

**Zamawiający: POLITECHNIKA POZNAŃSKA**  
**pl. Marii Skłodowskiej – Curie 5, 60-965 Poznań**

*Nazwa zamówienia:*  
**KOMPLEKSOWA REALIZACJA ZADANIA PN.**

# **Hybrydowe źródła OZE z inteligentnym systemem zarządzania wspomagany AI w Kampusie Warta Politechniki Poznańskiej**

*Adres inwestycji:*  
Kampus „Warta” Politechniki Poznańskiej,  
obręb 0004 Śródka, ark. 18, działka nr 3

*Nazwa opracowania:*  
**PROGRAM FUNKCJONALNO-UŻYTKOWY  
(PFU)**

*Autorzy opracowania:*

Instalacje PV/AKPiA/BMS	<b>dr inż. Kamil Szkarłat</b>
	<b>dr Mariusz Nogala</b>
	<b>mgr Michał Karlic</b>
Instalacje HVAC	<b>dr inż. Radosław Górzeński</b>
	<b>dr inż. Michał Szymański</b>
	<b>mgr inż. Karolina Czerpińska</b>

**Poznań, kwiecień 2026 r.**

**SPIS TREŚCI:**

SPIS TREŚCI: .....	2
Kody CPV .....	6
I. Opis ogólny całego planowanego projektu .....	9
II. CZĘŚĆ OPISOWA – INSTALACJE FOTOWOLTAICZNE .....	11
1. Opis ogólny przedmiotu zamówienia.....	11
1.1. Przedmiot zamówienia.....	11
1.2. Zakres robót budowlanych .....	12
1.3. Podstawa opracowania.....	13
1.4. Cel i zakres inwestycji.....	13
1.5. Stosowane skróty.....	14
1.6. Ogólne właściwości funkcjonalno-użytkowe .....	15
1.7. Szczegółowe wymagania w zakresie wykonania przedmiotu zamówienia dotyczące instalacji fotowoltaicznych.....	17
1.7.1. Instalacja fotowoltaiczna – CAR-PORT NR I .....	21
1.7.1.1. Wytyczne dla instalacji elektrycznych AC i zasilania.....	24
1.7.1.2. Wytyczne dla instalacji po stronie DC.....	26
1.7.2. Instalacja fotowoltaiczna – CAR-PORT NR II .....	29
1.7.2.1. Wytyczne dla instalacji elektrycznych AC i zasilania.....	33
1.7.2.2. Wytyczne dla instalacji po stronie DC.....	35
1.7.3. Instalacja fotowoltaiczna – CAR-PORT NR III .....	39
1.7.3.1. Wytyczne dla instalacji elektrycznych AC i zasilania.....	42
1.7.3.2. Wytyczne dla instalacji po stronie DC .....	44
1.7.3.3. Wytyczne dla magazynu energii elektrycznej.....	50
Gwarancja i Żywotność: .....	51
1.8. Wytyczne dla systemowych podkonstrukcji car-portów .....	52
1.8.1.1. Konstrukcja nośna Carportu .....	52
1.8.1.2. Fundamenty.....	52
1.8.1.3. Konstrukcja pod moduły fotowoltaiczne .....	54
1.8.1.4. Szczelność konstrukcji.....	54
1.8.1.5. System montażu modułów fotowoltaicznych .....	54
1.9. Inteligentne systemy zarządzania energią .....	54
1.10. Procedura przyłączenia instalacji fotowoltaicznych .....	54

1.11. Wymagania funkcjonalne dla wszystkich systemów i instalacji PV .....	55
1.11.1. Wymagania w zakresie dokumentacji .....	55
1.11.2. Wymagania w zakresie urządzeń i komponentów .....	56
1.11.2.1. Wymagania w zakresie modułów fotowoltaicznych .....	56
1.11.2.2. Wymagania w zakresie optymalizatorów mocy .....	58
1.11.2.3. Wymagania w zakresie inwerterów/falowników .....	59
1.11.2.4. Wymagania w zakresie systemowych podkonstrukcji zadaszania car- port .....	62
1.11.2.5. Wymagania w zakresie okablowania .....	63
1.11.2.6. Wymagania w zakresie monitorowania i archiwizacji parametrów instalacji .....	65
Wymagania w zakresie instalacji przebiegowej .....	66
1.11.3. Warunki wykonania i odbioru robót .....	66
Wytyczne w zakresie konieczności stosowania ochrony przetężeniowej i zwarciowej po stronie DC. .....	66
Ochrona przed skutkami prądów zwarciowych po stronie AC .....	66
Możliwość rozłączenia instalacji po stronie AC i DC .....	67
Wymagania w zakresie stosowania wyłączników różnicowo-prądowych .....	67
Wymagania w zakresie doboru przekroju przewodów. ....	67
Wymagania w zakresie sposobu ułożenia modułów PV i ich przechowywania. ....	67
Wymagania w zakresie oznakowania .....	67
Wymagania w zakresie prowadzenia kabli. ....	68
Wymagania w zakresie montażu falownika .....	69
Wymagania w zakresie szaf zasilająco-sterujących/rozdzielnic .....	69
1.11.3.2. Pozostałe wymagania .....	70
1.11.3.3. Wymagania w zakresie zastosowanych materiałów .....	73
1.11.3.4. Kontrola jakości .....	74
1.11.3.5. Wymagania w zakresie testów, pomiarów i odbiorów .....	74
1.11.3.6. Wymagania w zakresie dokumentacji i odbioru robót zanikających .....	74
1.11.3.7. Odbiór końcowy .....	75
1.11.3.8. Wymagania w zakresie opracowania instrukcji użytkowania .....	76
1.11.3.9. Szkolenie .....	76
Ramowy Program Szkolenia: .....	76
1.11.3.10. Wymagania w zakresie gwarancji oraz serwisu Wymagania w zakresie gwarancji oraz rękojmi. ....	77
Wymagania w zakresie serwisu. ....	77
1.12. Przepisy prawne i normy związane z projektowaniem i wykonaniem zamierzenia	

	budowlanego. ....	78
III.	CZĘŚĆ OPISOWA – INSTALACJA POMP CIEPŁA DLA BUDYNKU CMBiN PP.....	82
1.	Opis ogólny przedmiotu zamówienia.....	82
1.1.	Przedmiot zamówienia.....	82
1.2.	Zakres robót budowlanych .....	83
1.3.	Podstawa opracowania.....	84
1.4.	Stosowane skróty.....	84
1.5.	Aktualne uwarunkowania wykonania przedmiotu zamówienia.....	85
1.6.	Ogólne właściwości funkcjonalno-użytkowe .....	85
1.7.	Szczegółowe właściwości funkcjonalno-użytkowe .....	85
1.8.	Uwagi ogólne .....	86
2.	Wymagania Zamawiającego w stosunku do przedmiotu zamówienia.....	87
2.1.	Stan istniejący .....	87
2.2.	Bilans mocy obiektu .....	89
2.3.	Opis rozwiązań .....	89
2.3.1.	Maszynownia pomp ciepła .....	90
2.3.2.	Rozprowadzenie instalacji.....	92
2.3.3.	Pompy ciepła.....	92
2.3.4.	Dolne źródło ciepła (DZC) – gruntowe sondy pionowe .....	95
2.3.5.	Bufory.....	99
2.3.6.	Pompy obiegowe .....	99
2.3.7.	Wymienniki ciepła.....	100
2.3.8.	Opomiarowanie źródła ciepła i chłodu .....	101
2.3.9.	Wymagania materiałowe instalacji i wyposażenia Przewody rurowe.....	102
3.	Wymagania ogólne .....	108
3.1.	Wymagania Zamawiającego w stosunku do przedmiotu zamówienia.....	108
3.1.1.	Wymagania dotyczące przygotowania terenu robót.....	108
3.1.2.	Wymagania dotyczące robót budowlanych.....	108
3.1.3.	Wymagania dotyczące materiałów.....	109
3.2.	Cechy obiektu dotyczące rozwiązań budowlano-konstrukcyjnych i wskaźników ekonomicznych .....	110
3.2.1.	Roboty ziemne – odwierty sond pionowych .....	110
3.2.2.	Roboty murarskie.....	111
3.2.3.	Uwagi ogólne dotyczące prowadzenia prac budowlanych.....	111
3.3.	Wymagania odnośnie charakterystyki energetycznej i fizyki budowli .....	111



3.4.	Hałas i wibracje .....	112
3.5.	Wytyczne międzybranżowe .....	113
3.5.1.	Architektura i konstrukcja .....	113
3.5.2.	Instalacje elektryczne .....	113
3.5.3.	Instalacje wod-kan .....	113
3.5.4.	Instalacje AKPiA i system BMS .....	113
3.6.	Wymagania dotyczące projektowania .....	115
3.7.	Wymagane próby, testy, badania odbiorowe – kontrola jakości .....	116
3.8.	Warunki wykonania i odbioru robót budowlanych .....	117
3.8.1.	Warunki dotyczące robót .....	117
3.8.2.	Obowiązki Wykonawcy .....	117
IV.	CZĘŚĆ INFORMACYJNA – POMPY CIEPŁA .....	120
1.	Przepisy prawne, normy i wytyczne związane z projektowaniem i wykonaniem zamierzenia budowlanego .....	120
2.	Kopia mapy zasadniczej .....	121
3.	Wyniki badań gruntowo wodnych .....	121
4.	Zalecenia konserwatora zabytków .....	121
5.	Inwentaryzacja zieleni .....	122
6.	Dane dotyczące elementów ochrony środowiska .....	122
7.	Pomiary ruchu drogowego, hałasu i innych uciążliwości .....	122
8.	Dane inwentaryzacyjne .....	122
9.	Porozumienia, zgody lub pozwolenia oraz warunki techniczne i realizacyjne związane z przyłączeniem obiektu do istniejącej sieci wodociągowej, kanalizacyjnej, ciepłej, gazowej, energetycznej i teletechnicznej oraz dróg samochodowych, kolejowych lub wodnych ....	122
10.	Dodatkowe wytyczne inwestorskie i uwarunkowania związane z budową i jej przeprowadzeniem .....	122
11.	Załączniki .....	123





## Kody CPV

### *Główny przedmiot zamówienia:*

45000000-8 Roboty budowlane

### *Dodatkowe przedmioty zamówienia:*

38424000-3 – Urządzenia pomiarowe i sterujące

42511110-5 – Pompy grzewcze

44000000-0 – Konstrukcje i materiały budowlane; wyroby pomocnicze dla budownictwa

44100000-1 – Materiały konstrukcyjne i elementy podobne

44110000-4 – Materiały konstrukcyjne

44111000-1 – Materiały budowlane

44112000-8 – Różne konstrukcje budowlane

45100000-8 – Przygotowanie terenu pod budowę

45111200-0 – Roboty w zakresie przygotowania terenu pod budowę i roboty ziemne

45111220-6 – Roboty w zakresie usuwania gruzu

45111230-9 – Roboty w zakresie stabilizacji gruntu

45111240-2 – Roboty w zakresie odwadniania gruntu

45111250-5 – Badanie gruntu

45112700-2 – Roboty w zakresie kształtowania terenu

45113000-2 – Roboty na placu budowy

45200000-9 – Roboty budowlane w zakresie wznoszenia kompletnych obiektów budowlanych lub ich części oraz roboty w zakresie inżynierii lądowej i wodnej

45210000-2 – Roboty budowlane w zakresie budynków

45214400-4 – Roboty budowlane w zakresie budowy obiektów budowlanych związanych ze szkolnictwem wyższym

45223000-6 – Roboty budowlane w zakresie konstrukcji

45223100-7 – Montaż konstrukcji metalowych

45223110-0 – Instalowanie konstrukcji metalowych

45223200-8 – Roboty konstrukcyjne

45223210-1 – Roboty konstrukcyjne z wykorzystaniem stali

45223300-9 – Roboty budowlane w zakresie parkingów

45223800-4 – Montaż i wznoszenie gotowych konstrukcji

45231000-5 – Roboty budowlane w zakresie budowy rurociągów



45233226-9 – Roboty budowlane w zakresie dróg dojazdowych  
45261100-5 – Wykonywanie konstrukcji dachowych  
45262500-6 – Roboty murarskie i murowe  
45300000-0 – Roboty instalacyjne w budynkach  
45300000-0 – Roboty instalacyjne  
45310000-3 – Roboty instalacyjne elektryczne  
45311000-0 – Roboty w zakresie okablowania oraz instalacji elektrycznych  
45311200-2 – Roboty w zakresie instalacji elektrycznych  
45315300-1 – Instalacje zasilania elektrycznego  
45315600-4 – Instalacje niskiego napięcia  
45317000-2 – Inne instalacje elektryczne  
45320000-6 – Roboty izolacyjne  
45324000-4 – Roboty w zakresie okładziny tynkowej  
45330000-9 – Roboty instalacyjne wodno-kanalizacyjne i sanitarne  
45331000-6 – Instalowanie urządzeń grzewczych, wentylacyjnych i klimatyzacyjnych  
45332000-3 – Roboty instalacyjne wodne i kanalizacyjne  
45400000-1 – Roboty wykończeniowe w zakresie obiektów budowlanych  
45432210-9 – Wykładanie ścian  
45440000-3 – Roboty malarskie i szklarskie  
45442000-7 – Nakładanie powierzchni kryjących  
45442100-8 – Roboty malarskie  
45442120-4 – Malowanie budowli i zakładanie okładzin ochronnych  
45442121-1 – Malowanie budowli  
45443000-4 – Roboty elewacyjne  
45450000-6 – Roboty budowlane wykończeniowe, pozostałe  
48421000-5 – Pakiety oprogramowania do zarządzania urządzeniami  
71000000-8 – Usługi architektoniczne, budowlane, inżynieryjne i kontrolne  
71000000-9 – Usługi profesjonalne w zakresie architektury i inżynierii  
71220000-6 – Usługi projektowe  
71220000-6 – Usługi projektowania architektonicznego  
71247000-1 – Nadzór nad robotami budowlanymi  
71320000-7 – Usługi inżynieryjne w zakresie projektowania  
71320000-7 – Usługi inżynieryjne w zakresie projektowania  
71327000-6 – Usługi projektowania konstrukcji nośnych



09300000-2 – Energia elektryczna, ciepła, słoneczna i jądrowa

38424000-3 – Urządzenia pomiarowe i sterujące

45231000-5 – Roboty budowlane w zakresie budowy rurociągów, ciągów komunikacyjnych i linii energetycznych

71300000-1 – Usługi inżynierskie

71326000-9 – Dodatkowe usługi budowlane



## I. Opis ogólny całego planowanego projektu

Realizacja projektu Hybrydowych instalacji OZE z inteligentnym systemem zarządzania wspomaganym AI obejmować ma swoim zakresem:

- zastosowanie innowacyjnego źródła ciepła/chłodu w postaci pomp ciepła z dolnym źródłem wraz ze zmiennofazowymi buforami ciepła i chłodu dla budynku Centrum Mechatroniki Biomechaniki i Nanoinżynierii Politechniki Poznańskiej (CMBiN PP),
- zastosowanie rozproszonych instalacji fotowoltaicznych w postaci bifacialnych modułów fotowoltaicznych posadowionych na systemowych podkonstrukcjach zadaszenia na 3 wybranych parkingami tzw. car-portów,
- dla jednej lokalizacji car-portu zastosowanie magazynu energii elektrycznej.

W projekcie zastosowane zostaną pompy ciepła gruntowe, ze sprężarkami inwerterowymi lub z wielostopniową modulacją, z pionowymi sondami dolnego źródła ciepła o głębokości 200-250m oraz zbiorniki buforowe ciepła i chłodu z wypełnieniem w postaci materiału zmiennofazowego. Pompy ciepła będą zapewniać jednocześnie ogrzewanie (instalacje CO i CT) oraz chłodzenie (instalacje WL i WLT). Źródłami szczytowymi (rezerwowymi) pozostaną węzeł cieplny i agregat wody lodowej, z których niezbędna energia zarządzana będzie przez inteligentne systemu sterowania połączone z istniejącymi w Politechnice Poznańskiej nadrzędnymi systemami sterowania i zarządzania budynkiem BMS.

Innowacyjnym rozwiązaniem jest zastosowanie inwerterów lub z wielostopniową modulacją w pompach ciepła oraz buforów ciepła i chłodu zwiększających pojemność cieplną w technologii PCM (Phase Changing Materials - materiały o zmiennej strukturze fazowej) wraz z optymalnym systemem zarządzania energią. Zastosowanie innowacyjnej technologii produktowej umożliwić ma w realizacji projektu optymalnego zarządzania energią w postaci ciepła i chłodu.

Dodatkowo w ramach realizacji projektu wybudowane mają zostać w trzech lokalizacjach Kampusu Warta zdecentralizowane instalacje fotowoltaiczne z bifacialnymi modułami posadowionymi na systemowych podkonstrukcjach tzw. car-portach.

Dodatkowo dla jednej z lokalizacji zrealizowanych instalacji fotowoltaicznych tzw. car- portów, zrealizowany ma zostać magazyn energii elektrycznej, który w połączeniu z systemem zarządzania energią w optymalny sposób w zależności od produkcji i bieżącego zapotrzebowania na energię dystrybuować będzie daną energię na potrzeby pomp ciepła, na oświetlenie zewnętrzne (ładowanie w dzień i rozładowywanie nocą) oraz umożliwi poprzez inteligentne systemy zarządzania energią wspomagane silnikami sztucznej inteligencji (AI) optymalne wykorzystanie energii z uwzględnieniem dynamicznego rozliczania kosztów energii elektrycznej.

Zrealizowane w projekcie instalacje pozytywnie wpłyną na poprawę efektywności energetycznej wybranego budynku CMBiN Kampusu Warta Politechniki Poznańskiej poprzez



zmniejszenie ilości energii pobieranej z zewnątrz z konwencjonalnych źródeł: miejskiej sieci ciepłowniczej (MSC) oraz operatora sieci dystrybucji (OSD).

Zrealizowane instalacje OZE w ramach planowanych inwestycji, pomimo dużo mniejszych uzysków produkowanej energii, niż realne zapotrzebowanie, mają przede wszystkim na celu sprawdzić dużo bardziej wymagające technologie, które przy pozytywnych wynikach w łatwy sposób będzie można przeskalować ze skali mikro na skalę makro (skalowalność projektu).

Realizacja planowanych inwestycji w ramach projektu pozwoli na uniknięcie ok. 288 ton CO<sub>2</sub>/rok.



## II. CZĘŚĆ OPISOWA – INSTALACJE FOTOWOLTAICZNE

### 1. Opis ogólny przedmiotu zamówienia

#### 1.1. Przedmiot zamówienia

Przedmiotem zamówienia jest realizacja części ogólnego zadania pn. Hybrydowe źródła OZE z inteligentnym systemem zarządzania wspomaganym AI w Kampusie Warta Politechniki Poznańskiej w Poznaniu obejmującego instalacje fotowoltaiczne posadowione na systemowych podkonstrukcjach car-portów w ramach formuły zaprojektuj i wybuduj, Zamawiający Politechnika Poznańska pl. Marii Skłodowskiej-Curie 5, 60-965 Poznań.

Niniejsze PFU opisuje szczegółowe wszystkie wytyczne stawiane Wykonawcy dla całego przedmiotowego zadania składającego się z:

- a) Wykonania Projektu Budowlanego uzgodnionego z rzeczoznawcą p.poż. i uzyskanie Pozwolenia na budowę dla instalacji fotowoltaicznych składających się bifacialnych modułów fotowoltaicznych posadowionych na systemowych podkonstrukcjach będących zadaszeniami dostępnych parkingów tzw. „car-porty”,
- b) Przygotowania wniosku o zmianę warunków przyłączeniowych OZE (instalacje PV) wraz ze wszystkimi niezbędnymi załącznikami formalno-technicznymi do OSD Enea Operator Sp. z o.o.,
- c) Przygotowanie wniosku do OSD Enea Operator o przyłączenie magazynu energii elektrycznej zainstalowanego przy jednym z trzech car-portów,
- d) Uzyskanie zmiany warunków przyłączeniowych źródła wytwórczego oraz magazynu energii elektrycznej od OSD Enea Operator i na ich podstawie wykonanie Projektu Wykonawczego przyłącza,
- e) Uzgodnienie z OSD Enea Operator wykonanego Projektu przyłącza,
- f) Wykonanie Projektu Wykonawczego instalacji fotowoltaicznych na 3 car-portach, 4 egzemplarze wersji papierowej i 1 egz. wersji elektronicznej uwzględniający i zawierający:
  - obliczenie i dobór wraz z opisami systemowych podkonstrukcji car-portów,
  - obliczenia i dobór wraz z opisami modułów fotowoltaicznych,
  - obliczenia i dobór wraz z opisami falowników,
  - obliczenia i dobór 1 magazynu energii elektrycznej,

- schematy rozdzielnic zasilająco-sterujących wraz ze wszystkimi schematami połączeń elementów obiektowych, sterowania i zasilania,
  - dobór wraz z obliczeniami wszystkich przewodów kablowych po stronie AC oraz DC, jak również uziemiających,
- g) dostawy materiałów i urządzeń oraz wykonania wszystkich prac zgodnie z zaakceptowanym przez Zamawiającego Projektem Wykonawczym,
- h) wykonania wszystkich prac zgodnie z zaakceptowanym przez Zamawiającego Projektem Wykonawczym,
- i) opracowania Specyfikacji Technicznych Wykonania i Odbioru Robót,
- j) przeprowadzenia prób, odbiorów, uruchomienia i przetestowania wszystkich elementów / instalacji,
- k) odbiór, przyłączenie i uruchomienie przedmiotowych instalacji fotowoltaicznych wspólnie z komisją odbiorową OSD Enea Operator,
- l) uzyskanie pozwolenia na użytkowanie instalacji fotowoltaicznych posadowionych na car-portach,
- m) opracowania instrukcji dla użytkownika,
- n) przeprowadzenia szkolenia dla służb eksploatacji Politechniki Poznańskiej,
- o) wykonania Dokumentacji Powykonawczej dla wszystkich instalacji fotowoltaicznych z naniesionymi zmianami do Projektu Wykonawczego: 4 egzemplarze wersji papierowej oraz 1 egzemplarz wersji elektronicznej.

Projekty, jak i realizacja Inwestycji na wszystkich etapach podlegają weryfikacji przez przedstawicieli Zamawiającego, zgodnie z procedurami opisanymi w SWZ.

Wszystkie dokumenty przetargowe należy czytać i traktować jako całość opisującą szczegółowo całe zadanie. W przypadku ewentualnego wystąpienia nieścisłości w dokumentach przetargowych, Wykonawca zobowiązany jest bezzwłocznie zgłosić ten fakt Zamawiającemu, a Zamawiający dokona stosownej interpretacji. Obowiązuje hierarchia dokumentów określona w SWZ.

## 1.2. Zakres robót budowlanych

Zakres prac budowlanych i instalacyjno-montażowych dla niniejszej części przedmiotu zamówienia:

- montaż wraz fundamentowaniem systemowych podkonstrukcji car-portów,

- odtworzenie istniejącego terenu – przestrzeni parkingowych, istniejących ciągów pieszych i terenów zielonych
- montaż bifacialnych modułów fotowoltaicznych na systemowych podkonstrukcjach car-portów,
- montaż falowników fotowoltaicznych,
- wykonanie okablowania po stronie AC oraz po stronie DC,
- wykonanie okablowania zasilającego i przyłączy do znajdujących się w pobliżu obiektów rozdzielni nn lub elektrycznych tablic rozdzielczych,
- montaż rozdzielnic zasilająco-sterujących,
- dla jednej lokalizacji car-portu montaż 1 magazynu energii elektrycznej wraz z systemem zarządzania i sterowania,
- montaż i oprogramowanie układów sterowania wykorzystujących innowacyjne systemu zarządzania energią przy wsparciu silników AI wykorzystujących np. predykcję uwzględniającą prognozę pogody,
- integrację systemów sterowania każdej instalacji fotowoltaicznej z istniejącym w Politechnice Poznańskiej jednym systemem nadrzędnym BMS,
- montaż układów pomiarowych (analizatory): produkcja/zużycie dla każdego punktu instalacji fotowoltaicznej.

### 1.3. Podstawa opracowania

Podstawą opracowania niniejszego PFU było wykorzystanie następujących dokumentacji oraz opracowań:

- Istniejące dokumentacje branżowe obiektów sąsiadujących z planowanymi instalacjami fotowoltaicznymi na car-portach,
- Ustalenia z Zamawiającym,
- Ustalenia międzybranżowe oraz służbami eksploatacji Politechniki Poznańskiej,
- Obowiązujące normy i przepisy,
- Wytyczne projektowo-montażowe.

### 1.4. Cel i zakres inwestycji

Celem inwestycji jest minimalizacja zużycia energii elektrycznej poprzez autokonsumpcję z instalacji fotowoltaicznych posadowionych na systemowych podkonstrukcjach car-portów. Rozproszone lokalizacje 3 planowanych instalacji fotowoltaicznych z zainstalowanymi



systemami zarządzania doprowadzić mają do nabycia umiejętności przez użytkownika (służby eksploatacji Politechniki Poznańskiej) odpowiedniego i optymalnego zarządzania energią: produkcja z OZE oraz dynamiczna konsumpcja przez różne obiekty i obwody, będące wszystkie w wewnętrznej infrastrukturze zalicznikowej Kampusu Warta Politechniki Poznańskiej.

Zakres opracowania podaje wymagania odnośnie zastosowanych materiałów, warunków dostawy i przechowywania oraz montażu elementów składowych instalacji, a także inne warunki związane z procesem budowlanym np. wymagania ochrony przeciwpożarowej, BHP itp.

Niniejsze opracowanie nie zastępuje projektu wykonawczego, lecz stanowi wytyczne dla określenia standardów wykonania i jakości prac. Program Funkcjonalno-Użytkowy (PFU) jest podstawą wymagań względem jednostki realizującej niniejsze zadanie w zakresie obejmującym kompleksową realizację zamówienia. Podane w PFU informacje nie zwalniają Wykonawcy z odbycia wizji lokalnej na każdym z obiektów objętym niniejszym opracowaniem.

### 1.5. Stosowane skróty

- PB – Projekt Budowlany
- PT – Projekt Techniczny
- PW – Projekt Wykonawczy
- PPW – Projekt Powykonawczy
- PFU – Program Funkcjonalno-Użytkowy
- SWZ – Specyfikacja Warunków Zamówienia
- Zamawiający – osoba lub osoby uprawnione do reprezentowania Politechniki Poznańskiej,
- Wykonawca – Podmiot wyłoniony w drodze przetargu do realizacji przedmiotu zamówienia, który podpisał z Zamawiającym umowę na wykonanie przedmiotu zamówienia,
- Inżynier kontraktu – Osoba/grupa osób powołana przez Zamawiającego, sprawująca nadzór techniczny nad robotami budowlanymi i jakością ich wykonywania, nadzór nad całością dokumentacji i sprawująca kontrolę prawidłowości procedur i dopełnienie w tym zakresie wszelkich formalności
- Falownik fotowoltaiczny, Falownik PV – Urządzenie, które przetwarza napięcie i prąd stały w napięcie i prąd przemienny.
- Generator fotowoltaiczny lub generator PV – Zespół modułów PV podłączonych do jednego falownika
- Instalacja fotowoltaiczna, Instalacja PV – Kompleksowo zmontowana i przyłączona do sieci elektrownia fotowoltaiczna zbudowana min. z falownika, modułów

fotowoltaicznych, konstrukcji wsporczej, zabezpieczeń i okablowania

- Instalacja uziemiająca – Ogół połączonych między sobą uziomów, przewodów uziomowych oraz przewodów uziemiających i zastosowanych do tego celu elementów przewodzących, np. płaszcze kabli
- kWp – Moc szczytowa (peak power) w kilowatach generatora PV w warunkach STC.
- Moduł fotowoltaiczny lub moduł PV – Najmniejszy, w pełni chroniony przed wpływami środowiska, zespół połączonych ze sobą ogniw PV
- OSD – Operator Systemu Dystrybucyjnego
- PPE – Punkt Poboru Energii
- Standardowe warunki próby (STC) – Warunki próby wyszczególnione w normie EN 60904-3 (lub równoważnej) dla ogniw i modułów PV.
- Strona AC (prądu przemiennego) – Część instalacji PV pomiędzy zaciskami AC falownika PV a punktem przyłączenia przewodu zasilającego PV do instalacji elektrycznej.
- Strona DC (prądu stałego) – Część instalacji PV pomiędzy ogniwem PV a zaciskami DC falownika,

### 1.6. Ogólne właściwości funkcjonalno-użytkowe

Wszelkie rozwiązania projektowe i wykonawcze wymagają pełnej akceptacji Zamawiającego (projekt wykonawczy PW oraz karty zatwierdzeń materiałowych dla wszystkich wbudowywanych elementów przed przystąpieniem do wykonawstwa danego zakresu). Szczegółowa procedura weryfikacji części projektowej, wykonawczej i powykonawczej opisana jest w SIWZ.

Wszelkie założenia do projektowania, obliczenia bilansowe itp. należy wykonać i zatwierdzić u Zamawiającego w pierwszej kolejności, przed wydaniem jakiegokolwiek części dokumentacji projektowej.

Wszelkie wartości liczbowe podane w materiałach przetargowych należy traktować jako dane o charakterze orientacyjnym, wymagające ostatecznej weryfikacji na etapie projektu wykonawczego (PW) oraz finalnej akceptacji Zamawiającego. Jakiegokolwiek zmiany wartości liczbowych z materiałów przetargowych (PFU) na etapie projektu wymagają zatwierdzenia





przez Zamawiającego w procesie uzgadniania dokumentacji przed jej wydaniem i przystąpieniem do wykonawstwa.

Jeżeli jakiegokolwiek dane dotyczące obiektu i jego instalacji, podane w materiałach przetargowych, okazałyby się niezgodne z przepisami, najlepszą wiedzą techniczną, zasadami projektowania, dobrymi praktykami itp. należy je skorygować w porozumieniu z Zmawiającym przed złożeniem oferty (zapytania w trakcie postępowania przetargowego) lub w trakcie realizacji zadania oraz przyjmując odpowiednie złożenia (zaakceptowane przez Zamawiającego) w opracowywanym projekcie.

Wykonawca zobowiązany jest wykonać instalacje kompletne, w pełni sprawne i działające zgodnie z założeniami materiałów przetargowych.

Wszelkie zapisy Dz.U. Nr 75 poz. 690 z 12.04.2002 z późniejszymi zmianami, które potencjalnie mogłyby być traktowane jako dobrowolne (np. sformułowania „powinno”, „zaleca się” itp.) należy traktować jako wymagane do obowiązkowego stosowania („należy”, „musi” itp.);

Część projektowa obejmuje wykonanie kompletnej, pełnobranżowej dokumentacji budowlanej, wykonawczej i powykonawczej zgodnie z obowiązującymi przepisami, odpowiednio:

- Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie szczegółowego za-kresu i formy projektu budowlanego (Dz.U. 2012 nr 0 poz. 462),
- Rozporządzeniem 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. z 2004 r. nr 202 poz. 2072 z późn. zm.).

Projekt wykonawczy należy opracować na podstawie Programu Funkcjonalno-Użytkowego oraz innych dokumentacji udostępnionych przez Zamawiającego. Projekt wykonawczy musi zawierać odpowiednie dla niniejszego zadania elementy a przede wszystkim:

- szczegółowy opis techniczny,
- szczegółowe obliczenia i doборы urządzeń,
- obliczenia hydrauliczne - wymiarowanie elementów instalacji,
- precyzyjny dobór wszystkich elementów instalacji,
- karty doborowe, katalogowe, DTR, elementów instalacji,
- atesty, certyfikaty, aprobaty,



- zestawienia materiałów,
- uzgodnienia i akceptację Zamawiającego,
- uzgodnienia formalno-prawne,
- część rysunkową (schematy, rzuty, przekroje, detale itp.),
- szczegółowe Specyfikacje Techniczne wykonania i odbioru robót budowlanych

Wraz ze zgłoszeniem gotowości odbioru Wykonawca przedłoży Zamawiającemu wszelkie dokumenty pozwalające na ocenę prawidłowości wykonania przedmiotu odbioru, w tym:

- dokumentacja projektowa powykonawcza (komplet zaktualizowanego do warunków rzeczywistych projektu, zawierający DTR urządzeń, karty gwarancyjne itp.),
- instrukcja obsługi i eksploatacji instalacji + potwierdzenie przeszkolenia personelu Zamawiającego,
- laminowane schematy instalacji,
- plan szkoleń dla personelu technicznego obsługującego obiekt ze strony Zamawiającego.

Ponadto dokumentacja musi zawierać protokół uzgodnień ze wszystkimi branżami i być zgodna z normami i obowiązującymi polskimi przepisami, według których ma być wykonana instalacja. Dokumentacja podlega pełnej weryfikacji Zamawiającego i przed przystąpieniem do etapu realizacji musi uzyskać jego akceptację.

### **1.7. Szczegółowe wymagania w zakresie wykonania przedmiotu zamówienia dotyczące instalacji fotowoltaicznych**

Planowane do realizacji instalacje fotowoltaiczne zlokalizowane będą na terenie Kampusu Warta Politechniki Poznańskiej. W ramach realizacji zadania przedmiotowe instalacje wykonać należy w 3 różnych (wskazanych w niniejszym PFU) miejscach Kampusu. Wszystkie 3 instalacje fotowoltaiczne z punktu widzenia topologii infrastruktury elektroenergetycznej będą w układzie zalicznikowym. Produkcja energii elektrycznej skonsumowana ma być w 100% przez obiekt CMBiN i pompy ciepła, które w ramach realizacji niniejszego projektu planuje się do realizacji, jak również w różnych scenariuszach innowacyjnego sterowania i zarządzania energią na potrzeby stacji ładowania samochodów elektrycznych, które są zlokalizowane w niedalekiej odległości od instalacji OZE oraz oświetlenia zewnętrznego

Kampusu (nocą). Rozproszony charakter instalacji umożliwił ma sprawdzenie optymalnego zarządzania energią przez inteligentne systemy sterowania, a dodatkowo zamontowany przy jednej lokalizacji instalacji PV car-portu będzie magazyn energii elektrycznej, dający możliwość szerszego spektrum realizacji różnych scenariuszy zarządzania.

Teren, na którym planowana jest przedmiotowa inwestycja przedstawiony jest na rysunku nr 1.



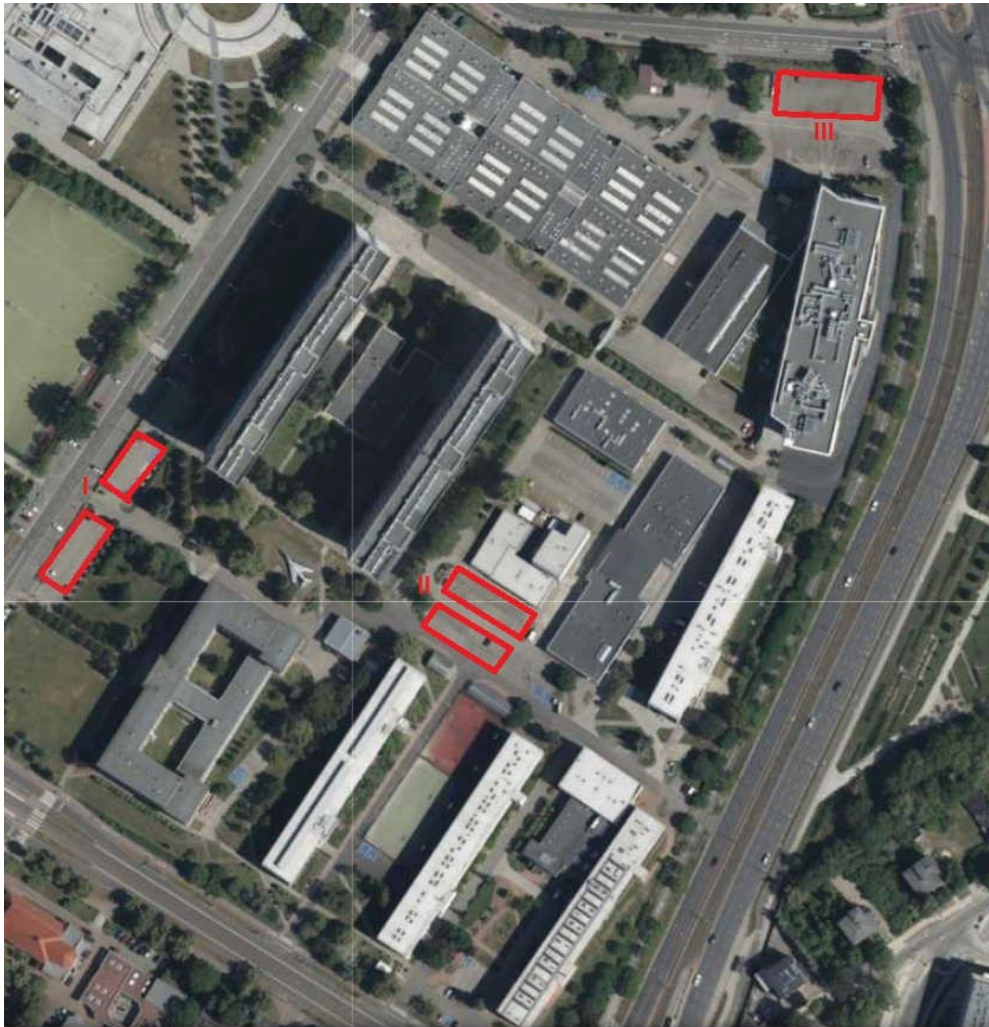
*Rysunek nr. 1 Kampus Warta Politechniki Poznańskiej.*

*(źródło: geoportal.gov.pl)*

Przedmiotowa inwestycja zlokalizowana ma zostać na Kampusie Warta Politechniki Poznańskiej w Poznaniu, 61-138 Poznań, obręb 0004 Śródka, ark. 18, działka nr 3. Produkowana przez instalacje fotowoltaiczne energia elektryczna przeznaczana ma być ogólnym bilansie zużycia energii przez kampus na potrzeby budynku CMBiN, a przede wszystkim na pompy ciepła, które w ramach realizacji niniejszego projektu mają zostać zrealizowane.

Wybrane przez Zamawiającego miejsca montażu instalacji fotowoltaicznych z bifacialnymi modułami zamontowanymi na systemowych podkonstrukcjach car-portów przedstawione zostały na rysunku nr 2.





*Rysunek nr. 2. Wybrane lokalizacje montażu instalacji fotowoltaicznych z car-portami.  
(źródło podkładu: geoportal.gov.pl)*

Wszystkie wybrane lokalizacje na montaż instalacji fotowoltaicznych na car-portach aktualnie są użytkowanymi parkingami Kampusu Politechniki Poznańskiej:

- lokalizacja nr I: przestrzeń parkingowe wzdłuż ulicy Piotrowo,
- lokalizacja nr II: przestrzeń parkingowe w centralnym punkcie Kampusu zlokalizowane pomiędzy Domami Studenckimi nr 3 i 4 a Halami Laboratoryjno-Technologicznymi,

• lokalizacja nr II: przestrzeń parkingowa przed budynkiem CMBiN przy ul. Berdychowo.  
Wszystkie planowane w ramach realizacji zadania instalacje muszą posiadać parametry i wytyczne zgodne z zestawieniem przedstawionym w tabeli nr 1.

*Tabela 1. Zestawienie podstawowych parametrów car-portowych instalacji fotowoltaicznych.*

<i><b>Nr instalacji</b></i>	<i><b>Moc instalacji [kWp]</b></i>	<i><b>Liczba modułów PV</b></i>	<i><b>Liczba falowników</b></i>	<i><b>Magazyn</b></i>	<i><b>Typ car- port</b></i>
PV car-port I	<b>58,5</b> <b>+/-5%</b>	nie więcej niż <b>100</b>	nie więcej niż <b>1</b>	NIE	Typ L
PV car-port II	<b>58,5</b> <b>+/-5%</b>	nie więcej niż <b>100</b>	nie więcej niż <b>1</b>	NIE	Typ T
PV car-port III	<b>117</b> <b>+/-5%</b>	nie więcej niż <b>200</b>	nie więcej niż <b>1</b>	TAK 100kWh	Typ T

Zestawienie przedstawione w tabeli nr 1 pokazuje wartości minimalne wymagane przez Zamawiającego.

Instalacje fotowoltaiczne będą zbudowane minimalnie z następujących komponentów:

- bifacialnych modułów fotowoltaicznych,
- falowników fotowoltaicznych (po jednym falowniku dla każdej instalacji),
- systemowej podkonstrukcji zadaszenia nad przestrzeniami parkingowymi tzw. car-porty,
- 1 magazyn energii elektrycznej o pojemności ok. 100kWh,
- okablowania strony AC oraz DC,
- zabezpieczeń strony AC oraz DC wraz z lokalnymi rozdzielnicami,,
- instalacji uziemienia instalacji fotowoltaicznej,
- instalacji odgromowej instalacji fotowoltaicznej,

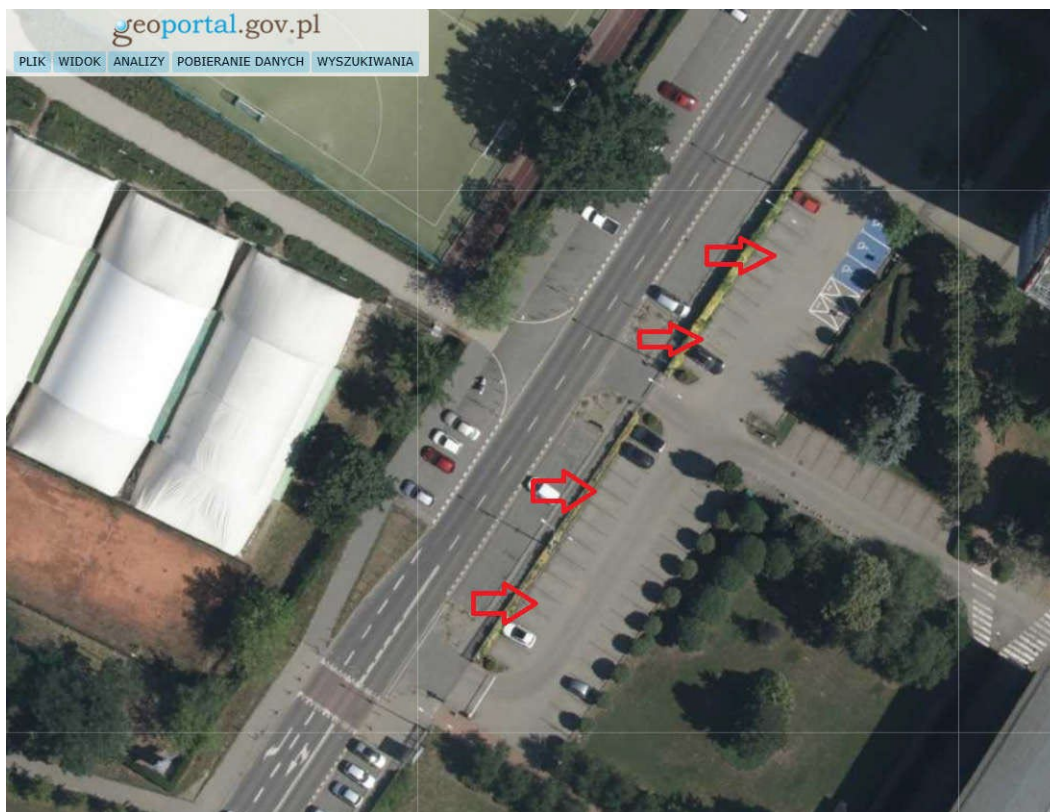
- rozdzielnic zasilająco-sterujących,
- inteligentnych układów sterowania z zaimplementowanymi algorytmami AI umożliwiającymi optymalne zarządzanie energią.

Wymagania Zamawiającego w zakresie poszczególnych komponentów określono w dalszej części PFU.

### 1.7.1 Instalacja fotowoltaiczna – CAR-PORT NR I

Instalacja fotowoltaiczna – CAR-PORT NR I zlokalizowana ma zostać jako zadaszenie nad częścią przestrzeni parkingowych wzdłuż ulicy Piotrowo (parkingi przy budynkach BL i WBMiZ Politechniki Poznańskiej).

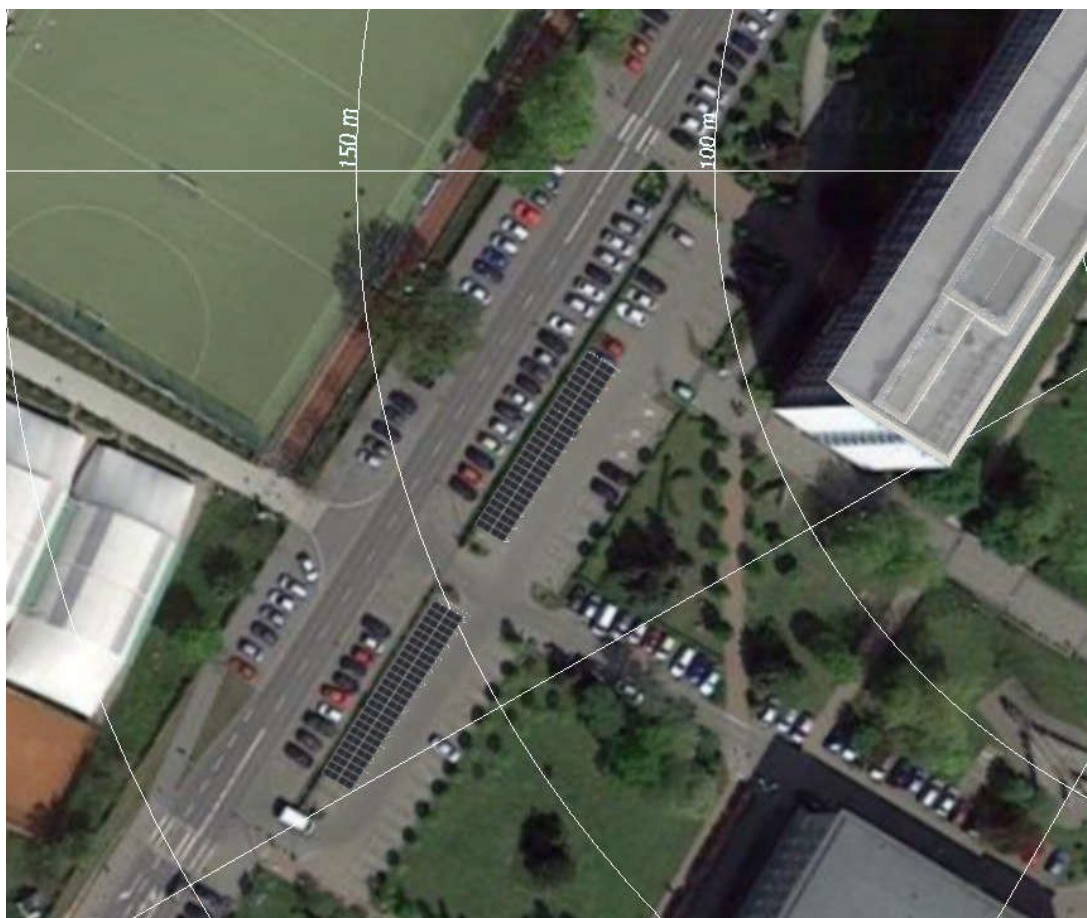
Wizualizację przestrzeni parkingowych do wykorzystania i zabudowania realizowanej instalacji PV przedstawiono na rysunku nr 3.



Rysunek nr. 3. Wizualizacja przestrzeni parkingowych do zadaszenia przez instalację PV nr 1.  
(źródło podkładu: geoportal.gov.pl)

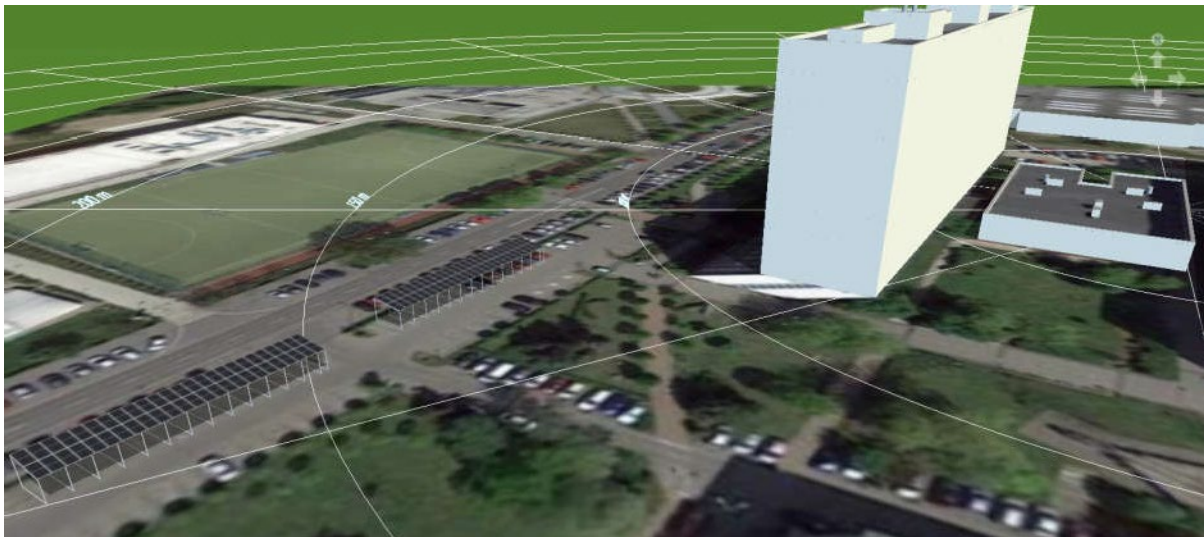


Przykładowa wizualizacja zabudowy z car-portową instalacją PV przedstawiona została odpowiednio na rysunkach nr 4 i 5.



*Rysunek nr. 4. Przykładowa wizualizacja car-portowej instalacji fotowoltaicznej nr 1 (widok z lotu ptaka).*

*(źródło podkładu: geoportal.gov.pl; symulacja w pakiecie PVSol Premium: źródło własne)*



*Rysunek nr. 5. Przykładowa wizualizacja car-portowej instalacji fotowoltaicznej nr 1 (widok z perspektywy).*

*(źródło podkładu: [geoportal.gov.pl](http://geoportal.gov.pl); symulacja w pakiecie PVSol Premium: źródło własne)*

Wizualizacje przedstawione na rysunkach nr 4 i 5 w zrealizowanych symulacjach obrazują jedynie ideę i zamiar Zamawiającego car-portowej instalacji PV z wykorzystaniem modułów fotowoltaicznych o jednostkowej mocy szczytowej 585Wp, która jest minimalną mocą jednostkową modułów wymaganą przez Zamawiającego dla tej instalacji.

Na etapie realizacji Projektu Wykonawczego Wykonawca może zastosować moduły o innej mocy jednostkowej, ale moc szczytowa instalacji musi być zgodna z podaną w tabeli nr 1 niniejszego PFU.

Car-portowa instalacja fotowoltaiczna składać musi się z:

- systemowej podkonstrukcji car-port typu „L” posadowionej (fundament) na przestrzeni parkingowej wzdłuż ul. Piotrowo w taki sposób, aby umożliwić montaż modułów PV w orientacji południowo-wschodniej,
- nie więcej niż 100 bifacialnych modułów fotowoltaicznych (o mocy jednostkowej nie mniejszej, niż 585Wp),
- 1 falownika PV (o mocy wyjściowej nie większej, niż 50kW),
- rozdzielnic RAC i RDC składających się min z:
  - zabezpieczenia przeciwprzepięciowego DC, ,
  - zabezpieczenia przeciwprzepięciowego AC,
  - zabezpieczenia nadprądowego AC,
  - zabezpieczenia różnicowo-prądowego AC,



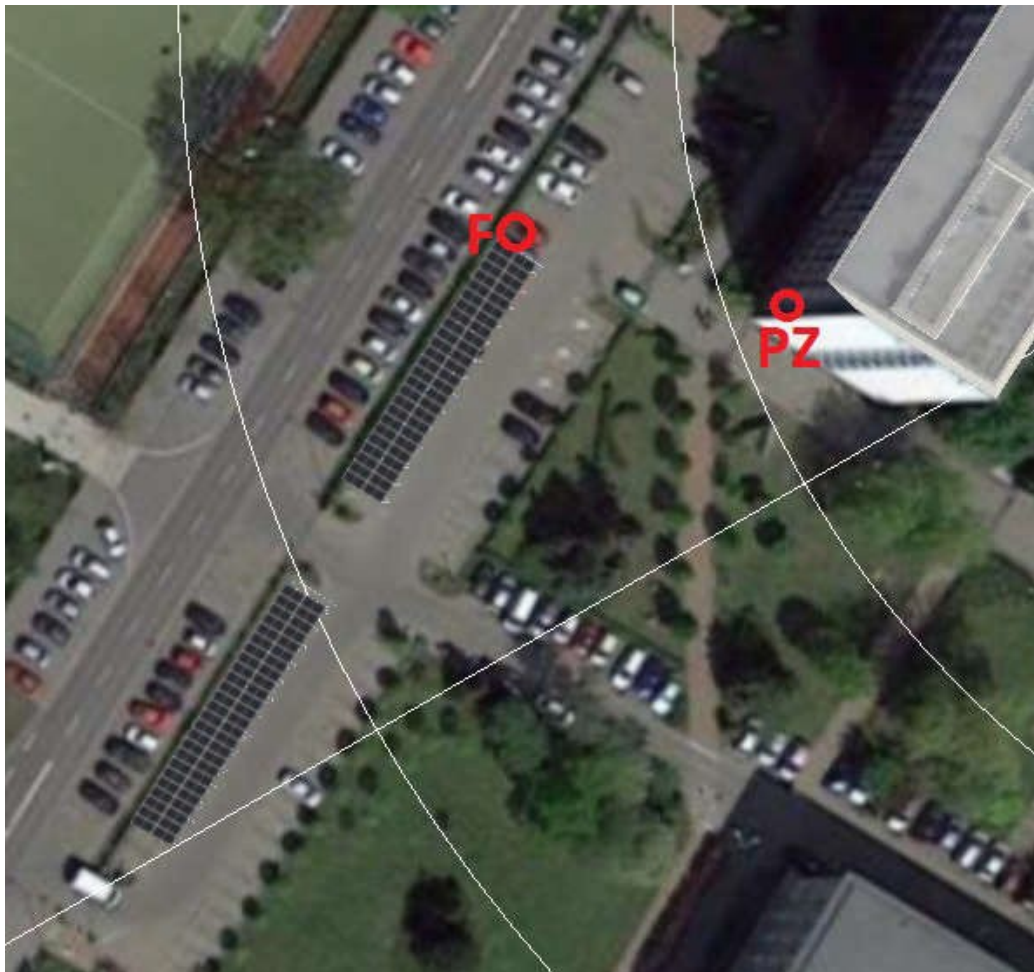
- okablowania DC (średnica min 6mm<sup>2</sup>),
- okablowania AC,
- wykonania i podłączenia uziemienia.

#### **1.7.1.1. Wytyczne dla instalacji elektrycznych AC i zasilania**

Przewidywana do realizacji car-portowa instalacja fotowoltaiczna nr I zasilona zostanie z lokalnej rozdzielniczy elektrycznej zlokalizowanej na poziomie „-1” budynku WBMiZ Kampusu PP. Umieszczenie danych rozdzielnic nn oraz ogólnych ich schematów przedstawiono w Załączniku nr 7 – Orientacyjne wskazanie miejsc rozdzielnic nn wraz z ogólnymi schematami. Dla zasilania przedmiotowej instalacji przewidzieć należy montaż odpowiednich zabezpieczeń nadprądowych obliczonych na etapie Projektu Wykonawczego. Kabel zasilający o odpowiedniej średnicy obliczonej na etapie Projektu Wykonawczego wyprowadzić z rozdzielni budynkowej, a następnie w wykopie doprowadzić do miejsca rozdzielniczy AC zasilającej falownik. Po przeprowadzonych pracach odtworzyć należy przestrzenie parkingów, chodników oraz terenów zielonych.

Proponowane miejsca montażu rozdzielni oraz punktu zasilania przedstawione zostały symbolicznie na rysunku nr 6.





*Rysunek nr. 6. Symboliczne zaznaczenie miejsc montażu rozdzielnic i falownika oraz miejsca przyłącza.*

*(źródło podkładu: [geoportal.gov.pl](http://geoportal.gov.pl))*

Inwerter/Falownik (F) oraz rozdzielnicę RDC/AC należy zlokalizować i zamontować na specjalnej podkonstrukcji przy instalacji fotowoltaicznej lub z wykorzystaniem rozwiązań systemowych podkonstrukcji car-port.

Rozdzielnicę RAC-I należy wyposażyć w:

- obudowę w II klasie ochronności, szczelności IP65,
- analizator parametrów sieci zintegrowany w jednym ze standardowych protokołów komunikacyjnych z istniejącym w Politechnice Poznańskiej systemem nadrzędnym do monitoringu i zarządzania zużyciem energią elektryczną SENTRON PowerManager,
- w wyłącznik mocy lub wyłącznik instalacyjny 3P dostosowany wielkością do zainstalowanej instalacji PV,

- urządzenie różnicowoprądowe RDC typu B w przypadku gdy zastosowany falownik) tego wymaga,
- ochronniki przepięciowe,
- uziemienie punktu rozdziału szyn PEN na PE i N.

Linie kablową pomiędzy falownikiem a tablicą RAC zaprojektować należy jako 5-przewodową, miedzianą.

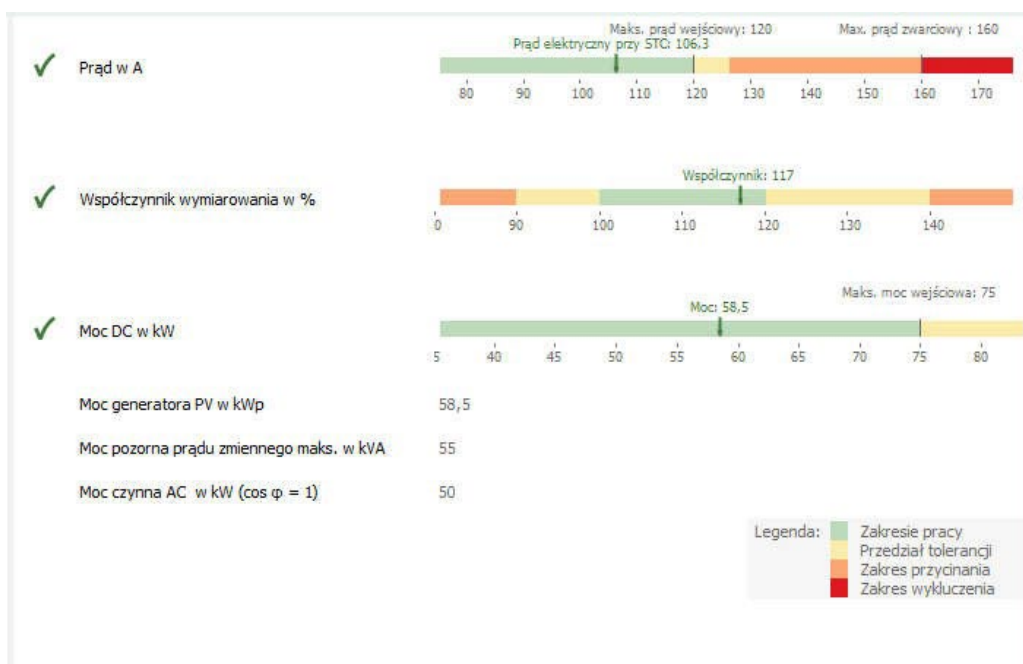
Linie kablową pomiędzy tablicą RAC a elektryczną tablicą rozdzielczą zaprojektować należy jako 5-przewodową, miedzianą.

Wszystkie kable prowadzić w osłonach.

#### 1.7.1.2. Wytyczne dla instalacji po stronie DC

Dla car-portowej instalacji fotowoltaicznej nr 1 zastosować należy bifacialne moduły fotowoltaiczne o mocy jednostkowej min 585Wp. Całość łączyć w odpowiednie stringi podłączone pod dane wejścia MPP 50kW falownika.

Proponowane parametry dla zastosowanego falownika przedstawione zostały na rysunku nr 7.



Rysunek nr 7. Parametry proponowanego do zastosowania falownika  
(wyniki symulacji projektowej w PVSol Premium: źródło własne).

Proponowane połączenie łańcuchów/stringów dla car-portowej instalacji PV nr 1 przy zastosowaniu modułów o mocy jednostkowej 585Wp przedstawione zostało w tabeli nr 2.

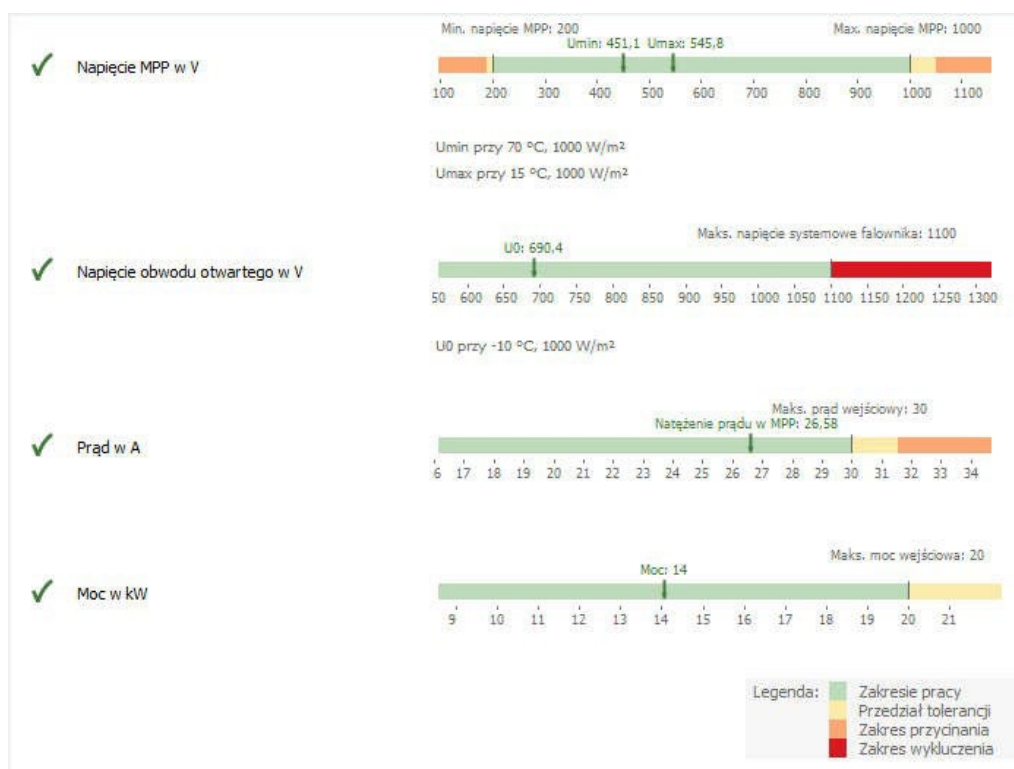
Tabela nr 2. Proponowane połączenie łańcuchów/stringów danych pętli modułów PV.

Falownik	MPP	Moduły PV
CAR-PORT I	MPP-1	13 szt
		13 szt
	MPP-2	13 szt
		13 szt
	MPP-3	12 szt
		12 szt
	MPP-4	12 szt
		12 szt

Rozkład parametrów napięciowo-prądowych proponowanego w przeprowadzonych symulacjach rozwiązania z modułami o mocy jednostkowej 585Wp każdego z wejść MPP falownika przedstawiono odpowiednio na rysunkach nr 6 i 7.

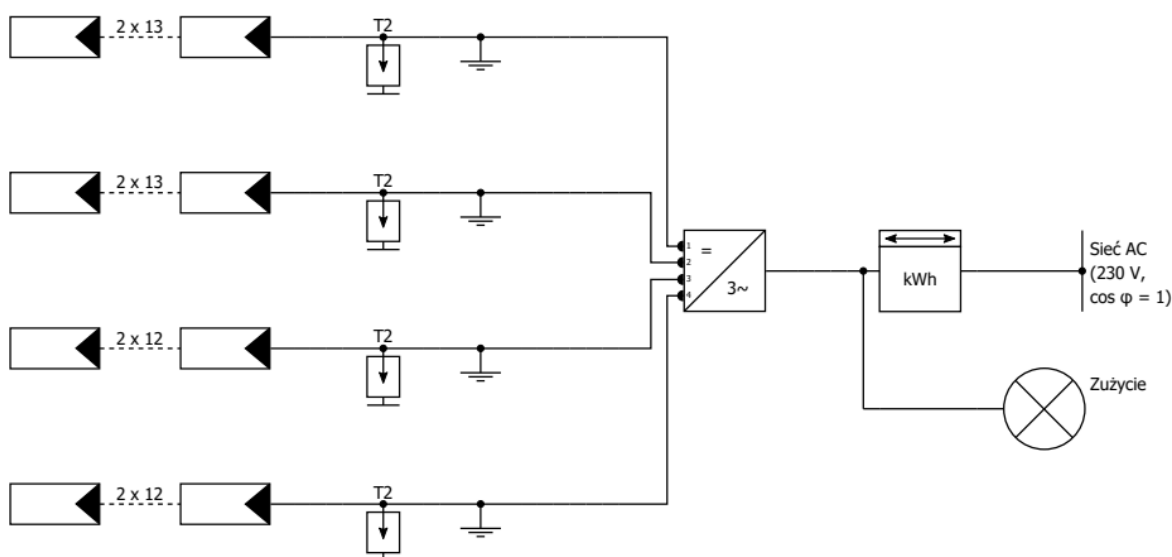


Rysunek nr 8. Rozkład parametrów napięciowo-prądowych dla MPP-1 oraz MPP-2.  
(wyniki symulacji projektowej w PVSol Premium: źródło własne).



Rysunek nr 9. Rozkład parametrów napięciowo-prądowych dla MPP-3 oraz MPP-4.  
(wyniki symulacji projektowej w PVSol Premium: źródło własne).

Uproszczony symboliczny schemat obrazujący ilość stringów podłączonych do odpowiednich MPP falownika dla car-portowej instalacji nr 1 przedstawiono na rysunku nr 10.



Rysunek nr 10. Uproszczony symboliczny schemat obrazujący ilość stringów podłączonych do odpowiednich MPP falownika.

## 1.72 Instalacja fotowoltaiczna – CAR-PORT NR II

Instalacja fotowoltaiczna – CAR-PORT NR II zlokalizowana ma zostać jako zadanie nad częścią przestrzeni parkingowych w centrum Kampusu Warty Politechniki Poznańskiej, pomiędzy Domami Studenckimi 3 i 4 a Halami Laboratoryjno-Technologicznymi.

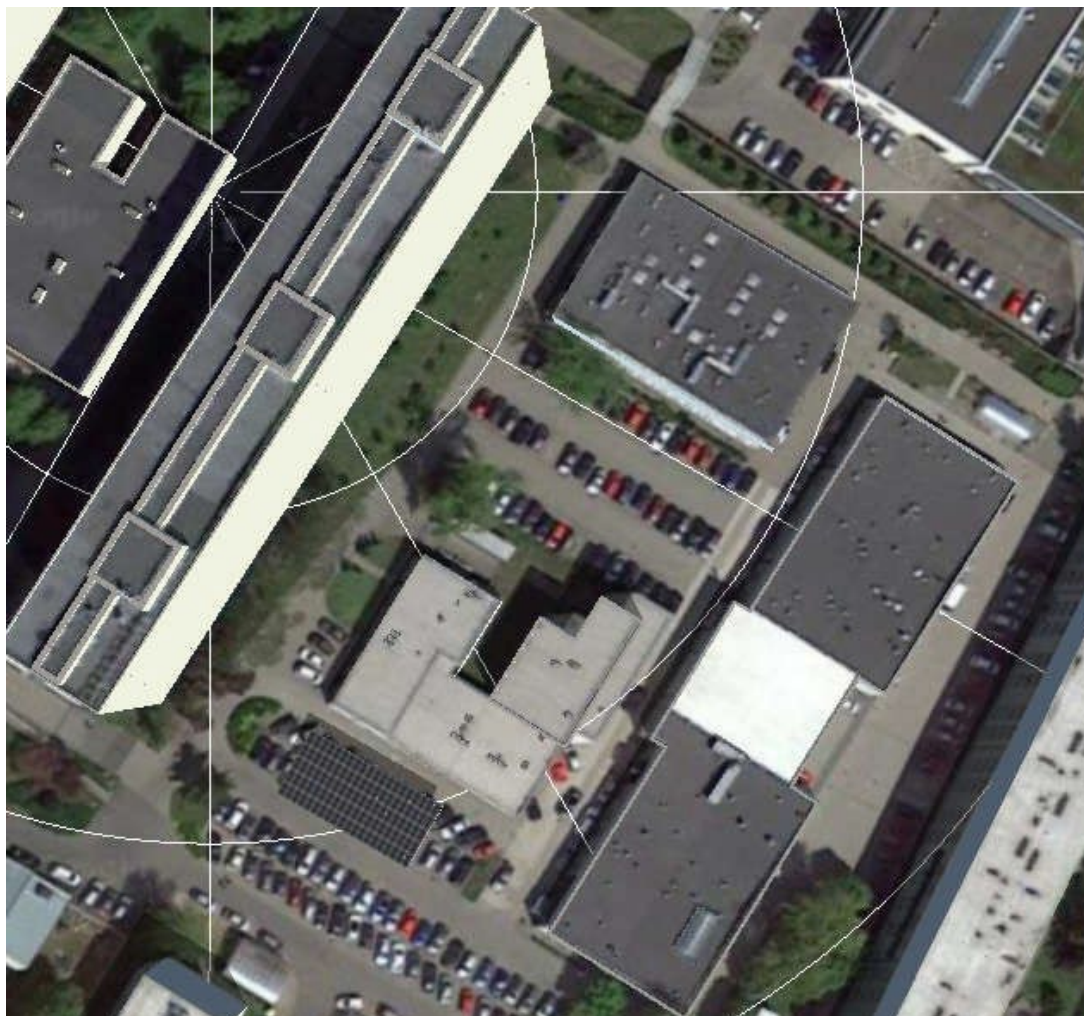
Wizualizację przestrzeni parkingowych do wykorzystania i zabudowania realizowanej instalacji PV przedstawiono na rysunku nr 11.





*Rysunek nr. 11. Wizualizacja przestrzeni parkingowych do zadaszenia przez instalację PV nr 2.  
(źródło podkładu: geoportal.gov.pl)*

Przykładowa wizualizacja zabudowy z car-portową instalacją PV przedstawiona została odpowiednio na rysunkach nr 12 i 13.



*Rysunek nr. 12. Przykładowa wizualizacja car-portowej instalacji fotowoltaicznej nr 2 (widok z lotu ptaka).*

*(źródło podkładu: [geoportal.gov.pl](http://geoportal.gov.pl); symulacja w pakiecie PVSol Premium: źródło własne)*



*Rysunek nr. 13. Przykładowa wizualizacja car-portowej instalacji fotowoltaicznej nr 2 (widok z perspektywy).*

*(źródło podkładu: geoportal.gov.pl; symulacja w pakiecie PVSol Premium: źródło własne)*

Wizualizacje przedstawione na rysunkach nr 12 i 13 w zrealizowanych symulacjach obrazują jedynie ideę i zamiar Zamawiającego car-portowej instalacji PV z wykorzystaniem bifacialnych modułów fotowoltaicznych o jednostkowej mocy szczytowej 585Wp, która jest minimalną mocą jednostkową modułów wymaganą przez Zamawiającego dla tej instalacji.

Na etapie realizacji Projektu Wykonawczego Wykonawca może zastosować moduły o innej mocy jednostkowej, ale moc szczytowa instalacji musi być zgodna z podaną w tabeli nr 1 niniejszego PFU.

Car-portowa instalacja fotowoltaiczna nr 2 składać musi się z:

- systemowej podkonstrukcji car-port typu „T” posadowionej (fundament) na przestrzeni parkingowej w centrum Kampusu Warta Politechniki Poznańskiej w taki sposób, aby umożliwić montaż modułów PV w orientacji południowo-zachodniej,
- nie więcej niż 100 bifacialnych modułów fotowoltaicznych (o mocy jednostkowej nie mniejszej, niż 585Wp),
- 1 falownika PV (o mocy wyjściowej nie większej, niż 50kW),
- rozdzielnic RAC i RDC składających się min z:
  - zabezpieczenia przeciwprzepięciowego DC, ,
  - zabezpieczenia przeciwprzepięciowego AC,

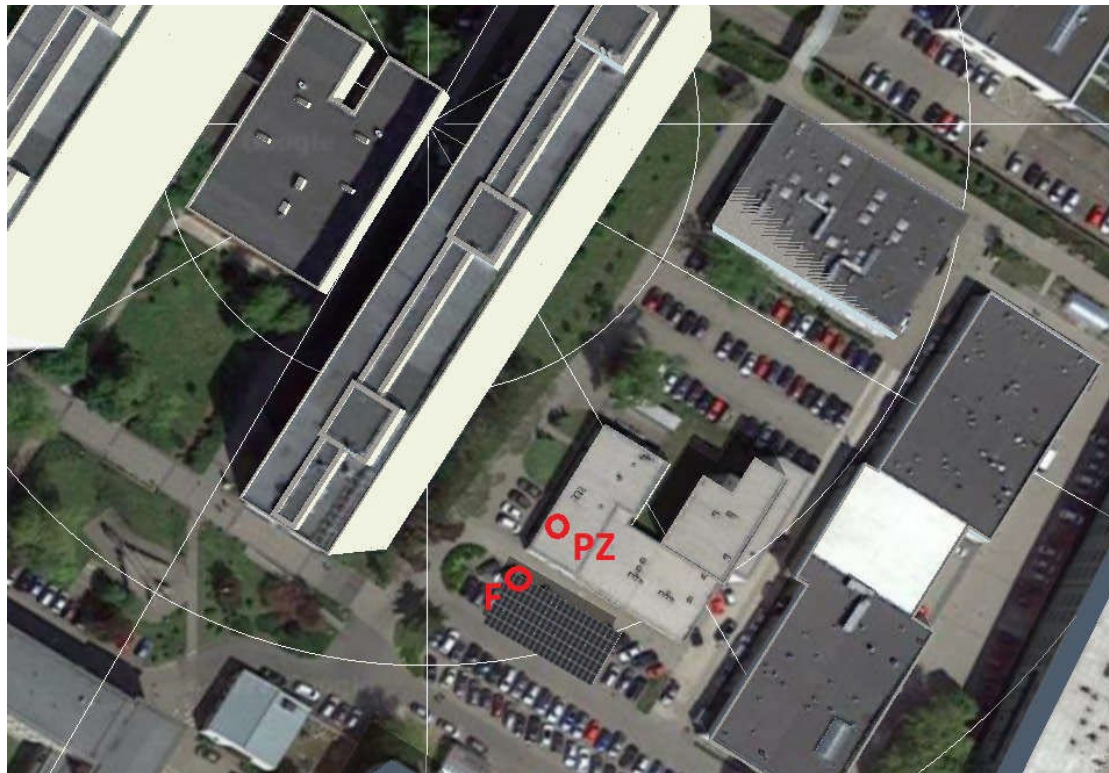


- zabezpieczenia nadprądowego AC,
- zabezpieczenia różnicowo-prądowego AC,
- okablowania DC (średnica min 6mm<sup>2</sup>),
- okablowania AC,
- wykonania i podłączenia uziemienia.

#### **1.7.2.1. Wytyczne dla instalacji elektrycznych AC i zasilania**

Przewidywana do realizacji car-portowa instalacja fotowoltaiczna nr II zasilona zostanie z rozdzielnic nn stacji K76-E znajdującej się obok planowanej do realizacji car-portowej instalacji PV. Umieszczenie danych rozdzielnic nn oraz ogólnych ich schematów przedstawiono w Załączniku nr 7 – Orientacyjne wskazanie miejsc rozdzielnic nn wraz z ogólnymi schematami. Dla zasilania przedmiotowej instalacji wydzielić należy osobne pole i przewidzieć montaż odpowiednich zabezpieczeń nadprądowych obliczonych na etapie Projektu Wykonawczego. Kabel zasilający o odpowiedniej średnicy obliczonej na etapie Projektu Wykonawczego wyprowadzić z rozdzielni budynkowej, a następnie w wykopie doprowadzić do miejsca rozdzielnic AC zasilającej falownik. Po przeprowadzonych pracach odtworzyć należy przestrzenie parkingów, chodników oraz terenów zielonych.

Proponowane miejsca montażu rozdzielni oraz punktu zasilania przedstawione zostały symbolicznie na rysunku nr 14.



Rysunek nr. 14. Symboliczne zaznaczenie miejsc montażu rozdzielnicy i falownika oraz miejsca przyłącza.

(źródło podkładu: [geoportal.gov.pl](http://geoportal.gov.pl))

Inwerter/Falownik (F) oraz rozdzielnicę RDC/AC należy zlokalizować i zamontować na specjalnej podkonstrukcji przy instalacji fotowoltaicznej lub z wykorzystaniem rozwiązań systemowych podkonstrukcji car-port.

Rozdzielnicę RAC-II należy wyposażać w:

- obudowę w II klasie ochronności, szczelności IP65,
- analizator parametrów sieci zintegrowany w jednym ze standardowych protokołów komunikacyjnych z istniejącym w Politechnice Poznańskiej systemem nadrzędnym do monitoringu i zarządzania zużyciem energią elektryczną SENTRON PowerManager,
- w wyłącznik mocy lub wyłącznik instalacyjny 3P dostosowany wielkością do zainstalowanej instalacji PV,
- urządzenie różnicowoprądowe RDC typu B w przypadku gdy zastosowany falownik tego wymaga,
- ochronniki przepięciowe,
- uziemienie punktu rozdziału szyn PEN na PE i N.

Linie kablową pomiędzy falownikiem a tablicą RAC zaprojektować należy jako 5-przewodową, miedzianą.

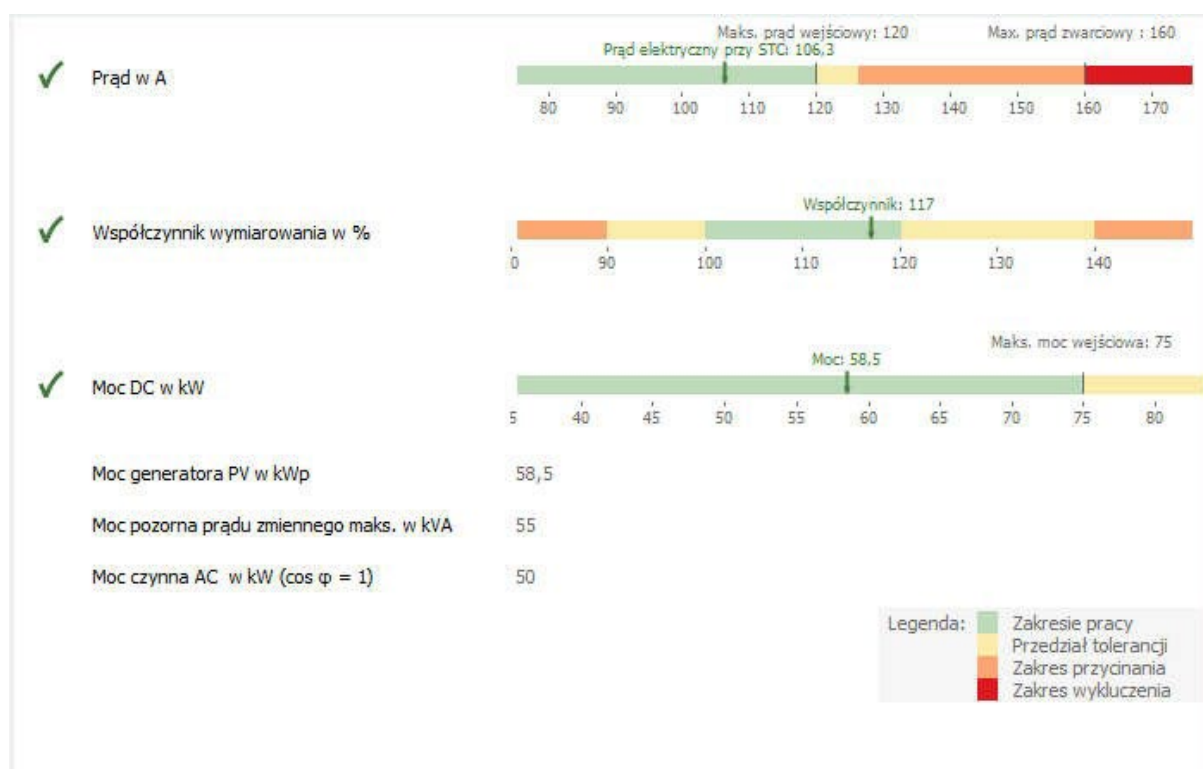
Linie kablową pomiędzy tablicą RAC a elektryczną tablicą rozdzielczą zaprojektować należy jako 5-przewodową, miedzianą.

Wszystkie kable prowadzić w osłonach.

#### 1.7.2.2. Wytyczne dla instalacji po stronie DC

Dla car-portowej instalacji fotowoltaicznej nr 2 zastosować należy bifacialne moduły fotowoltaiczne o mocy jednostkowej min 585Wp. Całość łączyć w odpowiednie stringi podłączone pod dane wejścia MPP 50kW falownika.

Proponowane parametry dla zastosowanego falownika przedstawione zostały na rysunku nr 15.



Rysunek nr 15. Parametry proponowanego do zastosowania falownika  
(wyniki symulacji projektowej w PVSol Premium: źródło własne).

Proponowane połączenie łańcuchów/stringów dla car-portowej instalacji PV nr 2 przy zastosowaniu modułów o mocy jednostkowej 585Wp przedstawione zostało w tabeli nr 3.

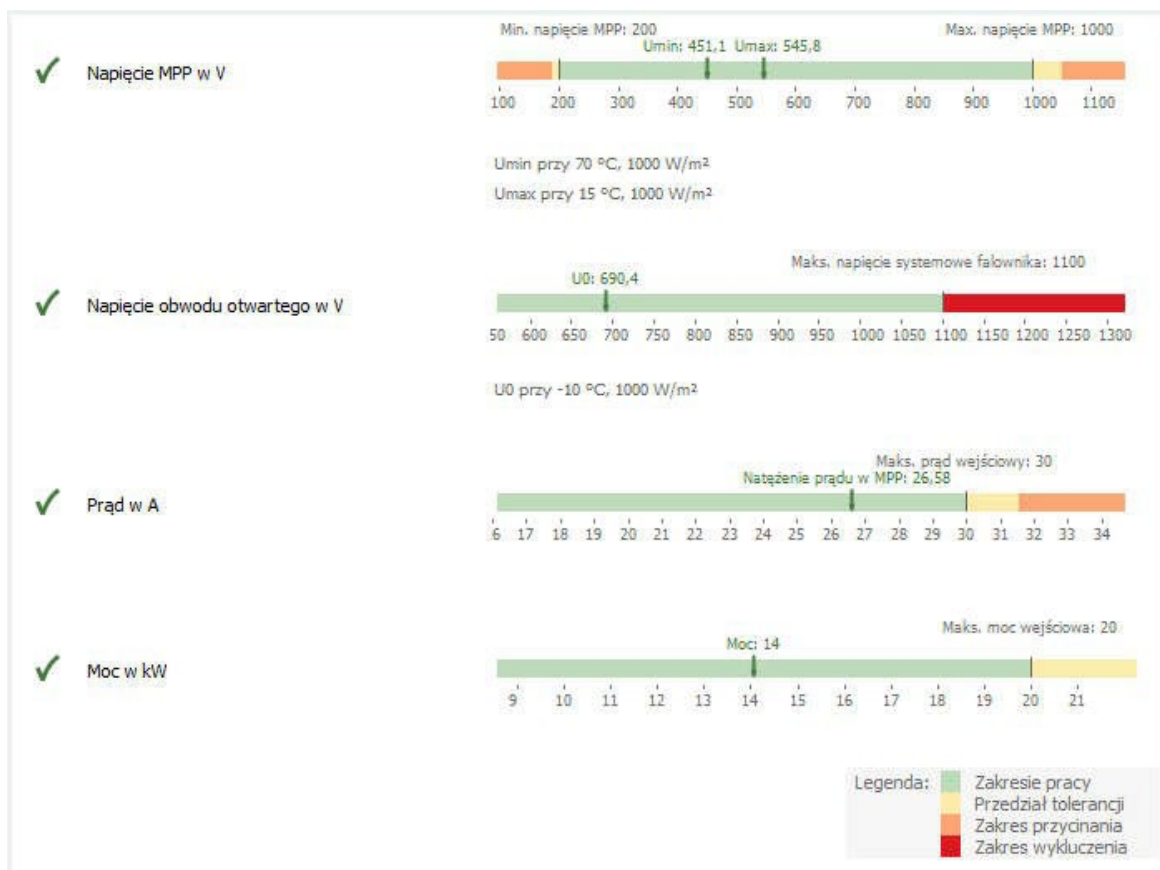
*Tabela nr 3. Proponowane połączenie łańcuchów/stringów danych pętli modułów PV.*

<b>Falownik</b>	<b>MPP</b>	<b>Moduły PV</b>
CAR-PORT II	MPP-1	13 szt
		13 szt
	MPP-2	13 szt
		13 szt
	MPP-3	12 szt
		12 szt
	MPP-4	12 szt
		12 szt

Rozkład parametrów napięciowo-prądowych proponowanego w przeprowadzonych symulacjach rozwiązania z modułami o mocy jednostkowej 585Wp każdego z wejść MPP falownika przedstawiono odpowiednio na rysunkach nr 16 i 17.



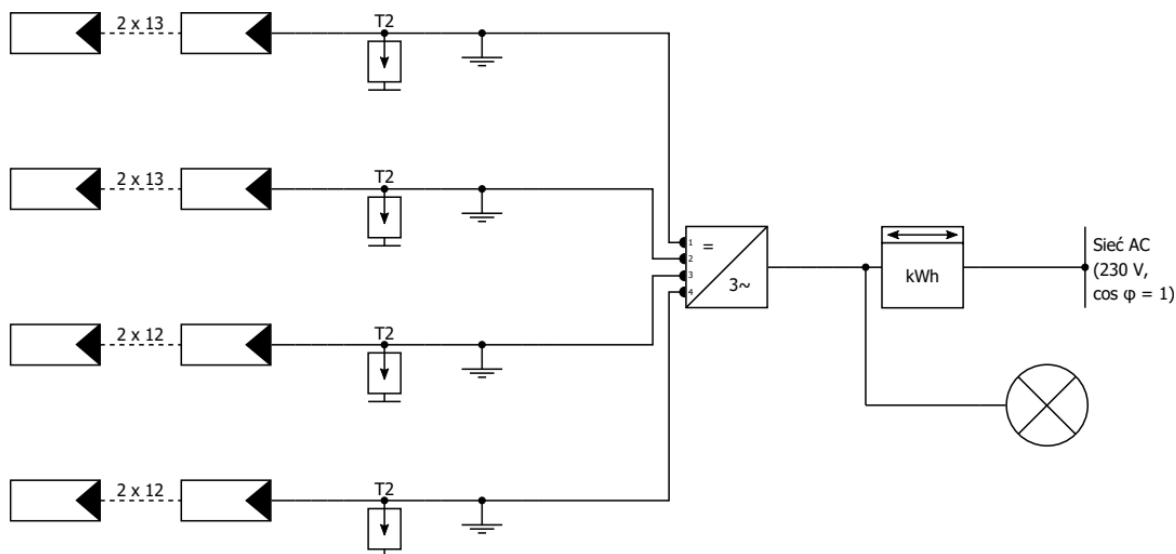
Rysunek nr 16. Rozkład parametrów napięciowo-prądowych dla MPP-1 oraz MPP-2.  
(wyniki symulacji projektowej w PVSol Premium: źródło własne).



Rysunek nr 17. Rozkład parametrów napięciowo-prądowych dla MPP-3 oraz MPP-4.  
(wyniki symulacji projektowej w PVSol Premium: źródło własne).

Uproszczony symboliczny schemat obrazujący ilość stringów podłączonych do odpowiednich MPP falownika dla car-portowej instalacji nr 2 przedstawiono na rysunku nr 18.





Rysunek nr 18. Uproszczony symboliczny schemat obrazujący ilość stringów podłączonych do odpowiednich MPP falownika.

### 1.7.3. Instalacja fotowoltaiczna – CAR-PORT NR III

Instalacja fotowoltaiczna – CAR-PORT NR III zlokalizowana ma zostać jako zadaszenie nad częścią przestrzeni parkingowych przy budynku CMBiN Kampusu Warta Politechniki Poznańskiej.

Wizualizację przestrzeni parkingowych do wykorzystania i zabudowania realizowanej instalacji PV przedstawiono na rysunku nr 19.



Rysunek nr. 19. Wizualizacja przestrzeni parkingowych do zadaszenia przez instalację PV nr 3.  
(źródło podkładu: geoportal.gov.pl)

Przykładowa wizualizacja zabudowy z car-portową instalacją PV przedstawiona została odpowiednio na rysunkach nr 20 i 21.



*Rysunek nr. 20. Przykładowa wizualizacja car-portowej instalacji fotowoltaicznej nr 3 (widok z lotu ptaka).*

*(źródło podkładu: [geoportal.gov.pl](http://geoportal.gov.pl); symulacja w pakiecie PVSol Premium: źródło własne)*





*Rysunek nr. 21. Przykładowa wizualizacja car-portowej instalacji fotowoltaicznej nr 3 (widok z perspektywy).*

*(źródło podkładu: geoportal.gov.pl; symulacja w pakiecie PVSol Premium: źródło własne)*

Wizualizacje przedstawione na rysunkach nr 20 i 21 w zrealizowanych symulacjach obrazują jedynie ideę i zamiar Zamawiającego car-portowej instalacji PV z wykorzystaniem bifacialnych modułów fotowoltaicznych o jednostkowej mocy szczytowej 585Wp, która jest minimalną mocą jednostkową modułów wymaganą przez Zamawiającego dla tej instalacji.

Na etapie realizacji Projektu Wykonawczego Wykonawca może zastosować moduły o innej mocy jednostkowej, ale moc szczytowa instalacji musi być zgodna z podaną w tabeli nr 1 niniejszego PFU.

Car-portowa instalacja fotowoltaiczna nr 3 składać musi się z:

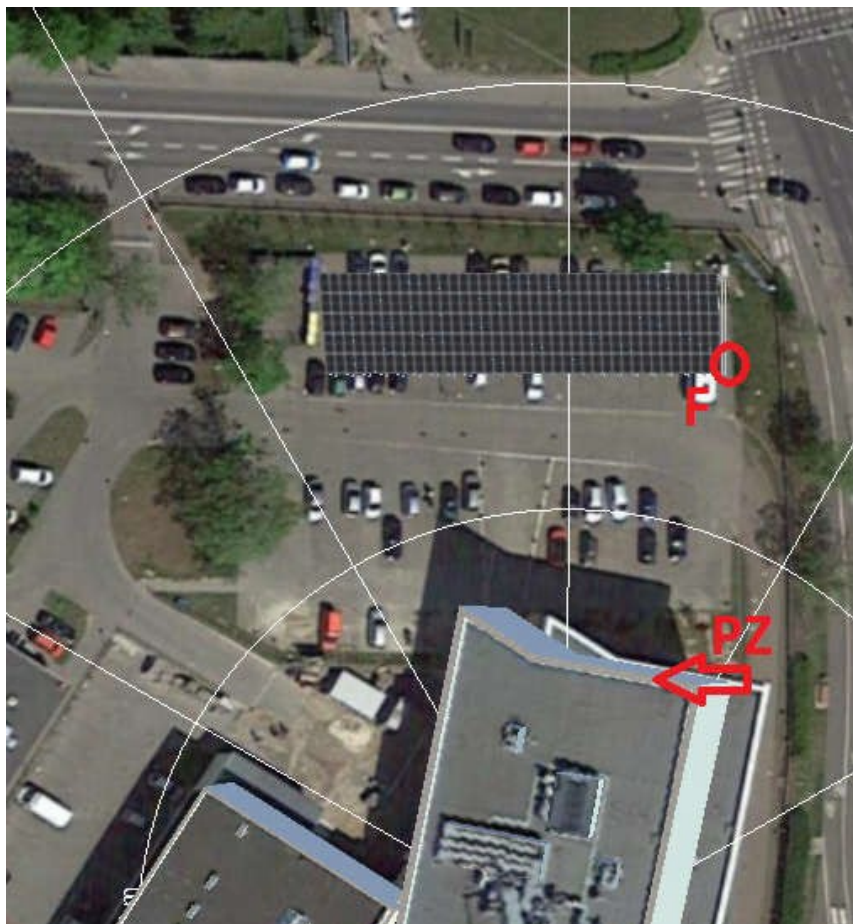
- systemowej podkonstrukcji car-port typu „T” posadowionej (fundament) na przestrzeni parkingowej w centrum Kampusu Warta Politechniki Poznańskiej w taki sposób, aby umożliwić montaż modułów PV w orientacji południowej,
- nie więcej niż 200 bifacialnych modułów fotowoltaicznych (o mocy jednostkowej nie mniejszej, niż 585Wp),
- 1 falownika PV (o mocy wyjściowej nie większej, niż 100kW),
- magazynu energii elektrycznej o pojemności ok. 100kWh i mocy AC 100kW,
- rozdzielnic RAC i RDC składających się min z:
  - zabezpieczenia przeciwprzepięciowego DC, ,
  - zabezpieczenia przeciwprzepięciowego AC,
  - zabezpieczenia nadprądowego AC,

- zabezpieczenia różnicowo-prądowego AC,
- okablowania DC (średnica min 6mm<sup>2</sup>),
- okablowania AC,
- wykonania i podłączenia uziemienia.

#### **1.7.3.1. Wytyczne dla instalacji elektrycznych AC i zasilania**

Przewidywana do realizacji car-portowa instalacja fotowoltaiczna nr III zasilona zostanie z rozdzielnic nn budynku CMBiN Kampusu Warta Politechniki Poznańskiej znajdującej się obok planowanej do realizacji car-portowej instalacji PV. Umieszczenie danych rozdzielnic nn oraz ogólnych ich schematów przedstawiono w Załączniku nr 7 – Orientacyjne wskazanie miejsc rozdzielnic nn wraz z ogólnymi schematami. Dla zasilania przedmiotowej instalacji wydzielić należy osobne pole i przewidzieć montaż odpowiednich zabezpieczeń nadprądowych obliczonych na etapie Projektu Wykonawczego. Kabel zasilający o odpowiedniej średnicy obliczonej na etapie Projektu Wykonawczego wyprowadzić z rozdzielni budynkowej, a następnie w wykopie doprowadzić do miejsca rozdzielnic AC zasilającej falownik. Po przeprowadzonych pracach odtworzyć należy przestrzenie parkingów, chodników oraz terenów zielonych.

Proponowane miejsca montażu rozdzielni oraz punktu zasilania przedstawione zostały symbolicznie na rysunku nr 22.



*Rysunek nr. 22. Symboliczne zaznaczenie miejsc montażu rozdzielnicy i falownika oraz miejsca przyłącza.*

*(źródło podkładu: geoportal.gov.pl)*

Inwerter/Falownik (F) oraz rozdzielnicę RDC/AC należy zlokalizować i zamontować na specjalnej podkonstrukcji przy instalacji fotowoltaicznej lub z wykorzystaniem rozwiązań systemowych podkonstrukcji car-port.

Rozdzielnicę RAC-II należy wyposażać w:

- obudowę w II klasie ochronności, szczelności IP65,
- analizator parametrów sieci zintegrowany w jednym ze standardowych protokołów komunikacyjnych z istniejącym w Politechnice Poznańskiej systemem nadrzędnym do monitoringu i zarządzania zużyciem energii elektryczną SENTRON PowerManager,
- w wyłącznik mocy lub wyłącznik instalacyjny 3P dostosowany wielkością do zainstalowanej instalacji PV,
- urządzenie różnicowoprądowe RDC typu B w przypadku gdy zastosowany falownik tego wymaga,

- ochronniki przepięciowe,
- uziemienie punktu rozdziału szyn PEN na PE i N.

Linie kablową pomiędzy falownikiem a tablicą RAC zaprojektować należy jako 5-przewodową, miedzianą.

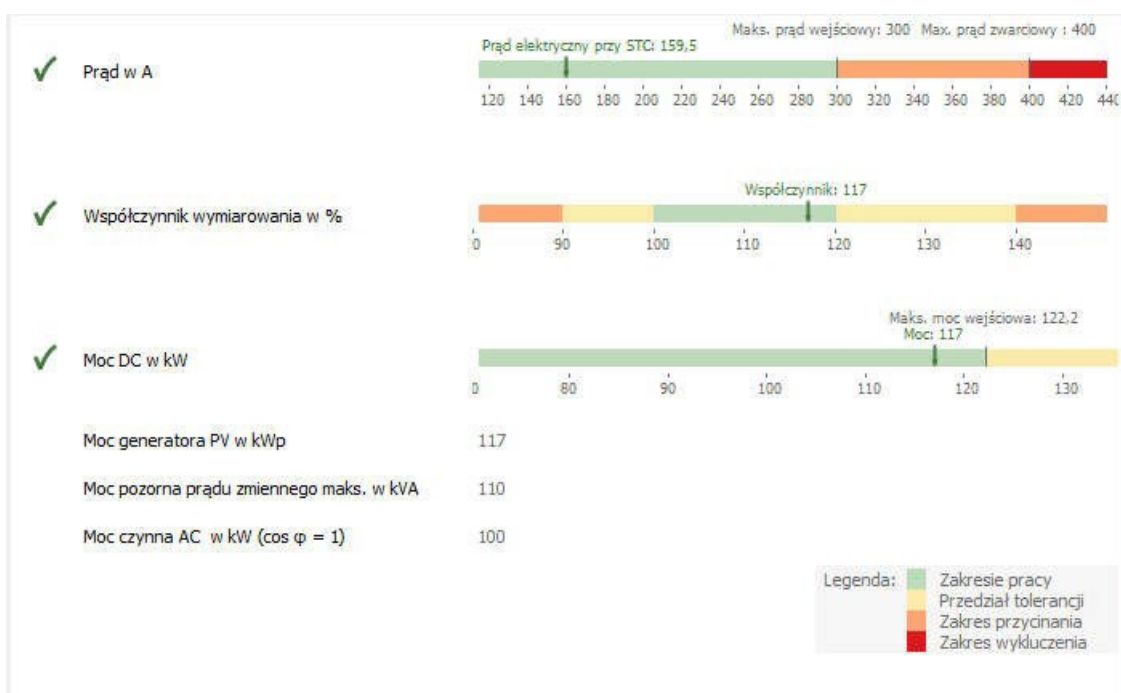
Linie kablową pomiędzy tablicą RAC a elektryczną tablicą rozdzielczą zaprojektować należy jako 5-przewodową, miedzianą.

Wszystkie kable prowadzić w osłonach.

### 1.7.3.2. Wytyczne dla instalacji po stronie DC

Dla car-portowej instalacji fotowoltaicznej nr 3 zastosować należy bifacialne moduły fotowoltaiczne o mocy jednostkowej min 585Wp. Całość łączyć w odpowiednie stringi podłączone pod dane wejścia MPP 100kW falownika.

Proponowane parametry dla zastosowanego falownika przedstawione zostały na rysunku nr 23.



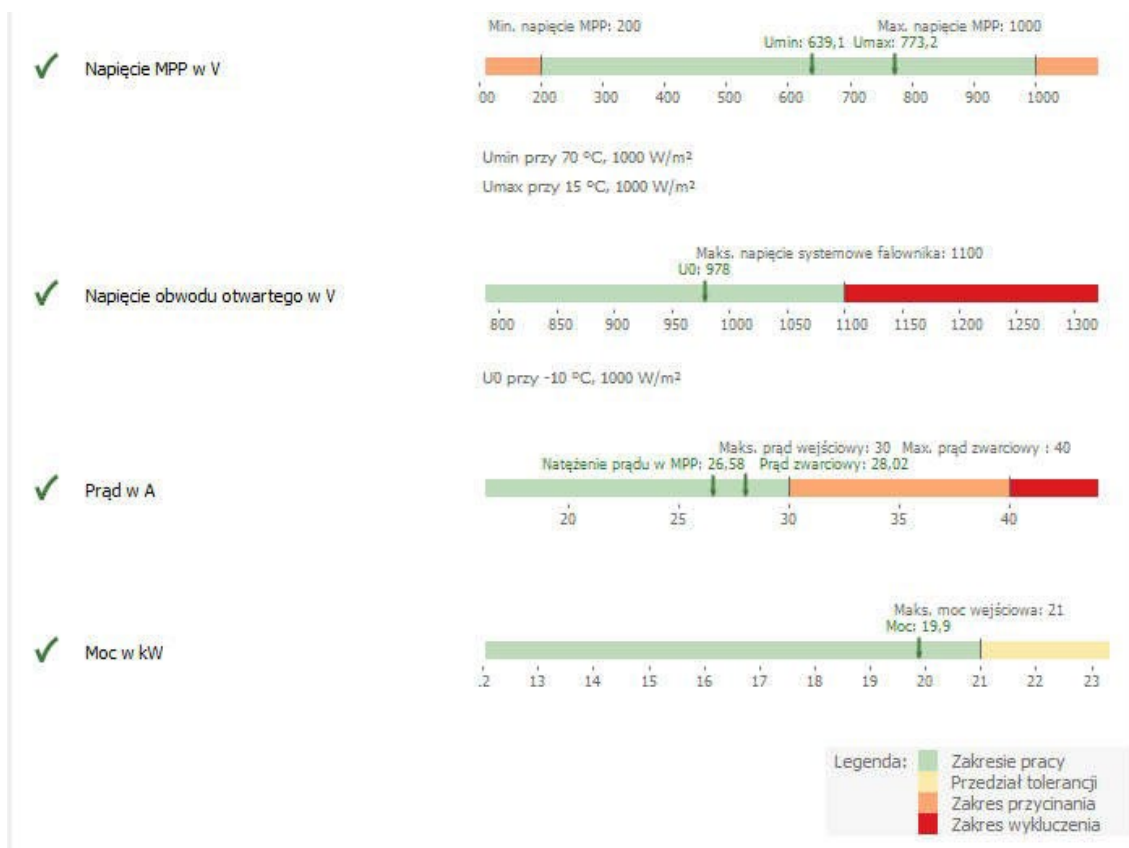
Rysunek nr 23. Parametry proponowanego do zastosowania falownika  
(wyniki symulacji projektowej w PVSol Premium: źródło własne).

Proponowane połączenie łańcuchów/stringów dla car-portowej instalacji PV nr 3 przy zastosowaniu modułów o mocy jednostkowej 585Wp przedstawione zostało w tabeli nr 4.

Tabela nr 4. Proponowane połączenie łańcuchów/stringów danych pętli modułów PV.

<b>Falownik</b>	<b>MPP</b>	<b>Moduły PV</b>
CAR-PORT III	MPP-1	17 szt
		17 szt
	MPP-2	17 szt
		17 szt
	MPP-3	16 szt
		16 szt
	MPP-4	16 szt
		16 szt
	MPP-5	17 szt
		17 szt
	MPP-6	18 szt
	MPP-7	16 szt

Rozkład parametrów napięciowo-prądowych proponowanego w przeprowadzonych symulacjach rozwiązania z modułami o mocy jednostkowej 585Wp każdego z wejść MPP falownika przedstawiono odpowiednio na rysunkach nr 24, 25, 26 i 27.



Rysunek nr 24. Rozkład parametrów napięciowo-prądowych dla MPP-1, MPP-2 oraz MPP-5.  
(wyniki symulacji projektowej w PVSol Premium: źródło własne).





Rysunek nr 25. Rozkład parametrów napięciowo-prądowych dla MPP-3 oraz MPP-4.  
(wyniki symulacji projektowej w PVSol Premium: źródło własne).



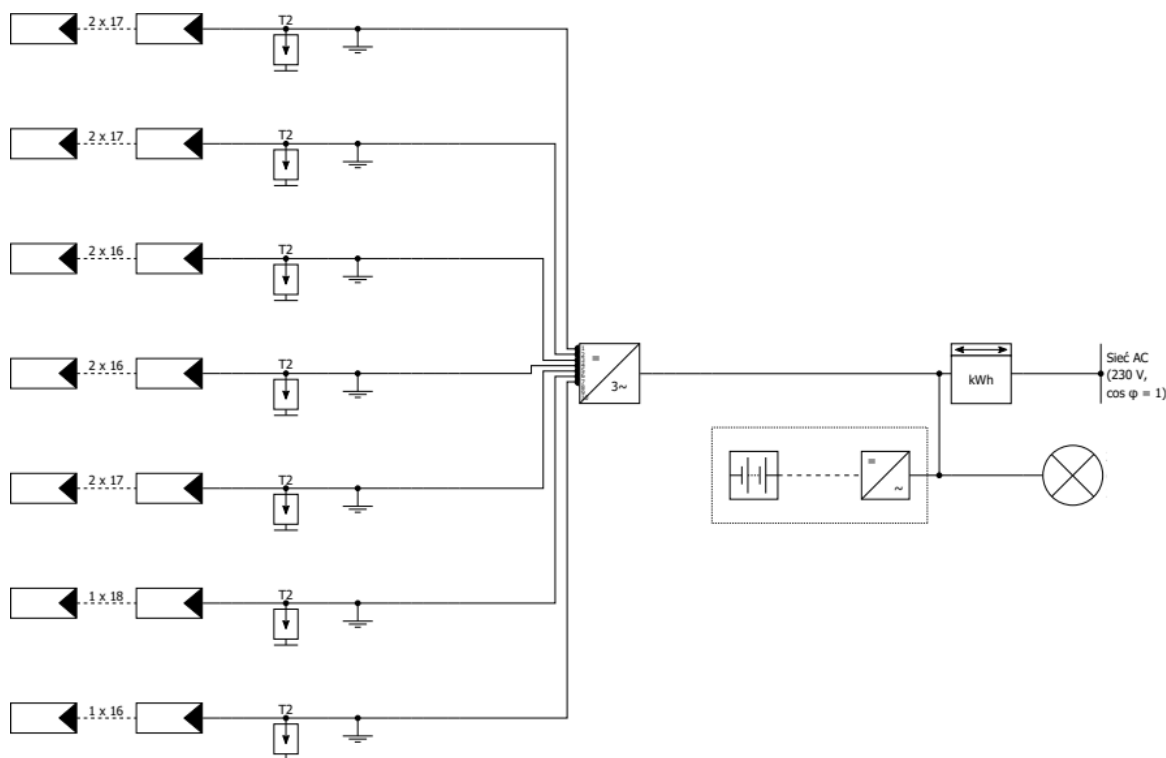
Rysunek nr 26. Rozkład parametrów napięciowo-prądowych dla MPP-6.  
(wyniki symulacji projektowej w PVSol Premium: źródło własne).





*Rysunek nr 27. Rozkład parametrów napięciowo-prądowych dla MPP-7.  
(wyniki symulacji projektowej w PVSol Premium: źródło własne).*

Uproszczony symboliczny schemat obrazujący ilość stringów podłączonych do odpowiednich MPP falownika dla car-portowej instalacji nr 3 przedstawiono na rysunku nr 28.



Rysunek nr 28. Uproszczony symboliczny schemat obrazujący ilość stringów podłączonych do odpowiednich MPP falownika.

### 1.7.3.3. Wytyczne dla magazynu energii elektrycznej

W car-portowej instalacji fotowoltaicznej nr 3, jako jedynej przewiduje się montaż magazynu energii elektrycznej. Magazyn zabudować należy wraz z własnym układem zabezpieczeń i sterowania, umożliwiającą pracę w różnych konfiguracjach.

Parametry planowanego magazynu energii elektrycznej:

- pojemność magazynu: 97-100kWh,
- moc znamionowa magazynu: 100kW,
- moc ładowania: 100kW,
- moc rozładowywania: 100kW,
- Konfiguracja ogniw: 256S1P
- Napięcie magistrali DC: 690-950V
- Możliwość pracy równoległej: do 10 jednostek
- Odporność korozyjna C5: Szafa magazynu energii musi posiadać fabryczne zabezpieczenie antykorozyjne w klasie minimum C5 (zgodnie z normą ISO 12944).

- technologia wykonania (typ): litowo-żelazowo-fosforanowy.

#### Bezpieczeństwo pożarowe i konstrukcja:

1. **Aktywne chłodzenie cieczą:** Zamawiający wymaga, aby system posiadał zintegrowany układ chłodzenia cieczą, zapewniający różnicę temperatur między poszczególnymi ogniwami wewnątrz szafy na poziomie nie wyższym niż 3°C w każdych warunkach pracy. Rozwiązanie musi zapewniać aktywną cyrkulację medium chłodzącego przez płyty termiczne bezpośrednio przylegające do sekcji ogniw w każdym module baterijnym.
2. **Odporność korozyjna C5:** Szafa magazynu energii musi posiadać fabryczne zabezpieczenie antykorozyjne w klasie minimum **C5** (zgodnie z normą ISO 12944).
3. **Wielostopniowy system bezpieczeństwa:** Urządzenie musi posiadać zintegrowany system detekcji dymu, temperatury oraz gazów palnych, połączony z automatycznym systemem gaszenia (np. aerozolowym lub gazowym Novec 1230). Wymagany wbudowany detektor gazów palnych, detektor dymu, detektor ciepła, sygnalizator świetlno-akustyczny, Areozol, Zraszacz
4. **Separacja modułowa:** Konstrukcja szafy musi zapewniać fizyczną separację sekcji akumulatorowej od sekcji energoelektroniki (PCS), aby zminimalizować ryzyko przeniesienia awarii.

#### Komunikacja i certyfikacja:

1. **Zarządzanie zewnętrzne:** Producent magazynu musi udostępniać pełną tablicę rejestrów **Modbus TCP/RTU** oraz otwarte API do integracji z nadrzędnym, zewnętrznym systemem EMS niezależnego dostawcy.
2. **Zgodność z siecią:** Urządzenie musi posiadać certyfikat zgodności z kodeksem sieci **NC RfG** (dla jednostek typu A lub B) oraz figurować w wykazie urządzeń certyfikowanych **PTPiRE**.
3. **Wymagany protokół komunikacyjny:** Modbus TCP.

#### Gwarancja i żywotność:

1. Minimum **5 lat** pełnej gwarancji produktowej.
2. Gwarantowana liczba cykli: minimum **8 000 cykli** (przy zachowaniu



standardowych parametrów eksploatacyjnych).

## 1.8. Wytyczne dla systemowych podkonstrukcji car-portów

Wymogiem Zamawiającego jest zastosowanie podkonstrukcji systemowych dedykowanych dla zadaszeń parkingowych z możliwością montażu bifacialnych modułów PV w orientacji pionowej (np. 2-4 szt.) zgodnych z uwarunkowaniami parkingów na terenie Kampusu Piotrowo Politechniki Poznańskiej:

- typu „L” dla car-portu nr 1; szczegółowe detale danej podkonstrukcji przedstawione są w Załączniku nr 5 do niniejszego PFU,
- typu „T” dla car-portu nr 1; szczegółowe detale danej podkonstrukcji przedstawione są w Załączniku nr 6 do niniejszego PFU.

### 1.8.1.1. Konstrukcja nośna Carportu

Ramy nośne Carportu należy wykonać ze stali gorącowalcowanej ocynkowanej ogniowo ze stali w gatunku min. S355JR, zapewniającej wymaganą nośność oraz sztywność konstrukcji. Elementy stalowe muszą być zabezpieczone antykorozyjnie w sposób zapewniający trwałość eksploatacyjną w warunkach zewnętrznych. Konstrukcja wykonana zgodnie z normą PN-EN 1090 – 2 klasa konstrukcji EXC2. W ramach zamówienia należy opracować projekt konstrukcyjny ze wszelkimi wymaganymi prawem obliczeniami statycznymi i dynamicznymi, analizą gruntu i projektem fundamentów.

### 1.8.1.2. Fundamenty

Stopy fundamentowe zaprojektować jako prefabrykowane elementy żelbetowe, wykonywane w warunkach zakładowych i dostarczane na plac budowy jako gotowe prefabrykaty, przeznaczone do posadowienia konstrukcji carportów. Prefabrykaty należy montować na przygotowanym podłożu gruntowym zgodnie z dokumentacją projektową oraz obowiązującymi normami.

Na potrzeby obliczeń statycznych należy przyjąć następujące wymiary:

- stopa fundamentowa: 3000 × 3000 × 400 mm,
- kominek fundamentowy: 1000 × 1000 × 600 mm.

W poniższych punktach a)-e) Zamawiający podaje propozycję rozwiązania posadowienia danych podkonstrukcji car-portów w postaci fundamentów. Zamawiający dopuszcza również rozwiązania równoważne tzw. systemów podkonstrukcji wkręcanych w grunt (obowiązkowo wykonać należy stosowne obliczenia).

#### a) Kotwy fundamentowe

W stopach fundamentowych należy zastosować kotwy fundamentowe płytkowe lub fajkowe





wykonane z prętów gwintowanych o odpowiedniej długości, średnicy oraz klasie wytrzymałości, zgodnie z wytycznymi producenta konstrukcji carportu oraz dokumentacją projektową. Kotwy fundamentowe należy połączyć za pomocą elementów stalowych (blach): poprzez spawanie. Połączenia spawane należy wykonać zgodnie z zasadami sztuki spawalniczej, z zachowaniem ciągłości spoin i wymaganej nośności.

#### **b) Warunki gruntowo-wodne i obciążeniowe**

- konstrukcję fundamentu w tym jego wymiary oraz ilość i układ zbrojenia należy dostosować do lokalnych warunków gruntowo-wodnych oraz obciążeń na podstawie badań geotechnicznych wykonanych przez uprawnionego geologa.
- rozwiązania projektowe muszą uwzględniać rzeczywiste parametry podłoża oraz strefę przemarzania.

#### **c) Podbudowa pod fundament**

Pod prefabrykowane stopy fundamentowe należy:

- Z obszaru posadowienia fundamentu całkowicie usunąć grunty nienośne.
- Ostatnią warstwę wykopu o grubości około 30 cm należy usunąć ręcznie, w celu niedopuszczenia do naruszenia struktury gruntu nośnego.
- Wykonać podbudowę z betonu C12/15 (B15) zapewniającą równomierne przeniesienie obciążeń na grunt rodzimy.

#### **d) Wykonanie fundamentu**

Prefabrykowane stopy fundamentowe należy wykonać z betonu klasy minimum C30/37, odpowiadającego wymaganiom nośności i trwałości dla elementów posadowionych w gruncie. Minimalna otulina zbrojenia wynosi 5 cm zgodnie z wymaganiami normowymi dla elementów żelbetowych pracujących w gruncie.

#### **e) Zasypywanie fundamentu**

Po posadowieniu prefabrykatu należy:

- fundament zasypywać warstwami gruntu o grubości maksymalnie 20 cm,
- każdą warstwę zagęszczać do wskaźnika  $I_s > 0,96$ .
- w przypadku braku możliwości uzyskania wymaganego wskaźnika zagęszczenia gruntu przy zasypywaniu fundamentów gruntem rodzimym, grunt wymienić lub zastosować inne rozwiązanie stabilizujące



### **1.8.1.3. Konstrukcja pod moduły fotowoltaiczne**

Konstrukcję wsporczą pod moduły PV należy wykonać ze stali zimnogiętej z powłoką Magnelis min. ZN310, o podwyższonej odporności korozyjnej. Materiał musi być przystosowany do pracy w warunkach atmosferycznych oraz kompatybilny z systemem montażu bezklemowego dla wybranego modelu modułów fotowoltaicznych.

### **1.8.1.4. Szczelność konstrukcji**

Szczelność Carportu należy zapewnić poprzez zastosowanie uszczelek wykonanych z gumy pełnej o twardości 70 ShA, zgodnie z normą DIN 7863, typ C. Uszczelki muszą zapewniać odporność na działanie promieniowania UV, wody opadowej oraz zmiennych temperatur.

Uszczelka powinna zachować swoje właściwości na okres min. 15 lat – poparte pisemną gwarancją producenta.

### **1.8.1.5. System montażu modułów fotowoltaicznych**

Moduły PV należy montować w systemie bezklemowym, zapewniającym równomierny docisk do konstrukcji nośnej. Zastosowany system montażu musi umożliwiać prawidłowe i trwałe przyleganie uszczelek, eliminując punktowe naciski oraz zwiększając szczelność połączeń.

## **1.9. Inteligentne systemy zarządzania energią**

W projekcie zamierza się zrealizować hybrydowe źródła OZE z innowacyjnym systemem zarządzania energią wspomagany silnikami sztucznej inteligencji (AI).

Układy sterowania każdym elementem instalacji hybrydowych Odnawialnych Źródeł Energii (OZE) wyposażony musi być w układ sterowania z zaimplementowanymi inteligentnymi algorytmami sterowania.

Umożliwić ma to Zamawiającemu możliwość tworzenia różnych scenariuszy pracy w rozproszonym układzie hybrydowych źródeł OZE.

Systemy sterowania w postaci zaawansowanych algorytmów zaadaptowanych w lokalnych układach sterowania (lokalne sterowniki PLC) mają mieć możliwość pełnej integracji, z jednym z istniejących w zasobach Zamawiającego nadrzędnym systemem BMS.

## **1.10. Procedura przyłączenia instalacji fotowoltaicznych**

Wykonawca w imieniu Zamawiającego wystąpi z wnioskiem do OSD Enea Operator o wydanie zmiany warunków przyłączeniowych źródeł wytwórczych – dla instalacji fotowoltaicznych oraz magazynu energii elektrycznej.



Aktualnie Zamawiający ma pod przedmiotowe PPE przyłączoną małą instalację (moc szczytowa 153kWp) fotowoltaiczną posadowioną na dachu budynku Hali Sportowej Politechniki Poznańskiej.

Dokumentacja związana z wnioskiem zgłoszeniowym musi zawierać m.in.:

- Druk wniosku do OSD o wydanie zmiany warunków przyłączeniowych,
- Załączników administracyjno-technicznych,
- karty DTR zastosowanych urządzeń (moduły, falowniki, magazyn),
- certyfikacje NCRfG w języku polskim lub z tłumaczeniem przysięgłym dla zastosowanych falowników,
- odpowiednie schematy elektryczne instalacji PV,
- pełnomocnictwo od Zamawiającego do występowania w jego imieniu dla zgłoszenia przyłączenia przedmiotowych instalacji PV,
- opłatę składaną wraz z wnioskiem Zamawiający wniesie samodzielnie, po zgłoszeniu faktu wystania przez Wykonawcę wniosku.

Po otrzymanych od OSD warunkach, Wykonawca musi zrealizować Projekt Wykonawczy przyłącza i uzgodnić go u OSD Enea Operator. Po wybudowaniu wszystkich instalacji Wykonawca w imieniu Zamawiającego dokona u OSD zgłoszenia odbioru i uruchomienia instalacji OZE.

## **1.11. Wymagania funkcjonalne dla wszystkich systemów i instalacji PV**

### **1.11.1. Wymagania w zakresie dokumentacji**

W ramach realizacji przedmiotowej Inwestycji Wykonawca musi opracować Projekt Budowlany(PB) dla instalacji fotowoltaicznych i uzyskać dla nich Pozwolenie na budowę. Jednocześnie Wykonawca zobowiązany będzie do wykonania Projektu Wykonawczego, który musi obejmować cały zakres realizowanego zadania. Dokumentacja projektowa musi być kompletna i spełniać obowiązujące przepisy prawa budowlanego oraz przepisy i normy powiązane. W ramach wykonania dokumentacji projektowej, Wykonawca zobowiązany jest do uzyskania w imieniu Zamawiającego wszystkich niezbędnych uzgodnień, dokumentów technicznych oraz analiz potrzebnych do wykonania przedmiotu zamówienia. W szczególności Projekt Wykonawczy musi zawierać:

- uzgodnienie z rzeczoznawcą p.poż.,
- szczegółowe rozmieszczenie modułów PV oraz sposób ich mocowania dla przyjętego przez Wykonawcę i zaakceptowanego przez Zamawiającego wariantu realizacyjnego,
- szczegółowe umiejscowienie falownika oraz określenie punktów przyłączenia,

- dobór okablowania po stronie AC i DC, wraz z obliczeniami takimi jak: obliczenia spadków napięć w obwodach, obliczenia doboru przewodów i kabli i koordynacji z zabezpieczeniami, obliczenia skuteczności ochrony przeciwporażeniowej dla obwodów elektrycznych
- dobór zabezpieczeń i rozdzielni lokalnych po stronie AC i DC, wraz z obliczeniami takimi jak: obliczenia zwarciovowe dla doboru aparatury
- dobór ochrony przeciwprzepięciowej,
- dobór ochrony odgromowej wraz z obliczeniami ryzyka i odstępów izolacyjnych
- sposób wykonania ekwipotencjalizacji oraz uziemienia instalacji PV,
- wykonanie schematu elektrycznego instalacji,
- wykonanie obliczeń konstrukcji, sprawdzających odporność konstrukcji na obciążenia, w przypadku zastosowania konstrukcji systemowych załączenie stosownych certyfikatów i zaświadczeń producenta,
- wykonanie rysunków wykonawczych konstrukcji,
- możliwość monitorowania pracy instalacji, możliwość monitoringu falownika – integracja z inteligentnymi systemami sterowania oraz jednym z istniejących w Politechnice Poznańskiej systemem BMS.

Wykonawca może przystąpić do realizacji dalszych elementów zadania, tj. prac montażowych dopiero po akceptacji przez Zamawiającego przedłożonych Projektów Wykonawczych.

### **1.11.2. Wymagania w zakresie urządzeń i komponentów**

#### **1.11.2.1. Wymagania w zakresie modułów fotowoltaicznych**

Dla wszystkich realizowanych w projekcie car-portowych instalacji fotowoltaicznych zastosować należy bifacialne moduły fotowoltaiczne, które muszą spełniać wymagania w zakresie parametrów technicznych i funkcjonalnych określonych w Tabeli nr 5.

*Tabela nr 5. Minimalne wymagania w zakresie modułów fotowoltaicznych.*

<b>Nazwa parametru</b>	<b>Wartość</b>	<b>Sposób weryfikacji</b>
Typ ogniw	Monokrystaliczne typu N	Karta katalogowa

Sprawność modułu	Nie mniejsza niż 22%	Karta katalogowa
Podwójna szyba	TAK	Karta katalogowa
Moc maksymalna w STC	nie mniejsza niż 585Wp	Karta katalogowa
Wartość bezwzględna temperaturowego wskaźnika mocy	Nie większa niż 0,29 %/°C	Karta katalogowa oraz protokół z testów laboratoryjnych
Prąd zwarcia	Nie mniej niż 14 A	Karta katalogowa
Rama	Anodowy stop aluminium	Karta katalogowa
Odporność na PID zgodnie z normą ICE 62804-1:2015 lub równoważną	Tak, potwierdzona certyfikatem	Karta katalogowa oraz protokół z testów laboratoryjnych
Współczynnik Wypełnienia	Nie mniejszy niż 0,75	Dokumenty z pomiarów parametrów elektrycznych w warunkach STC
Spadek sprawności przy niskim natężeniu promieniowania słonecznego przy 200 W/m <sup>2</sup>	Nie mniejszy niż 4% w stosunku do sprawności przy 1000 W/m <sup>2</sup>	Karta katalogowa oraz protokół z testów laboratoryjnych
Możliwość współpracy z falownikami beztransformatorowymi	Tak	Karta katalogowa lub deklaracja producenta
Tolerancja mocy	Tylko dodatnia	Karta katalogowa



EL Test	Wymagany dla każdego	Dokumentacja w formie elektronicznej
	modułu	dostarczona przez producenta modułów PV
Szkoło przednie z powłoką antyrefleksyjną	Tak	Karta katalogowa lub deklaracja producenta
Wytrzymałość mechaniczna (parcie)	Nie mniejsza niż 5400 Pa	Karta katalogowa
Wymagane normy	PN-EN 61730 PN-EN 61215:2005	Karta katalogowa
Spadek mocy modułów po pierwszym roku pracy	Nie więcej niż 1%	Karta katalogowa lub deklaracja producenta modułów PV
Gwarancja na wady ukryte	Nie mniej niż 12 lat	Warunki gwarancji
Gwarancja na moc	Nie krótsza niż 25 lat. Liniowa przy rocznym spadku nie większym niż 0,7% rok	Warunki gwarancji

Zamawiający wymaga, aby w ramach tej gwarancji producenckiej zapewniony był demontaż wadliwych modułów PV, a także ich ponowny montaż. W przypadku, gdy gwarancja producenta nie obejmuje tych działań obowiązek ten będzie spoczywał na Wykonawcy przez cały okres obowiązywania gwarancji producenta.

#### 1.11.2.2. Wymagania w zakresie optymalizatorów mocy

Dla wszystkich instalacji fotowoltaicznych wymaga się tam gdzie jest to zasadne (potencjalne miejscowe zacienienie) zastosowania optymalizatorów mocy, zadaniem których będzie



szukanie punktu mocy maksymalnej na poziomie modułu PV lub łańcucha ogniw PV. Minimalne wymagania w zakresie optymalizatorów mocy przedstawia Tabela nr 6.

*Tabela nr 6. Minimalne wymagania w zakresie optymalizatorów mocy.*

Nazwa parametru	Wartość	Sposób weryfikacji
Współpraca z dowolnym falownikiem	Tak	Karta katalogowa lub deklaracja producenta
Sprawność maksymalna	Większa niż 98%	Karta katalogowa lub deklaracja producenta
Możliwość montażu modułów pod różnymi kątami i azymutem,	Tak	Karta katalogowa lub deklaracja producenta
Eliminacja niedopasowania prądowego na poziomie modułu	Tak	Karta katalogowa lub deklaracja producenta
Gwarancja na wady ukryte	Nie mniej niż 10 lat	Warunki gwarancji

Zamawiający dopuszcza możliwość zastosowania zarówno optymalizatorów mocy zintegrowanych, jak i niezintegrowanych z modułami PV. Zamawiający dopuszcza rozwiązania montażu optymalizatorów w konfiguracji 1:1 lub 2:1.

#### **1.11.2.3. Wymagania w zakresie inwerterów/falowników**

Falownik fotowoltaiczny musi spełniać wymagania w zakresie parametrów technicznych określonych w Tabeli nr 7.

Tabela nr 7. Minimalne wymagania w zakresie falowników/inwerterów fotowoltaicznych.

Nazwa parametru	Wartość	Sposób weryfikacji
Typ	Beztransformatorowy	Karta katalogowa
Liczba zasilanych faz	3	Karta katalogowa
Sprawność euro	Nie mniej niż 98 %	Karta katalogowa
Stopień ochrony	min. IP 65	Karta katalogowa
Moc maksymalna falownika	Nie większa niż 50 kW dla instalacji I i II  Nie większa, niż 100kW dla instalacji III	Karta katalogowa
Współczynnik zakłóceń harmonicznego prądu	Poniżej 3%	Karta katalogowa oraz wynik
Deklaracja zgodności z Dyrektywą 2014/35/UE Dyrektywą 2014/30/UE	Tak	Deklaracja
Możliwość modyfikacji współczynnika mocy $\cos \phi$	0,80 niedowzbudzenie do 0,80 przewzbudzenie	Karta katalogowa
Zgodność z normami  PN-EN 61000-6-3  PN-EN 61000-3-12  PN-EN 61000-3-11	Tak	Karta katalogowa

Spełnienie standardu sieci VDE 0126-1-1 oraz VDE-AR-N-4105	Tak	Karta katalogowa
Sposób chłodzenia	Naturalna konwekcja lub wymuszona wewnętrzna	Karta katalogowa
Protokół komunikacji	RS 485 lub analogicznie równoważny	Karta katalogowa
Komunikacja bezprzewodowa	Tak, WiFi, Bluetooth lub równoważny	Karta katalogowa
Gwarancja na wady ukryte	Nie mniej niż 10 lat	Warunki gwarancji

Granularność śledzenia punktu mocy maksymalnej:

- Dla jednostki o mocy 100 kW: wymagane minimum 10 niezależnych wejść MPPT z możliwością podłączenia 2 łańcuchów (stringów) na każdy MPPT.
- Dla jednostki o mocy 50 kW: wymagane minimum 4 niezależne wejścia MPPT.

Zamawiający wymaga, aby wszystkie zastosowane falowniki mogły być monitorowane w ramach jednego systemu zbierania danych o produkcji energii i parametrach pracy.

Zamawiający wymaga, aby w ramach tej gwarancji producenckiej zapewniony był demontaż wadliwego falownika, a także montaż naprawionych lub nowych falowników. W przypadku, gdy gwarancja producenta nie obejmuje tych działań obowiązek ten będzie spoczywał na Wykonawcy przez cały okres obowiązywania gwarancji producenta.

#### 1.11.2.4. Wymagania w zakresie systemowych podkonstrukcji zadaszania car-port

Wszystkie realizowane w przedmiotowym zadaniu inwestycyjnym instalacje fotowoltaiczne będą posadowione na systemowych podkonstrukcjach zadaszania na parkingach, tzw. car-porty.. Wymagania odnośnie konstrukcji przedstawiono w Tabeli nr 8.

*Tabela nr 8. Zestawienie minimalnych wymagań dla konstrukcji wsporczych dla instalacji.*

Nazwa parametru	Wartość
System	Car-port
Typ	„L” dla instalacji nr I „T” dla instalacji nr II i III
Kąt pochylenia modułów dla dachów płaskich	W zakresie 7-15°
Materiał głównych elementów nośnych	Stal nierdzewna / Aluminium
Wymagane normy	PN-EN 1090
Sposób montażu modułów	pionowy
Gwarancja na wady ukryte	Przynajmniej na okres 10 lat, potwierdzona warunkami gwarancji producenta konstrukcji wsporczej

Zamawiający wymaga, aby w ramach tej gwarancji producenckiej zapewniony był demontaż wadliwych elementów, a także montaż nowych elementów konstrukcji. W przypadku, gdy gwarancja producenta nie obejmuje tych działań obowiązek ten będzie spoczywał na Wykonawcy przez cały okres obowiązywania gwarancji producenta.

### 1.11.2.5. Wymagania w zakresie okablowania

Do połączenia modułów PV z falownikiem należy zastosować kable przeznaczone do instalacji fotowoltaicznych odporne na UV i warunki zewnętrzne. Wszystkie zastosowane przewody dokładnie określone i zaakceptowane przez Zamawiającego na etapie Projektu Wykonawczego powinny mieć min przekrój 6mm<sup>2</sup>. Wszystkie prowadzone trasy kablowe powinny być umieszczone w odpowiednich korytach instalacyjnych oraz w przypadku prowadzenia na zewnątrz wprowadzone do peszli odpornych na UV. Minimalne wymagania w zakresie zastosowanych kabli po stronie DC i AC przedstawiają Tabele nr 9 i 10.

*Tabela nr 9. Minimalne wymagania w zakresie okablowania po stronie DC.*

Nazwa parametru	Wartość	Sposób weryfikacji
Minimalna średnica	6mm <sup>2</sup>	Karta katalogowa
Maksymalne dopuszczalne napięcie pracy DC wg. VDE	1,8 kV	Karta katalogowa
Minimalna temperatura pracy	-40°C	Karta katalogowa
Maksymalna temperatura pracy	120°C	Karta katalogowa
Materiał żyły	Miedź	Karta katalogowa
Budowa żyły	Wielodrutowa linka cynowana	Karta katalogowa
Izolacja	Podwójna	Karta katalogowa



Materiał izolacji	Guma bezhalogenowa lub polietylen sieciowany	Karta katalogowa
Dodatkowe właściwości	Odporne na UV, wodę	Karta katalogowa

*Tabela nr 10. Minimalne wymagania w zakresie okablowania po stronie AC.*

<b>Nazwa parametru</b>	<b>Wartość</b>	<b>Sposób weryfikacji</b>
Maksymalne napięcie po stronie AC	1,0 kV	Karta katalogowa
Minimalna temperatura pracy	-40°C	Karta katalogowa
Maksymalna temperatura pracy	120°C	Karta katalogowa
Materiał żyły	Miedź	Karta katalogowa
Budowa żyły	Wielodrutowa lub jednodrutowa	Karta katalogowa
Izolacja	Podwójna	Karta katalogowa
Materiał izolacji żyły	Polwinit lub guma bezhalogenowa	Karta katalogowa
Materiał powłoki zewnętrznej w przypadku zastosowania kabla/przewodu wewnątrz budynku	Polwinit lub guma bezhalogenowa	Karta katalogowa



Materiał powłoki zewnętrznej w przypadku zastosowania kabla na zewnątrz	Guma bezhalogenowa	Karta katalogowa
Dodatkowe właściwości w przypadku zastosowania zewnętrznego	Odporne na UV, wodę	Karta katalogowa

#### 1.11.2.6. Wymagania w zakresie monitorowania i archiwizacji parametrów instalacji

Dla wszystkich instalacji fotowoltaicznych przewiduje się pełną integrację z systemami zarządzania oraz nadrzędnym systemem BMS. Umożliwi to nie tylko pełną wizualizację pracy poszczególnych falowników/magazynu, ale dla możliwość inteligentnym systemem sterowania odpowiedniego zarządzania energią. Zastosowany falownik/magazyn z systemem sterowania musi mieć możliwość integracji w standardowym protokole komunikacyjnym z jednym z istniejących w Politechnice Poznańskiej nadrzędnych systemów BMS (DESIGO CC lub Smart-Eco-Struxure). System musi mieć możliwość dynamicznej analizy produkcji energii elektrycznej z instalacji fotowoltaicznej. W tym celu Wykonawca musi dokonać pełnej integracji falownika do systemu BMS i na dodatkowych synoptykach zrealizować pełną:

- wizualizację pracy instalacji fotowoltaicznych,
- archiwizację zmiennych instalacji fotowoltaicznych,
- alarmowanie (w przypadku wystąpienia jakiegokolwiek awarii).

Zamawiający wymaga, aby system monitoringu w zakresie właściwości funkcjonalno-użytkowych umożliwiał:

- odczyt i archiwizację chwilowej mocy instalacji PV,
- odczyt i archiwizację danych o rocznej, miesięcznej, dziennej produkcji energii, godzinowej, 15-minutowej
- informację o błędach i statusie pracy instalacji (każdego z falowników).

Ponadto Zamawiający dopuszcza równoległe systemy monitoringu dostarczane przez producenta falowników. Wówczas bezwzględnie się wymaga, aby:

- interfejs systemu monitoringu był w języku polskim,
- dostęp zarówno do lokalnego jak i zdalnego systemu monitoringu był bezpłatny (nie ma wymaganych okresowych opłat za licencję).

### **Wymagania w zakresie instalacji przepięciowej**

W zakresie instalacji przepięciowej od strony AC falowniki muszą być chronione minimum ogranicznikami przepięć typ II po stronie DC w przypadku zachowania odstępów separacyjnych. W przypadku braku możliwości zachowania odstępów separacyjnych konieczne jest zastosowanie po stronie DC ograniczników przepięć typ I + typ II. Niezależnie od zainstalowanej ochrony przepięciowej i odgromowej metalowe elementy konstrukcji oraz modułów należy objąć uziemionymi połączeniami wyrównawczymi.

### **1.11.3. Warunki wykonania i odbioru robót**

#### **1.11.3.1. Warunki w zakresie doboru i projektowania instalacji fotowoltaicznej**

#### **Wymagania w zakresie przyjęcia maksymalnego prądu zwarcia.**

Do wyliczenia warunków bezpieczeństwa w zakresie prądów zwarcia należy przyjąć możliwość pojawienia się na module PV prądu, jaki powstałby przy natężeniu promieniowania słonecznego  $1250\text{W/m}^2$ . Oznacza to, że przy wyliczaniu warunków bezpieczeństwa prąd zwarcia podawany przez producenta w warunkach STC należy pomnożyć przez wskaźnik 1,25.

#### **Wytyczne w zakresie konieczności stosowania ochrony przetężeniowej i zwarciowej po stronie DC.**

Ochrona przetężeniowa i zwarciowa po stronie DC może być wykonana jedynie w postaci wkładek topikowych o charakterystyce przeznaczonej do instalacji fotowoltaicznych. Zastosowanie ochrony w postaci bezpieczników topikowych jest bezwzględnie wymagane, jeżeli liczba połączeń równoległych łańcuchów modułów jest większa niż 2. Należy wziąć pod uwagę także połączenia równoległe wewnątrz falownika.

#### **Ochrona przed skutkami prądów zwarciowych po stronie AC**

Przewód zasilający po stronie AC musi być chroniony przed skutkami prądów zwarciowych poprzez zabezpieczenie przetężeniowe zainstalowane w miejscu przyłączenia strony AC instalacji PV do sieci wewnętrznej budynku.



---

## Możliwość rozłączenia instalacji po stronie AC i DC

W miejscu montażu falownika instalacja PV musi mieć możliwość rozłączenia napięcia po stronie AC i DC. Rozłączenie może być realizowane przez rozłączniki zintegrowane z falownikiem lub urządzenia zewnętrzne.

### Wymagania w zakresie stosowania wyłączników różnicowo-prądowych

W przypadku zastosowania w instalacji falowników beztransformatorowych bez podstawowej separacji strony AC i DC należy zastosować wyłącznik różnicowo-prądowy typu B.

### Wymagania w zakresie doboru przekroju przewodów.

Zamawiający wymaga, aby dobrane przez projektanta kable i przewody zapewniały spadek napięcia po stronie DC nie większy niż 1% oraz spadek napięcia po stronie AC nie większy niż 1%. Ponadto wymaga się, aby dobór okablowania zgodny był z normą PN-HD 60364-7-712:2007.

### Wymagania w zakresie sposobu ułożenia modułów PV i ich przechowywania.

Zamawiający wymaga, aby:

- Moduły fotowoltaiczne były zamocowane zgodnie z wytycznymi projektu wykonawczego, a mocowania muszą być umiejscowione w dozwolonych przez konstruktora miejscach.
- Montaż i rozplanowanie należy wykonać zgodnie z projektem wykonawczym i instrukcją dostarczoną przez producenta.
- Przy dokręceniu połączeń śrubowych moment dokręcenia należy kontrolować za pomocą klucza dynamometrycznego.
- W przypadku montażu elementów ze stali ocynkowanej należy zabezpieczyć antykorozyjnie wszystkie miejsca, w których doszło do uszkodzenia ochronnej powłoki.
- Nie dopuszcza się wykorzystania nośnych połączeń skręcanych konstrukcji wsporczej do montażu innych elementów konstrukcyjnych, w tym połączeń wyrównawczych.

### Wymagania w zakresie oznakowania

Zamawiający wymaga, aby:

- Wszystkie obwody dochodzące do skrzynek połączeniowych i falownika należy oznaczyć w sposób umożliwiający jednoznaczną identyfikację każdego z obwodów zgodnie z planem odwodów. Sposób oznaczenia musi być trwały.
- Wszystkie skrzynki połączeniowe należy oznaczyć tabliczką ostrzegawczą informującą o możliwości pojawienia się napięcia na częściach czynnych wewnątrz skrzynki, także po wyłączeniu falownika.
- Oznakować należy miejsca, w których znajdują się urządzenia umożliwiające bezpieczne rozłączenie instalacji fotowoltaicznej po stronie AC i DC.
- Oznakować należy wszystkie urządzenia zabezpieczające po stronie AC i DC w sposób umożliwiający ich jednoznaczną identyfikację i funkcję.
- Oznakować należy miejsce przyłączenia obwodów instalacji fotowoltaicznej do sieci wewnętrznej w budynku. Oznakowanie ma informować o podwójnym zasilaniu w tym miejscu.
- W miejscu montażu instalacji należy umieścić etykietę lub tabliczkę z jednokreskowym schematem zasilania, danymi instalatora, ustawieniami nastaw zabezpieczeń falownika.
- W miejscu montażu instalacji należy umieścić instrukcję wyłączenia awaryjnego instalacji PV.
- Wykonać dodatkowo oznaczenia wymagane przepisami polskich norm (PN).

### **Wymagania w zakresie prowadzenia kabli.**

Zamawiający wymaga, aby:

- Okablowanie było wykonane zgodnie z przepisami krajowymi (norma PN-HD 60364-1:2010 oraz PN-IEC 60364-3:2000). Wielkość tras i kanałów kablowych powinny umożliwiać łatwe wciąganie i wyciąganie odpowiednich kabli. Dostęp powinien być zamykany za pomocą zdejmowanych lub uchylnych pokryw.
- Obwody należy prowadzić tak, aby unikać tworzenia pętli indukcyjnej. Szczególnie w przypadku układania przewodów strony DC należy wykonywać to w taki sposób, aby przewód plusowy znajdował się możliwie blisko przewodu minusowego.
- Przewody prowadzone w miejscach narażonych na bezpośrednie oświetlenie promieniami słonecznymi muszą być dodatkowo zabezpieczone poprzez ich prowadzenie w rurach ochronnych, korytach kablowych z pokrywą.
- Przejścia przewodów między elementami konstrukcji wsporczej w miejscach



mogących narażać kabel na uszkodzenie należy dodatkowo zabezpieczyć pieszlem lub rurą ochronną.

- Połączenia kabli pod modułami PV wykonane za pomocą szybko złączek należy zabezpieczyć przed wnikaniem wilgoci poprzez zamocowanie ich do szyn znajdujących się pod modułami.
- Wewnątrz budynku przewody należy prowadzić wykorzystując systemowe korytka kablowe, nie dopuszcza się prowadzenia kabla w sposób niezabezpieczony dodatkową osłoną.

### **Wymagania w zakresie montażu falownika**

Zamawiający wymaga, aby:

- Montaż falownika wykonać zgodnie z wymaganiami producenta zastosowanego falownika.
- Falownik należy przymocować do materiału niepalnego.
- Wysokość montażu należy tak dobrać, aby wyświetlacz znajdował się nie niżej niż 150 cm i nie wyżej niż 180 cm, o ile istnieją techniczne możliwości.
- Wokół falownika należy zachować wolne przestrzenie niezbędne do prawidłowej wentylacji zgodnie z wymaganiami producenta falownika.

### **Wymaganie w zakresie szaf zasilająco-sterujących/rozdzielnic**

Zamawiający wymaga, aby rozdzielnie zasilająco-sterujące były:

- szafy metalowe z podstawą, lakierowane, o stopniu ochrony IP54 lub równoważne, zamykane na klucz, klasa ochronności II
- szafa wyposażona w łatwo dostępny wyłącznik główny,
- szafy muszą spełniać wymagania ochrony przeciwporażeniowej, zastosować wyłączniki różnicowo-prądowe, zabezpieczenia nadprądowe,
- w szafie (zgodnie z projektem wykonawczym) zastosować należy odpowiedni układ zasilania wraz z transformatorem i zasilaczami (np. niskiego napięcia 24V AC lub DC),
- w szafie powinno znajdować się gniazdko serwisowe 230V AC (uziemiene),
- funkcje przewietrzania i ogrzewania (układ z termostatem) – jeżeli zasadne, do weryfikacji na etapie Projektu Wykonawczego,
- na elewacji szafy w sposób czytelny i jasny powinny znajdować się wszystkie opisy (w fazie realizacji projektu wykonawczego wybrać jednolity standard dla wszystkich szaf),
- szafy należy wyposażyć w dławiki (jeden przewód zasilający lub sterowniczy przechodzi

przez dławik); zostawić 10-15% rezerwę zaślepionych dławików,

- wszystkie przewody, kable zasilający i sterownicze podłączać do listew zaciskowych,
- wszystkie przewody i kable muszą być opisane zgodnie z dokumentacją powykonawczą,
- ekrany kabli sterujących połączyć ze sobą, a następnie do zacisków ochronnych w szafie,
- zasilanie szafy przeprowadzić zgodnie z projektem wykonawczym (przekroje przewodów dostosowane do mocy odbiorników),
- projekt szaf powinien przewidywać 10% rezerwę.

#### **1.11.3.2. Pozostałe wymagania**

##### **Wymagania dotyczące prowadzenia prac, zabezpieczenia terenu budowy oraz BHP.**

Wykonawca jest zobowiązany przygotować oraz przedstawić do akceptacji Zamawiającego Plan BIOZ który powinien zawierać:

- Zakres robót oraz kolejność ich realizacji.
- Wskazanie zagrożeń mogących wystąpić podczas realizacji robót.
- Wskazania sposobu prowadzenia instruktażu pracowników przed przystąpieniem do realizacji robót szczególnie niebezpiecznych.
- Wskazanie środków technicznych i organizacyjnych zapobiegających niebezpieczeństwom wynikającym z wykonywania robót budowlanych w strefach szczególnego zagrożenia zdrowia.
- Sposób przechowywania i przemieszczania materiałów, wyrobów, substancji oraz preparatów niebezpiecznych na terenie budowy.
- Informacja o wydzieleniu i oznakowaniu miejsca prowadzenia robót budowlanych.
- Miejsce przechowywania dokumentacji budowy oraz dokumentów niezbędnych do prawidłowej eksploatacji maszyn i innych urządzeń technicznych.

Przed rozpoczęciem wszelkich prac monterskich, Wykonawca zobowiązany jest do przeprowadzenia wizji lokalnej terenu, na którym będą prowadzone prace oraz terenu w bezpośrednim sąsiedztwie, w tym budynków, dróg wewnątrz, obszarów zielonych, chodników itp., które przylegają do miejsca wykonywania prac lub na które prace te będą w jakikolwiek sposób oddziaływać. Wszelkie istniejące uszkodzenia np. pokrycia dachu i inne ważne szczegóły należy zidentyfikować, opisać i sfotografować. Zapis taki należy przekazać Zamawiającemu przed rozpoczęciem wszelkich prac na terenie budowy. Jeżeli nie zostaną



stwierdzone żadne uszkodzenia, Wykonawca również jest zobowiązany do przekazania Zamawiającemu pisemnego protokołu z dokonania inspekcji wraz z załączonymi fotografiami. Do zadań Wykonawcy należy zapewnienie obecności wszelkich innych zainteresowanych stron podczas wykonywania wizji lokalnej. Wszelkie uszkodzenia oraz wady niezauważone, ale zauważone podczas lub po wykonaniu Robót przez Zamawiającego mają być naprawione na koszt Wykonawcy. W takich przypadkach Wykonawca jest zobowiązany do przywrócenia stanu sprzed uszkodzenia i uzyskania pisemnej aprobaty, wykonanych napraw przez właściciela terenu i/lub przedstawiciela Zamawiającego.

Do obowiązków Wykonawcy należy zabezpieczenie terenu budowy, miejsca prowadzenia prac montażowych, rozładunku, w trakcie całego procesu inwestycyjnego aż do zakończenia inwestycji potwierdzonej końcowym protokołem odbioru. W trakcie prowadzenia wszelkich prac przez Wykonawcę wymagane jest utrzymanie ruchu publicznego, a wszystkie miejsca przyległe do ciągów komunikacyjnych muszą być należycie ogrodzone, zabezpieczone i oznakowane. Właściwe oznakowanie jest również wymagane dla wjazdów i wyjazdów z terenu prowadzonych prac.

Wykonawca jest zobowiązany do przestrzegania przepisów dot. ochrony przeciwpożarowej w trakcie całego procesu prowadzonych prac. Składowanie materiałów łatwopalnych musi odbywać się zgodnie ze szczegółowymi przepisami, w porozumieniu z Państwową Strażą Pożarną. Wykonawca jest również zobowiązany do zapoznania się i przestrzegania wewnętrznego regulaminu obowiązującego na poszczególnych obiektach w zakresie ppoż. Zadaniem Wykonawcy jest podejmowanie wszelkich działań mających na celu uniknięcie pożaru na terenie wykonywania Robót. Na terenie prowadzonych prac niedopuszczalne jest palenie śmieci lub odpadów. Jeżeli Wykonawca zauważy na terenie obiektu zagrożenie pożarem lub wybuchem spowodowane obecnością np. zbiorników paliwa, niebezpiecznych obiektów lub urządzeń, ma obowiązek poinformować o tym stosowne organy i przedstawiciela Zamawiającego. Wykonawca zobowiązuje się do zapewnienia stałej obecności wyszkolonego w zakresie ochrony ppoż. personelu, jak i do dostępności urządzeń ppoż.

Przed przystąpieniem do pracy każdy pracownik musi obowiązkowo odbyć szkolenie wstępne na stanowisku pracy. Fakt przeszkolenia należy odnotować w rejestrze szkoleń stanowiskowych. Rejestr musi być przechowywany u kierownika prac. Wykonawca musi wyposażyć stanowiska pracy w sprzęt i środki zabezpieczające. Instruktaż pracowników przed przystąpieniem do wykonywania prac szczególnie niebezpiecznych musi obejmować imienny podział pracy, kolejność wykonywania zadań, wymagania bezpieczeństwa i higieny pracy przy poszczególnych czynnościach.

Ponadto każdy z pracowników musi posiadać:



- Ważne badania lekarskie.
- Szkolenie BHP.
- Zaświadczenie, że przeszedł instruktaż stanowiskowy.
- Badania lekarskie uprawniające do pracy na wysokości powyżej 3 m (dotyczy jedynie pracowników dokonujących prac monterskich na dachach budynków).

Podczas wykonywania robót szczególnie niebezpiecznych zadaniem kierownika będzie określenie dodatkowych wymagań bezpieczeństwa i higieny pracy. Teren prowadzenia robót szczególnie niebezpiecznych musi być wydzielony i wyraźnie oznakowany. W miejscach niebezpiecznych należy umieścić znaki informacyjne o rodzaju zagrożenia oraz stosować inne środki zabezpieczające przed skutkami zagrożeń np. siatki, bariery itp. Należy zabezpieczyć bezpośredni nadzór nad tymi pracami przez wyznaczenie w tym celu odpowiednich osób.

Zadaniem Kierownika jest kontrola i nadzór, aby montaż urządzeń był prowadzony zgodnie z dokumentacją techniczno-ruchową dostarczoną przez producenta danego urządzenia. Urządzenia elektryczne muszą być uziemione elektrycznie.

Przy wykonywaniu prac ponad poziomem terenu lub podłogi powyżej 1 m stanowisko pracy należy wyposażać w poręczę ochronne o wysokości 1,1 m, bariery pośrednie, krawężniki ochronne o wysokości 0,15 m (umieszczone w poziomie stanowiska pracy). Do pracy na tych stanowiskach należy stosować sprzęt ochrony osobistej przed upadkiem z wysokości.

Przy wykonywaniu prac ponad poziomem terenu lub podłogi powyżej 2 m każdy zatrudniony pracownik musi być wyposażony w szelki bezpieczeństwa z amortyzatorem oraz linką bezpieczeństwa o długości odpowiedniej dla danego stanowiska. W żadnym przypadku nie wolno zatrudniać pracowników do prac na wysokości bez odpowiednich zabezpieczeń i stosownego przeszkolenia. Zastosowane środki bezpieczeństwa muszą być zgodne z PN-EN 353-1:2015-01, a zastosowane urządzenia zabezpieczające przed upadkiem z wysokości muszą być stosowane w połączeniu z szelkami bezpieczeństwa. Uchwyt mocujący szelki bezpieczeństwa musi być połączony bezpośrednio, bez dodatkowych lin lub zatrząsków. Systemy zabezpieczające przed upadkiem z wysokości należy stosować zgodnie z instrukcją producenta systemu. Instrukcja użytkowania musi znajdować się w bezpiecznym i suchym miejscu tak, żeby użytkownik mógł mieć do niej dostęp w każdej chwili. Dobór środków bezpieczeństwa oraz zaopatrzenie pracujących monterów w odpowiedni sprzęt zabezpieczający oraz środki ochrony leży w pełni po stronie Wykonawcy.

Podczas realizacji robót budowlanych wykonania instalacji na dachu występuje ryzyko upadku z wysokości ponad 5,0 m, stanowiące bezpośrednie ryzyko dla życia i zdrowia pracujących monterów oraz zagrożenie związane z upadkiem z wysokości urządzeń, narzędzi, elementów budowlanych i konstrukcyjnych. Prace wykonywane na wysokości ponad 5 m na połaci dachu, ze względu na duże zagrożenie zdrowia i życia pracowników, należy prowadzić ze szczególną



ostrożnością, zgodnie z obowiązującymi przepisami BHP.

### 1.11.3.3. Wymagania w zakresie zastosowanych materiałów

Wszystkie materiały stosowane przez Wykonawcę przy realizacji inwestycji muszą:

- Być nowe i nieużywane.
- Odpowiadać wymaganiom norm i przepisów wymienionych w programie funkcjonalno-użytkowym i dokumentacji projektowej oraz innych niewymienionych, ale obowiązujących norm i przepisów.
- Mieć wymagane polskimi przepisami atesty i certyfikaty, w tym również świadectwa dopuszczenia do obrotu oraz wymagane certyfikaty bezpieczeństwa.

Wykonawca ponosi wszelkie koszty związane z dostarczeniem materiałów na plac budowy.

Wykonawca ponosi odpowiedzialność za spełnienie wymagań ilościowych i jakościowych materiałów.

W przypadku zastosowania materiałów niezgodnych z programem funkcjonalno-użytkowym i dokumentacją projektową zatwierdzoną przez Zamawiającego:

- Wykonawca usunie z placu budowy lub umieści je na miejscu wskazanym przez osobę upoważnioną przez Zamawiającego, jeżeli wyrazi zgodę na ich zastosowanie do robót innych niż tych co do których były pierwotnie przeznaczone.
- Każda część robót wykonana przy użyciu materiałów, które nie zostały sprawdzone przez upoważnionego przedstawiciela Inwestora lub przez niego zatwierdzone, będzie realizowana na ryzyko Wykonawcy.
- Wykonawca powinien mieć świadomość, że wykonana w ten sposób część robót może nie zostać zaakceptowana, a należne za nią płatności wstrzymane.



#### **1.11.3.4. Kontrola jakości**

Wykonawca odpowiedzialny jest za jakość zastosowanych materiałów oraz wykonywanych prac. Wszystkie czynności podejmowane przez Wykonawcę muszą być zgodne z dokumentacją projektową, programem funkcjonalno-użytkowym, harmonogramem robót oraz poleceniami Inżyniera Kontraktu i wyznaczonego przez Zamawiającego personelu. Wykonawca jest również odpowiedzialny za bezpieczeństwo pracy na terenie budowy oraz za stosowane metody wykonywania prac. Ewentualne błędy w Robotach i ich ewentualne następstwa będą poprawiane na koszt Wykonawcy. W ramach kontroli jakości Inżynier Kontraktu w uzasadnionych przypadkach może zażądać od Wykonawcy przeprowadzenia badań lub testów w celu potwierdzenia, że deklarowane parametry techniczne oraz użytkowe są zgodne z deklaracjami producenta, kartą katalogową, wymogami PFU czy projektem wykonawczym. Wykonawca zobowiązany jest przeprowadzać badania i testy materiałów, robót oraz urządzeń na własny koszt. Wykonawca zobowiązany jest dostarczyć Zamawiającemu dokumenty i świadectwa, że wszystkie stosowane urządzenia, materiały i sprzęt posiadają ważną homologację, legalizację, deklaracje zgodności oraz że spełniają wymagania i parametry zdefiniowane w PFU i projekcie wykonawczym.

#### **1.11.3.5. Wymagania w zakresie testów, pomiarów i odbiorów**

Zamawiający wymaga, aby po wykonaniu instalacji wykonane zostały pomiary, testy i próby zdefiniowane w normie PN-HD 60364-6:2016-07. Ponadto wymaga się, aby wykonawca wykonał pomiary oraz testy określone w normie PN-EN 62446-1:2016-08 zarówno w zakresie testów podstawowych oraz testów zalecanych przez normę tj. kamerą termowizyjną.

#### **1.11.3.6. Wymagania w zakresie dokumentacji i odbioru robót zanikających**

Przez roboty zanikające należy rozumieć wszelkie prace, których efekty ulegają zakryciu po wykonaniu następnych faz prac budowlano-montażowych. Wykonawca jest zobowiązany do dokumentowania robót zanikających poprzez wykonanie zdjęć cyfrowych o rozdzielczości nie mniejszej niż 8 Mpix. Dla każdej dokumentowanej pracy wymaga się wykonanie nie mniej niż 5 zdjęć z różnej perspektywy.

O zakończeniu wykonywania robót zanikających Wykonawca jest zobowiązany powiadomić niezwłocznie Inżyniera Kontraktu w celu ustalenia terminu odbioru. Odbiór robót zanikających należy przeprowadzić w czasie umożliwiającym wykonanie ewentualnych korekt i poprawek bez hamowania ogólnego postępu prac. Termin odbioru będzie ustalany niezwłocznie jednak nie później niż w ciągu 2 dni roboczych od daty powiadomienia. Inżynier Kontraktu może



dokonać odbioru robót zanikających opierając się na dostarczonej dokumentacji w tym raportów z prób, inspekcji i badań, atestów, certyfikatów, szkiców geodezyjnych z potwierdzeniem geodety o zgodności z projektem wykonanych robót oraz dokumentacji fotograficznej. Z odbioru robót zanikających należy sporządzić pisemny protokół, który będzie podpisany przez Inżyniera Kontraktu oraz przedstawiciela Wykonawcy. W protokole odbioru robót zanikających, należy podać przedmiot i zakres odbioru, wyszczególnić rodzaj zastosowanych materiałów, typ urządzeń, technologię wykonania robót, parametry techniczne wykonanych robót. Ponadto należy zapisać wszelkie istotne informacje, mające wpływ na niezawodność, trwałość, sposób eksploatacji, zgodność wykonanych robót z dokumentacją projektową. Do protokołu należy załączyć raporty wyniki z prób oraz dokumentację fotograficzną. Wzór protokołu z odbioru Wykonawca jest zobowiązany uzgodnić z wyznaczonym przedstawicielem Zamawiającego.

#### **1.11.3.7. Odbiór końcowy**

Po zakończeniu prac i przeprowadzeniu pomiarów i testów Wykonawca jest zobowiązany do poinformowania inwestora o możliwości dokonania odbioru. Odbiór przeprowadzany jest oddzielnie dla każdej z wykonanych instalacji.

Przed przystąpieniem do odbioru Wykonawca zobowiązany jest do dostarczenia Zamawiającemu nie później niż 14 dni przed planowanym terminem odbioru dokumentacji wykonanych prac budowlanych, protokołów potwierdzających zgodność wykonanych robót z kontraktem i dokumentacją projektową, protokołów z pomiarów i testów, instrukcję użytkowania poszczególnych urządzeń oraz całej instalacji, dokumentów potwierdzających spełnianie przez urządzenia parametrów określonych w PFU, certyfikatów, deklaracji zgodności, raportów z przeprowadzonych prób i analiz, dokumentację fotograficzną z wykonanych robót zanikających oraz protokołów z odbioru robót zanikających.

Po otrzymaniu pisemnego zawiadomienia Zamawiający w ciągu 14 dni wyznaczy termin odbioru. Odbioru dokona wyznaczona przez Zamawiającego komisja, która dokona wizji lokalnej oraz zapozna się z przedstawionymi dokumentami. Pozytywna ocena przedstawionej dokumentacji oraz pozytywny wynik wizji lokalnej są podstawą do podpisania przez komisję protokołu odbioru.

W przypadku stwierdzenia uchybień Zamawiający zastrzega sobie prawo powołania biegłego, który zaopiniuje poprawność wykonanych prac co, do których pojawiły się wątpliwości. W przypadku potwierdzenia przez biegłego uchybień w wykonanych pracach koszty ekspertyzy ponosi Wykonawca.

W przypadku stwierdzenia uchybień Zamawiający ma 14 dni na dokonanie napraw bądź



poprawek i powiadomienia Zamawiającego o możliwości dokonania ponownego odbioru.

#### **1.11.3.8. Wymagania w zakresie opracowania instrukcji użytkowania**

W ramach wykonanych prac Wykonawca jest zobowiązany do opracowania i przekazania Zamawiającemu instrukcji obsługi dla każdej z wykonanych instalacji oraz dokumentacji technicznej każdego z zastosowanych urządzeń. Przygotowane instrukcje muszą zawierać minimum:

- dane techniczne wykonanych instalacji fotowoltaicznych,
- stosowane oznaczenie oraz ich wyjaśnienie,
- stosowane zabezpieczenia oraz ich nastawy,
- budowa instalacji oraz jej współpraca z siecią,
- tryb pracy normalnej oraz stany awaryjne,
- zasady bezpiecznego użytkowania,
- sposoby postępowania w sytuacjach awaryjnych,
- opis użytkowania systemu monitorowania instalacji,
- przeglądy okresowe zakres, metodologia częstotliwość,
- dane kontaktowe do podmiotu odpowiedzialnego za serwis instalacji.

Wszystkie instrukcje oraz dokumentacja musi być wykonana w języku polskim i muszą być zgodne z PN-EN 62446-1:2016-08.

#### **1.11.3.9. Szkolenie**

Wykonawca zobowiązany jest przeprowadzić szkolenie z zakresu użytkowania zainstalowanych instalacji PV, szkolone będą osoby wskazane przez Zamawiającego.

##### **Ramowy Program Szkolenia:**

- Charakterystyka i specyfika zainstalowanych urządzeń.
- Instrukcja ruchowa i użytkowania – omówienie.
- Serwis i eksploatacja.
- Zasady BHP i PPOŻ.
- Monitoring pracy instalacji.
- Kontrola stanu pracy instalacji.
- Rozpoznanie stanów awaryjnych i wymagane postępowanie.

Czas szkolenia min. 1 godzina. Fakt przeprowadzenia szkolenia należy potwierdzić stosownym zaświadczeniem. Szkolenia musi odbyć się w miejscu zlokalizowania danych instalacji.

### 1.11.3.10. Wymagania w zakresie gwarancji oraz serwisu

#### **Wymagania w zakresie gwarancji oraz rękojmi.**

Wykonawca musi zapewnić co najmniej:

- 12 letni okres gwarancji dla wszystkich kluczowych urządzeń instalacji fotowoltaicznej tj., modułów PV, falowników, konstrukcji montażowej.
- 5 lat rękojmi na całość wykonanych prac.

Okres gwarancji liczony będzie od daty podpisania protokołu odbioru.

Wykonawca musi zapewnić ponadto:

- Maksymalny czas naprawy (usunięcie wszelkich nieprawidłowości w działaniu wybudowanej instalacji), nie dłuższy niż 14 dni.
- Maksymalny czas reakcji serwisu, rozumiany jako czas od przyjęcia zgłoszenia do rozpoczęcia działań serwisowych, nie dłużej niż 2 dni.
- W przypadku konieczności wymiany urządzeń czas naprawy może zostać wydłużony powyżej 14 dni, lecz nie dłużej niż 30 dni.

Wykonawca zobowiązany jest zapewnić obsługę zgłoszeń gwarancyjnych i utrzymania numeru telefonu i adresu poczty elektronicznej do zgłoszeń zdarzeń objętych gwarancją przez cały okres gwarancji. Wszystkie zgłoszenia drogą elektroniczną i telefoniczne muszą być zapisywane i gromadzone na odpowiednich nośnikach z możliwością wglądu lub odsłuchu przez Zamawiającego.

#### **Wymagania w zakresie serwisu.**

Zamawiający wymaga, aby w okresie trwania rękojmi (5 lat) Wykonawca wykonywał cykliczne przeglądy zamontowanych instalacji. Urządzenia mają być serwisowane wedle wymagań producentów, jednak nie mniej niż 1 raz na rok z zastrzeżeniem, że ostatni z przeglądów ma się odbyć na 6 miesięcy przed zakończeniem rękojmi. Wykonawca przedłoży harmonogram przeglądów wraz z ich zakresem do akceptacji Zamawiającego. Przegląd każdej z instalacji zakończy się podpisaniem stosownego protokołu serwisowego, w którym wyszczególnione zostaną wykonane czynności. Do podpisania protokołu zobowiązana jest osoba wykonująca przegląd, a także gospodarz obiektu objętego pracami serwisowymi (osoba wyznaczona przez Zamawiającego). Protokół musi zostać sporządzony w 3 egzemplarzach, po jednym dla: Zamawiającego, Wykonawcy, właściciela obiektu.

W razie stwierdzenia awarii lub uszkodzeń instalacji Wykonawca ma obowiązek usunięcia awarii lub uszkodzeń w terminach zapisanych w rozdziale „Wymagania w zakresie gwarancji”. W ramach przeglądu instalacji fotowoltaicznych do obowiązków Wykonawcy będzie należeć sprawdzenie minimum:

- poprawności pracy i funkcjonowania instalacji w tym wszystkich zamontowanych zabezpieczeń,
- pomiar rezystancji izolacji strony AC i DC,
- pomiar wydajności instalacji,
- badanie kamerą termowizyjną,

w ramach przeglądu należy również wykonać czynności serwisowe przewidziane przez producentów urządzeń składających się na kompletną instalację PV.

#### **1.12. Przepisy prawne i normy związane z projektowaniem i wykonaniem zamierzenia budowlanego.**

*Wykaz poszczególnych norm:*

- PN-HD 60364-7-712:2016-05– Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych – Część 7-712: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji – Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania.
- PN-HD 60364-5-54:2010 Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 5-54: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego - Uziemienia, przewody ochronne i przewody połączeń ochronnych.
- PN-EN 61724:2002 – Monitorowanie własności systemu fotowoltaicznego. Wytyczne pomiaru, wymiany danych i analizy.
- PN-EN 60529:2003/A2:2014-07– Stopnie ochrony zapewnianej przez obudowy (Kod IP).
- PN-EN 61724:2002 - Monitorowanie własności systemu fotowoltaicznego - Wytyczne pomiaru, wymiany danych i analizy.
- PN-EN 61215:2005 – Moduły fotowoltaiczne (PV) z krzemu krystalicznego do zastosowań naziemnych. Kwalifikacja konstrukcji i aprobaty typu.
- PN-EN 61829:2016-04 - Panel modułów fotowoltaicznych (PV) - Pomiar charakterystyk prądowo-napięciowych na miejscu ich instalacji.
- PN-EN 61730:2012 – Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego.
- PN-EN ISO 9001:2009 – norma określająca wymagania, które powinien spełniać system zarządzania jakością w organizacji.





- PN-EN 62109-2\_2011 – Bezpieczeństwo konwerterów mocy stosowanych w fotowoltaicznych systemach energetycznych.
- PN-EN 60269-1:2010 Bezpieczniki topikowe niskonapięciowe - Część 1: Wymagania ogólne.
- PN-EN 50396:2007– Metody badania właściwości nieelektrycznych przewodów elektroenergetycznych niskiego napięcia.
- PN-EN 62446:2010 Systemy fotowoltaiczne przyłączone do sieci elektrycznej - Minimalne wymagania dotyczące dokumentacji systemu, badania rozruchowe i wymagania kontrolne.
- PN-EN 61034-2:2006 - Wspólne metody badania palności przewodów i kabli. Pomiar gęstości dymów wydzielanych przez spalanie przewodów lub kabli w określonych warunkach.
- PN-EN 60332:2010 - Badania palności kabli i przewodów elektrycznych oraz światłowodowych.
- PN-EN ISO 1461:2009 – Norma na jakość powłoki metodą zanurzeniową (cynkowanie jednostkowe)- wymagania i badania.
- PN-EN 62305-3:2011 Ochrona odgromowa - Część 3: Uszkodzenia fizyczne obiektów i zagrożenie życia.
- PN-EN 62305-1:2011 Ochrona odgromowa - Część 1: Zasady ogólne.
- PN-EN 61215w zakresie funkcjonalności i PN-EN 61730 w stosunku do bezpieczeństwa użytkowania.
- PN-ISO 10209-1:1994 Dokumentacja techniczna wyrobu - Terminologia - Terminy dotyczące rysunków technicznych: ogólne i rodzaje rysunków.
- ISO 14001:2004 – Norma zarządzania środowiskowego.
- Norma PN-HD 60364 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych, części: 4-41, 4-42, 4-43, 5-51, 5-53, 5-56, 5-6
- Norma PN-HD 60364-5-52:2011 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych -- Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego -- Obciążalność prądowa długotrwała przewodów
- Norma PN-HD 60364-4-443:2016 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed zaburzeniami napięciowymi i zaburzeniami elektromagnetycznymi. Ochrona przed przejściowymi przepięciami atmosferycznymi lub łączeniowymi
- Norma N SEP-E-001 Sieci elektroenergetyczne niskiego napięcia. Ochrona przeciwporażeniowa.
- Norma N SEP-E-004 Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie

i budowa.

- Norma N SEP-E-005 Dobór przewodów elektrycznych do zasilania urządzeń przeciwpożarowych, których funkcjonowanie jest niezbędne w czasie pożaru
- Norma PN-EN 61439-1: 2010 Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe. Część 1: Postanowienia ogólne
- Norma PN-EN 61439-2:2010 Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe -- Część 2: Rozdzielnice i sterownice do rozdziału energii elektrycznej

*Wykaz przepisów prawa:*

- Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (t.j. Dz. U. 2006 nr 156 poz. 1118).
- Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (Dz. U. 2008 nr 25 poz. 150).
- Ustawa z dnia 3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko (Dz. U. 2008 nr 199 poz. 1227).
- Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. o odpadach ( Dz. U. 2007 nr 39 poz. 251).
- Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej (Dz. U. 2002 nr 147 poz. 1229).
- Ustawa z dnia 29 stycznia 2004 r. Prawo zamówień publicznych (Dz. U. z 2010 r. Nr 113, poz. 759, z późn. zm.).
- Ustawa z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii (Dz.U. 2015 poz. 478) wraz z późniejszymi zmianami.
- 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. 2004 nr 202 poz. 2072 z późn. zm.).
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2010 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko (Dz. U. 2010 nr 213 poz. 1397).
- Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (Dz. U 2012, poz. 462).
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 18 maja 2004 r. w sprawie określania metod i podstaw sporządzania kosztorysu inwestorskiego, obliczania planowanych kosztów prac projektowych oraz planowanych kosztów robót budowlanych określonych w Programie Funkcjonalno-Użytkowym (Dz. U. 2004 nr 130 poz. 1389 z późn. zm.).



- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury I Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej (Dz.U. 2015.376 z późn. zm.).
- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 16 czerwca 2003 roku w sprawie uzgadniania projektu budowlanego pod względem ochrony przeciwpożarowej (Dz. U. 2003 nr 121 poz. 1137 z późn. zmianami).
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 23 czerwca 2003 roku w sprawie informacji dotyczącej bezpieczeństwa i ochrony zdrowia oraz planu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia (Dz. U. 2003 nr 120 poz. 1126).
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. 2002 nr 75, poz. 690 z późn. zmianami).
- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 21 kwietnia 2006 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz. U. 2006 nr 80 poz. 563). 2009 r.).
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia z dnia 14 czerwca 2007 roku w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku (Dz.U.2014.112 z późn. zm.).
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 28 marca 2013 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach energetycznych (Dz. U. z dnia 23 kwietnia 2013r. poz. 492).
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury I Rozwoju z dnia 11 września 2014r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz.U.2014.1278 z późn. zm.).
- Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (t.j. Dz. U. 2003 nr 169 poz. 1650).



### III. CZĘŚĆ OPISOWA – INSTALACJA POMP CIEPŁA DLA BUDYNKU CMBiN PP

#### 1. Opis ogólny przedmiotu zamówienia

##### 1.1. Przedmiot zamówienia

Przedmiotem zamówienia jest realizacja zadania pn. Hybrydowe źródła OZE z inteligentnym systemem zarządzania wspomagany AI w Kampusie Warta Politechniki Poznańskiej w Poznaniu w ramach formuły zaprojektuj i wybuduj, Zamawiający Politechnika Poznańska pl. Marii Skłodowskiej-Curie 5, 60-965 Poznań.

Niniejsze PFU opisuje szczegółowe wytyczne stawiane Wykonawcy dla realizacji pomp ciepła z dolnym źródłem pionowych sond gruntowych, będących źródłem ciepła i chłodu dla budynku CMBiN PP, które są jednym z hybrydowych źródeł całego projektu. Zakres dla tego zadania składa się z:

- a) Wykonania Projektu Wykonawczego z zakresu modernizacji źródła ciepła i chłodu HVAC w budynku CMBiN Politechniki Poznańskiej: 4 egzemplarze wersji papierowej oraz 1 egzemplarz wersji elektronicznej dla:
  - źródło ciepła i chłodu,  
zawierającego:
    - część opisową, w tym m.in.: opisy poszczególnych rozwiązań projektowych, obliczenia potwierdzające doboru poszczególnych elementów instalacji, urządzeń oraz dobranych izolacji, karty doborowe urządzeń,
    - część rysunkową, w tym m.in. rzuty, schematy, przekroje, opracowania warsztatowe.
- b) dostawy materiałów i urządzeń oraz wykonania wszystkich prac zgodnie z zaakceptowanym przez Zamawiającego Projektem Wykonawczym,
- c) wykonania wszystkich prac zgodnie z zaakceptowanym przez Zamawiającego Projektem Wykonawczym,
- d) opracowania Specyfikacji Technicznych Wykonania i Odbioru Robót,
- e) przeprowadzenia prób, odbiorów, uruchomienia i przetestowania wszystkich elementów / instalacji,
- f) uzyskanie pozwolenia na użytkowanie instalacji fotowoltaicznych posadowionych na car-portach,



- g) wykonania Dokumentacji Powykonawczej dla wszystkich hybrydowych instalacji OZE z naniesionymi zmianami do Projektu Wykonawczego: 4 egzemplarze wersji papierowej oraz 1 egzemplarz wersji elektronicznej.

#### Uwaga!

W ramach realizacji zadania, Wykonawca jest zobowiązany ustalić konieczność wykonania Projektu Budowlanego i Projektu Technicznego oraz uzyskania pozwolenia na budowę lub dokonania zgłoszenia w zakresie wymiany źródła ciepła. W przypadku wystąpienia takiej potrzeby, Wykonawca opracuje niniejsze projekty.

Wykonawca zobowiązany jest do pozyskania wszelkich niezbędnych pozwoleń oraz uzgodnień a także wykonania projektów i opracowań, wymaganych do realizacji niniejszego zadania, w tym między innymi:

- opracowanie Projektu Robót Geologicznych dla dolnego źródła ciepła pomp ciepła,
- opracowanie Planu Ruchu Zakładu Górniczego dla dolnego źródła ciepła pomp ciepła,
- uzgodnienia z rzeczoznawcą ds. zabezpieczeń przeciwpożarowych, itp.,

oraz wszystkie inne formalności wynikające z obowiązujących przepisów prawa niezbędne do realizacji celu jakiego mają służyć.

Projekty, jak i realizacja Inwestycji na wszystkich etapach podlegają weryfikacji przez przedstawicieli Zamawiającego, zgodnie z procedurami opisanymi w SWZ.

Wszystkie dokumenty przetargowe należy czytać i traktować jako całość opisującą szczegółowo całe zadanie. przypadku ewentualnego wystąpienia nieścisłości w dokumentach przetargowych, Wykonawca zobowiązany jest bezzwłocznie zgłosić ten fakt Zamawiającemu, a Zamawiający dokona stosownej interpretacji. Obowiązuje hierarchia dokumentów określona w SWZ.

### 1.2. Zakres robót budowlanych

Zakres prac budowlanych i instalacyjno-montażowych dla niniejszego przedmiotu zamówienia:

- wykonanie dolnego źródła ciepła DZC do sprężarkowych pomp ciepła typu glikol woda w postaci pionowych sond gruntowych,
- odtworzenie zagospodarowania terenu – istniejących ciągów pieszych i terenów zielonych (do odtworzenia wykorzystać można demontowane materiały – kostka,



podsyпка, etc.),

- wykonanie modernizacji źródła ciepła i chłodu poprzez montaż sprężarkowych pomp ciepła typu glikol woda wraz z kompletem niezbędnego wyposażenia technicznego i armatury,
- wykonanie połączenia nowego źródła ciepła i chłodu z istniejącymi instalacjami grzewczymi i chłodniczymi w budynku,
- wykonanie zasilania w media nowych urządzeń (pompy ciepła, pompy obiegowe itp.).
- prace budowlane polegające na wydzieleniu pomieszczenia, wskazanego przez Zamawiającego, przeznaczonego na maszynownię pomp ciepła,
- wykonanie transferu instalacji wody lodowej na dach budynku w ramach istniejącego szachtu instalacyjnego wewnątrz budynku,
- wykonanie obudowy szachtu na ostatniej kondygnacji, przywrócenie zagospodarowania terenu do stanu pierwotnego po zakończeniu prac.

Przeznaczenie budynku po wykonaniu ww. robót budowlanych nie zmieni się.

Przyjęte rozwiązania projektowe mają być przyjazne środowisku i zapewniać oszczędność w zużyciu energii przez budynek przy jednoczesnym zapewnieniu komfortu użytkowania obiektu.

### 1.3. Podstawa opracowania

Podstawą opracowania niemniejszego PFU było wykorzystanie następujących dokumentacji oraz opracowań:

- Dokumentacja powykonawcza budynku Centrum Mechatroniki, Biomechaniki i Nanoinżynierii Politechniki Poznańskiej, 2011 r.
- Ustalenia z Zamawiającym,
- Ustalenia międzybranżowe oraz z docelowym użytkownikiem obiektu,,
- Programy funkcjonalno-użytkowe (PFU) pozostałych branż,
- Obowiązujące normy i przepisy,
- Wytyczne projektowo-montażowe.

### 1.4. Stosowane skróty

PB – Projekt Budowlany

PT – Projekt Techniczny







PW – Projekt Wykonawczy

PPW – Projekt Powykonawczy

PFU – Program Funkcjonalno-Użytkowy

SWZ – Specyfikacja Warunków Zamówienia

HVAC – z j. ang. – instalacje ogrzewania, wentylacji i klimatyzacji oraz źródła ciepła i chłodu,

AWL – Agregat wody lodowej,

WT – Warunki Techniczne

Obiekt - Centrum Mechatroniki, Biomechaniki i Nanoinżynierii Politechniki Poznańskiej,

Zamawiający – osoba lub osoby uprawnione do reprezentowania Politechniki Poznańskiej,

Wykonawca - Podmiot wyłoniony w drodze przetargu do realizacji przedmiotu zamówienia,  
który podpisał z Zamawiającym umowę na wykonanie przedmiotu zamówienia.

### **1.5. Aktualne uwarunkowania wykonania przedmiotu zamówienia**

Budynek Centrum Mechatroniki, Biomechaniki i Nanoinżynierii Politechniki Poznańskiej zlokalizowany jest przy ul. Jana Pawła II 24, 61-138 Poznań. Obiekt został oddany do użytkowania w 2011r. Zasadnicza część budynku Centrum Mechatroniki, Biomechaniki i Nanoinżynierii stanowi zwarta, długa pięciokondygnacyjna bryła. Część budynku, przyległa do istniejącej Hali A4 jest obniżona do wysokości Hali (dwie kondygnacje) tworząc łagodne przejście do zasadniczej pięciokondygnacyjnej wysokości budynku. Dach części niższej jako zielony taras, tarasy na czwartej kondygnacji jako dach z warstwą żwirową, oraz dach ostatniej kondygnacji pokryty papą.

Konstrukcja budynku tradycyjna. Ściany zewnętrzne żelbetowe oraz z bloczków silikatowych o grubości 24 cm. Dach systemowy firmy Bauder.

### **1.6. Ogólne właściwości funkcjonalno-użytkowe**

Charakter budynku jest dydaktyczny, w związku z czym znaczną jego część stanowią sale dydaktyczne oraz laboratoria. Dodatkowo w budynku są pomieszczenia takie jak: pomieszczenia biurowe, korytarze i pomieszczenia sanitarno-higieniczne.

### **1.7. Szczegółowe właściwości funkcjonalno-użytkowe**

Powierzchnia zabudowy netto:	3 784,40 m <sup>2</sup>
Powierzchnia użytkowa:	14 259,99 m <sup>2</sup>
Wysokość obiektu:	21,34 m



Kubatura całego obiektu:	64 822,23 m <sup>3</sup>
Wentylacja budynku:	wentylacja mechaniczna nawiewno-wywiewna z odzyskiem ciepła
Rodzaj systemu ogrzewania budynku:	ogrzewanie centralne grzejnikowe wodne z lokalnego węzła ciepła
Rodzaj systemu chłodzenia budynku:	chłodzenie budynku centralne z lokalnego AWL poprzez belki chłodzące, klimakonwektory oraz powietrze wentylacyjne

### 1.8. Uwagi ogólne

- Przed przystąpieniem do przetargu Wykonawca zobowiązany jest dokonać wizji lokalnej w obiekcie. Po przeprowadzonej wizji lokalnej przy składaniu oferty Zamawiający wymaga niezbędnie złożenia oświadczenia o znajomości stanu pomieszczeń i instalacji, których niniejszy remont oraz przebudowa dotyczy. Wizja lokalna pomieszczeń i instalacji, których dotyczy niniejsze zamówienie, możliwa będzie w obecności przedstawicieli Zamawiającego, po uprzednio umówionym telefonicznie terminie.
- Wszelkie rozwiązania projektowe i wykonawcze wymagają pełnej akceptacji Zamawiającego (projekt wykonawczy PW oraz karty zatwierdzeń materiałowych dla wszystkich wbudowywanych elementów przed przystąpieniem do wykonawstwa danego zakresu). Szczegółowa procedura weryfikacji części projektowej, wykonawczej i powykonawczej opisana jest w SWZ.
- Wymagane jest równoległe opracowywanie i konsultowanie z Zamawiającym kolejnych etapów obliczeń projektu wykonawczego (PW).
- Wszelkie założenia do projektowania, obliczenia bilansowe itp. należy wykonać i zatwierdzić u Zamawiającego w pierwszej kolejności, przed wydaniem jakiegokolwiek części dokumentacji projektowej.
- Wszelkie wartości liczbowe podane w materiałach przetargowych należy traktować jako dane o charakterze orientacyjnym, wymagające ostatecznej weryfikacji na etapie projektu wykonawczego (PW) oraz finalnej akceptacji Zamawiającego. Jakiegokolwiek zmiany wartości liczbowych z materiałów przetargowych (PFU) na etapie projektu wymagają zatwierdzenia przez Zamawiającego w procesie uzgadniania dokumentacji przed jej wydaniem i przystąpieniem do wykonawstwa.

- Jeżeli jakiegokolwiek dane dotyczące obiektu i jego instalacji, podane w materiałach przetargowych, okazałyby się niezgodne z przepisami, najlepszą wiedzą techniczną, zasadami projektowania, dobrymi praktykami itp. należy je skorygować w porozumieniu z Zmawiającym przed złożeniem oferty (zapytania w trakcie postępowania przetargowego) lub w trakcie realizacji zadania oraz przyjąć odpowiednie założenia (zaakceptowane przez Zamawiającego) w opracowywanym projekcie.
- Wykonawca zobowiązany jest wykonać kompletne, w pełni sprawne i działające zgodnie z założeniami materiałów przetargowych instalacje HVAC
- Podstawę opracowania PW instalacji HVAC stanowią: niniejsze PFU oraz PFU pozostałych branż, aktualne PW wszystkich branż, opracowywane równolegle z PW HVAC w ramach niniejszego zadania. Zamawiający wymaga pełnej i bieżącej koordynacji międzybranżowej. W przypadku rozbieżności pomiędzy poszczególnymi elementami dokumentacji przetargowej, obowiązuje hierarchia ważności dokumentów zgodna z SWZ.
- Zamawiający zwraca uwagę Wykonawcy na obowiązek uwzględnienia wszelkich zmian przedstawionych w dokumentach wyższych w hierarchii w stosunku do pozostałych dokumentów. Wszelkie rozwiązania opisane w niniejszym PFU są nadrzędne w stosunku do pozostałych elementów dokumentacji przetargowej.

## 2. Wymagania Zamawiającego w stosunku do przedmiotu zamówienia

### 2.1. Stan istniejący

Źródłem ciepła w budynku jest węzeł ciepła zasilany z miejskiej sieci ciepłnej, zlokalizowany na poziomie 0,0 budynku, w pomieszczeniu 9/1. Węzeł ciepła wyposażony jest w dwa wymienniki ciepła o mocy 630 kW każdy, połączone w sposób równoległy. Z węzła ciepła czynnik grzewczy rozprowadzany jest poprzez rozdzielacz do 3 obiegów:

- I obieg (CT) o parametrach 60/45°C obsługujący instalację zasilania nagrzewnic central wentylacyjnych oraz kurtyny powietrzne,
- II obieg (CO) o parametrach 60/45°C obsługujący instalację centralnego ogrzewania – grzejniki,
- III obieg (CW) o parametrach 60/20°C obsługujący instalację zasilania mini węzłów przygotowania ciepłej wody użytkowej.

Schemat istniejącego węzła ciepła stanowi załącznik nr 1 do niniejszego opracowania.

Źródłem chłodu w budynku jest sprężarkowy agregat wody lodowej (AWL) chłodzony powietrzem o mocy 668,4 kW z modułem hydraulicznym oraz możliwością pracy w trybie free-cooling, zlokalizowany na dachu budynku. Od AWL czynnik chłodzący rozprowadzony jest do następujących odbiorników w budynku:

- instalacja wody lodowej dla klimakonwektorów chłodzących o parametrach 7/12°C,
- instalacja wody lodowej dla pasywnych belek chłodzących o parametrach 15/18°C,
- instalacja wody lodowej zasilająca chłodnice central wentylacyjnych o parametrach 7/12°C.

Schemat istniejącej instalacji wody lodowej stanowi załącznik nr 2 do niniejszego opracowania. Istniejący parking przed budynkiem CMBiN, na którym przewiduje się instalację dolnego źródła wykonany jest w następującej konstrukcji:

- nawierzchnia jezdni manewrowych, drogi pożarowej i miejsc postojowych (nawierzchnia biologicznie czynna):
  - eko-kostka gr. 5cm,
  - podsypka grysowo-piaskowa gr. 2cm,
  - podbudowa zasadnicza z kruszywa łamanego stabilizowanego mechanicznie 16/31,5 gr.20cm,
  - podbudowa pomocnicza z kruszywa naturalnego stabilizowanego mechanicznie 31,5/63 gr. 60cm,
  - geomembrana,
  - podsypka piaskowa gr. 15cm
- konstrukcja nawierzchni z betonowej kostki brukowej:
  - nawierzchnia z kostki brukowej betonowej gr. 8cm,
  - podsypka grysowo-piaskowa gr. 2cm,
  - podbudowa zasadnicza z kruszywa łamanego stabilizowanego mechanicznie 16/31,5 gr.20cm,
  - podbudowa pomocnicza z kruszywa naturalnego stabilizowanego mechanicznie 31,5/63 gr. 57cm,
  - geomembrana,
  - podsypka piaskowa gr. 15cm

## 2.2. Bilans mocy obiektu

Na podstawie projektu powykonawczego instalacji oraz wskazań liczników ciepła i chłodu za okres 2014 do 2023r. określono moce poszczególnych obiegów instalacji grzewczej oraz chłodniczej w budynku.

### Podsumowanie bilansu grzewczego obiektu:

Zasilanie nagrzewnic central wentylacyjnych na poziomie (CT)	300 kW
Obieg zasilania grzejników (CO)	150 kW
Obieg zasilania węzłów cwu	100 kW

SUMA	550 kW*
------	---------

\* - na podstawie wieloletnich danych eksploatacyjnych, Zamawiający ustalił moc umowną przyłącza do MSC na poziomie 360 kW

### Podsumowanie bilansu chłodniczego obiektu:

Obieg chłodniczy belek chłodzących (WLB)	35 kW
Zasilanie chłodnic central wentylacyjnych (WLT)	510 kW
Zasilanie klimakonwektorów	160 kW

SUMA	704 kW**
------	----------

\*\* - na podstawie wieloletnich danych eksploatacyjnych, Zamawiający ustalił moc maksymalną na poziomie 360 kW

## 2.3. Opis rozwiązań

W ramach niniejszego zadania należy wykonać modernizację źródła ciepła i chłodu poprzez montaż sprężarkowych, inwerterowych lub z wielostopniową modulacją, gruntowych pomp ciepła typu glikol woda. Wykonawca zobowiązany jest zaprojektować i wykonać system pozyskiwania ciepła z odnawialnego źródła energii jakim jest grunt. Ciepło pozyskane z gruntu po odpowiednim podniesieniu / obniżeniu temperatury przez pompy ciepła przekazywane będzie do instalacji grzewczych (CO, CT, CWU) i wody lodowej (WL) budynku.

Nowe źródło ciepła należy połączyć z istniejącym węzłem ciepła oraz instalacją wody lodowej.

Nowe urządzenia należy zlokalizować w pomieszczeniu na poziomie 0,00 budynku, wskazanym przez Zamawiającego, w pobliżu pomieszczenia węzła ciepła.

### **2.3.1 Maszynownia pomp ciepła**

Źródłem ciepła i chłodu po modernizacji będzie inwerterowa lub z wielostopniową modulacją pompa ciepła typu glikol/woda (dopuszcza się montaż maksymalnie dwóch pomp ciepła) o mocy grzewczej ok. 280 kW dla parametrów B5/W55 oraz mocy chłodniczej ok. 190 kW dla parametrów B5/W35 (dokładna ilość oraz wymagana moc pomp ciepła do ustalenia przez Wykonawcę na etapie PW). Dolnym źródłem ciepła dla pomp ciepła będą gruntowe sondy pionowe. Należy wykonać sondy pionowe o łącznej długości min. 4000 mb, jednak długość pojedynczej sondy nie może być mniejsza niż 200m.. Do instalacji grzewczej projektowany układ pompy ciepła włączony będzie poprzez zbiornik buforowy o pojemności min. 1000dm<sup>3</sup>. Instalacja chłodzenia będzie zasilana bezpośrednio z pompy ciepła (aktywne chłodzenie) lub za pomocą dolnego źródła ciepła (free-cooling). Czynnik będzie doprowadzany do zbiornika buforowego chłodu o pojemności min. 1000dm<sup>3</sup>, a następnie do instalacji poprzez wymiennik ciepła WAC/FC. W czasie pracy pompy ciepła tylko dla celów instalacji chłodzenia, przewiduje się możliwość zrzutu ciepła do DZC. Realizacja ww. funkcji możliwa będzie dzięki zastosowaniu zaworów przełączających oraz wykonaniu odpowiedniej automatyki.

Układ wyposażony będzie w niezbędną armaturę odcinającą, regulacyjną, zabezpieczającą i kontrolno-pomiarową.

Należy zapewnić szeregowe połączenie istniejącego źródła ciepła (węzeł ciepła) do instalacji grzewczej, tak aby możliwe było wykorzystanie węzła w okresach szczytowego zapotrzebowania na ciepło.

Nową instalację chłodzenia należy doprowadzić na dach i włączyć do istniejącej instalacji za AWL. Pompy ciepła pracujące w trybie chłodu aktywnego lub free-cooling będą głównym źródłem chłodu w budynku, jednak przewiduje się możliwość okresowego wykorzystania AWL w przypadku zwiększonego zapotrzebowania na chłód budynku. W związku z powyższym należy pozostawić istniejący AWL włączony równolegle do instalacji.

Na instalacji chłodzenia za pompami ciepła należy zamontować wymiennik ciepła o mocy 300





kW, po stronie pomp ciepła czynnikiem będzie glikol propylenowy 15% a po stronie instalacji woda lodowa.

W ramach realizacji niniejszego zadania, w celu zapewnienia tranzytu przewodów zasilających i powrotnych WL oraz CO (2 rury DN150 i 2 rury DN100) z nowoprojektowanej maszynowni do węzła ciepła, oraz do szachtu technicznego prowadzącego na dach budynku, należy zmodyfikować istniejącą instalację w węźle ciepła. Proponuje się wykonanie modernizacji poprzez obniżenie rzędnej prowadzenia przewodów powrotnych CO DN150 (węzeł ciepła-rozdzielacz) oraz powrotnych z instalacji CO DN65 wychodzących z rozdzielacza powrotnego, tak aby zapewnić przejście nowych przewodów przez ścianę pomiędzy nową maszynownią oraz istniejącym węzłem ciepła pod stropem pomieszczenia. W uzgodnieniu z Zamawiającym dopuszczalne jest zaproponowanie alternatywnego rozwiązania prowadzenia przewodów.

Poglądowy schemat źródła ciepła i chłodu po modernizacji stanowi załącznik nr 3 do niniejszego opracowania.

W ramach niniejszego zadania należy wydzielić część istniejącego pomieszczenia laboratoryjnego na potrzeby maszynowni pomp ciepła za pomocą systemowego rozwiązania ścianki z płyt g-k o wymaganej przepisami odporności ogniowej. W nowej ścianie należy przewidzieć drzwi do maszynowni – techniczne, stalowe o wymaganej przepisami odporności ogniowej. Nowe ściany należy otynkować oraz pomalować na kolor uzgodniony z Zamawiającym.

### **Obiegi po stronie źródła**

- **Pompy ciepła** – zgodnie z opisem w odrębnym punkcie niniejszego PFU
- **DZC** - obieg glikolowy pomiędzy sondami gruntowymi, pompami ciepła oraz wymiennikiem WAC/FC (wymienNIK aktywnego chłodzenia/free-cooling) i wymiennikiem WZC (zrzut ciepła do DZC). Stężenie glikolu propylenowego w mieszaninie wodnej zostanie ustalone w oparciu o najniższe temperatury występujące w obiegu jak również parametry termodynamiczne i korozyjne płynu, wstępnie projektuje się glikol propylenowy 15%.
- **Zawory przełączające (on/off)** – obieg DZC (pomiędzy DZC, pompami ciepła i wymiennikiem WAC/FC) ma możliwość pracy w różnych trybach – DZC-WAC (free-cooling), DZC-PC, PC-WAC. Regulacja hydrauliczna oraz sterowanie przepływami / temperaturami wymagają analiz na etapie projektu wykonawczego. Nadrzędnym

wymogiem Zamawiającego jest zapewnienie możliwości maksymalnego wykorzystania potencjału wolnego chłodzenia (free-cooling) z DZC, jak również równoległej pracy źródła w różnych trybach (dla różnych potrzeb obiegów) i optymalizacji energetyczno-ekonomicznej źródła (funkcja automatyki, realizowana w trybie ciągłym).

- **Wymiennik WAC/FC** (chłodzenie aktywne/pasywne) – wymiennik umożliwiający zasilanie instalacji chłodniczej w budynku bezpośrednio z dolnego źródła ciepła (free-cooling) lub za pośrednictwem pomp ciepła lub AWL,
- **Zrzut ciepła do DZC** – obieg połączony z instalacją glikolową za pomocą wymiennika ciepła WZC, umożliwi zrzut ciepła wyprodukowanego przez pompy ciepła w okresie letnim do DZC w celu jego regeneracji,

### 232. Rozprowadzenie instalacji

Doprowadzenie czynnika grzewczego z maszynowni pomp ciepła do rozdzielacza instalacji grzewczej należy wykonać możliwie najkrótszą trasą.

Doprowadzenie czynnika chłodniczego instalacji chłodzenia w budynku na dachu wykonać poprzez przeprowadzenie instalacji rurowej szachtem wykonanym z płyt g-k zlokalizowanym przy ścianie zewnętrznej - osie K-14. Rury w szachcie prowadzić w izolacji termicznej i przeciwwykropleniowej grubości zgodnie z WT. Mocowanie kanałów w szachcie za pomocą systemowych zawiesi. Szacht po wykonaniu instalacji należy odtworzyć i przywrócić do stanu pierwotnego. Na ostatniej kondygnacji należy wykonać przebicie w stropie oraz stropodachu w miejscu szachtu, a prowadzone nowe rury należy obudować za pomocą płyt g-k o wymaganej odporności ogniowej. Nową obudowę od zewnątrz należy otynkować oraz pomalować na kolor uzgodniony z Zamawiającym. Rozprowadzenie rur po dachu prowadzić możliwie najkrótszą trasą, rury izolować izolacją o grubości zgodnej z WT oraz zabezpieczyć kablem grzewczym.

### 233. Pompy ciepła

Wymagane parametry techniczne pompy ciepła:

- Typ pompy ciepła: inwerterowa lub z wielostopniową modulacją, glikol/woda w zabudowie kompaktowej, wykonanie wewnętrzne,
- Moc grzewcza w punkcie B5/W55 min. 280kW,
- Moc chłodnicza w punkcie B5/W35 min. 190 kW,

- Wymagane minimalne COP w punktach pracy B.../W..., przy obrotach sprężarki 4500 obr/min wg normy EN-14511 lub innej równoważnej:

Parametry temperaturowe B../W..	COP
B0/W35	4,1
B0/W55	2,3
B5/W55	2,7

- Moc akustyczna B0W35, pomiar wg EN 12102 lub normy równoważnej max 77 dB(A),
- Maksymalna temperatura na zasilaniu: min. 60°C,
- Temperatury glikolu na wejściu: max. 27 °C, min. -2.5°C,
- Zabezpieczenie sprężarki i układu sterowania – zintegrowane,
- Czynnik chłodniczy R410A,
- Maksymalne ciśnienie kontrolne po stronie ogrzewania i solanki wynosi 6,0 bar – wartość ta nie może być wyższa,
- Obudowa dźwiękochłonna, na ramie
- Konstrukcja - ramowa, spawana, przejmująca drgania układu,
- Nie należy stosować jako pompy ciepła urządzeń typu agregat wody lodowej chłodzony wodą. Pompa ciepła musi być urządzeniem dedykowanym przede wszystkim do trybu grzania z maksymalnym COP (odpowiednie powierzchnie wymienników, sprężarki, armatura, automatyka itp.).
- Dodatkowe wymagania: elektroniczny zawór rozprężny z systemem kontroli RCD lub równoważny; zgodność z CE,
- Gwarancja – standardowo min. 3 lata. Dostawca musi zapewnić możliwość opcjonalnego przedłużenia gwarancji do 5 lat (dokument dołączony do dokumentacji powykonawczej).

Projektowe parametry pracy instalacji grzewczej 60/45°C.

Projektowe parametry pracy instalacji chłodniczej 7/12°C.

Podane wyżej wartości temperatur należy traktować jako orientacyjne – celem nadrzędnym Projektanta i Wykonawcy jest maksymalizacja efektywności energetycznej rozwiązania źródła ciepła/chłodu.

W celu zabezpieczenia przed zamrażaniem wody gruntowej przez sondy pionowe,

temperatura w obiegu źródła dolnego powinna być wyższa od 0°C. W celu dodatkowego zabezpieczenia, system gruntowych pomp ciepła należy wyposażyć w układ pomiaru temperatur (monitoring ciągły) podłączony do układu sterowania pompami ciepła i do BMS. Należy stosować pompy ciepła ze zintegrowanymi systemami sterowania oraz z możliwością pełnej, obustronnej komunikacji z BMS budynku.

Wymagana jest płynna regulacja mocy źródła ciepła / chłodu za pomocą sprężarki inwerterowej lub z wielostopniową modulacją. Nadrzędnym celem jest pełne i elastyczne wykorzystanie mocy dolnego źródła, zarówno w trybie chłodzenia jak i grzania oraz bieżąca maksymalizacja COP pomp ciepła.

Należy zastosować jedną pompę ciepła (dopuszcza się maksymalnie dwie jednakowe pompy ciepła po uzgodnieniu z Zamawiającym) o najlepszej dostępnej na rynku charakterystyce i o mocy grzewczej i chłodniczej wynikających ze szczegółowych bilansów zweryfikowanych na etapie PW w porozumieniu z Zamawiającym. Moc grzewcza pompy ciepła nie może być niższa niż 280 kW. Ustalenie ostatecznej mocy chłodniczej źródła wymaga szczegółowych analiz w ramach PW.

W źródle ciepła i chłodu średnice rurociągów należy dobierać z 20% przewymiarowaniem, dla celów pracy pomp ciepła z maksymalną wydajnością.

W przypadku zastosowanie dwóch jednakowych pomp ciepłą układ sterowania kaskadą pomp ciepła w trybie grzania powinien optymalizować wykorzystanie pomp ciepła poprzez załączanie poszczególnych jednostek, tak aby zoptymalizować ich COP. Wykorzystanie wężła ciepła jako źródła szczytowego możliwe jest jedynie w przypadku stwierdzenia niedotrzymania parametrów temperaturowych instalacji przy pracy pomp ciepła z maksymalną wydajnością.

Sterowanie kaskadą w trybie pracy chłód aktywny (PC+AWL) – szczegółowe rozwiązanie do ustalenia z Zamawiającym na etapie przygotowania projektu wykonawczego.

Wymagane tryby pracy źródła ciepła (PC):

- Grzanie,
- Chłodzenie aktywne,
- Chłodzenie pasywne,
- Zrzut ciepła do DZC,
- Kombinacje ww. trybów.



Przełączanie między poszczególnymi trybami pracy za pomocą automatycznych zaworów przełączających z siłownikami zintegrowanych w systemie automatyki budynkowej BMS.

Napełnianie i uzupełnianie instalacji grzewczych i chłodniczych będzie następowało z sieci cieplnej poprzez istniejące przyłącze w pomieszczeniu węzła ciepła. Instalacje będą napełniane / uzupełniane ręcznie za pośrednictwem podłączenia rozłącznego wyposażonego w zawory odcinające, filtr, wodomierz, zawór zwrotny, wąż elastyczny. Pierwsze napełnienie instalacji po przeprowadzeniu wszystkich niezbędnych prób należy wykonać wodą zdemineralizowaną. Instalacja glikolowa – dolne źródło ciepła pomp ciepła, napełniana oraz uzupełniana będzie ze zbiornika z glikolem zlokalizowanego w pomieszczeniu maszynowni pomp ciepła poprzez przyłącze wyposażone w układ pompowy.

Na instalacji glikolowej pomiędzy przyłączem instalacji zrzutu ciepła a pompami ciepła należy zamontować szybkie zawory, które w razie awarii zabezpieczą układ przed niekontrolowanym wyciekiem glikolu z całej instalacji.

Dla wszystkich elementów instalacji źródła ciepła i chłodu (pompy ciepła, bufony, pompy obiegowe, itp.) należy zapewnić możliwość odcięcia elementów od instalacji za pomocą zaworów odcinających na wypadek ewentualnej konieczności wymiany lub serwisu urządzenia.

Wszystkie przewody (rury, kształtki, armatura, zawieszki itp.) w węźle ciepła należy zaizolować termicznie (izolacja powietrzno-szczelna).

### **23.4. Dolne źródło ciepła (DZC) – gruntowe sondy pionowe**

Dolnym źródłem ciepła dla pomp ciepła będzie układ pionowych sond gruntowych o głębokości 200-250 m (żadna sonda nie może być krótsza niż 150 m), zlokalizowanych na terenie objętym opracowaniem. Zastosować należy sondy pojedyncze U (PE-100RC, min. DN40) – celem jest minimalizacja strat ciśnienia w obiegu dolnego źródła (minimalizacja wysokości podnoszenia pomp). Przewiduje się sondy pionowe o łącznej długości min. 4000 mb, jednak dokładną ilość i głębokość sond należy dobrać na etapie PW. Moc dolnego źródła ciepła należy przewidzieć na poziomie 224 kW, jednak należy przewidzieć 20% zapas miejsca na rozdzielaczach.

Do sond pionowych należy doprowadzić rury z rozdzielaczy zlokalizowanych w studni

rozdzielaczowej, z której czynnik należy doprowadzić do maszynowni pomp ciepła poprzez tzw. „fosę” zewnętrzną przyległą do budynku od strony parkingu. Prowadzenie rur pod stropem poziomu 0.00 budynku. Poziome rury doprowadzające oraz przewody z maszynowni do studni rozdzielaczowej należy wykonać z rur PE-100RC, min. DN40 (taki sam materiał i technika połączeń jak sondy pionowe) preizolowanych i prowadzić możliwie najkrótszą trasą z przykryciem min. 1,5 m warstwą gruntu. Alternatywnie możliwe jest zastosowanie rur PE-100RC nie preizolowanych, jednak odpowiednio głębsze ich ułożenie w gruncie, oddalenie od siebie rur zasilających od powrotnych oraz lokalne zastosowanie izolacji z płyt XPS. Rozwiązanie alternatywne dla rur preizolowanych wymaga uzgodnienia z Zamawiającym (przedstawienie obliczeń wykazujących równoważność energetyczną). Należy stosować przewody tworzywowe łączone poprzez zaprasowanie, nie dopuszcza się połączeń klejonych ani zgrzewanych. Zamawiający wymaga aby pomiędzy studnią rozdzielaczową a sondą nie występowały połączenia rur. System źródła dolnego wykonać należy zgodnie z wytycznymi VDI 4640 i/lub innymi równoważnymi uznanymi wytycznymi w tym zakresie.

Obiegi sond należy grupować w systemie rozdzielaczowym – musi istnieć możliwość odcięcia i regulacji przepływu dla każdej sondy oddzielnie. Rozdzielacz dwusekcyjny (zasilanie i powrót) zaizolowany izolacją przeciwwykropleniową i termiczną zgodnie z WT.

Na rozdzielaczach DZC należy zapewnić 20% zapasu miejsca. Na każdym z obiegów do sond pionowych należy na zasilaniu zamontować zawory odcinające pełnoprzelotowe oraz rotametry obejściowe natomiast na powrocie do sond pionowych zawory odcinające.

#### Cechy charakterystyczne gruntowych sond pionowych:

- Materiał sond i rozprowadzeń przewodów poziomych sondy-budynek – polietylen o dużej gęstości HDPE, klasa 100, odporny na propagację pęknięć – Resistance to Crack; umożliwiające układanie w gruncie rodzimym, bez konieczności wykonywania obsypki, eliminujący niebezpieczeństwo rozprzestrzeniania się rys;
- Średnice rur sond – min 40 mm lub równoważne – wybór na etapie PW, w oparciu o wyniki obliczeń hydraulicznych;
- Sonda pojedyncze „U”;
- Głowica sondy wykonana w taki sposób aby opory przepływu były minimalne ,
- Minimalna temperatura układania 0 °C;
- Wymagana jest niska chropowatość bezwzględna rur ok. 0,04 mm;
- Zgodność z normami – DIN 16892, DIN 16893, PN-EN ISO 15875-2 lub



równoważnymi;

- Zakres stosowanych temperatur: od  $-20^{\circ}\text{C}$  do  $+40^{\circ}\text{C}$ ;
- Maksymalny współczynnik przewodzenia ciepła  $\lambda = 0,42 \text{ W}/(\text{mK})$ ;
- system połączeń elementów systemu DZC – zgrzewanie – mufy elektrooporowe;
- Gęstość materiału sond  $950\text{--}970 \text{ kg}/\text{m}^3$ ;
- Minimalna klasa ciśnieniowa systemu DZC – PN16 (SDR11);
- Rozstaw sond gruntowych w rzucie należy przyjąć na poziomie 10% długości sondy jednak nie mniej niż 12 m;
- System sond gruntowych należy zaprojektować zgodnie z wytycznymi VDI 4640 lub innymi równoważnymi uznanymi wytycznymi;
- Wymagana minimalna gwarancja dostawcy dla całego rozwiązania systemowego źródła dolnego - 10 lat. Gwarancja dotyczy niezawodności działania kompletnego rozwiązania sond (rury, wypełnienie odwiertu materiałem dedykowanym do iniekcji, prace wiertnicze itp.) oraz przewodów rozprowadzeń poziomych sondy-budynek (rury, kształtki, armatura, prace ziemne i montażowe, odtworzenie rejonu robót itp.).

Wykonawca zobowiązany jest zaprojektować łatwe i bezpieczne w eksploatacji rozwiązania napełniania instalacji glikolowej uwzględniając różne wymagane stężenia glikolu propylenowego w poszczególnych instalacjach.

#### Wypełnianie otworu wiertniczego

Uszczelnienie i wypełnienie przestrzeni między sondą, a ścianą otworu wiertniczego należy wykonać za pomocą specjalistycznego materiału. Zawieszina tiksotropowa zapewni dokładne wypełnienie przestrzeni pierścieniowej otworu, stanowiąc zabezpieczenie przed mieszaniem warstw wodonośnych (współczynnik filtracji  $< 2 \times 10^{-10} \text{ m/s}$ ). Należy stosować wypełnienie mineralne (naturalne i neutralne dla środowiska surowce) o odpowiednim uziarnieniu, charakteryzujące się współczynnikiem przewodzenia ciepła nie mniejszym niż  $2,0 \text{ W}/(\text{mK})$ . Takie równomierne związanie sondy z górotworem zabezpieczy również sondę przed nierównomiernym obciążeniem.

Wypełnianie otworu wiertniczego należy przeprowadzić zgodnie z VDI 4640 cz. 2 lub równoważne, tak aby zapewnić trwałe, stabilne fizycznie i chemicznie połączenie sondy z otoczeniem skalnym. W wypełnieniu otworu sondy nie mogą znajdować się pęcherzyki powietrzne ani puste przestrzenie. Wypełnienie otworu wiertniczego należy wykonać metodą iniekcji, od głowicy sondy w górę otworu z wykorzystaniem rury wypełniającej (rurki

iniekcyjnej zainstalowanej do głowicy sondy). Wyłącznie należyce przeprowadzone wprowadzenie sondy i wypełnienie otworu zgodnie z VDI 4640 zapewnia odpowiednie funkcjonowanie szczególnie głębszych sond.

Należy prowadzić stałą kontrolę jakości (gęstości) zaczynu na placu budowy za pomocą areometru lub metoda wagową – dla każdej sondy na początku i na końcu procesu zatłaczania. O kontroli należy informować na bieżąco Weryfikatorów branżowych Zamawiającego.

W przypadku suchych otworów wiertniczych należy wypełnić sondę docelową mieszaniną wody z glikolem propylenowym najpóźniej przed wypełnieniem otworu. Aby nie przekroczyć dopuszczalnego ciśnienia zaleca się, szczególnie dla sond o długości powyżej 150 m, całkowite odpowietrzenie sond przed wypełnieniem otworu, dokładne uszczelnienie i użycie ciśnieniomierza do kontroli ciśnienia wewnętrznego. Podczas wypełniania otworu nie może ono przekroczyć 21 bar.

Przed uruchomieniem całego systemu należy przeprowadzić próbę szczelności, np. zgodnie z PN-EN 805 lub normą równoważną. Należy również sprawdzić, czy we wszystkich sondach odbywa się równomierny przepływ i sporządzić protokół z próby szczelności.

### Inne wymagania

Konieczne jest pełne opomiarowanie układu sond gruntowych w następujący sposób:

- indywidualne pomiary temperatur glikolu na wyjściu z każdej sondy i zbiorczo na wejściu do grupy sond - 1 pomiar na każdym rozdzielaczu (powrót z PC) – czujniki zatapialne (pochwy w trójkach),
- pomiary różnic ciśnień na rozdzielaczach zasilającym i powrotnym; możliwość pomiaru ciśnień na pojedynczych sondach (manualnie, z wykorzystaniem zaworów odcinających – funkcja kontroli szczelności),
- pomiary energii uzyskiwanej z gruntu – liczniki ciepła / chłodu na każdej sekcji źródła dolnego,
- przepływ na każdej sondzie.

Wszystkie pomiary muszą być na bieżąco monitorowane, archiwizowane i wizualizowane w systemie BMS.

Należy przeprowadzić pomiar długości sond w trakcie wykonawstwa oraz próby odbiorowe (testy szczelności, przepływu itp.) przy obecności przedstawicieli Zamawiającego. Metoda pomiaru wymaga uzgodnienia i akceptacji Zamawiającego.

Każdorazowo min. 1 godzinę przed planowanym zatłaczaniem sondy należy poinformować wskazanych przedstawicieli Zamawiającego, tak żeby odbywało się to w obecności przedstawiciela Zamawiającego.

Wstępne lokalizacje gruntowych sond pionowych przedstawiono w załączniku nr 4 do niniejszego opracowania. Dokładną lokalizację i ostateczną liczbę sond należy ustalić na etapie PW i przedstawić do akceptacji Zamawiającego.

### 235. Bufory

Aby umożliwić magazynowanie energii w postaci ciepła oraz chłodu wyprodukowanego przez pompy ciepła należy zastosować zbiorniki buforowe. Należy zaprojektować zbiornik buforowy grzania BG.1 o pojemności min. 1000 dm<sup>3</sup> oraz zbiornik buforowy chłodu BC.1 o pojemności min. 1000 dm<sup>3</sup> (pojemności zbiorników należy potwierdzić szczegółowymi obliczeniami na etapie PW; pojemność wynika z czynnej pojemności zładu). Zasobniki należy zaizolować izolacją z wełny mineralnej z folią aluminiową.

Zbiorniki buforowe należy wypełnić materiałem zmienno fazowym (PCM) aby zmaksymalizować zdolności akumulacyjne zbiorników.

Cele stosowania zasobników buforowych:

- pokrycie czasów blokady zakładu energetycznego (zależnie od taryfy i czasów szczytów obciążenia – możliwość wyłączania PC w godzinach szczytu. W tym czasie obiegi po stronie budynku mogą być zasilane ze zbiorników buforowych);
- Akumulacja energii wytworzonej przez pompy ciepła w okresach występowanie korzystnych taryf energetycznych,
- stały przepływ przez pompę ciepła: zasobnik buforowy umożliwia rozdzielenie hydrauliczne strumieni w obiegu wtórnym pompy ciepła i obiegach grzewczych. Przy zredukowaniu przepływu w obiegu grzewczym np. przez zawory termostatyczne, przepływ w obiegu wtórnym pozostaje stały,

### 236. Pompy obiegowe

Jako pompy obiegowe we wszystkich obiegach instalacji ogrzewania i chłodzenia należy stosować pompy posiadające odpowiednie dopuszczenia do stosowania, umożliwiające pełną kontrolę ich parametrów pracy przez system BMS budynku (stan, przepływ, ciśnienie, obroty

itp.). Każdy kompletny układ pompowy wyposażony będzie w zawór zwrotny i dwa zawory odcinające. Pompy należy wyposażyć w manometry z zaworami odcinającymi, umożliwiające okresową „ręczną” kontrolę ich parametrów pracy jak również manometry.. Pompy obiegowe muszą być wyposażone w przetwornice częstotliwości (pracują na zmiennym przepływie). Wszystkie pompy obiegowe należy zaprojektować o współczynniku efektywności energetycznej EEI nie gorszym niż 0,23 lub równoważne.

W źródle ciepła i chłodu należy przewidzieć następujące pompy obiegowe:

- PO PC1 – pompa obiegowa po stronie górnego źródła ciepła pomp ciepła,
- PO DZC1 – pompa obiegowa po stronie dolnego źródła ciepła pomp ciepła,
- PO ZC – pompa obiegowa zrzutu ciepła do DZC,
- PO WL – pompa obiegowa obiegu chłodzenia aktywnego/ free-cooling,

Oznaczenia pomp obiegowych zgodnie ze schematem źródła ciepła i chłodu (załącznik nr 3).

Przy doborze pomp obiegowych należy stosować 15% zapasu na wydajności oraz wysokości podnoszenia.

### **23.7. Wymienniki ciepła**

W ramach modernizacji źródła ciepła i chłodu projektuje się dwa wymienniki ciepła służące do przekazania ciepła/chłodu pomiędzy instalacjami zawierającymi różny czynnik. Poniżej zestawiono parametry projektowanych wymienników ciepła:

#### WZC – wymiennik obiegu zrzutu ciepła do DZC

Wymiennik ciepła typu woda-glikol o następujących parametrach:

- moc wymiennika ciepła: 224 kW
- przepływ (strona wysoka): 38,5 m<sup>3</sup>/h
- czynnik obiegowy - woda grzewcza
- parametry pracy instalacji – 35/30°C
- króćce przyłączeniowe: DN125
- dopuszczalny spadek ciśnienia: 25,0 kPa
- przepływ (strona niska): 64,3 m<sup>3</sup>/h
- czynnik obiegowy – glikol propylenowy 15%



- parametry pracy instalacji - 7/10°C
- króćce przyłączeniowe: DN125
- dopuszczalny spadek ciśnienia: 25,0 kPa

#### WAC/FC – wymiennik obiegu aktywnego/pasywnego chłodzenia

Wymiennik ciepła typu woda-glikol o następujących parametrach:

- moc wymiennika ciepła: 300 kW
- przepływ (strona wysoka): 86,1 m<sup>3</sup>/h
- czynnik obiegowy – glikol propylenowy 15%
- parametry pracy instalacji – 5/8°C
- króćce przyłączeniowe: DN150
- dopuszczalny spadek ciśnienia: 25,0 kPa
- przepływ (strona niska): 51,6 m<sup>3</sup>/h
- czynnik obiegowy – woda lodowa
- parametry pracy instalacji – 7/12°C
- króćce przyłączeniowe: DN150
- dopuszczalny spadek ciśnienia: 25,0 kPa
- wymiennik wykonany jako skręcany z możliwością rozbudowy do 500kW,
- Wymiennik WAC/FC należy zlokalizować w maszynowni pomp ciepła.

Wymienniki ciepła wykonane jako lutowane lub skręcane, zaizolowane przy zastosowaniu oryginalnych kształtek producenta izolacją przeciwwykropleniową oraz termiczną zgodnie z WT.

### **238. Opomiarowanie źródła ciepła i chłodu**

Projektuje się opomiarowanie źródła ciepła / chłodu:

- energia pobierana i przekazywana przez pompy ciepła - liczniki ciepła - po obu stronach każdej pompy ciepła:
  - LC PC1,
  - LC D1
  - LC DZC1,



Lokalizacja liczników ciepła i chłodu zgodnie ze schematem – załącznik nr 3. Należy zwrócić szczególną uwagę aby liczniki montowane na instalacji zawierającej czynnik w postaci roztworu glikolu propylenowego były dostosowane do pracy na instalacji z takim czynnikiem.

W zakresie pomiaru energii elektrycznej projektuje się pomiar:

- energia elektryczna doprowadzona do każdej z pomp ciepła (liczniki energii elektrycznej),
- energia elektryczna doprowadzona do wszystkich pomp obiegowych dolnego źródła (sondy pionowe) - licznik energii elektrycznej,
- energia elektryczna doprowadzona do pompy obiegowej układu chłodzenia pasywnego - licznik energii elektrycznej,

Wszystkie pomiary temperatury, ciśnienia, przepływu itp. we wszystkich kluczowych punktach instalacji i źródła muszą być monitorowane i zwizualizowane w systemie BMS budynku.

### **23.9. Wymagania materiałowe instalacji i wyposażenia**

#### **Przewody rurowe**

Wszystkie przewody rurowe instalacji grzewczych i chłodniczych w pomieszczeniu źródła ciepła oraz główne przewody w budynku prowadzone nawierzchniowo (rozdzielcze, piony, rozprowadzające na kondygnacjach, pomiędzy pomieszczeniami itp.) projektuje się z rur stalowych łączonych przez spawanie lub zaprasowywanie - nie dopuszcza się połączeń zgrzewanych ani klejonych. Maksymalne ciśnienie robocze co najmniej 10 bar przy maksymalnej temperaturze roboczej wynoszącej co najmniej 100°C.

Przewody prowadzone w strefach narażonych na uszkodzenia mechaniczne izolacji dodatkowo zabezpieczone będą płaszczem z blachy stalowej ocynkowanej.

Prowadzenie rurociągów na dachu wykonać na stopach montażowych lub w miarę możliwości wykorzystać istniejące fundamenty. Przewody na dachu od zewnętrznej strony należy zabezpieczyć płaszczem z blachy stalowej ocynkowanej oraz kablem grzewczym.

Projektuje się przejścia rurociągów przez przegrody budowlane w tulejach ochronnych, umożliwiających wzdłużne przemieszczenie się przewodu w przegrodzie. Przestrzeń pomiędzy tuleją a przewodem wypełniona materiałem plastycznym lub elastycznym, nie powodującym





uszkodzenia przewodu. W tulei nie może znajdować się żadne połączenie przewodu. Tuleja ochronna powinna być rurą o średnicy wewnętrznej większej od średnicy zewnętrznej rury przewodu: co najmniej o 2 cm , przy przejściu przez przegrodę pionową, i co najmniej o 1cm, przy przejściu przez strop. Tuleje ochronne powinny być wykonane z tego samego materiału, co prowadzona rura.



Rurociągi prowadzone na przegrodach budowlanych będą mocowane przy pomocy systemowych wsporników i uchwytów. Podpory, wsporniki i uchwyty muszą posiadać odpowiednie wymiary, wytrzymałość oraz zapewnić wydłużalność rurociągów, jej kompensację oraz możliwość stałego zakotwienia.

Przewody poziome prowadzić ze spadkiem min. 0,3% tak, żeby w najniższych miejscach załamań przewodów zapewnić możliwość odwadniania instalacji, a w najwyższych miejscach załamań przewodów możliwość odpowietrzania instalacji. Przewody zasilający i powrotny należy prowadzić obok siebie ułożone równolegle w sposób umożliwiający wykonanie izolacji cieplnej.

Przewody poziome prowadzone pod stropami mocować na podporach stałych (w uchwytach) i podporach ruchomych (zawieszeniach) usytuowanych w odstępach nie mniejszych niż wynika to z wymagań dla materiału z którego wykonane są rury. Na pionach w najwyższych punktach zabudować zawory odpowietrzające instalację (wraz ze zbiornikami odpowietrzającymi), a pod pionami i w najniższych punktach złądów - zawory spustowe.

Maksymalne odstępki pomiędzy podporami przewodów stalowych należy przyjmować zgodnie z wymaganiami producenta rur.

Wszystkie obiegi, odbiorniki i strefy regulacji w obiekcie wyposażać należy w zawory regulacyjne (2- lub 3-drogowe) z siłownikami 0..10V w celu umożliwienia automatycznej (jak również ręcznej) regulacji temperatury i/lub przepływu. Na etapie PW należy uszczegółowić doборы poszczególnych urządzeń i armatury.

### **Izolacje termiczne i przeciwwykropleniowe**

Projektuje się izolację przewodów instalacji grzewczych w postaci otuliny przeznaczonej do instalacji grzewczych (wełna mineralna powlekana folią aluminiową). Przewody instalacji chłodniczych izolowane będą cieplnie i przeciwwykropleniowo izolacją na bazie syntetycznego kauczuku. Izolację projektuje się dla wszystkich elementów instalacji ogrzewania i chłodzenia (rury, kształtki, armatura itp.).

Wszystkie przewody izolowane będą otuliną przeznaczoną do instalacji grzewczych o niskim współczynniku przewodzenia ciepła, otulinami o grubości jak niżej (tablica 2.1. zgodnie z Dz.U. nr 75, poz. 690 z późn. zmianami). Przewody prowadzone w przestrzeni nieogrzewanej dodatkowo zabezpieczone będą płaszczem z blachy stalowej ocynkowanej i elektrycznym

kablem grzejnym, za wyjątkiem przewodów wypełnionych mieszaniną wody z glikolem propylenowym.

Przewody prowadzone w strefach ewidentnie narażonych na uszkodzenia mechaniczne izolacji, dodatkowo zabezpieczone będą płaszczem z blachy stalowej ocynkowanej.

Rury prowadzone po dachu izolować izolacją o grubości zgodnej z wymaganiami WT i pokryć płaszczem z blachy stalowej ocynkowanej oraz zabezpieczyć elektrycznym kablem grzewczym.

Tablica 2.1. Wymagania izolacji cieplnej przewodów ogrzewania i chłodzenia

Lp	Rodzaj przewodu lub komponentu	Minimalna grubość izolacji cieplnej (materiał 0,035 W/(m·K) 1)
1	Średnica wewnętrzna do 22 mm	20 mm
2	Średnica wewnętrzna od 22 do 35 mm	30 mm
3	Średnica wewnętrzna od 35 do 100 mm	równa średnicy wewnętrznej rury
4	Średnica wewnętrzna ponad 100 mm	100 mm
5	Przewody i armatura wg poz. 1-4 przechodzące przez ściany lub stropy, skrzyżowania przewodów	1/2 wymagań z poz. 1-4
6	Przewody ogrzewań centralnych wg poz. 1-4, ułożone w komponentach budowlanych między ogrzewanymi pomieszczeniami różnych użytkowników	1/4 wymagań z poz. 1-4
7	przewody wg poz. 6 ułożone w podłodze	6 mm
8	Przewody ogrzewania powietrznego (ułożone wewnątrz izolacji cieplnej budynku)	40 mm
9	Przewody ogrzewania powietrznego (ułożone na zewnątrz izolacji cieplnej budynku)	80 mm
10	Przewody instalacji wody lodowej prowadzone wewnątrz Budynku 2)	50 % wymagań z poz. 1-4
11	Przewody instalacji wody lodowej prowadzone na zewnątrz Budynku 2)	100 % wymagań z poz. 1-4

Uwaga: 1) przy zastosowaniu materiału izolacyjnego o innym współczynniku przenikania ciepła niż podano w tabeli należy odpowiednio skorygować grubość warstwy izolacyjnej, 2) izolacja cieplna wykonana jako powietrznoszczelna.



## **Zabezpieczenia antykorozyjne**

Projektowane instalacje z rur stalowych należy zabezpieczyć antykorozyjnie przez pomalowanie:

- farba do gruntowania, termoodporna - dwie warstwy,
- farba nawierzchniowa, termoodporna - dwie warstwy.

## **Zabezpieczenia ppoż. instalacji ogrzewania i chłodzenia**

Projektuje się przepusty instalacyjne w elementach oddzielenia przeciwpożarowego w klasie odporności ogniowej (EI) wymaganej dla tych elementów. Przepusty instalacyjne o średnicy większej niż 0,04 m w ścianach i stropach pomieszczenia zamkniętego, dla których wymagana klasa odporności ogniowej jest nie niższa niż EI 60 lub równoważne lub REI 60 lub równoważne, a niebędących elementami oddzielenia przeciwpożarowego, będą mieć klasę odporności ogniowej (EI) ścian i stropów tego pomieszczenia.

## **Armatura**

Należy przewidzieć zawory regulacyjne z siłownikami elektromotorycznymi na każdym obiegu w źródle ciepła.

Wszystkie zawory regulacyjne od jednego producenta, wyposażone w króćce do pomiaru przepływów w instalacji.

Właściwy dobór armatury należy wykonać wg szczegółowych obliczeń na etapie PW.

Cała zastosowana armatura powinna posiadać świadectwa i atesty dopuszczenia do stosowania budownictwie.

W źródle ciepła i chłodu należy przewidzieć armaturę umożliwiającą odcięcie poszczególnych fragmentów instalacji (zawory kulowe, pełnoprzelotowe) oraz zawory umożliwiające spust wody i odpowietrzenie, termometry i manometry.

Armatura o średnicach wewnętrznych do 50 mm – połączenia gwintowane, powyżej 50 mm – połączenia kołnierzowe.



Wszystkie obiegi instalacji ogrzewania i chłodzenia wyposażone w system zabezpieczeń przed wahaniami ciśnienia obejmujący:

- zawory bezpieczeństwa montowane przy zasobnikach wymiennikach itp.,
- naczynia wzbiorcze przeponowe montowane na każdym zamkniętym układzie instalacji.

W instalacjach projektuje się zawory odcinające kulowe pełnoprzelotowe.

Projektowane ciśnienie instalacji – 6 bar. Armatura z niezbędnymi aprobatami technicznymi, atestami i dopuszczeniami.

Dla umożliwienia odwodnienia instalacji we wszystkich jej najniższych punktach armatura spustowa o średnicy nie mniejszej niż 15mm ze złączką do węża. Armaturę spustową należy projektować przy armaturze odcinającej na odgałęzieniach oraz na rozdzielaczach. Pod pionami i na końcach długich odgałęzień poziomych należy przewidzieć zawory nadmiarowo-upustowe, w celu zapewnienia minimalnego przepływu przez pompy obiegowe.

W przypadku gdy doprowadzenie wody do urządzeń umożliwia jej przepływ zwrotny, na przewodzie doprowadzającym wodę do nich należy zaprojektować zawory zwrotne.

Wszystkie elementy armatury o średnicach wewnętrznych do 50 mm wyposażone w połączenia gwintowane, natomiast 50 mm i większe – połączenia kołnierzowe - alternatywnie połączenia armatury jako spawane.

Odmulniki ze stosem magnetycznym (wykonanie ze stali węglowej, ocynkowane ogniowo z wkładami magnetycznymi), przeznaczone są do zatrzymywania zanieczyszczeń w postaci stałej. Odmulnik zabezpieczony zaworem bezpieczeństwa. Filtr siatkowy montowany na każdym obiegu razem z zestawem pomiarowym i z zaworami odcinającym umożliwiającym wymianę filtra / wkładu.

Projektuje się armaturę do regulacji hydraulicznej - zawory regulacyjne z siłownikami elektromotorycznymi na każdym obiegu w źródle ciepła i chłodu.



### 3. Wymagania ogólne

#### 3.1. Wymagania Zamawiającego w stosunku do przedmiotu zamówienia

##### 3.1.1. Wymagania dotyczące przygotowania terenu robót

Prowadzone prace budowlane związane z realizacją inwestycji nie powinny pogarszać standardów użytkowania działek sąsiednich oraz nie mogą zakłócać funkcjonowania i użytkowania tych terenów.

W ramach przygotowania terenu robót należy dokonać wszelkich niezbędnych robót przygotowawczych, obejmujących między innymi ogrodzenie i zabezpieczenie przed dostępem osób nieupoważnionych terenu budowy przed przystąpieniem do wykonywania robót ziemnych. Dla zapewnienia bezpieczeństwa użytkowników budynku wymagane jest wyznaczenie i oznakowanie strefy bezpieczeństwa w trakcie prowadzonych robót. Prowadzone prace należy wykonywać w sposób niepowodujący narażenia na uszkodzenie obiektów znajdujących się w pobliżu terenu robót oraz w sposób bezpieczny dla otaczającej zieleni. Przed użyciem na terenie budowy ciężkiego sprzętu należy zabezpieczyć istniejące drzewa matami słomianymi i deskami oraz przewiązać je drutem wiązkowym.

Wykonawca ma tak zorganizować teren robót aby miał możliwość korzystania ze wszystkich mediów.

Wykonawca zobowiązany jest do zapewnienia ochrony terenu robót do czasu ich zakończenia, a zwłaszcza zabezpieczenia istniejącego budynku i składowanych tam własnych materiałów budowlanych i sprzętu.

Wszystkie używane podczas robót urządzenia techniczne powinny posiadać potrzebne tłumiki ograniczające emisję hałasu, a poziom ich hałasu nie powinien wykroczyć poza obręb działki inwestycyjnej.

Po zakończeniu prowadzenia robót teren należy przywrócić do stanu pierwotnego. Należy odtworzyć wszelkie uszkodzone lub zdemontowane nawierzchnie utwardzone oraz odtworzyć tereny zielone.

##### 3.1.2. Wymagania dotyczące robót budowlanych

Zamawiający wymaga, aby przedmiot zamówienia wykonano zgodnie ze wszystkimi elementami projektu, jego wykonywania i nadzoru.

Zamawiający wymaga, aby roboty budowlane były wykonane w sposób powodujący





najmniejsze utrudnienia w funkcjonowaniu ruchu pieszego oraz ewentualnie drogowego. Wykonawca zapewni teren na zaplecze robót.

Wykonawca będzie zobowiązany do przyjęcia odpowiedzialności od następstw i za wyniki działalności w zakresie:

- organizacji robót budowlanych;
- zabezpieczenia interesów osób trzecich, w tym w szczególności użytkowników budynku;
- ochrony środowiska;
- warunków bezpieczeństwa pracy;
- zabezpieczenia robót przed dostępem osób trzecich;
- zabezpieczenia terenu robót od następstw związanych z budową.

Wyroby budowlane, stosowane w trakcie wykonywania robót budowlanych, mają spełniać wymagania polskich przepisów, a wykonawca będzie posiadał dokumenty potwierdzające, że zostały one wprowadzone do obrotu, zgodnie z regulacjami ustawy o wyrobach budowlanych i posiadają wymagane parametry.

Zamawiający przewiduje bieżącą kontrolę wykonywanych robót budowlanych. Kontroli zamawiającego będą w szczególności poddane:

- rozwiązania projektowe zawarte w dokumentacji projektowej, projekty wykonawcze i specyfikacje techniczne wykonania i odbioru robót budowlanych: przed ich skierowaniem do wykonawcy robót budowlanych - w aspekcie ich zgodności z programem funkcjonalno- użytkowym oraz warunkami umowy;
- stosowane gotowe wyroby budowlane, w odniesieniu do dokumentów potwierdzających ich dopuszczenie do obrotu oraz zgodności parametrów z danymi zawartymi w projektach wykonawczych.

### **3.13. Wymagania dotyczące materiałów**

Wszystkie materiały oraz systemy zastosowane przy realizacji projektu muszą posiadać certyfikaty na znak bezpieczeństwa, CE i inne wymagane atesty.

Dokumentację zgodności Wykonawca przedstawia na każde żądanie Zamawiającego, a po zakończeniu realizacji przedmiotu zamówienia przekazuje użytkownikowi potwierdzając każdy dokument z oświadczeniem, że wymieniony materiał został wbudowany w trakcie prac budowlanych.

Materiały powinny spełniać wymagania techniczne i estetyczne. Materiały dostarczone na budowę bez dokumentów potwierdzających przez producenta ich jakość nie mogą być



dopuszczone do stosowania.

Wykonawca zapewni, aby tymczasowo składowane materiały do czasu, gdy będą one potrzebne do robót, były zabezpieczone przed zanieczyszczeniem, zachowały swoją jakość i właściwość do robót i były dostępne do kontroli przez Zamawiającego. Miejsca czasowego składowania materiałów będą zlokalizowane w obrębie terenu budowy w miejscach uzgodnionych z Zamawiającym.

### **3.2. Cechy obiektu dotyczące rozwiązań budowlano-konstrukcyjnych i wskaźników ekonomicznych**

O ile nie jest to określone inaczej w wymaganiach szczegółowych, Zamawiający oczekuje zaprojektowania i wykonania obiektu zgodnie z określonymi w niniejszym PFU wymaganiami. Wykonawca zastosuje materiały o jakości i w standardzie wykończenia nie gorszym niż określone w PFU.

Wszystkie materiały zastosowane w nowoprojektowanych elementach budynku powinny być nowe i najlepszej jakości, najbardziej odpowiednie do pełnionej roli i wymagające minimum konserwacji. Powinny zapewniać długotrwałą przydatność w warunkach klimatycznych panujących w miejscu lokalizacji Inwestycji. Zastosowane materiały, elementy gotowe oraz rozwiązania konstrukcyjno-budowlane i instalacyjne powinny odpowiadać warunkom miejscowym i środowiskowym oraz spełniać wymagania obowiązujących norm i przepisów.

#### **3.2.1. Roboty ziemne – odwierty sond pionowych**

Wykonawca w ramach niniejszej inwestycji, na etapie przygotowania projektu wykonawczego, zobowiązany jest do sporządzenia Projektu Robót Geologicznych oraz Planu Ruchu Zakładu Górniczego obejmującego DZC dla pomp ciepła.

Technologia robót ziemnych powinna uwzględniać wszystkie uwarunkowania dotyczące prawidłowego i bezpiecznego wykonania wykopów, fundamentów i nasypów budowlanych a także odpowiedniej do warunków geotechnicznych i sytuacji terenowej obudowy wykopów. Roboty ziemne powinny być wykonywane przy szczególnym uwzględnieniu lokalizacji istniejących sieci oraz instalacji zewnętrznych tak aby uniknąć ewentualnych kolizji i awarii.

Pozostałości płuczki z wykonywania odwiertów Wykonawca zobowiązany jest zutylizować z wykorzystaniem wozu asenizacyjnego.

Wykonawca po zakończeniu robót zobowiązany jest do odtworzenia zagospodarowania terenu zgodnie ze stanem sprzed rozpoczęcia robót.

### 322. Roboty murarskie

Przejścia przewodów rurowych przez ściany wykonywać w rurach ochronnych o długości 2 cm większej niż grubość przegrody. Należy zapewnić zgodne z projektem parametry materiałów murowych (w tym wymaganą klasę zaprawy) oraz kategorię wykonania robót murarskich.

Przepusty instalacyjne w elementach oddzielenia przeciwpożarowego powinny mieć klasę odporności ogniowej (EI) wymaganą dla tych elementów. Przepusty instalacyjne o średnicy większej niż 0,04 m w ścianach i stropach pomieszczenia zamkniętego, dla których wymagana klasa odporności ogniowej jest nie niższa niż EI 60 lub REI 60 lub równoważne, a niebędących elementami oddzielenia przeciwpożarowego, powinny mieć klasę odporności ogniowej (EI) ścian i stropów tego pomieszczenia.

Na czas wykonywania otworów na przejścia w istniejących ścianach, ze względu na ich czasowe osłabienie, należy przewidzieć montaż tymczasowych podpór zabezpieczających zagrożone fragmenty stropów podpartych tymi ścianami.

### 323. Uwagi ogólne dotyczące prowadzenia prac budowlanych

Wszelkie roboty budowlane – montażowe należy wykonywać zgodnie z Warunkami technicznymi wykonywania i odbioru robót budowlanych pod stałym nadzorem osób posiadających odpowiednie uprawnienia wykonawcze.

Prace powinny być wykonywane przez wyspecjalizowane ekipy budowlane z zachowaniem zasad bhp oraz obowiązujących norm i przepisów.

Przed przystąpieniem do poszczególnych etapów prac należy sprawdzać istotne dla ich prawidłowego wykonania wymiary istniejących elementów budynku oraz skoordynować roboty z opisanymi w odpowiednich projektach robotami związanymi.

### 3.3. Wymagania odnośnie charakterystyki energetycznej i fizyki budowni

- Wszelkie zapisy Dz.U. Nr 75 poz. 690 z 12.04.2002 z późniejszymi zmianami, które potencjalnie mogłyby być traktowane jako dobrowolne (np. sformułowania „powinno”, „zaleca się” itp.) należy traktować jako wymagane do obowiązkowego stosowania („należy”, „musi” itp.);
- Wszystkie przejścia instalacji przez powłokę budynku zaopatrzyć w szczelne przepusty/dławiki - zastosować rozwiązania umożliwiające wymianę tras kablowych czy rur w trakcie eksploatacji bez obniżania szczelności powietrznej przepustu (np.

gwintowane dławiki z materiałem uszczelniającym)

- W celu zapewnienia oszczędności energii instalacji należy minimalizować spadki ciśnienia po stronie wody w obiegach nagrzewnic i chłodziń powietrza oraz grzejników – ograniczenie wysokości podnoszenia pomp obiegowych,

### 3.4. Hałas i wibracje

Akustyka i ochrona przed hałasem w budynku jest bardzo istotna dla spełnienia warunków komfortu przebywania w nim ludzi. Szczegóły związane z hałasem określa rozdział IX Dziennika Ustaw 75 poz. 690 z późniejszymi zmianami oraz norma PN-87/B-02151.02 lub równoważne. Należy zapewnić dopuszczalne poziomy dźwięków A w pomieszczeniach przeznaczonych do przebywania ludzi zgodnie ww. normą.

Urządzenia na dachu i wewnątrz budynku projektować przy spełnieniu wymagań akustycznych zawartych w normie PN-87/B-02151/02 lub równoważne oraz zgodnie z rozporządzeniem Dziennik Ustaw z 2007 r. Nr 120 poz. 826 - Dopuszczalny poziom hałasu w [dB].

Drgania materiałów powstają głównie przy przepływie czynnika przez armaturę, rurociągi oraz poprzez pracę urządzeń. Dla tłumienia tych drgań stosować właściwe przekładki w uchwytach przewodów. Połączenia urządzeń wywołujących drgania z instalacjami wykonać poprzez złącza wibroizolacyjne (elastyczne). Dla ograniczenia przenoszenia drgań przewidywać wykonanie bezpośrednio narażonych na drgania elementów z materiałów ciężkich, wykonywanie przewodów z rur o pogrubionych ścianach, rur z tworzyw sztucznych lub izolowanie ich z zastosowaniem izolacji dźwiękochłonnej układanej bezpośrednio na rurociągach, odpowiednie mocowanie rur – wkładki, uchwyty, listwy, szyny z przekładkami, wstawianie w środek sprężynujących i elastycznych warstw izolacyjnych, wstawianie kompensatorów z elastomerów na rurociągach, ustawianie urządzeń na ciężkich płytach fundamentowych posadowionych na podłożach sprężystych lub z wykorzystaniem miękkich przekładek. Miejscami krytycznymi w ochronie przed hałasem są również przejścia rurociągów przez przegrody, przejścia te wykonywać w rurach osłonowych, oddzielających rury od elementów konstrukcji budynku. Dodatkowo w tych miejscach przewidzieć owinięcie materiałami tłumiącymi i zamknięcie końców tulei kitami trwale elastycznymi. Dla rur z PE dostosowane są specjalne nakładki.

Wszystkie zawory odcinające powinny pracować jako całkowicie otwarte bądź całkowicie zamknięte. Mocowanie rur i armatury do przegród wykonywać z zastosowaniem elementów antywibracyjnych.

### 3.5. Wytyczne międzybranżowe

#### 3.5.1. Architektura i konstrukcja

Wytyczne przedstawiono szczegółowo w poszczególnych rozdziałach opracowania. W ogólnym ujęciu należy:

- elementy konstrukcyjne obiektu przystosować do montażu elementów technologicznych
- w miejscach przejść instalacji przez elementy konstrukcyjne budynku wykonać otwory montażowe o wymiarach większych od wymiaru kanału/rurociągu
- szachty wentylacyjne oraz przejścia instalacyjne przez przegrody stanowiące wydzielenie ogniowe wykonać jako odporne ogniowo
- pod urządzeniami o dużej masie wykonać ramy pozwalające na zachowanie dopuszczalnych przez konstrukcję budynku nośności stropu
- przy urządzeniach z elementami wymagającymi regulacji lub konserwacji (zawory regulacyjne itd.) zapewnić możliwość dostępu w ramach stropów podwieszanych
- przejścia dachowe zabezpieczyć przeciwwodnie i termicznie

Należy zapewnić dostęp techniczny do szachtów instalacyjnych.

#### 3.5.2. Instalacje elektryczne

Wykonać instalację zasilania w energię elektryczną odbiorników instalacji źródła ciepła, zaworów oraz elementów sterowania i automatycznej regulacji.

#### 3.5.3. Instalacje wod-kan

Należy spełnić poniższe wymagania ze strony instalacji wod-kan:

- wpusty podłogowe (kanalizacja sanitarna) i zawory czerpalne ZW – maszynownia pomp ciepła,
- woda uzdatniona - napełnianie zładów instalacji HVAC w źródle ciepła i chłodu,

#### 3.5.4. Instalacje AKPiA i system BMS

Wytyczne przedstawiono szczegółowo w poszczególnych rozdziałach opracowania. W ogólnym ujęciu opisano poniżej główne wytyczne dotyczące układu AKPiA.

### **Źródło ciepła i chłodu wraz z instalacjami ogrzewania i chłodzenia**

Wszystkie zaprojektowane pompy ciepła muszą mieć możliwość dwustronnej komunikacji w jednym ze standardowych protokołów komunikacyjnych automatyki budynkowej (np. BACNet, Modbus, etc.). Wszystkie lokalne układy sterowania autonomicznych urządzeń źródeł ciepła i chłodu muszą zostać podłączone do nadrzędnego układu sterowania (PLC- Master / Serwer automatyki Master), w którym zaprogramowane zostaną wszystkie algorytmy sterowania spełniające optymalne wykorzystanie ciepła i chłodu w zależności od dynamicznie zmieniających się obciążeń budynku. Wszystkie niezbędne punkty pomiarowe i sterowania muszą mieć możliwość podłączenia do zintegrowanego systemu zarządzania budynkiem (BMS) wraz z zapewnieniem zdalnego monitoringu, zadawania wartości zadanych („set-pointów”), funkcjonalności raportowania, trendowania, archiwizacji oraz alarmowania. Dla wszystkich instalacji ogrzewania i chłodzenia niezbędne urządzenia wykonawcze (pompy obiegowe etc.), jak również wszystkie niezbędne punkty pomiarowe muszą być zintegrowane w nadrzędnych (Master) sterownikach/serwerach automatyki i następnie podłączone do BMS.

### **Zintegrowany system zarządzania budynkiem BMS**

Należy zapewnić pełną integrację wszystkich istniejących w budynku systemów sterowania i regulacji w warstwie nadrzędnej (SCADA) będącej dla automatyki budynkowej zintegrowanym systemem zarządzania budynkiem BMS. Ogólnie wszystkie elementy zintegrowane w systemie BMS muszą mieć możliwość:

- pełnej i ciągłej wizualizacji wszystkich procesów na przygotowanych, specjalnie przeznaczonych synoptykach,
- realizacji funkcji archiwizowania (wybór przez użytkownika),
- realizacji funkcji trendowania (wybór przez użytkownika),
- realizacji funkcji raportowania (wybór przez użytkownika),
- realizacji funkcji alarmowania (w krytycznych dla obiektu sytuacjach); alarmy muszą podzielone być na kilka grup, jak np. informujące, ważne, krytyczne; wszystkie muszą mieć funkcję akceptacji przez uprawnionego użytkownika,
- użytkownicy systemu podzieleni na określone grupy z rozgraniczonymi prawami dostępu oraz uprawnieniami.

System zarządzania budynkiem BMS integrować musi i zapewniać dwukierunkową i ciągłą



komunikację pomiędzy danymi systemami:

- aparatura kontrolno-pomiarowa i automatyka (AKPiA) oraz systemy sterowania dla instalacji źródeł ciepła i chłodu,

### 3.6. Wymagania dotyczące projektowania

Wszelkie parametry widocznych elementów instalacji (kształty, formy, kolory, materiały itp.) wymagają każdorazowo uzgodnienia z Zamawiającym na etapie projektu wykonawczego.

Część projektowa obejmuje wykonanie kompletnej, pełnobrańkowej dokumentacji budowlanej, wykonawczej i powykonawczej, dotyczących instalacji źródła ciepła i chłodu, zgodnie z obowiązującymi przepisami, odpowiednio:

- Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (Dz.U. 2012 nr 0 poz. 462),
- Rozporządzeniem 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. z 2004 r. nr 202 poz. 2072 z późn. zm.).

Projekt wykonawczy należy opracować na podstawie Programu Funkcjonalno-Użytkowego oraz innych dokumentacji udostępnionych przez Zamawiającego.

Pełnobrańkowy projekt wykonawczy musi zawierać odpowiednie dla niniejszego zadania elementy a przede wszystkim:

- szczegółowy opis techniczny,
- obliczenia hydrauliczne – wymiarowanie elementów instalacji HVAC,
- precyzyjny dobór wszystkich elementów instalacji,
- karty doborowe, katalogowe, DTR, elementów instalacji,
- atesty, certyfikaty, aprobaty,
- zestawienia materiałów,
- projekt nowych otworów w ścianach nośnych na prowadzenie instalacji,
- uzgodnienia i akceptację Zamawiającego,
- uzgodnienia formalno-prawne,
- część rysunkową (schematy, rzuty, przekroje, detale itp.),

- szczegółowe Specyfikacje Techniczne wykonania i odbioru robót budowlanych
- wraz ze zgłoszeniem gotowości odbioru Wykonawca przedłoży Zamawiającemu wszelkie dokumenty pozwalające na ocenę prawidłowości wykonania przedmiotu odbioru, w tym:
  - dokumentacja projektowa powykonawcza (komplet zaktualizowanego do warunków rzeczywistych projektu, zawierający DTR urządzeń, karty gwarancyjne itp.),
  - instrukcja obsługi i eksploatacji instalacji + potwierdzenie przeszkolenia personelu Zamawiającego,
  - laminowane schematy instalacji,
  - plan szkoleń dla personelu technicznego obsługującego obiekt ze strony Zamawiającego.

Ponadto dokumentacja musi zawierać protokół uzgodnień z wszystkimi branżami i być zgodna z normami i obowiązującymi polskimi przepisami, według których ma być wykonana instalacja. Dokumentacja podlega pełnej weryfikacji Zamawiającego i przed przystąpieniem do etapu realizacji musi uzyskać jego akceptację z oceną A1.

Zamawiającemu należy przekazać 5 egzemplarzy dokumentacji projektowej w formie papierowej i elektronicznej.

Wszystkie urządzenia elektryczne (pompy, pompy ciepła itp.) wymagają pełnego opomiarowania zużycia energii elektrycznej – monitoring w BMS. Szczegóły zgodnie z PFU-AKPiA.

### **3.7. Wymagane próby, testy, badania odbiorowe – kontrola jakości**

Należy przewidzieć pomiary rzeczywistych długości wszystkich gruntowych sond pionowych dla pomp ciepła po ich zainstalowaniu w odwiertach. Metodę pomiaru należy uzgodnić z Zamawiającym.

W trakcie wszystkich pomiarów niezbędna jest obecność weryfikatora branżowego ze strony Zamawiającego i protokolarne potwierdzenie odbioru prac.

Metodologia w/w pomiarów, prób i badań bazować będzie na normach, literaturze i wiedzy



fachowej z tego zakresu. Szczegółowe metodologie dla każdego badania muszą zostać opracowana przez Wykonawcę na etapie projektowania obiektu i wymagają precyzyjnego uzgodnienia oraz zatwierdzenia przez Zamawiającego.

### **3.8. Warunki wykonania i odbioru robót budowlanych**

#### **3.8.1. Warunki dotyczące robót**

Wykonawca robót jest odpowiedzialny za ich jakość oraz za ich zgodność z dokumentacją projektową, specyfikacją techniczną i poleceniami Inspektora nadzoru inwestorskiego. Wszystkie etapy prac budowlanych a w szczególności roboty zanikające powinny być zgłoszone do odbioru przez nadzór inwestorski pisemnie lub wpisem do dziennika budowy.

#### **3.8.2. Obowiązki Wykonawcy**

Wykonawca jest zobowiązany do:

- Sporządzenia mapy do celów projektowych, przygotowania odpowiednich dokumentów formalno-prawnych i uzyskanie na ich podstawie, w imieniu Zamawiającego, zgody właściwego organu na prowadzenie robót, w oparciu o obowiązujące przepisy, opracowania dokumentacji projektowej w formie planów
- rysunków lub innych dokumentów umożliwiających jednoznaczne określenie rodzaju i zakresu robót budowlanych, dokładną lokalizację i uwarunkowania ich wykonania. Projekty budowlane i wykonawcze muszą być przedstawione do akceptacji Zamawiającemu.
- przedstawienia Inspektorowi nadzoru do akceptacji wszystkie rozwiązania robocze, rysunki warsztatowe z odpowiednimi opisami, obliczeniami, próbki materiałów, prototypy wyrobów zarówno ujętych jak i nie ujętych dokumentacją projektową wraz z wymaganymi świadectwami, dopuszczeniami, atestami itp. przed wykonaniem bądź zamówieniem elementów indywidualnych;
- sprawdzenia wymiarów rzeczywistych na budowie;
- opracowania i przedstawienia Zamawiającemu do zatwierdzenia Specyfikacji Technicznych wykonania i odbioru robót na wszystkie realizowane elementy.
- Wykonawca ma prawo proponować zastosowanie innych niż specyfikowanych w projekcie materiałów i technologii, pod warunkiem że będą one równorzędne pod względem jakości, parametrów technicznych, wszystkie ewentualne odstępstwa od dokumentacji i specyfikacji muszą zostać uzgodnione przez Zamawiającego,
- aby wykonać roboty oraz usunąć wszelkie usterki i defekty z należytą starannością i



pilnością, zgodnie z postanowieniami umowy, wykonawca ma obowiązek dostarczyć wszelkie materiały, urządzenia i sprzęt oraz zatrudnić kierownictwo i siłę roboczą niezbędne do wykonania, wykończenia, uruchomienia i usunięcia usterek w takim zakresie w jakim jest to wymienione lub może być logicznie wywnioskowane z umowy;

- odpowiedzialności za odpowiednie wykonanie, stabilność i bezpieczeństwo wszelkich czynności na placu robót oraz za metody i technologie użyte na terenie prowadzenia robót budowlanych;
- zorganizowania we własnym zakresie zatrudnienia kierownictwa robót i robotników, a następnie zapewnić im warunki pracy, wynagrodzenie, zakwaterowanie, wyżywienie i dowóz;
- wykonywania wszelkich czynności niezbędnych dla realizacji robót w taki sposób aby w granicach wynikających z konieczności wypełnienia zobowiązań umownych, nie zakłócać bardziej niż to jest konieczne porządku publicznego, dostępu, użytkowania lub zajmowania dróg, chodników i placów publicznych oraz prywatnych do i na terenach należących zarówno do Zamawiającego jak i do osób trzecich, Wykonawca winien zabezpieczyć Zamawiającego przed wszelkimi roszczeniami, postępowaniami,
- odszkodowaniami i kosztami jakie mogą być następstwem nieprzestrzegania powyższego postanowienia;
- zastosowania wszelkich racjonalnych środków w celu zabezpieczenia dróg dojazdowych do placu robót od uszkodzenia przez ruch związany z działalnością Wykonawcy i Podwykonawców, dobierając trasy i używając pojazdów tak, aby szczególnie ruch związany z transportem materiałów, urządzeń i sprzętu Wykonawcy na plac budowy ograniczyć do minimum, oraz aby nie spowodować uszkodzenia tych dróg; Wykonawca winien zabezpieczyć i powetować Zamawiającemu wszelkie roszczenia jakie mogą być skierowane w związku z tym bezpośrednio i przeciw Zamawiającemu oraz podjąć negocjacje i zapłacić roszczenia jakie wynikną na skutek zaistniałych szkód;
- bycia gospodarzem na placu robót i jako gospodarz odpowiada za przekazany teren robót do czasu komisyjnego odbioru i przekazania terenu do użytkowania, odpowiedzialność powyższa dotyczy w szczególności obowiązków wynikających z przepisów BHP, przeciwpożarowych i porządkowych;
- odpowiedzialności za dokładne i prawidłowe wytyczenie robót w nawiązaniu do podanych w projekcie punktów, linii i poziomów odniesienia, za błędy w pozycji, poziomie i wymiarach lub wzajemnej korelacji elementów pełna odpowiedzialność



ponosi Wykonawca i zobowiązany jest je usunąć na własny koszt bez wezwania;

- ubezpieczenia robót, materiały i urządzenia przeznaczone do wbudowania, ryzyko pokrycia kosztów dodatkowych związanych z wymianą lub naprawą sprzętu i innych przedmiotów Wykonawcy sprowadzone na teren robót, wszelkie kwoty nie pokryte ubezpieczeniem lub nie odzyskane od instytucji ubezpieczeniowych winny obciążać Wykonawcę;
- sporządzenia przed rozpoczęciem budowy plan bezpieczeństwa i ochrony zdrowia, uwzględniając specyfikę obiektu i warunki prowadzenia robót budowlanych;
- współpracy i koordynacji robót z innymi wykonawcami wyłonionymi w odrębnych postępowaniach przetargowych obejmujących pozostałe roboty budowlane, aż do całkowitego ukończenia zadania, współpraca między wykonawcami polegać będzie na wzajemnym udostępnianiu frontu robót pod dalsze prace budowlane wraz ze skoordynowaniem terminu ich wykonania, wynikającym z ogólnego harmonogramu robót akceptowanego przez Inwestora,
- Wykonawca opracuje i przedstawi Inwestorowi projekt organizacji robót i harmonogram rzeczowy robót do akceptacji;
- prowadzenia dokumentacji budowy, wykonywanie obmiarów ilości zamawianych robót, przygotowanie oraz przekazanie dokumentacji powykonawczej w jednym egzemplarzu Zamawiającemu;
- pozyskania składowisk (miejsc zwałki) dla mas ziemnych będących nadmiarem do wywozu (uzyskany własnym staraniem i na swój koszt).
- przygotowanie rozliczenia końcowego robót,
- sprawowanie nadzoru autorskiego nad realizowanymi robotami.



#### IV. CZĘŚĆ INFORMACYJNA – POMPY CIEPŁA

##### 1. Przepisy prawne, normy i wytyczne związane z projektowaniem i wykonaniem zamierzenia budowlanego

Projekt wykonawczy oraz całość robót należy wykonać zgodnie z Warunkami technicznymi wykonania i odbioru robót COBRI INSTAL (Zeszyt 2 „Wytyczne projektowania instalacji centralnego ogrzewania”, zeszyt 5–„Warunki Techniczne wykonania i odbioru instalacji wentylacyjnych”, zeszyt 6–„Warunki Techniczne wykonania i odbioru instalacji ogrzewczych” zeszyt 11–„Zalecenia do projektowania instalacji ciepłej wody, wentylacji i klimatyzacji minimalizujące namnażanie się bakterii Legionella”) lub równoważnymi wytycznymi oraz obowiązującymi przepisami bhp i ppoż., a w szczególności z Prawem budowlanym z dnia 7 lipca 1994 r.(wraz z późniejszymi zmianami) oraz „Rozporządzeniem MI w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie” wraz z poprawkami (Dz.U. Nr 75/2002); oraz Rozporządzeniem MI z dnia 6. listopada 2008r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno - użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej.

Instalacje wykonać zgodnie z obowiązującymi normami dotyczącymi projektowania, a w szczególności z:

- PN-B-02151-02:1987 Akustyka budowlana. Ochrona przed hałasem pomieszczeń w budynkach. Dopuszczalne wartości poziomu dźwięku w pomieszczeniach lub inną normą równoważną,
- PN-B-02414:1999 Ogrzewnictwo i ciepłownictwo - Zabezpieczenie instalacji ogrzewań wodnych systemu zamkniętego z naczyniami wzbiorczymi przeponowymi - Wymagania lub inną normą równoważną,
- PN-C-04607:1993 Woda w instalacjach ogrzewania - Wymagania i badania dotyczące jakości wody lub inną normą równoważną,
- PN-EN 12831:2006 Instalacje ogrzewcze w budynkach - Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego lub inną normą równoważną,
- PN-EN ISO 13370:2008 Ciepłne - właściwości użytkowe budynków - Wymiana ciepła przez grunt - Metody obliczania lub inną normą równoważną,



- PN-B-02403:1982 Ogrzewnictwo - Temperatury obliczeniowe zewnętrzne lub inną normą równoważną,
- PN-B-02421:2000 Ogrzewnictwo i ciepłownictwo - Izolacja cieplna przewodów, armatury i urządzeń - Wymagania i badania odbiorcze lub inną normą równoważną,
- Innymi przepisami, normami i wytycznymi powołanymi lub wynikającymi z tekstu PFU

Dla Wszystkich elementów instalacji, urządzeń itp. (zwłaszcza proponowanych przez Wykonawcę jako równoważne) należy przedstawić listę wymaganych przez Zamawiającego parametrów charakterystycznych, ustalonych przez uznane, akredytowane jednostki (laboratoria), niezależne od dostawcy tego elementu.

Kryteria równoważności (lista wymaganych parametrów charakterystycznych dla danego rozwiązania / elementu, urządzenia) ustalone zostaną w razie konieczności przez Zamawiającego.

## **2. Kopia mapy zasadniczej**

Kopia mapy zasadniczej będzie wykonana w ramach opracowania projektu budowlanego (jeśli konieczny) i wykonawczego na koszt Wykonawcy.

## **3. Wyniki badań gruntowo wodnych**

Nie przewiduje się potrzeby wykonywania badań gruntowo-wodnych. W przypadku, gdy zajdzie taka konieczność Wykonawca jest obowiązany do wykonania badań gruntowo-wodnych na własny koszt.

Wykonawca zobowiązany jest prowadzić prace wiertnicze związane z wykonaniem DZC wg obowiązujących przepisów prawa.

## **4. Zalecenia konserwatora zabytków**

Nie dotyczy.



## **5. Inwentaryzacja zieleni**

Wszelkie prace inwentaryzacyjne niezbędne do wykonania niniejszego zadania zostaną wykonane przez Wykonawcę na etapie sporządzania projektu wykonawczego oraz projektu budowlanego, jeżeli wymagane.

## **6. Dane dotyczące elementów ochrony środowiska**

Inwestycja nie wymaga konieczności uzyskania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach zgody na realizację inwestycji.

## **7. Pomiary ruchu drogowego, hałasu i innych uciążliwości**

Nie dotyczy.

## **8. Dane inwentaryzacyjne**

Zamawiający udostępni Wykonawcy archiwalną dokumentację projektową dotyczącą przedmiotowego obiektu. Wszelkie dodatkowe prace inwentaryzacyjne niezbędne do wykonania niniejszego zadania zostaną wykonane przez Wykonawcę na etapie sporządzania projektu wykonawczego oraz projektu budowlanego jeżeli wymagane.

## **9. Porozumienia, zgody lub pozwolenia oraz warunki techniczne i realizacyjne związane z przyłączeniem obiektu do istniejącej sieci wodociągowej, kanalizacyjnej, ciepłej, gazowej, energetycznej i teletechnicznej oraz dróg samochodowych, kolejowych lub wodnych**

Nie dotyczy.

## **10. Dodatkowe wytyczne inwestorskie i uwarunkowania związane z budową i jej przeprowadzeniem**

Brak.



## 11. Załączniki

Załącznik nr 1 – Schemat istniejącego węzła ciepła

Załącznik nr 2 – Schemat istniejącej instalacji wody lodowej

Załącznik nr 3 – Schemat źródła ciepła i chłodu

Załącznik nr 4 – Schemat rozmieszczenia sond pionowych

Załącznik nr 5 – Podkonstrukcja car-port typu L

Załącznik nr 6 – Podkonstrukcja car-port typu T

Załącznik nr 7 – Orientacyjne wskazanie miejsc rozdzielnic nn wraz z ogólnymi schematami