

PROJEKT WYKONAWCZY**BRANŻA : ELEKTRYCZNA**Temat opracowania / Obiekt:**INNOWACYJNE CENTRUM REHABILITACJI
W SZCZEGÓLNYCH WARUNKACH NAŁĘCZOWA**
Nałęczów, obręb Chruszczów,
ul. Wiercińskiego, dz. nr ewid. 12/13**INSTALACJA MIKROFOTOWOLTAICZNA**
Rozbudowa 6,27kW do 49,89kW

Kategoria budynku :

Lokalizacja	NAŁĘCZÓW, obręb Chruszczów ul. Wiercińskiego, nr ewid. dz. 12/13
Inwestor / Adres	Ireneusz Staniak zam. Bogucin 57 21-080 Garbów

TABELA PROJEKTANTÓW

Branża	
Elektryczna	mgr inż. Grzegorz Matuszak upr. nr LUB/0134/PWOE/10 do proj. w specjal. inst. w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych. b/o
Data opracowania	Marzec 2022r.

Spis treści

1.	Opis ogólny.....	3
1.1.	<i>Podstawa opracowania.....</i>	3
1.2.	<i>Przedmiot opracowania.....</i>	3
2.	Opis techniczny – instalacje elektryczne wewnętrzne	4
2.1.	<i>Charakterystyka techniczna obiektu.....</i>	4
2.2.	<i>Ogólne warunki dla instalacji PV</i>	5
2.3.	<i>Warunki ochrony przeciwpożarowej instalacji fotowoltaicznej</i>	5
2.4.	<i>Zasilanie</i>	8
2.5.	<i>Wyłącznik PWP</i>	8
2.6.	<i>Instalacja fotowoltaiczna</i>	9
2.6.1.	<i>Opis działania instalacji.....</i>	9
2.6.2.	<i>Opis urządzeń</i>	9
2.6.2.1.	<i>Panele fotowoltaiczne</i>	9
2.6.2.2.	<i>Zestaw montażowy paneli</i>	9
2.6.2.3.	<i>Inwerter</i>	10
2.6.2.4.	<i>Przewody i elementy zabezpieczające instalacji.....</i>	10
2.6.3.	<i>Instalacja wyrównawcza.....</i>	10
2.6.4.	<i>Ochrona przeciwporażeniowa</i>	11
2.6.5.	<i>Opis wykonania instalacji</i>	11
2.6.6.	<i>Ogólne wytyczne elektryczne</i>	11
2.7.	<i>Ochrona przeciwporażeniowa.....</i>	11
2.8.	<i>Ochrona przepięciowa</i>	11
3.	Uwagi końcowe	12
4.	Obliczenia techniczne	13
4.1.3.	<i>Prognozowane uzyski energetyczne instalacji PV.....</i>	13
5.	Uwagi końcowe	13
6.	Rysunków	14

1. Opis ogólny

1.1. Podstawa opracowania.

Podstawę opracowania stanowią:

- zlecenie Inwestora,
- projekt budowlany obiektu
- wytyczne techniczne Inwestora
- wytyczne technologiczne
- rzuty budynku
- obowiązujące normy i przepisy.

1.2. Przedmiot opracowania

Przedmiotem niniejszego opracowania jest projekt wykonawczy rozbudowy instalacji mikrofotowoltaicznej o mocy 6,27kW do 49,89kW na dachu budynku konferencyjno-rekreacyjnego zlokalizowanego przy ul. Wiercińskiego w Nałęczowie.

2. Opis techniczny – instalacje elektryczne wewnętrzne

2.1. Charakterystyka techniczna obiektu

W budynku jest zabudowana mikroinstalacja fotowoltaiczna o mocy 6,27kW. Na dachu jest zabudowane 19 paneli o mocy jednostkowej 330W, które są przyłączone do falownika o mocy 25kW zlokalizowanego w pom. technicznym na piętrze budynku. Mikroinstalację projektuje się rozbudować do mocy 49,89kW. W pom. technicznym zabudować drugi falownik o mocy 30kW. Na dachu, przy panelach zabudować szafki z wyłącznikami przeciwpożarowymi.

Panele fotowoltaiczne zamontowane będą na dachu budynku przy ul. Wiercińskiego w Nałęczowie.
Dane techniczne budynku:

- Liczba kondygnacji: 2 nadziemne i 1 podziemna
- Wysokość budynku mierzona od poziomu przyległego terenu do poziomu kalenicy dachowej wynosi 11,90m.
- piwnice – parking podziemny na 16 stanowisk, pomieszczenia techniczne, pomieszczenia rekreacyjne /siłownia z zapleciami sanitarnymi i szatniami/,
- parter – pomieszczenia rekreacyjne, rekreacyjno – rehabilitacyjne, gastronomiczne, techniczne
- piętro – pomieszczenia gastronomiczne, edukacji prozdrowotnej, socjalne, techniczne.

Powierzchnia: zabudowy – 864,0 m², użytkowa – 2079,6 m², wewnętrzna – 2199,2 m².
Kubatura nadziemna budynku – 5826 m³. Wysokość w kalenicy 11,90 m.

Klasa odporności pożarowej budynku:

Klasa odporności ogniowej elementów wydzielonych pożarowo pomieszczeń technicznych - ściany wewnętrzne EI 120 i EI 60, stropy REI 60, drzwi wewnętrzne EI60 i EI 30, przepusty instalacyjne i przeciwpożarowe klapy odcinające w klasie odporności ogniowej przegrody.

Podział budynku na strefy pożarowe i dymowe:

Projektowany budynek podzielono na 4 strefy pożarowe:

SP I – strefa ZL kondygnacji nadziemne o pow. 1137,1 m²

SP II - garaż, parking na 16 miejsc postojowych o pow. wewnętrznej strefy kat. PM wynoszącej 658,9 m².

SP III – pomieszczenia techniczne w piwnicy - 218,35 m²

SP IV – pom. techniczne (wentylatornia + rozdzielnia elektr.) – 69,24 m²

SP V – strefa siłowni – pomieszczenia ZL III w części podziemnej o pow. 115,61 m²

W pomieszczeniu garażu nie dopuszcza się garażowania pojazdów zasilanych LPG.

Konstrukcja budynku:

- ściany:
 - Ściany zewnętrzne konstrukcyjne kondygnacji podziemnej projektowane jako 2-warstwowe wylewane z betonu /klasa wg br. konstrukcyjnej/
 - Ściany nadziemne obłożone okładzinami wg rysunków elewacji: deski 38mm, okładzina kamienna (alternatywnie warstwa z pustaków/bloczków elewacyjnych).
 - Ściany wewnętrzne konstrukcyjne kondygnacji projektowane jako wylewane z betonu /klasa wg br. konstrukcyjnej/ grub. 24cm
 - Działowe grubości 12cm murowane z bloczków betonu komórkowego na zaprawie cementowo-wapiennej oraz alternatywnie z płyt gipsowo-włóknowych na ruszcie stalowym podwójnym. Ściany gr. 12cm stanowiące ściany oddzielenia pożarowego z bloczków wapienno-piaskowych lub w rozwiązaniu systemowym z płyt cementowo-włóknowych.
- stropy - Płyty stropowe monolityczne żelbetowe grub. 25 oraz 28cm wylewane z betonu /klasa wg br. konstrukcyjnej/, zbrojone prętami stalowymi A-IIIIN.
- dach:
 - Nad budynkiem zaprojektowano system połączonych dachów dwuspadowych.
 - Kąt nachylenia połaci dachowej 28° (53,2%).
 - Konstrukcja więźby dachowej drewniana płatwiowo-krokwiową.
 - Krokwie w rozstawie maks. co 90cm oparte na murlatach i płatwiach drewnianych.
 - Pokrycie dachu – panele z blachy płaskiej w kolorze grafitowym.
 - W części centralnej dach płaski ze świetlikiem.

Klasa odporności pożarowej budynku – „C”

2.2. *Ogólne warunki dla instalacji PV*

- Moduły fotowoltaiczne będą zamontowane będą na niepalnej konstrukcji wsporczej opisanej w rozdziale 2.6.2.2
- Konstrukcja dachu budynku wykonana z więźby dachowej drewnianej płatwiowokrokwiowej. Poszycie dachu wykonane z blachy płaskiej.
- Inwertery instalacji fotowoltaicznej zabudowane będą w pomieszczeniu wentylatorni, na 1 piętrze. Pomieszczenie wentylatorni jest pomieszczeniem wydzielonym pożarowo.
- Przewody DC na dachu układane będą w metalowych korytkach kablowych, w peszlach odpornych na promieniowanie UV. Przejście kablowe do budynku wykonane będzie w ścianie, do przestrzeni poddasza nieużytkowego. Przewody w budynku układane będą na trasach kablowych na poddaszu nieużytkowym. Przejścia przewodów projektowanej instalacji fotowoltaicznej przez ściany i stropy stanowiące elementy oddzielenia przeciwpożarowego należy zabezpieczyć systemem Hilti do klasy odporności ogniowej EI tych elementów. Przejścia przewodów o średnicy większej niż 0,04 m, projektowanej instalacji fotowoltaicznej, przez ściany i stropy wewnętrzne pomieszczeń pożarowo zamkniętych dla których wymagana klasa odporności ogniowej jest nie mniejsza niż EI 60 lub REI 60, a niebędących elementami oddzielenia przeciwpożarowego, należy zabezpieczyć do klasy odporności ogniowej EI ścian i stropów takiego pomieszczenia systemem Hilti.
Przewody DC stosować w izolacji odpornej na promieniowanie UV, samogasnącej i bezhalogenowej. Na poddaszu przewody DC układać w korytkach kablowych lub rurach instalacyjnych mocowanych do ściany.
- Paneli fotowoltaicznych, przewodów, złączy i urządzeń projektowanej instalacji fotowoltaicznej nie należy układać bezpośrednio na pokryciu dachu lub innym podłożu palnym.
- Znak informujący o obecności na budynku instalacji fotowoltaicznej (rys. 712.514.101 PN-HD 60364-7-712) zostanie umieszczony (poza miejscami wymienionymi w pkt. 712.514.101 PN-HD 60364-7-712) przy wejściu głównym do budynku (w pobliżu PWP) i zawierał będzie dodatkową informację tekstową „PLAN URZĄDZENIA FOTOWOLTAICZNEGO W INSTRUKCJI BEZPIECZEŃSTWA POŻAROWEGO”.
- Instrukcję Bezpieczeństwa Pożarowego należy uzupełnić o informacje i wskazania dotyczące zamontowanej instalacji fotowoltaicznej ze szczególnym uwzględnieniem zawarcia w niej planu urządzenia fotowoltaicznego dla ekip ratowniczych ze wskazaniem jego usytuowania i czytelną legendą oznakowania graficznego.
- Skrzynki z rozłącznikami PWP montowane będą na płaskiej części dachu, odległość skrzynek od paneli fotowoltaicznych min.2m. Skrzynki stosować z tworzywa termoutwardzalnego trudnozapalnego.

2.3. *Warunki ochrony przeciwpożarowej instalacji fotowoltaicznej*

Zakres opracowania obejmuje wybrane elementy istotne w kontekście projektowanej instalacji wskazane w § 4 ust. 1 rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 17 września 2021 r. w sprawie uzgadniania projektu budowlanego pod względem ochrony przeciwpożarowej.

Z uwagi na projektowaną moc wynoszącą 49,89 kWp niniejszy projekt wymaga obowiązkowemu uzgodnieniu pod względem zgodności z wymaganiami ochrony przeciwpożarowej z uwagi na Art. 29 ust. 4. pkt. 3c. Ustawy Prawo Budowlane z dnia 7 lipca 1994 r, z późniejszymi zmianami.

Akty prawne i normy stanowiące podstawę opracowania

- 1) Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 roku o ochronie przeciwpożarowej z późniejszymi zmianami
- 2) Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie z późniejszymi zmianami

3) Rozporządzenie MSWiA z dnia 17 września 2021 roku w sprawie uzgadniania projektu zagospodarowania działki lub terenu, projektu architektoniczno- budowlanego, projektu technicznego oraz projektu urządzenia przeciwpożarowego pod względem zgodności z wymaganiami ochrony przeciwpożarowej.

4) Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 roku w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów z późniejszymi zmianami,

5) Ustawa Prawo Budowlane z dnia 7 lipca ,1994 r. z późniejszymi zmianami art.29 ust.4 pkt. 3c

6) PN-HD 60364-7-712:2016 instalacje elektryczne niskiego napięcia - Część 7 -712: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji * Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania;

7) PN-EN IEC 61730-1:2018-06 Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV) – Część 1: Wymagania dot. konstrukcji

8) PN-EN IEC 61730-2:2018-06 Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV) - Część 2: Wymagania dotyczące badań,

9) PN-EN 62446-1,2016-08 oraz PN-EN 62446-1:2016-08/A1:2019-0,1 Systemy fotowoltaiczne (PV) - Wymagania dotyczące badań, dokumentacji i utrzymania - Część 1: Systemy podłączone do sieci - Dokumentacja, odbiór i nadzór

10) PN-EN 62305 Instalacje odgromowe

11) VDE-AR-E-2100-712 Środki dla instalacji PV w celu utrzymania bezpieczeństwa w przypadku pożaru lub pomocy technicznej

12) VDS 2234-pl. Ściany oddzielenia przeciwpożarowego oraz kompleksowe ściany oddzielenia przeciwpożarowego w zakresie rozmieszczania modułów na dachu.

Charakterystyka zagrożenia pożarowego projektowanej instalacji PV

Zgodnie z danymi opublikowanymi przez BRE National Solar Centre, niezależny instytut badawczy z Wielkiej Brytanii w publikacji "Fire and Solar PV Systems - Investigations and Evidence in July 2017, Prawidłowo zaprojektowana oraz eksploatowana instalacja nie stwarza zwiększonego o ryzyka powstania pożaru w budynku. Podobne wnioski płyną również z innych raportów opublikowanych, min. przez TUV Rheinland we współpracy z instytutem Systemów Energetyki Słonecznej im. Fraunhofera gdzie wskazuje się, że pożary wywołane przez system PV stanowią zaledwie 0,016% w odniesieniu do wszystkich instalacji fotowoltaicznych powstałych w Niemczech. Charakterystyka zagrożenia pożarowego wynika przede wszystkim z możliwości powstania łuku elektrycznego, do którego może dojść w wyniku uszkodzenia izolacji okablowania solarne, Zatem w niniejszym projekcie stwierdza się, że projektowana instalacja fotowoltaiczna nie stwarza dodatkowego zagrożenia pożarowego dla przedmiotowego budynku.

Jako dodatkowe zabezpieczenie ppoż, projektuje się rozłączniki DC zamontowane w szafkach na dachu, które będą pełnił funkcję wyłączników ppoż instalacji DC. Szafkę na rozłączniki ppoż stosować z tworzywa termoutwardzalnego, odpornego na promieniowanie UV o stopniu ochrony IP65. Sterowanie rozłącznikami ppoż DC zrealizowane będzie z przycisku przeciwpożarowego wyłącznika prądu PWP, zlokalizowanego przy wejściu głównym do budynku. Zadziałanie przycisku spowoduje podanie napięcia na wyzwalacze wzrostowe wyłączników DC i ich otwarcie.

Ocena zagrożenia wybuchem pomieszczeń oraz przestrzeni zewnętrznych

W budynku nie występują substancje mogące tworzyć strefy zagrożenia wybuchem. Strefy takie nie występują również na dachu w miejscu instalacji PV związane z instalacjami wentylacji. W przedmiotowym budynku nie występują dodatkowe uwarunkowania z uwagi na zagrożenie wybuchem.

Informacje o stopniu rozprzestrzeniania ognia elementów budowlanych

W budynku zaprojektowano instalację, która nie stanowi pokrycia dachu, o których mowa w § 216, § 218 §219 §235 §271 §274 §287 w Warunkach Technicznych. Zatem nie określa się w tym przypadku konieczności stosowania paneli odpowiedniej klasyfikacji w zakresie odporności dachów na ogień zewnętrzny zgodnie np. Polską Normą PN-ENV 1187:2004 + A1:2007 pkt 4. „Metody badań oddziaływania ognia zewnętrznego na dachy"; badanie 1. Projektowany system należy traktować jako instalację posadowioną na dachu który spełnia kryteria projektowe dla danego budynku (dach pokryty blachą płaską). Warunkiem stosowania komponentów PV w przedmiotowym budynku jest

zaprojektowanie instalacji w oparciu o urządzenia dopuszczone do stosowania z odpowiednimi normami i zawartymi w nich wymaganiami bezpieczeństwa w tym reakcji na ogień.

Informacje o usytuowaniu z uwagi na bezpieczeństwo pożarowe, w tym odległość od obiektów sąsiadujących.

Instalacja fotowoltaiczna projektowana w przedmiotowym obiekcie pozostaje bez wpływu na wymagania w zakresie usytuowania budynku względem sąsiednich obiektów, granicy działki oraz dróg stanowiących dojazd dla ekip ratowniczych oraz dróg pożarowych.

Informacje o warunkach i strategii ewakuacji ludzi lub ich uratowania w inny sposób

Trasy kablowe stałoprądowe, potencjalnie pozostające zawsze pod napięciem prowadzone są poza drogami ewakuacji w przestrzeni poddasza nieużytkowego. Wyłączenie ppoż instalacji PV następuje w szafkach rozłącznikowych na dachu.

Informacje o sposobie zabezpieczania instalacji PV a także rozwiązania zmniejszające ryzyko powstania pożaru.

W przedmiotowym projekcie instalacji fotowoltaicznej trzymano się następujących zasad wiedzy technicznej mających na względzie zminimalizowanie ryzyka powstania pożaru:

- Połączenia DC zaprojektowano za pomocą szybkozłączek typu MC4 tego samego typu i producenta
- Należy zastosować odpowiedni moment docisku przewodów energetycznych przy połączeniach z rozłącznikami po stronie DC
- Zminimalizowano w instalacji ilość połączeń DC.
- Trasy przewodów DC na dachach prowadzono w metalowych kanałach kablowych (eliminując wszelkie ostre krawędzie).
- Trasy kablowe będą odpowiednio oznakowane „Niebezpieczeństwo - wysokie napięcie DC w ciągu dnia obecne po wyłączeniu instalacji”.
- Wszelkie ewentualne przepusty instalacyjne przez ściany oddzielenia przeciwpożarowego zostaną zabezpieczone do klasy odpowiadającej klasie oddzielenia p.poz,
- Zapewniono ochronę odgromową / przepięciową urządzeń fotowoltaicznych.

W celu zapewnienia maksymalnego bezpieczeństwa wszystkie urządzenia instalacji zamontować zgodnie z wytycznymi ich producentów, w szczególności zachować wymagane odległości pomiędzy inwerterem a sąsiednimi przedmiotami umożliwiające sprawną wymianę ciepła i jego chłodzenie. Urządzenia zostały odpowiednio dobrane pod względem prądowym i napięciowym, co minimalizuje ryzyko ich nagrzania i powstania pożaru. Przewody o prawidłowo dobranym przekroju ułożyć zgodnie z Polskimi Normami i zasadami wiedzy technicznej.

Wyposażenie w gaśnice.

Dla projektowanej instalacji brak wymogu montażu gaśnicy.

Przygotowanie obiektu budowlanego i terenu do prowadzenia działań ratowniczo_ gaśniczych

Z uwagi na zapewnienie bezpieczeństwa ekip ratowniczych podczas działań, należy wykonać oznaczenia następujących składowych instalacji fotowoltaicznej w ramach uaktualnienia instrukcji bezpieczeństwa pożarowego lub wykonania planu urządzenia fotowoltaicznego.

Plan instalacji fotowoltaicznej umieszcza się przy przycisku PWP (lub w widocznym miejscu na zewnątrz) na trwałym materiale wykonany metodą druku i o formacie nie mniejszym niż A4.

Część graficzna Rys.5E - plan blokowy instalacji na potrzeby Służb Ratowniczych na podstawie normy VDE-AR-E-2100-712 zawiera:

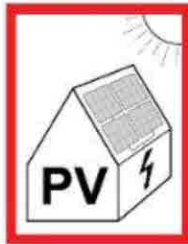
- obszar lokalizacji modułów PV,
- lokalizację rozłączników DC sterowanych przyciskiem PWP,
- miejsca usytuowania elementu (np, rozłącznika) zapewniającego odłączenie napięcia po stronie DC,
- Przebieg tras przewodów prądu stałego (po stronie DC) pozostających pod napięciem,
- legendę zastosowanych oznaczeń graficznych i literowych,
- wskazanie osób lub podmiotów opracowujących plan oraz datę jego opracowania.

Oznakowanie budynku

Ponadto w celu zapewnienia odpowiedniego bezpieczeństwa dla ekip ratowniczo-gaśniczych należy odpowiedni oznakować obiekt wyposażony w PV wg normy PN-EN 60364-7-712.

Piktogramy z wizerunkiem modułów PV na dachu budynku powinny być umieszczone w poniższych miejscach:

- w złączu instalacji elektrycznej (punkt rozdziału pomiędzy siecią dystrybucyjną a siecią wewnętrzną obiektu),
- w miejscu pomiaru, jeżeli jest oddalony od złącza,
- w jednostce odbiorcy lub w tablicy rozdzielczej, do której jest podłączone zasilanie z falownika,
- w widocznym miejscu od strony drogi pożarowej, jeśli instalacja fotowoltaiczna nie jest z niej widoczna.



Woda do zewnętrznego gaszenia pożaru i drogi pożarowe

Projektowana instalacja PV nie powoduje dodatkowych obustrzeń w zakresie ilości wody potrzebnej do zewnętrznego gaszenia pożaru a także nie ingeruje w zasady prowadzenia pożarowych dróg do obiektu.

2.4. Zasilanie

Przedmiotowy budynek zasilany jest z istniejącego złącza kablowego ZK-3L2+1Pp. Złącze posadowione jest przy granicy działki, od strony ul. Wiercińskiego.

Moc przyłączeniowa obiektu wynosi 215kW, układ sieci TN-C-S.

Instalację mikrofotowoltaiczną przyłączyć do rozdzielnic głównej RG, poprzez dwa inwertery o mocy 25+30kW.

2.5. Wyłącznik PWP

Główne wyłączenie zasilania ppoż w budynku realizowane będzie przyciskiem umieszczonym przy portierni oraz przy wejściu głównym. Przycisk PWP powoduje jednoczesne wyłączenie instalacji AC i DC. Przycisk ppoż powoduje wyłączenie wyłącznika głównego zlokalizowanego w rozdzielnic głównej RG. Przycisk ppoż powoduje podanie napięcia na wyzwalacz wzrostowy na wyłączników w układzie przełącznika faz. Element wykonawczy głównego wyłącznika prądu ppoż (rozłącznik 400A/3P w rozdzielnic RG) zlokalizowany jest w wydzielonym pożarowo pom. technicznym na poz. -1.

Jako przeciwpożarowe rozłączniki paneli PV projektuje się wyłączniki ppoż typu Projoy na instalacji DC w pobliżu paneli. Wyłączniki będą zabudowane w szafkach szczelnych (IP65) na dachu. Wyłączniki stosować oddzielnie dla dwóch układów. Wyłączniki Projoy stosować 4-stringowe. Po zaniku napięcia w sieci AC, wyłączniki Projoy automatycznie rozłączy się i odizoluje panele fotowoltaiczne. Elementy wykonawcze wyłącznika ppoż instalacji fotowoltaicznej zlokalizowane będą w szafkach z tworzywa termoutwardzalnego na dachu, w pobliżu paneli PV.

Przycisk PWP umieścić w obudowie koloru czerwonego z drzwiczkami przeszklonymi z zamkiem. Stopień ochrony obudowy IP44. Pomiędzy rozdzielnicą główną a przyciskiem PWP oraz między rozłącznikami DC i przyciskiem PWP ułożyć przewód niepalny PH90. Przewód PH90 pomiędzy rozłącznikiem a przyciskiem PWP mocować na uchwytych w klasie E90, odstęp między uchwytych nie większy niż 30cm. Przycisk PWP stosować z sygnalizacją i certyfikatem CNBOP.

Urządzenia składowe lub zestaw PWP musi posiadać KOT (Krajowa Ocena Techniczną) a przewód klasy PH – Świadectwo Dopuszczenia CNBOP.

Przeciwpożarowy wyłącznik prądu oznaczyć zgodnie z PN.

Przejścia przewodów przez przegrody budowlane zabezpieczyć przeciwpożarowo materiałami niepalnymi o odporności ogniowej równej odporności przegród.

2.6. Instalacja fotowoltaiczna

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy łącznej 49,89 kWp ma służyć do produkcji i przesyłu energii elektrycznej do istniejącej wewnętrznej instalacji elektrycznej (instalacja typu on-grid) i umożliwić wprowadzenie nadmiaru wyprodukowanej przez mikroinstalację energii do sieci energetycznej.

Instalacja ma składać się z paneli fotowoltaicznych, okablowania prądu stałego, inwertera oraz układu przyłączenia instalacji fotowoltaicznej do wewnętrznej instalacji odbiorczej i tym samym do sieci elektroenergetycznej 0,4 kV obejmującego okablowanie prądu przemiennego wraz z instalacją wyrównawczą systemu montażowego i wymaganymi zabezpieczeniami po stronie DC i AC.

Zaprojektowana instalacja fotowoltaiczna będzie zamontowana na dachu o najkorzystniejszej ekspozycji pod względem funkcjonowania systemu fotowoltaicznego. Inwerter (falownik) będzie zabudowany w pomieszczeniu technicznym wentylatorni, na I piętrze. Wpięcie w wewnętrzną sieć elektroenergetyczną budynku będzie miało miejsce w rozdzielnicy głównej RG.

2.6.1. Opis działania instalacji

Instalacja będzie pracować w systemie sterowania automatycznego i w systemie on-grid, co oznacza, że proces pozyskiwania energii elektrycznej z paneli fotowoltaicznych będzie rozpoczynał się i kończył samoczynnie, z uwzględnieniem panujących warunków nasłonecznienia.

Pozyskana energia elektryczna z paneli kierowana będzie w pierwszej kolejności do sieci wewnątrz budynku. W przypadku braku bieżącego obciążenia sieci w obiekcie, nadmiar energii będzie automatycznie kierowany na zewnątrz do sieci elektroenergetycznej, poprzez licznik dwukierunkowy.

Ilość pozyskanej energii z paneli będzie bilansowana i wyświetlana przez inwerter, natomiast licznik dwukierunkowy, będzie zliczał część tej energii, która została przekazana do sieci na zewnątrz.

Przyłącze do sieci energetyki zawodowej należy zrobić na podstawie zgłoszenia do PGE (moc OZE jest mniejsza od mocy zamówionej) W celu rozliczenia odbioru energii elektrycznej po stronie 0,4kV zostanie zabudowany układ pomiarowo-rozliczeniowy, zgodny z wymaganiami PGE Dystrybucja S.A.

2.6.2. Opis urządzeń

2.6.2.1. Panele fotowoltaiczne

1 układ instalacji projektuje się z 67 sztuk modułów z krzemu monokrystalicznego o mocy szczytowej 330 i 390 Wp każdy, co w rezultacie daje moc zainstalowaną 24,93 kWp. Ogniwa będą współpracowały z inwerterem o mocy 25kW. Panele zamontowane będą na południowej połaci dachu.

2 układ instalacji projektuje się z 64 sztuk modułów z krzemu monokrystalicznego o mocy szczytowej 390 Wp każdy, co w rezultacie daje moc zainstalowaną 24,96 kWp. Ogniwa będą współpracowały z inwerterem o mocy 30kW. Panele zamontowane będą na wschodniej i zachodniej połaci dachu.

Łączna moc instalacji – 49,89kWp.

Panele powinny charakteryzować się sprawnością nie mniejszą niż 19,3%. Panele powinny być objęte 10-letnią gwarancją na produkt oraz gwarancją liniowej utraty sprawności do 97% mocy początkowej po 5 latach, 91,8% po 10 latach i 83% po 25 latach.

Panele fotowoltaiczne muszą posiadać potwierdzoną zgodność z wymaganiami standardów: IEC 61215, IEC 61730, lub równoważnych oraz posiadać deklarację zgodności. Wszystkie montowane panele muszą być identyczne, tego samego producenta i o identycznych parametrach.

2.6.2.2. Zestaw montażowy paneli

Panele fotowoltaiczne montować za pomocą szyn montażowych mocowanych do konstrukcji dachu. Profile montażowe będą mocowane na podszyciu dachu – blacha płaska.

Zastosować systemowy zestaw montażowy, przeznaczony do danego typu paneli, wykonany z elementów niekorodujących, tj. aluminium, stali nierdzewnej. Przytwierdzenie paneli wraz z zestawem montażowym do podłoża będzie zrealizowane przy użyciu osobnych elementów łączących, uwzględniających rodzaj samego podłoża, miejsce i sposób montażu.

System montażowy powinien umożliwić zamontowanie modułów zgodnie z ich instrukcją montażu podawaną przez producenta modułów.

2.6.2.3. Inwerter

Inwerter sieciowy przetwarza prąd stały generowany przez moduły PV na prąd przemienny o parametrach zgodnych z parametrami sieci elektroenergetycznej, do której jest przyłączony. Należy zastosować dwa inwertery trójfazowe o mocy znamionowej 25kW+30kW.

Inwertery muszą posiadać wbudowany licznik energii elektrycznej umożliwiający gromadzenie i lokalną prezentację danych oraz powinno posiadać możliwość podłączenia modułu komunikacyjnego do przesyłania danych Ethernet. Inwerter powinien być objęty 10-letnią gwarancją.

Inwerter musi posiadać potwierdzoną zgodność z wymaganiami standardów: PN-EN 61000-3-2: 2007, PN-EN 61000-3-3: 2011, PN-EN 50438 lub równoważnych oraz posiadać deklarację zgodności.

Inwertery zlokalizowane będą w pomieszczeniu technicznym wentylatorni, na 1 piętrze

2.6.2.4. Przewody i elementy zabezpieczające instalacji

Pomiędzy panelami fotowoltaicznymi a inwerterem, w szafkach na dachu zamontować rozłączniki prądu stałego – żaden łańcuch paneli nie może być bezpośrednio podłączony do inwertera bez zastosowania rozłącznika. Po stronie DC zastosować przewody fotowoltaiczne prądu stałego w podwójnej izolacji, odporne na promieniowanie ultrafioletowe i temperaturę do 120°C, jednożyłowe, o żyłce roboczej miedzianej o przekroju minimum 4 mm² (linka). Wszystkie połączenia po stronie prądu stałego będą realizowane za pomocą przeznaczonych do tego celu konektorów w standardzie MC4. Wszystkie przewody, zarówno po stronie DC jak i po stronie AC, będą prowadzone wzdłuż linii prostych, równoległe i prostopadłe do krawędzi ścian.

Przewody DC na dachu prowadzić w metalowych korytkach kablowych w peszlu odpornym na promieniowanie UV. Wejście przewodów do budynku wykonać w ścianie, pod dachem. Przejście kablowe uszczelnić. W budynku, przewody DC prowadzić na poddaszu nieużytkowym. Przejście przez strop nad pomieszczeniem wentylatorni uszczelnić w odporności ogniowej EI120. Przewody DC nie będą przechodziły przez drogi ewakuacyjne.

Jako przewody DC stosować kabel solarny typu H1Z2Z2-K lub równoważny o parametrach:

- przewód samogasnący wg: PN-EN 60332-1
- bezhalogenowy wg, PN-EN 50618
- o klasie odporności na wodę: AD7.
- klasa reakcji na ogień oraz wydzielenia substancji niebezpiecznych - **Dca-s2, d1, a2** wg. PN-EN 50575:2015-03/A1:2016-11 (CPR) i SEP-E-007.
- odporność na warunki atmosferyczne i promieniowanie UV wg. PN-EN 50618.

Ponieważ prąd zwarcia (maksymalny prąd płynący w obwodzie DC) w temperaturze 70°C nie przekracza 10A, zabezpieczenia nadprądowego po stronie DC nie stosuje się. Należy natomiast zastosować zabezpieczenie przepięciowe klasy I+II.

Z kolei po stronie AC należy dobrać jednobiegunowy wyłącznik nadprądowy o prądzie znamionowym wyższym niż maksymalny prąd wyjściowy inwertera.

Elementy zabezpieczające po stronie DC zgrupować w jednej lub kilku rozdzielnicach klasy IP65 a po stronie AC w rozdzielnicach klasy niższej.

Skrzynki z wyłącznikami ppoż instalacji PV montować na płaskiej części dachu. Skrzynki stosować z tworzywa termoutwardzalnego. Stopień ochrony min. IP65. Skrzynki instalować na dachu w odległości min. 2,5m od paneli.

2.6.3. Instalacja wyrównawcza

Należy wykonać połączenia wyrównawcze instalacji fotowoltaicznej i uziemienie na głównej szynie uziemiającej. W ten sposób zostanie uziemiona konstrukcja wsporcza modułów, inwerter i rozdzielnica AC z wyłącznikiem nadprądowym. Wszystkie te połączenia wykonać przewodem LgY o przekroju 6 mm² w izolacji żółto-zielonej.

2.6.4. Ochrona przeciwporażeniowa

Ochrona przed dotykiem bezpośrednim (ochrona podstawowa) jest zrealizowana przez izolację przewodów i obudowy urządzeń (rozłącznika DC, inwertera, rozdzielnic AC). Obudowy tych urządzeń mają spełniać warunki ochrony przed dotykiem pośrednim (ochrona przy uszkodzeniu), to znaczy posiadać drugą klasę ochronności w tym zakresie. Uzupełnieniem ochrony dodatkowej będzie wyłącznik nadprądowy znajdujący się w rozdzielnic AC.

2.6.5. Opis wykonania instalacji

Wytyczne budowlane

Montaż instalacji powinien uwzględniać uwarunkowania konstrukcyjne budynku – należy dobrać taki sposób montażu, który nie powoduje osłabienia konstrukcji budynku. Sposób montażu urządzeń zgodnie z wytycznymi producenta. Całość instalacji wykonać zgodnie z częścią rysunkową i opisową projektu.

Wszystkie miejsca przebieg przez przegrody budowlane, po wprowadzeniu instalacji należy zaizolować pianką poliuretanową wodoodporną, zabezpieczyć przed dostaniem się wody, gryzoni oraz przed uszkodzeniami mechanicznymi.

Sposoby prowadzenia przewodów elektrycznych od paneli do wnętrza obiektu:
przejście kominkami / dachówkami systemowymi wentylacyjnymi.

Sposoby montażu instalacji fotowoltaicznej do podłoża na budynku:

podłoże dachowe betonowe: konstrukcja kotwiona za pomocą kołków rozporowych do betonu,

podłoże dachowe drewniane: konstrukcja kotwiona za pomocą śrub,

podłoże dachowe z blachodachówki: konstrukcja kotwiona do łąt lub krokwi za pomocą śrub bezpośrednio przez blachodachówkę,

2.6.6. Ogólne wytyczne elektryczne

Urządzenia elektryczne podczas montażu nie mogą znajdować się pod napięciem. Instalacja powinna się odbywać zgodnie z wytycznymi producenta oraz ze sztuką budowlaną.

Wszystkie przewody elektryczne powinny być prowadzone w korytkach lub rurach osłonowych, na stałe przymocowanych do przegród budowlanych. Odcinki przewodów łączących poszczególne urządzenia i elementy instalacji, powinny być wykonane z jednego odcinka – nie dopuszcza się przedłużania za krótkich przewodów.

2.7. Ochrona przeciwporażeniowa

Jako ochronę przeciwporażeniową zastosowano samoczynne wyłączenie zasilania w układzie sieci **TN-C-S**. Rozdział przewodu ochronno-neutralnego PEN na ochronny PE i neutralny N wykonać w rozdzielnic głównej RG. Punkt rozdziału skutecznie uziemić, $R_u \leq 10\Omega$.

Od rozdzielni głównej RG poprowadzić wraz z wzl przewód ochronny do każdej tablicy rozdzielczej. Przewód ochronny nie może być zabezpieczony ani przerwany wyłącznikami. Przewód ochronny w kolorze żółto – zielonym.

Ochrona przed dotykiem bezpośrednim jest zapewniona przez izolację części czynnych lub obudowy, ochrona przed dotykiem pośrednim jest zapewniona przez połączenia wyrównawcze oraz samoczynne wyłączenie zasilania przy uszkodzeniu.

Ochrona uzupełniająca gniazd wtyczkowych, które są przewidziane do powszechnego użytku i obsługiwane przez osoby niewykwalifikowane jest zapewniona za pomocą wyłączników różnicowoprądowych o prądzie upływu $< 30\text{mA}$.

2.8. Ochrona przepięciowa

System ochrony przed przepięciami łączeniowymi i atmosferycznymi:

stopień 1 – ochronniki przepięciowe typu I+II instalowane w rozdzielnic głównej RG oraz zastosowana w obiekcie ekwipotencjalizacja;

stopień 2 – ochronniki przepięciowe typu II instalowane w projektowanych tablicach rozdzielczych obiektowych i piętrowych;

3. Uwagi końcowe

- Całość robót wykonać zgodnie z projektem i przepisami PBUE, PN, BHP i Prawa Budowlanego.
- Należy stosować urządzenia, wyroby i materiały posiadające wymagane atesty i certyfikaty.
- Wykonać pomiary rezystancji izolacji obwodów, rezystancji uziemień oraz skuteczności ochrony od porażień. Protokoły pomiarów, atesty i powykonawczą dokumentację techniczną przekazać Inwestorowi.
- Użytkownik obiektu ma obowiązek wykonania przeglądu i konserwacji zestawu PWP po wykonaniu oraz co najmniej raz w roku, zgodnie z rozporządzeniem MSWiA w sprawie ochrony ppoż budynków.

4. Obliczenia techniczne

4.1. Obliczenia i doборы dla instalacji fotowoltaicznej

4.1.1. Prognozowane uzyski energetyczne instalacji PV

Załącznik nr 1 – Obliczenia dotyczą instalacji PV o mocy 21,78kW – układ południowy.

Załącznik nr 2 – Obliczenia dotyczą instalacji PV o mocy 3,33kW – układ zachodni.

Załącznik nr 3 – Obliczenia dotyczą instalacji PV o mocy 15,84kW – układ wschodni.

5. Uwagi końcowe

Całość robót wykonać zgodnie z projektem i przepisami PN, BHP i Prawa Budowlanego.

W kwestiach spornych dotyczących budowy instalacji wykonawca zasięgnie opinii głównego projektanta, inspektora nadzoru, a tam gdzie konieczne - Inwestora.

Sporządzić dokumentację powykonawczą.

Po zakończeniu w/w robót - zgłosić i przeprowadzić odpowiednie odbiory techniczne.

Zwraca się uwagę, by wszelkie stosowane urządzenia elektryczne posiadały odpowiednie świadectwa i atesty techniczne.

W miejscach przejść przewodów instalacji elektrycznych przez elementy oddzielenia przeciwpożarowych przez ściany i stropy, przewidzieć przepusty lub uszczelnienia przeciwpożarowe o klasie odporności ogniowej wymaganej dla tych oddzielenia ppoż.

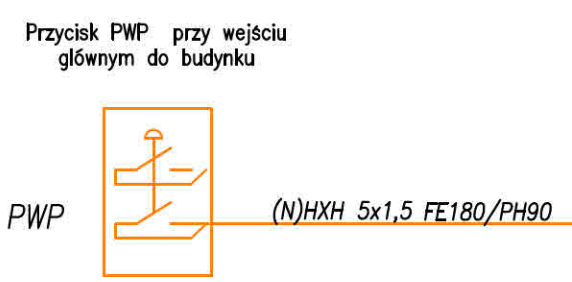
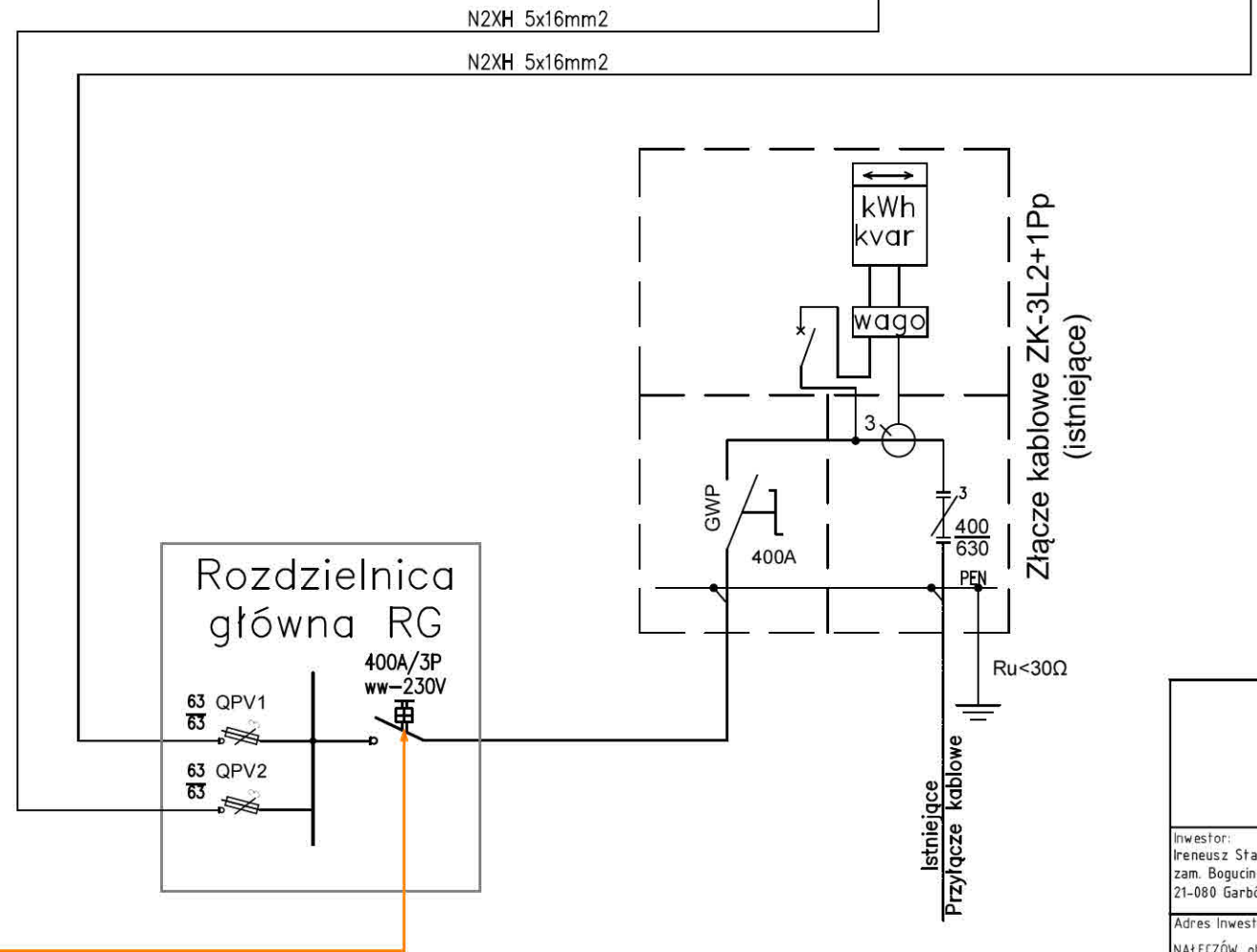
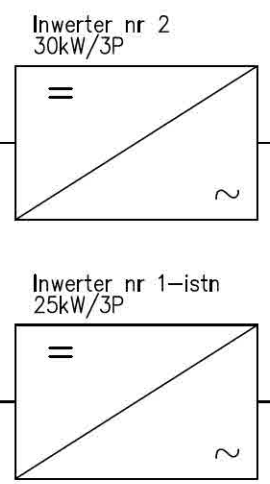
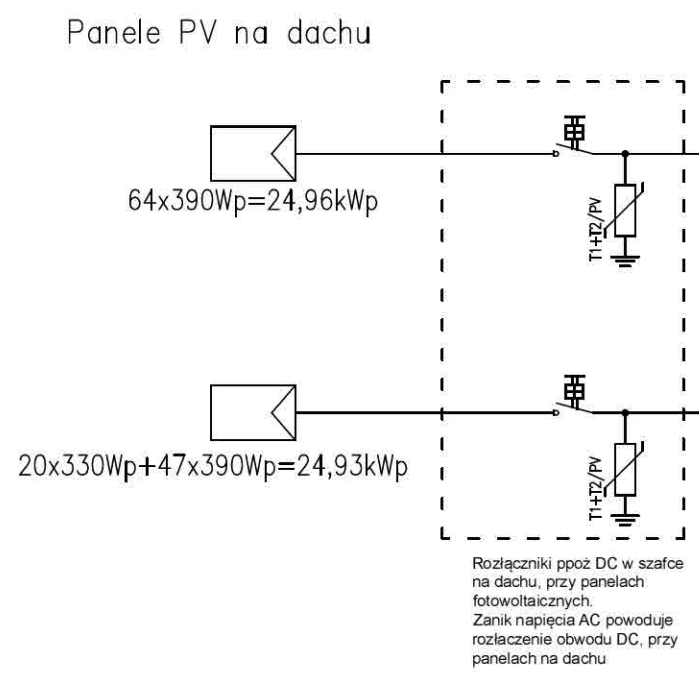
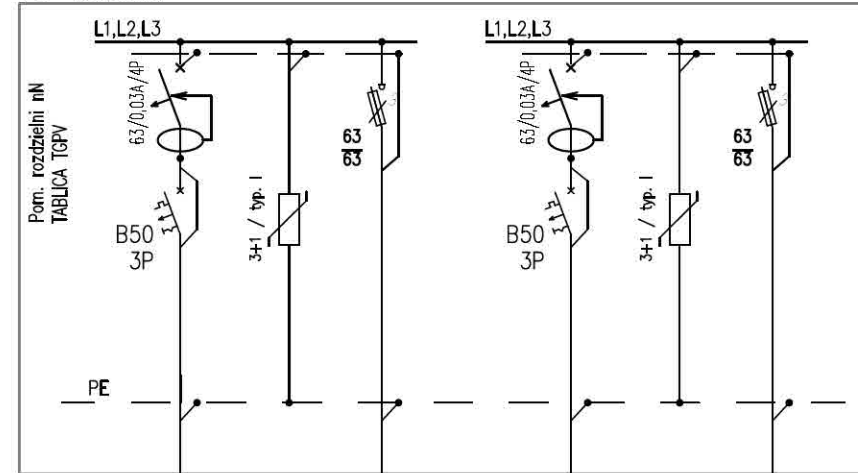
Projektant:
mgr inż. Grzegorz Matuszak

6. Rysunków

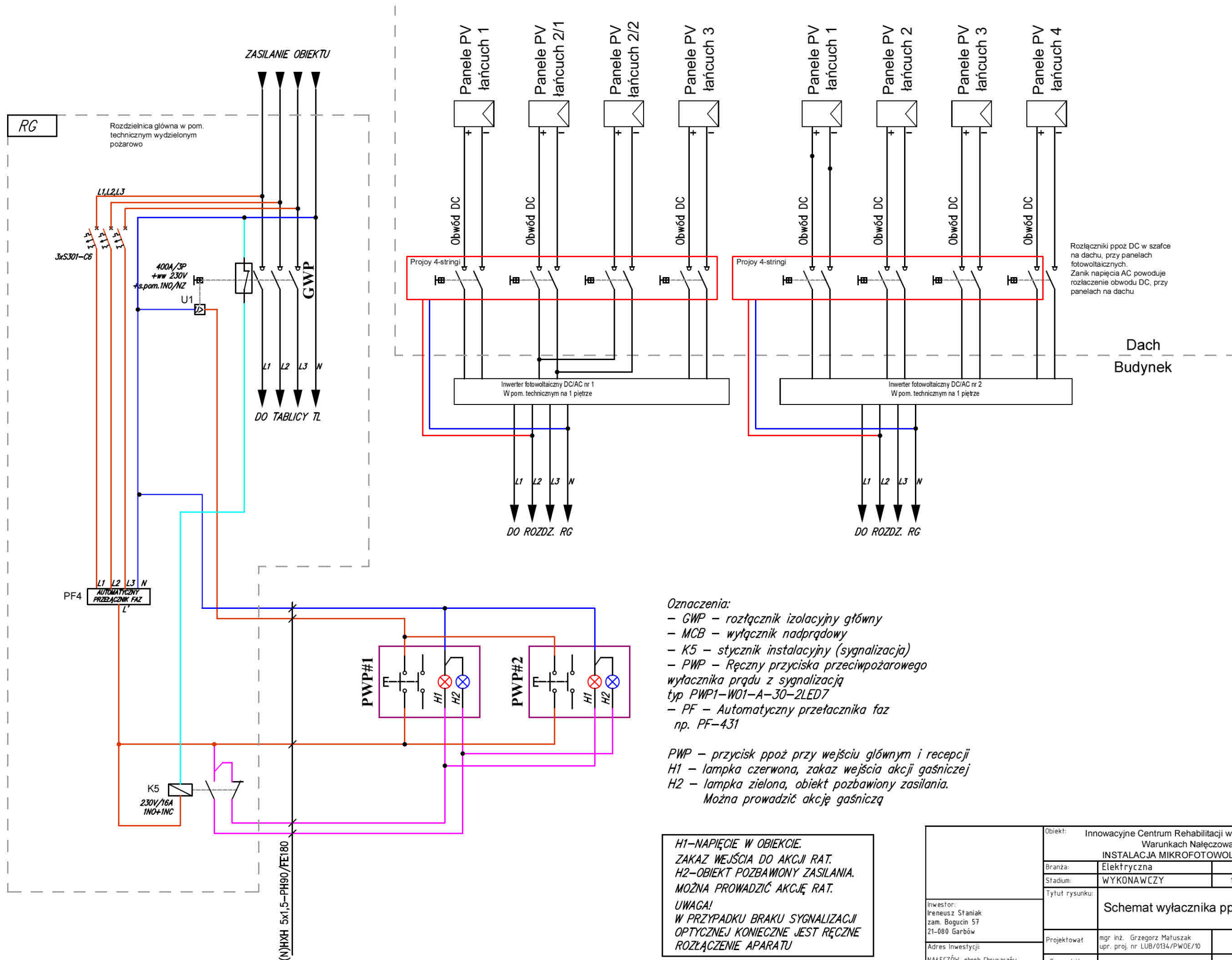
1. Schemat zasilania	1E
2. Schemat wyłącznika ppoż	2E
3. Schemat instalacji fotowoltaicznej w układzie południowym	3E
4. Schemat instalacji fotowoltaicznej w układzie wschód-zachód	4E
5. Plan rozmieszczenia paneli fotowoltaicznych. Rzut dachu	5E
6. Szkic sytuacyjny rozmieszczenia głównych elementów instalacji PV	6E

Rozdzielnica TGPV
w pom. technicznym

TGPV
P_s=43,23kW



Inwestor: Ireneusz Staniak zam. Bogucin 57 21-080 Garbów	Objekt: Innowacyjne Centrum Rehabilitacji w Szczególnych Warunkach Nałęczowa			
	INSTALACJA MIKROFOTOWOLTAICZNA			
Adres Inwestycji: NAŁĘCZÓW, obręb Chruszczów ul. Wiercińskiego, dz. nr 12/13	Branża:	Elektryczna	Data:	Skala:
	Stadium:	WYKONAWCZY	10.2021	-
ELMAT projekt Grzegorz Matuszak, ul. Wojciechowska 5A lok.24, 20-704 Lublin 504-499-823 / elmatprojekt@gmail.com / g_matuszak@o2.pl	Tytuł rysunku: Schemat zasilania			
	Projektował:	mgr inż. Grzegorz Matuszak upr. proj. nr LUB/0134/PW0E/10	Nr rys.	
	Sprawdził:		1E	

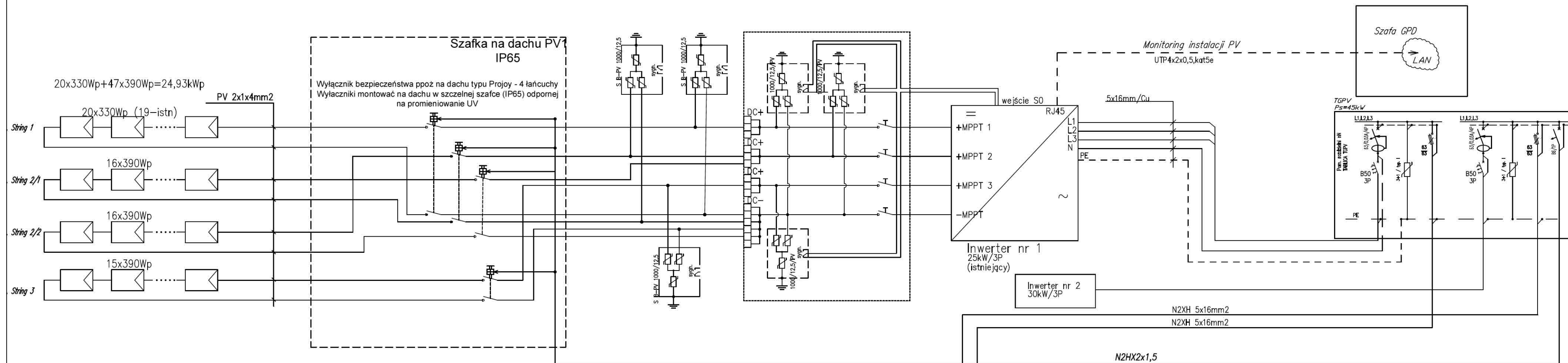


- Oznaczenia:
- GWP - rozłącznik izolacyjny główny
 - MCB - wyłącznik nadprądowy
 - K5 - stycznik instalacyjny (sygnalizacja)
 - PWP - Ręczny przyciska przeciwpożarowego wyłącznika prądu z sygnalizacją
typ PWP1-W01-A-30-2LED7
 - PF - Automatyyczny przełącznika faz
np. PF-431

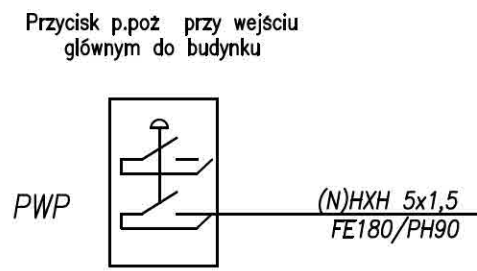
PWP - przyciski ppoż przy wejściu głównym i recepcji
H1 - lampka czerwona, zakaz wejścia do akcji gaśniczej
H2 - lampka zielona, obiekt pozbawiony zasilania.
Można prowadzić akcję gaśniczą

H1-NAPIĘCIE W OBIEKCIE.
ZAKAZ WEJŚCIA DO AKCJI RAT.
H2-OBIĘKT POZBAWIONY ZASILANIA.
MOŻNA PROWADZIĆ AKCJĘ RAT.
UWAGA!
W PRZYPADKU BRAKU SYGNALIZACJI
OPTYCZNEJ KONIECZNE JEST RĘCZNE
ROZŁĄCZENIE APARATU

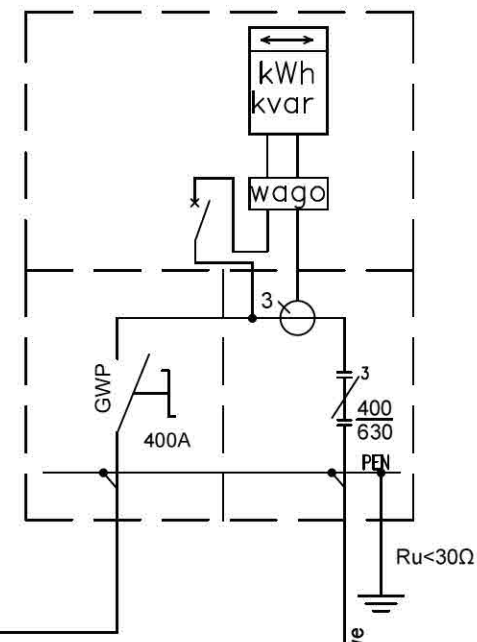
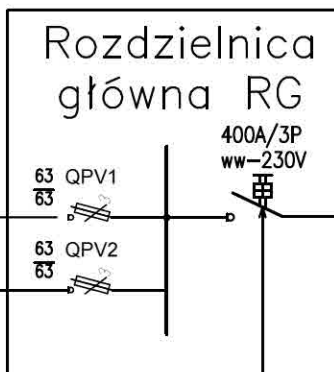
Obiekt: Innowacyjne Centrum Rehabilitacji w Szczególnych Warunkach Nałęczowa			
INSTALACJA MIKROFOTOWOLTAICZNA			
Branża:	Elektryczna	Data:	Skala:
Stadium:	WYKONAWCZY	10.2021	-
Tytuł rysunku: Schemat wyłącznika ppoż			
Inwestor: Ireneusz Staniak zam. Bogucin 57 21-080 Garbów		Projektował: mgr inż. Grzegorz Matuszak upr. proj. nr LUB/0134/PW0E/10	Nr rys.
Adres Inwestycji: NAŁĘCZÓW, obręb Chruszczów ul. Wiercińskiego, dz. nr 12/13		Sprawdził:	2E
ELMAT projekt Grzegorz Matuszak, ul. Wojciechowska 5A lok.24, 20-704 Lublin 504-499-823 / elmatprojekt@gmail.com / g_matuszak@o2.pl			



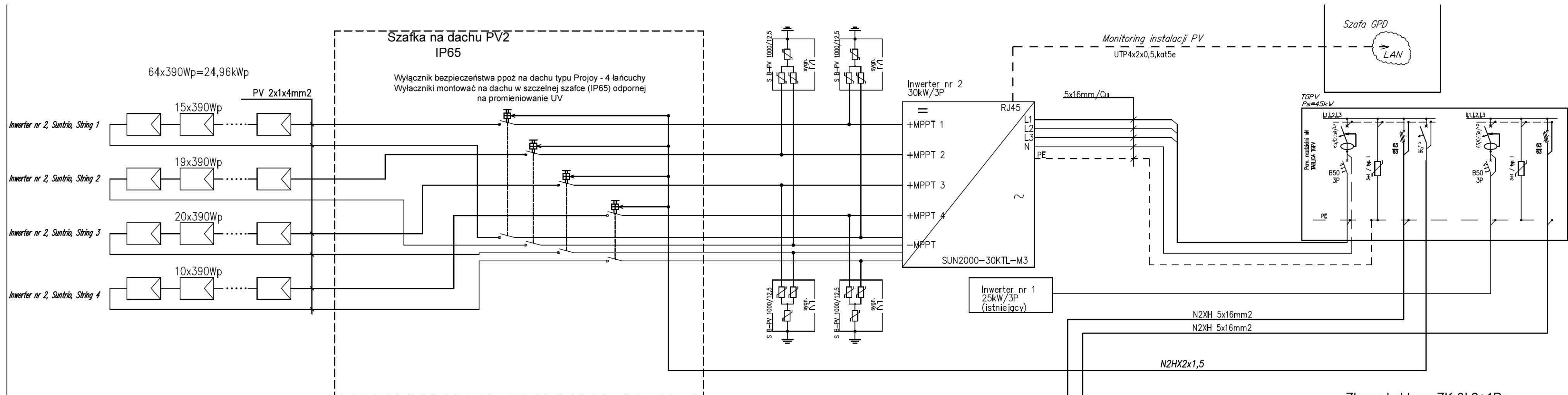
UWAGA:
 Konstrukcje wsporcze paneli na dachu przyłączyć do instalacji uziemiającej



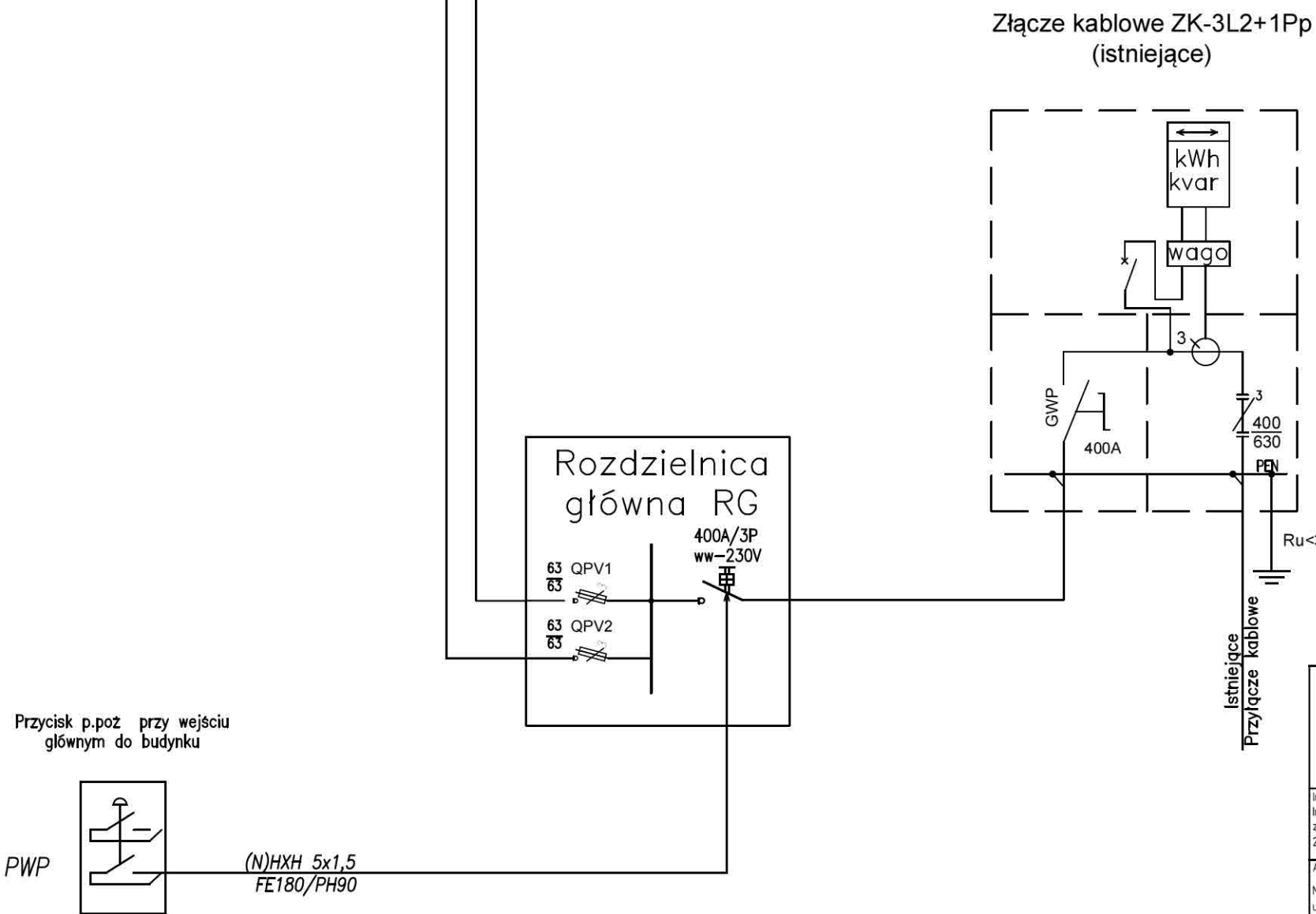
Złącze kablowe ZK-3L2+1Pp (istniejące)



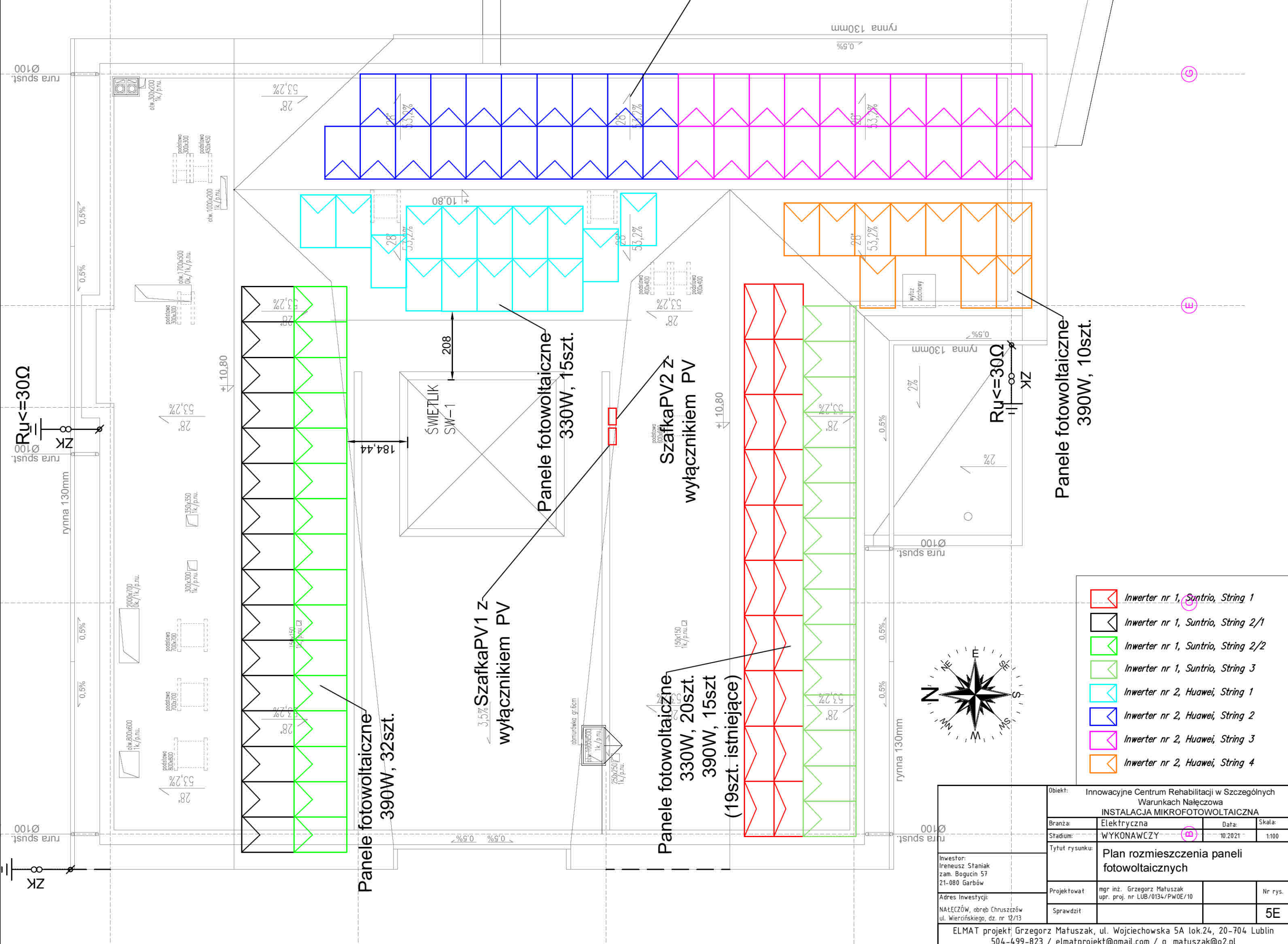
Inwestor: Ineusz Staniak zam. Bogucin 57 21-080 Garbów	Objekt: Innowacyjne Centrum Rehabilitacji w Szczególnych Warunkach Nałęczowa		
	INSTALACJA MIKROFOTOWOLTAICZNA		
Adres Inwestycji: NAŁĘCZÓW, obręb Chruszczów ul. Wiercińskiego, dz. nr 12/13	Branża:	Elektryczna	Data:
	Stadium:	WYKONAWCZY	10.2021
Projektował: mgr inż. Grzegorz Matuszak upr. proj. nr LUB/0134/PW0E/10	Tytuł rysunku: Schemat instalacji fotowoltaicznej w układzie południowym		Skala:
	Sprawdził:		Nr rys. 3E
ELMAT projekt Grzegorz Matuszak, ul. Wojciechowska 5A lok.24, 20-704 Lublin 504-499-823 / elmatprojekt@gmail.com / g_matuszak@o2.pl			



UWAGA:
 Konstrukcje wsporcze paneli na dachu przyłączyć do instalacji uziemiającej



Inwestor: Inneusz Staniak zam. Bogucin 57 21-080 Garbów	Obiekt: Innowacyjne Centrum Rehabilitacji w Szczególnych Warunkach Nałęczowa			
	INSTALACJA MIKROFOTOWOLTAICZNA			
Adres Inwestycji: NAŁĘCZÓW, obręb Chruszczów ul. Wiercińskiego, dz. nr 12/13	Branża:	Elektryczna	Data:	10.2021
	Stadium:	WYKONAWCZY	Skala:	-
Projektował: mgr inż. Grzegorz Matuszak upr. proj. nr LUB/0134/PWOE/10	Tytuł rysunku: Schemat instalacji fotowoltaicznej w układzie wschód-zachód			
	Sprawił:		Nr rys.:	4E
ELMAT projekt Grzegorz Matuszak, ul. Wojciechowska 5A lok.24, 20-704 Lublin 504-499-823 / elmatprojekt@gmail.com / g_matuszak@o2.pl				



$R_u \leq 30\Omega$

$R_u \leq 30\Omega$

Panele fotowoltaiczne
390W, 32szt.

3,5% SzafkaPV1 z
wyłącznikiem PV

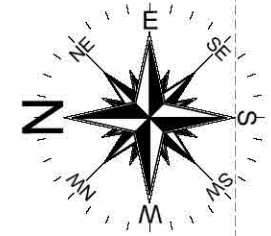
Panele fotowoltaiczne
330W, 15szt.

Panele fotowoltaiczne
330W, 20szt.
390W, 15szt
(19szt. istniejące)

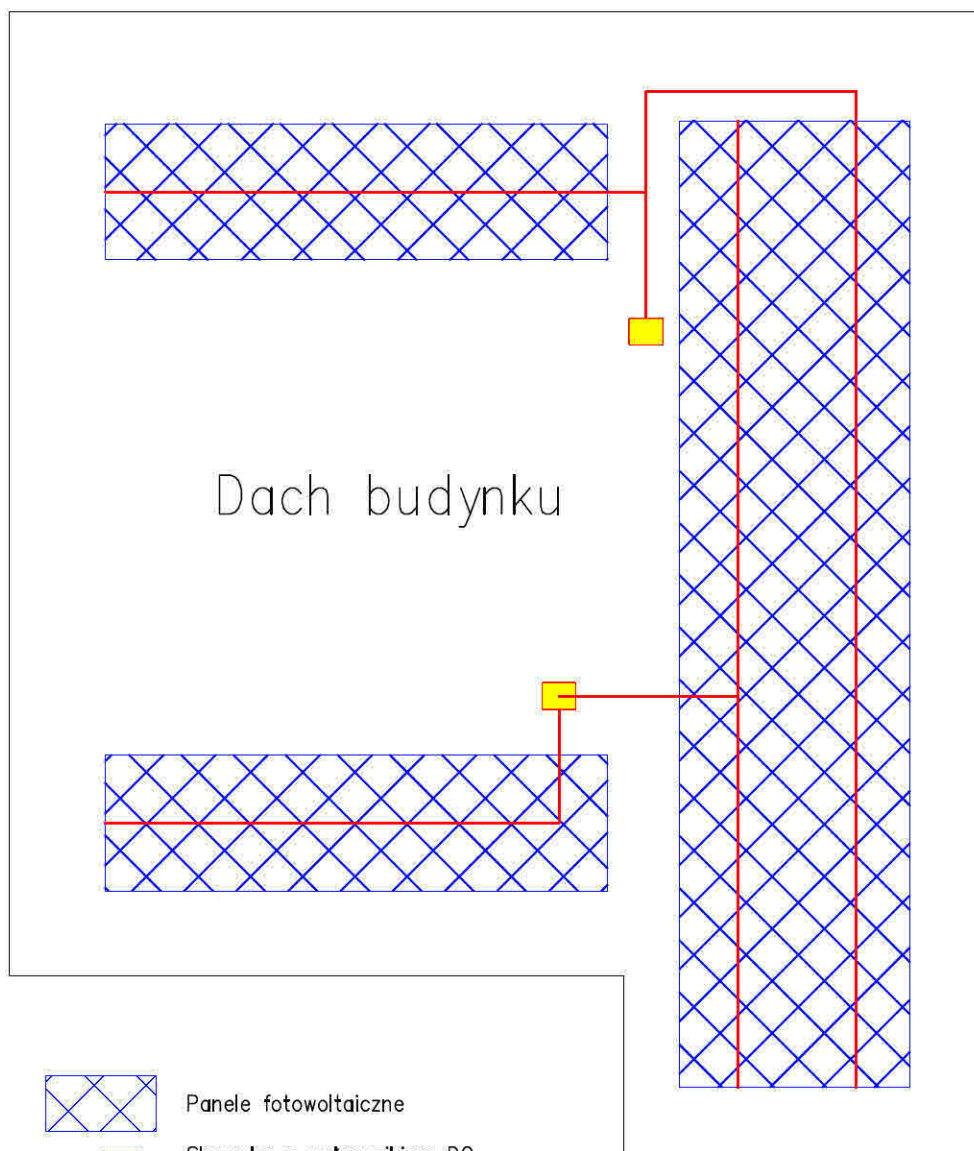
SzafkaPV2 z
wyłącznikiem PV

Panele fotowoltaiczne
390W, 10szt.

- Inwerter nr 1, Suntrio, String 1
- Inwerter nr 1, Suntrio, String 2/1
- Inwerter nr 1, Suntrio, String 2/2
- Inwerter nr 1, Suntrio, String 3
- Inwerter nr 2, Huawei, String 1
- Inwerter nr 2, Huawei, String 2
- Inwerter nr 2, Huawei, String 3
- Inwerter nr 2, Huawei, String 4



Inwestor: Ireneusz Staniak zam. Bogucin 57 21-080 Garbów Adres inwestycji: NAŁĘCZÓW, obręb Chruszczów ul. Wiercińskiego, dz. nr 12/13	Obiekt: Innowacyjne Centrum Rehabilitacji w Szczególnych Warunkach Nałęczowa INSTALACJA MIKROFOTOWOLTAICZNA	Branża: Elektryczna Stadium: WYKONAWCZY	Data: 10.2021 Skala: 1:100
	Tytuł rysunku: Plan rozmieszczenia paneli fotowoltaicznych	Projektował: mgr inż. Grzegorz Matuszak upr. proj. nr LUB/0134/PWOE/10	Sprawdził:
ELMAT projekt Grzegorz Matuszak, ul. Wojciechowska 5A lok.24, 20-704 Lublin 504-499-823 / elmatprojekt@gmail.com / g_matuszak@o2.pl			



Panele fotowoltaiczne

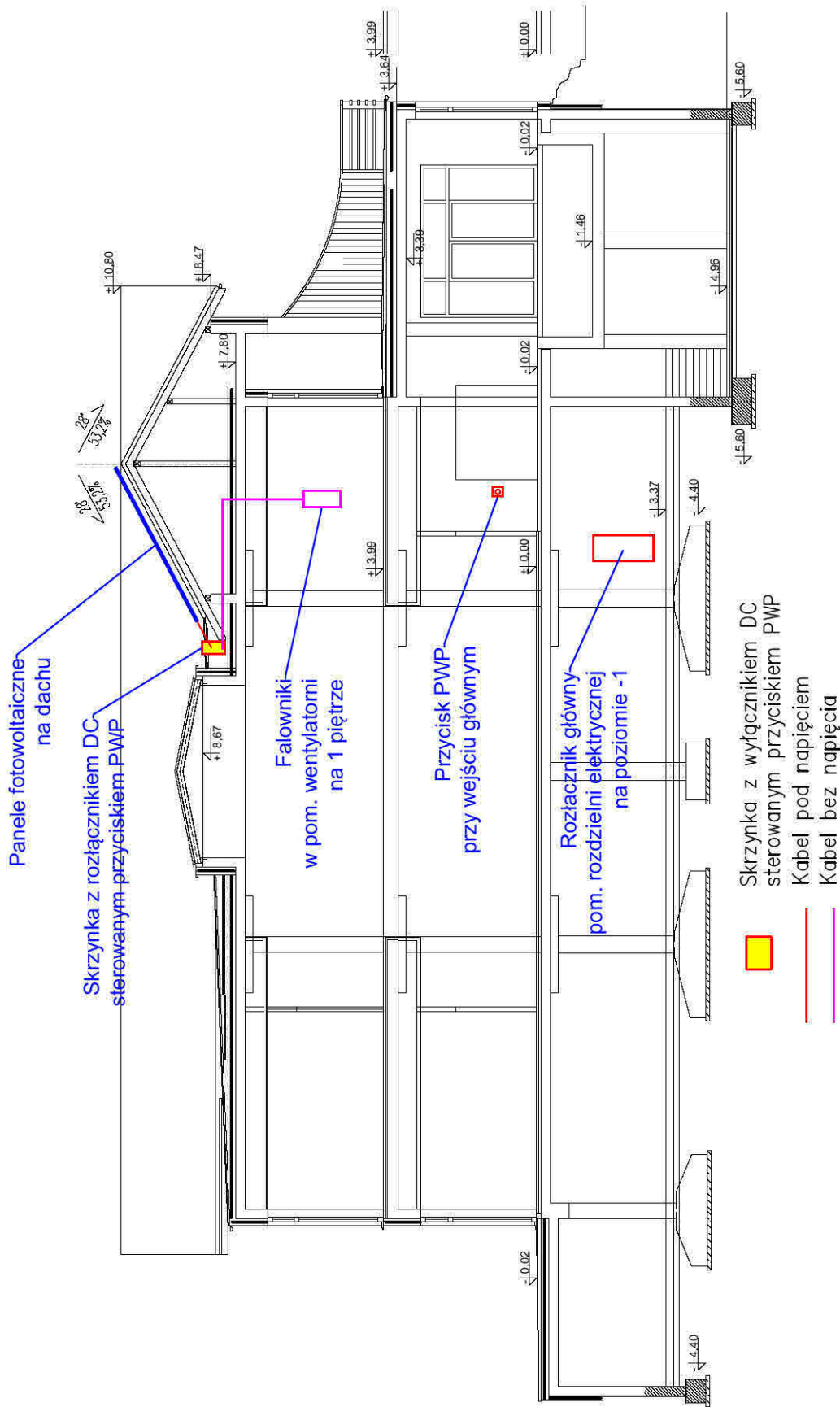


Skrzynka z wyłącznikiem DC sterowanym przyciskiem PWP



Kabel pod napięciem

	Objekt: Innowacyjne Centrum Rehabilitacji w Szczególnych Warunkach Nałęczowa INSTALACJA MIKROFOTOWOLTAICZNA		
	Branża: Elektryczna	Data: 10.2021	Skala: -
Inwestor: Ireneusz Staniak zam. Bogucin 57 21-080 Garbów	Tytuł rysunku: Szkie sytuacyjny rozmieszczenia głównych elementów instalacji PV Rzut dachu		
	Projektował: mgr inż. Grzegorz Matuszak upr. proj. nr LUB/0134/PW0E/10		Nr rys.:
Adres Inwestycji: NAŁĘCZÓW, obręb Chruszczów ul. Wiercińskiego, dz. nr 12/13	Sprawdził:		6E
ELMAT projekt Grzegorz Matuszak, ul. Wojciechowska 5A lok.24, 20-704 Lublin 504-499-823 / elmatprojekt@gmail.com / g_matuszak@o2.pl			



Inwestor: Ireneusz Staniak zam. Bogucin 57 21-080 Garbów	Objekt: Innowacyjne Centrum Rehabilitacji w Szczególnych Warunkach Nałęczowa			
	INSTALACJA MIKROFOTOWOLTAICZNA			
Adres Inwestycji: NAŁĘCZÓW, obręb Chruszczów ul. Wiercińskiego, dz. nr 12/13	Branża:	Elektryczna	Data:	10.2021
	Stadium:	WYKONAWCZY	Skala:	-
Tytuł rysunku:		Szkic sytuacyjny rozmieszczenia głównych elementów instalacji PV Przekrój budynku		
Projektował	mgr inż. Grzegorz Matuszak upr. proj. nr LUB/0134/PW0E/10		Nr rys.	
	Sprawdził		7E	
ELMAT projekt Grzegorz Matuszak, ul. Wojciechowska 5A lok.24, 20-704 Lublin 504-499-823 / elmatprojekt@gmail.com / g_matuszak@o2.pl				