



# Project Energy

smart energy solutions

**PROJECT ENERGY Sp. z o.o.**

90-437 Łódź, al. Kościuszki 80/82

NIP 525-257-02-54 KRS 0000480961

[www.projectenergy.pl](http://www.projectenergy.pl)

## *Tytuł opracowania*

Audyt Instalacji Chłodu Poprawiającej Sprawność Działania Źródła Energii  
Mazowieckiego Szpitala Specjalistycznego Sp. Z o.o. w Radomiu

## *Adres obiektu*

ul. Juliana Aleksandrowicza 5, 26-617 Radom

## *Inwestor*

**Mazowiecki Szpital Specjalistyczny Sp. z o.o.**

## *Opracował*

mgr. inż. Paweł Filaber

## *Data wykonania*

Grudzień 2016r

## 1 TABELA 1. STRONA TYTUŁOWA AUDYTU

1. DANE IDENTYFIKACYJNE ŹRÓDŁA CIEPŁA			
1.1 Nazwa źródła ciepła	Kotłownia i blok kogeneracyjny szpitala	1.2 Rok budowy	2014
1.3 Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji, PESEL*)	Mazowiecki Szpital Specjalistyczny Sp. z o.o. ul. Juliana Aleksandrowicza 5 26-617 Radom woj. mazowieckie NIP 796-296-36-79	1.4 Adres źródła ul. Juliana Aleksandrowicza 5 26-617 Radom	
2. Nazwa, adres i numer REGON podmiotu wykonującego audyt:			
Project Energy Sp. z o.o., al. Kościuszki 80/82, 90-437 Łódź, NIP 525-257-02-54			
3. Imię i nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:			
mgr inż. Paweł Filaber, 75032106415, ul. Prądyńskiego 31, 05-200 Wołomin tel. +48 506 073 950, email: kontakt@kancelariaaudytorska.pl www.kancelariaaudytorska.pl UPR. Nr 703/CE-WSEiZ, audytor energetyczny nr ZAE 1420			
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac:			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego:	
1.			
5. Miejscowość: Łódź, data wykonania opracowania: 02.12.2016r			
Spis treści:			
1	<b>TABELA 1. STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO LOKALNEGO ŹRÓDŁA CIEPŁA .....</b>		1
2	<b>TABELA 2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO LOKALNEGO ŹRÓDŁA CIEPŁA .....</b>		2
3	<b>DOKUMENTY I DANE ŹRÓDŁOWE WYKORZYSTANE PRZY OPRACOWANIU AUDYTU ORAZ WYTYCZNE I UWAGI INWESTORA .....</b>		4
4	<b>WYTYCZNE I UWAGI INWESTORA, STANOWIĄCE OGRANICZENIA ZAKRESU MOŻLIWYCH ULEPSZEŃ .....</b>		6
5	<b>INWENTARYZACJA TECHNICZNO-BUDOWLANA I TECHNOLOGICZNA LOKALNEGO ŹRÓDŁA CIEPŁA .....</b>		7
6	<b>DOKUMENTACJA WYKONANIA KOLEJNYCH KROKÓW ALGORYTMU SŁUŻĄCEGO WSKAZANIU OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO W LOKALNEJ SIECI CIEPŁOWNICZEJ</b>		9

## 2 TABELA 2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO LOKALNEGO ŹRÓDŁA CIEPŁA

TABELA 2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO LOKALNEGO ŹRÓDŁA CIEPŁA

<b>1. Charakterystyka technologiczna</b>			
Wyszczególnienie		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Moc elektryczna przy obciążeniu 100%[kW]	1 166,00	
2.	Moc elektryczna przy obciążeniu 80%[kW]	929,60	
3.	Moc elektryczna przy obciążeniu 70%[kW]	813,40	
4.	Moc cieplna przy obciążeniu 100%[kW]	1 303,00	
5.	Moc cieplna przy obciążeniu 80%[kW]	1 042,40	
6.	Moc cieplna przy obciążeniu 70%[kW]	912,10	
7.	Zużycie gazu przy obciążeniu 100% [N m <sup>3</sup> /h]	295,00	
8.	Zużycie gazu przy obciążeniu 80% [N m <sup>3</sup> /h]	299,00	
9.	Zużycie gazu przy obciążeniu 70% [N m <sup>3</sup> /h]	304,00	
10.	Typ kotłów (urządzeń)	Agregat kogeneracyjny: gaz ziemny/en. elektryczna, konwencjonalna kotłownia gazowa, wytwornice wody lodowej chillery	Agregat kogeneracyjny: gaz ziemny/en. elektryczna, konwencjonalna kotłownia gazowa, agregat absorpcyjny wytwarzania wody lodowej
<b>2. CHARAKTERYSTYKA ENERGETYCZNA (w okresie wiosenno-letnim)</b>			
1.	Liczba godzin pracy	2 928,00	2 928,00
2.	Ilość wytwarzanej energii elektrycznej [kWh]	2 465 299,20	3 414 048,00
3.	Ilość wytwarzanego ciepła [kWh]	2 764 444,80	3 815 184,00
4.	Obliczeniowe zużycie gazu [Nm <sup>3</sup> ]	886 512,00	863 760,00
5.	Ilość zużywanej energii użytkowej do pracy agregatu kogeneracyjnego [kWh]	8 872 507,60	8 644 798,00
6.	Zapotrzebowanie na moc chillerów [kW]	492,00	65,00
7.	Moc agregatu absorpcyjnego [kW]	-	427,00
8.	Ilość energii końcowej potrzebnej do pracy chillerów w analizowanym okresie ( $\eta = 1,93$ ) [kWh]	746 412,44	98 611,40
9.	Ilość energii końcowej potrzebnej do wytwarzania chłodu [kWh]	746 412,44	1 937 223,16
10.	Ilość energii pierwotnej potrzebnej do produkcji chłodu [kWh]	2 239 237,31	1 231 025,68
<b>3. EFEKTY TERMOMODERNIZACJI I WYNIKI ANALIZY EKONOMICZNEJ</b>			
Zmniejszenie zużycia energii w badanym okresie [%]			9,10%
Koszt zakupu energii elektrycznej w analizowanym okresie - wyjściowy [zł]*			24 788,36
Koszt pracy kogeneratora w analizowanym okresie - wyjściowy [zł]			766 657,91
Koszt wytwarzania energii elektrycznej w analizowanym okresie - docelowy [zł]			3 274,88

Koszt pracy kogeneratora w analizowanym okresie - docelowy [zł]	746 981,92
Oszczędności w analizowanym okresie [zł]	41 189,46
Planowana kwota kredytu [zł] przy założeniu wkładu własnego na poziomie 15%	1 360 000,00
Planowane koszty całkowite [zł]	1 600 000,00
Redukcja emisji CO <sub>2</sub> tonCO <sub>2</sub> w analizowanym okresie	572,00

\* Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii cieplnej i elektrycznej wynikająca z pracy istniejącego układu kogeneracyjnego

### 3 DOKUMENTY I DANE ŹRÓDŁOWE WYKORZYSTANE PRZY OPRACOWANIU AUDYTU ORAZ WYTYCZNE I UWAGI INWESTORA

#### 3.1 Cel pracy

Podstawowym celem opracowania jest zapewnienie rozbioru ciepła produkowanego w urządzeniu kogeneracyjnym w okresie wiosenno-letnim pozwalającym na optymalizację jego pracy. Opracowanie swoim zakresem obejmuje:

- ogólną charakterystykę konstrukcyjną lokalnego źródła ciepła,
- wykazu dokumentów i danych źródłowych,
- wyszczególnienie wytycznych i uwag inwestora,
- określenie wielkości środków własnych inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, oraz kwotę kredytu możliwego do zaciągnięcia przez inwestora,
- charakterystykę techniczną lokalnego źródła ciepła,
- charakterystykę techniczną instalacji lokalnego źródła ciepła,
- charakterystykę budynku lokalnego źródła ciepła i jego pomieszczeń,
- bilans ciepła lokalnego źródła ciepła,
- ocenę stanu technicznego instalacji oraz budynku lokalnego źródła ciepła,
- dokumentacji wykonania kolejnych kroków optymalizacyjnych algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego i wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego wraz z kosztorysami sporządzonymi według metody kalkulacji uproszczonej określonej w przepisach odrębnych,
- opisu technicznego, niezbędnych szkiców i przedmiaru robót optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, przewidzianego do realizacji.
- Charakterystyka energetyczna obiektu pod względem zapotrzebowania na chłód do obniżania temperatury pomieszczeń szpitala.

### 3.2 Dokumentacja projektowa

- Inwentaryzacja instalacji ciepłowniczej wraz ze źródłem ciepła wykonana na potrzeby opracowania.
- Dokumentacja instalacji kogeneracyjnej.
- Opis oraz inwentaryzacja istniejących wytwornic wody lodowej (chillerów).

### 3.3 Inne dokumenty

- Aktualne ceny nośnika energii.
- Dane dostarczone przez inwestora dotyczące źródła ciepła, instalacji, itp.

### 3.4 Obowiązujące normy i rozporządzenia

- „Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej”.
- PN-EN ISO 6946 "Komponenty budowlane i elementy budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczania".
- PN-EN ISO 13370 "Właściwości cieplne budynków - Wymiana ciepła przez grunt - Metody obliczania".
- PN-EN ISO 14683 "Mostki cieplne w budynkach - Liniowy współczynnik przenikania ciepła - Metody uproszczone i wartości orientacyjne".
- PN-EN 12831 "Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego".
- PN-EN ISO 13790 „Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii do ogrzewania i chłodzenia”.
- Wartości opałowe (WO) i wskaźniki emisji CO<sub>2</sub> (WE) w roku 2013 do raportowania w ramach Wspólnotowego Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji za rok 2016.

#### **4 WYTYCZNE I UWAGI INWESTORA, STANOWIĄCE OGRANICZENIA ZAKRESU MOŻLIWYCH ULEPSZEŃ**

W ramach planowanego usprawnienia rozważa się podwyższenie sprawności wykorzystania istniejącego agregatu kogeneracyjnego poprzez zastosowanie w układzie agregatu absorpcyjnego wykorzystywanego w okresie wiosenno-letnim do wytwarzania wody lodowej wykorzystywanej do chłodzenia pomieszczeń szpitala oraz zwiększenia produkcji energii elektrycznej wykorzystywanej do potrzeb własnych szpitala.

W stanie obecnym w miesiącach od maja do września zmniejsza się zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania, co skutkuje koniecznością obniżenia wydajności bloku kogeneracyjnego przez co nie pracuje optymalnie. Szacuje się, że w miesiącach letnich obciążenie bloku kogeneracyjnego spada do 70% wydajności maksymalnej, co przekłada się na straty i wzrost kosztów eksploatacji zarówno obiektów jak i urządzenia (zmniejsza się wielkość produkcji energii elektrycznej). W związku z powyższym planuje się doposażenie istniejącej instalacji wytwarzania wody lodowej do schładzania pomieszczeń szpitala (dwóch chillerów o łącznej mocy chłodniczej 492kW) w agregat absorpcyjny o mocy chłodniczej ok. 427kW zlokalizowany w budynku wytwarzania chłodu i zbiornika buforowego chłodu. Dzięki wykorzystaniu wysokosprawnego urządzenia do wytwarzania wody lodowej w okresie wiosenno-letnim zwiększy się sprawność całego systemu kogeneracyjnego (wytwarzania ciepła oraz produkcji energii elektrycznej).

Inwestycja będzie realizowana przy udziale środków zewnętrznych w wysokości do 85% kosztów kwalifikowanych.

## 5 INWENTARYZACJA TECHNICZNO-BUDOWLANA I TECHNOLOGICZNA LOKALNEGO ŹRÓDŁA CIEPŁA

### 5.1 Charakterystyka konstrukcyjna i techniczna lokalnego źródła ciepła

W stanie istniejącym źródłem ciepła do wytwarzania ciepła do ogrzewania i produkcji energii elektrycznej jest gaz ziemny zasilający blok kogeneracyjny o mocy cieplowniczej 660kW (do przygotowania ciepłej wody użytkowej bez instalacji wytwarzania pary technologicznej oraz energii elektrycznej). Do wytwarzania chłodu wykorzystuje się dwie wytwornice wody lodowej (chillery) o łącznej mocy chłodniczej 492kW. Docelowo instalacja wytwarzania chłodu ma zostać uzupełniona o agregat absorpcyjny wytwarzania wody lodowej o mocy ok. 427kW i sprawności ok. 65-80% (do obliczeń przyjęto sprawność 68%).

Instalacja źródła ciepła jest nowa lub była modernizowana w ostatnich latach.

Prawność eksploatacyjna ze względu na obciążenie bloku kogeneracyjnego w poszczególnych miesiącach:

Lp	Miesiąc	Nominalna sprawność ogólna agr. kogeneracyjnego	Wykorzystanie	Rzeczywista sprawność ogólna agr. kogeneracyjnego
1	styczeń	90,80	100	90,80
2	luty	90,80	100	90,80
3	marzec	90,80	100	90,80
4	kwiecień	90,80	100	90,80
5	maj	90,80	80	72,64
6	czerwiec	90,80	70	63,56
7	lipiec	90,80	70	63,56
8	sierpień	90,80	70	63,56
9	wrzesień	90,80	80	72,64
10	październik	90,80	100	90,80
11	listopad	90,80	100	90,80
12	grudzień	90,80	100	90,80
Średnia sprawność ogólna		90,80	Średnia sprawność ogólna	80,96

Uwaga! Sprawność ogólną przyjęto na podstawie danych dostarczonych przez producenta agregatu kogeneracyjnego.



## 5.2 Ocena stanu technicznego instalacji oraz budynku lokalnego źródła ciepła

Instalacja jest nowa lub była modernizowana w ostatnich latach. Pomieszczenia bloku kogeneracyjnego są nowoczesne i nie wymagają modernizacji.

## 6 DOKUMENTACJA WYKONANIA KOLEJNYCH KROKÓW ALGORYTMU SŁUŻĄCEGO WSKAZANIU OPTYMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA

### 6.1 Wskazanie usprawnień termomodernizacyjnych dla lokalnego źródła ciepła

W ramach inwestycji realizowane będzie zwiększenie obciążenia agregatu kogeneracyjnego w miesiącach wiosenno-letnich, zastosowanie agregatu absorpcyjnego wytwarzającego wodę lodową do chłodzenia pomieszczeń szpitala. Zwiększona produkcja energii elektrycznej z bloku kogeneracyjnego będzie wykorzystana na potrzeby własne szpitala.

### 6.2 Obliczenie nakładów inwestycyjnych dla wskazanego w pkt. 6.1 wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Szacunkowy koszt modernizacji instalacji ciepła doprowadzonej do agregatu absorpcyjnego zakup samego agregatu wraz z projektami i dokumentacją wynosi ok. 1 300 813,01zł netto.

### 6.3 Wyznaczenie efektów energetycznych dla wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego wskazanego w pkt. 6.1

### 6.4 Obliczenie efektu ekologicznego przedsięwzięcia

Do obliczenia efektu ekologicznego posłużono się danymi prezentowanymi w bazie KOBIZE.

Wartość opałowa gazu ziemnego:  $WO = 36,03 \text{ MJ/m}^3$

Wartość wskaźnika emisji  $\text{CO}_2$  dla gazu ziemnego:  $WE \text{ CO}_2 = 56,10 \text{ kg/GJ}$

Wartość wskaźnika emisji dla energii elektrycznej pochodzącej z sieci elektroenergetycznej w Polsce:  $WE \text{ CO}_2 = 812 \text{ kg/MWh}$ .

Dane do obliczeń	Ilość zużytego paliwa/energii przed	Ilość zużytego paliwa/energii po	Emisja $\text{CO}_2$ przed	Emisja $\text{CO}_2$ po
Obliczeniowe zużycie gazu [ $\text{Nm}^3$ ]	886 512,00	863 760,00	1 791,89	1 745,90
Ilość energii potrzebnej do pracy chillerów w analizowanym okresie (spr. 1,93) [kWh]	746 412,44	98 611,40	606,09	80,07
		Suma	2 397,98	1 825,98
		Roczne oszczędności		572,00

Analiza zakłada, że energia elektryczna do zasilania chillerów przed modernizacją pochodzi w całości z sieci elektroenergetycznej.

## 6.5 Wnioski

Podwyższenie efektywności wykorzystania agregatu kogeneracyjnego w okresie wiosenno-letnim (2928h/rok) spowoduje zwiększenie produkcji energii elektrycznej o 948 748,80kWh, która w całości będzie mogła być wykorzystana na pracę chillerów oraz inne potrzeby bieżące szpitala. Jednocześnie zwiększenie obciążenia kogeneratora spowoduje wzrost ciepła, które planuje się wykorzystać do wytwarzania wody lodowej w agregacie absorpcyjnym spiętym w układ z istniejącymi chillerami. Rozwiązanie takie spowoduje redukcję zużycia energii o 9,1% oraz redukcję emisji CO<sub>2</sub> o 572tony/rok