

Bogumił Konopka
Śląska Agencja Energetyczna

41-500 Chorzów, ul. Ryszki 57/21

☎ (0 32) 245 99 04, ☎ 601 48 04 96

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

NIP 627-100-59-81

E-mail: saekon@neostrada.pl; saekon@wp.pl



AUDYT ENERGETYCZNY
termomodernizacji budynku aresztów i warsztatu
w Komendzie Miejskiej Policji w Tychach

43 100 Tychy, ul. Bielska 46

Inwestor:

Komenda Wojewódzka Policji w Katowicach
40-038 Katowice, ul. Lompy 19

opracował:

Chorzów, 2015 r. aktualizacja 2016

25.02.2016

AUDYTOR ENERGETYCZNY
inż. Bogumił Konopka
upr. bud. KA844/92

1. Nazwa i adres firmy wykonującej Audyt			
Konopka Bogumił Śląska Agencja Energetyczna 41 500 Chorzów, ul. Ryszki 57/21, tel. 601 48 04 96 Regon 272226584			
2. Imię i nazwisko oraz adres koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis			
inż. Bogumił Konopka 41 500 Chorzów, ul. Ryszki 57/21, tel. 601 48 04 96 audytor KAPE, uprawnienia budowlane nr KA 844/92			
2. 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		2015	
5. Spis treści			
Rozdział			Strona
I	Ustalenia ogólne		5
II	Dane klimatyczne		7
III	Stan istniejący – charakterystyka i koszty		9
IV	Stan bazowy		11
V	Przedsięwzięcia termomodernizacyjne		27
VI	Podsumowanie		29
VII	Efekt ekologiczny		30

Załączniki:

nr 1 Analiza zużycia energii i kosztów dla stanu bazowego

nr 2 Analiza zużycia energii i kosztów dla stanu projektowanego

nr „Cash flow”

Rozdział VI

Podsumowanie

1. Porównanie kosztów

Koszty inwestycyjne i ceny paliwa na poziomie 2015 r.

	Zamierzenie	Koszty		Efekt rocznych kosztów eksploat.	Roczne zużycie energii brutto	Cena energii brutto	SPBT
		Inwestycyjne	Roczne eksploatacyjne				
		zł	zł		GJ	zł/GJ	lat
1.	Stan aktualny wg Rozdziału IV	0	49 804	-	714	69,8	-
2.	Stan projektowany wg Rozdziału V	590 500	15 447	34 357	206	75,0	17,2

Czas zwrotu nakładów inwestycyjnych przekracza 10 lat.

Projektowana termomodernizacja nie jest zamierzeniem opłacalnym przy stałych cenach energii i finansowaniu własnym

2. "Cash flow" dla 15 lat eksploatacji

Koszty inwestycyjne wg Rozdziału V pkt. 3.2.	590 500	zł
Efekt rocznych kosztów eksploatacyjnych w cenach 2014	34 357	zł
Roczny wskaźnik wzrostu cen paliwa	1,06	

Lp.	Wyszczególnienie	Wariant "1" Finansowanie własne		Wariant "2" Finansowanie własne z dofinansowaniem WFOŚiGW		Wariant "3" Nie analizowano	
		obliczenia NPV w załączniku nr 1		obliczenia NPV w załączniku nr 2			
		%	zł	%	zł	%	zł
1	Środki własne	100,0	590 500	50,0	295 250	-	-
2	Pożyczka	-	-	-	-	-	-
3	Dotacja	-	-	50,0	295 250	-	-
4	Kredyt komercyjny	-	-	-	-	-	-
5	Inne	-	-	-	-	-	-
Razem koszty		100,0	590 500	100,0	590 500	-	-
NPV			-28 800		266 400		

Z "cash flow" wynika:

- a/ inwestycja finansowana ze środków własnych (Wariant "1") jest opłacalna
b/ inwestycja finansowana ze środków własnych i WFOŚiGW (Wariant "2") jest opłacalna

KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO OBIEKTU

A Dane ogólne			
1	Wnioskodawca	Komenda Wojewódzka Policji w Katowicach	
2	Nazwa zadania	Termomodernizacja budynku aresztów i warsztatu w KMP w Tychach	
3	Adres obiektu	43 100 Tychy, ul. Bielska 46	
4	Konstrukcja/technologia budynku	murowana tradycyjna	
5	Rok oddania budynku do użytkowania	1960	
6	Liczba kondygnacji	jedna	
7	Kubatura części ogrzewanej [m³]	1 399	
8	Pow. części ogrzewanej [m²]	431	

B System grzewczy		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1	Charakterystyka źródła ciepła kotłownia/wymiennikownia, źródło zdalaczynne	Węzeł wymiennikowy	Węzeł wymiennikowy
producent i typ kotłów (wymienników)		Wymiennik płytowy LPM HL2-86	Wymiennik płytowy LPM HL2-86
ilość [sztuk]		1	1
łączna moc [kW]		439	439
rok produkcji		2003	2003
wysokość komina [m]		-	-
2	Źródło zdalaczynne (ciepłownia, elektrociepłownia) paliwo stosowane w źródle zdalczynnym	EC Tychy miał węglowy	EC Tychy miał węglowy
3	Charakterystyka instalacji c.o.	wodna 90/70°C	wodna 90/70°C
typ grzejników		grzejniki żeliwne, rury ożebrowane	grzejniki stalowe panelowe
rodzaj regulacji miejscowej - zawory termostaticzne		brak	zainstalowane
stan techniczny przewodów		do wymiany	dobry
4	Zapotrzebowanie mocy [kW]	89,4	32,6
5	Zapotrzebowanie energii netto [GJ/a]	596,355	198,068
6	Sprawność wytwarzania	0,98	0,98
7	Sprawność przesyłu	0,90	0,98
8	Sprawność akumulacji	1,00	1,00
9	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,90	0,95
10	Wsp. uwzg. przerwy w ogrzewaniu w okresie doby	0,95	0,95
11	Wsp. uwzg. przerwy w ogrzewaniu w okresie tygodnia	1,00	1,00
12	Zapotrzebowanie energii brutto [GJ/a]	713,703	206,235

C Przegrody budowlane oddzielające część ogrzewaną od powietrza zewnętrznego i części nieogrzewanej		Stan przed termomodernizacją		Stan po termomodernizacji		
		Powierzchnia przegrody [m²]	Wsp. „U” [W/m²K]	Grubość izolacji [cm]	Wsp. „A” [W/mK]	Wsp. „U” [W/m²K]
1	Luksfery w areszcie do wymiany na okna PCV antywł.	31,6	4,60	-	-	1,30
2	Okna w areszcie do wymiany na okna PCV antywłaniowe	20,1	3,12	-	-	1,30
3	Luksfery w warsztacie do wymiany na okna PCV	6,0	4,60	-	-	1,30
4	Okna drewniane w warsztacie do wymiany na okna PCV	3,2	3,12	-	-	1,30
5	Okna stalowa w warsztacie do wymiany na okna PCV	13,5	5,60	-	-	1,30
6	Drzwi drewniane areszt do wymiany na Alu	2,0	3,00	-	-	1,70
7	Drzwi drewniane warsztat do wymiany na Alu	3,6	3,00	-	-	1,70
8	Ściany aresztu do ocieplenia styropianem	415,1	1,55	14	0,032	0,20
9	Ściany warsztatu do ocieplenia styropianem	275,5	1,55	14	0,032	0,20
10	Stropodach aresztu do ocieplenia styropapą od zewnątrz	295,6	0,83	25	0,039	0,13
11	Stropodach aresztu do ocieplenia styropapą od zewnątrz	281,5	1,28	25	0,039	0,14
12	Podłoga na gruncie	577,1	0,87	-	-	0,87
13	Kryterium wyboru grubości izolacji	SPBT i WT 2014 oraz WT 2021				

D Wentylacja grawitacyjna		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1	Liczba wymian powietrza [1/h]	1,0 areszt i 2,0 warsztat	1,0 areszt i 2,0 warsztat
2	Strumień powietrza [m³/h]	2 250	2 250

E	Zestawienie zbiorcze	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1	Zapotrzebowanie mocy [kW]	89,4	32,6
2	Zapotrzebowanie energii netto [GJ/a]	596,355	198,068
3	Zapotrzebowanie energii brutto z uwzględnieniem zysków energii solarnej [GJ/a]	713,703	206,235
4	Rodzaj paliwa	m.s.c	m.s.c
5	Wartość opałowa paliwa [MJ/kg]		
6	Ilość paliwa [Mg]		
7	Zawartość siarki w paliwie [%]		
8	Zawartość popiołu w paliwie [%]		
9	Moc zamówiona [MW]	0,0894	0,0326
10	Średnie zużycie energii w latach 2012-2014 [GJ]	2002 (cały kompleks)	-
11	Cena jednostkowa energii brutto [zł/GJ]	50,25	50,25
12	Roczny koszt całkowity energii [zł/a]	35 864	10 363
13	Stawka opłaty stałej za ogrzewanie brutto [zł/MW m-c]	12 994	12994
14	Roczny koszt opłaty stałej [zł/a]	13 940	5 083
15	Roczny koszt obsługi [zł/a]	0	0
16	Roczny koszt całkowity eksploatacji [zł/a]	49 804	15 447
17	Roczna oszczędność kosztów eksploatacji [zł/a]		34 357
18	Całkowite nakłady inwestycyjne [zł]		590 500
19	Prosty czas zwrotu (SPBT) lata		17,2
20	Wartość bieżąca NPV przy założeniach:		-28 800
	a/ stopa dyskonta " r "	3,75%	
	b/ okres analizy " t "	15 lat	
	c/ stopa wzrostu cen	6,0%	
	d/ finansowanie:		
		Kwota w zł	%
	wyłącznie środki własne	590 500	100
21	Wartość bieżąca NPV przy założeniach:		266 400
	a/ stopa dyskonta " r "	3,75%	
	b/ okres analizy " t "	15 lat	
	c/ stopa wzrostu cen	6,0%	
	d/ finansowanie:		
		Kwota w zł	%
	środki własne	295 250	50,0
	pożyczka WFOŚiGW		0,0
	dotacja WFOŚiGW	295 250	50,0
	umorzenie WFOŚiGW	0	0,0
	Razem	590 500	100,0

Oświadczam, że dane przedstawione w karcie audytu są zgodne z danymi zawartymi w audycie energetycznym.

podpis osoby sporządzającej kartę audytu

pieczęć i podpis kierownika jednostki

Rozdział I

Ustalenia ogólne

1. Cel pracy

Celem pracy jest zaproponowanie rozwiązań technicznych w zakresie termomodernizacji budynku aresztów i warsztatu w Komendzie Miejskiej Policji w Tychach.

2. Materiały źródłowe

Podstawą opracowania audytu jest:

- Dane techniczne i eksploatacyjne udostępnione przez Inwestora
- Inwentaryzacja własna

3. Podstawa prawna

3.1. Akty prawne

1. Ogólne zasady wykonywania audytów energetycznych. Wymagania WFOŚiGW w sprawie Karty Audytu.
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 - z późniejszymi zmianami

3.2. Normy

3.2.1. Obowiązkowe

(zgodnie z rozporządzeniem Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 04.03.1999 r. (Dz. U. nr 22/99) w sprawie obowiązku stosowania niektórych Polskich Norm.)

1. Polska Norma PN-82/B-02402
Ogrzewnictwo. Temperatuty ogrzewanych pomieszczeń w budynkach.
2. Polska Norma PN-82/B-02403
Ogrzewnictwo. Temperatuty obliczeniowe zewnętrzne.
3. Polska Norma PN-87/B-02411
Ogrzewnictwo. Kotłownie wbudowane na paliwo stałe. Wymagania.

3.2.2. Nieobowiązkowe

1. Polska Norma PN-EN-ISO 6946/98
Elementy budowlane i części budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczeń.
2. Polska Norma PN-B-02025/2001
Obliczanie sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynków mieszkalnych i użyteczności publicznej.
3. Polska Norma PN-91/B-02020
Ochrona cieplna budynków.
4. Polska Norma PN-83/B-03430
Wentylacja w budynkach mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej. Wymagania.

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.

4.3. Poziom cen

I kwartał 2015 r.

Rozdział II

Dane klimatyczne

1. Podstawowe dane

Tychy znajdują się w III strefie klimatycznej wg PN-82/B-02403.

Stacja klimatyczna Katowice terenowo właściwa dla miasta Tychy
Dane klimatyczne wg informacji Ministerstwa Infrastruktury z dnia 24.12.2008.

Miesiąc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
$T_e(m.)$	-1,9	-2,4	3	8,2	13,4	16	17,8	17,7	13	9,3	4,2	-2,0
$Ld(m.)$	31	28	31	30	5	0	0	0	5	31	30	31

Czas sezonu grzewczego	$Ld(a)$	=	222	dni
Średnia temperatura sezonu grzewczego	t_{srs}	=	3,141	°C
Temperatura obliczeniowa zewnętrzna	t_{zo}	=	-20,0	°C
Temperatura obliczeniowa wewnętrzna	t_{wo}	=	20,0	°C
Ilość stopniodni	Sd	=	3743	

2. Wskaźniki zapotrzebowania energii cieplnej

2.1 Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania energii cieplnej

W celu usprawnienia obliczeń sezonowego zużycia energii cieplnej na potrzeby c.o. wprowadzono wskaźnik sezonowego zapotrzebowania energii cieplnej dla stacji meteorologicznej Katowice:

Obliczeniowa temperatura wewnętrzna $t_{wo} = 16^{\circ}\text{C}$

$$W_{sp} = \frac{Ld_a * (t_{wo} - t_{srs}) * 86.400}{t_{wo} - t_{zo}} = \frac{222 * (16,0 - 3,14) * 86.400}{16 - (-20)} = 6,852 * 10^6 [kJ / kW] = 6,852 [GJ / (kW * a)]$$

Obliczeniowa temperatura wewnętrzna $t_{wo} = 20^{\circ}\text{C}$:

$$W_{sp} = \frac{Ld_a * (t_{wo} - t_{srs}) * 86.400}{t_{wo} - t_{zo}} = \frac{222 * (20,0 - 3,14) * 86.400}{20 - (-20)} = 8,084 * 10^6 [kJ / kW] = 8,084 [GJ / (kW * a)]$$

2.2. Wskaźnik zużycia energii cieplnej na infiltrację

Wartość rocznego zapotrzebowania energii cieplnej na podgrzanie niepożądanego strumienia powietrza przepływającego przez nieszczelności w stolarze, wynosi:

$$Q_{inf} = 1,43 \cdot 10^{-6} \cdot a \cdot l \cdot \sum_{m=1}^{L_g} [t_{wo} - t_e(m)]^{5/3} \cdot Ld_m \quad [GJ]$$

gdzie:

L_g	ilość miesięcy ogrzewania w sezonie grzewczym
Ld_m	ilość dni grzewczych w miesiącu
a [m ³ /(m ³ h ^{2/3} daPa ^{2/3})]	współczynnik przepływu powietrza przez szczeliny
l [mb]	długość przyłgni w stolarze

W celu usprawnienia obliczeń strat energii cieplnej spowodowanej infiltracją poprzez szczeliny w stolarze wprowadzono indywidualny jednostkowy wskaźnik infiltracji „ $W_{s inf}$ ”:

- długość przyłgni	$l = 1 \text{ mb}$
- współczynnik przepływu powietrza przez szczeliny	$a = 1 \text{ m}^3/(\text{m}^3 \text{ h}^{2/3} \text{ daPa}^{2/3})$
- temperatura obliczeniowa wewnętrzna	$t_{wo} = 20,0^\circ\text{C}$

Wskaźnik dla stacji meteorologicznej Katowice

Obliczeniowa temperatura wewnętrzna $t_{wo} = 16^\circ\text{C}$:

$$W_{s inf} = 1,43 \cdot 10^{-6} \cdot a \cdot l \cdot \sum_{m=1}^{L_g} [t_{wo} - t_e(m)]^{5/3} \cdot Ld_m = 0,0246 \text{ GJ}/(a \cdot m \cdot \text{rok})$$

$$Q_{inf 16} = l \cdot a \cdot W_{s inf} = l \cdot a \cdot 0,0246 \text{ [GJ]}$$

Obliczeniowa temperatura wewnętrzna $t_{wo} = 20^\circ\text{C}$:

$$W_{s inf} = 1,43 \cdot 10^{-6} \cdot a \cdot l \cdot \sum_{m=1}^{L_g} [t_{wo} - t_e(m)]^{5/3} \cdot Ld_m = 0,0368 \text{ GJ}/(a \cdot m \cdot \text{rok})$$

$$Q_{inf} = l \cdot a \cdot W_{s inf} = l \cdot a \cdot 0,0368 \text{ [GJ]}$$

Rozdział III

Stan istniejący - charakterystyka i koszty

1. Charakterystyka ogólna

Budynek aresztów i warsztatu jest konstrukcji tradycyjnej murowanej. Posiada jedną kondygnację nadziemną. Ściany murowane z cegły pełnej i silikatowej. Stropodach aresztów typu DZ-3, stropodach warsztatu żelbetowy. Ciepłochronność przegród budowlanych nie spełnia wymagań WT 2014.

Podstawowe dane budynku:

Nr	Obiekt	Powierzchnia		Kubatura		Wskaźnik	Rok przekazania budynku w użytkowanie
		zabudowy	ogrzewana	całkowita	ogrzewana		
		A	A _u	V	V _{ogrz}		
		m ²	m ²	m ³	m ³		
1	Areszty i warsztat	577	431	1 956	1 399	0,412	1960
1a	w tym areszty	296	207	888	548	0,540	
1b	w tym warsztat	281	224	1 068	851	0,330	

2. Zasilanie w energię ciepłą

2.1. Źródło ciepła

Źródłem ciepła na potrzeby c.o. jest węzeł cieplny wymiennikowy PEC Tychy

Zakup energii cieplnej dla całego kompleksu KMP w Tychach

Rok	2012	2013	2014	Średnio
Zużycie w GJ	2 156	2 152	1 699	2 002

2.2. Instalacja wewnętrzna c.o.

Instalacja wewnętrzna c.o. jest wyeksploatowana i wyposażona w grzejniki żeliwne oraz grzejniki z rur ożebrowanych bez zaworów termostatycznych.

2.3. Instalacja wentylacji mechanicznej

Brak. Instalacja wentylacji mechanicznej nie wchodzi w zakres niniejszego audytu.

2.4. Instalacja c.w.u.

Nie dotyczy

3. Koszty gospodarki ciepłej

3.1. Koszty zakupu energii ciepłej.

Koszty zakupu energii ciepłej na potrzeby c.o. w 2014 r. wg cen w roku 2016.

Moc zamówiona "Φ"	0,440	MW
Zakupiona energia ciepła "Q"	1 699	GJ
Czas okresu rozliczeniowego	222	dni
Średni pobór mocy ciepłej	0,089	MW
Stawka podatku VAT	23	%

Lp.	Wyszczególnienie	Jedn. miar	Ilość	Cena		Koszt		%
				netto	brutto	netto	brutto	
				zł/GJ zł/MW m-c	zł/GJ zł/MW m-c	zł	zł	
1	Energia zakupiona	GJ	1 699	26,57	32,68	45 142	55 525	36,1
2	Energia przesyłana	GJ	1 699	14,28	17,56	24 262	29 842	19,4
	Razem energia			40,85	50,25	69 404	85 367	55,4
3	Moc zamówiona	MW	0,440	7 295	8 973	38 518	47 377	30,8
4	Moc przesyłana	MW	0,440	3 269	4 021	17 260	21 230	13,8
	Razem moc			10 564	12 994	55 778	68 607	44,6
	Ogółem					125 182	153 974	100,0
	Koszty jednostkowe zakupu energii ciepłej [zł/GJ]					73,7	89,9	

3.2. Koszty prognozowane produkcji energii ciepłej

Przyjęto, że obiekt zasilany będzie z PEC Tychy

Prognozowany koszt zakupu energii ciepłej $k_j = 80 \text{ zł/GJ}$

Rozdział IV

Stan bazowy

1. Optymalizacja ocieplenia przegród budowlanych

1.1. Okna i przegrody przeźroczyste

1.1.1. Stan aktualny

Budynek posiada:

Areszty

luksfery $A = 31,6 \text{ m}^2$

okna drewniane $A = 20,1 \text{ m}^2$

Warsztat

luksfery $A = 6,0 \text{ m}^2$

okna drewniane $A = 3,2 \text{ m}^2$

okno stalowe $A = 13,5 \text{ m}^2$

Współczynnik przenikania ciepła dla luksferów określono na:

$$U_o = 4,60 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Współczynnik przenikania ciepła dla okien drewnianych określono na:

$$U_o = 3,12 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Współczynnik przenikania ciepła dla okien stalowych określono na:

$$U_o = 5,60 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Współczynnik przepływu powietrza przez szczeliny dla okien drewnianych określono na:

$$a_o = 4,0 \text{ m}^3/(\text{m} \cdot \text{h} \cdot \text{daPa}^{2/3})$$

1.1.2. Stan projektowany

Przewiduje się

- wymienić w aresztach luksfery oraz stare okna drewniane na okna PCV antywłamaniowe P4, projektowany współczynnik przenikania ciepła:

$$U_o = 1,30 \text{ W/m}^2\text{K}$$

w tym szyby

$$U_{o_{szyb}} = 1,00 \text{ W/m}^2\text{K}$$

- wymienić w warsztacie luksfery oraz stare okna drewniane i stalowe na okna PCV projektowany współczynnik przenikania ciepła:

$$U_o = 1,30 \text{ W/m}^2\text{K}$$

w tym szyby

$$U_{o_{szyb}} = 1,00 \text{ W/m}^2\text{K}$$

**Wymiana luksferów
na nowe okna PCV w areszcie**

	Symbol	Stan aktualny		Stan projektowany	
		Ilość	Jednostka	Ilość	Jednostka
Powierzchnia	A	31,6	m ²	31,6	m ²
Długość szczelin	L	0,0	m	0	m
Różnica temperatur	Δt	40	°C	40	°C
Ws. przenikania ciepła	U	4,60	W/m ² K	1,30	W/m ² K
Wsk. zużycia energii na przegrodach	Ws _{co}	8,084	GJ/(kW*rok)	8,084	GJ/(kW*rok)
Wsp. infiltracji powietrza	a	4,0	m ³ /(m ² *h*daPa ^{2/3})	0,5	m ³ /(m ² *h*daPa ^{2/3})
Wsk. zużycia energii na infiltrację	Ws _{inf}	0,0368	GJ/(a*m*rok)	0,0368	GJ/(a*m*rok)
Cena energii cieplnej	k	80,0	zł	80,0	zł

	Symbol	Stan aktualny		Stan projektowany		Efekt modernizacji	
		Ilość	Jednostka	Ilość	Jednostka	Ilość	Jednostka
Straty mocy	Φ	5,81	kW	1,64	kW	4,17	kW
Roczne zużycie energii	Q	47,00	GJ	13,28	GJ	33,72	GJ
Roczne koszty energii	K	3,76	tys. zł	1,06	tys. zł	2,70	tys. zł

	Symbol	Ilość	Jednostka
Cena wymiany okien	k	1200,0	zł/m ²
Koszt wymiany okien	K	37,92	tys. zł
Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych	SPBT	14,06	

Wymiana okien drewnianych na nowe PCV w areszcie

	Symbol	Stan aktualny		Stan projektowany	
		Ilość	Jednostka	Ilość	Jednostka
Powierzchnia	A	20,1	m ²	20,1	m ²
Długość szczelin	L	60,0	m	60	m
Różnica temperatur	Δt	40	°C	40	°C
Ws. przenikania ciepła	U	3,12	W/m ² K	1,30	W/m ² K
Wsk. zużycia energii na przegrodach	Ws _{co}	8,084	GJ/(kW*rok)	8,084	GJ/(kW*rok)
Wsp. infiltracji powietrza	a	4,0	m ³ /(m ² *h*daPa ^{2/3})	0,5	m ³ /(m ² *h*daPa ^{2/3})
Wsk. zużycia energii na infiltrację	Ws _{inf}	0,0368	GJ/(a*m*rok)	0,0368	GJ/(a*m*rok)
Cena energii cieplnej	k	80,0	zł	80,0	zł

	Symbol	Stan aktualny		Stan projektowany		Efekt modernizacji	
		Ilość	Jednostka	Ilość	Jednostka	Ilość	Jednostka
Straty mocy	Φ	2,51	kW	1,05	kW	1,46	kW
Roczne zużycie energii	Q	29,11	GJ	9,55	GJ	19,56	GJ
Roczne koszty energii	K	2,33	tys. zł	0,76	tys. zł	1,56	tys. zł

	Symbol	Ilość	Jednostka
Cena wymiany okien	k	1200,0	zł/m ²
Koszt wymiany okien	K	24,12	tys. zł
Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych	SPBT	15,42	

Wymiana luksferów na nowe okna PCV w warsztacie

	Symbol	Stan aktualny		Stan projektowany	
		Ilość	Jednostka	Ilość	Jednostka
Powierzchnia	A	6,0	m ²	6,0	m ²
Długość szczelin	L	0,0	m	0	m
Różnica temperatur	Δt	36	°C	36	°C
Ws. przenikania ciepła	U	4,60	W/m ² K	1,30	W/m ² K
Wsk. zużycia energii na przegrodach	Ws _{co}	6,852	GJ/(kW*rok)	6,852	GJ/(kW*rok)
Wsp. infiltracji powietrza	a	4,0	m ³ /(m ² *h*daPa ^{2/3})	0,5	m ³ /(m ² *h*daPa ^{2/3})
Wsk. zużycia energii na infiltrację	Ws _{inf}	0,0246	GJ/(a*m*rok)	0,0246	GJ/(a*m*rok)
Cena energii cieplnej	k	80,0	zł	80,0	zł

	Symbol	Stan aktualny		Stan projektowany		Efekt modernizacji	
		Ilość	Jednostka	Ilość	Jednostka	Ilość	Jednostka
Straty mocy	Φ	0,99	kW	0,28	kW	0,71	kW
Roczne zużycie energii	Q	6,81	GJ	1,92	GJ	4,88	GJ
Roczne koszty energii	K	0,54	tys. zł	0,15	tys. zł	0,39	tys. zł

	Symbol	Ilość	Jednostka
Cena wymiany okien	k	700,0	zł/m ²
Koszt wymiany okien	K	4,20	tys. zł
Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych	SPBT	10,75	

**Wymiana okien drewnianych
na nowe PCV w areszcie**

	Symbol	Stan aktualny		Stan projektowany	
		Ilość	Jednostka	Ilość	Jednostka
Powierzchnia	A	3,2	m ²	3,2	m ²
Długość szczelin	L	9,0	m	9	m
Różnica temperatur	Δt	36	°C	36	°C
Ws. przenikania ciepła	U	3,12	W/m ² K	1,30	W/m ² K
Wsk. zużycia energii na przegrodach	Ws _{co}	6,852	GJ/(kW*rok)	6,852	GJ/(kW*rok)
Wsp. infiltracji powietrza	a	4,0	m ³ /(m ² *h*daPa ^{2/3})	0,5	m ³ /(m ² *h*daPa ^{2/3})
Wsk. zużycia energii na infiltrację	Ws _{inf}	0,0246	GJ/(a*m*rok)	0,0246	GJ/(a*m*rok)
Cena energii cieplnej	k	80,0	zł	80,0	zł

	Symbol	Stan aktualny		Stan projektowany		Efekt modernizacji	
		Ilość	Jednostka	Ilość	Jednostka	Ilość	Jednostka
Straty mocy	Φ	0,36	kW	0,15	kW	0,21	kW
Roczne zużycie energii	Q	3,35	GJ	1,14	GJ	2,21	GJ
Roczne koszty energii	K	0,27	tys. zł	0,09	tys. zł	0,18	tys. zł

	Symbol	Ilość	Jednostka
Cena wymiany okien	k	700,0	zł/m ²
Koszt wymiany okien	K	2,24	tys. zł
Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych	SPBT	12,66	

**Wymiana okien stalowych
na nowe PCV w areszcie**

	Symbol	Stan aktualny		Stan projektowany	
		Ilość	Jednostka	Ilość	Jednostka
Powierzchnia	A	13,5	m ²	13,5	m ²
Długość szczelin	L	0,0	m	0	m
Różnica temperatur	Δt	36	°C	36	°C
Ws. przenikania ciepła	U	5,60	W/m ² K	1,30	W/m ² K
Wsk. zużycia energii na przegrodach	Ws _{co}	6,852	GJ/(kW*rok)	6,852	GJ/(kW*rok)
Wsp. infiltracji powietrza	a	4,0	m ³ /(m ² *h*daPa ^{2/3})	0,5	m ³ /(m ² *h*daPa ^{2/3})
Wsk. zużycia energii na infiltrację	Ws _{inf}	0,0246	GJ/(a*m*rok)	0,0246	GJ/(a*m*rok)
Cena energii cieplnej	k	80,0	zł	80,0	zł

	Symbol	Stan aktualny		Stan projektowany		Efekt modernizacji	
		Ilość	Jednostka	Ilość	Jednostka	Ilość	Jednostka
Straty mocy	Φ	2,72	kW	0,63	kW	2,09	kW
Roczne zużycie energii	Q	18,65	GJ	4,33	GJ	14,32	GJ
Roczne koszty energii	K	1,49	tys. zł	0,35	tys. zł	1,15	tys. zł

	Symbol	Ilość	Jednostka
Cena wymiany okien	k	700,0	zł/m ²
Koszt wymiany okien	K	9,45	tys. zł
Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych	SPBT	8,25	

1.2. Drzwi i bramy

1.2.1. Stan aktualny

Budynek posiada:

Areszty

Drzwi nowe $A = 1,8 \text{ m}^2$

Drzwi stare drewniane $A = 2,0 \text{ m}^2$

Warsztat

Drzwi stare drewniane $A = 3,6 \text{ m}^2$

Bramy $A = 48,0 \text{ m}^2$

Współczynnik przenikania ciepła dla drzwi nowych i bram określono na:

$$U_o = 2,00 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Współczynnik przenikania ciepła dla drzwi starych drewnianych określono na:

$$U_o = 3,00 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Współczynnik przepływu powietrza przez szczeliny dla drzwi drewnianych określono na:

$$a_o = 4,0 \text{ m}^3/(\text{m} \cdot \text{h} \cdot \text{daPa}^{2/3})$$

1.2.2. Stan projektowany

Przewiduje się wymianę drzwi starych drewnianych na drzwi Alu ocieplane

$$U_o = 1,70 \text{ W/m}^2\text{K}$$

**Wymiana drzwi drewnianych
na nowe Alu w areszcie**

	Symbol	Stan aktualny		Stan projektowany	
		Ilość	Jednostka	Ilość	Jednostka
Powierzchnia	A	2,0	m ²	2,0	m ²
Długość szczelin	L	6,0	m	6,0	m
Różnica temperatur	Δt	40	°C	40	°C
Ws. przenikania ciepła	U	3,00	W/m ² K	1,70	W/m ² K
Wsk. zużycia energii na przegrodach	W _{sco}	8,084	GJ/(kW*rok)	8,084	GJ/(kW*rok)
Wsp. infiltracji powietrza	a	4,0	m ³ /(m ² *h*daPa ^{2/3})	0,5	m ³ /(m ² *h*daPa ^{2/3})
Wsk. zużycia energii na infiltrację	W _{sinf}	0,0368	GJ/(a*m*rok)	0,0368	GJ/(a*m*rok)
Cena energii cieplnej	k	80,0	zł	80,0	zł

	Symbol	Stan aktualny		Stan projektowany		Efekt modernizacji	
		Ilość	Jednostka	Ilość	Jednostka	Ilość	Jednostka
Straty mocy	Φ	0,24	kW	0,14	kW	0,10	kW
Roczne zużycie energii	Q	2,82	GJ	1,21	GJ	1,61	GJ
Roczne koszty energii	K	0,23	tys. zł	0,10	tys. zł	0,13	tys. zł

	Symbol	Ilość	Jednostka
Cena wymiany drzwi	k	1000,0	zł/m ²
Koszt wymiany drzwi	K	2,00	tys. zł
Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych	SPBT	15,49	

Przewiduje się wymianę drzwi

**Wymiana drzwi drewnianych
na nowe Alu w warsztacie**

	Symbol	Stan aktualny		Stan projektowany	
		Ilość	Jednostka	Ilość	Jednostka
Powierzchnia	A	3,6	m ²	3,6	m ²
Długość szczelin	L	9,0	m	9	m
Różnica temperatur	Δt	36	°C	36	°C
Ws. przenikania ciepła	U	4,60	W/m ² K	1,30	W/m ² K
Wsk. zużycia energii na przegrodach	W _{sco}	6,852	GJ/(kW*rok)	6,852	GJ/(kW*rok)
Wsp. infiltracji powietrza	a	4,0	m ³ /(m ² *h*daPa ^{2/3})	0,5	m ³ /(m ² *h*daPa ^{2/3})
Wsk. zużycia energii na infiltrację	W _{sinf}	0,0246	GJ/(a*m*rok)	0,0246	GJ/(a*m*rok)
Cena energii cieplnej	k	80,0	zł	80,0	zł

	Symbol	Stan aktualny		Stan projektowany		Efekt modernizacji	
		Ilość	Jednostka	Ilość	Jednostka	Ilość	Jednostka
Straty mocy	Φ	0,60	kW	0,17	kW	0,43	kW
Roczne zużycie energii	Q	4,97	GJ	1,27	GJ	3,71	GJ
Roczne koszty energii	K	0,40	tys. zł	0,10	tys. zł	0,30	tys. zł

	Symbol	Ilość	Jednostka
Cena wymiany drzwi	k	1000,0	zł/m ²
Koszt wymiany drzwi	K	3,60	tys. zł
Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych	SPBT	12,14	

Przewiduje się wymianę drzwi

Efektywność ocieplenia ścian aresztów styropianem grafitowym o $\lambda \leq 0,032 \text{ W/mK}$

	Stan aktualny			Stan projektowany		
Pow. przegrody w osiach	321,1 m ²			321,1 m ²		
Pow. przegrody do ocieplenia	415,1 m ²			415,1 m ²		
Obliczeniowe Δt	40 °C			40 °C		
Układ warstwowy przegrody	d	λ	R _p	d	λ	R _p
	m	W/mK	m ² K/W	m	W/mK	m ² K/W
Tynk	0,015	0,82	0,018	0,015	0,82	0,018
Cegła pełna	0,25	0,77	0,325	0,25	0,77	0,325
Cegła silikatowa	0,130	1,00	0,130	0,130	1,00	0,130
			0			0
			0			0
-	-	-	0	-	-	0
	R _i	0,13	m ² K/W	R _i	0,13	m ² K/W
	R _e	0,04	m ² K/W	R _e	0,04	m ² K/W
	ΣR_p	0,47	m ² K/W	ΣR_p	0,47	m ² K/W
	R	0,64	m ² K/W	R	0,64	m ² K/W
	U _o	1,555	W/m ² K	U _o	1,555	W/m ² K
	Φ_o	20,0	kW	Φ_o	20,0	kW

Stan projektowany po dodatkowym ociepleniu						
Wskaźnik zużycia energii				8,084	GJ/kW	
Koszt energii cieplnej				52,5	zł/GJ	
Docieplenie polistyrenem ekstrudowanym				λ	0,032	W/mK
Cena ocieplenia	stała	200	zł/m ²	zmienna	350	zł/m ³

Grubość docieplenia	m	0,08	0,10	0,12	0,14	0,14
Projektowany R	m ² K/W	3,143	3,768	4,393	5,018	5,018
Projektowany "U _o "	W/m ² K	0,318	0,265	0,228	0,199	0,199
Projektowana strata mocy	kW	4,09	3,41	2,92	2,56	2,56
Efekt mocy	kW	15,89	16,57	17,05	17,42	17,42
Roczny efekt energii	GJ	128,5	133,9	137,9	140,8	140,8
Cena ocieplenia	zł/m ²	228,0	235,0	242,0	249,0	249,0
Koszt ocieplenia	tys. zł	94,64	97,55	100,45	103,36	103,36
Roczny efekt ocieplenia	tys. zł	6,74	7,03	7,24	7,39	7,39
SPBT	lat	14,03	13,87	13,88	13,98	13,98

Optymalnym ociepleniem jest warstwa 14 cm styropianu				U _o ≤ WT 2021		
Zamierzenie nie jest opłacalne				SPBT > 10 lat		

Efektywność ocieplenia ścian warsztatu styropianem grafitowym o $\lambda \leq 0,032 \text{ W/mK}$

Pow. przegrody w osiach	216,1 m ²			216,1 m ²		
Pow. przegrody do ocieplenia	275,5 m ²			275,5 m ²		
Obliczeniowe Δt	36 °C			36 °C		
Układ warstwowy przegrody	d	λ	Rp	d	λ	Rp
	m	W/mK	m ² K/W	m	W/mK	m ² K/W
Tynk	0,015	0,82	0,018	0,015	0,82	0,018
Cegła pełna	0,25	0,77	0,325	0,25	0,77	0,325
Cegła silikatowa	0,130	1,00	0,130	0,130	1,00	0,130
			0			0
			0			0
-	-	-	0	-	-	0
	Ri	0,13	m ² K/W	Ri	0,13	m ² K/W
	Re	0,04	m ² K/W	Re	0,04	m ² K/W
	ΣRp	0,47	m ² K/W	ΣRp	0,47	m ² K/W
	R	0,64	m ² K/W	R	0,64	m ² K/W
	Uo	1,555	W/m ² K	Uo	1,555	W/m ² K
	Φo	12,1	kW	Φo	12,1	kW

Stan projektowany po dodatkowym ociepleniu						
Wskaźnik zużycia energii				6,852	GJ/kW	
Koszt energii cieplnej				80,0	zł/GJ	
Docieplenie polistyrenem ekstrudowanym				λ	0,032	W/mK
Cena ocieplenia	stała	200	zł/m ²	zmienna	350	zł/m ³
Grubość docieplenia	m	0,08	0,10	0,12	0,14	0,14
Projektowany R	m ² K/W	3,143	3,768	4,393	5,018	5,018
Projektowany "U _o "	W/m ² K	0,318	0,265	0,228	0,199	0,199
Projektowana strata mocy	kW	2,48	2,06	1,77	1,55	1,55
Efekt mocy	kW	9,62	10,03	10,33	10,55	10,55
Roczny efekt energii	GJ	65,9	68,8	70,8	72,3	72,3
Cena ocieplenia	zł/m ²	228,0	235,0	242,0	249,0	249,0
Koszt ocieplenia	tys. zł	62,81	64,74	66,67	68,60	68,60
Roczny efekt ocieplenia	tys. zł	5,28	5,50	5,66	5,78	5,78
SPBT	lat	11,91	11,77	11,78	11,86	11,86
Optymalnym ociepleniem jest warstwa 14 cm styropianu				U _o ≤ WT 2021		
Zamierzenie nie jest opłacalne				SPBT > 10 lat		

1.4. Stropodachy

1.4.1. Stan aktualny

Budynek posiada:

Przegroda	Konstrukcja	Pomiar	Bilans	Ocieplenie
		m ²	m ²	m ²
Stropodach aresztu	DZ-3	295,6	295,6	295,6
Stropodach warsztatu	Płyty kanałowe	281,5	281,5	281,5
Razem		577,1	577,1	577,1

1.4.2. Stan projektowany

Przewiduje się ocieplenie stropodachów styropapą o $\lambda \leq 0,039 \text{ W/mK}$

Efektywność docieplenia styropapą stropodachu aresztów

	Stan aktualny			Stan projektowany		
Pow. przegrody w osiach	295,6 m ²			295,6 m ²		
Pow. przegrody do ocieplenia	295,6 m ²			295,6 m ²		
Obliczeniowe Δt	40 °C			40 °C		
Układ warstwowy przegrody	d	λ	R _p	d	λ	R _p
	m	W/mK	m ² K/W	m	W/mK	m ² K/W
Tynk	0,015	0,82	0,018	0,015	0,82	0,018
Strop DZ-3	0,240	1,00	0,240	0,240	1,00	0,240
Suprema	0,100	0,16	0,625	0,100	0,16	0,625
Wylewka cementowa	0,040	1,00	0,040	0,040	1,00	0,040
Papa	0,020	0,18	0,111	0,020	0,18	0,111
	R _i	0,13	m ² K/W	R _i	0,13	m ² K/W
	R _e	0,04	m ² K/W	R _e	0,04	m ² K/W
	ΣR_p	1,03	m ² K/W	ΣR_p	1,03	m ² K/W
	R	1,20	m ² K/W	R	1,20	m ² K/W
	U _o	0,830	W/m ² K	U _o	0,830	W/m ² K
	Φ_o	9,8	kW	Φ_o	9,8	kW

Stan projektowany po dodatkowym ociepleniu						
Wskaźnik zużycia energii				8,084	GJ/kW	
Koszt energii cieplnej				80,0	zł/GJ	
Docieplenie styropapą				λ	0,039	W/mK
Cena ocieplenia		stała	250 zł/m ²	zmienna	340	zł/m ³
Grubość docieplenia	m	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30
Projektowany R	m ² K/W	3,769	5,051	6,333	7,615	8,897
Projektowany "U _o "	W/m ² K	0,265	0,198	0,158	0,131	0,112
Projektowana strata mocy	kW	3,14	2,34	1,87	1,55	1,33
Efekt mocy	kW	6,68	7,48	7,95	8,26	8,49
Roczny efekt energii	GJ	54,0	60,4	64,3	66,8	68,6
Cena ocieplenia	zł/m ²	284,0	301,0	318,0	335,0	352,0
Koszt ocieplenia	tys. zł	83,95	88,98	94,00	99,03	104,05
Roczny efekt ocieplenia	tys. zł	4,32	4,83	5,14	5,34	5,49
SPBT	lat	19,43	18,40	18,28	18,53	18,95
Optymalnym ociepleniem jest warstwa 25 cm styropapy				U _o ≤ WT 2021		
Zamierzenie nie jest opłacalne przy finansowaniu własnym				SPBT < 10 lat		

Efektywność docieplenia styropapą stropodachu warsztatu

	Stan aktualny			Stan projektowany		
Pow. przegrody w osiach	281,5 m ²			281,5 m ²		
Pow. przegrody do ocieplenia	281,5 m ²			281,5 m ²		
Obliczeniowe Δt	36 °C			36 °C		
Układ warstwowy przegrody	d	λ	R _p	d	λ	R _p
	m	W/mK	m ² K/W	m	W/mK	m ² K/W
Tynk	0,015	0,82	0,018	0,015	0,82	0,018
Płyty kanałowe	0,240	1,00	0,240	0,240	1,00	0,240
Suprema	0,050	0,16	0,313	0,050	0,16	0,313
Wylewka cementowa	0,040	1,00	0,040	0,040	1,00	0,040
Papa	0,020	0,18	0,111	0,020	0,18	0,111
	R _i	0,13	m ² K/W	R _i	0,13	m ² K/W
	R _e	0,04	m ² K/W	R _e	0,04	m ² K/W
	ΣR_p	0,72	m ² K/W	ΣR_p	0,72	m ² K/W
	R	0,89	m ² K/W	R	0,89	m ² K/W
	U _o	1,121	W/m ² K	U _o	1,121	W/m ² K
	Φ_o	11,4	kW	Φ_o	11,4	kW

Stan projektowany po dodatkowym ociepleniu						
Wskaźnik zużycia energii				6,852	GJ/kW	
Koszt energii cieplnej				80,0	zł/GJ	
Docieplenie styropapą				λ	0,039	W/mK
Cena ocieplenia	stała	250	zł/m ²	zmienna	340	zł/m ³
Grubość docieplenia	m	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30
Projektowany R	m ² K/W	3,456	4,738	6,020	7,302	8,584
Projektowany "U _o "	W/m ² K	0,289	0,211	0,166	0,137	0,116
Projektowana strata mocy	kW	2,93	2,14	1,68	1,39	1,18
Efekt mocy	kW	8,43	9,22	9,68	9,97	10,18
Roczny efekt energii	GJ	57,8	63,2	66,3	68,3	69,8
Cena ocieplenia	zł/m ²	284,0	301,0	318,0	335,0	352,0
Koszt ocieplenia	tys. zł	79,95	84,73	89,52	94,30	99,09
Roczny efekt ocieplenia	tys. zł	4,62	5,06	5,31	5,47	5,58
SPBT	lat	17,30	16,76	16,87	17,25	17,75
Optymalnym ociepleniem jest warstwa 25 cm styropapy				U _o ≤ WT 2021		
Zamierzenie nie jest opłacalne przy finansowaniu własnym				SPBT < 10 lat		

1.5. Podłogi - sprawdzenie ciepłochronności

Podłoga na gruncie areszt

Powierzchnia przegrody	295,6 m ²		
Obliczeniowe Δt	12 °C		
Układ warstwowy przegrody	d	λ	R _p
	m	W/mK	m ² K/W
Wylewka betonowa	0,04	1,00	0,040
Żużłobeton	0,05	0,25	0,200
Piasek	0,15	0,7	0,214
-	-	-	0

ΣR_p	0,45	m ² K/W
R _g	0,7	m ² K/W
R	1,15	m ² K/W

U _o	0,866	W/m ² K
Φ_o	3,1	kW

Podłoga na gruncie warsztat

Powierzchnia przegrody	281,5 m ²		
Obliczeniowe Δt	8 °C		
Układ warstwowy przegrody	d	λ	R _p
	m	W/mK	m ² K/W
Wylewka betonowa	0,04	1,00	0,040
Żużłobeton	0,05	0,25	0,200
Piasek	0,15	0,7	0,214
-	-	-	0

ΣR_p	0,45	m ² K/W
R _g	0,7	m ² K/W
R	1,15	m ² K/W

U _o	0,866	W/m ² K
Φ_o	2,0	kW

1.6. Zestawienie przegród budowlanych

Lp.	Przegrody docieplane		Dane techniczne docieplenia					
			ilość		d	λ	"U" przegrody	
			bilans	ociepl.			akt.	proj.
	Stan aktualny	Stan projektowany	m ²		cm	W/mK	W/m ² K	W/m ² K
1	Luksfery areszt	Wymiana na PCV	31,6	31,6	-	-	4,600	1,300
2	Okna drew. areszt	Wymiana na PCV	20,1	20,1	-	-	3,120	1,300
3	Luksfery warsztat	Wymiana na PCV	6,0	6,0	-	-	4,600	1,300
4	Okna drew. warsz.	Wymiana na PCV	3,2	3,2	-	-	3,120	1,300
5	Okna stal warsz.	Wymiana na PCV	13,5	13,5	-	-	5,600	1,300
6	Drzwi drew. areszt	Wymiana na Alu	2,0	2,0	-	-	3,000	1,700
7	Drzwi drew. warsz.	Wymiana na Alu	3,6	3,6	-	-	3,000	1,700
8	Ściany areszt	Ocieplenie styropianem	321,1	415,1	14,0	0,032	1,555	0,199
9	Ściany warsztat	Ocieplenie styropianem	216,1	275,5	14,0	0,032	1,555	0,199
10	Stropodach areszt	Ocieplenie styropapą	295,6	295,6	25,0	0,039	0,830	0,131
11	Stropodach warsz.	Ocieplenie styropapą	281,5	281,5	25,0	0,039	1,281	0,137
Razem przegrody docieplane			1 194,3	1 347,7				

Lp. Przegrody bez docieplenia								
12	Drzwi nowe areszt		1,8	1,8			2,000	2,000
11	Bramy nowe warsztat		48,0	48,0			2,000	2,000
11	Ściana wewnętrzna		31,6	31,6			1,950	1,950
14	Podłoga na gruncie areszt		295,6	295,6			0,886	0,886
15	Podłoga na gruncie warsztat		281,5	281,5			0,866	0,866
Razem przegrody bez docieplenia			658,5	658,5				

Ogółem wszystkie przegrody			1 852,8	2 006,2				
Przegrody do karty audytu			1 557,2	1 974,6				

2. Bilans mocy i energii cieplnej

2.1. Założenia

2.1.1. Temperatury obliczeniowe:

a/ zewnętrzna dla III strefy klimatycznej
b/ wewnętrzna

$t_z = -20^{\circ}\text{C}$
 $t_w = +20/16^{\circ}\text{C}$

2.1.2. Wentylacja

Wentylacja grawitacyjna

Stosowana jest wentylacja grawitacyjna o obliczeniowej średniej krotności wymian powietrza na godzinę $n = 1,0$ w aresztach i $n = 2,0$ w warsztacie

2.2. Ciepła woda użytkowa

Nie wchodzi w zakres niniejszego audytu.

2.3. Obliczenia

Kubatura całkowita	V	1 956	m ³
Temperatura obliczeniowa zewnętrzna	t _{oz}	-20	°C
Temperatura obliczeniowa wewnętrzna	t _{ow1}	20	°C
Temperatura obliczeniowa wewnętrzna	t _{ow2}	16	m ³

Strumień powietrza wentylacji grawitacyjnej	V _{wg1}	548	m ³
Strumień powietrza wentylacji grawitacyjnej	V _{wg2}	1 702	m ³
Razem strumień powietrza wentylacyjnego	V _{wg}	2 250	m ³

Wentylacja grawitacyjna	$\Phi_{wg1} = V_{wg1} * [0,34 * (t_{ow1} - t_{oz}) - 7]$	3,6	kW
	$\Phi_{wg2} = V_{wg2} * [0,34 * (t_{ow2} - t_{oz}) - 7]$	8,9	kW
	$\Phi_{wg} = \Phi_{wg1} + \Phi_{wg2}$	12,5	kW

Straty mocy cieplnej na przegrodach $\Phi_p = \sum \Delta t_i * A_i * k_i$ $\Phi_{p\text{efekt}} = \Phi_{p\text{akt}} - \Phi_{p\text{doc}}$									
Przełoda	t _{ow} -t _{oz} °C	Powierzchnia		Wsp. "U"			Moc "Φ"		
		akt.	doc.	akt.	proj.	WT	akt.	doc.	WT
		m ²	m ²	W/m ² K	W/m ² K	W/m ² K	kW	kW	kW
Luksfery areszt	40	31,6	31,6	4,60	1,30	1,30	5,8	1,6	1,6
Okna drew. areszt	40	20,1	20,1	3,12	1,30	1,30	2,5	1,0	1,0
Luksfery warsztat	36	6,0	6	4,60	1,30	1,30	1,0	0,3	0,3
Okna drew. warsz.	36	3,2	3,2	3,12	1,30	1,30	0,4	0,1	0,1
Okna stal warsz.	36	13,5	13,5	5,60	1,30	1,30	2,7	0,6	0,6
Drzwi drew. areszt	40	2,0	2	3,00	1,70	1,70	0,2	0,1	0,1
Drzwi drew. warsz.	36	3,6	3,6	3,00	1,70	1,70	0,4	0,2	0,2
Ściany areszt	40	321,1	321,1	1,56	0,20	0,00	20,0	2,6	0,0
Ściany warsztat	36	216,1	216,1	1,56	0,20	0,25	12,1	1,5	1,9
Stropodach areszt	40	295,6	295,6	0,83	0,13	0,25	9,8	1,5	3,0
Stropodach warsz.	36	281,5	281,5	1,28	0,14	0,20	13,0	1,4	2,0
Drzwi nowe areszt	40	1,8	1,8	2,00	2,00	1,30	0,1	0,1	0,1
Bramy nowe warsztat	36	48,0	48	2,00	2,00	1,30	3,5	3,5	2,2
Ściana wewnętrzna	4	31,6	31,6	1,95	1,95	1,30	0,2	0,2	0,2
Podłoga na gruncie areszt	12	295,6	295,6	0,89	0,89	0,89	3,1	3,1	3,1
Podłoga na gruncie warsztat	8	281,5	281,5	0,87	0,87	0,30	2,0	2,0	0,7
Razem przegrody		1 852,8	1 852,8				76,8	20,1	17,4
Centralne ogrzewanie $\Phi_{co} = \Phi_p + \Phi_{wg}$							89,4	32,6	29,9

Zestawienie zapotrzebowania mocy	V	Φ _p	Φ _{wg}	Φ _{wm}	Φ _{cwu}	Φ _{str}	Φ _{co} /V	ΣΦ
KMP Tychy Areszty	m ³	kW	kW	kW	kW	kW	W/m ³	kW
Stan aktualny	1 956	76,8	12,5	0	0,0	0	45,7	89,4
w tym Φ _{co} = Φ _p + Φ _{wg}		89,4						

Stan wg WT 2014	1 956	17,4	12,5	0	0,0	0	15,3	29,9
w tym Φ _{co} = Φ _p + Φ _{wg}		29,9						

Zestawienie zapotrzebowania mocy	V	Φ _p	Φ _{wg}	Φ _{wm}	Φ _{cwu}	Φ _{str}	Φ _{co} /V	ΣΦ
KMP Tychy Areszty	m ³	kW	kW	kW	kW	kW	W/m ³	kW
Stan projektowany	1 956	20,1	12,5	0	0,0	0	16,7	32,6
w tym Φ _{co} = Φ _p + Φ _{wg}		32,6						

3. Koszty eksploatacyjne

3.1. Rodzaje energii cieplnej

3.1.1. Energia użytkowa (netto) „Q_u”

Energia użytkowa (netto) „Q_u” jest to energia zużywana w obiekcie bez uwzględnienia:

- ograniczania ogrzewania poza godzinami użytkowania
- sprawności regulacji i wykorzystania energii
- sprawności urządzeń technologicznych
- sprawności przygotowania c.w.u.
- sprawności źródła ciepła
- zysków ciepła

3.1.2. Energia końcowa (brutto) „Q_k”

Energia użytkowa (brutto) „Q_k” jest to energia zużywana w obiekcie z uwzględnieniem:

- ograniczania ogrzewania poza godzinami użytkowania
- sprawności regulacji i wykorzystania energii
- sprawności urządzeń technologicznych
- sprawności przygotowania c.w.u.
- sprawności źródła ciepła
- zysków ciepła i zysków energii solarnej
- strat sieci ciepłych

3.1.3. Energia początkowa „Q_p”

Energia końcowa „Q_k” jest to energia końcowa „Q_k” zużywana w obiekcie z uwzględnieniem współczynnika nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej „w_i” na wytworzenie nośnika energii lub dostarczenia energii do obiektu.

3.2. Założenia obliczeniowe

3.2.1. Centralne ogrzewanie

Energia użytkowa „Q_u”:

$$Q_{co,u} = Q_{przeg} + Q_{wg} + Q_{inf}$$

gdzie:

$$Q_{przeg} = \Phi_{prz} * W_{sp} \quad (\text{wsp. } W_{sp} \text{ obliczony indywidualnie dla danej strefy klimatycznej})$$

$$Q_{wg} = \Phi_{wg} * W_{sp} \quad (\text{wsp. } W_{sp} \text{ obliczony indywidualnie dla danej strefy klimatycznej})$$

$$Q_{inf} = L * a * W_{s,inf} \quad (\text{wsp. } W_{s,inf} \text{ obliczony indywidualnie dla danej strefy klimatycznej})$$

Energia końcowa „Q_k”:

$$Q_{co,k} = W_{H,d} * W_{H,t} * \frac{Q_{co,u} - Q_{zysk}}{\eta_{H,e} * \eta_{H,d} * \eta_{H,s} * \eta_{H,g}}$$

Energia pierwotna „Q_p”:

$$Q_{co,p} = Q_{co,k} * W_{co}$$

3.2.2. Ciepła woda użytkowa

Energia użytkowa „Q_u”:

$$Q_{cwu,u} = G_{cwu} * \Delta t * c_p$$

Energia końcowa „Q_k”:

$$Q_{cwu,k} = \frac{Q_{cwu,u}}{\eta_{W,e} * \eta_{W,d} * \eta_{W,s} * \eta_{W,g}}$$

Energia pierwotna „Q_p”:

$$Q_{co,p} = Q_{co,k} * W_{co}$$

3.2.3. Wentylacja mechaniczna i odbiory technologiczne

Energia użytkowa „Q_u”:

$$Q_{i,u} = t * \frac{\Phi_i}{W_{odzysk}}$$

Energia końcowa „Q_k”:

$$Q_{i,k} = \frac{Q_{i,u}}{\eta_{H,i} * \eta_{H,g}}$$

Energia pierwotna „Q_p”:

$$Q_{i,p} = Q_{i,k} * W_i$$

3.3. Obliczenia kosztów eksploatacyjnych

Obliczenia zużycia energii i kosztów eksploatacyjnych w załączniku nr 1.

Rozdział V

Przedsięwzięcia termomodernizacyjne

1. Termorenowacja

Zakres prac

Lp.	Przegrody docieplane		Dane techniczne docieplenia						Koszty docieplenia			
			ilość		d	λ	"U" przegrody		cena jedn.	koszt	efekt roczny	SPBT
			bilans	ociepl.			akt.	proj.				
	Stan aktualny	Stan projektowany	m ²		cm	W/mK	W/m ² K	W/m ² K	zł/m ²	tys. zł	tys. zł	lat
1	Luksfery areszt	Wymiana na PCV	31,6	31,6	-	-	4,600	1,300	1 200	37,920	2,70	14,0
2	Okna drew. areszt	Wymiana na PCV	20,1	20,1	-	-	3,120	1,300	1 200	24,120	1,56	15,5
3	Luksfery warsztat	Wymiana na PCV	6,0	6,0	-	-	4,600	1,300	700	4,200	0,39	10,8
4	Okna drew. warsz.	Wymiana na PCV	3,2	3,2	-	-	3,120	1,300	700	2,240	0,18	12,4
5	Okna stal warsz.	Wymiana na PCV	13,5	13,5	-	-	5,600	1,300	700	9,450	1,15	8,2
6	Drzwi drew. areszt	Wymiana na Alu	2,0	2,0	-	-	3,000	1,700	1 000	2,000	0,13	15,4
7	Drzwi drew. warsz.	Wymiana na Alu	3,6	3,6	-	-	3,000	1,700	1 000	3,600	0,30	12,0
8	Ściany areszt	Ocieplenie styropianem	321,1	415,1	14,0	0,032	1,555	0,199	249	103,360	7,39	0,0
9	Ściany warsztat	Ocieplenie styropianem	216,1	275,5	14,0	0,032	1,555	0,199	249	68,600	5,78	11,9
10	Stropodach areszt	Ocieplenie styropapą	295,6	295,6	25,0	0,039	0,830	0,131	335	99,026	5,34	18,5
11	Stropodach warsz.	Ocieplenie styropapą	281,5	281,5	25,0	0,039	1,281	0,137	335	94,303	5,47	17,2
Razem przegrody docieplane			1 194,3	1 347,7					333,0	448,818	30,39	14,8

$$K_{i1} = 448,818 \text{ tys. zł}$$

1.2. Zapotrzebowanie mocy cieplnej po termorenowacji

Zestawienie zapotrzebowania mocy	V	Φ_p	Φ_{wg}	Φ_{wm}	Φ_{cwu}	Φ_{str}	Φ_{co}/V	$\Sigma\Phi$
KMP Tychy Areszty	m ³	kW	kW	kW	kW	kW	W/m ³	kW
Stan projektowany	1 956	20,1	12,5	0	0,0	0	16,7	32,6
w tym $\Phi_{co} = \Phi_p + \Phi_{wg}$		32,6						

2. Modernizacja systemu grzewczego

2.1. Instalacja c.o.

2.1.1. Rozwiązania techniczne

Instalacja c.o. posiada grzejniki żeliwne oraz grzejniki z rur ożebrowanych bez zaworów termostatycznych. Przewiduje się wymianę instalacji c.o. z zabudową grzejników stalowych panelowych z zaworami termostaticznymi

$$I = 44 \text{ (pkt)}$$

Modernizacja instalacji podniesie sprawność wykorzystanie i regulacji instalacji c.o. o około 15 %.

2.1.2 Koszty inwestycyjne

Koszty modernizacji instalacji c.o. z wymianą orurowania i grzejników

Wyszczególnienie	Ilość pkt	Cena zł/pkt	Koszt zł
Zawory termostatyczne	44	200	8 800
Grzejniki	44	900	39 600
Ruraż i pozostałe koszty	44	900	39 600
Razem	44	2 000	88 000

$$K_{i2} = 88,000 \text{ tys. zł}$$

2.2. Źródło ciepła

2.2.1. Rozwiązania techniczne

Nie przewiduje się modernizacji.

3. Modernizacja kompleksowa

3.1. Koszty inwestycyjne

3. Modernizacja kompleksowa

3.1. Koszty inwestycyjne

Poz.	Wyszczególnienie	Jedn.	Ilość jedm.	Cena zł/jedm.	Koszt tys. zł
Ki ₁	Termorenowacja	m ²	1 347,7	-	448,818
Ki ₂	Modernizacja instalacji c.o.	pkt	44	2 000	88,000
Ki ₃	Modernizacja kotłowni	-	0	0	0,000
Ki ₄	Inne				0,000
Ki ₅	Inne				0,000
	Razem				536,818
	Dokumentacja techniczna			10%	53,682
	Ogółem Ki				590,500

3.2. Koszty eksploatacyjne

Obliczenia zużycia energii i kosztów eksploatacyjnych w załączniku nr 2.

Rozdział VI

Podsumowanie

1. Porównanie kosztów

Koszty inwestycyjne i ceny paliwa na poziomie 2015 r.

	Zamierzenie	Koszty		Efekt rocznych kosztów eksploat.	Roczne zużycie energii brutto	Cena energii brutto	SPBT
		Inwestycyjne	Roczne eksploatacyjne				
		zł	zł		GJ	zł/GJ	lat
1.	Stan aktualny wg Rozdziału IV	0	49 804	-	714	69,8	-
2.	Stan projektowany wg Rozdziału V	590 900	15 447	34 357	206	75,0	17,2

Czas zwrotu nakładów inwestycyjnych przekracza 10 lat.

Projektowana termomodernizacja nie jest zamierzeniem opłacalnym przy stałych cenach energii i finansowaniu własnym

2. "Cash flow" dla 15 lat eksploatacji

Koszty inwestycyjne wg Rozdziału V pkt. 3.2.	590 900	zł
Efekt rocznych kosztów eksploatacyjnych w cenach 2014	34 357	zł
Roczny wskaźnik wzrostu cen paliwa	1,06	

Lp.	Wyszczególnienie	Wariant "1" Finansowanie własne		Wariant "2" Finansowanie własne z dofinansowaniem WFOŚiGW		Wariant "3" Nie analizowano	
		obliczenia NPV w załączniku nr 1		obliczenia NPV w załączniku nr 2			
		%	zł	%	zł	%	zł
1	Środki własne	100,0	590 900	50,0	295 450	-	-
2	Pożyczka	-	-	-	-	-	-
3	Dotacja	-	-	50,0	295 450	-	-
4	Kredyt komercyjny	-	-	-	-	-	-
5	Inne	-	-	-	-	-	-
Razem koszty		100,0	590 900	100,0	590 900	-	-
NPV			-28 800		266 400		

Z "cash flow" wynika:

a/ inwestycja finansowana ze środków własnych (Wariant "1") jest opłacalna

b/ inwestycja finansowana ze środków własnych i WFOŚiGW (Wariant "2") jest opłacalna

Rozdział VII

Efekt ekologiczny

Emisja zanieczyszczeń przy zasilaniu z m.s.c.

Zużycie energii cieplnej w obiekcie w GJ

	Stan akt.	Stan proj.	Efekt
EU (netto)	596,3	198,1	398,2
EK (brutto)	713,7	206,2	507,5
EP	927,8	268,1	659,8

Sprawności m.s.c. i parametry paliwa - węgiel energetyczny

Sprawność odpylania	$\eta_o = 0,98$	
Wartość opałowa paliwa	WO = 21,34	MJ/kg
Zawartość siarki w paliwie	$S_c = 0,8$	%
Zawartość popiołu w paliwie	$A_r = 18,0$	%
Unos części lotnych	$a_{pl} = 5,0$	%

Zużycie paliwa w źródle m.s.c. - węgiel energetyczny

$$G_{az} = \frac{EP}{WO}$$

$G_{az \text{ akt}} =$	43,5 Mg
$G_{az \text{ proj}} =$	12,6 Mg

Wskaźniki emisji dla spalania węgla energetycznego

Zanieczyszczenie	Wzór obliczeniowy	Wskaźnik kg/Mg
Pył	$(1-n)*3,0*A_r/(1-a_{pl})$	1,14
SO ₂	$17 * S_c$	13,6
NO ₂	4,0	4,0
CO	5,0	5,0
b-a-p	0,0004	0,0004
CO ₂	93,80 kg/GJ	2 200

Efekt ekologiczny

Rodzaj emisji	Jednostka	Wielkość aktualna	Wielkość planowa	Zmiana bezwzględna	Zmiana względna w %
-	-	a	b	c = a - b	d = c/a * 100%
Pył	Mg	0,05	0,01	0,04	71,1
SO ₂	Mg	0,59	0,17	0,42	71,1
NO ₂	Mg	0,17	0,05	0,12	71,1
CO	Mg	0,22	0,06	0,15	71,1
b-a-p	kg	0,02	0,01	0,01	71,1
CO ₂	Mg	87,0	25,1	61,9	71,1

Załącznik nr 1

Analiza zużycia energii i kosztów dla stanu bazowego

Budynek aresztów KMP Tychy

1. Bazowe zyski energii cieplnej

Powierzchnia użytkowa A_u	431	m^2
-----------------------------	-----	-------

Zyski z przeszklania Q_{sol}

Elewacja	Powł.	Wskaźnik	Wskaźnik	Zysk	Wsp.		Zysk	
	okien	przeszklenia	przepuszczaln.	jednostkowy	korekcyjne		roczny	
	A	k	g	q_{sol}	Z_{sol}	k_a	Q_{sol}	
	m^2	-	-	$KWh/(m^2 \cdot rok)$			KWh/rok	GJ/rok

Okna stare								
SW	22,8	0,7	0,75	310	1,0	0,9	3 340	12,0
NW	1,1	0,7	0,75	160	1,0	0,9	83	0,3
NE	11,8	0,7	0,75	165	1,0	0,9	920	3,3
SE	1,0	0,7	0,75	320	1,0	0,9	151	0,5
Dachowe		0,7	0,75	300	1,0	0,9	0	0,0
Razem	37						4 494	16,2

Okna nowe								
SW		0,7	0,67	310	1,0	0,9	0	0,0
NW		0,7	0,67	160	1,0	0,9	0	0,0
NE		0,7	0,67	165	1,0	0,9	0	0,0
SE		0,7	0,67	320	1,0	0,9	0	0,0
Dachowe		0,9	0,67	300	1,0	0,9	0	0,0
Razem	0						0	0,0

Σ okien	36,7						4493,9	16,2
----------------	------	--	--	--	--	--	--------	------

Średnie zyski wewnętrzne adekwatne dla analizowanego obiektu Q_{int}

Czas sezonu grzewczego	Zysk jednostkowy	Współczyn. wykorzystania	Zysk roczny	
T	q_{int}		Q_{int}	
h	W/m^2		KWh/rok	GJ/rok
5 328	5,0	0,3	3 445	12,4

Zyski łączne - okna i zyski wewnętrzne

Zysk roczny $Q_z = Q_{sol} + Q_{int}$	KWh/rok	GJ/rok
	7 938	28,6

Średni roczny zysk jednostkowy w stosunku do powierzchni użytkowej

Wyszczególnienie	$kWh/(A_u \cdot rok)$	$GJ/(A_u \cdot rok)$
Zyski z przeszklania	0,0	0,000
Zyski wewnętrzne	8,0	0,029
Zyski łączne	18,4	0,066

2. Bazowe roczne zużycie energii i paliwa

Zestawienie

Powierzchnia ogrzewana	A_{ogrz}	431	m^2
Kubatura ogrzewana	V_{ogrz}	1 399	m^3
Moc cieplna c.o.	Φ_{co}	89,4	kW
Moc cieplna wentylacji mechanicznej.	Φ_{wm}	0,0	kW
Moc cieplna urządzeń technologicznych.	Φ_{tech}	0,0	kW
Moc cieplna c.w.u.	Φ_{cwu}	0,0	kW
Moc cieplna strat	Φ_{str}	0,0	kW
Razem moc cieplna	Φ	89,4	kW
Sprawność źródła ciepła systemu grzewczego	$\eta_{H,g}$	0,98	
Sprawność źródła ciepła systemu c.w.u.	$\eta_{W,g}$	0,98	
Wskaźnik zużycia energii cieplnej c.o.	W_{sp}	6,852	GJ/kW
Energia cieplna c.o. netto (przegrody + wg)	$Q_p + Q_{wg}$	612,6	GJ/a
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.	$\eta_{H,e}$	0,90	
Długość przylgni w stolarcie starej	L_{star}	84	mb
Strumień infiltracji w stolarcie starej	a_{star}	4,00	$m^3/(m^2 \cdot h \cdot daPa^{2/3})$
Długość przylgni w stolarcie nowej	L_{now}	0	mb
Strumień infiltracji w stolarcie nowej	a_{now}	0,50	$m^3/(m^2 \cdot h \cdot daPa^{2/3})$
Wskaźnik infiltracji	$W_{s inf}$	0,0368	GJ/(a * m * rok)
Energia cieplna infiltracji netto	Q_{inf}	12,4	GJ/a
Energia cieplna zysków - obliczenia w tekście	Q_{zysk}	-28,6	GJ
Roczne zużycie c.w.u. - obliczenia w tekście	$G_{a cwu}$	0,0	Mg
Sprawność akumulacji ciepła c.w.u.	$\eta_{W,s}$	0,85	
Sprawność transportu ciepła c.w.u.	$\eta_{W,d}$	0,80	
Sprawność wykorzystania ciepła c.w.u.	$\eta_{W,e}$	1,00	
Czas pracy wentylacji mechanicznej	t_{wm}	0	h
Sprawność wentylacji mechanicznej	η_{wm}	1,00	
Czas pracy urządzeń technologicznych	t_{tech}	0	h
Sprawność systemów technologicznych	η_{tech}	1,00	
Energia cieplna strat - obliczenia w tekście	$Q_{str netto}$	0,000	GJ
Uzysk energii solarnej - obliczenia w tekście	Q_{sol}	0,000	GJ
Roczne zużycie energii el. - obliczenia w tekście	Q_{el}	0,000	MWh

Podsumowanie

Wyszczególnienie	Energia użytkowa EU		Energia końcowa EK		Energia pierwotna EP		
	GJ	kWh/(m ² *a)	GJ	kWh/(m ² *a)	Wskaźnik	GJ	kWh/(m ² *a)
$\Sigma Q_{co} = Q_p + Q_{wg} + Q_{inf} - Q_{zysk}$	596,4	384,3	713,7	460,0	1,3	927,8	598,0
Q_{cwu}	0,0	-	0,0	-	1,3	0,0	-
Q_{wm}	0,0	-	0,0	-	1,3	0,0	-
Q_{tech}	0,0	-	0,0	-	1,3	0,0	-
Q_{str}	0,0	-	0,0	-	1,3	0,0	-
Q_{sol}	0,0	-	0,0	-	0,0	0,0	-
Q_{el}	0,0	-	0,0	-	3,0	0,0	-
Razem	596,355	384,348	713,703	460,0		927,814	598,0

3. Bazowe koszty eksploatacyjne

Moc zamówiona	0,0894	MW
Energia cieplna końcowa	713,703	GJ

Lp.	Wyszczególnienie kosztów	Zużycie	Cena	zł	%
I	1 Energia cieplna	713,703 GJ	50,25 zł/GJ	35 864	72,0
	2 Moc zamówiona	0,0894 MW	12994,0 zł/MW m-c	13 940	28,0
	Razem koszty energii cieplnej lub paliwa (K_{en})			49 804	100,0
II	1 Konserwacja i obsługa			0	0,0
	2 Energia elektryczna napędy	0,00 MWh	0 zł/MWh	0	0,0
	3 Remonty bieżące			0	0,0
	4 Inne			0	0,0
	5 Ochrona środowiska		- zł/Mg	0	0,0
	Razem koszty obsługi (K_{ob})			0	0,0
Ogółem koszty eksploatacji ($K_e = K_{en} + K_{ob}$)				49 804	100,0
III	Jednostkowa cena energii cieplnej w paliwie (K_{en}/Q)			69,8	zł/GJ
IV	Jednostkowa łączna cena energii cieplnej (K_e/Q)			69,8	zł/GJ

Załącznik nr 2

Analiza zużycia energii i kosztów dla stanu projektowanego

Budynek aresztów KMP Tychy

1. Projektowane zyski energii cieplnej

Powierzchnia użytkowa A_u	431	m^2
-----------------------------	-----	-------

Zyski z przeszklania Q_{sol}

Elewacja	Pow.	Wskaźnik	Wskaźnik	Zysk	Wsp.		Zysk	
	okien	przeszklenia	przepuszczaln.	jednostkowy	korekcyjne		roczny	
	A	k	g	q_{sol}	Z_{sol}	k_a	Q_{sol}	
	m^2	-	-	$KWh/(m^2 \cdot rok)$			KWh/rok	GJ/rok

Okna stare

SW		0,7	0,75	310	1,0	0,9	0	0,0
NW		0,7	0,75	160	1,0	0,9	0	0,0
NE		0,7	0,75	165	1,0	0,9	0	0,0
SE		0,7	0,75	320	1,0	0,9	0	0,0
Dachowe		0,7	0,75	300	1,0	0,9	0	0,0
Razem	0						0	0,0

Okna nowe

SW	22,8	0,7	0,67	310	1,0	0,9	2 983	10,7
NW	1,1	0,7	0,67	160	1,0	0,9	74	0,3
NE	11,8	0,7	0,67	165	1,0	0,9	822	3,0
SE	1	0,7	0,67	320	1,0	0,9	135	0,5
Dachowe	0	0,9	0,5	300	1,0	0,9	0	0,0
Razem	37						4 015	14,5

Σ okien	36,7						4014,6	14,5
----------------	------	--	--	--	--	--	--------	------

Średnie zyski wewnętrzne adekwatne dla analizowanego obiektu Q_{int}

Czas sezonu grzewczego	Zysk jednostkowy	Współczyn. wykorzystania	Zysk roczny	
T	q_{int}		Q_{int}	
h	W/m^2		KWh/rok	GJ/rok
5 328	5,0	0,3	3 445	12,4

Zyski łączne - okna i zyski wewnętrzne

Zysk roczny $Q_z = Q_{sol} + Q_{int}$	KWh/rok	GJ/rok
	7 459	26,9

Średni roczny zysk jednostkowy w stosunku do powierzchni użytkowej

Wyszczególnienie	$kWh/(A_u \cdot rok)$	$GJ/(A_u \cdot rok)$
Zyski z przeszklania	9,3	0,034
Zyski wewnętrzne	8,0	0,029
Zyski łączne	17,3	0,062

2. Projektowane roczne zużycie energii i paliwa

Zestawienie

Powierzchnia ogrzewana	A_{ogrz}	431	m^2
Kubatura ogrzewana	V_{ogrz}	1 399	m^3
Moc cieplna c.o.	Φ_{co}	32,6	kW
Moc cieplna wentylacji mechanicznej.	Φ_{wm}	0,0	kW
Moc cieplna urządzeń technologicznych.	Φ_{tech}	0,0	kW
Moc cieplna c.w.u.	Φ_{cwu}	0,0	kW
Moc cieplna strat	Φ_{str}	0,0	kW
Razem moc cieplna	Φ	32,6	kW
Sprawność źródła ciepła systemu grzewczego	$\eta_{H,g}$	0,98	
Sprawność źródła ciepła systemu c.w.u.	$\eta_{W,g}$	0,98	
Wskaźnik zużycia energii cieplnej c.o.	W_{sp}	6,852	GJ/kW
Energia cieplna c.o. netto (przegrody + wg)	$Q_p + Q_{wg}$	223,4	GJ/a
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.	$\eta_{H,d}$	0,98	
Sprawność regulacji i wykorzystania ciepła c.o.	$\eta_{H,e}$	0,95	
Długość przylgni w stolarcie starej	L_{star}	0	mb
Strumień infiltracji w stolarcie starej	a_{star}	4,00	$m^3/(m^2 \cdot h \cdot daPa^{2/3})$
Długość przylgni w stolarcie nowej	L_{now}	84	mb
Strumień infiltracji w stolarcie nowej	a_{now}	0,50	$m^3/(m^2 \cdot h \cdot daPa^{2/3})$
Wskaźnik infiltracji	$W_{s,inf}$	0,0368	GJ/(a * m * rok)
Energia cieplna infiltracji netto	Q_{inf}	1,5	GJ/a
Energia cieplna zysków - obliczenia w tekście	Q_{zysk}	-26,9	GJ
Roczne zużycie c.w.u. - obliczenia w tekście	$G_{a,cwu}$	0,0	Mg
Sprawność akumulacji ciepła c.w.u.	$\eta_{W,s}$	0,85	
Sprawność transportu ciepła c.w.u.	$\eta_{W,d}$	0,80	
Sprawność wykorzystania ciepła c.w.u.	$\eta_{W,e}$	1,00	
Czas pracy wentylacji mechanicznej	t_{wm}	0	h
Sprawność wentylacji mechanicznej	η_{wm}	1,00	
Czas pracy urządzeń technologicznych	t_{tech}	0	h
Sprawność systemów technologicznych	η_{tech}	1,00	
Energia cieplna strat - obliczenia w tekście	$Q_{str,netto}$	0,000	GJ
Uzysk energii solarnej - obliczenia w tekście	Q_{sol}	0,000	GJ
Roczne zużycie energii el. - obliczenia w tekście	Q_{el}	0,000	MWh

Podsumowanie

Wyszczególnienie	Energia użytkowa EU		Energia końcowa EK		Energia pierwotna EP		
	GJ	kWh/(m ² *a)	GJ	kWh/(m ² *a)	Wskaźnik	GJ	kWh/(m ² *a)
$\Sigma Q_{co} = Q_p + Q_{wg} + Q_{inf} - Q_{zysk}$	198,1	127,7	206,2	132,9	1,3	268,1	172,8
Q_{cwu}	0,0	-	0,0	-	1,3	0,0	-
Q_{wm}	0,0	-	0,0	-	1,3	0,0	-
Q_{tech}	0,0	-	0,0	-	1,3	0,0	-
Q_{str}	0,0	-	0,0	-	1,3	0,0	-
Q_{sol}	0,0	-	0,0	-	0,0	0,0	-
Q_{el}	0,0	-	0,0	-	3,0	0,0	-
Razem	198,068	127,654	206,235	132,9		268,105	172,8

3. Projektowane koszty eksploatacyjne

Moc zamówiona	0,0326	MW
Energia cieplna końcowa	206,235	GJ

Lp.	Wyszczególnienie kosztów		Zużycie	Cena	zł	%
I	1	Energia cieplna	206,235 GJ	50,25 zł/GJ	10 363	67,1
	2	Moc zamówiona	0,0326 MW	12994,0 zł/MW m-c	5 083	32,9
	Razem koszty energii cieplnej lub paliwa (Ke_{en})				15 447	100,0
II	1	Konserwacja i obsługa			0	0,0
	2	Energia elektryczna napędy	0,0 MWh	0 zł/MWh	0	0,0
	3	Remonty bieżące			0	0,0
	4	Inne			0	0,0
	5	Ochrona środowiska	-	zł/Mg	0	0,0
	Razem koszty obsługi (Ke_{ob})				0	0,0
Ogółem koszty eksploatacji ($Ke = Ke_{en} + Ke_{ob}$)					15 447	100,0
III	Jednostkowa cena energii cieplnej w paliwie (Ke_{en}/Q)				74,9	zł/GJ
IV	Jednostkowa łączna cena energii cieplnej (Ke/Q)				74,9	zł/GJ

Efekty	Moc	56,8	kW
	EU	398,287	GJ
	EK	507,468	GJ
	Koszty eksploatacji	34 357	zł

KPM IV Tychy Areszty

Załącznik nr 3

"Cash flow" w tys. zł dla finansowania własnego

Przepływy pieniężne w latach inwestowania					
Lata inwestowania	0	1	2	4	Razem
Środki własne	590,5	0,0			590,5 100,0%
Dotacje	0,0	0,0			0,0 0,0%
Kredyty	0,0	0,0			0,0 0,0%
Zasoby finansowe razem	590,5	0,0			590,5 100,0%
Koszty inwestycyjne	590,5	0,0			590,5 100,0%
Saldo	0,0	0,0			0,0

Dane wyjściowe	
Koszty inwestycyjne ogółem	590,5
Efekt roczny kosztów eksploatacyjnych	32,3
Stopa dyskonta	3,75%
Stopa wzrostu cen paliw	0,06
Roczny wskaźnik wzrostu cen paliw	1,06

Przepływy pieniężne w okresie 25 lat eksploatacji

Lata eksploatacji	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Efekt roczny	16,2	32,3	34,3	36,3	38,5	40,8	43,3	45,9	48,6	51,5	54,6	57,9	61,4	65,1	69,0	73,1
Środki własne	-590,5	0,0														
Saldo	-574,3	32,3	34,3	36,3	38,5	40,8	43,3	45,9	48,6	51,5	54,6	57,9	61,4	65,1	69,0	73,1
Przelicznik dyskonta	1,000	0,964	0,929	0,895	0,863	0,832	0,802	0,773	0,745	0,718	0,692	0,667	0,643	0,620	0,597	0,576
Saldo zdyskontowane	-574,3	31,2	31,8	32,5	33,2	34,0	34,7	35,4	36,2	37,0	37,8	38,6	39,5	40,3	41,2	42,1
NPV	-574,3	-543,2	-511,3	-478,8	-445,6	-411,6	-376,9	-341,5	-305,3	-268,3	-230,5	-191,9	-152,4	-112,1	-70,9	-28,8

16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
77,5	82,1	97,8	97,8	97,8	103,7	82,1	97,8	97,8	97,8
77,5	82,1	97,8	97,8	97,8	103,7	82,1	97,8	97,8	97,8
0,555	0,535	0,515	0,497	0,479	0,462	0,445	0,429	0,413	0,398
43,0	43,9	50,4	48,6	46,8	47,9	36,5	41,9	40,4	39,0
14,2	58,1	108,5	157,1	204,0	251,8	288,4	330,3	370,7	409,7

Wartość rezydualna NPV po 25 latach eksploatacji	409,7 tys. zł	Wewnętrzna stopa zwrotu (IRR)	-	%
--------------------------------------------------	---------------	-------------------------------	---	---

Z analizy przepływów pieniężnych wynika, że proponowane zamierzenie uzyskuje opłacalność po 16 latach

KPM IV Tychy Areszty
"Cash flow" w tys. zł z uwzględnieniem dotacji z WFOŚiGW

Przepływy pieniężne w latach inwestowania					
Lata inwestowania	0	1	2	3	Razem
Środki własne	295,3	0,0			295,3 50%
Dotacje (umorzenie)	295,3	0,0			295,3 50%
Kredyty	0,0	0,0			0,0 0%
Zasoby finansowe razem	590,5	0,0			590,5
Koszty inwestycyjne	590,5	0,0			590,5 100,0%
Saldo	0,0				0,0

Dane wyjściowe	
Koszty inwestycyjne ogółem	590,5
Efekt roczny kosztów eksploatacyjnych	32,3
Stopa dyskonta	3,75%
Roczny wskaźnik wzrostu cen paliw	1,06

Parametry kredytu	
Oprocentowanie kredytu	3,5%
Okres spłaty w latach	5
Karencja w latach	1
Umorzenie pożyczki	0,0%

Przepływy pieniężne w okresie 25 lat eksploatacji

Lata eksploatacji	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Efekt roczny	16,165	32,3	34,3	36,3	38,5	40,8	43,3	45,9	48,6	51,5	54,6	57,9	61,4	65,1	69,0	73,1
Środki własne	-295,3	0,0														
Spłata kredytu	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0										
Spłata odsetek	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0											
Saldo	-279,1	32,3	34,3	36,3	38,5	40,8	43,3	45,9	48,6	51,5	54,6	57,9	61,4	65,1	69,0	73,1
Przelicznik dyskonta	1,000	0,964	0,929	0,895	0,863	0,832	0,802	0,773	0,745	0,718	0,692	0,667	0,643	0,620	0,597	0,576
Saldo zdyskontowane	-279,1	31,2	31,8	32,5	33,2	34,0	34,7	35,4	36,2	37,0	37,8	38,6	39,5	40,3	41,2	42,1
NPV	-279,1	-247,9	-216,1	-183,6	-150,3	-116,4	-81,7	-46,2	-10,0	27,0	64,8	103,4	142,8	183,2	224,3	266,4

16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
77,5	82,1	87,1	92,3	97,8	103,7	109,9	116,5	123,5	130,9
77,5	82,1	87,1	92,3	97,8	103,7	109,9	116,5	123,5	130,9
0,555	0,535	0,515	0,497	0,479	0,462	0,445	0,429	0,413	0,398
43,0	43,9	44,9	45,8	46,8	47,9	48,9	50,0	51,0	52,1
309,4	353,3	398,2	444,1	490,9	538,8	587,7	637,6	688,7	740,8

Wartość rezydualna NPV po 25 latach eksploatacji	740,8 tys. zł
--------------------------------------------------	---------------

Wewnętrzna stopa zwrotu (IRR)	-	%
-------------------------------	---	---

Z analizy przepływów pieniężnych wynika, że proponowane zamierzenie uzyska opłacalność po 9 latach eksploatacji