

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 warsztatów
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 warsztatów 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		2 543,0	2 543,0
4.	Powierzchnia netto budynku	m ²		607,6	607,6
5.	Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej	m ²		0	0
6.	Powierzchnia ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych	m ²		607,6	607,6
7.	Liczba lokali mieszkalnych			0	0
8.	Liczba osób użytkujących budynek			70	70
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		1758,1	1758,1
12.	Współczynnik A/V	1/m		0,69	0,69
13.	Inne dane charakteryzujące budynek			-	-
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/(m²K)]					
1.	Okna ST			5,60	1,30
2.	Okna NO			1,30	0,90
3.	Bramy i drzwi ST			5,60	1,30
4.	Podłoga na gruncie			0,44	0,44
5.	Ściany 25 cm			2,28	0,19
6.	Ściany 38 cm			1,76	0,19
7.	Dach część halowa			1,63	0,15
8.	Dach część niska			1,29	0,14
3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu					
1.	Sprawność wytwarzania $\eta_{H,g}$			0,73	0,98
2.	Sprawność przesyłu η_{H-d}			0,85	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 wytwarzania $\eta_{W,g}$			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	m ³ /h		2 905,9	2 905,9
4.	Krotność wymian powietrza	1/h		1,14	1,14

6. Charakterystyka energetyczna budynku				
6.1. System grzewczy				
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	kW	135,011	62,035
2.	Roczne zapotrzebowanie energii użytkowej	kWh/rok	293 307	132 580
		GJ/rok	1 055,91	477,29
3.	Roczne zapotrzebowanie energii końcowej	kWh/rok	528 306	124 992
		GJ/rok	1 901,90	449,97
4.	Roczne zapotrzebowanie energii pierwotnej	kWh/rok	581 136	137 491
		GJ/rok	2 092,09	494,97
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	1,590	1,590
2.	Roczne zapotrzebowanie energii użytkowej	kWh/rok	1 273	1 273
3.	Roczne zapotrzebowanie energii końcowej	kWh/rok	1 286	1 286
4.	Roczne zapotrzebowanie energii pierwotnej	kWh/rok	3 858	3 858
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	136,60100	63,62500
2.	Roczne zapotrzebowanie energii użytkowej	kWh/rok	294580,00000	133853,00000
		GJ/rok	1 060,488	481,871
2.a.	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania energii użytkowej	kWh/rok	160 727	
		GJ/rok	578,617	
		%	54,56	
3.	Roczne zapotrzebowanie energii końcowej	kWh/rok	529 592	126 278
		GJ/rok	1 906,530	454,601
3.a.	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania energii końcowej	kWh/rok	403 313	
		GJ/rok	1 451,929	
		%	76,156	
4.	Roczne zapotrzebowanie energii pierwotnej	kWh/rok	584 994	141 349
		GJ/rok	2 105,978	508,857
4.a.	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania energii pierwotnej	kWh/rok	443 645	
		GJ/rok	1 597,1	
		%	75,84	
7. Energia elektryczna oświetlenie				
1.	Roczne zużycie energii użytkowej i końcowej	kWh/rok	8 882	8 882
2.	Roczne zużycie energii pierwotnej	kWh/rok	26 646	26 646
8. Energia fotowoltaiczna				
1.	Roczne zużycie energii użytkowej i końcowej	kWh/rok	0	0
2.	Roczne zużycie energii pierwotnej	kWh/rok	0	0
9. Razem energia				
1.	Roczne zapotrzebowanie energii końcowej	kWh/rok	538 474	135 160
	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania energii końcowej	kWh/rok	403 313	
		%	74,9	
2.	Roczne zapotrzebowanie energii pierwotnej	kWh/rok	611 640	167 995
	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania energii pierwotnej	kWh/rok	443 645	
		%	72,5	

10. Ceny i koszty (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)				
1.	Cena węgla	zł/Mg	800	800
	Koszt zakupu węgla	zł	58 678	0
2.	Cena gazu	zł/m ³	1,800	1,800
	Koszt zakupu gazu	zł/rok	0	22 374
3.	Cena energii elektrycznej	zł/kWh	0,580	0,580
	Koszt zakupu energii elektrycznej	zł/rok	5 897	5 897
5.	Koszty obsługi	zł/rok	18 687	3 177
6.	Łączne koszty eksploatacji	zł/rok	83 262	31 448
	Efekt	zł/rok	51 814	
		%	62,2	
11. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu termomodernizacyjnego				
1.	Planowane koszty całkowite	zł	565 155	
2.	Czas zwrotu nakładów inwestycyjnych	lat	10,91	
12. Efekt ekologiczny i ekonomiczny CO ₂				
1.	Redukcja emisji CO ₂ dla całego pakietu usprawnień	Mg/rok	153,64934	
		%	82,2	
2.	Redukcja emisji CO ₂ tylko dla źródła ciepła	Mg/rok	45,31613	
		%	64,2	
	Cena redukcja emisji CO ₂ [pkt.11.1/pkt.12.1.]	zł/(Mg * rok)	3 678,2	
13. Efekt ekologiczny PM 10				
1.	Redukcja emisji PM 10 dla całego pakietu usprawnień	Mg/rok	0,25092	
		%	98,1	
14. Efekt ekonomiczny energii pierwotnej				
1.	Cena zmniejszenia zapotrzebowania energii pierwotnej [pkt.11.1/pkt.12.1.]	zł/(kWh * rok)	1,2739	

Rozdział I

Ustalenia ogólne

1. Cel pracy

Celem pracy jest termomodernizacja budynku warsztatów 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 warsztatów jest konstrukcji tradycyjnej murowanej. Posiada jedną kondygnację nadziemną.

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 warsztatów	675,8	608	3 216	2 543,0	1973
1a	w tym piwnice		0		0,0	
1b	w tym nadziemie		607,6		2 543,0	

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 ST	stal	22,3	22,3		5,600	0,900
Okna NO	PCV	100,1	0,0		1,300	0,900
Bramy i drzwi ST	stal	36,9	36,9		5,600	1,30
Podłoga na gruncie	Betonowa	569,8	0,0	2,282	0,438	0,30
Ściany 25 cm	Murowane	59,8	60,2	0,438	2,283	0,20
Ściany 38 cm	Murowane	334,5	344,1	0,568	1,761	0,20
Dach część halowa	Żelbet	217,4	243,1	0,614	1,629	0,15
Dach część niska	Żelbet	417,30	466,5	0,777	1,287	0,15
Razem	Razem	1 758,1	1 173,1			

Stan techniczny budynku jest dobry, umożliwiającą dalszą jego eksploatację.

2. Zasilanie w energię ciepłą

2.1. Dane ogólne

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

- budynek szkoły
 - budynek bursy
 - budynek warsztatów
- oraz budynek bursy w energię ciepłą 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	Moc łączna Φ kW	Sprawność		Emitor wys. H m	Rok budowy
					chwilowa $\eta_{H,g,max}$	roczna $\eta_{H,g}$		
			szt.		-	-		-
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

$$WO = 26,5 \text{ MJ/kg}$$

$$s = 0,6 \%$$

$$A^r = 6,0 \%$$

$$k = 800 \text{ zł/Mg z przywozem i wywozem żużla}$$

węgiel groszek

$$WO = 26,5 \text{ MJ/kg}$$

$$s = 0,6 \%$$

$$A^r = 8,0 \%$$

$$k = 800 \text{ zł/Mg z przywozem i wywozem żużla}$$

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

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

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	2017		
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								zł	%
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})								232 560	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})								93 434	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 kW	Udział kosztów %	Koszty obsługi				Napędy energia kWh
			palacze i inne	napędy	ochrona śr.	razem	
			zł	zł	zł	zł	
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

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

$$s = 0,0 \%$$

$$A^r = 0,0 \%$$

$$k = 1,80 \text{ zł/m}^3$$

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	607,6	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.	$G_h = (N \cdot a)/t$	0,030	Mg/h
Dobowe zużycie c.w.u.	$G_d = N \cdot a_d$	0,1	Mg/d
Roczne zużycie c.w.u.	$G_a = G_d \cdot 200 \text{ dni}$	24,3	Mg/rok
Zapotrzebowanie mocy cieplnej	$\Phi_{cwu} = G_h \cdot \Delta t \cdot 1,163$	1,590	kW
Roczne zużycie energii użytkowej	$G_a \cdot 4,19 \text{ kJ/kg} \cdot \Delta t$	4 583	kJ
		1 273	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.

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	16	16	1,2	19200	1800	0,8	1 728	0,58	1002
2	Świetlówka 2 x 36	0,072	70	68	4,896	342720	1800	0,8	7 050	0,58	4089
3	Świetlówka 2 x 18	0,072	70	1	0,072	5040	1800	0,8	104	0,58	60
	Razem	-	-	85	6,168	366 960	-	-	8 882		5 152

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	135,011	293 307	1055,91

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	$\eta_{H,d}$	0,850
3.	Regulacja systemu grzewczego	$\eta_{H,e}$	0,850
4.	Akumulacja ciepła	$\eta_{H,s}$	1,000
Sprawność całkowita systemu grzewczego		$\eta_{H,g} * \eta_{H,d} * \eta_{H,e} * \eta_{H,s}$	0,527
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}	607,6	m^2				
Kubatura ogrzewana	V_{ogrz}	2 543,0	m^3				
Moc cieplna c.o.	Φ_{co}	135,011	kW				
Moc cieplna c.w.u.	Φ_{cwu}	1,590	kW				
Razem moc cieplna	Φ	136,601	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	293 307	kWh/rok				
Zużycie energii cieplnej użytkowej c.o. wg OZC	QU	1 055,905	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.	$\eta_{H,d}$	0,85					
Sprawność regulacji i wykorzystania ciepła c.o.	$\eta_{H,e}$	0,85					
Roczne zużycie energii użytkowej c.w.u.	$G_a\text{ cwu}$	1273,0	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}	8882,0	kWh/rok				
Fotowoltaika	Q_{foto}	0,0	kWh/rok				
Podsumowanie	Energia użytkowa EU		Energia końcowa EK	Energia pierwotna EP			
	kWh/a	kWh/(m²·a)	kWh/a	kWh/(m²·a)	Wskaźnik	kWh/a	kWh/(m²·a)
Q_{co}	293307	482,730	528306	869,496	1,10	581136,3	956,4
Q_{cwu}	1273	2,095	1286	2,095	3,00	3857,6	6,3
Q_{osw}	8882,0	14,618	8882,0	14,618	3,00	26646,0	43,9
Q_{foto}	0,0	0,000	0,0	0,000	0,7	0,0	-
Razem	303462	499,444	538474	886,209		611640	1006,649
Paliwo	WO		Zużycie energii		Zużycie paliwa		
Węgiel kamienny	25,93	MJ/kg	1901,901	GJ/a	73,347	Mg/a	
Gaz ziemny	36,20	MJ/m³	0,000	GJ/a	0	m³/a	

2. Bazowe roczne koszty eksploatacyjne

Lp.	Wyszczególnienie kosztów	Zużycie	Cena	zł	%
I	1 Węgiel	73,347 Mg	800 zł/Mg	58 678	70,5
	2 Gaz ziemny	0,000 m ³ /a	1,80 zł/m ³	0	0,0
	3 Energia cwu	1 286 kWh/a	0,58 zł/kWh	746	0,9
	4 Energia elektryczna oświetlenie	8 882 kWh/a	0,58 zł/kWh	5 152	6,2
	5 Energia elektryczna foto	0 kWh/a	0,58 zł/kWh	0	0,0
Razem koszty energii cieplnej lub paliwa (Ke_{en})				64 575	77,6
II	1 Konserwacja i obsługa			14 467	17,4
	2 Energia elektryczna napędy	4000,0 kWh	0,58 zł/kWh	2 320	2,8
	3 Ochrona środowiska		-	1 900	2,3
Razem koszty obsługi (Ke_{ob})				18 687	22,4
Ogółem koszty eksploatacji ($Ke = Ke_{en} + Ke_{ob}$)				83 262	100,0

Rozdział IV Kroki termomodernizacyjne

1. Krok „1” Docieplenie przegród budowlanych

1.1. Przegrody do ocieplenia

Okna

1.1.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien na nowe PCV		Przegroda				
		Okna				
Powierzchnia okien		A	22,3	m ²		
Strumień powietrza wentylacyjnego		V _{nor}	0	m ³ /h		
Ilość stopniogrzewania		Sd	3 679			
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/MW		
Jednostkowy koszt energii cieplnej - opłata zmienna		O _z	33,2	zł/GJ		
Opis wariantów usprawnienia						
Usprawnienie obejmuje wymianę okien istniejących na okna nowe PCV z szybami zespolonymi						
Doprowadzenie powietrza wentylacyjnego odbywa się poprzez okna i drzwi						
		U _o		a		
Wariant nr 1 Okna PCV z szybami zespolonymi jednokomorowymi		1,10	W/(m ² K)	1,00		
Wariant nr 2 Okna PCV z szybami zespolonymi dwukomorowymi		0,90	W/(m ² K)	1,00		
Lp.	Opis	Jednostka	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania ciepła U _o	W/(m ² K)	5,60	1,10	0,90	-
2	Współczynnik korekcyjny dla wentylacji C _r		1,00	1,00	1,00	
3	Współczynnik korekcyjny dla wentylacji C _m		1,00	1,00	1,00	
4	Współczynnik korekcyjny dla wentylacji C _w		1,00	1,00	1,00	
5	Q _{0,p} , Q _{1,p} = 8,64 * 10 ⁻⁵ * Sd * A _{ok} * U _o	GJ/a	39,7	7,8	6,4	
6	Q _{0,w} , Q _{1,w} = 2,94 * 10 ⁻⁵ * C _r * C _w * V _{norm} * Sd	GJ/a	0,0	0,0	0,0	
7	ΣQ ₀ , Q ₁ = Q _{0,p} , Q _{1,p} + Q _{0,w} , Q _{1,w}	GJ/a	39,7	7,8	6,4	
8	q _{0,p} , q _{1,p} = 10 ⁻³ * A _{ok} * (t _{wo} - t _{zo}) * U _o	kW	5,0	1,0	0,8	
9	q _{0,w} , q _{1,w} = 3,4 * 10 ⁻⁴ * C _m * C _w * V _{norm} * (t _{wo} - t _{zo})	kW	0,0	0,0	0,0	
10	Σq ₀ , q ₁ = q _{0,p} , q _{1,p} + q _{0,w} , q _{1,w}	kW	5,0	1,0	0,8	
11	Roczna oszczędność kosztów					
	ΔQ _{ru} = (Q _{ou} - Q _{nu}) * O _z + 12(q _{ou} - q _{nu}) * O _m	zł/rok		1 059	1 106	
12	Jedn. koszt wymiany okien n _{ok} (ceny lokalne)	zł/m ²		700	800	
13	Koszt wymiany okien N _{ok}	zł		15 610	17 840	
14	Koszt modernizacji wentylacji N _w	zł		0	0	
15	SPBT = (N _{ok} + N _w)/ΔQ _{ru}	lata		14,7	16,1	
Komentarz				U _o ≤ U _{WT 2021} = 0,90 W/(m ² K)		
Wybrany wariant usprawnienia				Wariant nr 2		

Drzwi i bramy

1.1.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie bram i drzwi na nowe		Przegroda				
		Drzwi i bramy				
Powierzchnia bram i drzwi		A	36,9	m ²		
Strumień powietrza wentylacyjnego		V _{nor}	40,0	m ³ /h		
Ilość stopniogłębokości		Sd	3 679			
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/MW		
Jednostkowy koszt energii cieplnej - opłata zmienna		O _z	33,2	zł/GJ		
Opis wariantów usprawnienia						
Usprawnienie obejmuje wymianę bram i drzwi istniejących na bramy segmentowe i drzwi ocieplone						
Doprowadzenie powietrza wentylacyjnego odbywa się poprzez bramy i drzwi						
		U _o		a		
Wariant nr 1 standard WT 2017		1,10	W/(m ² K)	1,00		
Wariant nr 2 standard WT 2021		0,90	W/(m ² K)	1,00		
Lp. Omówienie		Jednostka	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania ciepła U _o	W/(m ² K)	5,60	1,50	1,30	-
2	Współczynnik korekcyjny dla wentylacji C _r		1,00	1,00	1,00	
3	Współczynnik korekcyjny dla wentylacji C _m		1,00	1,00	1,00	
4	Współczynnik korekcyjny dla wentylacji C _w		1,00	1,00	1,00	
5	Q _{0,p} , Q _{1,p} = 8,64 * 10 ⁻⁵ * Sd * A _{ok} * U _o	GJ/a	65,7	17,6	15,2	
6	Q _{0,w} , Q _{1,w} = 2,94 * 10 ⁻⁵ * C _r * C _w * V _{norm} * Sd	GJ/a	4,3	4,3	4,3	
7	ΣQ ₀ , Q ₁ = Q _{0,p} , Q _{1,p} + Q _{0,w} , Q _{1,w}	GJ/a	70,0	21,9	19,6	
8	q _{0,p} , q _{1,p} = 10 ⁻³ * A _{ok} * (t _{wo} - t _{zo}) * U _o	kW	8,3	2,2	1,9	
9	q _{0,w} , q _{1,w} = 3,4 * 10 ⁻⁴ * C _m * C _w * V _{norm} * (t _{wo} - t _{zo})	kW	0,5	0,5	0,5	
10	Σq ₀ , q ₁ = q _{0,p} , q _{1,p} + q _{0,w} , q _{1,w}	kW	8,8	2,8	2,5	
11	Roczna oszczędność kosztów					
	ΔQ _{ru} = (Q _{ou} - Q _{nu}) * O _z + 12(q _{ou} - q _{nu}) * O _m	zł/rok		1 597	1 674	
12	Jedn. koszt wymiany bram n _{ok} (ceny lokalne)	zł/m ²		1000	1100	
13	Koszt wymiany bram N _{ok}	zł		36 900	40 590	
14	Koszt modernizacji wentylacji N _w	zł		0	0	
15	SPBT = (N _{ok} + N _w)/ΔQ _{ru}	lata		23,1	24,2	
Komentarz				U _o ≤ U _{WT 2021} = 1,30 W/(m ² K)		
Wybrany wariant usprawnienia				Wariant nr 2		

Ściany nadziemna 25 cm

1.1.3	Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na ociepleniu ścian nadziemna	Przegroda ściana nadziemna				
		Ściana murowane z cegły silikat				
Powierzchnia przegrody do obliczania strat		A	59,8	m ²		
Powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia		A _{koszt}	60,2	m ²		
Ilość stopniodni		Sd	3 679			
Opór cieplny dla stanu istniejącego		R _{akt}	0,438	(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	0,15	0,20
2	Zwiększenie oporu cieplnego [ΔR = Δg/λ]	(m ² K)/W		3,23	4,84	6,45
3	Opór cieplny [R]	(m ² K)/W	0,44	3,66	5,28	6,89
4	Q _{0,u} , Q _{1,u} = 8,64 *10 ⁻⁵ * Sd *A/R	GJ/a	43,4	5,2	3,6	2,8
5	q _{0,u} , q _{1,u} = 10 ⁻³ *A * (t _{wo} - t _{zo})R	kW	5,5	0,7	0,5	0,3
6	Roczna oszczędność kosztów					
	ΔQ _{ru} = (Q _{ou} - Q _{nu}) * O _z + 12(q _{ou} - q _{nu}) * O _m	zł/rok		1 269	1 321	1 349
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	295	310
10	Koszt docieplenia [Nu = A _{koszt} * n _u]	zł		16 856	17 759	18 662
11	SPBT = N _u /ΔQ _{ru}	lata		13,29	13,44	13,83
12	U ₀ , U ₁	W/(m ² K)	2,28	0,273	0,190	0,145
Komentarz				U ₀ ≤ U _{WT 2021} = 0,20 W/(m ² K)		
Wybrany wariant usprawnienia				Wariant nr 2		
Koszt				17 759 zł		

Ściany nadziemna 38 cm

1.1.4 Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na ociepleniu ścian nadziemna		Przegroda ściana nadziemna				
		Ściana murowane z cegły silikat				
Powierzchnia przegrody do obliczania strat		A	334,5	m ²		
Powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia		A _{koszt}	344,1	m ²		
Ilość stopniodni		Sd	3 679			
Opór cieplny dla stanu istniejącego		R _{akt}	0,568	(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	0,15	0,20
2	Zwiększenie oporu cieplnego [ΔR = Δg/λ]	(m ² K)/W		3,23	4,84	6,45
3	Opór cieplny [R]	(m ² K)/W	0,57	3,79	5,41	7,02
4	Q _{0,u} , Q _{1,u} = 8,64 * 10 ⁻⁵ * Sd * A/R	GJ/a	187,2	28,0	19,7	15,1
5	q _{0,u} , q _{1,u} = 10 ⁻³ * A * (t _{wo} - t _{zo})R	kW	23,6	3,5	2,5	1,9
6	Roczna oszczędność kosztów					
	ΔQ _{ru} = (Q _{ou} - Q _{nu}) * O _z + 12(q _{ou} - q _{nu}) * O _m	zł/rok		5 284	5 562	5 712
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	295	310
10	Koszt docieplenia [Nu = A _{koszt} * n _u]	zł		96 348	101 510	106 671
11	SPBT = N _u /ΔQ _{ru}	lata		18,23	18,25	18,68
12	U ₀ , U ₁	W/(m ² K)	1,76	0,264	0,185	0,142
Komentarz		U ₀ ≤ U _{WT 2021} = 0,20 W/(m ² K)				
Wybrany wariant usprawnienia		Wariant nr 2				
Koszt		101 510 zł				

Dach część halowa

1.1.5. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na ociepleniu dachu				Przegroda dach		
Powierzchnia przegrody do obliczania strat				A	217,4	m ²
Powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A _{koszt}	243,1	m ²
Ilość stopniodni				Sd	3 679	
Opór cieplny dla stanu istniejącego				R _{akt}	0,614	(m ² K)/W
Opór cieplny dla stanu istniejącego				R _{obl}	0,614	(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	0,61	5,30	6,868,43
4	Q _{0,u} , Q _{1,u} = 8,64 * 10 ⁻⁵ * Sd * A/R		GJ/a	112,5	13,0	10,18,2
5	q _{0,u} , q _{1,u} = 10 ⁻³ * A * (t _{wo} - t _{zo})R		kW	15,8	1,8	1,41,2
6	Roczna oszczędność kosztów					
	ΔQ _{ru} = (Q _{ou} - Q _{nu}) * O _z + 12(q _{ou} - q _{nu}) * O _m		zł/rok		3 304	3 4023 464
7	Jednostkowa cena stała docieplenia [n _{us}]		zł/m ²		280	280280
8	Jednostkowa cena zmienna docieplenia [n _{uz}]		zł/m ³		400	400400
9	Łączna jednostkowa cena docieplenia [n _u]		zł/m ²		340	360380
10	Koszt docieplenia [Nu = A _{koszt} * n _u]		zł		82 654	87 51692 378
11	SPBT = N _u /ΔQ _{ru}		lata		25,02	25,7226,67
12	U ₀ , U ₁		W/(m ² K)	1,63	0,189	0,1460,119
Komentarz				U ₀ ≤ U _{WT 2021} = 0,15 W/(m ² K)		
Wybrany wariant usprawnienia					Wariant nr 2	
Koszt					87 516	zł
SPBT					25,7	lat

Dach część niska

1.1.6. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na ociepleniu dachu			Przegroda dach			
Powierzchnia przegrody do obliczania strat			A	417,3	m ²	
Powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia			A _{koszt}	466,5	m ²	
Ilość stopniodni			S _d	3 679		
Opór cieplny dla stanu istniejącego			R _{akt}	0,777	(m ² K)/W	
Opór cieplny dla stanu istniejącego			R _{obl}	0,777	(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. 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		4,69	6,25	7,81
3	Opór cieplny [R]	(m ² K)/W	0,78	5,46	7,03	8,59
4	Q _{0,u} , Q _{1,u} = 8,64 * 10 ⁻⁵ * S _d * A/R	GJ/a	170,7	24,3	18,9	15,4
5	q _{0,u} , q _{1,u} = 10 ⁻³ * A * (t _{wo} - t _{zo})R	kW	24,0	3,4	2,7	2,2
6	Roczna oszczędność kosztów					
	ΔQ _{ru} = (Q _{ou} - Q _{nu}) * O _z + 12(q _{ou} - q _{nu}) * O _m	zł/rok		4 862	5 041	5 155
7	Jednostkowa cena stała docieplenia [n _{us}]	zł/m ²		280	280	280
8	Jednostkowa cena zmienna docieplenia [n _{uz}]	zł/m ³		400	400	400
9	Łączna jednostkowa cena docieplenia [n _u]	zł/m ²		340	360	380
10	Koszt docieplenia [Nu = A _{koszt} * n _u]	zł		158 610	167 940	177 270
11	SPBT = N _u /ΔQ _{ru}	lata		32,62	33,31	34,39
12	U ₀ , U ₁	W/(m ² K)	1,29	0,183	0,142	0,116
Komentarz			U ₀ ≤ U _{WT 2021} = 0,15 W/(m ² K)			
Wybrany wariant usprawnienia				Wariant nr 2		
Koszt				167 940	zł	
SPBT				33,3	lat	

1.2. Przegrody nie przewidziane do ocieplenia

1.2.1. Stolarka

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

1.2.2. Podłoga piwnic

Nie przewiduje się docieplenia podłogi na gruncie ze względów technicznych i ekonomicznych

1.3. Zestawienie wariantów ocieplenia

Wariant	Opis	Ocieplenie	Pow.	SPBT	Koszt
			m ²	lat	zł
1.1.3.	Ściany 25 cm	Ocieplone styropianem	60,2	13,4	17 759
1.1.1.	Okna	Wymiana na PCV	22,3	16,1	17 840
1.1.4.	Ściany 38 cm	Ocieplone wełną mineralną	344,1	18,3	101 510
1.1.2.	Bramy i drzwi	Wymiana na segmentowe i stal.	36,9	24,2	40 590
1.1.5.	Dach część halowa	Ocieplony styropianem	243,1	25,7	87 516
1.1.6.	Dach część niska	Ocieplenie styropianem	466,5	33,3	167 940
	Razem		1 173,1		433 155

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	62,035	132 580	477,29

1.5. Energia i koszty

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

Powierzchnia ogrzewana	A_{ogrz}	607,6	m ²				
Kubatura ogrzewana	V_{ogrz}	2 543,0	m ³				
Moc cieplna c.o.	Φ_{co}	62,035	kW				
Moc cieplna c.w.u.	Φ_{cwu}	1,590	kW				
Razem moc cieplna	Φ	63,625	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	132 580	kWh/rok				
Zużycie energii cieplnej użytkowej c.o. wg OZC	QU	477,288	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.	$\eta_{H,d}$	0,85					
Sprawność regulacji i wykorzystania ciepła c.o.	$\eta_{H,e}$	0,85					
Roczne zużycie c.w.u. - obliczenia w tekście	$G_{a\ cwu}$	1273,0	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	$Q_{o\acute{s}w}$	8882,0	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}	132580	218,203	238804	393,028	1,10	262684,0	432,3
Q_{cwu}	1273	2,095	1286	2,095	3,00	3857,6	6,3
$Q_{o\acute{s}w}$	8882,0	14,618	8882,0	14,618	3,00	26646,0	43,9
Q_{foto}	0,0	0,000	0,0	0,000	0,7	0,0	-
Razem	142735	234,916	248971	409,741		293188	482,534
Paliwo	WO		Zużycie energii		Zużycie paliwa		
Węgiel kamienny	25,93	MJ/kg	859,693	GJ/a	33,154	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	33,154 Mg	800 zł/Mg	26 524	51,9
	2 Gaz ziemny	0,000 m ³ /a	1,80 zł/m ³	0	0,0
	3 Energia cwu	1 286 kWh/a	0,58 zł/kWh	746	1,5
	4 Energia elektryczna oświetlenie	8 882 kWh/a	0,58 zł/kWh	5 152	10,1
	5 Energia elektryczna foto	0 kWh/a	0,58 zł/kWh	0	0,0
	Razem koszty energii cieplnej lub paliwa (Ke_{en})			32 421	63,4
II	1 Konserwacja i obsługa			14 467	28,3
	2 Energia elektryczna napędy	8000,0 kWh	0,58 zł/kWh	2 320	4,5
	3 Ochrona środowiska			1 900	3,7
	Razem koszty obsługi (Ke_{ob})			18 687	36,6
Ogółem koszty eksploatacji ($Ke = Ke_{en} + Ke_{ob}$)				51 108	100,0

3. Efekty w stosunku do stanu bazowego

Efekty	Roczne zmniejszenie zużycia energii cieplnej	Energia użytkowa	160 727	kWh/rok
		Energia końcowa	289 502	kWh/rok
		Energia pierwotna	318 452	kWh/rok
	Zmniejszenie zapotrzebowania mocy cieplnej		73,0	kW
	Zmniejszenie rocznych kosztów eksploatacji		32 154	zł/rok
	Koszty inwestycyjne		433 155	zł
	Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych		13,47	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. 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	$\eta_{H.e}$	0,920
4.	Akumulacja ciepła	$\eta_{H.s}$	1,000
Sprawność całkowita systemu grzewczego		$\eta_{H.g} * \eta_{H.d} * \eta_{H.e} * \eta_{H.s}$	0,604
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 34 szt. grzejników tj. 34 punktów obliczeniowych

$$K_i \text{ c.o.} = 34 \text{ pkt} * 2\,000 \text{ zł/pkt} = 68\,000,0 \text{ zł}$$

2.3. Efektywność wariantu

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

Powierzchnia ogrzewana	A_{ogrz}	607,6	m^2				
Kubatura ogrzewana	V_{ogrz}	2 543,0	m^3				
Moc cieplna c.o.	Φ_{co}	62,035	kW				
Moc cieplna c.w.u.	Φ_{cwu}	1,590	kW				
Razem moc cieplna	Φ	63,625	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	132 580	kWh/rok				
Zużycie energii cieplnej użytkowej c.o. wg OZC	QU	477,288	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.	$\eta_{H,e}$	0,92					
Roczne zużycie c.w.u. - obliczenia w tekście	$G_{a\ cwu}$	1273,0	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	$Q_{o\acute{s}w}$	8882,0	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}	132580	218,203	208376	342,950	1,10	229214,0	377,2
Q_{cwu}	1273	2,095	1286	2,095	3,00	3857,6	6,3
$Q_{o\acute{s}w}$	8882,0	14,618	8882,0	14,618	3,00	26646,0	43,9
Q_{foto}	0,0	0,000	0,0	0,000	0,7	0,0	-
Razem	142735	234,916	218544	359,663		259718	427,448
Paliwo	WO		Zużycie energii		Zużycie paliwa		
Węgiel kamienny	25,93	MJ/kg	750,1549	GJ/a	28,930	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	28,930 Mg	800 zł/Mg	23 144	48,5
	2 Gaz ziemny	0,000 m ³ /a	1,80 zł/m ³	0	0,0
	3 Energia cwu	1 286 kWh/a	0,58 zł/kWh	746	1,6
	4 Energia elektryczna oświetlenie	8 882 kWh/a	0,58 zł/kWh	5 152	10,8
	5 Energia elektryczna foto	0 kWh/a	0,58 zł/kWh	0	0,0
Razem koszty energii cieplnej lub paliwa (Ke_{en})				29 041	60,8
II	1 Konserwacja i obsługa			14 467	30,3
	2 Energia elektryczna napędy	8000,0 kWh	0,58 zł/kWh	2 320	4,9
	3 Ochrona środowiska			1 900	4,0
Razem koszty obsługi (Ke_{ob})				18 687	39,2
Ogółem koszty eksploatacji ($Ke = Ke_{en} + Ke_{ob}$)				47 728	100,0

3. Efekty w stosunku do "1" Kroku

Efekty	Roczne zmniejszenie zużycia energii cieplnej	Energia użytkowa	0	kWh/rok
		Energia końcowa	30 427	kWh/rok
		Energia pierwotna	33 470	kWh/rok
	Zmniejszenie zapotrzebowania mocy cieplnej		0,0	kW
	Zmniejszenie rocznych kosztów eksploatacji		3 380	zł/rok
	Koszty inwestycyjne		68 000	zł
	Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych		20,12	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 kocioł kondensacyjny o mocy:

$$1 \cdot 80,0 = 80,0 \text{ kW}$$

Kocioł posiadać będą sprawności:

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

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

Ponadto zabudowa kotłowni w budynku w warsztatu 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		$\eta_{H,g} \cdot \eta_{H-d} \cdot \eta_{H-e} \cdot \eta_{H,s}$	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

$$K_{\text{kot}} = 80 \text{ kW} \cdot 800 \text{ zł/kW} = 64\,000,0 \text{ zł}$$

3.3. Efektywność wariantu

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

Powierzchnia ogrzewana	A_{ogrz}	607,6	m^2				
Kubatura ogrzewana	V_{ogrz}	2 543,0	m^3				
Moc cieplna c.o.	Φ_{co}	62,035	kW				
Moc cieplna c.w.u.	Φ_{cwu}	1,590	kW				
Razem moc cieplna	Φ	63,625	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	132 580	kWh/rok				
Zużycie energii cieplnej użytkowej c.o. wg OZC	QU	477,288	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	$G_{a\ cwu}$	1273,0	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	$Q_{o\acute{s}w}$	8882,0	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}	132580	218,203	124992	205,715	1,10	137491,5	226,3
Q_{cwu}	1273	2,095	1286	2,095	3,00	3857,6	6,3
$Q_{o\acute{s}w}$	8882,0	14,618	8882,0	14,618	3,00	26646,0	43,9
Q_{foto}	0,0	0,000	0,0	0,000	0,7	0,0	-
Razem	142735	234,916	135160	222,428		167995	276,490
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	449,972	GJ/a	12 430	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	12 430 m ³ /a	1,80 zł/m ³	22 374	71,1
	3 Energia cwu	1 286 kWh/a	0,58 zł/kWh	746	2,4
	4 Energia elektryczna oświetlenie	8 882 kWh/a	0,58 zł/kWh	5 152	16,4
	5 Energia elektryczna foto	0 kWh/a	0,58 zł/kWh	0	0,0
Razem koszty energii cieplnej lub paliwa (K_{e_n})				28 272	89,9
II	1 Konserwacja i obsługa			2 000	6,4
	2 Energia elektryczna napędy	2000,0 kWh	0,58 zł/kWh	1 160	3,7
	3 Ochrona środowiska	12 430 m ³ /a	0,001 zł/m ³	17	0,1
Razem koszty obsługi ($K_{e_{ob}}$)				3 177	10,1
Ogółem koszty eksploatacji ($K_e = K_{e_n} + K_{e_{ob}}$)				31 448	100,0

3. Efekty w stosunku do "2" kroku

Efekty	Roczne zmniejszenie zużycia energii cieplnej	Energia użytkowa	0	kWh/rok
		Energia końcowa	83 384	kWh/rok
		Energia pierwotna	91 723	kWh/rok
	Zmniejszenie zapotrzebowania mocy cieplnej		0,0	kW
	Zmniejszenie rocznych kosztów eksploatacji		16 280	zł/rok
	Koszty inwestycyjne		64 000	zł
	Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych		3,93	lat

4. Krok „4” Modernizacja oświetlenia

4.1. Analiza energii i kosztów

Budynek warsztatów posiada w większości oświetlenie świetlówkowe oraz w pomieszczeniach pomocniczych żarowe. Oprawy świetlówkowe 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	16	16	1,2	19200	1800	0,8	1 728	0,58	1002
2	Świetlówka 2 x 36	0,072	70	68	4,896	342720	1800	0,8	7 050	0,58	4089
3	Świetlówka 2 x 18	0,072	70	1	0,072	5040	1800	0,8	104	0,58	60
Razem		-	-	85	6,168	366 960	-	-	8 882		5 152

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	85	5,838	642 180	1800	0,7	7 356	0,58	4266
Razem		-	-	85	5,838	642 180	-	-	7 356		4 266

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	0,33	-275220	1 526	885	8 000	46 704	52,8

Nie przewiduje się modernizacji oświetlenia

Wymiana oświetlenia w większości świetlówkowego 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}	607,6	m^2				
Kubatura ogrzewana	V_{ogrz}	2 543,0	m^3				
Moc cieplna c.o.	Φ_{co}	62,035	kW				
Moc cieplna c.w.u.	Φ_{cwu}	1,59	kW				
Razem moc cieplna	Φ	63,625	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	132 580	kWh/rok				
Zużycie energii cieplnej użytkowej c.o. wg OZC	QU	477,288	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	$G_{a\ cwu}$	1273,0	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	$Q_{o\acute{s}w}$	8882,0	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}	132580	218,203	124992	205,715	1,10	137491,5	226,3
Q_{cwu}	1273	2,095	1286	2,095	3,00	3857,6	6,3
$Q_{o\acute{s}w}$	8882,0	14,618	8882,0	14,618	3,00	26646,0	43,9
Q_{foto}	0,0	0,000	0,0	0,000	0,7	0,0	-
Razem	142735	234,916	135160	222,428		167995	276,490
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	449,972	GJ/a	12 430	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	12 430 m ³ /a	1,80 zł/m ³	22 374	71,1
	3 Energia cwu	1 286 kWh/a	0,58 zł/kWh	746	2,4
	4 Energia elektryczna oświetlenie	8 882 kWh/a	0,58 zł/kWh	5 152	16,4
	5 Energia elektryczna foto	0 kWh/a	0,58 zł/kWh	0	0,0
Razem koszty energii cieplnej lub paliwa (K_{e_n})				28 272	89,9
II	1 Konserwacja i obsługa			2 000	6,4
	2 Energia elektryczna napędy	2000,0 kWh	0,58 zł/kWh	1 160	3,7
	3 Ochrona środowiska	12 430 m ³ /a	0,001 zł/m ³	17	0,1
Razem koszty obsługi ($K_{e_{ob}}$)				3 177	10,1
Ogółem koszty eksploatacji ($K_e = K_{e_n} + K_{e_{ob}}$)				31 448	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

Nie przewiduje się wykonania instalacji fotowoltaicznej.

5.1. Efektywność wariantu

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

Powierzchnia ogrzewana	A_{ogrz}	607,6	m^2				
Kubatura ogrzewana	V_{ogrz}	2 543,0	m^3				
Moc cieplna c.o.	Φ_{co}	62,035	kW				
Moc cieplna c.w.u.	Φ_{cwu}	1,590	kW				
Razem moc cieplna	Φ	63,625	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	132 580	kWh/rok				
Zużycie energii cieplnej użytkowej c.o. wg OZC	QU	477,288	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	$G_{a\;cwu}$	1273,0	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}	8882,0	kWh/rok				
Fotowoltaika	Q_{foto}	0,0	kWh/rok				
Podsumowanie	Energia użytkowa EU		Energia końcowa EK	Energia pierwotna EP			
	kWh/a	kWh/(m²·a)	kWh/a	kWh/(m²·a)	Wskaźnik	kWh/a	kWh/(m²·a)
Q_{co}	132580	218,203	124992	205,715	1,10	137491,5	226,3
Q_{cwu}	1273	2,095	1286	2,095	3,00	3857,6	6,3
Q_{osw}	8882,0	14,618	8882,0	14,618	3,00	26646,0	43,9
Q_{foto}	0,0	0,000	0,0	0,000	0,7	0,0	-
Razem	142735	234,916	135160	222,428		167995	276,490
Paliwo	WO		Zużycie energii		Zużycie paliwa		
Węgiel kamienny	25,93	MJ/kg	0	GJ/a	0,000	Mg/a	
Gaz ziemny	36,20	MJ/m³	449,972	GJ/a	12 430	m³/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	12 430 m ³ /a	1,80 zł/m ³	22 374	71,1
	3 Energia cwu	1 286 kWh/a	0,58 zł/kWh	746	2,4
	4 Energia elektryczna oświetlenie	8 882 kWh/a	0,58 zł/kWh	5 152	16,4
	5 Energia elektryczna foto	0 kWh/a	0,58 zł/kWh	0	0,0
Razem koszty energii cieplnej lub paliwa (K_{e_n})				28 272	89,9
II	1 Konserwacja i obsługa			2 000	6,4
	2 Energia elektryczna napędy	2000,0 kWh	0,58 zł/kWh	1 160	3,7
	3 Ochrona środowiska	12 430 m ³ /a	0,001 zł/m ³	17	0,1
Razem koszty obsługi ($K_{e_{ob}}$)				3 177	10,1
Ogółem koszty eksploatacji ($K_e = K_{e_n} + K_{e_{ob}}$)				31 448	100,0

3. Efekty w stosunku do 4 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

6. Krok „6” Pakiet zamierzeń termomodernizacyjnych

6.1. Pakiet wariantów

Do realizacji przyjęto poniższy pakiet:

Docieplenie, modernizacja instalacji c.o. i źródła ciepła

Variant	Opis	Ocieplenie	Pow.	SPBT	Koszt
			m ²	lat	zł
1.1.3.	Ściany 25 cm	Ocieplone styropianem	60,2	13,4	17 759
1.1.1.	Okna	Wymiana na PCV	22,3	16,1	17 840
1.1.4.	Ściany 38 cm	Ocieplone wełną mineralną	344,1	18,3	101 510
1.1.2.	Bramy i drzwi	Wymiana na segmentowe i stal.	36,9	24,2	40 590
1.1.5.	Dach część halowa	Ocieplony styropianem	243,1	25,7	87 516
1.1.6.	Dach część niska	Ocieplenie styropianem	466,5	33,3	167 940
2.	Modernizacja instalacji c.o.		-	20,12	68 000
3.	Źródło ciepła			3,93	64 000
4.	Oświetlenie			0	0
5.	Fotowoltaika			-	0
	Razem		-		565 155,0

Przy doborze usprawnień kierowano się:

a/ uwarunkowaniami technicznymi

b/ SPBT

6.2. Efektywność pakietu

1. Projektowane roczne zużycie energii i paliwa

Powierzchnia ogrzewana	A_{ogrz}	607,6	m^2				
Kubatura ogrzewana	V_{ogrz}	2 543,0	m^3				
Moc cieplna c.o.	Φ_{co}	62,035	kW				
Moc cieplna c.w.u.	Φ_{cwu}	1,590	kW				
Razem moc cieplna	Φ	63,625	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	132 580	kWh/rok				
Zużycie energii cieplnej użytkowej c.o. wg OZC	QU	477,288	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	$G_{a\ cwu}$	1273,0	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	$Q_{o\acute{s}w}$	8882,0	kWh/rok				
Fotowoltaika	Q_{foto}	0,0	kWh/rok				
Podsumowanie	Energia użytkowa EU			Energia końcowa EK		Energia pierwotna EP	
	kWh/a	kWh/(m²·a)	kWh/a	kWh/(m²·a)	Wskaźnik	kWh/a	kWh/(m²·a)
Q_{co}	132580	218,203	124992	205,715	1,10	137491,5	226,3
Q_{cwu}	1273	2,095	1286	2,095	3,00	3857,6	6,3
$Q_{o\acute{s}w}$	8882,0	14,618	8882,0	14,618	3,00	26646,0	43,9
Q_{foto}	0,0	0,000	0,0	0,000	0,7	0,0	-
Razem	142735	234,916	135160	222,428		167995	276,490
Paliwo	WO		Zużycie energii		Zużycie paliwa		
Węgiel kamienny	25,93	MJ/kg	0	GJ/a	0,000	Mg/a	
Gaz ziemny	36,20	MJ/m³	449,972	GJ/a	12 430	m³/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	12 430 m ³ /a	1,80 zł/m ³	22 374	71,1
	3 Energia cwu	1 286 kWh/a	0,58 zł/kWh	746	2,4
	4 Energia elektryczna oświetlenie	8 882 kWh/a	0,58 zł/kWh	5 152	16,4
	5 Energia elektryczna foto	0 kWh/a	0,58 zł/kWh	0	0,0
Razem koszty energii cieplnej lub paliwa ($K_{e_{en}}$)				28 272	89,9
II	1 Konserwacja i obsługa			2 000	6,4
	2 Energia elektryczna napędy	2000,0 kWh	0,58 zł/kWh	1 160	3,7
	3 Ochrona środowiska	12 430 m ³ /a	0,001 zł/m ³	17	0,1
Razem koszty obsługi ($K_{e_{ob}}$)				3 177	10,1
Ogółem koszty eksploatacji ($K_e = K_{e_{en}} + K_{e_{ob}}$)				31 448	100,0

3. Efekty w stosunku do stanu bazowego

Efekty	Roczne zmniejszenie zużycia energii cieplnej	Energia użytkowa	160 727	kWh/rok
		Energia końcowa	403 313	kWh/rok
		Energia pierwotna	443 645	kWh/rok
	Zmniejszenie zapotrzebowania mocy cieplnej		73,0	kW
	Zmniejszenie rocznych kosztów eksploatacji		51 814	zł/rok
	Koszty inwestycyjne		565 155	zł
	Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych		10,91	lat

Rozdział V Efekt ekologiczny

1. Energia cieplna

1.1. Emisja aktualna

Węgiel	Zużycie	G_{akt}	73,347	Mg/a	1901,901	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	0,36674	Mg/a
	Pył PM10	$0,696 \cdot TSP$	3,48	kg/Mg	0,25525	Mg/a
	CO ₂	-	94,06	kg/GJ	178,89277	Mg/a
	Ekwiwalent CO ₂	Brak emisji CH ₄ i N ₂ O	94,06	kg/GJ	178,89277	Mg/a

1.2. Emisja projektowana

Gaz ziemny	Zużycie	G_{proj}	12 430,167	m ³ /a	449,972	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	0,00622	Mg/a
	Pył PM10	$0,696 \cdot TSP$	0,00035	kg/m ³	0,00433	Mg/a
	CO ₂	-	56,10	kg/GJ	25,24343	Mg/a
	Ekwiwalent CO ₂	Brak emisji CH ₄ i N ₂ O	56,10	kg/GJ	25,24343	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	0,25525	0,00433	0,25092	98,3
CO ₂	Mg	178,8928	25,2434	153,6493	85,9
Koszty inwestycyjne usprawnień cieplnych				565 155	zł
Koszt jednostkowy redukcji emisji CO ₂				3 678	zł/Mg

2. Energia elektryczna

Zużycie energii i wskaźniki emisji

En.el	Zużycie			
	aktualne		projektowane	
	kWh	kWh	MWh	MWh
	10 168	10,1679	10 168	10,16786
	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	0,00044	0,00044	0,00000	0,0
CO ₂	Mg	8,11395	8,11395	0,00000	0,0
Koszty inwestycyjne usprawnień elektrycznych				0	zł
Koszt jednostkowy redukcji emisji CO ₂				-	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	0,25569	0,00476	0,25092	98,1
CO ₂	Mg	187,00672	33,35738	153,64934	82,2
Koszty inwestycyjne pakietu usprawnień				565 155	zł
Koszt jednostkowy redukcji emisji CO ₂				3 678,2	zł/Mg

4. Tylko źródło ciepła

4.1. Emisja aktualna

Węgiel	Zużycie	G_{akt}	28,930	Mg/a	750,155	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	0,14465	Mg/a
	Pył PM10	$0,696 \cdot TSP$	3,48	kg/Mg	0,10068	Mg/a
	CO ₂	-	94,06	kg/GJ	70,55957	Mg/a
	Ekwiwalent CO ₂	Brak emisji CH ₄ i N ₂ O	94,06	kg/GJ	70,55957	Mg/a

1.2. Emisja projektowana

Gaz ziemny	Zużycie	G_{proj}	12 430,167	m ³ /a	449,972	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	0,00622	Mg/a
	Pył PM10	$0,696 \cdot TSP$	0,00035	kg/m ³	0,00433	Mg/a
	CO ₂	-	56,10	kg/GJ	25,24343	Mg/a
	Ekwiwalent CO ₂	Brak emisji CH ₄ i N ₂ O	56,10	kg/GJ	25,24343	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	0,10068	0,00433	0,09635	95,7
CO ₂	Mg	70,5596	25,2434	45,3161	64,2
Koszty inwestycyjne usprawnienia źródła ciepła				64 000	zł
Koszt jednostkowy redukcji emisji CO ₂				1 412	zł/Mg

