

**Wykonawca: SOLARPOL
POLSKIE CENTRUM ENERGII ODNAWIALNEJ
ul. Zagumnie 49
32-440 Sułkowice**

Audyt energetyczny

do projektu modernizacji instalacji przygotowania
cieplej wody użytkowej w oparciu o system solarny
dla

Przedszkola nr 9 w Żywcu,
ul. Poniatowskiego 12
34-300 Żywiec

Opracował:

inż. Jacek Majka

.....

sierpień 2008 r.

1. Strona tytułowa audytu energetycznego

Tabela 1.

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1. Rodzaj budynku	<i>Budynek zamieszkania zbiorowego</i>		
1.3. Inwestor	Urząd Miasta w Żywcu Rynek 2 34-300 Żywiec	1.4. Adres budynku	Przedszkole nr 9 ul. Poniatowskiego 12, 34-300 Żywiec
2. Nazwa i adres firmy wykonującej audyt: SOLARPOL POLSKIE CENTRUM ENERGII ODNAWIALNEJ ul. Zagumnie 49, 32-440 Sułkowice			
3. Imię, nazwisko, adres oraz numer PESEL autora wykonującego audytu, posiadane kwalifikacje, podpis: <i>Inż. Jacek Majka, ul. Kłaśnieńska 15, 32-020 Wieliczka, PESEL: 48030904637, audytor energetyczny Krajowej Agencji Poszanowania Energii nr 0105</i> <p style="text-align: right;"><i>Podpis</i></p>			
4. Miejscowość:	<i>Kraków</i>	Data wykonania opracowania:	<i>sierpień 2008 r.</i>
5. Spis treści			Strona
1. Strona tytułowa audytu energetycznego			2
2. Karta audytu energetycznego budynku			3
3. Ustalenia wstępne. Cel audytu. Materiały i dane źródłowe.			
Inwentaryzacja techniczno – budowlana			5
3.1. Ustalenia wstępne. Stan aktualny i projektowany. Cel audytu.			5
3.2. Materiały i dane źródłowe.			7
3.3. Wykaz ustaw, norm i pozycji literaturowych, w oparciu, o które sporządzono niniejszy audyt energetyczny			7
4. Ocena stanu technicznego instalacji c.w.u.			8
5. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			8
5.1. Rodzaj usprawnień składających się na optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego zmierzający do redukcji kosztów eksploatacyjnych – w zakresie uzgodnionym ze Zleceniodawcą.			8
6. Obliczeniowe zapotrzebowanie ciepła na cele ciepłej wody użytkowej – określone na potrzeby audytu			9
7. Roczne oszczędności do uzyskania w wyniku modernizacji instalacji c.w.u.			11
8. Analiza ekonomiczna			14
9. Wybrane zasady udzielania pomocy finansowej przez fundusze			17
10. Analiza oddziaływania na środowisko			21

2. Karta audytu energetycznego budynku

Tabela 2.

1. Dane ogólne			
1.	Konstrukcja /technologia budynku	<i>tradycyjna</i>	
2.	Liczba osób użytkujących budynek	<i>ok. 133 os.</i>	
3.	Sposób przygotowania ciepłej wody	<i>Centralnie z m.s.c</i>	
4.	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	<i>Centralnie z m.s.c.</i>	
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/(m ² K)]		Stan przed termomodernizacją	
1.	Ściany zewnętrzne	<i>nie dotyczy</i>	
2.	Dach/stropodach	<i>nie dotyczy</i>	
3.	Strop nad piwnicą	<i>nie dotyczy</i>	
4.	Okna	<i>nie dotyczy</i>	
5.	Drzwi/bramy	<i>nie dotyczy</i>	
6.	Inne:	<i>nie dotyczy</i>	
3. Sprawności składowe systemu ogrzewania			
1.	Sprawność wytwarzania η_w	<i>nie dotyczy</i>	
2.	Sprawność przesyłania η_p	<i>nie dotyczy</i>	
3.	Sprawność regulacji η_r	<i>nie dotyczy</i>	
4.	Sprawność wykorzystania η_e	<i>nie dotyczy</i>	
5.	Sprawność ogólna systemu η_o	<i>nie dotyczy</i>	
6.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewanie w okresie tygodnia w_t	<i>nie dotyczy</i>	
7.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewanie w ciągu doby w_d	<i>nie dotyczy</i>	
4. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji	Naturalna	Naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	Poprzez drzwi i okna	Poprzez drzwi i okna
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego [m ³ /h]	<i>nie dotyczy</i>	<i>nie dotyczy</i>
4.	Liczba wymian [1/h]		
5. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie c.w.u. [kW]	10,9	10,9
2.	Liczba zainstalowanych kolektorów [szt.]	-	9
3.	Powierzchnia zainstalowanych kolektorów [m ²]		19,17
4.	Moc cieplna kolektorów słonecznych [kW]		15,66
5.	Zużycie energii grzewczej na cele c.w.u. (rzeczywiste) [GJ/rok]	154	154
6.	Ilość energii grzewczej pozyskiwanej z kolektorów słonecznych [GJ/rok]	-	48,31
6. Opłaty jednostkowe (dla części dot. kolektorów słonecznych)			
1.	Cena 1 GJ na ogrzewanie (brutto) c.o. [zł]	-	-
2.	Cena 1 GJ na ogrzewanie (brutto) c.w.u. [zł]	44,5 141,67	44,5 141,67 2,77 <i>średnia ważona 85,46</i>
3.	Opłata za m ³ wody użytkowej (brutto) [zł]	-	-
4.	Opłata 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie c.w.u. na miesiąc [zł]	9000	9000
5.	Opłata za ogrzanie m ² powierzchni użytkowej [zł]	-	-
6.	Opłata abonamentowa (brutto) [zł]	-	-
7.	Inne [zł]		
7. Charakterystyka ekonomiczna przedsięwzięcia termomodernizacyjnego skierowanego do realizacji w trybie Ustawy			
Koszt inwestycji [zł]	56 5522	Udział własny	30 538
Planowana suma kredytu [zł]	26 014	Miesięczna rata kredytu [zł/mc]	263
Oprocentowanie kredytu [%]	4,0%	Zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	0
Okres kredytowania [lata]	10	Roczna oszczędność kosztów energii [zł/a]	3 193

Podsumowanie!

Zakres rzeczowo-finansowy przedsięwzięcia

- koszt inwestycji	56 552,-
- wymagana ilość środków własnych w tym dotacji,	30 538,-
- kwota kredytu	26 014,-
- miesięczna rata wraz z odsetkami	263,-
- roczna oszczędność kosztów zakupu energii	3 193,-
- okres kredytowania	120 m-cy

Generowana oszczędność z tytułu obniżonych opłat za zmniejszone zapotrzebowanie na energię grzewczą, po zrealizowaniu zakresu prac objętych niniejszym audytem, wyniesie w skali roku 3 193 zł, tj. 266,08 zł/m-c, a zatem maksymalny niskooprocentowany kredyt, jaki może pozyskać Inwestor na realizację przedsięwzięcia i skorzystać z dobrodziejstwa Funduszy wspierających przedsięwzięcia z wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii (dotacji, umorzeń części kapitałowej kredytu) wynosi 26 014 zł. Inwestor chcąc zrealizować przedsięwzięcie, którego koszt realizacji szacuje się na 56 552 zł musi się liczyć z udziałem własnym 30 538 zł (w tym ewentualne pozyskane dotacje i umorzenia) w wysokości 54% kosztów inwestycji.

3. Ustalenia wstępne. Cel audytu. Materiały i dane źródłowe. Inwentaryzacja techniczno – budowlana

3.1. Ustalenia wstępne. Stan aktualny i projektowany. Cel audytu.

Niniejszy audyt przedstawia analizę techniczno-ekonomiczną opłacalności montażu kolektorów słonecznych i wykorzystania energii słonecznej do ogrzewania ciepłej wody użytkowej (c.w.u) na potrzeby Przedszkola nr 9 w Żywcu.

Zakres audytu ogranicza się do oceny efektu energetycznego i ekonomicznego, uzyskanego po realizacji zakresu prac zaproponowanych przez autorów projektu budowlanego f-my SOLARPOL POLSKIE CENTRUM ENERGII ODNAWIALNEJ, ul. Zagumnie 49, 32-440 Sułkowice pt.: „Projekt modernizacji systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej w oparciu o zastosowanie systemu solarne dla Przedszkola nr 9 w Żywcu”.

Obliczenie oszczędności w kosztach ogrzewania przeprowadzono w oparciu o porównanie rocznych kosztów energii cieplnej pozyskanej z kolektorów słonecznych do ogrzewania c.w.u. i odniesienie ich do kosztów ponoszonych aktualnie na pozyskanie takiej samej ilości energii z miejskiej sieci ciepłej.

a). Stan aktualny

Aktualnie źródłem ciepła dla c.w.u. jest m.s.c. Woda grzewcza podgrzewa c.w.u. w wymienniku typu Jad Secespol 6.5. Instalacja c.w.u. jest wyposażona w zasobnik o poj. 1500 dm³.

b). Stan planowany

Podstawowe założenie projektu zakłada redukcję kosztów ogrzewania ciepłej wody użytkowej.

Redukcja kosztów nastąpi w efekcie wspomaganie procesu przygotowania ciepłej wody użytkowej za pośrednictwem systemu solarne, a tym samym częściowe zastąpienie energii pozyskiwanej ze źródeł konwencjonalnych – w tym przypadku z m.s.c. – energią słoneczną z systemu solarne. Tak pozyskana energia będzie wykorzystywana do podgrzewania wody zgromadzonej w projektowanych zasobnikach c.w.u. systemu solarne, zasilającej system przygotowania ciepłej wody użytkowej dla przedmiotowego obiektu.

Projektowane systemy solarne będą zasilane przez baterię 9 kolektorów słonecznych. Sposób rozmieszczenia i połączenia kolektorów jest oparty o wytyczne producenta i ma zapewnić optymalne warunki pracy systemu solarne.

Projektowany system solarne składa się z dwóch odrębnych obiegów.

Pierwszy obieg - solarne - łączy kolektory słoneczne z węzownią nowoprojektowanego podgrzewacza pojemnościowego Austria Email BE 500 ERM o pojemności 500 dm³. Główne elementy instalacji solarnej to zespół kolektorów słonecznych, pompowa stacja solarne wyposażona w pompę obiegową.

Natomiast obieg drugi – wodny – zasila istniejący systemy przygotowania ciepłej wody użytkowej.

Szczegółowy schemat projektowanych instalacji został przedstawiony na załączonym do niniejszego opracowania rysunku. Szczegółowy opis budowy instalacji solarnej jest zamieszczony w cytowanym projekcie „Modernizacja systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej w oparciu o zastosowanie systemu solarnego dla Przedszkola nr 9 w Żywcu”.

Zadaniem instalacji solarnej jest pozyskiwanie energii słonecznej i jej przekazywanie do odbiornika ciepła, którym w tym przypadku jest woda zgromadzona w projektowanym zasobniku c.w.u.. Podgrzana woda przekazywana będzie do systemu zaopatrywania w ciepłą wodę użytkową obiektu.

W okresie sezonu grzewczego /od października do kwietnia/ podgrzewanie ciepłej wody użytkowej będzie realizowane przez układ: m.s.c - kolektory słoneczne. Zadaniem kolektorów słonecznych będzie wstępne podgrzanie wody, której właściwe grzanie do wymaganej temperatury będzie odbywało się dzięki pracy istniejącego źródła ciepła. tj. m.s.c.

W okresie letnim /od kwietnia do października/ podgrzew ciepłej wody użytkowej będzie realizowany głównie w układzie kolektorów słonecznych. W okresach niedostatecznego nasłonecznienia c.w.u. dogrzewana będzie wodą grzewczą z m.s.c..

Liczba kolektorów słonecznych jest uzależniona od zapotrzebowania na energię cieplną na potrzeby c.w.u. oraz możliwości montażowych. Zaprojektowany ciśnieniowy system solarny jest oparty na kolektorach Solarpol MAX1. Podstawowe dane techniczne kolektora zostały zestawione w poniższej tabeli:

Wymiary kolektora:	2037 × 1137 × 80 mm
Powierzchnia kolektora:	2,32 m ²
Waga kolektora:	44 kg
Wydajność cieplna znamionowa:	1,74 kW
Powierzchnia pochłaniacza:	2,13 m ²

c). Cel audytu

Celem audytu jest:

- oszacowanie wymaganych nakładów na w/w prace,
- obliczenie spodziewanych oszczędności z tytułu obniżenia kosztów ogrzewania obiektu, generowanych po zrealizowaniu w/w zakresu prac,
- wykonanie analizy ekonomicznej i wykazanie, jaka część inwestycji jest możliwa do spłacenia w oparciu o niskooprocentowany kredyt, z generowanych oszczędności, pozyskany na zasadach obowiązujących w „funduszach na termomodernizację”

(Ekofundusz, WFOŚ, NFOŚ itp.) udzielanych przy realizacji przedsięwzięć termomodernizacyjnych budynków mieszkalnych i użyteczności publicznej z wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii. Ponadto w analizie zostanie określona wysokość środków, jakie Inwestor powinien zabezpieczyć na potrzeby inwestycji (udział własny, dotacja, dofinansowanie itp.), które umożliwią kompleksową realizację zaplanowanego przedsięwzięcia.

Dla obliczenia oszczędności kosztów ogrzewania przed i po termomodernizacji stosuje się ceny nośników energii podawanych przez WFOŚiGW w Krakowie.

3.2. Materiały i dane źródłowe.

- PB modernizacji systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej w oparciu o zastosowanie systemu solarnego dla Przedszkola nr 9, ul. Poniatowskiego 12 w Żywcu, wyk.: SOLARPOL Polskie Centrum Energii Odnawialnej, ul. Zagumnie 49, 32-440 Sułkowice, 2008 r.
- Prognoza cen nośników energii stosowanych przez WFOŚiGW w Krakowie (przedruk z materiałów publikowanych na stronach internetowych WFOŚiGW w Krakowie) – tabela poniżej.

PROGNOZA CEN NOŚNIKÓW ENERGII STOSOWANYCH PRZEZ WOJEWÓDZKI FUNDUSZ OCHRONY ŚRODOWISKA I GOSPODARKI WODNEJ W KRAKOWIE

Lata	Ścieki (zł/m ³)	Energia el.(noc) (zł/kWh)	Energia el.(dzień) (zł/kWh)	Gaz dla kotłowni (zł/m ³)	Olej opałowy (zł/l)	Energia c.o (zł/GJ)*	Węgiel (zł/t)	Koks (zł/t)
2008	3,30	0,240	0,510	1,85	2,85	44,50	640,00	900,00
2009	3,45	0,250	0,550	2,00	3,05	48,05	680,00	950,00
2010	3,60	0,265	0,590	2,20	3,20	51,40	720,00	1 000,00
2011	3,75	0,290	0,630	2,35	3,35	54,50	750,00	1 040,00
2012	3,90	0,315	0,670	2,45	3,50	56,00	790,00	1 080,00
2013	4,00	0,330	0,710	2,60	3,65	58,00	815,00	1 130,00
2014	4,10	0,350	0,740	2,75	3,80	60,00	830,00	1 200,00
2015	4,25	0,380	0,780	2,90	3,95	62,00	860,00	1 250,00
2016	4,35	0,400	0,800	3,05	4,10	64,00	890,00	1 300,00
2017	4,50	0,415	0,820	3,20	4,25	66,00	920,00	1 350,00

* w przypadku energii c.o. należy doliczyć 9 000 zł za każdy 1 MW zainstalowanej mocy

3.3. Wykaz ustaw, norm i pozycji literaturowych, w oparciu, o które sporządzono niniejszy audyt energetyczny

- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 7 kwietnia 2004 r, (Dz. U. nr 109 z 2004 r. poz. 1156) w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie” z późniejszymi zmianami.
- PN-92/B-01706 „Instalacje wodociągowe”.
- St. Mańkowski, "Projektowanie instalacji ciepłej wody użytkowej", wyd. Arkady - 1991 r.

- Projekt rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie metodologii obliczenia charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej. W-wa, maj 2008r.

4. Ocena stanu technicznego instalacji c.w.u.

Lp. 1	Charakterystyka stanu istniejącego 2	Wskazane usprawnienia 3
1.	Instalacja ciepłej wody użytkowej . <i>Pozyskiwana centralnie z m.s.c</i>	- <i>instalacja dodatkowego zasobnika solarnego.</i> <i>budowa instalacji solarnej jako głównego źródła ciepła dla potrzeb przygotowania c.w. w okresie wiosenno-letnim, wspomagane w okresach niedostatecznego wodą grzewczą z m.s.c..</i> <i>W okresie zimowym instalacja solarne pracować będzie jako dodatkowe źródło ciepła służące do wstępnego podgrzewu c.w.u.</i>
Uwagi:		

5. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

5.1. Rodzaj usprawnień składających się na optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego zmierzający do redukcji kosztów eksploatacyjnych – w zakresie uzgodnionym ze Zleceniodawcą.

Lp.	Grupa usprawnień	Rodzaj usprawnień
1.	Usprawnienia dot.: poprawy sprawności cieplnej instalacji c.w.	<i>Modernizacja instalacji c.w.u. obejmująca:</i> <i>Montaż zasobnika solarnego.</i> <i>Montaż kolektorów słonecznych, jako głównego źródła ciepła w okresie wiosenno-letnim oraz pracujących jako dodatkowe źródło ciepła w okresie jesienno-zimowym.</i>
Uwagi:		

6. Obliczeniowe zapotrzebowanie ciepła na cele ciepłej wody użytkowej – określone na potrzeby audytu

6.1. Obliczenie zapotrzebowania ciepła na c.w.u.

Maksymalne godzinowe zapotrzebowanie ciepła Φ [MW] do podgrzania c.w.u.

$$\Phi = q_{h \max} \times c_w \times \rho (t_c - t_z) \times \psi$$

$$q_{h \max} = q_{h \text{ śr}} \times N_h$$

$$q_{h \text{ śr}} = \frac{q_{d \text{ śr}}}{\tau}$$

$$q_{d \text{ śr}} = U \times q_c$$

$$N_h = 9,32 \times U^{-0,244}$$

w których:

$q_{h \text{ śr}}$ [dm³/h]

- średnie godzinowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę,

N_h

- współczynnik godzinowej nierównomierności rozbioru wody,

τ [h/d]

- liczba godzin użytkowania instalacji w ciągu doby 10 godzin 7⁰⁰ do 17⁰⁰

U [j.n.]

- liczba użytkowników: przedszkolaków 121, personelu 10 os, obsługi 2 os.

q_c [dm³/(d.j.n.)]

- jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę wg. S. Mańkowskiego „Projektowanie instalacji ciepłej wody” dla:

- dla dzieci - 15 dm³/(d.j.n.)

- dla personelu – 7,5 dm³/(d.j.n.)

- dla obsługi – 90 dm³/(d.j.n.)

W przeliczeniu na „pełne” osoby daje to. ok. 134 os. zużywających po 15 dm³/(d.j.n.)

ψ

- współczynnik redukcji mocy ze względu na zastosowanie zasobnika c.w.u. 1 × 1 500 dm³,

$$\Psi = [(N_h - 1) \times \varphi + 1]^{-1}$$

φ

- współczynnik akumulacyjności zasobnika

$$\varphi = V_z / (21,85 \times U \times \lg N_h)$$

V_z [dm³]

- pojemność zasobnika

- **Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie energii na potrzeby c.w.u.**

$$Q_{c.w.u.} = q_{d\acute{s}r} \times 365 \text{ dni} \times c_w \times (t_c - t_z) / \eta_{c.w.u.}$$

$\eta_{c.w.u.}$ - sprawność całkowita instalacji c.w.u.

$$\eta_{c.w.u.} = \eta_w \times \eta_p$$

gdzie:

$\eta_w = 0,98$ - wymienniki ciepła typu JAD.

$\eta_p = 0,7$ - c.c.w.u., cyrkulacja, piony i przewody rozprowadzające izolowane – instalacja mała

Powyższe formuły zapisano w arkuszu kalkulacyjnym Excel, wyniki obliczeń zamieszczono poniżej

η_w	0,9800		
η_p	0,7000		
q_{cN}	15	$dm^3/(d.j.n)$	
U	134	os	
N_h	2,82		
$q_{d\acute{s}r}$	2 010	dm^3/d	
τ	250	dni	
T	10	h/dob	
$q_{h\acute{s}r}$	201,0	dm^3/h	
q_{hmax}	0,57	m^3/h	
φ_0	1,136		
V_{z0}	1500,00	dm^3	
ψ	0,3258		
c_w	4,2000	$kJ/(kg^\circ C)$	
t_c	55	$^\circ C$	
t_z	5	$^\circ C$	
ρ	988,04	kg/m^3	
Nr	$\eta_{c.w.u.}$	q_{icw} MW	Q_{icw} GJ
1	2	3	4
0	0,6860	0,0109	154

Wg wartości obliczeniowych, przy przyjętym średnim zużyciu wody na osobę $15 dm^3/(d.j.n)$ daje wartość 154 GJ. Zapotrzebowanie mocy przy zastosowaniu istniejącym zasobniku 1500 l daje wartość 10,9 kW.

7. Roczne oszczędności do uzyskania w wyniku modernizacji instalacji c.w.u.

Dane wyjściowe do obliczeń:

O _{z1} - opłata zmienna za zużycie 1GJ wg „Prognozy cen nośników energii stosowanych przez WFOŚiGW w Krakowie” dla energii. pozyskiwanej z m.s.c.	44,5	zł/GJ
O _{m1} - opłata stała za zużycie 1MW wg „Prognozy cen nośników energii stosowanych przez WFOŚiGW w Krakowie” dla energii pozyskiwanej z m.s.c.	9 000	zł/MW/m-c
O _{z1} - opłata za zużycie 1GJ wg „Prognozy cen nośników energii stosowanych przez WFOŚiGW w Krakowie” dla energii elektrycznej, taryfa dzienna.	141,67	zł/GJ
O _{z1} - opłata za zużycie 1GJ brutto dla energii pozyskiwanej z kolektorów słonecznych (przy łącznej mocy silników elektrycznych pomp 60 W)	2,77	zł/GJ

Optymalne usprawnienie termomodernizacyjne prowadzące do zmniejszenia kosztów eksploatacji c.w.u., to takie usprawnienie, dla którego prosty czas zwrotu SPBT przyjmuje wartość minimalną:

$$SPBT = N_U / \sum \Delta O_{rU}$$

gdzie:

N_U – planowane koszty robót [zł],

ΔO_{rU} – roczna oszczędność kosztów energii wynikająca z zastosowania usprawnienia termomodernizacyjnego, przypadająca na poszczególne z n wykorzystanych źródeł energii [zł/rok].

$$\Delta O_{rU} = (x_0 * Q_{0u} * O_{0z} - x_1 * Q_{1u} * O_{1z}) + 12 * (y_0 * q_{0u} * O_{0m} - y_1 * q_{1u} * O_{1m}) + 12 * (Ab_0 - Ab_1)$$

gdzie:

x₀, x₁ – udział n-tego źródła w zapotrzebowaniu na ciepło przed i po wykonaniu usprawnienia,

Q_{0u}, Q_{1u} – roczne zapotrzebowanie na ciepło na przed i po wykonaniu usprawnienia [GJ/rok],

O_{0z}, O_{1z} – opłata zmienna [zł/GJ],

y₀, y₁ – udział n-tego źródła w zapotrzebowaniu na moc cieplną przed i po wykonaniu usprawnienia,

q_{0u}, q_{1u} – zapotrzebowanie na moc cieplną przed i po wykonaniu usprawnienia [MW],

O_{0m}, O_{1m} – opłata stała miesięczna [zł/MW* m-c],

Ab₀, Ab₁ – miesięczna opłata abonamentowa przed i po wykonaniu usprawnienia [zł/ m-c].

Lp	Rodzaj usprawnienia	Podstawa wyceny	Liczba jedn.	Koszt zł
1	2	3	4	6
0	Stan przed termomodernizacją			
1	Zakup i montaż systemu solarnego obejmującego m.in.: <ul style="list-style-type: none"> - kolektory słoneczne o łącznej pow. 19,17 m² - zasobnik z wężownicą c.w.u. o pojemności 500 dm³ - naczynia przeponowe 2 szt na instalacji wodnej Reflex DE-25 - naczynie przeponowe na instalacji solarnej 3 szt Reflex S33 - automatyka sterująca - licznik ciepła - pompy - orurowanie 	wg kosztorysu	1	56 551,50

7.1. Ilość energii grzewczej produkowanej w ciągu roku z kolektorów słonecznych

- Powierzchnia zainstalowanych kolektorów słonecznych [kW]

$$q_{\max} = 9 \text{ szt} \times 2,13 \text{ m}^2 \approx 19,17 \text{ m}^2$$

Roczna średnia gęstość promieniowania słonecznego wg danych Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej na płaszczyznę poziomą wynosi od 900 do 1100 kWh/m². Suma promieniowania bezpośredniego i rozproszonego, tzw. promieniowanie globalne – przeciętne roczne w Polsce wynosi ok. 1000 kWh/m².

Przeciętne roczne usłonecznienie wynosi 1 600 h/rok.

Przyjęta do obliczeń średnioroczna sprawność płaskich kolektorów słonecznych wynosi 70%.

Około 85% całkowitej rocznej sumy nasłonecznienia przypada na sześć miesięcy sezonu wiosenno-letniego, od początku kwietnia do końca września, przy czym czas operacji słonecznej w lecie wydłuża się do 16 godz/dzień, natomiast w zimie skraca się do 8 godzin dziennie.

Ilość energii grzewczej produkowanej w ciągu roku z kolektorów słonecznych:

- w 6-ciu miesiącach wiosenno-letnich od kwietnia do września:

$$1\,000 \text{ kWh/m}^2 \times 0,85 \times 0,70 \times 19,17 \text{ m}^2 = 11\,406,15 \text{ kWh/a} = 41,06 \text{ GJ/a}$$

- w 6-ciu miesiącach jesienno zimowych:

$$1\,000 \text{ kWh/m}^2 \times 0,15 \times 0,70 \times 19,17 \text{ m}^2 = 2\,012,85 \text{ kWh/a} = 7,25 \text{ GJ/a}$$

- razem w roku:

$$Q = 11\,406,15 + 2\,012,85 \approx 13\,419,0 \text{ kWh/rok} = 48,31 \text{ GJ,}$$

co stanowi średnio 700 kWh/m² powierzchni kolektora w ciągu roku

7.2. Roczne oszczędności z tytułu budowy instalacji solarnej

W tabeli poniżej porównano koszty eksploatacyjne dla stanu aktualnego i po zainstalowaniu kolektorów słonecznych.

Obliczeniowe roczne zapotrzebowanie energii grzewczej na c.w.u. 154 GJ

Obliczone oszczędności odniesiono do nakładów inwestycyjnych uzyskując jeden ze wskaźników opłacalności inwestycji, jakim jest prosty czas zwrotu SPBT.

Alternatywą dla kolektorów słonecznych na potrzeby wyliczenia oszczędności jest istniejące źródła ciepła tj.: m.s.c.

O_{0z}	=	44,5	m.s.c.	zł/GJ		Moc zamówiona 10,9 kW $Q_{0cw \text{ solar}}$ 48,310 GJ $Q_{0cw \text{ msc}}$ 105,690 GJ
O_{0m}	=	9000	m.s.c.	zł/GJ/M-c		
O_{1zel}	=	141,67	el	zł/GJ		
O_{1solar}	=	2,77	solar	zł/GJ		
Nr usp.	Q_{icw} GJ	O_{icw} zł	ΔO_{icw} zł	N zł	SPBT lata	
A	D	E	F	G	H	
0	48,31	3 327,00	0,0000			
1	48,31	134,03	3 193,0	56 552		17,7

Wybrane oznaczenia

Q_{icw} - obliczeniowe zapotrzebowanie energii na c.w.

O_{icw} - roczne koszty ogrzewania

ΔO_{icw} - oszczędność roczna w zł/rok

N - nakłady

Uwaga:

Koszt energii grzewczej pozyskiwanej z kolektorów słonecznych wyznaczono przy założeniu, że na potrzeby instalacji solarnej pracuje dodatkowo:

- 1 pompy UPS 25-40 B, o poborze mocy max 45 W na 2 biegu
- 1 pompy stacji solarnej 15 W.

8. Analiza ekonomiczna

Efektom analizy jest wykazanie, jaka część inwestycji (nakładów) jest możliwa do spłacenia z generowanych oszczędności, w oparciu o niskooprocentowany kredyt, pozyskany na zasadach obowiązujących w „funduszach na termomodernizację” (Ekofundusz, WFOS, NFOŚ itp.). We wszystkich z wymienionych Funduszy jest wymagany minimalny udział własny Inwestora w wysokości 25% nakładów inwestycyjnych. Analiza nie uwzględnia umorzenia części kredytu stosowanej przez poszczególne fundusze, ani możliwych do uzyskania dotacji przy termomodernizacji z wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii, ponieważ mają one formę uznaniową.

Poniżej przedstawiono wynik dokonanej analizy ekonomicznej planowanego przedsięwzięcia z 25% udziałem własnym Inwestora. Do obliczeń przyjęto: nisko oprocentowany kredyt (4,0%) pozyskany w jednym z w/w Funduszy. Wysokość kredytu jest równoważna wymaganym nakładom, pomniejszonym o udział własny, bez uwzględniania możliwych do uzyskania przez Inwestora dotacji czy też umorzeń części kredytu stosowanych przez w/w Fundusze. Okres spłaty kredytu 10 lat.

a). Wariant z 25% udziałem własnym Inwestora, okres kredytowania 10 lat, oprocentowanie 4,0%

r[%] = 4 q=(1+r/12)= 1,003333										
Lp	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite N	Roczna oszczędność kosztów energii DO1r	Planowana kwota środków własnych		Kwota kredytu		Rata kapitałowa A dla m=120 m-cy	Różnica między 1/12 rocznej oszczędności kosztów energii a miesięczną ratą kapitałową wraz z odsetkami	SPBT
				[zł]	[%]	[zł]	%			
1	2	3	4	6		7		8	9	10
1	Modernizacja instalacji c.w. polegająca na montażu 9 szt. kolektorów słonecznych	56 552	3 193,0	14 138	25%	42 414	75	429	-163,3	17,7

Ocena wykonanej analizy wskazuje, że generowane oszczędności z tytułu planowanych prac przy 25% udziale własnym Inwestora, nie są w stanie pokryć miesięcznej raty kapitałowej wraz z odsetkami (wartość w kolumnie 9 jest ujemna). Stąd poniżej wykonano symulację komputerową w wyniku, której ustalono, jakiej wysokości środki finansowe Inwestor powinien zabezpieczyć na potrzeby inwestycji (w tym: udział własny + dotacje, dofinansowanie itp.), które

umożliwiają kompleksową realizację zaplanowanego przedsięwzięcia i spłatę kredytu z generowanych oszczędności (wartość różnicy między 1/12 rocznych oszczędności a ratą kapitałową wraz z odsetkami dodatnia - patrz kolumna 9 - tabela poniżej).

Wariant szukany.

b). Wariant z "szukanym" udziałem własny Inwestora, okres kredytowania 10 lat, oprocentowanie 4,0%

		$r[\%] =$		$q=(1+r/12)=$		1,003333				
Lp	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite N	Roczna oszczędność kosztów energii DO1r	Planowana kwota środków własnych		Kwota kredytu		Rata kapitałowa A dla m=120 m-cy	Różnica między 1/12 rocznej oszczędności kosztów energii a miesięczną ratą kapitałową wraz z odsetkami	SPBT
				[zł]	[%]	[zł]	[%]			
1	2	3	4	6	7	8	9	10		
1	Modernizacja instalacji c.w.polegająca na montażu 9 szt. kolektorów słonecznych	56 552	3 193,0	30 538	54%	26 014	46%	263	2,7	17,7

Ocena wykonanej analizy wskazuje, że generowane oszczędności, pozwalają na spłatę kredytu w wysokości 26 014 zł, co oznacza, że dopiero 54% udział własny Inwestora pozwala na realizację zakresu prac termomodernizacyjnych przewidzianych projektem i spłatę zaciągniętego kredytu z wygenerowanych oszczędności.

Środki finansowe, jakimi przy realizacji niniejszego zadania będzie musiał dysponować Inwestor, mogą zostać znacznie pomniejszone poprzez zastosowanie możliwych do uzyskania w Funduszach dotacji i umorzeń części pożyczek.

Zakres rzeczowo-finansowy przedsięwzięcia

- koszt inwestycji	56 552,-
- wymagana ilość środków własnych w tym dotacji,	30 538,-
- kwota kredytu	26 014,-
- miesięczna rata wraz z odsetkami	263,-
- roczna oszczędność kosztów zakupu energii	3 193,-
- okres kredytowania	120 m-cy

Generowana oszczędność z tytułu obniżonych opłat za zmniejszone zapotrzebowanie na energię grzewczą, po zrealizowaniu zakresu prac objętych niniejszym audytem, wyniesie w skali roku 3 193 zł, tj. 266,08 zł/m-c, a zatem maksymalny niskooprocentowany kredyt, jaki może pozyskać Inwestor na realizację przedsięwzięcia i skorzystać z dobrodziejstwa Funduszy wspierających przedsięwzięcia z wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii (dotacji, umorzeń części kapitałowej kredytu) wynosi 26 014 zł. Inwestor chcąc zrealizować przedsięwzięcie, którego koszt realizacji szacuje się na 56 552 zł musi się liczyć z udziałem własnym 30 538zł (w tym ewentualne pozyskane dotacje i umorzenia) w wysokości 54% kosztów inwestycji.

9. Wybrane zasady udzielania pomocy finansowej przez fundusze

Z informacji publikowanych na stronach internetowych (www.ekofundusz.org.pl; www.wfos.katowice.pl; nfosigw.gov.pl) w/w Funduszy, wynika, że Inwestor przy realizacji zadań proekologicznych może się ubiegać o niskooprocentowany kredyt, pożyczkę i częściowe jej umorzenie, dotację itp.

Pomoc finansowa udzielana przez **WFOŚ i GW w Katowicach** może przyjmować m. in. jedną z następujących form.:

- preferencyjna pożyczka,
- dotacja,
- częściowe umorzenie udzielonej pożyczki,

Poniżej zamieszczono szczegółową informację na temat zasad udzielania w/w form finansowania (informacje ze strony internetowej www.wfosigw.katowice.pl):

Zasady przyznawania pożyczek	
1.1. Podstawa dofinansowania	Koszty kwalifikowane ²
1.2. Wysokość dofinansowania	Do 75 % kosztów kwalifikowanych , w zależności od: <ul style="list-style-type: none"> a) efektów ekologicznych zadania, b) możliwości finansowych Funduszu.
1.3. Oprocentowanie	<p>1.3.1. Fundusz udziela pożyczek stosując preferencyjne oprocentowanie o charakterze zmiennym według stopy redyskonta weksli (s.r.w.)³.</p> <p>1.3.2. Oprocentowanie pożyczek wynosi 0,4 s.r.w. lecz nie mniej niż 3% w stosunku rocznym.</p> <p>1.3.3. Stopa oprocentowania ustalana jest określonym w punkcie 1.3.2 wskaźnikiem w stosunku do stopy redyskonta weksli obowiązującej 1 stycznia roku, w którym zawarto umowę.</p> <p>1.3.4. W kolejnych latach obowiązywania umowy pożyczki, oprocentowanie będzie korygowane według obowiązującej na dzień 1 stycznia danego roku stopy redyskonta weksli.</p>
1.4. Warunki spłaty	<p>Ustalane są przez Fundusz na podstawie analizy ekonomiczno-finansowej wnioskodawcy i zadania, z uwzględnieniem przepisów dotyczących udzielania pomocy publicznej, przy czym:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) okres spłaty – uwzględniający czas zwrotu nakładów - nie może być dłuższy niż 10 lat od daty zakończenia zadania, w tym okres karencji, b) karencja nie może być dłuższa niż 12 miesięcy po wynikającym z umowy terminie zakończenia zadania.

1.5. Warunki dodatkowe	Fundusz może uzależnić przyznanie pożyczki od zdolności kredytowej wnioskodawcy w rozumieniu prawa bankowego oraz od właściwego zabezpieczenia spłaty pożyczki.
Zasady przyznawania dotacji	
2.1. Podstawa dofinansowania	Koszty kwalifikowane
2.2. Wysokość dofinansowania	<p>2.2.1. Do 100% kosztów kwalifikowanych dla zadań pozainwestycyjnych, z uwzględnieniem:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) efektów zadania, b) możliwości finansowych Funduszu. <p>2.2.2. Do 50% kosztów kwalifikowanych dla zadań inwestycyjnych.</p>
2.3. Zakres dofinansowania	<p>2.3.1. Dotacje udzielane są na dofinansowanie zadań pozainwestycyjnych.</p> <p>2.3.2. Dotacje mogą być udzielane na następujące zadania inwestycyjne:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) zakupy inwestycyjne realizowane w ramach zadań związanych z edukacją ekologiczną, ochroną przyrody, zarządzaniem środowiskowym, zapobieganiem i likwidacją skutków poważnych awarii, b) budowa, modernizacja zbiorników małej retencji wodnej, c) budowa i modernizacja urządzeń wodnych zwiększających bezpieczeństwo przeciwpowodziowe, d) udział w usuwaniu skutków powodzi w urządzeniach wodnych, brzegach rzek i potoków oraz urządzeniach ochrony środowiska, e) uzupełnianie w sprzęt wojewódzkich magazynów przeciwpowodziowych, f) usuwanie szkód w środowisku spowodowanych działaniem żywiołu. g) likwidacja zagrożeń środowiskowych powodowanych zdeponowaniem niebezpiecznych odpadów przez zakłady postawione w stan likwidacji, h) likwidacja mogilników i magazynów przeterminowanych środków ochrony roślin, i) usuwanie i unieszkodliwianie azbestu z obiektów służby zdrowia, oświaty i opieki społecznej, j) wspieranie wykorzystania odnawialnych źródeł energii, k) z zakresu ochrony atmosfery i ochrony wód (za wyjątkiem budynków mieszkalnych), realizowane przez: wojsko, policję, straż pożarną, straż graniczną, więziennictwo oraz w obiektach pomocy i opieki społecznej, hospicjach, szkołach prowadzonych przez jednostki samorządu terytorialnego, a także obiektach administracji publicznej wpisanych do rejestru zabytków.
2.4. Warunki dodatkowe	Fundusz może uzależnić udzielenie dofinansowania w formie dotacji od właściwego zabezpieczenia ewentualnego jej zwrotu.

2.5. Dodatkowe preferencje	Dla zadań polegających na usuwaniu i unieszkodliwianiu azbestu z obiektów służby zdrowia, oświaty i opieki społecznej możliwe jest dofinansowanie do 60% kosztów kwalifikowanych zadania.
Zasady częściowego umorzenia pożyczek	
3.1. Warunki umorzenia	<p>3.1.1. Pożyczka udzielona przez Fundusz może być częściowo umorzona na wniosek pożyczkobiorcy jeśli:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) zadanie zostało zrealizowane w terminie umownym, b) efekty ekologiczne i rzeczowe zostały osiągnięte w terminie umownym, c) spłacono co najmniej 50% wykorzystanej pożyczki, w terminach określonych w umowie; wcześniejsza spłata pożyczki nie upoważnia pożyczkobiorcy do wystąpienia z wnioskiem o umorzenie, d) pożyczkobiorca wywiązuje się z obowiązku wnoszenia opłat za korzystanie ze środowiska i administracyjnych kar pieniężnych stanowiących dochody Funduszu oraz innych zobowiązań wobec Funduszu, e) pożyczkobiorca zobowiąże się przeznaczyć umorzoną kwotę na nowe zadanie ekologiczne, zgodnie z celami określonymi w ustawie Prawo ochrony środowiska.
3.2. Wielkość umorzenia	<p>3.2.1. Częściowe umorzenie może być udzielone do wysokości:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) 30 % wykorzystanej kwoty pożyczki, b) 50% wykorzystanej kwoty pożyczki dla jednostek samorządu terytorialnego i ich związków, <p>3.2.2. Wysokość umorzenia może ulec obniżeniu, jeśli:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) pożyczka udzielona została łącznie z dotacją, b) podczas realizacji zadania dokonano zmiany efektu ekologicznego, rzeczowego lub terminów zakończenia zadania i osiągnięcia zaplanowanych efektów: rzeczowego i ekologicznego, c) pożyczkobiorca nieterminowo regulował swoje zobowiązania wobec Funduszu.
3.3. Dodatkowe preferencje	<p>3.3.1. Wnioski jednostek samorządu terytorialnego mogą być rozpatrzone przez organy Funduszu przed spełnieniem warunku określonego w punkcie 3.1 c), jeśli zadanie określone w punkcie 3.1. e) wiąże się z absorpcją środków Unii Europejskiej.</p> <p>3.3.2. Preferencje zawarte w pkt. 3.3.1. i 3.4.3. dotyczą również umów pożyczek zawartych w latach 2000-2001.</p>
3.4. Procedura umorzenia	<p>3.4.1. Rada Nadzorcza Funduszu wyraża zgodę na umorzenie i określa jego wysokość.</p> <p>3.4.2. Przy podejmowaniu uchwały o umorzeniu pożyczki brane są pod uwagę zasady umorzenia obowiązujące w Funduszu w dniu złożenia wniosku o umorzenie – za wyjątkiem umów pożyczek zawartych do dnia 31.12.2003 roku, do umorzenia których znajdują zastosowanie zasady obowiązujące w dacie zawarcia umowy, z zastrzeżeniem zapisów w pkt. 3.3.2.</p> <p>3.4.3. Realizacja wskazanego zadania finansowanego ze środków z umorzenia, może – na wniosek Pożyczkobiorcy – zawieszać spłatę rat pożyczki, pozostałej do spłacenia po odliczeniu umorzenia, do czasu zakończenia wskazanego zadania.</p> <p>3.4.4. Fundusz zawiera z wnioskodawcą umowę w sprawie umorzenia pożyczki.</p> <p>3.4.5. W rozliczeniu środków z umorzenia, przeznaczonych na realizację wskazanego zadania, będą przyjmowane wyłącznie faktury wystawione po podjęciu przez Radę Nadzorczą uchwały o umorzeniu.</p> <p>3.4.6. Realizacja zadania finansowanego ze środków pochodzących z umorzenia podlega kontroli przez Fundusz.</p>

W EkoFunduszu Inwestor może się ubiegać o dotację w wysokości równoważnej iloczynowi powierzchni czynnej kolektorów $\times 1000 \text{ zł/m}^2$, jednak dopłata dla pojedynczego projektu nie może być niższa od 50 000 zł, co oznacza, że wniosek powinien dotyczyć instalacji wynoszącej, co najmniej 50 m² powierzchni czynnej kolektorów.

NFOŚiGW Zasady udzielania i umarzania pożyczek oraz udzielania poręczeń, kredytów i dotacji

Pożyczka pozyskana w **NFOŚiGW** może być częściowo umarzalna w przypadku gdy:

- 1) przedsięwzięcie zostało wykonane w zakresie określonym w harmonogramie rzeczowo-finansowym, w terminie określonym w umowie,
- 2) został osiągnięty efekt ekologiczny określony w umowie,
- 3) osiągnięcie efektu ekologicznego przedsięwzięcia zostało udokumentowane najpóźniej w ciągu 30 dni od terminu określonego w umowie,
- 4) spłacono co najmniej 50% wypłaconej kwoty pożyczki lub kredytu,
- 5) raty kapitałowe i odsetki z tytułu oprocentowania spłacono w terminie określonym w umowie
- 6) pożyczkobiorca zgodnie z odrębnymi przepisami, wywiązał się z obowiązku uiszczania opłat i kar stanowiących przychody Narodowego Funduszu oraz z innych zobowiązań w stosunku do Narodowego Funduszu,
- 7) pożyczkobiorca przeznaczy umorzoną kwotę na przedsięwzięcie ekologiczne, określone we wniosku o umorzenie, zgodnie z warunkami ustalonymi w odrębnej umowie, zawartej z Narodowym Funduszem,

Wysokość umorzonej kwoty nie może przekraczać: 15% pożyczki wypłaconej jednostkom samorządu terytorialnego lub ich związkom,

Ostateczną konstrukcję finansową realizacji planowanego przedsięwzięcia pozostawia się Inwestorowi, który zadecyduje, z których funduszy chce skorzystać i z których to Funduszy, po złożeniu wniosków, otrzyma najkorzystniejszą jego zdaniem ofertę.

10. Analiza oddziaływania na środowisko

Miarą efektu ekologicznego jest redukcja substancji zanieczyszczających wprowadzanych do powietrza ze spalania węgla w „źródle”, w wyniku zmniejszonego zapotrzebowania na ciepło po instalacji kolektorów słonecznych.

Dostawcą ciepła do m.s.c. w Żywcu są Miejskie Zakłady Energetyki Ciepłej „EKOTERM” w którego źródle są zainstalowane kotły z rusztami mechanicznymi:

- kocioł WR-25-014 nr 11051094 mocy 29 MW, sprawności $\eta_o = 75\%$,
 - 2 baterie cyklonów typ CE 6×1000 sprawności 95%,
- kocioł WR-25-014 nr 11050148 mocy 29 MW, sprawności $\eta_o = 75\%$,
 - 2 baterie cyklonów typ CE 6×1000 sprawności 95%,
- kocioł WR-10-012 nr 1031380 mocy 11,63 MW, sprawności $\eta_o = 75\%$,
 - bateria cyklonów typ CE 6×1000 sprawności 95%,
- **kocioł WCO- 80** płomienicowo-płomieniówkowy o mocy 820 kW **pracujący w okresie letnim na potrzeby c.w.u.**,
 - instalacja odsiarczania spalin (metoda mokra wapniakowa),

Paliwem dla w/w kotłów jest węgiel kamienny:

- wartość opałowa 22,2 [MJ/kg]
- zawartość siarki S_c 0,9 [%]
- zawartość popiołu A^f 18,5 [%]

Dla oceny zaniechanej emisji przyjęto założenie, że zasadnicze źródła ciepła dla systemu spełniają standardy emisyjne - graniczne dopuszczalne poziomy stężenie zanieczyszczeń w spalinach - wg rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 4 sierpnia 2003 r. w sprawie standardów emisyjnych z instalacji (Dz. U.03.163.1584).

Wskaźniki unosu substancji zanieczyszczających powstających przy energetycznym spalaniu węgla kamiennego **w kotłach typu WCO-80**, tj. wydajności cieplnej do 3 MW

Nazwa substancji zanieczyszczającej	Oznaczenie	Wskaźnik emisji
pył	$E_{pył} (2 \times A^f)$	37 [kg/Mg]
dwutlenek węgla	E_{CO_2}	2100 [kg/Mg]
tlenek węgla	E_{CO}	20 [kg/Mg]
dwutlenek siarki	$E_{SO_2} (16 \times S^c)$	14,4 [kg/Mg]
dwutlenek azotu	E_{NO_x}	4 [kg/Mg]
sadza	$E_{sadza} (0,02 \times A^f)$	0,37 [kg/Mg]
benzo/a/piren	E_{benzo}	0,0032 [kg/Mg]
koksik	E_{kok}	25 [kg/Mg]

Emisja zanieczyszczeń z gazu:

- dwutlenku siarki $E = B \times w \times \%(S^C, A^r)$
- dwutlenku węgla, tlenku węgla i dwutlenku azotu i pyłu,
benzo/a/piren, koksik, sadza $E = B \times w$

B - ilość spalonego paliwa – Mg,

w - emisje jednostkowe dla poszczególnych zanieczyszczeń,

S^C - zawartość procentowa siarki w procentach

A^r - zawartość popiołu wyrażona w procentach

- Dane techniczne sieci przesyłowej

Energia ciepła dostarczana jest odbiorcom w postaci wody grzewczej poprzez miejską sieć ciepłą eksploatowaną przez MZEC EKOTERM..

Sieć ciepłownicza pracuje w układzie całorocznym dostarczając czynnik dla potrzeb c.o. i ciepłej wody użytkowej (c.w.u.). Cała sieć liczy 12 kilometrów i jest wykonana w technologii tradycyjnej kanałowej

W systemie zainstalowano ok. 60 węzły ciepłe w tym 8 stacji ciepłowniczych, pozostałe to węzły indywidualne. Wszystkie węzły są wyposażone w automatykę pogodową.

Regulacja systemu: jakościowo-ilościowa.

Sprawność sieci - straty na przesył – szacuje się na poziomie 5%.

Obliczenia wykonano w arkuszu kalkulacyjnym Excel, wyniki obliczeń zamieszczono w tabeli poniżej .

Efekt ekologiczny

Wielkość	Stan aktualny	Stan projektowany						
Roczne zapotrzebowanie energii na potrzeby grzewcze c.w.u. z m.s.c. [GJ/rok]	154,00	105,69						
Sprawność wytwarzania	0,75	0,75						
Sprawność przesyłu	0,95	0,95						
Sprawność cyrkulacji c.w.	0,70	0,70						
Zużycie węgla do emisji [Mg]	13,91	9,55						
W _d węgla [GJ/kg]	0,0222	0,0222						
Stan	Pył	CO ₂	CO	SO ₂	No _x	Sadza	Benzo/a/piren	Koksik
	Mg/rok	Mg/rok	Mg/rok	Mg/rok	Mg/rok	Mg/rok	Mg/rok	Mg/rok
aktualny	0,00051	0,02921	0,00028	0,00020	0,00006	5,1462E-06	4,45077E-08	0,000348
projektowany	0,00035	0,02005	0,00019	0,00014	0,00004	3,53183E-06	3,05456E-08	0,000239
Redukcja	0,00016	0,00916	0,00009	0,00006	0,00002	1,61437E-06	1,39621E-08	0,00011

Załączniki

- 1).Schemat instalacji solarnej.