

1. Opis techniczny.....	2
1.1. Podstawa opracowania.....	2
1.2. Przedmiot opracowania.....	2
1.3. Założenia projektowe.....	2
1.4. Rozdzielnice RDC1÷4.....	3
1.5. Rozdzielnice RAC.....	3
1.6. Rozdzielnice RACK.....	3
1.7. Rozdzielnica RACZ1.....	3
1.8. Rozdzielnica RACZ2.....	3
1.9. Rozdzielnica RBAT.....	3
1.10. Rozdzielnica ROK.....	3
1.11. Kontener techniczny.....	3
1.12. Urządzenia fotowoltaiczne.....	4
1.13. Instalacja odgromowa i połączeń wyrównawczych.....	12
1.14. Uwagi końcowe.....	12
1.15. Wytyczne i wymagania przy wykonywaniu pomiarów termowizyjnych instalacji PV.....	14

3. Rysunki

- 3.1 Schemat ideowy systemu fotowoltaicznego
- 3.2 Schemat automatyki systemu fotowoltaicznego
- 3.3 Zabudowa rozdzielnic RACK, RACZ1, RACZ2
- 3.4 Zabudowa rozdzielnic RAC, RDC1÷4, RBAT
- 3.5 Schemat rozdzielnic ROK
- 3.6 Rzut kontenera – plan instalacji elektrycznej
- 3.7 Projekt zagospodarowania terenu – fotowoltaika

Załączniki

Specyfikacja materiałów

1. Opis techniczny

1.1. Podstawa opracowania

Projekt opracowano na podstawie:

- uzgodnień międzybranżowych,
- obowiązujących norm i przepisów.

1.2. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest „MONTAŻ WOLNOSTOJĄCYCH URZĄDZEŃ FOTOWOLTAICZNYCH O ZAINSTALOWANEJ MOCY ELEKTRYCZNEJ 36,75kW DLA CELÓW FUNKCJONOWANIA PROJEKTOWANEJ OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW NA DZIAŁCE NR 1512/6 OBRĘB PARTYNIA – GMINA RADOMYŚL WIELKI”.

1.3. Założenia projektowe

Projekt obejmuje:

- urządzenie kontenerowe (zespół szaf sterowniczych) techniczny do zabudowy osprzętu fotowoltaicznego,
- moduły fotowoltaiczne polikrystaliczne zabudowane na konstrukcji trzyczęściowej w terenie,
- konstrukcja pod zabudowę paneli fotowoltaicznych,
- dobór aparatury w postaci rozdzielnic DC oraz AC wraz z zabezpieczeniami;
- dobór infrastruktury elektrycznej dla potrzeb obsługi systemu fotowoltaicznego;
- wewnętrzne i zewnętrzne urządzenia przesyłowe na potrzeby systemu fotowoltaicznego;
- system Zarządzania Energią.

Wszystkie dostarczane urządzenia powinny być wyprodukowane w Unie Europejskiej i posiadać stosowne oznaczenia i certyfikaty.

Projektowane urządzenia fotowoltaiczne będą połączona z instalacją elektryczną oczyszczalni. Wyprodukowana energia w całości będzie wykorzystywana na potrzeby własne oczyszczalni. Nadmiar energii będzie gromadzony w systemie akumulatorów. System nie ma możliwości oddawania energii do sieci elektroenergetycznej. W przypadku zmniejszenia lub braku energii z fotowoltaiki potrzeby oczyszczalni będą zaspokajane z systemu akumulatorów a w następnej kolejności z sieci energetycznej.

W skład zestawu wchodzi 147 moduły o mocy 250Wp. Moduły zostają połączone w tzw stringi (łańcuchy) po 21 sztuk (7 stringów). Po stronie DC w zestawie są rozdzielnice RDC1÷4, po stronie AC rozdzielnice RAC.

Urządzenia przesyłowe zbiegają się w kontenerze (zespole szaf) w którym zabudować rozdzielnice RACK, RACZ1, RACZ2, rozdzielnicę RBAT, falowniki, inwertery, bank baterii oraz system monitoringu wytwarzanej energii.

Dostawca urządzeń fotowoltaicznych zapewni komplet urządzeń, które zapewni poprawne działanie systemu (panele+konstrukcja+falowniki, okablowanie, rozdzielnice DC, AC, inwertery, bank baterii, kontener wyposażony w instalację elektryczną, system monitoringu wytwarzanej energii z przesyłem informacji do dyspozytorni oczyszczalni).

Urządzenia przesyłowe (okablowanie) z paneli prowadzić w korytku kablowym metalowym przymocowanym do konstrukcji paneli, w terenie do kontenera okablowanie prowadzić w ziemi.

1.4. Rozdzielnice RDC1÷4

Rozdzielnice montować na konstrukcji paneli obok falowników po stronie DC. W rozdzielnicach zabudować zabezpieczenia stringów (łańcuchów), rozłącznik DC, oraz ochronniki typu T2. Rozdzielnice wykonać z materiałów odpornych na warunki atmosferyczne IP65.

1.5. Rozdzielnice RAC

Rozdzielnice montować na konstrukcji paneli obok falowników po stronie AC. W rozdzielnicach zabudować zabezpieczenia obwodów oraz ochronniki typu T2. Rozdzielnice wykonać z materiałów odpornych na warunki atmosferyczne IP65.

1.6. Rozdzielnice RACK

Rozdzielnicę montować w kontenerze. W rozdzielnicy zabudować zabezpieczenia obwodów falowników, wyłącznik różnicowoprądowy typu B, rozłącznik główny, układ szyn 100A oraz ochronniki typu T1+T2. Rozdzielnicę wykonać jako metalową w I klasie ochronności.

1.7. Rozdzielnica RACZ1

Rozdzielnicę montować w kontenerze. W rozdzielnicy zabudować rozłącznik główny (bezpiecznikowy), układ szyn 250A, analizator parametrów sieci, inteligentny licznik dwukierunkowy oraz ochronniki typu T1+T2. Rozdzielnicę wykonać jako metalową w I klasie ochronności.

1.8. Rozdzielnica RACZ2

Rozdzielnicę montować w kontenerze. W rozdzielnicy zabudować rozłącznik bezpiecznikowy na wyjściu na rozdzielnicę główną oczyszczalni, układ szyn 250A, analizator parametrów sieci oraz rozłączniki bezpiecznikowe dla zabezpieczenie inwerterów. Rozdzielnicę wykonać jako metalową w I klasie ochronności.

1.9. Rozdzielnica RBAT

Rozdzielnicę montować w kontenerze. W rozdzielnicy zabudować rozłączniki bezpiecznikowe dla inwerterów oraz dla banku baterii, układ szyn 250A, urządzenie monitorujące ładowanie baterii. Rozdzielnicę wykonać jako metalową w I klasie ochronności.

1.10. Rozdzielnica ROK

Rozdzielnicę montować w kontenerze. Rozdzielnica zasila obwody potrzeb własnych kontenera: Oświetlenie, wentylację, klimatyzację, ogrzewania, gniazda ogólne. Rozdzielnicę wykonać jako modułową w II klasie ochronności.

1.11. Kontener techniczny

Kontener techniczny wykonać jako kompletną konstrukcję z drzwiami (90x200), ocieplony. Minimalne wymiary wewnętrzne kontenera: sz. 4m, gł. 2,5m, wys. 2,5m. W kontenerze należy wykonać instalację ogólną oświetlenia, ogrzewania, klimatyzacji, wentylacji, gniazd. Oprzewodowanie dla fotowoltaiki układać na korytkach kablowych.

Kontener wraz z posadowieniem dostarcza branża budowlana.

Gniazd ogólnych w kontenerze

Instalację dla gniazd ogólnych należy rozprowadzić w rurkach RVS 21 natynkowo. Przewody stosować typu YDY 3x2,5mm² 750V. Łączenie przewodów i odgałęzień wykonywać w puszkach.

Gniazda montować na wysokości 1 cm od posadzki. W kontenerze stosować osprzęt bryzgoszczelny.

Ww instalację zasilić z rozdzielniczy ROK.

Oświetlenia ogólnego i awaryjnego w kontenerze

Pomieszczenie oświetlone będzie oprawami oświetleniowymi montowanymi nastropowo. Oświetlenie załączane będzie lokalnie.

Instalacja oświetleniowa wykonana będzie przewodami typu YDY 3x1,5mm² rozprowadzonymi w rurkach RVS 18 natynkowo.

Łącznik oświetlenia montować na wysokości 140 cm od poziomu posadzki.

W kontenerze stosować osprzęt bryzgoszczelny.

Dla oświetlenia awaryjnego należy wyposażyć jedną oprawę oświetlenia podstawowego w inwerter 1h. Oprawa powinna posiadać certyfikat CNBOP. Do oprawy doprowadzić stałą fazę sprzed łącznika oświetleniowego.

Ww instalację zasilić z rozdzielniczy ROK.

Ogrzewanie, chłodzenie, wentylacja

W pomieszczeniu kontenera przewiduje się zabudowę grzejnika 1000W wyposażonego w termostat. Do chłodzenia pomieszczenia przewiduje się zabudowę jednostki klimatyzacyjnej o mocy chłodniczej 5kW (klimatyzator do pracy w temperaturach ujemnych do -20st C). Dla wentylacji pomieszczenia przewiduje się wentylator ścienny sterowany czujnikiem temperatury.

Ww instalację zasilić z rozdzielniczy ROK.

1.12. Urządzenia fotowoltaiczne

Technologia modułów fotowoltaicznych

Na obiekcie projektuje się moduły fotowoltaiczne polikrystaliczne.

Zestawienie modułów fotowoltaicznych:

Nazwa	dl. Szyby [mm]	szerokość szyby [mm]	ilość szt.	Moc jednostkowa [W]	Sumaryczna moc [W]
Moduł 250W	1640	990	147	250	36 750

Parametry modułów fotowoltaicznych polikrystalicznych

PARAMETR	WARTOŚĆ
Typ ogniw w module PV	KRZEMOWE
Sprawność panelu	15,4%
Liczba ogniw	60 (6x10)
Utrata wydajności w ciągu 25 lat	20%
Utrata wydajności w ciągu 12 lat	10%
Tolerancja mocy	+3%
Typ szkła	hartowane szkło 3,2mm
Rama	aluminium anodowane
Prąd zwarcia (Isc)	8,71

DANE MECHANICZE	
Wymiary/moc	1640x990x35mm / 250W
System ochrony ogniwa i złączy	IP65 z diodami bypass
Waga	19kg
Obciążenie śniegiem zgodnie z IEC 61215	5400Pa
ZASADY UŻYTKOWANIA	
Temperatura	-40 do +85°C
Max. Napięcie DC	1 000V

Falowniki

Zadaniem falowników fotowoltaicznych jest przekształcenie wygenerowanej przez moduły fotowoltaiczne energii na prąd przemienny dostarczany do sieci Użytkownika. W niniejszym projekcie wykorzystano falowniki trójfazowe beztransformatorowe. Po stronie napięcia zmiennego AC zostaną one podłączone do lokalnej rozdzielniczy zbiorczej RACK, natomiast po stronie napięcia stałego DC – do rozdzielnic RDC.

Zaprojektowane falowniki charakteryzują się szerokim zakresem napięcia wejściowego, dzięki czemu istnieje możliwość konfiguracji modułów w szerokim zakresie oraz pozwalają na pomiar sumarycznej energii wyprodukowanej dziennie i całłościowo. Falowniki mają możliwość wzajemnej komunikacji i diagnostyki poprzez system nadzorujący. Dodatkowo każdy z zastosowanych falowników posiada wbudowany rozłącznik izolacyjny po stronie DC modułów fotowoltaicznych.

Falowniki w przypadku braku zasilania sieciowego przechodzą automatycznie w tryb uśpienia (ang. Stand-By) aż do momentu powrotu napięcia sieciowego.

Parametry łańcuchów po stronie napięcia stałego zostały dobrane tak by nie przekraczały w żadnych warunkach dopuszczalnych parametrów wejściowych falowników.

Falowniki montować na konstrukcji paneli fotowoltaicznych.

Podstawowe parametry inwertera:

DANE WEJŚCIOWE	Falownik 5kW	Falownik 10kW
Maks. prąd wejściowy (Idc max1 / Idc max2)	16,0 A / 16,0 A	27,0 A / 16,5 A
Maks. prąd zwarcia, pole modułu ((MPP1 / MPP2)	24,0 A / 24,0 A	40,5 A / 24,8 A
Min. napięcie wejściowe (Udc min)	150 V	200 V
Napięcie rozpoczęcia pracy (Udc start)	200 V	200 V
Znamionowe napięcie wejściowe (Udc,r)	595 V	600 V
Maks. napięcie wejściowe (Udc max)	1.000 V	1.000 V
Zakres napięć MPP (Umpp min - Umpp max)	163 - 800 V	270 - 800 V
Liczba trackerów MPP	2	2

Montaż urządzeń fotowoltaicznych

Liczba przyłączy prądu stałego DC	2 + 2	3 + 3
DANE WYJŚCIOWE		
Moc znamionowa AC (Pac,r)	5.000 W	10.000 W
Maks. moc wyjściowa	5.000 VA	10.000 VA
Prąd wyjściowy AC (Iac nom)	7,2 A	14,4 A
Przyłącze sieciowe (zakres napięcia)	3~NPE 400 V / 230 V lub 3~NPE 380 V / 220 V (+20 % / -30 %)	3~NPE 400 V / 230 V lub 3~NPE 380 V / 220 V (+20 % / -30 %)
Częstotliwość (zakres częstotliwości)	50 Hz / 60 Hz (45 - 65 Hz)	50 Hz / 60 Hz (45 - 65 Hz)
Współczynnik zniekształceń nieliniowych	< 3 %	1,8 %
Współczynnik mocy (cos φac,r)	0,85 - 1 ind. / poj.	0 - 1 ind. / poj.
DANE OGÓLNE		
Wymiary (wysokość x szerokość x głębokość)	645 x 431 x 204 mm	725 x 510 x 225 mm
Masa	19,9 kg	34,8 kg
Stopień ochrony	IP 65	IP 66
Klasa ochrony	1	
Kategoria przepięciowa (DC / AC)	2 / 3	
Pobór energii w nocy	< 1 W	
Koncepcja falownika	Beztransformatorowa	
Chłodzenie	Regulowana wentylacja	
Montaż	Montaż wewnętrzny i zewnętrzny	
Zakres temperatury otoczenia	od -25 do +60°C	od -40 do +60°C
Dopuszczalna wilgotność powietrza	0 % - 100 %	0 % - 100 %
Maks. wysokość nad poziomem morza	2.000 m / 3.400 m (nieograniczony / ograniczony zakres napięcia)	
Technologia przyłączenia DC	4x DC+ i 4x DC- Zaciski śrubowe 2,5 mm ² - 16 mm ²	6x DC+ i 6x DC- Zaciski śrubowe 2,5 mm ² - 16 mm ²
Technologia przyłączenia AC	5-stykowe zaciski śrubowe 2,5 mm ² - 16 mm ²	
	ÖVE / ÖNORM E 8001-4-712, DIN V VDE 0126-1-1/A1, VDE AR N 4105, IEC 62109-1/-2, IEC 62116, IEC 61727, AS 3100, AS 4777-2, AS 4777-3, CER 06-190, G83/2, UNE 206007-1, SI 4777, CEI 0-21, NRS 097;	

SPRAWNOŚĆ		
Maks. sprawność	98,0 %	98,0 %
Europejski współczynnik sprawności (η_{EU})	97,3 %	97,4 %
η przy 5 % $P_{ac,r2}$)	84,9 / 91,2 / 85,9 %	87,9 / 92,5 / 89,2 %
η przy 10 % $P_{ac,r2}$)	89,9 / 94,6 / 91,7 %	91,2 / 94,9 / 92,8 %
η przy 20 % $P_{ac,r2}$)	93,2 / 96,7 / 95,4 %	94,6 / 97,1 / 96,1 %
η przy 25 % $P_{ac,r2}$)	93,9 / 97,2 / 96,0 %	95,4 / 97,3 / 96,6 %
η przy 30 % $P_{ac,r2}$)	94,5 / 97,4 / 96,5 %	95,6 / 97,5 / 96,9 %
η przy 50 % $P_{ac,r2}$)	95,2 / 97,9 / 97,3 %	96,3 / 97,9 / 97,4 %
η przy 75 % $P_{ac,r2}$)	95,3 / 98,0 / 97,5 %	96,5 / 98,0 / 97,6 %
η przy 100 % $P_{ac,r2}$)	95,2 / 98,0 / 97,6 %	95,5 / 98,0 / 97,6 %
Sprawność dostosowania MPP	> 99,9 %	> 99,9 %
ZABEZPIECZENIA		
Pomiar izolacji DC	Tak	Tak
Zachowanie w momencie przeciążenia	Przesunięcie punktu pracy, ogranicznik mocy	Przesunięcie punktu pracy, ogranicznik mocy
Rozłącznik DC	Tak	Tak
ZŁĄCZA		
WLAN / Ethernet LAN	Solar.web, Modbus TCP SunSpec, Solar API (JSON)	
6 wejść i 4 cyfrowe wyjścia	Podłączenie do odbiornika sterowania zdalnego	
USB (gniazdo typu A)	Do nośników danych USB	
2 x RS422 (gniazdo RJ45)	Solar Net, Interface protocol	
Wyjście sygnalizacyjne	Zarządzanie energią (bezpotencjałowe wyjście przekaźnika)	
Rejestrator danych i serwer web	Zintegrowany	
Wejście zewnętrzne	Przyłącze licznika S0 / Analiza zabezpieczenia przeciwprzepięciowego	
RS485	Modbus RTU SunSpec lub podłączenie licznika	

Inwertery

Inwertery (6szt) montować w kontenerze. Inwertery posiadają dwa wejścia (zasilanie z falowników, zasilanie z sieci) oraz wyjście.

Inwertery zasilić z rozdzielnic RACK oraz RACZ1, wyjście podłączyć do rozdzielnic RACZ2.

Zadaniem inwerterów jest przeniesienie całej mocy oczyszczalni oraz ładowanie akumulatorów. W niniejszym projekcie wykorzystano inwertery jednofazowe (układ 3 inwerterów tworzy napięcie 3-fazowe).

Inwertery współpracują z układem baterii 48V, max prąd ładowania 70A, moc 5kW każdy,

100A wejście i wyjście z sieci.

Inwertery są wyłączane pożarowo poprzez styk podany z wyłącznika PPOż.

Podstawowe parametry inwertera:

PowerControl / PowerAssist

Zintegrowany przełącznik transferowy

AC wejście (2x): 100A

Wyłącznik bezpieczeństwa

INWERTER

Napięcie wejścia (V DC): 38-66V

Wyjście: Napięcia na wyjściu: 230 VAC \pm 2%, Częstotliwość: 50 Hz \pm 0,1 %

Moc na wyjściu przy 25 °C (VA): 5000VA

Maksymalna wydajność (%): 98%

ŁADOWARKA

Napięcie ładowania (płynne)(V DC): 55,2V

Prąd ładowania baterii głównej(A): 70A

Wymiary (wysokość x szerokość x głębokość w mm): 444 x 328 x 240

Bezpieczeństwo EN 60335-1, EN 60335-2-29

Emisja / Odporność EN 55014-1, EN 61000-3-2 / EN 55014-2, EN 61000-3-3

Dyrektywy motoryzacyjne 2004/1 04/EC

Rozdzielnice fotowoltaiczne RDC

Skrzynki połączeniowo-ochronne RDC służą do zabezpieczenia i łączenia łańcuchów modułów fotowoltaicznych.

W rozdzielnicy RDC zaprojektowano ochronniki przeciwprzepięciowe, bezpieczniki (topikowe) oraz rozłączniki.

RDC to obudowy hermetyczne IP 65 wykonane z odpornego na promieniowanie UV tworzywa sztucznego.

Okablowanie po stronie DC

Połączenie modułów od strony DC zaprojektowano przy wykorzystaniu przewodów solarnych charakteryzujących się następującymi parametrami:

- napięcie znamionowe: 0,6/1kV;
- pojedyncza wiązka;
- podwójna izolacja;
- żyły: wg PN/EN-60228, miedziane wielodrutowe klasy 5;
- izolacja: polwinitowa na 90 °C;
- powłoka: polwinitowa odporna na UV;
- temperatura wg PN-93/E-90400:
 1. na powierzchni przewodu: max. 90°C;
 2. po ułożeniu na stałe, praca dopuszczalna w temp. -30°C do +90°C;
 3. instalacje ruchome, praca dopuszczalna w temp. -5°C do +90°C.

Układanie kabli w profilach ryglowych prowadzić starannie aby uniknąć ocierania kabli o ostre krawędzie otworów i nie załamywać ponad dopuszczone promienie zgięcia.

Złącza od strony napięcia DC

Każdy moduł należy wyposażyć w złączki o stopniu ochrony co najmniej IP65. Parametry techniczne złącz oprzewodowania systemu fotowoltaicznego:

- Maksymalny prąd systemu fotowoltaicznego: 30 A

- Maksymalne napięcie systemu fotowoltaicznego: 1 000 V
- Termiczne warunki pracy: pomiędzy -40°C – +90°C
- Stopień ochrony: IP65

Złącza kablowe powinny zapewnić możliwość rozłączania serwisowego modułów fotowoltaicznych.

Uwaga!

- Nie rozłączać łańcuchów ogniw PV pod obciążeniem. Procedurę rozruchu i wyłączenia falowników przeprowadzać zawsze zgodnie z instrukcją obsługi właściwych falowników.
- Po uzyskaniu prawidłowego pomiaru napięcia na połączonym stringu należy dokonać pomiarów kolejno obu biegunów (plus i minus) względem uziemienia. Uzyskanie połączenia chociaż w jednym z tych pomiarów świadczy o zwarciu do ziemi. Należy znaleźć przyczynę i ją usunąć.
- Na końcówkach kabli może występować napięcie stałe do 700 V. Z tego względu przy podłączaniu paneli należy zachować szczególną ostrożność.
- Połączenia wtyków należy wykonywać trzymając za części nieprzewodzące.
- Niedopuszczalne jest oprawianie wtyków gdy drugi koniec jest podłączony do modułu PV. Niedopuszczalne jest oprawianie wtyków kabli połączeniowych, gdy drugi koniec jest podłączony do innego modułu.
- Bezwzględnie nie wolno wykonywać prac przyłączeniowych w czasie opadów deszczu lub przy zawilgoconych przewodach / wtykach.

Okablowanie po stronie AC

Miedzy falownikami fotowoltaicznymi a rozdzielnicami AC zostaną poprowadzone przewody miedziane o parametrach odpowiednio dobranych do mocy zainstalowanej fotowoltaiki. Przekrój zastosowanego przewodu zostanie dobrany do warunków obciążenia długotrwałego oraz spadków napięć zgodnie z normą PN-HD 60364-5-523.

Bank baterii

Bank baterii będzie się składał z dwóch układów: układ posiada 24 ogniwa 2V, 720Ah; montowane na stelażu o wym.: wys. 2m; sz.0,7m; gł.0,8m.

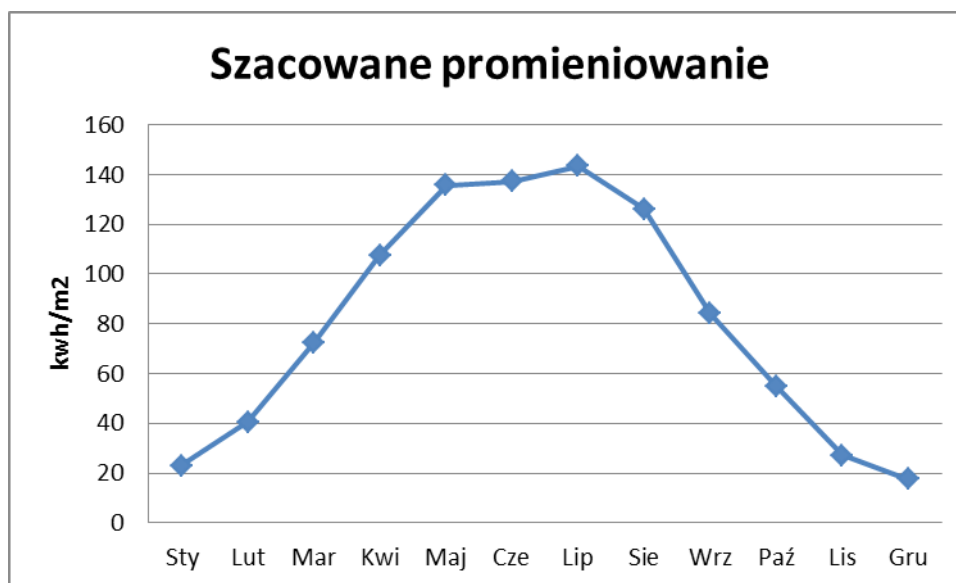
1.12.1. Moce i uzyski z urządzeń fotowoltaicznych

Zbiornicze zestawienie mocy i uzysków energetycznych przedstawiono w poniższej tabeli.

Element	Moc zainstalowana [kW]	Uzysk roczny [kWh]
Moduły fotowoltaiczne w terenie	36,75	30 540

Obliczenia zostały przeprowadzone dla uśrednionych danych na podstawie obrazów satelitarnych wykonanych przez CM-SAF. Rzeczywiste osiągi mogą odbiegać od założonych. Na osiągi będzie miała wpływ pogoda podczas badanego okresu czasu.

Szacowane miesięczne promieniowanie słoneczne na metr kwadrat w rozkładzie miesięcznym przedstawia się następująco.



Uzysk energetyczny

Przewiduje się pozyskanie w skali roku z całego systemu energii o łącznej wartości **30,540 MWh**. Należy zaznaczyć, że obliczenia zostały przeprowadzone dla uśrednionych danych z bazy Ministerstwa Infrastruktury. Rzeczywiste osiągi mogą odbiegać od założonych. Na osiągi będzie miała wpływ pogoda podczas badanego okresu czasu.

1.12.2. Ochrona systemu fotowoltaicznego

Ochrona przeciwpożarowa

W wyniku zadziałania systemu P.POŻ instalacja fotowoltaiczna zostaje odłączona spod napięcia zasilającego. W przypadku wyłączenia pożarowego falowniki przejdą w stan czuwania przez, inwertery poprzez styk bezpotencjałowy zostaną wyłączone. Napięcie wystąpi jedynie na okablowaniu wprowadzonemu do falownika (w terenie).

Ochrona przepięciowa

Ochronę przed wyindukowanymi przepięciami spowodowanymi wyładowaniami atmosferycznymi, zaprojektowano stosując ochronniki przepięciowe. Są to ograniczniki przepięć pozwalające ograniczyć przepięcia do poziomu $Up \leq 4$ kV przy prądzie udarowym (8/20) 25 kA (12,5 kA na jeden biegun). Każde wejście inwertera DC/AC zostanie zabezpieczone jednym ochronnikiem przepięciowym. Ochronniki zgodnie z danymi producenta nie wymagają dodatkowego zabezpieczenia w postaci bezpieczników. Ochronniki przepięciowe zostaną zabudowane w osobnej rozdzielni dedykowanej RDC oraz w inwerterach. Dla strony AC przy inwerterach zabudować ochronniki T2. W rozdzielnicach RACK i RACZ1 montować dodatkowo ochronniki T1+T2.

Układy zabezpieczeń przed wpływem energii do sieci

Energia produkowana przez urządzenia PV zostanie doprowadzona do rozdzielni zbiorczej RACK a następnie przez inwertery, bank baterii, rozdzielnicę RACZ2 do rozdzielni głównej oczyszczalni. W rozdzielni RACZ1 zostanie zamontowany inteligentny licznik (SMART METER) zabezpieczających przed wpływem wyprodukowanej energii do sieci elektroenergetycznej dostawcy energii (sterowanie falownikami w zakresie 0÷100% produkcji).

Inteligentny licznik dwukierunkowy pomaga ustalić krzywą obciążenia obiektu i optymalizować zużycie wyprodukowanej energii na potrzeby własne. Dzięki bardzo

dokładnym pomiarom i szybkiej komunikacji poprzez interfejs Modbus RTU, możliwa jest dynamiczna kontrola wprowadzania energii do sieci (licznik steruje falownikami i inwerterami w ten sposób aby do sieci nie wpływała żadna energia – funkcja 0% Export)

Do współpracy falowniki i inwertery powinny być wyposażone w odpowiednie karty komunikacyjne.

1.12.3. System zarządzania energią

W celu monitorowania poprawnej pracy systemu fotowoltaicznego zaprojektowano System Zarządzania Energią (dalej zwany SZE). Umożliwi on prezentację ON-LINE uzysku energetycznego z urządzeń fotowoltaicznych oraz pokazywanie ilości zaoszczędzonego CO₂ w stosunku do konwencjonalnej metody produkcji energii (węgiel kamienny) przeliczonej wg. normy: ISO 50001 oraz ISO 14064.

Przy wykorzystaniu protokołu TCP/IP i sieci Ethernet będzie możliwe monitorowanie i zarządzanie SZE. Użytkownik będzie miał możliwość analizowania i weryfikowania poprawnego funkcjonowania systemu. Tylko osoby znające hasło zabezpieczające będą miały dostęp do szczegółowych danych dotyczących instalacji.

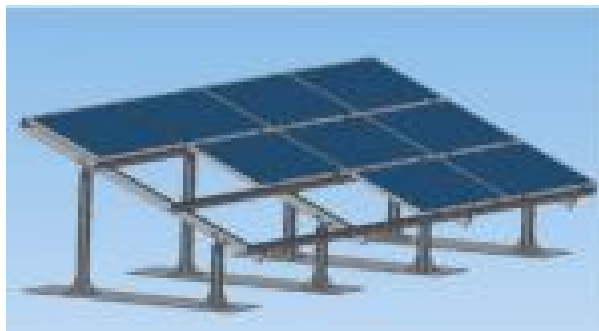
Głównym elementem systemu będzie oprogramowanie komunikujące się ze sterownikami obiektowymi. Jego podstawowym zadaniem będzie zbieranie i przetwarzanie danych dotyczących pracy systemu i współpracujących z nią urządzeń takich jak analizatory sieci, sterownik PLC, inwertery oraz falowniki fotowoltaiczne. Połączenie między poszczególnymi elementami systemu zrealizowane zostanie za pomocą magistrali (sieci) komunikacyjnej.

Zadania Systemu Zarządzania Energią:

- Wizualizacja stanu każdego inwertera i falownika w systemie fotowoltaicznym,
- Wizualizacja uzysków energetycznych,
- Diagnostyka awarii każdego inwertera, falownika w systemie fotowoltaicznym,
- Dostęp przez strony WWW do interfejsu dla wielu operatorów jednocześnie,
- Dostęp anonimowy bez konieczności podawania hasła, w celu wizualizacji uzysku na ogólnie dostępnej stronie – np. prezentacja zaoszczędzonego CO₂,
- Przechowywanie danych pomiarowych i statystycznych na serwerze zewnętrznym.

1.12.4. Konstrukcja dla systemów fotowoltaicznych

Konstrukcja dwupodporowa ze stali cynkowej dla paneli 220-250Wp. Konstrukcja dedykowana dla paneli fotowoltaicznych o wymiarach 1500 - 1700mm wysokość oraz 800 - 1050mm szerokość. Elementy podstawy jak również konstrukcja nośna w całości zostały wykonane ze stali cynkowej. Szkieletowa konstrukcja z profili ocynkowanych umożliwia montaż trzech rzędów paneli fotowoltaicznych w poziomie.



Celem zapewnienia prawidłowej wentylacji pomiędzy izolacją termiczną ściany a modułami PV

projektuje się pustkę powietrzną o szerokości min 20mm. System mocowania kompensuje ruchy zarówno w pionie jak i poziomie. Wszystkie podpory, marki projektuje się jako wykonane z aluminium lub stali nierdzewnej. Wszystkie materiały należy odpowiednio zabezpieczyć antykorozyjnie aby nie wchodziły w reakcję ze sobą.

Konstrukcja mocowana do fundamentów ustawianych na gruncie.

Stół modułów fotowoltaicznych nie powinien być dłuższy niż 16 modułów ułożonych w szeregu.

Dobór fundamentów i posadowienie wg branży budowlanej.

1.13. Instalacja odgromowa i połączeń wyrównawczych

Instalacja w terenie

Dla paneli fotowoltaicznych przewiduje się wykonanie instalacji odgromowej w postaci wolnostojących iglic odgromowych wys. 4m ustawionych na betonowej konstrukcji. Wartość uziemienia iglic nie powinna przekraczać 10ohm. Uziom wykonać na gł. 0,6m z bednarki Fe/Zn30x4 układanej pomiędzy iglicami. Zakończenia uziomu wykonać jako pionowe z prętów $\phi 18$ dł. 6m.

Metalową konstrukcję paneli należy podłączyć co najmniej w dwóch miejscach do uziomu. Do falowników wykonać połączenia wyrównawcze przewodami LgY 16mm² do konstrukcji paneli.

Instalacja w kontenerze

Dla kontenera wykonać uziom otokowy z bednarki Fe/Zn30x4 układany w ziemi na gł. 0,6m 1m od ścian kontenera. Uziom podłączyć z uziomem iglic.

Do inwerterów, metalowych korytek, szaf, stojaków wykonać połączenia wyrównawcze przewodami LgY 16mm².

Jako roboty zanikowe wspomniane elementy połączeń podlegają odbiorowi przez Inspektora Nadzoru.

1.14. Uwagi końcowe

Normy i pojęcia związane

PN-HD 60364-7-712:2007 - Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych - Część 7-712: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji - Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania;

PN-EN 61173:2002 - Ochrona przepięciowa fotowoltaicznych (PV) systemów wytwarzania mocy elektrycznej – Przewodnik;

PN – B – 02025:2001 - Obliczanie sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynków mieszkalnych;

PN-86/E-05003/01 - Ochrona odgromowa obiektów budowlanych – wymagania ogólne;

Eurokod 1 - PN-EN 1991-1-4 (wraz z późniejszymi zmianami) - Oddziaływania na konstrukcje. Oddziaływania ogólne. Oddziaływania wiatru – strefa klimatyczna dla Polski, kat terenu III i IV;

Eurokod 1 - PN-EN 1991-1-3 (wraz z późniejszymi zmianami) - Oddziaływania na konstrukcje. Oddziaływania ogólne. Obciążanie śniegiem – strefa klimatyczna dla Polski;

PN-80/B-02010/Az1 - Obciążenia w obliczeniach statycznych – Obciążenia Śniegiem;

PN-76/B-03420: Wentylacja i klimatyzacja. Parametry obliczeniowe powietrza wewnętrznego w pomieszczeniach przeznaczonych do stałego przebywania ludzi. Uwzględniając II oraz III strefę klimatyczną Polski.

Pojęcia związane, wg normy PN-HD 60364-7-712

Ogniwo PV – najmniejszy element systemu PV, który wytwarza energię elektryczną w warunkach ekspozycji na światło takie jak promieniowanie słoneczne;

Moduł PV – najmniejszy, w pełni chroniony przed wpływami środowiska zespół połączonych ze sobą ogniw PV;

Kolektor PV – mechanicznie i elektrycznie zintegrowany zespół modułów PV i innych niezbędnych elementów, które tworzą jednostkę zasilającą prądem stałym;

Łańcuch PV - obwód, w którym łączy się szeregowo moduły PV, w celu wytworzenia w kolektorze PV wymaganego napięcia wyjściowego;

Skrzynka połączeniowa kolektora PV – (Junction Box) obudowa w której wszystkie łańcuchy PV jakiegokolwiek kolektora PV są połączone elektrycznie i gdzie są umieszczone zabezpieczenia;

Przewód główny DC systemu PV – przewód łączący skrzynkę połączeniową generatora PV z zaciskami DC falownika PV;

Falownik PV – urządzenie, które przetwarza napięcie i prąd stały na w napięcie i prąd przemienny, przekazujące energię do sieci;

Inwerter PV – urządzenie, które przetwarza napięcie i prąd zmienny na w napięcie i prąd przemienny, napięcie i prąd stały (ładowanie baterii), nie przekazujące wyprodukowanej energii do sieci energetycznej;

STC, Standard Test Conditions STC (Standard Test Conditions) w skrócie: prostopadłe promieniowanie słońca o mocy 1000W na jeden m², przy temperaturze 25C. Spektrum AM=1,5 (Air Mass), zgodnie z ASTM G173-03 oraz IEC 60904-3;

NOCT (Nominal Operating Cell Temperature) - jest zdefiniowane jako temperatura osiągana przez pojedyncze ogniwo PV w układzie bez obciążenia odbiornikiem przy spełnieniu poniższych warunków :

-promieniowanie na powierzchnię Ogniwa PV = 800 W/m²

-temperatura powietrza = 20°C

-prędkość wiatru = 1 m/s

-sposób montażu = nie zasłonięta tylna część panelu

Sprawność systemów solarnych (η%) - Stopień zamiany energii słonecznej na elektryczną mierzony jest w %. Wówczas moduł PV o sprawności np. 15% z powierzchni 1m² (jednego metra kwadratowego) w ciągu godziny wyprodukuje 150Wh energii elektrycznej, według międzynarodowego standardu STC (1000w/m², temp. 25c). W dni o słabszym nasłonecznieniu produkcja prądu będzie mniejsza. Różne technologie PV (mono-polikrystaliczne, amorficzne) charakteryzują się różną sprawnością.

Uwagi

Wszelkie prace wykonać zgodnie z obowiązującymi aktualnie normami i przepisami szczególnie zgodnie z PBUE oraz BHP. Należy zwrócić szczególną uwagę na bezpieczeństwo przy wykonywaniu wszelkich prac. Prace wykonywać należy pod nadzorem osoby uprawnionej posiadającej odpowiednie kwalifikacje, będącej członkiem Izby Inżynierów Budownictwa, zgodnie z "Warunkami technicznymi wykonania i odbioru robót budowlano-montażowych" tom V.

Po wykonaniu instalacji, przed odbiorem, należy wykonać pomiary:

- skuteczności ochrony od porażień;
- rezystancji izolacji przewodów;
- ciągłości przewodów ochronnych;
- rezystancji uziemienia przewodów ochronnych PE;

- o natężenia oświetlenia.

Wszelkie zmiany wynikłe w trakcie realizacji a niezawarte w niniejszym projekcie, zgodnie z prawem budowlanym, wymagają zgody projektanta. Uszczelnienie przepustów w miejscu przejść przewodów i kabli przez przegrody (ściany, stropy) należy wykonać w systemie posiadającym aktualne dopuszczenie do stosowania (aprobatę techniczną, certyfikat zgodności, deklarację zgodności).

Pozostałe wymagania dotyczące wykonawstwa:

- o Całość prac należy wykonywać zgodnie z obowiązującymi normami i przepisami;
- o Wszelkie przedstawione rozwiązania zostały zaakceptowane przez Inwestora;
- o Stosować się do przepisów BHP, roboty elektryczne wykonać pod nadzorem osób uprawnionych;
- o Prace wykonawcze realizować zgodnie z Prawem Budowlanym, z obowiązującymi i zalecanymi normami, przepisami i opracowaniami SEP;
- o W trakcie wykonywania instalacji wykonywać na bieżąco pomiary, a po wykonaniu przeprowadzić szczegółowe pomiary. Wyniki pomiarów wpisać do protokołu pomiarowego;
- o Wykonawca w trakcie robót powinien nanosić zmiany i poprawki na dokumentacji technicznej, a po zakończeniu prac powinien opracować dokumentację powykonawczą, do którego powinny zostać dołączone protokoły pomiarów;
- o Prace instalacyjne skoordynować z pozostałymi branżami;
- o Stosować elementy instalacji elektrycznych (kable, przewody oraz pozostały osprzęt elektroinstalacyjny) posiadające certyfikaty zgodności w szczegółowej specyfikacji technicznej wykonania robót.
- o Przedstawione rozwiązania zostały zaakceptowane przez Inwestora. Dopuszcza się stosowanie innych równoważnych rozwiązań projektowych, urządzeń, materiałów spełniających co najmniej parametry podane w opracowaniu pod warunkiem przedstawienia wyczerpujących dowodów spełnienia wymogów opisanych w projekcie i na ich podstawie uzyskania akceptacji Inwestora.
- o Wszystkie wyroby budowlane zakupione przez Wykonawcę robót, powinny posiadać znak CE i certyfikaty lub deklaracje zgodności. Wszystkie dokumenty badania jakości u producenta i instrukcje techniczne należy zachować;
- o Główny projektant oraz Inwestor na każdym etapie realizowania inwestycji może wymagać przedstawienia stosownych dokumentów, badań potwierdzających spełnianie przez wyroby deklarowanych parametrów.

1.15. Wytyczne i wymagania przy wykonywaniu pomiarów termowizyjnych instalacji PV

Po zamontowaniu i uruchomieniu instalacji PV należy dokonać badania jej na:

- trudne do zauważania gołym okiem usterki typu: uszkodzone diody bypass, wadliwe ogniwa, mikropęknięcia, rozwarstwienia występujące pomiędzy taśmą przewodzącą, a ogniwem mogą powodować nieprawidłową pracę urządzenia. Wykrycie wadliwego ogniwa należy dokonać za pomocą kamery termowizyjnej.

Przy wykonywaniu pomiarów kamerą termowizyjną należy zwrócić uwagę na poniższe kryteria: Instalacja fotowoltaiczna musi być w normalnym trybie pracy (moduły PV obciążone)

Natężenie promieniowania słonecznego na powierzchnię modułów nie mniejsze niż 400 W/m² zalecane wyższe niż 600 W/m²

Warunki pogodowe w tym natężenie promieniowania słonecznego powinny być stabilne

Z zależności od typu modułu oraz systemu mocowania badanie można wykonać z przodu lub tyłu modułu (a także obu) w zależności, z której strony otrzymamy lepszy obraz

Oprócz badania samej powierzchni modułu powinno wykonać się badanie połączeń kabli, puszek połączeniowych, diod blokujących,

Wykonując badanie z przodu modułu należy zachować szczególną uwagę na rzucany przez operatora cień. Należy tak się ustawić, aby nie zaciemnić badanego modułu.

Badając moduł z przodu należy zwrócić uwagę na odbite promieniowanie od powierzchni modułu i w zależności od pozycji słońca przyjąć taki kąt i pozycję badania, aby zminimalizować wpływ odbitego od szyby promieniowania na wyniki badania.

Kamera termowizyjna powinna być trzymana w odległości ok. 2-3 m od ogniwa oraz pod kątem ok. 90. Przy określaniu emisyjności jako mierzony materiał należy wybrać szkło.

Kamera termowizyjna powinna posiadać wysoką czułość termiczną oraz zakres pomiarowy do co najmniej 280 °C i wysokiej rozdzielczości.

Badania instalacji PV wykonać również przed zakończeniem okresu gwarancji.