-7,29
Energia elektryczna	831,5	385,4	320,44	331,2	275,40	45,04
SUMA						163,74

Działania termomodernizacyjne pozwolą na uzyskanie 36,68 % redukcji emisji.

1.2. Redukcja emisji pyłów

Jednostka: **kg/rok**

1.2.1. Pył PM 10

Nośnik energii w budynku	Wskaźnik emisji g/GJ	Stan przed modernizacją		Stan po modernizacji		
		Zapotrzebowanie na energię końcową (GJ/rok) ²	Wielkość emisji kg/rok	Zapotrzebowanie na energię końcową (GJ/rok)	Wielkość emisji kg/rok	Redukcja emisji kg/rok
1	2	3	4	5	6	7=4-6
węgiel kamienny	190	1330,0	252,700	0	0,000	252,70
gaz ziemny	0,5	0,0	0,000	130,0	0,065	-0,07
SUMA						252,64

Działania termomodernizacyjne pozwolą na uzyskanie 99,97 % redukcji emisji.

1.2.2. Pył PM 2.5

Nośnik energii w budynku	Wskaźnik emisji g/GJ	Stan przed modernizacją		Stan po modernizacji		
		Zapotrzebowanie na energię końcową (GJ/rok) ²	Wielkość emisji kg/rok	Zapotrzebowanie na energię końcową (GJ/rok)	Wielkość emisji kg/rok	Redukcja emisji kg/rok
1	2	3	4	5	6	7=4-6
węgiel kamienny	170	1330,0	226,100	0	0,000	226,100
gaz ziemny	0,5	0,0	0,000	130,0	0,065	-0,07
SUMA						226,04

Działania termomodernizacyjne pozwolą na uzyskanie 99,97 % redukcji emisji.