

Bogumił Konopka

Śląska Agencja Energetyczna

41 500 Chorzów, ul. Ryszki 57/21

☎ i fax (0 32) 247 63 73, ☎ (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

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

modernizacji gospodarki ciepłej

w Komisariacie IV Policji w Katowicach

Inwestor:

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

opracował:

Chorzów, 2006.

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		2005 (Aktualizacja 2006)	
5. Spis treści			
Rozdział			Strona
I	Wykaz jednostek miar i oznaczeń		6
II	Ustalenia ogólne		8
III	Dane klimatyczne		10
IV	Stan istniejący – charakterystyka i koszty		12
V	Założenia zamierzeń termomodernizacyjnych		13
VI	Optymalizacja termorenowacji i bilans mocy		14
VII	Prognoza zużycia energii i ponoszonych kosztów dla stanu istniejącego		27
VIII	Przedsięwzięcia termomodernizacyjne		35
IX	Analiza finansowa wykonalności		35
X	Wnioski		36
	Suplement - ochrona środowiska		37

Karta Audytu energetycznego obiektu

A Dane ogólne		
1	Wnioskodawca	Komenda Wojewódzka Policji w Katowicach
2	Nazwa zadania	Termomodernizacja budynku Komisariatu IV Policji
3	Adres budynku	Katowice ul. Policyjna 7
4	Przeznaczenie budynku	komisariat policji
5	Konstrukcja/technologie budynku	murowana
6	Liczba kondygnacji	3+ piwnice
7	Kubatura części ogrzewanej	[m ³] 1989
8	Pow. części ogrzewanej	[m ²] 663

B System grzewczy		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1	Źródło ciepła		
	a rodzaj źródła ciepła	kotłownia wodna do 100°C	kotłownia wodna do 100°C
	b producent	Buderus	Buderus
	c typ	Logano G 334	Logano G 334
	d ilość sztuk	1	1
	e moc	[kW] 48	48
	f rok produkcji	2004	2004
	g wysokość komina	[m] 14	14
2	Sieć i instalacja c.o.		
	a typ sieci ciepłej	-	-
	b typ instalacji c.o.	wodna	wodna
	c typ grzejników	żeliwne	żeliwne
	d zawory termostatyczne	są	są
	e stan przewodów sieci ciepłej	-	-
	f stan przewodów instalacji c.o.	zadowolający	zadowolający
3	Zapotrzebowanie mocy	[kW] 88,2	32,8
4	Zapotrzebowanie energii netto	[GJ/a] 750	272
5	Sprawność wytwarzania	0,90	0,90
6	Sprawność przesyłu	0,98	0,98
7	Sprawność regulacji	0,95	0,95
8	Sprawność wykorzystania	0,95	0,95
9	Wsp. ograniczania ogrzewania w ciągu doby	0,95	0,95
10	Wsp. ograniczania ogrzewania w ciągu tygodnia	1,00	1,00
11	Zapotrzebowanie energii brutto	[GJ/a] 895	325

C	Przełoty budowlane oddzielające część ogrzewaną od powietrza zewnętrznego i części nieogrzewanej	Stan przed termomodernizacją		Stan po termomodernizacji		
		Powierzchnia przegrody [m ²]	Wsp. „U” [W/m ² K]	Grubość izolacji [cm]	Wsp. „λ” izolacji [W/mK]	Wsp. „U” [W/m ² K]
1	Ściany zewnętrzne do ocieplenia styropianem	718	1,46	12	0,045	0,30
2	Ściany piwnic	-	-	-	-	-
3	Stropodach do ocieplenia styropapą	277	1,82	15	0,045	0,28
4	Dach	-	-	-	-	-
5	Strop nad najwyższą kondygnacją	-	-	-	-	-
6	Strop piwnicy	241	-	-	-	1,22
7	Podłoga w gruncie I strefa	-	-	-	-	-
8	Podłoga w gruncie II strefa	-	-	-	-	-
9a	Okna drewniane do wymiany na okna PCV	35	3,12	-	-	1,30
9b	Okna PCV	74	1,30	-	-	1,30
10	Drzwi do wymiany na drzwi Alu	7	3,00	-	-	1,50
11	Inne	-	-	-	-	-
12	Kryterium wyboru grubości izolacji					SPBT

D Wentylacja grawitacyjna		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1	Liczba wymian powietrza	[1/h] 1	1
2	Strumień powietrza	[m ³ /h] 1989	1989

E	Ciepła woda użytkowa	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1	Sposób przygotowania c.w.u.	-	-
2	Liczba osób korzystających z c.w.u.	-	-
3	Dobowe zapotrzebowanie c.w.u. [m ³ /d]	-	-
4	Roczne zapotrzebowanie c.w.u. [m ³ /a]	-	-
5	Zapotrzebowanie mocy [kW]	-	-
6	Zapotrzebowanie energii netto [GJ/a]	-	-
7	Sprawność wytwarzania	-	-
8	Sprawność instalacji (przesył, regulacja, cyrk.)	-	-
9	Zapotrzebowanie energii brutto [GJ/a]	-	-

F	Wentylacja mechaniczna	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	-	-
2	Sposób wytwarzania i dostarczania ciepła	-	-
3	Liczba wymian powietrza [1/h]	-	-
4	Strumień powietrza [m ³ /h]	-	-
5	Stopień odzysku ciepła	-	-
6	Zapotrzebowanie mocy [kW]	-	-
7	Zapotrzebowanie energii netto [GJ/a]	-	-
8	Sprawność wytwarzania	-	-
9	Sprawność instalacji (przesył, regulacja, wykorzyst.)	-	-
10	Zapotrzebowanie energii brutto [GJ/a]	-	-

G	Instalacja ciepła technologicznego	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1	Charakterystyka odbiorników ciepła	-	-
2	Sposób wytwarzania i dostarczania ciepła	-	-
3	Zapotrzebowanie mocy [kW]	-	-
4	Zapotrzebowanie energii netto [GJ/a]	-	-
5	Sprawność wytwarzania	-	-
6	Sprawność instalacji (przesył, regulacja, wykorzyst.)	-	-
7	Zapotrzebowanie energii brutto [GJ/a]	-	-

H	Instalacja solarna	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1	Powierzchnia kolektorów słonecznych [m ²]	-	-
2	Produkcja energii rozliczeniowej i brutto [GJ/a]	-	-

I	Zestawienie zbiorcze	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1	Zapotrzebowanie mocy [kW]	88,2	32,8
2	Zapotrzebowanie energii netto [GJ/a]	750	272
3	Zapotrzebowanie energii brutto [GJ/a]	895	325
4	Rodzaj paliwa	gaz ziemny	gaz ziemny
5	Wartość opałowa paliwa	35,0 MJ/m ³	35,0 MJ/m ³
6	Ilość paliwa tys. m ³	25,6	9,3
7	Zawartość siarki w paliwie [%]	0	0
8	Zawartość popiołu w paliwie [%]	0	0
9	Moc zamówiona [kW]	-	
10	Śr. zużycie gazu w latach 2004-2005 [tys. m3]	27,8	
11	Cena jednostkowa paliwa [zł/m3]	1,36	1,44
12	Roczny koszt całkowity paliwa zł	34 812	13 346
13	Stawka opłaty stałej za ogrzewanie [zł/MW m-c]	-	-
14	Roczny koszt opłaty stałej [zł/a]	-	-
15	Roczny koszt obsługi [zł/a]	1000	900
16	Roczny koszt całkowity eksploatacji [zł/a]	35 812	14 246
17	Roczna oszczędność kosztów eksploatacji [zł]		21 466
18	Całkowite nakłady inwestycyjne [zł]		217 000
19	Prosty czas zwrotu (SPBT) lata		11,6
20	Wartość bieżąca NPV przy założeniach: - finansowanie wyłącznie ze środków własnych - stopa dyskonta r = 6 % - okres analizy t = 15 lat		-8 500
21	Wartość bieżąca NPV przy założeniach: - finansowanie ze środków własnych oraz dofinansowania zewnętrznego w tym: środki własne 108 500,- zł dotacja 108 500,- zł pożyczka 0- zł - stopa dyskonta r = 6 % - okres analizy t = 15 lat		110 700

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

Wykaz jednostek miar i oznaczeń

1. Jednostki miar:

długość	m	
powierzchnia	m ²	
kubatura, objętość	m ³	
sekunda	s	
godzina	h	
dość	d	
zmiana	zm	
miesiąc	m-c	
kwartał	kw	
rok	a	
energia cieplna i elektryczna	J	(kJ, MJ i GJ)
moc	W	(kW, MW)
masa	g	(kg i Mg)
temperatura	°C	
ciśnienie	Pa	(kPa, MPa)
szybkość	m/s	
współczynnik przenikania ciepła „U”	W(m ² K)	

1.2. Skróty i oznaczenia

dane podstawowe:

obwód obiektu	L	
powierzchnia zabudowy obiektu		A
powierzchnia użytkowa obiektu	A _u	
kubatura obiektu całkowita	V _v	
kubatura obiektu ogrzewana	V	
ciepła woda użytkowa + 55°C	c.w.u.	
centralne ogrzewanie	c.o.	
wentylacja grawitacyjna	w _g	
wentylacja mechaniczna	w _m	

krotność wentylacji:

wentylacja grawitacyjna	n _g	[1/h]
wentylacja mechaniczna	n _m	[1/h]

temperatury:

obliczeniowa zewnętrzna	t_{zo}	[°C]
obliczeniowa gruntu	t_{go}	[°C]
obliczeniowa wewnętrzna	t_{wi}	[°C] (dla kubatury „i”)
różnica temperatur	Δt	[°C]

parametry paliwa:

wartość opałowa	W_d	[MJ/kg lub MJ/m ³]
zawartość popiołu	A^r	[%]
zawartość siarki	s	[%]
zawartość węgla „C”	c	[%]
sprawność chwilowa	η_c	[%]
roczna sprawność eksploatacyjna	η_a	[%]

zużycie paliwa:

roczne	G_a	[Mg/a lub m ³ /a]
godzinowe	G_h	[Mg/h lub m ³ /h]

koszty:

inwestycyjne	K_i	[zł lub tys. zł]
eksploatacyjne	K_e	[zł lub tys. zł]

energia:

całkowita	Q	[GJ]
straty energii cieplnej na przegrodach	Q_p	[GJ]
energia wentylacji grawitacyjnej	Q_{wg}	[GJ]
energia centralnego ogrzewania ($Q_p + Q_{wg}$)	Q_{co}	[GJ]
energia wentylacji mechanicznej	Q_{wm}	[GJ]
energia c.w.u.	Q_{cwu}	[GJ]
energia na potrzeby technologiczne	Q_{tech}	[GJ]
straty energii	Q_{st}	[GJ]

moc:

całkowita	Φ	[kW]
straty mocy cieplnej na przegrodach	Φ_p	[kW]
wentylacja grawitacyjna	Φ_{wg}	[kW]
centralne ogrzewanie ($\Phi_p + \Phi_{wg}$)	Φ_{co}	[kW]

Rozdział II

Ustalenia ogólne

1. Cel pracy

Celem pracy jest zaproponowanie rozwiązań technicznych w zakresie termomodernizacji budynku Komisariatu IV Policji w Katowicach.

2. Materiały źródłowe

Podstawą opracowania audytu jest:

- Dane techniczne i eksploatacyjne udostępnione przez Inwestora
- Inwentaryzacja własna

3. Podstawa prawna

3.1. Akty prawne

1. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 30.04.1999 r. z nowelizacją z dnia 22.09.1999 (Dz.U. 79/99) oraz z dnia 15.01.2002. (Dz.U. 12/02) w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, a także wzorów kart audytu energetycznego.
2. Ustawa z dnia 18.12.1998. (Dz. U. nr 162/98) o wspieraniu przedsięwzięć termomodernizacyjnych.
3. 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

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. Temperatury ogrzewanych pomieszczeń w budynkach.
2. Polska Norma PN-82/B-02403
Ogrzewnictwo. Temperatury 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-B-03406/84
Obliczanie zapotrzebowania na ciepło pomieszczeń o kubaturze do 600 m³.
5. 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 wskaźniki cenowe „Bistyp-Consulting”

4.3. Poziom cen

I kw. 2006 r.

Rozdział III

Dane klimatyczne

1. Podstawowe dane

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

Szczegółowe dane klimatyczne wg stacji meteorologicznej Katowice, terenowo właściwej dla miasta Katowice, zamieszczone w PN-B-02025/2001:

Miesiąc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
$T_e(m.)$	-2,8	-1,5	2,1	7,5	12,5	16,2	17,4	16,8	13,1	8,4	3,6	-0,5
$L_d(m.)$	31	28	31	30	5	0	0	0	5	31	30	31

Czas sezonu grzewczego	$L_d(a) = 222$ dni
Średnia temperatura roczna	$t_{sra} = 7,7^{\circ}C$
Średnia temperatura sezonu grzewczego	$t_{srs} = 2,9^{\circ}C$
Temperatura obliczeniowa zewnętrzna	$t_{zo} = -20,0^{\circ}C$
Ilość stopniodni	$S_d = 3\ 798$

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:

$$W_{sp} = \frac{L_d \cdot (t_{wo} - t_{irs}) \cdot 86.400}{t_{wo} - t_{zo}} = \frac{222 \cdot (20,0 - 2,9) \cdot 86.400}{20 - (-20)} = 8,20 \cdot 10^6 [kJ / kW] = 8,20 [GJ / (kW \cdot a)]$$

Jest to wskaźnik wieloletni. Nie uwzględnia on ocieplenia klimatu w ostatnich latach.

2.2 Wskaźnik zużycia energii cieplnej na infiltrację

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

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

gdzie:

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

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

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

Wskaźnik dla stacji meteorologicznej Katowice

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

$$\begin{aligned} W_{s\ inf} &= 1,43 \cdot 10^{-6} \cdot 1 \cdot \{ [20,0 - (-2,8)]^{5/3} \cdot 31 + [20,0 - (-1,5)]^{5/3} \cdot 28 + [20,0 - 2,1]^{5/3} \cdot 31 \\ &\quad + [20,0 - 7,5]^{5/3} \cdot 30 + [20,0 - 12,5]^{5/3} \cdot 5 + [20,0 - 13,1]^{5/3} \cdot 5 + [20,0 - 8,4]^{5/3} \cdot 31 \\ &\quad + [20,0 - 3,6]^{5/3} \cdot 30 + [20,0 - (-0,5)]^{5/3} \cdot 31 \} \\ &= 1,43 \cdot 10^{-6} \cdot (5689 + 4659 + 3801 + 2021 + 144 + 125 + 1844 + 3179 + 4765) \\ &= 1,43 \cdot 10^{-6} \cdot 26\ 227 = \mathbf{0,0375 \text{ GJ}/(a \cdot m \cdot \text{rok})} \end{aligned}$$

$$Q_{inf} = l \cdot a \cdot W_{s\ inf} = l \cdot a \cdot 0,0375 \quad [\text{GJ}]$$

2.3. Wskaźnik zapotrzebowania mocy cieplnej na infiltrację

Mając dane:

- wskaźnik sezonowego zapotrzebowania energii cieplnej dla stacji meteorologicznej Katowice

$$W_{s\ co} = 8,20 \text{ GJ}/(\text{kW} \cdot \text{rok})$$

- wskaźnik infiltracji szczelin dla stacji meteorologicznej Katowice.

$$W_{s\ inf} = 0,0375 \text{ GJ}/(a \cdot m \cdot \text{rok})$$

ustalono wskaźnik zwiększonego zapotrzebowania mocy cieplnej na pokrycie strat ciepła z niepożądaną infiltracją:

$$\varphi_{inf} = W_{s\ inf} / W_{s\ co} = 0,0375 / 8,20 = \mathbf{4,6 \text{ W}/(a \cdot m \cdot \text{rok})}$$

$$\Phi_{inf} = l \cdot a \cdot \varphi_{inf} = l \cdot a \cdot 4,6 \quad [\text{kW}]$$

Rozdział IV

Stan istniejący - charakterystyka i koszty

1. Charakterystyka ogólna

Zakresem niniejszego opracowania jest budynek Komisariatu IV Policji w Katowicach. Jest to budynek konstrukcji murowanej, podpiwniczony. Piwnice nieogrzewane. Stan techniczny budynku jest dobry, umożliwiającą dalszą jego eksploatację. Podstawowe dane budynku:

Nr	Obiekt	Pow. zabudowy	Pow. użytkowa	Kubatura		Rok budowy
		m ²	m ²	całkowita m ³	ogrzew. m ³	
1	Budynek biurowy	277	663	2722	1989	1972

2. Zasilanie w energię ciepłą

2.1. Źródło ciepła

Źródłem ciepła na potrzeby c.o. jest kotłownia wbudowana wyposażona w kocioł wodny gazowy firmy Buderus typu Logano G 334 o mocy cieplnej 90,0 kW. Kocioł został zabudowany w 2004 r. Kocioł posiada emitor stalowy Dn = 0,25 m i wysokości H = 14 m. Sprawności kotła oszacowano:

sprawność chwilowa	η_c	= 0,92
roczna sprawność eksploatacyjna	η_a	= 0,90

Kotłownia wyposażona jest w automatykę sterującą i pogodową

Jako paliwo stosowano gaz ziemny wysokometanowy.

2.2. Instalacja wewnętrzna c.o.

Instalacja wewnętrzna c.o. wyposażona jest w grzejniki żeliwne z zaworami termostatycznymi. Orurowanie i grzejniki są w zadowalającym stanie technicznym.

2.3. Instalacja c.w.u.

Ciepła woda użytkowa przygotowywana jest elektrycznie. Nie przewiduje się zmiany sposobu przygotowania c.w.u.

Rozdział V

Założenia zamierzeń termomodernizacyjnych

1. Zasilanie i koszty zasilania

Przyjęto:

Źródło ciepła	własne		
Cena energii cieplnej	35,0 zł/GJ	pkt. 3.2.	Rozdział IV
Wskaźnik zużycia energii	8,20 GJ/kW	pkt. 2.1.	Rozdział III

2. Skala ocen efektywności

Przyjęto:

SBBT < 5 lat	zamierzenie bardzo opłacalne
SBBT 5 - 10 lat	zamierzenie opłacalne
SBBT 10 - 15 lat	zamierzenie mało opłacalne
SBBT > 15 lat	zamierzenie nieopłacalne

Rozdział VI

Optymalizacja termorenowacji i bilans mocy

1. Budynek biurowy $t_w = +20$

1.1. Opis

Ogólna charakterystyka obiektu

Jest to obiekt konstrukcji murowanej, trzykondygnacyjny, podpiwniczony. Piwnice nieogrzewane.

Podstawowe wymiary obiektu

- powierzchnia zabudowy	A	=	277 m ²
- powierzchnia użytkowa	A _u	=	663 m ²
- kubatura całkowita	V	=	2 722 m ³
- kubatura ogrzewana	V _{ogrz}	=	1 989 m ³

1.2. Optymalizacja ocieplenia przegród budowlanych

1.2.1. Stolarka i przegrody przezroczyste

1.2.1.1. Stan aktualny

Okna

Budynek posiada okna drewniane stare oraz okna drewniane i PCV nowe

Zestawienie starych okien drewnianych

Lp.	Wyszczególnienie	Wymiary			Ilość	Przy- lgnia	Pow.	Pow. ościeży	Suma okien	
		szer.	wys.	ośc.					przyłgnia	pow.
		m	m	m						
1	Okno	0,93	0,60	0,28	9	3,06	0,56	5,4	27,54	5,0
2	Okno	0,80	1,70	0,28	2	5	1,36	2,4	10	2,7
3	Okno	1,10	1,70	0,28	1	5,6	1,87	1,3	5,6	1,9
4	Okno	1,20	1,30	0,28	6	7,6	1,56	6,4	45,6	9,4
5	Okno	1,90	1,70	0,28	5	14	3,23	7,4	70	16,2
Razem					23			22,8	159	35

Okna są całkowicie zużyte i powypaczane. Szczeliny w oknach dochodzą do 5 mm, co w istotny sposób zwiększa zużycie energii cieplnej na niekontrolowaną infiltrację.

Współczynnik przenikania ciepła określono na:

$$U_o = 1,20 \cdot 2,60 = 3,12 \text{ W/m}^2\text{K} \quad (\text{gdzie } 1,2 - \text{mnożnik uwzględniający stan techniczny})$$

Współczynnik przepływu przez szczeliny określono na:

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

Okna kwalifikują się do wymiany.

Zestawienie okien drewnianych i PCV nowych

Lp.	Wyszczególnienie	Wymiary			Ilość	Przy- lgnia	Pow.	Pow. ościeży	Suma okien	
		szer.	wys.	osc.					przyłgnia	pow.
		m	m	m					szt.	mb
1	Okno	2,60	1,70	0,28	1	18,8	4,42	1,7	18,8	4,4
2	Okno	2,00	1,70	0,28	12	14,2	3,40	18,1	170,4	40,8
3	Okno	0,80	1,70	0,28	6	5	1,36	7,1	30	8,2
4	Okno	0,80	1,35	0,28	9	4,3	1,08	8,8	38,7	9,7
5	Okno	1,45	1,70	0,28	2	9,7	2,47	2,7	19,4	4,9
6	Okno	0,80	0,80	0,28	4	3,2	0,64	2,7	12,8	2,6
7	Okno	1,10	1,70	0,28	2	9	1,87	2,5	18	3,7
Razem					36			43,6	308	74

Współczynnik przenikania ciepła określono na:

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

Drzwi

Budynek posiada drzwi alu starego typu i drewniane o łącznej powierzchni 7 m²

Współczynnik przenikania ciepła dla drzwi określono na:

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

1.2.2.2. Efektywność wymiany okien

Okna drewniane

Proponuje się wymienić okna drewniane na okna PCV z szybami zespolonymi bezpiecznymi. Projektowany współczynnik przenikania ciepła:

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

$$\text{w tym szyby} \quad U_{o_{\text{szyb}}} = 1,10 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Efektywność wymiany okien

Różnica temperatur	40 °C
Współczynnik przepływu powietrza przez szczeliny aktualny	4,0 m ³ /(m ³ h * daPa ^{2/3})
Współczynnik przepływu powietrza przez szczeliny projekt.	0,5 m ³ /(m ³ h * daPa ^{2/3})
Wskaźnik zużycia energii cieplnej na przegrodach	8,20 GJ/(kW * rok)
Wskaźnik zużycia energii cieplnej na infiltrację	0,0375 GJ/a * m * rok)
Wskaźnik zapotrzebowania mocy cieplnej na infiltrację	4,6 W/(a * m * rok)
Cena energii cieplnej	35,0 zł/GJ
Cena wymiany okien	0,600 tys. zł

Powierzchnia		Przyłgna		"U"	
akt.	proj.	akt.	proj.	akt.	proj.
m ²	m ²	mb	mb	W/m ² K	W/m ² K
35	35	159	159	3,12	1,30

Potrzeby mocy		Efekt	Zużycie energii		Efekt
akt.	proj.	mocy	akt.	proj.	energii
kW	kW	kW	GJ	GJ	GJ
7,3	2,2	5,1	59,7	17,91	41,8

Koszty energii		Efekt	Koszty inwestycyjne	SPBT
akt.	proj.	kosztów	modernizacji.	
tys. zł	tys. zł	tys. zł	tys. zł	lat
2,1	0,6	1,46	21,0	14,37

Zamierzenie jest mało opłacalne

SPBT > 10 lat

1.2.2.3. Efektywność wymiany drzwi

Proponuje się wymienić drzwi na drzwi alu z szybami zespolonymi. Projektowany współczynnik przenikania ciepła:

$$U_o = 1,50 \text{ W/m}^2\text{K}$$

w tym szyby $U_{o_{szyb}} = 1,10 \text{ W/m}^2\text{K}$

Różnica temperatur	40 °C
Współczynnik przepływu powietrza przez szczeliny aktualny	4,0 m ³ /(m ² h * daPa ^{2/3})
Współczynnik przepływu powietrza przez szczeliny projekt.	0,5 m ³ /(m ² h * daPa ^{2/3})
Wskaźnik zużycia energii cieplnej na przegrodach	8,20 GJ/(kW * rok)
Wskaźnik zużycia energii cieplnej na infiltrację	0,0375 GJ/a * m ² * rok)
Wskaźnik zapotrzebowania mocy cieplnej na infiltrację	4,6 W/(a * m ² * rok)
Cena energii cieplnej	35,0 zł/GJ
Cena wymiany drzwi	1,200 tys. zł

Powierzchnia		Przyłgnia		"U"	
akt.	proj.	akt.	proj.	akt.	proj.
m ²	m ²	mb	mb	W/m ² K	W/m ² K
7	7	21	21	3,00	1,50

Potrzeby mocy		Efekt	Zużycie energii		Efekt
akt.	proj.	mocy	akt.	proj.	energii
kW	kW	kW	GJ	GJ	GJ
1,2	0,5	0,8	10,0	3,84	6,2

Koszty energii		Efekt	Koszty inwestycyjne	SPBT
akt.	proj.	kosztów	modernizacji.	
tys. zł	tys. zł	tys. zł	tys. zł	lat
0,4	0,1	0,22	8,4	38,71

Zamierzenie nie jest opłacalne

SPBT > 15 lat

Proponuje się wymienić drzwi ze względów estetycznych i bezpieczeństwa.

1.2.3. Przegrody nieprzeźroczyste

1.2.3.1. Ściany zewnętrzne

Budynek posiada:

- ściany zewnętrzne murowane z cegły grubości 38 cm A = 718 m²
- cokół (ściany piwnic) murowane z cegły grubości 38 cm A = 85 m²
- ościeża okien i drzwi A = 58 m²
- gzymsy i attyki A = 58 m²

Proponuje się docieplić ściany zewnętrzne, cokół i ościeża. Ocieplenie cokołu likwiduje mostek cieplny. Powierzchni cokołu nie uwzględniono go w bilansie cieplnym.

Efektywność ocieplenia ścian murowanych metodą lekką moką z zastosowaniem styropianu jako materiału izolacyjnego

	Stan aktualny			Stan projektowany		
	Powierzchnia przegrody	718 m ²			718 m ²	
Obliczeniowe Δt	40 °C			40 °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
Mur z cegły	0,38	0,78	0,487	0,38	0,78	0,487
Tynk	0,015	0,82	0,018	0,015	0,82	0,018
-	-	-	0	-	-	0
-	-	-	0	-	-	0
-	-	-	0	-	-	0
-	-	-	0	-	-	0
	Ri	0,12	m ² K/W	Ri	0,12	m ² K/W
	Re	0,04	m ² K/W	Re	0,04	m ² K/W
	ΣRp	0,52	m ² K/W	ΣRp	0,52	m ² K/W
	R	0,68	m ² K/W	R	0,68	m ² K/W
	Uo	1,462	W/m ² K	Uo	1,462	W/m ² K
	Φo	42,0	kW	Φo	42,0	kW

Stan projektowany po dodatkowym ociepleniu					
Wskaźnik zużycia energii				8,2	GJ/kW
Koszt energii ciepłej				35,0	zł/GJ
Docieplenie styropianem				λ	0,045 W/mK
Cena ocieplenia	stała	120	zł/m ²	zmienna	250 zł/m ³

Grubość docieplenia	m	0,08	0,10	0,12	0,14	0,15
Projektowany R	m ² K/W	2,462	2,906	3,350	3,795	4,017
Projektowany "Uo"	W/m ² K	0,406	0,344	0,298	0,264	0,249
Projektowana strata mocy	kW	11,67	9,88	8,57	7,57	7,15
Efekt mocy	kW	30,34	32,12	33,43	34,43	34,85
Roczny efekt energii	GJ	248,7	263,4	274,1	282,4	285,8
Cena ocieplenia	zł/m ²	140,0	145,0	150,0	155,0	157,5
Koszt ocieplenia	tys. zł	100,5	104,1	107,7	111,3	113,1
Roczny efekt ocieplenia	tys. zł	8,7	9,2	9,6	9,9	10,0
SPBT	lat	11,55	11,29	11,23	11,26	11,31

Optymalnym ociepleniem jest warstwa 12 cm styropianu

Zamierzenie jest mało opłacalne

SPBT > 10 lat

Efektywność ocieplenia ościeży na ścianach:

Proponuje się docieplić węgariki (ościeża) ościeża metodą lekką-mokrą z zastosowaniem styropianu jako materiału izolacyjnego. Przy ocieplaniu ościeży przyjęto 50 % efektu energetycznego w stosunku do standardowej przegrody.

Powierzchnia przegrody	Stan aktualny			Stan projektowany		
	58	m ²		58	m ²	
Obliczeniowe Δt	40 °C			40 °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
Mur z cegły	0,38	0,78	0,487	0,38	0,78	0,487
Tynk	0,015	0,82	0,018	0,015	0,82	0,018
-	-	-	0	-	-	0
-	-	-	0	-	-	0
-	-	-	0	-	-	0
-	-	-	0	-	-	0
	Ri	0,12	m ² K/W	Ri	0,12	m ² K/W
	Re	0,04	m ² K/W	Re	0,04	m ² K/W
	ΣRp	0,52	m ² K/W	ΣRp	0,52	m ² K/W
	R	0,68	m ² K/W	R	0,68	m ² K/W
	Uo	1,462	W/m ² K	Uo	1,462	W/m ² K
	Φo	1,7	kW	Φo	1,7	kW

Stan projektowany po dodatkowym ociepleniu			
Wskaźnik zużycia energii			8,2 GJ/kW
Koszt energii cieplnej			35,0 zł/GJ
Docieplenie styropianem	λ	0,045 W/mK	
Cena ocieplenia	stała	50 zł/m ²	zmienna 250 zł/m ³

Grubość docieplenia	m	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05
Projektowany R	m ² K/W	0,906	1,128	1,350	1,573	1,795
Projektowany "Uo"	W/m ² K	1,104	0,886	0,741	0,636	0,557
Projektowana strata mocy	kW	1,28	1,03	0,86	0,74	0,65
Efekt mocy	kW	0,42	0,67	0,84	0,96	1,05
Roczny efekt energii	GJ	3,4	5,5	6,9	7,9	8,6
Cena ocieplenia	zł/m ²	52,5	55,0	57,5	60,0	62,5
Koszt ocieplenia	tys. zł	3,0	3,2	3,3	3,5	3,6
Roczny efekt ocieplenia	tys. zł	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3
SPBT	lat	25,50	16,63	13,87	12,65	12,03

Z uwagi na szerokość ościeżnic okien można zastosować maksymalnie warstwę 3 cm styropianu
Zamierzenie jest mało opłacalne SPBT > 10 lat

Efektywność ocieplenia gzymsów i atyk:

Proponuje się docieplić gzymsy i attyki metodą lekką-mokrą z zastosowaniem styropianu jako materiału izolacyjnego. Przy ocieplaniu ościeży przyjęto 50 % efektu energetycznego w stosunku do standardowej przegrody.

Powierzchnia przegrody	Stan aktualny			Stan projektowany		
	58	m ²		58	m ²	
Obliczeniowe Δt	40 °C			40 °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
Mur z cegły	0,38	0,78	0,487	0,38	0,78	0,487
Tynk	0,015	0,82	0,018	0,015	0,82	0,018
-	-	-	0	-	-	0
-	-	-	0	-	-	0
-	-	-	0	-	-	0
-	-	-	0	-	-	0
	Ri	0,12	m ² K/W	Ri	0,12	m ² K/W
	Re	0,04	m ² K/W	Re	0,04	m ² K/W
	ΣRp	0,52	m ² K/W	ΣRp	0,52	m ² K/W
	R	0,68	m ² K/W	R	0,68	m ² K/W
	Uo	1,462	W/m ² K	Uo	1,462	W/m ² K
	Φo	1,7	kW	Φo	1,7	kW

Stan projektowany po dodatkowym ociepleniu			
Wskaźnik zużycia energii			8,2 GJ/kW
Koszt energii cieplnej			35,0 zł/GJ
Docieplenie styropianem	λ	0,045 W/mK	
Cena ocieplenia	stała	120 zł/m ²	zmienna 250 zł/m ³

Grubość docieplenia	m	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05
Projektowany R	m ² K/W	0,906	1,128	1,350	1,573	1,795
Projektowany "Uo"	W/m ² K	1,104	0,886	0,741	0,636	0,557
Projektowana strata mocy	kW	1,28	1,03	0,86	0,74	0,65
Efekt mocy	kW	0,42	0,67	0,84	0,96	1,05
Roczny efekt energii	GJ	3,4	5,5	6,9	7,9	8,6
Cena ocieplenia	zł/m ²	122,5	125,0	127,5	130,0	132,5
Koszt ocieplenia	tys. zł	7,1	7,3	7,4	7,5	7,7
Roczny efekt ocieplenia	tys. zł	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3
SPBT	lat	59,49	37,80	30,77	27,40	25,50

Można zastosować maksymalnie warstwę 5 cm styropianu
Zamierzenie niki jest opłacalne

SPBT > 15 lat

Docieplenie gzymsów i attyk jest elementem docieplenia ścian i należy je wykonać.

1.2.3.2. Stropodach.

Budynek posiada stropodach żelbetowy ostatniej kondygnacji, nad którym znajduje się użytkowane poddasze. Stropodach poddasza nie jest ocieplony. $A = 277 \text{ m}^2$. Proponuje się ocieplić stropodach poddasza.

Efektywność docieplenia stropodachu poddasza z zastosowaniem styropapy jako materiału izolacyjnego.

Powierzchnia przegrody	Stan aktualny			Stan projektowany		
	277	m^2		277	m^2	
Obliczeniowe Δt	40	$^{\circ}\text{C}$		40	$^{\circ}\text{C}$	
Układ warstwowy przegrody	d	λ	R_p	d	λ	R_p
	m	W/mK	$\text{m}^2\text{K/W}$	m	W/mK	$\text{m}^2\text{K/W}$
Tynk	0,015	0,82	0,018	0,015	0,82	0,018
Strop żelbetowy	0,24	1,00	0,240	0,08	1,70	0,047
Szlichta betonowa	0,05	1,00	0,050	-	-	0,000
Papa	-	-	0,000	0,01	0,18	0,056
-	-	-	0,000	-	-	0,000
-	-	-	0,000	-	-	0,000
-	-	-	0	-	-	0
	R_i	0,12	$\text{m}^2\text{K/W}$	R_i	0,12	$\text{m}^2\text{K/W}$
	R_e	0,12	$\text{m}^2\text{K/W}$	R_e	0,04	$\text{m}^2\text{K/W}$
	ΣR_p	0,31	$\text{m}^2\text{K/W}$	ΣR_p	0,12	$\text{m}^2\text{K/W}$
	R	0,55	$\text{m}^2\text{K/W}$	R	0,28	$\text{m}^2\text{K/W}$
	U_o	1,824	$\text{W/m}^2\text{K}$	U_o	3,560	$\text{W/m}^2\text{K}$
	Φ_o	20,2	kW	Φ_o	39,4	kW

Stan projektowany po dodatkowym ociepleniu			
Wskaźnik zużycia energii		8,2	GJ/kW
Koszt energii cieplnej		35,0	zł/GJ
Docieplenie styropapą	λ	0,045	W/mK
Cena ocieplenia	stała	140	zł/ m^2
	zmienna	250	zł/ m^3

Grubość docieplenia	m	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30
Projektowany R	$\text{m}^2\text{K/W}$	2,503	3,614	4,725	5,836	6,948
Projektowany " U_o "	$\text{W/m}^2\text{K}$	0,399	0,277	0,212	0,171	0,144
Projektowana strata mocy	kW	4,43	3,07	2,34	1,90	1,59
Efekt mocy	kW	15,78	17,14	17,86	18,31	18,61
Roczny efekt energii	GJ	129,4	140,6	146,5	150,1	152,6
Cena ocieplenia	zł/ m^2	165,0	177,5	190,0	202,5	215,0
Koszt ocieplenia	tys. zł	45,7	49,2	52,6	56,1	59,6
Roczny efekt ocieplenia	tys. zł	4,5	4,9	5,1	5,3	5,3
SPBT	lat	10,09	9,99	10,27	10,67	11,15

Optymalnym ociepleniem jest warstwa 15 cm styropapy.
Zamierzenie jest opłacalne

SPBT < 10 lat

1.3. Sprawdzenie ciepłochronności przegród budowlanych

Podłoga nad piwnicą			
Powierzchnia przegrody	241		m ²
Obliczeniowe Δt	12		°C
Układ warstwowy przegrody	d	λ	Rp
	m	W/mK	m ² K/W
Wylewka betonowa	0,04	1	0,040
Suprema	0,05	0,16	0,313
Strop żelbetowy	0,24	1	0,240
Tynk	0,015	0,82	0,018
-	-	-	0
-	-	-	0
-	-	-	0
	Ri	0,17	m ² K/W
	Re	0,04	m ² K/W
	ΣR_p	0,61	m ² K/W
	R	0,82	m ² K/W
	Uo	1,218	W/m ² K
	Φ_o	3,5	kW

1.4. Zestawienie przegród budowlanych

Lp.	Przegrody proponowane do ocieplenia	"U"	Ilość	Zamierzenie		Efekt roczny	SPBT
		akt./proj. W/m ² K		m ²	zł/m ²		
1	Wymiana okien drewnianych starych na okna PCV	3,120 1,300	35	600,0	21,0	1,5	14,4
2	Wymiana okien drewnianych starych na okna drewniane	-	0	0,0	0,0	0,0	-
3	Zamurowanie okien przegrodą nieprzeźroczystą	-	0	0,0	0,0	0,0	-
4	Wymiana drzwi na drzwi Alu	3,000 1,500	7	1200,0	8,4	0,2	38,2
5	Wymiana drzwi stalowych na drzwi Alu	-	0	0,0	0,0	0,0	-
6	Docieplenie ścian nadziemna 12 cm styropianu	1,462 0,298	718	150,0	107,7	9,6	11,2
7	Docieplenie gzymsów i attyk 5 cm styropianu	1,462 0,557	58	132,5	7,7	0,3	25,6
8	Docieplenie ościeży 3 cm styropianu	1,462 0,741	58	57,5	3,3	0,3	13,3
9	Docieplenie stropu ostatniego piętra	-	0	0,0	0,0	0,0	-
10	Podbitka dachu	-	0	0,0	0,0	0,0	-
11	Docieplenie stropodachu 15 cm styropapy	1,824 0,277	277	177,5	49,2	4,9	10,0
12	Inne	-	0	0,0	0,0	0,0	-
Razem przegrody do ocieplenia			1 153	171,1	197,3	16,7	11,8

Czas zwrotu nakładów inwestycyjnych dla ocieplanych przegród SPBT > 10 lat

Lp.	Przegrody nie ocieplane	"U"	Ilość
		W/m ² K	m ²
1	Okna PCV	1,30	74
2	Okna Alu	-	0
3	Okna drewniane nowe	-	0
4	Drzwi alu	-	0
5	Bramy	-	0
6	Ściany nadziemna I	-	0
7	Ściany nadziemna II	-	0
8	Ściany na poddaszu	-	0
9	Ściany piwnic	-	0
10	Strop nad piwnicami	-	0
11	Strop ostatniego piętra	-	0
12	Podbitka dachu	-	0
13	Stropodach	-	0
14	Podłoga nad piwnicą	1,218	241
15	Podłoga I strefa	-	0
16	Podłoga II strefa	-	0
17	Inne	-	0
Razem przegrody nieocieplane			315
Ogółem wszystkie przegrody [m²]			1 468

1.5. Bilans mocy i energii cieplnej

1.5.1. Założenia

1.5.1.1. Temperatuty obliczeniowe:

a/ zewnętrzna dla III strefy klimatycznej
b/ wewnętrzna

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

1.5.2. Wentylacja

Wentylacja grawitacyjna

Stosowana jest wentylacja grawitacyjna o obliczeniowej średniej krotności wymian powietrza na godzinę $n = 1,0$.

1.5.3. Ciepła woda użytkowa

Przygotowywana elektrycznie.

1.5.4. Obliczenia bilansu cieplnego

Kubatura całkowita	V	2 722	m ³	Temperatury				
Kubatura ogrzewana	V ₁	1 989	m ³	Δt ₁	40	°C		
Kubatura ogrzewana	V ₂	0	m ³	Δt ₂	0	°C		
$\Phi_p = \sum \Delta t_i \cdot A_i \cdot k_i$			$\Phi_{p\text{efekt}} = \Phi_{p\text{akt}} - \Phi_{p\text{doc}}$					
Przegroda	t _{ow} - t _{oz} °C	Powierzchnia		Wsp. "U"		Moc Φ		
		akt.	doc.	akt.	doc.	akt.	doc.	efekt
		m ²	m ²	W/m ² K	W/m ² K	kW	kW	kW
Okna drewniane do wymiany	40	35	35	3,12	1,30	4,4	1,8	2,5
Okna drewniane i PCV	40	74	74	1,30	1,30	3,8	3,8	0,0
Drzwi	40	7	7	3,00	1,50	0,8	0,4	0,4
Ściany	40	718	718	1,46	0,30	42,0	8,6	33,4
Ościeża x 0,5	40	58	58	1,46	0,74	1,7	0,9	0,8
Gzymsy i attki x 0,5	40	58	58	1,46	0,56	1,7	0,6	1,0
Stropodach	40	277	277	1,82	0,28	20,2	3,1	17,1
Podłoga nad piwnicą	15	241	241	1,22	1,22	4,4	4,4	0,0
Razem		1468	1468			79,0	23,6	55,4

Zapotrzebowanie mocy cieplnej na wentylację grawitacyjną			
$\Phi_{wg} = V_1 \cdot (0,34 \cdot \Delta t - 9) + V_2 \cdot 0,34 \cdot \Delta t - 9)$	9,1	kW	

Zestawienie zapotrzebowania mocy - stan aktualny

Obiekt	V	Φ _p	Φ _{wg}	Φ _{wm}	Φ _{cwu}	Φ _{str}	Φ _p /V	ΣΦ
	m ³	kW	kW	kW	kW	kW	W/m ³	kW
Budynek Komisariatu IV	2 722	79,0	9,1	0	0,0	0	29,0	88,2

w tym Φ _{co} = Φ _p + Φ _{wg}	=	88,2 kW
--	---	----------------

Zestawienie zapotrzebowania mocy - stan projektowany

Obiekt	V	Φ _p	Φ _{wg}	Φ _{wm}	Φ _{cwu}	Φ _{str}	Φ _p /V	ΣΦ
	m ³	kW	kW	kW	kW	kW	W/m ³	kW
Budynek Komisariatu IV	2 722	23,6	9,1	0	0,0	0	8,7	32,8

w tym Φ _{co} = Φ _p + Φ _{wg}	=	32,8 kW
--	---	----------------

Rozdział VII

Prognoza zużycia energii cieplnej i ponoszonych kosztów dla stanu istniejącego

1. Założenia

Na podstawie bilansu cieplnego obliczonego w „Rozdziale VI i obowiązujących norm oraz wskaźników wykonano obliczeniową prognozę zużycia energii oraz prognozę kosztów prowadzenia gospodarki cieplnej.

2. Zapotrzebowanie mocy cieplnej

Wg pkt 1.5.4. Rozdział VI

3. Roczne zużycie energii cieplnej

3.1. Podział energii cieplnej

Energia „ Q_{netto} ” jest to energia zużywana w obiekcie bez uwzględniania:

- ograniczania ogrzewania poza godzinami użytkowania
- sprawności regulacji i wykorzystania energii
- sprawności wentylacji mechanicznej
- sprawności urządzeń technologicznych
- sprawności przygotowania c.w.u.

Energia „ Q ” jest to energia faktycznie zużywana w obiekcie z uwzględnieniem:

- ograniczania ogrzewania poza godzinami użytkowania
- sprawności regulacji i wykorzystania energii
- sprawności wentylacji mechanicznej
- sprawności urządzeń technologicznych
- sprawności przygotowania c.w.u.

Energia „ Q_{brutto} ” jest to energia faktycznie zużywana dla obiektu w źródle ciepła tego obiektu z uwzględnieniem:

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

3.2. Algorytmy obliczeniowe

$$Q = Q_{co} + Q_{inf}$$

Energia Q_{netto} :

$$Q_{co} = \Phi_{co} * W_{sp}$$

$$Q_{inf} = L * W_{s_{inf}} * a_{akt}$$

Energia Q - rzeczywiste zużycie energii cieplnej w obiekcie

$$Q_{co} = \gamma_d * \gamma_t * \frac{\Phi_{co} * W_{sp}}{\eta_e * \eta_r}$$

$$Q_{inf} = \gamma_d * \gamma_t * \frac{L * W_{s_{inf}} * a_{akt}}{\eta_e * \eta_r}$$

Energia Q_{brutto}

$$Q_{co} = \gamma_d * \gamma_t * \frac{\Phi_{co} * W_{sp}}{\eta_e * \eta_r * \eta_{za} * \eta_p}$$

$$Q_{inf} = \gamma_d * \gamma_t * \frac{L * W_{s_{inf}} * a_{akt}}{\eta_e * \eta_r * \eta_{za} * \eta_p}$$

3.3. Obliczenia

Założenia i dane obliczeniowe:

Moc cieplna c.o.	Φ_{co}	88,2	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	88,2	kW
Wskaźnik zużycia energii cieplnej c.o.	W_{sp}	8,20	GJ/kW
Ograniczenia dobowe c.o.	γ_d	0,95	
Ograniczenia tygodniowe c.o.	γ_t	1,00	
Sprawność regulacji c.o.	η_r	0,95	
Sprawność wykorzystania c.o.	η_e	0,95	
Długość przyłgni w stolarcie	L	180	mb
Strumień infiltracji	a_{akt}	4,00	$m^3/(m^* h * daPa^{2/3})$
Wskaźnik infiltracji	$W_{s inf}$	0,0375	GJ/(a * m * rok)
Sprawność wentylacji mechanicznej	η_{wm}	1,00	
Czas pracy wentylacji mechanicznej.	t_{wm}	0	h
Sprawność systemów technologicznych	η_{tech}	1,00	
Czas pracy urządzeń technologicznych	t_{tech}	0	h
Sprawność przygotowania c.w.u.	η_{cwu}	1,00	
Roczne zużycie c.w.u. - obliczenia w tekście	$G_{a cwu}$	0	Mg
Energia cieplna strat - obliczenia w tekście	$Q_{str netto}$	0	GJ
Uzysk energii solarnej - obliczenia w tekście	Q_{sol}	0	GJ
Roczna sprawność źródła ciepła	η_{za}	0,90	
Sprawność przesyłu	η_p	0,98	

Prognozowane zużycie energii cieplnej:

Wyszczególnienie	Q_{netto}		Q		Q_{brutto}	
	GJ	%	GJ	%	GJ	%
Q_{co}	723,2	96,4	761,3	96,4	863,2	96,4
Q_{inf}	27,0	3,6	28,4	3,6	32,2	3,6
$Q_{co} + Q_{inf}$	750,2	100,0	789,7	100,0	895,4	100,0
Q_{wm}	0,0	-	0,0	-	0,0	-
Q_{tech}	0,0	-	0,0	-	0,0	-
Q_{cwu}	0,0	-	0,0	-	0,0	-
Q_{str}	0,0	-	0,0	-	0,00	-
Q_{sol}	0,0	-	0,0	-	0,00	-
Razem	750,2	100,0	789,7	100,0	895,4	100,0

4. Zużycie paliwa - gaz ziemny

wartość opałowa	W_d	= 35,0 MJ/m ³
zawartość popiołu	A^r	= 0,0 %
zawartość siarki	s	= 0,0 %
sprawność chwilowa	η_c	= 0,92
roczna sprawność eksploatacyjna	η_a	= 0,90
koszt zakupu	k	= wg taryfy W-5

zużycie roczne

$$G_{rok} = \frac{Q_{brutto}}{W_d} = \frac{895}{35,0} = 25,6 \text{ tys. m}^3$$

zużycie godzinowe – 88,2 kW mocy

$$B_{godz} = \frac{3600 * Q}{W_d * \eta_c} = \frac{3600 * 88,2}{35,0 * 0,92} = 10 \text{ m}^3/\text{h}$$

5. Koszty produkcji energii cieplnej

Zakup gazu

Moc zamówiona w gazie	10	m ³ /h
Okres rozliczeniowy mocy zamówionej	8760	h
Zakupiony gaz	25,6	tys. m ³

Lp.	Wyszczególnienie	Jedn. miar	Ilość	Cena zł/(m ³ /h) zł/m-c, zł/m ³	Koszt netto zł	Koszt brutto zł	
1	Moc przesyłana	m ³ /h	10	0,0388	3 399	4 147	
2	Abonament	m-c	12	61,15	734	895	
Razem opłaty stałe					4 133	5 042	
3	Gaz zakupiony	m ³	25,6	0,7189	18 404	22 453	
4	Gaz przesyłany	m ³	25,6	0,2343	5 998	7 318	
Razem opłaty zmienne					0,9532	24 402	
Koszt zakupu gazu ogółem "Kg"					28 535	34 812	
Średnia cena zakupu gazu (netto/brutto)					zł/m³	1,11	1,36

Zestawienie kosztów eksploatacyjnych "Ke"

Lp.	Wyszczególnienie	Koszt w tys. zł
1	Zakup gazu	34,812
2	Przeglądy i konserwacje	0,500
3	Energia elektryczna	0,500
4	Remonty bieżące	0,000
5	Inne	0,000
6	Ochrona środowiska	0,000
Razem "Ke"		35,812

Produkcja energii cieplnej "Q"	GJ	790,0
Jednostkowy koszt produkcji energii cieplnej w cenach 2006	zł/GJ	45,3

Rozdział VIII

Przedsięwzięcia termomodernizacyjne

1. Termorenowacja

1.1. Założenia

Analizy opłacalności proponowanych przedsięwzięć wykonano dla następujących założeń:

Zasilanie w energię ciepłą	kotłownia własna
Koszt energii cieplnej	$k_k = 35,0$ zł/GJ
Roczne zużycie energii cieplnej c.o. na 1 kW mocy	$k_e = 8,2$ GJ/kW

1.2. Zakres prac

Proponuje się wykonanie termorenowacji wg zakresu:

Lp.	Przegrody proponowane do ocieplenia	"U"	Ilość	Zamierzenie		Efekt roczny	SPBT
		akt./proj.		W/m ² K	m ²		
1	Wymiana okien drewnianych starych na okna PCV	3,120 1,300	35	600,0	21,0	1,5	14,4
2	Wymiana okien drewnianych starych na okna drewniane	-	0	0,0	0,0	0,0	-
3	Zamurowanie okien przegrodą nieprzeźroczystą	-	0	0,0	0,0	0,0	-
4	Wymiana drzwi na drzwi Alu	3,000 1,500	7	1200,0	8,4	0,2	38,2
5	Wymiana drzwi stalowych na drzwi Alu	-	0	0,0	0,0	0,0	-
6	Docieplenie ścian nadziemna 12 cm styropianu	1,462 0,298	718	150,0	107,7	9,6	11,2
7	Docieplenie gzymsów i attyk 5 cm styropianu	1,462 0,557	58	132,5	7,7	0,3	25,6
8	Docieplenie ościeży 3 cm styropianu	1,462 0,741	58	57,5	3,3	0,3	13,3
9	Docieplenie stropu ostatniego piętra	-	0	0,0	0,0	0,0	-
10	Podbitka dachu	-	0	0,0	0,0	0,0	-
11	Docieplenie stropodachu 15 cm styropapy	1,824 0,277	277	177,5	49,2	4,9	10,0
12	Inne	-	0	0,0	0,0	0,0	-
Razem przegrody do ocieplenia			1 153	171,1	197,3	16,7	11,8

Czas zwrotu nakładów inwestycyjnych dla proponowanych zamierzeń przekracza 10 lat. i zamierzenie to są mało opłacalne. Pożądane jest wsparcie ze środków zewnętrznych.

1.3. Zapotrzebowanie mocy cieplnej po termorenowacji

Zestawienie zapotrzebowania mocy - stan projektowany

Obiekt	V	Φ_p	Φ_{wg}	Φ_{wm}	Φ_{cwu}	Φ_{str}	Φ_p/V	$\Sigma\Phi$
	m ³	kW	kW	kW	kW	kW	W/m ³	kW
Budynek Komisariatu IV	2 722	23,6	9,1	0	0,0	0	8,7	32,8

w tym $\Phi_{co} = \Phi_p + \Phi_{wg}$	=	32,8 kW
--	---	---------

1.4. Koszty inwestycyjne

Poz.	Wyszczególnienie	Jedn.	Ilość	Cena	Koszt
			jedn.	zł/jedn.	tys. zł
Ki ₁	Termorenowacja	m ²	1153	-	197,3
	Razem				197,3
	Dokumentacja techniczna			10%	19,7
	Ogółem				217,0

1.5. Koszty eksploatacyjne

1.5.1. Zużycie energii cieplnej

$$Q = Q_{co} + Q_{inf}$$

1.5.2. Obliczenia

Założenia i dane obliczeniowe:

Moc cieplna c.o.	Φ_{co}	32,8	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	32,8	kW
Wskaźnik zużycia energii cieplnej c.o.	W_{sp}	8,20	GJ/kW
Ograniczenia dobowe c.o.	γ_d	0,95	
Ograniczenia tygodniowe c.o.	γ_t	1,00	
Sprawność regulacji c.o.	η_r	0,95	
Sprawność wykorzystania c.o.	η_e	0,95	
Długość przyłgni w stolarcie	L	180	mb
Strumień infiltracji	a_{akt}	0,50	$m^3/(m^* h * daPa^{2/3})$
Wskaźnik infiltracji	$W_{s inf}$	0,0375	GJ/(a * m * rok)
Sprawność wentylacji mechanicznej	η_{wm}	1,00	
Czas pracy wentylacji mechanicznej.	t_{wm}	0	h
Sprawność systemów technologicznych	η_{tech}	1,00	
Czas pracy urządzeń technologicznych	t_{tech}	0	h
Sprawność przygotowania c.w.u.	η_{cwu}	1,00	
Roczne zużycie c.w.u. - obliczenia w tekście	$G_{a cwu}$	0	Mg
Energia cieplna strat - obliczenia w tekście	$Q_{str netto}$	0	GJ
Uzysk energii solarnej - obliczenia w tekście	Q_{sol}	0	GJ
Roczna sprawność źródła ciepła	η_{za}	0,90	
Sprawność przesyłu	η_p	0,98	

Prognozowane zużycie energii cieplnej:

Wyszczególnienie	Q_{netto}		Q		Q_{brutto}	
	GJ	%	GJ	%	GJ	%
Q_{co}	269,0	98,8	283,1	98,8	321,0	98,8
Q_{inf}	3,4	1,2	3,6	1,2	4,0	1,2
$Q_{co} + Q_{inf}$	272,3	100,0	286,7	100,0	325,0	100,0
Q_{wm}	0,0	-	0,0	-	0,0	-
Q_{tech}	0,0	-	0,0	-	0,0	-
Q_{cwu}	0,0	-	0,0	-	0,0	-
Q_{str}	0,0	-	0,0	-	0,00	-
Q_{sol}	0,0	-	0,0	-	0,00	-
Razem	272,3	100,0	286,7	100,0	325,0	100,0

1.5.3. Zużycie paliwa

wartość opałowa	W_d	= 35,0 MJ/m ³
zawartość popiołu	A^r	= 0,0 %
zawartość siarki	s	= 0,0 %
sprawność chwilowa	η_c	= 0,92
roczna sprawność eksploatacyjna	η_a	= 0,90
koszt zakupu	k	= wg taryfy W-5

zużycie roczne

$$G_{rok} = \frac{Q_{brutto}}{W_d} = \frac{325}{35,0} = 9,28 \text{ tys. m}^3$$

zużycie godzinowe – 34,4 kW mocy

$$B_{godz} = \frac{3600 * Q}{W_d * \eta_c} = \frac{3600 * 32,8}{35,0 * 0,92} = 4 \text{ m}^3/\text{h}$$

1.5.4. Koszty

Zakup gazu

Moc zamówiona w gazie	4	m ³ /h
Okres rozliczeniowy mocy zamówionej	8760	h
Zakupiony gaz	9,3	tys. m ³

Lp.	Wyszczególnienie	Jedn. miar	Ilość	Cena zł/(m ³ /h) zł/m-c, zł/m ³	Koszt netto zł	Koszt brutto zł
1	Moc przesyłana	m ³ /h	4	0,0388	1 360	1 659
2	Abonament	m-c	12	61,15	734	895
Razem opłaty stałe					2 093	2 554
3	Gaz zakupiony	m ³	9,3	0,7189	6 671	8 139
4	Gaz przesyłany	m ³	9,3	0,2343	2 174	2 653
Razem opłaty zmienne					8 846	10 792
Koszt zakupu gazu ogółem "Kg"					10 939	13 346
Średnia cena zakupu gazu (netto/brutto)				zł/m ³	1,18	1,44

Zestawienie kosztów eksploatacyjnych "Ke"

Lp.	Wyszczególnienie	Koszt w tys. zł
1	Zakup gazu	13,346
2	Przeglądy i konserwacje	0,500
3	Energia elektryczna	0,400
4	Remonty bieżące	0,000
5	Inne	0,000
6	Ochrona środowiska	0,000
Razem "Ke"		14,246

Produkcja energii cieplnej "Q"	GJ	287,0
Jednostkowy koszt produkcji energii cieplnej w cenach 2006	zł/GJ	49,6

Rozdział IX

Analiza finansowa wykonalności

1. Czas zwrotu nakładów inwestycyjnych

Porównanie kosztów

	Zamierzenie	Koszty		Roczne zużycie energii Q GJ	Efekt roczny		Cena energii zł/GJ	SPBT lat
		Inwestycyjne tys. zł	Eksploatacyjne roczne tys. zł		Koszty tys. zł	Energia %		
1.	Stan prognozowany wg Rozdziału VII	0,0	35,812	790	-	-	45,3	-
2.	Stan projektowany wg Rozdziału VIII	217,0	14,346	287	21,466	64%	50,0	10,1

Projektowana termomodernizacja jest zamierzeniem mało opłacalnym - czas zwrotu nakładów inwestycyjnych przekracza 10 lat. Pożądane jest wsparcie ze środków zewnętrznych.

2. Analiza przepływów pieniądza - npv

2.1. Założenia

Założono finansowanie modernizacji gospodarki cieplnej w zakresie proponowanym w niniejszym audycie:

opcja „a” - finansowanie wyłącznie ze środków własnych

opcja „b” - finansowanie wg montażu finansowego uwzględniającego środki własne oraz środki zewnętrzne

Lp.	Wyszczególnienie	Finansowanie własne opcja "a"		Finansowanie wg montażu finansowego opcja "b"	
		%	tys. zł	%	tys. zł
1	Środki własne	100,0	217,0	50,0	108,5
2	Dotacja WFOŚiGW	-	-	-	-
3	Dotacja GFOŚiGW	-	-	50,0	108,5
4	Pożyczka komercyjna	-	-	-	-
5	Środki inne	-	-	-	-
Razem		100,0	217,0	100,0	217,0

2.2. Przepływy pieniężne

Przepływy pieniężne podano w załączniku nr 1 i nr 2

Rozdział X

Wnioski

1. Przedsięwzięcia termomodernizacyjne zaproponowane w Audycie kwalifikują się do wdrożenia jedynie przy dofinansowaniu ze środków ochrony środowiska.

Rozdział XI - Suplement

Redukcja zanieczyszczeń do atmosfery

1. Stan aktualny - emisja ze spalania gazu ziemnego

Zużycie paliwa	Gproj =	0,026 mln m ³
Zawartość siarki	Sc =	0,000040 kg/mln m ³
Zawartość popiołu	Ar =	0,000015 kg/mln m ³

Zanieczyszczenie	Wzór obliczeniowy	Wskaźnik kg/mln m ³	Emisja Mg
Pył	15	15	0,0004
SO ₂	40	40	0,0010
NO ₂	1280,0	1280,0	0,03
CO	360	360	0,01
CO ₂	1 964 000	1 964 000	50,28

2. Stan projektowany - emisja ze spalania gazu ziemnego

Zużycie paliwa	Gproj =	0,009 mln m ³
Zawartość siarki	Sc =	0,000040 kg/mln m ³
Zawartość popiołu	Ar =	0,000015 kg/mln m ³

Zanieczyszczenie	Wzór obliczeniowy	Wskaźnik kg/mln m ³	Emisja Mg
Pył	15	15	0,0001
SO ₂	40	40	0,0004
NO ₂	1280,0	1280,0	0,01
CO	360	360	0,00
CO ₂	1 964 000	1 964 000	18,27

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	Mg	0,00	0,00	0,00	63,7
SO ₂	Mg	0,00	0,00	0,00	63,7
NO ₂	Mg	0,03	0,01	0,02	63,7
CO	Mg	0,01	0,00	0,01	63,7
CO ₂	Mg	50	18	32	63,7