

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

Termomodernizacja budynku Szkoły Podstawowej nr 1 w Krupskim Młynie

Adres budynku	ulica: Dąbrowskiego 2 kod: 42-693 miejscowość: Kruski Młyn powiat: tarnogórski województwo: śląskie
Wykonawca audytu	imię i nazwisko: Mateusz Jaruszowiec tytuł zawodowy: inż.

Czerwiec 2024 r.

TABELA 1. STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU

1. DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU			
1.1 Rodzaj budynku	Budynek szkolny	1.2. Rok budowy	1955/ 1965
1.3. Inwestor (nazwa, nazwisko i imię, adres do korespondencji)	Gmina Krupski Młyn ul. Krasickieg 2 kod 42-693 Krupski Młyn	1.4. Adres budynku ul. Dąbrowskiego 2 kod 42-693 miejscowość Krupski Młyn powiat tarnogórski woj. śląskie	
2. Nazwa, nr. REGON i adres podmiotu wykonującego audyt: PERSEM Sp. z o.o. ul. Kędzierzyńska 17A/102, 41-902 Bytom REGON 522433522			
3. Imię i nazwisko oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis. Mateusz Jaruszowiec, 42-693 Krupski Młyn, ul. Tarnogórska 7/5 kurs przygotowujący do działalności audytora energetycznego Nr 128/2012 Audytor energetyczny w budownictwie na potrzeby termomodernizacji oraz oceny energetycznej budynków, nr. świadectwa 22380 audytor z listy ZAE			
 podpis			
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac, posiadane kwalifikacje; podpis.			
<i>Lp.</i>	<i>Imię i nazwisko</i>	<i>Zakres udziału w opracowaniu audytu</i>	
1	Mateusz Jaruszowiec	obliczenia	
2	Łukasz Kruczyński	inwentaryzacja	
3			
5. Miejscowość: Bytom		Data wykonania opracowania: 06.06.2024 r.	
6. Spis treści			
			str.
1. Strona tytułowa			2
2. Karta audytu energetycznego			3
3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystywane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora budowlanego budynku			6
4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku			7
5. Ocena stanu technicznego budynku			13
6. Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych			15
7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			16
8. Opis wariantu optymalnego			33

TABELA 2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU			
1.Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna, murowana	bez zmian
2.	Liczba kondygnacji	3	3
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	9 007,2	9 007,2
4.	Powierzchnia użytkowa budynku [m ²]	3 081,2	3 081,2
5.	Powierzchnia użytkowa służąca celom mieszkalnym i wykonywaniu zadań publicznych przez organy administracji publicznej [m ²]	0,0	0,0
6.	Wskaźnik udziału powierzchni (poz. 5) / (poz. 4) [%]	0%	0%
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0	0
8.	Liczba osób użytkujących budynek	185	185
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	kotłownia gazowa	kotłownia gazowa+pompa ciepła
10.	Rodzaj systemu grzewczego a budynku	węzeł cieplny	węzeł cieplny+pompa ciepła
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,60	0,60
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/(m ² K)]			
1.	Ściany zewnętrzne	0,269	0,269
2.	Ściany zewnętrzne	0,266	0,266
3.	Dach/Stropodach	0,208	0,139
4.	Dach/Stropodach	0,661	0,148
5.	Dach/Stropodach - mała sala	0,266	0,144
6.	Podłoga na gruncie	0,314	0,314
7.	Podłoga na gruncie sala gimnastyczna	0,277	0,277
8.	Okna, drzwi balkonowe	2,0	0,9
9.	Drzwi zewnętrzne / bramy	2,6	1,3
3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,93	1,86
2.	Sprawność przesyłu [-]	0,96	0,96
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	0,83	0,89
4.	Sprawność akumulacji [-]	1,00	0,95
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewania w okresie tygodnia [-]	0,85	0,85
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby [-]	0,95	0,95
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,88	2,02
2.	Sprawność przesyłu [-]	0,60	0,60
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji [-]	0,85	0,86
5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)	naturalna	naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna/kratki	okna/kratki
3.	Strumień powietrza zewnętrznego [m ³ /h]	8 013	7 081
4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	0,89	0,79
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	218,2	177,2
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW]	15,3	6,6
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	866,87	430,14
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	950,36	229,66

5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	199,27	85,91
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok] ****)	843,61	-
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	-	-
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m²rok]	78,15	38,78
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m²rok]	85,68	20,70
10 ¹⁾	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,00%	68,87%
7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku ²⁾ [zł/GJ]	161,24	240,29
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ³⁾ [zł/(MW m-c)]	12 654,25	12 654,25
3.	Koszt przygotowania 1 m³ ciepłej wody użytkowej ²⁾ [zł/m³]	26,13	25,03
4.	Koszt za 1 GJ ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej [zł/GJ]	101,41	239,61
5.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc [zł/(MWm-c)]	0,00	0,00
6.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m² powierzchni użytkowej [zł/(m² m-c)]	5,04	2,26
7.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	0,00	0,00
8.	Inne [zł]	-	-
8.1 Wskaźniki dla optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
1.	EK – wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię końcową [kWh/ (m² rok)]	104,4	28,8
2.	EP – wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną [kWh/(m² rok)]	117,2	51,8
3.	Zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię [%]	72,6	
4.	Zmniejszenie zapotrzebowania na energię [GJ/rok]	834	
5.	Średnioroczna oszczędność energii finalnej [toe/rok]	19,92	
6.	Uniknięta emisja CO ₂ [t CO ₂ /rok]	29,06	
7.	Roczne oszczędności kosztów energii [zł/rok]	103 900	
8.	Moc instalacji OZE w ramach termomodernizacji ⁴⁾ [kW]	100,00	
8.2. Charakterystyka ekonomiczna przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
		netto	brutto
1.	Koszty całkowite przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, bez kosztów, o których mowa w wierszu 2 [zł]	2 856 450,12	3 513 433,65
2.	Koszty zakupu, montażu, budowy albo modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii ⁴⁾ [zł]	854 170,80	1 050 630,08
3.	Udział kosztów (brutto) zakupu, montażu, budowy albo modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii w łącznych kosztach (brutto) przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz zakupu, montażu, budowy lub modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii ⁴⁾ [%]	29,9%	
4.	Czy inwestorowi przyznano grant OZE: TAK/NIE ⁵⁾		
5.	Premia termomodernizacyjna ^{6) *)} [zł]	1 186 656,57	
9. Grant termomodernizacyjny			
1.	Maksymalna wartość wskaźnika EP określona zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 7 ust. 2 pkt 1 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane [kWh/(m² rok)]	EP _{H+W} =45 / EP _L =25	
2.	Przegrody oraz wyposażenie techniczne budynku ODPOWIADAJĄ/NIE ODPOWIADAJĄ ⁷⁾ wymaganiom izolacyjności cieplnej określonym w przepisach wydanych na podstawie art. 7 ust. 2 pkt 1 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane		
3.	Wysokość grantu termomodernizacyjnego ^{8) **)} [zł]	0,00	
10. Premia MZG i grant MZG ⁹⁾			
1.	Przed realizacją przedsięwzięcia termomodernizacyjnego / W ramach przedsięwzięcia termomodernizacyjnego ⁷⁾ w budynku spełniony jest warunek, o którym mowa w art. 11h ust. 1 ustawy: TAK/NIE, jeżeli TAK, to: – pkt 1 / – pkt 2 / – pkt 3 ⁷⁾		
2.	Wysokość premii MZG [zł]		
3.	Wysokość grantu MZG ^{4) ***)} [zł]		
4.	Wysokość premii MZG łącznie z wartością grantu MZG [zł]		

11. Inne	
1.	W ramach przedsięwzięcia termomodernizacyjnego ZOSTANIE / NIE ZOSTANIE ⁷⁾ zastosowana wysokosprawna kogeneracja
2.	Budynek JEST/NIE JEST ⁷⁾ wpisany do rejestru zabytków lub znajduje się na obszarze wpisanym do rejestru zabytków
3.	Przedsięwzięcie STANOWI/NIE STANOWI ⁷⁾ przedsięwzięcia rewitalizacyjnego, o którym mowa w art. 11g ust. 2 ustawy
4.	Z audytu energetycznego WYNIKA/NIE WYNIKA ⁷⁾ , że po zrealizowaniu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego elementy budynku poddane temu przedsięwzięciu termomodernizacyjnemu będą spełniać wymagania, o których mowa w art. 5a ust.2 i art. 11g ust. 1 pkt 4 ustawy ¹⁰⁾

- 1) U_{OZE} [%] obliczany zgodnie z rozporządzeniem dotyczącym sporządzania świadectw, jako udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu grzewczego oraz dla systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej.
 - 2) Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii
 - 3) Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii
 - 4) Jeśli dotyczy
 - 5) Jeśli dotyczy, w przypadku, gdy inwestorowi nie przyznano grantu OZE.
 - 6) Należy wpisać 0, jeśli inwestorowi została przyznana premia MZG.
 - 7) Niepotrzebne skreślić.
 - 8) Należy wpisać 0, jeśli inwestorowi nie przysługuje premia termomodernizacyjna.
 - 9) Dotyczy inwestora, o którym mowa w art.11g ust.1 pkt 1. ustawy
 - 10) Jeżeli z audytu energetycznego wynika, że nie jest możliwe spełnienie tego warunku, to w przypadku budynku, o którym mowa w art. 11g ust. 2 ustawy, audytor załącza do karty audytu energetycznego oświadczenie, które to potwierdza, wraz z uzasadnieniem.
- *) Wysokość premii termomodernizacyjnej wynosi:
- 1) 26% kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, w przypadku, o którym mowa w art. 5 ust. 1 ustawy,
 - 2) 31% kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, w przypadku, o którym mowa w art. 5 ust. 2a ustawy,
 - 3) 31% łącznych kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz zakupu, montażu, budowy lub modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii, w przypadku, o którym mowa w art. 5 ust. 2b ustawy
- **) 10% kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego netto
- ***) 30% kosztów przedsięwzięcia netto

****) Różnica pomiędzy zmierzonym (przeliczonym na warunki standardowego sezonu) i obliczonym sezonowym zapotrzebowaniem na ciepło (z uwzględnieniem sprawności i przerw na ogrzewanie) na cele centralnego ogrzewania może być spowodowana:

- innym współczynnikiem przenikania okien w budynku, niż przyjęto w obliczeniach
- występowaniem mniejszej temperatury niż założona temperatura projektowana w pomieszczeniach

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

3.1. Dokumentacja projektowa:

- Istniejąca inwentaryzacja architektoniczno-budowlana
- Informacje uzyskane podczas wizji budynku

3.2. Inne dokumenty

Normy i rozporządzenia:

- * Ustawa z dnia 21 listopada 2008r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów oraz o centralnej ewidencji emisyjności budynków – Dz.U.2022 poz. 438, z późniejszymi zmianami. Dalej zwana Ustawą termomodernizacyjną.
- * Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmów oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego - Dz.U. 2009 nr 43 poz. 346, z późniejszymi zmianami. Dalej zwane Rozporządzeniem dot. audytów termomodernizacyjnych.
- * Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej - Dz.U.2021 poz. 497, z późniejszymi zmianami.
- * Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie - Dz.U.2022 poz.1225), wraz z późniejszymi zmianami. Dalej zwane Warunkami Technicznymi
- * Polska Norma PN-EN ISO 6946:2008 „Elementy budowlane i części budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczeń.”
- * Polska Norma PN-EN ISO 13370 „Właściwości cieplne budynków – Wymiana ciepła przez grunt – Metody obliczania”.
- * Polska Norma PN-EN ISO 14683 „Mostki cieplne w budynkach – Liniowy współczynnik przenikania ciepła – Metody uproszczone i wartości orientacyjne”.
- * Polska Norma PN-EN 12831:2006 „Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego”.
- * Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3.09.2015 zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego”.
- * Polska Norma PN-EN ISO 13790:2009 „Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii do ogrzewania i chłodzenia”.
- * KOBIZE - Wartości opałowe i wskaźniki emisji CO₂ do raportowania w ramach Wspólnotowego Systemu Handlu Uprawnieniami do emisji.

3.3. Osoby udzielające informacji

- Pracownicy Urzędu Gminy oraz Dyrektor Szkoły Podstawowej

3.4. Data wizji lokalnej

Kwiecień 2024 r.

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

- Obniżenie kosztów ogrzewania budynku oraz kosztów energii elektrycznej.
- Wykorzystanie kredytu bankowego i pomocy Państwa na warunkach określonych w Ustawie termomodernizacyjnej lub na potrzeby aplikacji o środki z Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Katowicach, Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Warszawie lub Regionalnych Programów Operacyjnych.
- W ramach audytu dokonanie oceny efektywności następujących usprawnień:
 - ocieplenie stropu dachów/stropodachów,
 - wymiana okien wraz z likwidacją luksferów,
 - modernizacja instalacji centralnego ogrzewania i ciepłej wody użytkowej.

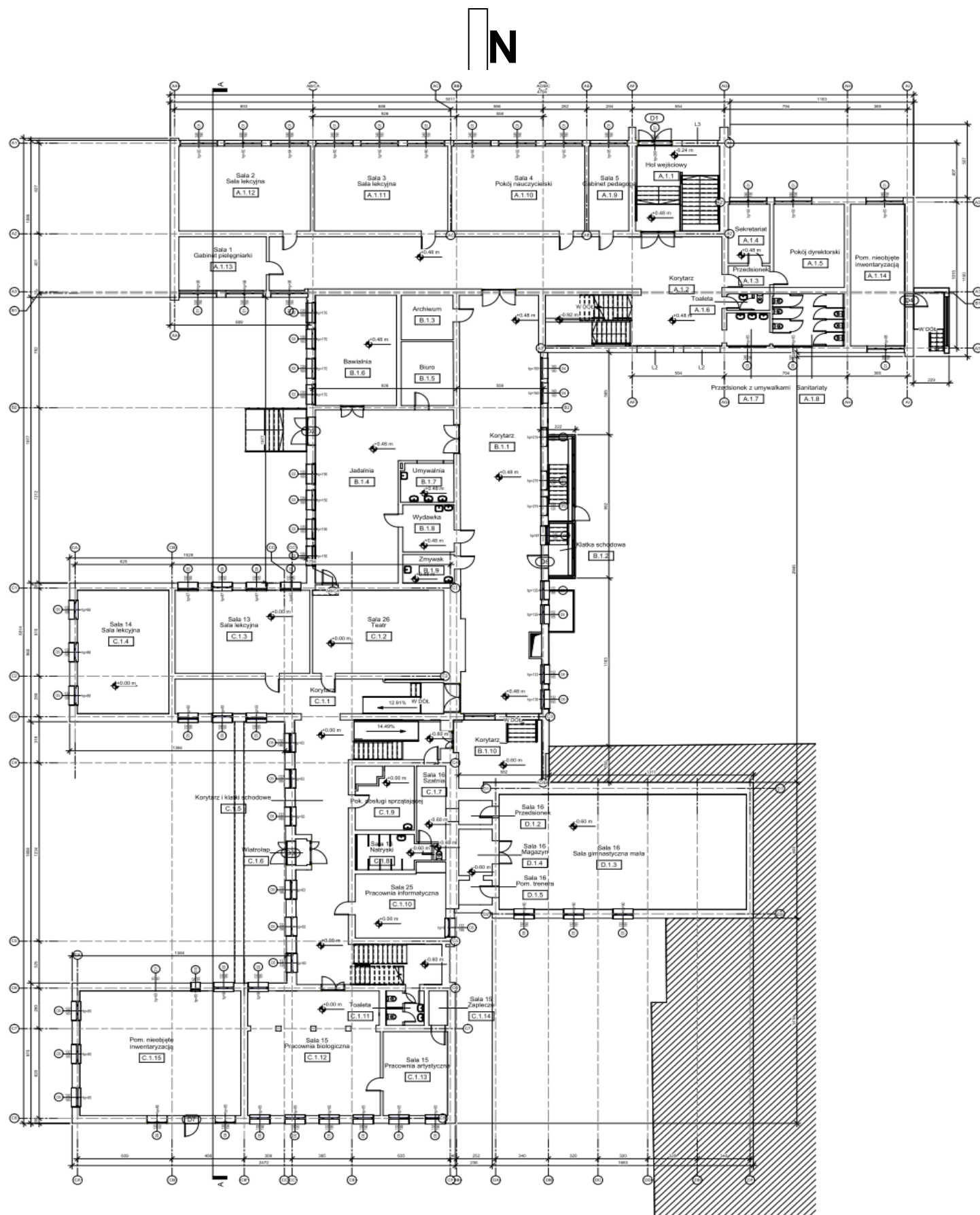
4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4a. Ogólne dane o budynku

Własność	prywatna	spółdzielcza	komunalna
Przeznaczenie budynku	mieszkalny	mieszk-usługowy	inny X
Budynek	wolnostojący X	segment w zabudowie szeregowej	
	bliźniak	blok mieszkalny, wielorodzinny	

Rok budowy		1955/	1965	Rok zasiedlenia		1955/	1965
Technologia budynku		UW-2Ż-cegła żerańska		RWB	BSK	RBM-73	RWP-75
PBU-59	PBU-62	UW 2-J	WUF-62	WUF-T	OWT-67	OWT-75	"Szczecin"
W-70	Wk-70	SBM-75	ZSBO	"Stolica"	monolit	X tradycyjna	ramowa
szkieletowa	inna, jaka:						
1	Powierzchnia zabudowy		1 811,00	9	Budynek podpiwniczony		tak
2	Kubatura budynku [m ³]		10 855,89	10	Liczba klatek schodowych		2
3	Kubatura ogrzewanej części budynku [m ³]		9 007,16	11	Liczba kondygnacji		3
3	Powierzchnia użytkowa [m ²]		2 953,38	11	Wysokość kondygnacji w świetle [m]		4,8 - 2,8
4	Powierzchnia sali gminastycznej [m ²]		127,84	12	Liczba użytkowników	185	
5	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym [m ²]		0,00				
6	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy [m ²]		0,00	13	Liczba mieszkań		0
8	Powierzchnia ogrzewana budynku [m ²]		3 081,22				

4.b. Rzut i przekrój budynku



4.c. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Budynek szkoły podstawowej w Krupskim Młynie jest obiektem wykonanym w technologii tradycyjnej, murowanej który można podzielić na kilka segmentów wzniesionych w różnych latach - budynek starej szkoły z lat 50, budynek szkoły z lat 60, świetlicę z lat 90 oraz małą salą gimnastyczną.

Charakterystyka podstawowych przegród budowlanych:

- ściany zewnętrzne – z cegły pełnej oraz z pustaków ocieplona warstwą styropianu;
- stropy – typu DZ;
- dach – konstrukcja drewniana oraz betonowa, kryty papą, częściowo izolowana.

Okna PCV, w średnim stanie technicznym. Wartość współczynnika przenikania ocenia się na $U=1,8 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$.

Drzwi wejściowe o współczynniku $U=2,6 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$.

Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych

L.p.	Opis		Pow. całk. do ocieplenia m^2	Pow. do obl. strat ciepła (bez okien) m^2	U_K $\text{W/(m}^2\cdot\text{K)}$	Pow. okien i drzwi balk. m^2	U okna $\text{W/(m}^2\cdot\text{K)}$	Pow. drzwi i bram garażowych m^2	U drzwi $\text{W/(m}^2\cdot\text{K)}$
1	Ściany zewnętrzne		2 072,3	1 535,6	0,269 / 0,266	475,9	1,8	24,0	2,6
2	Dach/Stropodach		721,0	721,0	0,208				
3	Dach/Stropodach - mała sala		185,4	185,4	0,266				
4	Dach		957,0	957,0	0,661				
5	Podłoga na gruncie		1 363,7	1 363,7	0,314				
6	Podłoga na gruncie sala gimnastyczna		127,8	127,8	0,277				

4.d. Charakterystyka energetyczna budynku

Lp.	Rodzaj danych		Dane w stanie istniejącym
1.	Zamówiona moc cieplna na co	[kW]	147,0
2.	Zamówiona moc cieplna na cwu (q_{sr})	[kW]	-
3.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na co	[kW]	218
4.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na cwu	[kW]	15,3
5.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	867
6	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	950
7	Taryfa opłat (z VAT)		
	opłata stała (za moc zamówioną + przesył) miesięcznie	zł/MW	12 654,3
	opłata zmienna (za ciepło + przesył) wg licznika	zł/GJ	161,2
	opłata abonamentowa miesięcznie	zł	0,0

4e. Charakterystyka systemu ogrzewania

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Typ instalacji	Istniejącym źródłem ciepła na cele c.o. dla szkoły jest przyłącze sieci ciepłowniczej niskoparametrowej 90/70°C.
2.	Parametry pracy instalacji	90/70 °C
3.	Przewody w instalacji	Stalowe, czarne, spawane, prowadzone po wierzchu, bez zaworów podpionowych . Przewody poziome izolowane.
4.	Rodzaje grzejników	Stalowe.
5.	Oslonięcie grzejników	Brak.
6.	Zawory termostatyczne	Tak, częściowo.

Wartości współczynników systemu ogrzewania dla stanu przed termomodernizacji

Lp	Opis	Wartość współczynnika	
1	Wytwarzanie ciepła	η_g	0,93
2	Przesyłanie ciepła	η_d	0,96
3	Regulacja i wykorzystanie	η_e	0,83
4	Akumulacja ciepła	η_s	1,00
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_g * \eta_d * \eta_c * \eta_s =$	η_{tot}	0,74
6	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	W_t	0,85
7	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	W_d	0,95

4.f. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj instalacji	Ciepła woda przygotowywana poprzez gazowy kocioł o mocy 84 kW.
2.	Piony i ich izolacja	Przewody stalowe oraz miedziane. Brak izolacji na przewodach rozprowadzających.
3.	Opomiarowanie (wodomierze indywidualne)	Wodomierz główny dla całego budynku.
4.	Zbiornik akumulacyjny	Pojemnościowy podgrzewacz c.w.u.

Wartości współczynników systemu przygotowania cwu dla stanu sprzed termomodernizacji

Lp.	Opis	Wartość współczynnika	
1	Wytwarzanie ciepła	η_{gw}	0,88
2	Przesyłanie ciepła	η_{dw}	0,60
3	Regulacja i wykorzystanie	η_{ew}	1,00
4	Akumulacja ciepła	η_{sw}	0,85
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_{gw} * \eta_{dw} * \eta_{ew} * \eta_{sw} =$	$\eta_{tot,w}$	0,45

Uzasadnienie przyjętych współczynników sprawności:

Opis	Wartości dla budynku - stan istniejący
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{W,g}$	kocioł gazowy
sprawność przesyłu $\eta_{W,d}$	centralne przygotowanie, małe instalacje
sprawność akumulacji $\eta_{W,s}$	istniejący zasobnik c.w.u.

4.g. Charakterystyka węzła ciepłego lub kotłowni w budynku

Istniejącym źródłem ciepła na cele c.o. dla szkoły jest przyłącze sieci ciepłowniczej niskoparametrowej 90/70°C.

4.h. Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj wentylacji	grawitacyjna
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego m ³ /h	8 013

5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

5.1 Przegrody zewnętrzne

przegroda	U [W/m ² *K]	U ¹⁾ [W/m ² *K]
	istniejące	wymagane
Ściany zewnętrzne	0,27	0,20
Ściany zewnętrzne	0,27	0,20
Dach/Stropodach	0,21	0,15
Dach/Stropodach	0,66	0,15
Dach/Stropodach - mała sala	0,27	0,15
Podłoga na gruncie	0,31	0,30

1) Wymagania wg Warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki ich usytuowanie - WT2021

5.2. Okna i drzwi

przegroda	U [W/m ² *K]	
	istniejące	wymagane
drzwi zewnętrzne	2,6	1,3
okno	1,8	0,9

5.3 System grzewczy

Ciepło dostarczane z węzła cieplnego, który zasilany jest z sieci ciepłowniczej. Przewody stalowe, czarne, spawane, prowadzone po wierzchu, bez zaworów podpionowych. Przewody poziome izolowane. Grzejniki stalowe z zaworami termostatycznymi.

5.4 System zaopatrzenia w ciepłą wodę

Ciepła woda przygotowywana poprzez gazowy kocioł o mocy 84 kW.

5.5 Wentylacja

Wentylacja pomieszczeń realizowana jest grawitacyjnie poprzez kratki wywiewne. Świeże powietrze infiltruje do środka przez nieszczelności drzwi i okien.

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

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
1	<u>Przegrody zewnętrzne</u> Przegrody zewnętrzne mają niezadowalające wartości współczynnika przenikania ciepła	Należy docieplić przegrody zewnętrzne i zapewnić wartość współczynnika U spełniającą wymagania warunków technicznych na rok 2021.
2	<u>Okna</u> PCV o wysokim współczynniku przenikania ciepła U [W/m^2K]	Pożądana wymiana istniejących okien na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,9 W/m^2K$ oraz $U = 1,1 W/m^2K$ dla okien dachowych. Wymagana likwidacja istniejących luksferów.
3	<u>Drzwi zewnętrzne</u> o wysokim współczynniku przenikania ciepła U [W/m^2K]	Pożądana wymiana drzwi zewnętrznych na bardziej szczelne o współczynniku U nie większym niż $1,3 W/m^2K$.
4	<u>Wentylacja grawitacyjna.</u> Nie stwierdza się zbyt małego przewietrzania. W okresie zimowym występuje nadmierny napływ zimnego powietrza, co zwiększa zużycie na ogrzewanie.	Brak działań.
5	<u>Instalacja ciepłej wody użytkowej</u> Ciepła woda przygotowywana poprzez gazowy kocioł o mocy 84 kW.	Zastosowanie dodatkowego źródła ciepła - powietrznej pompy ciepła.
6	<u>System grzewczy</u> Ciepło dostarczane z węzła cieplnego, który zasilany jest z sieci ciepłowniczej. Przewody stalowe, czarne, spawane, prowadzone po wierzchu, bez zaworów podpionowych. Przewody poziome izolowane. Grzejniki stalowe z zaworami termostatycznymi.	Modernizacja instalacji c.o. polegająca na wymianie całej instalacji na nową oraz zastosowanie dodatkowego źródła ciepła - powietrznej pompy ciepła.

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

L.p.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
1.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez ściany zewnętrzne	Brak działań.
2.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez dach/stropodach/strop poddasza	Ocieplenie dachu/stropodachu warstwą wełny mineralnej oraz metodą wdmuchowania granulatu wełny mineralnej pomiędzy przestrzeń dachu i stropu..
3.	jw. przez strop nad piwnicą	Brak działań.
4.	jw. przez podłogę na gruncie	Brak działań.
5.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez okna	Wymiana istniejących okien na nowe o współczynniku przenikania 0,9 W/(m ² K) oraz 1,1 W/(m ² K).
6.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez drzwi zewnętrzne	Wymiana drzwi zewnętrznych na bardziej szczelne o współczynniku U nie większym niż 1,3 W/m ² K.
7.	Zmniejszenie strat na podgrzanie powietrza wentylacyjnego	Brak działań.
8.	Zmniejszenie strat na podgrzanie ciepłej wody użytkowej	Zastosowanie dodatkowego źródła ciepła - powietrznej pompy ciepła.
9.	Podwyższenie sprawności instalacji c.o.	Modernizacja instalacji c.o. polegająca na wymianie całej instalacji na nową oraz zastosowanie dodatkowego źródła ciepła - powietrznej pompy ciepła.

7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.1. Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło

L.p.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
I	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody budowlane oraz na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego	Wymiana okien i likwidacja luksferów.
		Ocieplenie dachów/stropodachów.
		Wymiana drzwi zewnętrznych.
II	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia zapotrzebowania ciepła na przygotowanie c.w.u.	Zastosowanie dodatkowego źródła ciepła - powietrznej pompy ciepła.

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

W niniejszym rozdziale w kolejnych tabelach dokonuje się:

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

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Wyszczególnienie	W stanie obecnym	Po termo- modernizacji	jednostka
t_{wo}	20,0	20,0	$^{\circ}\text{C}$
t_{zo}	-20,0	-20,0	$^{\circ}\text{C}$
Sd dla przegród zewnętrznych, $t_{wo} = 20^{\circ}\text{C}$	3 743	3 743	dzień·K·a
$O_{0m}, O_{1m},$	12 654	12 654	zł/(MW·mc)
$O_{0z}, O_{1z},$	161,24	240,29	zł/GJ
$A_{b0}, A_{b1},$	0	0	zł/rok

7.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Dach/Stropodach		
Dane:						
powierzchnia przegrody do obliczania strat				A	=	721,0 m ²
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A _{kosz}	=	721,0 m ²
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie stropodachu warstwą styropapy o współczynniku przewodności $\lambda = 0,033 \text{ W/m}^2\text{K}$. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
założenia: o minimalnej grubości warstwy izolacji, przy której jest spełnione wymaganie max wartości współczynnika $U \leq 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$						
* analiza doboru grubości materiału z uwzględnieniem usunięcia istniejącej, zawilgoconej izolacji						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,20	0,22	0,25
2	Współczynnik U_c przed i po przeprowadzeniu modernizacji *	$\text{W/m}^2\text{K}$	0,806	0,137	0,126	0,113
3	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	59,1	10,0	9,3	8,3
4	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,0233	0,0040	0,0036	0,0033
5	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) O_m$	zł/a		10 848	11 021	11 228
6	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		700	720	750
7	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		504 679	519 098	540 728
8	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		46,5	47,1	48,2
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² wg średnich cen lokalnych. Należy zweryfikować po opracowaniu projektu.						
Wybrany wariant: 1		Koszt: 504 679 zł		SPBT= 46,5 lat		

7.2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Dach		
Dane:				A = 957,0 m ²		
powierzchnia przegrody do obliczania strat						
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A _{kosz} = 957,0 m ²		
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie stropodachu metodą wdmuchwania granulatu wełny mineralnej o współczynniku przewodności λ= 0,037 W/m*K . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o minimalnej grubości warstwy izolacji, przy której jest spełnione wymaganie max wartości współczynnika U≤0,15 W/m²K						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,20	0,25	0,30
2	Współczynnik U _c przed i po przeprowadzeniu modernizacji	W/m²K	0,661	0,145	0,121	0,104
3	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·Sd·A·U _C	GJ/a	64,4	14,1	11,8	10,1
4	q _{oU} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ · A*(t _{w0} -t _{z0})*U _C	MW	0,0253	0,0055	0,0046	0,0040
5	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (Q _{0U} -Q _{1U})O _z +12(q _{oU} -q _{1U})O _m	zł/a		11 117	11 625	11 990
6	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m²		700	720	750
7	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		669 865	689 004	717 713
8	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		60,3	59,3	59,9
Podstawa przyjętych wartości N _U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m² wg średnich cen lokalnych. Należy zweryfikować po opracowaniu projektu.						
Wybrany wariant: 1		Koszt: 669 865 zł		SPBT= 60,3 lat		

7.2.3. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Dach/Stropodach - mała sala		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat				A = 185,4 m ²		
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A _{kosz} = 185,4 m ²		
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie stropodachu warstwą styropapy o współczynnika przewodności λ= 0,033 W/m*K . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
założenia: o minimalnej grubości warstwy izolacji, przy której jest spełnione wymaganie max wartości współczynnika U≤0,15 W/m²K						
* analiza doboru grubości materiału z uwzględnieniem usunięcia istniejącej, zawilgoconej izolacji						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,22	0,25	0,30
2	Współczynnik U _c przed i po przeprowadzeniu modernizacji *	W/m²·K	5,374	0,146	0,129	0,108
3	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·S _d ·A·U _c	GJ/a	101,3	2,8	2,4	2,0
4	q _{oU} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ · A*(t _{w0} -t _{z0})*U _c	MW	0,0399	0,0011	0,0010	0,0008
5	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (Q _{0U} -Q _{1U})O _z +12(q _{oU} -q _{1U})O _m	zł/a		21 774	21 854	21 949
6	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m²		700	720	750
7	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		129 780	133 488	139 050
8	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		6,0	6,1	6,3
Podstawa przyjętych wartości N _U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² wg średnich cen lokalnych. Należy zweryfikować po opracowaniu projektu.						
Wybrany wariant: 1		Koszt: 129 780 zł		SPBT= 6,0 lat		

7.2.4. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie	
				Wymiana okien	
<div>Dane: powierzchnia okien </div>					

7.2.5. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie	
				Likwidacja luksferów	
Dane: powierzchnia okien					

7.2.6. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie	
				Świetliki (okna) dachowe	
Dane: powierzchnia okien					

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

Dane: $Q_{ocw} = 199 \text{ GJ}$ $q_{ocw} = 0,0153 \text{ MW}$

Opis:

Modernizacja instalacji c.w.u. polega zastosowaniu dodatkowego źródła ciepła - montaż powietrznej pompy ciepła wraz zasobnikiem c.w.u.

Lp.		Jedn.	Stan istniejący	Stan po modernizacji
1	Średnia moc cwu $q_{cw\bar{r}}$	MW	0,0153	0,0066
2	Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{0,1 \text{ cw}}$	GJ/rok	199	86
3	Roczne opłata zmienna $O_{0,1m}$	zł/a	20 207	20 584
4	Roczna opłata stała $O_{0,1z}$	zł/a	2 325,05	1 002,83
5	Roczny abonament $A_{b0,1}$	zł/a	0,00	0,00
6	Roczny koszt przygotowania ciepłej wody $O_{0,1}$	zł/a	22 532	21 587
7	Różnica	zł/a		945

Koszt modernizacji c.w.u. został uwzględniony wraz z wariantem modernizacji instalacji c.o.

7.2.8. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie drzwi oraz poprawie systemu wentylacji					Przedsięwzięcie
					Wymiana drzwi zewnętrznych
<p>Dane: powierzchnia drzwi $A_{dz} = 24,0 \text{ m}^2$ $C_w = 1$</p> <p>$V_{nom} = 6\,212 \text{ m}^3/\text{h}$</p> <p>$V_{obl} = 8\,013 \text{ m}^3/\text{h}$</p> <p>Opis wariantów usprawnienia $V_{PN-12831} = 10\,809 \text{ m}^3/\text{h}$</p> <p>Usprawnienie obejmuje wymianę istniejących drzwi zewnętrznych na nowe, o lepszym współczynniku przenikania.</p> <p>wariant 1: drzwi o współczynniku $U = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$</p> <p>wariant 2: drzwi o współczynniku $U = 1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$</p>					
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty	
				1	2
1	Współczynnik przenikania drzwi U	$\text{W/m}^2\text{K}$	2,6	1,3	1,5
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	C_r	1,0	1,0	1,0
		C_m	1,0	1,0	1,0
3	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{dz} \cdot U$	GJ/a	20,2	10,1	11,6
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	683,5	683,5	683,5
5	$Q_0, Q_1 = (3) + (4)$	GJ/a	703,7	693,6	695,2
6	$10^{-6} \cdot A_{dz} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,00249	0,00125	0,00144
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{obl} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,07350	0,07350	0,07350
8	$q_0, q_1 = (6) + (7)$	MW	0,07599	0,07475	0,07494
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U})O_z + 12(q_{0U} - q_{1U})O_m$	zł/rok		1 813,6	1 534,8
10	Koszt jednostkowy drzwi N_{dz}	zł		4 000	4 000
11	Koszt wymiany drzwi N_{dz}	zł		95 933	95 933
12	$SPBT = (N_{dz})/\Delta O_{ru}$	lata		52,9	62,5
<p>Podstawa przyjętych wartości N_U</p> <p>Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m^2 wg średnich cen lokalnych. Należy zweryfikować po opracowaniu projektu.</p>					
Wybrany wariant: 1		Koszt: 95 933 zł		SPBT= 52,9 lat	

7.2.9. 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	Wymiana okien oraz likwidacja luksferów	1 099 015	14,3
2	Ocieplenie dachu/stropodachu	1 304 324	29,8
3	Wymiana drzwi zewnętrznych	95 933	52,9

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

Dane: $Q_{0co} = 867 \text{ GJ/a}$

Założenia dla stanu istniejącego

- 1 Ciepło dostarczane z węzła ciepłego.
- 2 Instalacja c.o. grzejnikowa częściowo z zaworami termostатыcznymi.

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

lp.	opis	kpl.	koszt
1	Montaż multiwalentnego systemu grzewczego opartego o istniejące przyłącze sieci ciepłowniczej, pompy ciepła typu powietrze-woda oraz istniejącą kotłownię gazową do centralnego ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej.	1	1 050 630
2	Wymianie grzejników wraz z przewodami oraz montaż nowych zaworów termostатыcznych.	1	1 014 162
		koszt	zł
			2 064 792

Przyjęto ceny na podstawie wyceny firmy instalatorskiej. Należy zweryfikować po opracowaniu projektu.

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

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności		
		przed		po
	Rodzaj systemu zasilania	węzeł ciepły		węzeł ciepły (30%) + pompa ciepła (70%)
1	sprawność wytwarzania	$\eta_g =$	0,93	$\eta_g = 1,86$
2	sprawność przesyłu	$\eta_d =$	0,96	$\eta_d = 0,96$
3	sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_e =$	0,83	$\eta_e = 0,89$
4	sprawność akumulacji	$\eta_s =$	1,00	$\eta_s = 0,95$
5	sprawność całkowita systemu	$\eta =$	0,74	$\eta = 1,51$
6	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	$w_t =$	0,85	$w_t = 0,85$
7	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	$w_d =$	0,95	$w_d = 0,95$

Uzasadnienie przyjętych sprawności:

Opis	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
sprawność wytwarzania ciepła η_g	węzeł ciepły	węzeł ciepły + powietrzna pompa ciepła
sprawność przesyłu η_d	przewody izolowane w przestrzeni nieogrzewanej	nowe przewody wraz z izolacją
sprawność regulacji i wykorzystania η_e	regulacja centralna i miejscowa (częściowo)	nowe orurowanie, grzejniki + zawory termostатыczne
sprawność akumulacji η_s	brak zbiornika buforowego	zbiornik buforowy
uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby w_d	uwzględniono przerwy w ogrzewaniu poprzez zastosowanie zaworów termostатыcznych	uwzględniono przerwy w ogrzewaniu poprzez zastosowanie zaworów termostатыcznych

7.3.1 Ocena proponowanego przedsięwzięcia - porównanie wariantów

I.p.	Omówienie	jedn.	Stan istn.	Stan po modern.
1	Obliczeniowa moc cieplna CO	MW	0,2182	0,2182
2	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu	GJ/rok	867	867
3	Ogólna sprawność systemu ogrzewania η	-	0,74	1,51
4	Obniżenie nocne	-	0,95	0,95
5	Obniżenie tygodniowe	-	0,85	0,85
6	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu	GJ/rok	950	463
7	Roczna opłata zmienna	zł/rok	153 179	111 253
8	Roczna opłata stała	zł/rok	33 133	33 133
9	Roczny abonament	zł/rok	0	0
10	Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	186 312	144 386
Podsumowanie przedsięwzięcia termomodernizacyjnego polegającego na modernizacji instalacji c.o. i c.w.u.				
11	Różnica	zł/rok		42 871
12	Koszt	zł		2 064 792
13	SPBT	lat		48,16

7.4. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Niniejszy rozdział obejmuje:

- określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych
- ocenę wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych pod względem spełnienia wymagań ustawowych
- wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego war.opt

7.4.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Do analizy przyjęto następujące warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych:

Lp	Ulepszenie termomodernizacyjne	Nr wariantu			
		1	2	3	4
1	Modernizacja instalacji c.o. i c.w.u.	X	X	X	X
2	Wymiana okien oraz likwidacja luksferów	X	X	X	
3	Ocieplenie dachu/stropodachu	X	X		
4	Wymiana drzwi zewnętrznych	X			

7.4.2. Zestawienie kosztu poszczególnych wariantów termomodernizacyjnych

Lp.	Zakres ulepszeń wchodzących w skład wariantu termomodernizacyjnego	Koszt wariantu [zł]	Koszt całkowity [zł]
1	1+2+3+4	4 564 063,73	4 564 063,73
2	1+2+3	4 468 130,93	4 468 130,93
3	1+2	3 163 806,93	3 163 806,93
4	1	2 064 791,93	2 064 791,93

7.4.2. Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

warianty	C.O.						C.W.U.			C.O. + C.W.U.			Zmiana	
	$q_{co}^{1)}$	Q_{co} wg obl. ¹⁾	η	w_d	$Q_{co} \cdot w_d \cdot w_t / \eta$	Oplata c.o.	$q_{cw}^{2)}$	$Q_{cw}^{2)}$	Oplata c.w.u.	$q_{co} + q_{cw}$	$Q_{co} + Q_{cw}$	Oplata c.o.+c.w.u.	ΔQ_{co+cw}	Oszczędn.
	MW	GJ/rok			GJ/rok	zł/rok	MW	GJ/rok	zł/rok	MW	GJ/rok	zł/rok	GJ/rok	zł/rok
1	0,1772	430,14	1,512	0,95	229,66	82 093,04	0,0066	85,91	20 584,30	0,1838	315,57	102 677,33	834,06	103 899,89
2	0,1785	438,73	1,512	0,95	234,24	83 382,91	0,0066	85,91	20 584,30	0,1851	320,15	103 967,20	829,48	102 610,02
3	0,1959	562,61	1,512	0,95	300,39	101 931,89	0,0066	85,91	20 584,30	0,2025	386,30	122 516,19	763,33	84 061,04
4	0,2182	866,87	1,512	0,95	462,83	144 344,79	0,0066	85,91	20 584,30	0,2248	548,74	164 929,08	600,89	41 648,14
0-stan istniejący	0,2182	866,87	0,737	0,95	950,36	186 369,85	0,0153	199,27	20 207,38	0,2335	1 149,63	206 577,22		

wariant wybrany do realizacji

¹⁾ - wyniki z programu Audytor OZC 7.0Pro - obliczenie mocy i zużycia ciepła

²⁾ - wyniki wg załącznika nr 4

Współczynniki sprawności systemu grzewczego:

η_g	η_d	η_e	η_s	η	w_t	w_d
0,93	0,96	0,83	1,00	0,74	0,85	0,95

Współczynniki sprawności systemu grzewczego:

η_g	η_d	η_e	η_s	η	w_t	w_d
1,86	0,96	0,89	0,95	1,51	0,85	0,95

7.4.3. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej)	Premia termomodernizacyjna [zł] - nie dotyczy
		zł	zł	%	26% całkowitych kosztów
1	2	3	4	5	7
1	Modernizacja instalacji c.o. i c.w.u. Wymiana okien oraz likwidacja luksferów Ocieplenie dachu/stropodachu Wymiana drzwi zewnętrznych	4 564 063,73	103 899,89	72,55%	1 186 656,57
2	Modernizacja instalacji c.o. i c.w.u. Wymiana okien oraz likwidacja luksferów Ocieplenie dachu/stropodachu	4 468 130,93	102 610,02	72,15%	1 161 714,04
3	Modernizacja instalacji c.o. i c.w.u. Wymiana okien oraz likwidacja luksferów	3 163 806,93	84 061,04	66,40%	822 589,80
4	Modernizacja instalacji c.o. i c.w.u.	2 064 791,93	41 648,14	52,27%	536 845,90

7.4.4. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Na podstawie dokonanej oceny oraz w porozumieniu z Inwestorem w zakresie posiadanych możliwości finansowych, jako optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w rozpatrywanym budynku ocenia się **wariant nr 1** obejmujący usprawnienia:

- modernizacja instalacji c.o. i c.w.u. zgodnie z zakresem opisanym w punkcie 7.3 audytu
- ocieplenie dachu/stropodachu całego budynku
- wymiana okien oraz likwidacja luksferów
- wymiana drzwi zewnętrznych

UWAGA - przy zmianie zadeklarowanych środków własnych inwestora potrzebna będzie zmiana części audytu.

Zaleca się, aby w trakcie trwania oraz po termomodernizacji przystosować obiekt do wszelkich wymagań i przepisów zawartych w Rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie z dnia 12 kwietnia 2002 r. z późniejszymi zmianami w zakresie m.in. bezpieczeństwa pożarowego oraz sanitarnego.

Zaleca się również przywrócenie do stanu sprzed rozpoczęcia prac wszystkich elementów budowlanych.

8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji

8.1. Opis robót

W ramach wskazanego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace:

1. Modernizacja instalacji c.o. i c.w.u. w zakresie:

- Montaż multiwalentnego systemu grzewczego opartego o istniejące przyłącze sieci ciepłowniczej, pompy ciepła typu powietrze-woda oraz istniejącą kotłownię gazową do centralnego ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej.
- Wymianie grzejników wraz z przewodami oraz montaż nowych zaworów termostatycznych.

2. Ocieplenie dachu/stropodachu budynku szkoły i sali warstwą styropapy (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,033 \text{ W/(m K)}$), o grubości 20 cm oraz 22 cm. **W związku ze stwierdzeniem znacznego stopnia zużycia pokrycia dachu, co powoduje zawilgocenie oraz mając na uwadze istniejącą oraz planowaną instalację ogniw fotowoltaicznych w należy uwzględnić wymianę pokrycia dachu co zwiększy również bezpieczeństwo podczas wykonywanych prac.**

3. Ocieplenie stropodachu metodą wdmuchiwania granulatu wełny mineralnej pomiędzy przestrzeń stropu i dachu (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,037 \text{ W/(m K)}$), o grubości minimum 20 cm. **W związku ze stwierdzeniem znacznego stopnia zużycia pokrycia dachu, co powoduje zawilgocenie oraz mając na uwadze istniejącą oraz planowaną instalację ogniw fotowoltaicznych w należy uwzględnić wymianę pokrycia dachu co zwiększy również bezpieczeństwo podczas wykonywanych prac.**

4. Wymiana okien na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$ wraz z zastosowaniem nawiewników ciśnieniowych lub higrosterowanych oraz wymiana świetlików (okien dachowych) na małej sali na nowe współczynniku przenikania ciepła $U = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$

5. Likwidacja istniejących luksferów, zastąpienie ich stolarką okienną aluminiową o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$.

6. Wymiana drzwi zewnętrznych na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$.

8.2. Uproszczony przedmiar robót optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Lp.	Opis	Obmiar	Cena jedn.	Koszt całkowity
		m ² / szt.	zł/m ² , zł/szt.	zł
1	Modernizacja instalacji c.o. i c.w.u.			2 064 791,93
2	Wymiana okien oraz likwidacja luksferów	520,8	2 110	1 099 015,00
3	Ocieplenie dachu/stropodachu	1 863,3	700	1 304 324,00
4	Wymiana drzwi zewnętrznych	24,0	4 000	95 932,80
			SUMA	4 564 063,73

8.3. Charakterystyka finansowa wybranego wariantu (wariant 1)

Kalkulowany koszt robót wyniesie netto:		3 710 620,92 zł
Kalkulowany koszt robót wyniesie brutto:		4 564 063,73 zł
Udział środków własnych inwestora:	15%	684 609,56 zł
Możliwe dofinansowanie z RPO:	85%	3 879 454,17 zł
Czas zwrotu nakładów SPBT (bez dofinansowania):		43,9
Czas zwrotu nakładów SPBT (dofinansowanie z RPO):		6,6

ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU

- Załącznik 1 Obliczenie opłat za zużycie ciepła
- Załącznik 2 Obliczenie współczynników przenikania przegród
- Załącznik 3 Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego
- Załącznik 4 Obliczenie wskaźników na ciepło dla ogrzewania i wentylacji
- Załącznik 5 Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania cwu
- Załącznik 6 Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania na ciepło i moc na ogrzewanie
- Załącznik 7 Obliczenie stopniodni
- Załącznik 8 Obliczenie udziału energii z OZE
- Załącznik 9 Zestawienie wskaźników rocznego zapotrzebowania na energię końcową i nieodnawialną energię pierwotną oraz emisje CO₂ dla co+cwu
- Załącznik 10 Określenie efektu ekologicznego
- Załącznik 11 Wyniki komputerowych obliczeń - wydruk

Obliczenie jednostkowych opłat za zużycie ciepła**Opłaty za zużycie ciepła - na potrzeby c.o.**

Założenia:

- przed modernizacją - węzeł cieplny
- po modernizacji - węzeł cieplny + pompa ciepła

Przed modernizacją

		Ceny bez VAT	Ceny z VAT 23%
Opłata stała za moc zamówioną	zł/(MW-m-c)	10 288,01	12 654,25
Razem opłata stała	zł/(MW-m-c)	10 288,01	12 654,25
Opłata zmienna za ciepło	zł/GJ	131,09	161,24
Razem opłata zmienna	zł/GJ	131,09	161,24

Po modernizacji

		Ceny bez VAT	Ceny z VAT 23%
Opłata stała za moc zamówioną	zł/(MW-m-c)	10 288,01	12 654,25
Razem opłata stała	zł/(MW-m-c)	10 288,01	12 654,25
Opłata zmienna za ciepło	zł/GJ	131,09	161,24
Opłata zmienna za ciepło - PC	zł/GJ	222,90	274,16
Razem opłata zmienna średnia	zł/GJ	195,35	240,29

Oplaty za zużycie ciepła - na potrzeby c.w.u.

Założenia:

- przed modernizacją - kotłownia gazowa
- po modernizacji - kotłownia gazowa+pompa ciepła

Przed modernizacją

		Ceny bez VAT	Ceny z VAT 23%
Opłata stała za moc zamówioną	zł/(MW-m-c)	0,00	0,00
Razem opłata stała	zł/(MW-m-c)	0,00	0,00
Opłata zmienna za ciepło	zł/GJ	82,45	101,41
Razem opłata zmienna	zł/GJ	82,45	101,41

Po modernizacji

		Ceny bez VAT	Ceny z VAT 23%
Opłata stała za moc zamówioną	zł/(MW-m-c)	0,00	0,00
Razem opłata stała	zł/(MW-m-c)	0,00	0,00
Opłata zmienna za ciepło	zł/GJ	82,45	101,41
Opłata zmienna za ciepło - PC	zł/GJ	222,90	274,16
Razem opłata zmienna - średnia	zł/GJ	194,81	239,61

Obliczenie współczynników przenikania ciepła dla przegród (U)

Przed termomodernizacją

Nr typu przegrody S-i	Opis warstw	Grubość warstwy d w m	λ W/m*K	R, R _i , R _e m ² *K/W	U W/m ² *K
Ściany zewnętrzne	tynek	0,010	0,820	0,012	0,269
	cegła pełna	0,400	0,770	0,519	
	styropian	0,120	0,040	3,000	
	tynek	0,015	0,820	0,018	
				0,000	
				0,000	
				R _{si}	
				R _{se}	
				razem	
Ściany zewnętrzne	tynek	0,015	0,820	0,018	0,266
	pustak	0,400	0,720	0,556	
	styropian	0,120	0,040	3,000	
	tynek	0,015	0,820	0,018	
				0,000	
				0,000	
				R _{si}	
				R _{se}	
				razem	
Dach/Stropodach	papa	0,005	0,180	0,028	0,208
	izolacja istniejąca	0,150	0,042	3,571	
	beton	0,050	1,000	0,050	
	zasypka	0,150	0,200	0,750	
	strop istniejący			0,260	
	tynek	0,010	0,820	0,012	
				0,000	
				R _{si}	
				R _{se}	
Dach/Stropodach	papa	0,005	0,180	0,028	0,661
	konstrukcja drewniana	0,025	0,160	0,156	
	przestrzeń powietrzna			0,160	
	zasypka	0,150	0,200	0,750	
	strop istniejący			0,260	
	tynek	0,015	0,820	0,018	
				0,000	
				R _{si}	
				R _{se}	
Dach/Stropodach - mała sala	papa	0,005	0,180	0,028	0,266
	izolacja istniejąca	0,150	0,042	3,571	
	strop istniejący			0,000	
	tynek	0,015	0,820	0,018	
				0,000	
				0,000	
				0,000	
				R _{si}	
				R _{se}	
				razem	

Podłoga na gruncie	posadzka	0,020	1,050	0,019	0,314
	podkład pod posadzkę	0,050	0,390	0,128	
	papa	0,004	0,180	0,022	
	beton	0,100	1,000	0,100	
	zasypka	0,150	0,260	0,577	
	piasek	0,300	0,400	0,750	
				0,000	
	R _g			1,590	
	razem			3,186	
Podłoga na gruncie sala gimnastyczna	posadzka sportowa	0,010	0,200	0,050	0,277
	papa	0,002	0,180	0,011	
	izolacja	0,050	0,050	1,000	
	beton	0,040	0,390	0,103	
	papa	0,004	0,180	0,022	
	beton	0,150	2,300	0,065	
	piasek	0,300	0,400	0,750	
	R _g			1,604	
	razem			3,605	

Po termomodernizacji

Nr typu przegrody S-i	Opis warstw	Grubość warstwy d w m	λ W/m*K	R, R _i , R _e m ² *K/W	U W/m ² *K
Ściany zew.	tynk	0,010	0,820	0,012	0,269
	cegła pełna	0,400	0,770	0,519	
	styropian	0,120	0,040	3,000	
	tynk	0,015	0,820	0,018	
				0,000	
				0,000	
				R _{si}	
				R _{se}	
				razem	
Ściany zew.	tynk	0,015	0,820	0,018	0,266
	pustak	0,400	0,720	0,556	
	styropian	0,120	0,040	3,000	
	tynk	0,015	0,820	0,018	
				0,000	
				0,000	
				R _{si}	
				R _{se}	
				razem	
Dach/Stropodach				0,000	0,139
	styropapa	0,200	0,033	6,061	
	beton	0,050	1,000	0,050	
	zasyпка	0,150	0,200	0,750	
	strop istniejący	0,000	0,000	0,000	
				0,000	
				0,180	
				R _{si}	
				R _{se}	
Dach/Stropodach				razem	0,148
	papa	0,005	0,180	0,028	
	konstrukcja drewniana	0,025	0,160	0,156	
	wełna mineralna granulat	0,200	0,037	5,405	
	zasyпка	0,150	0,200	0,750	
	strop istniejący			0,260	
	tynk	0,015	0,820	0,018	
				0,000	
				R _{si}	
Dach/Stropodach mała sala				R _{se}	0,144
				razem	
				0,000	
	styropapa	0,220	0,033	6,667	
	strop istniejący			0,000	
	tynk	0,015	0,820	0,160	
				0,000	
				0,000	
				R _{si}	
Dach/Stropodach mała sala				R _{se}	0,144
				razem	
				6,967	

Podłoga na gruncie	posadzka	0,020	1,050	0,019	0,314
	podkład pod posadzkę	0,050	0,390	0,128	
	papa	0,004	0,180	0,022	
	beton	0,100	1,000	0,100	
	zasyпка	0,150	0,260	0,577	
	piasek	0,300	0,400	0,750	
				0,000	
	R _g			1,590	
	razem			3,186	
Podłoga na gruncie sala gimnastyczna	posadzka sportowa	0,010	0,200	0,050	0,277
	papa	0,002	0,180	0,011	
	izolacja	0,050	0,050	1,000	
	beton	0,040	0,390	0,103	
	papa	0,004	0,180	0,022	
	beton	0,150	2,300	0,065	
	piasek	0,300	0,400	0,750	
	R _g			1,604	
	razem			3,605	

Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego

Minimalna wartość strumienia powietrza wentylacyjnego wg Rozporządzenia dot. świadectw

Strumień podstawowy - V_{nom}

<i>Typ pomieszczenia</i>	<i>Powierzchnia, m^2</i>	<i>Wskaźnik, $m^3/(s\ m^2)$</i>	<i>Łączne zap. powietrza w m^3/h</i>
Budynek szkoły	2 953,4	0,00056	5 954
Mała sala gimnastyczna	127,8	0,00056	258
ŁĄCZNIE V_{nom}			6 212

Strumień dodatkowy

<i>Typ pomieszczenia</i>	<i>Kubatura ogrz., m^3</i>	<i>Krotność wymian, h^{-1}</i>	<i>Łączne zap. powietrza w m^3/h</i>
Budynek szkoły	8 399	0,2	1 680
Mała sala gimnastyczna	608	0,2	122
ŁĄCZNIE V_{inf}			1 801

Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego wg Rozporządzenia dot. świadectw ($V_{nom} + V_{inf}$) - DO KARTY AUDYTU

Budynek szkoły	7 634	m^3/h
Mała sala gimnastyczna	379	m^3/h
Razem	8 013	m^3/h
Kubatura wentylowana budynku $V=$	9 007	m^3
krotność wymiany powietrza wentylacyjnego	0,89	h^{-1}

Minimalna wartość strumienia powietrza wentylacyjnego wg PN-EN-12831

<i>Typ pomieszczenia</i>	<i>Kubatura ogrz., m^3</i>	<i>Krotność wymian, h^{-1}</i>	<i>Łączne zap. powietrza w m^3/h</i>
Budynek szkoły	8 399	1	8 399
Mała sala gimnastyczna	608	1	608
ŁĄCZNIE $V_{PN-12831}$			9 007

Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego**Współczynniki korekcyjne wg Rozporządzenia dot. audytów**

Współczynniki korekcyjne	Przed wymianą okien	Po wymianie okien + nawiewniki	Po wymianie okien bez nawiewników
c_r	1,1	0,85	1,0
c_w	1,0	1,0	1,0
c_m	1,2	1,0	1,0

Strumień powietrza wentylacyjnego przyjęte do optymalizacji usprawnienia związanego z wymianą okienDo obliczeń rocznego zapotrzebowania na ciepło Q [GJ/rok] wg Rozporządzenia dot. świadectw

Budynek szkoły	$c_r * c_w * V_{nom}$	6 549	5 061	m^3/h
Mała sala gimnastyczna	$c_r * c_w * V_{nom}$	283	219	
Razem		6 833	5 280	m^3/h

Do obliczeń zapotrzebowania na moc cieplną q [MW] wg PN-EN-12831

Budynek szkoły	$c_m * V_{PN-12831}$	10 079	8 399	m^3/h
Mała sala gimnastyczna	$c_m * V_{PN-12831}$	730	608	
Razem		10 809	9 007	m^3/h

Obliczenie wskaźników na ciepło dla ogrzewania i wentylacji

Opis	Jedn.	Stan istniejący	Stan po modernizacji	Uwagi
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego dla ogrzewania i wentylacji Q_U	GJ/rok	867	430	
Roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego dla ogrzewania i wentylacji Q_U	kWh/rok	240 797	119 483	
Roczne zapotrzebowanie na energię końcową Q_K	GJ/rok	950	230	
Roczne zapotrzebowanie na energię końcową Q_K	kWh/rok	263 989	63 794	
Powierzchnia ogrzewana A_f	m ²	3 081	3 081	
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię końcową E_{KH}	kWh/(m ² *rok)	85,68	20,70	

Energia pomocnicza :				
-Zapotrzebowanie mocy	W/m ²	0,3	0,3	
-Czas pracy	h/rok	4 300	4 300	
-Roczne zapotrzebowanie energii	kWh/rok	3974,8	3974,8	
Współczynniki nakładu na nieodnawialną energię pierwotną				
- dla ciepła z gazu ziemnego / pompy ciepła	-	1,1	2,5	dla pompy ciepła energia elektryczna
- dla energii elektrycznej	-	2,5	2,5	
Roczne zapotrzebowanie na energię pierwotną Q_P	kWh/rok	300 325	115 391	
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię pierwotną EP_H	kWh/(m ² *rok)	97,5	37,4	

Emisja CO₂ :			
Wskaźniki CO ₂			
- dla ciepła z gazu ziemnego / pompy ciepła	kg/GJ	57,65	196,67
- dla energii elektrycznej	kg/MWh	708	708
Roczna emisja CO₂	t CO ₂ /rok	57,60	28,67

Obliczenie zapotrzebowania na moc i ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Obliczanie zapotrzebowania na ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Charakterystyka systemu	Jednostka	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
(1)	(2)	(3)	(4)
ciepło właściwe wody c_w	kJ/(kg*dK)	4,19	4,19
gęstość wody ρ	kg/m ³	1000	1000
jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody V_{wi}	dm ³ /(m ² *dzień)	0,80	0,80
powierzchnia ogrzewana A_f	m ²	2 953	2 953
temperatura ciepłej wody użytkowej w zaworze czerpalnym θ_{cw}	°C	55	55
temperatura wody przed podgrzaniem θ_0	°C	10	10
współczynnik korekcyjny ze wzgl. na przerwy w użytkowaniu k_R	-	0,55	0,55
liczba dni w roku t_R	dzień	365	365
roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego $Q_{w,nd}=V_{wi} * L * c_w * \rho * (\theta_{cw}-\theta_0) * k_t * t_{uz} / (1000 * 3600)$	kWh/rok	24 842	24 842
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{g,w}$	-	0,88	2,02
sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{d,w}$	-	0,60	0,60
sprawność sezonowa wykorzystania η_{ew}	-	1,00	1,00
sprawność akumulacji η_{sw}	-	0,85	0,86
sprawność całkowita η_{wtot}	-	0,45	1,04
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,W}$	kWh/a	55 352	23 863
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,W}$	GJ/a	199,3	85,9
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię końcową EK_w	kWh/(m ² *rok)	18,7	8,1
Współczynniki nakładu na nieodnawialną energię pierwotną			
- dla gazu ziemnego / pompy ciepła	-	1,1	2,5
- dla energii elektrycznej	-	2,5	2,5
Roczne zapotrzebowanie na energię pierwotną $Q_{P,H}$	kWh/rok	60 887	44 199
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię pierwotną EP_w	kWh/(m ² *rok)	19,8	14,3
Emisja CO ₂ :			
Wskaźniki CO ₂			
- dla gazu ziemnego / pompy ciepła	kg/GJ	57,65	196,67
- dla energii elektrycznej	kg/MWh	708	708
Roczna emisja CO₂	t CO ₂ /rok	11,49	11,37

Obliczanie zapotrzebowania na moc na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Opis	Jednostka	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
(1)	(2)	(3)	(4)
Ilość użytkowników - L	os	185	185
Średnie dobowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $q_{dśr} = A_f \cdot V_{cw} / 1001$	m ³ /d	2,363	2,363
Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $q_{hśr} = q_{dśr} / 18$	m ³ /h	0,131	0,131
Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u. $N_h = 9,32 \cdot L^{-0,244}$	-	2,608	2,608
Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m ³ wody $Q_{cwj} = c_w \cdot \rho \cdot (\theta_{cw} - \theta_0) / (10^6 \cdot \eta_{wtot})$	GJ/m ³	0,420	0,181
Max. moc c.w.u. $q_{cwu}^{max} = V_{hśr} \cdot Q_{cwj} \cdot N_h \cdot 10^6 / 3600$	kW	39,9	17,2
Średnia moc c.w.u. $q_{cwu}^{śr} = q_{cwu}^{max} / N_h$	kW	15,3	6,6

Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie dla poszczególnych wariantów termomodernizacyjnych wykonane przy pomocy programu Audytor OZC 7.0 PRO

Wariant	Zapotrzebowanie	
	mocy cieplnej, MW	ciepła Q_H , GJ/a
1	0,1772	430,14
2	0,1785	438,73
3	0,1959	562,61
4	0,2182	866,87
0 - stan istniejący	0,2182	866,87

Obliczenie stopniodni S_d

Dane klimatyczne dla Katowic

S_d dla przegród zewnętrznych (ściany zewnętrzne, stropodach)

	Dane dla miesięcy								
	I	II	III	IV	V	IX	X	XI	XII
Średnia temp. miesięczna Θ_e [°C]	-1,9	-2,4	3	8,2	13,4	13	9,3	4,2	-2
Liczba dni ogrzewania w miesiącu m, Ld(m)	31	28	31	30	5	5	31	30	31
Temperatura wewnętrzna $\Theta_{int,H}$ [°C]	20	20	20	20	20	20	20	20	20
$(\Theta_{int,H}-\Theta_e)*Ld(m)$ [dzień*K/m-c]	679	627	527	354	33	35	332	474	682

Dla przegród zewnętrznych

S_d

3 743

dzień*K/rok

przy $\Theta_{int,H} =$

20

°C

Obliczenie stopniodni S_d

Dane klimatyczne dla Katowic za rok 2023

S_d dla przegród zewnętrznych (ściany zewnętrzne, stropodach)

	Dane dla miesięcy								
	I	II	III	IV	V	IX	X	XI	XII
Średnia temp. miesięczna Θ_e [°C]	2,9	1,3	5,4	7,9	12,9	7,5	11,7	4,8	2,3
Liczba dni ogrzewania w miesiącu m, Ld(m)	31	28	31	30	5	5	31	30	31
Temperatura wewnętrzna $\Theta_{int,H}$ [°C]	20	20	20	20	20	20	20	20	20
$(\Theta_{int,H}-\Theta_e)*Ld(m)$ [dzień*K/m-c]	530	524	453	363	36	63	257	456	549

Dla przegród zewnętrznych S_d **3 229** dzień*K/rok przy $\Theta_{int,H} = 20$ °C

Zmierzone zużycie ciepła w sezonie: **727,87 GJ**

Stosunek: $S_{d_{std}}/S_{d_{2021}}$: **1,159013**

Zmierzone zużycie ciepła przeliczone na warunki standardowego sezonu: **843,61 GJ**

stan przed

stan po

Roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu ogrzewania przez odnawialne źródła energii

Z kolektorów słonecznych	$Q_{k,H,oze}$ kolektory	0	0	GJ/rok
z pompy ciepła	$\eta_{H,g}$ pompy ciepła	0,0	3,3	-
	$Q_{k,H}$	950	230	GJ/rok
	$Q_{k,H,oze}$ pompy ciepła	0	160	GJ/rok
Razem	$Q_{k,H,oze}$	0	160	GJ/rok

Roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu przygotowania ciepłej wody przez odnawialne źródła energii

Z kolektorów słonecznych	$Q_{k,W,oze}$ kolektory	0	0	GJ/rok
z pompy ciepła	$\eta_{W,g}$ pompy ciepła	0,0	3,0	-
	$Q_{k,W}$	199	86	
	$Q_{k,W,oze}$ pompy ciepła	0	57	GJ/rok
Razem	$Q_{k,W,oze}$	0	57	GJ/rok

Udział odnawialnych źródeł energii U_{oze}

roczne zapotrzebowanie na energię końcową c.o. + c.w.u.	Q_k	1 150	316	GJ/rok
Udział odnawialnych źródeł energii	U_{oze}	0,00%	68,87%	%

Zestawienie wskaźników rocznego zapotrzebowania na energię końcową i nieodnawialną energię pierwotną oraz emisje CO₂ dla co+cwu

Opis	Jednostka	Stan istniejący	Stan po modernizacji	Efekt
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Roczne zapotrzebowanie na energię końcową (bez energii pomocniczej)				
-ogrzewanie i wentylacja	GJ/rok	950,36	229,66	720,70
-ciepła woda użytkowa	GJ/rok	199,27	85,91	113,36
-ogółem	GJ/rok	1 149,63	315,57	834,06
Wskaźnik rocznego zapotrzebowanie na energię końcową EK				
-ogrzewanie i wentylacja	kWh/(m ² *rok)	85,7	20,7	
-ciepła woda użytkowa	kWh/(m ² *rok)	18,7	8,1	
-ogółem	kWh/(m ² *rok)	104,4	28,8	
Roczne zapotrzebowanie na energię pierwotną				
-ogrzewanie i wentylacja	kWh/rok	300 325	115 391	
-ciepła woda użytkowa	kWh/rok	60 887	44 199	
-ogółem	kWh/rok	361 212	159 590	55,8%
Wskaźnik rocznego zapotrzebowanie na energię pierwotną EP	kWh/(m ² *rok)			
-ogrzewanie i wentylacja	kWh/(m ² *rok)	97,5	37,4	
-ciepła woda użytkowa	kWh/(m ² *rok)	19,8	14,3	
-ogółem	kWh/(m ² *rok)	117,2	51,8	55,8%
Emisja CO₂				
-ogrzewanie i wentylacja	t CO ₂ /rok	57,6	28,7	28,9
-ciepła woda użytkowa	t CO ₂ /rok	11,5	11,4	0,1
-ogółem	t CO ₂ /rok	69,1	40,0	29,1

OKREŚLENIE EFEKTU EKOLOGICZNEGOWskaźniki emisji CO₂ dla źródeł ciepła zgodnie z KOBIZE

jednostka	Węgiel kamienny	Gaz ziemny	Olej opałowy	Biomasa
kg/GJ	94,81	57,65	72,48	0,00

Wskaźniki emisji CO₂ dla energii elektrycznej pobieranej z krajowego systemu elektroenergetycznego (KSE):**708,0 kg CO₂/MWh** zgodnie z KOBIZE

Wskaźniki emisji TSP dla odbiorców końcowych pobieranej z krajowego systemu elektroenergetycznego (KSE):

0,022 kg /MWh zgodnie z KOBIZE

Pył PM10_{gaz} 0,5 g/GJ Wskaźniki emisji zanieczyszczeń ze spalania paliw dla źródeł o nominalnej mocy cieplnej do 5 MW, zastosowane do automatycznego wyliczenia emisji w raporcie do Krajowej bazy za rok 2022

Wskaźniki emisji dla energii cieplnej na c.o.

	Stan przed modernizacją			Stan po modernizacji			efekt ekologiczny	
Rodzaj zanieczyszczenia	Wskaźnik emisji	Ilość energii	Wielkość emisji	Wskaźnik emisji	Ilość energii	Wielkość emisji	Redukcja emisji	Redukcja emisji
	kg/GJ	GJ	kg/a	kg/GJ	GJ	kg/a	kg/a	%
CO ₂	57,650	1 149,63	66 276,0	57,650	178,68	10 301,0	55 974,97	84,46
	kg/GJ	GJ	kg/a	kg/GJ	GJ	kg/a	kg/a	%
pył PM10 z TSP	0,0005	1 149,63	0,5748	0,0005	178,68	0,0893	0,4855	84,46

Wskaźniki emisji dla energii elektrycznej na potrzeby c.o., c.w.u., energii pomocniczej

	Stan przed modernizacją			Stan po modernizacji			efekt ekologiczny	
Rodzaj zanieczyszczenia	Wskaźnik emisji	Ilość energii	Wielkość emisji	Wskaźnik emisji	Ilość energii	Wielkość emisji	Redukcja emisji	Redukcja emisji
	kg/MWh	MWh	kg/a	kg/MWh	MWh	kg/a	kg/a	%
Pył PM 10	0,0162	3,97	0,064	0,0162	42,00	0,680	-0,615	-956,59
CO ₂	708,00		2 814,16	708,00		29 734,02	-26 919,86	-956,59

Całkowity efekt ekologiczny

	Stan przed modernizacją		Stan po modernizacji		efekt ekologiczny	
Rodzaj zanieczyszczenia	Wielkość emisji		Wielkość emisji		Redukcja emisji	Redukcja emisji
	kg/a		kg/a		kg/a	%
Pył PM 10	0,639		0,769		-0,130	-20,32
CO ₂	69 090,17		40 035,06		29 055,10	42,05

Potwierdzenie wyników obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie
dla stanu istniejącego i wariantu optymalnego

Wyniki - Ogólne

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	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	STREFA III	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-20	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	7,6	°C
Stacja meteorologiczna:	Katowice	
Grunt:		
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir	
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/ (m ³ ·K)
Głębokość okresowego wnikania ciepła δ :	3,167	m
Współczynnik przewodzenia ciepła λ_g :	2,0	W/ (m ·K)
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	3079,9	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	9007,2	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	107948	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	110248	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	218195	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	218195	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$:	70,8	W/m ²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$:	24,2	W/m ³
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Katowice	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$:	7443,7	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	866,87	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	240798	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	3079,89	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	9007,2	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	281,5	MJ/ (m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	78,2	kWh/ (m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	96,2	MJ/ (m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	26,7	kWh/ (m ³ ·rok)

Wyniki - Ogólne

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	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	STREFA III	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-20	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	7,6	°C
Stacja meteorologiczna:	Katowice	
Grunt:		
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir	
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/ (m ³ ·K)
Głębokość okresowego wnikania ciepła δ :	3,167	m
Współczynnik przewodzenia ciepła λ_g :	2,0	W/ (m ·K)
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	3079,9	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	9007,2	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	66958	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	110248	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	177206	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	177206	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$:	57,5	W/m ²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$:	19,7	W/m ³
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Katowice	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$:	6180,7	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	430,14	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	119483	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	3079,89	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	9007,2	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	139,7	MJ/ (m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	38,8	kWh/ (m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	47,8	MJ/ (m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	13,3	kWh/ (m ³ ·rok)