

## AUDYT EX-POST EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ ZESPOŁU OPIEKI ZDROWOTNEJ W KOŃSKICH



Zdjęcie 1 Szpital św. Łukasza w Końskich  
fot. Urząd Miasta i Gminy Końskie

<b>INWESTOR</b>	<b>ZESPÓŁ OPIEKI ZDROWOTNEJ W KOŃSKICH</b>  ULICA: Gimnazjalna 41B MIEJSCOWOŚĆ: 26-200 Końskie GMINA: Końskie POWIAT: konecki WOJEWÓDZTWO: świętokrzyskie
<b>LOKALIZACJA</b>	NR EW. DZ. 260503_4.0004.2294/10 ULICA: Gimnazjalna 41B MIEJSCOWOŚĆ: 26-200 Końskie GMINA: Końskie POWIAT: konecki WOJEWÓDZTWO: świętokrzyskie
<b>WYKONAWCA</b>	<b>INSTYTUT DORADZTWA EUROPEJSKIEGO - INNOWACJA S.C.</b> ul. Olszańska 18/1, 31-517 Kraków tel./fax +48 (0-12) 421-06-33 www.ide.krakow.pl, e-mail: biuro@ide.krakow.pl Audytor: dr inż. Krzysztof Szczotka

Końskie, 2021 r.

## SPIS TREŚCI

1. WSTĘP .....	3
2. KARTA AUDYTU EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ.....	5
3. WYKORZYSTANE MATERIAŁY ŹRÓDŁOWE.....	6
4. DOKUMENTACJA FOTOGRAFICZNA.....	7
5. CHARAKTERYSTYKA ŹRÓDŁA CIEPŁA .....	10
6. CHARAKTERYSTYKA ZAPROPONOWANYCH ROZWIĄZAŃ OŹE.....	11
6.1. POMPY CIEPŁA .....	12
6.2. PODSUMOWANIE EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ I REDUKCJI CO <sub>2</sub> Z MONTAŻU POMP CIEPŁA.....	14
6.3. INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA.....	16
6.4. PODSUMOWANIE EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ I REDUKCJI CO <sub>2</sub> Z MONTAŻU INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ.....	18
7. PODSUMOWANIE I ZESTAWIENIE WSKAŹNIKÓW .....	19

## 1. WSTĘP

Niniejszy audyt ex-post efektywności energetycznej został opracowany w celu dokonania oceny zgodności efektów wykonania Inwestycji objętej projektem „Montaż Odnawialnych Źródeł Energii (paneli fotowoltaicznych, powietrznych pomp ciepła) w ZOZ w Końskich” nr RPSW.03.01.00-26-0072/17 realizowanego w ramach Działania 3.1 „Wytwarzanie i dystrybucja energii pochodzącej ze źródeł odnawialnych”, 3 Osi priorytetowej „Efektywna i zielona energia” Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Świętokrzyskiego na lata 2014-2020.

Przedmiotem projektu jest montaż odnawialnych źródeł energii w budynkach oraz na terenie ZOZ w Końskich.

Zakres przedsięwzięcia obejmuje:

- montaż paneli fotowoltaicznych - 1618 szt. modułów monokrystalicznych o mocy jednostkowej 310 kW<sub>p</sub> każdy. Łączna moc zaplanowanej instalacji: 501,58 kW;
- montaż powietrznych pomp ciepła służących do ogrzewania c.o. oraz c.w.u. Ze względów ekonomicznych i technicznych zakłada się, że pompy ciepła będą współpracowały z kotłownią gazową w systemie biwalentnym częściowo równoległym. Łączna moc zaplanowanej instalacji: 753,6 kW (251,2 kW każda).

Realizacja inwestycji pozwoli osiągnąć następujące rezultaty:

- ✓ Szacowany roczny spadek emisji gazów cieplarnianych: 668,79 MgCO<sub>2</sub>/rok,
- ✓ produkcja energii cieplnej z nowo wybudowanych instalacji wykorzystujących OZE: 1225,34 MWh<sub>t</sub>/rok,
- ✓ produkcja energii elektrycznej z nowo wybudowanych instalacji wykorzystujących OZE: 525,62 MWh<sub>e</sub>/rok,
- ✓ dodatkowa zdolność wytwarzania energii cieplnej ze źródeł odnawialnych: 0,75 MW<sub>t</sub>,

- ✓ dodatkowa zdolność wytwarzania energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych: 0,50 MWe.

W wyniku weryfikacji dokumentacji technicznej i finansowej związanej z realizacją projektu stwierdzono, że w zakresie rzeczowym projekt został zrealizowany zgodnie z wnioskiem i umową o dofinansowanie projektu nr RPSW.03.01.00-26-0072/17 pn. „Montaż Odnawialnych Źródeł Energii (paneli fotowoltaicznych, powietrznych pomp ciepła) w ZOZ w Końskich". Inwestor zgodnie z wnioskiem o dofinansowanie wykonał instalację fotowoltaiczną o łącznej mocy 501,58 kW<sub>p</sub> oraz zainstalował 3 pompy ciepła o łącznej mocy 753,6 kW.

## 2. KARTA AUDYTU EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ

<b>KARTA AUDYTU EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ</b>		<b>Data wykonania</b>		
		sierpień 2021		
<b>Podstawowe informacje dotyczące przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej</b>				
Przedsięwzięcie służące poprawie efektywności energetycznej:		Zastosowanie energii ze źródeł odnawialnych		
Opis przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej (max. 250 znaków):		Montaż kaskady wysokotemperaturowych pomp ciepła powietrze/woda na potrzeby c.o. i c.w.u. oraz montaż zestawów ogniw fotowoltaicznych.		
Dane podmiotu lub podmiotu upoważnionego (numer PESEL albo nazwa), u którego zostanie zrealizowane przedsięwzięcie służące poprawie efektywności energetycznej lub przedsięwzięcie takie zostało zrealizowane:		Zespół Opieki Zdrowotnej w Końskich ul. Gimnazjalna 41B 26-200 Końskie		
Data rozpoczęcia przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej albo planowana data rozpoczęcia tego przedsięwzięcia*:	Planowana data zakończenia przedsięwzięcia służącego poprawie efekt energetycznej*:	Data zakończenia przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej**:	Wyrażony w latach kalendarzowych okres uzyskiwania oszczędności energii:	
2018	2020	--	5	
<b>Parametry przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej (na podstawie audytu efektywności energetycznej)</b>				
Średnioroczna oszczędność energii finalnej:	1750968,54	[kWh/rok]	150,56	[toe/rok]
Średnioroczna oszczędność energii pierwotnej:	2924752,70	[kWh/rok]	251,48	[toe/rok]
Szacowana wielkość redukcji emisji CO <sub>2</sub> ***:	668,79			[Mg/rok]
<b>Dane sporządzającego audyt efektywności energetycznej</b>				
Imię i nazwisko:	Krzysztof Szczotka			
Nr uprawnienia:	MI/ŚE/15208; ZAE/2004; CPHT/11/08/15;			
Nr telefonu:	604968380			
Podpis:				

\* W przypadku przedsięwzięć służącego poprawie efektywności energetycznej jeszcze niezrealizowanego

\*\* W przypadku przedsięwzięć służącego poprawie efektywności energetycznej zrealizowanego

\*\*\* Na podstawie wskazań emisji CO<sub>2</sub> zawartych w tabeli nr 2 w załączniku nr 1 do rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 12 września 2008 r. w sprawie sposobu monitorowania emisji substancji objętych wspólnotowym systemem handlu uprawnieniami do emisji (Dz. U. Nr 183, poz. 1142) oraz publikowanych przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami do raportowania w ramach Wspólnotowego Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji za dany rok.

### 3. WYKORZYSTANE MATERIAŁY ŹRÓDŁOWE

Materiały źródłowe:

- 1) Projekt techniczny instalacji PV wraz z obliczeniami .
- 2) Projekt techniczny rozwiązań pomp ciepła.
- 3) Karty katalogowe zastosowanych urządzeń.
- 4) Dobór zestawów ogniw PV na budynkach ZOZ w Końskich.
- 5) Audyt efektywności energetycznej ex-ante dla przedsięwzięcia.
- 6) Projekt „Montaż Odnawialnych Źródeł Energii (paneli fotowoltaicznych, powietrznych pomp ciepła) w ZOZ w Końskich”
- 7) Informacje przekazane przez Inwestora

Inne dokumenty:

- inwentaryzacja własna na potrzeby przygotowania niniejszego opracowania
- własna dokumentacja fotograficzna
- wizja lokalna
- faktury i dokumenty rozliczeniowe mediów przekazane przez Inwestora

Wykaz ustaw, norm i pozycji literaturowych w oparciu o które sporządzono audyt efektywności energetycznej:

1. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 10 sierpnia 2012 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej, wzoru karty audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii (Dz.U. z 2012 poz. 962).
2. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. (wraz z późniejszymi zmianami) w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 75, poz. 690 z późn. zmianami).
3. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2012/27/UE - w sprawie efektywności energetycznej.

4. Ustawa z 20 maja 2016 r. o efektywności energetycznej (Dz. U. z dn. 11.06.2016 r. poz. 831).
5. KOBIZE - Wartości opałowe i wskaźniki emisji CO<sub>2</sub> do raportowania w ramach Wspólnotowego Systemu Handlu Uprawnieniami do emisji.

#### 4. DOKUMENTACJA FOTOGRAFICZNA









## 5. CHARAKTERYSTYKA ŹRÓDŁA CIEPŁA

Szpital zasilany jest w niezbędne media tj.: centralne ogrzewanie, ciepłą wodę użytkową i parę technologiczną z kotłowni gazowo - olejowej zlokalizowanej na terenie Szpitala, w odległości ok. 400 mb od budynków wolnostojących Zespołu Opieki Zdrowotnej. W 1998 r. kotłownia była zmodernizowana i wyposażona została w nowoczesne energooszczędne dwa kotły typu Parmomat- Simplex o łącznej mocy 2,5 MW dla potrzeb centralnego ogrzewania oraz dwa kotły parowe typu TURBOOMAT RN-HD o łącznej wydajności 6 t/h (ok. 4 MW) do produkcji pary technologicznej.

W 2012 roku miała miejsca kolejna modernizacja, zostały zamontowane: powietrzne pompy ciepła (powietrze - woda) o mocy 200 kW przeznaczone do ogrzewania ciepłej wody użytkowej w okresie lata i okresie przejściowym, dodatkowo zamontowano ekonomizerem na jednym z kotłów parowych, wymienione zostały wymienniki pojemnościowe o poj. 2x2 m<sup>3</sup> na potrzeby przygotowania C.W.U. oraz zostały wymienione węzły cieplne C.O., C.T. wraz wymianą rurociągów C.W.U. i cyrkulacji o długości 400 mb prowadzących na odcinku kotłownia - budynki Szpitala.

Rurociągi bieżą od Kotłowni do węzła parowego w kanale przesyłowym. Długość rurociągu c.w.u. i cyrkulacji wynosi odpowiednio 305 mb i 305mb, średnica DN 125 i DN 80. Zastosowano rury preizolowane giętkie typu PE-Xa. Od węzła parowego do węzła cieplnego, rurociąg c. w. u. wykonany jest z rury czarnej DN 100 na długości ok. 150 mb, natomiast rurociąg cyrkulacji wykonany jest z rury typu PP DN 63, długości ok. 150 mb. W węźle cieplnym następuje rozdział c.w.u. rurami typu PP DN 50.

Rurociąg C.O. biegnie od Kotłowni do węzła parowego w kanale przesyłowym. Wykonany z rury stalowej o średnicy DN 160 zaizolowany matami z przędzy szklanej i papą oraz folią aluminiową. Długość rurociągu wynosi ok. 315 mb. Od węzła parowego rurociąg biegnie dalej do węzła cieplnego na długości ok. 150 mb. Oddany do użytku w 1980 r. Wymieniony w latach 90-tych.

## 6. CHARAKTERYSTYKA ZAPROPONOWANYCH ROZWIĄZAŃ OZE

- montaż paneli fotowoltaicznych - 1618 szt. modułów monokrystalicznych o mocy jednostkowej 310 kW<sub>p</sub> każdy. Łączna moc zaplanowanej instalacji: 501,58 kW;

- montaż powietrznych pomp ciepła służących do ogrzewania c.o. oraz c.w.u. Ze względów ekonomicznych i technicznych zakłada się, że pompy ciepła będą współpracowały z kotłownią gazową w systemie biwalentnym częściowo równoległym. Łączna moc zaplanowanej instalacji: 753,6 kW (251,2 kW każda).

## 6.1. POMPY CIEPŁA

- ✓ Łączna moc kaskady 3 pomp ciepła A/W w punkcie pracy A7/W35 (dla normy EN 14511):

Moc grzewcza kaskady - 753,6 [kW] dla A7/W35

Moc elektryczna kaskady - 195,3 [kW] dla A7/W35

Współczynnik COP kaskady - 3,9 dla A7/W35

Maksymalna temperatura na wyjściu 80°C (od -5°C temperatury zewnętrznej)

W istniejącym obiekcie ZOZ Końskie zastosowano dla potrzeb C.O. i C.W.U. kaskadę trzech wysokotemperaturowych (80°C dla A-5/A40) pomp ciepła A/W - powietrze/woda ENERGYCAL AWH PRO AT 235.2/S firmy Viessmann. Są to wysokotemperaturowe pompy ciepła z czynnikiem chłodniczym R134a z wtryskiem fazy ciekłej. Pompy ciepła współpracowały z istniejącą kotłownią gazową, która stanowi główne źródło ciepła.

Z względów ekonomicznych i technicznych zakłada się, że pompy ciepła będą pracowały z kotłownią gazową w systemie biwaletnym częściowo równoległym co wykazano w audycie efektywności energetycznej ex-ante wstępnie przyjęto w dokumentacji projektowej i koncepcji temperaturę punktu biwaletnego (włączenia się kotłowni gazowej) na poziomie +4°C. Temperatura, przy której nastąpi wyłączenie kaskady trzech pomp ciepła wstępnie przyjęto na poziomie -11°C.

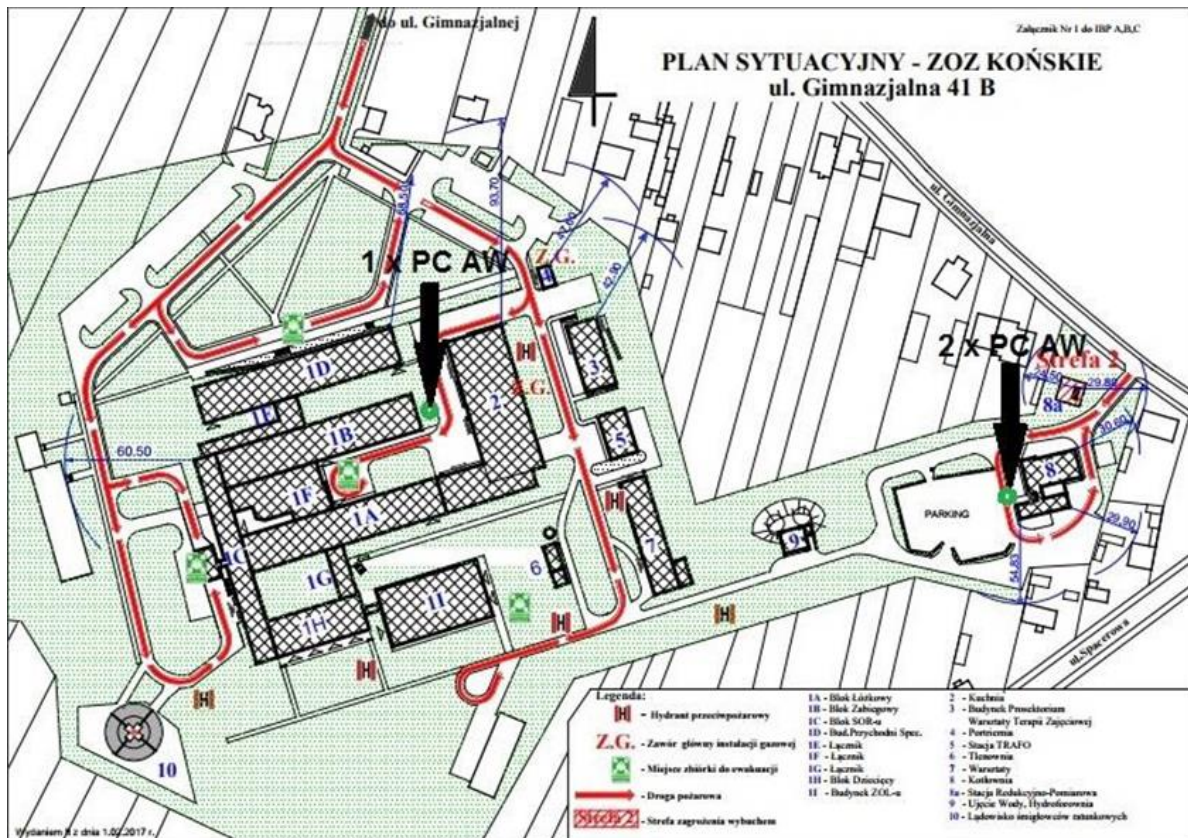
Pompy ciepła A/W są zasilane z własnej stacji transformatorowej oraz współpracują z instalacją modułów fotowoltaicznych zainstalowanych na terenie ZOZ Końskie.

Pompy ciepła A/W zlokalizowane są na zewnątrz budynków i poprzez ściany zewnętrzne podłączone do zasobników buforowych oraz zasobników c.w.u. usytuowanych wewnątrz budynku istniejącej kotłowni oraz budynku szpitala:

- ✓ 2 szt. pomp ciepła - na zewnątrz obok budynku istniejącej kotłowni (budynek nr 8 wg planu sytuacyjnego).

- ✓ 1 szt. pompa ciepła w wersji DWS – na zewnątrz obok budynku XX szpitala.

Pompa ciepła w wersji DWS usytuowana obok budynku szpitala jest podłączona równoległe do istniejącej instalacji c.o. i c.w.u. poprzez zasobnik buforowy (w pełni izolowany łącznie z dennicą oraz przystosowany do gromadzenia wody lodowej) o pojemności 2500 litrów.





Fot. Lokalizacja pomp ciepła

## 6.2. PODSUMOWANIE EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ I REDUKCJI CO<sub>2</sub> Z MONTAŻU POMP CIEPŁA

Zgodnie z załącznikiem VII dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE ilość energii odnawialnej dostarczonej przez technologie pomp ciepła  $E_{RES}$  oblicza się za pomocą wzoru:

$$E_{RES} = (3,6/1000) * Q_{usable} * (1 - 1/SPF) \quad [GJ]$$

W którym:

$$Q_{usable} = H_{HP} * P_{rated} \quad [kWh/rok]$$

$$Q_{usable} = 1\,753\,509,00 \quad [kWh/rok]$$

- całkowite ciepło pochodzące z pomp ciepła została przyjęte na podstawie obliczeń z programu WP-OPT jako suma energii: ze źródeł ciepła na ogrzewanie budynku, ciepła woda oraz energii elektrycznej ogrzewania budynku, ciepłej wody

–  $Q_{usable}$  spełniające kryteria, o których mowa w art. 5 ust. 4, wdrożone w następujący sposób: bierze się pod uwagę jedynie pompy ciepłne, dla których  $SPF > 1,15 * 1/\eta$ ,

–  $\eta$  to stosunek pomiędzy całkowitą produkcją energii elektrycznej brutto i pierwotnym zużyciem energii dla produkcji elektryczności, obliczany jako średnia UE oparta na danych Eurostat.

– SPF = szacunkowy przeciętny czynnik wydajności sezonowej dla tych pomp ciepłych,

- SPF (SCOP) = 3,32 - współczynnik wydajności sezonowej - przyjęty na podstawie obliczeń z programu WP-OPT

Ilość energii odnawialnej dostarczonej z pomp ciepła:

$$E_{RES} = 1753509,00 * (1 - 1 / 3,32) = 1225,34 \text{ [MWh]}$$

$$E_{RES} = 4411,24 \text{ [GJ/rok]}$$

Redukcja emisji, CO<sub>2</sub>:

$$4 \text{ 411,24 [GJ/rok]} * 55,09642 \text{ [kg/GJ]} = 243043,45 \text{ [kg/rok]}$$

$$= 243,04 \text{ [Mg/rok]}$$

Na podstawie odczytu falowników wyprodukowanego ciepła przez zainstalowaną instalację pomp ciepła osiągnięto poziom:

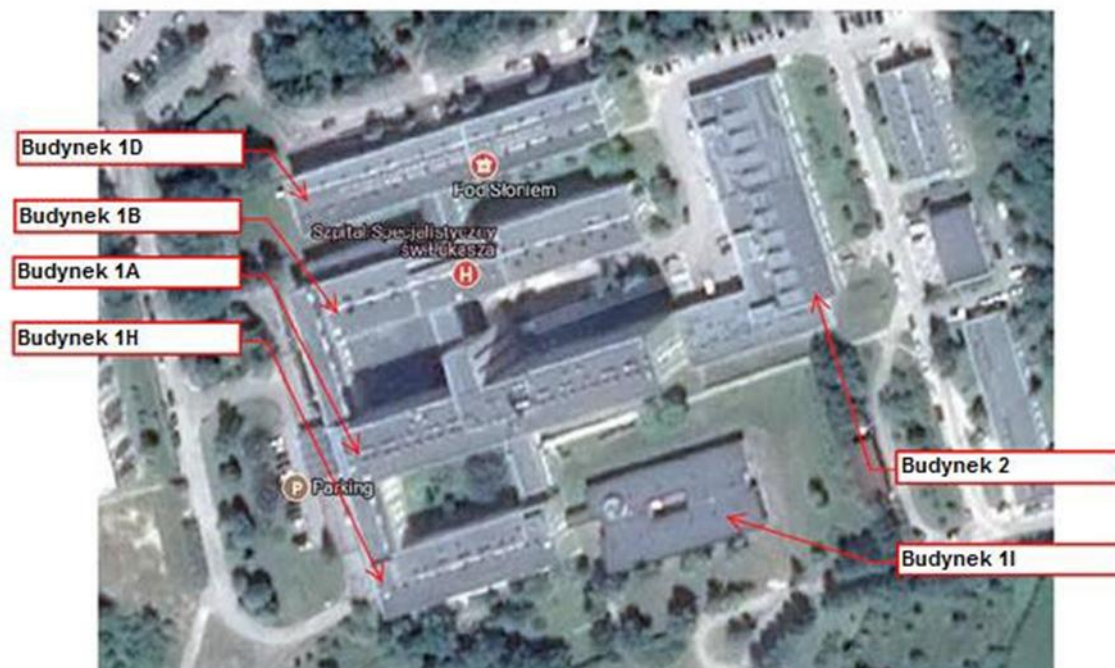
- C.O. - 2152,61 GJ co stanowi 597,94 MWh<sub>t</sub>

- C.W.U. - 2258,63 GJ co stanowi 627,40 MWh<sub>t</sub>

Co łącznie daje wartość **4411,24 GJ** czyli **1225,34 MWh<sub>t</sub>** - co stanowi potwierdzenie spełnienia wskaźnika: produkcja energii cieplnej z nowo wybudowanych instalacji wykorzystujących OZE.

### 6.3. INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA

Moduły fotowoltaiczne rozmieszczono na dachach budynków 1A, 1B, 1D, 1H, 1I oraz 2. Dodatkowo instalacja została wykonana na terenie płaskim.



Budynek 1 D - Bud. Przychodni Spec.

Ilość modułów: 132 szt., moc zainstalowana: 39,6 kWp,  
roczny uzysk energii 41 597,51 kWh/rok

Budynek 1 B - Blok Zabiegowy

Ilość modułów: 114 szt., moc zainstalowana: 34,2 kWp,  
roczny uzysk energii 35 926,38 kWh/rok

Budynek 1 A - Blok Łóżkowy

Ilość modułów: 92 szt., moc zainstalowana: 27,6 kWp,  
roczny uzysk energii 29 006,18 kWh/rok



Budynek 1 H - Blok Dziecięcy

Ilość modułów: 20 szt., moc zainstalowana: 6,0 kWp,  
roczny uzysk energii 6 255,45 kWh/rok

Budynek 1 I - Budynek ZOL-u

Ilość modułów: 132 szt., moc zainstalowana: 39,6 kWp,  
roczny uzysk energii 41 597,51 kWh/rok

Budynek 2 - Kuchnia

Ilość modułów: 120 szt., moc zainstalowana: 36,0 kWp,  
roczny uzysk energii 37 774,87 kWh/rok

Teren płaski:

Ilość modułów: 1058 szt., moc zainstalowana: 317,4 kWp,  
roczny uzysk energii 333 470,00 kWh/rok

Co łącznie daje:

✓ moduły fotowoltaiczne:

1618 szt. VIESSMANN M310PB,

✓ inwertery:

1 szt. Sunny Tripower 6.0 (STP6.0-3AV-40),

6 szt. Sunny Tripower 15000TL (STPIS000TL-30),

16 szt. Sunny Tripower 20000TL (STP20000TL-30),

2 szt. Sunny Tripower 25000TL (STP25000TL-30),

#### 6.4. PODSUMOWANIE EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ I REDUKCJI CO<sub>2</sub> Z MONTAŻU INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ

- ✓ Łączna projektowana moc ogniw PV wynosi: **500,4 [kW<sub>p</sub>]**
- ✓ **Ilość energii pozyskanej z instalacji ogniw PV: 531224,9 [kWh/rok]** wyliczona na podstawie i z wykorzystaniem oprogramowania PV\*SOL premium
  
- ✓ **Redukcja emisji CO<sub>2</sub>:**  
**525,62 [MWh / rok] \* 0,810 [MgCO<sub>2</sub> / MWh] = 425,75 [MgCO<sub>2</sub> / rok]**

Na podstawie odczytu falowników wyprodukowanej energii elektrycznej przez zainstalowaną instalację fotowoltaiczną osiągnięto poziom - **531,2 MWh<sub>e</sub>** - co stanowi potwierdzenie spełnienia wskaźnika: produkcja energii elektrycznej z nowo wybudowanych instalacji wykorzystujących OZE.

## 7. PODSUMOWANIE I ZESTAWIENIE WSKAŹNIKÓW

Zakres przedsięwzięcia obejmował:

- montaż paneli fotowoltaicznych - 1618 szt. modułów monokrystalicznych o mocy jednostkowej 310 kW<sub>p</sub> każdy. Łączna moc zaplanowanej instalacji: 501,58 kW;
- montaż powietrznych pomp ciepła służących do ogrzewania c.o. oraz c.w.u. Łączna moc zaplanowanej instalacji: 753,6 kW (251,2 kW każda).

Na podstawie odczytu falowników wyprodukowanego ciepła przez zainstalowaną instalację pomp ciepła osiągnięto poziom:

- C.O. - 2152,61 GJ co stanowi 597,94 MWh<sub>t</sub>
- C.W.U. - 2258,63 GJ co stanowi 627,40 MWh<sub>t</sub>

Co łącznie daje wartość 4411,24 GJ czyli 1225,34 MWh<sub>t</sub> - co stanowi potwierdzenie spełnienia wskaźnika: produkcja energii cieplnej z nowo wybudowanych instalacji wykorzystujących OZE.

- ✓ Ilość energii pozyskanej z instalacji ogniw PV: 531224,9 [kWh/rok] wyliczona na podstawie i z wykorzystaniem oprogramowania PV\*SOL premium

- ✓ Redukcja emisji CO<sub>2</sub>:

$$525,62 \text{ [MWh / rok]} * 0,810 \text{ [MgCO}_2 \text{ / MWh]} = 425,75 \text{ [MgCO}_2 \text{ / rok]}$$

Na podstawie odczytu falowników wyprodukowanej energii elektrycznej przez zainstalowaną instalację fotowoltaiczną osiągnięto poziom - 531,2 MWh<sub>e</sub> - co stanowi potwierdzenie spełnienia wskaźnika: produkcja energii elektrycznej z nowo wybudowanych instalacji wykorzystujących OZE.