

Bogumił Konopka
Śląska Agencja Energetyczna

41-500 Chorzów, ul. Ryszki 57/21

☎ (0 32) 245 99 04, ☎ 601 480 496

Konto: PKO BP O/Chorzów nr 86 1020 2368 0000 2102 0025 8244

NIP 627-100-59-81

E-mail: sackon@wp.pl



A U D Y T E N E R G E T Y C Z N Y

**termomodernizacji budynku szkoły
w Zespole Szkół Agrotechnicznych i Ogólnokształcących
Centrum Szkolenia Praktycznego
im. Józefa Piłsudskiego
w Żywcu, ul. Moszczanicka 9**

Inwestor:

**Zespół Szkół Agrotechnicznych i Ogólnokształcących
Centrum Szkolenia Praktycznego
im. Józefa Piłsudskiego**

34-300 Żywiec, ul. Moszczanicka 9

opracował:

Chorzów, 2018.

Dane ogólne			
1. Nazwa i adres firmy wykonującej Audyt			
inż. Bogumił Konopka 41 500 Chorzów, ul. Ryszki 57/21, tel./fax 247 63 73 audytor KAPE, uprawnienia budowlane nr KA 844/92			
2. Imię i nazwisko oraz adres koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis			
inż. Bogumił Konopka 41 500 Chorzów, ul. Ryszki 57/21, tel./fax 247 63 73 audytor KAPE, uprawnienia budowlane nr KA 844/92			
3. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac, posiadane kwalifikacje			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu	Posiadane kwalifikacje
1.			
2.	-		
3.	-		
4. Miejscowość		Data wykonania opracowania	
Chorzów		2018	
5. Spis treści			
Rozdział			Strona
I	Ustalenia ogólne		6
II	Dane klimatyczne		7
III	Stan istniejący - charakterystyka i koszty		8
IV	Kroki termomodernizacyjne		14
V	Efekt ekologiczny		33

KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU

Adres		34-300 Żywiec, ul. Moszczanicka 9		Budynek szkoły w ZSAiO	
1. Dane ogólne				Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja/technologia budynku			murowana	murowana
2.	Liczba kondygnacji			3	3
3.	Kubatura części ogrzewanej	m ³	8 855,0	8 855,0	
4.	Powierzchnia netto budynku	m ²	2 802,4	2 802,4	
5.	Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej	m ²	0	0	
6.	Powierzchnia ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych	m ²	2 802,4	2 802,4	
7.	Liczba lokali mieszkalnych			0	0
8.	Liczba osób użytkujących budynek			430	430
9.	Sposób przygotowania c.w.u.			lokalne podgrzewacze elektryczne	lokalne podgrzewacze elektryczne
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku			zasilanie z kotłowni lokalnej instalacja c.o.	zasilanie z kotłowni wbudowanej, instalacja c.o.
11.	Powierzchnia przegród	m ²	5768,9	5768,9	
12.	Współczynnik A/V	1/m	0,65	0,65	
13.	Inne dane charakteryzujące budynek			-	-
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/(m ² K)]					
1.	Okna piwnic			1,30	1,30
2.	Okna nadziemna			1,30	1,30
3.	Drzwi			1,50	1,50
4.	Podłoga piwnic			0,37	0,37
5.	Strop nad piwnicą			1,57	1,57
6.	Ściany piwnic w gruncie			0,66	0,15
7.	Ściany piwnic pow. gruntu			0,94	0,18
8.	Ściany nadziemna zew.			1,43	0,19
9.	Ścianki sali na poddaszu			1,43	0,16
10.	Strop nad przejazdem			1,19	0,14
11.	Strop ostatniej kondygnacji			0,87	0,15
3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu					
1.	Sprawność wytwarzanie $\eta_{H,g}$			0,73	0,98
2.	Sprawność przesyłu η_{H-d}			0,90	0,95
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania η_{H-e}			0,85	0,92
4.	Sprawność akumulacji $\eta_{H,s}$			1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia w_t			0,95	0,95
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie doby w_d			1,00	0,85
4. Sprawności składowe systemu przygotowania c.w.u.					
1.	Sprawność wytwarzanie $\eta_{W,g}$			0,99	0,99
2.	Sprawność przesyłu η_{W-d}			1,00	1,00
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania η_{W-e}			1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji $\eta_{W,s}$			1,00	1,00
5. Charakterystyka systemu wentylacji					
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)			naturalna	naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza			infiltracja	infiltracja
3.	Strumień powietrza zewnętrznego	m3/h	10 210,4	10 210,4	
4.	Krotność wymian powietrza	1/h	1,15	1,15	

6. Charakterystyka energetyczna budynku				
6.1. System grzewczy				
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	kW	338,32	207,53
2.	Roczne zapotrzebowanie energii użytkowej	kWh/rok	671 320	388 444
		GJ/rok	2 416,75	1 398,40
3.	Roczne zapotrzebowanie energii końcowej	kWh/rok	1 142 007	366 213
		GJ/rok	4 111,23	1 318,37
4.	Roczne zapotrzebowanie energii pierwotnej	kWh/rok	1 256 208	402 834
		GJ/rok	4 522,35	1 450,20
5.	Zmierzone zużycie ciepła przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła)	GJ/rok	brak danych	brak danych
6.2. Przygotowanie c.w.u.				
1.	Obliczeniowa moc cieplna c.w.u.	kW	14,666	14,666
2.	Roczne zapotrzebowanie energii użytkowej	kWh/rok	5 871	5 871
3.	Roczne zapotrzebowanie energii końcowej	kWh/rok	5 930	5 930
4.	Roczne zapotrzebowanie energii pierwotnej	kWh/rok	17 791	17 791
5.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła)	kWh/rok	brak danych	brak danych
6.3. Udział energii odnawialnej		%	0	0
6.4. Łączne zużycie energii na potrzeby grzewcze i przygotowania c.w.u.				
1.	Obliczeniowa moc cieplna	kW	352,98100	222,19100
2.	Roczne zapotrzebowanie energii użytkowej	kWh/rok	677191,00000	394315,00000
		GJ/rok	2 437,888	1 419,534
2.a.	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania energii użytkowej	kWh/rok	282 876	
		GJ/rok	1 018,354	
		%	41,77	
3.	Roczne zapotrzebowanie energii końcowej	kWh/rok	1 147 938	372 143
		GJ/rok	4 132,576	1 339,715
3.a.	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania energii końcowej	kWh/rok	775 795	
		GJ/rok	2 792,861	
		%	67,582	
4.	Roczne zapotrzebowanie energii pierwotnej	kWh/rok	1 273 999	420 625
		GJ/rok	4 586,396	1 514,250
4.a.	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania energii pierwotnej	kWh/rok	853 374	
		GJ/rok	3 072,1	
		%	66,98	
7. Energia elektryczna oświetlenie				
1.	Roczne zużycie energii użytkowej i końcowej	kWh/rok	22 602	22 602
2.	Roczne zużycie energii pierwotnej	kWh/rok	67 806	67 806
8. Energia fotowoltaiczna				
1.	Roczne zużycie energii użytkowej i końcowej	kWh/rok	0	-23 380
2.	Roczne zużycie energii pierwotnej	kWh/rok	0	16 366
9. Razem energia				
1.	Roczne zapotrzebowanie energii końcowej	kWh/rok	1 170 540	371 365
	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania energii końcowej	kWh/rok	799 175	
		%	68,3	
2.	Roczne zapotrzebowanie energii pierwotnej	kWh/rok	1 341 805	504 797
	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania energii pierwotnej	kWh/rok	837 008	
		%	62,4	

10. Ceny i koszty (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)				
1.	Cena węgla	zł/Mg	800	800
	Koszt zakupu węgla	zł	126 841	0
2.	Cena gazu	zł/m ³	1,800	1,800
	Koszt zakupu gazu	zł/rok	0	65 554
3.	Cena energii elektrycznej	zł/kWh	0,580	0,580
	Koszt zakupu energii elektrycznej	zł/rok	16 549	2 988
5.	Koszty obsługi	zł/rok	38 644	7 369
6.	Łączne koszty eksploatacji	zł/rok	182 034	75 911
	Efekt	zł/rok	106 122	
		%	58,3	
11. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu termomodernizacyjnego				
1.	Planowane koszty całkowite	zł	2 035 757	
2.	Czas zwrotu nakładów inwestycyjnych	lat	19,18	
12. Efekt ekologiczny i ekonomiczny CO ₂				
1.	Redukcja emisji CO ₂ dla całego pakietu usprawnień	Mg/rok	331,39887	
		%	80,9	
2.	Redukcja emisji CO ₂ tylko dla źródła ciepła	Mg/rok	121,89041	
		%	62,2	
	Cena redukcja emisji CO ₂ [pkt.11.1/pkt.12.1.]	zł/(Mg * rok)	6 142,9	
13. Efekt ekologiczny PM 10				
1.	Redukcja emisji PM 10 dla całego pakietu usprawnień	Mg/rok	0,54009	
		%	97,7	
14. Efekt ekonomiczny energii pierwotnej				
1.	Cena zmniejszenia zapotrzebowania energii pierwotnej [pkt.11.1/pkt.12.1.]	zł/(kWh * rok)	2,4322	

Rozdział I

Ustalenia ogólne

1. Cel pracy

Celem pracy jest termomodernizacja budynku szkoły w ZSAiO w Żywcu.

2. Materiały źródłowe

Podstawą opracowania audytu jest:

- Dane techniczne i eksploatacyjne udostępnione przez Inwestora
- Inwentaryzacja budynku opracowana przez firmę Szafran Szendzielorz Projekt
- Inwentaryzacja własna

3. Podstawa prawna

3.1. Akty prawne

1. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 13 października 2015 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego, oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego. (Dz.U. 2015 poz. 1606)

W/w Rozporządzenie dotyczy uzyskania premii termomodernizacyjnej lub remontowej

2. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. (Dz.U. nr 75/2002) w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.

3.2. Normy

1. PN-EN ISO 6946 - norma na wyznaczanie współczynnika U
2. PN-EN 12831:2006 - norma na projektowane obciążenie cieplne
3. PN-EN ISO 13790 - norma na obliczanie sezonowego zużycia ciepła

3.3. Wspomaganie komputerowe

Obliczenia zapotrzebowania mocy i zużycia energii cieplnej na potrzeby c.o. wykonano programem komputerowym OZC 6.9. PRO.

Obliczenia zapotrzebowania mocy i zużycia energii na potrzeby c.w.u. oraz energii elektrycznej wykonano własnym programem komputerowym.

4. Ceny i koszty

4.1. Podatek VAT

Analizy kosztów zostały wykonane w cenach brutto z podatkiem VAT.

4.2. Podstawa wycen

Kalkulacje własne oraz ceny lokalne. Poziom cen 2018 r.

Rozdział II Dane klimatyczne

1. Podstawowe dane

Żywiec znajduje się w III strefie klimatycznej wg PN-82/B-02403.

Stacja klimatyczna Aleksandrowice terenowo właściwa dla Żywca
Typowe lata meteorologiczne i statystyczne dane klimatyczne
wg informacji Ministerstwa Infrastruktury z dnia 24.12.2008.

Miesiąc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
$T_e(m.)$	-1,7	-2,3	4,9	8,0	12,4	16,2	19,2	17,1	15,1	6,9	4,4	0,1
$L_d(m.)$	31	28	31	30	5	0	0	0	5	31	30	31

Czas sezonu grzewczego	$L_d(a)$	=	222	dni
Średnia temperatura sezonu grzewczego	$t_{\text{śrs}}$	=	3,429	°C
Temperatura obliczeniowa zewnętrzna	t_{zo}	=	-20,0	°C
Temperatura obliczeniowa wewnętrzna	t_{wo}	=	20,0	°C
Ilość stopniodni	S_d	=	3679	

Rozdział III

Stan istniejący - charakterystyka i koszty

1. Charakterystyka ogólna

Budynek szkoły jest konstrukcji tradycyjnej murowanej. Posiada dwie kondygnację nadziemne i piwnice. Podstawowe dane budynku:

Nr	Obiekt	Powierzchnia		Kubatura		Rok przekazania budynku w użytkowanie
		zabudowy	ogrzewana	całkowita	ogrzewana	
		A	A _u	V	V _{ogrz}	
		m ²	m ²	m ³	m ³	
1	Budynek szkoły	1 270,0	2 802	12 100	8 855,0	1946
1a	w tym piwnice		823,6		2 059,0	
1b	w tym nadziemne		1 978,8		6 796,0	

Ciepłochronność przegród budowlanych:

Stan aktualny Przegrody warstwowe wg OZC Przegrody typowe wg oceny audytora	Konstrukcja	Powierzchnia		R (m ² K)/W	U W/(m ² K)	U WT 2021 W/(m ² K)
		Bilans	Ocieplenie			
		m ²	m ²			
Okna piwnic stan dobry	PCV	31,4	0,0		1,300	0,900
Okna nadziemna stan dobry	PCV	447,7	0,0		1,300	0,900
Drzwi stan dobry	PCV	15,1	0,0		1,500	1,3
Podłoga piwnic	Betonowa	744,2	0,0	2,692	0,371	0,3
Strop nad piwnicą	Ackermann	824,4	0,0	0,637	1,570	-
Ściany piwnic w gruncie	Murowane	497	501,5	1,521	0,657	0,2
Ściany piwnic pow. gruntu	Murowane	231,8	238,6	1,064	0,940	0,2
Ściany nadziemna zew.	Murowane	1607,9	1832,9	0,700	1,429	0,2
Ścianki sali na poddaszu	Murowane	40,2	39,6	0,700	1,429	0,2
Strop nad przejazdem	Ackermann	173,9	186,9	0,841	1,189	0,15
Strop ostatniej kondygnacji	Ackermann	1 155,30	1134,5	1,145	0,873	0,15
Razem	Razem	5 768,9	3 934,0			
Strop ostatniej kondygnacji z demontażem wiórobetonu	Ackermann	1 155,30	1134,5	0,478	2,092	

Stan techniczny budynku jest dobry, umożliwiającą dalszą jego eksploatację.

2. Zasilanie w energię cieplną

2.1. Dane ogólne

Źródłem ciepła jest kotłownia szkolna znajdująca się w budynku bursy. Kotłownia zasilą w energię cieplną na potrzeby c.o.:

- budynek szkoły
 - budynek bursy
 - budynek warsztatów
- oraz budynek bursy w energię cieplną na potrzeby c.w.u.

Kotłownia wyposażona jest w kotły wodne opalane paliwem stałym pracujące na potrzeby c.o. oraz kocioł wodny gazowy pracujący na potrzeby c.w.u. w budynku bursy

2.2. Kotły na paliwo stałe

Lp.	Producent kotła	Typ kotła	Ilość szt.	Moc łączna Φ kW	Sprawność		Emitor wys. H m	Rok budowy
					chwilowa $\eta_{H,g,max}$	roczna $\eta_{H,g}$		
1	ZKS Sławków	Bio-Wulkan	1	150,0	0,80	0,70	20	2008
2	Kotły Żywiec	KDO MAX	1	450,0	0,80	0,70	20	2009
3	SM Kotłarz	KWM-SP	1	350,0	0,80	0,70	20	2012
		Razem	3	950,0	-	-	-	-

Jako paliwo stosowano:

węgiel orzech

$W_O = 26,5 \text{ MJ/kg}$
 $s = 0,6 \%$
 $A^r = 6,0 \%$
 $k = 800 \text{ zł/Mg}$ z przywozem i wywozem żużla

węgiel groszek

$W_O = 26,5 \text{ MJ/kg}$
 $s = 0,6 \%$
 $A^r = 8,0 \%$
 $k = 800 \text{ zł/Mg}$ z przywozem i wywozem żużla

węgiel ekogroszek

$W) = 27,0 \text{ MJ/kg}$
 $s = 0,6 \%$
 $A^r = 6,0 \%$
 $k = 800 \text{ zł/Mg}$ z przywozem i wywozem żużla

Do obliczeń przyjęto

$W_O = 25,93 \text{ kJ/kg}$ wg KOBiZE 2018

Kotły są trudne w eksploatacji. Nie uzyskiwano wymaganych temperatur przy silnych mrozach, a ze spalania otrzymywano ponadnormatywne ilości żużla. Oszacowana roczna sprawność eksploatacyjna kotłów nie przekraczała 65 %. Generalnie przy silnych mrozach obiekty były niedogrzewane.

Orurowanie i osprzęt kotłowni są wyeksploatowane i kwalifikują się do wymiany

Zakup paliwa

Zakup paliwa	2015	2016	2017	Średnio
	Mg	Mg	Mg	Mg
Węgiel orzech	197,0	85,0	24,2	102,1
Węgiel groszek	0	99,0	170,0	89,7
Węgiel ekogroszek	114,4	106,5	76,0	99,0
Razem	311,4	290,5	270,2	290,7

Energia w paliwie wg KOBiZE 2018 wg zużycia w 2017 r.

Paliwo		Węgiel kamienny				Energia w paliwie				
Zużycie roczne i koszty			Cena 1 GJ energii cieplnej			Zużycie roczne	Roczne zużycie skorygowane			
							Średnia temperatura roku grzewczego		Mnożnik korekty	Energia w paliwie
zużycie	cena	koszt	WO	ilość paliwa	cena		zużycie	baza		
Mg/rok	zł/Mg	zł/rok	GJ/Mg	kg/GJ	zł/GJ	GJ/rok	°C	°C	-	GJ/rok
270,2	800,0	216 160	25,93	38,57	30,9	7006,3	3,14	6,30	1,137	7963,1

Zestawienie kosztów eksploatacyjnych wg danych z 2017 r.

Produkcja energii cieplnej (Q)						270,2	Mg	25,93	kJ/kg	7 006	GJ
Lp.	Wyszczególnienie kosztów										%
I	1	Węgiel	290,7	Mg	800	zł/Mg	232 560				71,3
	2	Energia elektryczna na cele grzewcze					0				0,0
	Razem koszty energii cieplnej lub paliwa (K_{en})										71,3
II	1	Konserwacja i obsługa					71 126				21,8
	2	Energia elektryczna napędy	20	MWh	580	zł/MWh	11 600				3,6
	3	Remonty bieżące									0,0
	4	Inne					1 208				0,4
	5	Ochrona środowiska - udział w kosztach paliwa				0,0%	9 500				2,9
	Razem koszty obsługi (K_{ob})										28,7
Ogółem koszty eksploatacji ($K_e = K_{en} + K_{ob}$)										325 994	100,0
III	Jednostkowy koszt produkcji energii w paliwie (K_{en}/Q)										33,2 zł/GJ
IV	Jednostkowy łączny koszt produkcji energii cieplnej (K_e/Q)										46,5 zł/GJ

Podział kosztów obsługi na poszczególne budynki:

Obiekt	Moc aktualna	Udział kosztów	Koszty obsługi				Napędy energia
	kW	%	palace i inne	napędy	ochrona śr.	razem	
			zł	zł	zł	zł	kWh
Kotłownia	789,7	100	72 334	11 600	9 500	93 434	20 000
w tym:							
budynek szkoły	338,3	40,0	28 934	4640	3800	37 374	8000
budynek bursy	317,3	40,0	28 934	4640	3800	37 374	8000
budynek warsztatów	134,1	20,0	14 467	2320	1900	18 687	4000

Do obliczeń efektywności usprawnień przyjęto cenę 1 GJ w paliwie:

$$k = 33,2 \text{ zł/GJ}$$

2.2. Kocioł gazowy

Lp.	Producent kotła	Typ kotła	Ilość	Moc łączna Φ	Sprawność		Emitor wys. H	Rok budowy
					chwilowa $\eta_{H,g,max}$	roczna $\eta_{H,g}$		
			szt.	kW	-	-	m	-
1	Viessmann	Vitodens 200	1	60,0	1,05	0,95	5	2017
		Razem	1	60,0	-	-	-	-

Kocioł został zabudowany jesienią w 2017. Kocioł pracuje na potrzeby c.w.u. w budynku bursy.

Jako paliwo stosowano gaz ziemny wysokometanowy

$$W_O = 36,2 \text{ MJ/m}^3$$

$$s = 0,0 \%$$

$$A_r = 0,0 \%$$

$$k = 1,80 \text{ zł/m}^3$$

2.3. Instalacje wewnętrzne c.o.

Instalacja c.o. jest typu otwartego. Grzejniki żeliwne bez zaworów termostatycznych. Instalacja c.o. jest wyeksploatowana i kwalifikuje się do wymiany.

2.4. Instalacja c.w.u.

Brak. C.w.u. przygotowywana jest lokalnie w podgrzewaczach elektrycznych

Bilans c.w.u.

Założenia:

Powierzchnia użytkowa	N	2802,4	m ²
Prognozowane jednostkowe dobowe zużycie c.w.u.	a_d	0,2	kg/m ²
Dobowy czas rozbioru c.w.u.	t	4	h
Różnica temperatur wody zimnej i ciepłej (55°C - 10°C)	Δt	45	°C

Obliczenia:

Godzinowe zużycie c.w.u.	$G_h = (N \cdot a) / t$	0,140	Mg/h
Dobowe zużycie c.w.u.	$G_d = N \cdot a_d$	0,6	Mg/d
Roczne zużycie c.w.u.	$G_a = G_d \cdot 200 \text{ dni}$	112,1	Mg/rok
Zapotrzebowanie mocy cieplnej	$\Phi_{cwu} = G_h \cdot \Delta t \cdot 1,163$	7,333	kW
Roczne zużycie energii użytkowej	$G_a \cdot 4,19 \text{ kJ/kg} \cdot \Delta t$	21 136	kJ
		5 871	kWh

2.5. Instalacja wentylacji mechanicznej

Brak

2.6. Energia elektryczna

2.6.1. Oświetlenie

Budynek posiada oświetlenie w większości świetłówkowe tradycyjne oraz częściowo żarowe.

Stan aktualny

Lp.	Oprawa	Moc	Światło	Ilość	Σ Moc	Σ Światła	Czas pracy	Wsp. jed.	Zużycie	Cena	Koszt
		kW	lm/W	szt.	kW	lm	h	-	kWh/a	zł/kWh	zł
1	Żarowa	0,075	12	24	1,8	21600	1800	0,8	2 592	0,58	1503
2	Świetlówka 2 x 36	0,072	70	183	13,18	922320	1800	0,8	18 973	0,58	11005
3	Świetlówka 4 x 18	0,072	70	10	0,72	50400	1800	0,8	1 037	0,58	601
	Razem	-	-	217	15,7	994 320	-	-	22 602		13 109

Oprawy żarowe są zużyte. Oprawy świetłówkowe znajdują się w zadowalającym stanie technicznym.

2.6.2. Fotowoltaika

Brak

3. Bazowe zapotrzebowanie mocy cieplnej i zużycie energii cieplnej

3.1. Zapotrzebowanie mocy cieplnej i energii użytkowej

Obliczenia na potrzeby grzewcze wykonano wg programu komputerowego OZC

Lp.	Wyszczególnienie	Moc cieplna	Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie (energia użytkowa) wg PN-EN ISO 13790	
		kW	kWh/rok	GJ/rok
1	Stan bazowy	338,314	671 320	2416,75

3.2. Sprawności systemu grzewczego

Lp. 1	Opis 2	Współczynnik	
		symbol 3	wartość 4
1.	Wytwarzanie ciepła	$\eta_{H,g}$	0,730
2.	Przesyłanie ciepła	$\eta_{H,d}$	0,900
3.	Regulacja systemu grzewczego	$\eta_{H,e}$	0,850
4.	Akumulacja ciepła	$\eta_{H,s}$	1,000
Sprawność całkowita systemu grzewczego		$\eta_{H,g} * \eta_{H,d} * \eta_{H,e} * \eta_{H,s}$	0,558
Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w okresie doby		w_d	0,950
Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia		w_t	1,000

3.3. Obliczenia energii i kosztów

1. Bazowe roczne zużycie energii i paliwa

Powierzchnia ogrzewana	A_{ogrz}	2 802,4	m ²				
Kubatura ogrzewana	V_{ogrz}	8 855,0	m ³				
Moc cieplna c.o.	Φ_{co}	338,315	kW				
Moc cieplna c.w.u.	Φ_{cwu}	14,666	kW				
Razem moc cieplna	Φ	352,981	kW				
Sprawność źródła ciepła systemu grzewczego	$\eta_{H,g}$	0,73					
Sprawność źródła ciepła systemu c.w.u.	$\eta_{W,g}$	0,99					
Zużycie energii cieplnej użytkowej c.o. wg OZC	QU	671 320	kWh/rok				
Zużycie energii cieplnej użytkowej c.o. wg OZC	QU	2 416,752	GJ/rok				
Ograniczenia dobowe c.o.	$W_{H,d}$	0,95					
Ograniczenia tygodniowe c.o.	$W_{H,t}$	1,00					
Sprawność akumulacji ciepła c.o.	$\eta_{H,s}$	1,00					
Sprawność transportu ciepła c.o.	$\eta_{H,d}$	0,90					
Sprawność regulacji i wykorzystania ciepła c.o.	$\eta_{H,e}$	0,85					
Roczne zużycie energii użytkowej c.wu.	$G_{a\ cwu}$	5871,0	kWh/rok				
Sprawność akumulacji ciepła c.w.u.	$\eta_{W,s}$	1,00					
Sprawność transportu ciepła c.w.u.	$\eta_{W,d}$	1,00					
Sprawność wykorzystania ciepła c.w.u.	$\eta_{W,e}$	1,00					
Oświetlenie	$Q_{o\sw}$	22602,0	kWh/rok				
Fotowoltaika	Q_{foto}	0,0	kWh/rok				
Podsumowanie	Energia użytkowa EU		Energia końcowa EK	Energia pierwotna EP			
	kWh/a	kWh/(m ² ·a)	kWh/a	kWh/(m ² ·a)	Wskaźnik	kWh/a	kWh/(m ² ·a)
Q_{co}	671320	239,552	1142007	407,510	1,10	1256208,1	448,3
Q_{cwu}	5871	2,095	5930	2,095	3,00	17790,9	6,3
$Q_{o\sw}$	22602,0	8,065	22602,0	8,065	3,00	67806,0	24,2
Q_{foto}	0,0	0,000	0,0	0,000	0,7	0,0	-
Razem	699793	249,712	1170540	417,671		1341805	478,806
Paliwo	WO		Zużycie energii		Zużycie paliwa		
Węgiel kamienny	25,93	MJ/kg	4111,226	GJ/a	158,551	Mg/a	
Gaz ziemny	36,20	MJ/m ³	0,000	GJ/a	0	m ³ /a	

2. Bazowe roczne koszty eksploatacyjne

Lp.	Wyszczególnienie kosztów	Zużycie	Cena	zł	%
I	1 Węgiel	158,551 Mg	800 zł/Mg	126 841	69,7
	2 Gaz ziemny	0,000 m ³ /a	1,80 zł/m ³	0	0,0
	3 Energia cwu	5 930 kWh/a	0,58 zł/kWh	3 440	1,9
	4 Energia elektryczna oświetlenie	22 602 kWh/a	0,58 zł/kWh	13 109	7,2
	5 Energia elektryczna foto	0 kWh/a	0,58 zł/kWh	0	0,0
Razem koszty energii cieplnej lub paliwa (Ke_{en})				143 390	78,8
II	1 Konserwacja i obsługa			29 934	16,4
	2 Energia elektryczna napędy	8000,0 kWh	0,58 zł/kWh	4 640	2,5
	3 Ochrona środowiska		-	4 070	2,2
Razem koszty obsługi (Ke_{ob})				38 644	21,2
Ogółem koszty eksploatacji ($Ke = Ke_{en} + Ke_{ob}$)				182 034	100,0

Rozdział IV Kroki termomodernizacyjne

1. Krok „1” Docieplenie przegród budowlanych

1.1. Przegrody do ocieplenia

Ściany piwnic w gruncie

1.1.1	Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na ociepleniu ścian piwnic w gruncie	Przegroda ściana piwnic				
		Ściana murowane z cegły				
Powierzchnia przegrody do obliczania strat		A	497,0	m ²		
Powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia		A _{koszt}	501,5	m ²		
Ilość stopniodni		Sd	3 679			
Opór cieplny dla stanu istniejącego		R _{akt}	1,521	(m ² K)/W		
Temperatura obliczeniowa zewnętrzna		t _{zo}	-20	°C		
Temperatura obliczeniowa wewnętrzna		t _{wo}	16	°C		
Różnica temperatur		Δt	36	°C		
Jednostkowy koszt energii cieplnej - opłata stała miesięczna		O _m	0,0	zł/kW		
Jednostkowy koszt energii cieplnej - opłata zmienna		O _z	33,20	zł/GJ		
Opis wariantów usprawnienia						
Usprawnienie obejmuje docieplenie ścian warstwami polistyrenu w grubościach handlowych						
Deklarowany współczynnik przewodności cieplnej polistyrenu		λ	0,032	W/mK		
Lp.	Opomówienie	Jednostka	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej izolacji termicznej [Δg]	m		0,10	0,14	0,20
2	Zwiększenie oporu cieplnego [ΔR = Δg/λ]	(m ² K)/W		3,125	4,375	6,250
3	Opór cieplny [R]	(m ² K)/W	1,52	4,646	6,510	7,771
4	Q _{0,u} , Q _{1,u} = 8,64 * 10 ⁻⁵ * Sd * A/R	GJ/a	103,9	34,0	24,3	20,3
5	q _{0,u} , q _{1,u} = 10 ⁻³ * A * (t _{wo} - t _{zo})R	kW	11,8	3,9	2,7	2,3
6	Roczna oszczędność kosztów					
	ΔQ _{ru} = (Q _{ou} - Q _{nu}) * O _z + 12(q _{ou} - q _{nu}) * O _m	zł/rok		2 319	2 643	2 773
7	Jednostkowa cena stała docieplenia [n _{us}]	zł/m ²		500	500	500
8	Jednostkowa cena zmienna docieplenia [n _{uz}]	zł/m ³		500	500	500
9	Łączna jednostkowa cena docieplenia [n _u]	zł/m ²		550	570	600
10	Koszt docieplenia [Nu = A _{koszt} * n _u]	zł		275 825	285 855	300 900
11	SPBT = N _u /ΔQ _{ru}	lata		118,92	108,17	108,50
12	U ₀ , U ₁	W/(m ² K)	0,66	0,215	0,154	0,129
Komentarz		U ₀ ≤ U _{WT 2021} = 0,20 W/(m ² K)				
Wybrany wariant usprawnienia				Wariant nr 2		
Koszt				285 855 zł		

Ściany piwnic ponad gruntem						
1.1.2.	Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na ociepleniu ścian piwnic ponad gruntem		Przegroda	ściana piwnic		
			Ściana murowane z cegły			
Powierzchnia przegrody do obliczania strat			A	231,8	m ²	
Powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia			A _{koszt}	238,6	m ²	
Ilość stopniodni			Sd	3 679		
Opór cieplny dla stanu istniejącego			R _{akt}	1,064	(m ² K)/W	
Temperatura obliczeniowa zewnętrzna			t _{zo}	-20	°C	
Temperatura obliczeniowa wewnętrzna			t _{wo}	16	°C	
Różnica temperatur			Δt	36	°C	
Jednostkowy koszt energii cieplnej - opłata stała miesięczna			O _m	0,0	zł/kW	
Jednostkowy koszt energii cieplnej - opłata zmienna			O _z	33,20	zł/GJ	
Opis wariantów usprawnienia						
Usprawnienie obejmuje docieplenie ścian warstwami styropianu w grubościach handlowych						
Deklarowany współczynnik przewodności cieplnej styropianu			λ	0,031	W/mK	
Lp.	Opis	Jednostka	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej izolacji termicznej [Δg]	m		0,10	0,14	0,20
2	Zwiększenie oporu cieplnego [ΔR = Δg/λ]	(m ² K)/W		3,23	4,52	6,45
3	Opór cieplny [R]	(m ² K)/W	1,06	4,29	5,58	7,52
4	Q _{0,u} , Q _{1,u} = 8,64 * 10 ⁻⁵ * Sd * A/R	GJ/a	69,2	17,2	13,2	9,8
5	q _{0,u} , q _{1,u} = 10 ⁻³ * A * (t _{wo} - t _{zo})R	kW	7,8	1,9	1,5	1,1
6	Roczna oszczędność kosztów					
	ΔQ _{ru} = (Q _{ou} - Q _{nu}) * O _z + 12(q _{ou} - q _{nu}) * O _m	zł/rok		1 729	1 861	1 974
7	Jednostkowa cena stała docieplenia [n _{us}]	zł/m ²		250	250	250
8	Jednostkowa cena zmienna docieplenia [n _{uz}]	zł/m ³		300	300	300
9	Łączna jednostkowa cena docieplenia [n _u]	zł/m ²		280	292	310
10	Koszt docieplenia [Nu = A _{koszt} * n _u]	zł		66 808	69 671	73 966
11	SPBT = N _u /ΔQ _{ru}	lata		38,64	37,44	37,48
12	U ₀ , U ₁	W/(m ² K)	0,94	0,233	0,179	0,133
Komentarz			U ₀ ≤ U _{WT 2021} = 0,20 W/(m ² K)			
Wybrany wariant usprawnienia				Wariant nr 2		
Koszt				69 671 zł		

Ściany nadziemna

1.1.3	Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na ociepleniu ścian nadziemna	Przegroda ściana nadziemna				
		Ściana murowane z cegły				
Powierzchnia przegrody do obliczania strat		A	1607,9	m ²		
Powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia		A _{koszt}	1832,9	m ²		
Ilość stopniodni		Sd	3 679			
Opór cieplny dla stanu istniejącego		R _{akt}	0,700	(m ² K)/W		
Temperatura obliczeniowa zewnętrzna		t _{zo}	-20	°C		
Temperatura obliczeniowa wewnętrzna		t _{wo}	20	°C		
Różnica temperatur		Δt	40	°C		
Jednostkowy koszt energii cieplnej - opłata stała miesięczna		O _m	0,0	zł/kW		
Jednostkowy koszt energii cieplnej - opłata zmienna		O _z	33,20	zł/GJ		
Opis wariantów usprawnienia						
Usprawnienie obejmuje docieplenie ścian warstwami styropianu w grubościach handlowych						
Deklarowany współczynnik przewodności cieplnej polistyrenu		λ	0,031	W/mK		
Lp.	Opis	Jednostka	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej izolacji termicznej [Δg]	m		0,10	0,14	0,20
2	Zwiększenie oporu cieplnego [ΔR = Δg/λ]	(m ² K)/W		3,23	4,52	6,45
3	Opór cieplny [R]	(m ² K)/W	0,70	3,93	5,22	7,15
4	Q _{0,u} , Q _{1,u} = 8,64 *10 ⁻⁵ * Sd *A/R	GJ/a	730,1	130,2	98,0	71,5
5	q _{0,u} , q _{1,u} = 10 ⁻³ *A * (t _{wo} - t _{zo})R	kW	91,9	16,4	12,3	9,0
6	Roczna oszczędność kosztów					
	ΔQ _{ru} = (Q _{ou} - Q _{nu}) * O _z + 12(q _{ou} - q _{nu}) * O _m	zł/rok		19 918	20 987	21 868
7	Jednostkowa cena stała docieplenia [n _{us}]	zł/m ²		250	250	250
8	Jednostkowa cena zmienna docieplenia [n _{uz}]	zł/m ³		300	300	300
9	Łączna jednostkowa cena docieplenia [n _u]	zł/m ²		280	292	310
10	Koszt docieplenia [Nu = A _{koszt} * n _u]	zł		513 212	535 207	568 199
11	SPBT = N _u /ΔQ _{ru}	lata		25,77	25,50	25,98
12	U ₀ , U ₁	W/(m ² K)	1,43	0,255	0,192	0,140
Komentarz				U ₀ ≤ U _{WT 2021} = 0,20 W/(m ² K)		
Wybrany wariant usprawnienia				Wariant nr 2		
Koszt				535 207 zł		

Ściany sali gimnastycznej na poddaszu

1.1.4 Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na ociepleniu ścian na poddaszu				Przegroda ściana na poddaszu		
				Ściana murowane z cegły		
Powierzchnia przegrody do obliczania strat				A	40,2	m ²
Powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A _{koszt}	39,6	m ²
Ilość stopniindni				Sd	3 679	
Opór cieplny dla stanu istniejącego				R _{akt}	0,700	(m ² K)/W
Temperatura obliczeniowa zewnętrzna				t _{zo}	-20	°C
Temperatura obliczeniowa wewnętrzna				t _{wo}	20	°C
Różnica temperatur				Δt	40	°C
Jednostkowy koszt energii cieplnej - opłata stała miesięczna				O _m	0,0	zł/kW
Jednostkowy koszt energii cieplnej - opłata zmienna				O _z	33,20	zł/GJ
Opis wariantów usprawnienia						
Usprawnienie obejmuje docieplenie ścian warstwami wełny mineralnej w grubościach handlowych						
Deklarowany współczynnik przewodności cieplnej styropianu				λ	0,037	W/mK
Lp. Omówienie		Jednostka	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej izolacji termicznej [Δg]	m		0,15	0,20	0,25
2	Zwiększenie oporu cieplnego [ΔR = Δg/λ]	(m ² K)/W		4,05	5,41	6,76
3	Opór cieplny [R]	(m ² K)/W	0,70	4,75	6,11	7,46
4	Q _{0,u} , Q _{1,u} = 8,64 * 10 ⁻⁵ * Sd * A/R	GJ/a	18,3	2,7	2,1	1,7
5	q _{0,u} , q _{1,u} = 10 ⁻³ * A * (t _{wo} - t _{zo})R	kW	2,3	0,3	0,3	0,2
6	Roczna oszczędność kosztów					
	ΔQ _{ru} = (Q _{ou} - Q _{nu}) * O _z + 12(q _{ou} - q _{nu}) * O _m	zł/rok		517	537	549
7	Jednostkowa cena stała docieplenia [n _{us}]	zł/m ²		200	200	200
8	Jednostkowa cena zmienna docieplenia [n _{uz}]	zł/m ³		400	400	400
9	Łączna jednostkowa cena docieplenia [n _u]	zł/m ²		260	280	300
10	Koszt docieplenia [Nu = A _{koszt} * n _u]	zł		10 296	11 088	11 880
11	SPBT = N _u /ΔQ _{ru}	lata		19,92	20,66	21,63
12	U ₀ , U ₁	W/(m ² K)	1,43	0,210	0,164	0,134
Komentarz				U ₀ ≤ U _{WT 2021} = 0,20 W/(m ² K)		
Wybrany wariant usprawnienia					Wariant nr 2	
Koszt					11 088 zł	

Strop ostatniej kondygnacji

1.1.5. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na ociepleniu stropu ostatniej kondygnacji				Przegroda		
				Strop ostatniej kondygnacji		
Powierzchnia przegrody do obliczania strat				A	1155,3	m ²
Powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A _{koszt}	1 134,5	m ²
Ilość stopniodni				Sd	3 679	
Opór cieplny dla stanu istniejącego				R _{akt}	1,145	(m ² K)/W
Opór cieplny dla stanu istniejącego po demontażu istniejącego ocieplenia				R _{obl}	0,478	(m ² K)/W
Temperatura obliczeniowa zewnętrzna				t _{zo}	-20	°C
Temperatura obliczeniowa wewnętrzna				t _{wo}	20	°C
Różnica temperatur				Δt	40	°C
Jednostkowy koszt energii cieplnej - opłata stała miesięczna				O _m	0,000	zł/kW
Jednostkowy koszt energii cieplnej - opłata zmienna				O _z	33,2	zł/GJ
Opis wariantów usprawnienia						
Usprawnienie obejmuje docieplenie stropu ostatniej kondygnacji styropianem w grubościach handlowych						
Deklarowany współczynnik przewodności cieplnej styropianu				λ	0,032	W/mK
Lp.		Opis		Jednostka	Stan istniejący	Warianty
						123
1	Grubość dodatkowej izolacji termicznej [Δg]		m		0,15	0,200,25
2	Zwiększenie oporu cieplnego [ΔR = Δg/λ]		(m ² K)/W		4,69	6,257,81
3	Opór cieplny [R]		(m ² K)/W	1,15	5,17	6,738,29
4	Q _{0,u} , Q _{1,u} = 8,64 * 10 ⁻⁵ * Sd * A/R		GJ/a	320,7	71,1	54,644,3
5	q _{0,u} , q _{1,u} = 10 ⁻³ * A * (t _{wo} - t _{zo})R		kW	39,6	8,8	6,75,5
6	Roczna oszczędność kosztów					
	ΔQ _{ru} = (Q _{ou} - Q _{nu}) * O _z + 12(q _{ou} - q _{nu}) * O _m		zł/rok		8 288	8 8369 177
7	Jednostkowa cena stała docieplenia [n _{us}]		zł/m ²		200	200200
8	Jednostkowa cena zmienna docieplenia [n _{uz}]		zł/m ³		200	200200
9	Łączna jednostkowa cena docieplenia [n _u]		zł/m ²		230	240250
10	Koszt docieplenia [Nu = A _{koszt} * n _u]		zł		260 935	272 280283 625
11	SPBT = N _u /ΔQ _{ru}		lata		31,48	30,8230,90
12	U ₀ , U ₁		W/(m ² K)	0,87	0,194	0,1490,121
Komentarz				U ₀ ≤ U _{WT 2021} = 0,15 W/(m ² K)		
Wybrany wariant usprawnienia					Wariant nr 2	
Koszt					272 280	zł
SPBT					30,8	lat

Strop nad przejazdem

1.1.6. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na ociepleniu stropu nad przejazdem				Przegroda		
				Strop nad przejazdem		
Powierzchnia przegrody do obliczania strat				A	173,9	m ²
Powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A _{koszt}	186,9	m ²
Ilość stopniodni				Sd	3 679	
Opór cieplny dla stanu istniejącego				R _{akt}	0,841	(m ² K)/W
Opór cieplny dla stanu istniejącego po demontażu istniejącego ocieplenia				R _{obl}	0,841	(m ² K)/W
Temperatura obliczeniowa zewnętrzna				t _{zo}	-20	°C
Temperatura obliczeniowa wewnętrzna				t _{wo}	20	°C
Różnica temperatur				Δt	40	°C
Jednostkowy koszt energii cieplnej - opłata stała miesięczna				O _m	0,000	zł/kW
Jednostkowy koszt energii cieplnej - opłata zmienna				O _z	33,2	zł/GJ
Opis wariantów usprawnienia						
Usprawnienie obejmuje docieplenie stropu ostatnie kondygnacji styropianem w grubościach handlowych						
Deklarowany współczynnik przewodności cieplnej styropianu				λ	0,032	W/mK
Lp.		Opis		Jednostka	Stan istniejący	Warianty
						123
1	Grubość dodatkowej izolacji termicznej [Δg]		m		0,15	0,200,25
2	Zwiększenie oporu cieplnego [ΔR = Δg/λ]		(m ² K)/W		4,69	6,257,81
3	Opór cieplny [R]		(m ² K)/W	0,84	5,53	7,298,65
4	Q _{0,u} , Q _{1,u} = 8,64 * 10 ⁻⁵ * Sd * A/R		GJ/a	65,7	10,0	7,66,4
5	q _{0,u} , q _{1,u} = 10 ⁻³ * A * (t _{wo} - t _{zo})R		kW	8,9	1,4	1,00,9
6	Roczna oszczędność kosztów					
	ΔQ _{ru} = (Q _{ou} - Q _{nu}) * O _z + 12(q _{ou} - q _{nu}) * O _m		zł/rok		1 850	1 9301 970
7	Jednostkowa cena stała docieplenia [n _{us}]		zł/m ²		200	200200
8	Jednostkowa cena zmienna docieplenia [n _{uz}]		zł/m ³		200	200200
9	Łączna jednostkowa cena docieplenia [n _u]		zł/m ²		230	240250
10	Koszt docieplenia [Nu = A _{koszt} * n _u]		zł		42 987	44 85646 725
11	SPBT = N _u /ΔQ _{ru}		lata		23,23	23,2423,72
12	U ₀ , U ₁		W/(m ² K)	1,19	0,181	0,1370,116
Komentarz				U ₀ ≤ U _{WT 2021} = 0,15 W/(m ² K)		
Wybrany wariant usprawnienia					Wariant nr 2	
Koszt					44 856	zł
SPBT					23,2	lat

1.2. Przegrody nie przewidziane do ocieplenia

1.2.1. Stolarka

Nie przewiduje się wymiany stolarki okiennej i drzwiowej - znajduje się w dobrym stanie technicznym

1.2.2. Podłoga piwnic

Nie przewiduje się docieplenia podłogi piwnic ze względów technicznych i ekonomicznych

1.3. Zestawienie wariantów ocieplenia

Wariant	Opis	Ocieplenie	Pow.	SPBT	Koszt
			m ²	lat	zł
1.1.4.	Ściany sali gimnastycznej	Ocieplone wełną mineralną	39,6	20,7	11 088
1.1.6.	Strop wiszący	Ocieplenie styropianem	186,9	23,2	44 856
1.1.3.	Ściany nadziemna	Ocieplone styropianem	1832,9	25,5	535 207
1.1.5.	Strop ostatniej kondygnacji	Ocieplony styropianem	1134,5	30,8	272 280
1.1.2.	Ściany piwnic ponad gruntem	Ocieplone styropianem	238,6	37,4	69 671
1.1.1.	Ściany piwnic w gruncie	Ocieplone styrodurem	501,5	108,2	285 855
	Razem		3 934,0		1 218 957,0

1.4. Zapotrzebowanie mocy cieplnej i zużycie energii cieplnej użytkowej

Lp.	Wyszczególnienie	Moc cieplna	Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie (energia użytkowa) wg PN-EN ISO 13790	
		kW	kWh/rok	GJ/rok
1	Stan projektowany	207,750	388 444	1398,40

1.5. Energia i koszty

1. Projektowane roczne zużycie energii i paliwa po wykonaniu "1" Kroku

Powierzchnia ogrzewana	A_{ogrz}	2 802,4	m ²						
Kubatura ogrzewana	V_{ogrz}	8 855,0	m ³						
Moc cieplna c.o.	Φ_{co}	207,525	kW						
Moc cieplna c.w.u.	Φ_{cwu}	14,666	kW						
Razem moc cieplna	Φ	222,191	kW						
Sprawność źródła ciepła systemu grzewczego	$\eta_{H,g}$	0,73							
Sprawność źródła ciepła systemu c.w.u.	$\eta_{W,g}$	0,99							
Zużycie energii cieplnej użytkowej c.o. wg OZC	QU	388 444	kWh/rok						
Zużycie energii cieplnej użytkowej c.o. wg OZC	QU	1 398,398	GJ/rok						
Ograniczenia dobowe c.o.	$w_{H,d}$	0,95							
Ograniczenia tygodniowe c.o.	$w_{H,t}$	1,00							
Sprawność akumulacji ciepła c.o.	$\eta_{H,s}$	1,00							
Sprawność transportu ciepła c.o.	$\eta_{H,d}$	0,90							
Sprawność regulacji i wykorzystania ciepła c.o.	$\eta_{H,e}$	0,85							
Roczne zużycie c.w.u. - obliczenia w tekście	$G_{a\ cwu}$	5871,0	kWh/rok						
Sprawność akumulacji ciepła c.w.u.	$\eta_{W,s}$	1,00							
Sprawność transportu ciepła c.w.u.	$\eta_{W,d}$	1,00							
Sprawność wykorzystania ciepła c.w.u.	$\eta_{W,e}$	1,00							
Oświetlenie	Q_{osw}	22602,0	kWh/rok						
Fotowoltaika	Q_{foto}	0,0	kWh/rok						
Podsumowanie	Energia użytkowa EU			Energia końcowa EK			Energia pierwotna EP		
	kWh/a		kWh/(m ² ·a)	kWh/a		kWh/(m ² ·a)	Wskaźnik	kWh/a	kWh/(m ² ·a)
Q_{co}	388444	138,611	660796	235,797	1,10	726876,1	259,4		
Q_{cwu}	5871	2,095	5930	2,095	3,00	17790,9	6,3		
Q_{osw}	22602,0	8,065	22602,0	8,065	3,00	67806,0	24,2		
Q_{foto}	0,0	0,000	0,0	0,000	0,7	0,0	-		
Razem	416917	148,771	689329	245,957		812473	289,920		
Paliwo	WO		Zużycie energii		Zużycie paliwa				
Węgiel kamienny	25,93	MJ/kg	2378,867	GJ/a	91,742	Mg/a			
Gaz ziemny	36,20	MJ/m ³	0,000	GJ/a	0	m ³ /a			

2. Projektowane roczne koszty eksploatacyjne po wykonaniu "1" Kroku

Lp.	Wyszczególnienie kosztów	Zużycie	Cena	zł	%
I	1 Węgiel	91,742 Mg	800 zł/Mg	73 394	57,1
	2 Gaz ziemny	0,000 m ³ /a	1,80 zł/m ³	0	0,0
	3 Energia cwu	5 930 kWh/a	0,58 zł/kWh	3 440	2,7
	4 Energia elektryczna oświetlenie	22 602 kWh/a	0,58 zł/kWh	13 109	10,2
	5 Energia elektryczna foto	0 kWh/a	0,58 zł/kWh	0	0,0
	Razem koszty energii cieplnej lub paliwa (Ke_{en})			89 942	69,9
II	1 Konserwacja i obsługa			29 934	23,3
	2 Energia elektryczna napędy	8000,0 kWh	0,58 zł/kWh	4 640	3,6
	3 Ochrona środowiska			4 070	3,2
	Razem koszty obsługi (Ke_{ob})			38 644	30,1
Ogółem koszty eksploatacji ($Ke = Ke_{en} + Ke_{ob}$)				128 586	100,0

3. Efekty w stosunku do stanu bazowego

Efekty	Roczne zmniejszenie zużycia energii cieplnej	Energia użytkowa	282 876	kWh/rok
		Energia końcowa	481 211	kWh/rok
		Energia pierwotna	529 332	kWh/rok
	Zmniejszenie zapotrzebowania mocy cieplnej		130,8	kW
	Zmniejszenie rocznych kosztów eksploatacji		53 447	zł/rok
	Koszty inwestycyjne		1 218 957	zł
	Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych		22,81	lat

2. Krok „2” modernizacja systemu grzewczego

2.1. Rozwiązania techniczne

Przewiduje modernizację instalacji c.o. z zabudową grzejników stalowymi panelowymi wyposażonymi w zawory termostaticzne. Sprawności projektowanego systemu grzewczego:

Lp.	Opis	Współczynnik	
		symbol	wartość
1	2	3	4
1.	Wytwarzanie ciepła	$\eta_{H,g}$	0,730
2.	Przesyłanie ciepła	η_{H-d}	0,950
3.	Regulacja systemu grzewczego	η_{H-e}	0,920
4.	Akumulacja ciepła	$\eta_{H,s}$	1,000
Sprawność całkowita systemu grzewczego		$\eta_{H,g} \cdot \eta_{H-d} \cdot \eta_{H-e} \cdot \eta_{H,s}$	0,638

Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w okresie doby	w_d	0,950
Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	w_t	1,000

2.2. Koszty inwestycyjne

Przyjęto wymianę 232 szt. grzejników tj. 232 punktów obliczeniowych

Ki c.o. = 232 pkt * 2 000 zł/pkt = 464 000 zł

2.3. Efektywność wariantu

1. Projektowane roczne zużycie energii i paliwa po wykonaniu "2" Kroku

Powierzchnia ogrzewana	A_{ogrz}	2 802,4	m^2				
Kubatura ogrzewana	V_{ogrz}	8 855,0	m^3				
Moc cieplna c.o.	Φ_{co}	207,525	kW				
Moc cieplna c.w.u.	Φ_{cwu}	14,666	kW				
Razem moc cieplna	Φ	222,191	kW				
Sprawność źródła ciepła systemu grzewczego	$\eta_{H,g}$	0,73					
Sprawność źródła ciepła systemu c.w.u.	$\eta_{W,g}$	0,99					
Zużycie energii cieplnej użytkowej c.o. wg OZC	QU	388 444	kWh/rok				
Zużycie energii cieplnej użytkowej c.o. wg OZC	QU	1 398,398	GJ/rok				
Ograniczenia dobowe c.o.	$w_{H,d}$	0,95					
Ograniczenia tygodniowe c.o.	$w_{H,t}$	1,00					
Sprawność akumulacji ciepła c.o.	$\eta_{H,s}$	1,00					
Sprawność transportu ciepła c.o.	$\eta_{H,d}$	0,95					
Sprawność regulacji i wykorzystania ciepła c.o.	$\eta_{H,e}$	0,92					
Roczne zużycie c.w.u. - obliczenia w tekście	$G_{a\ cwu}$	5871,0	kWh/rok				
Sprawność akumulacji ciepła c.w.u.	$\eta_{W,s}$	1,00					
Sprawność transportu ciepła c.w.u.	$\eta_{W,d}$	1,00					
Sprawność wykorzystania ciepła c.w.u.	$\eta_{W,e}$	1,00					
Oświetlenie	$Q_{o\acute{s}w}$	22602,0	kWh/rok				
Fotowoltaika	Q_{foto}	0,0	kWh/rok				
Podsumowanie	Energia użytkowa EU		Energia końcowa EK	Energia pierwotna EP			
	kWh/a	kWh/(m ² ·a)	kWh/a	kWh/(m ² ·a)	Wskaźnik	kWh/a	kWh/(m ² ·a)
Q_{co}	388444	138,611	578386	206,390	1,10	636224,5	227,0
Q_{cwu}	5871	2,095	5930	2,095	3,00	17790,9	6,3
$Q_{o\acute{s}w}$	22602,0	8,065	22602,0	8,065	3,00	67806,0	24,2
Q_{foto}	0,0	0,000	0,0	0,000	0,7	0,0	-
Razem	416917	148,771	606918	216,550		721821	257,573
Paliwo	WO		Zużycie energii		Zużycie paliwa		
Węgiel kamienny	25,93	MJ/kg	2082,189	GJ/a	80,300	Mg/a	
Gaz ziemny	36,20	MJ/m ³	0,000	GJ/a	0	m ³ /a	

2. Projektowane roczne koszty eksploatacyjne po wykonaniu "2" Kroku

Lp.	Wyszczególnienie kosztów	Zużycie	Cena	zł	%
I	1 Węgiel	80,300 Mg	800 zł/Mg	64 240	53,8
	2 Gaz ziemny	0,000 m ³ /a	1,80 zł/m ³	0	0,0
	3 Energia cwu	5 930 kWh/a	0,58 zł/kWh	3 440	2,9
	4 Energia elektryczna oświetlenie	22 602 kWh/a	0,58 zł/kWh	13 109	11,0
	5 Energia elektryczna foto	0 kWh/a	0,58 zł/kWh	0	0,0
Razem koszty energii cieplnej lub paliwa (Ke_{en})				80 789	67,6
II	1 Konserwacja i obsługa			29 934	25,1
	2 Energia elektryczna napędy	8000,0 kWh	0,58 zł/kWh	4 640	3,9
	3 Ochrona środowiska			4 070	3,4
Razem koszty obsługi (Ke_{ob})				38 644	32,4
Ogółem koszty eksploatacji ($Ke = Ke_{en} + Ke_{ob}$)				119 433	100,0

3. Efekty w stosunku do "1" Kroku

Efekty	Roczne zmniejszenie zużycia energii cieplnej	Energia użytkowa	0	kWh/rok
		Energia końcowa	82 411	kWh/rok
		Energia pierwotna	90 652	kWh/rok
	Zmniejszenie zapotrzebowania mocy cieplnej		0,0	kW
	Zmniejszenie rocznych kosztów eksploatacji		9 153	zł/rok
	Koszty inwestycyjne		464 000	zł
	Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych		50,69	lat

3. Krok „3” modernizacja źródła ciepła

3.0. Założenia

Rozważano opcje:

- a/ modernizacja centralnej kotłowni z zabudową kotłów opalanych zrębkami
- b/ modernizacja centralnej kotłowni z zabudową kotłów opalanych peletem
- c/ modernizację kotłowni centralnej z zabudową kotłów opalanych gazem ziemnym (na terenie ZOAiO znajduje się sieć gazowa o wystarczającej przepustowości)
- d/ likwidację centralnej kotłowni w budynku bursy i wykonanie trzech nowych kotłowni pracujących na potrzeby c.o.:
 - budynek szkoły
 - budynek bursy
 - budynek warsztatów

Modernizacja centralnej kotłowni z zabudową kotłów opalanych zrębkami wymaga zabudowy całego zaplecza logistycznego łącznie z halą magazynową na zrębki, a teren ZSAiO w obrębie kotłowni znajduje się w rejestrze konserwatora zabytków.

Modernizacja centralnej kotłowni z zabudową kotłów opalanych peletem, jest technicznie możliwa, ale cena zakupu peletu jest porównywalna z ceną zakupu ekogroszku przy znacznie mniejszej wartości opałowej:

$$WO_{\text{pelet}} = 16,0 - 18,0 \text{ kJ/kg} \quad \text{gdzie ekogroszek} \quad WO = 25,93 \text{ kJ.kg}$$

Zabudowa kotłów opalanych peletem nie jest uzasadniona ekonomicznie.

Do poszczególnych obiektów doprowadzona jest sieć gazowa. Celowym jest zlikwidowanie centralnej kotłowni i wykonanie nowych w:

- budynku szkoły
- budynku bursy
- budynku warsztatów

tym bardziej, że każdy z tych budynków pełni inną funkcję i wymaga indywidualnego ogrzewania.

Wykonanie trzech indywidualnych kotłowni zlikwiduje straty przesyłu pomiędzy budynkami.

Ponadto wykonanie trzech indywidualnych kotłowni pozwoli na znaczne obniżenie kosztów:

- a/ osobowych - kotłownie gazowe nie muszą posiadać stałej obsługi
- b/ napędów elektrycznych - mniejsza moc pomp obiegowych
- c/ gospodarczego korzystania ze środowiska

3.1. Rozwiązanie techniczne

Przewiduje się zabudowę kotłowni gazowej wyposażonej w kotły kondensacyjne o mocy:

$$3 * 80,0 = 240,0 \text{ kW}$$

Kotły posiadać będą sprawności

$$\eta_{H,g \text{ max}} = 1,06$$

$$\eta_{H,g \text{ eksl}} = 0,98$$

Ponadto zabudowa kotłowni w budynku szkoły umożliwi ograniczanie ogrzewania w dniach świątecznych i feriach.

Projektowane współczynniki:

Lp.	Opis	Współczynnik	
		symbol	wartość
1	2	3	4
1.	Wytwarzanie ciepła	$\eta_{H,g}$	0,980
2.	Przesyłanie ciepła	η_{H-d}	0,950
3.	Regulacja systemu grzewczego	η_{H-e}	0,920
4.	Akumulacja ciepła	$\eta_{H,s}$	1,000
Sprawność całkowita systemu grzewczego		$\eta_{H,g} * \eta_{H-d} * \eta_{H-e} * \eta_{H,s}$	0,857
Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w okresie doby		w_d	0,950
Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia		w_t	0,850

3.2. Koszty inwestycyjne

$$K_{kot} = 240 \text{ kW} * 600 \text{ zł/kW} = 144\,000 \text{ zł}$$

3.3. Efektywność wariantu

1. Projektowane roczne zużycie energii i paliwa po wykonaniu "3" Kroku

Powierzchnia ogrzewana	A_{ogrz}	2 802,4	m^2				
Kubatura ogrzewana	V_{ogrz}	8 855,0	m^3				
Moc cieplna c.o.	Φ_{co}	207,525	kW				
Moc cieplna c.w.u.	Φ_{cwu}	14,666	kW				
Razem moc cieplna	Φ	222,191	kW				
Sprawność źródła ciepła systemu grzewczego	$\eta_{H,g}$	0,98					
Sprawność źródła ciepła systemu c.w.u.	$\eta_{W,g}$	0,99					
Zużycie energii cieplnej użytkowej c.o. wg OZC	QU	388 444	kWh/rok				
Zużycie energii cieplnej użytkowej c.o. wg OZC	QU	1 398,398	GJ/rok				
Ograniczenia dobowe c.o.	$w_{H,d}$	0,95					
Ograniczenia tygodniowe c.o.	$w_{H,t}$	0,85					
Sprawność akumulacji ciepła c.o.	$\eta_{H,s}$	1,00					
Sprawność transportu ciepła c.o.	$\eta_{H,d}$	0,95					
Sprawność regulacji i wykorzystania ciepła c.o.	$\eta_{H,e}$	0,92					
Roczne zużycie c.w.u. - obliczenia w tekście	$G_{a\ cwu}$	5871,0	kWh/rok				
Sprawność akumulacji ciepła c.w.u.	$\eta_{W,s}$	1,00					
Sprawność transportu ciepła c.w.u.	$\eta_{W,d}$	1,00					
Sprawność wykorzystania ciepła c.w.u.	$\eta_{W,e}$	1,00					
Oświetlenie	$Q_{o\acute{s}w}$	22602,0	kWh/rok				
Fotowoltaika	Q_{foto}	0,0	kWh/rok				
Podsumowanie	Energia użytkowa EU		Energia końcowa EK	Energia pierwotna EP			
	kWh/a	kWh/(m ² ·a)	kWh/a	kWh/(m ² ·a)	Wskaźnik	kWh/a	kWh/(m ² ·a)
Q_{co}	388444	138,611	366213	130,678	1,10	402834,0	143,7
Q_{cwu}	5871	2,095	5930	2,095	3,00	17790,9	6,3
$Q_{o\acute{s}w}$	22602,0	8,065	22602,0	8,065	3,00	67806,0	24,2
Q_{foto}	0,0	0,000	0,0	0,000	0,7	0,0	-
Razem	416917	148,771	394745	140,838		488431	174,290
Paliwo	WO		Zużycie energii		Zużycie paliwa		
Węgiel kamienny	25,93	MJ/kg	0	GJ/a	0,000	Mg/a	
Gaz ziemny	36,20	MJ/m ³	1318,366	GJ/a	36 419	m ³ /a	

2. Projektowane roczne koszty eksploatacyjne po wykonaniu "3" Kroku

Lp.	Wyszczególnienie kosztów	Zużycie	Cena	zł	%
I	1 Węgiel	0,000 Mg	800 zł/Mg	0	0,0
	2 Gaz ziemny	36 419 m ³ /a	1,80 zł/m ³	65 554	75,8
	3 Energia cwu	5 930 kWh/a	0,58 zł/kWh	3 440	4,0
	4 Energia elektryczna oświetlenie	22 602 kWh/a	0,58 zł/kWh	13 109	15,2
	5 Energia elektryczna foto	0 kWh/a	0,58 zł/kWh	0	0,0
Razem koszty energii cieplnej lub paliwa ($K_{e_{en}}$)				82 103	94,9
II	1 Konserwacja i obsługa			2 000	2,3
	2 Energia elektryczna napędy	4000,0 kWh	0,58 zł/kWh	2 320	2,7
	3 Ochrona środowiska	36 419 m ³ /a	0,001 zł/m ³	49	0,1
Razem koszty obsługi ($K_{e_{ob}}$)				4 369	5,1
Ogółem koszty eksploatacji ($K_e = K_{e_{en}} + K_{e_{ob}}$)				86 472	100,0

3. Efekty w stosunku do "2" kroku

Efekty	Roczne zmniejszenie zużycia energii cieplnej	Energia użytkowa	0	kWh/rok
		Energia końcowa	212 173	kWh/rok
		Energia pierwotna	233 391	kWh/rok
	Zmniejszenie zapotrzebowania mocy cieplnej		0,0	kW
	Zmniejszenie rocznych kosztów eksploatacji		32 961	zł/rok
	Koszty inwestycyjne		144 000	zł
	Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych		4,37	lat

4. Krok „4” Modernizacja oświetlenia

4.1. Analiza energii i kosztów

Budynek szkoły posiada w większości oświetlenie świetłówkowe oraz w pomieszczeniach pomocniczych żarowe. Oprawy świetłówkowe znajdują się w zadowalającym stanie technicznym.

Stan aktualny

Lp.	Oprawa	Moc	Światło	Ilość	Σ Moc	Σ Światła	Czas pracy	Wsp. jed.	Zużycie energii	Cena	Koszt
		kW	lm/W	szt.	kW	lm	h	-	kWh/a	zł/kWh	zł
1	Żarowa	0,075	12	24	1,8	21600	1800	0,8	2 592	0,58	1503
2	Świetlówka 2 x 36	0,072	70	183	13,18	922320	1800	0,8	18 973	0,58	11005
3	Świetlówka 4 x 18	0,072	70	10	0,72	50400	1800	0,8	1 037	0,58	601
Razem		-	-	217	15,7	994 320	-	-	22 602		13 109

Stan projektowany - przyjęto wzrost luminancji o 75 % w związku z aktualną normą

Lp.	Oprawa	Moc	Światło	Ilość	Σ Moc	Σ Światła	Czas pracy	Wsp. jed.	Zużycie	Cena	Koszt
		kW	lm/W	szt.	kW	lm	h	-	kWh/a	zł/kWh	zł
1	LED	-	110	217	15,82	1 740 060	1800	0,7	19 932	0,58	11560
Razem		-	-	217	15,82	1 740 060	-	-	19 932		11 560

Efekt

Ilość	Σ Moc	Σ Światła	Zużycie energii	Koszt	Koszty inwestycyjne		SPBT
					cena	koszt	
szt.	kW	lm	kWh/a	zł	zł/kW	zł	lat
0	-0,12	-745740	2 671	1 549	8 000	126 550	81,7

Nie przewiduje się modernizacji oświetlenia

Wymiana oświetlenia w większości świetłówkowego na oprawy LED z jednoczesnym podniesieniem standardu oświetlenia do wymagań aktualnej normy przynosi minimalny efekt zmniejszenia rocznego zużycia energii elektrycznej tylko przy zastosowaniu wysokosprawnych opraw oświetleniowych LED

o luminancji $L \geq 110 \text{ lm/W}$

W przypadku zastosowania tanich opraw oświetleniowych LED o luminancji $L \sim 80 \text{ lm/W}$ modernizacja oświetlenia zwiększy zużycie energii elektrycznej.

4.1. Efektywność wariantu

1. Projektowane roczne zużycie energii i paliwa po wykonaniu "4" kroku

Powierzchnia ogrzewana	A_{ogrz}	2 802,4	m^2
Kubatura ogrzewana	V_{ogrz}	8 855,0	m^3
Moc cieplna c.o.	Φ_{co}	207,525	kW
Moc cieplna c.w.u.	Φ_{cwu}	14,67	kW
Razem moc cieplna	Φ	222,191	kW
Sprawność źródła ciepła systemu grzewczego	$\eta_{H,g}$	0,98	
Sprawność źródła ciepła systemu c.w.u.	$\eta_{W,g}$	0,99	
Zużycie energii cieplnej użytkowej c.o. wg OZC	QU	388 444	kWh/rok
Zużycie energii cieplnej użytkowej c.o. wg OZC	QU	1 398,398	GJ/rok
Ograniczenia dobowe c.o.	$w_{H,d}$	0,95	
Ograniczenia tygodniowe c.o.	$w_{H,t}$	0,85	
Sprawność akumulacji ciepła c.o.	$\eta_{H,s}$	1,00	
Sprawność transportu ciepła c.o.	$\eta_{H,d}$	0,95	
Sprawność regulacji i wykorzystania ciepła c.o.	$\eta_{H,e}$	0,92	
Roczne zużycie c.w.u. - obliczenia w tekście	$G_a\text{ cwu}$	5871,0	kWh/rok
Sprawność akumulacji ciepła c.w.u.	$\eta_{W,s}$	1,00	
Sprawność transportu ciepła c.w.u.	$\eta_{W,d}$	1,00	
Sprawność wykorzystania ciepła c.w.u.	$\eta_{W,e}$	1,00	
Oświetlenie	$Q_{o\acute{sw}}$	22602,0	kWh/rok
Fotowoltaika	Q_{foto}	0,0	kWh/rok

Podsumowanie	Energia użytkowa EU		Energia końcowa EK		Energia pierwotna EP		
	kWh/a	kWh/(m ² *a)	kWh/a	kWh/(m ² *a)	Wskaźnik	kWh/a	kWh/(m ² *a)
Q_{co}	388444	138,611	366213	130,678	1,10	402834,0	143,7
Q_{cwu}	5871	2,095	5930	2,095	3,00	17790,9	6,3
$Q_{o\acute{sw}}$	22602,0	8,065	22602,0	8,065	3,00	67806,0	24,2
Q_{foto}	0,0	0,000	0,0	0,000	0,7	0,0	-
Razem	416917	148,771	394745	140,838		488431	174,290

Paliwo	WO		Zużycie energii		Zużycie paliwa	
Węgiel kamienny	25,93	MJ/kg	0	GJ/a	0,000	Mg/a
Gaz ziemny	36,20	MJ/m ³	1318,366	GJ/a	36 419	m ³ /a

2. Projektowane roczne koszty eksploatacyjne po wykonaniu "4" Kroku

Lp.	Wyszczególnienie kosztów	Zużycie	Cena	zł	%
I	1 Węgiel	0,000 Mg	800 zł/Mg	0	0,0
	2 Gaz ziemny	36 419 m ³ /a	1,80 zł/m ³	65 554	75,8
	3 Energia cwu	5 930 kWh/a	0,58 zł/kWh	3 440	4,0
	4 Energia elektryczna oświetlenie	22 602 kWh/a	0,58 zł/kWh	13 109	15,2
	5 Energia elektryczna foto	0 kWh/a	0,58 zł/kWh	0	0,0
Razem koszty energii cieplnej lub paliwa (Ke_{en})				82 103	94,9
II	1 Konserwacja i obsługa			2 000	2,3
	2 Energia elektryczna napędy	4000,0 kWh	0,58 zł/kWh	2 320	2,7
	3 Ochrona środowiska	36 419 m ³ /a	0,001 zł/m ³	49	0,1
Razem koszty obsługi (Ke_{ob})				4 369	5,1
Ogółem koszty eksploatacji (Ke = Ke_{en} + Ke_{ob})				86 472	100,0

3. Efekty w stosunku do 3 kroku

Efekty	Roczne zmniejszenie zużycia energii cieplnej	Energia użytkowa	0	kWh/rok
		Energia końcowa	0	kWh/rok
		Energia pierwotna	0	kWh/rok
	Zmniejszenie zapotrzebowania mocy cieplnej		0,0	kW
	Zmniejszenie rocznych kosztów eksploatacji		0	zł/rok
	Koszty inwestycyjne		0	zł
	Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych		-	lat

5. Krok „5” Instalacja fotowoltaiczna

5.1. Bilans energii

Przewiduje się wykonanie farmy fotowoltaicznej na terenie ZSAiO poza obszarem objętym konserwatozem zabytków.

Obliczeniowe zużycie energii elektrycznej wyniosło:

oświetlenie	22 602 kWh/rok
c.w.u.	5 930 kWh/rok
razem	28 532 kWh/rok

Założono roczną produkcję energii elektrycznej z fotowoltaiki na poziomie około 80 % rocznego zużycia energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia i c.w.u. w szkole tj.:

$$G = 0,80 \cdot 28\,532 = 22\,825 \text{ kWh/rok}$$

5.2. Dobór paneli

Dobrano 80 szt. paneli

Obliczenia produkcji energii fotowoltaicznej
z dostępnych na rynku paneli fotowoltaicznych
np. QCELLS QPEAK BLK G4.1. 290 Wp mono
Dostawca Grodno S.A.

P max	290	Wp
Powierzchnia czynna	1,67	m ²
Sprawność max	17,4	%
Sprawność wieloletnia	14,0	%
Nasłonecznienie	1250,0	kWh/(m ² *rok)
Kąt	35°	
Orientacja	S	
Zacienienie	brak	
Ilość	80	szt.
Powierzchnia czynna Σ	133,6	m ²
Moc Σ	23,2	kWp
Produkcja energii	23 380,00	kWh/rok
Cena paneli z montażem	9 000	zł/kW _{pik}
Koszt instalacji	208 800	zł

5.3. Koszty eksploatacyjne

Instalacja fotowoltaiczna wymaga obsługi i konserwacji

Przyjęto 1,5 % kosztów inwestycyjnych tj.:

$$K_e = 3\,000 \text{ zł/rok}$$

5.3. Efektywność wariantu

1. Projektowane roczne zużycie energii i paliwa po wykonaniu "5" kroku

Powierzchnia ogrzewana	A _{ogr}	2 802,4	m ²
Kubatura ogrzewana	V _{ogr}	8 855,0	m ³
Moc cieplna c.o.	Φ _{co}	207,525	kW
Moc cieplna c.w.u.	Φ _{cwu}	14,666	kW
Razem moc cieplna	Φ	222,191	kW
Sprawność źródła ciepła systemu grzewczego	η _{H,g}	0,98	
Sprawność źródła ciepła systemu c.w.u.	η _{W,g}	0,99	
Zużycie energii cieplnej użytkowej c.o. wg OZC	QU	388 444	kWh/rok
Zużycie energii cieplnej użytkowej c.o. wg OZC	QU	1 398,398	GJ/rok
Ograniczenia dobowe c.o.	W _{H,d}	0,95	
Ograniczenia tygodniowe c.o.	W _{H,t}	0,85	
Sprawność akumulacji ciepła c.o.	η _{H,s}	1,00	
Sprawność transportu ciepła c.o.	η _{H,d}	0,95	
Sprawność regulacji i wykorzystania ciepła c.o.	η _{H,e}	0,92	
Roczne zużycie c.w.u. - obliczenia w tekście	G _{a cwu}	5871,0	kWh/rok
Sprawność akumulacji ciepła c.w.u.	η _{W,s}	1,00	
Sprawność transportu ciepła c.w.u.	η _{W,d}	1,00	
Sprawność wykorzystania ciepła c.w.u.	η _{W,e}	1,00	
Oświetlenie	Q _{osw}	22602,0	kWh/rok
Fotowoltaika	Q _{foto}	-23380,0	kWh/rok

Podsumowanie	Energia użytkowa EU		Energia końcowa EK		Energia pierwotna EP		
	kWh/a	kWh/(m ² ·a)	kWh/a	kWh/(m ² ·a)	Wskaźnik	kWh/a	kWh/(m ² ·a)
Q _{co}	388444	138,611	366213	130,678	1,10	402834,0	143,7
Q _{cwu}	5871	2,095	5930	2,095	3,00	17790,9	6,3
Q _{osw}	22602,0	8,065	22602,0	8,065	3,00	67806,0	24,2
Q _{foto}	-23380,0	-8,343	-23380,0	-8,343	0,7	16366,0	5,8
Razem	393537	140,429	371365	132,496		504797	180,130

Paliwo	WO		Zużycie energii		Zużycie paliwa	
Węgiel kamienny	25,93	MJ/kg	0	GJ/a	0,000	Mg/a
Gaz ziemny	36,20	MJ/m ³	1318,366	GJ/a	36 419	m ³ /a

2. Projektowane roczne koszty eksploatacyjne po wykonaniu "5" Kroku

Lp.	Wyszczególnienie kosztów	Zużycie	Cena	zł	%
I	1 Węgiel	0,000 Mg	800 zł/Mg	0	0,0
	2 Gaz ziemny	36 419 m ³ /a	1,80 zł/m ³	65 554	86,4
	3 Energia cwu	5 930 kWh/a	0,58 zł/kWh	3 440	4,5
	4 Energia elektryczna oświetlenie	22 602 kWh/a	0,58 zł/kWh	13 109	17,3
	5 Energia elektryczna foto	-23 380 kWh/a	0,58 zł/kWh	-13 560	-17,9
Razem koszty energii cieplnej lub paliwa (Ke_{en})				68 542	90,3
II	1 Konserwacja i obsługa			5 000	6,6
	2 Energia elektryczna napędy	4000,0 kWh	0,58 zł/kWh	2 320	3,1
	3 Ochrona środowiska	36 419 m ³ /a	0,001 zł/m ³	49	0,1
Razem koszty obsługi (Ke_{ob})				7 369	9,7
Ogółem koszty eksploatacji (Ke = Ke_{en} + Ke_{ob})				75 911	100,0

3. Efekty w stosunku do 4 kroku

Efekty	Roczne zmniejszenie zużycia energii cieplnej	Energia użytkowa	23 380	kWh/rok
		Energia końcowa	23 380	kWh/rok
		Energia pierwotna	-16 366	kWh/rok
	Zmniejszenie zapotrzebowania mocy cieplnej		0,0	kW
	Zmniejszenie rocznych kosztów eksploatacji		10 560	zł/rok
	Koszty inwestycyjne		208 800	zł
Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych			19,77	lat

6. Krok „6” Pakiet zamierzeń termomodernizacyjnych

6.1. Pakiet wariantów

Do realizacji przyjęto poniższy pakiet:

Docieplenie, modernizacja instalacji c.o. i źródła ciepła oraz zabudowa fotowoltaiki

Wariant	Opis	Ocieplenie	Pow.	SPBT	Koszt
			m ²	lat	zł
1.1.4.	Ściany sali gimnastycznej	Ocieplone wełną mineralną	39,6	20,7	11 088
1.1.6.	Strop wiszący	Ocieplenie styropianem	186,9	23,2	44 856
1.1.3.	Ściany nadziemne	Ocieplone styropianem	1832,9	25,5	535 207
1.1.5.	Strop ostatniej kondygnacji	Ocieplony styropianem	1134,5	30,8	272 280
1.1.2.	Ściany piwnic ponad gruntem	Ocieplone styropianem	238,6	37,4	69 671
1.1.1.	Ściany piwnic w gruncie	Ocieplone styrodurem	501,5	108,2	285 855
2.	Modernizacja instalacji c.o.		-	50,69	464 000
3.	Źródło ciepła			4,37	144 000
4.	Oświetlenie			0	0
5.	Fotowoltaika			19,77	208 800
	Razem		-		2 035 757,0

Przy doborze usprawnień kierowano się:

a/ uwarunkowaniami technicznymi w sprawie ocieplenia ścian piwnic w gruncie oraz modernizacji instalacji c.o.

b/ SPBT

6.2. Efektywność pakietu

1. Projektowane roczne zużycie energii i paliwa

Powierzchnia ogrzewana	A_{ogrz}	2 802,4	m ²				
Kubatura ogrzewana	V_{ogrz}	8 855,0	m ³				
Moc cieplna c.o.	Φ_{co}	207,525	kW				
Moc cieplna c.w.u.	Φ_{cwu}	14,666	kW				
Razem moc cieplna	Φ	222,191	kW				
Sprawność źródła ciepła systemu grzewczego	$\eta_{H,g}$	0,98					
Sprawność źródła ciepła systemu c.w.u.	$\eta_{W,g}$	0,99					
Zużycie energii cieplnej użytkowej c.o. wg OZC	QU	388 444	kWh/rok				
Zużycie energii cieplnej użytkowej c.o. wg OZC	QU	1 398,398	GJ/rok				
Ograniczenia dobowe c.o.	$w_{H,d}$	0,95					
Ograniczenia tygodniowe c.o.	$w_{H,t}$	0,85					
Sprawność akumulacji ciepła c.o.	$\eta_{H,s}$	1,00					
Sprawność transportu ciepła c.o.	$\eta_{H,d}$	0,95					
Sprawność regulacji i wykorzystania ciepła c.o.	$\eta_{H,e}$	0,92					
Roczne zużycie c.w.u. - obliczenia w tekście	$G_{a,cwu}$	5871,0	kWh/rok				
Sprawność akumulacji ciepła c.w.u.	$\eta_{W,s}$	1,00					
Sprawność transportu ciepła c.w.u.	$\eta_{W,d}$	1,00					
Sprawność wykorzystania ciepła c.w.u.	$\eta_{W,e}$	1,00					
Oświetlenie	$Q_{o\acute{sw}}$	22602,0	kWh/rok				
Fotowoltaika	Q_{foto}	-23380,0	kWh/rok				
Podsumowanie	Energia użytkowa EU		Energia końcowa EK	Energia pierwotna EP			
	kWh/a	kWh/(m ² ·a)	kWh/a	kWh/(m ² ·a)	Wskaźnik	kWh/a	kWh/(m ² ·a)
Q_{co}	388444	138,611	366213	130,678	1,10	402834,0	143,7
Q_{cwu}	5871	2,095	5930	2,095	3,00	17790,9	6,3
$Q_{o\acute{sw}}$	22602,0	8,065	22602,0	8,065	3,00	67806,0	24,2
Q_{foto}	-23380,0	-8,343	-23380,0	-8,343	0,7	16366,0	5,8
Razem	393537	140,429	371365	132,496		504797	180,130
Paliwo	WO		Zużycie energii		Zużycie paliwa		
Węgiel kamienny	25,93	MJ/kg	0	GJ/a	0,000	Mg/a	
Gaz ziemny	36,20	MJ/m ³	1318,37	GJ/a	36 419	m ³ /a	

2. Projektowane roczne koszty eksploatacyjne po wykonaniu pakietu usprawnień

Lp.	Wyszczególnienie kosztów	Zużycie	Cena	zł	%
I	1 Węgiel	0,000 Mg	800 zł/Mg	0	0,0
	2 Gaz ziemny	36 419 m ³ /a	1,80 zł/m ³	65 554	86,4
	3 Energia cwu	5 930 kWh/a	0,58 zł/kWh	3 440	4,5
	4 Energia elektryczna oświetlenie	22 602 kWh/a	0,58 zł/kWh	13 109	17,3
	5 Energia elektryczna foto	-23 380 kWh/a	0,58 zł/kWh	-13 560	-17,9
Razem koszty energii cieplnej lub paliwa ($K_{e,n}$)				68 542	90,3
II	1 Konserwacja i obsługa			5 000	6,6
	2 Energia elektryczna napędy	4000,0 kWh	0,58 zł/kWh	2 320	3,1
	3 Ochrona środowiska	36 419 m ³ /a	0,001 zł/m ³	49	0,1
Razem koszty obsługi ($K_{e,ob}$)				7 369	9,7
Ogółem koszty eksploatacji ($K_e = K_{e,n} + K_{e,ob}$)				75 911	100,0

3. Efekty w stosunku do stanu bazowego

Efekty	Roczne zmniejszenie zużycia energii cieplnej	Energia użytkowa	306 256	kWh/rok
		Energia końcowa	799 175	kWh/rok
		Energia pierwotna	837 008	kWh/rok
	Zmniejszenie zapotrzebowania mocy cieplnej		130,8	kW
	Zmniejszenie rocznych kosztów eksploatacji		106 122	zł/rok
	Koszty inwestycyjne		2 035 757	zł
	Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych		19,18	lat

Rozdział V Efekt ekologiczny

1. Energia cieplna

1.1. Emisja aktualna

Węgiel	Zużycie	G_{akt}	158,551	Mg/a	4111,226	GJ/a
	Wartość opałowa	WO	25,93	MJ/kg		
	Zawartość popiołu	A^r	5,0	%		
	Zawartość siarki	s	0,6	%		
	Rodzaj emisji	Algorytm	Wskaźnik	Jednostka	Emisja	Jednostka
	Pył TSP	$1,0 * A^r$	5,00	kg/Mg	0,79275	Mg/a
	Pył PM10	$0,696 * TSP$	3,48	kg/Mg	0,55176	Mg/a
	CO ₂	-	94,06	kg/GJ	386,70196	Mg/a
	Ekwiwalent CO ₂	Brak emisji CH ₄ i N ₂ O	94,06	kg/GJ	386,70196	Mg/a

1.2. Emisja projektowana

Gaz ziemny	Zużycie	G_{proj}	36 418,946	m ³ /a	1318,366	GJ/a
	Wartość opałowa	WO	36,2	MJ/kg		
	Zawartość popiołu	A^r	0,00050	kg/m ³		
	Zawartość siarki	s	0,00004	kg/m ³		
	Rodzaj emisji	Algorytm	Wskaźnik	Jednostka	Emisja	Jednostka
	Pył TSP	-	0,00050	kg/m ³	0,01821	Mg/a
	Pył PM10	$0,696 * TSP$	0,00035	kg/m ³	0,01267	Mg/a
	CO ₂	-	56,10	kg/GJ	73,96032	Mg/a
	Ekwiwalent CO ₂	Brak emisji CH ₄ i N ₂ O	56,10	kg/GJ	73,96032	Mg/a

1.3. Efekt ekologiczny

Rodzaj emisji	Jednostka	Wielkość aktualna	Wielkość planowa	Zmiana bezwzględna	Zmiana względna w %
-	-	a	b	c = a - b	d = c/a * 100%
Pył PM 10	Mg	0,55176	0,01267	0,53908	97,7
CO ₂	Mg	386,7020	73,9603	312,7416	80,9
Koszty inwestycyjne usprawnień cieplnych				1 826 957	zł
Koszt jednostkowy redukcji emisji CO ₂				5 842	zł/Mg

2. Energia elektryczna

Zużycie energii i wskaźniki emisji

En.el	Zużycie			
	aktualne		projektowane	
	kWh	kWh	MWh	MWh
	28 532	28,5323	5 152	5,15230
	Rodzaj emisji	Algorytm	Wskaźnik	Jednostka
	Pył TSP	-	0,06200	kg/MWh
	Pył PM10	0,696 * TSP	0,04315	kg/MWh
	CO ₂	-	798,00	kg/MWh
	Ekwiwalent CO ₂	Brak emisji CH ₄ i N ₂ O	798,00	kg/MWh

1.3. Efekt ekologiczny

Rodzaj emisji	Jednostka	Wielkość aktualna	Wielkość planowa	Zmiana bezwzględna	Zmiana względna w %
-	-	a	b	c = a - b	d = c/a * 100%
Pył PM 10	Mg	0,00123	0,00022	0,00101	81,9
CO ₂	Mg	22,76878	4,11154	18,65724	81,9
Koszty inwestycyjne usprawnień elektrycznych				208 800	zł
Koszt jednostkowy redukcji emisji CO ₂				11 191	zł/Mg

3. Efekt ekologiczny łączny - energia cieplna i energia elektryczna

Rodzaj emisji	Jednostka	Wielkość aktualna	Wielkość planowa	Zmiana bezwzględna	Zmiana względna w %
-	-	a	b	c = a - b	d = c/a * 100%
Pył PM 10	Mg	0,55299	0,01290	0,54009	97,7
CO ₂	Mg	409,47074	78,07186	331,39887	80,9
Koszty inwestycyjne pakietu usprawnień				2 035 757	zł
Koszt jednostkowy redukcji emisji CO ₂				6 143	zł/Mg

4. Tylko źródło ciepła

4.1. Emisja aktualna

Węgiel	Zużycie	G_{akt}	84,762	Mg/a	2197,867	GJ/a
	Wartość opałowa		WO	25,93	MJ/kg	
	Zawartość popiołu		A^r	5,0	%	
	Zawartość siarki		s	0,6	%	
	Rodzaj emisji	Algorytm	Wskaźnik	Jednostka	Emisja	Jednostka
	Pył TSP	$1,0 \cdot A^r$	5,00	kg/Mg	0,42381	Mg/a
	Pył PM10	$0,696 \cdot TSP$	3,48	kg/Mg	0,29497	Mg/a
	CO ₂	-	94,06	kg/GJ	206,73133	Mg/a
	Ekwiwalent CO ₂	Brak emisji CH ₄ i N ₂ O	94,06	kg/GJ	206,73133	Mg/a

1.2. Emisja projektowana

Gaz ziemny	Zużycie	G_{proj}	36 418,946	m ³ /a	1318,366	GJ/a
	Wartość opałowa		WO	36,2	MJ/kg	
	Zawartość popiołu		A^r	0,00050	kg/m ³	
	Zawartość siarki		s	0,00004	kg/m ³	
	Rodzaj emisji	Algorytm	Wskaźnik	Jednostka	Emisja	Jednostka
	Pył TSP	-	0,00050	kg/m ³	0,01821	Mg/a
	Pył PM10	$0,696 \cdot TSP$	0,00035	kg/m ³	0,01267	Mg/a
	CO ₂	-	56,10	kg/GJ	73,96032	Mg/a
	Ekwiwalent CO ₂	Brak emisji CH ₄ i N ₂ O	56,10	kg/GJ	73,96032	Mg/a

1.3. Efekt ekologiczny

Rodzaj emisji	Jednostka	Wielkość aktualna	Wielkość planowa	Zmiana bezwzględna	Zmiana względna w %
-	-	a	b	c = a - b	d = c/a * 100%
Pył PM 10	Mg	0,29497	0,01267	0,28230	95,7
CO ₂	Mg	206,7313	73,9603	132,7710	64,2
Koszty inwestycyjne usprawnienia źródła ciepła				144 000	zł
Koszt jednostkowy redukcji emisji CO ₂				1 085	zł/Mg