




ZAXON Smart Energy Management
ul. Zwycięstwa 137-139, 75-604 Koszalin
www.zaxonsem.pl

	PROJEKT TECHNICZNY	
TEMAT:	ROZBUDOWA RIPOK W GWIAZDOWIE	
	ZAKRES: „Projekt techniczny – adaptacja projektu instalacji fotowoltaicznej o mocy 39,99 kW na potrzeby zasilania obiektu RIPOK w Gwiazdowie”	
ADRES:	Dz. nr 370, obr. ewid. 0005 Gwiazdowo	
INWESTOR:	Miejskie Przedsiębiorstwo Gospodarki Komunalnej i Mieszkaniowej Spółka z o.o. w Sławnie ul. Polanowska 43, 76-100 Sławno	
DANE EWIDENCYJNE:	Dz. nr 370, obr. ewid. 0005 Gwiazdowo	
KATEGORIA OBIEKTU:	VIII	
BRANŻA:	ELEKTRYCZNA	
PROJEKTOWAŁ:	Michał Sondej	 Michał Sondej UPT DZ-E/27/000016/16 SEP E1-486/373/17 SEP D1-487/373/17

Zawartość opracowania:

I – część opisowa

1. Informacje ogólne
2. Opis technologiczny projektowanego systemu fotowoltaicznego – branża konstrukcyjna
3. Opis technologiczny projektowanego systemu fotowoltaicznego – branża elektryczna

II – część rysunkowa

1. Schemat ideowy instalacji– E1
2. Plan wymiarowania pola modułowego –K1

CZĘŚĆ I

Opis proponowanych rozwiązań technologicznych

1. Informacje ogólne

1.1 Podstawa opracowania

Projekt technologiczny systemu fotowoltaicznego opracowano w oparciu o:

- Projekt budowlany/wykonawczy branży elektrycznej opracowany przez Przedsiębiorstwo Inżynieryjno-Usługowe INŻYNIERIA PRO-EKO Sp. z o.o. z siedzibą w Bielsku Białej (udostępniony przez Inwestora)
- Symulację systemu fotowoltaicznego wykonaną przez Foton Technik (udostępnioną przez inwestora)
- dokumentację techniczną materiałów i urządzeń,
- wymagania zamawiającego
- obowiązujące przepisy i normy.

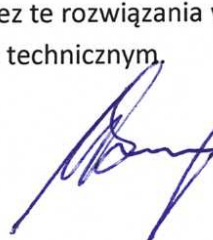
1.2 Przedmiot i zakres opracowania

Niniejsze opracowanie zawiera rozwiązania techniczne w zakresie montażu systemu fotowoltaicznego na dachu budynku hali sortowni zlokalizowanej w m. Gwiazdowo w zakresie:

- doboru optymalnego systemu modułów fotowoltaicznych wraz z konstrukcją wsporczą,
- doboru zabezpieczeń, okablowania i urządzeń,
- ochrony przeciwporażeniowej i przeciwprzepięciowej,
- dostosowania instalacji elektrycznej do przyłączenia systemu fotowoltaicznego,

OŚWIADCZENIE PROJEKTANTA O MOŻLIWOŚCI STOSOWANIA ROZWIĄZAŃ RÓWNOWAŻNYCH

Wszelkie nazwy własne użyte w niniejszej dokumentacji mają charakter informacyjny i zostały użyte w celu wykonania odpowiednich symulacji systemu fotowoltaicznego. Dopuszcza się stosowanie rozwiązań równoważnych pod warunkiem spełnienia przez te rozwiązania wszystkich parametrów technicznych wymienionych w niniejszym projekcie technicznym.



1.3 Opis ogólny budynku

Obiekt projektowany, w technologii tradycyjnej. Dach o konstrukcji stalowej, kryty blachą.

1.4 Instalacja elektryczna

Obiekty zasilane są linia kablową nn 0,4kV z istniejącej stacji transformatorowej należącej do Energa Operator poprzez złącze pomiarowo-kablowe zlokalizowane w granicy działki.

W budynku hali, projektuje się rozdzielnię RGH (oddzielne opracowanie) wyposażoną w zabezpieczenia obwodów odbiorczych użytkowych. W rozdzielni tej należy zaprojektować pole generacji wyposażone w zabezpieczenia przeciwprzepięciowe SPD T1+T2, trójfazowy licznik energii wyprodukowanej brutto (pomiar bezpośredni oraz zabezpieczenia nadprądowe, do których doprowadzić przewody o długości około 10 metrów od falowników. Falowniki zainstalować w pobliżu rozdzielnicy RGH. Zabezpieczenia i przekroje przewodów podane na schemacie E1.

2.Opis technologiczny projektowanego systemu fotowoltaicznego – branża konstrukcyjna

Projektowany system PV jest rodzajem systemu dachowego i został opracowany na podstawie standardowych rozwiązań konstrukcyjnych dla dachów krytych blachą. Dla celów niniejszego opracowania wykorzystano rozwiązania systemowe.

Lokalizacja systemu

Projektowany system instalowany jest na południowo-wschodniej połaci dachowej budynku zlokalizowanego na obszarze wiejskim. Podana lokalizacja występuje w 3 strefie obciążenia śniegiem oraz w II strefie obciążenia wiatrem (wg PN-EN 1991-1-3 oraz PN-EN 1991-1-4).

Obliczenia statyczne dla projektowanego pola modułowego

Dane modułu - Dach strony południowo-wschodniej 1 (Budynek Hali)

Producent modułów	IBC SOLAR
Typ modułu	IBC MonoSol 310 VL5
Wymiary modułu	D x S x W: 1 640 mm x 992 mm x 40 mm
Powierzchnia modułu	1,63 m ²
Maksymalne obciążenie powierzchni	5,40 kN/m ²
Montaż modułu	Poziomy
Waga modułu	18,50 kg
wysokość modułów / powierzchnia modułów	11,37 kg/m ²

Dane modułu - Dach strony południowo-wschodniej 1 (Budynek Hali)

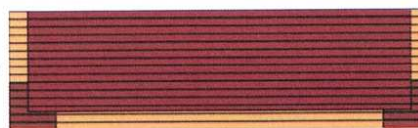
System montażowy	TopFix200
System mocowania	Jednowarstwowy
Nazwa profilu nośnego	TF50+ (3,10m)
Przekrój profilu montażowego modułu	
Moment bezwładności I _y	3,09 cm ⁴
Moment bezwładności I _z	7,90 cm ⁴
Moment oporu W _y	2,16 cm ³
Moment oporu W _z	3,30 cm ³
Rozmiar powierzchni A	2,90 cm ²
Łącznik	Sruba specjalna M12x300
Odległość między łącznikami	0,800 m
Dane dotyczące wielkości podstawy łącznika	
Moment oporu W _x	(nie dotyczy)
Zasięg profilu nośnego modułu	0,00 m

Zaciążenie - Dach strony południowo-wschodniej 1 (Budynek Hali)

Nominalne obciążenie śniegiem na poziomie sk	0,90 kN/m ²
Koeficjent oporu śniegu μ	0,80
Obciążenie śniegiem s _i	0,72 kN/m ²
Ciśnienie wiatru q	0,42 kN/m ²

Wymiary powierzchni

	Punkt startowy X, Y	Roz.: szerokość, wysokość	
Lewa krawędź	0,00m; 4,70m	1,88m; 7,28m	Powierzchnia standardowa (H)
Lewy róg	0,00m; 0,00m	4,70m; 4,70m	Obszar przygraniczny (G)
Dolna granica	4,70m; 0,00m	32,90m; 1,88m	Powierzchnia rogu (F)
Prawy róg	37,60m; 0,00m	4,70m; 4,70m	Krokwie / płatwie
Prawa granica	40,42m; 4,70m	1,88m; 7,28m	



Obciążenia na dachu

	Powierzchnia standardowa (H)	Obszar przygraniczny (G)	Powierzchnia rogu (F)
Waga netto w kN/m ²	gy = 0,13; gx = 0,02	gy = 0,13; gx = 0,02	gy = 0,13; gx = 0,02
Obciążenie śniegiem w kN/m ²	sy = 0,71; sx = 0,09	sy = 0,71; sx = 0,09	sy = 0,71; sx = 0,09
Ciśnienie wiatru w kN/m ²	wdy = 0,13; wdx = 0,00	wdy = 0,03; wdx = 0,00	wdy = 0,03; wdx = 0,00
Ssanie wiatru w kN/m ²	wsy = -0,45; wsx = 0,00	wsy = -0,86; wsx = 0,00	wsy = -1,02; wsx = 0,00

Wyniki - Dach strony południowo-wschodniej 1 (Budynek Hali)

Wykorzystanie

	Powierzchnia standardowa (H)	Obszar przygraniczny (G)	Powierzchnia rogu (F)
Łącznik w %	50	46	0
Profil łącznika dachowego w %	---	---	---
Nośny profil modułowy w %	15	14	0
Dwuwarstwowy konektor w %	---	---	---
Moduł w %	18	16	0
Kłamy modułów w %	10	21	0

Charakterystyka nośnej siły

	Powierzchnia standardowa (H)	Obszar przygraniczny (G)	Powierzchnia rogu (F)
Waga netto w kN	$g_y = 0,11; g_x = 0,01$	$g_y = 0,11; g_x = 0,01$	$g_y = 0,11; g_x = 0,01$
Obciążenie śniegiem w kN	$s_y = 0,58; s_x = 0,06$	$s_y = 0,58; s_x = 0,06$	$s_y = 0,58; s_x = 0,06$
Ciśnienie wiatru w kN	$w_{dy} = 0,11; w_{dx} = 0,00$	$w_{dy} = 0,02; w_{dx} = 0,00$	$w_{dy} = 0,02; w_{dx} = 0,00$
Ssanie wiatru w kN	$w_{sy} = -0,37; w_{sx} = 0,00$	$w_{sy} = -0,70; w_{sx} = 0,00$	$w_{sy} = -0,83; w_{sx} = 0,00$

Wyniki

System ok!


Zacienienie systemu

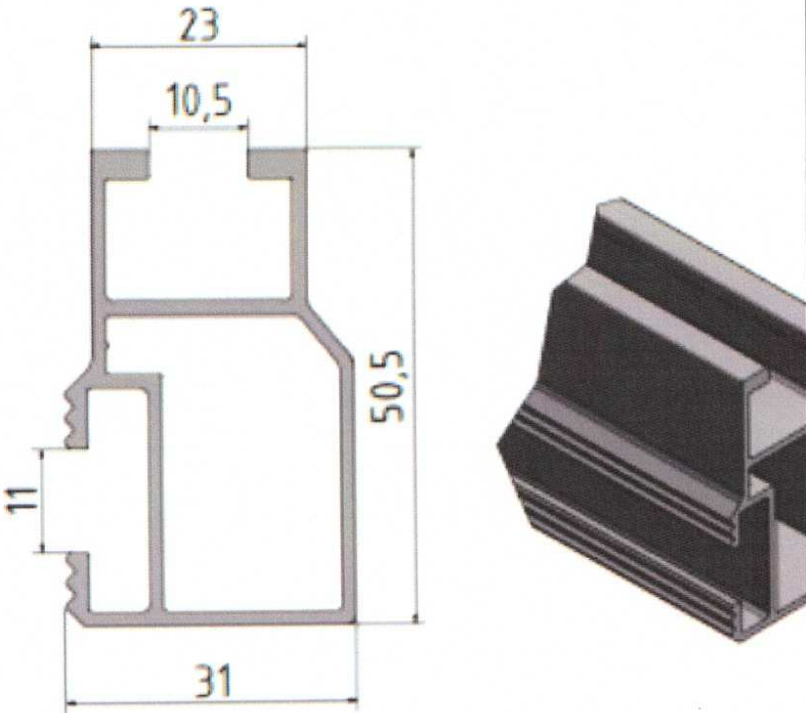


W projektowanym systemie zacienienie nie występuje.


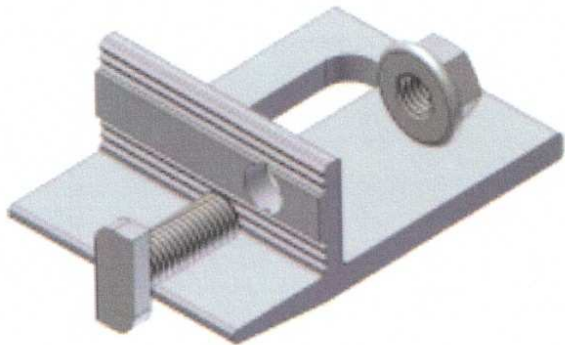
2.1. System wsporczy pod panele PV – opis technologii

Projektowany system wsporczy stanowi układ profili aluminiowych łączonych za pomocą śrub kombinowanych z konstrukcją projektowanego budynku (wieżby dachu).

Poszczególne elementy systemu wsporczego prezentuje poniższa tabela:

Element	Materiał	Zdjęcie/rysunek
Śruba kombinowana z uszczelką M10 x 200/50	Stal nierdzewna	

<p>Szyna montażowa (profil)</p>	<p>aluminium</p>	
<p>Łącznik szyn montażowy ch</p>	<p>aluminium</p>	
<p>Łącznik elastyczny</p>	<p>Stal nierdzewna</p>	

Złącze modułu skrajne	Aluminium/ stal nierdzewna	
Łącznik uniwersalny	aluminium	

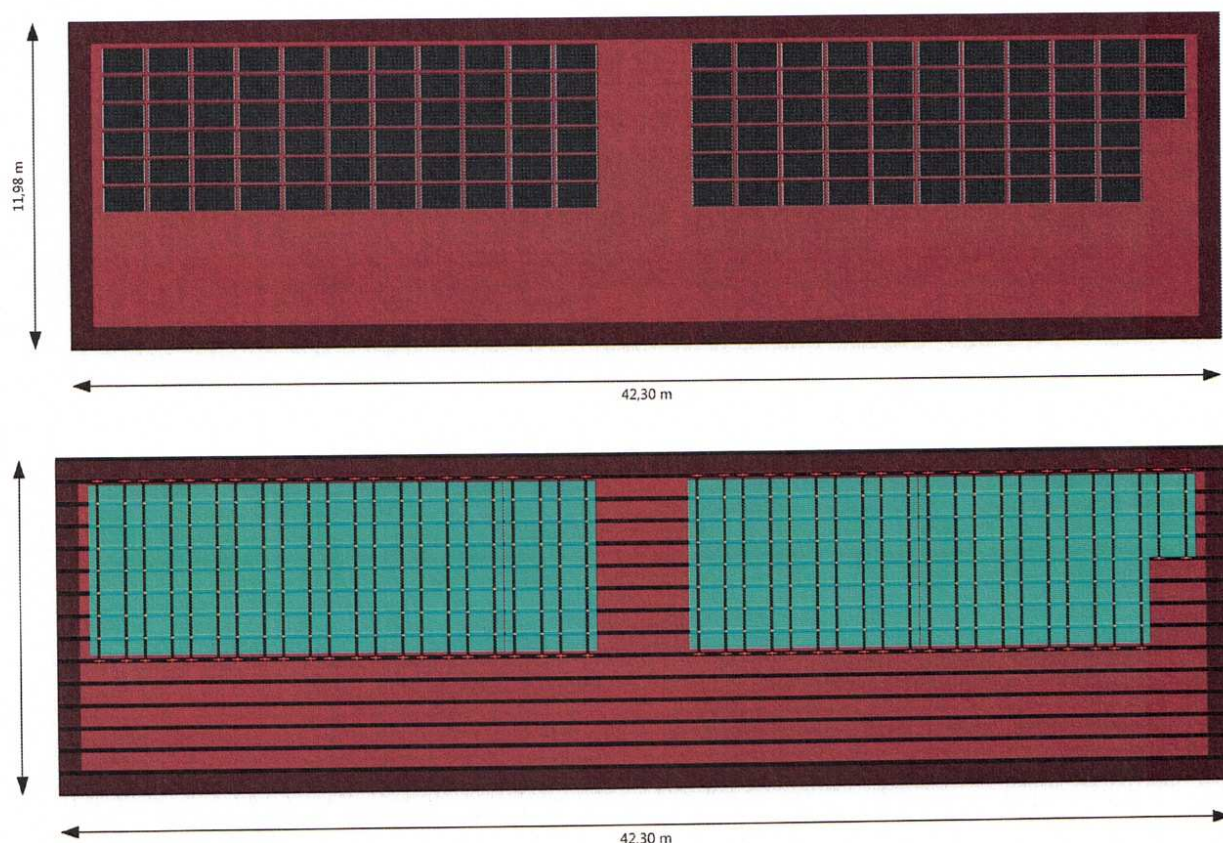
System wsporczy pod panele PV – szczegóły montażu

Przed przystąpieniem do montażu konstrukcji należy upewnić się, że istniejące pokrycie jest w dobrym stanie technicznym, nie występują ubytki, nieszczelności lub inne uszkodzenia mogące w przyszłości spowodować wnikanie wody do środka budynku.

2.1.1 Montaż kotew śrubowych

Śruby należy przykręcać do legarów stalowych w szeregach prostopadłych do osi kalenicy i okapu w punktach przecięcia projektowanych szyn montażowych ze stalowymi elementami konstrukcji więźby. Wywiercić otwór wiertłem 10mm w blasze oraz otwory w konstrukcji stalowej. Włożyć śruby i dokręcić nakrętki do konstrukcji. Następnie dokręcić nakrętkę uszczelniającą ściśle do powierzchni blachy. Do tak przykręconych kotew przykręcić aluminiowy łącznik uniwersalny do montażu profili nośnych

Stosować układ taki jak na rysunkach poniżej:

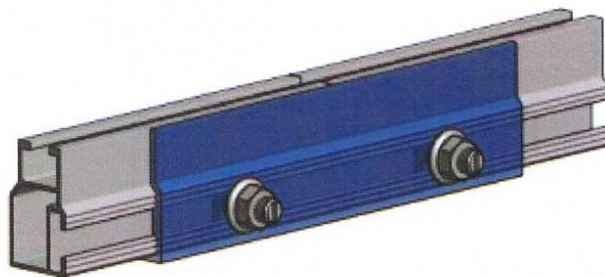


Rysunek 3. Konstrukcja wsporcza na dachu budynku

2.1.2 Instalowanie szyn montażowych (profilu)

Profile ułożyć w uchwytych uniwersalnych, wyregulować i dokręcić połączenia śrubowe łącznika uniwersalnego. W razie konieczności szyny wypoziomować (równoległe do dachu) za pomocą nakrętek śruby kombinowanej.

Profile o długości 3,1 m należy łączyć ze sobą za pomocą łączników szyn na zewnątrz profili. Z uwagi na rozszerzalność temperaturową metalu należy co 15 mb profilu zachować dylatację minimum 30 mm i w takim przypadku dokręcać tylko jedną śrubę łącznika. Połączenia śrubowe dokręcać z momentem obrotowym 17Nm.



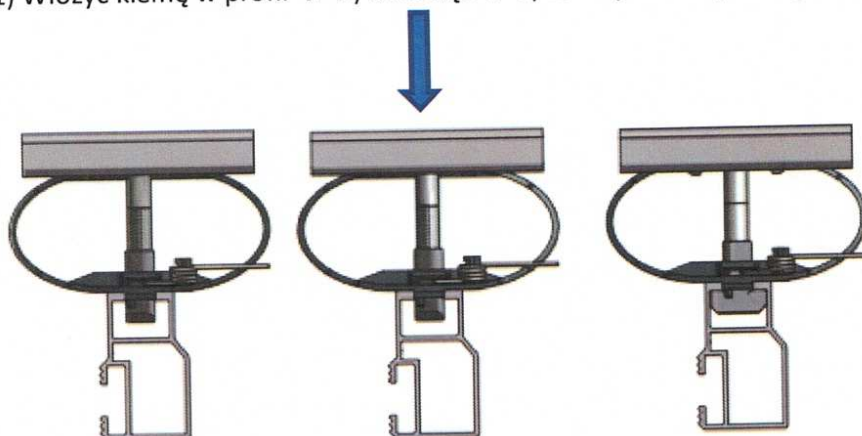
Rysunek 5. Sposób połączenia profili o długości powyżej 3,1 m

2.1.3 Instalowanie modułów fotowoltaicznych

UWAGA! Przed instalowaniem modułów fotowoltaicznych na konstrukcję należy wykonać instalację przewodów DC (solarnych) na dachu budynku zgodnie z rozmieszczeniem systemów.

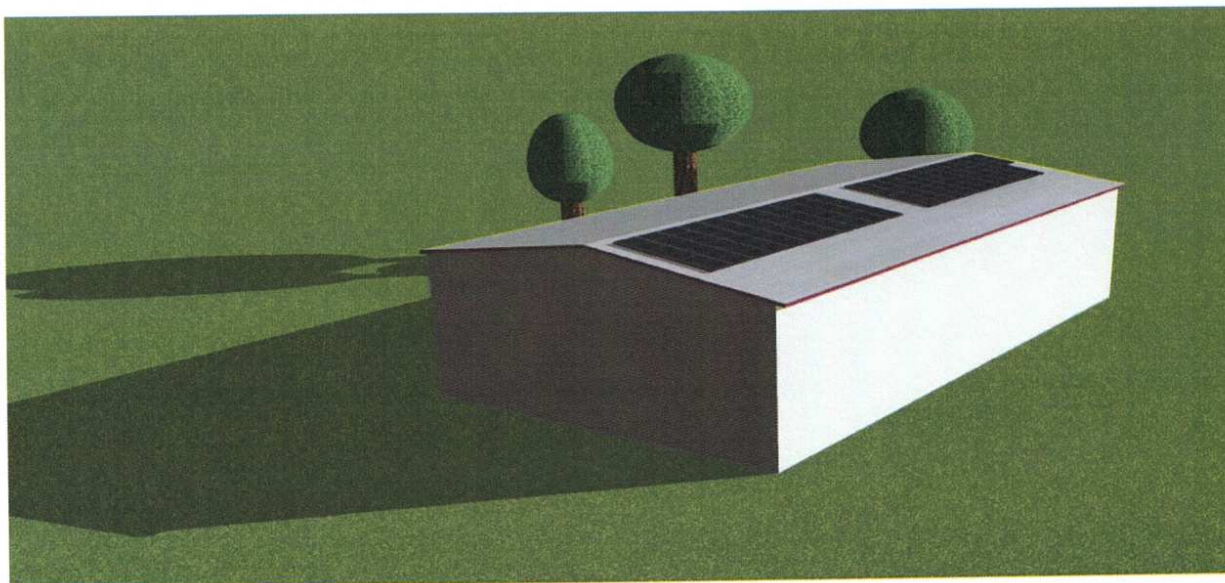
Moduły instalować za pomocą systemowych złącz skrajnych i środkowych do szyn montażowych zwracając uwagę na estetykę rozmieszczenia (równe rozłożenie modułów PV względem siebie (+/- 2mm)). W projektowanym rozwiązaniu zastosowano technologię montażu typu „click” ułatwiającą zarówno instalację jak i wymianę modułów fotowoltaicznych. Śruby złącz dokręcać z momentem obrotowym 15 Nm.

1) Włożyć klemę w profil → 2) docisnąć → 3) zabezpieczoną klemę dokręcić



Rysunek 6. Sposób montażu modułów fotowoltaicznych na konstrukcji wsporczej

Widok 3D budynku po zamontowaniu modułów:



Rysunek 8. Widok modułów na budynku

Normy i przepisy związane

PN-EN 1999-1-1:2011 - Projektowanie konstrukcji aluminiowych -- Część 1-1: Reguły ogólne
PN-EN 1993-1-1:2006 Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków
PN-EN 1991-1-3 Oddziaływania na konstrukcje, oddziaływania ogólne część 1-3 – obciążenie śniegiem
PN-EN 1991-1-4 Oddziaływania na konstrukcje, oddziaływania ogólne część 1-4 – oddziaływania wiatru,

3.Opis technologiczny projektowanego systemu fotowoltaicznego – branża elektryczna

3.1. Opis systemu fotowoltaicznego

Projektowany system fotowoltaiczny stanowi zespół prądotwórczy klasyfikowany jako mikroźródło (o mocy nie przekraczającej 50kWp@STC) wykorzystujące energię odnawialną (słoneczną). Podstawowym celem wytwarzania energii elektrycznej przez system są potrzeby własne obiektu, jednak wykonanie go w układzie połączenia równoległego z siecią wewnętrzną umożliwia oddawanie nadmiaru produkowanej energii w przypadku braku odbioru w tymże obiekcie – do sieci elektroenergetycznej OSD.

Przyjęty układ współpracy z siecią – on-grid – oznacza, że system stanowi element wytwórczy w publicznej sieci elektroenergetycznej, co wiąże się ze spełnianiem wymogów określonych przepisami, normami oraz wewnętrznymi regulacjami operatora sieci dystrybucyjnej (instrukcja ruchu i eksploatacji sieci dystrybucyjnej ENERGA-OPERATOR). W układzie tym nie ma potrzeby magazynowania energii w akumulatorach, gdyż system nie może pracować jako samodzielne, niezależne źródło zasilania.

W niniejszej dokumentacji przyjęto następującą nomenklaturę z zakresu fotowoltaiki (w nawiasach terminy w j. angielskim):

- **ogniwo słoneczne** (solar cell) - element półprzewodnikowy, w którym następuje konwersja energii promieniowania słonecznego (światła) w energię elektryczną w wyniku zjawiska fotowoltaicznego
- **moduł** (module) – moduł fotowoltaiczny, układ połączonych szeregowo lub szeregowo-równolegle ogniw słonecznych. Zestaw fotoogniw jest umieszczony pomiędzy foliami przezroczystymi PET i EVA oraz szybą ze szkła hartowanego. Całość jest zamknięta w sztywnej, lekkiej ramie. W stosowanych rozwiązaniach praktycznych najmniejszy, pojedynczy element systemu fotowoltaicznego.
- **szereg** (string) – układ połączonych szeregowo modułów PV
- **inwerter** (inverter) – falownik, urządzenie, którego podstawową funkcją jest zamiana prądu stałego (DC) generowanego przez moduły PV na prąd przemienny (AC) o napięciu i częstotliwości zgodnych z parametrami sieci OSD. Inwerter może zawierać także elektroniczny, programowalny układ sterujący oraz rozłącznik DC, oraz AC – współpracujący z przełącznikiem kontroli faz, który działa jako zabezpieczenie przed pracą wyspową (rozłącza generator przy wykryciu zaniku fazy lub asymetrii).
- **generator** (array) – kompletny układ fotowoltaiczny, na który składają się szeregi modułów PV podłączone do inwertera sieciowego wraz z okablowaniem i zabezpieczeniami. System fotowoltaiczny może składać się z jednego lub kilku generatorów PV.

System fotowoltaiczny sieciowy (on-grid) – zasada działania, wymagania.

Ogniwa słoneczne konwertują światło słoneczne na energię elektryczną, przy czym ich wydajność zależy od natężenia padającego światła słonecznego. Pojedynczy moduł wytwarza prąd stały o parametrach wg charakterystyki prądowo-napięciowej. Moduły łączy się w szeregi, które następnie przyłącza się równolegle do inwertera przekształcającego prąd stały na prąd przemienny o charakterystyce zgodnej ze standardem sieci elektroenergetycznej. Zarówno po stronie prądu stałego (DC) jak i przemiennego (AC) należy stosować zabezpieczenia przetężeniowe, zwarciovowe, przeciwprzepięciowe oraz rozłączniki izolacyjne. System fotowoltaiczny jako mikroźródło wymaga ponadto automatycznego rozłączania w przypadku zaniku napięcia w sieci.

W charakterystyce modułów podaje się moc maksymalną, a także napięcie i prąd maksymalnego punktu mocy. Ważnym parametrem jest także wartość prądu zwarcia, służąca do obliczania zabezpieczeń przed niebezpiecznymi prądami wstecznymi mogącymi doprowadzić do uszkodzenia systemu (w systemach z większą ilością równolegle połączonych szeregów). Zagrożeniem dla działania systemu są częściowe zacielenia pojedynczych modułów. W celu wyeliminowania tego zagrożenia stosuje się diody mostkujące (by-pass) wbudowane do każdego modułu PV.

3.2. Rozwiązanie technologiczne

Na budynku hali sortowni projektuje się system fotowoltaiczny o sumarycznej mocy 39,99 kWp. (PV1 + PV2)

System zaprojektowano w oparciu o technologię i dane techniczne modułów monokrystalicznych 310Wp o charakterystyce:

Dane elektryczne (STC)			
STC Moc Pmax (Wp)	305	310	315
STC Napięcie znam. Umpp (V)	32.6	33.0	33.1
STC Prąd nominalny Impp (A)	9.36	9.41	9.53
STC Napięcie obw. otw. Uoc (V)	40.2	40.4	40.5
STC Prąd zwarciovowy Isc (A)	9.87	10.01	10.02
Sprawność (%)	18.7	19.1	19.4
Tolerancja mocy (Wp)	-0/+5	-0/+5	-0/+5

Dane elektryczne (NOCT)			
800 W/m ² NOCT AM 1.5 Moc Pmax (Wp)	224.1	227.8	231.4
800 W/m ² NOCT AM 1.5 Napięcie znam. Umpp (V)	29.66	29.86	29.95
800 W/m ² NOCT AM 1.5 Napięcie obw. otw. Uoc (V)	36.23	36.47	36.56
800 W/m ² NOCT AM 1.5 Prąd zwarciovowy Isc (A)	7.97	8.02	8.03
Względna redukcja sprawności @200 W/m ² (%)	3.5	3.5	3.5

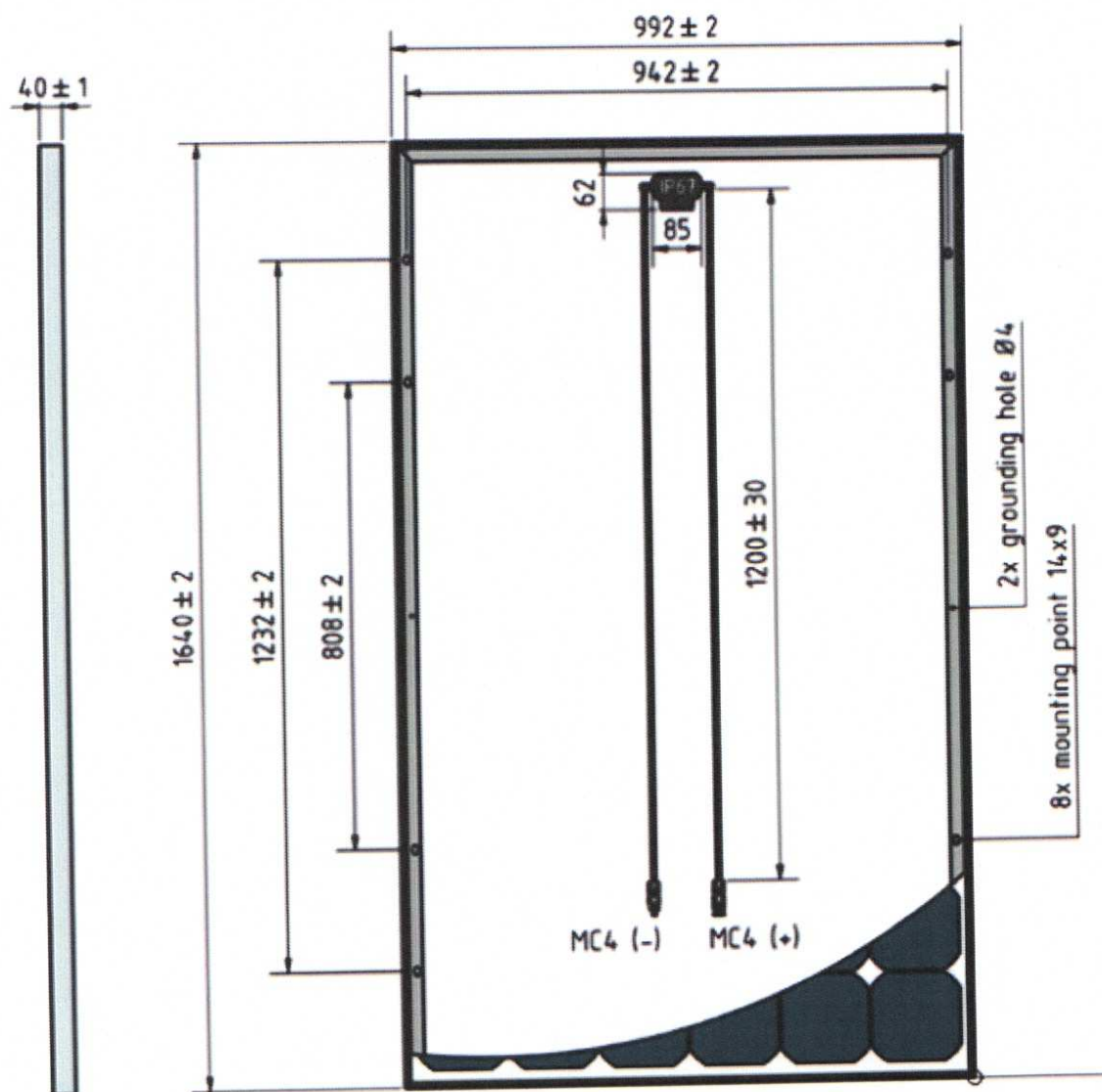
Współczynniki temperaturowe			
NOCT (°C)	44	44	44
Tempcoeff Isc (%/°C)	+0.06	+0.06	+0.06
Tempcoeff Voc (mV/°C)	-112.56	-113.12	-113.40
Tempcoeff Pmpp (%/°C)	-0.38	-0.38	-0.38

Warunki pracy	
Max napięcie systemu (V)	1000
Klasa zastosowania	A
Prąd wsteczny Ir (A)	20
Wartość zabezpieczenia (A)	15
Ilość łańcuchów przy zab. gPV	3 i więcej

Właściwości mechaniczne	
Wymiary modułu (mm)	1640 × 992 × 40
Waga (kg)	18.5
Wytrzymałość na obciążenie (Pa)	5400
Szyba (mm)	3,2 (z niską zawartością żelaza, z powłoką antyrefleksyjną)
Rama	aluminium anodowane rama komorowa, wzmocniona
Ilość ogniw	6 × 10
Złącze	MC4 (IP65)

Parametry podane dla STC: Nasłonecznienie 1000W/m², Temperatura ogniwa 25° C, AM 1.5

Wymiary modułu:



Rysunek 8. Widok pojedynczego modułu PV

Podstawowe dane systemu:

Hala Sortowni RIPOK

Typ modułów

WEJŚCIE A

Liczba modułów PV w szeregu

Liczba szeregów modułów

WEJŚCIE B

Liczba modułów PV w szeregu

Liczba szeregów modułów

Całkowita liczba modułów dla PV1

Moc znamionowa systemu PV1 @ STC

Inwerter

Ilość inwerterów

PV1

IBC MonoSol 310Wp VL5

21

2

21

1

63

19,53 kWp

Fronius Symo 17.5-3-M

1

Hala Sortowni RIPOK	PV2
Typ modułów	IBC MonoSol 310Wp VL5
WEJŚCIE A	
Liczba modułów PV w szeregu	18
Liczba szeregów modułów	2
WEJŚCIE B	
Liczba modułów PV w szeregu	15
Liczba szeregów modułów	2
Całkowita liczba modułów dla PV2	66
Moc znamionowa systemu PV1 @ STC	20,46 kWp
Inwerter	Fronius Symo 17.5-3-M
Ilość inwerterów	1

Całkowita liczba modułów systemów PV1 i PV2: 129

Ilość inwerterów dla systemów PV1 i PV2: 2

Szczegóły połączeń, rozdzielnic, aparatów i zabezpieczeń pokazano na schematach ideowych w części rysunkowej niniejszego opracowania.

3.3 Dobór inwerterów, zabezpieczeń, okablowania i urządzeń, zabezpieczenia zwarciorowe i przetężeniowe DC

zabezpieczenia zwarciorowe

Jako zabezpieczenia po stronie AC należy stosować łączniki instalacyjne nadprądowe o charakterystyce B – wyłącznik S303 B32 według schematu ideowego .

zabezpieczenia przeciwprzepięciowe

Strona AC

Jako zabezpieczenia przeciwprzepięciowe należy stosować ogranicznik przepięć typ 2 (T1+T2, dawna kl. B+C) zgodnie ze schematem ideowym.

Strona DC

Jako zabezpieczenia przeciwprzepięciowe należy stosować ograniczniki przepięć PV typ 2 (B-PV) zgodnie ze schematem ideowym. Należy stosować ochronniki zarówno od strony inwertera, jak i przy modułach PV. Jako przewód uziemiający ochronniki stosować LgY 1x16mm² żo. Dopuszcza się wykorzystanie istniejącego uziemienia poszycia dachowego, jeśli spełni warunek ($R < 10\Omega$) – sprawdzić poprzez wykonanie pomiaru rezystancji uziemienia. Szczegółowe zasady stosowania ochrony przeciwprzepięciowej podano poniżej w punkcie pt. ochrona przeciwprzepięciowa.

rozłączniki

Zarówno po stronie DC jak i AC należy zastosować rozłączniki izolacyjne do izolacyjnego rozłączania wszystkich biegunów instalacji (przerwa zestykowa min. 1,5mm oraz wytrzymałość na napięcie udarowe 2500V). Dopuszczalne jest wykorzystanie rozłączników wbudowanych w inwerter jako rozłączników izolacyjnych.

inwertery

W niniejszym opracowaniu przyjęto następujące urządzenia o parametrach:

Generator PV1 i PV2 – Fronius Symo 17.5-3-M:

Wejście (DC)	
Maks. moc DC (przy $\cos \varphi = 1$)	26 300Wp
Maks. napięcie wejściowe	1000 V
Zakres napięcia MPP / znamionowe napięcie wejściowe	370V – 800 V / 600 V
Min. / początkowe napięcie wejściowe	200V / 200 V
Maks. prąd wejściowy wejście A / wejście B	27 A / 16,5 A
Maks. prąd wejściowy na string wejście A2/ wejście B2	27 A / 16,5 A
Liczba niezależnych wejść MPP / stringów na wejście MPP	2/ A:3; B:3
Wyjście (AC)	
Moc znamionowa (przy 400 V, 50 Hz)	17500 W
Maks. moc pozorna AC	17500 VA
Napięcie znamionowe AC	3 / N / PE; 400 V
Zakres napięcia znamionowego AC	180 V – 280 V
Częstotliwość sieci AC / zakres	50 Hz, 60 Hz / -5 Hz ... +5 Hz
Znamionowa częstotliwość sieci / znamionowe napięcie sieci	50 Hz / 230 V
Maks. prąd wyjściowy	25,3 A
Współczynnik mocy przy mocy znamionowej	1
Regulowany współczynnik przesuwu fazowego	0,85 przewzbudzenie 1 niedowzbudzenie
Liczba faz zasilających / podłączonych	3/ 3
Maks. sprawność / sprawność Euro-eta	98% / 97,5%

W zależności od modelu inwerter może łączyć także funkcję rozłącznika DC, zabezpieczeń DC (po zastosowaniu odpowiednich wkładek topikowych), zabezpieczeń AC, czy rozłącznika AC z zabezpieczeniem przeciwko pracy wyspowej (zamiast oddzielnego przełącznika napięciowego). Realizowanie dodatkowych funkcji można uznać za skuteczne, jeżeli inwerter spełnia wymagania podane przy zastępowanych urządzeniach.

pozostałe urządzenia

W niniejszym opracowaniu przyjęto także opcjonalnie instalowane urządzenia:

- **liczniki pomiarowe energii** wytworzonej przez systemy PV – mierzą wyłącznie energię wyprodukowaną z generatorów PV i przekazaną do instalacji elektrycznej AC. Licznik zaimplementowany jest w projektowany falownik fotowoltaiczny, możliwość odczytów z wyświetlacza LCD. Dodatkowo, w rozdzielni RGH należy zainstalować licznik modułowy, zliczający sumę wyprodukowanej energii z obu inwerterów.
- **Dwukierunkowy licznik bilansujący**, którego zadaniem jest kontrolowanie poboru i oddawania energii z i do sieci elektroenergetycznej. Licznik winien być zainstalowany przed wszystkimi odbiorami bilansowanego obiektu. Projektuje się licznik połączony magistralą komunikacyjną (RS485) z systemem zarządzania energią w falownikach.

przewody

Do łączenia szeregowego modułów należy stosować kable jednożyłowe giętkie w specjalnej izolacji do stosowania w systemach fotowoltaicznych. Do przewodów stosować systemowe akcesoria łączeniowe - dławiki, złącza, wtyki, itp.

Stosowane przewody muszą spełniać następujące wymagania:

- napięcie robocze systemu fotowoltaicznego do 1,0kV DC
- temperatura pracy od -40°C do +120°C
- odporność na promieniowanie UV i ozon
- odporność na środowisko kwaśne i warunki atmosferyczne (wiatr, deszcz)

Po stronie AC stosować przewody wielożyłowe miedziane w układzie TN-S w izolacji i osłonie polwinitowej 450/750V.

Przekroje przewodów podano na schemacie E1.

rozdzielnice

Całość urządzeń składających się na zabezpieczenia systemu PV należy umieścić w szafie rozdzielczej o minimalnych rozmiarach wg schematów ideowych. Obudowa szafy wykonana w II klasie izolacji, min. IP44 (IP65 w przypadku montażu na zewnątrz). Należy zapewnić odpowiednią przestrzeń i wentylację w szafach z uwzględnieniem nagrzewania się urządzeń.

Szczegóły systemu, zabezpieczeń, urządzeń i rozdzielnic pokazano na schematach ideowych.

3.4 Dobór systemu monitoringu oraz wizualizacji i archiwizacji danych (opcja)

Falowniki są wyposażone w bezprzewodową komunikację WLAN lub przewodową LAN, która umożliwia komunikację z nimi poprzez Internet. Na etapie budowy instalacji PV należy doprowadzić przewód Ethernet (U/UTP kat.6 4x2x0,5mm²) do miejsca zainstalowania falownika. Falownik podłączony zostanie do Internetu i logicznie dodany do systemu monitoringu funkcjonującego w aplikacji www.

Wizualizacja

Praca systemu fotowoltaicznego będzie mogła być prezentowana na monitorze komputerowym, telewizorze typu smart oraz dowolnego urządzenia obsługującego format HTML. Na monitorze będą dostępne informacje dotyczące:

- Wyprodukowanej energii elektrycznej dziennej, miesięcznej, rocznej
- Bieżącej produkcji energii elektrycznej
- Ograniczenia emisji CO₂

Komunikacja, monitoring i zbieranie danych

System zostanie wyposażony w pamięć trwałą o pojemności umożliwiającej co najmniej 5-cio letnią archiwizację danych dotyczących:

- Produkcji energii
- Awarii i błędów systemu (dziennik zdarzeń)
- Parametrów pracy pozostałych komponentów systemu

System zbierania danych zostanie logicznie połączony z systemem prezentacji danych. Ogólne dane będą udostępniane powszechnie. Dane serwisowe będą dostępne z poziomu przeglądarki internetowej po wprowadzeniu hasła. Zmiana parametrów nominalnych urządzeń przez użytkownika systemów zostanie trwale wyłączona co zapobiegnie przypadkowym zmianom parametrów.

3.5 Szczegóły montażu elektrycznego systemu

Moduły łączyć pomiędzy sobą szeregowo przewodami PV jednożyłowymi z zastosowaniem elementów systemowych – złączek, dławików, itp. akcesoriów kablowych (w standardzie MC4). Przewody układać pomiędzy modułami bez pozostawiania luźnych odcinków. Przy dalszych odległościach stosować uchwyty systemowe montowane do dachu. **Niedopuszczalne jest pozostawianie kabli luzem bez mocowania.** Układ szeregów zgodny ze schematem.

Przewody łączące szeregi modułów sprowadzić do inwerterów.

Wewnątrz pomieszczeń przewody układać w listwach instalacyjnych białych montowanych pod sufitem i wzdłuż krawędzi pomieszczeń.

Zamontować szafy i rozdzielnice z wyposażeniem zgodnie ze schematem ideowym.

Falownik zamontować ściśle wg instrukcji producenta z uwzględnieniem wskazówek odnośnie odstępów i przestrzeni wentylacyjnej. Dokonać niezbędnej konfiguracji ustawień, zainstalować wymagane bezpieczniki, podłączyć przewody.

Zgodnie z obowiązującymi przepisami po ukończeniu prac montażowych i instalacyjnych należy zgłosić mikroinstalację właściwemu OSD – w przypadku projektowanej instalacji – Energa Operator o/Koszalin. Właściwy druk należy pobrać ze strony internetowej operatora.

3.6 Ochrona przeciwporażeniowa

Podstawową ochronę przed porażeniami prądem elektrycznym, zarówno po stronie DC jak i AC, stanowi izolacja przewodów, kabli i urządzeń elektrycznych oraz stosowanie obudów z materiałów izolacyjnych. Dodatkową ochroną jest samoczynne wyłączenie zasilania realizowane przez odpowiednie zabezpieczenia po stronie AC (wyłączniki S303 wg schematu E1).

Prawidłowość działania systemu ochrony od porażenia należy sprawdzić pomiarami po zrealizowaniu kompletnego zasilania.

3.7 Ochrona przeciwprzepięciowa i odgromowa

Ze względu na narażenie każdego systemu fotowoltaicznego na przepięcia atmosferyczne, zarówno po stronie modułów PV jak i sieci elektroenergetycznej, w celu ochrony systemu przed uszkodzeniami należy stosować system ochrony przeciwprzepięciowej zarówno po stronie DC jak i AC inwertera. Po stronie DC ochrona przeciwprzepięciowa realizowana będzie poprzez ochronniki typu B-PV instalowane od strony inwertera oraz od strony modułów PV. Po stronie AC zastosować SPD typu I+II (B+C) zgodnie z dołączonymi schematami.

SPD łączyć z uziemieniem o możliwie niskiej rezystancji (zalecana $R < 10\Omega$) przewodem LgY 1x16mm² żo.

Ponadto należy objąć uziemionymi połączeniami wyrównawczymi wszystkie elementy metalowe w rozdzielnicach – szyny, uchwyty metalowe, itp. – które nie są uziemione, a które mogą stwarzać zagrożenie na skutek różnicy potencjału.

3.8 Ochrona przeciwpożarowa

Ochrona przeciwpożarowa realizowana jest przez układ zabezpieczeń monitorujących prąd upływu zarówno po stronie DC jak i AC projektowanego systemu. Układ zabezpieczający wbudowany jest w projektowane inwertery fotowoltaiczne.

3.9 Normy związane

PN-EN 62548 Wymagania projektowe dla systemów fotowoltaicznych (PV)
PN-IEC 60269-6: Bezpieczniki topikowe niskonapięciowe – cz.6: Wymagania dodatkowe dotyczące wkładek topikowych gPV do zabezpieczania fotowoltaicznych systemów energetycznych.
PN-EN 61730: Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego
PN-EN 61277: Nziemne fotowoltaiczne systemy (PV) wytwarzania mocy
PN-EN 50521: Złącza elektryczne do zastosowań w systemach fotowoltaicznych
VDE 0126-1-1: Aparaty automatycznego rozłączania pomiędzy generatorem a siecią publiczną niskiego napięcia
PN-HD 60364-4-41: Instalacje elektryczne niskiego napięcia ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed porażeniem elektrycznym.
PN-HD 60364-6: Instalacje elektryczne niskiego napięcia Część 6: Sprawdzanie
PN-EN 62305-1:2008, Ochrona odgromowa – Część 1: Wymagania ogólne.
PN-EN 62305-3:2009, Ochrona odgromowa – Część 3: Uszkodzenia fizyczne obiektów budowlanych i zagrożenie życia.

3.10 Uwagi końcowe

Wymagania ogólne dot. wykonania instalacji

Prace związane z urządzeniami i instalacjami elektrycznymi mogą wykonywać jedynie osoby posiadające odpowiednie kwalifikacje i uprawnienia. Do wszelkich robót wykonywanych na dachach budynków mają zastosowanie przepisy dot. prac na wysokości.
Po wykonaniu robót opisanych w projekcie należy przeprowadzić inwentaryzację powykonawczą, wymagane badania i pomiary elektryczne, oraz rozruch technologiczny systemu. Czynności te udokumentować w protokołach odbiorczych. Protokoły przekazać w czasie odbioru użytkownikowi.

Przyłączenie systemu fotowoltaicznego do sieci OSD

Inwestycja polegająca na instalacji systemu fotowoltaicznego na dachu budynku w świetle obowiązujących przepisów nie wymaga pozwolenia na budowę, ani zgłoszenia robót niewymagających pozwolenia na budowę.

Ze względu na przyjęty system włączenia projektowanej instalacji fotowoltaicznej w sieć elektroenergetyczną publiczną mają zastosowanie procedury związane z przyłączaniem mikroźródeł do operatora sieci dystrybucyjnej (OSD).

Produkcja energii elektrycznej

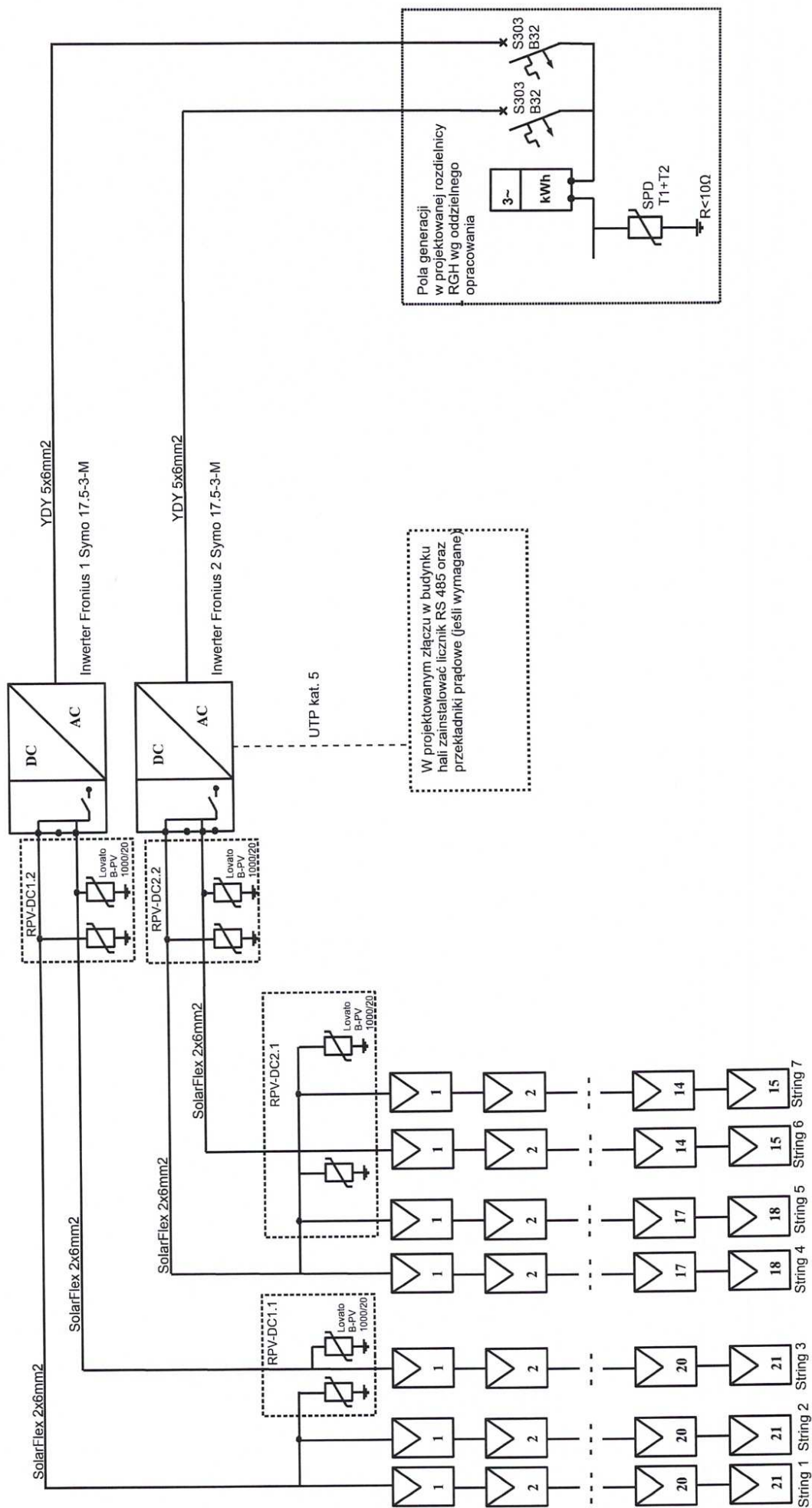
Szacowana ilość energii elektrycznej wyprodukowanej w projektowanym systemie fotowoltaicznym wyniesie **37 714 kWh** rocznie.

Szacunek został obliczony na podstawie najbardziej aktualnej wiedzy z zastosowanie profesjonalnych narzędzi symulacyjnych i pomiarowych. Uwzględniono straty wynikające z: zacinienia liniowego bezpośredniego, ukształtowania horyzontu, sprawności konwersji, temperatury NOCT, przesyłu energii w przewodach DC i AC, sprawności przekształtników. Do symulacji przyjęto całoroczną globalną energię napromieniowania (GHI) o wartości 1015kWh/1m² powierzchni modułów.


Michał Sondej
UDT OZE-E/27/000016/16
SEP E1-486/373/17 SEP D1-487/373/17

CZĘŚĆ II

Część rysunkowa

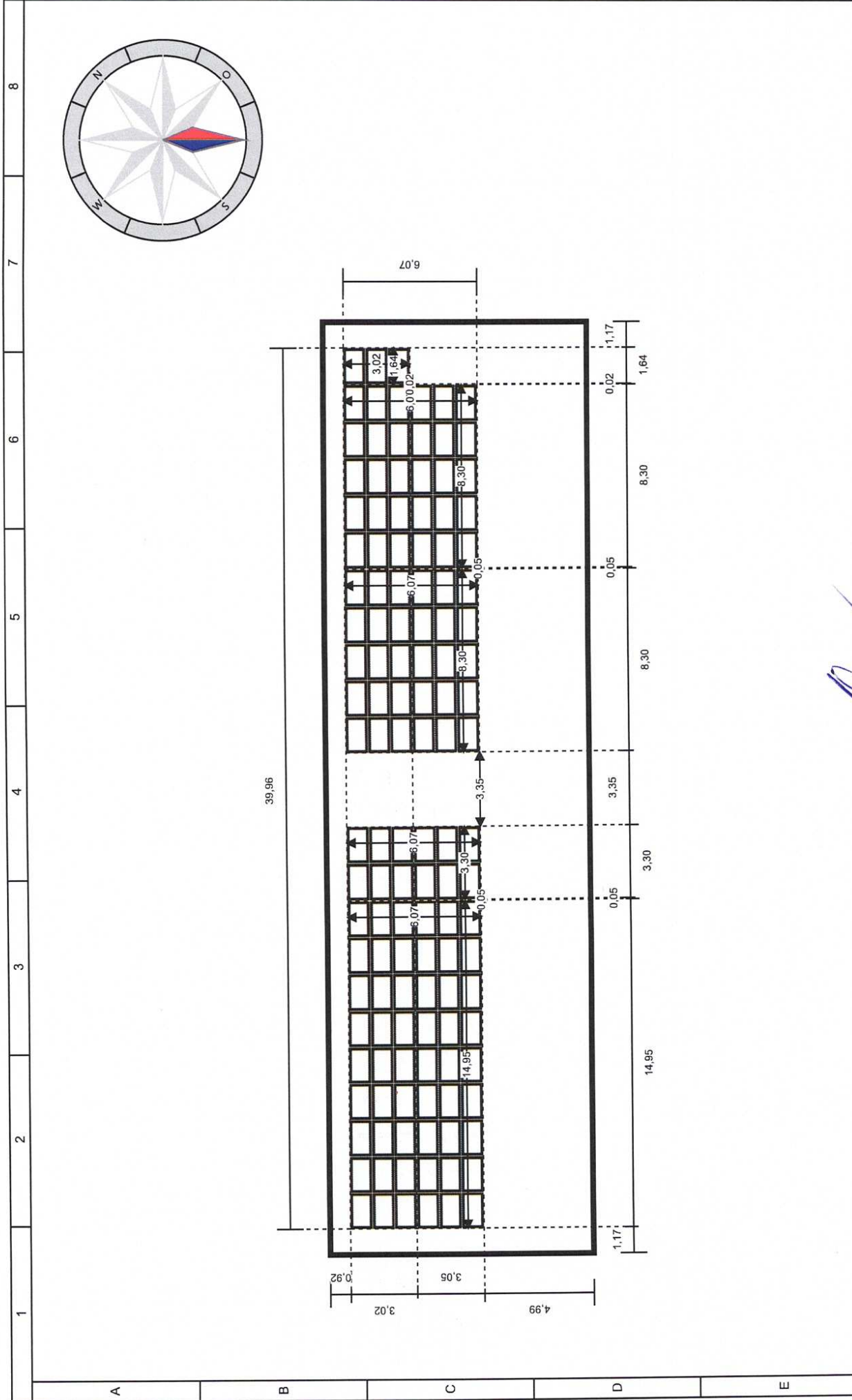


Obiekt	Hala sortowni RIPOK w Gwiazdowie dz. nr 370
Przedmiot Rysunku	Schemat elektryczny systemu fotowoltaicznego o łącznej mocy 39,99kWp
Branża	Elektryczna
Projektował	Michał Sondej
Data	10.2018
Skala	N/D
Podpis	
Rys. E.1	

String 6 - 7 :
 15x Moduł PV IBC Solar MonoSol
 310Wp
 Pmpp = 4,65 kWp
 Umpp = 495V
 Impp = 9,41A

String 4 - 5 :
 18x Moduł PV IBC Solar MonoSol
 310Wp
 Pmpp = 5,58 kWp
 Umpp = 594V
 Impp = 9,41A

String 1 - 3 :
 21x Moduł PV IBC Solar MonoSol
 310Wp
 Pmpp = 6,51 kWp
 Umpp = 693V
 Impp = 9,41A



Rysunek dachu, Dach strony południowo-wschodniej 1 (Budynek Hali)		Tytuł		ZAXON Smart Energy Management Zwycięstwa 137-139 75-604 Koszalin (Polska) Telefon.: +48 607 280 947 e-mail: ms@zaxonsem.pl Internet: www.zaxonsem.pl		Rys.:
Wymiary pola modułowego		Edytowany		ZA		
Miejskie Przedsiębiorstwo Gospodarki Komunalnej Sp. z o.o.		Sprawdzony		XO		K1
Nr projektu.: 2018-0002		Zatwierdzony		N		
Moc instalacji na dachu: 39,99 kWp		Prawa autorskie:				
129 x IBC MonoSol 310 VL5; L 1640mm x W 992mm x H 40mm						