



## BIURO PROJEKTOWO – USŁUGOWE mgr inż. Jacek Pietruszka

ul. Batalionów Chłopskich 19, 33-300 Nowy Sącz  
NIP: 734-118-89-36; REGON: 492941572  
e-mail: biuroproeko@biuroproeko.com.pl  
j.pietruszka@biuroproeko.com.pl

tel/fax: (018) 442-10-36  
kom.: 519-146-764  
kom.: 505-953-775  
kom.: 503-103-248 (J. Pietruszka)



|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Temat       | <b><i>PROJEKT KONCEPCYJNY DOTYCZĄCY<br/>ENERGOOSZCZĘDNYCH ROZWIĄZAŃ TECHNOLOGICZNYCH<br/>W OBIEKTACH SAMODZIELNEGO PUBLICZNEGO<br/>ZAKŁADU OPIEKI ZDROWOTNEJ W GŁUCHOŁAZACH<br/>Z UWZGLĘDNIENIEM ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII,<br/>W CELU PODNIESIENIA EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ<br/>OBIEKTÓW SZPITALA</i></b> |
| Lokalizacja | <b>ul. Józefa Lompy 2<br/>48-340 Głucholazy</b>                                                                                                                                                                                                                                                                |

Nowy Sącz  
Październik 2018

## **SPIS TREŚCI**

|                 |                                                                                                           |    |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.              | WPROWADZENIE.....                                                                                         | 3  |
| CZĘŚĆ I.....    |                                                                                                           | 4  |
| 2.              | STAN AKTUALNY .....                                                                                       | 4  |
| 3.              | BILANS CIEPŁA – STAN OBECNY .....                                                                         | 5  |
| 4.              | BILANS ENERGII ELEKTRYCZNEJ – STAN OBECNY .....                                                           | 5  |
| 5.              | ANALIZA POTENCJALNYCH ROZWIĄZAŃ ŹRÓDŁA CIEPŁA I ALTERNATYWNEGO<br>POZYSKIWANIA ENERGII ELEKTRYCZNEJ ..... | 5  |
| 6.              | ZAKRES MODERNIZACJI .....                                                                                 | 5  |
| CZĘŚĆ II.....   |                                                                                                           | 7  |
| 7.              | WARIANT 0.I – WYŁĄCZENIE KOTŁOWNI WĘGLOWEJ .....                                                          | 7  |
| 7.1.            | KONFIGURACJA URZĄDZEŃ .....                                                                               | 7  |
| 7.2.            | ANALIZA EKONOMICZNA WARIANTU .....                                                                        | 7  |
| 8.              | WARIANT 0.II – MODERNIZACJA KUCHNI .....                                                                  | 9  |
| 8.1.            | STAN AKTUALNY .....                                                                                       | 9  |
| 8.2.            | KONFIGURACJA URZĄDZEŃ .....                                                                               | 9  |
| 8.3.            | ANALIZA EKONOMICZNA WARIANTU .....                                                                        | 10 |
| 8.4.            | PORÓWNANIE WARIANTÓW .....                                                                                | 13 |
| 9.              | WARIANT I – PANELE FOTOWOLTAICZNE .....                                                                   | 14 |
| 9.1.            | ZASADA DZIAŁANIA .....                                                                                    | 14 |
| 9.2.            | KONFIGURACJA URZĄDZEŃ .....                                                                               | 15 |
| 9.3.            | ANALIZA EKONOMICZNA WARIANTU .....                                                                        | 21 |
| 10.             | WARIANT II – KOGENERACJA .....                                                                            | 23 |
| 10.1.           | ZASADA DZIAŁANIA .....                                                                                    | 23 |
| 10.2.           | KONFIGURACJA URZĄDZEŃ .....                                                                               | 23 |
| 10.3.           | ANALIZA EKONOMICZNA WARIANTU .....                                                                        | 25 |
| 11.             | WARIANT III – POWIETRZNE POMPY CIEPŁA .....                                                               | 27 |
| 11.1.           | ZASADA DZIAŁANIA .....                                                                                    | 27 |
| 11.2.           | ZAPOTRZEBOWANIE MOCY CIEPLNEJ NA C.W.U. ....                                                              | 27 |
| 11.3.           | KONFIGURACJA URZĄDZEŃ .....                                                                               | 29 |
| 11.4.           | ANALIZA EKONOMICZNA WARIANTU .....                                                                        | 37 |
| 12.             | WARIANT IV – MODERNIZACJA INSTALACJI CENTRALNEGO OGRZEWANIA .....                                         | 43 |
| 12.1.           | STAN OBECNY .....                                                                                         | 43 |
| 12.2.           | ANALIZA EKONOMICZNA WARIANTU .....                                                                        | 43 |
| 13.             | WARIANT V – OŚWIETLENIE LED .....                                                                         | 46 |
| 13.1.           | ZASADA DZIAŁANIA .....                                                                                    | 46 |
| 13.2.           | STAN OBECNY OŚWIETLENIA .....                                                                             | 46 |
| 13.3.           | KONFIGURACJA URZĄDZEŃ .....                                                                               | 47 |
| 13.4.           | ANALIZA EKONOMICZNA WARIANTU .....                                                                        | 47 |
| 14.             | WARIANT VI .....                                                                                          | 49 |
| 14.1.           | KONFIGURACJA URZĄDZEŃ .....                                                                               | 49 |
| 14.2.           | ANALIZA EKONOMICZNA WARIANTU .....                                                                        | 49 |
| CZĘŚĆ III ..... |                                                                                                           | 52 |
| 15.             | PORÓWNANIE WYNIKÓW ANALIZY EKONOMICZNEJ .....                                                             | 52 |
| 16.             | WNIOSKI .....                                                                                             | 54 |
| 17.             | CZĘŚĆ INFORMACYJNA .....                                                                                  | 55 |

## **1. WPROWADZENIE**

Przedmiotem niniejszego opracowania jest przedstawienie koncepcji techniczno-ekonomicznej modernizacji źródła ciepła mającej na celu maksymalne obniżenie kosztów utrzymania Samodzielnego Publicznego Zakładu Opieki Zdrowotnej w Głuchołazach w zakresie wytworzenia i zużycia energii cieplnej przy zastosowaniu odnawialnych źródeł energii, ze szczególnym zwróceniem uwagi na ochronę środowiska w ramach kompleksowego podejścia do gospodarki energetycznej Szpitala.

Rosnące ceny paliw i energii, wzrost wymagań dotyczących ochrony środowiska, a co za tym idzie rosnące koszty utrzymania i koszty wytwarzania ciepła powodują, że wszelkie podejmowane działania mające na celu obniżenie zużycia energii mogą mieć strategiczne znaczenie dla funkcjonowania jednostek budżetowych.

W pierwszej części opracowania zidentyfikowano aktualne zapotrzebowanie: energii cieplnej i energii elektrycznej.

Druga część obejmuje koncepcję modernizacji źródła ciepła z możliwością pozyskania energii elektrycznej. Dla każdego wariantu przedstawiono zasadę działania rozwiązania technologicznego oraz analizę ekonomiczną.

Trzecia część niniejszej analizy zawiera podsumowania przedstawionych wariantów.

Proponowane rozwiązania oparto o dostępne paliwa z uwzględnieniem oddziaływania źródeł ciepła na środowisko.

Podstawą podjętych działań były informacje pozyskane od użytkownika w formie: zapisów, raportów, informacji przekazanych przez personel techniczny, a także wizja lokalna na terenie Samodzielnego Publicznego Zakładu Opieki Zdrowotnej w Głuchołazach.

Opracowanie stanowi podstawę do podjęcia decyzji o kierunku modernizacji źródła ciepła oraz do opracowania optymalnego finansowania dla planowanego przedsięwzięcia.

## CZĘŚĆ I

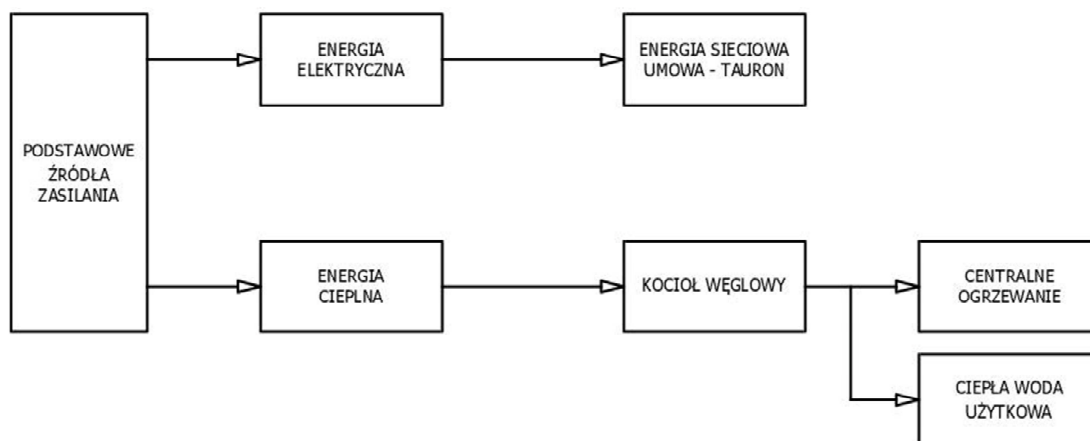
### 2. STAN AKTUALNY

Kompleks szpitalny składa się z 3 budynków o różnym przeznaczeniu: Szpital nr 1 przy ul. Marii Skłodowskiej-Curie oraz Szpital nr 2 (budynki A i B) przy ul. Józefa Lompy.

Budynki A i B są zasilane w ciepło z wolnostojącej kotłowni. W kotłowni zainstalowane są dwa kotły parowe: węglowy Strauch & Schmidt z 1936 roku o mocy ok. 900 kW oraz gazowy Hoval THD-PU 400 o mocy 260 kW (wycofany z eksploatacji ze względu na stan techniczny).

Przygotowanie ciepłej wody użytkowej odbywa się za pomocą wymiennika płaszczowo-rurowego przeciwprądowego typu JAD 3/18. Woda trafia do budynków siecią zewnętrzną, a następnie na zasobniki o pojemności 1600 dm<sup>3</sup> (po jednym dla każdego budynku). Rozprowadzenie wewnętrzne c.w.u. odbywa się z wykorzystaniem przewodów stalowych, ocynkowanych. Zarówno rury jak i izolacja termiczna instalacji wewnętrznej wykazują duży stopień zużycia.

Dla potrzeb centralnego ogrzewania wykorzystywana jest wymiennikownia, w której pracują wymienniki ReHeat Ultra Flex oraz WWB-1. Instalacja wewnętrzna wykonana jest, jako pompowa, 2-przewodowa, otwarta. Rury stalowe czarne, łączone przez spawanie, prowadzone po wierzchu ścian.



Rys. 1. Schemat blokowy – stan obecny – Szpital nr 2

Sieci ciepłe charakteryzują się zróżnicowanym stopniem zużycia, ale ogólny stan można określić, jako kwalifikujący do wymiany. W dużo gorszym stanie znajduje się istniejąca kotłownia węglowa wraz z oprzyrządowaniem. Ponadto istotnym problemem jest emisja zanieczyszczeń do atmosfery przy wytwarzaniu ciepła z węgla.

Energia elektryczna dostarczana jest na podstawie umowy z TAURON w Krakowie.

Obydwa budynki Szpitala nr 2 przeszły kompleksową termomodernizację obejmującą docieplenie ścian zewnętrznych, dachów, stropów oraz wymianę stolarki okiennej i drzwiowej. Przegrody są w dobrym stanie technicznym i spełniają wymagania Warunków Technicznych na rok 2017.

### **3. BILANS CIEPŁA – STAN OBECNY**

Z istniejących zapisów o zużyciu i produkcji ciepła na potrzeby Szpitala wynika, iż średnie roczne zużycie ciepła w roku 2017 wyniosło ~1947,4 MWh/a.

Profil zużycia ciepła na potrzeby centralnego ogrzewania jest typowy dla budynków szpitalnych. Największe zużycie występuje w miesiącach styczeń, luty i marzec; najniższe w lipcu i sierpniu. W przypadku ciepłej wody użytkowej i ciepła technologicznego występuje stały poziom zapotrzebowania.

### **4. BILANS ENERGII ELEKTRYCZNEJ – STAN OBECNY**

Z istniejących zapisów o zużyciu energii elektrycznej na potrzeby Szpitala wynika, iż średnie roczne zużycie energii elektrycznej w roku 2017 wyniosło ~251,4 MWh/a.

### **5. ANALIZA POTENCJALNYCH ROZWIĄZAŃ ŹRÓDŁA CIEPŁA I ALTERNATYWNEGO POZYSKIWANIA ENERGII ELEKTRYCZNEJ**

Istotnym warunkiem, który jest jednocześnie jednym z kryteriów wyboru technologii optymalizacyjnej jest zmniejszenie stopnia emisji oraz obniżenie obecnego poziomu kosztów wytwarzania ciepła.

Dla możliwych alternatywnych źródeł ciepła, ze względu na określony cel, tj. wbudowanie w ramach istniejącego systemu przy równoczesnym obniżeniu poziomu kosztu wytwarzania ciepła i oszczędności energii elektrycznej oraz zmniejszenia stopnia emisji, dokonano analizy dostępnych na rynku technologii.

Podstawowymi kryteriami przy wstępnej selekcji były następujące parametry:

- dostępność technologii,
- dostępność paliwa/energii,
- dostępność miejsca/terenu,
- koszt wytwarzania ciepła,
- obniżenie poziomu emisji do atmosfery,
- możliwość dofinansowania zewnętrznego (preferencyjnego).

### **6. ZAKRES MODERNIZACJI**

W ramach opracowania rozpatrzono różne warianty działań modernizacyjnych mających na celu obniżenie zużycia energii cieplnej jak i elektrycznej wytwarzanych przez konwencjonalne źródła. W ramach kompleksowego podejścia do aktualnych i przyszłych potrzeb grzewczych i chłodniczych obiektu oraz po weryfikacji możliwych rozwiązań zdecydowano poddać analizie uzasadnione technicznie rozwiązania:

**WARIANT 0.I** – wyłączenie z użytkowania kotłowni węglowej.

Wariant poddany analizie, jako niezbędny ze względu na zły stan techniczny istniejącej kotłowni węglowej. Wariant ten stanowi punkt wyjścia dla analizowanych rozwiązań. Aby nie zaburzać wyników finansowych w obliczeniach i kosztorysach nie uwzględniono kosztów inwestycyjnych i eksploatacyjnych wariantu. Kosztorysy łączne uwzględniające wariant 0.I pokazano na końcu każdego rozpatrywanego wariantu.

## **WARIANT 0.II** – modernizacja kuchni szpitalnej.

Wariant 0.II składa się z trzech rozwiązań:

**WARIANT 0.IIa** – wymiana kotłów warzelnych na nowe i instalacja gazowej wytwornicy pary,

**WARIANT 0.IIb** – wymiana kotłów warzelnych na kotły warzelne elektryczne,

**WARIANT 0.IIc** – wymiana kotłów warzelnych na kotły warzelne gazowe.

Rozwiązanie optymalne zostało uwzględnione w kosztorysach we wszystkich następnych wariantach zakładających wyłączenie z eksploatacji istniejącej kotłowni węglowej Szpitala nr 2. Aby nie zaburzać wyników finansowych w obliczeniach i kosztorysach nie uwzględniono kosztów inwestycyjnych i eksploatacyjnych wariantu. Kosztorysy łączne uwzględniające wariant 0.II pokazano na końcu każdego rozpatrywanego wariantu.

**WARIANT I** – wbudowanie w istniejący system zaopatrzenia w energię elektryczną instalacji paneli fotowoltaicznych.

Zestawienie źródeł:

energii elektrycznej: panele fotowoltaiczne + istniejący system zasilania.

**WARIANT II** – wbudowanie w istniejący system zaopatrzenia w energię ciepłą i elektryczną systemu kogeneracji: produkcji ciepła i energii elektrycznej.

Zestawienie źródeł:

ciepła: agregaty kogeneracyjne + kotłownia gazowa.

energii elektrycznej: agregaty kogeneracyjne + istniejący system zasilania.

**WARIANT III** – wbudowanie w istniejący system zaopatrzenia w energię ciepłą powietrznych pomp ciepła na potrzeby centralnego ogrzewania i ciepłej wody użytkowej.

Zestawienie źródeł:

ciepła: powietrzne pompy ciepła dla potrzeb c.o. i c.w.u. + kotłownia gazowa.

Wariant III składa się z dwóch rozwiązań:

**WARIANT IIIa** – instalacja powietrznych pomp ciepła dla potrzeb c.w.u.,

**WARIANT IIIb** – instalacja powietrznych pomp ciepła dla potrzeb c.w.u. i c.o.

**WARIANT IV** – modernizacja instalacji centralnego ogrzewania.

**WARIANT V** – wymiana oświetlenia Szpitala na energooszczędne oświetlenie LED.

**WARIANT VI** – Wykonanie instalacji fotowoltaicznej. Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania. Wymiana oświetlenia na LED.

## CZĘŚĆ II

### 7. WARIANT 0.I – WYŁĄCZENIE KOTŁOWNI WĘGLOWEJ

#### 7.1. KONFIGURACJA URZĄDZEŃ

Proponowana koncepcja zakłada wyłączenie istniejącej kotłowni węglowej i instalację kotłów gazowo-olejowych w budynkach A i B.

Tab. 1. Zestawienie urządzeń – WARIANT 0.I

| ZESTAWIENIE URZĄDZEŃ – WARIANT 0.I |                                                              |             |
|------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-------------|
| Lp                                 | Nazwa urządzenia                                             | Ilość [szt] |
| 1                                  | Kocioł kondensacyjny 188 kW z palnikiem gaz/olej – budynek A | 2           |
| 2                                  | Kocioł kondensacyjny 245 kW z palnikiem gaz/olej – budynek B | 2           |

#### 7.2. ANALIZA EKONOMICZNA WARIANTU

W celu określenia rentowności inwestycji – **IRR**, założono okres działania poszczególnych systemów na 15 lat.

#### Wyłączenie kotłowni węglowej – WARIANT 0.I

**Analiza prowadzona na podstawie zużycia nośników energii w oparciu o następujące dane i założenia:**

- roczne zużycie ciepła dla Szpitala nr 2.....**1947,4 MWh/a;**
- koszt 1 MWh energii cieplnej z węgla.....**103,46 zł/MWh netto;**
- koszt 1 MWh energii cieplnej z gazu ziemnego.....**177,37 zł/MWh netto;**
- założony wzrost sprawności wytwarzania energii cieplnej dla Szpitala nr 2.....**40%;**
- roczne zużycie energii cieplnej z uwzględnieniem sprawności.....**1168,4 MWh/a.**

**Wzrost sprawności wytwarzania energii cieplnej przyjęto przy założeniu, że Szpital rezygnuje z istniejącej kotłowni węglowej, w zamian instalując gazowo-olejowe kotły kondensacyjne.**

Tab. 2. Analiza ekonomiczna – WARIANT 0.I

| ANALIZA EKONOMICZNA – WYŁĄCZENIE KOTŁOWNI WĘGLOWEJ |                                       |                                    |                                        |                                     |
|----------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------|
| POZYCJA                                            | STAN PRZED<br>MODERNIZACJĄ<br>[MWh/a] | STAN PO<br>MODERNIZACJI<br>[MWh/a] | KOSZTY PRZED<br>MODERNIZACJĄ<br>[zł/a] | KOSZTY PO<br>MODERNIZACJI<br>[zł/a] |
| ENERGIA<br>CIEPLNA                                 | 1947,4                                | 1168,4                             | 201 478                                | -207 239                            |
| <b>KOSZTY RAZEM [zł/a]</b>                         |                                       |                                    |                                        | <b>5 761</b>                        |

Roczne koszty wykazane na podstawie zużycia nośników energii wynoszą:

**5 761 zł netto/rok**

Na całkowity koszt eksploatacji systemu składają się elementy:

- koszt inwestycji w system,
- koszt energii,
- koszt serwisu systemu.

Szacowany koszt inwestycji został oparty o ceny katalogowe netto.

Tab. 3. Kosztorys szacunkowy – WARIANT 0.I

| <b>KOSZTORYS SZACUNKOWY</b> |                                                 |                |
|-----------------------------|-------------------------------------------------|----------------|
| <b>BUDYNEK A</b>            |                                                 |                |
| Lp                          | Nazwa urządzenia                                | Cena           |
| 1                           | Kotły kondensacyjne 188 kW z palnikami gaz/olej | 190 000        |
| 2                           | Oprzyrządowanie kotłów, armatura                | 50 000         |
| 3                           | Włączenie kotłów do instalacji                  | 90 000         |
| 4                           | Instalacja olejowa                              | 40 000         |
| 5                           | Prace budowlane                                 | 80 000         |
| <b>RAZEM</b>                |                                                 | <b>450 000</b> |
| <b>BUDYNEK B</b>            |                                                 |                |
| Lp                          | Nazwa urządzenia                                | Cena           |
| 1                           | Kotły kondensacyjne 245 kW z palnikami gaz/olej | 205 000        |
| 2                           | Oprzyrządowanie kotłów, armatura                | 60 000         |
| 3                           | Włączenie kotłów do instalacji                  | 100 000        |
| 4                           | Instalacja olejowa                              | 40 000         |
| 5                           | Prace budowlane                                 | 80 000         |
| <b>RAZEM</b>                |                                                 | <b>485 000</b> |

## **8. WARIANT 0.II – MODERNIZACJA KUCHNI**

### **8.1. STAN AKTUALNY**

Obecnie kuchnia szpitalna wyposażona jest w 5 kotłów warzelnych o mocy 30 kW każdy oraz 2 kotły uchylne o mocy 13,5 kW każdy. Kotły zasilane są parą z istniejącej kotłowni węglowej. Zużycie dobowe pary w kuchni wynosi około 1200 kg/d.

### **8.2. KONFIGURACJA URZĄDZEŃ**

Proponowana koncepcja opiera się na zastosowaniu rozwiązania w zakresie technologii kuchni. Rozważa się trzy warianty modernizacji:

- wymianę istniejących kotłów warzelnych na nowe oraz instalację gazowej wytwornicy pary;
- wymianę istniejących kotłów warzelnych na kotły warzelne elektryczne.
- wymianę istniejących kotłów warzelnych na kotły warzelne gazowe.

*Tab. 4. Zestawienie urządzeń – WARIANT 0.II*

| <b>ZESTAWIENIE URZĄDZEŃ – WARIANT 0.IIa</b> |                                                 |             |
|---------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------|
| Lp                                          | Nazwa urządzenia                                | Ilość [szt] |
| 1                                           | Gazowa wytwornica pary                          | 1           |
| 2                                           | Kotły warzelne parowe 200 dm <sup>3</sup>       | 5           |
| 3                                           | Kocioł uchylny parowy 2x30 dm <sup>3</sup>      | 1           |
| <b>ZESTAWIENIE URZĄDZEŃ – WARIANT 0.IIb</b> |                                                 |             |
| Lp                                          | Nazwa urządzenia                                | Ilość [szt] |
| 1                                           | Kotły warzelne elektryczne 200 dm <sup>3</sup>  | 5           |
| 2                                           | Kocioł uchylny elektryczny 2x30 dm <sup>3</sup> | 1           |
| <b>ZESTAWIENIE URZĄDZEŃ – WARIANT 0.IIc</b> |                                                 |             |
| Lp                                          | Nazwa urządzenia                                | Ilość [szt] |
| 1                                           | Kotły warzelne gazowe 200 dm <sup>3</sup>       | 5           |
| 2                                           | Kocioł warzelny gazowy 50 dm <sup>3</sup>       | 1           |

### 8.3. ANALIZA EKONOMICZNA WARIANTU

W celu określenia rentowności inwestycji – **IRR**, założono okres działania poszczególnych systemów na 15 lat.

#### **Modernizacja kuchni – zasilanie parą – WARIANT 0.IIa**

**Analiza prowadzona na podstawie zużycia nośników energii w oparciu o następujące dane i założenia:**

- roczne zużycie ciepła na potrzeby kuchni.....**327,3 MWh/a;**
- koszt 1 MWh energii cieplnej z węgla.....**103,46 zł/MWh netto;**
- koszt 1 MWh energii cieplnej z gazu ziemnego.....**177,37 zł/MWh netto;**
- założony wzrost sprawności wytwarzania energii cieplnej dla technologii kuchni.....**20%;**
- roczne zużycie energii cieplnej z uwzględnieniem sprawności.....**261,8 MWh/a.**

**Wzrost sprawności wytwarzania energii cieplnej przyjęto przy założeniu, że Szpital rezygnuje z istniejącej kotłowni węglowej, w zamian instalując gazową wytwornicę pary.**

Tab. 5. Analiza ekonomiczna – WARIANT 0.IIa

| <b>ANALIZA EKONOMICZNA – MODERNIZACJA KUCHNI</b> |                                       |                                    |                                        |                                     |
|--------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------|
| POZYCJA                                          | STAN PRZED<br>MODERNIZACJĄ<br>[MWh/a] | STAN PO<br>MODERNIZACJI<br>[MWh/a] | KOSZTY PRZED<br>MODERNIZACJĄ<br>[zł/a] | KOSZTY PO<br>MODERNIZACJI<br>[zł/a] |
| ENERGIA<br>CIEPLNA                               | 327,3                                 | 261,8                              | 33 862                                 | -46 435                             |
| <b>KOSZTY RAZEM [zł/a]</b>                       |                                       |                                    |                                        | <b>12 573</b>                       |

Roczne koszty wykazane na podstawie zużycia nośników energii wynoszą:

**12 573 zł netto/rok**

Na całkowity koszt eksploatacji systemu składają się elementy:

- koszt inwestycji w system,
- koszt energii,
- koszt serwisu systemu.

Szacowany koszt inwestycji został oparty o ceny katalogowe netto.

Tab. 6. Kosztorys szacunkowy – WARIANT 0.IIa

| <b>KOSZTORYS SZACUNKOWY</b> |                                            |                |
|-----------------------------|--------------------------------------------|----------------|
| Lp                          | Nazwa urządzenia                           | Cena           |
| 1                           | Gazowa wytwornica pary                     | 200 000        |
| 2                           | Instalacja parowa                          | 110 000        |
| 3                           | Włączenie wytwornicy do instalacji         | 80 000         |
| 4                           | Kotły warzelne parowe 200 dm <sup>3</sup>  | 90 000         |
| 5                           | Kocioł uchylny parowy 2x30 dm <sup>3</sup> | 10 000         |
| <b>RAZEM</b>                |                                            | <b>490 000</b> |

### **Modernizacja kuchni – zasilanie energią elektryczną – WARIANT 0.IIb**

**Analiza prowadzona na podstawie zużycia nośników energii w oparciu o następujące dane i założenia:**

- roczne zużycie ciepła na potrzeby kuchni.....**327,3 MWh/a;**
- koszt 1 MWh energii cieplnej z węgla.....**103,46 zł/MWh netto;**
- koszt 1 MWh energii elektrycznej.....**496,86 zł/MWh netto;**
- założony wzrost sprawności wytwarzania energii cieplnej dla technologii kuchni.....**35%;**
- roczne zużycie energii elektrycznej z uwzględnieniem sprawności.....**212,7 MWh/a.**

**Wzrost sprawności wytwarzania energii cieplnej przyjęto przy założeniu, że Szpital rezygnuje z istniejącej kotłowni węglowej, w zamian instalując elektryczne kotły warzelne.**

Tab. 7. Analiza ekonomiczna – WARIANT 0.IIb

| <b>ANALIZA EKONOMICZNA – MODERNIZACJA KUCHNI</b> |                                       |                                    |                                        |                                     |
|--------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------|
| POZYCJA                                          | STAN PRZED<br>MODERNIZACJĄ<br>[MWh/a] | STAN PO<br>MODERNIZACJI<br>[MWh/a] | KOSZTY PRZED<br>MODERNIZACJĄ<br>[zł/a] | KOSZTY PO<br>MODERNIZACJI<br>[zł/a] |
| ENERGIA<br>CIEPLNA                               | 327,3                                 | 212,7                              | 33 862                                 | -105 682                            |
| <b>KOSZTY RAZEM [zł/a]</b>                       |                                       |                                    |                                        | <b>71 820</b>                       |

Roczne koszty wykazane na podstawie zużycia nośników energii wynoszą:

**71 820 zł netto/rok**

Na całkowity koszt eksploatacji systemu składają się elementy:

- koszt inwestycji w system,
- koszt energii,
- koszt serwisu systemu.

Szacowany koszt inwestycji został oparty o ceny katalogowe netto.

Tab. 8. Kosztorys szacunkowy – WARIANT 0.IIb

| <b>KOSZTORYS SZACUNKOWY</b> |                                                 |                |
|-----------------------------|-------------------------------------------------|----------------|
| Lp                          | Nazwa urządzenia                                | Cena           |
| 1                           | Kotły warzelne elektryczne 200 dm <sup>3</sup>  | 150 000        |
| 2                           | Kocioł uchylny elektryczny 2x30 dm <sup>3</sup> | 15 000         |
| 3                           | Włączenie w istniejącą instalację               | 60 000         |
| <b>RAZEM</b>                |                                                 | <b>225 000</b> |

### **Modernizacja kuchni – zasilanie gazem – WARIANT 0.IIc**

**Analiza prowadzona na podstawie zużycia nośników energii w oparciu o następujące dane i założenia:**

- roczne zużycie ciepła na potrzeby kuchni.....**327,3 MWh/a;**
- koszt 1 MWh energii cieplnej z węgla.....**103,46 zł/MWh netto;**
- koszt 1 MWh energii cieplnej z gazu ziemnego.....**177,37 zł/MWh netto;**
- założony wzrost sprawności wytwarzania energii cieplnej dla technologii kuchni.....**25%;**
- roczne zużycie energii cieplnej z uwzględnieniem sprawności.....**245,5 MWh/a.**

**Wzrost sprawności wytwarzania energii cieplnej przyjęto przy założeniu, że Szpital rezygnuje z istniejącej kotłowni węglowej, w zamian instalując gazowe kotły warzelne.**

*Tab. 9. Analiza ekonomiczna – WARIANT 0.IIc*

| <b>ANALIZA EKONOMICZNA – MODERNIZACJA KUCHNI</b> |                                       |                                    |                                        |                                     |
|--------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------|
| POZYCJA                                          | STAN PRZED<br>MODERNIZACJĄ<br>[MWh/a] | STAN PO<br>MODERNIZACJI<br>[MWh/a] | KOSZTY PRZED<br>MODERNIZACJĄ<br>[zł/a] | KOSZTY PO<br>MODERNIZACJI<br>[zł/a] |
| ENERGIA<br>CIEPLNA                               | 327,3                                 | 245,5                              | 33 862                                 | -43 544                             |
| <b>KOSZTY RAZEM [zł/a]</b>                       |                                       |                                    |                                        | <b>9 682</b>                        |

Roczne koszty wykazane na podstawie zużycia nośników energii wynoszą:

**9 682 zł netto/rok**

Na całkowity koszt eksploatacji systemu składają się elementy:

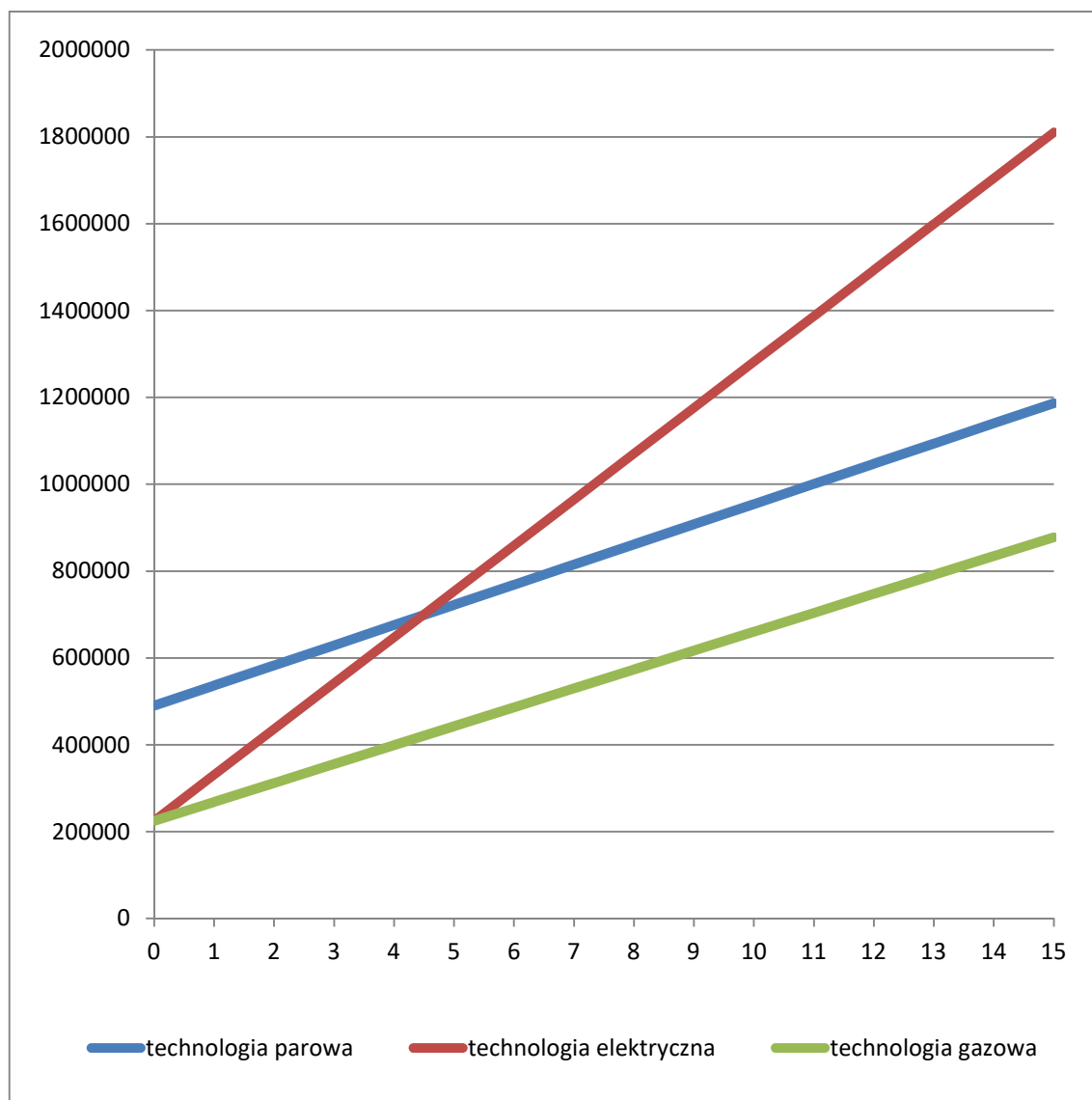
- koszt inwestycji w system,
- koszt energii,
- koszt serwisu systemu.

Szacowany koszt inwestycji został oparty o ceny katalogowe netto.

*Tab. 10. Kosztorys szacunkowy – WARIANT 0.IIc*

| <b>KOSZTORYS SZACUNKOWY</b> |                                           |                |
|-----------------------------|-------------------------------------------|----------------|
| Lp                          | Nazwa urządzenia                          | Cena           |
| 1                           | Kotły warzelne gazowe 200 dm <sup>3</sup> | 110 000        |
| 2                           | Kocioł warzelny gazowy 50 dm <sup>3</sup> | 15 000         |
| 3                           | Włączenie kotłów do instalacji            | 100 000        |
| <b>RAZEM</b>                |                                           | <b>225 000</b> |

#### 8.4. PORÓWNANIE WARIANTÓW



Rys. 2. Porównanie wariantów. Nakłady inwestycyjne i koszty nośników energii

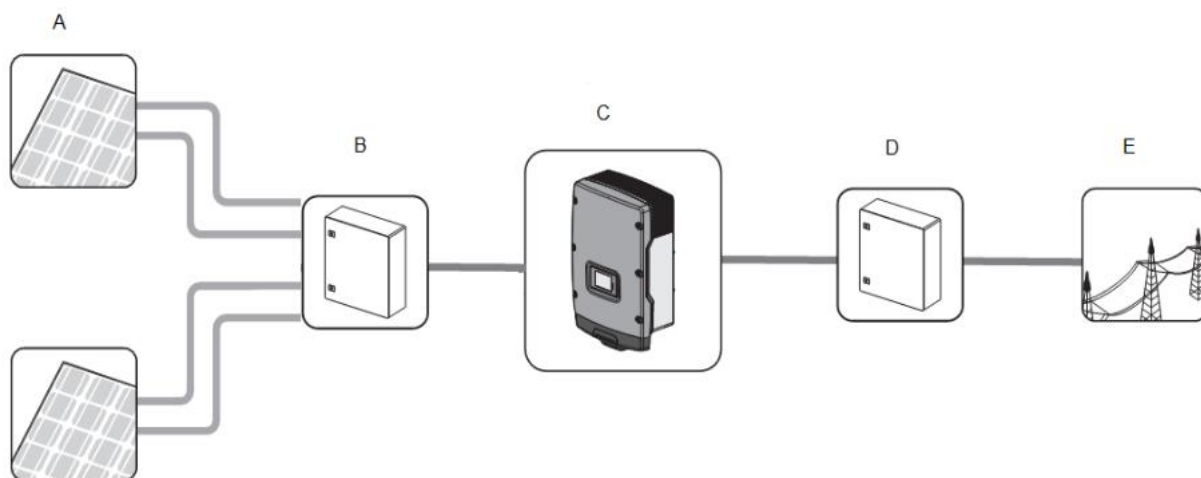
Koszty inwestycyjne wymiany kotłów na gazowe lub elektryczne są na podobnym poziomie, jednak urządzenia elektryczne generują znacznie wyższe koszty eksploatacyjne.

**Dla dalszych analiz, jako optymalny wybrano wariant 0.IIc – wymiana kotłów warzelnych na gazowe. Rozwiązanie to zostaje uwzględnione w kosztorysach i analizach ekonomicznych wariantów zakładających wyłączenie kotłowni węglowej.**

## **9. WARIANT I – PANELE FOTOWOLTAICZNE**

### **9.1. ZASADA DZIAŁANIA**

Panele fotowoltaiczne składają się z połączonych ze sobą ogniw słonecznych. Ogniwa wykonane są w technice półprzewodnikowej i w zależności od budowy mają konstrukcję mono- lub polikrystaliczną. Podstawowym składnikiem ogniw jest krzem, który jest całkowicie bezpieczny, neutralny środowiskowo i odzyskiwany w procesie recyklingu. Gdy promieniowanie słoneczne uderza w ogniwo słoneczne, elektrony wybijane są z atomów w materiale półprzewodnikowym. Jeżeli przewody elektryczne podłączone są do powstałego obwodu elektrycznego, elektrony przechwytywane są w postaci prądu elektrycznego.



*Rys. 3. Schemat zasadniczy połączenia systemu fotowoltaicznego*

- A** – grupy modułów fotowoltaicznych (tzw. stringi paneli)
- B** – skrzynki DC
- C** – inwerter fotowoltaiczny DC/AC
- D** – rozdzielnica zbiorcza AC
- E** – sieć niskiego napięcia (NN – 0,4 kV) Użytkownika

Moduły PV należy połączyć ze sobą w odpowiednio dobrane łańcuchy (stringi), które następnie razem zebrane będą tworzyły generator słoneczny i zostaną podłączone do odpowiednich falowników.

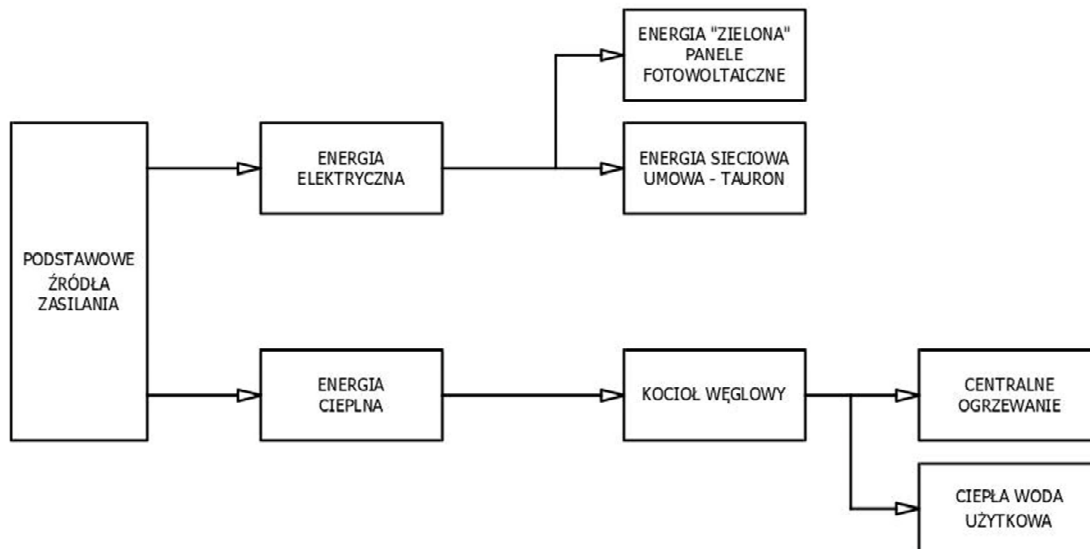
Połączenia poszczególnych generatorów do odpowiednich grup falowników zostaną zrealizowane za pomocą kabli dedykowanych dla instalacji stałoprądowych fotowoltaicznych o przekroju żył roboczych 4 mm<sup>2</sup>. Kable łączące poszczególne moduły fotowoltaiczne będą mocowane do konstrukcji wsporczej samych modułów fotowoltaicznych. Kable pomiędzy łączeniami modułów PV, a falownikami będą prowadzone na trasach kablowych osłoniętych za pomocą rur osłonowych lub korytek kablowych, przy czym rury osłonowe lub korytka kablowe będą przystosowane do pracy w przestrzeniach otwartych i będą odporne na promieniowanie UV.

Skrzynki połączeniowo-ochronne (skrzynki DC) służą do zabezpieczenia i łączenia stringów paneli fotowoltaicznych. W ich wnętrzu należy zainstalować rozłącznik bezpiecznikowy oraz ochronnik przeciwprzepięciowy typu II. Obudowa ponadto musi posiadać gniazda przyłączeniowe panelowe typu MC4 dla szybkiego podłączania i odłączania przewodów solarnych, zarówno od strony paneli fotowoltaicznych i inwertera.

## 9.2. KONFIGURACJA URZĄDZEŃ

Zestawienie dodatkowych źródeł:

- energii elektrycznej: panele fotowoltaiczne



Rys. 4. Schemat blokowy – WARIANT I

Proponowana koncepcja opiera się na zastosowaniu rozwiązania w zakresie produkcji energii elektrycznej.

Tab. 11. Zestawienie urządzeń – WARIANT I

| <b>ZESTAWIENIE URZĄDZEŃ – WARIANT I</b> |                       |             |
|-----------------------------------------|-----------------------|-------------|
| Lp                                      | Nazwa urządzenia      | Ilość [szt] |
| 1                                       | Panele fotowoltaiczne | 280         |

Instalacja fotowoltaiczna powinna spełniać minimalne parametry efektywności średniorocznej opisane w poniższej tabeli. Panele fotowoltaiczne powinny zostać rozmieszczone na terenie obiektu szpitala wg zabudowy wskazanej na dołączonych rzutach w ilości 280 szt. o mocy elektrycznej 77 kWp.

Dodatkowo należy zastosować się do wymagań dot. szczegółowego ułożenia modułów w rzędach zgodnie ze szkicem konstrukcyjnym wynikającym z analizy wzajemnego zacienienia.

Wyniki efektywności instalacji powinny zostać potwierdzone przez symulację pracy instalacji fotowoltaicznej uwzględniającą powyższe rozmieszczenie oraz następujące parametry wejściowe:

Generator I (budynek A):

- skierowanie SE (azymut  $-66^{\circ}$ ),
- nachylenie modułów  $35^{\circ}$ ,
- położenie dla miasta Głucholazy.

Generator II (budynek B):

- skierowanie S (azymut  $+4,5^{\circ}$ ),
- nachylenie modułów  $35^{\circ}$ ,
- położenie dla miasta Głucholazy.

Tab. 12. Parametry ogniw fotowoltaicznych

| OPIS WYMAGAŃ                                                                                                                                        | PARAMETRY WYMAGANE                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Typ modułu                                                                                                                                          | Polikrystaliczny (polikrystaliczne ogniwa krzemowe) |
| Moc modułu ( <i>standardowe warunki testu: napromieniowanie 1000 W/m<sup>2</sup>, temp. ogniw 25 °C, współczynnik masy powietrza AM 1,5</i> )       | min. 300 Wp                                         |
| Sprawność modułu ( <i>standardowe warunki testu: napromieniowanie 1000 W/m<sup>2</sup>, temp. ogniw 25 °C, współczynnik masy powietrza AM 1,5</i> ) | min. 15,4 %                                         |
| Współczynnik temperaturowy mocy                                                                                                                     | max. -0,43 %/°C                                     |
|                                                                                                                                                     |                                                     |
| Łączna ilość modułów fotowoltaicznych                                                                                                               | 280 szt.                                            |
| Moc elektryczna zainstalowanych modułów fotowoltaicznych                                                                                            | 77 kWp                                              |
| Roczny uzysk energii elektrycznej                                                                                                                   | <b>78,35 MWh</b>                                    |

**Powyższe uzyski powinny zostać potwierdzone symulacją instalacji fotowoltaicznej, przeprowadzoną w programie PVSOL, Sunny Design lub równoważnym.**

**Moduły powinny posiadać znak CE oraz zostać wyprodukowane w zakładach certyfikowanych wg ISO 9001 i 14001.**

Poniższe rysunki wskazują lokalizację kolektorów słonecznych i paneli fotowoltaicznych na terenie szpitala.



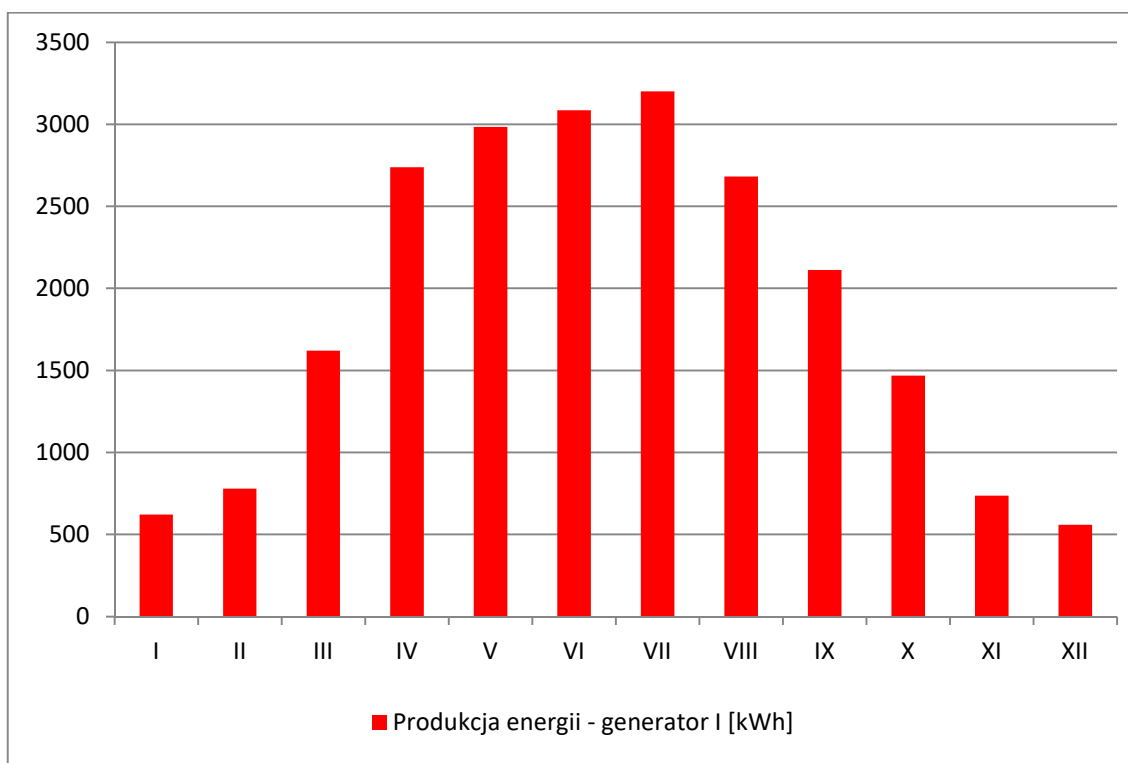
*Rys. 5. Lokalizacja paneli fotowoltaicznych na terenie szpitala – generator I*



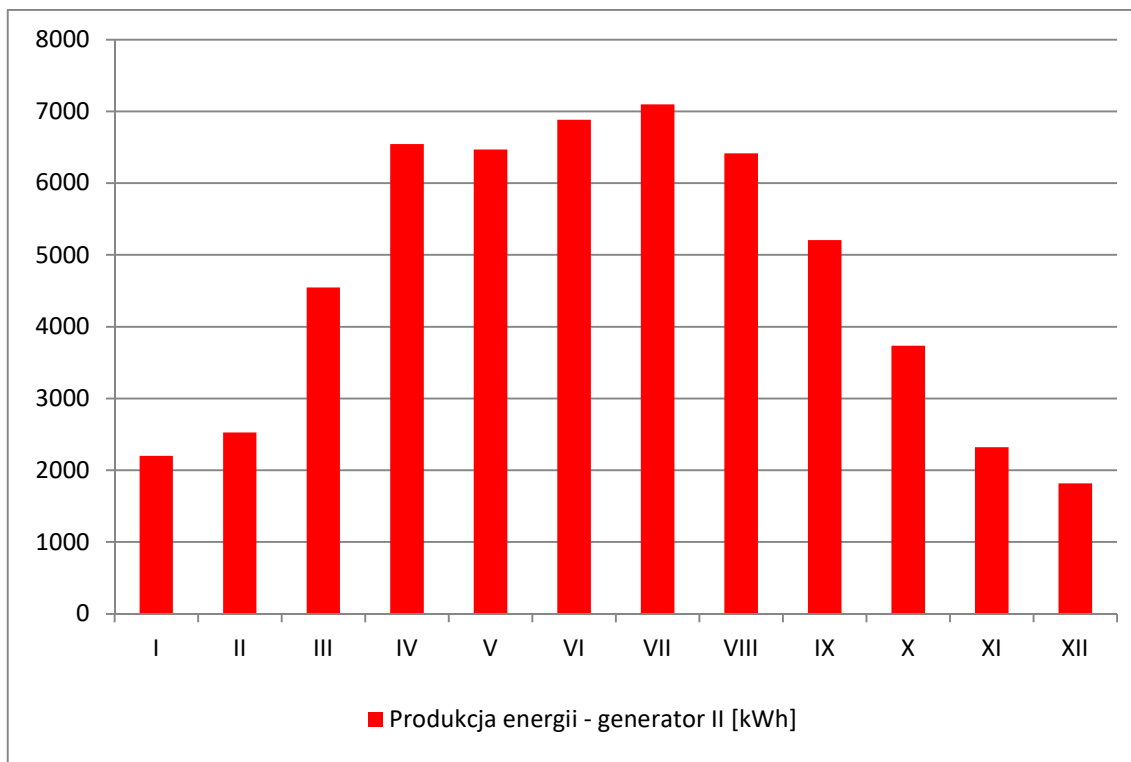
*Rys. 6. Lokalizacja paneli fotowoltaicznych na terenie szpitala – generator II*

Tab. 13. Bilans energetyczny po instalacji systemu PV

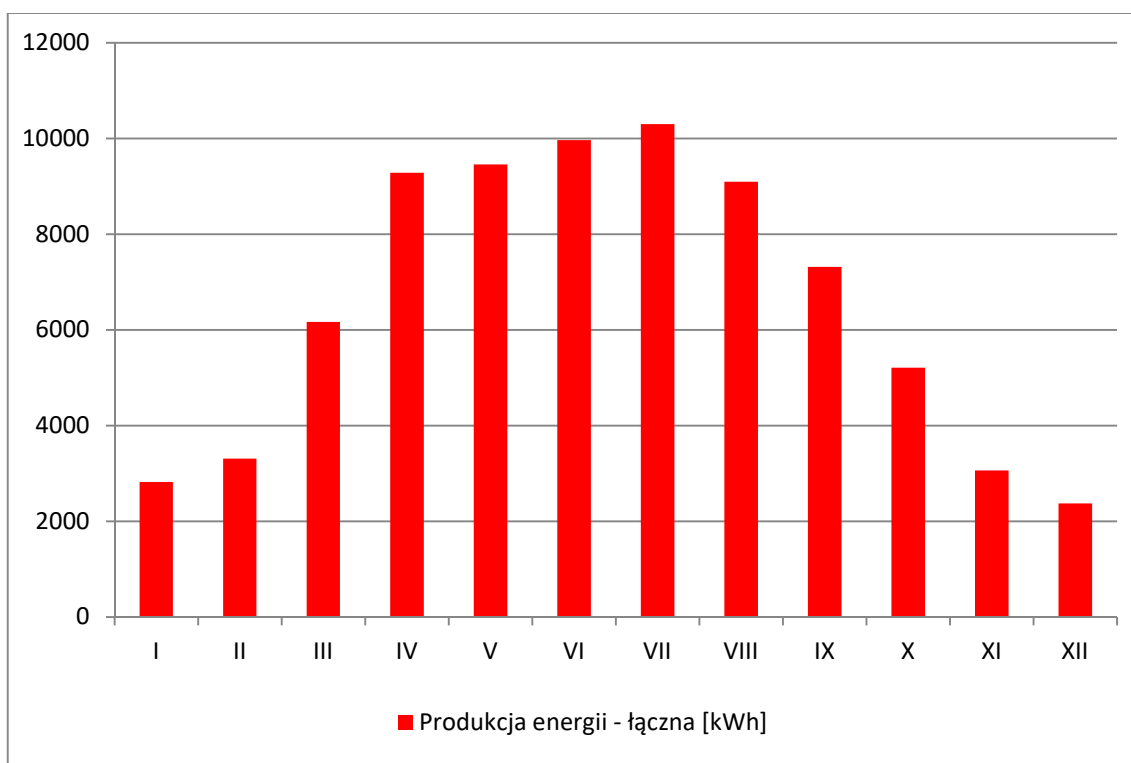
| <b>Bilans energetyczny</b> |                                              |                                               |                                         |
|----------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------|
| <b>Miesiące</b>            | <b>Produkcja energii – generator I [kWh]</b> | <b>Produkcja energii – generator II [kWh]</b> | <b>Produkcja energii – łączna [kWh]</b> |
| styczeń                    | 621                                          | 2200                                          | 2821                                    |
| luty                       | 780                                          | 2528                                          | 3308                                    |
| marzec                     | 1621                                         | 4545                                          | 6166                                    |
| kwiecień                   | 2738                                         | 6543                                          | 9281                                    |
| maj                        | 2985                                         | 6469                                          | 9454                                    |
| czerwiec                   | 3085                                         | 6881                                          | 9966                                    |
| lipiec                     | 3201                                         | 7095                                          | 10296                                   |
| sierpień                   | 2682                                         | 6414                                          | 9096                                    |
| wrzesień                   | 2112                                         | 5206                                          | 7318                                    |
| październik                | 1469                                         | 3737                                          | 5206                                    |
| listopad                   | 736                                          | 2323                                          | 3059                                    |
| grudzień                   | 559                                          | 1816                                          | 2375                                    |
| RAZEM                      | 22589                                        | 55757                                         | 78346                                   |



Rys. 7. Produkcja energii elektrycznej – generator I



Rys. 8. Produkcja energii elektrycznej – generator II



Rys. 9. Produkcja energii elektrycznej – łączna

### 9.3. ANALIZA EKONOMICZNA WARIANTU

W celu określenia rentowności inwestycji – **IRR**, założono okres działania poszczególnych systemów na 15 lat.

#### Panele fotowoltaiczne – WARIANT I

**Analiza prowadzona na podstawie zużycia nośników energii w oparciu o następujące dane i założenia:**

- uzysk energii elektrycznej z 280 szt. paneli fotowoltaicznych.....**78,35 MWh/a;**
- koszt 1 MWh energii elektrycznej.....**496,86 zł/MWh netto.**

**Zgodnie z zasadą kosztów unikniętych przyjmuje się, że energia elektryczna wytwarzana przez panele fotowoltaiczne zastępuje energię elektryczną zakupioną przez Inwestora po koszcie zgodnym z obowiązującymi taryfami. Oszczędności z produkcji energii elektrycznej są równoważne kosztom jej zakupu.**

Tab. 14. Analiza ekonomiczna – WARIANT I

| <b>ANALIZA EKONOMICZNA – PANELE FOTOWOLTAICZNE</b> |                                 |               |
|----------------------------------------------------|---------------------------------|---------------|
| POZYCJA                                            | STAN PO MODERNIZACJI<br>[MWh/a] | KOSZTY [zł/a] |
| ENERGIA ELEKTRYCZNA                                | 78,35                           | -38 927       |
| <b>OSZCZĘDNOŚCI RAZEM [zł/a]</b>                   |                                 | <b>38 927</b> |

Oszczędności finansowe wykazane na podstawie zużycia nośników energii wynoszą:  
**38 927 zł netto/rok**

Tab. 15. Oszczędności finansowe w poszczególnych miesiącach

| <b>OSZCZĘDNOŚCI FINANSOWE – PANELE FOTOWOLTAICZNE</b> |                                              |                                        |
|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------|
| Miesiące                                              | Produkcja energii elektrycznej z PV<br>[kWh] | Oszczędności w skali miesiąca [zł/m-c] |
| styczeń                                               | 2821                                         | 1402                                   |
| luty                                                  | 3308                                         | 1644                                   |
| marzec                                                | 6166                                         | 3064                                   |
| kwiecień                                              | 9281                                         | 4611                                   |
| maj                                                   | 9454                                         | 4697                                   |
| czerwiec                                              | 9966                                         | 4952                                   |
| lipiec                                                | 10296                                        | 5116                                   |
| sierpień                                              | 9096                                         | 4519                                   |
| wrzesień                                              | 7318                                         | 3636                                   |
| październik                                           | 5206                                         | 2587                                   |
| listopad                                              | 3059                                         | 1520                                   |
| grudzień                                              | 2375                                         | 1180                                   |
| RAZEM                                                 | 78346                                        | 38927                                  |

Celem przedsięwzięcia było ograniczenie zużycia energii elektrycznej.

Oszczędności mają wymiar zarówno ekonomiczny, jak i ekologiczny. Efektem jest zmniejszenie rocznego zużycia energii oraz ograniczenie emisji szkodliwych substancji do atmosfery, co wpłynie na polepszenie stanu środowiska naturalnego.

Na całkowity koszt eksploatacji systemu składają się elementy:

- koszt inwestycji w system,
- koszt serwisu systemu.

Szacowany koszt inwestycji został oparty o ceny katalogowe netto.

Tab. 16. Kosztorys szacunkowy – WARIANT I

| <b>KOSZTORYS SZACUNKOWY</b> |                                                                                        |                |
|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Lp                          | Nazwa urządzenia                                                                       | Cena           |
| 1                           | Generator fotowoltaiczny: panele PV, falowniki, skrzynki DC, rozdzielnice, okablowanie | 335 000        |
| 2                           | Konstrukcje wsporcze                                                                   | 135 000        |
| 3                           | Włączenie w istniejącą instalację                                                      | 70 000         |
| <b>RAZEM</b>                |                                                                                        | <b>540 000</b> |

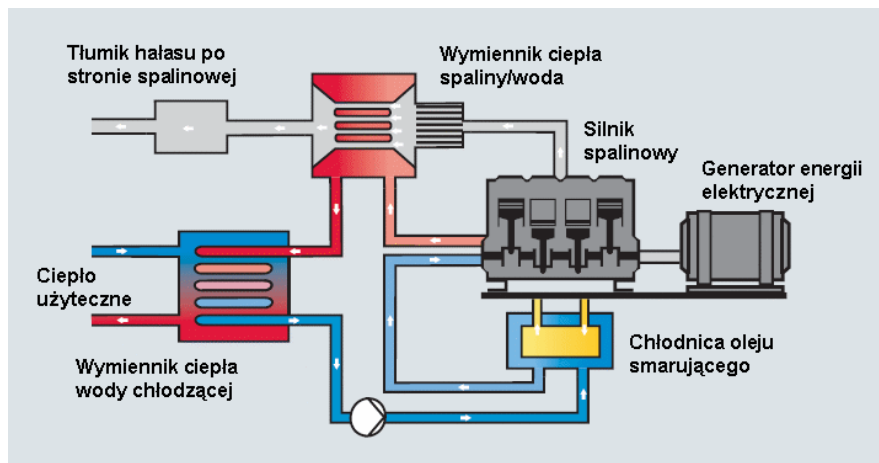
Tab. 17. Analiza kosztów – WARIANT I

| <b>KOSZT EKSPLOATACJI SYSTEMU ENERGETYCZNEGO</b>                        |                |
|-------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Szacowany koszt inwestycji                                              | <b>540 000</b> |
| Wkład własny [20%]                                                      | <b>108 000</b> |
| Wykazane oszczędności [zł/a]                                            | <b>38 927</b>  |
| Koszt serwisu [zł]                                                      | <b>8 000</b>   |
| ROCZNE OSZCZĘDNOŚCI W NAKŁADACH NA NOŚNIKI ENERGII PO MODERNIZACJI [zł] | <b>30 927</b>  |
| <b>SPBT [lata]</b>                                                      | <b>3,5</b>     |
| <i>Rentowność inwestycji – IRR [%]</i>                                  | <b>27,92</b>   |
| <b>KOSZT EKSPLOATACJI SYSTEMU ENERGETYCZNEGO – 100% WKŁADU WŁASNEGO</b> |                |
| Szacowany koszt inwestycji                                              | <b>540 000</b> |
| Wkład własny [100%]                                                     | <b>540 000</b> |
| Wykazane oszczędności [zł/a]                                            | <b>38 927</b>  |
| Koszt serwisu [zł]                                                      | <b>8 000</b>   |
| ROCZNE OSZCZĘDNOŚCI W NAKŁADACH NA NOŚNIKI ENERGII PO MODERNIZACJI [zł] | <b>30 927</b>  |
| <b>SPBT [lata]</b>                                                      | <b>17,5</b>    |

## 10. WARIANT II – KOGENERACJA

### 10.1. ZASADA DZIAŁANIA

Kogeneracja jest procesem wytwarzania energii, w którym równocześnie generowana jest energia elektryczna oraz ciepło. Jest to zaplanowany wysokosprawny proces technologiczny, w którym energia wytwarzana jest z użyciem relatywnie czystych paliw takich jak gaz ziemny czy biogaz. Kogeneracja przyczynia się do ograniczenia emisji zanieczyszczeń oraz zmniejszenia zużycia paliw kopalnych.

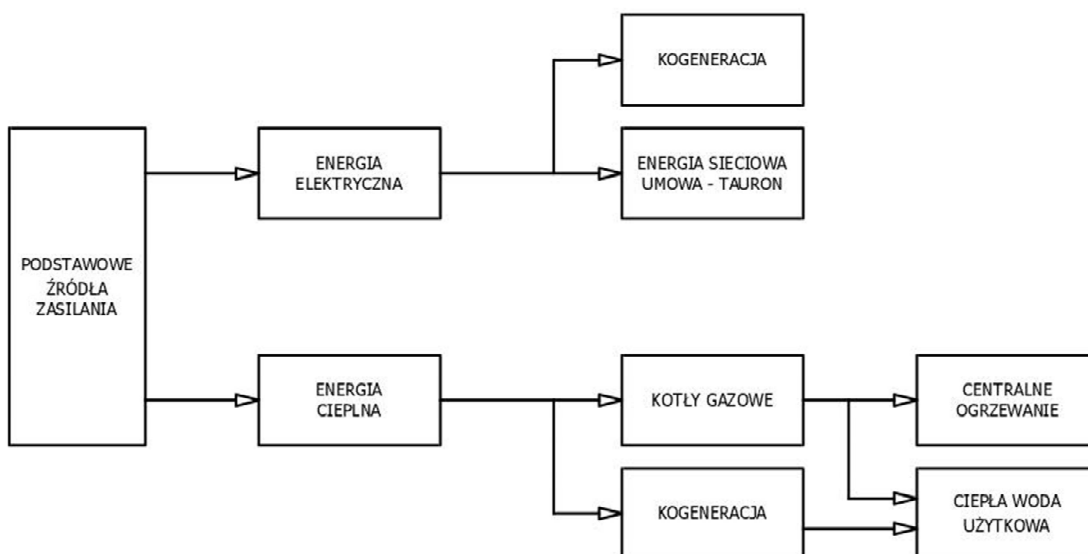


Rys. 10. Zasada działania systemu kogeneracji

### 10.2. KONFIGURACJA URZĄDZEŃ

Zestawienie dodatkowych źródeł:

- energii cieplnej: agregaty kogeneracyjne
- energii elektrycznej: agregaty kogeneracyjne



Rys. 11. Schemat blokowy – WARIANT II

Proponowana koncepcja opiera się na zastosowaniu rozwiązania w zakresie produkcji energii elektrycznej i ciepłej.

Tab. 18. Zestawienie urządzeń – WARIANT II

| <b>ZESTAWIENIE URZĄDZEŃ – WARIANT II</b> |                                                                                                          |             |
|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Lp                                       | Nazwa urządzenia                                                                                         | Ilość [szt] |
| 1                                        | Agregat mikrokogeneracyjny <b>XRGI 9</b><br>moc grzewcza: <b>19,2 kW</b><br>moc elektryczna: <b>9 kW</b> | 2           |



Rys. 12. Agregat mikrokogeneracyjny XRGI

Tab. 19. Parametry agregatu mikrokogeneracyjnego XRGI 9

| <b>DANE TECHNICZNE AGREGATU</b>     |              |                  |
|-------------------------------------|--------------|------------------|
| <b>SILNIK TOYOTA 4Y</b>             |              |                  |
| ROZMIESZCZENIE CYLINDRÓW            | 3            | w rzędzie        |
| ŚREDNICA CYLINDRA                   | 72           | mm               |
| SKOK CYLINDRA                       | 78           | mm               |
| OBJĘTOŚĆ SKOKOWA                    | 0,95         | litr             |
| STOPIEŃ KOMPRESJI                   | 12,0:1       | –                |
| PRĘDKOŚĆ OBROTOWA                   | 1500         | obr/min          |
| <b>PRĄDNICA</b>                     |              |                  |
| MOC ELEKTRYCZNA NOMINALNA           | 12,8         | kVA              |
| NAPIĘCIE                            | 400          | V                |
| CZĘSTOTLIWOŚĆ                       | 50           | Hz               |
| SPRAWNOŚĆ przy $\cos \varphi = 0,8$ | 90,8         | %                |
| <b>OSIĄGI I SPRAWNOŚCI</b>          |              |                  |
| MOC ELEKTRYCZNA                     | 9            | kW <sub>el</sub> |
| MOC CIEPŁOWNICZA                    | 19,2         | kW <sub>th</sub> |
| ZUŻYCIE PALIWA                      | 3,2          | Nm <sup>3</sup>  |
| <b>GABARYTY</b>                     |              |                  |
| WYMIARY (L x W x H)                 | 92 x 64 x 96 | cm               |
| MASA                                | 440          | kg               |

### 10.3. ANALIZA EKONOMICZNA WARIANTU

W celu określenia rentowności inwestycji – **IRR**, założono okres działania poszczególnych systemów na 15 lat.

#### **Kogeneracja – WARIANT II**

**Analiza prowadzona na podstawie zużycia nośników energii w oparciu o następujące dane i założenia:**

- agregaty mikrokogeneracyjne XRGI 9 pracują przez 7500 h/a – z pełną mocą – pozostały czas w roku przeznaczony na serwis i czynności konserwacyjne;
- zużycie gazu ziemnego przez agregaty XRGI 9.....**48 000 m<sup>3</sup>/a;**
- uzysk energii cieplnej z kogeneracji.....**288 MWh/a;**
- uzysk energii elektrycznej z kogeneracji.....**135 MWh/a;**
- koszt 1 MWh energii cieplnej z gazu ziemnego.....**177,37 zł/MWh netto;**
- koszt 1 MWh energii elektrycznej.....**496,86 zł/MWh netto.**

**Zgodnie z zasadą kosztów unikniętych przyjmuje się, że energia elektryczna i ciepła wytwarzana w skojarzeniu zastępuje energię elektryczną i ciepłą zakupioną przez Inwestora po koszcie zgodnym z obowiązującymi taryfami. Oszczędności z produkcji energii elektrycznej i cieplnej są równoważne kosztom jej zakupu.**

Tab. 20. Analiza ekonomiczna – WARIANT II

| <b>ANALIZA EKONOMICZNA – KOGENERACJA</b> |                                 |               |
|------------------------------------------|---------------------------------|---------------|
| POZYCJA                                  | STAN PO MODERNIZACJI<br>[MWh/a] | KOSZTY [zł/a] |
| ENERGIA CIEPLNA                          | 288                             | -51 083       |
| ENERGIA ELEKTRYCZNA                      | 135                             | -67 076       |
| GAZ ZIEMNY                               | 456                             | 80 881        |
| <b>OSZCZĘDNOŚCI RAZEM [zł/a]</b>         |                                 | <b>37 278</b> |

Oszczędności finansowe wykazane na podstawie zużycia nośników energii wynoszą:  
**37 728 zł netto/rok**

Celem przedsięwzięcia było ograniczenie zużycia energii elektrycznej i cieplnej.

Oszczędności mają wymiar zarówno ekonomiczny, jak i ekologiczny. Efektem jest zmniejszenie rocznego zużycia energii oraz ograniczenie emisji szkodliwych substancji do atmosfery, co wpłynie na polepszenie stanu środowiska naturalnego.

Na całkowity koszt eksploatacji systemu składają się elementy:

- koszt inwestycji w system,
- koszt energii,
- koszt serwisu systemu.

Szacowany koszt inwestycji został oparty o ceny katalogowe netto.

Tab. 21. Kosztorys szacunkowy – WARIANT II

| <b>KOSZTORYS SZACUNKOWY</b> |                                               |                |
|-----------------------------|-----------------------------------------------|----------------|
| Lp                          | Nazwa urządzenia                              | Cena           |
| 1                           | Agregaty mikrokogeneracyjne XRGB 20           | 305 000        |
| 2                           | Włączenie w istniejącą instalację elektryczną | 120 000        |
| 3                           | Włączenie w istniejącą instalację ciepłą      | 300 000        |
| <b>RAZEM</b>                |                                               | <b>725 000</b> |

Tab. 22. Analiza kosztów – WARIANT II

| <b>KOSZT EKSPLOATACJI SYSTEMU ENERGETYCZNEGO</b>                        |                |
|-------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Szacowany koszt inwestycji                                              | <b>725 000</b> |
| Wkład własny [20%]                                                      | <b>145 000</b> |
| Wykazane oszczędności [zł/a]                                            | <b>37 728</b>  |
| Koszt serwisu [zł]                                                      | <b>6 000</b>   |
| ROCZNE OSZCZĘDNOŚCI W NAKŁADACH NA NOŚNIKI ENERGII PO MODERNIZACJI [zł] | <b>31 728</b>  |
| <b>SPBT [lata]</b>                                                      | <b>4,6</b>     |
| <i>Rentowność inwestycji – IRR [%]</i>                                  | <b>20,56</b>   |
| <b>KOSZT EKSPLOATACJI SYSTEMU ENERGETYCZNEGO – 100% WKŁADU WŁASNEGO</b> |                |
| Szacowany koszt inwestycji                                              | <b>725 000</b> |
| Wkład własny [100%]                                                     | <b>725 000</b> |
| Wykazane oszczędności [zł/a]                                            | <b>37 728</b>  |
| Koszt serwisu [zł]                                                      | <b>6 000</b>   |
| ROCZNE OSZCZĘDNOŚCI W NAKŁADACH NA NOŚNIKI ENERGII PO MODERNIZACJI [zł] | <b>31 728</b>  |
| <b>SPBT [lata]</b>                                                      | <b>22,9</b>    |

Tab. 23. Kosztorys szacunkowy łączny – WARIANT II

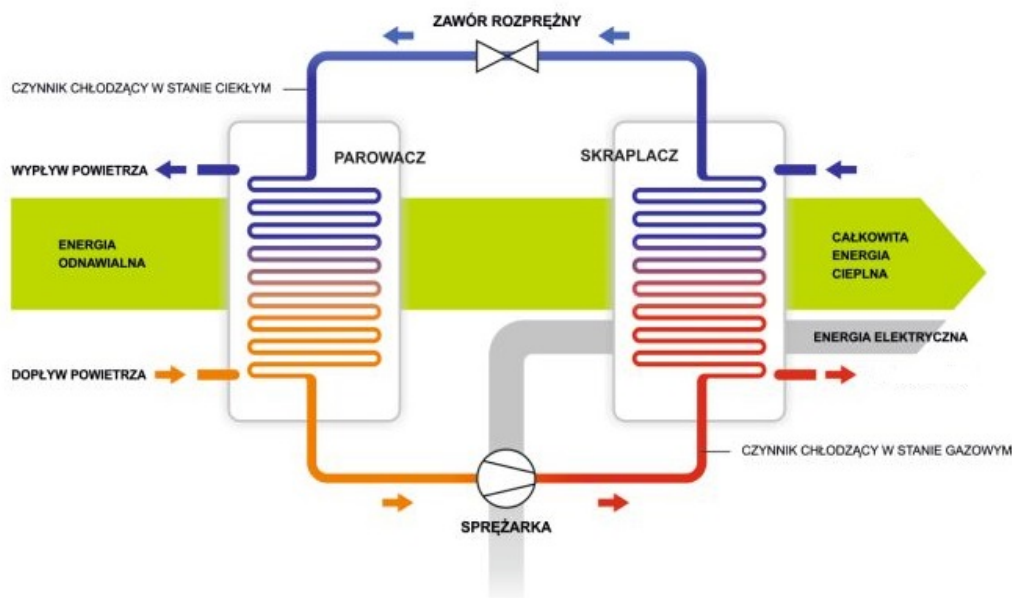
| <b>KOSZTORYS SZACUNKOWY ŁĄCZNY</b> |                                               |                  |
|------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------|
| Lp                                 | Nazwa urządzenia                              | Cena             |
| 1                                  | Agregaty mikrokogeneracyjne XRGB 20           | 305 000          |
| 2                                  | Włączenie w istniejącą instalację elektryczną | 120 000          |
| 3                                  | Włączenie w istniejącą instalację ciepłą      | 300 000          |
| 4                                  | Wyłączenie kotłowni węglowej – WARIANT 0.I    | 935 000          |
| 5                                  | Modernizacja kuchni – WARIANT 0.IIc           | 225 000          |
| <b>RAZEM</b>                       |                                               | <b>1 885 000</b> |

## 11. WARIANT III – POWIETRZNE POMPY CIEPŁA

### 11.1. ZASADA DZIAŁANIA

Pompy ciepła wykorzystują do działania tak zwany lewobieżny obieg termodynamiczny. Wszystkie elementy systemu tworzą zamknięty układ, wewnątrz którego krąży ekologiczny czynnik roboczy, którym jest najczęściej glikol. Jego obieg wymuszany jest przez pompę obiegową, zasilaną energią elektryczną.

Czynnik roboczy w postaci mieszaniny cieczy i gazu trafia w pierwszej kolejności do parownika, w którym ulega procesowi odparowania. W ten sposób dochodzi do odebrania energii z dolnego źródła, czyli powietrza lub gruntu. Następnie zostaje on zassany w postaci pary do sprężarki, gdzie jego temperatura i ciśnienie wzrasta. W dalszej kolejności trafia on - ale już w postaci gazowej - do skraplacza i oddaje energię do źródła górnego (systemu ciepłowniczego). W tym momencie dochodzi do jego skroplenia. Ostatnim elementem pompy ciepła zamykającym obieg jest zawór rozprężny, który redukuje ciśnienie i temperaturę czynnika roboczego. Na koniec czynnik roboczy wraca z powrotem do powietrza lub gruntu i odzyskuje utraconą energię.



Rys. 13. Zasada działania pompy ciepła

### 11.2. ZAPOTRZEBOWANIE MOCY CIEPLNEJ NA C.W.U.

#### Szpital nr 2 – budynek A

Projektuje się przygotowanie ciepłej wody w systemie zasobnikowym.

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

$$q_{h \text{ sr}} = q_{d \text{ sr}} / T$$

$$q_{d \text{ sr}} = U \times q_c$$

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

Maksymalne godzinowe zapotrzebowanie ciepła  $Q_{cw}$  [kW] do podgrzania c.w.u.

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

$$c_w = 4,19 \text{ [kJ/(kg K)]}$$

$$\rho = 999,9 \text{ [kg/m}^3\text{]}$$

$$t_c = 60 \text{ [}^\circ\text{C]}$$

$$t_z = 5 \text{ [}^\circ\text{C]}$$

$$U = 70 \text{ [osób]}$$

$$\tau = 18 \text{ [h/d]}$$

$$q_c = 120 \text{ [dm}^3\text{/(d.j.n.)]} - \textbf{uśrednione zużycie}$$

$$q_{d \text{ śr}} = 8400 \text{ [dm}^3\text{/d]}$$

$$q_{h \text{ śr}} = 467 \text{ [dm}^3\text{/h]}$$

$$q_{h \text{ max}} = 1544 \text{ [dm}^3\text{/h]}$$

$$\mathbf{Q_{cw} = 99,1 \text{ [kW]}}$$

Obliczenie pojemności zasobnika c.w.u.:

$$V_z = 90 \times \Phi \times U \times \lg(N_h) \text{ [dm}^3\text{]}$$

$$\Phi = 0,35$$

$$Q_{cw \text{ zas}} = 1,05 \times Q / [(N_h - 1) \times \Phi] + 1 \text{ [kW]}$$

$$\mathbf{Q_{cw \text{ zas}} = 56,2 \text{ [kW]}}$$

### **Szpital nr 2 – budynek B**

Projektuje się przygotowanie ciepłej wody w systemie zasobnikowym.

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

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

$$q_{d \text{ śr}} = U \times q_c$$

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

Maksymalne godzinowe zapotrzebowanie ciepła  $Q_{cw}$  [kW] do podgrzania c.w.u.

$$Q_{cw} = q_{h \text{ max}} \times c_w \times \rho (t_c - t_z)$$

$$c_w = 4,19 \text{ [kJ/(kg K)]}$$

$$\rho = 999,9 \text{ [kg/m}^3\text{]}$$

$$t_c = 60 \text{ [}^\circ\text{C]}$$

$$t_z = 5 \text{ [}^\circ\text{C]}$$

$$U = 103 \text{ [osób]}$$

$$\tau = 18 \text{ [h/d]}$$

$$q_c = 120 \text{ [dm}^3\text{/(d.j.n.)]} - \textbf{uśrednione zużycie}$$

$$q_{d \text{ śr}} = 12360 \text{ [dm}^3\text{/d]}$$

$$q_{h \text{ śr}} = 687 \text{ [dm}^3\text{/h]}$$

$$q_{h \text{ max}} = 2067 \text{ [dm}^3\text{/h]}$$

$$\mathbf{Q_{cw} = 132,7 \text{ [kW]}}$$

Obliczenie pojemności zasobnika c.w.u.:

$$V_z = 90 \times \Phi \times U \times \lg(N_h) \text{ [dm}^3\text{]}$$

$$\Phi = 0,35$$

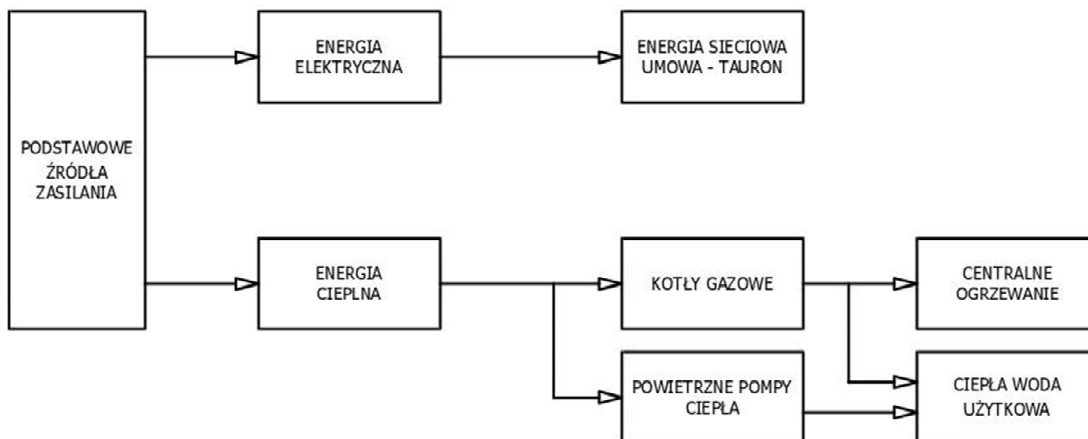
$$Q_{cw \text{ zas}} = 1,05 \times Q / [(N_h - 1) \times \Phi] + 1 \text{ [kW]}$$

$$\mathbf{Q_{cw \text{ zas}} = 76,5 \text{ [kW]}}$$

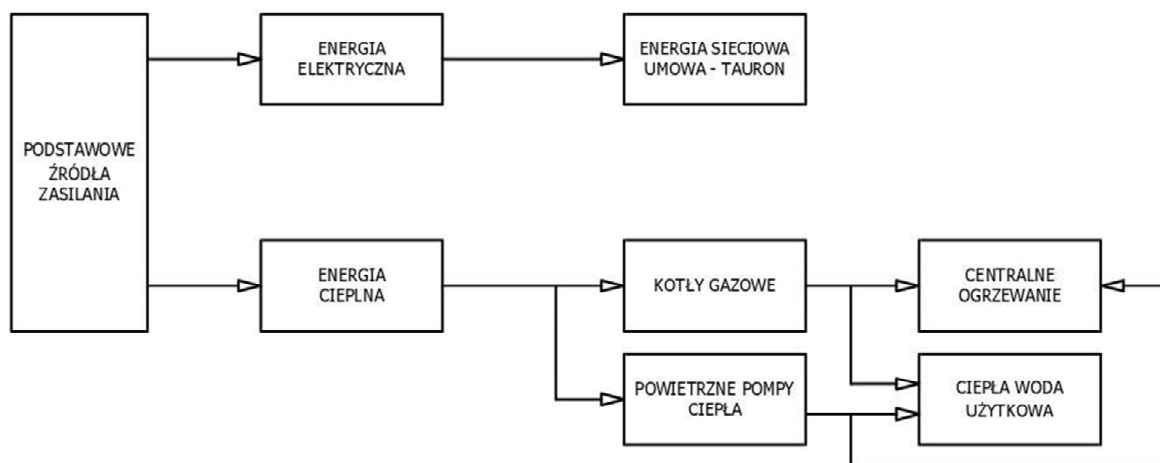
### 11.3. KONFIGURACJA URZĄDZEŃ

Zestawienie dodatkowych źródeł:

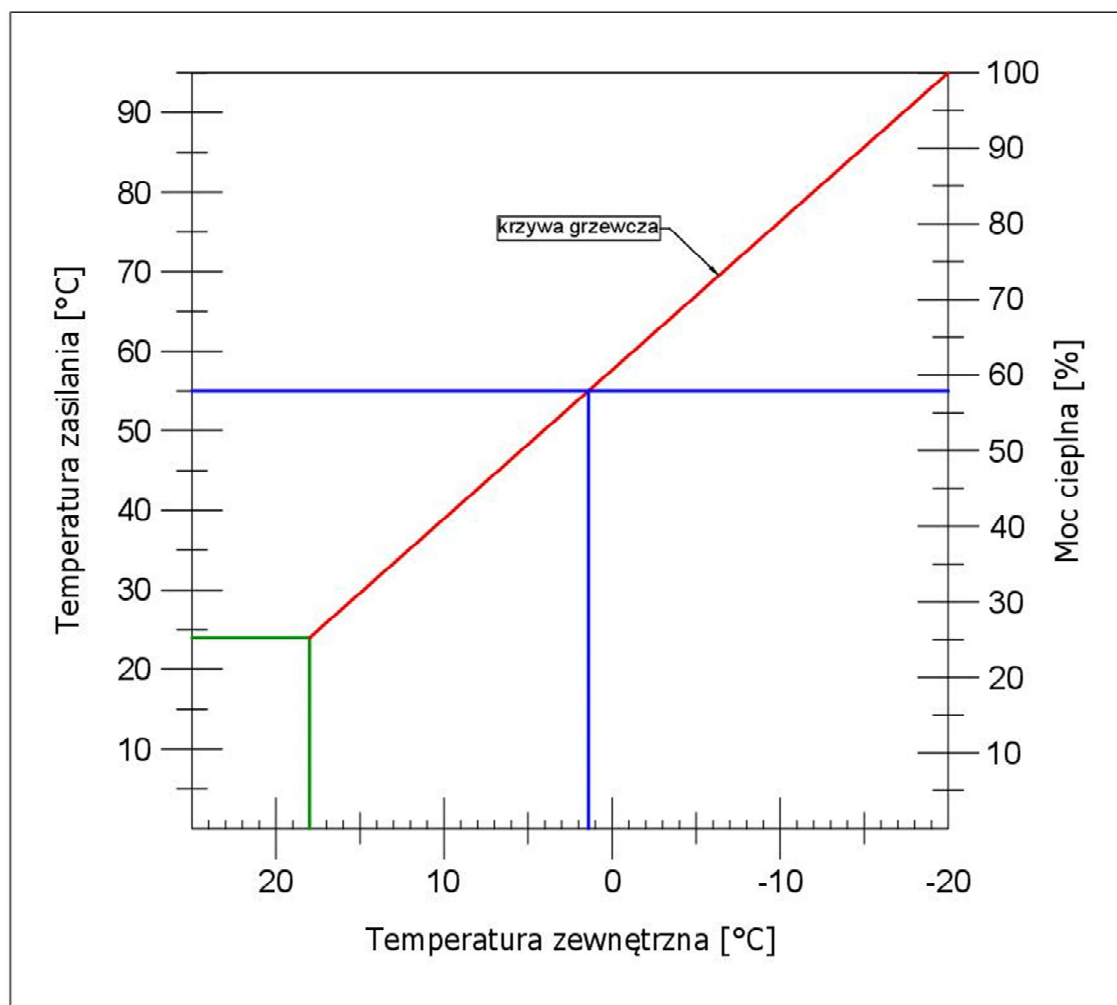
- energii cieplnej: powietrzne pompy ciepła



Rys. 14. Schemat blokowy – WARIANT IIIa



Rys. 15. Schemat blokowy – WARIANT IIIb



Rys. 16. Wykres regulacyjny – krzywa grzewcza – Szpital nr 2

Proponowana koncepcja opiera się na wprowadzeniu w obecny układ źródeł ciepła powietrznych pomp ciepła.

Dla wariantu IIa przewiduje się po dwie pompy ciepła dla budynku A i B. Pompy te pracują przez 6100 godzin w roku pokrywając 70% zapotrzebowania na energię cieplną do podgrzewu ciepłej wody użytkowej. Przy temperaturach zewnętrznych poniżej  $+3^{\circ}\text{C}$  następuje przełączenie układu na zasilanie z kotłowni gazowej.

Dla wariantu IIb przewiduje się dodatkowo cztery pompy ciepła AW-HT/LN-CA-E/0524 (po dwie dla budynku A i B) pracujące przez 3800 godzin w roku i pokrywające 60% zapotrzebowania na energię cieplną na centralne ogrzewanie dla budynków A i B. Przy temperaturze zewnętrznej poniżej  $0^{\circ}\text{C}$  następuje przełączenie układu na zasilanie z kotłowni gazowej.

Tab. 24. Zestawienie urządzeń – WARIANT III

| <b>ZESTAWIENIE URZĄDZEŃ – WARIANT IIIa</b> |                                                                                     |             |
|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Lp                                         | Nazwa urządzenia                                                                    | Ilość [szt] |
| 1                                          | Powietrzna pompa ciepła<br><b>AW-HT/CA-E/0202</b><br>moc grzewcza: <b>50 kW</b>     | 1           |
| 2                                          | Powietrzna pompa ciepła<br><b>EW-HT/0152</b><br>moc grzewcza: <b>70 kW</b>          | 1           |
| 3                                          | Powietrzna pompa ciepła<br><b>AW-HT/CA-E/0302</b><br>moc grzewcza: <b>74 kW</b>     | 1           |
| 4                                          | Powietrzna pompa ciepła<br><b>EW-HT/0202</b><br>moc grzewcza: <b>92 kW</b>          | 1           |
| <b>ZESTAWIENIE URZĄDZEŃ – WARIANT IIIb</b> |                                                                                     |             |
| Lp                                         | Nazwa urządzenia                                                                    | Ilość [szt] |
| 1                                          | Powietrzna pompa ciepła<br><b>AW-HT/CA-E/0202</b><br>moc grzewcza: <b>50 kW</b>     | 1           |
| 2                                          | Powietrzna pompa ciepła<br><b>EW-HT/0152</b><br>moc grzewcza: <b>70 kW</b>          | 1           |
| 3                                          | Powietrzna pompa ciepła<br><b>AW-HT/CA-E/0302</b><br>moc grzewcza: <b>74 kW</b>     | 1           |
| 4                                          | Powietrzna pompa ciepła<br><b>EW-HT/0202</b><br>moc grzewcza: <b>92 kW</b>          | 1           |
| 5                                          | Powietrzna pompa ciepła<br><b>AW-HT/LN-CA-E/0404</b><br>moc grzewcza: <b>101 kW</b> | 4           |

Tab. 25. Parametry powietrznej pompy ciepła AW-HT/CA-E/0202

|                                         |                                                                                        |            |
|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Code                                    | AW-HT /CA-E /0202                                                                      |            |
| Version                                 | CA-E                                                                                   |            |
| Size                                    | 0202                                                                                   |            |
| UNIT DESCRIPTION                        | High efficiency heat pump, air source for outdoor installation, high water temperature |            |
| Power supply                            | V/ph/Hz                                                                                | 400/3+N/50 |
| PERFORMANCE AT DESIGNED CONDITIONS      |                                                                                        |            |
| RUNNING CONDITIONS                      |                                                                                        |            |
| HEAT EXCHANGER USER SIDE                |                                                                                        |            |
| Fluid inlet temperature (heating mode)  | °C                                                                                     | 40,00      |
| Fluid outlet temperature (heating mode) | °C                                                                                     | 45,00      |
| Fluid type                              | ETHYLENE GLYCOL                                                                        |            |
| Glycol                                  | %                                                                                      | 35         |
| Fouling factor                          | m²K/kW                                                                                 | 0,000      |
| OUTDOOR CONDITION                       |                                                                                        |            |
| Air temperature (heating mode)          | °C                                                                                     | 0,0        |
| HEATING (EN14511)                       |                                                                                        |            |
| Total heating capacity                  | kW                                                                                     | 50,20      |
| Compressors power input (heating mode)  | kW                                                                                     | 17,1       |
| Fan power input (heating mode)          | kW                                                                                     | 2,00       |
| Total power input                       | kW                                                                                     | 18,90      |
| COP                                     | kW/kW                                                                                  | 2,660      |
| SCOP                                    |                                                                                        |            |
| SCOP Official (Reg. 813/2013 EU)        |                                                                                        |            |
| LOW TEMPERATURE                         |                                                                                        |            |
| Type climate                            | Average                                                                                |            |
| Temperature application                 | °C                                                                                     | 35         |
| Type flow                               | Fixed                                                                                  |            |
| Type Temperature                        | Fixed                                                                                  |            |
| Bivalent temperature                    | °C                                                                                     | -7,0       |
| PDesign                                 | kW                                                                                     | 47,5       |
| Qhe                                     | kWh                                                                                    | 31184      |
| SCOP                                    | 3,14                                                                                   |            |
| Performance ηs                          | %                                                                                      | 123        |
| Seasonal efficiency class               | A+                                                                                     |            |
| MEDIUM TEMPERATURE                      |                                                                                        |            |
| Type climate                            | Average                                                                                |            |
| Temperature application                 | °C                                                                                     | 55         |
| Type flow                               | Fixed                                                                                  |            |
| Type Temperature                        | Variable                                                                               |            |
| Bivalent temperature                    | °C                                                                                     | -7,0       |
| PDesign                                 | kW                                                                                     | 50,7       |
| Qhe                                     | kWh                                                                                    | 35578      |
| SCOP                                    | 2,95                                                                                   |            |
| Performance ηs                          | %                                                                                      | 115        |
| Seasonal efficiency class               | A+                                                                                     |            |

Tab. 26. Parametry powietrznej pompy ciepła EW-HT/0152

|                                           |                                                                                 |                 |
|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| Code                                      | EW-HT /0152                                                                     |                 |
| Version                                   |                                                                                 |                 |
| Size                                      | 0152                                                                            |                 |
| UNIT DESCRIPTION                          | Water to water heat pumps, heating only, very high temperature water production |                 |
| Power supply                              | V/ph/Hz                                                                         | 400/3/50        |
| <b>PERFORMANCE AT DESIGNED CONDITIONS</b> |                                                                                 |                 |
| <b>■ RUNNING CONDITIONS</b>               |                                                                                 |                 |
| <b>■ HEAT EXCHANGER USER SIDE</b>         |                                                                                 |                 |
| Fluid inlet temperature (heating mode)    | °C                                                                              | 65,00           |
| Fluid outlet temperature (heating mode)   | °C                                                                              | 70,00           |
| Fluid type                                |                                                                                 | WATER           |
| Glycol                                    | %                                                                               | 0               |
| Fouling factor                            | m²K/kW                                                                          | 0,000           |
| <b>■ HEAT EXCHANGER SOURCE SIDE</b>       |                                                                                 |                 |
| Fluid inlet temperature (heating mode)    | °C                                                                              | 45,00           |
| Fluid outlet temperature (heating mode)   | °C                                                                              | 40,00           |
| Fluid                                     |                                                                                 | ETHYLENE GLYCOL |
| Glycol                                    | %                                                                               | 35              |
| Fouling factor                            | m²K/kW                                                                          | 0,000           |
| <b>■ HEATING (EN14511)</b>                |                                                                                 |                 |
| Total heating capacity                    | kW                                                                              | 70,40           |
| Compressors power input (heating mode)    | kW                                                                              | 14,3            |
| Total power input                         | kW                                                                              | 15,40           |
| COP                                       | kW/kW                                                                           | 4,580           |
| <b>■ SCOP</b>                             |                                                                                 |                 |
| <b>■ SCOP Official (Reg. 813/2013 EU)</b> |                                                                                 |                 |
| <b>■ MEDIUM TEMPERATURE</b>               |                                                                                 |                 |
| Type climate                              |                                                                                 | Average         |
| Temperature application                   | °C                                                                              | 55              |
| Type flow                                 |                                                                                 | Fixed           |
| Type Temperature                          |                                                                                 | Variable        |
| Bivalent temperature                      | °C                                                                              | -7,0            |
| PDesign                                   | kW                                                                              | 38,6            |
| Qhe                                       | kWh                                                                             | 24414           |
| SCOP                                      |                                                                                 | 3,27            |
| Performance rjs                           | %                                                                               | 123             |
| Seasonal efficiency class                 |                                                                                 | A+              |
| <b>EXCHANGERS</b>                         |                                                                                 |                 |
| <b>■ HEAT EXCHANGER USER SIDE</b>         |                                                                                 |                 |
| Typology                                  |                                                                                 | PLATE           |
| Quantity                                  | N°                                                                              | 1               |
| Fluid type                                |                                                                                 | WATER           |
| Glycol                                    | %                                                                               | 0               |
| Fouling factor                            | m²K/kW                                                                          | 0,000           |

Tab. 27. Parametry powietrznej pompy ciepła AW-HT/CA-E/0302

|                                         |                                                                                        |            |
|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Code                                    | AW-HT /CA-E /0302                                                                      |            |
| Version                                 | CA-E                                                                                   |            |
| Size                                    | 0302                                                                                   |            |
| UNIT DESCRIPTION                        | High efficiency heat pump, air source for outdoor installation, high water temperature |            |
| Power supply                            | V/ph/Hz                                                                                | 400/3+N/50 |
| PERFORMANCE AT DESIGNED CONDITIONS      |                                                                                        |            |
| RUNNING CONDITIONS                      |                                                                                        |            |
| HEAT EXCHANGER USER SIDE                |                                                                                        |            |
| Fluid inlet temperature (heating mode)  | °C                                                                                     | 40,00      |
| Fluid outlet temperature (heating mode) | °C                                                                                     | 45,00      |
| Fluid type                              | ETHYLENE GLYCOL                                                                        |            |
| Glycol                                  | %                                                                                      | 35         |
| Fouling factor                          | m²K/kW                                                                                 | 0,000      |
| OUTDOOR CONDITION                       |                                                                                        |            |
| Air temperature (heating mode)          | °C                                                                                     | 0,0        |
| HEATING (EN14511)                       |                                                                                        |            |
| Total heating capacity                  | kW                                                                                     | 74,00      |
| Compressors power input (heating mode)  | kW                                                                                     | 25,1       |
| Fan power input (heating mode)          | kW                                                                                     | 2,00       |
| Total power input                       | kW                                                                                     | 26,80      |
| COP                                     | kW/kW                                                                                  | 2,760      |
| SCOP                                    |                                                                                        |            |
| SCOP Official (Reg. 813/2013 EU)        |                                                                                        |            |
| LOW TEMPERATURE                         |                                                                                        |            |
| Type climate                            | Average                                                                                |            |
| Temperature application                 | °C                                                                                     | 35         |
| Type flow                               | Fixed                                                                                  |            |
| Type Temperature                        | Fixed                                                                                  |            |
| Bivalent temperature                    | °C                                                                                     | -7,0       |
| PDesign                                 | kW                                                                                     | 70,6       |
| Qhe                                     | kWh                                                                                    | 44243      |
| SCOP                                    | 3,30                                                                                   |            |
| Performance $\eta_s$                    | %                                                                                      | 129        |
| Seasonal efficiency class               | -                                                                                      |            |
| MEDIUM TEMPERATURE                      |                                                                                        |            |
| Type climate                            | Average                                                                                |            |
| Temperature application                 | °C                                                                                     | 55         |
| Type flow                               | Fixed                                                                                  |            |
| Type Temperature                        | Variable                                                                               |            |
| Bivalent temperature                    | °C                                                                                     | -7,0       |
| PDesign                                 | kW                                                                                     | 74,7       |
| Qhe                                     | kWh                                                                                    | 50208      |
| SCOP                                    | 3,07                                                                                   |            |
| Performance $\eta_s$                    | %                                                                                      | 120        |
| Seasonal efficiency class               | -                                                                                      |            |

Tab. 28. Parametry powietrznej pompy ciepła EW-HT/0202

|                                           |                                                                                 |                 |
|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| Code                                      | EW-HT /0202                                                                     |                 |
| Version                                   |                                                                                 |                 |
| Size                                      | 0202                                                                            |                 |
| UNIT DESCRIPTION                          | Water to water heat pumps, heating only, very high temperature water production |                 |
| Power supply                              | V/ph/Hz                                                                         | 400/3/50        |
| <b>PERFORMANCE AT DESIGNED CONDITIONS</b> |                                                                                 |                 |
| <b>■ RUNNING CONDITIONS</b>               |                                                                                 |                 |
| <b>■ HEAT EXCHANGER USER SIDE</b>         |                                                                                 |                 |
| Fluid inlet temperature (heating mode)    | °C                                                                              | 65,00           |
| Fluid outlet temperature (heating mode)   | °C                                                                              | 70,00           |
| Fluid type                                |                                                                                 | WATER           |
| Glycol                                    | %                                                                               | 0               |
| Fouling factor                            | m²K/kW                                                                          | 0,000           |
| <b>■ HEAT EXCHANGER SOURCE SIDE</b>       |                                                                                 |                 |
| Fluid inlet temperature (heating mode)    | °C                                                                              | 45,00           |
| Fluid outlet temperature (heating mode)   | °C                                                                              | 40,00           |
| Fluid                                     |                                                                                 | ETHYLENE GLYCOL |
| Glycol                                    | %                                                                               | 35              |
| Fouling factor                            | m²K/kW                                                                          | 0,000           |
| <b>■ HEATING (EN14511)</b>                |                                                                                 |                 |
| Total heating capacity                    | kW                                                                              | 92,70           |
| Compressors power input (heating mode)    | kW                                                                              | 18,6            |
| Total power input                         | kW                                                                              | 19,90           |
| COP                                       | kW/kW                                                                           | 4,650           |
| <b>■ SCOP</b>                             |                                                                                 |                 |
| <b>■ SCOP Official (Reg. 813/2013 EU)</b> |                                                                                 |                 |
| <b>■ MEDIUM TEMPERATURE</b>               |                                                                                 |                 |
| Type climate                              |                                                                                 | Average         |
| Temperature application                   | °C                                                                              | 55              |
| Type flow                                 |                                                                                 | Fixed           |
| Type Temperature                          |                                                                                 | Variable        |
| Bivalent temperature                      | °C                                                                              | -7,0            |
| PDesign                                   | kW                                                                              | 50,0            |
| Qhe                                       | kWh                                                                             | 29970           |
| SCOP                                      |                                                                                 | 3,45            |
| Performance ηs                            | %                                                                               | 130             |
| Seasonal efficiency class                 |                                                                                 | A++             |

Tab. 29. Parametry powietrznej pompy ciepła AW-HT/LN-CA-E/0404

|                                         |                                                                                        |          |
|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| Code                                    | AW-HT /LN-CA-E /0404                                                                   |          |
| Version                                 | LN-CA-E                                                                                |          |
| Size                                    | 0404                                                                                   |          |
| UNIT DESCRIPTION                        | High efficiency heat pump, air source for outdoor installation, high water temperature |          |
| Power supply                            | V/ph/Hz                                                                                | 400/3/50 |
| PERFORMANCE AT DESIGNED CONDITIONS      |                                                                                        |          |
| RUNNING CONDITIONS                      |                                                                                        |          |
| HEAT EXCHANGER USER SIDE                |                                                                                        |          |
| Fluid inlet temperature (heating mode)  | °C                                                                                     | 50,00    |
| Fluid outlet temperature (heating mode) | °C                                                                                     | 55,00    |
| Fluid type                              | ETHYLENE GLYCOL                                                                        |          |
| Glycol                                  | %                                                                                      | 35       |
| Fouling factor                          | m²K/kW                                                                                 | 0,000    |
| OUTDOOR CONDITION                       |                                                                                        |          |
| Air temperature (heating mode)          | °C                                                                                     | 0,0      |
| HEATING (EN14511)                       |                                                                                        |          |
| Total heating capacity                  | kW                                                                                     | 101,5    |
| Compressors power input (heating mode)  | kW                                                                                     | 41,1     |
| Fan power input (heating mode)          | kW                                                                                     | 4,80     |
| Total power input                       | kW                                                                                     | 45,30    |
| COP                                     | kW/kW                                                                                  | 2,240    |
| SCOP                                    |                                                                                        |          |
| SCOP Official (Reg. 813/2013 EU)        |                                                                                        |          |
| LOW TEMPERATURE                         |                                                                                        |          |
| Type climate                            | Average                                                                                |          |
| Temperature application                 | °C                                                                                     | 35       |
| Type flow                               | Fixed                                                                                  |          |
| Type Temperature                        | Fixed                                                                                  |          |
| Bivalent temperature                    | °C                                                                                     | -7,0     |
| PDesign                                 | kW                                                                                     | 92,6     |
| Qhe                                     | kWh                                                                                    | 60832    |
| SCOP                                    | 3,15                                                                                   |          |
| Performance ηs                          | %                                                                                      | 123      |
| Seasonal efficiency class               | -                                                                                      |          |
| MEDIUM TEMPERATURE                      |                                                                                        |          |
| Type climate                            | Average                                                                                |          |
| Temperature application                 | °C                                                                                     | 55       |
| Type flow                               | Fixed                                                                                  |          |
| Type Temperature                        | Variable                                                                               |          |
| Bivalent temperature                    | °C                                                                                     | -7,0     |
| PDesign                                 | kW                                                                                     | 98,9     |
| Qhe                                     | kWh                                                                                    | 69205    |
| SCOP                                    | 2,95                                                                                   |          |
| Performance ηs                          | %                                                                                      | 115      |
| Seasonal efficiency class               | -                                                                                      |          |

#### 11.4. ANALIZA EKONOMICZNA WARIANTU

W celu określenia rentowności inwestycji – **IRR**, założono okres działania poszczególnych systemów na 15 lat.

##### **Powietrzne pompy ciepła – WARIANT IIIa**

**Analiza prowadzona na podstawie zużycia nośników energii w oparciu o następujące dane i założenia:**

- pompy ciepła AW-HT/CA-E/0202 i EW-HT/0152 pracują przez 6100 godzin w roku pokrywając 70% zapotrzebowania na energię cieplną do podgrzewu ciepłej wody użytkowej – przy temperaturze poniżej +3°C ciepło pobierane będzie z kotłowni gazowej;
- pompy ciepła AW-HT/CA-E/0302 i EW-HT/0202 pracują przez 6100 godzin w roku pokrywając 70% zapotrzebowania na energię cieplną do podgrzewu ciepłej wody użytkowej – przy temperaturze poniżej +3°C ciepło pobierane będzie z kotłowni gazowej;
- zużycie energii cieplnej na potrzeby c.w.u. .... **1746 MWh/a;**
- moc grzewcza na c.w.u. możliwa do pokrycia przez pompy ciepła ..... **162 kW;**
- pokrycie energii cieplnej na c.w.u. przez pompy ciepła ..... **1222,2 MWh/a;**
- zużycie energii elektrycznej przez pompy ciepła ..... **395,8 MWh/a;**
- koszt 1 MWh energii cieplnej z gazu ziemnego ..... **177,37 zł/MWh netto;**
- koszt 1 MWh energii elektrycznej ..... **496,86 zł/MWh netto.**

**Do obliczeń przyjęto, że energia cieplna dostarczana z kotłowni gazowej zostaje zastąpiona energią elektryczną niezbędną do pracy pomp ciepła.**

Tab. 30. Analiza ekonomiczna – WARIANT IIIa

| ANALIZA EKONOMICZNA – POWIETRZNE POMPY CIEPŁA – BUDYNEK A |                                       |                                    |                                        |                                     |
|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------|
| POZYCJA                                                   | STAN PRZED<br>MODERNIZACJĄ<br>[MWh/a] | STAN PO<br>MODERNIZACJI<br>[MWh/a] | KOSZTY PRZED<br>MODERNIZACJĄ<br>[zł/a] | KOSZTY PO<br>MODERNIZACJI<br>[zł/a] |
| C.W.U.                                                    | 494,2                                 | 164,7                              | 87 656                                 | -81 833                             |
| OSZCZĘDNOŚCI RAZEM [zł/a]                                 |                                       |                                    |                                        | 5 823                               |
|                                                           |                                       |                                    |                                        |                                     |
| ANALIZA EKONOMICZNA – POWIETRZNE POMPY CIEPŁA – BUDYNEK B |                                       |                                    |                                        |                                     |
| POZYCJA                                                   | STAN PRZED<br>MODERNIZACJĄ<br>[MWh/a] | STAN PO<br>MODERNIZACJI<br>[MWh/a] | KOSZTY PRZED<br>MODERNIZACJĄ<br>[zł/a] | KOSZTY PO<br>MODERNIZACJI<br>[zł/a] |
| C.W.U.                                                    | 728                                   | 231,1                              | 129 125                                | -114 824                            |
| OSZCZĘDNOŚCI RAZEM [zł/a]                                 |                                       |                                    |                                        | 14 301                              |

Oszczędności finansowe wykazane na podstawie zużycia nośników energii wynoszą:  
**20 124 zł netto/rok**

Celem przedsięwzięcia było ograniczenie zużycia energii cieplnej.

Oszczędności mają wymiar zarówno ekonomiczny, jak i ekologiczny. Efektem jest zmniejszenie rocznego zużycia energii oraz ograniczenie emisji szkodliwych substancji do atmosfery, co wpłynie na polepszenie stanu środowiska naturalnego.

Na całkowity koszt eksploatacji systemu składają się elementy:

- koszt inwestycji w system,
- koszt energii,
- koszt serwisu systemu.

Szacowany koszt inwestycji został oparty o ceny katalogowe netto.

Tab. 31. Kosztorys szacunkowy – WARIANT IIIa

| <b>KOSZTORYS SZACUNKOWY</b> |                                         |                |
|-----------------------------|-----------------------------------------|----------------|
| <b>BUDYNEK A</b>            |                                         |                |
| Lp                          | Nazwa urządzenia                        | Cena           |
| 1                           | Powietrzna pompa ciepła AW-HT/CA-E/0202 | 85 000         |
| 2                           | Powietrzna pompa ciepła EW-HT/0152      | 50 000         |
| 3                           | Włączenie w istniejącą instalację       | 130 000        |
| <b>RAZEM</b>                |                                         | <b>265 000</b> |
| <b>BUDYNEK B</b>            |                                         |                |
| Lp                          | Nazwa urządzenia                        | Cena           |
| 1                           | Powietrzna pompa ciepła AW-HT/CA-E/0302 | 100 000        |
| 2                           | Powietrzna pompa ciepła EW-HT/0202      | 55 000         |
| 3                           | Włączenie w istniejącą instalację       | 140 000        |
| <b>RAZEM</b>                |                                         | <b>295 000</b> |

Tab. 32. Analiza kosztów – WARIANT IIIa

| <b>KOSZT EKSPLOATACJI SYSTEMU ENERGETYCZNEGO</b>                            |                |
|-----------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Szacowany koszt inwestycji                                                  | <b>560 000</b> |
| Wkład własny [20%]                                                          | <b>112 000</b> |
| Wykazane oszczędności [zł/a]                                                | <b>20 125</b>  |
| Koszt serwisu [zł]                                                          | <b>8 000</b>   |
| ROCZNE OSZCZĘDNOŚCI W NAKŁADACH<br>NA NOŚNIKI ENERGII PO MODERNIZACJI [zł]  | <b>12 125</b>  |
| <b>SPBT [lata]</b>                                                          | <b>9,2</b>     |
| <i>Rentowność inwestycji – IRR [%]</i>                                      | <b>6,78</b>    |
| <b>KOSZT EKSPLOATACJI SYSTEMU ENERGETYCZNEGO – 100%<br/>WKŁADU WŁASNEGO</b> |                |
| Szacowany koszt inwestycji                                                  | <b>560 000</b> |
| Wkład własny [100%]                                                         | <b>560 000</b> |
| Wykazane oszczędności [zł/a]                                                | <b>20 125</b>  |
| Koszt serwisu [zł]                                                          | <b>8 000</b>   |
| ROCZNE OSZCZĘDNOŚCI W NAKŁADACH<br>NA NOŚNIKI ENERGII PO MODERNIZACJI [zł]  | <b>12 125</b>  |
| <b>SPBT [lata]</b>                                                          | <b>46,2</b>    |

Tab. 33. Kosztorys szacunkowy łączny – WARIANT IIIa

| <b>KOSZTORYS SZACUNKOWY ŁĄCZNY</b> |                                            |                |
|------------------------------------|--------------------------------------------|----------------|
| <b>BUDYNEK A</b>                   |                                            |                |
| Lp                                 | Nazwa urządzenia                           | Cena           |
| 1                                  | Powietrzna pompa ciepła AW-HT/CA-E/0202    | 85 000         |
| 2                                  | Powietrzna pompa ciepła EW-HT/0152         | 50 000         |
| 3                                  | Włączenie w istniejącą instalację          | 130 000        |
| 4                                  | Wyłączenie kotłowni węglowej – WARIANT 0.I | 450 000        |
| 5                                  | Modernizacja kuchni – WARIANT 0.IIc        | 225 000        |
| <b>RAZEM</b>                       |                                            | <b>940 000</b> |
| <b>BUDYNEK B</b>                   |                                            |                |
| Lp                                 | Nazwa urządzenia                           | Cena           |
| 1                                  | Powietrzna pompa ciepła AW-HT/CA-E/0302    | 100 000        |
| 2                                  | Powietrzna pompa ciepła EW-HT/0202         | 55 000         |
| 3                                  | Włączenie w istniejącą instalację          | 140 000        |
| 4                                  | Wyłączenie kotłowni węglowej – WARIANT 0.I | 485 000        |
| <b>RAZEM</b>                       |                                            | <b>780 000</b> |

### **Powietrzne pompy ciepła – WARIANT IIIb**

**Analiza prowadzona na podstawie zużycia nośników energii w oparciu o następujące dane i założenia:**

- pompy ciepła AW-HT/CA-E/0202 i EW-HT/0152 pracują przez 6100 godzin w roku pokrywając 70% zapotrzebowania na energię cieplną do podgrzewu ciepłej wody użytkowej – przy temperaturze poniżej +3°C ciepło pobierane będzie z kotłowni gazowej;
- pompy ciepła AW-HT/CA-E/0302 i EW-HT/0202 pracują przez 6100 godzin w roku pokrywając 70% zapotrzebowania na energię cieplną do podgrzewu ciepłej wody użytkowej – przy temperaturze poniżej +3°C ciepło pobierane będzie z kotłowni gazowej;
- pompy ciepła AW-HT/LN-CA-E/0404 pracują przez 3800 godzin w roku pokrywając 36% zapotrzebowania na energię cieplną na potrzeby centralnego ogrzewania – przy temperaturze poniżej +3°C ciepło pobierane będzie z kotłowni gazowej;
- zużycie energii cieplnej na potrzeby c.w.u.....**1746 MWh/a;**
- moc grzewcza na c.w.u. możliwa do pokrycia przez pompy ciepła.....**162 kW;**
- pokrycie energii cieplnej na c.w.u. przez pompy ciepła.....**1222,2 MWh/a;**
- zużycie energii cieplnej na potrzeby c.o.....**1080 MWh/a;**
- moc grzewcza na c.o. możliwa do pokrycia przez pompy ciepła.....**404 kW;**
- pokrycie energii cieplnej na c.o. przez pompy ciepła.....**388,8 MWh/a;**
- zużycie energii elektrycznej przez pompy ciepła.....**124,6 MWh/a;**
- koszt 1 MWh energii cieplnej z gazu ziemnego.....**177,37 zł/MWh netto;**
- koszt 1 MWh energii elektrycznej.....**496,86 zł/MWh netto.**

**Do obliczeń przyjęto, że energia cieplna dostarczana z kotłowni gazowej zostaje zastąpiona energią elektryczną niezbędną do pracy pomp ciepła.**

Tab. 34. Analiza ekonomiczna – WARIANT IIIb

| <b>ANALIZA EKONOMICZNA – POWIETRZNE POMPY CIEPŁA – BUDYNEK A</b> |                                       |                                    |                                        |                                     |
|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------|
| POZYCJA                                                          | STAN PRZED<br>MODERNIZACJĄ<br>[MWh/a] | STAN PO<br>MODERNIZACJI<br>[MWh/a] | KOSZTY PRZED<br>MODERNIZACJĄ<br>[zł/a] | KOSZTY PO<br>MODERNIZACJI<br>[zł/a] |
| C.W.U.                                                           | 494,2                                 | 164,7                              | 87 656                                 | -81 833                             |
| C.O.                                                             | 203,7                                 | 65,3                               | 36 130                                 | -32 445                             |
| <b>OSZCZĘDNOŚCI RAZEM [zł/a]</b>                                 |                                       |                                    |                                        | <b>9 508</b>                        |
| <b>ANALIZA EKONOMICZNA – POWIETRZNE POMPY CIEPŁA – BUDYNEK B</b> |                                       |                                    |                                        |                                     |
| POZYCJA                                                          | STAN PRZED<br>MODERNIZACJĄ<br>[MWh/a] | STAN PO<br>MODERNIZACJI<br>[MWh/a] | KOSZTY PRZED<br>MODERNIZACJĄ<br>[zł/a] | KOSZTY PO<br>MODERNIZACJI<br>[zł/a] |
| C.W.U.                                                           | 728                                   | 231,1                              | 129 125                                | -114 824                            |
| C.O.                                                             | 185,1                                 | 59,3                               | 32 831                                 | -29 464                             |
| <b>OSZCZĘDNOŚCI RAZEM [zł/a]</b>                                 |                                       |                                    |                                        | <b>17 668</b>                       |

Oszczędności finansowe wykazane na podstawie zużycia nośników energii wynoszą:  
**27 176 zł netto/rok**

Celem przedsięwzięcia było ograniczenie zużycia energii cieplnej.

Oszczędności mają wymiar zarówno ekonomiczny, jak i ekologiczny. Efektem jest zmniejszenie rocznego zużycia energii oraz ograniczenie emisji szkodliwych substancji do atmosfery, co wpłynie na polepszenie stanu środowiska naturalnego.

Na całkowity koszt eksploatacji systemu składają się elementy:

- koszt inwestycji w system,
- koszt energii,
- koszt serwisu systemu.

Szacowany koszt inwestycji został oparty o ceny katalogowe netto.

Tab. 35. Kosztorys szacunkowy – WARIANT IIIb

| <b>KOSZTORYS SZACUNKOWY</b> |                                            |                |
|-----------------------------|--------------------------------------------|----------------|
| <b>BUDYNEK A</b>            |                                            |                |
| Lp                          | Nazwa urządzenia                           | Cena           |
| 1                           | Powietrzna pompa ciepła AW-HT/CA-E/0202    | 85 000         |
| 2                           | Powietrzna pompa ciepła EW-HT/0152         | 50 000         |
| 3                           | Powietrzne pompy ciepła AW-HT/LN-CA-E/0404 | 320 000        |
| 4                           | Włączenie w istniejącą instalację          | 410 000        |
| <b>RAZEM</b>                |                                            | <b>865 000</b> |
| <b>BUDYNEK B</b>            |                                            |                |
| Lp                          | Nazwa urządzenia                           | Cena           |
| 1                           | Powietrzna pompa ciepła AW-HT/CA-E/0302    | 100 000        |
| 2                           | Powietrzna pompa ciepła EW-HT/0202         | 55 000         |
| 3                           | Powietrzne pompy ciepła AW-HT/LN-CA-E/0404 | 320 000        |
| 4                           | Włączenie w istniejącą instalację          | 430 000        |
| <b>RAZEM</b>                |                                            | <b>905 000</b> |

Tab. 36. Analiza kosztów – WARIANT IIIb

| <b>KOSZT EKSPLOATACJI SYSTEMU ENERGETYCZNEGO</b>                            |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------|------------------|
| Szacowany koszt inwestycji                                                  | <b>1 770 000</b> |
| Wkład własny [20%]                                                          | <b>354 000</b>   |
| Wykazane oszczędności [zł/a]                                                | <b>27 176</b>    |
| Koszt serwisu [zł]                                                          | <b>16 000</b>    |
| ROZNE OSZCZĘDNOŚCI W NAKŁADACH<br>NA NOŚNIKI ENERGII PO MODERNIZACJI [zł]   | <b>11 176</b>    |
| <b>SPBT [lata]</b>                                                          | <b>31,7</b>      |
| <i>Rentowność inwestycji – IRR [%]</i>                                      | <b>-8,16</b>     |
| <b>KOSZT EKSPLOATACJI SYSTEMU ENERGETYCZNEGO – 100%<br/>WKŁADU WŁASNEGO</b> |                  |
| Szacowany koszt inwestycji                                                  | <b>1 770 000</b> |
| Wkład własny [100%]                                                         | <b>1 770 000</b> |
| Wykazane oszczędności [zł/a]                                                | <b>27 176</b>    |
| Koszt serwisu [zł]                                                          | <b>16 000</b>    |
| ROZNE OSZCZĘDNOŚCI W NAKŁADACH<br>NA NOŚNIKI ENERGII PO MODERNIZACJI [zł]   | <b>11 176</b>    |
| <b>SPBT [lata]</b>                                                          | <b>158,4</b>     |

Tab. 37. Kosztorys szacunkowy łączny – WARIANT IIIb

| <b>KOSZTORYS SZACUNKOWY - ŁĄCZNY</b> |                                               |                  |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------|
| <b>BUDYNEK A</b>                     |                                               |                  |
| Lp                                   | Nazwa urządzenia                              | Cena             |
| 1                                    | Powietrzna pompa ciepła AW-HT/CA-E/0202       | 85 000           |
| 2                                    | Powietrzna pompa ciepła EW-HT/0152            | 50 000           |
| 3                                    | Powietrzne pompy ciepła AW-HT/LN-CA-E/0404    | 320 000          |
| 4                                    | Włączenie w istniejącą instalację             | 410 000          |
| 5                                    | Kocioł gazowy z oprzyrządowaniem i włączeniem | 255 000          |
| 6                                    | Modernizacja kuchni – WARIANT 0.IIc           | 225 000          |
| <b>RAZEM</b>                         |                                               | <b>1 345 000</b> |
| <b>BUDYNEK B</b>                     |                                               |                  |
| Lp                                   | Nazwa urządzenia                              | Cena             |
| 1                                    | Powietrzna pompa ciepła AW-HT/CA-E/0302       | 100 000          |
| 2                                    | Powietrzna pompa ciepła EW-HT/0202            | 55 000           |
| 3                                    | Powietrzne pompy ciepła AW-HT/LN-CA-E/0404    | 320 000          |
| 4                                    | Włączenie w istniejącą instalację             | 430 000          |
| 5                                    | Kocioł gazowy z oprzyrządowaniem i włączeniem | 295 000          |
| <b>RAZEM</b>                         |                                               | <b>1 200 000</b> |

## 12. WARIANT IV – MODERNIZACJA INSTALACJI CENTRALNEGO OGRZEWANIA

Podstawowym celem modernizacji budynków jest zmniejszenie zużycia energii oraz nie mniej ważne zmniejszenie kosztów związanych z zapewnieniem odpowiednich warunków komfortu użytkowania i odpowiedniego mikroklimatu w użytkowanych pomieszczeniach.

W ramach tego wariantu rozpatrywana jest wymiana starych grzejników żeliwnych na grzejniki higieniczne o wyższej sprawności energetycznej, wymiana zaworów i głowic termostatycznych.

### 12.1. STAN OBECNY

Instalacja c.o. w Szpitalu nr 2 została częściowo zmodernizowana, jednak większa część składa się z grzejników żeliwnych i stalowych, bez zaworów termostatycznych i zaworów regulacyjnych podpionowych. Podobnie jak w Szpitalu nr 1 instalacja wykonana jako otwarta, z rur stalowych czarnych, łączonych przez spawanie, prowadzonych po wierzchu. W większości rury nie posiadają izolacji termicznej.

### 12.2. ANALIZA EKONOMICZNA WARIANTU

W celu określenia rentowności inwestycji – **IRR**, założono okres działania poszczególnych systemów na 15 lat.

#### Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania – WARIANT IV

**Analiza prowadzona na podstawie zużycia nośników energii w oparciu o następujące dane i założenia:**

- koszt 1 MWh energii cieplnej z gazu ziemnego.....**177,37 zł/MWh netto,**
- oszczędności energii cieplnej po modernizacji instalacji c.o.....**168,2 MWh/a.**

Tab. 38. Analiza ekonomiczna – WARIANT IV

| <b>ANALIZA EKONOMICZNA – MODERNIZACJA C.O. – BUDYNEK A</b> |                                 |               |
|------------------------------------------------------------|---------------------------------|---------------|
| POZYCJA                                                    | STAN PO MODERNIZACJI<br>[MWh/a] | KOSZTY [zł/a] |
| ENERGIA CIEPLNA                                            | 86,8                            | -15 396       |
| <b>OSZCZĘDNOŚCI RAZEM [zł/a]</b>                           |                                 | <b>15 396</b> |
| <b>ANALIZA EKONOMICZNA – MODERNIZACJA C.O. – BUDYNEK B</b> |                                 |               |
| POZYCJA                                                    | STAN PO MODERNIZACJI<br>[MWh/a] | KOSZTY [zł/a] |
| ENERGIA CIEPLNA                                            | 81,4                            | -14 438       |
| <b>OSZCZĘDNOŚCI RAZEM [zł/a]</b>                           |                                 | <b>14 438</b> |

Oszczędności finansowe wykazane na podstawie zużycia nośników energii wynoszą:  
**29 834 zł netto/rok**

Celem przedsięwzięcia było ograniczenie zużycia energii cieplnej.

Oszczędności mają wymiar zarówno ekonomiczny, jak i ekologiczny. Efektem jest zmniejszenie rocznego zużycia energii oraz ograniczenie emisji szkodliwych substancji do atmosfery, co wpłynie na polepszenie stanu środowiska naturalnego.

Szacowany koszt inwestycji został oparty o ceny katalogowe netto.

Tab. 39. Kosztorys szacunkowy – WARIANT IV

| <b>KOSZTORYS SZACUNKOWY</b> |                                                       |                |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------|----------------|
| <b>BUDYNEK A</b>            |                                                       |                |
| Lp                          | Nazwa urządzenia                                      | Cena           |
| 1                           | Grzejniki higieniczne                                 | 75 000         |
| 2                           | Armatura (głowice termostatyczne, zawory regulacyjne) | 45 000         |
| 3                           | Instalacja (piony, poziomy, izolacja)                 | 70 000         |
| <b>RAZEM</b>                |                                                       | <b>190 000</b> |
| <b>BUDYNEK B</b>            |                                                       |                |
| Lp                          | Nazwa urządzenia                                      | Cena           |
| 1                           | Grzejniki higieniczne                                 | 135 000        |
| 2                           | Armatura (głowice termostatyczne, zawory regulacyjne) | 75 000         |
| 3                           | Instalacja (piony, poziomy, izolacja)                 | 120 000        |
| <b>RAZEM</b>                |                                                       | <b>330 000</b> |

Tab. 40. Analiza kosztów – WARIANT IV

| <b>KOSZT EKSPLOATACJI SYSTEMU ENERGETYCZNEGO</b>                            |                |
|-----------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Szacowany koszt inwestycji                                                  | <b>520 000</b> |
| Wkład własny [20%]                                                          | <b>104 000</b> |
| Wykazane oszczędności [zł/a]                                                | <b>29 834</b>  |
| ROZNE OSZCZĘDNOŚCI W NAKŁADACH<br>NA NOŚNIKI ENERGII PO MODERNIZACJI [zł]   | <b>29 834</b>  |
| <b>SPBT [lata]</b>                                                          | <b>3,5</b>     |
| <i>Rentowność inwestycji – IRR [%]</i>                                      | <b>27,98</b>   |
| <b>KOSZT EKSPLOATACJI SYSTEMU ENERGETYCZNEGO – 100%<br/>WKŁADU WŁASNEGO</b> |                |
| Szacowany koszt inwestycji                                                  | <b>520 000</b> |
| Wkład własny [100%]                                                         | <b>520 000</b> |
| Wykazane oszczędności [zł/a]                                                | <b>29 834</b>  |
| ROZNE OSZCZĘDNOŚCI W NAKŁADACH<br>NA NOŚNIKI ENERGII PO MODERNIZACJI [zł]   | <b>29 834</b>  |
| <b>SPBT [lata]</b>                                                          | <b>17,4</b>    |

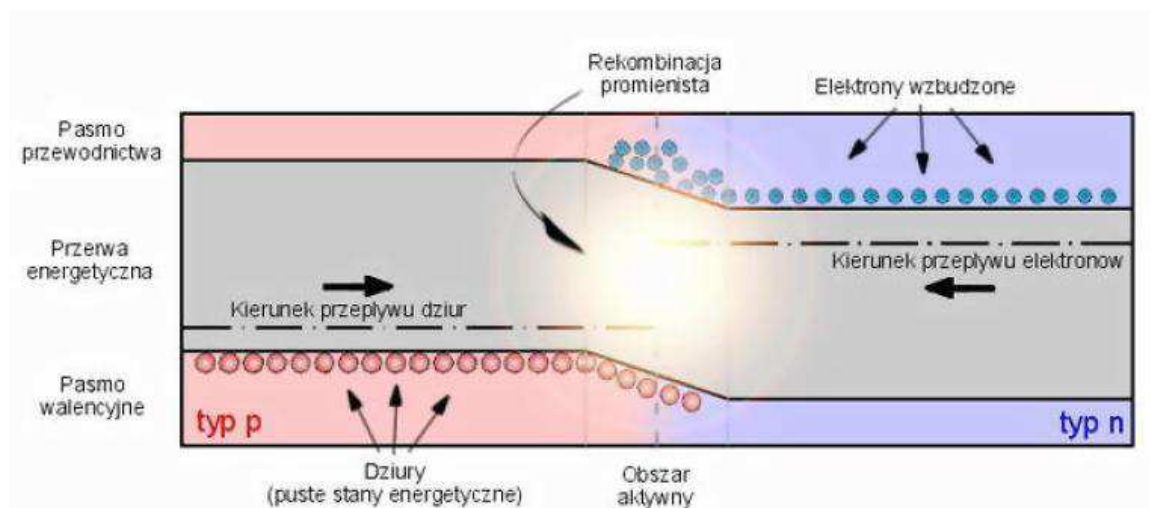
Tab. 41. Kosztorys szacunkowy – WARIANT IV

| <b>KOSZTORYS SZACUNKOWY</b> |                                                       |                |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------|----------------|
| <b>BUDYNEK A</b>            |                                                       |                |
| Lp                          | Nazwa urządzenia                                      | Cena           |
| 1                           | Grzejniki higieniczne                                 | 75 000         |
| 2                           | Armatura (głowice termostatyczne, zawory regulacyjne) | 45 000         |
| 3                           | Instalacja (piony, poziomy, izolacja)                 | 70 000         |
| 4                           | Wyłączenie kotłowni węglowej – WARIANT 0.I            | 450 000        |
| 5                           | Modernizacja kuchni – WARIANT 0.IIc                   | 225 000        |
| <b>RAZEM</b>                |                                                       | <b>865 000</b> |
| <b>BUDYNEK B</b>            |                                                       |                |
| Lp                          | Nazwa urządzenia                                      | Cena           |
| 1                           | Grzejniki higieniczne                                 | 135 000        |
| 2                           | Armatura (głowice termostatyczne, zawory regulacyjne) | 75 000         |
| 3                           | Instalacja (piony, poziomy, izolacja)                 | 120 000        |
| 4                           | Wyłączenie kotłowni węglowej – WARIANT 0.I            | 485 000        |
| <b>RAZEM</b>                |                                                       | <b>815 000</b> |

### 13. WARIANT V – OŚWIETLENIE LED

#### 13.1. ZASADA DZIAŁANIA

Dioda LED (bo to one stanowią żarówkę LED) jest zbudowana z półprzewodnika, który przewodzi prąd tylko w jednym kierunku. Te dwie elektrody umieszczone są pod obudową, która może mieć różne kształty i kolory.



Rys. 17. Dioda LED – zasada działania

W półprzewodniku tworzy się **złącze p-n**, rozdzielające warstwę „n”, w której gromadzą się elektrony od warstwy „p”, kumulującej tzw. dziury. W momencie przyłożenia prądu, elektrony przeskakują do dziur, wydzielając energię w postaci światła.

W diodach LED wykorzystuje się zjawisko luminescencji, czyli emitowania przez pobudzoną materię promieniowania elektromagnetycznego, które czasami przewyższa promieniowanie temperaturowe. Zasada działania **żarówki LED** opiera się na zasadzie rekombinacji nośników ładunku, polegającej na przejściu elektronów z wyższego poziomu energetycznego na niższy, przy jednoczesnym zachowaniu przez nie pędu. Zjawisko to nazywane jest przejściem prostym w półprzewodnikach z prostym układem pasowym. Energia elektronów jest zamieniana na kwanty promieniowania elektromagnetycznego.

#### 13.2. STAN OBECNY OŚWIETLENIA

Poniższa tabela przedstawia szacunkowe dane dotyczące ilości opraw oświetleniowych w poszczególnych budynkach Szpitala nr 2.

Tab. 42. Zestawienie urządzeń – WARIANT V

| ZESTAWIENIE URZĄDZEŃ – WARIANT V |                                                 |             |
|----------------------------------|-------------------------------------------------|-------------|
| Lp                               | Nazwa urządzenia                                | Ilość [szt] |
| 1                                | Oprawy oświetleniowe – Szpital nr 2 – budynek A | 300         |
| 2                                | Oprawy oświetleniowe – Szpital nr 2 – budynek B | 350         |

### 13.3. KONFIGURACJA URZĄDZEŃ

Celem modernizacji oświetlenia zarówno zewnętrznego jak i wewnętrznego w analizowanych obiektach jest obniżenie mocy zainstalowanych urządzeń oświetleniowych i podniesienie jakości oświetlenia. Istotnym efektem przeprowadzenia modernizacji zgodnie z niniejszym opracowaniem będzie znaczne obniżenie energochłonności systemu poprzez wdrożenie energooszczędnego sprzętu oświetleniowego o najwyższych parametrach użytkowych. Osiągnięcie powyższego celu pozwoli na uzyskanie znaczących efektów ekologicznych, związanych ze zmniejszeniem zużycia energii oraz efektów ekonomicznych związanych z obniżeniem kosztów eksploatacji systemu oświetlenia. W zakresie modernizacji przewidziano wymianę:

- źródeł oświetlenia na LED,
- istniejących opraw oświetleniowych na oprawy ze źródłami typu LED.

### 13.4. ANALIZA EKONOMICZNA WARIANTU

W celu określenia rentowności inwestycji – **IRR**, założono okres działania poszczególnych systemów na 15 lat.

#### Oświetlenie LED – WARIANT V

**Analiza prowadzona na podstawie zużycia nośników energii w oparciu o następujące dane i założenia:**

- szacowane koszty wymiany i montażu wraz z kosztami nowych żarówek i opraw oświetleniowych.....**585 000 zł netto;**
- średni ważony czas pracy obecnie zainstalowanych żarówek.....**13 000 h;**
- czas pracy żarówek LED.....**50 000 h;**
- średni czas pracy oświetlenia w roku.....**3780 h;**
- średni wskaźnik wymiany obecnych żarówek w stosunku do LED.....**3,85;**
- energia elektryczna zaoszczędzona po zamianie oświetlenia na LED.....**44,2 MWh/a;**
- koszt 1 MWh energii elektrycznej.....**496,86 zł/MWh netto.**

Tab. 43. Analiza ekonomiczna – WARIANT V

| <b>ANALIZA EKONOMICZNA – OŚWIETLENIE LED – BUDYNEK A</b> |                                 |               |
|----------------------------------------------------------|---------------------------------|---------------|
| POZYCJA                                                  | STAN PO MODERNIZACJI<br>[MWh/a] | KOSZTY [zł/a] |
| ENERGIA ELEKTRYCZNA                                      | 20,4                            | -10 136       |
| <b>OSZCZĘDNOŚCI RAZEM [zł/a]</b>                         |                                 | <b>10 136</b> |
| <b>ANALIZA EKONOMICZNA – OŚWIETLENIE LED – BUDYNEK B</b> |                                 |               |
| POZYCJA                                                  | STAN PO MODERNIZACJI<br>[MWh/a] | KOSZTY [zł/a] |
| ENERGIA ELEKTRYCZNA                                      | 23,8                            | -11 825       |
| <b>OSZCZĘDNOŚCI RAZEM [zł/a]</b>                         |                                 | <b>11 825</b> |

Oszczędności finansowe wykazane na podstawie zużycia nośników energii wynoszą:  
**21 961 zł netto/rok**

Celem przedsięwzięcia było ograniczenie zużycia energii elektrycznej.

Oszczędności mają wymiar zarówno ekonomiczny, jak i ekologiczny. Efektem jest zmniejszenie rocznego zużycia energii oraz ograniczenie emisji szkodliwych substancji do atmosfery, co wpłynie na polepszenie stanu środowiska naturalnego.

Na całkowity koszt eksploatacji systemu składają się elementy:

- koszt inwestycji w system,
- koszt energii.

Szacowany koszt inwestycji został oparty o ceny katalogowe netto.

Tab. 44. Kosztorys szacunkowy – WARIANT V

| <b>KOSZTORYS SZACUNKOWY</b> |                                            |                |
|-----------------------------|--------------------------------------------|----------------|
| <b>BUDYNEK A</b>            |                                            |                |
| Lp                          | Nazwa urządzenia                           | Cena           |
| 1                           | Oprawy oświetleniowe z żarówkami LED       | 240 000        |
| 2                           | Montaż i włączenie w istniejącą instalację | 30 000         |
| <b>RAZEM</b>                |                                            | <b>270 000</b> |
| <b>BUDYNEK B</b>            |                                            |                |
| Lp                          | Nazwa urządzenia                           | Cena           |
| 1                           | Oprawy oświetleniowe z żarówkami LED       | 280 000        |
| 2                           | Montaż i włączenie w istniejącą instalację | 35 000         |
| <b>RAZEM</b>                |                                            | <b>315 000</b> |

Tab. 45. Analiza kosztów – WARIANT V

| <b>KOSZT EKSPLOATACJI SYSTEMU ENERGETYCZNEGO</b>                            |                |
|-----------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Szacowany koszt inwestycji                                                  | <b>585 000</b> |
| Wkład własny [20%]                                                          | <b>117 000</b> |
| Wykazane oszczędności [zł/a]                                                | <b>21 961</b>  |
| ROZNE OSZCZĘDNOŚCI W NAKŁADACH<br>NA NOŚNIKI ENERGII PO MODERNIZACJI [zł]   | <b>21 961</b>  |
| <b>SPBT [lata]</b>                                                          | <b>5,3</b>     |
| <i>Rentowność inwestycji – IRR [%]</i>                                      | <b>16,99</b>   |
| <b>KOSZT EKSPLOATACJI SYSTEMU ENERGETYCZNEGO – 100%<br/>WKŁADU WŁASNEGO</b> |                |
| Szacowany koszt inwestycji                                                  | <b>585 000</b> |
| Wkład własny [100%]                                                         | <b>585 000</b> |
| Wykazane oszczędności [zł/a]                                                | <b>21 961</b>  |
| ROZNE OSZCZĘDNOŚCI W NAKŁADACH<br>NA NOŚNIKI ENERGII PO MODERNIZACJI [zł]   | <b>21 961</b>  |
| <b>SPBT [lata]</b>                                                          | <b>26,6</b>    |

## 14. WARIANT VI

### 14.1. KONFIGURACJA URZĄDZEŃ

Tab. 46. Zestawienie urządzeń – WARIANT VI

| <b>ZESTAWIENIE URZĄDZEŃ – WARIANT VI</b> |                                                              |             |
|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-------------|
| Lp                                       | Nazwa urządzenia                                             | Ilość [szt] |
| 1                                        | Kocioł kondensacyjny 188 kW z palnikiem gaz/olej – budynek A | 2           |
| 2                                        | Kocioł kondensacyjny 245 kW z palnikiem gaz/olej – budynek B | 2           |
| 3                                        | Gazowa wytwornica pary                                       | 1           |
| 4                                        | Kotły warzelne parowe 200 dm <sup>3</sup>                    | 5           |
| 5                                        | Kocioł uchylny parowy 2x30 dm <sup>3</sup>                   | 1           |
| 6                                        | Panele fotowoltaiczne                                        | 280         |

### 14.2. ANALIZA EKONOMICZNA WARIANTU

W celu określenia rentowności inwestycji – **IRR**, założono okres działania poszczególnych systemów na 15 lat.

#### **Instalacja fotowoltaiczna + Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania + Oświetlenie LED – WARIANT VI**

**Analiza prowadzona na podstawie zużycia nośników energii w oparciu o następujące dane i założenia:**

- obliczenia i założenia dla instalacji fotowoltaicznej jak w wariancie I;
- obliczenia i założenia dla modernizacji instalacji c. o. jak w wariancie IV;
- obliczenia i założenia dla oświetlenia LED jak w wariancie V.

Tab. 47. Analiza ekonomiczna – WARIANT VI

| <b>ANALIZA EKONOMICZNA – PANELE FOTOWOLTAICZNE</b> |                              |               |
|----------------------------------------------------|------------------------------|---------------|
| POZYCJA                                            | STAN PO MODERNIZACJI [MWh/a] | KOSZTY [zł/a] |
| ENERGIA ELEKTRYCZNA                                | 78,35                        | -38 927       |
| <b>OSZCZĘDNOŚCI RAZEM [zł/a]</b>                   |                              | <b>38 927</b> |
| <b>ANALIZA EKONOMICZNA – MODERNIZACJA C.O.</b>     |                              |               |
| POZYCJA                                            | STAN PO MODERNIZACJI [MWh/a] | KOSZTY [zł/a] |
| ENERGIA CIEPLNA                                    | 168,2                        | -29 834       |
| <b>OSZCZĘDNOŚCI RAZEM [zł/a]</b>                   |                              | <b>29 834</b> |
| <b>ANALIZA EKONOMICZNA – OŚWIETLENIE LED</b>       |                              |               |
| POZYCJA                                            | STAN PO MODERNIZACJI [MWh/a] | KOSZTY [zł/a] |
| ENERGIA ELEKTRYCZNA                                | 44,2                         | -21 961       |
| <b>OSZCZĘDNOŚCI RAZEM [zł/a]</b>                   |                              | <b>21 961</b> |

Oszczędności finansowe wykazane na podstawie zużycia nośników energii wynoszą:  
**90 722 zł netto/rok**

Celem przedsięwzięcia było ograniczenie zużycia energii cieplnej.

Oszczędności mają wymiar zarówno ekonomiczny, jak i ekologiczny. Efektem jest zmniejszenie rocznego zużycia energii oraz ograniczenie emisji szkodliwych substancji do atmosfery, co wpłynie na polepszenie stanu środowiska naturalnego.

Na całkowity koszt eksploatacji systemu składają się elementy:

- koszt inwestycji w system,
- koszt energii,
- koszt serwisu systemu.

Szacowany koszt inwestycji został oparty o ceny katalogowe netto.

Tab. 48. Kosztorys szacunkowy – WARIANT VI

| <b>KOSZTORYS SZACUNKOWY</b> |                                                                                        |                  |
|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| Lp                          | Nazwa urządzenia                                                                       | Cena             |
| 1                           | Generator fotowoltaiczny: panele PV, falowniki, skrzynki DC, rozdzielnice, okablowanie | 335 000          |
| 2                           | Konstrukcje wsporcze                                                                   | 135 000          |
| 3                           | Włączenie w istniejącą instalację                                                      | 70 000           |
| 4                           | Grzejniki higieniczne                                                                  | 210 000          |
| 5                           | Armatura (głowice termostatyczne, zawory regulacyjne)                                  | 120 000          |
| 6                           | Instalacja (piony, poziomy, izolacja)                                                  | 190 000          |
| 7                           | Oprawy oświetleniowe z żarówkami LED                                                   | 520 000          |
| 8                           | Montaż i włączenie w istniejącą instalację                                             | 65 000           |
| <b>RAZEM</b>                |                                                                                        | <b>1 645 000</b> |

Tab. 49. Analiza kosztów – WARIANT VI

| <b>KOSZT EKSPLOATACJI SYSTEMU ENERGETYCZNEGO</b>                        |                  |
|-------------------------------------------------------------------------|------------------|
| Szacowany koszt inwestycji                                              | <b>1 645 000</b> |
| Wkład własny [20%]                                                      | <b>329 000</b>   |
| Wykazane oszczędności [zł/a]                                            | <b>90 722</b>    |
| Koszt serwisu [zł]                                                      | <b>8 000</b>     |
| ROCZNE OSZCZĘDNOŚCI W NAKŁADACH NA NOŚNIKI ENERGII PO MODERNIZACJI [zł] | <b>82 722</b>    |
| <b>SPBT [lata]</b>                                                      | <b>4,0</b>       |
| <i>Rentowność inwestycji – IRR [%]</i>                                  | <b>24,17</b>     |
| <b>KOSZT EKSPLOATACJI SYSTEMU ENERGETYCZNEGO – 100% WKŁADU WŁASNEGO</b> |                  |
| Szacowany koszt inwestycji                                              | <b>1 645 000</b> |
| Wkład własny [100%]                                                     | <b>1 645 000</b> |
| Wykazane oszczędności [zł/a]                                            | <b>90 722</b>    |
| Koszt serwisu [zł]                                                      | <b>8 000</b>     |
| ROCZNE OSZCZĘDNOŚCI W NAKŁADACH NA NOŚNIKI ENERGII PO MODERNIZACJI [zł] | <b>82 722</b>    |
| <b>SPBT [lata]</b>                                                      | <b>19,9</b>      |

Tab. 50. Kosztorys szacunkowy łączny – WARIANT VI

| <b>KOSZTORYS SZACUNKOWY ŁĄCZNY</b> |                                                                                        |                  |
|------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| Lp                                 | Nazwa urządzenia                                                                       | Cena             |
| 1                                  | Kotły kondensacyjne 188 kW z palnikami gaz/olej                                        | 190 000          |
| 2                                  | Kotły kondensacyjne 245 kW z palnikami gaz/olej                                        | 205 000          |
| 3                                  | Oprządkowanie kotłów, armatura                                                         | 110 000          |
| 4                                  | Włączenie kotłów do instalacji                                                         | 190 000          |
| 5                                  | Instalacja olejowa                                                                     | 80 000           |
| 6                                  | Prace budowlane                                                                        | 160 000          |
| 7                                  | Modernizacja kuchni – WARIANT 0.IIc                                                    | 225 000          |
| 8                                  | Generator fotowoltaiczny: panele PV, falowniki, skrzynki DC, rozdzielnice, okablowanie | 335 000          |
| 9                                  | Konstrukcje wsporcze                                                                   | 135 000          |
| 10                                 | Włączenie w istniejącą instalację                                                      | 70 000           |
| 11                                 | Grzejniki higieniczne                                                                  | 210 000          |
| 12                                 | Armatura (głowice termostatyczne, zawory regulacyjne)                                  | 120 000          |
| 13                                 | Instalacja (piony, poziomy, izolacja)                                                  | 190 000          |
| 14                                 | Oprawy oświetleniowe z żarówkami LED                                                   | 520 000          |
| 15                                 | Montaż i włączenie w istniejącą instalację                                             | 65 000           |
| <b>RAZEM</b>                       |                                                                                        | <b>2 805 000</b> |

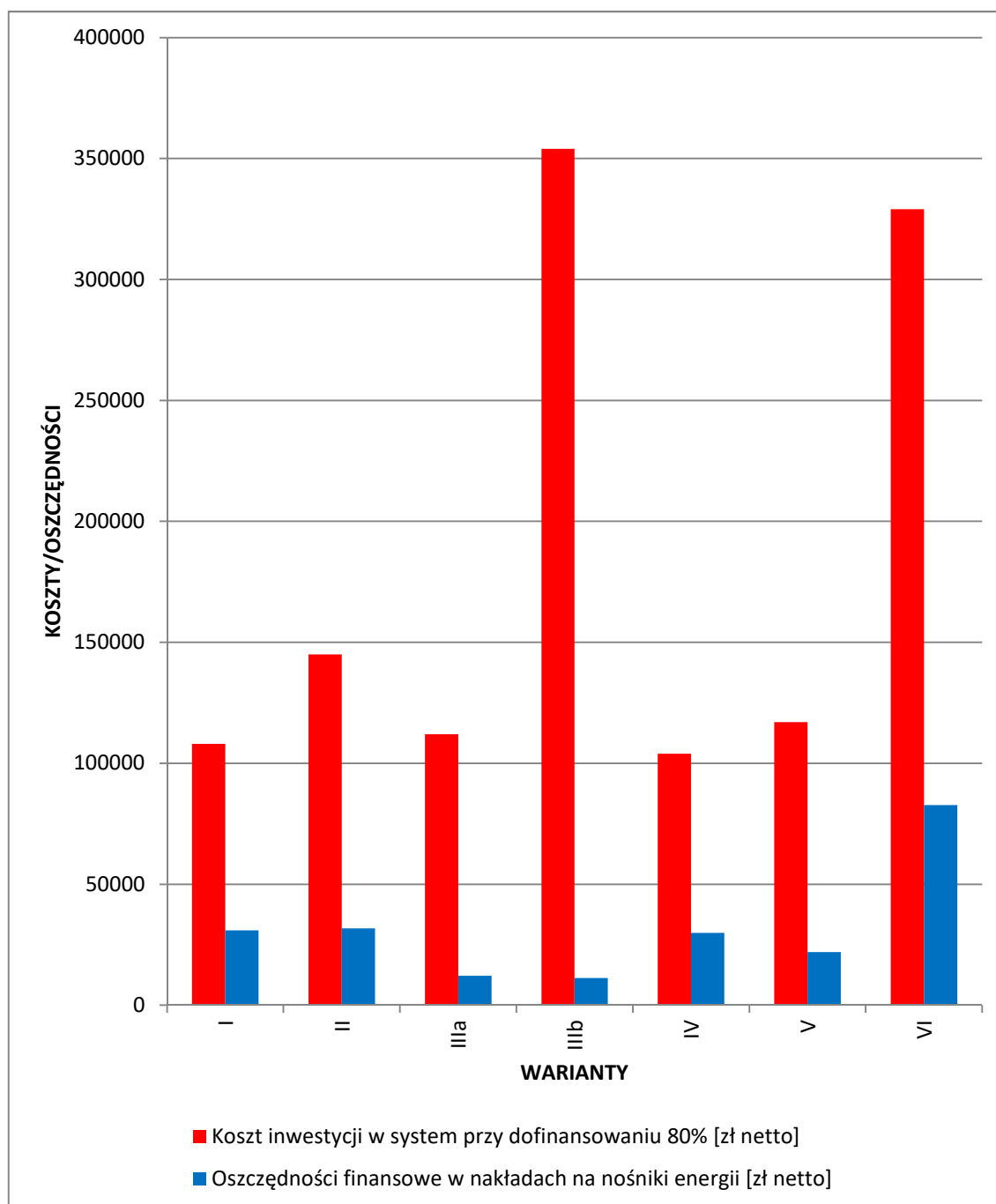
Tab. 51. Analiza kosztów całościowa – WARIANT VI

| <b>KOSZT EKSPLOATACJI SYSTEMU ENERGETYCZNEGO</b>                        |                  |
|-------------------------------------------------------------------------|------------------|
| Szacowany koszt inwestycji                                              | <b>2 805 000</b> |
| Wkład własny [20%]                                                      | <b>561 000</b>   |
| Wykazane oszczędności [zł/a]                                            | <b>90 722</b>    |
| Koszt serwisu [zł]                                                      | <b>8 000</b>     |
| ROZNE OSZCZĘDNOŚCI W NAKŁADACH NA NOŚNIKI ENERGII PO MODERNIZACJI [zł]  | <b>82 722</b>    |
| <b>SPBT [lata]</b>                                                      | <b>6,8</b>       |
| <b>Rentowność inwestycji – IRR [%]</b>                                  | <b>12,08</b>     |
| <b>KOSZT EKSPLOATACJI SYSTEMU ENERGETYCZNEGO – 100% WKŁADU WŁASNEGO</b> |                  |
| Szacowany koszt inwestycji                                              | <b>2 805 000</b> |
| Wkład własny [100%]                                                     | <b>2 805 000</b> |
| Wykazane oszczędności [zł/a]                                            | <b>90 722</b>    |
| Koszt serwisu [zł]                                                      | <b>8 000</b>     |
| ROZNE OSZCZĘDNOŚCI W NAKŁADACH NA NOŚNIKI ENERGII PO MODERNIZACJI [zł]  | <b>82 722</b>    |
| <b>SPBT [lata]</b>                                                      | <b>33,9</b>      |

### CZĘŚĆ III

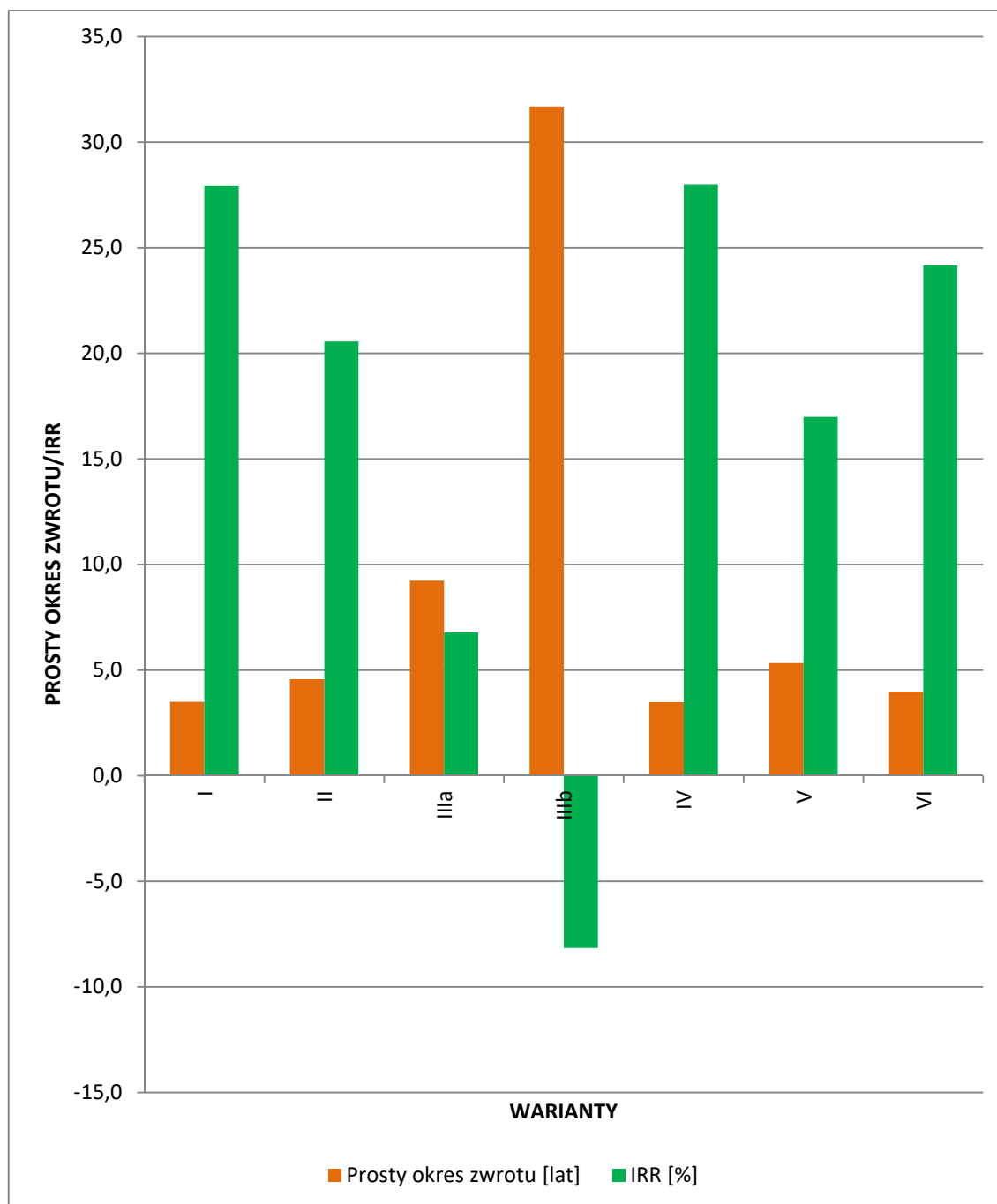
## 15. PORÓWNANIE WYNIKÓW ANALIZY EKONOMICZNEJ

Nakłady inwestycyjne w stosunku do oszczędności finansowych



Rys. 18. Porównanie wariantów. Nakłady inwestycyjne w stosunku do oszczędności finansowych

## Prosty okres zwrotu a rentowność inwestycji



Rys. 19. Porównanie wariantów. Prosty okres zwrotu a rentowność inwestycji

## **16. WNIOSKI**

Celem przeprowadzonej analizy był wybór optymalnego rozwiązania mającego na celu zaopatrzenie w energię ciepłą w ramach modernizacji systemu grzewczego w obiektach Samodzielnego Publicznego Zakładu Opieki Zdrowotnej w Głucholazach.

Na podstawie przeprowadzonej analizy techniczno-ekonomicznej zostały wysunięte następujące wnioski:

1. Wszystkie przedstawione warianty rozpatrywane były przy przyjętym założeniu dofinansowania w 80% kosztów inwestycji.
2. W przypadku braku dofinansowania (100% wkładu własnego) żadna z inwestycji nie wykazuje zadowalającego okresu zwrotu.
3. Część wariantów przy zachowaniu kryteriów przyjętych w analizie (wysokość dofinansowania, czas pracy, warunki zewnętrzne, itp.) wykazały zadowalający okres zwrotu, zawierający się pomiędzy 3,5 ÷ 5,3 roku, wyrażony wskaźnikiem SPBT.
4. Wariant I charakteryzuje się stosunkowo krótkim okresem zwrotu (3,5 roku). Ponadto Inwestor uzyskuje całkowicie darmową, „zieloną” energię elektryczną.
5. Zastosowanie kogeneracji jest obecnie bardzo popularnym rozwiązaniem. Duża sprawność jednostek kogeneracyjnych zapewnia szybki zwrot inwestycji.
6. Zastosowanie pomp ciepła (wariant III) jest rozwiązaniem drogim. Ponadto generuje zwiększone zapotrzebowanie na energię elektryczną, co przy wysokich jej cenach przekłada się na długi zwrot inwestycji.
7. Modernizacja instalacji c.o. – wariant IV – jest wariantem o najniższych kosztach inwestycyjnych, a uzyskane oszczędności zapewniają szybki zwrot (3,5 roku).
8. Wymiana oświetlenia na LED wiąże się z niewielkimi kosztami inwestycyjnymi, a duże oszczędności wynikające z mniejszej mocy punktów świetlnych zapewniają szybki zwrot inwestycji.
9. W analizie zaproponowano rozwiązanie kompleksowe – wariant VI. Jest to rozwiązanie o najwyższych nakładach inwestycyjnych, jednak wkład ten procentuje dużymi oszczędnościami i szybkim zwrotem inwestycji.

## **17. CZĘŚĆ INFORMACYJNA**

### **Przepisy i normy związane z projektowaniem i wykonaniem zamierzenia budowlanego:**

- Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo Budowlane (Dz.U. 2018 poz. 1202),
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. 2015 poz. 1422 z późniejszymi zmianami),
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 26 czerwca 2012 r. w sprawie szczegółowych wymagań, jakim powinny odpowiadać pomieszczenia i urządzenia podmiotu wykonującego działalność leczniczą (Dz.U. 2012 poz. 739),
- Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. – Prawo Energetyczne (Dz.U. 2018 poz. 755),
- Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska (Dz.U. 2018 poz. 799),
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 2 września 2004 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy dokumentacji projektowej, specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych oraz programu funkcjonalno-użytkowego (Dz.U. 2013 poz. 1129).

Wykonał: