

Przedsiębiorstwo Usługowo Handlowe

**ENERGOKONSULT**

mgr inż. Mieczysław Drwięga

www.energokonsult.pl tel. 0 602 525 032



## Audyt energetyczny źródła ciepła

**Inwestor: Powiat Białogardzki**  
**Pl. Wolności 16-17**  
**78-200 Białogard**

**Rodzaj robót:**

**Modernizacja źródła ciepła w budynku**  
**OWR "Dom pod świerkiem" w Białogardzie**

Adres obiektu :	ulica, nr : kod, miejscowość województwo:	Grunwaldzka 49 78-200 Białogard zachodniopomorskie	
Wykonawca :	imię, nazwisko: tytuł zawodowy:	Mieczysław Drwięga mgr inż. audytor energetyczny	Data:  18.04.2014 r
	nr opracowania:	K1405-6\2014	

# 1. Strona tytułowa audytu energetycznego lokalnego źródła ciepła .

1. DANE IDENTYFIKACYJNE ŹRÓDŁA CIEPŁA.			
1.1 Nazwa źródła ciepła	<b>Kotłownia olejowa.</b>	1.2 Rok budowy.	<b>1994</b>
1.3 Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji, PESEL*) (*w przypadku cudzoziemca nazwa i numer dokumentu tożsamości)	<b>Powiat Białogardzki Pl. Wolności 16-17 kod. 78-200 miejscowość: Białogard tel. 094/312 09 39</b>	1.4 Adres źródła ciepła:	
		ul. <b>Grunwaldzka</b> nr <b>49</b> kod <b>78-200</b> miejscowość <b>Białogard</b> powiat: <b>białogardzki</b> woj. <b>zachodniopomorskie</b>	
2. Nazwa, adres i numer REGON podmiotu wykonującego audyt:			
<b>Przedsiębiorstwo Usługowo Handlowe</b> <b>ENERGOKONSULT</b> mgr inż. Mieczysław Drwięga 75-731 Koszalin ul. Modrzejewskiej 20-5 tel. 0 602 525 032 tel/fax. 094 342 21 96			
3. Imię i nazwisko audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje :			Podpis:
Audytor licencjonowany <b>Krajowej Agencji Poszanowania Energii</b> nr autoryzacji <b>0066</b> upr. bud. nr <b>15/98</b> <b>mgr inż. Mieczysław Drwięga</b> upr. energetyczne <b>G2E-D/322/192/2002</b> w zakresie urz. sanit., grzewczych i gazowych. REGON: 330546864			
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac,			
Lp	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego	
5. Miejscowość:	<b>Koszalin</b>	Data wykonania opracowania:	<b>18.04.2014 r</b>
6. Spis treści :			
			Str.
1. Strony tytułowe			1
2. Karta audytu energetycznego			3
3. Materiały i dane do audytu. Założenia ogólne			5
4. Inwentaryzacja techniczno - budowlana i technologiczna			6
5. Ocena stanu technicznego źródła ciepła			9
6. Optymalizacja energetyczno-ekonomiczna przedsięwzięć termomodernizacyjnych			11
7. Opis optymalnego wariantu termomodernizacyjnego			21
9. Załączniki			29

## Karta audytu energetycznego lokalnego źródła ciepła.

1. Charakterystyka technologiczna													
Wyszczególnienie				Stan przed termomodernizacją				Stan po termomodernizacji					
1.	Moc zainstalowana	[kW]		510				322,6					
2.	Rodzaj i ilość paliwa:												
	a. stałe	[t/rok]											
	b. ciekłe	[t/rok]											
	c. gazowe	[Nm <sup>3</sup> /rok]		gaz ziemny GZ 35      72 113				gaz ziemny GZ 35      54 206					
	d. inne							energia z powietrza energia słoneczna					
3.	Typ kotłów(urządzeń)												
				Kocioł DUPLEX TR      170 kW				Kotły kondensac.      303 kW					
				Kocioł DUPLEX TR      170 kW				Pompa ciepła p-w      20 kW					
				Kocioł DUPLEX TR      170 kW				Kolektory słon.      42 m <sup>2</sup>					
2. Charakterystyka energetyczna													
1.	Zapotrzebowanie na moc cieplną odbiorców			kW	293				293				
2.	Straty mocy cieplnej			kW	6				3				
3.	Potrzeby własne źródła			kW	4				4				
4.	Zapotrzebowanie na moc cieplną źródła			kW	303				300				
5.	Obliczeniowe zużycie energii na ogrzewanie i ciepłą wodę użytkową odbiorców.			GJ/rok	1497				1497				
6.	Straty przesyłania			GJ/rok	42				18				
7.	Potrzeby własne źródła			GJ/rok	16				16				
8.	Ilość wytwarzanego ciepła			GJ/rok	1555				1555				
9.	Sprawność eksploatacyjna			%	86				99				
10.	Zużycie energii pierwotnej			GJ/rok	1808				1407				
3. Prognoza bilansu ciepła													
Rok		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Zapotrzebowanie na moc cieplną źródła		kW	303	300	300	300	300	300	300	300	300	300	
Obliczeniowe zużycie energii na ogrzewanie i ciepłą wodę użytkową odbiorców.		GJ/rok	1555	1531	1531	1531	1531	1531	1531	1531	1531	1531	
Prognoza efektów ekonomicznych		tyszl//a	0	19,3	19,3	19,3	19,3	19,3	19,3	19,3	19,3	19,3	
4. Efekty termomodernizacji i wyniki analizy ekonomicznej													
Roczne zmniejszenie zużycia energii		%	22,2										
Całkowity koszt wytwarzania wyjściowy		zł/rok	127 412,88										
Całkowity koszt wytwarzania docelowego		zł/rok	108 472,86										
Roczne oszczędności		zł/rok	18 940,02										
Jednostkowy koszt wytwarzania wyjściowy		zł/GJ	81,95										
Planowana kwota kredytu		zł	513 740,00										
Planowane koszty całkowite		zł	604 400,00										

### 3. Materiały i dane do audytu. Założenia ogólne.

#### Podstawa opracowania.

Audyt został przeprowadzony na podstawie umowy z dnia 9.04.2014 r. a także danych do audytu energetycznego otrzymanych od Inwestora i dokumentów księgowych.

#### 3.1. Cel i zakres opracowania.

Celem opracowania jest wykonanie pełnej analizy techniczno - ekonomicznej czyli **audytu energetycznego w zakresie optymalizacji sposobu i dostawy energii ciepłej z kotłowni** zaopatrzącej w energię ciepłą budynku **OWR w Białogardzie, w szczególności z uwzględnieniem odnawialnych źródeł energii /OZE/.**

##### Zakres opracowania:

- inwentaryzacja techniczno - budowlana i technologiczna źródła ciepła i instalacji c.o. i c.w.u
- ocena stanu technicznego źródła ciepła i instalacji c.o. i c.w.u
- określenie aktualnych kosztów zaopatrzenia w energię ciepłą obiektu Inwestora
- przedstawienie ew. wariantów oszczędniejszych i ekologicznych metod zaopatrzenia w energię ciepłą z uwzględnieniem OZE wg poniższego zestawienia :

**1. Wymiana kotłów na kondensacyjne, montaż pompy ciepła powietrze- woda, montaż instalacji kolektorów słonecznych dla wspomagania podgrzewu ciepłej wody, z wymianą instalacji CO i CWU oraz przyłącza między budynkami**

**2. Zamontowanie kotła automatycznego na pellets - biomasę z wymianą instalacji CO i CWU oraz przyłącza między budynkami**

■ Wielkość środków własnych Inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	<b>90 660</b>	zł .
■ Kwota kredytu możliwego do zaciągnięcia przez Inwestora	<b>513 740</b>	zł

Oszacowano koszty budowy alternatywnego źródła ciepła i przeprowadzono rachunek ekonomiczny w celu wyznaczenia optymalnego rozwiązania technicznego:

- metodą wartości zdyskontowanej netto (NPV),
  - metodą wewnętrznej stopy zwrotu (IRR),
  - metodą prostej (SPBT) oraz zdyskontowanej stopy zwrotu (DPBT) .
- dokumentację wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego
  - obliczenie efektów ekologicznych
  - celem dalszym (następnym) audytu jest zaproponowanie sposobu sfinansowania modernizacji.

#### 3.2. Dokumentacja techniczna.

- Inwentaryzacja **źródła ciepła i budynku kotłowni** wykonana w trakcie wizji lokalnej.
- Informacje Zleceniodawcy o kosztach energii cieplnej na potrzeby ogrzewania
- Dokumentacja fotograficzna kotłowni
- Plan sytuacyjny obiektu 1: 500
- Cennik pellet
- Taryfa dla gazu ziemnego PGNiG

#### 3.3. Normy i akty prawne.

- Ustawa z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów - Dz.U. Nr 223, poz. 1459, dalej zwana *Ustawą termomodernizacyjną / z późn. zm. /*

- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytu, a także algorytmów oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego - Dz.U. 2009.43.346, dalej zwane jako *Rozporządzenie dot. audytów termomodernizacyjnych / z późn. zm. /*.
- PN - EN - ISO 6946:2008 " Elementy budowlane i części budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczeń".
- PN-EN - ISO 13370 "Właściwości cieplne budynków. Wymiana ciepła przez grunt. Metody obliczeń."
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącą samodzielną całość techniczno - użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw i charakterystyki energetycznej, dalej zwane *Rozporządzeniem dot. świadectw energetycznych*. Dz.U. Nr 201, poz. 1240 / z późn. zm. /.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 18 maja 2004 r. w sprawie metod i podstaw sporządzania kosztorysu inwestorskiego. (Dz.U. 2004.19.177) / z późn. zm. /.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. z 15 czerwca 2002 Nr 75 poz. 690 z późn. zm. ), dalej zwane *Warunkami Technicznymi*. / z późn. zm. /.
- PN - EN- ISO 14683 "Mostki cieplne w budynkach. Liniowy współczynnik przenikania ciepła. Metody uproszczone i wartości orientacyjne".
- **PN-EN 12831: 2006 "Instalacje grzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego"**.
- PN - 82/B-02403 " Ogrzewnictwo. Temperatuty obliczeniowe zewnętrzne."
- **PN-EN-ISO 13790 "Energetyczne własności użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii do ogrzewania i chłodzenia."**
- Warunki techniczne wykonania i odbioru kotłowni na paliwa gazowe i olejowe". Polska Korporacja TSGiK Warszawa 2000

### 3.4. Oznaczenia zastosowane w audycie energetycznym.

SPBT - prosty czas zwrotu nakładów kapitałowych ( lata ),

Ei – efekt energetyczny (%)

Sd – liczba stopniodni w sezonie standardowym , obliczona dla danej strefy klimatycznej (dzień K/rok) , stacja **Koszalin Sd20 = 3774,8**

n<sub>w</sub> – sprawność eksploatacyjna przed modernizacją

n<sub>i</sub> – sprawność eksploatacyjna źródła ciepła dla rozpatrywanego wariantu

K<sub>s</sub> - koszty zmienne w roku standardowym ( zł/rok )

K<sub>r</sub> - koszty zmienne w roku rzeczywistym ( zł/rok )

S<sub>dr</sub> – liczba stopniodni w sezonie rzeczywistym ( dzień K/rok )

NPV - zdyskontowana wartość netto inwestycji ( zł ),

i - stopa dyskonta określana corocznie według prognozowanego poziomu inflacji

- na bieżący rok jest to **3%**

ΔOt – efekt ekonomiczny wynikający z zastosowania wariantu przedsięwzięcia

termomodernizacyjnego dla poszczególnych lat trwania projektu określony w ( zł/rok )

N – planowane koszty całkowite na wybrany wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, obejmującego planowane koszty robót wraz z kosztami opracowania dokumentacji  
m – maksymalny okres spłaty kredytu równy 120 miesięcy,  
S - kwota kredytu nie większa niż 80% (WFOŚiGW - 50 %) planowanych kosztów całkowitych netto [zł]  
A – miesięczna rata kapitałowa wraz z odsetkami dla okresu kredytowania, (zł/ miesiąc),  
 $q = (1+r/12)$ , przy czym r oznacza roczną stopę oprocentowania kredytu wg. oferty banku kredytującego  
IRR - wewnętrzna stopa zwrotu

### 3.5. Założenia do rachunku ekonomicznego:

Inwestor wystąpi o kredyt / lub dofinansowanie/ na realizację inwestycji :

- bank BGK W-wa udziela kredytu do 100% nakładów inwestycyjnych, na okres do ustalenia, vb przy oprocentowaniu 12,95 % , koszty finansowe 1%, koszty operacyjne 1- 3%, umorzenie kredytu do wysokości 20% jego wartości brutto.
- bank komercyjny BOŚ udziela kredytu / do 80% nakładów inwestycyjnych / na okres max. 10 lat przy oprocentowaniu 3 % powyżej inflacji, koszty operacyjne 1%.
  - NFOŚiGW, fundusze europejskie - dotacja 50-80 % kosztów netto,
- stopa dyskonta **3%**
- wydatkowanie funduszy inwestycyjnych w pierwszym roku
- przepływy w cenach stałych/ bez inflacji/
- obliczenie NPV, IRR dla 15 lat, wykonano wg formuły UNIDO

Zgodnie z zaleceniami UNIDO, przyjęto formułę bezpośredniego przyporządkowania efektów z inwestycji modernizacyjnych nakładom, jakie są niezbędne do ich uzyskania.

Przewidziano inwestycję jednorazową (tzn. wydatkowanie funduszy inwestycyjnych w całości w I - szym roku), oraz stopę dyskonta **3 %**.

Przepływy gotówki i obliczenie NPV wykonano dla 15 lat, przepływy przeanalizowano w cenach stałych (bez inflacji).

Przy uzyskaniu kredytów na lepszych warunkach / o niższym oprocentowaniu, z częściowym umorzeniem lub dotacją celową itp./ niż zakłada audytor, wskaźniki ekonomiczne ulegną korzystnej zmianie.

### 3.6. Literatura

- a) I. Kwiatkowski, L.Cholewa "Centralne ogrzewanie. Pomoce projektanta".
- b) H. Recknagel, E. Sprenger - "Ogrzewanie i klimatyzacja",
- c) J. Górzyński - "Audyting energetyczny obiektów przemysłowych",
- d) M. Robakiewicz - "Zmniejszenie kosztów ogrzewania budynków"
- e) Stanisław Andrzejewski "Podstawy projektowania siłowni cieplnych"
- f) Anna Walaszek Pyziół, Wojciech Pyziół "Prawo energetyczne. Komentarz "**
- g) K. Krygier, T. Klinke, J. Seweryniuk " Ogrzewnictwo, wentylacja, klimatyzacja"

### 3.7. Oferty do analizy cen.

- Oferty firm produkcyjnych i handlowych :  
Buderus, Viessmann, Osby Parca AB, Honeywell, Landis& Gyr, Torus, Danfoss, Schafer ,  
De Dytrich, Remeha, Brotje itp.
- Ponadto analizowano oferty firm wykonawczych :  
Gama Tech Koszalin, Metrolog Czarnków, Eko Instal Koszalin, EKO WARK Szczecin.

Przyjęto średnie ceny jednostkowe urządzeń, materiałów i robót zgodnie z Rozp. MI - Dz.U. 2004.19.177, metodą kalkulacji uproszczonej, na podstawie danych rynkowych, w tym zawartych wcześniej umów.

Oferowane aktualnie na rynku urządzenia kotłowe ww. firm a także innych, posiadają bardzo zbliżone parametry techniczne i przy tym samym poziomie technicznym oraz wyposażeniu nie odbiegają znacząco od siebie również cenowo.

Uzyskanie korzystnych cen zależy od wielu czynników, w tym również od umiejętności negocjacyjnych Inwestora, sytuacji rynkowej, uzyskanych upustów i warunków serwisowania.

Analizę techniczną doboru urządzeń kotłowych wykonano w aspekcie możliwych rozwiązań technologicznych w dalszej części opisanych jako **warianty I do II**, na podstawie dostępnych ekologicznych i tanich rozwiązań w zakresie nowych technologii.

Ze względu na znaczny udział w rynku i wysoki poziom techniczny jako miarodajne w dalszych analizach kosztowych za podstawę przyjęto średni poziom cen firm Viessmann i Hoval.

## 4. Inwentaryzacja techniczno - budowlana i technologiczna .

### 4.1. Budynki.

Analizowana kotłownia zasila w energię ciepłą **budynki OWR w Białogardzie** - na potrzeby centralnego ogrzewania, wentylacji i ciepłej wody użytkowej.

Zapotrzebowanie na moc ciepłą dla budynków w stanie istniejącym przyjęto na podstawie danych projektowych. Budynek główny Inwestora

został poddany termomodernizacji i posiada dość dobry stopień ochrony cieplnej i izolacyjności przegród zewnętrznych.

Instalacja wewnętrzna CO i CWU spełnia aktualne wymagania techniczne.

### 4.2. Wewnętrzne instalacje centralnego ogrzewania.

#### Rodzaj instalacji grzewczej – opis.

W budynkach istnieje dwururowa instalacja centralnego ogrzewania co - typ tradycyjny. Instalacje c.o zasilane są w czynnik grzejny z kotłowni własnej, gazowej. Projektowe parametry pracy instalacji wynoszą 80/60 °C.

Instalacje grzewcze CO wyposażone są w grzejniki żeliwne żeberkowe - w przeważającej części umieszczone pod parapetami, przy ścianach zewnętrznych. Odpowietrzenie instalacji wykonane jest zgodnie z PN-79/B-02420 za pomocą typowego zespołu odpowietrzającego. Instalacje wykonane są z rur stalowych spawanych.

Przy rozdzielaczach zamontowano zawory odcinające kat. 205 , przy podstawach pionów i na odpowietrzeniach zawory, przy grzejnikach

**zamontowano zawory termostatyczne - bez głowic.**

Regulację wstępną przeprowadzono poprzez regulację kryzowania przy zaworach zamontowanych przy grzejnikach.

Instalację przed nadmiernym wzrostem ciśnienia chroni układ zabezpieczający zainstalowany w kotłowni z naczyniem wzbiorczym **systemu zamkniętego.**

Przewody centralnego ogrzewania usytuowane w piwnicach lub pod posadzką są w dobrym stanie, izolowane termicznie.

Instalacja wewnętrzna jest mieszana, w średnim stanie technicznym.

#### 4.3. Wewnętrzna instalacja ciepłej wody użytkowej.

Ciepła woda użytkowa w stanie istniejącym jest przygotowywana centralnie w kotłowni w budynku. Do przygotowania CWU służą zasobniki CWU 2 x 500 L z wewnętrzną węzownicą, zamontowane w kotłowni. Funkcjonuje układ sterowania i automatyki instalacji CWU. Instalacja CWU działa prawidłowo.

Brak pomiaru zużycia energii cieplnej na potrzeby ciepłej wody użytkowej.

#### 4.4. Źródło ciepła .

Obiekty Inwestora są zasilane z własnej kotłowni gazowej wbudowanej, wykonanej w 1994 r., gdzie zamontowano trzy kotły firmy Viessmann typ Paromat Duplex TR o mocy 170 kW każdy.

Ciśnienie robocze 4 bar, temp max 120 °C

Główne obiegi CO i CWU w budynku są nieopomiarowane - brak liczników ciepła.

Źródło ciepła jest w średnim stanie technicznym.

#### 4.5. Bilans ciepła kotłowni.

Bilans cieplny kotłowni dla przedmiotowego obiektu przyjęto na podstawie danych średniorocznych.

#### BILANS ZAPOTRZEBOWANIA CIEPŁA

Lp.	Rodzaj budynku	Zapotrzebowanie ciepła dla CO GJ/rok	Zapotrzebowane ciepła dla CWU GJ/rok
1	<b>Budynki OWR</b>	1185,9	368,8
Razem:		<b>1185,9</b>	<b>368,8</b>

**Ogółem: 1554,8 GJ/rok**

Bilans mocy kotłowni dla przedmiotowego obiektu, na podstawie danych projektowych.

#### BILANS ZAPOTRZEBOWANIA MOCY

Lp.	Rodzaj budynku	Zapotrzebowanie mocy dla CO kW	Zapotrzebowane mocy dla CWU kW
1	<b>Budynki OWR</b>	279,6	23,0
Razem:		<b>279,6</b>	<b>23,0</b>

**Ogółem: 303 kWt**

Bilans cieplny zapotrzebowania na ciepło budynków i kotłowni przedstawiono w tabeli 2.

Istniejąca moc zainstalowana razem: **510 kW**



#### 4.6. Parametry gazu ziemnego GZ 35

Liczba Wobbego	35,000	MJ/Nm <sup>3</sup>
Ciepło spalania nie mniej niż	26,000	MJ/Nm <sup>3</sup>
Wartość opałowa nie mniej niż	24,000	MJ/Nm <sup>3</sup>
<b>Ciśn. przed aparatami gazowymi +0,3/- 0,25</b>	<b>1,600</b>	<b>kPa</b>
<b>Ciśn. przed kotłami gazowymi grzewczymi średniej i dużej mocy +0,3/- 0,25</b>	<b>3,000</b>	<b>kPa</b>
Zawartość metanu	68,000	%
Zawartość azotu	30,000	%
Gęstość	0,690	kg/Nm <sup>3</sup>
Gęstość względna	0,535	kg/kg pow.

#### 4.7. Parametry biomasy - prasowane odpady z drewna /pellet/

Zawartość części lotnych	45,0	%		
Zawartość węgla	50,0	%		
Zawartość H <sub>2</sub>	6,0	%		
Zawartość popiołu	0,8	%		
Wartość opałowa /w zależności od wilgotności paliwa/			16	MJ/kg

**Tabela 1 . Zapotrzebowanie na moc cieplną i ciepło lokalnego źródła ciepła.**

Lp	Obiekt	Stan przed termomodernizacją		Okres spłaty kredytu /lata/																							
		q	Q	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10					
				kW	GJ/rok	q	Q	q	Q	q	Q	q	Q	q	Q	q	Q	q	Q	q	Q	q	Q	q	Q		
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>21</b>	<b>22</b>	<b>23</b>	<b>24</b>				
/	Odbiorcy :	293	1497	293	1497	293	1497	293	1497	293	1497	293	1497	293	1497	293	1497	293	1497	293	1497	293	1497				
	1. Budynek																										
	2.																										
	3.																										
//	Straty przesyłu	6	42	3	18	3	18	3	18	3	18	3	18	3	18	3	18	3	18	3	18	3	18				
///	Potrzeby własne źródła	4	16	4	16	4	16	4	16	4	16	4	16	4	16	4	16	4	16	4	16	4	16				
<b>IV</b>	<b>Razem:</b>	<b>303</b>	<b>1555</b>	<b>300</b>	<b>1531</b>	<b>300</b>	<b>1531</b>	<b>300</b>	<b>1531</b>	<b>300</b>	<b>1531</b>	<b>300</b>	<b>1531</b>	<b>300</b>	<b>1531</b>	<b>300</b>	<b>1531</b>	<b>300</b>	<b>1531</b>	<b>300</b>	<b>1531</b>	<b>300</b>	<b>1531</b>				

q - zapotrzebowanie na moc cieplną budynku, straty mocy cieplnej na przesył w warunkach obliczeniowych, lub zapotrzebowanie na moc cieplną budynku /pomieszczeń/ kotłowni [kW ]

Q - roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej uwzględniające

sprawności systemu c.o., roczne straty przesyłania ciepła lub roczne zużycie energii do ogrzewania i przygotowania ciepłej wody w budynku / pomieszczeniach / kotłowni [GJ/rok]

## **5. Ocena stanu technicznego źródła ciepła.**

### **5.1. Źródło ciepła dla ogrzewania.**

Źródło ciepła jest eksploatowane przez Inwestora.

Kotłownia lokalna jest opalana paliwem **gazowym - gazem GZ 35**. Ze względu na wysokie koszty wytwarzania energii cieplnej oraz rosnące koszty paliwa,

Inwestor rozważa wykorzystanie odnawialnych źródeł energii OZE.

Szybki wzrost cen paliwa stałego oraz robocizny spowodował wzrost kosztów ogrzewania co stwarza potrzebę szukania bardziej ekonomicznych i technicznie zaawansowanych sposobów ogrzewania budynku Inwestora z wykorzystaniem najnowocześniejszych rozwiązań stosowanych w technice cieplnej.

Stan techniczny urządzeń istniejących w kotłowni jest średni.

## **6. Optymalizacja energetyczno - ekonomiczna przedsięwzięć termomodernizacyjnych.**

### **6.1. Warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych**

Ze względu na potrzebę ochrony środowiska naturalnego poprzez wykorzystanie źródeł energii odnawialnej, w tym solarnej - jako rozwiązania alternatywne dla istniejącej kotłowni proponuje się wykonanie instalacji z kolektorami słonecznymi, pompą ciepła lub automatycznej kotłowni na pellets.

Jednocześnie przewiduje się wymianę istniejących kotłów na gazowe kondensacyjne.

Wraz z modernizacją kotłowni, zakłada się wykonanie wymiany instalacji CO oraz CWU w budynku kotłowni, oraz wymianę przyłącza CO i CWU do sąsiedniego budynku OWR.

Zakłada się, że będzie to podstawowe źródło ciepła dla przedmiotowego obiektu.

Energia cieplna z modernizowanego źródła ciepła będzie

przeznaczona na potrzeby ogrzewania ciepłej wody użytkowej, c.o. oraz wentylacji.

Zatem proponuje się następujące warianty modernizacji źródła ciepła:

**1. Wymiana kotłów na kondensacyjne, montaż pompy ciepła powietrze- woda, montaż instalacji kolektorów słonecznych dla wspomagania podgrzewu ciepłej wody, z wymianą instalacji CO i CWU oraz przyłącza między budynkami**

**2. Zamontowanie kotła automatycznego na pellets - biomasę z wymianą instalacji CO i CWU oraz przyłącza między budynkami**

## 6.2 Określenie nakładów inwestycyjnych na przebudowę źródła z montażem instalacji kolektorów słonecznych, pompy ciepła pow.- woda, i wymianą kotłów na gazowe kondensacyjne.

/ uproszczony przedmiar i kosztorys/

Kolektory słoneczne o pow. czynnej Pcz=	42	m <sup>2</sup>
Pompa ciepła pow.- woda o mocy	20	kW
Kotłownia kondensacyjna o mocy	303	kW

Koszty inwestycyjne ustalono dla zestawu urządzeń jak wyżej opisano, na podstawie ofert w części opisowej - na bazie urządzeń firm VIESSMANN, Hoval, Paradigma, OCHSNER, AL.-KO THERM.

Dane cenowe wg. cen ofertowych, za I kw. 2014 r.

Inwestor może wybrać urządzenia innych firm, np. MAN, HOVAL, NIBE, IVT, ALPHA-TEC itp.

Tabela 6.2 Zestawienie nakładów inwestycyjnych. Wariant I				
Poz.	Opis zestawienia	Ilość	Cena jedn.	Wartość razem zł
<b>A</b>	<b>Prace wstępne</b>	<b>kpl</b>		<b>40 600</b>
0.0	Audyt energetyczny			2 500
0.1	Kosztorys inwestorski			4 900
0.2	Prace geodezyjne, próbne odwierty			1 600
0.3	Projekt budowlany instalacji			28 000
0.4	Projekt budowlany instalacji elektrycznych i automatyki			3 600
0.5	Operat wodno-prawny			-
<b>B</b>	<b>Urządzenia i materiały</b>	<b>kpl</b>		<b>452 000</b>
1.0.	Kolektory, kotły, pompa ciepła, automatyka,	1		255 380
2.0.	Naczynia wzbiorcze, zbiorniki buforowe			31 640
3.0.	Armatura, zawory mieszające,			4 972
4.0.	Grupy pompowe			18 532
5.0.	Rurociągi			9 040
6.0.	Izolacja			3 616
7.0.	<b>Wymiana przyłącza CO i CWU</b>			10 848
7.3.	<b>Wymiana instalacji CI i CWU w budynku</b>	1		72 320
8.0.	Instalacje elektryczne - ryczałt			14 916
9.0.	Materiały budowlane - ryczałt			17 176
10.0	Inne nie wymienione - ryczałt			13 560
<b>C</b>	<b>Koszty budowy</b>			<b>98 400</b>
11.1.	Prace demontażowe/ montażowe instalacyjne			71 832
11.2.	Prace budowlane			22 632
11.3.	Prace elektryczne			3 936
<b>D</b>	<b>Rozruch</b>	<b>kpl</b>		<b>1 400</b>
12.	Prace odbiorowe / IDT, S Epid itp. /, uruchomienie			3 000
13.	Inspektor nadzoru			12 000
<b>Razem brutto:</b>				<b>604 400</b>

## 6.2 Określenie nakładów inwestycyjnych przebudowy istniejącej kotłowni gazowej na automatyczny kocioł na pellets

/ uproszczony przedmiar/

Kotłownia o mocy zainstalowanej Q<sub>k</sub> = 303 kW

Koszty inwestycyjne ustalono dla zestawu urządzeń jak w części opisowej - na bazie kotłów i automatyki firm Moderator, Ekopal, Fakop, Bavaria. Viessmann, Buderus, Hoval.

Dane cenowe wg. cen ofertowych, za I kw. 2014 r.

Tabela 6.2 Zestawienie nakładów inwestycyjnych. Wariant II.				Pellets
Poz.	Opis zestawienia	Ilość	Cena jedn.	Wartość zł
<b>A</b>	<b>Prace wstępne</b>	<b>kpl</b>		<b>40 600</b>
0.0	Audyt energetyczny			2 500
0.1.	Kosztorys inwestorski			4 900
0.2.	Prace geodezyjne			1 600
0.3.	Projekt budowlany modernizacji kotłowni			28 000
0.4.	Projekt budowlany instalacji elektrycznych			3 600
0.5.	Operat			-
<b>B</b>	<b>Urządzenia i materiały</b>	<b>kpl</b>		<b>360 000</b>
1.0.	Kocioł, automatyka, zaw.bezp., komin, zasobnik pellets	1 kpl		189 000
2.0.	Naczynia wzbiorcze,	kpl		12 600
3.0.	Armatura, zawory mieszające,	kpl		12 600
4.0.	Pompy obiegowe,	kpl		21 600
5.0.	Rurociągi	kpl		10 800
6.0.	Izolacja	kpl		5 400
7.0.	<b>Wymiana przyłącza CO i CWU</b>	1 kpl		10 800
7.3.	<b>Wymiana instalacji CI i CWU w budynku</b>	kpl		72 000
8.0.	Instalacje elektryczne - ryczałt	kpl		4 680
9.0.	Materiały budowlane - ryczałt	kpl		13 680
10.0	Inne nie wymienione - ryczałt	kpl		6 840
<b>C</b>	<b>Budowa kotłowni</b>			<b>62 000</b>
11.1.	Prace demontażowe/ montażowe instalacyjne	kpl		41 540
11.2.	Prace budowlane	kpl		11 780
11.3.	Prace elektryczne	kpl		8 680
<b>D</b>	<b>Rozruch</b>			<b>3 000</b>
12.	Prace odbiorowe / IDT, S Epid itp. /, uruchomienie	<b>kpl</b>		3 000
13.	Inspektor nadzoru			8 000
<b>Razem:</b>			<b>Pellets</b>	<b>473 600</b>

### 6.3. Bilans ciepła dla lokalnego źródła ciepła dla stanu przed termomodernizacją i wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz efekty energetyczne.

Bilans ciepła rozpatrywanego źródła ciepła dla stanu przed termomodernizacją i wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych wraz z określeniem efektów energetycznych przedstawiono w tabeli nr 6.3.

Efekt energetyczny  $E_i$  (zmniejszenie strat energii pierwotnej) oblicza się ze wzoru:

$$E_i = \frac{\eta_i - \eta_w}{\eta(1 - \eta_w)} \cdot 100\%$$

gdzie:

$\eta_w$  – sprawność eksploatacyjna źródła dla stanu przed termomodernizacją,

$\eta_i$  – sprawność eksploatacyjna źródła dla rozpatrywanego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.

**Tabela 6.3 . Bilans cieplny lokalnego źródła ciepła.**

Lp.	Wyszczególnienie	Jedn.	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji budynku	Wariant I	Wariant II
1	2	3	4	5	6	7
1.	Zapotrzebowanie na moc cieplną źródła	kW	303	303	300	300
2	Moc cieplna zainstalowana	kW	510	510	323	303
3	Zapotrzebowanie na ciepło źródła pompa ciepła kolektory	GJ/rok GJ/rok GJ/rok	1555	1555	1345 130 80	1555
4	Sprawność eksploatacyjna	%	86	86	290 99 nk	85
5	Zużycie energii pierwotnej	GJ/rok GJ/rok	1808	1808	48,0 1359	1829
6	Efekt energetyczny $E_i$	%	–	0	22,2	-1,2

\*uwzględniono współczynnik wydajności grzejnej pompy ciepła SPF = 2,70 wg. Rozp.

#### 6.4 Określenie kosztów wytwarzania / zakupu ciepła.

Koszty wytwarzania ciepła poniesione w roku obliczeniowym ustalono na podstawie obliczenia kosztów wytwarzania energii cieplnej w roku standardowym. Koszt wytwarzania ciepła w ostatnim roku rachunkowym poprzedzającym termomodernizację przeliczono na warunki standardowe według następującego wzoru:

$$K_s = K_r * (S_d - U_{cw} * (S_d - S_{dr})) / S_{dr}$$

gdzie:

$K_s$ - koszt zmienny wytwarzania w roku standardowym zł/rok.

$K_r$ - koszt zmienny wytwarzania w roku rzeczywistym zł/rok.

$S_{dr}$ - liczba stopniodni w sezonie rzeczywistym dzieńK/rok.

$S_d$ - liczba stopniodni w sezonie standardowym dzieńK/rok.

$U_{cw}$ - dział produkcji na potrzeby ciepłej wody w całkowitej produkcji w roku rzeczywistym.

#### Obliczenie kosztów wytwarzania energii cieplnej w roku standardowym.

Liczba stopniodni w sezonie standardowym :  $S_d = 3774,8$

Liczba stopniodni w sezonie rzeczywistym /dane IMGW/ :  $S_{dr} = 3755,9$

Przeliczenie **kosztów zmiennych** na warunki standardowe :

$$K_s = K_r * [S_d - U_{cw} * (S_d - S_{dr})] / S_{dr} = 101\,588 \text{ zł}$$

gdzie:  $U_{cw} = 0,20$

<b>6.5. Koszty wytwarzania ciepła dla poszczególnych wariantów termomodernizacyjnych.</b>					
Lp.	Wyszczególnienie	Koszty			
		Rzeczywiste koszty wytwarzania ciepła	Standardowe koszty wytwarzania ciepła	Wariant I	Wariant II
		zł/rok	zł/rok	zł/rok	zł/rok
<b>I</b>	<b>Koszty stałe energii cieplnej</b>	<b>26230</b>	<b>26230</b>	<b>54929</b>	<b>44273</b>
1	Koszty amortyzacji		-	30220	31 573
2	Koszty osobowe z pochodnymi, ZUS /obsługa kotłowni/	5 800	5 800	5 800	9 800
3	Usługi obce stałe /kominiarz itp./	900	900	900	900
4	Koszty finansowe, odsetki, podatki			-	-
5	Splata kredytu /raty/				
6	Koszty ogólne wydzielone dla kotłowni			-	-
7	Koszty remontowe i konserwacji bieżącej	2 600	2 600	1 200	1 200
8	Materiały, narzędzia			-	-
9	Inne / BHP , Sanepid, UDT, pozostałe /	921	921	800	800
10	Oplata abonamentowa	1 786	1 786	1786	
11	Oplata przesyłowa stała	14 223	14 223	14223	
<b>II</b>	<b>Koszty zmienne energii cieplnej</b>	<b>101 183</b>	<b>101 588</b>	<b>83764</b>	<b>105 927</b>
1	Koszty zakupu paliwa	83 182		62 527	100 602
2	Transport wewn/ zewnętrzny, popioły, pyły, opał itd.			-	
3	Koszty energii elektrycznej	3 977		10 323	4 024
4	Koszty wody i ścieków - ryczałt	100		100	100
5	Oplaty za korzystanie ze środowiska - emisja	-		-	-
6	Płace sezonowe			-	-
7	Koszty przeglądu rocznego, kontrola systemów bezpieczeństwa	1 400		1 400	1 200
8	Koszty zmienne inne, usługi zewnętrzne sezonowe, jednorazowe				
9	Oplata przesyłowa zmienna	12 524		9 414	
<b>I+II</b>	<b>Koszty energii cieplnej razem :</b>	<b>127 413</b>	<b>127 818</b>	<b>138 693</b>	<b>150 200</b>
<b>I+II</b>	<b>Koszty energii cieplnej bez amortyzacji:</b>	<b>127 413</b>	<b>127 818</b>	<b>108 473</b>	<b>118 627</b>

**Obliczenie kosztów wytwarzania ciepła dokonano przy następujących założeniach:**

zapotrzebowanie na ciepło źródła dla obu analizowanych wariantów  
pozostanie na jednakowym poziomie /dane obliczeniowe dla sezonu standardowego/

cena pellets z transportem, średnio 880,00 zł/Mg





## 6.7 Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Dla rozpatrywanego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego obliczono:

1) prosty czas zwrotu SPBT ze wzoru:

$$SPBT = N / \Delta O_{min} \text{ [ lata ]}$$

gdzie:

O<sub>tmin</sub> - minimalny efekt ekonomiczny z pośród efektów obliczonych dla poszczególnych lat spłaty kredytu, określonych w tabeli 6.6 [zł/rok]

N - planowane koszty całkowite wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego [zł]

2) zmniejszenie ( w %) zapotrzebowania na ciepło w stosunku do stanu wyjściowego przed termomodernizacją, z uwzględnieniem sprawności całkowitej;

3) kwotę środków własnych i kwotę kredytu;

4) wysokość premii termomodernizacyjnej wg art. 5 ust. 1 i 2 ustawy.

5) zdyskontowaną wartość netto NPV ze wzoru:

$$NPV = \sum_{t=1}^n 1 / (1 + i)^t * \Delta O_t - N$$

gdzie:

i - stopa dyskonta określana corocznie, zgodnie z art. 8 ust. 1 ustawy.

O<sub>t</sub> - efekt ekonomiczny wynikający z zastosowania wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego dla poszczególnych lat trwania projektu określonego w tabeli 6.6 [zł/rok].

N - planowane koszty całkowite na wybrany wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego obejmujące planowane koszty robót wraz z kosztami opracowania dokumentacji technicznej [zł].

t - okres dyskontowania , zgodnie z Ustawą wynosi 15 lat

W dalszej części zamieszczono dokumentację wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego. W tabeli 6.7 zamieszczono wyniki obliczeń, przy założeniu kredytu/dotacji wysokości do 50 lub 80% nakładów inwestycyjnych.

**Ustawa z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów - Dz.U. Nr 223, poz. 1459, dalej zwana Ustawą termomodernizacyjną, nie zawiera badania wartości dodatniej NPV jako warunku progowego oraz IRR , jednak dla inwestora i banku jest to ważna informacja, dlatego pozostawiono te obliczenia w audycie traktując wartość NPV jako dodatkową informację do porównania efektywności każdego przedsięwzięcia.**

Tabela 6.7 Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu modernizacji lokalnego źródła ciepła.

Lp.	Wariant	Planowane koszty całkowite [zł]	Efekt ekonomiczny** bez amortyzacji [zł/rok]	SPBT lat	Efekt energetyczny* [%] energii całkowitej	Wysokość środków własnych		Premia termomodernizacyjna			NPV2 [tys.zł]	NPV15 [tys.zł]	IRR %
						[zł]	[%]	20 % kredytu	16% całkowitych kosztów	2 lata oszczędności kosztów energii			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	<b>Kolektory słoneczne, pompa ciepła, kotłownia kondensacyjna</b>	604 400	19345	31,2	22,2	90660	15 85	102 748	96 704	38 689	-431	-424	-20,5
2	<b>Kocioł PELLET</b>	473 600	9191	51,5	-1,2	71040 402560	15 85	80 512	75 776	18 382	ujemny	ujemny	ujemny

\*) - Dla przedsięwzięć polegających na przyłączeniu do scentralizowanego źródła ciepła, związanych z likwidacją kotłowni, wpisać procentową wartość zmniejszenia kosztów zakupu ciepła (oszczędności roczne) obliczonych zgodnie z częścią 3 załącznika nr 2 do rozporządzenia, zaś w przypadku zamiany źródła na niekonwencjonalne - wpisać NK.

\*\*) - Minimalny efekt ekonomiczny jest to efekt wybrany spośród efektów obliczonych dla poszczególnych lat spłaty kredytu, określony w tabeli 1 część 3, załącznika nr 2 do rozporządzenia źrółok.

- Uwaga:**
- Z przeprowadzonej analizy wyboru optymalnego przedsięwzięcia wynika, że dofinansowanie zewnętrzne jest konieczne dla osiągnięcia pozytywnego efektu ekonomicznego z realizacji i eksploatacji instalacji kolektorów słonecznych.
  - Po uwzględnieniu pełnych kosztów amortyzacji inwestycji jest ujemny.

## 6.8. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Na podstawie dokonanej oceny, jako optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w rozpatrywanym źródle ciepła ocenia się wariant nr 1 obejmujący usprawnienia:

**- wymiana kotłów na kondensacyjne, montaż pompy ciepła powietrze- woda, montaż instalacji kolektorów słonecznych dla wspomagania podgrzewu ciepłej wody, z wymianą instalacji CO i CWU oraz przyłącza między budynkami**

Przedsięwzięcie to spełnia warunki ustawowe:

1. zmniejszenie zapotrzebowania ciepła z źródła po termomodernizacji wyniesie w [%]  
wartość **22,2 NK**

2. planowany kredyt, stanowiący **513 740** zł jest zgodny z warunkami ustawowymi;

3. środki własne inwestora wyniosą zł: **90 660** co spełnia oczekiwania inwestora;

## 6.9. Charakterystyka finansowa

Kalkulowany koszt robót brutto wyniesie	604 400,00 zł	
Udział środków własnych inwestora	90 660,00 zł	15%
Kredyt bankowy	513 740,00 zł	85%
Przewidywana premia termomodernizacyjna	38 689 zł	
Prosty okres zwrotu nakładów SPBT	31,2 lat	
Roczna oszczędność kosztów wyniesie /bez amortyzacji/	19 345 zł	

**Uwaga:**

**1. Jeżeli Inwestor uzyska dofinansowanie w postaci częściowego umorzenia kredytu, lub dotacji to efekt ekonomiczny planowanej modernizacji może być dodatni.**

**2. Zakłada się, że Inwestor wystąpi dodatkowo o kredyt /dotację/ z WFOŚiGW w Szczecinie lub NFOŚiGW i/ lub uzyska dofinansowanie z funduszy UE.**

## 7. Opis optymalnego wariantu termomodernizacyjnego .

### Rozwiązanie optymalne stanowi Wariant 1.

7.1. Rozwiązaniem optymalnym jest wybrane przedsięwzięcie:

**- wymiana kotłów na kondensacyjne, montaż pompy ciepła powietrze- woda, montaż instalacji kolektorów słonecznych dla wspomagania podgrzewu ciepłej wody, z wymianą instalacji CO i CWU w budynku oraz przyłącza między budynkami**

Koncepcja zaopatrzenia w energię ciepłą dla przedmiotowego obiektu opiera się na wykonaniu wymiany istniejących kotłów gazowych na nowe kondensacyjne, oraz dobudowanie źródła energii odnawialnej w postaci instalacji solarnej oraz pompy ciepła p-w. Zastosowanie nowoczesnych rozwiązań technicznych i technologicznych pozwoli uzyskać optymalną sprawność nowych urządzeń grzewczych. Planowane rozwiązania techniczne pozwolą na całkowitą automatyczną i bezobsługową pracę instalacji grzewczych /solarnych/ przy jednoczesnym dostosowaniu parametrów czynnika grzewczego do aktualnych warunków pogodowych i wymagań użytkownika.

Koncepcja zakłada skorzystanie z kredytu NFOŚiGW lub BOŚ na inwestycje proekologiczne w wysokości do 80 % wartości zadania inwestycyjnego przewidzianego do realizacji, z umorzeniem do 30% wartości udzielonego kredytu, lub uzyskanie dotacji z funduszy UE.

Istnieje też możliwość skorzystania z kredytu termomodernizacyjnego, do wysokości 100% nakładów z umorzeniem 20% wartości kredytu.

## I. Kolektory słoneczne - opis.

Podstawowymi elementami systemu solarnego są:

- kolektory słoneczne płaskie
- system wsporczy ALU
- układ sterowania
- grupa solarna /pompy, zawory, mieszacze/
- naczynia wyrównawcze
- przyłącza i połączenia wewnętrzne
- zasobniki cwu z węzownicą biwalentną
- rurociągi, izolacje, itp.
- ciecz solarna

Kolektory słoneczne pod względem medium dzielą się na :

- cieczowe
- powietrzne

oraz pod względem kształtu na:

- płaskie
- cylindryczne

a ze względu na ciśnienie pracy:

- próżniowe
- ciśnieniowe

Kolektor słoneczny jest to urządzenie do odbioru ciepła z promieniowania słonecznego i przeniesienia go w ciecz roboczą, która z kolei ogrzewa wodę w zbiorniku (bojlerze). Rozróżnia się kilka rodzajów kolektorów słonecznych, np: kolektory płaskie oraz kolektory próżniowe. Ze względu na cenę i prostotę konstrukcji najpopularniejsze są kolektory płaskie. Kolektory zawsze muszą składać się z kilku warstw:

### **a. Przezroczysta pokrywa**

- wykonana ze szkła o niskiej zawartości tlenków żelaza, lub tworzyw sztucznych. W tym drugim przypadku tworzywa powinny być odpowiednio dobrane i być zespolone w podwójną warstwę.

### **b. Absorber**

- główny element kolektora słonecznego. Powinien być wykonany z metalu dobrze przewodzącego ciepło; najczęściej jest to miedź (najlepiej) albo aluminium. Metal ten jest pokryty substancjami tworzącymi jego powłokę. W zależności od rodzaju kolektora, może być to powłoka nieselektywna (bardzo dobrze absorbuje ciepło, ale także dużo go emituje) lub selektywna (również bardzo dobrze absorbuje ciepło, a jednocześnie ogranicza emisję). Powłoki nieselektywne wykonuje się z czarnych lakierów, a selektywne w wyniku galwanicznego nałożenia czarnego chromu. Oczywiście powłoki selektywne są znacznie lepsze. Do płyty absorbera przylutowane są rurki, przez które przepływa ciecz robocza.

### **c. Izolacja i obudowa**

- aby kolektor nie oddawał ciepła do otoczenia, musi być izolowany.

Jako izolator stosuje się najczęściej wełnę mineralną lub poliuretan. Całość mieści się w obudowie kolektora (najczęściej aluminiowej), która powinna być szczelna.

### **Działanie kolektorów słonecznych.**

Kolektory słoneczne można instalować wszędzie, w dowolnej konfiguracji. Mogą być instalowane zarówno na dachu jak i na ziemi - na stojaku. Aby jednak otrzymać najlepsze efekty, należy trzymać się następujących wskazówek:

- Kolektor powinien być zwrócony stroną szklaną na południe.
- Kolektor powinien być pochylony o ok. 45 stopni względem poziomu - jest to kąt idealny przy wykorzystaniu kolektora od lutego do listopada.
- Jeżeli kolektor ma być używany tylko w miesiącach letnich (np. do ogrzewania wody w basenie lub do domku letniego), należy go zainstalować pod kątem 30 stopni.
- Kolektory należy instalować w miejscu niezacienionym przez drzewa, krzaki itp.
- Wskazane jest stosowanie - jako czynnika roboczego - specjalnych cieczy. Ograniczają one odkładanie się minerałów na kolektorze i eliminują ryzyko zagołowienia się cieczy.

### **Słoneczne instalacje grzewcze**

Kolektory słoneczne są najważniejszą częścią instalacji grzewczej. Może ona być bardzo prosta, albo bardziej rozbudowana. Do najbardziej typowych elementów słonecznej instalacji grzewczej należą:

**Zbiornik na wodę** - może to być dowolny, typowy bojler z wymiennikiem ciepła. Jeżeli kolektory mają być podłączone do tego samego zbiornika, co kocioł c.o., potrzebny będzie zbiornik z dwoma wymiennikami. Bojlery, produkowane specjalnie na potrzeby słonecznych instalacji grzewczych, umożliwiają podłączenie nawet trzech źródeł ciepła (3 wymienniki) np. kolektorów słonecznych, kotła c.o. i pompy ciepła.

**Wymiennik ciepła** - to bardzo ważny element całej instalacji. Wymiennik to spiralna, żebrowana rura (najczęściej miedziana), umieszczona w zbiorniku wody. Przepływa przez nią ciecz robocza, ogrzewając przy tym wodę w zbiorniku.

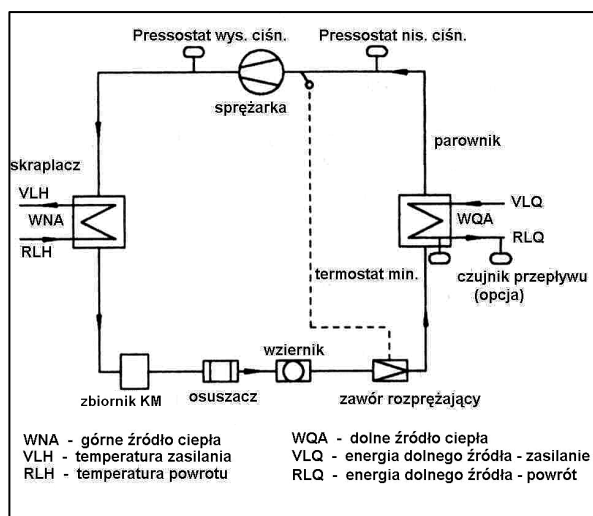
**Pompa** - co prawda można wykonać instalację o obiegu grawitacyjnym, ale efekty są lepsze w instalacji z obiegiem wymuszonym. Pompka pompuje ciecz roboczą przez kolektory i wymiennik ciepła.

**Regulator** - steruje całą instalacją i włącza pompkę, gdy temperatura w kolektorze jest wyższa niż temperatura wody w zbiorniku oraz wykonuje inne funkcje regulacyjne.

## II. POMPA CIEPŁA JAKO ŹRÓDŁO CIEPŁA - OPIS SYSTEM POWIETRZA JAKO DOLNE ŹRÓDŁO CIEPŁA (WQA)

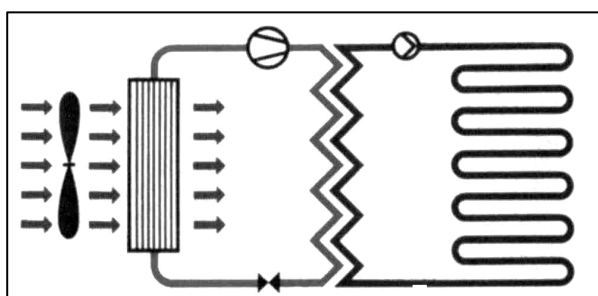
Otoczające nas powietrze jest tym źródłem ciepła, które występuje w nieograniczonej ilości i nie wymaga uzyskania żadnych zezwoleń. Przy opadającej temperaturze powietrza zewnętrznego, wzrasta zapotrzebowanie ciepła budynku.

Dzięki zintegrowanym w pompach ciepła systemu powietrze / woda urządzeniom odszraniającym zagwarantowane jest ich prawidłowe funkcjonowanie także poniżej  $-15^{\circ}\text{C}$ , jednak z niższym współczynnikiem wydajności COP.



### Opis instalacji.

Powietrze z zewnątrz jest zasysane z pomocą wentylatora przez parownik pompy ciepła.



Pompy ciepła typu powietrze/woda charakteryzują się tym, że pompa ciepła może być umieszczona w budynku (sprężarka, skraplacz, parownik, część elektroniczna) i chroniona przed wpływami atmosferycznymi lub na zewnątrz - w zależności od wybranego wariantu. Ciepło będzie wytworzone w bezpośrednim otoczeniu urządzenia korzystającego z tego ciepła i w ten sposób bez strat oddawane do systemu rozprowadzania ciepła. W urządzeniach typu Split parownik wraz z odpowiednimi cichobieżnymi wentylatorami osiowymi ustawiony jest na zewnątrz. Połączenie odbywa się z pomocą przewodów czynnika roboczego – nie ma potrzeby używania kanałów powietrznych. Dzięki zastosowaniu bezpiecznego czynnika roboczego R 407C ustawienie może nastąpić w dowolnym miejscu.

Utrzymanie stanu nie zamarzania nie jest konieczne, dzięki temu, że czynnik roboczy w parowniku, również przez dłuższy czas zatrzymania urządzenia, nie może zamarznąć.

Wg VDI 2058 nie wolno przekraczać następujących wartości poziomu hałasu:

Zwykłe obszar zabudowy mieszkalnej: 55 dB(A) / 40 dB(A)  
 Wyłączne obszary zabudowy mieszkalnej: 50 dB(A) / 35 dB(A)

Pompa ciepła nie osiąga poziomu tych wartości w żadnym stopniu, jest o wiele cichsza.

### **Przewiduje się system biwalentny-alternatywny.**

**Pompa ciepła grzeje samodzielnie do określonego punktu przełączania. Za tym punktem grzeje samodzielnie wymiennik ciepła zasilany z msc.**

Pompy ciepła do ogrzewania dla systemu powietrze/woda są stosowane w instalacjach grzewczych, jak również do chłodzenia, odzyskiwania ciepła oraz do przygotowywania ciepłej wody użytkowej.

Seryjna produkcja, wraz z hermetyczną sprężarką typu Scroll o najwyższym współczynniku sprawności, całkowicie cichobieżną. Płytkowy wymiennik ciepła ze stali nierdzewnej ze specjalnym systemem rozdzielania czynnika roboczego dla osiągnięcia najwyższych współczynników efektywności jako skraplacz.

Termostatycznie sterowany zawór rozprężający z zewnętrzną kompensacją ciśnienia. Obieg termodynamiczny jest całkowicie izolowany przed stratami ciepła i przed rosą oraz zoptymalizowany dla celów użytkowych. Najwyższe współczynniki efektywności

w wygodnym trybie rzeczywistej pracy grzewczej. Obszernie zwymiarowany zbieracz czynnika roboczego dla utrzymania stałej ekonomiczności urządzenia. Przewody chłodnicze wykonane dla osiągnięcia maksymalnego, długotrwałego bezpieczeństwa pracy.

Obieg termodynamiczny jest odwracalny, wyposażony w zawór 4-drogowy, aby zagwarantować funkcję odszraniania za pomocą gazu gorącego. Posiada tego dwa zawory rozprężające dla zwiększenia bezpiecznej pracy urządzenia.

## **III Kociołnia z kotłami kondensacyjnymi.**

### **Warunki użytkowania gazowego kotła kondensacyjnego:**

1. Najlepiej pracuje w okresie przejściowym temp. zewnętrznych od +10 do -5 °C .
2. Obciążenie optymalne kotła kondensacyjnego to 20 - 80% mocy nominalnej .
3. Punkt rosy występuje przy granicznej temp. spalin  $t_r = 56$  °C.
4. Przyjmuje się, że takie warunki są przez 85% dni ogrzewania i 100% podgrzewu c.w.u. w sezonie międzygrzewczym / przy zastosowaniu przeciwprądowego płytowego wymiennika ciepła /.
5. Kocioł kondensacyjny wymaga specjalnego podgrzewacza wody użytkowej z dużą powierzchnią grzewczą.
6. Optymalne parametry pracy instalacji to 65/50 lub jeszcze lepiej 40/30 - podłogowe lub lepiej płaszczyznowe.
7. Instalacja CO z kotłem kondensacyjnym wymaga większej powierzchni grzewczej grzejników radiatorowych - a w obiektach docieplanych występuje nadmiar powierzchni grzewczej grzejników - co pozwala obniżyć parametry pracy instalacji CO i dobrze wykorzystać ciepło kondensacji pary wodnej.
8. Kocioł kondensacyjny może pracować z instalacją 80/60 z wykorzystaniem ciepła kondensacji w 80%, co jest dobrym wynikiem /z założeniem, że istniejące grzejniki są przewymiarowane/.



## Kotłownia z kotłami kondensacyjnymi - opis.

Zgodnie z wybranym wariantem przewiduje się kotłownię wodną gazową z kotłami produkcji firmy np. Buderus, Remeha, De Dytrich, Viessmann, Hoval, CTC itp. przystosowanymi do spalania gazu GZ-35, zabezpieczonymi w systemie zamkniętym, technika kondensacyjna, o parametrach czynnika grzewczego 70/55 st. z obiegiem wymuszonym. Kotłownię gazową wbudowaną o mocy docelowej zgodnej z ustaleniami, wg. danych określonych przez **PB Instalacyjny**, należy wykonać na podstawie dokumentacji /projektu budowlanego/. Przyjęto ustalone warunki zabudowy i lokalizację kotłowni w pomieszczeniu w piwnicy budynku Przychodni z jednoczesną likwidacją zbędnych urządzeń grzewczych i nie spełniających normowych wymogów.

Parametry pracy kotłowni - 70/55 C, kotły kondensacyjne  
System zabezpieczenia - zamknięty wg. PN-91/B-02414.  
Obieg wymuszony, pompowy.

Planuje się instalację z kompletnym wyposażeniem z zakresu bezpieczeństwa tj. z regulatorem temperatury wody w kotle oraz ogranicznikiem temperatury bezpieczeństwa. Obwód kotłowy i obwód grzania będą regulowane automatycznie z przełączeniem lato-zima.

Dla kotłowni przewiduje się 2 kotły stalowe, wodne, kondensacyjne, gazowe, produkcji np. firmy Hoval z palnikiem nadmuchowym, modułowanym.

**Razem przewidywana moc zainstalowana w źródle kW 303**

### Parametry kotła Hoval

<input type="checkbox"/> typ gazowy, kondensacyjny, palnik modułowany		
<input type="checkbox"/> max. zużycie gazu GZ-50	24,1	m <sup>3</sup> /h na 1 kocioł
<input type="checkbox"/> moc znamionowa wymagana	152	kW
<input type="checkbox"/> obciążenie cieplne	167	kW

Wraz z kotłem należy zamontować zawór bezpieczeństwa oraz zestaw SYR zabezpieczające przed brakiem wody w kotle..

Do sterowania pracą kotła przewiduje się regulator/sterownik, który steruje odpowiednio pracą kotłowni pogodowo z możliwością programowania w układzie dobowo-tygodniowym z zaworami mieszającymi oraz jeden obwód sterowania bezpośredni.

### W tym celu należy uzupełnić obwody sterowania o urządzenia uzupełniające.

Zabezpieczenie kotła w systemie zamkniętym wg. PN-91/B-02414 przez włączenie w przestrzeń wodną instalacji c.o. rury bezpieczeństwa, z naczyniem wzbiorczym typu REFLEKS, a w przestrzeń wodną kotła zaworu bezpieczeństwa typu SYR.

Praca kotłowni zależna jest od temperatury zewnętrznej oraz od zaprogramowania czasowego. Praca palnika jest uzależniona od obciążenia cieplnego instalacji c.o.

## 7.2. Odprowadzenie spalin.

Planuje się odprowadzenie spalin z kotła do nowoprojektowanego komina spalinowego.

- należy wystąpić i uzyskać opinię kominiarską.

W dolnej części komina należy zamontować wyczystkę, z włączoną rurką Dn15 mm z zaworem odcinającym do odprowadzenia skroplin.

Istniejący komin należy w całości zdemontować.

## 7.3. Pompy obiegowe.

Do wymuszenia obiegu w instalacji planuje się pompy firmy GRUNDFOS, WILO ;

- obiegu c.o.
- obiegu kotła
- obiegu ciepłej wody użytkowej /ładującej/
- obiegu cyrkulacji c.w.u.

## **Zaleca się zastosowanie pomp elektronicznych z płynną regulacją obrotów i wydajności.**

Sterowanie ich pracą realizowane będzie przez regulator firmy HOVAL po podłączeniu do sieci na 220 V.

### **7.4. Uzdatnianie wody obiegowej i uzupełnianie zładu.**

Zakłada się magnetyczną metodę uzdatniania wody obiegowej w zładzie poprzez zamontowanie na przewodzie powrotnym obiegu c.o. filtroodrzućnika magnetycznego .

Ponadto przewiduje się napełnianie zładu wodą zmiękczoną uzyskaną z instalacji stacji uzdatniania wody firmy EPURO - zgodnie z zaleceniami firmy HOVAL.

Uzupełnianie wody obiegowej będzie realizowane przy pomocy presostatu, który będzie sterował pracą pompy uzupełniającej.

### **7.5. Przewody i armatura.**

Wszystkie przewody ciepłne w kotłowni oraz przyłącza do istniejącej instalacji c.o. będą wykonane z spawanych rur stalowych / przewody i kolektory c.o./.

Instalację wykonać zgodnie z projektami technicznymi. Należy zamontować następującą armaturę:

- zawory odcinające kulowe mufowe IMT, EFER
- zawory mieszające trzydrogowe z napędem firmy Danfos lub HONEYWELL
- zawory zwrotne firmy SOCLA typu 601, zawory stałej różnicy ciśnień firmy Danfos, IMI Heimeier
- w najwyższych punktach automatyczne zawory odpowietrzające Dn 15 firmy TACO

### **7.6. Wentylacja.**

Celem dostarczenia odpowiedniej ilości powietrza do spalania gazu i wentylacji pomieszczenia kotłowni przewiduje się wentylację naturalną nawiewno-wywiewną, którą należy wykonać zgodnie z projektem budowlanym i następującymi wytycznymi:

- nawiew - kanał nawiewny/wentylacyjny - z czerpnią wentylacyjną zabezpieczoną - z zamontowaną kratką , zamontowany w oknie lub otworze i sprowadzony 0,30 m nad posadzkę w kotłowni.
- wywiew - pod sufitem pomieszczenia na wlocie do przewodu went. zgodnie z opinią kominiarską

### **7.7. Instalacja gazowa.**

Doprowadzenie gazu do kotłowni przewiduje się z istniejącej instalacji gazowej średniego ciśnienia zgodnie z wydanymi warunkami technicznymi. Główny przewód , prowadzić po trasie jak w projekcie budowlanym z zachowaniem wymogów określonych odpowiednimi przepisami, a przytoczonych w niniejszym opisie w wersji „ hasłowej”. Za kurkiem głównym planuje się elektromagnetyczny zawór odcinający dopływ gazu sterowany impulsem z czujnika/wykrywacza gazu zamontowanego w pomieszczeniu kotłowni.

Przewody prowadzić należy po zewnętrznych i wewnętrznych ścianach budynku, z zachowaniem normatywnych odległości od istniejących przewodów. Przegrody budowlane przekraczać przez przejścia ściennie typu ZW wg. BN-72/8976-50.

Przewody instalacji gazowej należy wykonać z rur stalowych, czarnych, bez szwu, przewodowych , wg. PN-80/H-74219 łączonych przez spawanie. Przewody należy prowadzić po ścianie ze spadkiem min.0,4% w kierunku urządzeń gazowych, mocować do ścian i stropów za pomocą uchwytów.

### **7.8. Wykrywacz gazu .**

W pomieszczeniu kotłowni gazowej należy zamontować pod stropem stacjonarne urządzenie elektroniczne pozwalające na wykrywanie i sygnalizowanie przekroczenia stężeń bezpiecznych gazu oraz sterujące zaworem elektromagnetycznym gazu / Aktywny System Bezpieczeństwa - ASB /.

Zalecane jest zamontowanie urządzenia typu GX-4 z głowicą MAG -1 firmy GAZEX W-wa.

## 7.2. Prace budowlane i elektryczne - wytyczne.

### a) BUDOWLANO-KONSTRUKCYJNE

- ściany pomieszczenia do wysokości 2 m pomalować farbą olejną, a posadzkę wyłożyć terakotą lub wykonać lastriko
- przegrody budowlane graniczące z pomieszczeniami użytkowymi ew. wygłuszyć
- posadzkę wykonać ze spadkiem 1 % do kratki ściekowej
- w ścianach wykonać otwory dla wentylacji i osadzić tuleje stalowe dla przejścia przewodów grzewczych, elektrycznych z uszczelnieniem
- wykonać fundament pod zbiorniki o wysokości 5 cm i wymiarach zgodnie z podstawą z umocnieniem krawędzi cokołu kątownikiem 40 x 40 x 4mm
- uzyskać wymaganą pow. naświetli ( 1/15 pow. posadzki )

### b) ELEKTRYCZNE

- oświetlenie pomieszczenia min. 150 lux,
- wykonać odpowiednią ochronę przeciwporażeniową
- wykonać zasilanie wszystkich urządzeń zgodnie z ich DTR.
- wykonać połączenia wyrównawcze między pompą ciepła i przewodami

## 8. Dalsze działania inwestora.

### Dalsze działania inwestora obejmują:

- 8.1. Wykonanie projektu budowlanego modernizacji wraz z uzgodnieniami i uzyskanie zgłoszenia lub pozwolenia na budowę /jeśli wymagane/.
- 8.2. Złożenie wniosku kredytowego, negocjowanie warunków, uzyskanie promesy lub podpisanie umowy o kredyt /z częściowym umorzeniem/ lub dotacją
  - z BOŚ
  - z **WFOŚIGW w Szczecinie, o/Koszalin**
  - z BGK w Warszawie /fundusz termomodernizacji/Ewentualne dofinansowanie z:
  - **funduszy UE/ RPO, POLiŚ/**
  - funduszy ochrony Bałtyku, ograniczenia emisji CO2 /efekt cieplarniany/
- 8.3. Uzyskanie promesy finansowania inwestycji.
- 8.4. Ogłoszenie przetargu i wybranie najkorzystniejszej oferty z złożonych (koszt robót modernizacyjnych nie powinien odbiegać znacząco od wielkości określonych w audycie).
- 8.5. Zawarcie umowy z wybranym wykonawcą projektu i robót.
- 8.6. Podpisanie umowy z bankiem kredytującym i/lub RPO, POLiŚ
- 8.7. Prace montażowe, odbiorowe, rozruch **instalacji**
- 8.8. Przekazanie do eksploatacji kompletnej instalacji:
  - sprawdzić czy jest kompletność dokumentacji projektowej i powykonawczej
  - sprawdzić czy urządzenia są dopuszczone do ruchu zgodnie z przepisami
  - sprawdzić czy stan urządzeń i przygotowanie miejsca pracy odpowiada warunkom technicznym, bhp, sanitarno-epidemiologicznym oraz ochrony przeciwpożarowej
  - wykonać wymagane badania oraz próby ciśnieniowe na zimno i przeprowadzenie odbioru
  - zgłosić serwisowi autoryzowanemu wykonanie rozruchu w połączeniu z automatyką
  - przeprowadzić 72-godzinny ruch próbny i pomiary stwierdzające, że urządzenia i wykonane roboty budowlano-montażowe odpowiadają parametrom projektowym i warunkom techn.
  - zgłoszenie do odbioru przez właściwy Inspektorat Urzędu Dozoru Technicznego kotłów i stałych zbiorników ciśnieniowych /jeśli dotyczy/.
- 8.9. **Ocena rezultatów technicznych, ekologicznych i ekonomicznych przedsięwzięcia po pierwszym sezonie grzewczym.**

# Załączniki do audytu

- 1 Obliczeniowe zapotrzebowanie ciepła na potrzeby c.w.u**
- 2 Obliczenie wartości NPV i IRR**
- 3 Plan sytuacyjny obiektu**
- 4 Poglądowy schemat technologiczny kotłowni wodnej istniejącej**
- 5 Poglądowy schemat technologiczny kotłowni zmodernizowanej**

## Obliczeniowe zapotrzebowanie ciepła na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej.

Obliczono według Dz.U.2008. 201.1240.

Ze względu na wytyczne przyjęto do obliczeń średni poziom zużycia wody ciepłej  $q_c =$  **50,0**  
dm<sup>3</sup>/os.dobę - co oddaje faktyczne średniodobowe zużycie na osobę wody ciepłej w obiekcie.

### Zapotrzebowanie mocy średniogodzinowe / dla instalacji z zasobnikiem wody /

Lp.	Opis parametrów	Dane	Wartość	Jednostki
1	Jednostkowe zapotrzebowanie ciepła	$t_{cwu}=55$	0,188	GJ/m <sup>3</sup>
2	Liczba użytkowników, wsp. nierównomierności	<b>0,7</b>	<b>68</b>	osób
3	Średnie dobowe zapotrzebowanie na cwu na osobę	$V_{cw}$	0,050	m <sup>3</sup> /dobę
4	Średnie dobowe zapotrzebowanie na cwu razem	$V_d$	2,38	m <sup>3</sup> /d
5	Okres użytkowania w ciągu doby	$t_d$	<b>18</b>	h/dobę
6	Średnie godzinowe zapotrzebowanie na cwu	$V_{\acute{s}r}$	0,13	m <sup>3</sup> /h
7	Czas użytkowania	$t_{u,z}$	<b>365,0</b>	dni/rok
8	Współczynnik korekcyjny temperatury	$k_t$	1	-
9	Zapotrzebowanie ciepłej wody m-c	$V_m$	72,4	m <sup>3</sup> /mc
10	Zapotrzebowanie ciepłej wody na rok	$V_r$	868,7	m <sup>3</sup> /rok
11	Zapotrzebowanie na ciepło dla CWU	$Q_{w,nd}$	45 463,4	kWh/rok
12	Sprawność wytwarzania	$n_{w,g}$	0,86	-
13	Sprawność przesyłu ciepłej wody	$n_{w,d}$	0,60	-
14	Sprawność akumulacji	$n_{w,s}$	0,86	-
15	Sprawność sezonowa wykorzystania	$n_{w,e}$	1,00	-
16	Sprawność całkowita	$n_{w,tot}$	0,44	-
17	<b>Zapotrzebowanie na ciepło końcowe</b>	<b><math>Q_{k,w}</math></b>	<b>102 450,5</b>	<b>kWh/rok</b>
18	<b>Zapotrzebowanie na ciepło końcowe</b>	<b><math>Q_{k,w}</math></b>	<b>368,8</b>	<b>GJ/rok</b>

### Zapotrzebowanie mocy dla potrzeb przygotowania ciepłej wody dla użytkowników.

Lp.	Opis parametrów	Jednostki	Dane	Wartość
1	Ilość mieszkańców	U	osób	68
2	Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę dla 1 użytkownika	$q_c$	dm <sup>3</sup> /d.j.n.	50
3	Czas użytkowania instalacji ciepłej wody	t	h/d	18
4	Współczynnik godzinowej nierównomierności rozbioru wody:	$N_h$		2,33
5	Maksymalne godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u.	$G_{max}$	l/h	440,14
6	Obliczeniowa różnica temperatur c.w.u. :	$t_w-t_z$	C	45
7	Zapotrzebowanie energii cieplnej na podgrzanie ciepłej wody - szczytowa moc cieplna	$q_{cwu} =$	<b>kW</b>	<b>23,0</b>
8	<b>Średniogodzinowa moc cieplna / z zasobnikiem/</b>	<b><math>q_{cwu} \acute{s}r =</math></b>	<b>kW</b>	<b>6,9</b>

**Tabela przepływów finansowych w okresie inwestowania i użytkowania w tys. zł.**  
**Wariant 1.**

Lp.	WYSZCZEGÓLNIENIE	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
<b>A.</b>	<b>WPIŁYW GOTÓWKI</b>											
1	Środki własne inwestycyjne	90,7										
2	Kredyty i pożyczki inwestycyjne	513,7										
3	Dotacje											
4	Przychody z eksploatacji inwestycji											
5	Inne		127,8	127,8	127,8	127,8	127,8	127,8	127,8	127,8	127,8	127,8
	<b>Całkowity roczny wpływ gotówki /bez środków własnych/</b>	513,7	127,8	127,8	127,8	127,8	127,8	127,8	127,8	127,8	127,8	127,8
<b>B.</b>	<b>WYPŁYW GOTÓWKI</b>											
6	Nakłady inwestycyjne	604,4										
7	Koszty eksploatacyjne /bez amort./		108,47	108,47	108,47	108,47	108,47	108,47	108,47	108,47	108,47	108,47
8	Splata kredytów i pożyczek		256,9	256,9								
9	Odsetki od kredytów i pożyczek		10,27	5,14								
10	Podatki											
11	Inne											
	<b>Całkowity roczny wpływ gotówki</b>	604,4	375,6	370,5	108,5	108,5	108,5	108,5	108,5	108,5	108,5	108,5
<b>C.</b>	Roczne przepływy środków pieniężnych netto	-90,7	-247,8	-242,7	19,3	19,3	19,3	19,3	19,3	19,3	19,3	19,3
<b>D.</b>	Skumulowany bilans przepływu środków pieniężnych	-90,7	-338,5	-581,1	-561,8	-542,4	-523,1	-503,7	-484,4	-465,1	-445,7	-426,4

**Wariant 1.**  
**PROJEKT:**

**Wartość bieżąca przepływów netto / NPV/ w tys. zł. i wewnętrzna stopa zwrotu /IRR/.**

anno	Cash Flow	R	NPV <sub>2</sub>	R	NPV <sub>15</sub>	R	NPV <sub>40</sub>	IRR =	
								R	NPV = 0
0	-90,7	1,000	-90,7	1,000	-90,7	1,000	-90,7	1,000	-90,7
1	-247,8	0,980	-242,9	0,870	-215,5	0,714	-177,0	1,258	-311,7
2	-242,7	0,961	-233,2	0,756	-183,5	0,510	-123,8	1,582	-383,9
3	19,3	0,942	18,2	0,658	12,7	0,364	7,0	1,990	38,5
4	19,3	0,924	17,9	0,572	11,1	0,260	5,0	2,503	48,4
5	19,3	0,906	17,5	0,497	9,6	0,186	3,6	3,149	60,9
6	19,3	0,888	17,2	0,432	8,4	0,133	2,6	3,960	76,6
7	19,3	0,871	16,8	0,376	7,3	0,095	1,8	4,981	96,4
8	19,3	0,853	16,5	0,327	6,3	0,068	1,3	6,266	121,2
9	19,3	0,837	16,2	0,284	5,5	0,048	0,9	7,881	152,5
10	19,3	0,820	15,9	0,247	4,8	0,035	0,7	9,913	191,8
<b>NPV=</b>			<b>-430,6</b>		<b>-424,0</b>		<b>-368,5</b>		<b>0,0</b>

Prosty okres zwrotu kapitału:  
SPBT : 31,2 lat

Kredyt WFOŚiGW : s.r.w. NBP% \* 0,4-0,6  
r = 3,7%  
a = 2 lata

IRR = -20,5 %  
NPV<sub>2</sub> = -430,6 tys. zł  
NPV<sub>15</sub> = -424,0 tys. zł