

# **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

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

### **modernizacji gospodarki cieplnej**

**w Komendzie Powiatowej Policji w Kłobucku  
ul. Bohaterów Bitwy Pod Mokrą 5**

**Inwestor:**

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

**opracował:**

**Chorzów, 2012.**

<b>Karta nr 1 Audytu - dane ogólne</b>			
<b>1. Dane identyfikacyjne budynku</b>			
1.1. Rodzaj budynku	<b>Budynek biurowy</b>	1.2. Rok budowy	<b>1968</b>
1.3. Właściciel lub zarządca	<b>KW Policji w Katowicach</b>	1.4. Adres budynku	<b>42 100 Kłobuck ul. Bohaterów Bitwy Pod Mokrą 5</b>
<b>2. Nazwa i adres firmy wykonującej Audyt</b>			
<b>inż. Bogumił Konopka 41 500 Chorzów, ul. Ryszki 57/21, tel./fax 247 63 73 audytor KAPE, uprawnienia budowlane nr KA 844/92</b>			
<b>3. Imię i nazwisko oraz adres koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis</b>			
<b>inż. Bogumił Konopka 41 500 Chorzów, ul. Ryszki 57/21, tel./fax 247 63 73 audytor KAPE, uprawnienia budowlane nr KA 844/92</b>			
<b>4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac, posiadane kwalifikacje</b>			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu	Posiadane kwalifikacje
1.			
2.	-		
3.	-		
<b>5. Miejscowość</b>		<b>Data wykonania opracowania</b>	
<b>Chorzów</b>		<b>2012</b>	
<b>6. Spis treści</b>			
Rozdział			Strona
I	Wykaz jednostek miar i oznaczeń		5
II	Ustalenia ogólne		7
III	Dane klimatyczne		9
IV	Stan istniejący – charakterystyka i koszty		11
V	Założenia zamierzeń termomodernizacyjnych		13
VI	Optymalizacja termorenowacji i bilans mocy		14
VII	Prognoza zużycia energii i ponoszonych kosztów dla stanu istniejącego		26
VIII	Przedsięwzięcia termomodernizacyjne		31
IX	Analiza finansowa wykonalności		47
IX	Wnioski		48
X	Efekt ekologiczny		49

„Cash flow” w załącznikach nr 1 i nr 2

Pieczęć Wnioskodawcy

Załącznik nr B2/3b  
Data 06.04.2012.

### Karta Audytu energetycznego obiektu

A		Dane ogólne
1	Wnioskodawca	Komenda Wojewódzka Policji w Katowicach 40 038 Katowice, ul. Lompy 19
2	Nazwa zadania	Termomodernizacja budynku Komendy Powiatowej Policji w Kłobucku,
3	Adres budynku	Kłobuck, ul. Bohaterów Bitwy Pod Mokrą 5
4	Przeznaczenie budynku	komenda policji
5	Rok oddania budynku do użytkowania	1968
6	Liczba kondygnacji	trzy + piwnice
7	Kubatura części ogrzewanej [m <sup>3</sup> ]	6 072
8	Pow. części ogrzewanej [m <sup>2</sup> ]	1 312

B		System grzewczy	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1	Źródło ciepła			
	a	rodzaj źródła ciepła	Kotłownia miejska U & R Kalor paliwo - miał węglowy Zasilanie z węzła wymiennikowego U & R Kalor	Kotłownia miejska U & R Kalor paliwo - miał węglowy Zasilanie z węzła wymiennikowego U & R Kalor
2	Instalacja c.o.			
	a	typ instalacji c.o.	wodna	wodna
	b	typ grzejników	grzejniki żeliwne oraz częściowo grzejniki z rur stalowych ożebrowanych	grzejniki stalowe panelowe
	c	zawory termostacyjne	brak	standard
	d	stan przewodów instalacji c.o.	do wymiany	nowe
3	Zapotrzebowanie mocy [kW]	186,3	86,8	
4	Zapotrzebowanie energii netto [GJ/a]	1 382	561	
5	Sprawność wytwarzania	1,00	1,00	
6	Sprawność przesyłu	0,95	0,98	
7	Sprawność akumulacji	1,00	1,00	
8	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,85	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]	1 626	572	

C		Wentylacja grawitacyjna	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1	Liczba wymian powietrza [1/h]		1	1
2	Strumień powietrza [m <sup>3</sup> /h]		6 072	6 072

D	Przegrody budowlane oddzielające część ogrzewaną od powietrza zewnętrznego i części nieogrzewanej	Stan przed termomodernizacją		Stan po termomodernizacji			
		Pow. przegrody [m <sup>2</sup> ]	Wsp. „U” [W/m <sup>2</sup> K]	Grubość izolacji [cm]	Wsp. „λ” [W/mK]	Wsp. „U” projekt [W/m <sup>2</sup> K]	Wsp. „U” WT 2008 [W/m <sup>2</sup> K]
1	Okna drewniane do wymiany na okna PCV	17	5,60	-	-	1,30	1,80
2	Okna drewniane do zamurowania 51 cm cegła + 8 cm polistyrenu ekstrudowanego	16	5,60	8	0,032	0,30	0,30
3	Wymiana luksferów na okna PCV	13	4,60	-	-	1,30	1,80
4	Luksfery do zamurowania 38 cm cegła + 12 cm styropianu	11	4,60	12	0,031	0,22	0,30
5	Okna nowe PCV	201	1,60	-	-	1,60	1,80
6	Drzwi nowe ocieplane	8	2,00	-	-	2,00	2,60
7	Drzwi stalowe i alu do wymiany na ocieplane	19	5,60	-	-	2,00	2,60
8	Ściany nadziemia do ocieplenia styropianem	1111	1,46	12	0,031	0,22	0,30
9	Ściany piwnic do ocieplenia polistyrenem ekstrudowanym	436	1,18	8	0,032	0,30	0,65
10	Stropodach do ocieplenia styropapą od zewnątrz	822	1,00	15	0,039	0,21	0,25
11	Podłoga piwnic	801	0,69	-	-	0,69	1,20
12	Kryterium wyboru grubości izolacji					SPBT i WT 2008	

E	Zestawienie zbiorcze	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji																		
1	Zapotrzebowanie mocy [kW]	186,3	86,8																		
2	Zapotrzebowanie energii netto [GJ/a]	1 382	561																		
3	Zapotrzebowanie energii brutto loco obiekt [GJ/a]	1 626	572																		
4	Rodzaj paliwa	m.s.c	m.s.c																		
5	Wartość opałowa paliwa [MJ/m <sup>3</sup> ]	-	-																		
6	Ilość węgla [Mg]	-	-																		
7	Zawartość siarki w paliwie [%]	-	-																		
8	Zawartość popiołu w paliwie [%]	-	-																		
9	Moc zamówiona [kW]	203																			
10	Śr. zużycie energii w latach 2009 -2011 r. [GJ]	1 406																			
11	Cena jednostkowa energii [zł/GJ]	30,59 (netto)	30,59 (netto)																		
12	Roczny koszt całkowity energii [zł]	60 682	21 347																		
13	Stawka opłaty stałej za ogrzewanie [zł/(MW*m-c)]	10 752	10 752																		
14	Roczny koszt opłaty stałej [zł/a]	29 325	13 537																		
15	Roczny koszt obsługi [zł/a]	-	-																		
16	Roczny koszt całkowity eksploatacji [zł/a]	90 007	34 884																		
17	Roczna oszczędność kosztów eksploatacji [zł/a]		55 123																		
18	Całkowite nakłady inwestycyjne [zł]		946 000																		
19	Prosty czas zwrotu (SPBT) lata		17,2																		
20	Wartość bieżąca NPV przy założeniach: a/ stopa dyskonta r = 5,91 % b/ okres analizy t = 15 lat c/ stopa wzrostu cen paliwa s = 6 % d/ finansowanie:		- 133 100																		
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Źródło finansowania</th> <th>%</th> <th>Kwota w zł</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Środki własne</td> <td>100,0</td> <td>946 000,00</td> </tr> </tbody> </table>	Źródło finansowania	%	Kwota w zł	Środki własne	100,0	946 000,00														
Źródło finansowania	%	Kwota w zł																			
Środki własne	100,0	946 000,00																			
21	Wartość bieżąca NPV przy założeniach: a/ stopa dyskonta r = 5,91 % b/ okres analizy t = 15 lat c/ stopa wzrostu cen paliwa s = 6 % d/ finansowanie:		339 900																		
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Źródło finansowania</th> <th>%</th> <th>Kwota w zł</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Środki własne</td> <td>50,0</td> <td>473 000,00</td> </tr> <tr> <td>Pożyczka WFOŚiGW</td> <td>0,0</td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td>Dotacja WFOŚiGW</td> <td>50,0</td> <td>473 000,00</td> </tr> <tr> <td>Umorzenie WFOŚiGW</td> <td>0,0</td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td>Razem</td> <td>100,0</td> <td>946 000,00</td> </tr> </tbody> </table>	Źródło finansowania	%	Kwota w zł	Środki własne	50,0	473 000,00	Pożyczka WFOŚiGW	0,0	0,00	Dotacja WFOŚiGW	50,0	473 000,00	Umorzenie WFOŚiGW	0,0	0,00	Razem	100,0	946 000,00		
Źródło finansowania	%	Kwota w zł																			
Środki własne	50,0	473 000,00																			
Pożyczka WFOŚiGW	0,0	0,00																			
Dotacja WFOŚiGW	50,0	473 000,00																			
Umorzenie WFOŚiGW	0,0	0,00																			
Razem	100,0	946 000,00																			

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 <sup>2</sup>	
kubatura, objętość	m <sup>3</sup>	
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 <sup>2</sup> K)	

### 1.2. Skróty i oznaczenia

#### **dane podstawowe:**

obwód obiektu	L	
powierzchnia zabudowy obiektu		A
powierzchnia użytkowa obiektu	A <sub>u</sub>	
kubatura obiektu całkowita	V	
kubatura obiektu ogrzewana	V <sub>ogrz</sub>	
ciepła woda użytkowa + 50°C	c.w.u.	
centralne ogrzewanie	c.o.	
wentylacja grawitacyjna	W <sub>g</sub>	
wentylacja mechaniczna	W <sub>m</sub>	

#### **temperatury:**

obliczeniowa zewnętrzna	t <sub>zo</sub>	[°C]
obliczeniowa gruntu	t <sub>go</sub>	[°C]
obliczeniowa wewnętrzna	t <sub>wi</sub>	[°C] (dla kubatury „i”)
różnica temperatur	Δt	[°C]

**krotność wentylacji:**

wentylacja grawitacyjna	$n_{wg}$	[1/h]
wentylacja mechaniczna	$n_{wm}$	[1/h]

**moc:**

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

**sprawności systemu grzewczego:**

sprawność maksymalna źródła ciepła	$\eta_{H,g \max}$
średnia sprawność eksploatacyjna źródła ciepła	$\eta_{H,g}$
średnia sprawność akumulacji zewnętrznego buforu	$\eta_{H,s}$
średnia sprawność przesyłu energii cieplnej	$\eta_{H,d}$
średnia sprawność regulacji i wykorzystania energii cieplnej	$\eta_{H,e}$

**przerwy w ogrzewaniu**

współczynnik przerw tygodniowych	$W_{H,t}$
współczynnik przerw dobowych	$W_{H,d}$

**sprawności przygotowania c.w.u.:**

średnia sprawność eksploatacyjna źródła ciepła c.w.u.	$\eta_{W,g}$	
średnia sprawność akumulacji w zasobnikach c.w.u.	$\eta_{W,s}$	
średnia sprawność przesyłu c.w.u.	$\eta_{W,d}$	
średnia sprawność wykorzystania energii cieplnej c.w.u.		$\eta_{W,e}$ (przyjmuje się 1,0)

**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.	$Q_{c.w.u.}$	[GJ]
energia na potrzeby technologiczne	$Q_{tech}$	[GJ]
straty energii	$Q_{st}$	[GJ]
zyski wewnętrzne	$Q_{int}$	[GJ]
zyski słoneczne	$Q_{sol}$	[GJ]

**zużycie paliwa:**

roczne	$G_a$	[Mg/a lub m <sup>3</sup> /a]
godzinowe	$G_h$	[Mg/h lub m <sup>3</sup> /h]

**koszty:**inwestycyjne  
eksploatacyjneK<sub>i</sub> [zł lub tys. zł]  
K<sub>e</sub> [zł lub tys. zł]

## **Rozdział II**

### **Ustalenia ogólne**

#### **1. Cel pracy**

Celem pracy jest zaproponowanie rozwiązań technicznych w zakresie termomodernizacji budynku Komendy Miejskiej Policji w Kłobucku.

#### **2. Materiały źródłowe**

Podstawą opracowania audytu jest:

- Dane techniczne i eksploatacyjne udostępnione przez Inwestora
- Dokumentacja techniczna budynku
- Inwentaryzacja własna

#### **3. Podstawa prawna**

##### **3.1. Akty prawne**

1. 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. 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-02025/2002  
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 m<sup>3</sup>.
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. 2012 r.

## Rozdział III Dane klimatyczne

### 1. Podstawowe dane

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

Stacja meteorologiczna Częstochowa terenowo właściwa dla Kłobucka  
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 <sub>e</sub> (m.)	-3,7	-0,8	4,4	8,0	14,9	15,7	18,0	17,1	13,2	8,8	3,4	-1,4
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 <sub>śrs</sub>	=	3,204	°C
Temperatura obliczeniowa zewnętrzna	t <sub>zo</sub>	=	-20,0	°C
Temperatura obliczeniowa wewnętrzna	t <sub>wo</sub>	=	20,0	°C
Ilość stopniodni	Sd	=	3729	

### 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 Częstochowa:

Obliczeniowa temperatura wewnętrzna t<sub>wo</sub> = 12°C:

$$W_{sp} = \frac{Ld_a * (t_{wo} - t_{śrs}) * 86.400}{t_{wo} - t_{zo}} = \frac{222 * (12 - 3,20) * 86.400}{12 - (-20)} = 5,274 * 10^6 [kJ / kW] = 5,274 [GJ / (kW * a)]$$

Obliczeniowa temperatura wewnętrzna t<sub>wo</sub> = 16°C:

$$W_{sp} = \frac{Ld_a * (t_{wo} - t_{śrs}) * 86.400}{t_{wo} - t_{zo}} = \frac{222 * (16,0 - 3,20) * 86.400}{16 - (-20)} = 6,819 * 10^6 [kJ / kW] = 6,819 [GJ / (kW * a)]$$

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

$$W_{sp} = \frac{Ld_a * (t_{wo} - t_{srs}) * 86.400}{t_{wo} - t_{zo}} = \frac{222 * (20,0 - 3,20) * 86.400}{20 - (-20)} = 8,056 * 10^6 [\text{kJ} / \text{kW}] = 8,056 [\text{GJ} / (\text{kW} * \text{a})]$$

## 2.2. Wskaźnik zużycia energii cieplnej na infiltrację

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

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

gdzie:

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

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

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

Wskaźniki dla stacji meteorologicznej Częstochowa

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

$$W_{s_{inf} 20} = 1,43 * 10^{-6} * a * l * \sum_{m=1}^{L_g} [t_{wo} - t_e(m)]^{5/3} Ld_m = \mathbf{0,0366 \text{ GJ}/(a * m * \text{rok})}$$

$$Q_{inf 20} = l * a * W_{s_{inf}} = l * a * 0,0366 [\text{GJ}]$$

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

$$W_{s_{inf} 16} = 1,43 * 10^{-6} * a * l * \sum_{m=1}^{L_g} [t_{wo} - t_e(m)]^{5/3} Ld_m = \mathbf{0,0241 \text{ GJ}/(a * m * \text{rok})}$$

$$Q_{inf 16} = l * a * W_{s_{inf}} = l * a * 0,0241 [\text{GJ}]$$

Obliczeniowa temperatura wewnętrzna  $t_{wo} = 12^{\circ}\text{C}$ :

$$W_{s_{inf} 12} = 1,43 * 10^{-6} * a * l * \sum_{m=1}^{L_g} [t_{wo} - t_e(m)]^{5/3} Ld_m = \mathbf{0,0141 \text{ GJ}/(a * m * \text{rok})}$$

$$Q_{inf 12} = l * a * W_{s_{inf}} = l * a * 0,0141 [\text{GJ}]$$

## Rozdział IV Stan istniejący - charakterystyka i koszty

### 1. Charakterystyka ogólna

Zakresem niniejszego opracowania jest budynek Komendy Powiatowej Policji w Kłobucku.

Jest to budynek konstrukcji tradycyjnej murowanej. Stan techniczny budynku jest dobry, umożliwiającą dalszą jego eksploatację. Ciepłochronność przegród budowlanych nie spełnia aktualnych wymagań i budynek należy docięlić.

Podstawowe dane budynku:

Nr	Obiekt	Powierzchnia.		Kubatura		Wskaźnik	Rok przekazania budynku w użytkowanie
		zabudowy	ogrzewana	całkowita	ogrzewana		
		A	A <sub>u</sub>	V	V <sub>ogrz</sub>		
		m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>		
1	Komenda Policji	837	1 312	7 950	6 072	0,105	1968

W budynku znajdują się:

a/ pomieszczenia policji  $A_u = 1\,187\text{ m}^2$

b/ pomieszczenia wynajmowane stołówce Eldorado  $A_u = 125\text{ m}^2$

## 2. Zasilanie w energię ciepłą

### 2.1. Źródło ciepła

Budynek zasilany jest z kotłowni miejskiej U&R Calor Sp. z o.o. Jako medium grzewcze stosowana jest woda o parametrze 90/70°C z lokalnego węzła wymiennikowego

### 2.2. Węzeł ciepły

Budynek posiada węzeł ciepły bezpośredni wyposażony w dwa liczniki ciepła:

- jeden dla KPP
- drugi dla restauracji, która wynajmuje część jednego skrzydła budynku

Węzeł nie posiada automatyki pogodowej oraz regulowanych obiegów grzewczych.

Moc zamówiona:

- KPP	0,148 MW
- Stołówka	0,055 MW
Razem	0,203 MW

Zużycie energii cieplnej

Rok	2009	2010	2011	Średnio
Zużycie w GJ	1 305,7	1 618,4	1 294,6	1 406,2

### **2.3. Instalacja wewnętrzna c.o.**

Instalacja wewnętrzna c.o. wykonana jest w stali i wyposażona jest w większości w grzejniki żeliwne oraz częściowo w grzejniki z rur ożebrowanych. Grzejniki nie są wyposażone w zawory termostaticzne.

### **2.4. Instalacja c.w.u.**

C.w.u. przygotowywana jest elektrycznie. Nie przewiduje się modernizacji przygotowania c.w.u.

## **3. Koszty gospodarki cieplnej**

### **3.1. Koszty zakupu energii cieplnej**

Koszty zakupu energii cieplnej w cenach 2012 r. wg zużycia energii cieplnej w 2011 r.

Zakup energii cieplnej w 2011 r.

$$Q = 1\,295 \text{ GJ}$$

Moc zamówiona "Φ"	0,203	MW
Zakupiona energia cieplna "Q"	1 295	GJ

Lp.	Wyszczególnienie	Jedn. miar	Ilość	Cena zł/MW m-c zł/GJ, zł/m-c	Koszt netto zł	Koszt brutto zł
1	Moc zamówiona	MW	0,203	8 732	21 271	25 951
2	Moc przesyłana	MW	0,203	2 020	4 921	6 003
Razem moc zamówiona				10 752	26 192	31 954
3	Energia zakupiona	GJ	1 295	24,55	31 792	38 787
4	Energia przesyłana	GJ	1 295	6,04	7 822	9 543
Razem energia				30,59	39 614	48 329

<b>Ogółem</b>	<b>65 806</b>	<b>80 283</b>
<b>Koszty jednostkowe zakupu energii cieplnej [zł/GJ]</b>	<b>50,8</b>	<b>62,0</b>

### 3.2. Koszty prognozowane

Przyjęto, że w dalszym ciągu budynek zasilany będzie z sieci ciepłowniczej.

Prognozowany koszt zakupu energii cieplnej  $k_j = 62,0$  zł/GJ.

## **Rozdział V**

### **Założenia zamierzeń termomodernizacyjnych**

#### 1. Zasilanie i koszty zasilania

Przyjęto:

Źródło ciepła	własne	
Cena energii cieplnej	62,0 zł/GJ	pkt. 3.2. Rozdział IV
Wskaźnik zużycia energii	8,056 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 KPP $t_w = +20/12^\circ\text{C}$

### 1.1. Opis

#### Ogólna charakterystyka obiektu

Jest to budynek konstrukcji mieszanej, trzykondygnacyjny, podpiwniczony.

#### Podstawowe aktualne wymiary obiektu

- powierzchnia zabudowy	A	=	837 m <sup>2</sup>
- powierzchnia użytkowa	A <sub>u</sub>	=	1 312 m <sup>2</sup>
- kubatura całkowita	V	=	7 590 m <sup>3</sup>
- wskaźnik A/Vv	A/V	=	0,11 m <sup>-1</sup>
- strumień powietrza wentylacyjnego	V <sub>wg</sub>	=	6 072 m <sup>3</sup>

w tym:

nadziemnie	V <sub>wg 1</sub>	=	4 422 m <sup>3</sup>
piwnice	V <sub>wg 2</sub>	=	1 650 m <sup>3</sup>

## 1.2. Optymalizacja ocieplenia przegród budowlanych

### 1.2.1. Okna i przegrody przezroczyste

**1.2.1.1. Stan aktualny****Okna**

Budynek posiada:

a/ nadziemie:

okna nowe PCV                      A = 201 m<sup>2</sup>                      U<sub>o</sub> = 1,60 W/m<sup>2</sup>K

luksfery pojedyncze              A = 24 m<sup>2</sup>                      U<sub>o</sub> = 4,60 W/m<sup>2</sup>K

b/ piwnice

okna drewniane              stare                      A = 33 m<sup>2</sup>                      U<sub>o</sub> = 5,60 W/m<sup>2</sup>K

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

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.

**1.2.1.2. Stan projektowany**

Przewiduje się:

- wymienić część okien piwnic na okna PCV z szybami zespolonymi      A = 17,0 m<sup>2</sup>

- zamurować część okien piwnic murem z cegły pełnej                      A = 16,0 m<sup>2</sup>  
(wszystkie okna oficyny E i okna budynku głównego do poziomu gruntu)

- wymienić część luksferów na okna PCV z szybami zespolonymi      A = 13,0 m<sup>2</sup>  
( np.: 2 x 1,60 x 1,60 na elewacji N oraz 3 x 1,60 x 1,60 na elewacji E)

- zamurować część luksferów murem z cegły pełnej                      A = 11,0 m<sup>2</sup>

Projektowany współczynnik przenikania ciepła dla okien:

$$U_o = 1,30 \text{ W/m}^2\text{K} \quad \text{w tym szyby} \quad U_{o_{\text{szyb}}} = 1,10 \text{ W/m}^2\text{K}$$

**Wymiana okien drewnianych piwnic na nowe okna PCV**

	Symbol	Stan aktualny		Stan projektowany	
		Ilość	Jednostka	Ilość	Jednostka
Powierzchnia	A	<b>17</b>	m <sup>2</sup>	<b>17</b>	m <sup>2</sup>
Przyłgna	L	<b>83</b>	m	<b>83</b>	m
Różnica temperatur	$\Delta t$	32	°C	32	°C
Ws. przenikania ciepła	U	5,60	W/m <sup>2</sup> K	1,30	W/m <sup>2</sup> K
Wsk. zużycia energii na przegrodach	W <sub>sco</sub>	5,274	GJ/(kW*rok)	5,274	GJ/(kW*rok)
Wsp. infiltracji powietrza	a	4,0	m <sup>3</sup> /(m <sup>3</sup> *h*daPa <sup>2/3</sup> )	0,5	m <sup>3</sup> /(m <sup>3</sup> *h*daPa <sup>2/3</sup> )
Wsk. zużycia energii na infiltrację	W <sub>sinf</sub>	0,0141	GJ/(a*m*rok)	0,0141	GJ/(a*m*rok)
Cena energii ciepłej	k	<b>62,0</b>	zł	<b>62,0</b>	zł

	Symbol	Stan aktualny		Stan projektowany		Efekt modernizacji	
		Ilość	Jednostka	Ilość	Jednostka	Ilość	Jednostka
Straty mocy	$\Phi$	3,05	kW	0,71	kW	<b>2,34</b>	kW
Roczne zużycie energii	Q	20,75	GJ	4,31	GJ	<b>16,43</b>	GJ
Roczne koszty energii	K	1,29	tys. zł	0,27	tys. zł	<b>1,02</b>	tys. zł

	Symbol	Ilość	Jednostka
Cena wymiany okien	k	<b>700,0</b>	zł/m <sup>2</sup>
Koszt wymiany okien	K	<b>11,90</b>	tys. zł
Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych	SPBT	<b>11,68</b>	

**Zamurowanie okien piwnic  
murem 51 cm + 8 cm polistyrenu**

	Symbol	Stan aktualny		Stan projektowany	
		Ilość	Jednostka	Ilość	Jednostka
Powierzchnia	A	<b>16</b>	m <sup>2</sup>	<b>16</b>	m <sup>2</sup>
Przyłgna	L	<b>50</b>	m	<b>0</b>	m
Różnica temperatur	$\Delta t$	<b>32</b>	°C	<b>32</b>	°C
Ws. przenikania ciepła	U	5,600	W/m <sup>2</sup> K	0,298	W/m <sup>2</sup> K
Wsk. zużycia energii na przegrodach	W <sub>sco</sub>	5,274	GJ/(kW*rok)	5,274	GJ/(kW*rok)
Wsp. infiltracji powietrza	a	4,0	m <sup>3</sup> /(m <sup>3</sup> *h*daPa <sup>2/3</sup> )	0,5	m <sup>3</sup> /(m <sup>3</sup> *h*daPa <sup>2/3</sup> )
Wsk. zużycia energii na infiltrację	W <sub>sinf</sub>	0,0141	GJ/(a*m*rok)	0,0141	GJ/(a*m*rok)
Cena energii ciepłej	k	<b>62,0</b>	zł	<b>62,0</b>	zł

	Symbol	Stan aktualny		Stan projektowany		Efekt modernizacji	
		Ilość	Jednostka	Ilość	Jednostka	Ilość	Jednostka
Straty mocy	$\Phi$	2,87	kW	0,15	kW	<b>2,71</b>	kW
Roczne zużycie energii	Q	17,94	GJ	0,80	GJ	<b>17,14</b>	GJ
Roczne koszty energii	K	1,11	tys. zł	0,05	tys. zł	<b>1,06</b>	tys. zł

	Symbol	Ilość	Jednostka
Cena zamurowania okien	k	<b>350,0</b>	zł/m <sup>2</sup>
Koszt zamurowania okien	K	<b>5,60</b>	tys. zł
Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych	SPBT	<b>5,27</b>	

Przewiduje się zamurowanie okien

**Wymiana luksferów  
na nowe okna PCV**

	Symbol	Stan aktualny		Stan projektowany	
		Ilość	Jednostka	Ilość	Jednostka
Powierzchnia	A	<b>13</b>	m <sup>2</sup>	<b>13</b>	m <sup>2</sup>
Przyłgna	L	<b>0</b>	m	<b>0</b>	m
Różnica temperatur	$\Delta t$	<b>40</b>	°C	<b>40</b>	°C
Ws. przenikania ciepła	U	4,60	W/m <sup>2</sup> K	1,30	W/m <sup>2</sup> K
Wsk. zużycia energii na przegrodach	W <sub>sco</sub>	8,056	GJ/(kW*rok)	8,056	GJ/(kW*rok)
Wsp. infiltracji powietrza	a	4,0	m <sup>3</sup> /(m <sup>3</sup> *h*daPa <sup>2/3</sup> )	0,5	m <sup>3</sup> /(m <sup>3</sup> *h*daPa <sup>2/3</sup> )
Wsk. zużycia energii na infiltrację	W <sub>sinf</sub>	0,0366	GJ/(a*m*rok)	0,0366	GJ/(a*m*rok)
Cena energii ciepłej	k	<b>62,0</b>	zł	<b>62,0</b>	zł

	Symbol	Stan aktualny		Stan projektowany		Efekt modernizacji	
		Ilość	Jednostka	Ilość	Jednostka	Ilość	Jednostka
Straty mocy	$\Phi$	2,39	kW	0,68	kW	<b>1,72</b>	kW
Roczne zużycie energii	Q	19,27	GJ	5,45	GJ	<b>13,82</b>	GJ
Roczne koszty energii	K	1,19	tys. zł	0,34	tys. zł	<b>0,86</b>	tys. zł

	Symbol	Ilość	Jednostka
Cena wymiany luksferów na okna	k	<b>700,0</b>	zł/m <sup>2</sup>
Koszt wymiany luksferów na okna	K	<b>9,10</b>	tys. zł
Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych	SPBT	<b>10,62</b>	

Przewiduje się wymianę luksferów na okna

Zamurowanie lukseferów murem 38 cm + 12 cm styropianu		Symbol	Stan aktualny		Stan projektowany	
			Ilość	Jednostka	Ilość	Jednostka
Powierzchnia	A	11	m <sup>2</sup>	11	m <sup>2</sup>	
Przylgnia	L	0	m	0	m	
Różnica temperatur	$\Delta t$	40	°C	40	°C	
Ws. przenikania ciepła	U	4,60	W/m <sup>2</sup> K	0,220	W/m <sup>2</sup> K	
Wsk. zużycia energii na przegrodach	$W_{s_{co}}$	8,056	GJ/(kW*rok)	8,056	GJ/(kW*rok)	
Wsp. infiltracji powietrza	a	4,0	m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> *h*daPa <sup>2/3</sup> )	0,5	m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> *h*daPa <sup>2/3</sup> )	
Wsk. zużycia energii na infiltrację	$W_{s_{inf}}$	0,0366	GJ/(a*m*rok)	0,0366	GJ/(a*m*rok)	
Cena energii ciepłej	k	62,0	zł	62,0	zł	

  

	Symbol	Stan aktualny		Stan projektowany		Efekt modernizacji	
		Ilość	Jednostka	Ilość	Jednostka	Ilość	Jednostka
Straty mocy	$\Phi$	2,02	kW	0,10	kW	1,93	kW
Roczne zużycie energii	Q	16,31	GJ	0,78	GJ	15,53	GJ
Roczne koszty energii	K	1,01	tys. zł	0,05	tys. zł	0,96	tys. zł

  

	Symbol	Ilość	Jednostka
Cena zamurowania lukseferów	k	500,0	zł/m <sup>2</sup>
Koszt zamurowania lukseferów	K	5,50	tys. zł
Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych	SPBT	5,71	

Przewiduje się zamurowanie lukseferów

## 1.2.2. Drzwi i bramy

### 1.2.2.1. Stan aktualny

Budynek posiada:

a/ nadziemie:

drzwi nowe  $A = 6 \text{ m}^2$   $U_o = 2,00 \text{ W/m}^2\text{K}$

drzwi stare szklone poj. alu i stalowe  $A = 19 \text{ m}^2$   $U_o = 5,60 \text{ W/m}^2\text{K}$

b/ piwnice

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

### 1.2.2.2. Stan projektowany

Przewiduje się wymianę drzwi starych szklone pojedynczo alu i stalowych na drzwi Alu ocieplane

Projektowany współczynnik przenikania ciepła:

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

Wymiana starych drzwi alu i stalow. na nowe drzwi Alu	Symbol	Stan aktualny		Stan projektowany	
		Ilość	Jednostka	Ilość	Jednostka
Powierzchnia	A	19	m <sup>2</sup>	19	m <sup>2</sup>
Przyłgnia	L	12	m	12	m
Różnica temperatur	$\Delta t$	40	°C	40	°C
Ws. przenikania ciepła	U	5,60	W/m <sup>2</sup> K	2,00	W/m <sup>2</sup> K
Wsk. zużycia energii na przegrodach	W <sub>sco</sub>	8,056	GJ/(kW*rok)	8,056	GJ/(kW*rok)
Wsp. infiltracji powietrza	a	4,0	m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> *h*daPa <sup>2/3</sup> )	0,5	m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> *h*daPa <sup>2/3</sup> )
Wsk. zużycia energii na infiltrację	W <sub>sinf</sub>	0,0366	GJ/(a*m*rok)	0,0366	GJ/(a*m*rok)
Cena energii ciepłej	k	62,0	zł	62,0	zł

  

	Symbol	Stan aktualny		Stan projektowany		Efekt modernizacji	
		Ilość	Jednostka	Ilość	Jednostka	Ilość	Jednostka
Straty mocy	$\Phi$	4,26	kW	1,52	kW	2,74	kW
Roczne zużycie energii	Q	36,04	GJ	12,46	GJ	23,58	GJ
Roczne koszty energii	K	2,23	tys. zł	0,77	tys. zł	1,46	tys. zł

  

	Symbol	Ilość	Jednostka
Cena wymiany drzwi	k	1000,0	zł/m <sup>2</sup>
Koszt wymiany drzwi	K	19,00	tys. zł
Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych	SPBT	13,00	

Przewiduje się wymianę drzwi

### 1.2.3. Ściany zewnętrzne

#### 1.2.3.1. Stan aktualny

Budynek posiada ściany piwnic i nadziemia murowane z cegły pełnej:

- ściany piwnic grubość 51 cm poniżej 1,0 m w gruncie  $A = 145 \text{ m}^2$
- ściany piwnic grubość 51 cm powyżej 1,0 m w gruncie  $A = 291 \text{ m}^2$
- ściany nadziemia grubość 38 cm  $A = 1111 \text{ m}^2$

#### 1.2.3.2. Stan projektowany

Proponuje się:

- ocieplić ścian piwnic metodą lekką-mokrą z zastosowaniem styropianu ekstrudowanego o  $\lambda \leq 0,032 \text{ W/mK}$
- ocieplić ścian nadziemia metodą lekką-mokrą z zastosowaniem styropianu grafitowego o  $\lambda \leq 0,031 \text{ W/mK}$

Efektywność ocieplenia ścian piwnic polistyrenem ekstrudowanym poniżej 1,0 m w gruncie

o  $\lambda \leq 0,032 \text{ W/mK}$

	Stan aktualny			Stan projektowany		
Powierzchnia przegrody	145 m <sup>2</sup>			145 m <sup>2</sup>		
Obliczeniowe $\Delta t$	4 °C			4 °C		
Układ warstwowy przegrody	d	$\lambda$	Rp	d	$\lambda$	Rp
	m	W/mK	m <sup>2</sup> K/W	m	W/mK	m <sup>2</sup> K/W
Tynk	0,015	0,82	0,018	0,015	0,82	0,018
Ściana murowana	0,51	0,78	0,654	0,51	0,78	0,654
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 <sup>2</sup> K/W	Ri	0,12	m <sup>2</sup> K/W
	Re	0,04	m <sup>2</sup> K/W	Re	0,04	m <sup>2</sup> K/W
	$\Sigma R_p$	0,69	m <sup>2</sup> K/W	$\Sigma R_p$	0,69	m <sup>2</sup> K/W
	R	0,85	m <sup>2</sup> K/W	R	0,85	m <sup>2</sup> K/W
	Uo	1,176	W/m <sup>2</sup> K	Uo	1,176	W/m <sup>2</sup> K
	$\Phi_o$	0,7	kW	$\Phi_o$	0,7	kW

Stan projektowany po dodatkowym ociepleniu			
Wskaźnik zużycia energii			5,274 GJ/kW
Koszt energii ciepłej			62,0 zł/GJ
Docieplenie polistyrenem ekstrudowanym	$\lambda$	0,032	W/mK
Cena ocieplenia	stała	200 zł/m <sup>2</sup>	zmienna 500 zł/m <sup>3</sup>

Grubość docieplenia	m	0,04	0,05	0,06	<b>0,08</b>	0,10
Projektowany R	m <sup>2</sup> K/W	2,100	2,413	2,725	<b>3,350</b>	3,975
Projektowany "Uo"	W/m <sup>2</sup> K	0,476	0,414	0,367	<b>0,298</b>	0,252
Projektowana strata mocy	kW	0,28	0,24	0,21	<b>0,17</b>	0,15
Efekt mocy	kW	0,41	0,44	0,47	<b>0,51</b>	0,54
Roczny efekt energii	GJ	2,1	2,3	2,5	<b>2,7</b>	2,8
Cena ocieplenia	zł/m <sup>2</sup>	220,0	225,0	230,0	<b>240,0</b>	250,0
Koszt ocieplenia	tys. zł	31,90	32,63	33,35	<b>34,80</b>	36,25
Roczny efekt ocieplenia	tys. zł	0,13	0,14	0,15	<b>0,17</b>	0,18
SPBT	lat	240,36	225,92	217,37	<b>209,13</b>	206,79

Przyjęto 8 cm polistyrenu ekstrudowanego  
Zamierzenie nie opłacalne

SPBT > 15 lat

Efektywność ocieplenia ścian piwnic polistyrenem ekstrudowanym powyżej 1,0 m w gruncie  
o  $\lambda \leq 0,032 \text{ W/mK}$

	Stan aktualny			Stan projektowany		
	Powierzchnia przegrody	291 m <sup>2</sup>			291 m <sup>2</sup>	
Obliczeniowe $\Delta t$	32 °C			32 °C		
Układ warstwowy przegrody	d	$\lambda$	Rp	d	$\lambda$	Rp
	m	W/mK	m <sup>2</sup> K/W	m	W/mK	m <sup>2</sup> K/W
Tynk	0,015	0,82	0,018	0,015	0,82	0,018
Ściana murowana	0,51	0,78	0,654	0,51	0,78	0,654
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 <sup>2</sup> K/W	Ri	0,12	m <sup>2</sup> K/W
	Re	0,04	m <sup>2</sup> K/W	Re	0,04	m <sup>2</sup> K/W
	$\Sigma R_p$	0,69	m <sup>2</sup> K/W	$\Sigma R_p$	0,69	m <sup>2</sup> K/W
	R	0,85	m <sup>2</sup> K/W	R	0,85	m <sup>2</sup> K/W
	Uo	1,176	W/m <sup>2</sup> K	Uo	1,176	W/m <sup>2</sup> K
	$\Phi_o$	10,9	kW	$\Phi_o$	10,9	kW

Stan projektowany po dodatkowym ociepleniu			
Wskaźnik zużycia energii			5,274 GJ/kW
Koszt energii ciepłej			62,0 zł/GJ
Docieplenie polistyrenem ekstrudowanym	$\lambda$	0,032	W/mK
Cena ocieplenia	stała	200 zł/m <sup>2</sup>	zmienna 500 zł/m <sup>3</sup>

Grubość docieplenia	m	0,04	0,05	0,06	<b>0,08</b>	0,10
Projektowany R	m <sup>2</sup> K/W	2,100	2,413	2,725	<b>3,350</b>	3,975
Projektowany "Uo"	W/m <sup>2</sup> K	0,476	0,414	0,367	<b>0,298</b>	0,252
Projektowana strata mocy	kW	4,43	3,86	3,42	<b>2,78</b>	2,34
Efekt mocy	kW	6,52	7,09	7,53	<b>8,17</b>	8,61
Roczny efekt energii	GJ	34,4	37,4	39,7	<b>43,1</b>	45,4
Cena ocieplenia	zł/m <sup>2</sup>	220,0	225,0	230,0	<b>240,0</b>	250,0
Koszt ocieplenia	tys. zł	64,02	65,48	66,93	<b>69,84</b>	72,75
Roczny efekt ocieplenia	tys. zł	2,13	2,32	2,46	<b>2,67</b>	2,81
SPBT	lat	30,05	28,24	27,17	<b>26,14</b>	25,85

Przyjęto 8 cm polistyrenu ekstrudowanego  
Zamierzenie nie opłacalne

SPBT > 15 lat

Efektywność docieplenia ścian nadziemia metodą lekką-mokrą z zastosowaniem styropianu

o  $\lambda \leq 0,031 \text{ W/mK}$

Powierzchnia przegrody	Stan aktualny			Stan projektowany		
	1 111	m <sup>2</sup>		1 111	m <sup>2</sup>	
Obliczeniowe $\Delta t$	40 °C			40 °C		
Układ warstwowy przegrody	d	$\lambda$	Rp	d	$\lambda$	Rp
	m	W/mK	m <sup>2</sup> K/W	m	W/mK	m <sup>2</sup> K/W
Tynk	0,015	0,82	0,018	0,015	0,82	0,018
Mur z cegły pełnej	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 <sup>2</sup> K/W	Ri	0,12	m <sup>2</sup> K/W
	Re	0,04	m <sup>2</sup> K/W	Re	0,04	m <sup>2</sup> K/W
	$\Sigma R_p$	0,52	m <sup>2</sup> K/W	$\Sigma R_p$	0,52	m <sup>2</sup> K/W
	R	0,68	m <sup>2</sup> K/W	R	0,68	m <sup>2</sup> K/W
	Uo	1,462	W/m <sup>2</sup> K	Uo	1,462	W/m <sup>2</sup> K
	$\Phi_o$	65,0	kW	$\Phi_o$	65,0	kW

Stan projektowany po dodatkowym ociepleniu			
Wskaźnik zużycia energii			8,056 GJ/kW
Koszt energii cieplnej			62,0 zł/GJ
Docieplenie styropianem	$\lambda$	0,031	W/mK
Cena ocieplenia	stała	170 zł/m <sup>2</sup>	zmienna 300 zł/m <sup>3</sup>

Grubość docieplenia	m	0,08	0,10	<b>0,12</b>	0,14	0,16
Projektowany R	m <sup>2</sup> K/W	3,264	3,910	<b>4,555</b>	5,200	5,845
Projektowany "Uo"	W/m <sup>2</sup> K	0,306	0,256	<b>0,220</b>	0,192	0,171
Projektowana strata mocy	kW	13,61	11,37	<b>9,76</b>	8,55	7,60
Efekt mocy	kW	51,38	53,63	<b>55,24</b>	56,45	57,39
Roczny efekt energii	GJ	413,9	432,0	<b>445,0</b>	454,7	462,3
Cena ocieplenia	zł/m <sup>2</sup>	194,0	200,0	<b>206,0</b>	212,0	218,0
Koszt ocieplenia	tys. zł	215,53	222,20	<b>228,87</b>	235,53	242,20
Roczny efekt ocieplenia	tys. zł	25,66	26,78	<b>27,59</b>	28,19	28,66
SPBT	lat	8,40	8,30	<b>8,30</b>	8,35	8,45

Przyjęto warstwę 12 cm styropianu  
Zamierzenie jest opłacalne

SPBT < 10 lat

## 1.2.4. Stropodach

### 1.2.4.1. Stan aktualny

Budynek posiada stropodach gęstożebrowany z zamkniętą pustką powietrza

$$A = 822 \text{ m}^2$$

### 1.2.4.2. Stan projektowany

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

Efektywność ocieplenia stropodachu

Powierzchnia przegrody	Stan aktualny			Stan projektowany		
	822 m <sup>2</sup>			822 m <sup>2</sup>		
Obliczeniowe $\Delta t$	40 °C			40 °C		
Układ warstwowy przegrody	d	$\lambda$	Rp	d	$\lambda$	Rp
	m	W/mK	m <sup>2</sup> K/W	m	W/mK	m <sup>2</sup> K/W
Tynk	0,015	0,82	0,018	0,015	0,82	0,018
Strop gęstożebrowany	0,24	1,00	0,2400	0,24	1,00	0,240
Suprema	0,050	0,16	0,313	0,050	0,16	0,313
Pustka powietrza	-	-	0,170	-	-	0,170
Płyty dachowe żelbetowe	0,070	1,70	0,041	0,070	1,70	0,041
Papa	0,010	0,18	0,056	0,010	0,18	0,056
-	-	-	0	-	-	0
	Ri	0,12	m <sup>2</sup> K/W	Ri	0,12	m <sup>2</sup> K/W
	Re	0,04	m <sup>2</sup> K/W	Re	0,04	m <sup>2</sup> K/W
	$\Sigma Rp$	0,84	m <sup>2</sup> K/W	$\Sigma Rp$	0,84	m <sup>2</sup> K/W
	R	1,00	m <sup>2</sup> K/W	R	1,00	m <sup>2</sup> K/W
	Uo	1,002	W/m <sup>2</sup> K	Uo	1,002	W/m <sup>2</sup> K
	$\Phi_o$	33,0	kW	$\Phi_o$	33,0	kW

Stan projektowany po dodatkowym ociepleniu			
Wskaźnik zużycia energii			8,056 GJ/kW
Koszt energii ciepłej			62,0 zł/GJ
Docieplenie styropianem	$\lambda$	0,039	W/mK
Cena ocieplenia	stała	180 zł/m <sup>2</sup>	zmienna 300 zł/m <sup>3</sup>

Grubość docieplenia	m	0,10	<b>0,15</b>	0,20	0,25	0,30
Projektowany R	m <sup>2</sup> K/W	3,562	<b>4,844</b>	6,126	7,408	8,690
Projektowany "Uo"	W/m <sup>2</sup> K	0,281	<b>0,206</b>	0,163	0,135	0,115
Projektowana strata mocy	kW	9,23	<b>6,79</b>	5,37	4,44	3,78
Efekt mocy	kW	23,73	<b>26,17</b>	27,59	28,52	29,18
Roczny efekt energii	GJ	191,2	<b>210,9</b>	222,3	229,8	235,1
Cena ocieplenia	zł/m <sup>2</sup>	210,0	<b>225,0</b>	240,0	255,0	270,0
Koszt ocieplenia	tys. zł	172,62	<b>184,95</b>	197,28	209,61	221,94
Roczny efekt ocieplenia	tys. zł	11,85	<b>13,07</b>	13,78	14,25	14,57
SPBT	lat	14,56	<b>14,15</b>	14,31	14,71	15,23

Optymalnym ociepleniem jest warstwa 15 cm styropapy  
Zamierzenie jest mało opłacalne

SPBT > 10 lat

### 1.2.5. Podłogi - sprawdzenie ciepłochronności

**Podłoga piwnic**

Powierzchnia przegrody	<b>801</b> m <sup>2</sup>		
Obliczeniowe $\Delta t$	<b>4</b> °C		
Układ warstwowy przegrody	d	$\lambda$	Rp
	m	W/mK	m <sup>2</sup> K/W
Wylewka betonowa	0,04	1,00	0,040
Żużłobeton	0,10	0,25	0,400
Piasek	0,15	0,7	0,214
-	-	-	0

$\Sigma R_p$	0,65	m <sup>2</sup> K/W
Rg	0,8	m <sup>2</sup> K/W
R	1,45	m <sup>2</sup> K/W

Uo	<b>0,688</b>	W/m <sup>2</sup> K
$\Phi_o$	<b>2,2</b>	kW

**Strop nad piwnicą**

Powierzchnia przegrody	<b>801</b> m <sup>2</sup>		
Obliczeniowe $\Delta t$	<b>8</b> °C		
Układ warstwowy przegrody	d	$\lambda$	Rp
	m	W/mK	m <sup>2</sup> K/W
Wylewka betonowa	0,05	1,00	0,050
Strop gęstożebrowany	0,24	1,00	0,240
Tynk	0,015	0,82	0,018
-	-	-	0,00
-	-	-	0,00

$\Sigma R_p$	0,31	m <sup>2</sup> K/W
Ri	0,17	m <sup>2</sup> K/W
Re	0,04	m <sup>2</sup> K/W
R	0,52	m <sup>2</sup> K/W

Uo	<b>1,929</b>	W/m <sup>2</sup> K
$\Phi_o$	<b>12,4</b>	kW

**1.4. Zestawienie przegród budowlanych**

Lp.	Przegrody docieplane	Dane techniczne docieplenia					Koszty docieplenia			
		ilość	d	$\lambda$	"U" przegrody		cena jedn.	koszt	efekt	SPBT
					akt.	proj.				
m <sup>2</sup>	cm	W/mK	W/m <sup>2</sup> K	W/m <sup>2</sup> K						
1	Wymiana okien piwnic na okna PCV	17	-	-	5,600	1,300	700,0	11,9	1,02	11,7
2	Zamurowanie okien piwnic murem 51 cm + 8 cm polistyrenu	16	-	-	5,600	0,298	350,0	5,6	1,06	5,3
3	Wymiana luksferów na okna PCV	13	-	-	4,600	1,300	700,0	9,1	0,86	10,6
4	Zamurowanie luksferów murem 38 cm + 12 cm styropianu	11	-	-	4,600	0,220	500,0	5,5	0,96	5,7
5	Wymiana drzwi poj. Alu i stalowych na drzwi Alu ocieplane	19	-	-	5,600	2,000	1 000,0	19,0	1,46	13,0
6	Ocieplenie ścian piwnic polistyrenem ekstrudowanym poniżej 1,0 m w gruncie	145	8,0	0,032	1,176	0,298	240,0	34,8	0,17	204,7
7	Ocieplenie ścian piwnic polistyrenem ekstrudowanym powyżej 1,0 m w gruncie	291	8,0	0,032	1,176	0,298	240,0	69,8	2,67	26,2
8	Ocieplenie ścian nadziemia styropianem	1 111	12,0	0,031	1,462	0,220	206,0	228,9	27,59	8,3
9	Ocieplenie stropodachu styropapą od zewnątrz	822	15,0	0,039	1,002	0,206	225,0	185,0	13,07	14,2
<b>Razem przegrody docieplane</b>		<b>2 445</b>					<b>232,95</b>	<b>569,6</b>	<b>48,9</b>	<b>11,7</b>

Lp.	Przegrody nie przeznaczone do docieplenia	ilość	"U"
		m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup> K
1	Okna nowe	201	1,600
2	Drzwi nowe nadziemia	6	2,000
3	Drzwi nowe piwnic	2	2,000
4	Podłoga nad piwnicą	801	1,929
5	Podłoga piwnic	801	0,688
<b>Razem przegrody nieocieplane</b>		<b>1 811</b>	

<b>Ogółem wszystkie przegrody</b>	<b>4 256</b>
-----------------------------------	--------------

## 1.5. Bilans mocy i energii cieplnej

### 1.5.1. Założenia

#### 1.5.1.1. Temperatury obliczeniowe:

- a/ zewnętrzna dla III strefy klimatycznej  
b/ wewnętrzna

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

$$t_w = +20/12^{\circ}\text{C}$$

#### 1.5.1.2. Wentylacja

##### Wentylacja grawitacyjna

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

#### 1.5.2. Obliczenia bilansu cieplnego

Kubatura całkowita	V	7 590	m <sup>3</sup>
Temperatura obliczeniowa zewnętrzna	t <sub>oz</sub>	-20	°C
Temperatura obliczeniowa wewnętrzna	t <sub>ow1</sub>	20	°C
Temperatura obliczeniowa wewnętrzna	t <sub>ow2</sub>	12	m <sup>3</sup>
Strumień powietrza wentylacji grawitacyjnej	V <sub>wg1</sub>	4 422	m <sup>3</sup>
Strumień powietrza wentylacji grawitacyjnej	V <sub>wg2</sub>	1 650	m <sup>3</sup>

Wentylacja grawitacyjna	$\Phi_{wg1} = V_{wg1} * [0,34 * (t_{ow1} - t_{oz}) - 7]$	29,2	kW
	$\Phi_{wg2} = V_{wg2} * [0,34 * (t_{ow2} - t_{oz}) - 7]$	6,4	kW
	$\Phi_{wg} = \Phi_{wg1} + V_{wg2}$	<b>35,6</b>	<b>kW</b>

Straty mocy ciepłej na przegrodach $\Phi_p = \sum \Delta t_i * A_i * k_i$ $\Phi_{p\text{efekt}} = \Phi_{p\text{akt}} - \Phi_{p\text{doc}}$									
Przegroda	t <sub>ow</sub> -t <sub>oz</sub> °C	Powierzchnia		Wsp. "U"			Moc "Φ"		
		akt.	doc.	akt.	doc.	WT	akt.	doc.	WT
		m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup> K	W/m <sup>2</sup> K	W/m <sup>2</sup> K	kW	kW	kW
Okna nowe nadziemia	40	201	201	1,60	1,60	1,80	12,9	12,9	14,5
Luksfery wymiana na okna	40	13	13	3,12	1,30	1,80	1,6	0,7	0,9
Luksfery zamurowanie	40	11	11	3,12	1,30	1,80	1,4	0,6	0,8
Drzwi nowe	40	6	6	2,00	2,00	2,60	0,5	0,5	0,6
Drzwi do wymiany na Alu	40	19	19	5,60	2,00	2,60	4,3	1,5	2,0
Ściany nadziemia	40	1 111	1111	1,46	0,22	0,30	65,0	9,8	13,3
Stropodach	40	822	822	1,00	0,21	0,25	32,9	6,8	8,2
Podłoga nad piwnicą	8	801	801	1,93	1,93	1,93	12,4	12,4	12,4
Okna piwnic do wymiany	32	17	17	5,60	1,30	1,80	3,0	0,7	1,0
Okna piwnic zamurowanie	32	16	16	5,60	0,30	1,80	2,9	0,2	0,9
Drzwi nowe piwnic	32	2	2	2,00	2,00	2,60	0,1	0,1	0,2
Ściany piwnic poniżej 1,0 m	4	145	145	1,18	0,30	0,65	0,7	0,2	0,4
Ściany piwnic pow. 1,0 m	32	291	291	1,18	0,30	0,65	11,0	2,8	6,1
Podłoga piwnic	4	801	801	0,69	0,69	1,20	2,2	2,2	3,8
<b>Razem przegrody</b>		<b>4 256</b>	<b>4 256</b>				<b>150,8</b>	<b>51,2</b>	<b>65,1</b>
<b>Centralne ogrzewanie <math>\Phi_{co} = \Phi_p + \Phi_{wg}</math></b>							<b>186,3</b>	<b>86,8</b>	<b>100,6</b>

Zestawienie zapotrzebowania mocy	V	Φ <sub>p</sub>	Φ <sub>wg</sub>	Φ <sub>wm</sub>	Φ <sub>cwu</sub>	Φ <sub>str</sub>	Φ <sub>co</sub> /V	ΣΦ
Budynek KPP	m <sup>3</sup>	kW	kW	kW	kW	kW	W/m <sup>3</sup>	kW
Stan aktualny	7 590	150,8	35,6	0	0,0	0	24,6	<b>186,3</b>
w tym Φ <sub>co</sub> = Φ <sub>p</sub> + Φ <sub>wg</sub>		186,3						
Stan wg WT 2008	7 590	65,1	35,6	0	0,0	0	13,3	<b>100,6</b>
w tym Φ <sub>co</sub> = Φ <sub>p</sub> + Φ <sub>wg</sub>		100,6						

Zestawienie zapotrzebowania mocy	V	Φ <sub>p</sub>	Φ <sub>wg</sub>	Φ <sub>wm</sub>	Φ <sub>cwu</sub>	Φ <sub>str</sub>	Φ <sub>co</sub> /V	ΣΦ
Budynek KPP	m <sup>3</sup>	kW	kW	kW	kW	kW	W/m <sup>3</sup>	kW
Stan projektowany	7 590	51,2	35,6	0	0,0	0	11,4	<b>86,8</b>
w tym Φ <sub>co</sub> = Φ <sub>p</sub> + Φ <sub>wg</sub>		86,8						

## 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.

Zestawienie zapotrzebowania mocy	V	$\Phi_p$	$\Phi_{wg}$	$\Phi_{wm}$	$\Phi_{cwu}$	$\Phi_{str}$	$\Phi_{co}/V$	$\Sigma\Phi$
Budynek KPP	m <sup>3</sup>	kW	kW	kW	kW	kW	W/m <sup>3</sup>	kW
Stan aktualny	7 590	150,8	35,6	0	0,0	0	24,6	<b>186,3</b>
w tym $\Phi_{co} = \Phi_p + \Phi_{wg}$		186,3						

## 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. Roczne zużycie energii

### 3.3.1. Zyski energii ciepłej

Powierzchnia użytkowa $A_u$	<b>1 312</b>	$m^2$
-----------------------------	--------------	-------

#### Zyski z przeszklania $Q_{sol}$

Elewacja	Powierzchnia okien $m^2$	Wskaźnik przeszklania	Wskaźnik przepuszczal. g	Zysk jednostkowy $q_{sol}$ KWh/( $m^2$ *rok)	Wsp. korekcyjne		Zysk roczny $Q_{sol}$	
					$Z_{sol}$	$k_a$	KWh/rok	GJ/rok

Okna stare								
S	0	0,7	0,75	350	1,0	1,0	0	0,0
W	0	0,7	0,75	220	1,0	1,0	0	0,0
N	0	0,7	0,75	145	1,0	1,0	0	0,0
E	0	0,7	0,75	235	1,0	1,0	0	0,0
Dachowe		0,7	0,75	300	1,0	1,0	0	0,0
<b>Razem</b>	<b>0</b>						<b>0</b>	<b>0,0</b>

Okna nowe								
S	91	0,7	0,67	350	1,0	1,0	14 938	53,8
W	39	0,7	0,67	220	1,0	1,0	4 024	14,5
N	41	0,7	0,67	145	1,0	1,0	2 788	10,0
E	30	0,7	0,67	235	1,0	1,0	3 306	11,9
Dachowe		0,7	0,67	300	1,0	1,0	0	0,0
<b>Razem</b>	<b>201</b>						<b>25 056</b>	<b>90,2</b>

<b>Ogółem</b>	<b>201</b>						<b>25056,3</b>	<b>90,2</b>
---------------	------------	--	--	--	--	--	----------------	-------------

#### Średnie zyski wewnętrzne adekwatne dla analizowanego obiektu $Q_{int}$

Czas sezonu grzewczego T	Zysk jednostkowy $q_{int}$	Współczyn. wykorzystania	Zysk roczny $Q_{int}$	
h	$W/m^2$		KWh/rok	GJ/rok
5 328	4,0	0,5	<b>13 981</b>	<b>50,3</b>

#### Zyski łączne - okna i zyski wewnętrzne

Zysk roczny $Q_z = Q_{sol} + Q_{int}$	KWh/rok	GJ/rok
	<b>39 037</b>	<b>140,5</b>

#### Średni roczny zysk jednostkowy w stosunku do powierzchni użytkowej

Wyszczególnienie	$kWh/(A_u \cdot rok)$	$GJ/(A_u \cdot rok)$
Zyski z przeszklania	19,1	0,069
Zyski wewnętrzne	10,7	0,038
<b>Zyski łączne</b>	<b>29,8</b>	<b>0,107</b>

### 3.3.2. Roczne zużycie energii cieplnej

#### Zestawienie

Powierzchnia ogrzewana	$A_{ogrz}$	1 312	$m^2$
Kubatura ogrzewana	$V_{ogrz}$	6 072	$m^3$
Moc cieplna c.o.	$\Phi_{co}$	186,3	kW
Moc cieplna wentylacji mechanicznej.	$\Phi_{wm}$	0,0	kW
Moc cieplna urządzeń technologicznych.	$\Phi_{tech}$	0,0	kW
Moc cieplna c.w.u.	$\Phi_{cwu}$	0,0	kW
Moc cieplna strat	$\Phi_{str}$	0,0	kW
Razem moc cieplna	$\Phi$	186,3	kW
Sprawność źródła ciepła systemu grzewczego	$\eta_{H,g}$	1,00	
Sprawność źródła ciepła systemu c.w.u.	$\eta_{W,g}$	1,00	
Wskaźnik zużycia energii cieplnej c.o.	$W_{sp}$	8,056	GJ/kW
Energia cieplna c.o. netto (przegrody + wg)	$Q_p + Q_{wg}$	1 500,8	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.	$\eta_{H,d}$	0,95	
Sprawność regulacji i wykorzystania ciepła c.o.	$\eta_{H,e}$	0,85	
Długość przylgni w stolarce starej	$L_{star}$	145	mb
Strumień infiltracji w stolarce starej	$a_{star}$	4,00	$m^3/(m^2 \cdot h \cdot daPa^{2/3})$
Długość przylgni w stolarce nowej	$L_{now}$	0	mb
Strumień infiltracji w stolarce nowej	$a_{now}$	0,50	$m^3/(m^2 \cdot h \cdot daPa^{2/3})$
Wskaźnik infiltracji	$W_s \text{ inf}$	0,0368	GJ/(a * m * rok)
Energia cieplna infiltracji netto	$Q_{inf}$	21,3	GJ/a
Energia cieplna zysków - obliczenia w tekście	$Q_{zysk}$	-140,5	GJ
Roczne zużycie c.w.u. - obliczenia w tekście	$G_a \text{ cwu}$	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	$\eta_{wm}$	1,00	
Czas pracy urządzeń technologicznych	$t_{tech}$	0	h
Sprawność systemów technologicznych	$\eta_{tech}$	1,00	
Energia cieplna strat - obliczenia w tekście	$Q_{str \text{ netto}}$	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 $Q_p$		Energia końcowa $Q_k$		Energia początkowa $Q_p$		
	GJ	kWh/(m <sup>2</sup> *a)	GJ	kWh/(m <sup>2</sup> *a)	Wskaźnik	GJ	kWh/(m <sup>2</sup> *a)
$\Sigma Q_{co} = Q_p + Q_{wg} + Q_{inf} - Q_{zysk}$	1381,7	292,5	1625,5	344,2	1,1	1788,1	378,6
$Q_{cwu}$	0,0	-	0,0	-	1,1	0,0	-
$Q_{wm}$	0,0	-	0,0	-	1,1	0,0	-
$Q_{tech}$	0,0	-	0,0	-	1,1	0,0	-
$Q_{str}$	0,0	-	0,0	-	1,1	0,0	-
$Q_{sol}$	0,0	-	0,0	-	0,0	0,0	-
$Q_{el}$	0,0	-	0,0	-	3,0	0,0	-
<b>Razem</b>	<b>1381,7</b>	<b>292,530</b>	<b>1625,5</b>	<b>344,2</b>		<b>1788,1</b>	<b>378,6</b>

### **3.4. Koszty eksploatacyjne**

Moc zamówiona "Φ"	0,186	MW
Zakupiona energia cieplna "Q"	1 626	GJ

Lp.	Wyszczególnienie	Jedn. miar	Ilość	Cena zł/MW m-c zł/GJ, zł/m-c	Koszt netto zł	Koszt brutto zł
1	Moc zamówiona	MW	0,186	8 732	19 521	23 816
2	Moc przesyłana	MW	0,186	2 020	4 516	5 509
Razem moc zamówiona				10 752	24 037	29 325
3	Energia zakupiona	GJ	1 626	24,55	39 918	48 700
4	Energia przesyłana	GJ	1 626	6,04	9 821	11 982
Razem energia				30,59	49 739	60 682

<b>Ogółem</b>	<b>73 777</b>	<b>90 007</b>
<b>Koszty jednostkowe zakupu energii cieplnej [zł/GJ]</b>	<b>45,4</b>	<b>55,4</b>

# Rozdział VIII

## Przedsięwzięcia termomodernizacyjne

### 1. Krok I - ocieplenie budynku

#### 1.1. Zakres prac

Proponuje się wykonanie ocieplenia przegród budowlanych wg poniższego zakresu:

Lp.	Przegrody docieplane	Dane techniczne docieplenia					Koszty docieplenia			
		ilość	d	$\lambda$	"U" przegrody		cena jedn.	koszt	efekt	SPBT
					akt.	proj.				
m <sup>2</sup>	cm	W/mK	W/m <sup>2</sup> K	W/m <sup>2</sup> K	zł/m <sup>2</sup>	tys. zł	tys. zł	lat		
1	Zamurowanie okien piwnic murem 51 cm + 8 cm polistyrenu	16	-	-	5,600	0,298	350,0	5,6	1,06	5,3
2	Zamurowanie lukserów murem 38 cm + 12 cm styropianu	11	-	-	4,600	0,220	500,0	5,5	0,96	5,7
3	Ocieplenie ścian nadziemia styropianem	1 111	12,0	0,031	1,462	0,220	206,0	228,9	27,59	8,3
4	Wymiana lukserów na okna PCV	13	-	-	4,600	1,300	700,0	9,1	0,86	10,6
5	Wymiana okien piwnic na okna PCV	17	-	-	5,600	1,300	700,0	11,9	1,02	11,7
6	Wymiana drzwi poj. Alu i stalowych na drzwi Alu ocieplane	19	-	-	5,600	2,000	1 000,0	19,0	1,46	13,0
7	Ocieplenie stropodachu styropapą od zewnątrz	822	15,0	0,039	1,002	0,206	225,0	185,0	13,07	14,2
8	Ocieplenie ścian piwnic polistyrenem ekstrudowanym powyżej 1,0 m w gruncie	291	8,0	0,032	1,176	0,298	240,0	69,8	2,67	26,2
9	Ocieplenie ścian piwnic polistyrenem ekstrudowanym poniżej 1,0 m w gruncie	145	8,0	0,032	1,176	0,298	240,0	34,8	0,17	204,7
<b>Razem przegrody docieplane</b>		<b>2 445</b>					<b>232,95</b>	<b>569,6</b>	<b>48,9</b>	<b>11,7</b>

Koszty inwestycyjne  $K_{i1} = 569,6$  tys. zł

#### 1.2. Zapotrzebowanie mocy cieplnej po ociepleniu budynku

Zestawienie zapotrzebowania mocy	V	$\Phi_p$	$\Phi_{wg}$	$\Phi_{wm}$	$\Phi_{cwu}$	$\Phi_{str}$	$\Phi_{co}/V$	$\Sigma\Phi$
Budynek KPP	m <sup>3</sup>	kW	kW	kW	kW	kW	W/m <sup>3</sup>	kW
Stan projektowany	7 590	51,2	35,6	0	0,0	0	11,4	<b>86,8</b>
w tym $\Phi_{co} = \Phi_p + \Phi_{wg}$		86,8						

### 1.3. Zapotrzebowanie energii cieplnej po ociepleniu budynku

#### 1.3.1. Zyski energii cieplnej

Powierzchnia użytkowa $A_u$	<b>1 312</b>	$m^2$
-----------------------------	--------------	-------

#### Zyski z przeszklenia $Q_{sol}$

Elewacja	Powierzchnia okien $m^2$	Wskaźnik przeszklenia -	Wskaźnik przepuszczal. g -	Zysk jednostkowy $Q_{sol}$ kWh/( $m^2$ *rok)	Wsp. korekcyjne		Zysk roczny $Q_{sol}$	
					$Z_{sol}$	$k_a$	KWh/rok	GJ/rok

Okna stare								
S	0	0,7	0,75	350	1,0	1,0	0	0,0
W	0	0,7	0,75	220	1,0	1,0	0	0,0
N	0	0,7	0,75	145	1,0	1,0	0	0,0
E	0	0,7	0,75	235	1,0	1,0	0	0,0
Dachowe		0,7	0,75	300	1,0	1,0	0	0,0
<b>Razem</b>	<b>0</b>						<b>0</b>	<b>0,0</b>

Okna nowe								
S	91	0,7	0,67	350	1,0	1,0	14 938	53,8
W	39	0,7	0,67	220	1,0	1,0	4 024	14,5
N	46	0,7	0,67	145	1,0	1,0	3 128	11,3
E	38	0,7	0,67	235	1,0	1,0	4 188	15,1
Dachowe		0,7	0,67	300	1,0	1,0	0	0,0
<b>Razem</b>	<b>214</b>						<b>26 278</b>	<b>94,6</b>

<b>Ogółem</b>	<b>214</b>						<b>26278,1</b>	<b>94,6</b>
---------------	------------	--	--	--	--	--	----------------	-------------

#### Średnie zyski wewnętrzne adekwatne dla analizowanego obiektu $Q_{int}$

Czas sezonu grzewczego T	Zysk jednostkowy $Q_{int}$	Współczyn. wykorzystania	Zysk roczny $Q_{int}$	
h	$W/m^2$		KWh/rok	GJ/rok
5 328	4,0	0,5	<b>13 981</b>	<b>50,3</b>

#### Zyski łączne - okna i zyski wewnętrzne

Zysk roczny $Q_z = Q_{sol} + Q_{int}$	KWh/rok	GJ/rok
	<b>40 259</b>	<b>144,9</b>

#### Średni roczny zysk jednostkowy w stosunku do powierzchni użytkowej

Wyszczególnienie	kWh/( $A_u$ *rok)	GJ/( $A_u$ *rok)
Zyski z przeszklenia	20,0	0,072
Zyski wewnętrzne	10,7	0,038
<b>Zyski łączne</b>	<b>30,7</b>	<b>0,110</b>

### 1.3.2. Roczne zużycie energii cieplnej

#### Zestawienie

Powierzchnia ogrzewana	$A_{ogrz}$	1 312	$m^2$
Kubatura ogrzewana	$V_{ogrz}$	6 072	$m^3$
Moc cieplna c.o.	$\Phi_{co}$	86,8	kW
Moc cieplna wentylacji mechanicznej.	$\Phi_{wm}$	0,0	kW
Moc cieplna urządzeń technologicznych.	$\Phi_{tech}$	0,0	kW
Moc cieplna c.w.u.	$\Phi_{cwu}$	0,0	kW
Moc cieplna strat	$\Phi_{str}$	0,0	kW
Razem moc cieplna	$\Phi$	86,8	kW
Sprawność źródła ciepła systemu grzewczego	$\eta_{H,g}$	1,00	
Sprawność źródła ciepła systemu c.w.u.	$\eta_{W,g}$	1,00	
Wskaźnik zużycia energii cieplnej c.o.	$W_{sp}$	8,056	GJ/kW
Energia cieplna c.o. netto (przegrody + wg)	$Q_p + Q_{wg}$	699,3	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.	$\eta_{H,d}$	0,95	
Sprawność regulacji i wykorzystania ciepła c.o.	$\eta_{H,e}$	0,85	
Długość przylgni w stolarce starej	$L_{star}$	0	mb
Strumień infiltracji w stolarce starej	$a_{star}$	4,00	$m^3/(m^2 \cdot h \cdot daPa^{2/3})$
Długość przylgni w stolarce nowej	$L_{now}$	95	mb
Strumień infiltracji w stolarce nowej	$a_{now}$	0,50	$m^3/(m^2 \cdot h \cdot daPa^{2/3})$
Wskaźnik infiltracji	$W_s \text{ inf}$	0,0368	GJ/(a * m * rok)
Energia cieplna infiltracji netto	$Q_{inf}$	1,7	GJ/a
Energia cieplna zysków - obliczenia w tekście	$Q_{zysk}$	-140,5	GJ
Roczne zużycie c.w.u. - obliczenia w tekście	$G_a \text{ cwu}$	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	$\eta_{wm}$	1,00	
Czas pracy urządzeń technologicznych	$t_{tech}$	0	h
Sprawność systemów technologicznych	$\eta_{tech}$	1,00	
Energia cieplna strat - obliczenia w tekście	$Q_{str \text{ netto}}$	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 $Q_p$		Energia końcowa $Q_k$		Energia początkowa $Q_p$		
	GJ	kWh/(m <sup>2</sup> *a)	GJ	kWh/(m <sup>2</sup> *a)	Wskaźnik	GJ	kWh/(m <sup>2</sup> *a)
$\Sigma Q_{co} = Q_p + Q_{wg} + Q_{inf} - Q_{zysk}$	560,5	118,7	659,4	139,6	1,1	725,4	153,6
$Q_{cwu}$	0,0	-	0,0	-	1,1	0,0	-
$Q_{wm}$	0,0	-	0,0	-	1,1	0,0	-
$Q_{tech}$	0,0	-	0,0	-	1,1	0,0	-
$Q_{str}$	0,0	-	0,0	-	1,1	0,0	-
$Q_{sol}$	0,0	-	0,0	-	0,0	0,0	-
$Q_{el}$	0,0	-	0,0	-	3,0	0,0	-
<b>Razem</b>	<b>560,5</b>	<b>118,671</b>	<b>659,4</b>	<b>139,6</b>		<b>725,4</b>	<b>153,6</b>

## 2. Krok II - modernizacja instalacji c.o.

### 2.1. Zakres prac

Instalacja wewnętrzna c.o. wykonana jest w stali i wyposażona w grzejniki żeliwne oraz częściowo w grzejniki z rur ożebrowanych. Grzejniki nie są wyposażone w zawory termostacyjne. Grzejniki oraz orurowanie są wyeksploatowane i kwalifikują się do wymiany. Przewiduje się modernizację instalacji centralnego ogrzewania z wymianą orurowania i zabudową grzejników stalowych panelowych z zaworami termostacyjnymi.

Przewidywana wstępnie ilość grzejników 120 szt. (punkty).

Modernizacja instalacji c.o. zwiększy sprawność regulacji i wykorzystania ciepła c.o. na:

z  $\eta_{H,e} = 0,85$  na  $\eta_{H,e} = 0,95$  tj. o około 10 punktów procentowych

### 2.2. Koszty inwestycyjne

$K_{i2} = 120 \text{ pkt.} * 2000 \text{ zł/pkt} = 240,0 \text{ tys. zł}$

dla parametru grzewczego 80/60°C

### 2.3. Efektywność modernizacji instalacji c.o.

Wykonanie instalacji c.o. pozwoli na uzyskanie pełnego komfortu cieplnego w budynku oraz zmniejszy zużycie energii o około 10,0 punktów procentowych z uwagi na lepszą regulację i wykorzystanie.

Analiza kosztów

	Zamierzenie	Koszty Inwesty- cyjne tys. zł	Energia					SPBT lat
			roczne zużycie GJ	efekt sprawn. %	cena jednost. zł/GJ	roczny koszt tys. zł	roczny efekt tys. zł	
1.	Stan aktualny Stara instalacja c.o.	0	659,4	0,0	62,0	40 883	-	-
2.	Stan projektowany Nowa instalacja c.o.	240,0	593,5	10,0	62,0	36 795	4 088	58,7

Modernizacja instalacji c.o. nie jest opłacalna.

## 3. Krok III - modernizacja węzła cieplnego

### 3.1. Zakres prac

Budynek posiada węzeł cieplny bezpośredni wyposażony w dwa liczniki ciepła:

- jeden dla KPP
- drugi dla restauracji, która wynajmuje część jednego skrzydła budynku

Węzeł nie posiada automatyki pogodowej oraz regulowanych obiegów grzewczych.  
Opcja „a”

Przewiduje się wykonanie węzła ciepłego wymiennikowego o mocy cieplnej

$$\Phi = 100,0 \text{ kW}$$

wyposażonego w regulowane obiegi grzewcze:

- piwnice
- pomieszczenia KPP
- stołówka

Wykonanie węzła ciepłego wymiennikowego zwiększy sprawność regulacji i wykorzystania ciepła c.o. na:

$$z \eta_{H,e} = 0,95 \quad \text{na} \quad \eta_{H,e} = 0,98 \quad \text{tj. o około 3 punkty procentowe}$$

oraz jednocześnie pogorszy sprawność źródła ciepła ( straty transformacji)

$$z \eta_{H,g} = 1,00 \quad \text{na} \quad \eta_{H,g} = 0,98 \quad \text{tj. o około 2 punkty procentowe}$$

Łączny zysk szacowany jest na około 1 punkt procentowy

Opcja „b”

Przewiduje się wykonanie węzła ciepłego regulacyjnego wyposażonego w regulowane obiegi grzewcze:

- piwnice
- pomieszczenia KPP
- stołówka

Wykonanie węzła ciepłego wymiennikowego zwiększy sprawność regulacji i wykorzystania ciepła c.o. na:

$$z \eta_{H,e} = 0,95 \quad \text{na} \quad \eta_{H,e} = 0,98 \quad \text{tj. o około 3 punkty procentowe}$$

oraz jednocześnie pogorszy sprawność źródła ciepła ( straty transformacji)

$$z \eta_{H,g} = 1,00 \quad \text{na} \quad \eta_{H,g} = 0,99 \quad \text{tj. o około 1 punkt procentowy}$$

Łączny zysk szacowany jest na około 2 punkty procentowe

### 3.2. Koszty inwestycyjne

Opcja „a”

$$K_{i3a} = 100 \text{ kW} * 400 \text{ zł/kW} + 0,15 * 120 \text{ pkt} * 2\ 000 \text{ zł/pkt} = \mathbf{76,0 \text{ tys. zł}}$$

w tym dodatek kosztów instalacji c.o. na zmniejszenie dla parametru grzewczego z 80/60°C na 70/50°C.

Opcja „b”

$$K_{i3a} = 3 * 10\ 000 + 0,15 * 120 \text{ pkt} * 2\ 000 \text{ zł/pkt} = \mathbf{66,0 \text{ tys. zł}}$$

w tym dodatek kosztów instalacji c.o. na zmniejszenie dla parametru grzewczego z 80/60°C na 70/50°C.

### 3.3. Efektywność modernizacji węzła ciepłego

Opcja „a”

Wykonanie węzła ciepłego wymiennikowego zmniejszy zużycie energii o około 1,0 punkt procentowy z uwagi na lepszą regulację i wykorzystanie.

Analiza kosztów

	Zamierzenie	Koszty Inwesty- cyjne	Energia					SPBT
			roczne	efekt	cena	roczny	roczny	
			zużycie	sprawn.	jednost.	koszt	efekt	
		tys. zł	GJ	%	zł/GJ	tys. zł	tys. zł	lat
1.	Stan aktualny Węzeł bezpośredni	0	659,4	0,0	62,0	40 883	-	-
2.	Stan projektowany Węzeł ciepły wymiennikowy	76,0	652,8	1,0	62,0	40 474	409	185,9

Modernizacja węzła ciepłego nie jest opłacalna.

Opcja „b”

Wykonanie węzła ciepłego regulacyjnego zmniejszy zużycie energii o około 2,0 punkty procentowe z uwagi na lepszą regulację i wykorzystanie.

Analiza kosztów

	Zamierzenie	Koszty Inwesty- cyjne	Energia					SPBT
			roczne	efekt	cena	roczny	roczny	
			zużycie	sprawn.	jednost.	koszt	efekt	
		tys. zł	GJ	%	zł/GJ	tys. zł	tys. zł	lat
1.	Stan aktualny Węzeł bezpośredni	0	659,4	0,0	62,0	40 883	-	-
2.	Stan projektowany Węzeł ciepły regulacyjny	66,0	646,2	2,0	62,0	40 065	818	80,7

Modernizacja węzła ciepłego nie jest opłacalna. Ponadto zabudowa węzła ciepłego regulacyjnego na przyłączy niskoparametrowym zaburzy hydraulikę sieci ciepłej, a to wymaga zgody Właściciela sieci.

## **4. Krok IV - modernizacja instalacji c.w.u.**

### **4.1. Bilans c.w.u.**

Ciepła woda użytkowa przygotowywana jest w podgrzewaczu elektrycznym o poj. 80 litrów.

KPP nie posiada informacji o rzeczywistym zużyciu c.w.u. Szacowane zużycie c.w.u. określono na:

#### **Założenia:**

Ilość osób	N	100	osób
Prognozowane jednostkowe dobowe zużycie c.w.u.	$a_d$	3	kg/osobę
Dobowy czas rozbioru c.w.u.	t	24	h
Roczny współczynnik wykorzystania c.w.u.	$K_a$	1	
Roczna ilość dni rozbioru c.w.u.	T	365	
Dodatek na cyrkulację c.w.u.	-	0	
Różnica temperatur wody zimnej i ciepłej (55°C - 10°C)	$\Delta t$	45	°C

#### **Obliczenia:**

Godzinowe zużycie c.w.u.	$G_h = (N * a) / t$	0,013	Mg/h
Dobowe zużycie c.w.u.	$G_d = N * a_d$	0,3	Mg/d
Roczne zużycie c.w.u.	$G_a = T * K_a * N * a$	109,5	Mg/a
Zapotrzebowanie mocy ciepłej	$\Phi_{cwu} = 1,25 * G_h * \Delta t * 1,163$	0,8	kW

Cena zakupu energii elektrycznej, w tym również na podgrzewanie c.w.u., wynosi aktualnie średnio 650 zł/kWh tj. 180,6 zł/GJ.

Przewiduje się zabudowanie układu solarnego wspomagającego przygotowanie c.w.u.

## **4.1. Efektywność zabudowy układu solarnego**

Założenia:

Roczne zużycie c.w.u.	109,5	Mg
Cena energii ciepłej	180,6	zł/GJ
Proj. udział energii słonecznej w przygotowaniu c.w.u.	40	%
Prognozowana cena zabudowy układu solarnego z konstrukcją wsporczą	4 000	zł/m <sup>2</sup>

Zużycie energii na potrzeby c.w.u.

Roczne zużycie energii ciepłej użytkowej	20,6	GJ
Sprawność wytwarzania (źródła ciepła)	0,90	
Sprawność akumulacji	0,85	
Sprawność przesyłu	0,80	
Sprawność wykorzystania	1,00	
Roczne zużycie energii ciepłej końcowej	33,7	GJ

Parametry absorbera:

Roczny uzysk energetyczny	1,8	GJ/m <sup>2</sup>
Maksymalny uzysk mocy ciepłej w miesiącach letnich	0,800	kW/m <sup>2</sup>
Średniodobowy uzysk mocy ciepłej w miesiącach letnich	0,175	kW/m <sup>2</sup>

Obliczenia:

Obliczeniowa powierzchnia absorbera	7,5	m <sup>2</sup>
Proponowana powierzchnia absorbera	6,0	m <sup>2</sup>
Roczny uzysk energii z układu solarnego	10,8	GJ
Maksymalny uzysk mocy ciepłej w miesiącach letnich	6,0	kW
Średniodobowy uzysk mocy ciepłej w miesiącach letnich	1,1	kW
Koszt zabudowy układu solarnego	24,0	tys. zł
Roczny koszt konserwacji układu solarnego zł/m <sup>2</sup>	50,0	0,30 tys. zł
Roczny efekt finansowy zabudowy układu solarnego	1,65	tys. zł
Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych (SPBT)	14,5	lat

Zabudowa układu solarnego jest mało opłacalna SPBT > 10 lat. Realizacja układu solarnego wspomagania c.w.u. jest trudna technologicznie z uwagi na brak miejsca na zabudowę węzła solarnego w pobliżu istniejącej łazienki.

## **5. Krok V - odzysk ciepła z wentylacji**

### **5.1. Bilans powietrza wentylacyjnego**

Budynek posiada wentylację grawitacyjną z zasysaniem powietrza poprzez nieszczelności w oknach oraz wywiew poprzez kratki wentylacyjne i kominy.

W trakcie eksploatacji wymieniono sukcesywnie stare okna drewniane na nowe szczelne PCV. Ponadto część krętek wentylacyjnych zostało zaślepionych. Zamierzenia te pogorszyły przewietrzanie pomieszczeń, ale jednocześnie spowodowały znaczne zmniejszenie zużycia energii cieplnej na wentylację, a tym samym na ogrzewanie budynku.

Strumień powietrza wentylacyjnego

- nadziemie  $V_{wg1} = 4\,422\text{ m}^3/\text{h}$  w tym budynek główny  $V_{wg1g} = 3\,720\text{ m}^3/\text{h}$
- piwnice  $V_{wg2} = 1\,650\text{ m}^3/\text{h}$

## **5.2. Rozwiązania techniczne**

Przewiduje się usprawnienie wentylacji nadziemna budynku głównego poprzez zastosowanie wentylacji wymuszonej z odzyskiem ciepła.

Przewidywany zakres prac:

- zabudowa centrali wentylacyjnej grzewczej z odzyskiem ciepła z miejscem na sekcję chłodniczą.
- zabudowa kanałów zbiorczych izolowanych w obrębie dachu
- zabudowa kanałów rozprowadzających
- zabudowa przyłączy do pokoi
- automatyka sterująca i prace budowlane

## **5.3. Koszty inwestycyjne**

Poz.	Wyszczególnienie	Jedn.	Ilość	Cena	Koszt
			jedn.	zł/jedn.	tys. zł
Ki <sub>1</sub>	Centrala wentylacyjna	kpl	1	30 000	30,0
Ki <sub>2</sub>	Kanały zbiorcze izolowane w obrębie dachu	mb	34	400	13,6
Ki <sub>3</sub>	Kanały rozprowadzające	mb	250	100	25,0
Ki <sub>4</sub>	Przyłącza do pokoi	szt	55	250	13,8
Ki <sub>5</sub>	Automatyka i prace budowlane	kpl			15,0
	<b>Razem</b>				<b>97,4</b>

## **5.4. Koszty eksploatacyjne**

### **5.4.1. Stan aktualny**

Zapotrzebowanie mocy cieplnej dla powietrza zasysanego poprzez nieszczelności:

$$\Phi_{wg1g} = V_{wg1g} * [0,34 * (t_{ow1} - t_{oz}) - 7] = 3\,720 * (0,34 * 40 - 7) = 24,6\text{ kW}$$

Roczne zużycie energii cieplnej:

$$Q_{wg1g} = \Phi_{wg1g} * W_{sp} = 24,6 * 8,056 = 198,2 \text{ GJ}$$

Roczny koszt energii cieplnej:

$$K_{wg1g} = Q_{wg1g} * k = 198,2 * 62,0 = 12\,288 \text{ zł}$$

#### **5.4.2. Stan projektowany**

Zapotrzebowanie mocy cieplnej dla powietrza zasysanego poprzez czepnię z odzyskiem 60 % mocy

$$\Phi_{wg1g} = 0,40 * V_{wg1g} * 0,34 * \Delta t = 0,40 * 3\,720 * 0,34 * 40 = 20,2 \text{ kW}$$

Roczne zużycie energii cieplnej:

$$Q_{wg1g} = \Phi_{wg1g} * W_{sp} = 20,2 * 8,056 = 162,7 \text{ GJ}$$

Roczny koszt energii cieplnej:

$$K_{wg1g} = Q_{wg1g} * k = 162,7 * 62,0 = \mathbf{10\,087 \text{ zł}}$$

Zapotrzebowanie mocy elektrycznej dla wentylatorów i pomp

$$\Phi_{el} = 4,0 \text{ kW}$$

Roczne zużycie energii elektrycznej:

$$Q_{el} = \Phi_{el} * 8\,760 = 4,0 * 8\,760 = 35\,040 \text{ kWh}$$

Roczny koszt energii elektrycznej:

$$K_{el} = Q_{el} * k = 35\,040 * 650 = 22\,776 \text{ zł}$$

Koszty eksploatacyjne łączne

$$K = K_{wg1g} + K_{el} = 10\,087 + 22\,776 = \mathbf{32\,863 \text{ zł}}$$

### **5.5. Analiza kosztów**

	Zamierzenie	Koszty Inwestycyjne tys. zł	Energia					SPBT lat
			roczne zużycie GJ	efekt sprawn. %	cena jednost. zł/GJ	roczny koszt tys. zł	roczny efekt tys. zł	
1.	Stan aktualny Istniejąca wentylacja grawitacyjna	0	198,2	0,0	62,0	12 288	-	-
2.	Stan projektowany Wentylacja mechaniczna	94,0	162,7	0,0	62,0	32 863	-20 575	

Zabudowa odzysku ciepła z wentylacji zwiększy koszty eksploatacyjne, pozwoli jednak na uzyskanie wymaganego komfortu cieplnego w sezonie grzewczym oraz pogorszy komfort cieplny w miesiącach letnich, jeżeli nie zostanie zabudowana sekcja chłodząca w centrali wentylacyjnej. Zabudowa sekcji chłodzącej zdecydowanie zwiększy koszty eksploatacyjne.

## **6. Krok VI - niekonwencjonalne źródło energii**

### **6.1. Założenia techniczne**

KPP w Kłobucku znajduje się w centrum miasta na ograniczonej powierzchni. Z niekonwencjonalnych źródeł energii jest techniczna możliwość zabudowy pompy ciepła z wymiennikiem gruntowym pionowym.

Parametry wymiennika

Wymiennik gruntowy pionowy o obliczeniowym poborze mocy cieplnej  $Wp_{kol} = 0,050$  kW/mb

długość kolektorów wymiennika:

$$L_{kol} = \frac{\Phi}{Wp_{kol}} = \frac{86,8}{0,050} = 1736 \text{ mb}$$

### **6.2. Koszty inwestycyjne**

Poz.	Wyszczególnienie	Jedn.	Ilość	Cena	Koszt
			jedn.	zł/jedn.	tys. zł
Ki <sub>1</sub>	Wymiennik gruntowy	mb	1 736	300	520,8
Ki <sub>2</sub>	Pompa ciepła	kW	90	300	27,0
Ki <sub>3</sub>	Osprzęt	KW	90	500	45,0
Ki <sub>4</sub>	Kotłownia olejowa rezerwowa	kW	90	1 000	90,0
Ki <sub>5</sub>	Automatyka i prace budowlane	kpl			40,0
	<b>Razem</b>				<b>722,8</b>

### **6.3. Analiza kosztów**

#### **6.3.1. Stan aktualny**

Zużycie energii po ociepleniu przegród budowlanych i modernizacji instalacji c.o.

$$Q = 593,5 \text{ GJ}$$

### **6.3.2. Stan projektowany**

Zużycie energii po ociepleniu przegród budowlanych i modernizacji instalacji c.o. z zastosowaniem pompy ciepła o  $COP_{\text{eksp}} = 3,0$

$$Q = 593,5/3 \text{ GJ} = 197,8 \text{ GJ} = 55,0 \text{ MWh}$$

### **6.3.3. Efektywność zamierzenia**

	Zamierzenie	Koszty Inwestycyjne	Energia					SPBT
			roczne zużycie	efekt sprawn.	cena jednost.	roczny koszt	roczny efekt	
			tys. zł	GJ	%	zł/GJ	tys. zł	
1.	Stan aktualny Zasilanie z m.s.c.	0	593,5	0,0	62,0	36 797	-	-
2.	Stan projektowany Nowa instalacja c.o.	722,8	197,8	0,0	180,6	35 723	1 074	672,8

Zabudowa pompy ciepła nie jest opłacalna.

## **7. Krok VII - modernizacja instalacji elektrycznej**

### **7.1. Założenia techniczne**

KPP w Kłobucku posiadała przestarzałą instalację elektryczną w układzie dwu i czteroprzewodowym z zabezpieczeniami rozłącznikami topikowymi i żarowymi źródłami światła. Oświetlenie stanowisk pracy nie spełniało wymaganych standardów.

Zmierzone natężenie światła przy oświetleniu żarowym wynosiło 150 - 200 lx tj. około trzykrotnie mniej niż wymagane standardy.

Aktualnie instalacja jest modernizowana sposobem gospodarczym z wymianą zabezpieczeń, okablowania oraz wymianą źródeł światła na oszczędne elektroluminescencyjne.

### **7.2. Efektywność modernizacji instalacji**

Modernizacja instalacji elektrycznej była konieczna z uwagi na jej stan techniczny oraz większe zapotrzebowanie mocy z uwagi na stanowiska komputerowe.

Modernizacja źródeł światła była konieczna z uwagi na standardy oświetlenia. Wymiana źródeł światła na oszczędne elektroluminescencyjne z jednoczesnym dotrzymaniem standardów oświetlenia nie przyniesie znaczących oszczędności w zużyciu energii elektrycznej.

Ponadto część prac została już wykonana, instalacja oświetleniowa nie jest opomiarowana i trudno jest uzyskać dofinansowanie ze środków ochrony środowiska na modernizację instalacji oświetleniowej.

## 8. Zestawienie zamierzeń termomodernizacyjnych

### 8.1. Analizowane kroki termomodernizacyjne

Krok	Pozycja	Koszt	SPBT
		tys. zł	lat
I	Ocieplenie budynku	569,6	11,7
II	Modernizacja instalacji c.o.	240,0	58,7
IIIa	Węzeł cieplny wymiennikowy	76,0	185,9
IIIb	Węzeł cieplny regulacyjny	66,0	80,7
IV	System solarny c.w.u	24,0	14,5
V	Odzysk ciepła z wentylacji	94,7	ujemny
VI	Pompa ciepła	722,8	ujemny

### 8.2. Przyjęte do realizacji kroki termomodernizacyjne

Krok	Pozycja	Koszt	SPBT
		tys. zł	lat
I	Ocieplenie budynku	569,6	11,7
II	Modernizacja instalacji c.o.	240,0	58,7
-	Rezerwa	100,0	-

### 8.3. Koszty inwestycyjne wybranych kroków

Poz.	Wyszczególnienie	Jedn.	Ilość	Cena	Koszt
			jedn.	zł/jedn.	tys. zł
K <sub>11</sub>	Termorenowacja	m <sup>2</sup>	2 445	-	569,6
K <sub>12</sub>	Modernizacja instalacji c.o.	pkt	120	2 000	240,0
K <sub>13</sub>	Prace budowlane związane z termomodernizacją	kpl.	1	-	100,0
	<b>Razem</b>				<b>909,6</b>
K <sub>14</sub>	Dokumentacja techniczna			4%	36,4
	<b>Ogółem K<sub>i</sub></b>				<b>946,0</b>

## **9. Koszty eksploatacyjne**

### 9.1. Zyski energii ciepłej

Powierzchnia użytkowa $A_u$	<b>1 312</b>	$m^2$
-----------------------------	--------------	-------

#### Zyski z przeszklania $Q_{sol}$

Elewacja	Powierzchnia okien $m^2$	Wskaźnik przeszklania	Wskaźnik przepuszczal. g	Zysk jednostkowy $q_{sol}$ KWh/( $m^2 \cdot rok$ )	Wsp. korekcyjne		Zysk roczny $Q_{sol}$	
					$Z_{sol}$	$k_a$	KWh/rok	GJ/rok

Okna stare								
S	0	0,7	0,75	350	1,0	1,0	0	0,0
W	0	0,7	0,75	220	1,0	1,0	0	0,0
N	0	0,7	0,75	145	1,0	1,0	0	0,0
E	0	0,7	0,75	235	1,0	1,0	0	0,0
Dachowe		0,7	0,75	300	1,0	1,0	0	0,0
<b>Razem</b>	<b>0</b>						<b>0</b>	<b>0,0</b>

Okna nowe								
S	91	0,7	0,67	350	1,0	1,0	14 938	53,8
W	39	0,7	0,67	220	1,0	1,0	4 024	14,5
N	46	0,7	0,67	145	1,0	1,0	3 128	11,3
E	38	0,7	0,67	235	1,0	1,0	4 188	15,1
Dachowe		0,7	0,67	300	1,0	1,0	0	0,0
<b>Razem</b>	<b>214</b>						<b>26 278</b>	<b>94,6</b>

<b>Ogółem</b>	<b>214</b>						<b>26278,1</b>	<b>94,6</b>
---------------	------------	--	--	--	--	--	----------------	-------------

#### 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	4,0	0,5	<b>13 981</b>	<b>50,3</b>

#### Zyski łączne - okna i zyski wewnętrzne

Zysk roczny $Q_z = Q_{sol} + Q_{int}$	KWh/rok	GJ/rok
	<b>40 259</b>	<b>144,9</b>

#### Średni roczny zysk jednostkowy w stosunku do powierzchni użytkowej

Wyszczególnienie	kWh/( $A_u \cdot rok$ )	GJ/( $A_u \cdot rok$ )
Zyski z przeszklania	20,0	0,072
Zyski wewnętrzne	10,7	0,038
<b>Zyski łączne</b>	<b>30,7</b>	<b>0,110</b>

## 9.2. Roczne zużycie energii cieplnej

### Zestawienie

Powierzchnia ogrzewana	$A_{ogrz}$	1 312	$m^2$
Kubatura ogrzewana	$V_{ogrz}$	6 072	$m^3$
Moc cieplna c.o.	$\Phi_{co}$	86,8	kW
Moc cieplna wentylacji mechanicznej.	$\Phi_{wm}$	0,0	kW
Moc cieplna urządzeń technologicznych.	$\Phi_{tech}$	0,0	kW
Moc cieplna c.w.u.	$\Phi_{cwu}$	0,0	kW
Moc cieplna strat	$\Phi_{str}$	0,0	kW
Razem moc cieplna	$\Phi$	86,8	kW
Sprawność źródła ciepła systemu grzewczego	$\eta_{H,g}$	1,00	
Sprawność źródła ciepła systemu c.w.u.	$\eta_{W,g}$	1,00	
Wskaźnik zużycia energii cieplnej c.o.	$W_{sp}$	8,056	GJ/kW
Energia cieplna c.o. netto (przegrody + wg)	$Q_p + Q_{wg}$	699,3	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 stolarce starej	$L_{star}$	0	mb
Strumień infiltracji w stolarce starej	$a_{star}$	4,00	$m^3/(m^2 \cdot h \cdot daPa^{2/3})$
Długość przylgni w stolarce nowej	$L_{now}$	95	mb
Strumień infiltracji w stolarce nowej	$a_{now}$	0,50	$m^3/(m^2 \cdot h \cdot daPa^{2/3})$
Wskaźnik infiltracji	$W_s \text{ inf}$	0,0368	GJ/( $a \cdot m^2 \cdot rok$ )
Energia cieplna infiltracji netto	$Q_{inf}$	1,7	GJ/a
Energia cieplna zysków - obliczenia w tekście	$Q_{zysk}$	-140,5	GJ
Roczne zużycie c.w.u. - obliczenia w tekście	$G_a \text{ cwu}$	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	$\eta_{wm}$	1,00	
Czas pracy urządzeń technologicznych	$t_{tech}$	0	h
Sprawność systemów technologicznych	$\eta_{tech}$	1,00	
Energia cieplna strat - obliczenia w tekście	$Q_{str \text{ netto}}$	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 $Q_p$		Energia końcowa $Q_k$		Energia początkowa $Q_p$		
	GJ	kWh/( $m^2 \cdot a$ )	GJ	kWh/( $m^2 \cdot a$ )	Wskaźnik	GJ	kWh/( $m^2 \cdot a$ )
$\Sigma Q_{co} = Q_p + Q_{wg} + Q_{inf} - Q_{zysk}$	560,5	118,7	571,9	121,1	1,1	629,1	133,2
$Q_{cwu}$	0,0	-	0,0	-	1,1	0,0	-
$Q_{wm}$	0,0	-	0,0	-	1,1	0,0	-
$Q_{tech}$	0,0	-	0,0	-	1,1	0,0	-
$Q_{str}$	0,0	-	0,0	-	1,1	0,0	-
$Q_{sol}$	0,0	-	0,0	-	0,0	0,0	-
$Q_{el}$	0,0	-	0,0	-	3,0	0,0	-
<b>Razem</b>	<b>560,5</b>	<b>118,671</b>	<b>571,9</b>	<b>121,1</b>		<b>629,1</b>	<b>133,2</b>

### 9.3. Koszty zakupu energii cieplnej

Moc zamówiona "Φ"	0,086	MW
Zakupiona energia cieplna "Q"	572	GJ

Lp.	Wyszczególnienie	Jedn. miar	Ilość	Cena zł/MW m-c zł/GJ, zł/m-c	Koszt netto zł	Koszt brutto zł
1	Moc zamówiona	MW	0,086	8 732	9 011	10 994
2	Moc przesyłana	MW	0,086	2 020	2 085	2 543
Razem moc zamówiona				10 752	11 096	13 537
3	Energia zakupiona	GJ	572	24,55	14 043	17 132
4	Energia przesyłana	GJ	572	6,04	3 455	4 215
Razem energia				30,59	17 497	21 347

<b>Ogółem</b>	<b>28 594</b>	<b>34 884</b>
<b>Koszty jednostkowe zakupu energii cieplnej [zł/GJ]</b>	<b>50,0</b>	<b>61,0</b>

# Rozdział IX

## Analiza finansowa wykonalności

### 1. Porównanie kosztów

Koszty inwestycyjne i ceny energii cieplnej na poziomie 2012 r.

	Zamierzenie	Koszty		Efekt rocznych kosztów eksploat. zł	Roczne zużycie energii brutto GJ	Cena energii brutto zł/GJ	SPBT lat
		Inwestycyjne	Roczne eksploatacyjne				
		zł	zł				
1.	Stan aktualny wg Rozdziału VII	0	90 007	-	1 626	55,4	-
2.	Stan projektowany wg Rozdziału VIII	946 000	34 884	55 123	572	61,0	17,2

Czas zwrotu nakładów inwestycyjnych przekracza 15 lat.  
 Projektowana termomodernizacja nie jest zamierzeniem opłacalnym przy stałych cenach energii i finansowaniu własnym

### 2. "Cash flow" dla 15 lat eksploatacji

<b>Koszty inwestycyjne wg Rozdziału VIII pkt. 3.2.</b>	<b>946 000</b>	<b>zł</b>
<b>Efekt rocznych kosztów eksploatacyjnych w cenach 2011</b>	<b>55 123</b>	<b>zł</b>
<b>Roczny wskaźnik wzrostu cen paliwa</b>	<b>1,06</b>	

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	Srodki własne	100,0	946 000	50,0	473 000	-	-
2	Pożyczka	-	-	-	-	-	-
3	Dotacja	-	-	50,0	473 000	-	-
4	Kredyt komercyjny	-	-	-	-	-	-
5	Inne	-	-	-	-	-	-
<b>Razem koszty</b>		<b>100,0</b>	<b>946 000</b>	<b>100,0</b>	<b>946 000</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>NPV</b>			-133 100		339 900		

Z "cash flow" wynika:

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

## **Rozdział X**

### **Wnioski**

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

# Rozdział X

## Efekt ekologiczny

Emisja zanieczyszczeń przy zasilaniu z m.s.c.

Zużycie energii cieplnej w obiekcie w GJ

	Stan akt.	Stan proj.	Efekt
Q <sub>netto</sub>	1 382	561	821
Q <sub>brutto</sub>	1 626	572	1 054

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

Sprawność źródła	$\eta_{az} = 0,78$	
Sprawność przesyłu	$\eta_p = 0,90$	
Sprawność odpylania	$\eta_o = 0,98$	
Wartość opałowa paliwa	Wd = 20,0	MJ/kg
Zawartość siarki w paliwie	S <sub>c</sub> = 0,8	%
Zawartość popiołu w paliwie	A <sub>r</sub> = 18,0	%
Unos części lotnych	a <sub>pl</sub> = 5,0	%

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

$$G_{az} = \frac{Q_{brutto}}{Wd * \eta_{az} * \eta_p}$$

G <sub>az akt</sub> =	115,8 Mg
G <sub>az proj</sub> =	40,7 Mg

Wskaźniki emisji dla spalania węgla energetycznego

Zanieczyszczenie	Wzór obliczeniowy	Wskaźnik kg/Mg
Pył	$(1-\eta)*3,0*Ar/(1-apl)$	1,14
SO <sub>2</sub>	17 * S <sub>c</sub>	13,6
NO <sub>2</sub>	4,0	4,0
CO	5,0	5,0
CO <sub>2</sub>	2 200	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	0,13	0,05	0,09	64,8
SO <sub>2</sub>	Mg	1,58	0,55	1,02	64,8
NO <sub>2</sub>	Mg	0,46	0,16	0,30	64,8
CO	Mg	0,58	0,20	0,38	64,8
CO <sub>2</sub>	Mg	254,8	89,6	165,2	64,8