

## AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

DLA PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO PRZEWIDZIANEGO DO REALIZACJI W TRYBIE USTAWY  
O WSPIERANIU TERMOMODERNIZACJI I REMONTÓW Z DNIA 21.11.2008r.



DOM POMOCY SPOŁECZNEJ

ul. Żwirki 5/7

kod: 97-300 miejscowość: Piotrków Trybunalski

województwo: łódzkie

Wykonawca:

SOLARSYSTEM s.c. Łapa M., Olesek W., Skorut E.

ul. Słowackiego 42, 32-400 Myślenice

1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku			
1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1. Rodzaj budynku	Dom Pomocy Społecznej	1.2. Rok budowy	1995
1.3. Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji)  tel. / fax.: PESEL*	Miasto Piotrków Trybunalski ul. Pasaż Rudowskiego 10 97-300 Piotrków Trybunalski Województwo łódzkie tel. 44 732 77 33 fax. 44 732 77 35	1.4 Adres budynku  Dom Pomocy Społecznej ul. Żwirki 5/7 kod: 97-300 miejscowość: Piotrków Trybunalski województwo: łódzkie	
2. Nazwa, nr REGON i adres firmy wykonującej audyt			
		SOLARSYSTEM s.c. ul. Słowackiego 42 32-400 Myślenice woj. małopolskie tel./fax.: 12 272 15 82 REGON 120437965	
3. Imię i nazwisko oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, podpis			
1.	mgr inż. Tomasz Żak oś. 1000 Lecia 18/18 32-400 Myślenice	mgr inż. Inżynierii środowiska Nr upr. MAP/0238/POOS/09	
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac, posiadane kwalifikacje			
1.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu	Posiadane kwalifikacje (ew. uprawnienia)
2.	mgr inż. Michał Łapa	wizja lokalna	mgr inż. Górnictwa i Geoinżynierii Spec. Inżynieria Środowiska
3.	Inż. Wojciech Olesek	sporządzenie bilansu ciepła	mgr inż. Inżynierii Mechanicznej i Robotyki Spec. Maszyny, Urządzenia i Systemy Energetyczne
5. Miejscowość i data wykonania opracowania		Myślenice 17.06.2011r.	

6.	Spis treści
<b>Spis treści:</b>	
1.	Strona tytułowa audytu energetycznego budynku..... 2
2	Karta audytu energetycznego budynku *) ..... 4
3	Ustalenia wstępne. Cel audytu. Materiały i dane źródłowe. Inwentaryzacja techniczno – budowlana ..... 6
<b>3.1</b>	<b>Ustalenia wstępne. Stan aktualny i projektowany. Cel audytu. .... 6</b>
3.1.1	Stan aktualny ..... 6
3.1.2	Stan planowany ..... 6
3.1.3	Cel audytu..... 7
<b>3.2</b>	<b>Materiały i dane źródłowe. .... 7</b>
<b>3.3</b>	<b>Wykaz ustaw, norm i pozycji literaturowych, w oparciu, o które sporządzono niniejszy audyt energetyczny ..... 8</b>
4	Ocena stanu technicznego instalacji c.w.u..... 8
5	Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego ..... 8
<b>5.1</b>	<b>Rodzaj usprawnień składających się na optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego zmierzający do redukcji kosztów eksploatacyjnych – w zakresie uzgodnionym ze Zleceniodawcą..... 8</b>
6	Obliczeniowe zapotrzebowanie ciepła na cele ciepłej wody użytkowej i basenu – określone na potrzeby audytu ..... 9
<b>6.1</b>	<b>Obliczenie zapotrzebowania ciepła na potrzeby podgrzewu wody użytkowej:9</b>
7	Roczne oszczędności do uzyskania w wyniku modernizacji ..... 11
8	Źródła finansowania inwestycji..... 12
9	Analiza oddziaływania na środowisko ..... 12

2 Karta audytu energetycznego budynku *)			
1.	Dane ogólne		
1.	Konstrukcja / technologia budynku	tradycyjna	
2.	Liczba kondygnacji	3	
3.	Kubatura części ogrzewanej, [m <sup>3</sup> ]	---	
4.	Powierzchnia budynku netto [m <sup>2</sup> ]	---	
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m <sup>2</sup> ]	---	
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych, [m <sup>2</sup> ]	---	
7.	Liczba mieszkań	---	
8.	Liczba osób użytkujących budynek	106 + 80	
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	kotłownia gazowa	
10.	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	kotłownia gazowa	
11.	Współczynnik kształtu A/V, [l/m]	-	
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	
2.	Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne, [W/(m <sup>2</sup> K)]	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Ściany zewnętrzne/ ściany wewnętrzne	nie dotyczy	nie dotyczy
2.	Dach / stropodach/ strop nad przejściem	nie dotyczy	nie dotyczy
3.	Strop piwnicy/ podłoga na gruncie	nie dotyczy	nie dotyczy
4.	Okna	nie dotyczy	nie dotyczy
5.	Drzwi	nie dotyczy	nie dotyczy
3.	Sprawności składowe systemu ogrzewania		
1.	Sprawność wytwarzania	0,75	bez zmian
2.	Sprawność przesyłania	0,80	bez zmian
3.	Sprawność regulacji	0,80	bez zmian
4.	Sprawność wykorzystania	1,00	bez zmian
5.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewanie w okresie tygodnia	1,00	bez zmian
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	0,95	bez zmian
4.	Charakterystyka systemu wentylacji		
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)	grawitacyjna	bez zmian
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	stolarka/kanały went.	nie dotyczy
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego, [m <sup>3</sup> /h]	nie dotyczy	nie dotyczy
4.	Liczba wymian, [1/h]	nie dotyczy	nie dotyczy
5.	Charakterystyka energetyczna budynku		
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego, [kW]	420,0	bez zmian
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie c.w.u., [kW]	73,7	bez zmian
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu, [GJ/rok]	nie dotyczy	nie dotyczy
4.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu, [GJ/rok]	nie dotyczy	nie dotyczy

5.	Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u., [GJ/rok]	467,65	bez zmian	
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego i przygotowanie c.w.u. (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła), [GJ/rok]	nie dotyczy		
7.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu, [kWh/(m³rok)]	nie dotyczy	nie dotyczy	
8.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu, [kWh/(m³rok)]	nie dotyczy	nie dotyczy	
9.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu, [kWh/(m²rok)]	nie dotyczy	nie dotyczy	
6.	<b>Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)</b>			
1.	Opłata za 1 GJ na ogrzewanie, [zł] **)	92,50	92,50	
2.	Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc, [zł] ***)	---	---	
4.	Opłata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie c.w.u. na miesiąc, [zł] ***)	---	---	
5.	Opłata za ogrzanie 1m² pow. użytkowej, [zł/m-c]	---	---	
6.	Opłata abonamentowa, [zł/m-c]	---	---	
7.	Opłata abonamentowa c.w.u., [zł/m-c]	---	---	
7.	<b>Charakterystyka ekonomiczna opłacalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego</b>			
Planowana kwota dotacji, [zł]		142 285,00	Roczna oszczędność kosztów energii,[zł/rok]***)	11 377,43
Planowane koszty całkowite, [zł]		177 856,79	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię do przygotowania c.w.u., [%]	39

\*) - dla budynku o mieszanej funkcji należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku

\*\*) - opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii

\*\*\*) - stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii

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

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

Niniejszy audyt ma na celu wykonanie analizy techniczno-ekonomicznej opłacalności montażu kolektorów słonecznych i wykorzystania energii słonecznej do przygotowania ciepłej wody użytkowej (c.w.u) na potrzeby budynku Domu Pomocy Społecznej w Piotrkowie Trybunalskim przy ul. Żwirki 5/7.

Zakres audytu ogranicza się do doboru wielkości systemu solarnego oraz oceny efektu energetycznego i ekonomicznego, uzyskanego po realizacji zakresu prac związanych z planowaną modernizacją instalacji przygotowania c.w.u. przy wykorzystaniu kolektorów słonecznych.

Obliczenie oszczędności w kosztach ogrzewania zostanie przeprowadzone w oparciu o porównanie rocznych kosztów energii cieplnej pozyskanej z kolektorów słonecznych do przygotowania c.w.u. i odniesienie ich do kosztów ponoszonych na pozyskanie takiej samej ilości energii z istniejącej kotłowni gazowej.

##### **3.1.1 Stan aktualny**

Dom Pomocy Społecznej jest placówką stacjonarną o zasięgu ponadlokalnym umożliwiającą zarówno pobyt stały jak i okresowy z całodobową opieką. Dom dysponuje 120 miejscami dla osób przewlekle somatycznie chorych, niezdolnych do samodzielnego funkcjonowania w środowisku.

Na dzień przygotowania audytu w DPS przebywa 106 pensjonariuszy. W skład personelu działalności podstawowej wchodzi: opiekunki, instruktorzy terapii zajęciowej, instruktor ds. kulturalno-oświatowych, pielęgniarki, fizjoterapeuta, pracownik socjalny i pokojowe. W sumie personel liczy sobie 80 osób.

Obecnie funkcja przygotowania ciepła do celów centralnego ogrzewania, oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej jest realizowana przez dwa kotły gazowo-olejowe firmy Vessmann typ Paromat Triplex o mocy 250 kW każdy. Obieg wody w układzie grzewczym realizowany jest za pomocą pomp obiegowych. Pompy zainstalowano na rurociągach zasilających instalację w czynnik grzewczy. Kocioł i układ grzewczy zostały zabezpieczone przed wzrostem ciśnienia poprzez użycie zaworów bezpieczeństwa i przeponowych naczyń wyrównawczych. Ciepła woda użytkowa magazynowana jest w dwóch pojemnościowych podgrzewaczach wody firmy Viessmann o pojemności 350 litrów każdy.

Stan techniczny obecnej instalacji przygotowania ciepła dla przedmiotowego obiektu oceniany jest jako dobry.

##### **3.1.2 Stan planowany**

Podstawowe założenie modernizacji instalacji zakłada redukcję kosztów ogrzewania ciepłej wody użytkowej.

Redukcja kosztów nastąpi w efekcie wspomagania procesu przygotowania ciepłej wody użytkowej za pośrednictwem systemu solarnego, a tym samym częściowe zastąpienie energii pozyskiwanej ze źródeł konwencjonalnych – w tym przypadku z indywidualnej kotłowni gazowej – energią słoneczną pozyskiwaną przez układ kolektorów słonecznych.

### 3.1.3 Cel audytu

Celem audytu jest:

- dobór wymaganej ilości kolektorów słonecznych,
- oszacowanie wymaganych nakładów finansowanych,
- obliczenie spodziewanych oszczędności z tytułu obniżenia kosztów przygotowania c.w.u., generowanych po zrealizowaniu planowanego zakresu prac,
- wykonanie analizy ekonomicznej i wykazanie, jaka część inwestycji jest możliwe do spłacenia w oparciu o niskooprocentowany kredyt, z generowanych oszczędności, pozyskany na zasadach obowiązujących w „funduszach na termomodernizację” (WFOŚiGW, NFOŚiGW, BOŚ 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.

- Istniejąca dokumentacja projektowa udostępniona przez Inwestora,
- prognoza cen nośników energii – tabela poniżej.

#### PROGNOZA CEN NOŚNIKÓW ENERGII

Lata	Ścieki (zł/m <sup>3</sup> )	Energia el. (noc) (zł/kWh)	Energia el. (dzień) (zł/kWh)	Gaz dla kotłowni (zł/m <sup>3</sup> )	Olej opałowy (zł/l)	Energia c.o (zł/GJ)*	Węgiel (zł/t)	Koks (zł/t)
2010	4,00	0,300	0,600	2,50	2,70	52,00	650,00	850,00
2011	4,15	0,318	0,636	2,65	2,80	54,50	665,00	875,00
2012	4,30	0,337	0,674	2,80	2,90	56,00	680,00	900,00
2013	4,40	0,357	0,715	2,95	3,00	59,00	695,00	930,00
2014	4,50	0,379	0,757	3,10	3,10	62,00	710,00	960,00
2015	4,60	0,401	0,803	3,25	3,20	64,00	725,00	990,00
2016	4,70	0,426	0,851	3,40	3,30	66,00	740,00	1 020,00
2017	4,80	0,451	0,902	3,55	3,40	68,00	755,00	1 050,00
2018	4,90	0,478	0,956	3,70	3,50	70,00	770,00	1 080,00
2019	5,00	0,507	1,014	3,85	3,60	72,00	785,00	1 110,00

\* 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

- Ustawa z dnia 21 listopada 2008r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008r. W sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej.

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

I.p.	Charakterystyka stanu istniejącego	Wskazane usprawnienia
1	<b>Instalacja c.w.u.</b> <i>Przygotowywana poprzez 2 kotły gazowe o mocy 250 kW każdy pracujące na potrzeby c.o. i c.w.u., magazynowana w pojemnościowych podgrzewaczach o pojemności 350 litrów każdy.</i>	<i>Instalacja zasobników systemu solarnego.</i> <i>Budowa instalacji solarnej jako głównego źródła ciepła dla potrzeb przygotowania c.w.u. w okresie wiosenno-letnim, wspomaganego w okresach niedostatecznego nasłonecznienia ciepłem z istniejącej kotłowni gazowej.</i> <i>W okresie zimowym instalacja solarna pracować będzie jako dodatkowe źródło ciepła służące do wstępnego podgrzewu c.w.u.. Głównym źródłem ciepła będzie istniejąca kotłownia gazowa.</i>

## 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.

I.p.	Grupa usprawnień	Rodzaj usprawnień
1	<i>Wykorzystanie odnawialnych źródeł energii do podgrzewania c.w.u.</i>	<i>Modernizacja instalacji przygotowania c.w.u.</i> <i>Montaż kolektorów słonecznych, jako głównego źródła ciepła w okresie wiosenno-letnim oraz pracujących jako dodatkowe źródło ciepła w okresie jesienno-zimowym.</i> <i>Montaż dodatkowych zasobników systemu solarnego.</i>



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

### 6.1 Obliczenie zapotrzebowania ciepła na potrzeby podgrzewu wody użytkowej:

Wytyczne obliczenia dobowego zapotrzebowania na energię cieplną:

$$Q_d = m * c_w * \Delta T = n * D_z * c_w * \Delta T \text{ [kWh/doba]}$$

gdzie:

$Q_d$  – dobowe zapotrzebowanie na energię cieplną do podgrzania wody [kWh/doba]

$m$  – zapotrzebowanie na c.w.u. [litr/doba]

$c_w$  – ciepło właściwe wody [J/kgK]

$\Delta T$  – różnica temperatur wody ogrzanej i wody zimnej zasilającej

$n$  – ilość osób

$D_z$  – założone dobowe zużycie ciepłej wody przez jedną osobę [litr/osoba]

Wytyczne obliczenia miesięcznego zapotrzebowania na energię:

$$Q_m = Q_d * D_m \text{ [kWh/miesiąc]}$$

gdzie:

$Q_m$  – miesięczne zapotrzebowanie na energię cieplną do podgrzania wody [kWh/miesiąc]

$Q_d$  - dobowe zapotrzebowanie na energię cieplną do podgrzania wody [kWh/doba]

$D_m$  – ilość dni w miesiącu

Wytyczne doboru wymaganej powierzchni absorpcji kolektorów słonecznych:

Obliczenie energii promieniowania słonecznego dla powierzchni 1m<sup>2</sup> w miesiącach letnich:

$$Q_l = Q_s * w_o \text{ [kWh/m}^2\text{]}$$

gdzie:

$Q_l$  – wartość energii promieniowania słonecznego w miesiącach letnich dla 1m<sup>2</sup> powierzchni nachylonej do poziomu pod zadany kąt [kWh/m<sup>2</sup>]

$Q_s$  – wartość energii promieniowania słonecznego w miesiącach letnich dla 1m<sup>2</sup> powierzchni poziomej [kWh/m<sup>2</sup>]

$w_o$  – współczynnik korygujący

Obliczenie całkowitej energii cieplnej uzyskanej z 1m<sup>2</sup> powierzchni czynnej kolektora w ciągu miesięcy letnich:

$$Q_k = Q_l * \eta_{op} \text{ [kWh/miesiąc]}$$

gdzie:

$Q_k$  – energia pozyskana z 1m<sup>2</sup> powierzchni czynnej kolektora w ciągu miesięcy letnich [kWh/m<sup>2</sup>]

$Q_l$  – średnia wartość energii promieniowania słonecznego dla powierzchni 1m<sup>2</sup> w ciągu miesięcy letnich [kWh/m<sup>2</sup>]

$\eta_{op}$  – sprawność optyczna kolektora

Obliczenie całkowitej energii cieplnej pozyskanej z zaproponowanego kolektora słonecznego w ciągu miesięcy letnich:

$$Q_{kol} = Q_k * A_{kol}$$

gdzie:

$Q_{kol}$  – energia pozyskana z zaproponowanego kolektora słonecznego w ciągu miesięcy letnich

$Q_k$  – energia pozyskana z 1m<sup>2</sup> powierzchni czynnej kolektora w ciągu miesięcy letnich [kWh/m<sup>2</sup>]

$A_{kol}$  – powierzchnia absorbera zaproponowanego kolektora [m<sup>2</sup>]

Obliczenie wymaganej ilości zaproponowanych kolektorów słonecznych okresie trzech miesięcy letnich:

$$I_{kol} = (Q_m / Q_{kol}) * \eta_{inst}$$

gdzie:

$I_{kol}$  – wymagana liczba kolektorów słonecznych dla potrzeb pokrycia zapotrzebowania na energię cieplną w miesiącach letnich na poziomie 100%

$Q_m$  – miesięczne zapotrzebowanie na energię cieplną do podgrzania wody [kWh/miesiąc]

$Q_{kol}$  – energia pozyskana z zaproponowanego kolektora słonecznego w ciągu miesięcy letnich

$\eta_{inst}$  – sprawność systemu solarnego

#### Dane do obliczeń:

Ilość stałych mieszkańców – 106 [osób]

Średnie zużycie c.w.u. w przeliczeniu na jednego mieszkańca – 50 [dm<sup>3</sup>/osoba]

Ilość personelu – 80 [osób]

Średnie zużycie c.w.u. w przeliczeniu na jedną osobę personelu – 8 [dm<sup>3</sup>/osoba]

współczynnik korygujący – 0,99

sprawność optyczna kolektora – 83%

sprawność instalacji solarnej – 75%

powierzchnia absorpcji kolektora słonecznego – 2,32 [m<sup>2</sup>]

wartość promieniowania słonecznego dla sezonu letniego (czerwiec-sierpień) – 466,608[kWh/m<sup>2</sup>]

Liczba stałych mieszkańców	106 [osób]
Założone zużycie wody na osobę (mieszkaniec)	40 [l/os/doba]
Liczba osób (personel)	80 [osób]
Założone zużycie wody na osobę (personel)	8 [l/os/doba]

Sumaryczne zużycie c.w.u.	4 880,0 [l/doba]
	146,4 [m <sup>3</sup> /m-c]
Temperatura początkowa wody	10 [°C]
Temperatura końcowa wody	55 [°C]
Różnica temperatur	45 [°C]
Ciepło właściwe wody	4,2 [kJ/kgK]
Energia potrzebna do podgrzania wody	7 686,0 [kWh/m-c]
Energia pozyskana z kolektora	297,22 [kWh/m-c]
Sprawność systemu	75 [%]
Wymagana liczba kolektorów	42 [sztuk]
<b>Dobrano kolektorów</b>	<b>24 [sztuk]</b>
Pokryte zapotrzebowanie w okresie letnim	57 [%]
Pokryte zapotrzebowanie w okresie roku	39 [%]

## 7 Roczne oszczędności do uzyskania w wyniku modernizacji

Dane wyjściowe do obliczeń:

Q <sub>zł</sub> - koszt 1GJ wg „Prognozy cen nośników energii stosowanych przez WFOŚiGW w Krakowie” dla energii. pozyskiwanej z gazu ziemnego	92,50	zł/GJ
Q <sub>zł</sub> - opłata za zużycie 1 kWh wg „Prognozy cen nośników energii stosowanych przez WFOŚiGW w Krakowie” dla energii elektrycznej, taryfa dzienna.	0,60	zł/kWh

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

$$SPBT = N_U / \Sigma \Delta_{rU}$$

gdzie:

- $N_U$  – planowane koszty robót [zł],  
 $\Delta_{OrU}$  – roczna oszczędność kosztów energii wynikająca z zastosowania usprawnienia termomodernizacyjnego, przypadająca na poszczególne z n wykorzystanych źródeł energii [zł/rok].

$$\Delta_{OrU} = (x_0 \cdot Q_{0u} \cdot O_{0z} - x_1 \cdot Q_{1u} \cdot O_{1z}) + 12 \cdot (y_0 \cdot q_{0u} \cdot O_{0m} - y_1 \cdot q_{1u} \cdot O_{1m}) + 12 \cdot (A_{b0} - A_{b1})$$

gdzie:

- $x_0, x_1$  – 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],  
 $y_0, y_1$  – 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],

$A_{bo}, A_{b1}$  – miesięczna opłata abonamentowa przed i po wykonaniu usprawnienia [zł/m-c].

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

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 ciepło z indywidualnej kotłowni gazowej

O <sub>0z</sub> =		72,50	kot. gaz.	zł/GJ	
O <sub>1zel</sub> =		0,60	el.	zł/kWh	
O <sub>1solar</sub> =		1,63	solar	zł/GJ	
Nr. Usp.	Q <sub>icw</sub> [GJ]	Q <sub>icw</sub> [zł]	ΔQ <sub>icw</sub> [zł]	N [zł]	SPBT [lata]
0	467,65	33 904,63	0,00		
1	310,72	22 527,20	11 377,43	177 856,79	15,63

Wybrane oznaczenia:

$Q_{icw}$  – obliczeniowe zapotrzebowanie energii na c.w.u.

$O_{icw}$  – roczne koszty ogrzewania

$\Delta O_{icw}$  – oszczędność roczna w zł/rok

N – nakłady

## 8 Źródła finansowania inwestycji

Planowana inwestycja związana z montażem instalacji solarnej w obiekcie Domu Pomocy Społecznej kwalifikuje się do dofinansowania ze środków WFOŚiGW w Łodzi. Wedle zasad obowiązujących w roku 2011 przedmiotowa inwestycja może zostać dofinansowana w wysokości do 80% kosztów kwalifikowanych w postaci dotacji.

## 9 Analiza oddziaływania na środowisko

Zaproponowany system składający się z kolektorów słonecznych jest rozwiązaniem całkowicie przyjaznym dla środowiska – nie oddziałującym negatywnie na środowisko. Stanowi on instalację, która umożliwia wykorzystanie praktycznie nieograniczonych zasobów energii odnawialnej. Jest całkowicie ekologiczny, nie wydzielając żadnych substancji zanieczyszczających środowisko naturalne. Nie wymaga doprowadzenia i składowania paliwa, jest wygodny i czysty. Praca tego systemu nie wywołuje hałasu. Ponadto energia promieniowania słonecznego jest jednym ze źródeł energii niekonwencjonalnej, która w aspekcie ochrony środowiska jest najbardziej "czystą" postacią energii.

Ponadto dzięki zastosowaniu planowanego rozwiązania wzrośnie świadomość ekologiczna lokalnej społeczności. Działania związane z zaproponowaną przebudową stanowią doskonałą

podstawę do prowadzenia promocji i propagowania proekologicznych rozwiązań oraz działań z zakresu edukacji ekologicznej, które prowadzone wg ściśle określonego systemu przyczynią się do zmiany zachowań społeczeństwa i w rezultacie do stosowania na szeroką skalę nowoczesnych urządzeń przyjaznych środowisku.

Wyznaczanie redukcji emisji substancji zanieczyszczających powietrze z procesów energetycznego spalania paliwa odniesiono do spalania gazu i obliczono na podstawie poniższych wzorów:

#### WARTOŚĆ EMISJI POSZCZEGÓLNYCH SUBSTANCJI – wzór obliczeniowy:

$$E = B \cdot w \cdot S \left[ \frac{\text{tony}}{\text{rok}} \right]$$

gdzie: B - ilość spalonego paliwa [mln m<sup>3</sup>/rok]

w - wskaźnik unosu substancji zanieczyszczających [kg/10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>] – według MOŚZNiL

S - zawartość siarki całkowitej [mg/m<sup>3</sup>] – uwzględniana przy obliczeniach emisji SO<sub>2</sub>

#### ZUŻYCIE PALIWA DO SPALANIA – wzór obliczeniowy:

$$B = \frac{3600 \cdot Q}{W_d \cdot \eta \cdot 1000000} \left[ \frac{\text{mln m}^3}{\text{rok}} \right]$$

gdzie: Q - zapotrzebowanie na energię [kWh/rok]

W<sub>d</sub> - wartość opałowa paliwa [kJ/m<sup>3</sup>]

η - sprawność wytwarzania [-]

#### OBLICZENIA AKTUALNEJ EMISJI ZANIECZYSZCZEŃ:

Przy obliczaniu aktualnej emisji szkodliwych substancji do atmosfery uwzględniono emisję ze spalania gazu ziemnego w istniejącej kotłowni gazowej.

Wartości wskaźników przyjętych do obliczeń:

$$w_{\text{pył}} = 15 \text{ [kg/mln m}^3\text{]}$$

$$w_{\text{SO}_2} = 0,6 \text{ [kg/mln m}^3\text{]}$$

$$w_{\text{NO}_2} = 1280 \text{ [kg/mln m}^3\text{]}$$

$$w_{\text{CO}} = 360 \text{ [kg/mln m}^3\text{]}$$

$$w_{\text{CO}_2} = 1964000 \text{ [kg/mln m}^3\text{]}$$

#### ZUŻYCIE PALIWA DO SPALANIA:

$$B = \frac{3600 \cdot Q}{W_d \cdot \eta \cdot 1000000} \left[ \frac{\text{mln m}^3}{\text{rok}} \right] = \frac{3600 \cdot 892000}{33500 \cdot 0,70 \cdot 1000000} \left[ \frac{\text{mln m}^3}{\text{rok}} \right] \approx 0,137 \left[ \frac{\text{mln m}^3}{\text{rok}} \right]$$

#### WARTOŚĆ EMISJI POSZCZEGÓLNYCH SUBSTANCJI:

Emisja pyłu:

$$E = B \cdot w \left[ \frac{\text{tony}}{\text{rok}} \right] = 0,137 \cdot 15 / 1000 \approx 0,002055 \left[ \frac{\text{tony}}{\text{rok}} \right]$$

Emisja dwutlenku siarki:

$$E = B \cdot w \cdot S \left[ \frac{\text{tony}}{\text{rok}} \right] = 0,137 \cdot 0,6 / 1000 = 0,000082 \left[ \frac{\text{tony}}{\text{rok}} \right]$$

Emisja dwutlenku azotu:

$$E = B \cdot w \left[ \frac{\text{tony}}{\text{rok}} \right] = 0,137 \cdot 1280 / 1000 \approx 0,175360 \left[ \frac{\text{tony}}{\text{rok}} \right]$$

Emisja tlenku węgla:

$$E = B \cdot w \left[ \frac{\text{tony}}{\text{rok}} \right] = 0,137 \cdot 360 / 1000 \approx 0,049320 \left[ \frac{\text{tony}}{\text{rok}} \right]$$

Emisja dwutlenku węgla:

$$E = B \cdot w \left[ \frac{\text{tony}}{\text{rok}} \right] = 0,137 \cdot 1\,964\,000 / 1000 \approx 269,0680 \left[ \frac{\text{tony}}{\text{rok}} \right]$$

#### OBLICZENIA EMISJI ZANIECZYSZCZEŃ PO REALIZACJI INWESTYCJI:

##### ZUŻYCIE PALIWA DO SPALANIA:

$$B = \frac{3600 \cdot Q}{W_d \cdot \eta \cdot 1000000} \left[ \frac{\text{mln m}^3}{\text{rok}} \right] = \frac{3600 \cdot 848407,37}{33500 \cdot 0,70 \cdot 1000000} \left[ \frac{\text{mln m}^3}{\text{rok}} \right] \approx 0,130 \left[ \frac{\text{mln m}^3}{\text{rok}} \right]$$

#### WARTOŚĆ EMISJI POSZCZEGÓLNYCH SUBSTANCJI:

Emisja pyłu:

$$E = B \cdot w \left[ \frac{\text{tony}}{\text{rok}} \right] = 0,130 \cdot 15 / 1000 \approx 0,001950 \left[ \frac{\text{tony}}{\text{rok}} \right]$$

Emisja dwutlenku siarki:

$$E = B \cdot w \cdot S \left[ \frac{\text{tony}}{\text{rok}} \right] = 0,130 \cdot 0,6 / 1000 = 0,000078 \left[ \frac{\text{tony}}{\text{rok}} \right]$$

Emisja dwutlenki azotu:

$$E = B \cdot w \left[ \frac{\text{tony}}{\text{rok}} \right] = 0,130 \cdot 1280/1000 \approx 0,166400 \left[ \frac{\text{tony}}{\text{rok}} \right]$$

Emisja tlenku węgla:

$$E = B \cdot w \left[ \frac{\text{tony}}{\text{rok}} \right] = 0,130 \cdot 360/1000 \approx 0,046800 \left[ \frac{\text{tony}}{\text{rok}} \right]$$

Emisja dwutlenku węgla:

$$E = B \cdot w \left[ \frac{\text{tony}}{\text{rok}} \right] = 0,130 \cdot 1\,964\,000/1000 \approx 255,320 \left[ \frac{\text{tony}}{\text{rok}} \right]$$

#### **TABELA ZBIORCZA:**

RODZAJ ZANIECZYSZCZENIA (EMISJI)	JEDNOSTKA	WIELKOŚĆ DOTYCHCZASOWA	WIELKOŚĆ PLANOWANA (DOCELOWA)	WIELKOŚĆ REDUKCJI
		<b>a</b>	<b>b</b>	<b>c - b</b>
1	2	3	4	5
pył	Mg/rok	0,002055	0,001950	0,000105
dwutlenek siarki	Mg/rok	0,000082	0,000078	0,000004
dwutlenek azotu	Mg/rok	0,175360	0,166400	0,008960
tlenek węgla	Mg/rok	0,049320	0,046800	0,002520
dwutlenek węgla	Mg/rok	269,0680	255,3200	13,74800

#### **EMISJA RÓWNOWAŻNA:**

$$ER = 2,9 \cdot E_{\text{pył}} + 0,5 \cdot E_{\text{CO}} + 2,9 \cdot E_{\text{NOx}} + E_{\text{SO2}} = 0,02755$$