



Energetyka Solarna Ensol Sp. z o.o.  
47-400 Racibórz  
ul. Piaskowa 11  
tel./fax. (32) 415 00 80  
e-mail:projektyac@ensol.pl  
www.ensol.pl

## METRYKA PROJEKTU

<b>INWESTYCJA:</b>	<b>„Budowa instalacji fotowoltaicznej na terenie Oczyszczalni ścieków w Raciborzu.”</b>
<b>INWESTOR:</b>	Wodociągi Raciborskie Sp. z o.o. Ul. 1 Maja 8, Racibórz 47 - 400
<b>TEMAT OPRACOWANIA:</b>	<b>Budowa instalacji fotowoltaicznej o mocy 199,68 kWp.</b>
<b>ADRES INWESTYCJI:</b>	ul. Wodna 19, Racibórz 47 - 400
<b>NR DZIAŁEK:</b>	2249/88
<b>STADIUM:</b>	<b>PROJEKT BUDOWLANY</b>
<b>PROJEKTOWAŁ:</b> <b>mgr inż. JERZY</b> <b>TOCZYŃSKI</b> NR UPR: UAN.V.8388/105/90	
<b>SPRAWDZIŁ:</b> <b>mgr inż. JAROSŁAW</b> <b>ZARĘBSKI</b> NR UPR: LOD/0940/POOE/08	
Racibórz, 02.2020. r.	

Racibórz, 24.02.2020 r.

## Oświadczenie projektanta

Zgodnie z art.20 ust.4 Ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo Budowlane (tj. Dz.U. z 2019 r. poz. 1186, 1309, 1524, 1696, 1712, 1815) niniejszym oświadczam, że projekt budowlano pn.:  
**„Budowa instalacji fotowoltaicznej na terenie oczyszczalni ścieków w Raciborzu.”**

sporządzony w:        luty, 2020 r.  
dla:                      Wodociągi Raciborskie Sp. z o.o.  
                              ul. 1 Maja 8,  
                              47 – 400 Racibórz

został wykonany zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej.

<i>Projektował Imię Nazwisko</i>	<i>uprawnienia</i>	<i>nr członkowski izby</i>
<b>mgr inż. JERZY TOCZYŃSKI</b>	UAN.V.8388/105/90	ŁOD/IE/5383/03

.....  
(podpis)

BIURO PROJEKTOWE  
w Piotrkowie Tryb.  
Wydział Techniczny Architektury  
i Budownictwa  
(pieczęć)

Piotrków Tryb. dnia 5.09. 19 90 r.

Nr UAN.V.8368(105)90

**DECYZJA O STWIERDZENIU PRZYGOTOWANIA ZAWODOWEGO  
do pełnienia samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie**

Na podstawie § 5 ust. 1, par. 6 ust. 1, par. 7 i § 13 ust. 1 pkt. 4 lit. 4  
rozporządzenia Ministra Gospodarki Terenowej i Ochrony Środowiska z dnia 20 lutego 1975 r.  
w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz.U.Nr 8, poz. 46) stwierdza się że:

Obywatel(ka) Jerzy T O C Z Y Ń S K I  
(nazwisko i imię)

mgr inż. elektryk  
(tytuł naukowy - zawodowy)

urodzony(a) dnia 12 lutego 1958 r. w Radomsku

posiada przygotowanie zawodowe upoważniające do wykonywania samodzielnej funkcji

kierownika budowy i robót  
(rodzaj funkcji)

w specjalności instalacyjno - inżynierskiej  
(rodzaj specjalności technicznej - budowlanej)

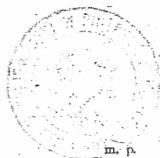
w zakresie instalacji elektrycznych

(specjalizacja zawodowa)

WA Kr 374-78 MA BUA-14  
RzZG. Uszrzyki D. zam. 1670-78 5800

Obywatel (ka) Jerzy TOCZYŃSKI jest upoważniony (a) do:  
(imię i nazwisko)

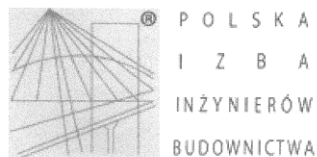
- 1) kierowania, nadzorowania i kontrolowania budowy i robót, kierowania i kontrolowania wytwarzania konstrukcyjnych elementów instalacji i sieci oraz oceniania i badania stanu technicznego w zakresie instalacji i sieci elektrycznych obejmujących instalacje elektryczne, napowietrzne i kablowe linie energetyczne, stacje i urządzenia elektroenergetyczne,
- 2) sporządzania w budownictwie osób fizycznych projektów instalacji elektrycznych.



Przewodniczący Wydziału  
Dyrektor Wydziału

mgr inż. Andrzej Dąbrowski  
(podpis i pieczęć)





### Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

ŁOD-7BB-LIU-XPF \*

Pan Jerzy TOCZYŃSKI o numerze ewidencyjnym ŁOD/IE/5383/03  
adres zamieszkania ul. Wróblewskiego 41, 97-500 Radomsko  
jest członkiem Łódzkiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane  
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.  
Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2019-08-01 do 2020-07-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym  
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2019-07-01 roku przez:

Barbara Malec, Przewodniczący Rady Łódzkiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

(Zgodnie art. 5 ust 2 ustawy z dnia 18 września 2001 r. o podpisie elektronicznym (Dz. U. 2001 Nr 130 poz. 1450) dane w postaci elektronicznej opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu są równoważne pod względem skutków prawnych dokumentom opatrzonym podpisami własnoręcznymi.)

\* Weryfikację poprawności danych w niniejszym zaświadczeniu można sprawdzić za pomocą numeru weryfikacyjnego zaświadczenia na stronie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa [www.piib.org.pl](http://www.piib.org.pl) lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.



Łódzka Okręgowa  
Izba Inżynierów Budownictwa  
91-425 Łódź, ul. Północna 39  
tel. (0-42) 632-97-39, fax (0-42) 630-56-39  
NIP 725-18-49-050, REGON 473043690

Łódzka Okręgowa Izba Inżynierów Budownictwa  
Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna

OKK/2921/687/08  
sygn. akt. KK/D/7131/940/08

Łódź, 4 czerwca 2008 r.

## DECYZJA

Na podstawie art. 24 ust. 1 pkt 2 Ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów, inżynierów budownictwa oraz urbanistów (Dz. U. z 2001 r. nr 5 poz. 42, z późn. zm.) i art. 12 ust. 1 pkt 1 i 5, art. 13 ust. 1 pkt 1 i ust. 4, art. 14 ust. 1 pkt 5 i ust. 3 pkt 1 Ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (tekst jedn. Dz. U. z 2006 r. nr 156 poz. 1118 z późn. zm.), oraz § 11 ust. 1 pkt 1 Rozporządzenia Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 28 kwietnia 2006 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz. U. z 2006 r. nr 83 poz. 578), oraz art. 104 Ustawy z dnia 14 czerwca 1960 r. Kodeks postępowania administracyjnego (tekst jedn. Dz. U. z 2000 r. nr 98 poz. 1071 z późn. zm.),

### Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna Łódzkiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa n a d a j e

Panu Jarosławowi Zarębskiemu

magistrowi inżynierowi  
kierunek elektrotechnika

urodzonemu 12 maja 1973 r. w Radomsku

### UPRAWNIENIA BUDOWLANE

numer ewidencyjny LOD/0940/POOE/08

do projektowania bez ograniczeń  
w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń  
elektrycznych i elektroenergetycznych

szczególony zakres uprawnień jest określony na odwołanie niniejszej decyzji

### UZASADNIENIE

Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna Łódzkiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w Łodzi po ustaleniu na podstawie dokumentów złożonych w dniu 8 lutego 2008 r. stwierdziła, że spełnione zostały warunki w zakresie przygotowania zawodowego oraz na podstawie protokołów z postępowania kwalifikacyjnego oraz z przeprowadzonego egzaminu stwierdziła, że Pan Jarosław Zarębski posiada wymagane prawem wykształcenie i praktykę zawodową konieczną do uzyskania uprawnień budowlanych w ww. specjalności i uzyskał pozytywny wynik egzaminu na uprawnienia budowlane.

Mając powyższe na uwadze, Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna Łódzkiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w Łodzi orzekła jak w sentencji.

### Pouczenie

Od niniejszej decyzji służy odwołanie do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Łódzkiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w Łodzi, w terminie 14 dni od daty doręczenia decyzji.

Skład Orzekający Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej  
Łódzkiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa:

Przewodniczący Składu Orzekającego OKK ŁOIIB  
mgr inż. Wacław Sawicki

Członek Składu Orzekającego OKK ŁOIIB  
mgr inż. Zbigniew Cichoński

Członek Składu Orzekającego OKK ŁOIIB  
mgr inż. Jan Gałązka



Pan Jarosław Zarębski jest upoważniony do:

- 1) projektowania, sprawdzania projektów architektoniczno-budowlanych i sprawowania nadzoru autorskiego obiektu budowlanego takiego jak: sieci, instalacje i urządzenia elektryczne i elektroenergetyczne, w tym kolejowe, trolejbusowe i tramwajowe sieci trakcyjne wraz z urządzeniami do zasilania i sterowania, zgodnie z art. 14 ust. 3 pkt 1 Prawa budowlanego i § 24 ust. 1 Rozporządzenia MTiB;
- 2) sporządzania projektu zagospodarowania działki lub terenu, zgodnie z § 15 Rozporządzenia MTiB;
- 3) sprawowania kontroli technicznej utrzymania obiektów budowlanych, zgodnie z art. 13 ust. 4 Prawa budowlanego z zastrzeżeniem art. 62 ust. 5 Prawa budowlanego.

Skład Orzekający Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej  
Łódzkiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa:

Przewodniczący Składu Orzekającego OKK ŁOIIB  
mgr inż. Wacław Sawicki

Członek Składu Orzekającego OKK ŁOIIB  
mgr inż. Zbigniew Cichoński

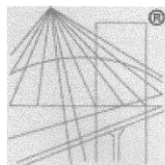
Członek Składu Orzekającego OKK ŁOIIB  
mgr inż. Jan Gałązka

*Jawzi.*  
*Zbigniew Cichoński*  
*Jan Gałązka*



Otrzymują:

1. Jarosław Zarębski  
ul. Piastowska 41 m. 17  
97-500 Radomsko;
2. Rada Łódzkiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa;
3. Główny Inspektor Nadzoru Budowlanego;
4. a/a.



P O L S K A  
I Z B A  
INŻYNIERÓW  
BUDOWNICTWA

### Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

ŁOD-AUY-341-C8F \*

Pan Jarosław ZARĘBSKI o numerze ewidencyjnym ŁOD/IE/6460/04  
adres zamieszkania ul. Piastowska 41 m. 17, 97-500 Radomsko  
jest członkiem Łódzkiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane  
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.  
Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2019-09-01 do 2020-08-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym  
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2019-08-20 roku przez:

Barbara Malec, Przewodniczący Rady Łódzkiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

(Zgodnie art. 5 ust 2 ustawy z dnia 18 września 2001 r. o podpisie elektronicznym (Dz. U. 2001 Nr 130 poz. 1450) dane w postaci elektronicznej opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu są równoważne pod względem skutków prawnych dokumentom opatrzonym podpisami własnoręcznymi.)

\* Weryfikację poprawności danych w niniejszym zaświadczeniu można sprawdzić za pomocą numeru weryfikacyjnego zaświadczenia na stronie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa [www.piiib.org.pl](http://www.piiib.org.pl) lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

Podpis jest prawdziwy



## Spis treści

Oświadczenie projektanta.....	2
Zaświadczenie o stwierdzeniu przygotowania zawodowego Jerzy Toczyński.....	3
Zaświadczenie z Izby Inżynierów – Jerzy Toczyński.....	5
Zaświadczenie o stwierdzeniu przygotowania zawodowego Jarosław Zarębski.....	6
Zaświadczenie z Izby Inżynierów – Jarosław Zarębski.....	8
Spis treści.....	9
1. WSTĘP.....	10
1.1. Przedmiot opracowania.....	10
1.2. Podstawa opracowania.....	10
1.3. Wstępne założenia.....	12
1.4. Zagospodarowanie terenu.....	13
1.5. Ocena środowiskowa.....	13
2. INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA.....	13
2.1. Rozmieszczenie instalacji fotowoltaicznej.....	13
2.2. Moduły fotowoltaiczne.....	14
2.3. Inwertery (przetwornica).....	15
2.4. Konstrukcja wsporcza pod moduły.....	17
2.5 Optymalizatory mocy .....	18
3. DOBÓR ELEMENTÓW INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ.....	19
3.1. Strona stałoprądowa DC.....	19
3.2 Strona zmiennoprądowa AC.....	20
4. Ogrózenie terenu.....	27
5. Monitoring pracy instalacji fotowoltaicznej.....	27
6. Wymagania BHP i ppoż.....	28
7. Uwagi końcowe.....	29
8. ZESTAWIENIE MATERIAŁÓW PODSTAWOWYCH.....	31
9. Klauzula o równorzędności materiałów.....	32
10. Spis rysunków i załączników.....	32

## **1. WSTĘP**

### **1.1. Przedmiot opracowania**

Przedmiotem opracowania jest projekt budowlany instalacji fotowoltaicznej o mocy 199,68 kWp zlokalizowanej na dz. nr ew. 2249/8, na terenie Oczyszczalni ścieków Wodociągi Raciborskie Sp.z.o.o. 47-400 Racibórz ul. 1 Maja 19.

Budowa polegać będzie na montażu na gruncie 624 szt. modułów fotowoltaicznych zorientowanych w kierunku południowym (podzielonych na dwie sekcje po 312 szt. modułów.

W szczególności zakres robót obejmuje:

- montaż stalowo - aluminiowych konstrukcji wsporczych – wbijanych przeznaczonych do montażu modułów fotowoltaicznych,
- montaż modułów fotowoltaicznych w ilości 624 szt.,
- montaż 4 szt. inwerterów,
- montaż 624 szt. Optymalizatorów mocy
- podłączenie przewodów elektrycznych DC
- podłączenie przewodów elektrycznych AC
- montaż rozdzielnic
- montaż instalacji uziemiającej
- montaż instalacji odgromowej
- montaż ogrodzenia panelowego

### **1.2. Podstawa opracowania**

- Wizja lokalna,
- Audyt fotowoltaiczny z dnia 05.11.2019.,
- Ustalenia z Inwestorem,
- Wytyczne producentów urządzeń,
- Obowiązujące przepisy i normy, w tym m.in.:
  - Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej (t.j. Dz.U. z 2019 r. poz. 1372, 1518, 1593),
  - Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo Budowlane (t.j. Dz.U. z 2019 r. poz. 1186, 1309, 1524, 1696, 1712, 1815),

- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznym, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie ( t.j. Dz.U. z 2019 r. poz. 1065),
- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz.U. z 2010 r. Nr 109 poz. 719),
- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 20 czerwca 2006 r. w sprawie wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia, a także zasad wydawania dopuszczeni tych wyrobów do użytkowania (Dz.U. z 2007 r. Nr 143 poz. 1002),
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 17 listopada 2016 r. w sprawie sposobów deklarowania właściwości użytkowych wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym (Dz.U. z 2016 r. poz. 1966),
- PN-IEC 60364-1:2000 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych - Zakres, przedmiot i wymagania podstawowe.
- PN-IEC 60364-5-51:2000 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych - Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego - Postanowienia ogólne.
- HD 384/HD 60364 PN-IEC 60364:1999 (norma wieloczęściowa) Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych.
- Zespół norm PN-IEC 62104. Ochrona odgromowa obiektów budowlanych,
- PN-EN ISO 9488:2002 Energia słoneczna - Terminologia.
- PN-EN 61173:2002 Ochrona przepięciowa fotowoltaicznych (PV) systemów wytwarzania mocy elektrycznej - Przewodnik.
- PN-EN 61194:2002 Parametry charakterystyczne autonomicznych systemów fotowoltaicznych (PV).
- PN-EN 61215:2005 Moduły fotowoltaiczne (PV) z krzemu krystalicznego do zastosowań naziemnych - Kwalifikacja konstrukcji i aprobaty typu. (j.ang.)
- PN-EN 61730-1:2007 Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV) - Część 1: Wymagania dotyczące konstrukcji. (j.ang.)
- PN-EN 61730-2:2007 Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV) - Część 2: Wymagania dotyczące badań. (j.ang.)
- PN-EN 62093:2005 Elementy uzupełniające w systemach fotowoltaicznych – Założenia kwalifikacyjne dla środowiska naturalnego. (j.ang.)

- PN-EN 62108:2008 Moduły fotowoltaiczne oraz systemy z koncentratorami światła (CPV) - Kwalifikacja konstrukcji i zatwierdzenie typu. (j.ang.)
- PN-EN 62124:2005 Systemy fotowoltaiczne (PV) wolnostojące - Weryfikacja projektu. (j.ang.)
- ICE 60364-7-712:2007 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych - Część 7-712: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji - Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania.
- Norma SEP N SEP-E-004 Elektroenergetyczne I sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa.
- Ustawa z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii z późniejszymi nowelizacjami.

### 1.3. Wstępne założenia

Projektuje się zabudowę modułów fotowoltaicznych na gruncie działki 2249/88. Ze względu na dane techniczne przedstawione w audycie, a także profil rozbioru energii oraz zakaz wpuszczania nadwyżek energii do sieci – projektuje się instalację fotowoltaiczną o mocy:

- $624 \text{ szt.} \times 320 \text{ Wp} = 199,680 \text{ kWp}$

Szacunkowa roczna produkcja energii elektrycznej przez instalację fotowoltaiczną wyniesie około: 181 709 kWh.

Porównanie wielkości zapotrzebowania na energię z możliwościami produkcyjnymi instalacji fotowoltaicznej pozwala stwierdzić, że wytworzona energia elektryczna w całości zostanie zużyta na potrzeby własne obiektu. Nie projektuje się magazynowania nadwyżki wyprodukowanej energii elektrycznej. Projektuje się włączenie instalacji fotowoltaicznej do rozdzielni niskiego napięcia znajdującej się w budynku na terenie oczyszczalni.

Jednak ze względu na ograniczenia prawne związane z pozyskaniem dotacji na przedmiotową inwestycję projektuje się układ zabezpieczający wypływowi energii z projektowanej instalacji do sieci elektrycznej – zewnętrznej.

Projektowane moduły fotowoltaiczne połączone zostaną systemem mieszanym (szeregowo-równoległe) w łańcuchy (stringi). Do połączenia elektrycznego modułów zastosowane będą kable solarne odporne na promieniowanie UV. Łańcuchy wytwarzać będą napięcie prądu stałego DC.

#### **1.4. Zagospodarowanie terenu.**

Przedmiotowa instalacja fotowoltaiczna została zaprojektowana na terenach należących do Wodociągi Raciborskie Sp.z.o.o. o numerze ewidencyjnym 2249/88 obręb Wodna 19, gmina Racibórz, powiat Raciborski, województwo śląskie.

Przedsiębiorstwo prowadzi działalność w zakresie zbiorowego zaopatrzenia w wodę i zbiorowego odprowadzania ścieków eksploatując infrastrukturę wodno-ściekową obejmującą: stacje uzdatniania wody, sieć wodociągową i kanalizacyjną oraz oczyszczalnię ścieków.

Na obszarze 2249/88 Zakład prowadzi Oczyszczalnię Ścieków.

Otoczenie terenu przedsięwzięcia stanowią przede wszystkim tereny rolnicze, głównie pola uprawne i w mniejszym stopniu użytki zielone oraz tereny zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej.

Od strony zachodniej tereny charakteryzują się dużą koncentracją domów jednorodzinnych, natomiast od strony wschodniej w odległości ponad 100m przepływa rzeka Odra. Strona południowa i północna przedmiotowej działki graniczy z niezabudowanymi użytkami rolnymi i łąkami.

Teren przedmiotowego Zakładu objęty jest miejscowym planem zagospodarowania przestrzennego Gminy Racibórz zatwierdzonego uchwałą Nr XLII/648/2006 Rady Miasta Racibórz z dnia 24 maja 2006 r. (Dz. Urz. Woj. Śl. Z 28 sierpnia 2006 r. Nr 103, poz.2898) Zgodnie z zapisami tego planu, teren przedsięwzięcia znajduje się w obrębie Stara Wieś , położonej w Raciborzu .

Teren zakładu jest ogrodzony i zabezpieczony przed dostępem osób niepowołanych.

#### **1.5. Ocena środowiskowa**

Z Rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 10 września 2019 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko , stwierdza się że na podstawie § 3. Pkt 54 planowana instalacja fotowoltaiczna nie będzie oddziaływać negatywnie na środowisko.

## **2. INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA**

### **2.1. Rozmieszczenie instalacji fotowoltaicznej**

Projektowana instalacja fotowoltaiczna zabudowana będzie na wyznaczonym gruncie z południową orientacją modułów. Instalacja zbudowana zostanie z dwóch sekcji po 312

modułów o mocy 99,84 kWp każda, co łącznie daje moc: 199,68 kWp. Moduły każdej sekcji zostaną rozmieszczone w rzędach obsługiwanych przez dwa oddzielne inwertery.

Każdy moduł zostanie wyposażony w optymalizator mocy.

Projektuje się montaż modułów fotowoltaicznych z zastosowaniem konstrukcji systemowych wsporczych – wbijanych eliminujących potrzebę wykonywania dodatkowych podkonstrukcji.

## **2.2 Moduły fotowoltaiczne.**

Projektowane moduły fotowoltaiczne połączone zostaną systemem mieszanym (szeregowo-równoległe) w łańcuchy (stringi). Do połączenia elektrycznego modułów należy zastosować kable solarne odporne na promieniowanie UV o przekroju min. 6 mm<sup>2</sup>. Łańcuchy wytwarzać będą napięcie prądu stałego DC. Zastosowanie do produkcji modułu komponentów wysokiej jakości pozwala na uzyskiwanie większej ilości energii i gwarantuje długą żywotność urządzenia.

Jako źródło energii odnawialnej w projektowanej instalacji fotowoltaicznej zastosowane zostaną 624 moduły fotowoltaiczne o mocy 320 Wp każdy. Projektowany moduł pokryty jest szkłem hartowanym, z powłoką antyrefleksyjną.

Moduły zostaną podzielone na sekcje zgodnie z wielkością opisanych w dalszej części inwerterów.

Moduły fotowoltaiczne o mocy 320 Wp, spełniają wszystkie normy jakościowe obowiązujące w krajach UE. Obudowa modułu wykonana jest z aluminium. Wyposażony jest w kable ze spolaryzowanymi złączami odpornymi na warunki atmosferyczne. Wymiary przyjętego do projektu modułu wynoszą: 1665x1005x40mm; waga: ok. 19 kg.

Moduł posiada zabezpieczenie w postaci diod bocznikująco-blokujących mających na celu ochronę przed przepływem prądu wstecznego co w przypadku zacinienia części ogniw nie odcina całego łańcucha paneli (string). W projekcie zaproponowano zastosowanie urządzeń, których parametry gwarantują efektywną i długotrwałą eksploatację.

### **Podstawowe parametry modułu monokrystalicznego 320 Wp, 5 BB:**

- napięcie jałowe	U	40,14 V,
- napięcie maksymalne		34,41 V,
- prąd nominalny	I	9,3 A,
- prąd zwarciov		9,8 A,
- współczynnik efektywności modułu	-	19,12 %,

- odporność na amoniak - wg IEC 62716
- odporność na gradobicie - kule gradowe  $v=23$  m/s,  $\varnothing$  25 mm

### 2.3. Inwertery (przetwornica)

Inwertery umożliwiają zamianę wytwarzanego przez panele prądu o stałym napięciu na prąd o napięciu zmiennym. Na wyjściu inwertera w kierunku instalacji założono napięcie prądu zmiennego AC o wartości 400/230 V. W przedmiotowej instalacji projektuje się zastosowanie czterech inwerterów beztransformatorowych o mocy wyjściowej: 2 x 60 kW i 2 x 30 kW.

#### • Dane techniczne zastosowanych inwerterów o mocy 30 kW:

##### Wejście (DC)

Maksymalne napięcie wejściowe	1100 V
Ilość MPPT	4
Ilość wejść	8
Maksymalny prąd na MPPT	22 A
Maksymalny prąd zwarcia na MPPT	30 A
Min. napięcie robocze/początkowe napięcie wejściowe	200/250 V
Zakres napięcia roboczego MPPT	200 – 1000 V

##### Wyjście (AC)

Znamionowa moc wyjściowa AC	30 000 W
Maksymalna moc wyjściowa AC	33 000 VA
Maksymalny prąd wyjściowy	48 A
Znamionowe napięcie wyjściowe	230V/400V
Maksymalne całkowite zakłócenia harmoniczne	$\leq 3 \%$
Fazy zasilania / fazy przyłącza	3 / 3

##### Sprawność

Maks. sprawność / europ. Sprawność	98,6%; 98,4 %
------------------------------------	---------------

##### Ochrona - funkcje.

Ochrona rozłączeniowa po stronie wyjścia	TAK
Ochrona przed pracą wyspowa	TAK
Ochrona przed nadmierną polaryzacją DC	TAK
Monitorowanie łańcucha kolektora PV	TAK
Ochrona przepięciowa DC	TAK
Ochrona przepięciowa AC	TAK
Monitorowanie izolacji	TAK
Wykrywanie prądu resztkowego	TAK
Klasa ochrony	IP 65

- **Dane techniczne zastosowanych inwerterów o mocy 60 kW:**

#### **Wejście (DC)**

Maksymalne napięcie wejściowe	1100 V
Ilość MPPT	6
Ilość wejść	12
Maksymalny prąd na MPPT	22 A
Maksymalny prąd zwarcia na MPPT	30 A
Napięcie rozruchowe	200 V
Zakres napięcia roboczego MPPT	200V- 1000V

#### **Wyjście (AC)**

Znamionowa moc wyjściowa AC	60 000 W
Maksymalna moc wyjściowa AC	66 000 VA
Maksymalny prąd wyjściowy	95,3 A
Znamionowe napięcie wyjściowe	230V/400V
Maksymalne całkowite zakłócenia harmoniczne	$\leq 3 \%$
Fazy zasilania / fazy przyłącza	3 / 3

#### **Sprawność**



Maks. sprawność / europ. Sprawność	98,6%; 98,5 %
------------------------------------	---------------

### **Ochrona funkcja**

Ochrona rozłączeniowa po stronie wyjścia	TAK
Ochrona przed pracą wyspową	TAK
Ochrona przed nadmierną polaryzacją DC	TAK
Monitorowanie łańcucha kolektora PV	TAK
Ochrona przepięciowa DC	TAK
Ochrona przepięciowa AC	TAK
Monitorowanie izolacji	TAK
Wykrywanie prądu resztkowego	TAK
Klasa ochrony	IP 65

### **Deklaracje zgodności:**

NCRfG, 2014/35/UE,

EN/IEC 61000-3, EN/IEC 61000-6, EN/IEC 62109-1, EN/IEC 62109-2, VDE-AR -N4105, VDE0126-1-1, VDE0124-100, EN 50438:2013.

### **2.4. Konstrukcje wsporcze pod moduły.**

Instalacje fotowoltaiczną zaprojektowano na gruncie. Przyjęto system konstrukcji – stołów umożliwiający montaż 4 modułów ułożonych poziomo. Kąt nachylenia modułów przyjęto: 25°. Zaprojektowano 24 stoły w układzie 4x5 moduły oraz 12 stoły w układzie 4x3 moduły.

Zaprojektowano i dopuszcza się jedynie konstrukcje wsporcze, które posiadają badania wraz zastosowanym modułem fotowoltaicznym przeprowadzone przez niezależny Instytut badawczy w zakresie:

- a. Odporność zestawu na obciążenie równomiernie rozłożone (śniegiem, parcie i ssanie wiatru).

Wszystkie zaprojektowane stoły wykonane będą ze stali konstrukcyjnej z powłoką antykorozyjną

Cechy techniczne projektowanej konstrukcji wg:

- klasyfikacja wyrobów pod kątem kształtu, wymiarów na zgodność z PN-EN 755-9:2010.
- Klasyfikacja kształtowników aluminiowych pod kątem trwałości wg normy PN-EN 1999- 11:2011. W tym zakresie powinna spełniać min klasę B bez powłoki ochronnej i musi być potwierdzenie, że może być stosowana w środowiskach o danej kategorii korozyjności atmosferycznej wg normy PN-EN ISO 12944-2:2001.

Dobór powłok antykorozyjnych jest oparty na wymagach normy PN-EN ISO 12944:2001 z uwzględnieniem jej ubytku w odniesieniu do czasu żywotności instalacji oraz kategorii korozyjnej środowiska w jakim będzie ona funkcjonowała.

## 2.5 Optymalizatory mocy

Optymalizatory mocy to urządzenia montowane przy modułach fotowoltaicznych lub w puszkach połączeniowych modułów, których zadaniem jest wymuszanie pracy w punkcie mocy maksymalnej oraz monitorowanie na poziomie pojedynczego modułu . Zaprojektowano 624 szt.( 1 szt. na każdy moduł ) optymalizatorów do celów monitorowania oraz do wyznaczania charakterystyk MPPT ( maximum power point tracker) każdego modułu .

- **Dane techniczne optymalizatora**

### Parametry elektryczne

Nominalna moc wejściowa	475 W
Maks. Napięcie jałowe w module fotowoltaicznym przy STC	75 V
Maks. Prąd	12 A
Min. napięcie MPP	16 V

### Wyjście

Zakres mocy wyjściowej	0 W do 475 W
Zakres napięcia wyjściowego	0 V do $V_{oc}$
Maksymalne napięcie w systemie	1000 V

Maks. Prąd bezpieczników	15 A
--------------------------	------

#### **Deklaracja zgodności :**

EN 62109-1:2010, EN 6105:2002+A2, IEC 60529 Ed. 2.2:2013-08,  
ETSI EN 301-489-1 V2.1.1(2018-02), ETSI EN 301-489-17 V3.1.1(2017-02),  
ETSI EN 300 328 V2.1.1(2016-11), EN 50581:2012, EN 62321:2009 .

### **3. DOBÓR ELEMENTÓW INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ**

Doboru inwerterów i podziału modułów na stringi dokonano przy pomocy specjalistycznego oprogramowania. Główne założenia przedstawiono poniżej:

Dwie sekcje każda po:

- 312 szt. modułów o łącznej mocy 99,84 kWp

Dobre inwertery:

- 1) Inwerter o mocy nominalnej 60 kW -> 208 szt. w konfiguracji: 4 x 2 x 17 moduły + 2 x 2x18;
- 2) Inwerter o mocy nominalnej 30 kW -> 104 szt. w konfiguracji: 4 x 2 x 13.

#### **3.1. Strona stałoprądowa DC.**

Okablowanie zaprojektowano w rurach osłonowych pod konstrukcjami nośnymi paneli. Okablowanie mocować należy do konstrukcji plastikowymi opaskami zaciskowymi w sposób uniemożliwiający kontakt z powierzchnią pod panelami. W celu zminimalizowania strat mocy w przewodach, poszczególne moduły w obwodzie każdego łańcucha należy rozmieszczać w miarę możliwości jak najbardziej równomiernie.

#### **Pierwsza sekcja:**

Inwerter	Łańcuch	Długość odcinka przewodu [m]	Projektowany przekrój przewodów [mm <sup>2</sup> ]	Straty w przewodach [%]
Inwerter 30 kW	MPPT1/1	39,04	6	< 1%
	MPPT1/2	38,06	6	
	MPPT2/1	37,22	6	

	MPPT2/2	36,36	6	
	MPPT3/1	29,89	6	
	MPPT3/2	30,01	6	
	MPPT4/1	28,25	6	
	MPPT4/2	28,88	6	

Inwerter	Łańcuch	Długość odcinka przewodu [m]	Projektowany przekrój przewodów [mm <sup>2</sup> ]	Straty w przewodach [%]
Inwerter 60 kW	MPPT1/1	44,18	6	< 1%
	MPPT1/2	39,63	6	
	MPPT2/1	38,58	6	
	MPPT2/2	34,53	6	
	MPPT3/1	31,77	6	
	MPPT3/2	30,13	6	
	MPPT4/1	33,98	6	
	MPPT4/2	23,14	6	
	MPPT5/1	25,09	6	
	MPPT5/2	34,52	6	
	MPPT6/1	34,43	6	
	MPPT6/2	37,44	6	

### **Druga sekcja:**


Inwerter	Łańcuch	Długość odcinka przewodu [m]	Projektowany przekrój przewodów [mm <sup>2</sup> ]	Straty w przewodach [%]
Inwerter 30 kW	MPPT1/1	38,36	6	< 1%
	MPPT1/2	38,29	6	
	MPPT2/1	36,52	6	
	MPPT2/2	36,67	6	
	MPPT3/1	28,95	6	
	MPPT3/2	30,88	6	

	MPPT4/1	27,20	6	
	MPPT4/2	29,83	6	

Inwerter	Łańcuch	Długość odcinka przewodu [m]	Projektowany przekrój przewodów [mm <sup>2</sup> ]	Straty w przewodach [%]
Inwerter 60 kW	MPPT1/1	43,62	6	< 1%
	MPPT1/2	38,11	6	
	MPPT2/1	38,18	6	
	MPPT2/2	34,07	6	
	MPPT3/1	31,25	6	
	MPPT3/2	29,74	6	
	MPPT4/1	33,93	6	
	MPPT4/2	23,56	6	
	MPPT5/1	25,67	6	
	MPPT5/2	34,92	6	
	MPPT6/1	34,97	6	
	MPPT6/2	37,86	6	

### 3.2. Strona zmiennoprądowa AC.

#### Rozdzielnice nN inwerterów.

W rozdzielnicach nN instalacji fotowoltaicznej poszczególne sekcje znajdować się będą zabezpieczenia kabli zasilających od kolejnych inwerterów, ochronnik przepięciowy typu 2. W rozdzielnicach tych należy również zainstalować rozłączniki  o prądach znamionowych podanych na schematach.

Rozdzielnice inwerterów należy wykonać w obudowach o stopniu ochrony co najmniej IP65, odpornych na warunki atmosferyczne, przystosowanych do montażu na zewnątrz budynku.

Z rozdzielnic inwerterów prąd doprowadzony zostanie do rozdzielnic nN odpowiednich sekcji szyn nN stacji transformatorowych kablami typu YAKXS o przekrojach podanych na planach.

#### Obliczenia strony AC.

Obliczenia wartości prądów znamionowych zabezpieczeń, prądów zwarciovych i spadków napięć na przewodach strony AC.

Założenie:

Spadek napięcia na przewodach AC nie powinien przekraczać 1%.

Obliczenia prądów znamionowych poszczególnych obwodów wykonane przy pomocy programu Pająk 3.3.13. Wszystkie zabezpieczenia dobrane przy pomocy programu spełniają wymogi selektywności z zabezpieczeniami stacji transformatorowej.

Rozdzielnica RPV1 sekcji I instalacji fotowoltaicznej:

Obliczenia prądów znamionowych poszczególnych obwodów wykonane przy pomocy programu Pająk 3.3.13.

1.	rozdzielnic RPV1	Un=400V	Ks=1		
2.	Inwerter I.1	Un=400V	In=86,7A	Pn=60kW (Ku=1)	cosφ=0,999
3.	Inwerter I.2	Un=400V	In=43,3A	Pn=30kW (Ku=1)	cosφ=0,999

Dobór poszczególnych urządzeń i kabli wykonano przy pomocy programu Pająk 3.3.13. Zabezpieczenie kabla zasilającego rozdzielnicę RPV1 w rozdzielnicy nN stacji transformatorowej SO-0:

WYŁĄCZNIK	250 3P 160A	Iw=160A, Ics=25kA, Icu=25kA
-----------	-------------	-----------------------------

Od strony instalacji PV:

1.	Inwerter I.1	WYŁĄCZNIK	160 3P 125A	Iw=125A, Ics=16kA, Icu=16kA
2.	Inwerter I.2	WYŁĄCZNIK	160 3P 63A	Iw=63A, Ics=16kA, Icu=16kA

1.	rozdzielnic RPV1	KABEL	3x(YAKXS 3x(1x300 mm <sup>2</sup> )+1x150 mm <sup>2</sup> )	L=250m	Un=750V	In=381A (30°C E)	Iz=549,9A (20°C, D2 (2,5 (bardzo sucha gleba, piasek, popiół, żużel)K.m/W))
2.	Inwerter I.1	KABEL	YKY 5x70	L=4m	Un=1000V	In=196A (30°C E)	Iz=162,0A (20°C, D2 (2,5 (bardzo sucha gleba, piasek, popiół, żużel)K.m/W))
3.	Inwerter I.2	KABEL	YKY 5x35	L=20m	Un=1000V	In=126A (30°C E)	Iz=110,0A (20°C, D2 (2,5 (bardzo sucha gleba, piasek, popiół, żużel)K.m/W))

Przy pomocy programu Pająk 3.3.13 wykonano obliczenia spadków napięć i prądów zwarciovych trójfazowych. Spadki napięć na przewodach obliczono dla najdalszego punktu danego obwodu.

Spadki napięć:

1.	rozdzielnic a RPV1		dUnode=0,6%	
2.	Inwerter I.1	Pn=60kW	dUnode=0,65%	Inode=86,7A
3.	Inwerter I.2	Pn=30kW	dUnode=0,84%	Inode=43,3A

1.	rozdzielnic a RPV1	KABEL	3x(YAKXS 3x(1x300 mm <sup>2</sup> )+1x150 mm <sup>2</sup> )	dUwl=0,6 %	Iwl=130,0A (24%Iz)
2.	Inwerter I.1	KABEL	YKY 5x70	dUwl=0,05 %	Iwl=86,7A (54%Iz)
3.	Inwerter I.2	KABEL	YKY 5x35	dUwl=0,24 %	Iwl=43,3A (39%Iz)

Zwarcia trójfazowe:

1.	rozdzielnic a RPV1		Ik3p''=10,0kA	ip3p=18,0kA
2.	Inwerter I.1	Pn=60kW	Ik3p''=9,7kA	ip3p=17,1kA
3.	Inwerter I.2	Pn=30kW	Ik3p''=7,8kA	ip3p=12,0kA

Rozdzielnica RPV2 sekcji II instalacji fotowoltaicznej:

Obliczenia prądów znamionowych poszczególnych obwodów wykonane przy pomocy programu Pająk 3.3.13.

1.	rozdzielnic a RPV2	Un=400V	Ks=1		
2.	Inwerter I.3	Un=400V	In=86,7A	Pn=60kW (Ku=1)	cosφ=0,999
3.	Inwerter I.4	Un=400V	In=43,3A	Pn=30kW (Ku=1)	cosφ=0,999

Dobór poszczególnych urządzeń i kabli wykonano przy pomocy programu Pająk 3.3.13.  
Zabezpieczenie kabla zasilającego rozdzielnicę RPV1 w rozdzielnicy nN stacji transformatorowej SO-0:

WYŁĄCZNIK	250 3P 160A	Iw=160A, Ics=25kA, Icu=25kA
-----------	-------------	-----------------------------

Od strony instalacji PV:

1.	Inwerter I.3	WYŁĄCZNIK	160 3P 125A	Iw=125A, Ics=16kA, Icu=16kA
2.	Inwerter I.4	WYŁĄCZNIK	160 3P 63A	Iw=63A, Ics=16kA, Icu=16kA

1.	rozdzielnic a RPV2	KABEL	3x(YAKXS 3x(1x300 mm <sup>2</sup> )+1x150 mm <sup>2</sup> )	L=275m	Un=750V	In=381A (30°C E)	Iz=549,9A (20°C, D2 (2,5 (bardzo sucha gleba, piasek, popiół, żużel)K.m/W))
----	--------------------	-------	---	--------	---------	------------------	---

2.	Inwerter I.3	KABEL	YKY 5x70	L=4m	Un=1000V	In=196A (30°C E)	Iz=162,0A (20°C, D2 (2,5 (bardzo sucha gleba, piasek, popiół, żużel)K.m/W))
3.	Inwerter I.4	KABEL	YKY 5x35	L=20m	Un=1000V	In=126A (30°C E)	Iz=110,0A (20°C, D2 (2,5 (bardzo sucha gleba, piasek, popiół, żużel)K.m/W))

Przy pomocy programu Pająk 3.3.13 wykonano obliczenia spadków napięć i prądów zwarciovych trójfazowych. Spadki napięć na przewodach obliczono dla najdalszego punktu danego obwodu.

Spadki napięć:

1.	rozdzielnica RPV1		dU <sub>node</sub> =0,66%	
2.	Inwerter I.1	Pn=60kW	dU <sub>node</sub> =0,7%	Inode=86,7A
3.	Inwerter I.2	Pn=30kW	dU <sub>node</sub> =0,9%	Inode=43,3A

1.	rozdzielnica RPV1	KABEL	3x(YAKXS 3x(1x300 mm <sup>2</sup> )+1x150 mm <sup>2</sup> )	dU <sub>wl</sub> =0,66%	I <sub>wl</sub> =130,0A (24%I <sub>z</sub> )
2.	Inwerter I.1	KABEL	YKY 5x70	dU <sub>wl</sub> =0,05%	I <sub>wl</sub> =86,7A (54%I <sub>z</sub> )
3.	Inwerter I.2	KABEL	YKY 5x35	dU <sub>wl</sub> =0,24%	I <sub>wl</sub> =43,3A (39%I <sub>z</sub> )

Zwarcia trójfazowe:

1.	rozdzielnica RPV1		I <sub>k3p</sub> "=9,6kA	ip <sub>3p</sub> =17,1kA
2.	Inwerter I.1	Pn=60kW	I <sub>k3p</sub> "=9,4kA	ip <sub>3p</sub> =16,3kA
3.	Inwerter I.2	Pn=30kW	I <sub>k3p</sub> "=7,5kA	ip <sub>3p</sub> =11,6kA

### **Ochrona przeciwporażeniowa.**

Instalacja fotowoltaiczna pracować będzie w układzie TN-C-S. Ochrona podstawowa, ochrona przed dotykiem bezpośrednim realizowana jest przez izolowanie części czynnych (izolacja podstawowa) oraz stosowanie obudów i osłon zastosowanych urządzeń o stopniu ochrony co najmniej IP2X. Ochrona przeciwporażeniowa dodatkowa spełniona zostanie przez zastosowanie wyłączników nadprądowych. Powszechnym elementem ochrony będzie zastosowanie instalacji wyrównawczej.

Przy każdym inwerterze należy zamontować miejscową szynę połączeń wyrównawczych, do której trzeba podłączyć obudowy inwerterów, modułów fotowoltaicznych, ochronniki przepięciowe i pozostałe elementy metalowe instalacji. Szyny połączeń wyrównawczych należy umieścić również w rozdzielnicach instalacji fotowoltaicznej. Uziemienie instalacji



wyrównawczej stanowić będzie płaskownik FeZn 30x4 mm umieszczony w ziemi na głębokości co najmniej 0,6 m i prowadzony wzdłuż każdego rzędu modułów fotowoltaicznych oraz między nimi do rozdzielnic instalacji fotowoltaicznej. Każdy wyodrębniony zespół konstrukcji metalowej modułów fotowoltaicznej należy podłączyć do płaskownika FeZn 30x4 mm. Trasa prowadzenia uziemienia pokazana będzie w projekcie wykonawczym. Oporność uziemienia nie może przekraczać wartości 10  $\Omega$ . W przypadku nie uzyskania wymaganej wartości oporności należy uzupełnić je o dodatkowe odcinki płaskownika.

Uziemione połączenie wyrównawcze modułów i falowników spełnia kilka funkcji, jest elementem ochrony przeciwporażeniowej, przeciwprzepięciowej i odgromowej. Uziemienie stanowi ważny element bezpieczeństwa instalacji fotowoltaicznej. Uziemione połączenie wyrównawcze poprawia bezpieczeństwo pracy instalacji fotowoltaicznej w szczególnych sytuacjach, jak uszkodzenie modułu, czy w trakcie wyładowań atmosferycznych w pobliżu instalacji. Przy wykonywaniu połączeń wyrównawczych należy pamiętać, że wszystkie uziemienia po stronie DC, jak i AC powinny być wspólne.

### **Ochrona przeciwprzepięciowa.**

W celu zapewnienia skutecznej ochrony instalacji fotowoltaicznej przed przepięciami, należy ją chronić ogranicznikami przepięć zarówno po stronie AC jak i DC. Dla ochrony DC przewidziano ograniczniki przepięć typu 2. Projektowany system fotowoltaiczny będzie współpracował z siecią elektroenergetyczną stąd należy, nie tylko zapewnić ochronę elementów systemu fotowoltaicznego przed bezpośrednim uderzeniem piorunu, ale również zastosować urządzenia ograniczające przepięcia SPD w układach kontrolno-pomiarowych oraz dochodzące do inwerterów.

Inwerter, należy chronić przed przepięciami dochodzącymi z sieci elektroenergetycznej stosując ogranicznik przepięć SPD typu 2 o napięciu 400/230V.

W rozdzielnicach nN przy Inwerterach zainstalować ochronniki przepięciowe

### **Ochrona odgromowa.**

Właściwą ochronę przed bezpośrednim działaniem prądu piorunowego zaprojektowano w oparciu o normy ochrony odgromowej PN-EN 62305-2:2012; -3:2011 i -4:2011, w których stwierdzono, że „wszystkie urządzenia z materiałów izolacyjnych lub przewodzących, które zawierają wyposażenie elektryczne i/lub służące przetwarzaniu informacji, powinny znajdować się w przestrzeni ochronnej układu zwodów”.

Zgodnie z zaleceniem normy PN-EN 62305-2:2012 instalacja fotowoltaiczna zamontowaną na stelażach na gruncie pod kątem 25° do podłoża (powierzchni ziemi) przy przyjętej max. wysokość zestawów modułów fotowoltaicznych 2,522 m, będzie chroniona masztami iglicowymi o wysokości co najmniej 3m. Maszt iglicowy wykonany jest ze stali ocynkowanej ogniowo i zamontowany jest na trójnogu ustawionym na gruncie z trzema obciążnikami 40kg w miejscach pokazanych na planie wykonawczym rozmieszczenia paneli fotowoltaicznych.

Strefę ochronną tworzoną przez zwody została wyznaczona przy pomocy metody toczącej się kuli o promieniu 45m przyjętego dla III poziomu ochrony odgromowej.

Iglice i konstrukcje metalowe ogniw fotowoltaicznych należy połączyć z projektowanym uziomem Fe/Zn 30x4mm zakopany na głębokości 0,6m pod powierzchnią terenu (dopuszcza się miejscowo prowadzenie płycej uziomu ze względu na możliwe przeszkody np. fundamenty). Zmierzona wartość rezystancji uziemienia nie może przekroczyć 10Ω.

### **Prowadzenie linii kablowych.**

Przewody DC instalacji fotowoltaicznej prowadzić zgodnie z wytycznymi producenta modułów fotowoltaicznych.

W ziemi kable średniego i niskiego napięcia należy układać zgodnie z normą „Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa”. Głębokość ułożenia kabli 0,9 m na użytkach rolnych, kabli średniego napięcia oraz niskiego pod ulicami i drogami 0,8 m, niskiego napięcia poza użytkami rolnymi 0,7 m. Kable ułożyć w wykopie na podsypce z piasku, przykryć 10 cm warstwą piasku i 15 cm warstwą gruntu rodzimego oraz oznaczyć poprzez ułożenie folii koloru czerwonego kable średniego napięcia i niebieskiego kable niskiego napięcia. Ułożenie kabli w wykopie należy prowadzić linią falistą celem skompensowania naprężeń powstałych w wyniku osiadania ziemi.

Promień gięcia kabli powinien być nie mniejszy niż 15-krotna zewnętrzna średnica kabla. Kable zasilające powinny być prowadzone w odległości co najmniej 10 cm od innych kabli zasilających i kabli sygnalizacyjnych, przy skrzyżowaniach w odległości co najmniej 15 cm. Odległość przebiegu kabli od rur wodociągowych nie może być mniejsza niż 25 cm + średnica rurociągu. Kable sygnalizacyjne mogą stykać się ze sobą.

W miejscach kolizji z istniejącym i projektowanym uzbrojeniem terenu kable należy prowadzić w rurach osłonowych ( ) o średnicy wewnętrznej min. 1,5 razy większej od średnicy kabla i nie mniejszej niż 50 mm. Osłony powinny wystawać co najmniej 50 cm z każdej strony od krawędzi uzbrojenia terenu.

Kable należy układać poza częściami dróg i ulic przeznaczonymi do ruchu kołowego , w odległości co najmniej 50 cm od jezdni i od fundamentów budynków. Dopuszcza się układanie kabli w częściach dróg i ulic przeznaczonych do ruchu kołowego w osłonach otaczających. Długość i kształt osłon otaczających kabli musi umożliwić wymianę osłoniętego kabla.

Przy wprowadzeniu kabli do złącz oraz przy przepustach należy pozostawić zapasy kabla o długości nie mniejszej niż 2,5 m każdy, zgodnie z normą.

Kabel na całej trasie należy wyposażyć w oznaczniki rozmieszczone co około 10 m i w miejscach charakterystycznych. Na oznaczniku należy podać:

- symbol i numer linii kablowej,
- oznaczenie kabla wg odpowiedniej normy,
- znak użytkownika kabla,
- rok ułożenia kabla.

Treść opaski kabla wykonawca powinien uzgodnić z użytkownikiem kabla.

Linie kablowe należy zgłosić przed zasypaniem do uprawnionych służb geodezyjnych celem inwentaryzacji.

Po wykonaniu prac należy odtworzyć istniejącą strukturę zagospodarowania terenu.

W budynkach przewody silnoprądowe i sterownicze prowadzić pod tynkiem w rurach instalacyjnych lub natynkowo w listwach instalacyjnych.

#### **4. Ogrodzenie terenu**

Projektowane ogrodzenie realizowane będzie na obrzeżu instalacji fotowoltaicznej. Przyjęto ogrodzenie z modułów - siatki stalowej powlekanej o łącznej wysokości około 1,53 m. Zaprojektowano słupki ogrodzeniowe stalowe ocynkowane, deklowane od góry w sposób trwały. Przęsła, które będą pełnić funkcję bramy dwuskrzydłowej należy wykonać z siatki stalowej powlekanej, w stalowych ramach (systemowych). Skrzydła takie osadzić na zawiasach przyspawanych do słupków ogrodzeniowych. Elementy zamykania bramy i furtki wejściowej należy przyspawać do ramy skrzydła. Na boku górnego poziomego profilu jednego ze skrzydeł bramy przymocować stalową zasuwę (zamykaną na kłódkę) w taki sposób, aby po zamknięciu oba skrzydła zostały połączone płaskownikiem/prętem zasuwą w sposób uniemożliwiający otwarcie bramy. Dodatkowo na każdym ze skrzydeł należy przewidzieć opuszczaną nóżkę służącą do blokady położenia skrzydeł na czas jej otwarcia.

Wszystkie elementy stalowe należy pomalować farbą antykorozyjną po uprzednim ich oczyszczeniu i zagruntowaniu farbą podkładową. Wybór systemu panelowego należy uzgodnić z Inwestorem przed realizacją. Na całej powierzchni terenu należy wyłożyć agrowłókninę oraz rozsypać żwir o grubości 5 cm.

#### **5. Monitoring pracy instalacji fotowoltaicznej.**

Projektuje się monitoring parametrów pracy instalacji fotowoltaicznej w oparciu o wewnętrzne oprogramowanie do monitoringu. Wymiana informacji następować będzie przewodowo poprzez sieć wewnętrzną. Do systemu przekazywane będą informacje o pracy systemu, ilości wyprodukowanej energii oraz przypadkach awarii systemu. Instalacja fotowoltaiczna dzięki takiemu rozwiązaniu będzie generować maksymalne uzyski energii elektrycznej, monitorując stan każdego inwertera. Każdy inwerter musi zostać połączony z centralną jednostką sterującą przewodami sygnałowymi.

W przypadku wystąpienia uszkodzenia modułu (-ów) fotowoltaicznego nie występuje potrzeba demontażu większej ilości modułów. Z uwagi na topologię całego systemu w łatwy sposób można zlokalizować łańcuch, w którym znajduje się uszkodzony moduł (-y). Dane pomiarowe uzyskiwane z inwerterów pozwolą na porównanie wartości chwilowych z teoretycznymi. W

przypadku uszkodzenia modułu (-ów) występujący spadek mocy inwertera (-ów) może zostać łatwo zauważony, a w toku odpowiednich pomiarów łatwo określić położenie uszkodzonego elementu. Monitoring będzie połączony z siecią wewnętrzną za pomocą światłowodu który będzie instalowany na obrębie oczyszczalni ścieków. Dzięki optymalizatorom mocy możliwy jest monitoring każdego modułu .

## **6. Wymagania BHP i ppoż.**

Urządzenia techniczne powinny spełniać wymagania bezpieczeństwa i higieny pracy przez cały okres ich użytkowania. Montaż i eksploatacja urządzeń powinny odbywać się przy zachowaniu wymagań bezpieczeństwa i higieny pracy. Miejsce i sposób zainstalowania i użytkowania urządzeń powinny zapewniać dostateczną przestrzeń umożliwiającą swobodny dostęp i obsługę. Wszystkie urządzenia nie wymagają stałej obsługi, a tylko okresowego nadzoru.

Prawidłowy wybór sprzętu powinien uwzględniać charakter wykonywanej pracy. Wyborowi i używaniu środków ochronnych właściwych dla każdego stanowiska pracy powinno towarzyszyć specjalistyczne szkolenie i badanie lekarskie. Ponadto pracodawca zobowiązany jest do odpowiedniego zaplanowania prac wysokościowych oraz zapewnienia nadzoru nad ich wykonywaniem i przestrzeganiem zasad bezpieczeństwa. Indywidualny sprzęt chroniący przed upadkiem z wysokości podlega okresowym przeglądom kontrolnym wykonywanym przez wykwalifikowany personel. Przeglądy okresowe nie zwalniają użytkowników z każdorazowej kontroli sprzętu przed użyciem. Jako Środek Ochrony Indywidualnej (PPE) sprzęt chroniący przed upadkiem musi spełniać wymagania zharmonizowanych norm europejskich (EN). Wymagane jest umieszczanie na wyrobach oznakowania CE zawierającego między innymi numer odnośnej normy europejskiej. Wybór odpowiedniej metody asekuracyjnej jest kluczowym elementem systemu ochrony pracownika przed zagrożeniami wynikającymi z pracy na wysokości. W sytuacji, gdy z powodów organizacyjnych, technicznych lub ekonomicznych nie można zainstalować stałych konstrukcji zapobiegających zagrożeniu upadkiem z wysokości, należy stosować środki ochrony zbiorowej, takie jak siatki lub balustrady ochronne. Częstym rozwiązaniem jest wykorzystywanie rusztowań, podnośników lub ruchomych pomostów zapewniających wygodny i bezpieczny dostęp. Jeżeli jednak żadna z powyższych metod nie jest możliwa do realizacji, należy stosować indywidualny sprzęt chroniący przed upadkiem z wysokości. Dotyczy to zarówno sytuacji, gdy praca odbywa się na niezabezpieczonych powierzchniach, jak również podczas pracy na słupach, masztach, konstrukcjach wieżowych oraz podczas korzystania z technik dostępu linowego.

Zasadnicze funkcje, jakie musi spełniać indywidualny sprzęt chroniący przed upadkiem z wysokości, to:

- 1) ustalanie pozycji podczas pracy lub niedopuszczanie do przyjęcia przez pracownika położenia, w którym istnieje możliwość upadku z wysokości, zgodnie z EN 358 (Indywidualny sprzęt ochronny ustalający pozycję podczas pracy i zapobiegający upadkom z wysokości);
- 2) w sytuacji zaistnienia upadku – zatrzymanie upadku w powietrzu i ograniczenie siły towarzyszącej zatrzymaniu oraz umożliwienie poszkodowanemu bezpiecznego oczekiwania na nadejście pomocy, zgodnie z EN 363 (Indywidualny sprzęt chroniący przed upadkiem z wysokości – systemy powstrzymywania spadania). Prawidłowy wybór metod i sprzętu chroniącego przed upadkiem z wysokości może jedynie zapewnić specjalistyczne przeszkolenie pracowników i kadry kierowniczej.

Klasyfikacja obiektu ze względu na sposób użytkowania – PM produkcyjno-magazynowy. Gęstość obciążenia ogniowego projektowanej fotowoltaicznej jest mniejsza niż 500 MJ/m<sup>2</sup> rzutu poziomego strefy pożarowej powierzchni zabudowanej. Dla instalacji fotowoltaicznej nie występuje zagrożenia wybuchem. Źródłem zaopatrzenia do zewnętrznego gaszenia pożarów są hydranty sieci wodociągowej. Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji w sprawie uzgadniania projektu budowlanego pod względem ochrony przeciwpożarowej z dnia 2 grudnia 2015 r. (Dz.U. z 2015 r. poz. 2117) §3 ust. 1 p. 5a) niniejszy projekt budowlany nie podlega obowiązkowi uzgodnienia pod względem zgodności z wymaganiami ochrony przeciwpożarowej.

Zakres opracowania nie zmienia warunków ochrony przeciwpożarowej obiektu.

## **7. Uwagi końcowe.**

- 1) Wykonanie wszystkich prac powinno być zgodne ze współczesną sztuką budowlaną, z obowiązującymi zarządzeniami oraz normami i przepisami BHP. Całość prac powinna być wykonana przez osoby mające uprawnienia w zakresie prowadzenia prac przy instalacjach elektrycznych dla instalacji niskiego napięcia i mające przeszkolenie w zakresie wykonywania instalacji fotowoltaicznych. Prace należy prowadzić zgodnie z obowiązującymi normami i przepisami oraz wytycznymi producentów instalowanych urządzeń. Zastosowane urządzenia i elementy instalacji powinny mieć wymagane certyfikaty i dopuszczenia.

- 2) Wykonując wszystkie prace, należy przestrzegać procedur obowiązujących w TAURON Dystrybucja S.A., zgodnie z obowiązującymi okólnikami eksploatacyjnymi.
- 3) Projektowane urządzenia elektroenergetyczne na styku energetyki zawodowej winny spełniać aktualne wytyczne w sprawie standaryzacji technicznych TAURON Dystrybucja S.A..
- 4) Przed rozpoczęciem prac ziemnych, należy zapoznać się z aktualną mapą uzbrojenia podziemnego.
- 5) Wszystkie roboty ziemne w miejscach skrzyżowań z istniejącym uzbrojeniem podziemnym, należy wykonać bezwzględnie ręcznie. Przed przystąpieniem do robót ziemnych wykonawca powinien powiadomić Właścicieli uzbrojenia podziemnego znajdującego się na trasie projektowanych urządzeń elektro-energetycznych o rozpoczęciu prac.
- 6) Projektowane linie kablowe, należy układać ściśle według trasy wytyczonej na podstawie niniejszego projektu przez uprawnionego geodetę, zgodnie z postanowieniami N SEP-E-004 i załącznikiem „Budowa elektroenergetycznych linii kablowych ziemnych”.
- 7) Linie kablowe, należy przed zasypaniem zgłosić do zinwentaryzowania przez uprawnionego geodetę i do odbioru technicznego przez Inspektora Nadzoru.
- 8) Po wykonaniu wszystkich prac, należy wykonać badania techniczne i dostarczyć Inwestorowi protokoły badań i dokumentację powykonawczą.
- 9) Wszystkie zakupione przez Wykonawcę materiały, dla których normy PN i BN przewidują posiadanie zaświadczenia o jakości lub atestu, powinny być zaopatrzone przez producenta w taki dokument. Inne materiały powinny być wyposażone w takie dokumenty na życzenie Inwestora.
- 10) Po zakończeniu prac należy wszelkie zmiany nanieść na dokumentację powykonawczą.
- 11) Zainstalowane do ochrony odgromowej iglice mogą częściowo zacieniać najniższe rzędy paneli fotowoltaicznych w okresie od początków listopada do końca stycznia. Ponieważ na ten okres przypada tylko niecałe 5 % produkcji rocznej energii, a ewentualne zacienienie dotyczyć będzie pojedynczych paneli wobec tego straty z tego tytułu są pomijalne w stosunku do zysków z większego wykorzystania powierzchni gruntu i umieszczenia na nim większej ilości paneli. W celu zmniejszenia możliwości zacienienia modułów przez drzewa i krzewy należy część z nich usunąć, a w pozostawionych, kontrolować koronę i okresowo przycinać ją w sposób uniemożliwiający zacienienie rzędów paneli.

## 8. ZESTAWIENIE MATERIAŁÓW PODSTAWOWYCH

L.p.	Wyszczególnienie	ilość
1	Ogniwa monokrystaliczne 320 Wp	624 szt.
2	Optymalizatory mocy	624 szt.
3	Kabel solarny do połączeń paneli z inwerterami 1x6 mm <sup>2</sup>	1347,71 m
4	Puszka przyłączenia po stronie DC zgodnie ze specyfikacją opisu technicznego	1 szt.
5	Inwerter 30,0 kW (parametry zgodne ze specyfikacją opisu technicznego)	2 szt.
6	Inwerter 60,0 kW (parametry zgodne ze specyfikacją opisu technicznego)	2 szt.
7	Puszka przyłączenia po stronie AC zgodnie ze specyfikacją opisu technicznego	1 szt.
8	Kabel przyłączeniowy YKY 5x35mm <sup>2</sup> (strona AC)	40 m
9	Kabel przyłączeniowy YKY 5x70mm <sup>2</sup> (strona AC)	10 m
10	Kabel przyłączeniowy YAKXS 1x300mm <sup>2</sup> (strona AC)	4800 m
11	Kabel przyłączeniowy YAKXS 1x150mm <sup>2</sup> (strona AC)	1580 m
12	Rozdzielnica RPV AC	2 szt.
13	Konstrukcja wsporcza do zabudowy inwertera oraz skrzynek przyłączeniowych po stronie AC i DC	6 kpl.
14	Konstrukcja wsporcza pod zabudowę paneli 4 x 5 moduły	24 kpl.
15	Konstrukcja wsporcza pod zabudowę paneli 4 x 3 moduły	12 kpl.
16	Rozdzielnica AC do przyłączenia kabli zasilających	2 kpl
17	Wyłącznik nadprądowy 3P+N 160A	2 szt
18	Monitoring pracy instalacji fotowoltaicznej	1 kpl
19	Zabezpieczenie przed wpływem energii elektrycznej do zewnętrznej sieci energetycznej	2 kpl.
20	Przekładniki prądowe	2 kpl

21	Rozdzielnica – układ telemechaniki	1 kpl.
22	Monitoring instalacji z okablowaniem	1 kpl.
23	Instalacja odgromowa i uziemiająca	1 kpl.
24	Ogrodzenie instalacji – panelowe 1,53 m	1 kpl.

## 9. Klauzula o równorzędności materiałów.

Wszystkie urządzenia i materiały użyte do realizacji projektowanych instalacji muszą być zgodne z obowiązującymi w Polsce normami i przepisami oraz posiadać odpowiednie certyfikaty, atesty i dopuszczenia. Wszelkie odstępstwa od wytycznych zawartych w projekcie należy pisemnie zgłosić Inżynierowi Kontraktu do akceptacji.

Projektant celem pełniejszego zobrazowania rozwiązania projektowanego powołał się na konkretne urządzenia. Wszystkie urządzenia wskazane w projekcie są przykładowe, a odwołanie do nich miało na celu informować wykonawcę o standardzie zastosowanych do realizacji urządzeń i w żadnym przypadku nie jest obowiązkowe.

Zgodnie z zasadami zamówień publicznych można zastosować materiały i rozwiązania równoważne, to jest w żadnym stopniu nie obniżające standardu i nie zmieniające zasad i rozwiązań technicznych przyjętych w projekcie. W przypadku innych rozwiązań i elementów projektu należy pisemnie tj. z wykresami, tabelami porównawczymi charakterystyk udowodnić, że zastosowany typoszereg urządzeń spełnia zasadę wydajności oraz pewności prawidłowego kompatybilnego zadziałania w przypadku zagrożenia oraz zapewnia ochronę i bezpieczeństwo ludzi oraz urządzeń.

Równoważność techniczną musi po weryfikacji potwierdzić w formie pisemnej – przedstawiciel Inwestora i Projektant.

## 10. Spis rysunków i załączników.

Rysunki:

Rys. nr PZT-1. Plan zagospodarowania terenu.

Rys. Mapa do celów projektowych.

Rys. nr E-1. Schemat ideowy.

Rys. nr E-2. Schemat instalacji fotowoltaicznej.



Rys. nr E-3. Szczegóły podział stringów modułów fotowoltaicznych.

Rys. nr E-4. Szczegóły konstrukcji wsporczej pod moduły fotowoltaiczne.

Załączniki:

- Wypis z miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego Miasta Racibórz dla działki 2249/88.
- Uproszczony wypis z rejestru gruntów.