

PROJEKT BUDOWLANY

Tom IV

PROJEKT WYKONAWCZY

Nazwa inwestycji

Budowa gruntowej instalacji fotowoltaicznej o mocy do 500 kW przyłączonej do wewnętrznej instalacji elektrycznej PKM stanowiącej infrastrukturę techniczną linii kolejowej

Adres inwestycji

**woj. pomorskie, powiat Gdańsk, gmina Gdańsk (miasto)
dz. nr 138/13, 138/14 obręb 0025 (Firoga), jedn. ewid. 226101_1
ID: 226101_1.0025.138/13; 226101_1.0025.138/14**

Kategoria obiektu bud.

VIII – inne budowle

DANE INWESTORA

Nazwa

**Pomorska Kolej Metropolitalna S.A.
NIP: 583 310 36 72**

Adres

**ul. Budowlanych 77
80-298 Gdańsk**

JEDNOSTKA PROJEKTOWA

Nazwa

**Pracownia Projektowa Alexandr Nilogov
NIP: 675 142 83 97**

Adres

**ul. Aleksandry 23/204
30-837 Kraków**

Imię i nazwisko

Specjalność / Nr uprawnień

Pieczętka / Podpis

Projektant

Projektant główny
**mgr inż.
Alexandr Nilogov**

Uprawnienia do projektowania i kierowania robotami w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych bez ograniczeń
MAP/0070/PWBE/19

**mgr inż.
Łukasz Sekuła**

Uprawnienia do projektowania bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjno – budowlanej
SWK/POOK/0027/12

**mgr inż.
Zdzisław
Majcherkiewicz**

Uprawnienia budowlane do kierowania, nadzorowania i kontrolowania budowy i robót, kierowania i kontrolowania wytwarzania konstrukcyjnych elementów instalacji oraz oceniania i badania stanu technicznego w zakresie instalacji elektrycznych oraz sporządzania w budownictwie osób fizycznych, projektów instalacji elektrycznych
nr ewid. 554/79

Sprawdzający

**mgr inż.
Mariusz Kowalski**

Uprawnienia do projektowania i kierowania robotami w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych bez ograniczeń
MAP/0013/PWBE/20

**mgr inż.
Mateusz Gawęda**

Uprawnienia do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjno – budowlanej
MAP/0018/PWBKb/17

Egzemplarz

1

2

X

DATA OPRACOWANIA

29.05.2023 r.

SPIS TREŚCI

1.1	<i>Przedmiot inwestycji</i>	5
1.2	<i>Inwestor</i>	5
1.3	<i>Lokalizacja inwestycji</i>	5
2.	<i>Branża elektryczna</i>	6
2.1	<i>Podstawa opracowania</i>	6
2.2	<i>Moduły fotowoltaiczne</i>	6
2.3	<i>Falowniki fotowoltaiczne</i>	7
2.4	<i>Kontenerowa stacja transformatorowa</i>	8
2.4.1	<i>Parametry techniczne oraz wyposażenie stacji transformatorowej</i>	8
2.4.2	<i>Podstawowe dane techniczne dla strony SN</i>	9
2.4.3	<i>Podstawowe dane techniczne dla strony nn</i>	9
2.4.4	<i>Podstawowe dane techniczne transformatora</i>	9
2.4.5	<i>Uziemienie stacji</i>	9
2.4.6	<i>Instalacje elektryczne</i>	10
2.4.7	<i>Obsługa stacji</i>	10
2.5	<i>Okablowanie instalacji fotowoltaicznej</i>	11
2.5.1	<i>Okablowanie po stronie AC</i>	11
2.5.2	<i>Okablowanie po stronie DC</i>	11
2.5.3	<i>Złącza od strony napięcia DC</i>	12
2.5.4	<i>Przewody sterowniczo-sygnalizacyjne</i>	12
2.6	<i>Ochrona odgromowa oraz przepięciowa</i>	12
2.7	<i>Słupy oraz oświetlenie zewnętrzne</i>	13
2.8	<i>Uziemienie instalacji fotowoltaicznej</i>	14
2.9	<i>Ochrona przeciwporażeniowa</i>	15
2.10	<i>Wizualizacja parametrów pracy instalacji PV</i>	15
2.10.1	<i>SCADA-PV</i>	15
2.10.2	<i>SCADA-PACiS</i>	16
2.10.3	<i>EAZ</i>	17
2.11	<i>Zabezpieczenie przeciwpożarowe</i>	17
2.12	<i>Uwagi końcowe</i>	18
3.	<i>Branża konstrukcyjno-budowlana</i>	20
3.1	<i>Podstawa opracowania</i>	20
3.2	<i>Ogrodzenie terenu instalacji fotowoltaicznej</i>	20
3.3	<i>Kontenerowa stacja transformatorowa</i>	20
3.3.1.	<i>Charakterystyka rozwiązań</i>	20
3.3.2.	<i>Bezpieczeństwo pożarowe</i>	21
3.3.3.	<i>Materiały</i>	21

3.3.4. Wytyczne transportu stacji	22
3.3.5. Montaż stacji	22
3.4 Konstrukcja montażowa	22
3.4.1 Opis konstrukcji wsporczej pod panele fotowoltaiczne	25
3.4.2 Posadowienie konstrukcji wsporczej pod panele fotowoltaiczne	25
3.4.3 Analiza głębokości wbicia słupków	26
3.4.4 Warunki montażu i eksploatacji konstrukcji	27
3.4.5 Obliczenia statyczno - wytrzymałościowe	28
4. Branża telekomunikacyjna	38
4.1 Kamery IP	38
4.2 Rozdzielnica SwCCTV	39
4.3 Zabezpieczenie przepięciowe	39
4.4 Rozdzielnica UPS/CCTV oraz jej wyposażenie	40
4.5 Okablowanie	42
5. Informacja z zakresu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia	44

SPIS RYSUNKÓW I ZAŁĄCZNIKÓW

1. Oświadczenie projektantów	45
2. Uprawnienia budowlane i zaświadczenie o przynależność do izby	46
3. PW-01 - Rozmieszczenie urządzeń instalacji fotowoltaicznej	60
4. PW-02 – Stoły konstrukcji montażowej	61
5. PW-03 - Schemat konstrukcji - stół 3x8 (24P)	62
6. PW-04 - Schemat konstrukcji - stół 3x20 (60P)	63
7. PW-05 - Schemat konstrukcji - stół 3x21 (63P)	64
8. PW-06 - Schemat konstrukcji - stół 3x22 (66P)	65
9. PW-07 - Ogrodzenie terenu instalacji fotowoltaicznej	66
10. PW-08 - Elewacje i rzut dachu stacji transformatorowej	67
11. PW-09 - Skrzynia fundamentowa. Przekrój podłużny i poprzeczny	68
12. PW-10 - Schemat podłączenia instalacji PV do wewnętrznej instalacji PKM	69
13. PW-11 - Schemat ideowy instalacji fotowoltaicznej	70
14. PW-12 - Schemat podłączenia modułów PV do falownika F1	71
15. PW-13 - Schemat podłączenia modułów PV do falownika F2	72
16. PW-14 - Schemat podłączenia modułów PV do falownika F3	73
17. PW-15 - Schemat podłączenia modułów PV do falownika F4	74
18. PW-16 - Schemat podłączenia modułów PV do falownika F5	75
19. PW-17 - Schemat podłączenia modułów PV do falownika F6	76
20. PW-18 - Schemat stacji transformatorowej	77
21. PW-19 - Rozmieszczenie urządzeń w stacji	78
22. PW-20 - Trasy kablowe instalacji fotowoltaicznej	79

23.	<i>PW-21 - Uziemienie instalacji fotowoltaicznej</i>	<i>80</i>
24.	<i>PW-22 – Schemat strukturalny CCTV</i>	<i>81</i>
25.	<i>PW-23 – Rozmieszczenie kamer oraz trasy kablowe</i>	<i>82</i>
26.	<i>Ochrona odgromowa. Analiza ryzyka</i>	<i>83</i>
27.	<i>Aktualna architektura systemu Pomorska Kolej Metropolitalna</i>	<i>101</i>

OPIS TECHNICZNY

1.1 Przedmiot inwestycji

Niniejsze opracowanie stanowi projekt wykonawczy gruntowej instalacji fotowoltaicznej o łącznej mocy paneli fotowoltaicznych nieprzekraczających 500 kWp wraz z towarzyszącą infrastrukturą techniczną. Projektowany generator OZE zostanie przyłączony do wewnętrznej instalacji elektrycznej infrastruktury kolejowej Pomorskiej Kolei Metropolitalnej S.A. Instalacja fotowoltaiczna będzie współpracować z siecią elektroenergetyczną (system on-grid). Wyprodukowana energia elektryczna z instalacji PV w pierwszej kolejności zostanie wykorzystana na pokrycia zapotrzebowania własnego zasilania urządzeń kolejowych. Instalacja fotowoltaiczna w całości zostanie zrealizowana na gruntach Tk – tereny kolejowe.

Na podstawie załącznika do ustawy 7 lipca 1994 r. Prawo Budowlane (Dz.U. 2021 poz. 2351 z późn zm) projektowane obiekty budowlane są zaliczane do VIII kategorii – inne budowle.

Planowane przedsięwzięcie jest zaliczona do OZE w rozumieniu art. 2 pkt 13 ustawy z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii.

W skład opracowania wchodzi:

- konstrukcja montażowa pod moduły fotowoltaiczne;
- moduły (panele) fotowoltaiczne;
- falowniki (inwertery) fotowoltaiczne;
- dobór podłączenia paneli PV do falowników fotowoltaicznych;
- dobór rozdzielnic instalacji fotowoltaicznej;
- linie kablowe;
- uziemienie i połączenia wyrównawcze instalacji fotowoltaicznej;
- kontenerowa stacja transformatorowa SN/nn;
- ogrodzenie terenu instalacji fotowoltaicznej;
- słupy oświetleniowe i monitoringu;
- montaż kamer CCTV oraz podłączenie instalacji monitoringu do wewnątrz zakładowej struktury monitoringu wizyjnego.

1.2 Inwestor

Nazwa:	Pomorska Kolej Metropolitalna S.A.
Adres:	ul. Budowlanych 77 80-298 Gdańsk

1.3 Lokalizacja inwestycji

dz. nr	138/13, 138/14
obręb	0025 (Firoga)
województwo	Pomorskie
powiat	Gdańsk
gmina	Gdańsk (miasto)
Id działki	226101_1.0025.138/13 226101_1.0025.138/14

2. Branża elektryczna

Zakres opracowania branży elektrycznej uwzględnia:

- dostawę i montaż modułów fotowoltaicznych;
- dostawę i montaż falowników fotowoltaicznych;
- dostawę i montaż stacji transformatorowej SN/nn;
- dostawę i montaż rozdzielnic elektrycznych wraz z zabezpieczeniami, na potrzeby systemu fotowoltaicznego;
- wykonanie nowych tras kablowych;
- uziemienie i połączenia wyrównawcze instalacji fotowoltaicznej;
- analiza ryzyka instalacji odgromowej;
- dostawę i montaż instalacji oświetlenia.

2.1 Podstawa opracowania

Wykaz norm:

PN-EN 62446-1 - Systemy fotowoltaiczne (PV) -- Wymagania dotyczące badań, dokumentacji i utrzymania -- Część 1: Systemy podłączone do sieci -- Dokumentacja, odbiory i nadzór

PN-HD 60364-7-712 - Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 7-712: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji -- Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania

PN-EN 60529:2003 - Stopnie ochrony zapewnianej przez obudowy (Kod IP)

PN-EN 60445:2018-01 - Zasady podstawowe i bezpieczeństwa przy współdziałaniu człowieka z maszyną, znakowanie i identyfikacja -- Identyfikacja zacisków urządzeń i końcówek przewodów a także samych przewodów

PN-EN 61439-1:2011 - Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe -- Część 1: Postanowienia ogólne

PN-EN 61439-4 - Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe -- Część 4: Wymagania dotyczące zestawów przeznaczonych do instalowania na placu budowy (ACS)

PN-EN 50274 - Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe -- Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym -- Ochrona przed niezamierzonym dotykiem bezpośrednim części niebezpiecznych czynnych

PN-EN 62208 - Puste obudowy do rozdzielnic i sterownic niskonapięciowych -- Wymagania ogólne

PN-HD 60364-6 - Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 6: Sprawdzanie

PN-HD 60364-4-41 - Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 4-41: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa -- Ochrona przed porażeniem elektrycznym

PN-HD 60364-5-54 - Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 5-54: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego -- Układy uziemiające i przewody ochronne

PN-EN 62305-1 - Ochrona odgromowa -- Część 1: Zasady ogólne

PN-EN 62305-2 - Ochrona odgromowa -- Część 2: Zarządzanie ryzykiem

PN-EN 62305-3 - Ochrona odgromowa -- Część 3: Uszkodzenia fizyczne obiektów i zagrożenie życia

PN-EN 62305-4 - Ochrona odgromowa -- Część 4: Urządzenia elektryczne i elektroniczne w obiektach

2.2 Moduły fotowoltaiczne

W ramach budowy instalacji fotowoltaicznej zostaną zamontowane moduły fotowoltaiczne o sumarycznej mocy nieprzekraczającej 500 kW. Projektowane moduły są wykonane w technologii szkło/backsheet. Moduły składają się z krzemowych, monokrystalicznych ogniw z przednią metalizacją. Na całym obwodzie moduły posiadają aluminiową ramkę. Wypadkowe pochylenie paneli fotowoltaicznych w stosunku do poziomu wyniesie 25°.

Parametry techniczne dobranej modułu fotowoltaicznego zostały przedstawione w poniższej tabeli.

Tabela 1 – Parametry technicznego pojedynczego modułu fotowoltaicznego

Parametr	Wartość	Jedn.
Wymiary geometryczne długość / szerokość / grubość	1722 ± 2 / 1134 ± 2 / 30 ± 1	mm
Waga	21,5 ± 3%	kg
Typ ogniw	Mono	-
Ilość ogniw fotowoltaicznych	108	szt
Stopień ochrony skrzynki przyłączeniowej	IP68	-
Moc maksymalna P _{MAX} (STC ¹)	410	Wp
Moc maksymalna P _{MAX} (NOCT ²)	310	Wp
Napięcie obwodu otwartego V _{OC} (STC ¹)	37,32	V

Napięcie obwodu otwartego V_{OC} (NOCT ²)	35,23	V
Napięcie w punkcie mocy maksymalnej V_{MP} (STC ¹)	31,45	V
Napięcie w punkcie mocy maksymalnej V_{MP} (NOCT ²)	29,72	V
Prąd obwodu zamkniętego I_{SC} (STC ¹)	13,95	A
Prąd obwodu zamkniętego I_{SC} (NOCT ²)	11,16	A
Prąd w punkcie mocy maksymalnej I_{MP} (STC ¹)	13,04	A
Prąd w punkcie mocy maksymalnej I_{MP} (NOCT ²)	10,43	A
Sprawność modułu fotowoltaicznego	21,0	%
Współczynnik temperaturowy I_{SC}	+0,045	%
Współczynnik temperaturowy V_{OC}	-0,275	%
Współczynnik temperaturowy P_{MP}	-0,35	%
Maksymalne napięcie systemu fotowoltaicznego	1000 / 1500	V
Maksymalne obciążenie front / tył	5400 / 2400	Pa
Klasa bezpieczeństwa	Class II	-
Odporność ogniowa	UL Type 1	-
Konektory	1200 (+) / 1200 (-)	mm
Posiadane certyfikaty	IEC 61215, IEC 61730, UL 61215, UL61730, IEC TS 62941:2016	

Łączna moc zainstalowanych paneli PV w warunkach STC i NOCT przedstawione w poniższej tabeli.

Tabela 2 – Zestawienie mocy zainstalowanych paneli PV

Lp.	Opis parametrów technicznych urządzenia	Parametry techniczne
1.	Ilość modułów o mocy 410 Wp	1089 szt.
2.	Moc modułów w warunkach STC ¹	446,49 kW
2.	Moc modułów w warunkach NOCT ²	337,59 kW

¹ - Natężenie promieniowania słonecznego 1000 W/m², temperatura ogniwa 25°C, masa powietrza 1,5 G

² - Natężenie promieniowania słonecznego 800 W/m², temperatura otoczenia 20°C, prędkość wiatru 1 m/s, masa powietrza 1,5 G

2.3 Falowniki fotowoltaiczne

Zadaniem falowników fotowoltaicznych jest przekształcenie wygenerowanej przez moduły fotowoltaiczne energii na prąd przemienny oraz przekazanie jej do instalacji elektrycznej.

Falownik po wykryciu obecności napięcia strony AC (0,4 kV) będzie się synchronizować z siecią elektroenergetyczną OSD (Operatora Systemu Dystrybucyjnego). Po zaniku napięcia OSD inwertery przejdą automatycznie w tryb uśpienia (ang. Stand-By) aż do momentu powrotu napięcia sieciowego.

Parametry łańcuchów po stronie napięcia stałego zostały dobrane tak aby nie przekraczały w żadnych warunkach dopuszczalnych parametrów wejściowych inwerterów fotowoltaicznych. Falowniki spełniają kryteria przyłączenia jednostek wytwórczych do sieci elektroenergetycznych. W części rysunkowej została przedstawiona konfiguracja podłączenia paneli fotowoltaicznych do falowników PV.

Falowniki fotowoltaiczne zostaną zamontowane na konstrukcji wsporczej pod modułami fotowoltaicznymi zgodnie z zaleceniami i uwagami producenta. Umieszczenie falowników będzie chronić jednostki przed bezpośrednimi opadami oraz bezpośrednim promieniowaniem słonecznym.

Parametry techniczne dobranej falownika fotowoltaicznego zostały przedstawione w poniższej tabeli.

Tabela 3 – Parametry technicznego pojedynczego falownika fotowoltaicznego

Parametr	Wartość	Jedn.
Wymiary geometryczne długość / szerokość / grubość	1075 x 555 x 300	mm
Waga	74	kg
Zakres temperatury pracy	-25 ~ +60	°C
Sprawność maksymalna / europejska ważona	98,7 / 98,5	%
Maksymalne napięcie wejściowe	1100	V
Maks. prąd roboczy na MPPT	22	A

Maks. prąd wejściowy na MPPT	30	A
Napięcie startowe (jałowe)	200	V
Zakres napięcia roboczego MPPT	200 ~ 1000	V
Ilość układów MPPT	6	szt.
Ilość wejść	12	szt.
Maks. prąd roboczy na MPPT	22 A	A
Nominalna moc wyjściowa	60	kW
Maksymalna moc pozorna	66	kVA
Maks. moc czynna AC ($\cos\phi=1$)	66	kW
Nominalna częstotliwość AC	50	Hz
Nominalna napięcie wyjściowe	3W + N + PE; 400V	-
Nominalny prąd wyjściowy	86.7	A
Maksymalny prąd wyjściowy	95.3	A
Zakres nastaw współczynnika mocy	0.8 LG... 0.8 LD	-
Współczynnik zawartości harmonicznych	<3	%
Rozłącznik izolacyjny strony DC	Tak	-
Zabezpieczenie przed pracą wyspą	Tak	-
Zabezpieczenie nadprądowe AC	Tak	-
Zabezpieczenie przed odwrotną polaryzacją	Tak	-
Monitoring łańcuchów PV	Tak	-
Ochrona przeciwprzepięciowa DC	Typ II	-
Ochrona przeciw przepięciowa AC	Typ II	-
Monitoring stanu izolacji DC	Tak	-
Monitoring prądów różnicowych	Tak	-
Metoda chłodzenia	Naturalna konwekcja	
Posiadane certyfikaty	EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, EN 50530, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683	

Łączna moc zainstalowanych falowników fotowoltaicznych PV przedstawione w poniższej tabeli.

Tabela 4 – Zestawienie mocy zainstalowanych falowników fotowoltaicznych

Lp.	Opis parametrów technicznych urządzenia	Parametry techniczne
1.	Ilość falowników PV	6 szt.
2.	Znamionowa moc czynna falowników po stronie AC	360 kW
3.	Znamionowa moc pozorna falowników po stronie AC	396 kVA

2.4 Kontenerowa stacja transformatorowa

2.4.1 Parametry techniczne oraz wyposażenie stacji transformatorowej

W ramach inwestycji przewiduje się montaż kontenerowej stacji transformatorowej 15kV/0,4kV z transformatorem 630 kVA, obudowa stacji jest złożona z elementów żelbetowych. Budynek stanowi obudowę żelbetową dla urządzeń energetycznych małogabarytowych.

Stacja składa się z trzech bloków funkcjonalnych umieszczonych w obudowie betonowej:

- rozdzielnicę średniego napięcia;
- rozdzielnicę niskiego napięcia;
- stanowiska transformatorowego.

Na jednym boku (frontowym) stacji usytuowane są dwoje drzwi. Jedne drzwi z dostępem do rozdzielnic SN oraz rozdzielnic nn, drugie stanowią wejście do komory transformatorowej. Część eksploatacyjna SN i nn oddzielona jest od komory transformatorowej przegrodą siatkową

Podstawowe dane techniczne stacji transformatorowej

Moc znamionowa stacji	630 kVA
Częstotliwość	50 Hz
Liczba faz	3

2.4.2 Podstawowe dane techniczne dla strony SN

Konfiguracja pól SN	IIMtD
I – rozłącznik sieciowy	
I – rozłącznik sieciowy	
Mt – pomiar energii po stronie SN	
D – odpływ transformatorowy (wyłącznik)	
Szerokość rozdzielnic SN	2597 mm
Napięcie znamionowe:	17,5 kV
Prąd udarowy pól I / Mt / D	52,5 kA
Prąd znamionowy krótkotrwały wytrzymywany I / Mt / D	21 kA rms
Poziom znamionowy izolacji:	
Międzyfazowo do ziemi (częstotliwość sieciowa)	45 kV rms
Międzyfazowo do ziemi (udar piorunowy)	95 kV rms
Prąd znamionowy ciągły:	
Szyn zbiorczych i pól liniowych	630A
Pola transformatorowego	200 A
Stopień ochrony – od strony obsługi	IP4X
Urządzenia średniego napięcia objęte są ochroną przez uziemienie ochronne.	

2.4.3 Podstawowe dane techniczne dla strony nn

Napięcie znamionowe	420 V
Napięcie znamionowe izolacji	690 V
Prąd znamionowy ciągły szyn zbiorczych i pola transformatorowego	1000 A
Prąd znamionowy 1-sek. obwodu głównego	20 kA
Prąd znamionowy szczytowy obwodu głównego	50 kA
Stopień ochrony – od strony obsługi	IP2X

Jako łącznik główny rozdzielnic RGnn stacji transformatorowej zastosowano wyłącznik o prądzie znamionowym 1000A. Rozdzielnica wyposażona jest na odpływach w rozłącznik bezpiecznikowy listwowy do $I_n=160A$ z wkładkami bezpiecznikowymi typu NH1. Połączenie rozdzielnic z transformatorem wykonano kablem 3 x (2 x YKXS 1x240 mm²). Rozdzielnica w wykonaniu standardowym przystosowana jest do pracy w układzie TN-C-S.

Ochrona przeciwporażeniowa nn jest realizowana przez szybkie samoczynne wyłączenia zasilania.

2.4.4 Podstawowe dane techniczne transformatora

Typ transformatora	olejowy
Moc transformatora	630 kVA
Napięcie znamionowe GN	15,75 kV
Zakres regulacji	$\pm 3 \times 2,5\%$
Napięcie znamionowe DN	0,42 kV
Grupa połączeń	Dyn5
Napięcie zwarcia	6%
Straty jałowe	800 W
Straty obciążeniowe	6750 W
Waga oleju	380 kg
Waga całkowita	1710 kg
Prąd stanu jałowego	0,3%

2.4.5 Uziemienie stacji

Stacja posiada uziemienie ochronne i robocze podłączone do wspólnego uziomu na zewnątrz stacji. Główna magistrala uziemiająca wewnątrz stacji składa się z części poziomej wykonanej z płaskownika ocynkowanego Fe/Zn 30x5 wewnątrz stacji. W stacji do głównej magistrali podłączono:

- rozdzielnicę SN w dwóch punktach – linką LgY 70 mm²;
- rozdzielnicę nN – bednarką Fe/Zn 30x4 [mm];
- każdą transformatora – linką LgY 70 mm²;

- futryny, drzwi, obróbki każda w dwóch punktach – linką LgY 16 i 35 mm²;
- właz – linką LgY 35 mm².

Do głównej magistrali należy dołączyć przez zaciski kontrolne dwuśrubowe dwa wyprowadzenia uziemienia zewnętrznego doprowadzonego do magistrali przez otwory technologiczne umieszczone w fundamencie stacji. Wyprowadzenie N z transformatora należy dołączyć do osobnego wyprowadzenia uziemienia zewnętrznego.

Po połączeniu uziomu z instalacją uziemiającą stacji należy wykonać pomiar rezystancji uziemienia.

Zbrojenie stacji jest łączone ze sobą przez spawanie. Zaciski uziemiające stacji mają połączenie ze zbrojeniem ścian i fundamentu. Elementy stalowe stacji są połączone metalicznie ze zbrojeniem. Stacja posiada łącząca do przyłączenia uziemienia zewnętrznego.

Punkt neutralny sieci elektroenergetycznej nn pracującej w układzie TN i połączone z nim przewody PEN (PE) tej sieci mogą być połączone z uziemieniem urządzeń średniego napięcia, jeżeli napięcie uziomowi UE uziomu o wypadkowej rezystancji RB2, występujące przy zwarcu w sieci średniego napięcia, nie wywoła w sieci nn zagrożenia porażeniowego. W/w zagrożenie nie wystąpi, jeżeli rezystancja RB2, spełnia warunek:

$$R_{B2} < \frac{U_F}{I_E}$$

Czas trwania zwarcia, w którym płynie prąd jednofazowy zwarcia doziemnego w urządzeniu SN, został obliczony ze wzoru: t_F = czas nastawy zabezpieczenia podany powyżej [s] + czas własny zabezpieczenia 0,16 [s]. Wobec powyższego rezystancja wspólnego uziemienia ochronnego i roboczego uziomu nie powinna przekroczyć wartości dla kontenerowej stacji transformatorowej:

$$R_{B2} < 2 \Omega$$

Dla kontenerowej stacji transformatorowej projektuje się taśmowo - prętowy uziom składający się z otoku o wymiarach 6,30 m x 4,6 m z 6-ma prętami o średnicy 16 mm i długości 10,5 m. Pręty należy rozmieścić równomiernie po obwodzie otoku. Otok z bednarki 30x4 mm², ułożony będzie na głębokości ok. 1 m. Rezystywność gruntu przyjęta 100 Ω m.

Rezystancja uziemienia otoku została obliczona według wzoru:

$$R_H = \frac{\rho}{\pi l_H} \ln \left(\frac{2l_H}{d} \right) = 11,91 \Omega$$

Rezystancja uziemienia jednego pręta została obliczona według wzoru:

$$R_V = \frac{\rho}{2\pi l_V} \left(\ln \frac{8l_V}{d} - 1 \right) = 11,47 \Omega$$

Rezystancja wypadkowa uziemienia taśmowo - prętowego została obliczona ze wzoru:

$$R_{B2} = \frac{R_r R_p}{R_r n_r + n R_p n_p} = 1,99 \Omega < 2 \Omega$$

2.4.6 Instalacje elektryczne

Oświetlenie pomieszczeń stacji wykonane jest źródłami żarowymi lub LED (plafonierzy proste z kloszem okrągłym 60 W) zamontowanymi w ilości:

- 2 sztuki w korytarzu obsługi jako oświetlenie ruchu elektrycznego.
- 1 sztuka w komorze transformatorowej.

Pole potrzeb własnych przeznaczone jest do zasilania obwodu oświetleniowego stacji – punktu oświetleniowego oraz gniazda wtykowego. Załączanie oświetlenia dokonuje się wyłącznikiem umieszczonym przy drzwiach wejściowych. Przy rozdzielnicy nn znajduje się dodatkowo gniazdo wtykowe 230 V, 10 A.

Zabezpieczenia obwodów oświetlenia i gniazd w postaci wyłączników nadmiarowo-prądowych zainstalowane są w rozdzielnicy potrzeb własnych.

Oprawy oświetleniowe zasilane są przewodami DY 3x1.5 mm² w rurkach PCV zalanyymi w konstrukcji ściany w czasie prefabrykacji stacji.

2.4.7 Obsługa stacji

Obsługa urządzeń rozdzielni średniego i niskiego napięcia odbywać się będzie wewnątrz obudowy ze wspólnego korytarza obsługi. Rozłączniki w polach rozdzielnicy SN wyposażone są w napędy silnikowe przystosowane do telesterowania i telesygnalizacji. Łączniki niskiego napięcia wyposażone są w napędy ręczne.

W drzwiach do komory transformatora zastosowano drewniane barierki ochronne.

2.5 Okablowanie instalacji fotowoltaicznej

2.5.1 Okablowanie po stronie AC

Projektuje się włączenie inwerterów do rozdzielnic RG nowoprojektowanej kontenerowej stacji transformatorowej za pomocą kabli ziemnych typu YAKXS:

- żyły aluminiowe wielodrutowe sektorowe kl. 2;
- izolacja polietylen usieciowany (XLPE);
- powłoka specjalna polwinitowa PVC czarna odporna na UV;
- kolory izolacji: zielono-żółta, niebieska, brązowa, czarna, szara;
- temperatura pracy od -30°C do $+90^{\circ}\text{C}$;
- temperatura układania -5°C (temperatura dotyczy kabli a nie otoczenia)
- napięcie znamionowe 0,6/1 kV;
- minimalny promień gięcia 12D.

Głębokość ułożenia kabla w ziemi, mierzona prostopadle od powierzchni ziemi do górnej powierzchni kabli winna wynosić nie mniej niż 70 cm. Kabel powinien być ułożony w wykopie linią falistą z zapasem 2% długości wykopu wystarczającym do skompensowania możliwych przesunięć gruntu. Promień gięcia kabla nie powinien być mniejszy od podanego przez producenta kabla. Kabel należy układać na dnie wykopu na warstwie piasku o grubości co najmniej 10 cm. Ułożony linią falistą kabel należy zasypać warstwą piasku o grubości co najmniej 10 cm, następnie warstwą rodzimego gruntu 25÷35 cm i przykryć folią koloru niebieskiego o grubości folii co najmniej 0,3 mm. Krawędzie folii powinny wystawać co najmniej 50 mm poza zewnętrzną krawędź ułożonego kabla.

Kable ułożone w ziemi powinny być zaopatrzone na całej długości w trwałe oznaczniki rozmieszczone w odstępach nie większych niż 10 m, oraz przy mufach i w miejscach charakterystycznych np. przy skrzyżowaniach i wejściach do osłon otaczających.

Na oznacznikach należy umieścić napisy zawierające:

- numer ewidencyjny linii,
- typ kabla,
- znak użytkownika kabla,
- rok ułożenia kabla.

Okablowanie instalacji PV należy wykonać zgodnie z normą N SEP-E-004. Kable przy przejściu z gruntu powyżej jego powierzchni należy chronić rurą karbowaną odporną na UV na długości 1 m (0,5 m w gruncie, 0,5 m powyżej gruntu).

Po zasypaniu wykopów należy przeprowadzić prace zagęszczenia gruntu, które będą zapobiegać jego osiadaniu w przyszłości. Wszystkie odcinki nowoprojektowanych kabli elektroenergetycznych przebieg, których skrzyżuje się oraz zbliża się do istniejącej infrastruktury podziemnej należy zabezpieczyć za pomocą dodatkowych osłon kablowych.

Dobór okablowania AC do poszczególnych falowników fotowoltaicznych został przedstawiony w na rysunku PW-20 będącym złącznikiem do niniejszego opracowania.

2.5.2 Okablowanie po stronie DC

Połączenia między poszczególnymi modułami zostaną zrealizowane za pośrednictwem kabli dedykowanych do instalacji fotowoltaicznych oraz złączek solarnych w standardzie MC4. Okablowanie musi być dostosowane do pracy pod napięciem do 1,5 kV i zakończone wtykami typu MC4. Połączenia te powinny zostać wykonane specjalnym kablem odpornym na promieniowanie UV, dedykowanym do stosowania w elektrowniach fotowoltaicznych. Kable mocowane będą do konstrukcji nośnej za pomocą opasek odpornych na promieniowanie UV, w sposób, który nie obciąża złącz konektorowych MC4, nie rzadziej niż co 0,60 m. Układając kable należy zachować szczególną ostrożność by nie uszkodzić izolacji o ostre krawędzie konstrukcji. Kable należy układać blisko siebie by zminimalizować możliwość indukowania się w nich przepięć.

Połączenie modułów od strony DC zostanie wykonane przy wykorzystaniu przewodów solarnych H1Z2Z2-K charakteryzujących się następującymi parametrami:

- napięcie znamionowe pracy 1,5 kV;
- minimalna rezystancja izolacji przy 20°C : $500\text{ M}\Omega/\text{km}$
- zakres temperatur żyły przewodu pod czas pracy $-40^{\circ}\text{C} \sim +90^{\circ}\text{C}$
- żyła z drutów miedzianych cynkowanych miękkich kl. 5

- izolacja sieciowane tworzywo bezhalogenowe
- powłoka sieciowane tworzywo bezhalogenowe
- przekrój miedzi: 6 mm²
- powłoka odporna na UV

2.5.3 Złącza od strony napięcia DC

Połączenia pomiędzy poszczególnymi modułami wykonane zostaną kablami fabrycznymi za pomocą dedykowanych złączek w standardzie MC4. Złącza zapewniają doskonały kontakt elektryczny (rezystancja na poziomie 0,25 mΩ), charakteryzują się również odpornością na warunki atmosferyczne przez okres do 25 lat. Złącza zostaną również zastosowane do połączenia poszczególnych łańcuchów modułów z inwerterem. Parametry techniczne dobranych złącz kablowych:

- maksymalne napięcie systemu 1500 V;
- prąd nominalny 39A
- napięcie próby 16 kV
- temperatura pracy -45°C ~ +85 °C
- stopień ochrony IP65
- kategoria przepięciowa CAT III
- rodzaj połączenia z kablem: zaciskanie
- zabezpieczenie przed rozłączeniem: system zatraskowy
- materiał kontaktów elektrycznych: miedź cynowana
- klasa palności UL94-VO
- odporność na sole oraz amoniak zawarte w powietrzu
- rezystancja kontaktu po okresie 25 lat: ≤ 0,35mΩ

2.5.4 Przewody sterowniczo-sygnalizacyjne

W celu komunikacji pomiędzy zainstalowanymi falownikami fotowoltaicznymi projektuje się ułożenie przewodów sterowniczo-sygnalizacyjnych prowadzonymi na zewnątrz w tych samych wykopach co i kabli elektroenergetycznych. Jako kabli sterowniczych należy użyć kabli ekranowanych do zastosowania na zewnątrz odpornych na promieniowanie UV oraz do ułożenia bezpośrednio w ziemi. W odróżnieniu od kabli elektroenergetycznych kable sterownicze mogą się stykać ze sobą i być układane we wspólnej osłonie kablowej. Parametry techniczne kabli teleinformatycznych służących do sterowania i komunikacji falowników z centralnych sterownikiem (logger):

- rodzaj kabla: FTPw
- kategoria: 6
- częstotliwość: 250 MHz
- przepustowość: > 1Gb/s
- przekrój: 4 x 2 x 0,57
- żyły: jednodrutowe okrągłe z miedzi o średnicy 0,57 mm
- izolacja: polietylen PE Ø 1,00 mm
- ekranowanie: tak, w postaci ekranu ogólnego umieszczonego na ośrodku kabla
- typ ekranu: ośrodek kabla ekranowany jest folią aluminiową
- powłoka: polietylen PE z dodatkiem sadzy (odporny na działanie UV, grubości 0,6 mm)
- kolor powłoki: czarny
- klasyfikacja ogniowa: Fca
- próba napięciowa (żyła/żyła oraz żyła/ekran): 1000 V DC
- Impedancja w zakresie 1-250MHz: 100 Ω
- max. rezystancja w zakresie 1-250MHz: 9,38 Ω/100m

2.6 Ochrona odgromowa oraz przepięciowa

Na podstawie normy PN-EN 62305-2:2008 Ochrona odgromowa – Część 1-4 oszacowano występujące ryzyko:

- utraty życia ludzkiego R₁;
- utraty usługi publicznej R₂;

- utraty dziedzictwa kulturowego R₃;
- utraty wartości materialnej R₄;

w skutku wyładowania piorunowego w projektowaną elektrownię fotowoltaiczną. Obliczenia przeprowadzono za pomocą oprogramowania DEHN Risk Tool. Biorąc pod uwagę zaprojektowane środki ochrony w postaci:

- wewnętrzna ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym (wyładowanie atmosferyczne w linię zasilającą)
- skuteczna ekwipotencjalizacja gruntu
- napisy ostrzegawcze

obliczone ryzyko jest niższe niż przyjęte wartości standardowe i zastosowanie instalacji odgromowej nie jest wymagane. Szczegółowy wyniki analizy zostały dołączone do niniejszego opracowania.

W celu sprawdzenia konieczności zastosowania dodatkowej ochrony przepięciowej po stronie DC w pobliżu paneli PV została przeprowadzona dodatkowa obliczenia, zgodnie z normą PN-HD 60364-7-712. Biorąc pod uwagę zaprojektowany sposób podłączenia modułów fotowoltaicznych oraz występujące trasy kablowe DC nie występuje przekroczenie granicznej wartości L_g pętli kabla przy której wymagane byłoby zastosowanie ochrony przepięciowej po stronie DC instalacji fotowoltaicznej. Niemniej jednak dla zachowania koordynacji zabezpieczeń SPD całej instalacji PV w przypadku wystąpienia tras kablowych od modułów PV do falownika fotowoltaicznego przekraczających 10m dany kabel należy zabezpieczyć z obu stronach trasy kablowej.

Obowiązkowo po stronie prądu stałego instalację fotowoltaiczną należy zabezpieczyć środkiem ochrony przepięciowej w postaci ochronnika przepięciowego dedykowanego do instalacji fotowoltaicznej typu 1+2 i $U_n=1000V$. Rozdzielnice RDC z ochronnikami przepięciowymi należy zamontować w pobliżu falowników fotowoltaicznych.

W falownikach fabrycznie zainstalowana ochrona przepięciowa DC oraz AC typu 2. Ograniczniki typu 1+2 należy zamontować w projektowanej rozdzielnicy RGnn stacji transformatorowej.

2.7 Słupy oraz oświetlenie zewnętrzne

W ramach przedsięwzięcia planuje się dodatkowe oświetlenie terenu w pobliżu bram wjazdowych. Lokalizacja słupa z oprawą oświetleniową została przedstawiona w części graficznej opracowania.

Teren przy bramach zostanie oświetlony poprzez oprawy oświetleniowe LED zamocowane na słupie oświetleniowym o wysokości do 6 m. Dla planowanego przedsięwzięcia przewiduje zastosowanie jednego słupa oświetleniowego na potrzeby oświetlenia wjazdów na teren gruntowej instalacji PV.

Stacja transformatorowa posiada dwa wejścia:

- do wewnętrznego korytarza obsługi
- do wejścia komory transformatora.

W celu oświetlenia strefy wejścia do stacji transformatorowej zostanie zastosowana oprawa oświetleniowa LED, która zostanie zamontowana na wysięgniku na zewnętrznej ścianie stacji SN/nn bezpośrednio nad wejściem do korytarza wewnętrznego stacji transformatorowej. Montaż oprawy nie będzie wymagał posadowienia dodatkowego słupa oświetleniowego.

Parametry techniczne dobranych opraw oświetleniowych:

- zasilanie 200-240V~ 50Hz
- współczynnik mocy ($\cos\phi$) ≥ 0.95
- Klasa ochronności I
- Rodzaj obudowy: wysokociśnieniowy odlew aluminium
- Rodzaj dyfuzora: szkło hartowane
- Stopień ochrony: IP66
- Stopień odporności na uderzenia: IK08
- Temperatura pracy $-25^{\circ}C \div 65^{\circ}C$
- Żywotność (L80B10) $>120\ 000h$
- Klasa energetyczna A++
- Montaż na wysięgniku lub obejmie słupowej
- Moc 200 W / strumień świetlny 30 000 lm – dla doświetlenia bram wjazdowych
- Moc 100 W / strumień świetlny 15 000 lm – dla wejść do stacji transformatorowej
- Waga 6,6 kg
- Źródło światła Diody LED

- Skuteczność świetlna 150 lm/W
- Barwa światła 4000K
- CRI >80

Włączenie oświetlenia terenu farmy będzie zrealizowane za pośrednictwem:

1. sterowania ręcznego: zlokalizowanego wewnątrz stacji transformatorowej
2. sterowania automatycznego: układ oświetlenia będzie wyposażony w czujniki detekcji ruchu i zmierzchu

Należy unikać oświetlenia terenu farmy fotowoltaicznej w porze nocnej w sposób ciągły za pomocą blokady elektrycznej w układzie automatycznego sterowania (zadanie zwłok oraz zmniejszenie czułości czujników ruchu) oraz rozmieszczenia przycisków sterowania ręcznego wewnątrz kontenerowej stacji transformatorowej.

Do oświetlenia oraz monitoringu wizyjnego zostaną zastosowane identyczne słupy stalowe o wysokości do 6 m oraz kształcie stożkowym z serii CN, które charakteryzują się grubością ścianki 2,5mm oraz zakończeniem słupa - średnicą 60 mm. Słupy zostaną posadowione na fundamencie prefabrykowanym o rozstawie 160 mm, dedykowany fundament dla maks. obciążenia - D16/120. Dopuszczalna waga dodatkowego obciążenia słupa (30kg) nie zostanie przekroczona przez oprawy oświetleniowe oraz kamery CCTV, w związku z czym wzmocnienie albo indywidualny dobór fundamentu nie jest wymagany.

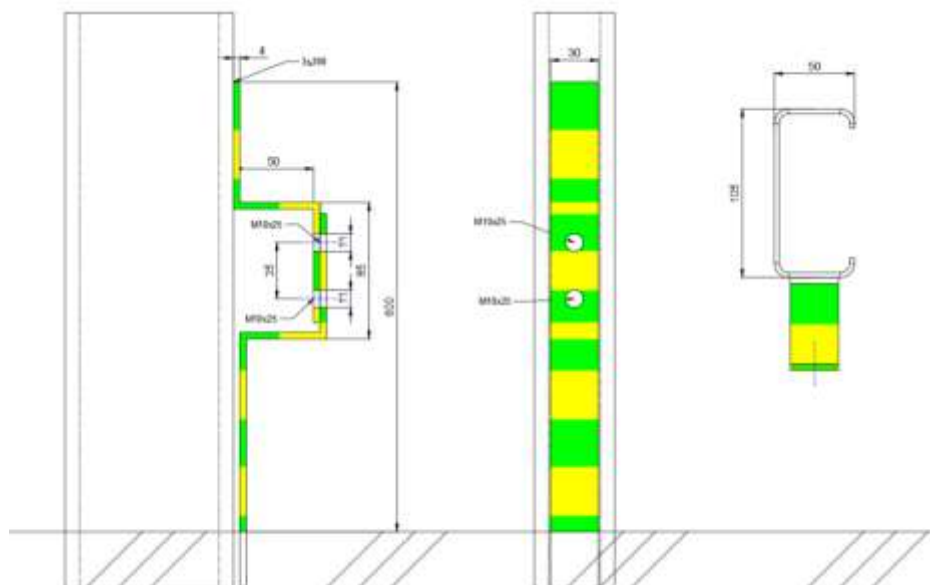
2.8 Uziemienie instalacji fotowoltaicznej

Wybrany model modułu fotowoltaicznego posiada ramki z aluminium anodowanego, w związku z czym przy stosowaniu standardowych klem dociskowych nie będzie zapewnione połączenie elektryczne z wymaganą wartością uziemienia. W celu poprawy styku ramki modułów z konstrukcją należy użyć specjalnych klem montażowych, które przebijają warstwę tlenku aluminium, wyrównując potencjały.

Płaskownik - FeZn 30x4mm należy ułożyć wzdłuż linii kablowych nn, następnie podłączyć do niego konstrukcje modułów, uziom otokowy stacji transformatorowej, nowoprojektowane ogrodzenie terenu, słupy oświetleniowe i monitoringu oraz wszystkie elementy zewnętrzne wymagające uziemienia. Dodatkowo, poszczególne stoły konstrukcji wsporczych należy połączyć między sobą w miejscach łączenia konstrukcji stołów (szer. 0,3 m), kablem typu YKY 1x16mm² poprzez połączenia skręcane, smarowane.

Połączenia płaskowników w ziemi należy wykonać poprzez spawane złączenia płaskowników zabezpieczonych przed korozją. Wewnątrz kontenerowej stacji transformatorowej projektuje się dwa złącza kontrolne, umożliwiające pomiar rezystancji uziemienia ochronnego.

Podłączenie konstrukcji montażowej do uziomu instalacji fotowoltaicznej zostało przedstawione na poniższych rysunku:



Lokalne szyny uziemiające (LSU) będą zamontowane w pobliżu rozdzielnic RDC oraz falowników fotowoltaicznych. Jako LSU należy zastosować szyny wyrównawcze do zastosowań na zewnątrz.

Rezystancja uziemienia instalacji fotowoltaicznej powinna wynosić $\leq 10 \Omega$.

Zasady budowy układu uziomowego obszaru stołów farmy fotowoltaicznej:

1. Uziemienie otokowe układać na głębokości $0,5 \div 1$ m, w odległości 1 m od profili konstrukcji montażowej.
2. W przypadku gdy wymagana wartość rezystancji uziemienia farmy PV jest niemożliwa do uzyskania z wykorzystaniem samego uziomu otokowego należy zastosować dodatkowe uziemienia pionowe w postaci drutów pionowych o długości 3 m oraz średnicy 14,2 mm. Odległość pozioma pomiędzy kolejnymi uziemieniami pionowymi nie powinna być mniejsza niż długość pojedynczego pograżonego uziomu pionowego.
3. Uziemienie ochronno-wyrównawcze należy zrealizować przyłączając do uziomu poziomego lokalną szynę uziemiającą LSU przy pomocy przewodów uziemiających (poprzez złącza pomiarowe). Złącza pomiarowe powinny być łatwo dostępne dla obsługi. Umieszczanie złącz za urządzeniem lub obok z brakiem dostępu jest zabronione.
4. Przewód uziemiający ochronny w bezpośredniej bliskości złączy pomiarowych powinny być tak ukształtowane (poprzez odpowiednie wygięcie płaskowników), aby możliwe było założenie cęgów pomiarowych na każdy z nich z osobna.
5. Połączenia przewodów uziemiających ochronnych z uziomem pionowym farmy należy wykonać jako spawane. Miejsca spawu należy zabezpieczyć antykorozyjnie.
6. Widoczne części przewodów uziemiających ochronnych należy oznaczyć kolorem żółto - zielonym.
7. Poszczególne elementy układu uziomowego należy łączyć przy użyciu osprzętu przeznaczonego dla zastosowanego systemu.
8. Wszystkie połączenia skręcane powinny posiadać zabezpieczenia przed samoodkręcaniem
9. Przy układaniu bednarki uziemiającej w tym samym wykopie, w którym ułożono kabel, bednarkę należy zakopać w dnie rowu kablowego na głębokości co najmniej 10 cm.

2.9 Ochrona przeciwporażeniowa

Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym została zapewniona przez:

- zachowanie odległości izolacyjnych;
- izolację roboczą;
- uziemienie ochronne;
- szybkie samoczynne wyłączenie w układzie sieciowym.

Projektowana instalacja jest zgodna z przepisami budowlanymi w zakresie ochrony przeciwporażeniowej oraz wymogami normy PN-IEC 60364 „Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych”.

Projektowana instalacja fotowoltaiczna po stronie nn będzie pracowała w układzie TN-C-S.

2.10 Wizualizacja parametrów pracy instalacji PV

2.10.1 SCADA-PV

Instalację fotowoltaiczną należy wyposażyć w nadrzędny system informatyczny (SCADA PV) służący do nadzorowania przebiegu procesu produkcyjnego energii elektrycznej wytwarzanej. Do głównych zadań SCADA będzie należało gromadzenie danych oraz dalsza ich analiza, raportowanie, wizualizacja. Powyższy system oprócz zbierania i analiz danych powinien umożliwić użytkownikowi końcowemu zdalne sterowanie procesem technologicznym, jakim jest wytwarzanie energii elektrycznej z instalacji PV z poziomu przeglądarki internetowej, a cały system powinien zostać zainstalowany na odrębnym serwerze zdalnym.

Urządzenie informatyczne wchodzące w skład SCADA powinno współpracować z urządzeniami automatyki zabezpieczeniowej, ze stacjami meteorologicznymi oraz z falownikami fotowoltaicznymi albo ich koncentratorami (logger) oraz zapewnić wymianę danych z OSD zgodnie z warunkami przyłączeniowymi i IRIESD.

Powyższa komunikacja powinna zostać umożliwiona poprzez jeden albo kilka interfejsów komunikacyjnych tj:

- interfejs Ethernet/LAN 10/100Mbit/s

- interfejs szeregowy RS485
- interfejs szeregowy RS232

Systemem SCADA powinien umożliwić komunikację wykorzystując jedną z następujących możliwości:

- połączenie GSM/GPRS z wykorzystaniem karty SIM w prywatnym APN
- szerokopasmowe połączenie internetowe.

System powinien zapewnić ciągłą kontrolę instalacji fotowoltaicznej pod kątem ilości energii wyprodukowanej, wartości napięć i prądów oraz sprawności. Komunikacja poszczególnych jednostek (falowników fotowoltaicznych) z centralną data logger będzie się odbywała za pośrednictwem kabli sterowniczych.

Monitoring pracy instalacji fotowoltaicznej powinien opierać się na analizie aktualnych warunków atmosferycznych. Do tych celów na terenie projektowanej instalacji PV należy przewidzieć montaż zewnętrznej stacji pogodowej, która będzie wykonywała pomiary poniższych parametrów i umożliwi ich przekazanie do systemu SCADA za pośrednictwem interfejsu RS485:

- pomiar promieniowania słonecznego w zakresie od 0 do 1500 W/m²
- pomiar temperatury otoczenia w zakresie od -40°C do 80°C
- pomiar temperatury modułu fotowoltaicznego w zakresie od -40°C do 80°C
- pomiar kierunku wiatru w zakresie 360 stopni
- pomiar prędkości wiatru w zakresie od 0 do 65 m/s

W szczególności czujnik promieniowania słonecznego zainstalowany w stacji pogodowej powinien spełniać co najmniej wymagania systemu klasy B wg. normy PN-EN IEC 61724-1:2021.

2.10.2 SCADA-PACiS

Dodatkowo sterowanie stacją transformatorową instalacji fotowoltaicznej powinno być realizowane z budynku LCS poprzez centralny terminal dyspozytorski za pośrednictwem systemu sterowania i nadzoru. Zintegrowany system powinien zapewnić operatorowi dostęp do danych ruchowych w czasie rzeczywistym oraz zapewnić:

- a. monitoring i rejestracja parametrów pracy, poprzez analizatory, pola transformatora oraz pól rozdzielni nN.
- b. rejestracja otwarcia/zamknięcia łączników w rozdzielni SN
- c. sygnalizacja zwarć po stronie SN
- d. monitoring zadziałania zabezpieczeń w rozdzielni nN oraz w polach transformatora
- e. monitoring otarcia drzwi stacji

Istniejącym interfejsem dla operatora jest stacja robocza – komputer klasy PC z zainstalowanym klasy miniSCADA. Generalnym zastosowaniem stacji operatorskiej jest prowadzenie czynności ruchowych lokalne dla stacji elektroenergetycznych, rozdzielni lub pola. W obecnej strukturze oprogramowania HMI można wyodrębnić:

- interfejs komunikacyjny IEC61850
- bazę danych
- środowisko runtime obsługujące bieżącą konfigurację
- serwer OPC jako obsługa Windows działająca w tle
- klient OPC jako interfejs graficzny

Komunikacja w systemie odbywa się na 30ch poziomach. Dane pomiędzy poszczególnymi elementami systemowymi (Gateway i HMI) transmitowane są przez medium Ethernet, a w warstwie prezentacji przez protokół IEC61850. Zespół portów i oprogramowania tworzy szynę systemową SBUS. Dane ze sterowników polowych do Gateway transmitowane są przy stosowaniu medium Ethernet w protokole DNP3 TCP/IP, Komunikacja odbywa się na zasadzie Master-Slave, odmiennie niż na szynie systemowej. Trzeci poziom komunikacji to SCADA – komunikacja systemu ze zdalnymi centralami nadzoru w szeregowym protokole komunikacyjnym DNP3.

2.10.3 EAZ

Wytyczne do elektronicznego układu zabezpieczeń oraz układu telemechaniki zostaną określone w warunkach przyłączeniowych instalacji fotowoltaicznej oraz aktualnej IRIESD Energa Operator S.A. Bazując na aktualnej treści IRIESD wymagania dla jednostek wytwórczych w zakresie EAZ wyglądają następująco:

1. Wszystkie zabezpieczenia jednostek wytwórczych pracujących w sieci trójfazowej powinny powodować ich trójfazowe wyłączenie.
2. Jednostki wytwórcze, dla których miejscem przyłączenia jest sieć nN, powinny być wyposażone w:
 - 1) zabezpieczenia nadprądowe,
 - 2) zabezpieczenia pod- i nadnapięciowe,
 - 3) zabezpieczenia nad- i podczęstotliwościowe,
 - 4) zabezpieczenie skutków od pracy niepełnofazowej,
 - 5) zabezpieczenie od pracy wyspowej.
3. ENERGA-OPERATOR SA decyduje o potrzebie wyposażenia jednostek wytwórczych lub linii w zabezpieczenie od skutków mocy zwrotnej
4. Nastawy EAZ jednostek wytwórczych powinny być uzgodnione z ENERGA-OPERATOR SA lub przez niego ustalone. Nastawy zabezpieczeń podnapięciowych powinny uwzględniać wymaganą krzywą $t=f(U)$
5. Jednostki wytwórcze przyłączone poprzez transformatory nN/SN:
 - jeśli w skład jednostki wytwórczej wchodzi transformator nN/SN niezależnie od łącznika po stronie nN musi być zainstalowany wyłącznik po stronie SN.
 - po chwilowym zaniku lub obniżeniu napięcia w sieci współpracującej powodującym wyłączenie, jednostki wytwórcze o mocy większej od 100 kVA powinny samoczynnie powrócić do pracy w czasie nie krótszym niż 30 s po ustapieniu zakłócenia.
 - jednostki wytwórcze powinny mieć następujące zabezpieczenia:
 - 1) nadprądowe od skutków zwarc międzyfazowych zwłoczne i/lub zwarciove,
 - 2) nad- i podnapięciowe,
 - 3) nad- i podczęstotliwościowe,
 - 4) ziemnozwarciowe,
 - 5) od pracy wyspowej.
 - zabezpieczenia do ochrony przed skutkami obniżenia lub wzrostu napięcia muszą być wykonane trójfazowo. Jeśli zabezpieczenie jest zainstalowane po stronie nN, to powinno zadziałać po wzroście lub obniżeniu jednego lub więcej napięć fazowych. Jeśli jest zainstalowane po stronie SN, to powinno zadziałać po wzroście lub obniżeniu jednego lub więcej napięć przewodowych.
 - składowa zerowa napięcia dla zabezpieczeń ziemnozwarciowych musi być mierzona po stronie SN.
 - jednostki wytwórcze współpracujące z falownikami powinny być wyposażone w urządzenia pozwalające na kontrolowanie i utrzymywanie zadanych parametrów jakościowych energii elektrycznej

2.11 Zabezpieczenie przeciwpożarowe

Usytuowanie paneli fotowoltaicznych na konstrukcji wolnostojącej na terenie inwestycji odpowiada wymogom Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. 2022 poz. 1225 z późn. zm.).

Droga pożarowa dla przedmiotowej inwestycji nie jest wymagana. Planowana inwestycja nie koliduje z wewnętrznymi drogami pożarowymi i nie zmienia dotychczasowego układu komunikacji wewnętrznej, w tym dróg pożarowych albo kolejowych.

W ramach inwestycji nie przewiduje się postawienia obiektów kubaturowych, zatem zaopatrzenie w wodę do zewnętrznego gaszenia pożaru nie jest wymagane.

Zgodnie z Polską Normą PN-EN 62271-202:2010, materiały użyte w konstrukcji stacji transformatorowej prefabrykowanej powinny posiadać minimalny poziom odporności na ogień pojawiający się wewnątrz lub na

zewnątrz stacji. W wytrzymałości ogniowej uwzględniana jest tylko reakcja na ogień. Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury, w dziale VI („Bezpieczeństwo pożarowe”) stacje transformatorowe zaliczane są do obiektów grupy PM.

Dla stacji transformatorowej o mocy do 630 kVA gęstość obciążenia ogniowego wynosi dla transformatora olejowego <2200 MJ/m².

Materiały tradycyjne używane do konstrukcji obudów stacji transformatorowych które uważane są za niepalne: beton, metal (stal, aluminium, itp.), tynk, wata szklana lub wełna mineralna.

Materiały, z których jest zbudowana stacja transformatorowa nierozprzestrzeniają ognia.

Elementy obudowy posiadają klasę odporności ogniowej odpowiednio do ich klasy odporności pożarowej i nierozprzestrzeniają ognia- ściany boczne, tylna- REI 60 i dach – REI 90.

Instalacja fotowoltaiczna zostanie wyposażona w przeciwpożarowy wyłącznik prądu zamontowany na ścianie zewnętrznie stacji transformatorowej w pobliżu wejścia do korytarza wewnętrznej obsługi. Zgodnie z wymaganiami urządzenie to powinno odcinać dopływ energii elektrycznej do wszystkich odbiorników, w tym falowników PV, z wyjątkiem obwodów zasilających instalacje i urządzenia, których funkcjonowanie jest niezbędne podczas pożaru. Jako przeciwpożarowy wyłącznik prądu należy zastosować wyrób certyfikowany.

W przypadku wyłączenia PWP instalacja fotowoltaiczna zostanie odłączona od sieci energetycznej. Zanik napięcia z sieci elektrycznej będzie skutkował również zanikiem napięcia sieciowego na zaciskach RGNN stacji transformatorowej do której podłączone aparaty zasilające falowniki fotowoltaiczne. Zgodnie z obowiązującymi normami oraz NC RfG po 5 sek. od momentu zaniku napięcia sieciowego falowniki fotowoltaiczne przestaną generować napięcie po stronie AC i przejdą w tryb stand-by. Po przejściu falownika w tryb zaporowy po stronie prądu stałego będzie występować napięcie obwodu otwartego. Napięcie stringowe każdego z obwodu będzie zależęć od warunków nasłonecznienia oraz temperatury otoczenia modułów fotowoltaicznych.

W czasie pożaru w pobliżu instalacji PV należy postępować tak, jak przy gaszeniu urządzenia elektrycznego pod napięciem, z uwagi na fakt, że nawet wyłączone moduły są w stanie znajdować się pod napięciem stałym przekraczającym napięcie bezpieczne. Falownik fotowoltaiczny należy zamontować na konstrukcji systemowej pod modułami PV.

Ze względu na montaż instalacji fotowoltaicznej należy zastosować oznakowanie obiektu znakiem bezpieczeństwa wg normy PN-EN 60364-7- 712 informującym o obecności w obiekcie instalacji fotowoltaicznej.

Trasy kablowe powinny zostać odpowiednio oznakowane „Niebezpieczeństwo - wysokie napięcie DC w ciągu dnia obecne po wyłączeniu instalacji”.

Podłączenie łańcuchów modułów PV do falowników fotowoltaicznych należy wykonać za pomocą kabli solarnych 6mm². Powyższe kable oprócz podwójnej izolacji oraz odporności na warunki atmosferyczne wykonane z tworzywa sztucznego bezhalogenowego - przeciwdziałające rozprzestrzenianiu się ognia, a emisja dymów i gazów spalinyowych podczas ich spalania jest bardzo niewielka.

UWAGA: na modułach fotowoltaicznych może występować napięcie przekraczające poziom napięcia bezpiecznego (60 Vdc) nawet po odłączeniu od sieci OSD (wartość napięcia w obwodzie będzie zależało od aktualnych warunków atmosferycznych: nasłonecznienia oraz temperatury otoczenia).

Poprawny sposób przeprowadzenia kabla lub przewodu przez ściany i stropy- przejścia, przez które są prowadzone kable, powinny być uszczelnione odpowiednimi materiałami ognioodpornymi, w sposób zapewniający klasę odporności ogniowej przepustu instalacyjnego, zgodną z klasą odporności ogniowej przenikającego elementu.

Wyposażenie instalacji PV w gaśnicę proszkową zlokalizowaną w pobliżu falownika PV.

2.12 Uwagi końcowe

Po wykonaniu prac montażowych przed uruchomieniem urządzeń należy wykonać pomiary wymagane przepisami.

Badanie bezpieczeństwa i efektywności instalacji fotowoltaicznych należy wykonać zgodnie z normą PN-EN 62446 – 1 . Przy czym należy przeprowadzić testy kat. 1.

Pomiar uziemienia instalacji fotowoltaicznej zaleca się przeprowadzić wg. wytycznych PN-HD 60364-6.

Z przeprowadzonych badań i pomiarów należy sporządzić odpowiednie protokoły stanowiące podstawę do uruchomienia i oddania do eksploatacji objętych projektem instalacji.

Wstęp na teren elektrowni będą mieć jedynie osoby o odpowiednich uprawnieniach oraz osoby nieuprawnione pod nadzorem osób uprawnionych. Cały teren (urządzenie energetyczne) oznakowany zostanie w sposób umożliwiający jego identyfikację.

Prace powinny być wykonane zgodnie z obowiązującymi normami i przepisami oraz wytycznymi producentów instalowanych urządzeń. Zastosowane aparaty i urządzenia winny posiadać wymagane certyfikaty i dopuszczenia. O zamiarze przystąpienia do robót należy powiadomić właściwe Urzędy Terenowe, właścicieli gruntów, użytkowników urządzeń i instalacji podziemnych, zgodnie z uzgodnieniami branżowymi i wymogami Prawa Budowlanego. Odbiorowi robót ulegających zakryciu podlegają również wszystkie skrzyżowania i zbliżenia z innymi urządzeniami. Po zakończeniu prac należy wykonać geodezyjną inwentaryzację powykonawczą.

Prace montażowe mogą wykonywać tylko przeszkoleni montażyści i uprawniony operator dźwigu pod nadzorem kierownika budowy. Należy przeprowadzić instruktaż stanowiskowy na budowie, uwzględniając warunki terenowe i gruntowe oraz zasady bezpiecznej pracy przy użyciu transportu dźwigowego elementów wielkogabarytowych. Dźwig należy ustawić na stabilnym i wytrzymałym podłożu. Teren wokół prowadzenia prac montażowych należy zabezpieczyć przed osobami postronnymi. Podstawowymi zagrożeniami mającymi wpływ na bezpieczeństwo i ochronne zdrowia mogą być:

- Utrata stateczności dźwigu na skutek przeciążenia lub niestabilności podłoża;
- Zerwanie zawiesi na skutek niewłaściwej wytrzymałości lub nieprawidłowego zamocowania prefabrykatów obudowy;
- Brak ostrożności montażyistów i dźwigowego może spowodować zagrożenie uszkodzenia ciała przy transporcie ciężaru wielkogabarytowego;
- Niezachowanie przepisowej odległości w sąsiedztwie linii energetycznych może spowodować uszkodzenia przewodów i porażenie prądem elektrycznym.

3. Branża konstrukcyjno-budowlana

3.1 Podstawa opracowania

- zlecenie Inwestora
- opinia geotechniczna
- wytyczne projektowe producenta
- obowiązujące przepisy i normy budowlane, literatura:
 - PN-EN 1991 EUROKOD 1: Oddziaływania na konstrukcje.
Część 1-1: Oddziaływania ogólne - ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach.
 - PN-EN 1991 EUROKOD 1: Oddziaływania na konstrukcje.
Część 1-3: Oddziaływania ogólne – Obciążenie śniegiem.
 - PN-EN 1991 EUROKOD 1: Oddziaływania na konstrukcje.
Część 1-4: Oddziaływania ogólne – Oddziaływania wiatru.
 - PN-EN 1991 EUROKOD 1: Oddziaływania na konstrukcje.
Część 1-6: Oddziaływania ogólne - Oddziaływania w czasie wykonywania konstrukcji.
 - PN-EN 1993 EUROKOD 3: Projektowanie konstrukcji stalowych:
Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków.

3.2 Ogrodzenie terenu instalacji fotowoltaicznej

Ogrodzenie terenu instalacji PV zostało zaprojektowane jako ogrodzenie o wysokości do 2,2 m. Dla ogrodzenia zaprojektowano panelową bramę wjazdową dwuskrzydłową o szerokości 5 m oraz wysokości nie wyższej niż 2,2 m – 2 szt. Parametry dobranego rozwiązania systemowego ogrodzenia panelowego:

- Wysokość panelu ogrodzeniowego: 2030 mm
- Szerokość panelu: 2500 mm
- Ilość obejm na każdą stronę panelu: 4 szt.
- Długość słupków: 2600 mm
- Wysokość słupków nad poziomem terenu 2130 mm
- Wymiary słupku ora obejmę montażowej 40 x 60 [mm x mm]
- Wymiar (osiowy) oczka 200 x 50 [mm x mm]
- Zabezpieczenie antykorozyjnie powłoką cynkową przez proces cynkowania ogniowego ściśle wg norm EN-ISO (DIN 50976), powłoka cynkowa 60-70µm
- Powłoka malarska - poliestrowy lakier proszkowy nakładany metodą elektrostatyczną
- Kolor paneli ogrodzeniowych oraz słupków RAL6005

Cięcie końcowych paneli we wspólnej płaszczyźnie należy zrealizować realizujemy za pomocą nożyc (umożliwiających cięcie prętów do 8mm). Przycięte pręty należy zabezpieczyć zaprawką lakierniczą w kolorze RAL6005 albo zbliżonym odzieniu kolorystycznym.

3.3 Kontenerowa stacja transformatorowa

3.3.1. Charakterystyka rozwiązań

W ramach inwestycji przewiduje się montaż kontenerowej stacji transformatorowej SN/nn z transformatorem do 630 kVA, obudowa stacji jest złożona z elementów żelbetowych. Budynek stanowi obudowę żelbetową dla urządzeń energetycznych małogabarytowej.

Prefabrykowana obudowa żelbetowa składająca się z: części nadziemnej (dwie ściany boczne, ściana tylna, ściana przednia wraz z dwoma drzwiami) oraz żelbetowego dachu stanowią monolit. Żelbetowy fundament posiada wydzieloną szczelną misę olejową. Fundament posiada z czterech stron otwory (zaślepienie cienką ścianką) do wprowadzenia kabli SN i nn. Wszystkie elementy ścienne, dach i fundament zbrojone stalą zbrojeniową – AIIIIN. Beton klasy B-30.

Obiekt zgodnie z wymogami technologicznymi zaprojektowano jako kompaktowy. Na podstawie szczegółowego projektu wykonawczego w wykonaniu fabrycznym.

- Część nadziemna o wym. 4300 x 2600 x 2540 mm (dł. x szer. x wys.) - przy czym wysokość podana jest bez nakładki dachowej.
- Fundament o wym. 4300 x 2600 x 800 mm (dł. x szer. x wys.)

Fundament szczelny przystosowany do pomieszczenia 100% oleju w przypadku awarii transformatora o największej dopuszczalnej mocy – 1000 kVA. Fundament posiada we wszystkich czterech ścianach otwory Ø125(mm) i Ø170 (mm) do prowadzenia kabli nn i SN z dowolnej strony stacji. Otwory te posiadają osłabione ścianki betonowe, które zabezpieczają przed wnikiem wody. We właściwych otworach, gdzie będą prowadzone kable, należy usunąć osłabienia betonowe.

Do uszczelnienia kabli należy zastosować systemowe przepusty kablone, które zostały przebadane na ciśnienie wody (5bar).

- Grubość ścian – 100 mm

- Ślusarka: drzwi stalowe pełne (lub opcja z żaluzjami) lub aluminiowe pełne (lub opcja z żaluzjami) jednoskrzydłowe, wyposażone w zamki wg wymagań zamawiającego. Przewidziano również uchwyt do zakładania kłódki.

Kolorystyka oraz opisy na elewacji Stacji Transformatorowej mają być zgodne z dotychczasowym standardem na PKM.

Konstrukcja ościeżnic oraz szkielet drzwi wykonany jest z profili prostokątnych zamkniętych (rurowych) stalowych lub aluminiowych spawanych. Poszycie zewnętrzne i wewnętrzne drzwi wykonane jest z blach stalowych ocynkowanych lub aluminiowych odpowiednio giętych i montowanych na szkielecie drzwi.

- Żaluzje stalowe (lub aluminiowe) w ścianie bocznej i tylnej.

- Izolacje: Przeciwwilgociowe (fundament na zewnątrz); powłoka z Abizolu R + P.

- Wykończenie wewnętrzne: ściany; tynk cienkowarstwowy E wykonany na bazie dyspersji akrylowych, wypełniaczy mineralnych i kruszywa marmurowego o grubości 1,5 mm biały

- Wykończenie zewnętrzne

- dach; polimerowa farba akrylowo-lateksowa Renowa-Beton na zagruntowaną gruntem akrylowym płaszczyznę;

- ściany; tynk cienkowarstwowy E wykonany na bazie dyspersji akrylowych, wypełniaczy mineralnych i kruszywa marmurowego o grubości 1,5mm, faktura tynku może być zróżnicowana wg rysunku elewacji, kolory powłok stosowane do otoczenia;

- drzwi, żaluzje: powłoka cynkowana galwanicznie + powłoka malarska epoksydowo-poliuretanowa (kolor dowolny). Aluminiowe - chromianowane + powłoka malarska epoksydowo-poliuretanowa.

- Instalacje:

- Wentylacja grawitacyjna; przez żaluzje ściennie lub drzwiowe oraz przez specjalne szczeliny między dachem a górnymi krawędziami ścian;

- Instalacja elektryczna, oświetleniowa.

Uwaga:

Drzwi stacji transformatorowej mają zostać wyposażone w kłódki oraz wkładki klucza systemu Master Key ABBLOY. Parametry wkładki:

Finish	Bright chrome
Cylinder Type	ABLOY PROTEC2
Level	ABLOY dealer restricted level
Profile	TA77ZZ

Karta kodowa do zamówienia wkładek/kłódki/kluczy zostanie udostępniona przez Zamawiającego.

3.3.2. Bezpieczeństwo pożarowe

- Powierzchnia użytkowa: 9,84 m²

- Gęstość obciążenia ogniowego stacji: 2195 MJ/m²

- Klasa odporności pożarowej budynku: „C”

- Ściany: REI 90

- Płyta dachowa: REI 60

Trzy ściany betonowe w wykonaniu standardowym posiadają odporność ogniową: REI 90, płyta dachowa: REI 60.

3.3.3. Materiały

Beton prefabrykatów żwirowy klasy B30, stal zbrojeniowa klasy A IIIN i A I St3sY-b-500. Stal kształtowa tulei i łączników St3s, ocynkowana, elektrody ER 146. Pręty kotwowe wg rysunków zbrojeniowych, mogą być

również z płaskowników o przekroju nie mniejszym niż $\varnothing 8$ i $\varnothing 12$. Śruby klasy 4.8, nakrętki klasy 4. Klej „SIKADUR 31” stosować wg wytycznych instrukcji.

Produkcja elementów betonowych odbywa się w wyspecjalizowanym zakładzie prefabrykacji, autoryzowanym przez dostawcę stacji na podstawie dokumentacji konstrukcyjnej - licencyjnej.

3.3.4. Wytyczne transportu stacji

Stacja transportowana jest w trzech częściach:

- wyposażona w aparaturę część nadziemna stacji bez transformatora o wymiarach: 4300x2600x2540 mm i masie 14800kg;
- fundament o wymiarach: 4300x2600x800 mm i masie 5700 kg;
- nakładka na dach o wymiarach: 4700x2900x800 mm i masie ok. 450 kg.

Z uwagi na wymiary i ciężar stacji, do transportu należy używać:

- dźwig o nośności min. 32 ton
- ciągnik z przyczepą niskopodwoziową

Do załadunku i rozładunku potrzebny jest następujący sprzęt, który na czas transportu zapewnia producent stacji:

- zawiesie węzowe o długości 6m (długość obwodu 12m) i udźwigu 6 ton: 4 szt.
- podkłady drewniane 10x2,5cm o długości 2,8 m: 4 szt.
- specjalne osłony dachowe wykonane w kształcie kątowników zabezpieczone miękką tkaniną: 2 szt.

Dach należy zabezpieczyć osłonami dachowymi chroniącymi krawędź dachu przed uszkodzeniami obtarciem od naprężonych zawiesi. Należy uważać aby nie powstały żadne uszkodzenia mechaniczne.

Obudowę stacji należy na czas transportu, ustawić na pokładach drewnianych. Po ustawieniu podkłady powinny wystawać po 10 cm z każdej strony elementu. Podkłady powinny być rozłożone w odległości 10cm od przedniej i tylnej ściany transportowanej obudowy.

3.3.5. Montaż stacji

Posadowienie stacji polega na wykonaniu w ziemi wykopu, w którym należy ułożyć uziom otokowy i podłączyć do niego przewody uziemiające, które będą podłączone do stacji. Bednarkę uziemiającą usytuować w odległości ok 1 m od ścian fundamentu poniżej poziomu drenażu i zasypać ją gruntem rodzimym.

Pod fundamentem należy wykonać podsypkę piaskowo-żwirową o docelowej grubości minimum 20 cm (stan po zagęszczeniu). Powierzchnia podsypki piaskowo-żwirowej musi być wypoziomowana w płaszczyźnie posadowienia stacji, a jakość przygotowania podłoża w wykopie potwierdzona w protokole odbioru.

W tak przygotowanym miejscu należy ustawić misę fundamentową stacji. Na ściany misy fundamentowej stacji ułożyć pojedynczą warstwę taśmy uszczelniającej. Należy zwrócić uwagę, aby taśma uszczelniająca nie nakładała się na siebie (aby nie była ułożona podwójnie). Podczas układania taśmy uszczelniającej, nie należy jej rozciągać, może to spowodować jej uszkodzenie lub deformację.

Na przygotowany fundament należy równo ustawić bryłę główną stacji, a następnie dach. Montaż dachówki odbywa się po zamontowaniu dachu na stacji.

Obsypanie fundamentu wykonywać stopniowo, zagęszczanymi 20 cm warstwami gruntu filtrującego. Należy zwrócić szczególną uwagę na zasypywanie wykopu w miejscu styku ze ścianą fundamentu, aby nie przerwać wykonanej hydroizolacji powierzchni pionowych. Zachować szczególną ostrożność w miejscu wprowadzenia kabli do przepustów, gdyż zagęszczanie mechaniczne może spowodować uszkodzenie przepustów lub kabli.

Ważne jest, aby ściany misy fundamentowej wystawały nie mniej niż 10 cm ponad poziom terenu wykończonego.

Prace montażowe należy przeprowadzić w następującej kolejności:

1. montaż transformatora
2. wykonanie połączenia między transformatorem, a rozdzielnicą SN
3. wykonanie połączenia między transformatorem, a rozdzielnicą nn
4. wykonanie połączenia uziemienia wewnętrznego z uziomem zewnętrznym.

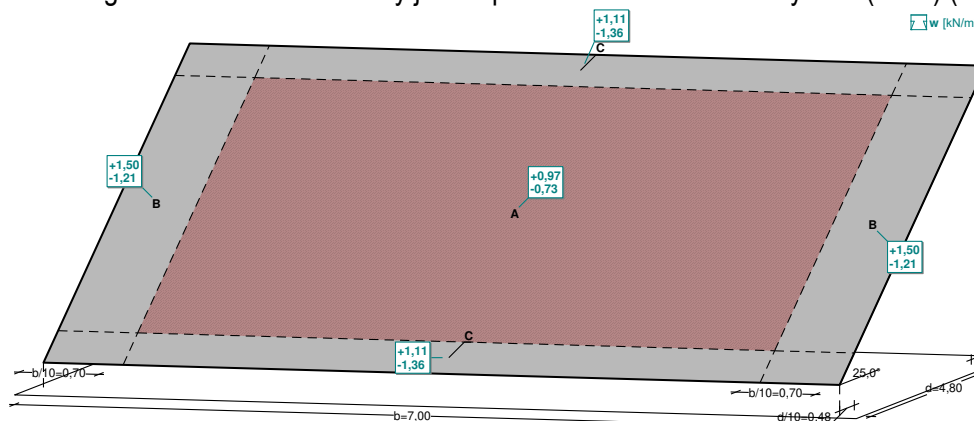
3.4 Konstrukcja montażowa

Do obliczeń statycznych przyjęto następujące założenia:

- Ciężar paneli fotowoltaicznych – 0,15 kN/m²
- 2 strefa obciążenia konstrukcji wiatrem wg PN-EN 1991-1-4

- 3 strefa obciążenia konstrukcji śniegiem wg PN-EN 1991-1-3
- $A \leq 100$ m npm,
- Klasa niezawodności konstrukcji RC1 oraz klasa konsekwencji zniszczenia CC1. Na tej podstawie dla przewidywanego 25-letniego okresu eksploatacji zredukowano współczynniki obliczeniowe o 10%.
- Wartość współczynnika oporu aerodynamicznego $\varphi=0$ wg PN-EN 1991-1-4, dla przypadku wiaty jednospadowej
- Wartość globalnego współczynnika siły wiatru wg PN-EN 1991-1-4, dla przypadku wiaty jednospadowej
- Zgodnie z wytycznymi producenta podkonstrukcji wsporczej, przyjęto okres użytkowania projektowanych systemów do montażu paneli fotowoltaicznych (okres powrotu) - 25 lat,
- Warunki gruntowe przyjęto jako proste, a obiekt zakwalifikowano do I-ej kategorii geotechnicznej (zgodnie z rozporządzeniem Ministra Spraw Wewnętrznych i administracji z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych).

Obciążenie wiatrem wg PN-EN 1991-1-4 / Wiaty jednospadowe - ciśnienie sumaryczne (netto) (7.3)



Połąć - pole A - parcie:

- Wiaty jednospadowa o wymiarach: $b = 7,00$ m, $d = 4,80$ m, $h = 2,50$ m, kąt nachylenia połąci $\alpha = 25,0^\circ$
- Współczynnik ograniczenia (blokowania) przepływu: $\varphi = 1,00$
- Wartość podstawowa bazowej prędkości wiatru:

Strefa obciążenia wiatrem 2

$v_{b,0} = 26$ m/s (wg załącznika krajowego)

- Współczynnik kierunkowy: $c_{dir} = 1,0$
- Współczynnik sezonowy: $c_{season} = 1,00$
- Współczynnik prawdopodobieństwa dla okresu powrotu 20 lat
Roczne prawdopodobieństwo przekroczenia: $p \approx 1/20 = 0,05$
Parametry: $K = 0,2$; $n = 0,5$

$$c_{prob} = [(1-K \cdot \ln(-\ln(1-p)))/(1-K \cdot \ln(-\ln(0,98)))]^n = [(1-0,2 \cdot \ln(-\ln(1-0,05)))/(1-0,2 \cdot \ln(-\ln(0,98)))]^{0,5} = 0,946$$

- Bazowa prędkość wiatru: $v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} \cdot c_{prob} = 24,60$ m/s
- Kategoria terenu III $\rightarrow z_0 = 0,3$ m, $z_{min} = 5$ m
- Wysokość odniesienia: $z_e = h = 2,50$ m
- Współczynnik orografii: $c_o(z_e) = 1$
- Współczynnik turbulencji: $k_t = 1,0$
- Współczynnik terenu: $k_r = 0,19 \cdot (z_0/z_{0,II})^{0,07} = 0,215$
- Współczynnik chropowatości: $c_r(z_e) = k_r \cdot \ln(z_{min}/z_0) = 0,215 \cdot \ln(5,00/0,3) = 0,61$ (wg p.4.3.2 normy)
- Średnia prędkość wiatru: $v_m(z_e) = c_r(z_e) \cdot c_o(z_e) \cdot v_b = 14,91$ m/s
- Intensywność turbulencji: $I_v(z_e) = k_t / (c_o(z_e) \cdot \ln(z_{min}/z_0)) = 0,355$
- Gęstość powietrza: $\rho = 1,25$ kg/m³
- Szczytowe ciśnienie prędkości: $q_p(z_e) = [1 + 7 \cdot I_v(z_e)] \cdot (1/2) \cdot \rho \cdot v_m^2(z_e) = 484,5$ Pa = 0,485 kPa
- Współczynnik ciśnienia netto: $c_{p,net} = 2,0$

Ciśnienie sumaryczne (netto) wiatru:

$$w = q_p(z_e) \cdot c_{p,net} = 0,485 \cdot 2,0 = 0,97 \text{ kN/m}^2$$

Obciążenie wiatrem wg PN-EN 1991-1-4 / Wiaty jednospadowe - ciśnienie sumaryczne (netto) (7.3)

Połąć - pole A - ssanie:

- Wiaty jednospadowa o wymiarach: $b = 7,00$ m, $d = 4,80$ m, $h = 2,50$ m, kąt nachylenia połąci $\alpha = 25,0^\circ$
- Współczynnik ograniczenia (blokowania) przepływu: $\varphi = 1,00$

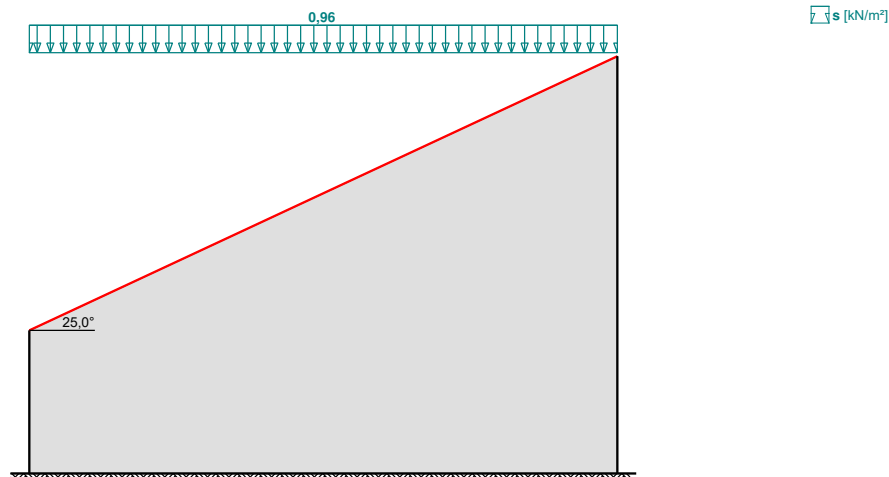
- Wartość podstawowa bazowej prędkości wiatru:
Strefa obciążenia wiatrem 2
 $v_{b,0} = 26 \text{ m/s}$ (wg załącznika krajowego)
- Współczynnik kierunkowy: $c_{dir} = 1,0$
- Współczynnik sezonowy: $c_{season} = 1,00$
- Współczynnik prawdopodobieństwa dla okresu powrotu 20 lat
Roczne prawdopodobieństwo przekroczenia: $p \approx 1/20 = 0,05$
Parametry: $K = 0,2$; $n = 0,5$
 $c_{prob} = [(1-K \cdot \ln(-\ln(1-p)))/(1-K \cdot \ln(-\ln(0,98)))]^n = [(1-0,2 \cdot \ln(-\ln(1-0,05)))/(1-0,2 \cdot \ln(-\ln(0,98)))]^{0,5} = 0,946$
- Bazowa prędkość wiatru: $v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} \cdot c_{prob} = 24,60 \text{ m/s}$
- Kategoria terenu III $\rightarrow z_0 = 0,3 \text{ m}$, $z_{min} = 5 \text{ m}$
- Wysokość odniesienia: $z_e = h = 2,50 \text{ m}$
- Współczynnik orografii: $c_o(z_e) = 1$
- Współczynnik turbulencji: $k_t = 1,0$
- Współczynnik terenu: $k_r = 0,19 \cdot (z_0/z_{0,II})^{0,07} = 0,215$
- Współczynnik chropowatości: $c_r(z_e) = k_r \cdot \ln(z_{min}/z_0) = 0,215 \cdot \ln(5,00/0,3) = 0,61$ (wg p.4.3.2 normy)
- Średnia prędkość wiatru: $v_m(z_e) = c_r(z_e) \cdot c_o(z_e) \cdot v_b = 14,91 \text{ m/s}$
- Intensywność turbulencji: $I_v(z_e) = k_t / (c_o(z_e) \cdot \ln(z_{min}/z_0)) = 0,355$
- Gęstość powietrza: $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$
- Szczytowe ciśnienie prędkości: $q_p(z_e) = [1 + 7 \cdot I_v(z_e)] \cdot (1/2) \cdot \rho \cdot v_m^2(z_e) = 484,5 \text{ Pa} = 0,485 \text{ kPa}$
- Współczynnik ciśnienia netto: $c_{p,net} = -1,5$

Ciśnienie sumaryczne (netto) wiatru:

$$w = q_p(z_e) \cdot c_{p,net} = 0,485 \cdot (-1,5) = -0,73 \text{ kN/m}^2$$

– **3 strefa obciążenia konstrukcji śniegiem wg PN-EN 1991-1-3**

Obciążenie śniegiem wg PN-EN 1991-1-3 / Dachy jednopołaciowe (5.3.2)



Cały dach - równomierny układ obciążenia:

- Dach jednopołaciowy
- Obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu (wg załącznika krajowego):
Strefa obciążenia śniegiem 3; $A = 100 \text{ m n.p.m.}$
 $s_k = 0,006 \cdot A - 0,6 = 0,000 \text{ kN/m}^2 < 1,2 \text{ kN/m}^2 \rightarrow s_k = 1,2 \text{ kN/m}^2$
- Warunki lokalizacyjne: normalne, przypadek A (brak wyjątkowo obfitych opadów śniegu i brak wyjątkowych zamieci)
- Sytuacja obliczeniowa: trwała lub przejściowa
- Współczynnik ekspozycji:
Teren: normalny
 $C_e = 1,0$
- Współczynnik termiczny: $C_t = 1,0$
- Współczynnik kształtu dachu:
Kąt nachylenia połaci dachowej: $\alpha = 25,0^\circ$
 $\mu_1 = 0,8$

Obciążenie charakterystyczne śniegiem:

$$s = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,2 = 0,96 \text{ kN/m}^2$$

3.4.1 Opis konstrukcji wsporczej pod panele fotowoltaiczne

Zaprojektowana konstrukcja wolnostojąca przeznaczona do mocowania modułów fotowoltaicznych w układzie pionowym 3 rzędowym, opierająca się na stalowych podporach wbijanych w podłoże. Szkieletowa konstrukcja z profili metalowych umożliwia montaż trzech rzędów paneli fotowoltaicznych nachylonych pod kątem 25 stopni (maksymalna wysokość od gruntu 792 mm). Podpory wykonane będą ze sztywnych ceowników, dzięki czemu zminimalizowane jest ryzyko ich uszkodzenia podczas wbijania w podłoże i natrafienia na twardą przeszkodę. Głębokość wbicia podpór według punktu 3.4.3.

Naziemną część konstrukcji montuje się za pomocą połączeń śrubowych i specjalnych uchwytów, przy minimalnej ilości niezbędnych narzędzi. Zaproponowane rozwiązanie pozwala na szybki montaż poszczególnych elementów, do których dostęp będzie bezproblemowy. Elementy podstawy konstrukcji są ze stali S350GD pokrytej warstwą powłoki antykorozyjnej, szkieletowa konstrukcja, na której mocowane są moduły wykonana powinna być ze stali S350GD pokrytej warstwą antykorozyjną lub z aluminium, natomiast do łączenia tych elementów wykorzystuje się śruby ze stali nierdzewnej. W konstrukcji nie ma żadnych połączeń spawanych, co minimalizuje ryzyko korozji.

Zaprojektowano następujące elementy:

- podpora przednia 105x50x3
- podpora tylna 105x50x3
- szyna skośna 105x50x3
- płatek wzdłużna 85x50x2.0

Przebieg montażu konstrukcji wsporczej pod panele fotowoltaiczne

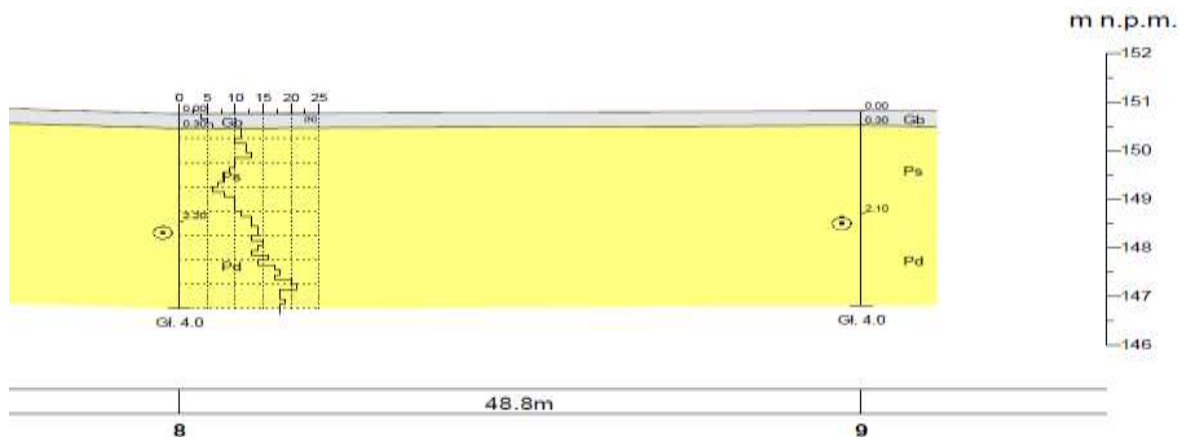
- Za pomocą kłosa należy umieścić w podłożu podpory. Rozstaw podpór w kierunku podłużnym wynosi max 2230mm, a w kierunku poprzecznym 2510mm. Głębokość osadzenia wg. pkt. 3.4.3.
- Następnie należy zamontować szyny skośne. W tym celu zastosować śruby M12x30, podkładki M12 i nakrętki M12. Zmontować wieńce główne ze sobą oraz przykręcić je do zamocowanych wcześniej płatwi.
- Kolejnym krokiem jest zamontowanie płatwi wzdłużnych do zamontowanych we wcześniejszym etapie podpór za pomocą śrub M12x30, podkładek M12 oraz nakrętek M12
- Po zamontowaniu korony konstrukcji kolejnym etapem będzie montaż paneli. Panele należy zamocować za pomocą klem.

3.4.2 Posadowienie konstrukcji wsporczej pod panele fotowoltaiczne

Podłoże gruntowe zostało zbadane w ramach przez inż. Marcina Postoła nr. upr. VII-2001 w ramach wykonanej opinii geotechnicznej. Wynika z niej, że teren, na którym projektuje się instalację fotowoltaiczną znajduje się w prostych warunkach gruntowych zaliczanych do I kategorii geotechnicznej. W podłożu gruntowym zalegają grunty o następujących parametrach:

WARTOŚCI WYPROWADZONE PARAMETRÓW GEOTECHNICZNYCH wg EC7											
1	2	3	4	5	6		7	8	9	10	11
Stratygrafia	Opis litologiczno-genetyczny	Nr warstwy geotechnicznej	Symbol gruntu PN-86/B-02-480	Symbol gruntu PN-EN ISO 14688-1:2006	Stan gruntu		Wilgotność naturalna w_n [%]	Gęstość objętościowa ρ [t/m ³]	Spójność $c_u^{(a)}$ [MPa]	Kąt tarcia wewnętrzznego $\phi^{(a)}$ [°]	Edymetryczny moduł ściśliwości pierwotnej (ogólnej) M_d [MPa]
					Stopień zagęszczenia I_{zs}	Stopień plastyczności I_{pl}					
CZWARCIERZ	Qh	gleba	Qb	Or	-	-	-	-	-	-	-
	Qp	piasek drobny, średnie utwory wodnolodowcowe	Ps, Ps	FSa, MSa	0,55	-	11,0	1,75	0	30,8	68,0

Grunt nośny, zalega na pod warstwą gleby (Qh) na głębokości od 0,3 do 0,5m.

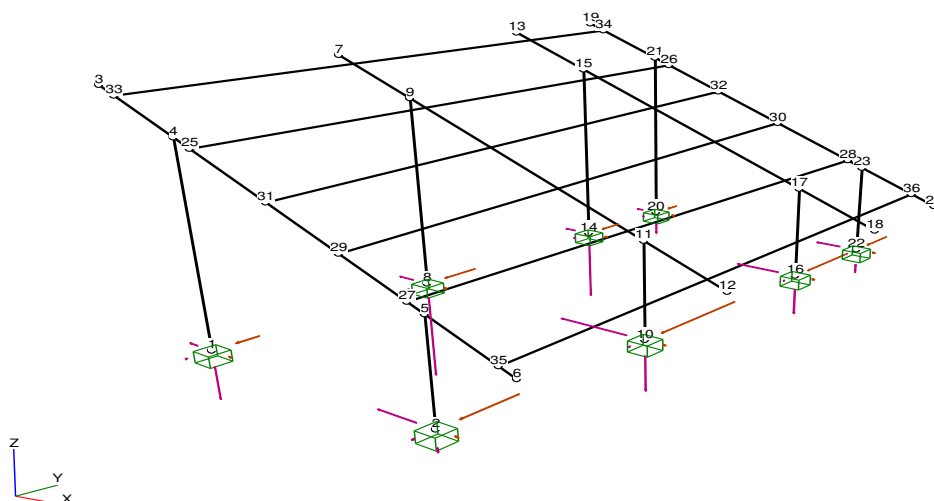


Instrukcja montażu wbijanej konstrukcji wsporczej pod instalację fotowoltaiczną zakłada zagłębienie w gruncie nośnym na głębokość około 1,5m. Do wymaganej głębokości zagłębienia (1,5 m) należy doliczyć grubość warstwy gleby lub nasypu utworzonego przy niwelacji terenu wynoszącą 0,5 m.

Biorąc powyższe pod uwagę na etapie projektu budowanego i szacowaniu kosztów prac należy przyjąć, że słupy konstrukcji wsporczej zostaną zagłębione w gruncie na głębokość 2m (gleba/nasypy + wymagane 1,5m). Na etapie realizacji, dopuszcza się po wykonaniu próbnego wbijania i po przeprowadzonej analizie rezultatów tych prac wyplacenie zagłębienia konstrukcji.

Przyjęto pierwszą kategorię geotechniczną oraz proste warunki gruntowo - wodne.

3.4.3 Analiza głębokości wbicia słupków



Kombinacja na maksymalne obciążenie wciskające

Reakcje podporowe: Kombinacja obliczeniowa PN-EN: CW StZ1

Nr węzła:					Rx [kN]:	Ry [kN]:	Rz [kN]:	Mx [kNm]:	My [kNm]:	Mz [kNm]:
1	a	0,0	0,0	0,0	0,09	0	3,7	0,00	0,08	0
	b				0,09	0	3,55	0,00	0,07	0
2	a	0,0	0,0	0,0	-0,4	0,04	3,73	-0,04	-0,11	0
	b				-0,38	0,04	3,59	-0,04	-0,11	0
8	a	0,0	0,0	0,0	0,41	-0,01	10,13	0,01	0,41	0
	b				0,4	-0,01	9,78	0,01	0,4	0
10	a	0,0	0,0	0,0	0,09	0,00	9,48	0,00	0,46	0
	b				0,09	0,00	9,16	0,00	0,45	0
14	a	0,0	0,0	0,0	0,24	-0,01	7,21	0,01	0,22	0
	b				0,23	-0,01	6,95	0,01	0,22	0
16	a	0,0	0,0	0,0	-0,27	-0,01	6,93	0,01	0,08	0
	b				-0,26	-0,01	6,69	0,01	0,08	0
20	a	0,0	0,0	0,0	0,06	-0,01	1,58	0,01	0,04	0
	b				0,05	-0,01	1,49	0,01	0,04	0
22	a	0,0	0,0	0,0	-0,22	0,00	1,56	0,00	-0,07	0
	b				-0,21	0,00	1,48	0,00	-0,07	0

Kombinacja na maksymalne obciążenie wrywające

Reakcje podporowe: Kombinacja obliczeniowa PN-EN: CW StZ2

Nr węzła:		0:	0:	0:	Rx [kN]:	Ry [kN]:	Rz [kN]:	Mx [kNm]:	My [kNm]:	Mz [kNm]:
1	a	0,0	0,0	0,0	-0,48	0,01	-1,91	-0,02	-0,58	0
	b				-0,48	0,01	-2,06	-0,02	-0,58	0
2	a	0,0	0,0	0,0	-2,05	-0,03	-0,06	0,03	-1,67	0
	b				-2,04	-0,03	-0,2	0,03	-1,67	0
8	a	0,0	0,0	0,0	-0,89	0,01	-5,47	-0,03	-1,06	0
	b				-0,9	0,01	-5,81	-0,03	-1,08	0
10	a	0,0	0,0	0,0	-3,75	-0,01	-1,96	0,01	-3,03	0
	b				-3,75	-0,01	-2,28	0,01	-3,04	0
14	a	0,0	0,0	0,0	-0,6	0,01	-3,83	-0,03	-0,72	0
	b				-0,61	0,01	-4,09	-0,03	-0,72	0
16	a	0,0	0,0	0,0	-2,42	0,00	-1,49	0,00	-1,99	0
	b				-2,41	0,00	-1,73	0,00	-2	0
20	a	0,0	0,0	0,0	-0,32	0,01	-0,61	-0,03	-0,38	0
	b				-0,32	0,01	-0,69	-0,03	-0,39	0
22	a	0,0	0,0	0,0	-1,37	0,00	0,56	0,00	-1,12	0
	b				-1,37	0,00	0,48	0,00	-1,11	0

Przyjęto pierwszą kategorię geotechniczną oraz proste warunki gruntowo - wodne.

Pale : standardowe, w grupie

rodzaj: stalowe z profili
wykonanie: wbijane
długość pala: 2,00 (m) od poziomu 0,00 (m)
układ pali: 8 pali w układzie prostokątnym,
wzdłuż osi X : rzędy co 2,23 (m)
wzdłuż osi Y : rzędy co 2,51 (m)

Dopuszczalne pionowe obciążenie obliczeniowe przekazywane na pal:

wyciągany **P wrywająca** = **-5,81 (kN)**
wciskająca **P wciskająca** = **10.13 (kN)**

Słupy konstrukcji wsporczej pod panele fotowoltaiczne zostaną zagłębione w gruncie na głębokość 2m (gleba/nasypy + wymagane 1,5m). Na etapie realizacji, dopuszcza się po wykonaniu próbnego wbijania i po przeprowadzonej analizie rezultatów tych prac wypłcenie zagłębienia konstrukcji. Zagłębienie pali w gruncie przyjęto zgodnie z instrukcją montażu producenta systemu.

Przyjęte głębokości wbicia podpór wg pkt. 3.4.3. Przed wbiciem podpór, należy uwzględnić warunki montażu i eksploatacji konstrukcji ujęte w opracowaniu.

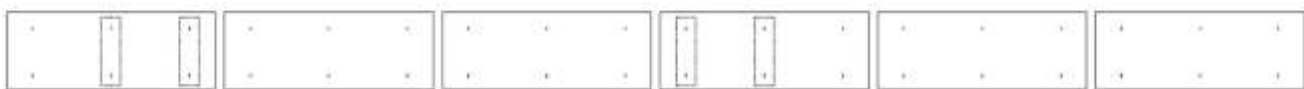
3.4.4 Warunki montażu i eksploatacji konstrukcji

W odniesieniu do montażu konstrukcji wsporczej pod panele fotowoltaiczne w ujęciu głębokości wbicia słupków:

- teren pod farmę należy przygotować tak, aby maksymalna różnica poziomu terenu nie przekraczała 20cm, w przeciwnym wypadku teren należy zniwelować poprzez zebranie nadmiaru gruntu, co prowadzi do korzystnej redukcji warstwy humusu jako gruntu bez parametrów nośności (niedopuszczalne jest wypełnianie zagłębień terenowych gruntem nasypowym) *
* - zapis odnosi się do działań niwelacyjnych powierzchni terenu w lokalnym, a nie globalnym układzie odniesienia:
 - lokalny układ odniesienia: dotyczy ukształtowania powierzchni terenu w obrębie danej działki, tj. w zakresie przedmiotowej konstrukcji farmowej, grupy stołów lub pojedynczego stołu w przypadku, kiedy występuje zmienne ukształtowanie powierzchni terenu uniemożliwiające wykonanie dedykowanego zagłębienia słupków konstrukcji z dokładnością $\pm 20\text{cm}$ zgodnie z warunkami montażu - należy wówczas wyrównać lokalne ubytki terenu bezpośrednio w obszarze pod konkretnymi stołami (np. lokalne zagłębienie terenu, bruzda terenowa, nierówności wynikające z poprzedniej rolniczej eksploatacji terenu itp)
 - globalny układ odniesienia: dotyczy ukształtowania terenu, na którym znajduje się przedmiotowa działka, a zatem może ona posiadać naturalny spadek nawet rzędu kilku czy kilkunastu m - wówczas montaż konstrukcji (wg wytycznych montażowych producenta CORAB) powinien odbywać się zgodnie z ukształtowaniem terenu tj. płatew wzdłużna winna być umieszczana równolegle do spadku

terenu - istotą rzeczy jest, aby palić konstrukcję na wymaganą głębokość z zachowaniem tolerancji $\pm 20\text{cm}$ dla każdego ze słupków, wówczas zostaną spełnione wszelkie warunki bezpieczeństwa i stabilności ustroju nośnego konstrukcji

- głębokość osadzenia podpór w ośrodku gruntowym dla konstrukcji wolnostojących (stoły nie połączone ze sobą w sposób mechaniczny) – dopuszczalna odchyłka wbicia dowolnego rzędu podpór pojedynczego stołu $\Delta = \pm 20\text{cm}$
- głębokość osadzenia podpór w ośrodku gruntowym dla konstrukcji uciągłych (stoły połączone ze sobą w sposób mechaniczny) – dopuszczalna odchyłka wbicia rzędu podpór oraz rzędów sąsiednich $\Delta = \pm 20\text{cm}$ maks. co trzeci stół z zastrzeżeniem, że dla danego stołu maks. odchyłka dla maks. 2 rzędów

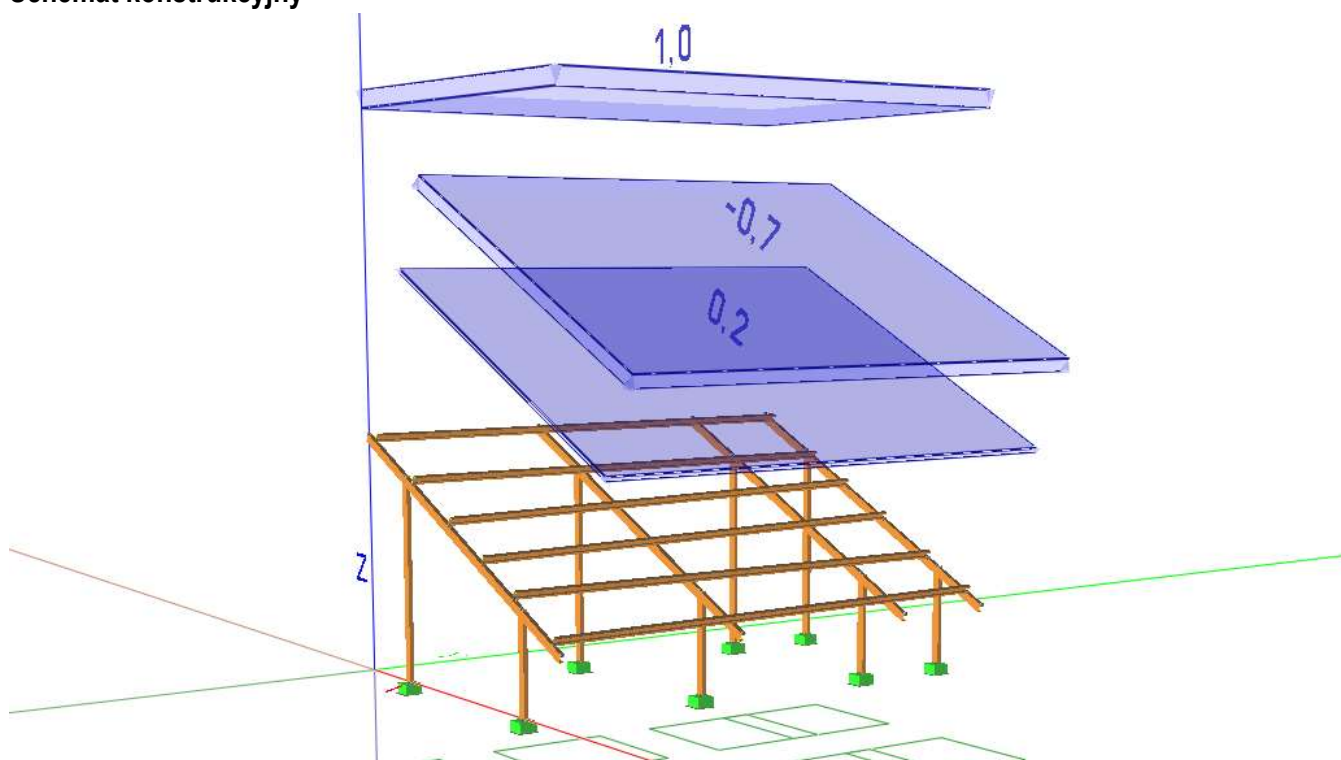


W odniesieniu do eksploatacji konstrukcji wsporczej pod panele fotowoltaiczne w ujęciu obciążenia śniegiem:

- z uwagi na specyfikę powierzchni paneli (ciemna gładka powierzchnia o właściwym kącie nachylenia) i ich pracy (niezbędna czysta, nie osłonięta powierzchnia) obciążenie śniegiem nie powinno wystąpić, jednakże w przypadku obfitych opadów należy monitorować pokrywę śnieżną, aby nie dopuścić do przekroczenia stanu normowego jak dla strefy 3.

3.4.5 Obliczenia statyczno - wytrzymałościowe

Schemat konstrukcyjny

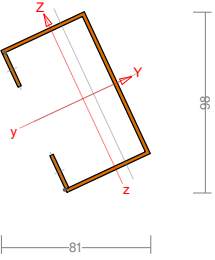
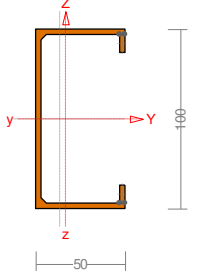


Analiza statyczno – wytrzymałościowa konstrukcji

Nazwa pliku: PKM model obl.rm3

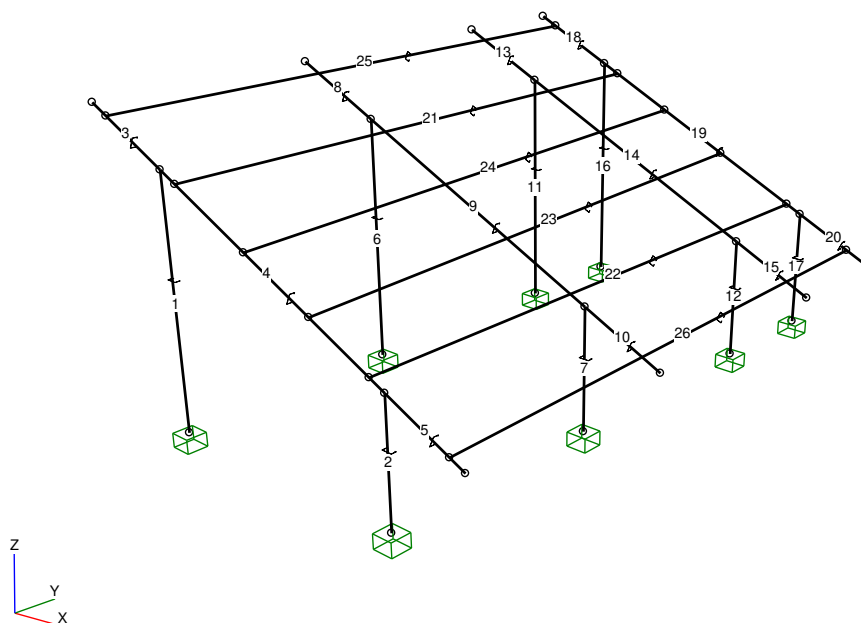
RM_3d v. 8.82 licencja nr 37841

Przekroje:

1 - C 85x50x2,0		2 - C 105x50x3			
					
Material:	S 355	Material:	S 355	Material:	
A [cm ²]	4,42	A [cm ²]	6,51	A [cm ²]	
Jy [cm ⁴]	44,98	Jy [cm ⁴]	103,89	Jy [cm ⁴]	
Jz [cm ⁴]	23,27	Jz [cm ⁴]	21,07	Jz [cm ⁴]	
Dyz [cm ⁴]	-12,94	Dyz [cm ⁴]	0,00	Dyz [cm ⁴]	
α [Deg]	25,00	α [Deg]	0,00	α [Deg]	
Iy [cm ⁴]	51,02	Iy [cm ⁴]	103,89	Iy [cm ⁴]	
Iz [cm ⁴]	17,24	Iz [cm ⁴]	21,07	Iz [cm ⁴]	
Jt [cm ⁴]	0,06	Jt [cm ⁴]	0,19	Jt [cm ⁴]	
J ₀ [cm ⁴]	384,20	J ₀ [cm ⁴]	415,99	J ₀ [cm ⁴]	
iy [cm]	3,40	iy [cm]	3,99	iy [cm]	
iz [cm]	1,97	iz [cm]	1,80	iz [cm]	
is [cm]	6,17	is [cm]	5,80	is [cm]	
m [kg/m]	3,47	m [kg/m]	5,11	m [kg/m]	

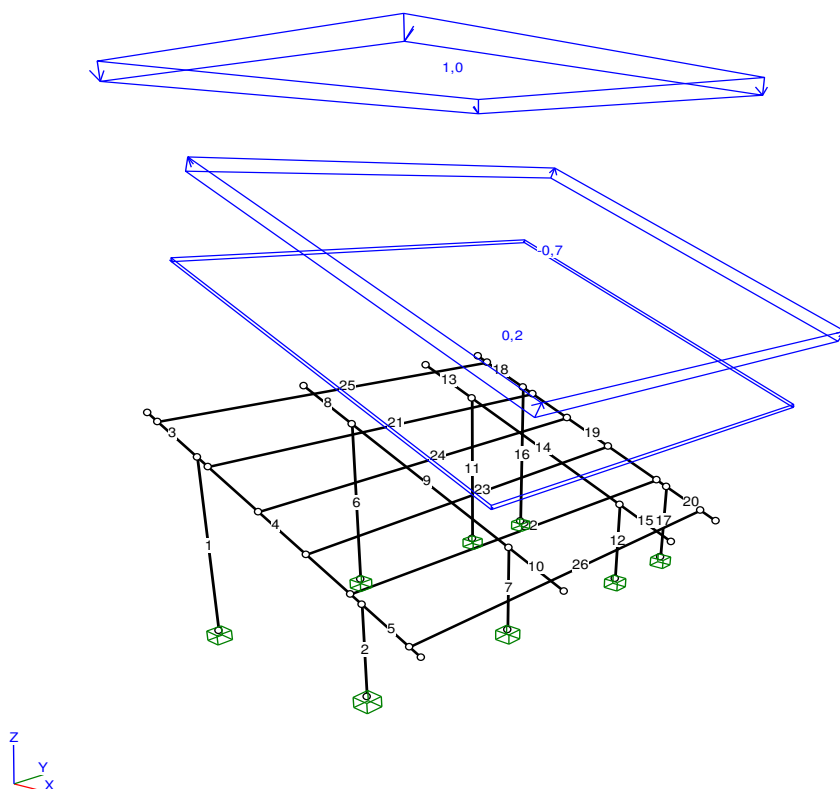
Materialy:

Nr:	Rodzaj:	Nazwa:	E:	G:	α:	α _T :	ρ:	Ro:
			[GPa]	[GPa]	[-]	[1/K]	[kg/m ³]	[MPa]
3	Stal 1993	S 355	210	81	0,3	0	7850	355



Pręty:

Nr:	Węzły:		Mocowania		Mimośrody Imperfekcje	Orient. [deg]	L[m]:	F [m]:	Przekrój:
	A:	B:							
Pozycja nr 1									
1	1	4	P.P.: Sztywne			180,0	2,316		2 C 105x50x3
2	2	5	P.P.: Sztywne			180,0	1,145		2 C 105x50x3
3	3	4	P.P.: Sztywne		Wyr. Góra	0,0	0,964		2 C 105x50x3
4	4	5	P.P.: Sztywne		Wyr. Góra	0,0	2,775		2 C 105x50x3
5	5	6	P.P.: Sztywne		Wyr. Góra	0,0	0,866		2 C 105x50x3
Pozycja nr 1 (Kopia 1)									
6	8	9	P.P.: Sztywne			180,0	2,316		2 C 105x50x3
7	10	11	P.P.: Sztywne			180,0	1,145		2 C 105x50x3
8	7	9	P.P.: Sztywne		Wyr. Góra	0,0	0,964		2 C 105x50x3
9	9	11	P.P.: Sztywne		Wyr. Góra	0,0	2,775		2 C 105x50x3
10	11	12	P.P.: Sztywne		Wyr. Góra	0,0	0,866		2 C 105x50x3
16	20	21	P.P.: Sztywne			180,0	2,316		2 C 105x50x3
17	22	23	P.P.: Sztywne			180,0	1,145		2 C 105x50x3
18	19	21	P.P.: Sztywne		Wyr. Góra	0,0	0,964		2 C 105x50x3
19	21	23	P.P.: Sztywne		Wyr. Góra	0,0	2,775		2 C 105x50x3
20	23	24	P.P.: Sztywne		Wyr. Góra	0,0	0,866		2 C 105x50x3
Pozycja nr 1 (Kopia 2)									
11	14	15	P.P.: Sztywne			180,0	2,316		2 C 105x50x3
12	16	17	P.P.: Sztywne			180,0	1,145		2 C 105x50x3
13	13	15	P.P.: Sztywne		Wyr. Góra	0,0	0,964		2 C 105x50x3
14	15	17	P.P.: Sztywne		Wyr. Góra	0,0	2,775		2 C 105x50x3
15	17	18	P.P.: Sztywne		Wyr. Góra	0,0	0,866		2 C 105x50x3
Pozycja nr 4									
21	25	26	P.P.: Sztywne		Wyr. Dół	0,0	5,590		1 C 85x50x2,0
22	27	28	P.P.: Sztywne		Wyr. Dół	0,0	5,590		1 C 85x50x2,0
23	29	30	P.P.: Sztywne		Wyr. Dół	0,0	5,594		1 C 85x50x2,0
24	31	32	P.P.: Sztywne		Wyr. Dół	0,0	5,594		1 C 85x50x2,0
Pozycja nr 8									
25	33	34	P.P.: Sztywne		Wyr. Dół	0,0	5,590		1 C 85x50x2,0
26	35	36	P.P.: Sztywne		Wyr. Dół	0,0	5,591		1 C 85x50x2,0



Obciążenia:

Nr Pręta	Rodzaj:	Wartości char.		Współczynniki		Orient. [deg]	Kier.: [deg]	Położenie		Nazwa:	
		Pa:	Pb:	$\gamma_{G,sup}(\gamma_Q)$:	$\gamma_{G,inf}$:			xa:	xb:		
CW: Ciężar własny - Stałe $\gamma_{G,sup}=1,4$ $\gamma_{G,inf}=1$											
St: FOTOWOLTAIKA - Stałe											
	Powierzch.	0,20	0,20	1,35	1,00	Pionow e				Powierzchniowe	
Z1: Śnieg - Zmienne $\gamma_0=1$ $\gamma_1=1$ $\gamma_2=1$											
	Powierzch.	0,96	0,96	1,50		Pionow e				Powierzchniowe	
Z2: Wiatr - Zmienne $\gamma_0=1$ $\gamma_1=1$ $\gamma_2=1$											
	Powierzch.	-0,73	-0,73	1,50						Powierzchniowe	

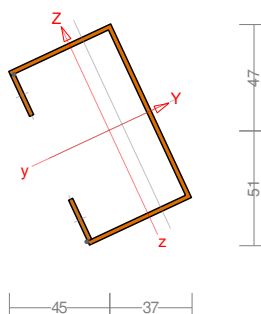
SPRAWDZENIE PŁAWI C85x50x2 (kombinacja obciążeń)

Pręt nr 24

Wyniki wymiarowania stali wg PN-EN 1993 (Stal1993_3d v. 1.91 licencja nr 37841)

Zadanie: PKM model obl.rm3

Przekrój: 1 - C 85x50x2,0



Wymiary przekroju:

$h=98,2$ $s=81,2$.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$I_{yg}=51,0$ $I_{zg}=17,2$ $A=4,42$ $i_y=3,4$ $i_z=2,0$ $I_w=384,2$ $I_t=0,1$

$y_s=4,8$ $z_s=0,0$ $i_s=6,171$ $r_z=-1,9$ $b_y=5,7$.

Materiał: **S 355**. Granica plastyczności $f_y=355$ MPa oraz wytrzymałość na rozciąganie $f_u = 490$ dla $g=2,0$.

Długości wyboczeniowe pręta:

Przęsło Yc 1 (0,000;2,231)

Przyjęto:

$\kappa_a = 0,877$ $\kappa_b = 0,650$ węzły przesuwne $\Rightarrow \mu = 2,269$ dla $l_0 = 2,231$
 $l_w = 2,269 \times 2,231 = 5,063$ m

Przęsło Zc 1 (0,000;2,231)

Przyjęto:

$\kappa_a = 0,455$ $\kappa_b = 0,385$ węzły nieprzesuwne $\Rightarrow \mu = 0,645$ dla $l_0 = 2,231$
 $l_w = 0,645 \times 2,231 = 1,439$ m

Przęsło ω 1 (0,000;2,231)

Dla wyboczenia skrętnego przyjęto współczynnik długości wyboczeniowej $\mu_\omega = 1,000$. Rozstaw stężeń zabezpieczających przed obrotem $l_{\omega\omega} = 2,231$ m. Długość wyboczeniowa $l_\omega = 2,231$ m.

Długości wyboczeniowe dla osi głównych:

Y: $\kappa_a = 0,802$ $\kappa_b = 0,602$ $\kappa_v = 0,821$ $\Rightarrow \mu = 1,901$ dla $l_0 = 2,231$
 $l_w = 1,901 \times 2,231 = 4,242$ m

Z: $\kappa_a = 0,530$ $\kappa_b = 0,432$ $\kappa_v = 0,179$ $\Rightarrow \mu = 1,036$ dla $l_0 = 2,231$
 $l_w = 1,036 \times 2,231 = 2,312$ m

Siły krytyczne:

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 EI_y}{l_{wy}^2} = \frac{3,1416^2 \times 210 \times 51,0}{4,242^2} \times 10^{-2} = 58,76 \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 EI_z}{l_{wz}^2} = \frac{3,1416^2 \times 210 \times 17,2}{2,312^2} \times 10^{-2} = 66,85 \text{ kN}$$

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_s^2} \left(\frac{\pi^2 EI_\omega}{l_\omega^2} + GI_T \right) = \frac{1}{6,171^2} \times \left(\frac{3,1416^2 \times 210 \times 384,2}{2,231^2} \times 10^{-2} + 81 \times 0,0589 \times 10^2 \right) = 54,54 \text{ kN}$$

$$N_{cr,TF} = \frac{N_{cr,y} + N_{cr,T} - \sqrt{(N_{cr,y} + N_{cr,T})^2 - 4 N_{cr,y} N_{cr,T} (1 - \mu y_s^2 / i_s^2)}}{2(1 - \mu y_s^2 / i_s^2)} =$$

$$\frac{58,76 + 54,54 - \sqrt{(58,76 + 54,54)^2 - 4 \times 58,76 \times 54,54 \times (1 - 1,901 \times 4,76^2 / 6,171^2)}}{2 \times (1 - 1,901 \times 4,8^2 / 6,171^2)} = 34,14 \text{ kN}$$

Zwicherungie:

Przęsło nr: 2 (2,231;4,463)

Współrzędna punktu przyłożenia obciążenia $a_0 = 0,00$ cm. Różnica współrzędnych środka ścinania i punktu przyłożenia siły $a_s = (-4,76)$ cm. Przyjęto następujące wartości parametrów zwicherungia: $A_1 = 0,000$, $A_2 = 0,000$, $B = 0,000$.

$$A_o = A_1 b_y + A_2 a_s = 0,000 \times 5,69 + 0,000 \times (-4,76) = 0,000$$

$$M_{cr} = \pm A_o N_{cr,z} + \sqrt{(A_o N_{cr,z})^2 + B^2 i_s^2 N_{cr,z} N_{cr,T}} =$$

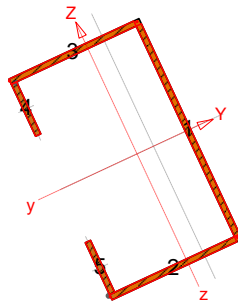
$$0,000 \times 73,36 + \sqrt{(0,000 \times 73,36)^2 + 0,000^2 \times 0,062^2 \times 73,36 \times 54,54} = 0 \text{ kNm}$$

Stan graniczny nośności.

$x_a = 5,014$; $x_b = 0,580$; Przęsło nr: 3, 3, 3. Obciążenia: CW+1,35·0,85·St+1,5·(Z1+Z2) (b)

Przyjęto następujące współczynniki częściowe γ_M :

$$\gamma_{M0} = 1; \gamma_{M1} = 1; \gamma_{M2} = 1,1.$$



Klasa przekroju:

$$\varepsilon = \sqrt{235/f_y} = \sqrt{235/355} = 0,814$$

Nr:	c [mm]	t [mm]	α	ψ	k_σ	(c/t) ₁	(c/t) ₂	(c/t) ₃	c/t	Klasa
1	81,0	2,0	1,000	1,000	-	26,849	30,917	34,172	40,500	4
2	48,0	2,0	0,261	-1,588	-	112,048	129,167	164,507	24,000	1
3	48,0	2,0	0,261	-1,588	-	112,048	129,167	164,507	24,000	1
4	20,0	2,0	0,000	0,000	0	INF	INF	INF	10,000	
5	20,0	2,0	0,000	0,000	0	INF	INF	INF	10,000	

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy 4.

Nośność elementów rozciąganych:

$x_a = 5,594$; $x_b = 0,000$; Przęsło nr: 3, 3, 3. Obciążenia: CW+St+1,5·Z2 (b)

Siała osiowa: $N_{Ed} = 0,02 \text{ kN}$

Pole powierzchni przekroju: $A = 4,42 \text{ cm}^2$

Pole powierzchni otworów: $A_o = 0,00 \text{ cm}^2$

Pole powierzchni netto: $A_{net} = 4,42 \text{ cm}^2$

Nośność przekroju na rozciąganie:

- nośność plastyczna

$$N_{pl,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{4,42 \times 355}{1} \times 10^{-1} = 156,91 \text{ kN} \quad (6.6)$$

- nośność graniczna

$$N_{u,Rd} = \frac{0,9 A_{net} f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{0,9 \times 4,42 \times 490}{1,1} \times 10^{-1} = 177,2 \text{ kN} \quad (6.7)$$

Pręt posiada zdolność do odkształceń plastycznych ($N_{pl,Rd} < N_{u,Rd}$).

Nośność na rozciąganie:

$$N_{t,Rd} = N_{pl,Rd} = 156,91 \text{ kN}$$

Warunek nośności (6.5):

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} = \frac{0,02}{156,91} = 0,000 < 1 \quad (6.5)$$

Nośność na ściskanie:

$x_a = 0,000$; $x_b = 5,594$; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: $CW+1,35 \cdot St+1,5 \cdot (Z1+Z2)$ (a)

Klasa przekroju 3.

Siła osiowa:

$$N_{Ed} = -0,06 \text{ kN}$$

Pole powierzchni przekroju:

$$A = 4,42 \text{ cm}^2$$

Pole powierzchni przekroju efektywnego:

$$A_{eff} = 4,42 \text{ cm}^2$$

Przesunięcie środka ciężkości:

$$e_{Ny} = 0,00; \quad e_{Nz} = 0,00 \text{ cm.}$$

$$N_{c,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{4,42 \times 355}{1} \times 10^{-1} = 156,91 \text{ kN} \quad (6.10)$$

Warunek nośności:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} = \frac{0,06}{156,91} = 0,000 < 1 \quad (6.9)$$

Stateczność elementu ściskanego:

Wyboczenie dla osi Y (krzywa "d")	Wyboczenie dla osi Z (krzywa "d")	Wyboczenie giętno-skrętne (krzywa "d")
$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A_{eff} f_y}{N_{cr,y}}} = \sqrt{\frac{4,42 \times 355}{58,76 \times 10}} = 1,634$ $\Phi = 0,5 \left[1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2 \right] =$ $0,5 \times [1 + 0,76 \times (1,634 - 0,2) + 1,634^2] =$ $2,380$ $\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}} = \frac{1}{2,380 + \sqrt{2,380^2 - 1,634^2}} =$ $0,243$	$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A_{eff} f_y}{N_{cr,z}}} = \sqrt{\frac{4,42 \times 355}{66,85 \times 10}} = 1,532$ $\Phi = 0,5 \left[1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2 \right] =$ $0,5 \times [1 + 0,76 \times (1,532 - 0,2) + 1,532^2] =$ $2,180$ $\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}} = \frac{1}{2,180 + \sqrt{2,180^2 - 1,532^2}} =$ $0,268$	$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A_{eff} f_y}{N_{cr,TF}}} = \sqrt{\frac{4,42 \times 355}{34,14 \times 10}} = 2,144$ $\Phi = 0,5 \left[1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2 \right] =$ $0,5 \times [1 + 0,76 \times (2,144 - 0,2) + 2,144^2] =$ $3,537$ $\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}} = \frac{1}{3,537 + \sqrt{3,537^2 - 2,144^2}} =$ $0,157$
przyjęto $\chi = 0,243 \leq 1$	Przyjęto $\chi = 0,268 \leq 1$	przyjęto $\chi = 0,157 \leq 1$

Przyjęto najmniejszą wartość współczynnika $\chi = 0,157$

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi A f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,157 \times 4,42 \times 355}{1} \times 10^{-1} = 24,71 \text{ kN} \quad (6.47)$$

Warunek stateczności:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} = \frac{0,06}{24,71} = 0,002 < 1 \quad (6.46)$$

Nośność przekroju na skręcanie:

$x_a = 5,594$; $x_b = 0,000$; Przęsło nr: 3, 3, 3. Obciążenia: $1,35 \cdot 0,85 \cdot (CW+St)+1,5 \cdot Z1$ (b)

Naprężenia przy skręcaniu swobodnym:

$$W_t = \frac{J_t}{t_{max}} = \frac{0,06}{0,20} = 0,29 \text{ cm}^3$$

$$T_{Rd} = \frac{W_t f_y}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = \frac{0,29 \times 355}{1,732 \times 1} \times 10^{-3} = 0,06 \text{ kNm}$$

$$\frac{T_{Ed}}{T_{Rd}} = \frac{0,06}{0,06} = 0,993 < 1 \quad (6.23)$$

Nośność przekroju na ścinanie:

$x_a = 2,231$; $x_b = 3,362$; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: $1,35 \cdot (CW+St) + 1,5 \cdot Z1$ (a)
- wzdłuż osi Z

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = \frac{2,42 \times 355 / 1,732}{1} \times 10^{-1} = 49,6 \text{ kN}$$

Warunek nośności:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} = \frac{1,61}{49,60} = \mathbf{0,032 < 1}$$

- wzdłuż osi Y

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = \frac{2,00 \times 355 / 1,732}{1} \times 10^{-1} = 40,99 \text{ kN}$$

Warunek nośności:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} = \frac{0,69}{40,99} = \mathbf{0,017 < 1}$$

Dla materiału o granicy plastyczności 355 MPa, przyjęto $\eta = 1,2$.

Zgodnie z p. 5.1(2) PN-EN 1993-1-5 nie jest konieczne sprawdzanie stateczności przy ścinaniu:

$$h_w / t_w = 81,0 / 2,0 = \mathbf{40,500 < 48,574} = 72 \times 0,814 / 1,200 = 72 \varepsilon / \eta$$

Nośność przekroju na zginanie:

$x_a = 2,231$; $x_b = 3,362$; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: $1,35 \cdot (CW+St) + 1,5 \cdot Z1$ (a)

Klasa przekroju 3.

Nośność na zginanie względem osi Y:

$$M_{c,Rd} = M_{el,Rd} = \frac{W_{el,min} f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{12,00 \times 355}{1} \times 10^{-3} = 4,26 \text{ kNm}$$

Nośność na zginanie względem osi Z:

$$M_{c,Rd} = M_{el,Rd} = \frac{W_{el,min} f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{5,85 \times 355}{1} \times 10^{-3} = 2,08 \text{ kNm}$$

Największe naprężenia normalne z uwzględnieniem ścinania:

$$\sigma_{x,Ed} = \frac{N_{Ed}}{A} + \frac{M_{y,Ed} z}{J_y} + \frac{M_{z,Ed} y}{J_z} = \frac{0,01}{4,42} \times 10^3 - \frac{-0,56 \times -4,25}{51,02} \times 10^3 - \frac{-0,29 \times -2,95}{17,24} \times 10^3 = -96,18 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{x,Ed} = \mathbf{96,18 < 355} = \frac{355}{1} = \frac{f_y}{\gamma_{M0}} \quad (6.42)$$

Ostrożne przybliżenie nośności (nie jest warunkiem decydującym):

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} = \frac{0,01}{156,91} + \frac{0,56}{4,26} + \frac{0,29}{2,08} = \mathbf{0,271 < 1} \quad (6.2)$$

Nośność (stateczność) pręta zginanego i ściskanego:

Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: $1,35 \cdot (CW+St) + 1,5 \cdot Z1$ (a)

Współczynniki interakcji według metody 2:

$C_{my} = 0,9$ - przechyłowa postaci wyboczenia.

$C_{mz} = 0,9$ - przechyłowa postaci wyboczenia.

$$k_{yy} = C_{my} \left(1 + 0,6 \bar{\lambda}_y \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right) = 0,900 \times \left(1 + 0,6 \times 1,634 \times \frac{0,03}{0,243 \times 156,91 / 1} \right) = 0,901$$

$$\text{przyjęto } k_{yy} = \mathbf{0,900} \leq 0,900 = 0,900 \times \left(1 + 0,6 \times \frac{0,03}{0,243 \times 156,91/1} \right) = C_{my} \left(1 + 0,6 \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$$

$$k_{zz} = C_{mz} \left(1 + 0,6 \bar{\lambda}_z \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right) = 0,900 \times \left(1 + 0,6 \times 1,532 \times \frac{0,03}{0,268 \times 156,91/1} \right) = \mathbf{0,901}$$

$$\text{przyjęto } k_{zz} = \mathbf{0,900} \leq 0,900 = 0,900 \times \left(1 + 0,6 \times \frac{0,03}{0,268 \times 156,91/1} \right) = C_{mz} \left(1 + 0,6 \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$$

$$k_{yz} = k_{zz} = 0,900$$

$$k_{zy} = 0,8 \quad k_{yy} = 0,8 \times 0,900 = \mathbf{0,720}$$

Warunki nośności:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk} / \gamma_{M1}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk} / \gamma_{M1}} = \frac{0,03}{0,243 \times 156,91/1} + 0,900 \times \frac{0,56+0}{1,000 \times 4,26/1} +$$

$$0,900 \times \frac{0,29+0}{2,08/1} = \mathbf{0,245} < 1 \quad (6.61)$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk} / \gamma_{M1}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk} / \gamma_{M1}} = \frac{0,03}{0,268 \times 156,91/1} + 0,720 \times \frac{0,56+0}{1,000 \times 4,26/1} +$$

$$0,900 \times \frac{0,29+0}{2,08/1} = \mathbf{0,221} < 1 \quad (6.62)$$

Nośność środnika pod obciążeniem skupionym:

$x_a = 2,231$; $x_b = 3,362$; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: $1,35 \cdot (CW + St) + 1,5 \cdot Z1$ (a)

Przyjęto szerokość rozkładu obciążenia skupionego $s_s = \mathbf{100,0}$ mm oraz typ obciążenia środnika **(a)**.

Dodatkowo przyjęto rozstaw żebier poprzecznych $a = \mathbf{5,594}$ m. Nośność najbardziej obciążonego środnika:

$$k_F = 6 + 2 (h_w / a)^2 = 6 + 2 \times (48,0 / 5593,6)^2 = \mathbf{6,00}$$

$$m_1 = f_{yf} b_f / f_{yw} t_w = 355 \times 20,0 / (355 \times 2,0) = \mathbf{10,000}$$

$$m_2 = 0,02 (h_w / t_f)^2 = 0,02 \times (48,0 / 2,0)^2 = \mathbf{11,520}$$

$$l_y = s_s + 2 t_f (1 + \sqrt{m_1 + m_2}) = 100,0 + 2 \times 2,0 \times (1 + \sqrt{10,000 + 11,520}) = \mathbf{122,6} \quad \text{przyjęto } l_y = 122,6 \leq a$$

$$F_{cr} = 0,9 k_F E t_w^3 / h_w = 0,9 \times 6,00 \times 210 \times 2,0^3 / 48,0 = \mathbf{189,00 \text{ kN}}$$

$$\bar{\lambda}_F = \sqrt{\frac{l_y t_w f_{yw}}{F_{cr}}} = \sqrt{\frac{122,6 \times 2,0 \times 355 \times 10^3}{189,00}} = \mathbf{0,679}$$

$$\chi_F = \frac{0,5}{\bar{\lambda}_F} = \frac{0,5}{0,679} = \mathbf{0,737} \quad \text{przyjęto } \chi_F = 0,737 \leq 1,0$$

$$L_{eff} = \chi_F l_y = 0,737 \times 122,6 = \mathbf{90,3 \text{ mm}}$$

$$F_{Rd} = \frac{f_{yw} L_{eff} t_w}{\gamma_{M1}} = \frac{355 \times 90,3 \times 2,0 \times 10^3}{1} = \mathbf{64,12 \text{ kN}} \quad (6.1 \text{ EN 1993-1-5})$$

Warunki nośności środnika:

$$\eta_2 = \frac{F_{Ed}}{F_{Rd}} = \frac{0,66}{64,12} = \mathbf{0,010} < 1 \quad (6.14 \text{ EN 1993-1-5})$$

$$\eta_1 = \frac{N_{Ed}}{f_y A_{eff} / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} e_{y,N}}{f_y W_{y,eff} / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} e_{z,N}}{f_y W_{z,eff} / \gamma_{M0}} = \frac{0,01}{4,42 \times 355/1} \times 10 + \frac{0,56 + 0,01 \times 0,000}{12 \times 355/1} \times 10^3 +$$

$$\frac{0,29 + 0,01 \times 0,000}{5,85 \times 355/1} \times 10^3 = \mathbf{0,271} \quad (4.15 \text{ EN 1993-1-5})$$

$$\eta_2 + 0,8 \eta_1 = 0,010 + 0,8 \times 0,271 = \mathbf{0,227} < \mathbf{1,4} \quad (7.2 \text{ EN 1993-1-5})$$

Stan graniczny użyteczności:

Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: CW+St+Z1 Kombinacja charakterystyczna

Ugięcia względem osi Z liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = 1,4 \text{ mm}$$

$$a_{\text{gr}} = l / 250 = 2231 / 250 = 8,9 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 1,4 < 8,9 = a_{\text{gr}}$$

Ugięcia względem osi Y liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = 0,8 \text{ mm}$$

$$a_{\text{gr}} = l / 250 = 2231 / 250 = 8,9 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 0,8 < 8,9 = a_{\text{gr}}$$

Największe ugięcie wypadkowe wynosi:

$$a = 1,623 \text{ mm}; L / a = 2231,4 / 1,623 = 1374,9$$

Zbiórce wyężenie przekrojów

Stal PN-EN 1993 3d v. 1.91						
Dane		Wyniki				
Nr	Grupa	Przek.	Warunek	\wedge W...		Obc.
21	Pozycja nr 4	1 - C 85x50x2,0	Skręcanie	0,993	<div><div></div></div>	(y _s ,inf)CW ...
24	Pozycja nr 4	1 - C 85x50x2,0	Skręcanie	0,993	<div><div></div></div>	CW StZ1 (b)
25	Pozycja nr 8	1 - C 85x50x2,0	Skręcanie	0,993	<div><div></div></div>	CW StZ1 (b)
23	Pozycja nr 4	1 - C 85x50x2,0	Skręcanie	0,828	<div><div></div></div>	(y _s ,inf)CW ...
26	Pozycja nr 8	1 - C 85x50x2,0	Skręcanie	0,828	<div><div></div></div>	CW StZ1Z2 (b)
7	Pozycja nr ...	2 - C 105x50x3	Zginanie z sił...	0,369	<div><div></div></div>	(y _s ,inf)CW (...)
6	Pozycja nr ...	2 - C 105x50x3	Zginanie i ści...	0,321	<div><div></div></div>	CW StZ1 (a)
9	Pozycja nr ...	2 - C 105x50x3	Zginanie z sił...	0,318	<div><div></div></div>	CW StZ1 (a)
12	Pozycja nr ...	2 - C 105x50x3	Zginanie z sił...	0,240	<div><div></div></div>	(y _s ,inf)CW (...)
8	Pozycja nr ...	2 - C 105x50x3	Zginanie z sił...	0,229	<div><div></div></div>	CW StZ1 (a)
14	Pozycja nr ...	2 - C 105x50x3	Zginanie z sił...	0,229	<div><div></div></div>	CW StZ1 (a)
11	Pozycja nr ...	2 - C 105x50x3	Zginanie i ści...	0,228	<div><div></div></div>	CW StZ1 (a)
2	Pozycja nr 1	2 - C 105x50x3	Zginanie z sił...	0,212	<div><div></div></div>	CW StZ1Z2 (a)
10	Pozycja nr ...	2 - C 105x50x3	Zginanie z sił...	0,205	<div><div></div></div>	CW StZ1 (a)
13	Pozycja nr ...	2 - C 105x50x3	Zginanie z sił...	0,172	<div><div></div></div>	CW StZ1 (a)
17	Pozycja nr ...	2 - C 105x50x3	Zginanie z sił...	0,143	<div><div></div></div>	CW StZ1Z2 (a)
4	Pozycja nr 1	2 - C 105x50x3	Zginanie z sił...	0,142	<div><div></div></div>	CW StZ1Z2 (a)
15	Pozycja nr ...	2 - C 105x50x3	Zginanie z sił...	0,141	<div><div></div></div>	CW StZ1 (a)
1	Pozycja nr 1	2 - C 105x50x3	Zginanie i ści...	0,114	<div><div></div></div>	CW StZ1 (a)
3	Pozycja nr 1	2 - C 105x50x3	Zginanie z sił...	0,103	<div><div></div></div>	CW StZ1 (a)
19	Pozycja nr ...	2 - C 105x50x3	Zginanie z sił...	0,089	<div><div></div></div>	CW StZ1Z2 (a)
5	Pozycja nr 1	2 - C 105x50x3	Zginanie z sił...	0,083	<div><div></div></div>	CW StZ1 (a)
16	Pozycja nr ...	2 - C 105x50x3	Zginanie z sił...	0,055	<div><div></div></div>	(y _s ,inf)CW (...)
18	Pozycja nr ...	2 - C 105x50x3	Zginanie z sił...	0,046	<div><div></div></div>	CW StZ1 (a)
20	Pozycja nr ...	2 - C 105x50x3	Zginanie z sił...	0,033	<div><div></div></div>	(y _s ,inf)CW ...

4. Branża telekomunikacyjna

Wszystkie nowowypbudowane urządzenia oraz systemy branży teletechnicznej, muszą współpracować z istniejącymi w PKM S.A., przy zachowaniu pełnej funkcjonalności.

Projektuje się instalację monitoringu wizyjnego terenu elektrowni opartego na kamerach IP. Do monitoringu instalacji fotowoltaicznej zostanie użyto 7 kamer IP:

- 5 kamer zamontowanych na zewnątrz na słupach o wysokości 6;
- 1 kamera zamontowana na zewnątrz na elewacji stacji transformatorowej nad wejściem do wewnętrznego korytarza obsługi;
- 1 kamera zamontowana wewnątrz stacji transformatorowej.

Lokalizacja kamer CCTV została przedstawiona na rysunku PW-23 będące integralną częścią niniejszego opracowania. Schemat strukturalny CCTV został przedstawiony na rysunku PW-22.

4.1 Kamery IP

Do monitoringu wizyjnego terenu instalacji fotowoltaicznej zostały dobrane kamery IP o dużej rozdzielczości 5MP, dzięki czemu idealnie nadają się do systemów monitoringu, gdzie wymagana jest identyfikacja osób lub pojazdów. Wbudowany oświetlacz podczerwieni umożliwia pracę w nocy, a obiektyw zmiennoogniskowy o dużym zakresie regulacji kąta widzenia pozwala na optymalne wykadrowanie obrazu w każdych warunkach. Dobre kamery posiadają zasilania PoE.

Parametry kamer tubowych montowanych na słupach za pomocą dedykowanego adaptera:

- Maksymalna rozdzielczość - 2592x1944 (5MP)
- Liczba strumieni - 4, (6 z RSTP)
- Obiektyw - Zmienny elektrycznie obiektyw 2,7 do 13,5 mm, Auto-iris
- Czujnik obrazu - Progresywny 1/2,7"
- Focus - Autofocus
- Kompresja wideo - H.265 (Main Profile) / H.264 (High Profile/Main Profile/High Profile) / MJPEG
- Pole widzenia - od 32° do 103° w poziomie, od 24° do 73° w pionie
- Minimalne oświetlenie - Kolor: 0,003 luksa, czarno-biały: 0 luksów, 0 luksów przy włączonym oświetleniu IR, F1,4
- IR - Diody IR 850nm, Widoczna długość IR 60m
- Zasilanie - DC12V (listwa zaciskowa), maks.13W; IEEE 802.3at PoE klasa 4, maks. 15W
- Pobór mocy - Maks. 13,61 W, w tym grzałka
- Stopień ochrony - IP67, IK10
- Temperatura robocza - od -30°C do +60°C
- Zapis wideo w urządzeniu - Wbudowane gniazdo micro SD/SDHC/SDXC, do 256 GB
- Profil - Profile ONVIF S, G i T
- Interfejs komunikacyjny - 10/100 Mb (RJ45)
- Kolor - RAL 9003

Parametry kamer kopułowych montowana na elewacji stacji transformatorowej oraz wewnętrznym korytarze obsługi stacji transformatorowej.

- Maksymalna rozdzielczość - 2944 x 1656 (5MP)
- Liczba równoczesnych strumieni - 3
- Automatyczny obiektyw (2,8-12 mm)
- Przetwornik obrazu - 1/2,9" CMOS dla ultra słabego oświetlenia
- Focus - Autofocus
- Algorytm kompresji - H.265 MP, H.264 HP/MP, MJPEG
- Pole widzenia - Od 88° do 27° w poziomie, od 48° do 16° w pionie
- Min. natężenie oświetlenia - Kolor: 0,014 luks, Czarno/Biały: 0,0028 luksa, 0 luksów z IR (F/1,4)
- Zasięg promieniowania IR - do 30m, 850nm
- Zasilanie - 12 Vdc \pm 25% (blok zacisków), PoE (802.3af)
- Pobór mocy - 0.3 A Maks., Maks. 11,5W

- Klasa szczelności - IP67
- Ochrona przed uderzeniami - IK10
- Temperatura robocza - od -30°C do +60°C
- Zapis wideo w urządzeniu - Wbudowany slot micro SD/SDHC/SDXC, do 256 GB
- Profil - ONVIF (profil S, profil G), PSIA, ISAPI, interfejs programowania Siquira
- Interfejs komunikacyjny - 1x 10/100 Base T/TX (RJ-45)
- Kolor - RAL 9003

4.2 Rozdzielnica SwCCTV

Do zapewnienia zasilania POE kamer KPV01, KPV-02 oraz KPV-05 przewiduje się montaż dodatkowego rozdzielnic SwCCTV. W hermetycznej obudowie z dławikami rozdzielnic SwCCTV zostanie zamontowany 6-portowy switch PoE (4 PoE, 2x Uplink), przeznaczony łącznie i zasilania kamer IP pracujących w standardzie IEEE 802.3af. Switch na portach od 1 do 4 musi posiadać funkcję automatycznej detekcji urządzeń zasilanych w standardzie PoE. Na panelu przednim znajduje się sygnalizacja stanu pracy urządzenia zrealizowana na diodach LED. Technologia PoE zapewnia połączenie sieciowe oraz obniża koszty instalacji, eliminując potrzebę doprowadzania oddzielnego kabla zasilającego do każdego urządzenia.

Parametry:

- Switch 6-portowy S64H z zasilaczem do 4 kamer IP w obudowie hermetycznej
- Zasilanie: 90÷264VAC
- Ilość portów: 6 portów (4xPoE + 2xUPLINK)
- Zasilanie PoE: 4 porty 10/100 Mb/s – IEEE 802.3af/at, 52VDC / 30W/port (PoE+)
- Tryb Long Range: STANDARD – 100m/100Mb/s lub EXTEND – 250m/10Mb/s
- Porty UPLINK: 2 port 10/100 Mb/s – do podłączenia rejestratora / switcha / komputera
- Wymiary: W=146 H=196 D=78 [+/- 2mm]
- Ilość dławic/średnica przewodu: 6szt./4÷8mm i 1szt./10÷14mm
- Obudowa hermetyczna IP56, natynkowa, zamykana
- Możliwość montażu na słupie

Rozdzielnice SwCCTV należy zamontować na słupie na wysokości minimum 3,5 m nad poziomem terenu. Okablowanie strukturalne oraz kabel zasilający powinni być prowadzone wewnątrz słupa oświetleniowego, nie dopuszcza prowadzenia okablowania na zewnątrz.

4.3 Zabezpieczenie przepięciowe

Dla zabezpieczenia kamer CCTV zamontowanych na zewnątrz przewiduje się zastosowanie uniwersalnego ogranicznika przepięć do ochrony sieci LAN pracujących w standardzie Gigabit Ethernet i systemów okablowania strukturalnego zgodnych z klasą E do 250 MHz. Ochrona wszystkich par za pomocą odgromników gazowych i diod. Kompatybilny ze wszystkimi standardami zasilania PoE (zgodny z PoE++ / 4PPoE wg IEEE 802.3), co umożliwia również skuteczną ochronę systemów IP-CCTV. Urządzenie zgodne z Cat. 6. Parametry techniczne dobranych ochronników przepięciowych zostały przedstawione poniżej. Ochronniki przepięciowe należy zainstalować wewnątrz słupów oświetleniowych we wnęce rewizyjnej.

Tabela 5 – Parametry techniczne ochronników przepięciowych LAN

Napięcie znamionowe	60 V
Maksymalne napięcie trwałej pracy dc U_c	65 V
Prąd znamionowy	1,5 A
Znamionowy udar napięciowy telekomunikacyjny (10/700 μ s)/żyła	10 kV / 250A
Znamionowy prąd wyładowczy żyła - ziemia (8/20 μ s)/żyła	0,5 kA
znamionowy prąd wyładowczy żyła - żyła (8/20 μ s)/para	0,25 kA
Maksymalny prąd wyładowczy żyła - ziemia (8/20 μ s)/żyła	2,5 kA
Maksymalny prąd piorunowy (10/350 μ s)	1 kA
Częstotliwość graniczna 3 dB	250 MHz
Prąd upływu przy U_c	< 1 μ A
Zakres prac	-40 °C +80 °C
Typ złącza wejście/wyjście	RJ45 / RJ45
Materiał obudowy	aluminium

W celu zabezpieczenia urządzeń teleinformatycznych zainstalowanych wewnątrz stacji transformatorowej projektuje się zastosowanie dodatkowej rozdzielniczy OP-CCTV zamontowanej na zewnętrznej elewacji stacji transformatorowej. Obodowa rozdzielniczy OP-CCTV powinna zostać wykonana w II klasie izolacji, posiadać stopień ochrony min IP65, posiadać odporność na promieniowanie UV oraz zamek systemowy Abloy. W powyższej rozdzielniczy zostaną zamontowane 4 ochronników przepięciowych dedykowanych do ochrony przed przepięciami sieci sygnalizacyjnych i teleinformatycznych do stosowania zgodnie ze strefową koncepcją ochrony odgromowej jako przejście pomiędzy strefami 0B – 2j o poniższych parametrach:

- Kategoria udaru D1, C1, C2, C3
- Napięcie znamionowe (UN) 3,3 V
- Największe napięcie trwałej pracy DC (Uc) 3,3 V
- Największe napięcie trwałej pracy DC para-para (PoE) (Uc) 58 V
- Prąd znamionowy (IL) 1,5 A
- D1 Piorunowy prąd udarowy (10/350 μ s) na linię (Iimp) 0,5 kA
- C2 Znamionowy prąd wyładowczy (8/20 μ s) linia-linia (In) 150 A
- C2 Znamionowy prąd wyładowczy (8/20 μ s) linia-PG (In) 2,5 kA
- C2 Całkowity znamionowy prąd wyładowczy (8/20 μ s) (In) 10 kA
- C2 Znamionowy prąd wyładowczy (8/20 μ s) para-para (PoE) (In) 150 A
- Napięciowy poziom ochrony linia-linia przy In C2 (UP) \leq 100 V
- Napięciowy poziom ochrony linia-PG przy In C2 (UP) \leq 600 V
- Napięciowy poziom ochrony para-para przy In C2 (PoE) (UP) \leq 100 V
- Napięciowy poziom ochrony linia-linia przy 1 kV/ μ s C3 (UP) \leq 140 V
- Napięciowy poziom ochrony linia-PG przy 1 kV/ μ s C3 (UP) \leq 500 V
- Napięciowy poziom ochrony para-para przy 1 kV/ μ s C3 (PoE) (UP) \leq 170 V
- Częstotliwość graniczna (fG) 500 MHz
- Pojemność własna linia-linia (C) \leq 15 pF
- Pojemność własna linia-PG (C) \leq 40 pF
- Zakres temperatury pracy (TU) -40°C ... +80°C
- Stopień ochrony IP 20
- Montaż szyna 35 mm zgodnie z EN 60715
- Przyłączenie (wejście / wyjście) gniazdo RJ45 / gniazdo RJ45
- Uziemienie przez szyna 35 mm zgodnie z EN 60715
- Materiał obudowy odlew cynkowy
- Kolor metal bez pokrycia
- Spełnia wymagania normy IEC 61643-21 / EN 61643-21

Dodatkowo w rozdzielniczy OP-CCTV zostanie zamontowany ochronnik przepięciowy typu 1+2 do ochrony kabla zasilającego SwCCTV. Parametry techniczne dobrane go ochronnika przepięciowego:

- Klasa ochronnika przeciwprzep. Typ 1 + 2
- Znamionowe napięcie pracy [Ue] 230 V(+/- 10 %) AC 50 Hz
- Znamionowy prąd wyładowczy
 - tryb wspólny: 100 kA N/PE
 - tryb różnicowy: 25 kA L/N
- Prąd impulsowy:
 - tryb wspólny : 100 kA N/PE 50 A.s
 - tryb różnicowy : 25 kA L/N 12.5 A.s
- Największe napięcie trwałej pracy 350 V N/PE
- Napięciowy poziom ochrony 1.5 kV
- Prąd przewodzenia 25 kA tryb różnicowy L/N
- Rodzaj zacisków 2.5...35 mm²

4.4 Rozdzielnicza UPS/CCTV oraz jej wyposażenie

Do zcentralizowania oraz zbioru sygnałów z kamer IP projektuje się montaż szafy teleinformatycznej z następującym wyposażeniem:

1. Switch przemysłowy zapewniający płynną transmisję sieciową. Umożliwia nawiązywanie połączeń z prędkością 10/100/1000 Mb/s. Posiada 12 portów RJ45 10/100 Mb/s wspierających automatyczną negocjację szybkości połączeń oraz funkcję Power over Ethernet (PoE). Przełącznik automatycznie wykrywa urządzenia PD (ang. Power Device) działające w standardzie IEEE 802.3af/at i zapewnia im zasilanie. Dodatkowo dwa porty obsługują zasilanie HiPoE (90 W). Pozwala to rozszerzyć zasięg sieci w miejscach, w których nie ma dostępu do gniazd lub linii zasilających, a gdzie istnieje potrzeba umieszczenia punktów dostępowych, kamer IP. Switch dodatkowo wyposażono w dwa porty SFP 1000 Mb/s oraz 1 port RJ45 10/100/1000 Mb/s. Dodatkowe parametry techniczne wybranego urządzenia:
 - Stopień ochrony: IP40
 - Zasilanie: 48-57 V DC,
 - Możliwość podłączenia dwóch zasilaczy (drugi jako redundantny),
 - Zużycie energii: <5W (bez PoE),
 - Porty Ethernet: 12x FastEthernet 10/100 Mb/s, 1x GigabitEthernet 10/100/100 Mb/s
 - Porty PoE: 12 (10x 802.3af/at + 2x 802.3af/at HiPoE 90W)
 - Transmisja światłowodowa: 2x SFP 1000 Mb/s,
 - Zabezpieczanie przed wyładowaniami elektrostatycznymi: 6kV,
 - Zakres temperatur pracy: -30...65°C,
 - Dopuszczalna wilgotność otoczenia: 5...95%,
 - Funkcje Extend, VLAN, PoE Auto Check
2. Zasilacz 49 Vdc do Switch o poniższych parametrach technicznych:
 - Wyjścia: 1
 - Napięcie wyjściowe: 48V
 - Znamionowe napięcie wyjściowe: 48V
 - Prąd wyjściowy: 4.2A
 - Moc znamionowa: 200W
 - Napięcie wejściowe, min.: 90V
 - Znamionowe napięcie wejściowe: 100 ... 240 VAC
 - Napięcie wejściowe, maks.: 264V
 - Sprawność: 87%
 - Temperatura robocza, min. -20°C
 - Temperatura robocza, maks. 70°C
3. Listwa zasilająca 230 Vac z wbudowaną ochroną przeciwprzepięciową typu 2 o poniższych parametrach:
 - Kabel: 3 x 1.5 mm², czarny
 - Gniazda 9 x NF C61-314 16A/250V
 - Kontrolka LED
 - Maksymalne obciążenie listwy 16A
 - Moc znamionowa listwy 3680 W
4. Jednofazowy system zasilania do zapewnienia bezprzerwowego zasilania urządzeń telekomunikacyjnych i sieciowych prądem przemiennym o napięciu znamionowym 230Vac o maksymalnej mocy 2,25 kVA i prądem stałym o napięciu znamionowym -48VDC i maksymalnym obciążeniu do 1,575 kW (w tym ładowanie baterii i zasilanie inwertorów). System zasilania powinien zawierać następujące podzespoły:
 - rozdzielnia DC,
 - rozdzielnia AC,
 - prostowniki,
 - inwertory.

Zastosowany UPS musi posiadać możliwość do wpięcia w środowisko WinCn2, pozwalające na monitorowanie jego pracy w systemie monitoringu PKM S.A.

Parametry obwodu wejściowego AC

- Napięcie wejściowe znamionowe AC 200-240 V
- Zakres zmian napięcia wejściowego fazowego (pełna moc) 184...265 V
- Częstotliwość 45...65 Hz
- Współczynnik mocy $>0,99$
- Prąd znamionowy (zasilanie jednofazowe) 19 A

Parametry obwodu wyjściowego AC

- Napięcie wyjściowe AC znamionowe 230 V
- Zakres programowania napięcia wyjściowego AC 200÷240 V
- Znamionowy prąd wyjściowy AC: 9,7 A
- Znamionowa moc wyjściowa AC: 2,25 kVA / 1,575 kW
- Stabilizacja napięcia wyjściowego (z uwzględnieniem wszystkich czynników) $\pm 1\%$
- Zawartość harmonicznych napięcia wyjściowego dla obciążenia rezystancyjnego $<1,5\%$
- Częstotliwość napięcia wyjściowego 50/60 Hz
- Dokładność częstotliwości $\pm 0,03\%$
- Przeciążalność (15s) 135%

Parametry dobranej obudowy do rozdzielnic UPS/CCTV:

- montaż wewnątrz stacji transformatorowej
- wymiary 600 x 600 x 780 [mm]
- wysokość 15U
- sposób montażu: stojąca
- klasa izolacji I (metalowa)
- zamek systemowy Abloy – platformę oraz model należy ustalić z Zamawiającym na etapie realizacji.

4.5 Okablowanie

Podłączenie całego obiektu dokonane będzie od szafy TT do pomieszczenia serwerowni w LCS Matarnia za pomocą Mikrokabla 12J. W tym celu wybudowany zostanie Pakiet mikrorurek 7/10 koloru pomarańczowego pomiędzy rozdzielnicą w trafostacji a studnią przy kamerze km 12,230. Dalszy przebieg do LCS istniejącym pakietem mikrorurką koloru zielonego. Pakiet kończy się w studni przy ogrodzeniu LCS więc brakujący odcinek prowadzi istniejącą kanalizacją kablową w dodatkowej mikrorurce 7x10 mm. Wiązka mikrorur światłowodowych, w której mikrorury całkowicie wypełniają wnętrze rury osłonowej i ściśle do niej przylegają, płaszcz wykonany z folii PE (1.7mm) oraz z folii PP (2.5mm), wewnątrz ścianek mikrorur z warstwą poślizgową. Przeznaczona jest do bezpośredniego układania w ziemi, służąca do budowy mikrokanalizacji lub mikrorurociągów światłowodowych. Kolor powłoki zewnętrzny mikrorurki: pomarańczowy. Wiązki pomagają w oszczędności i organizacji miejsca/czasu/kosztów w porównaniu do standardowych rur kanalizacyjnych. Wdmuchiwanie oraz wydmuchiwanie mikrokabli światłowodowych przebiega w szybki łatwy sposób, dzięki czemu można szybko zastąpić kable nowymi, zlikwidować nieaktywną linię lub usunąć uszkodzenia. Mikrorurka powinna posiadać oznaczenia kolorystyczne oraz nadruk znaczników i identyfikatorów co 1m na każdej mikrorurce wg jednolitego schematu. Parametry techniczne mikrorurki:

- Wykonane z HDPE (PE80)
- Odporne na ciśnienie wewnętrzne min. 15 barów
- Ryflowana powierzchnia wewnętrzna z koekstrudowaną warstwą poślizgową Silicore – współczynnik tarcia poniżej 0.1
- Wysokiej jakości materiały zapewniające długi okres użytkowania
- Klasa wytrzymałości na ściskanie wg normy PN-EN 61386-24 – 750
- Odporność na uderzenia wg normy PN-EN 61386-24 – normalna N
- Maksymalna siła rozciągająca rurę osłonową – 6750N

Jako kabel światłowody po podłączenia projektowanej infrastruktury teletechnicznej do istniejącej sieci PKM SA należy zastosować kabel światłowodowy 12J ziemny, zewnętrzny o konstrukcji Z-XOTktsd SM 12J 9/125 PE charakteryzujący się wysokimi parametrami transmisyjnymi oraz niewielkie zjawisko dyspersji a tym samym bardzo małe straty sygnału. Ośrodek kabla stanowi centralny element wytrzymałościowy w postaci rdzenia z tworzywa sztucznego otoczony luźnymi tubami, w których znajdują się włókna światłowodowe.

Wnętrze tub wypełnia żel hydrofobowy, który stanowi izolację przeciwwilgociową włókien. Całość ośrodka pozostaje otoczona i zabezpieczona tworzywem sztucznym oraz włóknami aramidowymi, stanowiącymi bezpieczną zaporę

W szafie teletechnicznej stacji transformatorowej oraz studni przyłączeniowych należy pozostawić mikrokabla o długości min 25 m i dodatkowo w jednej studni na terenie LCS (w sumie 75m zapasu).

Do podłączenie projektowanej instalacji do wewnętrznej instalacji monitorującej PKM należy użyć kabel światłowodowy o podwyższonej wytrzymałości, przeinaczonego do ułożenia bezpośrednio w gruncie albo w kanalizacji kablowej w miejscach nienarażonych na bezpośrednie uszkodzenia mechaniczne.

Parametry techniczne kable FTPw do podłączenia kamer do switch zostały opisane w pkt 2.5.4 projektu wykonawczego. Kable sterownicze FTPw należy na całej długości układać w rurze osłonowej o minimum \varnothing 40 mm wykonanej z rury HDPE kolor czarny. Rura osłonowa powinna posiadać odporność na ściskanie minimum 450N, odporność na promieniowanie UV oraz przystosowana do bezpośredniego ułożenia w gruncie. Do łączenia rur osłonowych w gruncie należy zastosować dedykowane akcesoria w celu zapewnienia stopnia ochrony IP44. W celu przyszłej rozbudowy albo wymiany okablowania strukturalnego w rurze osłonowej powinien zostać żyłką albo sznurek ułatwiający wciągnięcie nowego lub wymianę istniejącego kabla.

5. Informacja z zakresu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia

Inwestycja obejmuje swoim zakresem oraz kolejnością następujące roboty budowlane:

- organizacja zaplecza budowy, wykonanie ogrodzenia,
- montaż konstrukcji wraz z panelami fotowoltaicznymi,
- wykonanie tras kablowych na konstrukcji,
- montaż inwerterów wraz z wykonaniem połączeń elektrycznych,
- montaż złącz kablowych,
- wykonanie wykopów dla linii SN i nn,
- montaż kontenerowej stacji transformatorowej,
- ułożenie linii nn i zasypianie wykopów,
- uprzątnięcie terenu budowy

W bliskim sąsiedztwie przedmiotowej działki nie znajdują się żadne obiekty budowlane.

Podstawowymi elementami mogącymi stwarzać zagrożenie bezpieczeństwa i zdrowia ludzi są wykopy pod linie kablowe nn.

Prace mogące stwarzać zagrożenie bezpieczeństwa i zdrowia ludzi:

- wykonywanie wykopów związane z możliwością upadku, przysypania ziemią,
- wpadnięcie do wykopu wskutek np.: poślizgnięcia się lub obsunięcia się ziemi z krawędzi wykopu,
- rozładunek oraz montaż elementów instalacji fotowoltaicznych, związane z ryzykiem przygniecenia, a także związane z pracą sprzętu transportowego,
- wykonywanie prac przy przyłączeniu do linii SN (objęte osobnym opracowaniem)
- prace prowadzone w pasie drogi wewnętrznej, należy zwrócić uwagę na niebezpieczeństwa związane z ruchem pojazdów samochodowych, ruchem pieszych.

Przed przystąpieniem do realizacji robót kierownik budowy zobowiązany jest do przeprowadzenia instruktażu pracowników polegającego na wskazaniu i omówieniu miejsc niebezpiecznych, omówieniu zakresu prac i sposobu ich realizacji. Należy zwrócić uwagę pracowników na przestrzeganie przepisów BHP jak i na możliwe zagrożenia, jakie niosą za sobą prace przy wykonywaniu wykopów, robót przy montażu urządzeń elektroenergetycznych oraz prac wykonywanych w pobliżu elementów będących pod napięciem.

Należy wymienić i sprawdzić dostępność środków ochrony na wypadek: porażeń prądem elektrycznym, poparzeń, mechanicznych uszkodzeń ciała. Należy wskazać drogi ewakuacyjne, wyznaczyć osoby odpowiedzialne za asekurację, przypomnieć podstawowe zasady BHP, numery telefonów do służb ratowniczych.

Ponadto przed przystąpieniem do prac budowlano - montażowych zostaną zweryfikowane kwalifikacje zawodowe, zaświadczenia lekarskie dopuszczające do pracy, aktualne szkolenia BHP i p.poż przewidzianych pracowników.

Wymagania szczegółowe w zakresie organizacji miejsca pracy, ochrony przed dostępem osób postronnych do stanowisk pracy należy określić zgodnie z „Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 6 lutego 2003 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych”. Brygady prowadzące rozładunek materiałów i elementów konstrukcyjnych oraz brygady wykonujące prace montażowe należy wyposażać w kaski ochronne, dodatkowo robotnicy wykonujący prace na wysokościach winni być wyposażeni w uprząż i liny asekuracyjne, a pracownicy prowadzący roboty w pobliżu dróg publicznych winni posiadać kamizelki odblaskowe.

Niebezpieczeństwo wystąpienia pożaru jest niewielkie. W przypadku użycia otwartego ognia, stanowisko pracy musi być zaopatrzone w podręczny sprzęt gaśniczy.

Należy kontrolować ważność świadectw kwalifikacji, uprawnień oraz zaświadczeń lekarskich dopuszczających pracowników do prowadzenia określonych robót budowlanych. Przed przystąpieniem do realizacji robót, kierownik budowy jest zobowiązany do sporządzenia lub zapewnienia sporządzenia planu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia.

OŚWIADCZENIE PROJEKTANTÓW

Na podstawie art. 34 ust. 3d pkt 3 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo budowlane (Dz.U. 2021 poz. 2351) oświadczamy, że projekt wykonawczy dotyczący inwestycji p.n.:

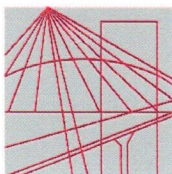
„Budowa gruntowej instalacji fotowoltaicznej o mocy do 500 kW przyłączonej do wewnętrznej instalacji elektrycznej PKM stanowiącej infrastrukturę techniczną linii kolejowej”

opracowany na rzecz Inwestora:

Pomorska Kolej Metropolitalna S.A.
NIP: 583 310 36 72
ul. Budowlanych 77
80-298 Gdańsk

został sporządzony zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej

PROJEKTANT	Imię i nazwisko			Nr uprawnień	Pieczętka / Podpis
	Projektant główny mgr inż. Alexandr Nilogov			Uprawnienia do projektowania i kierowania robotami w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych bez ograniczeń MAP/0070/PWBE/19	
	mgr inż. Łukasz Sekuła			Uprawnienia do projektowania bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjno – budowlanej SWK/POOK/0027/12	
	mgr inż. Zdzisław Majcherkiewicz			Uprawnienia budowlane do kierowania, nadzorowania i kontrolowania budowy i robót, kierowania i kontrolowania wytwarzania konstrukcyjnych elementów instalacji oraz oceniania i badania stanu technicznego w zakresie instalacji elektrycznych oraz sporządzenia w budownictwie osób fizycznych, projektów instalacji elektrycznych nr ewid. 554/79	
SPRAWDZAJĄCY	mgr inż. Mariusz Kowalski			Uprawnienia do projektowania i kierowania robotami w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych bez ograniczeń MAP/0013/PWBE/20	
	mgr inż. Mateusz Gawęda			Uprawnienia do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjno – budowlanej MAP/0018/PWBKb/17	
EGZEMPLARZ	1	2	X		



MAP OIIB/KK/0054-0075/19

DECYZJA

Na podstawie art. 24 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów oraz inżynierów budownictwa (*tekst jednolity: Dz. U. z 2016 r., poz. 1725*), art. 12 ust. 2 i ust. 3, ust. 4c pkt 3, art. 14 ust. 1 pkt 4 lit. c, art. 15a ust. 1 i ust. 22 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (*tekst jednolity: Dz. U. z 2018 r., poz. 1202 z późn. zm.*), po ustaleniu, że zostały spełnione warunki w zakresie przygotowania zawodowego oraz po złożeniu egzaminu na uprawnienia budowlane z wynikiem pozytywnym

Pan Alexandr Nilogov

magister inżynier

kierunek: Elektrotechnika

ur. dnia 30.05.1989 r. w Ust-Kamenogorsk

otrzymuje

UPRAWNIENIA BUDOWLANE

numer ewidencyjny MAP/0070/PWBE/19

**do projektowania i kierowania robotami budowlanymi
w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń
elektrycznych i elektroenergetycznych
bez ograniczeń.**

UZASADNIENIE

W związku z uwzględnieniem w całości żądania strony, na podstawie art. 107 § 4 K.p.a. odstępuje się od uzasadnienia decyzji. Zakres nadanych uprawnień budowlanych wskazano na odwrocie decyzji.

Pouczenie

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

Zgodnie z treścią art. 127a ustawy Kodeks postępowania administracyjnego (t.j. Dz. U. z 2018r. poz. 2096 z późn. zm.):

§ 1. W trakcie biegu terminu do wniesienia odwołania strona może zrzec się prawa do wniesienia odwołania wobec organu administracji publicznej, który wydał decyzję.

§ 2. Z dniem doręczenia organowi administracji publicznej oświadczenia o zrzeczeniu się prawa do wniesienia odwołania przez ostatnią ze stron postępowania, decyzja staje się ostateczna i prawomocna

W przypadku złożenia przez stronę oświadczenia o zrzeczeniu się prawa do odwołania od decyzji (określonego w § 2) stronie nie przysługuje prawo do odwołania się ani skargi do sądu administracyjnego.

Skład Orzekający
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej:

1. Przewodniczący Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej
dr inż. Marian Plachecki

2. Członek Składu Orzekającego
mgr inż. Ryszard Damijan

3. Członek Składu Orzekającego
mgr inż. Krzysztof Gajewski

[Signature of Marian Plachecki]
[Signature of Ryszard Damijan]
[Signature of Krzysztof Gajewski]



Szczegółowy zakres uprawnień

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

I. Na mocy art. 12 ust. 1 pkt 1 - 5, art. 13 ust. 3 i 4 ustawy - Prawo budowlane (tekst jednolity: Dz. U. z 2018 r., poz. 1202 z późn. zm.), w zakresie objętym wyżej wymienioną specjalnością, niniejsze uprawnienia stanowią podstawę do:

- 1) projektowania, sprawdzania projektów architektoniczno-budowlanych i sprawowania nadzoru autorskiego,
- 2) kierowania budową lub innymi robotami budowlanymi,
- 3) kierowania wytwarzaniem konstrukcyjnych elementów budowlanych oraz nadzoru i kontroli technicznej wytwarzania tych elementów,
- 4) wykonywania nadzoru inwestorskiego,
- 5) sprawowania kontroli technicznej utrzymania obiektów budowlanych.

II. Na mocy art. 15a ust. 22 ustawy - Prawo budowlane (tekst jednolity: Dz. U. z 2018 r., poz. 1202 z późn. zm.), niniejsze uprawnienia uprawniają do:

projektowania obiektu budowlanego i kierowania robotami budowlanymi związanymi z obiektem budowlanym, takim jak: sieci, instalacje i urządzenia elektryczne i elektroenergetyczne, w tym kolejowe, trolejbusowe i tramwajowe sieci trakcyjne, sieci trakcyjne metra, wraz z instalacjami i urządzeniami technicznymi zasilania, w tym kolejowej, trolejbusowej i tramwajowej sieci trakcyjnej, sieci trakcyjne metra oraz elektrycznego ogrzewania rozjazdów.

Zgodnie z art. 15a ust.1 w/w ustawy uprawnienia budowlane do projektowania w odpowiedniej specjalności uprawniają do sporządzania projektu zagospodarowania działki lub terenu, w zakresie tej specjalności.

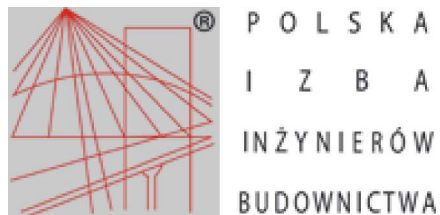
Skład Orzekający
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej:

1. Przewodniczący Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej
dr inż. Marian Płachecki
2. Członek Składu Orzekającego
mgr inż. Ryszard Damijan
3. Członek Składu Orzekającego
mgr inż. Krzysztof Gajewski



Otrzymują:

1. Pan Alexandr Nilogov
ul. Wielicka 80/14
30-552 Kraków
2. Główny Inspektor Nadzoru Budowlanego
3. a/a



Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

MAP-EQH-K94-TRX *

Pan Alexandr Nilogov o numerze ewidencyjnym MAP/IE/0302/19

adres zamieszkania ul. Aleksandry 23/204, 30-837 Kraków

jest członkiem Małopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.

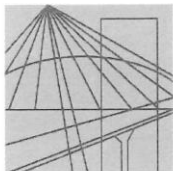
Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2022-08-01 do 2023-07-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2022-04-13 roku przez:

Mirostaw Boryczko, Przewodniczący Rady Małopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

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

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



Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna
Sygn. akt MAP OIIB/KK/0054-0049/20

DECYZJA

Na podstawie art. 24 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów oraz inżynierów budownictwa (*tekst jednolity: Dz. U. z 2019 r., poz. 1117*), art. 12 ust. 2 i ust. 3, ust. 4c pkt 3, art. 14 ust. 1 pkt 4 lit. c, art. 15a ust. 1 i ust. 22 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (*tekst jednolity: Dz. U. z 2020 r., poz. 1333 z późn. zm.*), po ustaleniu, że zostały spełnione warunki w zakresie przygotowania zawodowego oraz po złożeniu egzaminu na uprawnienia budowlane z wynikiem pozytywnym

Pan Mariusz Wojciech Kowalski

magister inżynier

kierunek: Elektrotechnika

ur. dnia 20.01.1990 r. w Krakowie

otrzymuje

UPRAWNIENIA BUDOWLANE

numer ewidencyjny MAP/0013/PWBE/20

**do projektowania i kierowania robotami budowlanymi
w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń
elektrycznych i elektroenergetycznych
bez ograniczeń.**

Uprawnienia budowlane nadane niniejszą decyzją:

I. Na mocy art. 12 ust. 1 pkt 1 - 5, art. 13 ust. 3 i 4 ustawy - Prawo budowlane (*tekst jednolity: Dz. U. z 2020 r., poz. 1333 z późn. zm.*), w zakresie objętym wyżej wymienioną specjalnością, niniejsze uprawnienia stanowią podstawę do:

- 1) *projektowania, sprawdzania projektów architektoniczno-budowlanych i technicznych oraz sprawowania nadzoru autorskiego,*
- 2) *kierowania budową lub innymi robotami budowlanymi,*
- 3) *kierowania wytwarzaniem konstrukcyjnych elementów budowlanych oraz nadzoru i kontroli technicznej wytwarzania tych elementów,*
- 4) *wykonywania nadzoru inwestorskiego,*
- 5) *sprawowania kontroli technicznej utrzymania obiektów budowlanych.*

II. Na mocy art. 15a ust. 22 ustawy - Prawo budowlane (*tekst jednolity: Dz. U. z 2020 r., poz. 1333 z późn. zm.*) uprawniają do:

projektowania obiektu budowlanego i kierowania robotami budowlanymi związanymi z obiektem budowlanym, takim jak: sieci, instalacje i urządzenia elektryczne i elektroenergetyczne, w tym kolejowe, trolejbusowe i tramwajowe sieci trakcyjne, sieci trakcyjne metra, wraz z instalacjami i urządzeniami technicznymi zasilania, w tym kolejowej, trolejbusowej i tramwajowej sieci trakcyjnej, sieci trakcyjne metra oraz elektrycznego ogrzewania rozjazdów.

Zgodnie z art. 15a ust.1 w/w ustawy uprawnienia budowlane do projektowania w odpowiedniej specjalności uprawniają do sporządzania projektu zagospodarowania działki lub terenu, w zakresie tej specjalności.

UZASADNIENIE

W związku z uwzględnieniem w całości żądania strony, na podstawie art. 107 § 4 ustawy z dnia 14 czerwca 1960 r. – Kodeks postępowania administracyjnego (t.j. Dz. U. z 2020 r. poz. 256, z późn. zm.), zwanej dalej „K.p.a.”, odstępuje się od uzasadnienia decyzji.

Pouczenie

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

Zgodnie z treścią art. 127a K.p.a.:

§ 1. W trakcie biegu terminu do wniesienia odwołania strona może zrzec się prawa do wniesienia odwołania wobec organu administracji publicznej, który wydał decyzję.

§ 2. Z dniem doręczenia organowi administracji publicznej oświadczenia o zrzeczeniu się prawa do wniesienia odwołania przez ostatnią ze stron postępowania, decyzja staje się ostateczna i prawomocna.

W przypadku złożenia przez stronę oświadczenia o zrzeczeniu się prawa do odwołania od decyzji (określonego w § 2) stronie nie przysługuje prawo do odwołania się ani skargi do sądu administracyjnego.

Skład Orzekający
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej:

1. Przewodniczący Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej
dr inż. Marian Plachecki
2. Członek Składu Orzekającego
mgr inż. Ryszard Damijan
3. Członek Składu Orzekającego
mgr inż. Krzysztof Gajewski



Otrzymują:

1. Pan Mariusz Kowalski
Na Chochół 45
32-088 Garliczka
2. Główny Inspektor Nadzoru Budowlanego
3. a/a



Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

MAP-JLT-JQS-PER *

Pan Mariusz Wojciech Kowalski o numerze ewidencyjnym MAP/IE/0454/20

adres zamieszkania ul. Na Chochół 45a, 32-088 Garliczka

jest członkiem Małopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.

Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2023-01-01 do 2023-12-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2022-12-01 roku przez:

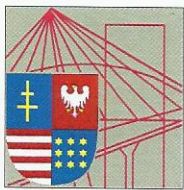
Mirosław Boryczko, Przewodniczący Rady Małopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

Zgodnie z art. 78¹ K.c.

§ 1. Do zachowania elektronicznej formy czynności prawnej wystarcza złożenie oświadczenia woli w postaci elektronicznej i opatrzenie go kwalifikowanym podpisem elektronicznym.

§ 2. Oświadczenie woli złożone w formie elektronicznej jest równoważne z oświadczeniem woli złożonym w formie pisemnej.

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



**ŚWIĘTOKRZYSKA
OKRĘGOWA
IZBA
INŻYNIERÓW
BUDOWNICTWA**

Kielce dnia 04 lipca 2012 r.

Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna
sygn. akt SK-0054-0013(2)/12

DECYZJA

Na podstawie art. 24 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000r. o samorządach zawodowych architektów, inżynierów budownictwa oraz urbanistów (*Dz.U. z 2001r., Nr 5, poz. 42 z późn. zm.*) i art. 12 ust. 1 pkt 1 i 5, art. 12 ust. 3, art. 13 ust.1 pkt 1 i ust. 4, art. 14 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 7 lipca 1994r. Prawo budowlane (*tekst jednolity: Dz.U. z 2010r., Nr 243, poz. 1623 z późn. zm.*) oraz § 11 ust. 1 pkt 1, § 15 i § 17 ust. 1 pkt 1 rozporządzenia Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 28 kwietnia 2006r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (*Dz.U. z 2006r., Nr 83, poz. 578 z późn. zm.*), art. 104 ustawy z dnia 14 czerwca 1960r. Kodeks postępowania administracyjnego (*tekst jednolity: Dz.U. z 2000r., Nr 98, poz. 1071 z późn. zm.*)

Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna
Świętokrzyskiej Izby Inżynierów Budownictwa
nadaje Panu

Łukaszowi Zbigniewowi Sekuła

magistrowi inżynierowi budownictwa
urodzonemu dnia 30 kwietnia 1983 roku w Busku-Zdroju

UPRAWNIENIA BUDOWLANE
nr ewidencyjny SWK/POOK/0027/12
do projektowania bez ograniczeń
w specjalności konstrukcyjno-budowlanej

Szczegółowy zakres nadanych uprawnień budowlanych

I. Na mocy art. 12 ust. 1 pkt 1 i 5, art. 13 ust. 4 ustawy - Prawo budowlane, w zakresie objętym wyżej wymienioną specjalnością, niniejsze uprawnienia stanowią podstawę do:

- projektowania, sprawdzania projektów architektoniczno-budowlanych i sprawowania nadzoru autorskiego,
- sprawowania kontroli technicznej utrzymania obiektów budowlanych.

II. Na mocy § 15 i § 17 ust. 1 pkt 1 rozporządzenia Ministra Transportu i Budownictwa w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie, niniejsze uprawnienia uprawniają do:

- sporządzania projektu zagospodarowania działki lub terenu, w zakresie objętym w/w specjalnością,
- sporządzania projektu architektoniczno-budowlanego obiektu budowlanego w odniesieniu do konstrukcji obiektu.

Uzasadnienie

W związku z uwzględnieniem w całości żądania strony, na podstawie art. 107 § 4 K.p.a., odstępuje się od uzasadnienia decyzji.

Pouczenie

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

Skład Orzekający Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej

Przewodniczący Składu Orzekającego

mgr inż. Andrzej Pawelec

Członek Składu Orzekającego

dr inż. Stefan Szalkowski

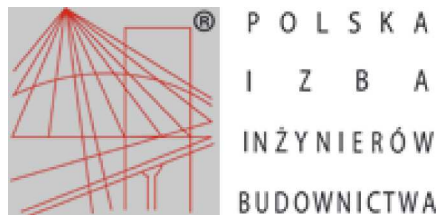
Członek Składu Orzekającego

mgr inż. Edmund Pieniążek

Otrzymują:

1. Pan Łukasz Zbigniew Sekuła
Goryslawice 29
28-160 Wiślica
2. Główny Inspektor Nadzoru Budowlanego
3. Okręgowa Rada ŚOIIB
4. a/a





Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

SWK-XIG-4EZ-B99 *

Pan Łukasz Zbigniew Sekuła o numerze ewidencyjnym SWK/BO/0123/11
adres zamieszkania ul. Gorysławice 29, 28-160 Wiślica
jest członkiem Świętokrzyskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.
Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2022-07-01 do 2023-06-30.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2022-07-05 roku przez:

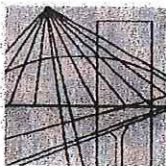
Ewa Skiba, Przewodniczący Rady Świętokrzyskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

Zgodnie z art. 78¹ K.c.

§ 1. Do zachowania elektronicznej formy czynności prawnej wystarczy złożenie oświadczenia woli w postaci elektronicznej i opatrzenie go
kwalifikowanym podpisem elektronicznym.

§ 2. Oświadczenie woli złożone w formie elektronicznej jest równoważne z oświadczeniem woli złożonym w formie pisemnej.

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



MAŁOPOLSKA
OKRĘGOWA
I Z B A
INŻYNIERÓW
BUDOWNICTWA

Kraków, dnia 26 czerwca 2017 r.

MAP OIIB/KK/0054-0260/17

DECYZJA

Na podstawie art. 24 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów oraz inżynierów budownictwa (*tekst jednolity: Dz. U. z 2016 r., poz. 1725*), art. 12 ust. 2 i ust. 3, ust. 4c pkt 3, art. 14 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (*tekst jednolity: Dz. U. z 2016 r., poz. 290 z późn. zm.*), § 10 i § 12 ust. 1 rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 11 września 2014 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (*Dz. U. z 2014 r. poz. 1278*), po ustaleniu, że zostały spełnione warunki w zakresie przygotowania zawodowego oraz po złożeniu egzaminu na uprawnienia budowlane z wynikiem pozytywnym

Pan Mateusz Gawęda

magister inżynier

kierunek: Budownictwo

ur. dnia 01.06.1988 r. w Dąbrowie Tarnowskiej

otrzymuje

UPRAWNIENIA BUDOWLANE

numer ewidencyjny MAP/0108/PWBKb/17

**do projektowania i kierowania robotami budowlanymi
w specjalności konstrukcyjno – budowlanej
bez ograniczeń.**

UZASADNIENIE

W związku z uwzględnieniem w całości żądania strony, na podstawie art. 107 § 4 K.p.a. odstępuje się od uzasadnienia decyzji. Zakres nadanych uprawnień budowlanych wskazano na odwrocie decyzji.

Pouczenie

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

Skład Orzekający
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej:

1. Przewodniczący Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej
dr inż. Zygmunt Rąwicki
2. Członek Składu Orzekającego
mgr inż. Małgorzata Borsukowska-Stefanieczek
3. Członek Składu Orzekającego
mgr inż. arch. Elżbieta Gabrys

[Signature]
[Signature]
[Signature]



**Szczegółowy zakres uprawnień
do projektowania i kierowania robotami budowlanymi
w specjalności konstrukcyjno - budowlanej
bez ograniczeń**

I. Na mocy art. 12 ust. 1 pkt 1 - 5, art. 13 ust. 1, 3 i 4 ustawy - Prawo budowlane (tekst jednolity: Dz. U. z 2016 r., poz. 290 z późn. zm.), w zakresie objętym wyżej wymienioną specjalnością, niniejsze uprawnienia stanowią podstawę do:

- 1) projektowania, sprawdzania projektów architektoniczno-budowlanych i sprawowania nadzoru autorskiego,*
- 2) kierowania budową lub innymi robotami budowlanymi,*
- 3) kierowania wytwarzaniem konstrukcyjnych elementów budowlanych oraz nadzoru i kontroli technicznej wytwarzania tych elementów,*
- 4) wykonywania nadzoru inwestorskiego,*
- 5) sprawowania kontroli technicznej utrzymania obiektów budowlanych.*

II. Na mocy § 12 ust. 1 rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 11 września 2014 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz. U. z 2014 r. poz. 1278), niniejsze uprawnienia uprawniają do:

do projektowania konstrukcji obiektu i kierowania robotami budowlanymi w odniesieniu do konstrukcji oraz architektury obiektu.

Zgodnie z § 10 w/w rozporządzenia uprawnienia budowlane do projektowania w odpowiedniej specjalności uprawniają do sporządzania projektu zagospodarowania działki lub terenu, w zakresie danej specjalności.

Skład Orzekający
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej:

1. Przewodniczący Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej
dr inż. Zygmunt Rawicki
2. Członek Składu Orzekającego
mgr inż. Małgorzata Borsukowska-Stefaniczek
3. Członek Składu Orzekającego
mgr inż. arch. Elżbieta Gabryś

[Podpisy członków komisji]



Otrzymują:

1. Pan Mateusz Gawęda
ul. Gruszkowska 64
33-200 Dąbrowa Tarnowska
2. Główny Inspektor Nadzoru Budowlanego
3. a/a



Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

MAP-581-BLU-TUF *

Pan Mateusz Gawęda o numerze ewidencyjnym MAP/BO/0362/17
adres zamieszkania ul. Gruszowska 64, 33-200 Dąbrowa Tarnowska
jest członkiem Małopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.

Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2023-02-01 do 2023-07-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2023-01-26 roku przez:

Mirosław Boryczko, Przewodniczący Rady Małopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

Zgodnie z art. 78¹ K.c.

§ 1. Do zachowania elektronicznej formy czynności prawnej wystarczy złożenie oświadczenia woli w postaci elektronicznej i opatrzenie go
kwalifikowanym podpisem elektronicznym.

§ 2. Oświadczenie woli złożone w formie elektronicznej jest równoważne z oświadczeniem woli złożonym w formie pisemnej.

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

Wojewódzki Zarząd Rozbudowy Miast
i Osiedli Wiejskich
GŁÓWNY ARCHITEKT WOJEWÓDZTWA
ul. Jagiellońska 25
40-032 KATOWICE

Katowice dnia 28 grudnia 1979 r.

Nr ewid. 554/79

STWIERDZENIE PRZYGOTOWANIA ZAWODOWEGO DO PEŁNIENIA SAMODZIELNYCH FUNKCJI TECHNICZNYCH W BUDOWNICTWIE

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

Obywatel MAJCHERKIEWICZ ZDZISŁAW

inżynier elektryk

urodzony dnia 5 czerwca 1949 r. w Kluczach

posiada przygotowanie zawodowe upoważniające do wykonywania samodzielnej funkcji kierownika budowy i robót w specjalności instalacyjno-inżynieryjnej w zakresie instalacji elektrycznych.

Obywatel MAJCHERKIEWICZ ZDZISŁAW jest upoważniony do:

- 1) kierowania, nadzorowania i kontrolowania budowy i robót, kierowania i kontrolowania wytwarzania konstrukcyjnych elementów instalacji oraz oceniania i badania stanu technicznego w zakresie instalacji elektrycznych,
- 2) sporządzania w budownictwie osób fizycznych, projektów instalacji elektrycznych.



z up. Wojewody

mgr inż. Stanisław Marszałek
Zastępca Dyktanta
d/s Nadzoru Budowlanego



Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

MAP-CPE-5LY-R2Z *

Pan Zdzisław Majcherkiewicz o numerze ewidencyjnym MAP/IE/0340/06

adres zamieszkania ul. Miodowa 3F, 32-310 Klucze

jest członkiem Małopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.

Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2023-06-01 do 2023-11-30.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2023-05-15 roku przez:

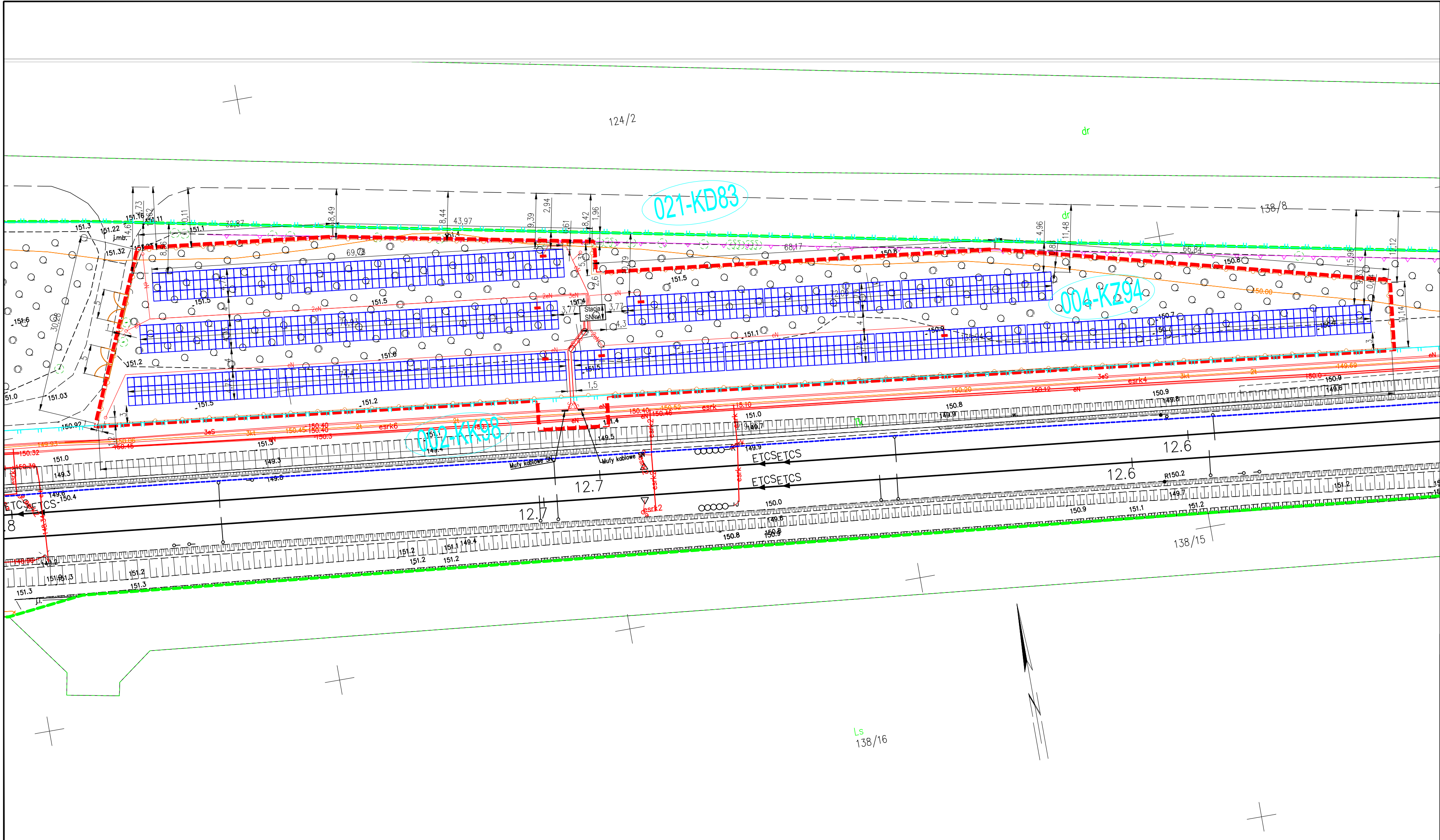
Mirosław Boryczko, Przewodniczący Rady Małopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

Zgodnie z art. 78¹ K.c.

§ 1. Do zachowania elektronicznej formy czynności prawnej wystarcza złożenie oświadczenia woli w postaci elektronicznej i opatrzenie go kwalifikowanym podpisem elektronicznym.

§ 2. Oświadczenie woli złożone w formie elektronicznej jest równoważne z oświadczeniem woli złożonym w formie pisemnej.

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



LEGENDA

—▲—▲— Nieprzekraczalna linia zabudowy - ustawa o drogach publicznych

--- Obszar inwestycji - teren objęty wnioskiem

Panel fotowoltaiczny na wolnostojącej konstrukcji montażowej

Kontenerowa stacja transformatorowa

—eS— Nowoprojektowane trasy kablowe SN

—eN— Nowoprojektowana trasa kablowa nn

— Falowniki fotowoltaiczne montaż pod panelami fotowoltaicznymi

× Słup okrągły o wysokości 6 m z oprawą oświetleniową

• Słup okrągły o wysokości 6 m

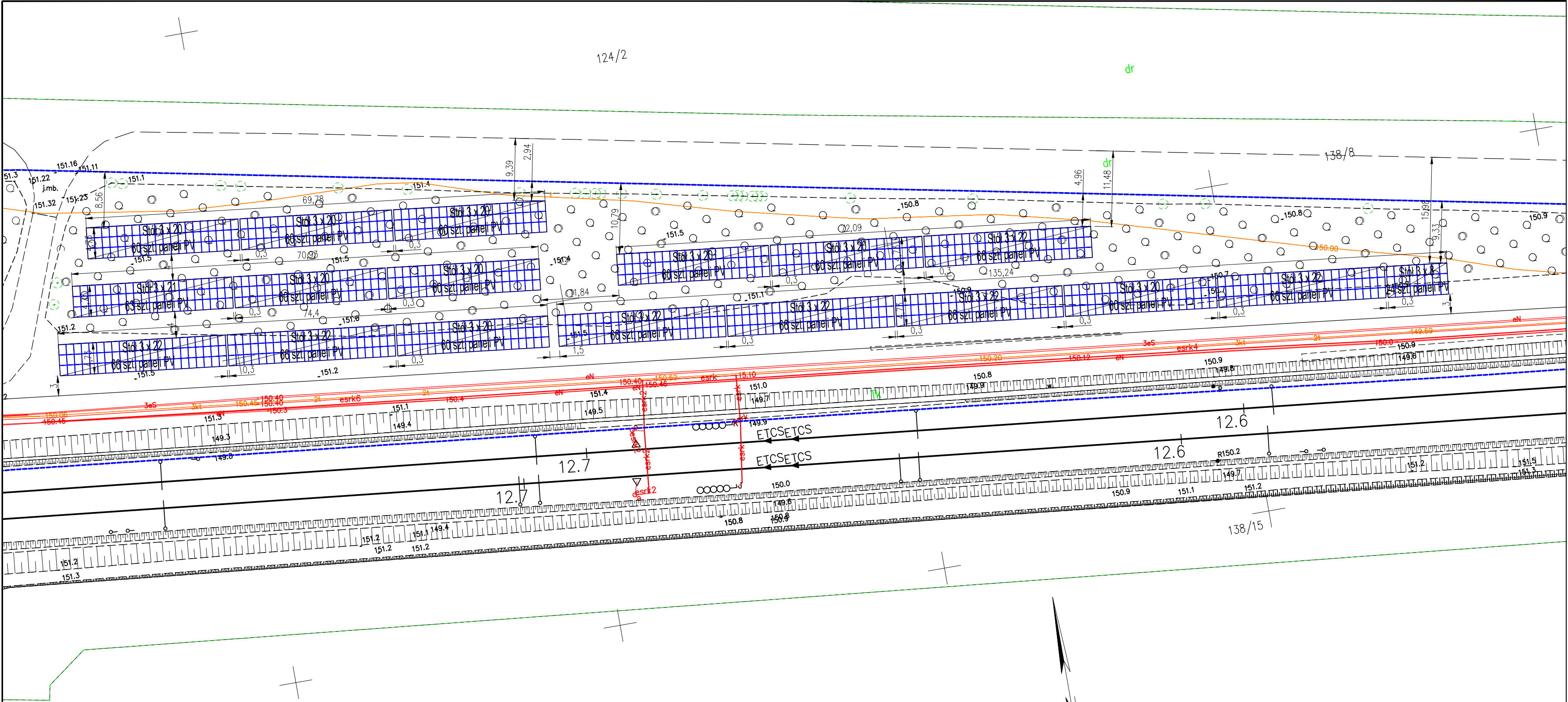
—○— Ogrodzenie

— Brama

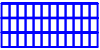
Oznaczenia terenów wydzielonych liniami rozgraniczającymi:
- pierwsze trzy cyfry oznaczają numery terenu;
- drugi człon literowo cyfrowy oznacza przeznaczenie terenu:
KD83 - teren ulic głównych
KZ94 - teren węzłów integracyjnych
KK98 - teren szlaków i bocznic kolejowych wraz z dworcami, stacjami i przystankami

— Linie rozgraniczające tereny o różnym przeznaczeniu lub różnych zasadach zagospodarowania w granicach MdCP

NAZWA PROJEKTU	Budowa gruntowej instalacji fotowoltaicznej o mocy do 500 kW przyłączonej do wewnętrznej instalacji elektrycznej PKM stanowiącej infrastrukturę techniczną linii kolejowej		
PROJEKT WYKONAWCZY			
INWESTOR	Pomorska Kolej Metropolitalna S.A. ul. Budowlanych 77, 80-298 Gdańsk		
LOKALIZACJA	wojew. Pomorskie, powiat Gdańsk, gmina Gdańsk (miasto) dz. nr 138/13, 138/14 obręb 0025 (Firoga) ID: 226101.1.0025.138/13, 226101.1.0025.138/14		
TOM IV	IMIĘ NAZWISKO	NR UPRAWNIENI	PODPIS
PROJEKTOWAŁ	mgr inż. ALEXANDR NILOGOV	MAP/0070/PWBE/19 spec. elektryczna	
SPRAWDZIŁ	mgr inż. MARIUSZ KOWALSKI	MAP/0013/PWBE/20 spec. elektryczna	
PROJEKTOWAŁ	mgr inż. ŁUKASZ SEKULA	SWK/POOK/0027/12 spec. konstr. bud.	
SPRAWDZIŁ	mgr inż. MATEUSZ GAWĘDA	MAP/0018/PWBKb/17 spec. konstr. bud.	
PROJEKTOWAŁ	mgr inż. ZDZISŁAW MAJCHERKIEWICZ	up. bud. nr ewid 554/79 spec. telekomunikacja	
NAZWA RYSUNKU	Rozmieszczenie urządzeń instalacji fotowoltaicznej		
DATA	29.05.2022	SKALA	1 : 500
	NR RYS.	PW-01	REWIZJA
			1/2023



Rodzaj stołu	Ilość paneli PV	Ilość stołów	Podsumowanie paneli PV
	szt.	szt.	szt.
3 x 20	60	9	540
3 x 21	63	1	63
3 x 22	66	7	462
3 x 8	24	1	24
SUMA:			1089


Stół 3 x 20
60 szt. paneli PV

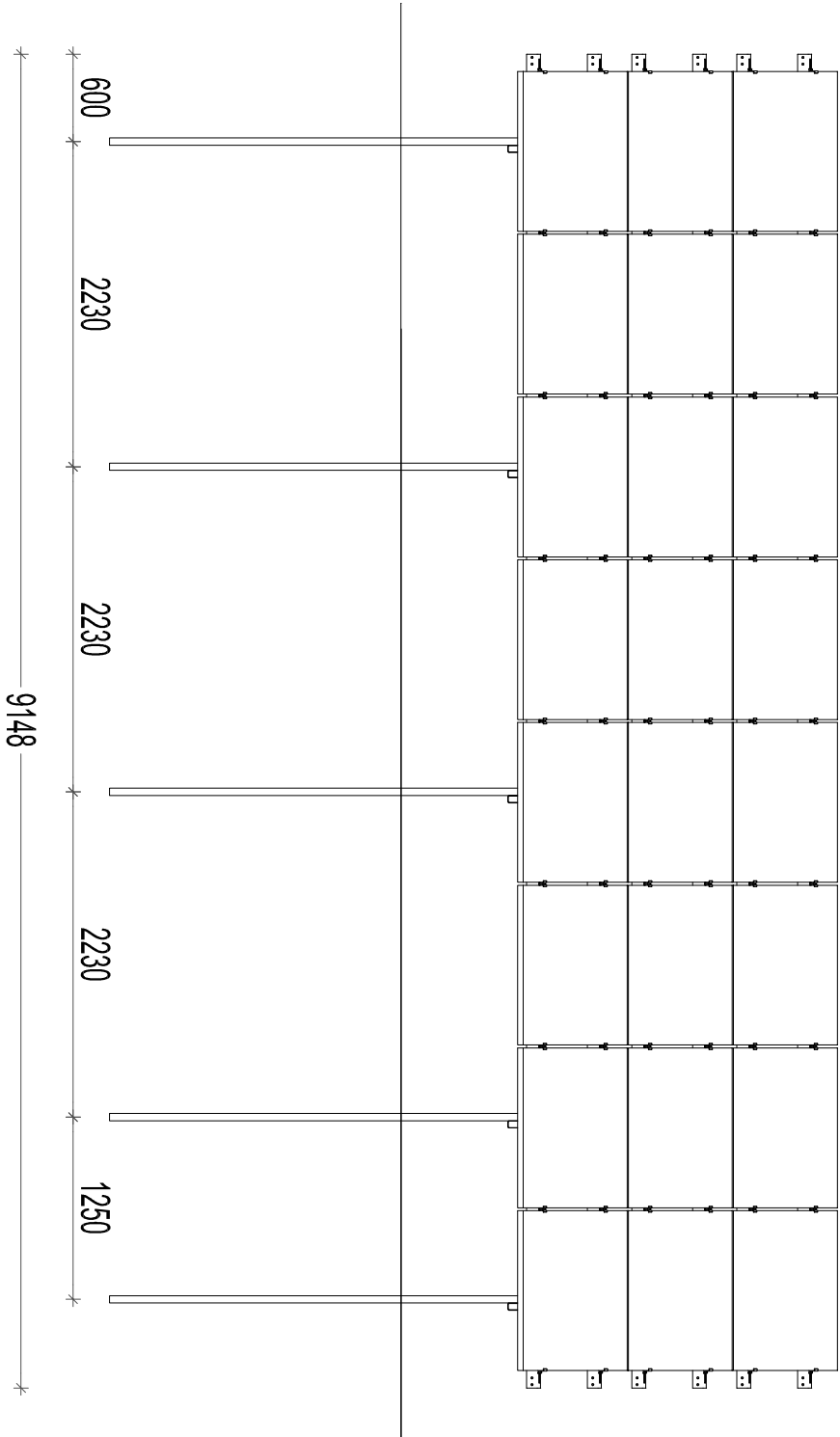
LEGENDA
Panele fotowoltaiczne na wolnostojącej konstrukcji montażowej

Rodzaj stołu montażowego paneli PV

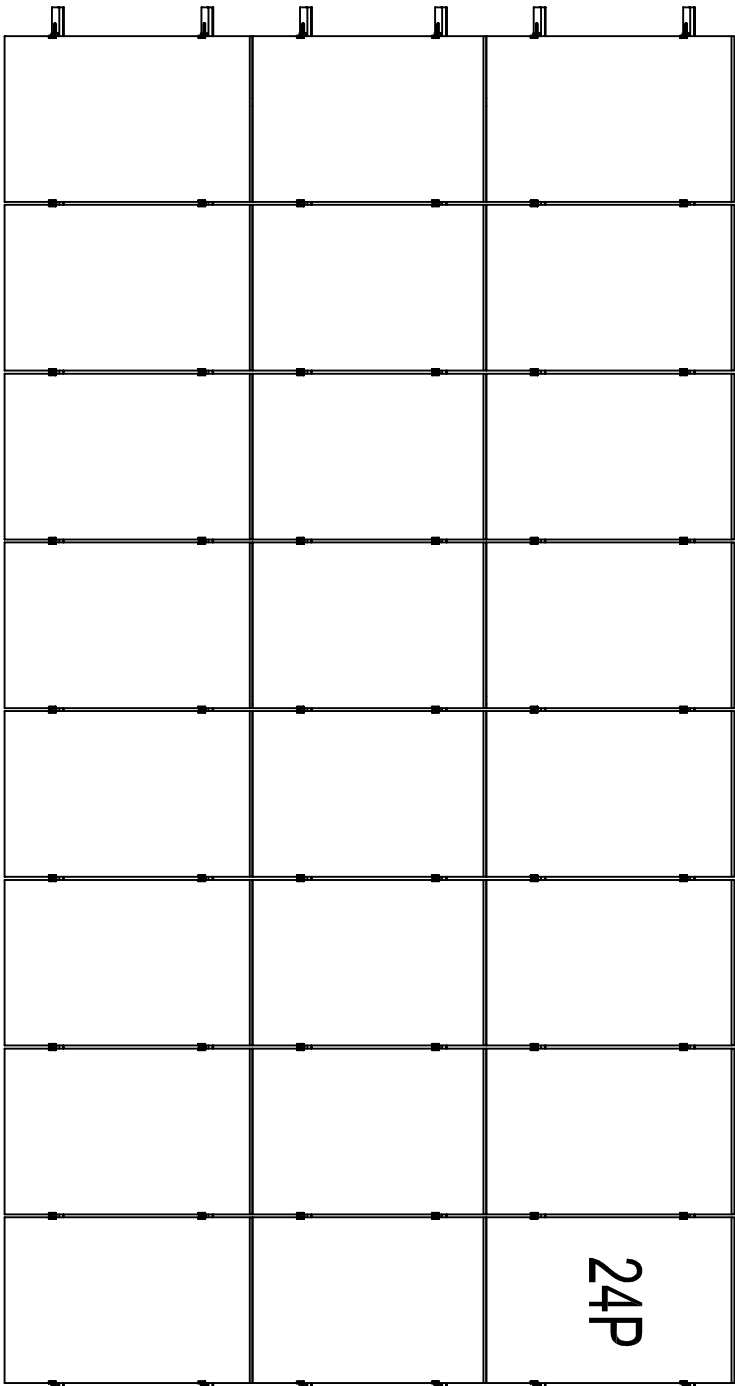
NAZWA PROJEKTU	Budowa gruntowej instalacji fotowoltaicznej o mocy do 500 kW przyłączonej do wewnętrznej instalacji elektrycznej PKM stanowiącej infrastrukturę techniczną linii kolejowej		
PROJEKT WYKONAWCZY	Pomorska Kolej Metropolitalna S.A. ul. Budowlanych 77, 80-298 Gdańsk		
INWESTOR	województwo Pomorskie, powiat Gdańsk, gmina Gdańsk (miasto) dz. nr 138/13, 138/14 obręb 0025 (Firoga) ID: 226101_1.0025.138/13, 226101_1.0025.138/14		
LOKALIZACJA	IMIĘ NAZWISKO	NR UPRAWNIEN	PODPIS
TOM IV	mgr inż. ŁUKASZ SEKUŁA	SWK/POOK/0027/12 spec. konstr. bud.	
PROJEKTOWAŁ	mgr inż. MATEUSZ GAWĘDA	MAP/0018/PWBKb/17 spec. konstr. bud.	
SPRAWDZIŁ	Stoły konstrukcji montażowej		
NAZWA RYSUNKU	DATA 29.05.2022	SKALA 1 : 500	NR RYS. PW-02 REWIZJA 1/2023

1096 20

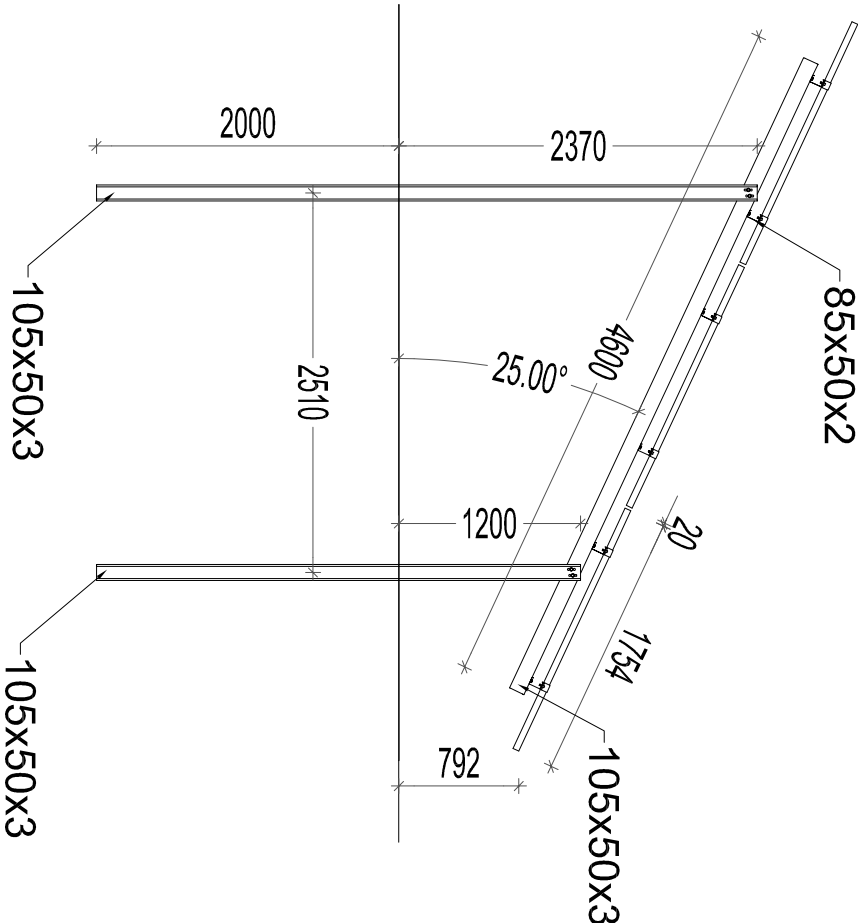
Widok z przodu 1:100



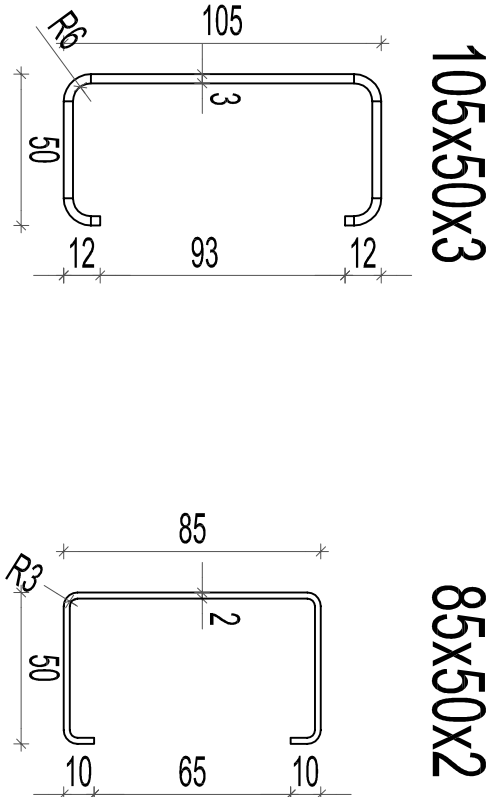
Widok z góry 1:100



Widok z boku 1:100

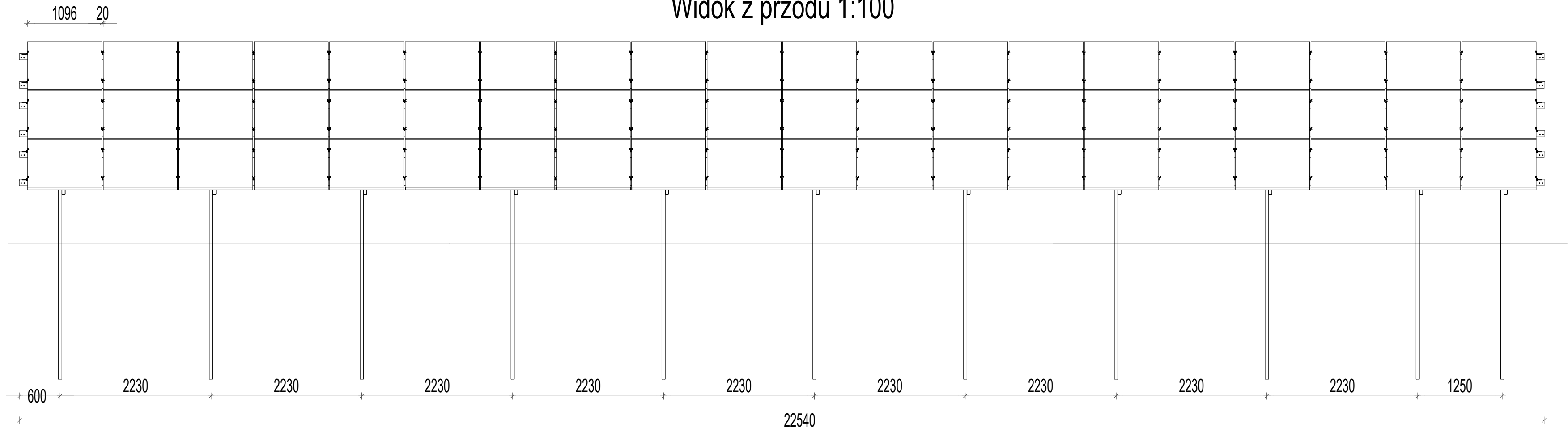


Przekroje 1:5

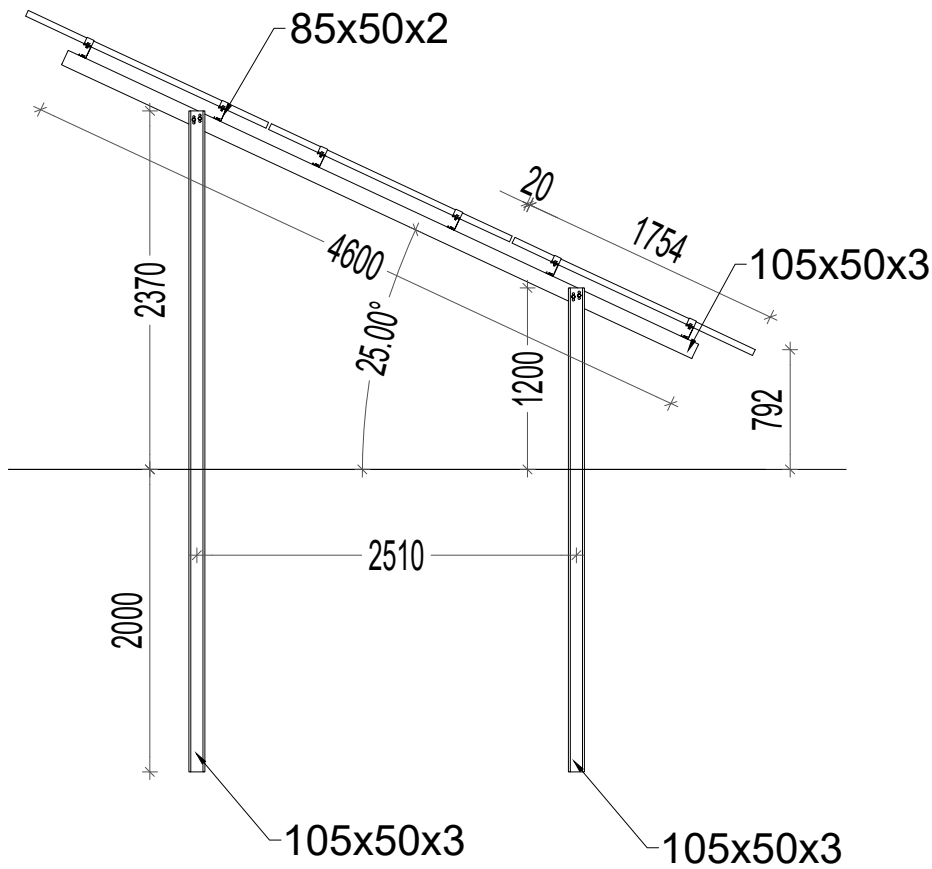


NAZWA PROJEKTU	Budowa gruntowej instalacji fotowoltaicznej o mocy do 500 kW przyłączonej do wewnętrznej instalacji elektrycznej PKM stanowiącej infrastrukturę techniczną linii kolejowej				
PROJEKT WYKONAWCZY					
INWESTOR	Pomorska Kolej Metropolitalna S.A. ul. Budowlanych 77, 80-298 Gdańsk				
LOKALIZACJA	województwo Pomorskie, powiat Gdańsk, gmina Gdańsk (miasto) dz. nr 138/13, 138/14 obręb 0025 (Ftoga) ID: 226101_1,0025;138/13, 226101_1,0025;138/14				
TOM IV	IMIĘ NAZWISKO		NR UPRAWNIENIENI		PODPIS
PROJEKTOWAŁ	mjr inż. ŁUKASZ SEKULA	SWK/POOK/0027/12	spec. konstr. bud.		
SPRAWDZIŁ	mjr inż. MATEUSZ GAWĘDA	MAP/0018/PWBKb/17	spec. konstr. bud.		
NAZWA RYSUNKU	Schemat konstrukcji - stół 3x8 (24P)				
DATA	29.05.2022	SKALA	1 : 50	NR RYS.	PW-03
					REWIZJA
					1/2023

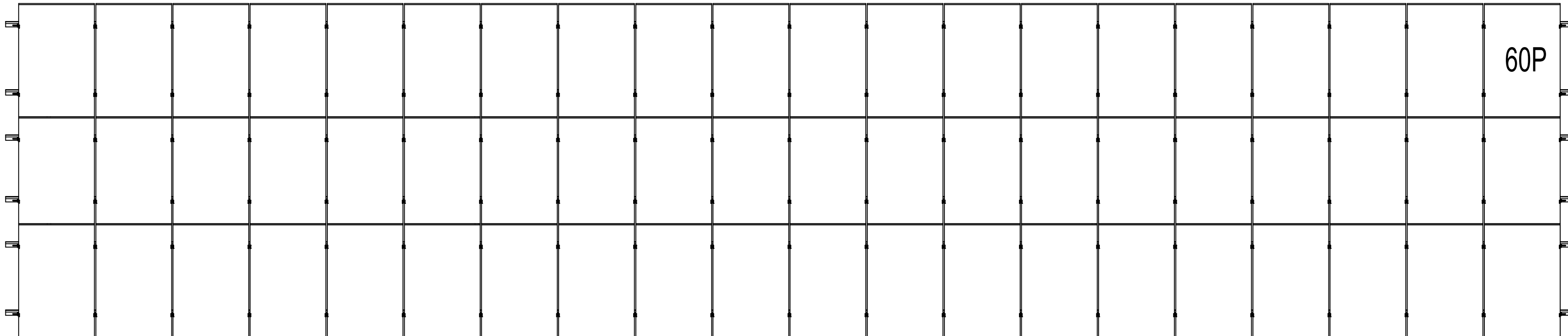
Widok z przodu 1:100



Widok z boku 1:100

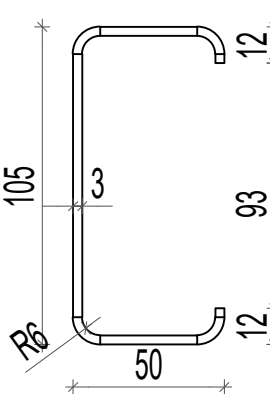


Widok z góry 1:100

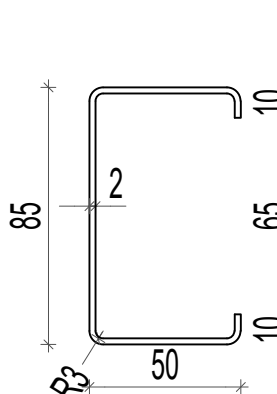


Przekroje 1:5

105x50x3

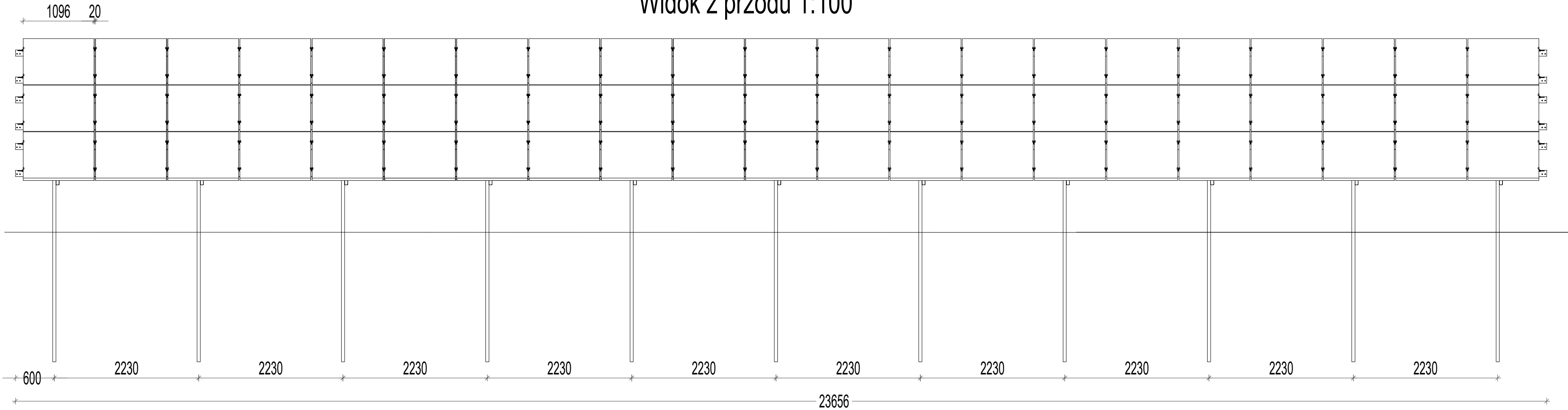


85x50x2

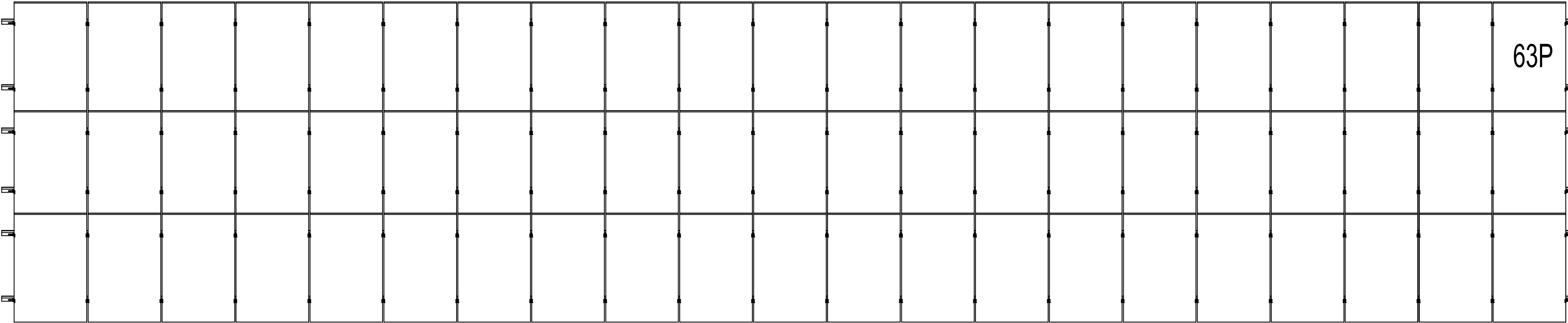


NAZWA PROJEKTU		Budowa gruntowej instalacji fotowoltaicznej o mocy do 500 kW przyłączonej do wewnętrznej instalacji elektrycznej PKM stanowiącej infrastrukturę techniczną linii kolejowej		
PROJEKT WYKONAWCZY				
INWESTOR		Pomorska Kolej Metropolitalna S.A. ul. Budowlanych 77, 80-298 Gdańsk		
LOKALIZACJA		województwo Pomorskie, powiat Gdańsk, gmina Gdańsk (miasto) dz. nr 138/13, 138/14 obręb 0025 (Firoga) ID: 226101_1.0025.138/13, 226101_1.0025.138/14		
TOM IV	IMIĘ NAZWISKO	NR UPRAWNIEN	PODPIS	
PROJEKTOWAŁ	mgr inż. ŁUKASZ SEKUŁA	SWK/POOK/0027/12 spec. konstr. bud.		
SPRAWDZIŁ	mgr inż. MATEUSZ GAWĘDA	MAP/0018/PWBKb/17 spec. konstr. bud.		
NAZWA RYSUNKU		Schemat konstrukcji - stół 3x20 (60P)		
DATA	29.05.2022	SKALA 1 : 50	NR RYS. PW-04	REWIZJA 1/2023

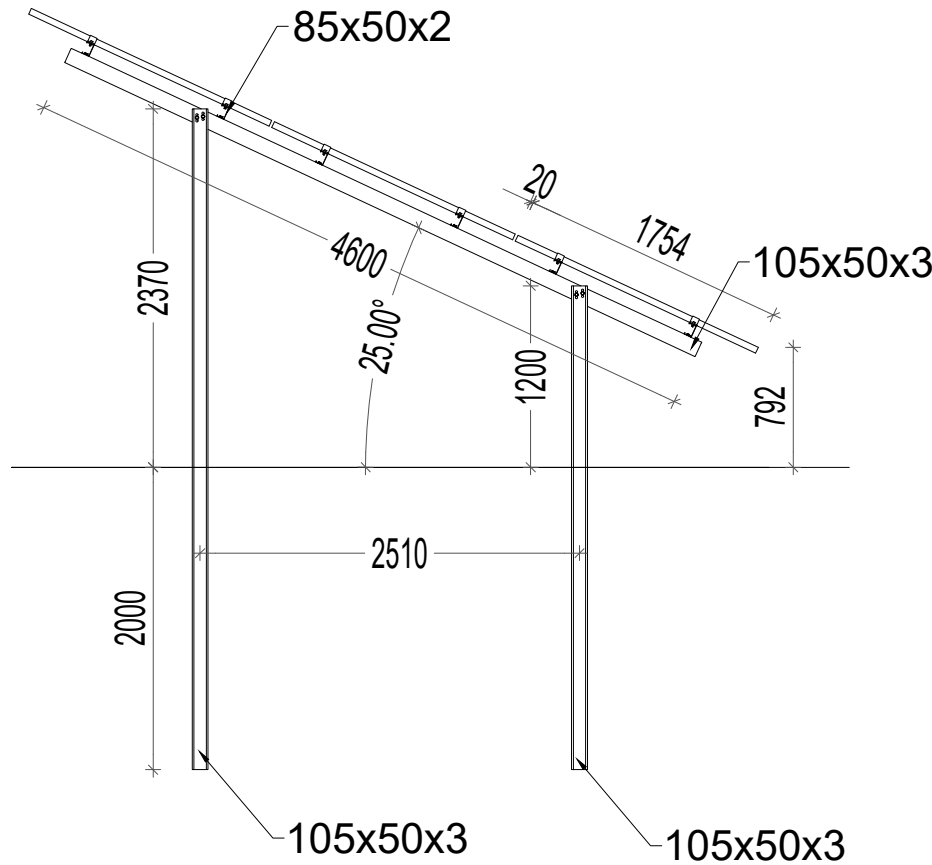
Widok z przodu 1:100



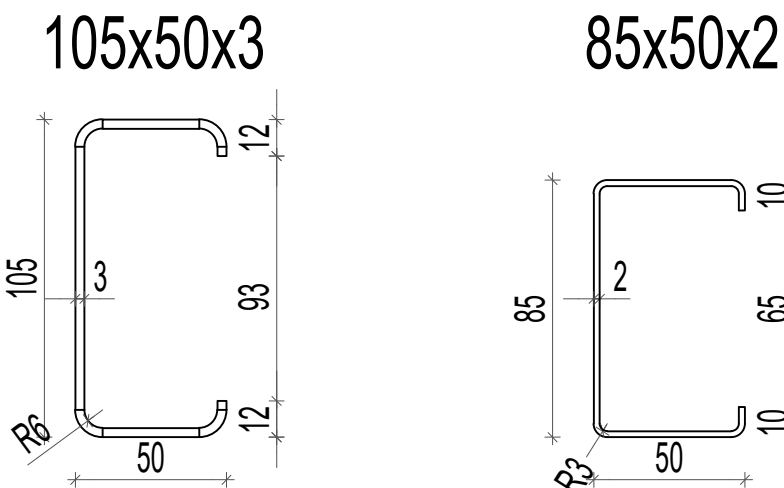
Widok z góry 1:100



Widok z boku 1:100

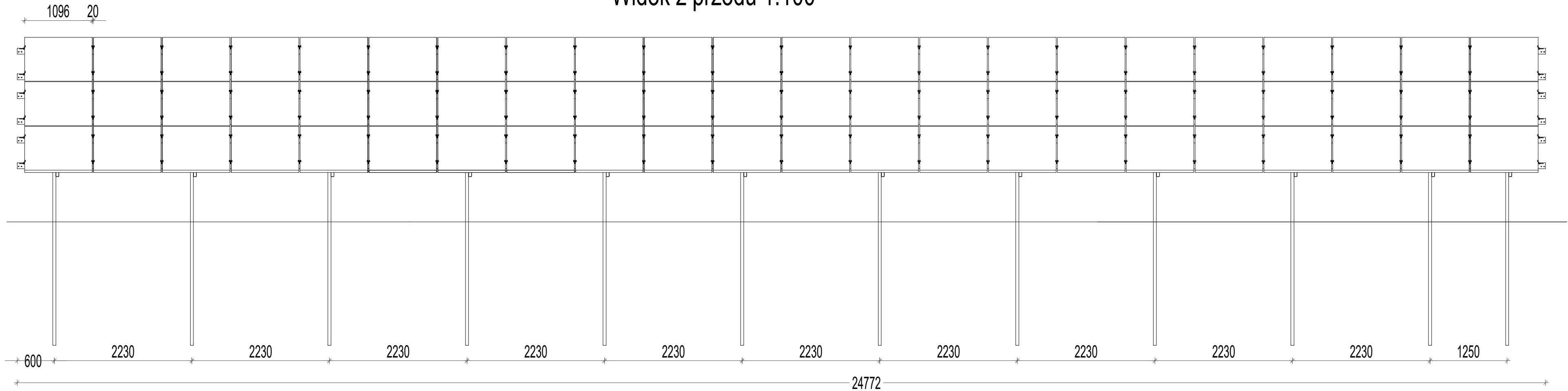


Przekroje 1:5

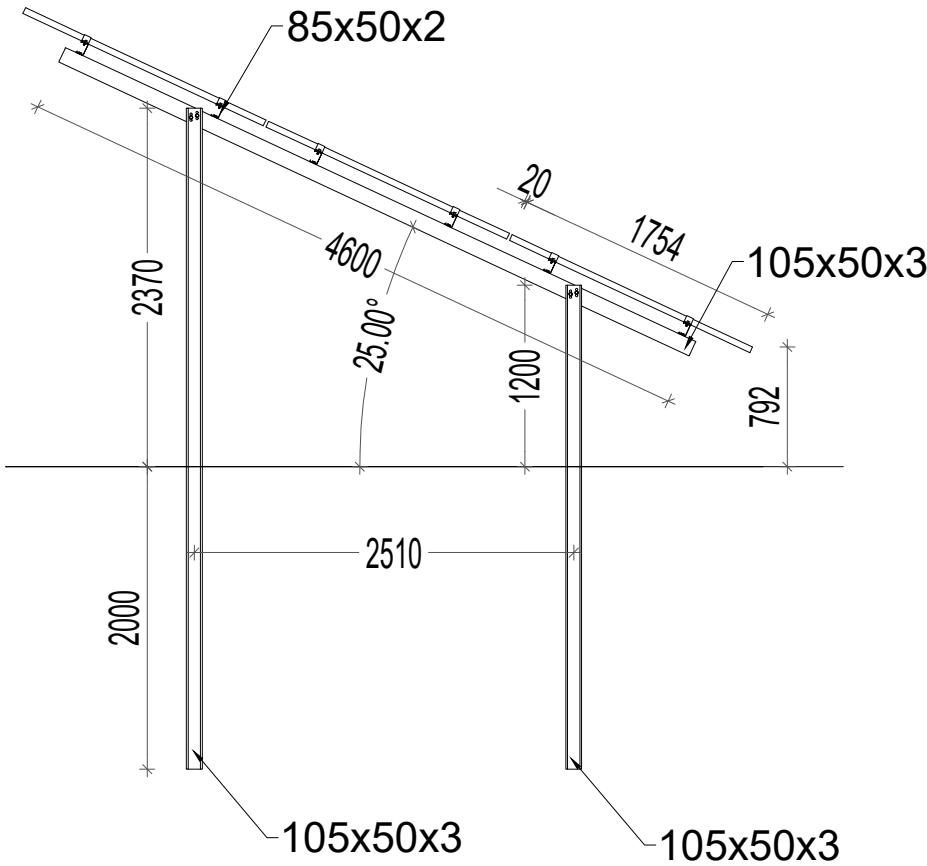


NAZWA PROJEKTU		Budowa gruntowej instalacji fotowoltaicznej o mocy do 500 kW przyłączonej do wewnętrznej instalacji elektrycznej PKM stanowiącej infrastrukturę techniczną linii kolejowej		
PROJEKT WYKONAWCZY				
INWESTOR		Pomorska Kolej Metropolitalna S.A. ul. Budowlanych 77, 80-298 Gdańsk		
LOKALIZACJA		województwo Pomorskie, powiat Gdańsk, gmina Gdańsk (miasto) dz. nr 138/13, 138/14 obręb 0025 (Firoga) ID: 226101_1.0025.138/13, 226101_1.0025.138/14		
TOM IV		IMIĘ NAZWISKO	NR UPRAWNIEN	PODPIS
PROJEKTOWAŁ		mgr inż. ŁUKASZ SEKUŁA	SWK/POOK/0027/12 spec. konstr. bud.	
SPRAWDZIŁ		mgr inż. MATEUSZ GAWĘDA	MAP/0018/PWBkb/17 spec. konstr. bud.	
NAZWA RYSUNKU		Schemat konstrukcji - stół 3x21 (63P)		
DATA 29.05.2022		SKALA 1 : 50	NR RYS.	PW-05 REWIZJA 1/2023

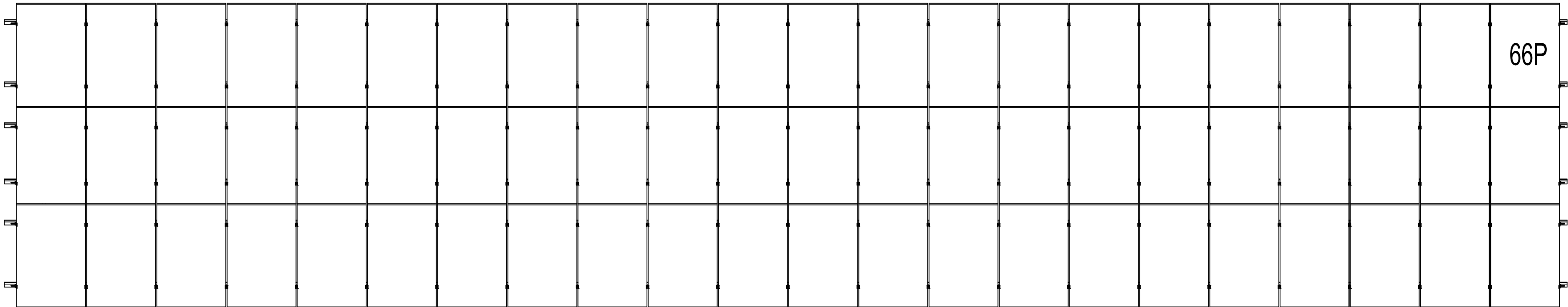
Widok z przodu 1:100



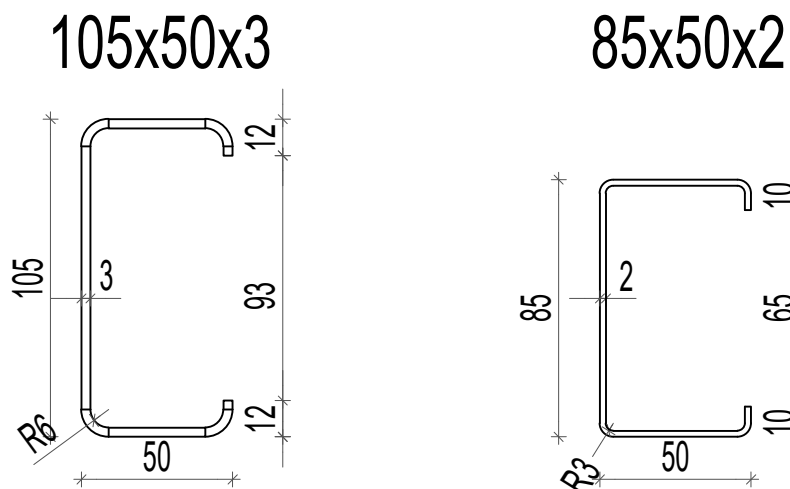
Widok z boku 1:100



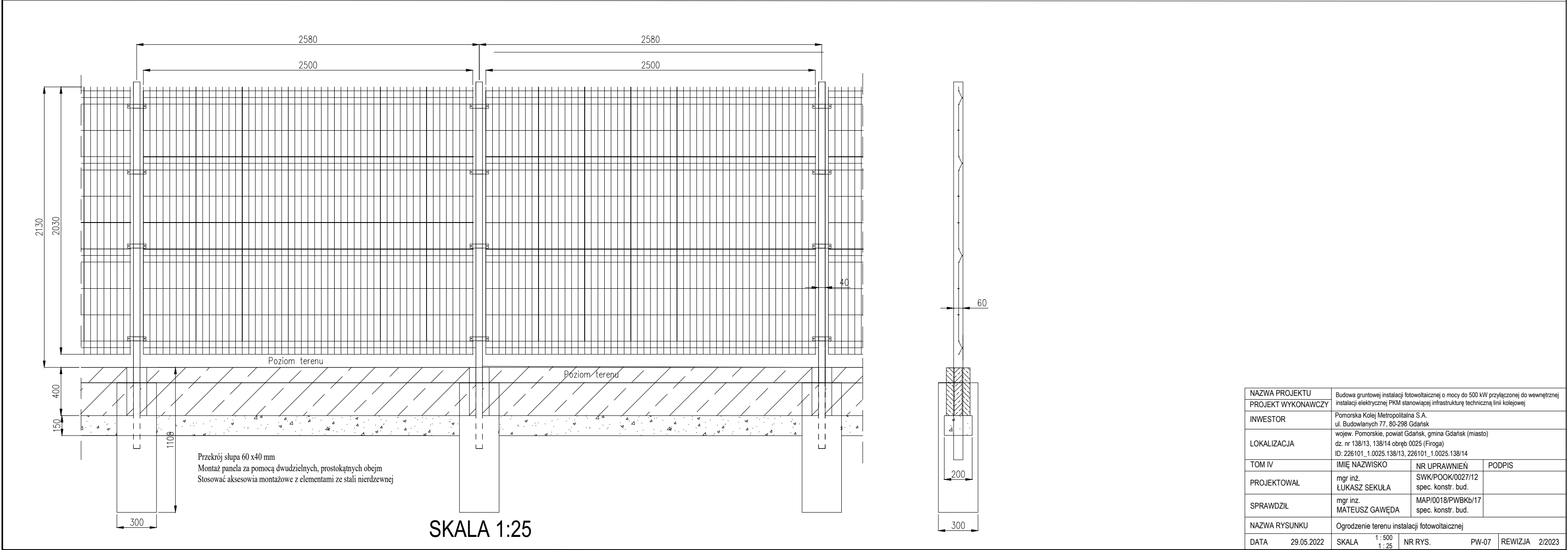
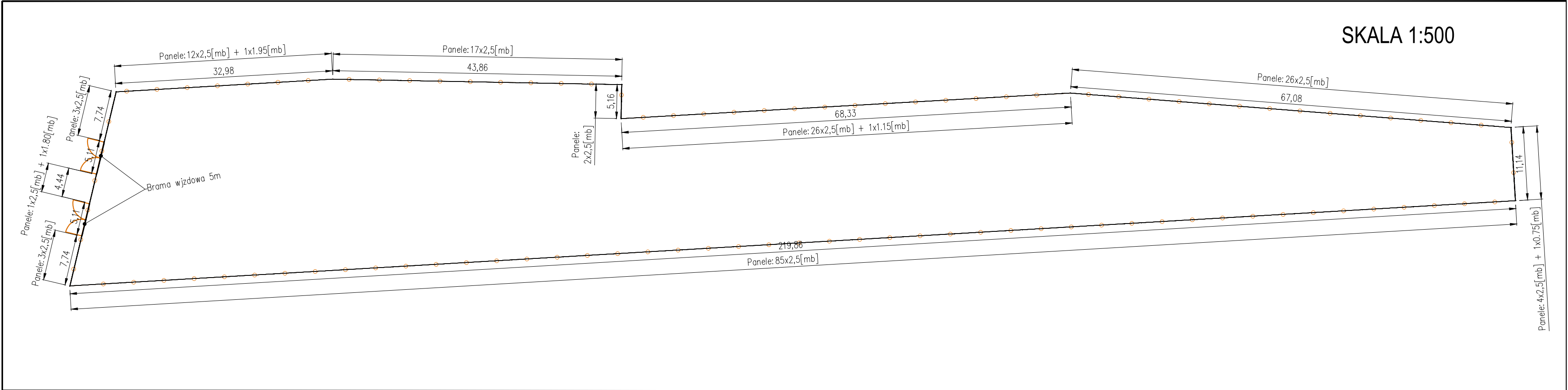
Widok z góry 1:100



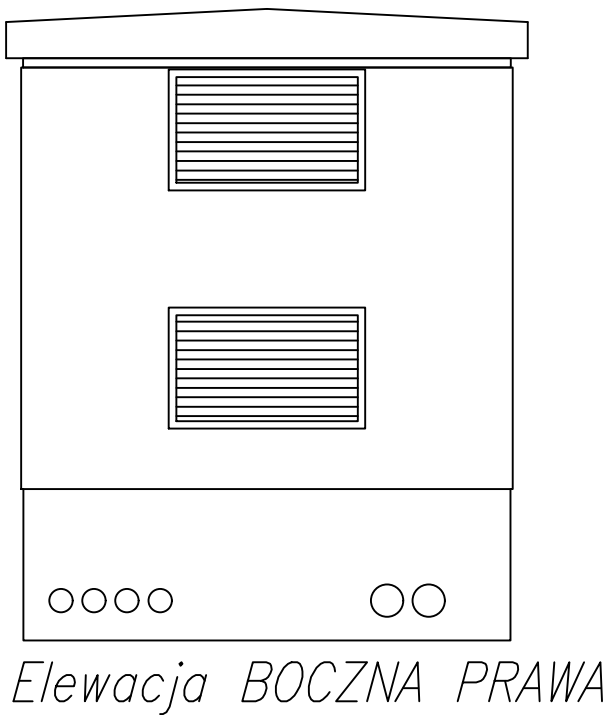
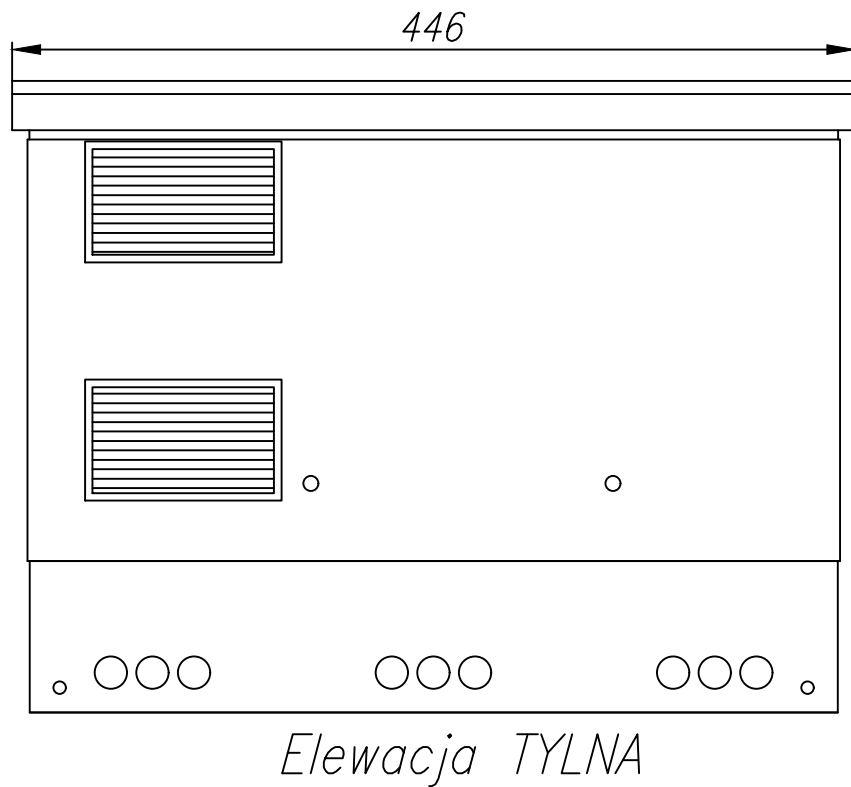
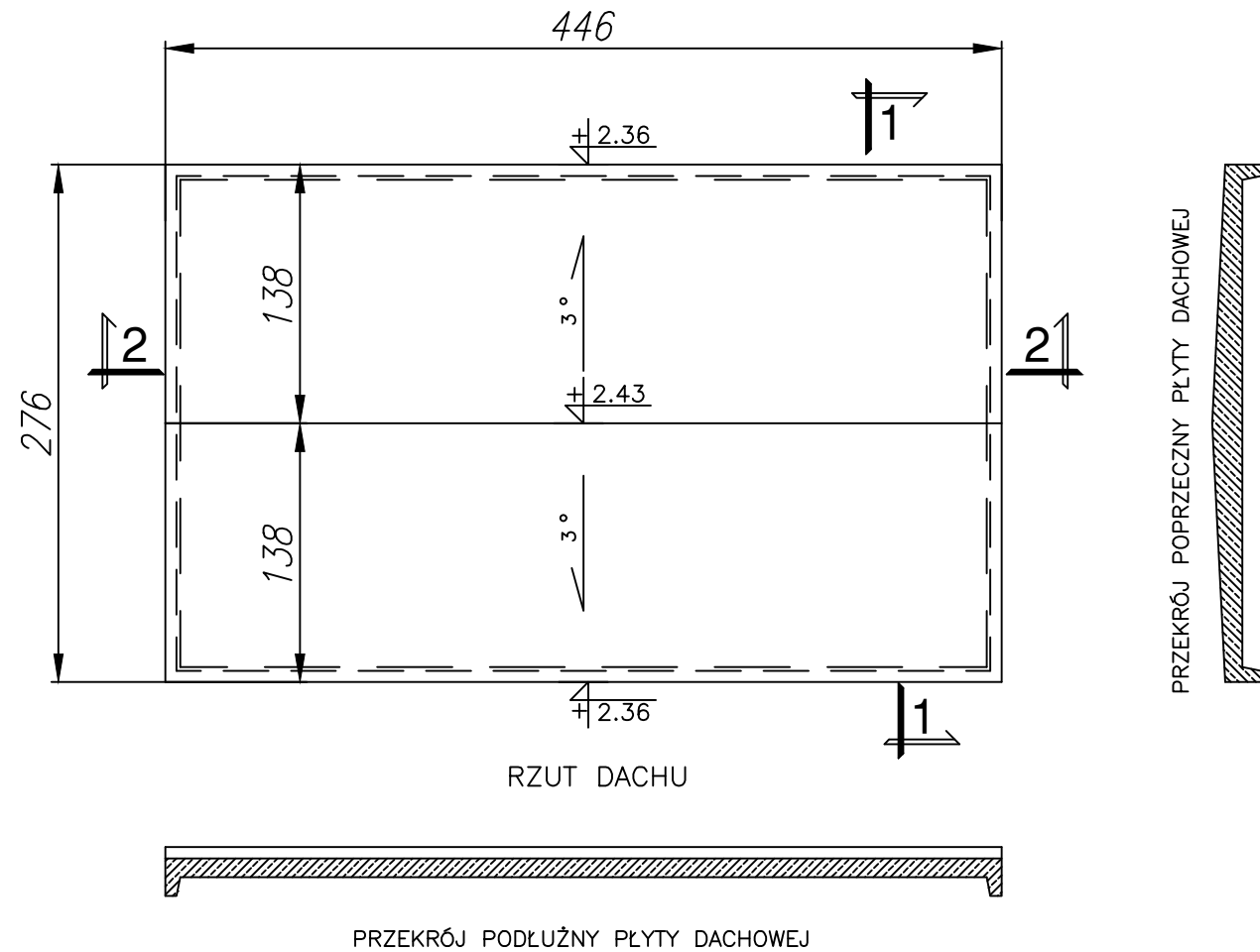
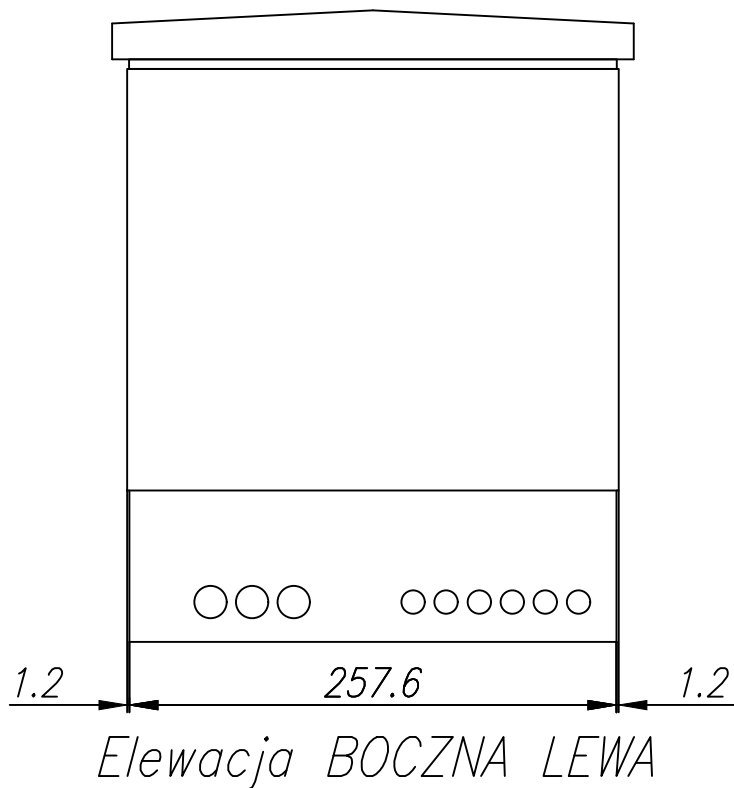
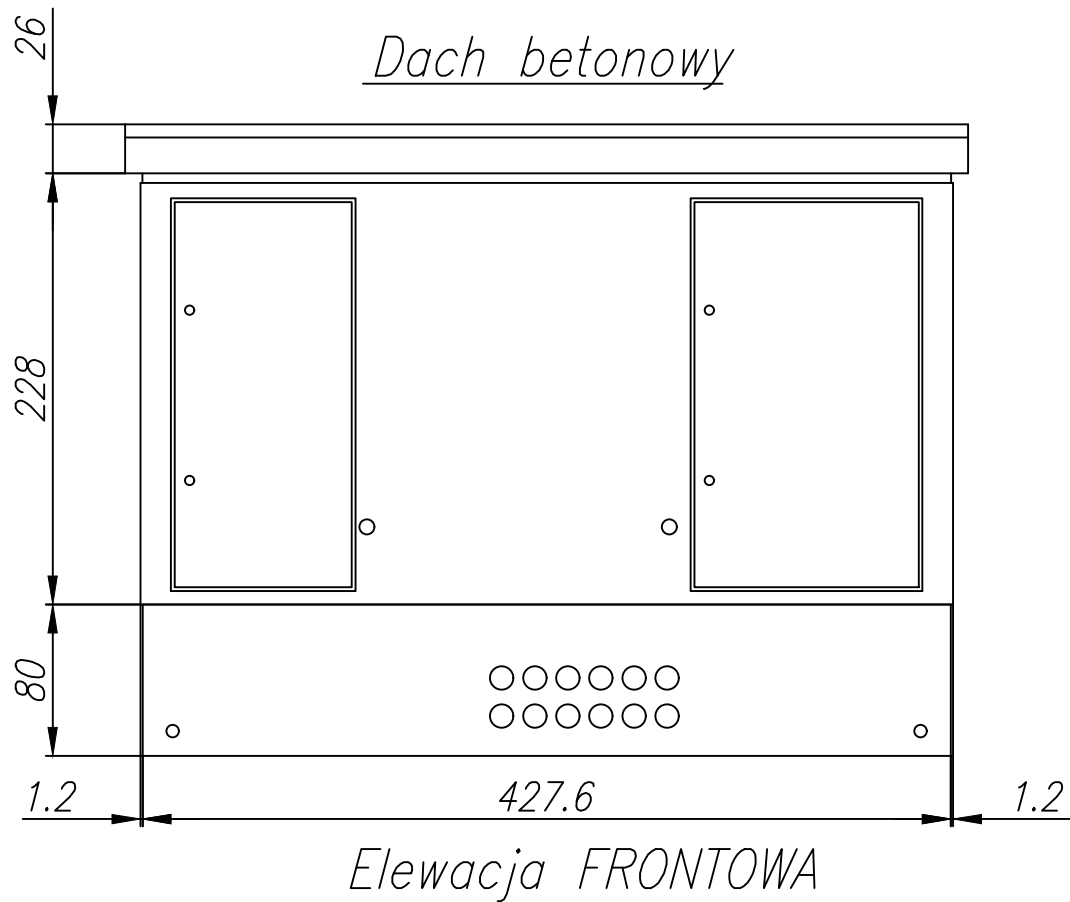
Przekroje 1:5



NAZWA PROJEKTU	Budowa gruntowej instalacji fotowoltaicznej o mocy do 500 kW przyłączonej do wewnętrznej instalacji elektrycznej PKM stanowiącej infrastrukturę techniczną linii kolejowej		
PROJEKT WYKONAWCZY			
INWESTOR	Pomorska Kolej Metropolitalna S.A. ul. Budowlanych 77, 80-298 Gdańsk		
LOKALIZACJA	województwo Pomorskie, powiat Gdańsk, gmina Gdańsk (miasto) dz. nr 138/13, 138/14 obręb 0025 (Firoga) ID: 226101_1.0025.138/13, 226101_1.0025.138/14		
TOM IV	IMIĘ NAZWISKO	NR UPRAWNIENI	PODPIS
PROJEKTOWAŁ	mgr inż. ŁUKASZ SEKUŁA	SWK/POOK/0027/12 spec. konstr. bud.	
SPRAWDZIŁ	mgr inż. MATEUSZ GAWĘDA	MAP/0018/PWBkb/17 spec. konstr. bud.	
NAZWA RYSUNKU	Schemat konstrukcji - stół 3x22 (66P)		
DATA	29.05.2022	SKALA	1 : 50
NR RYS.		PW-06	REWIZJA
1/2023			

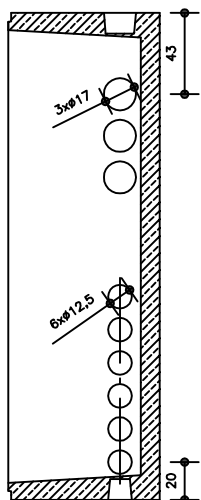
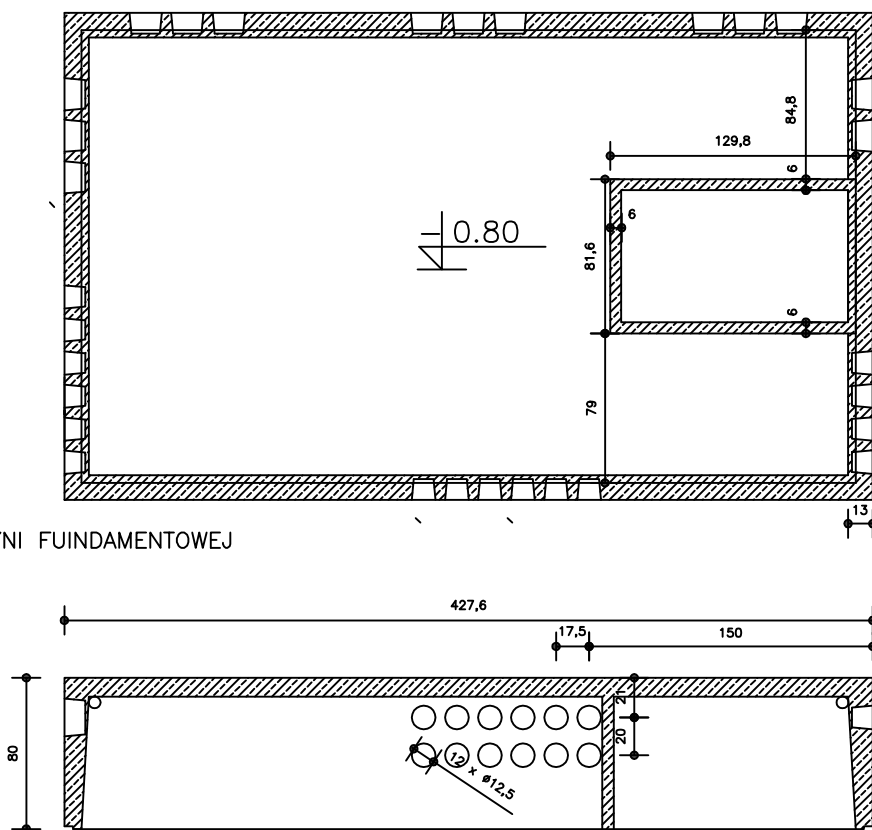
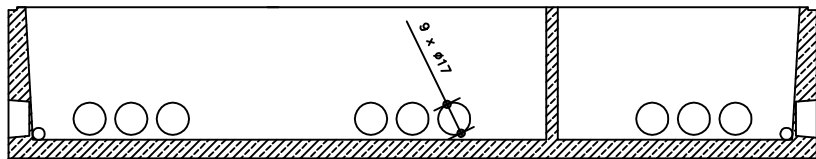
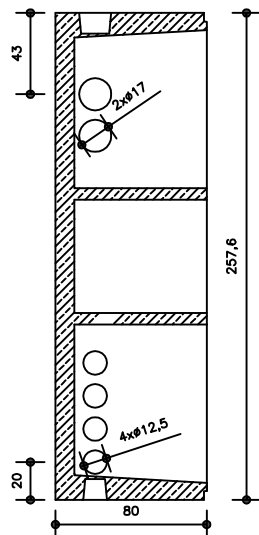
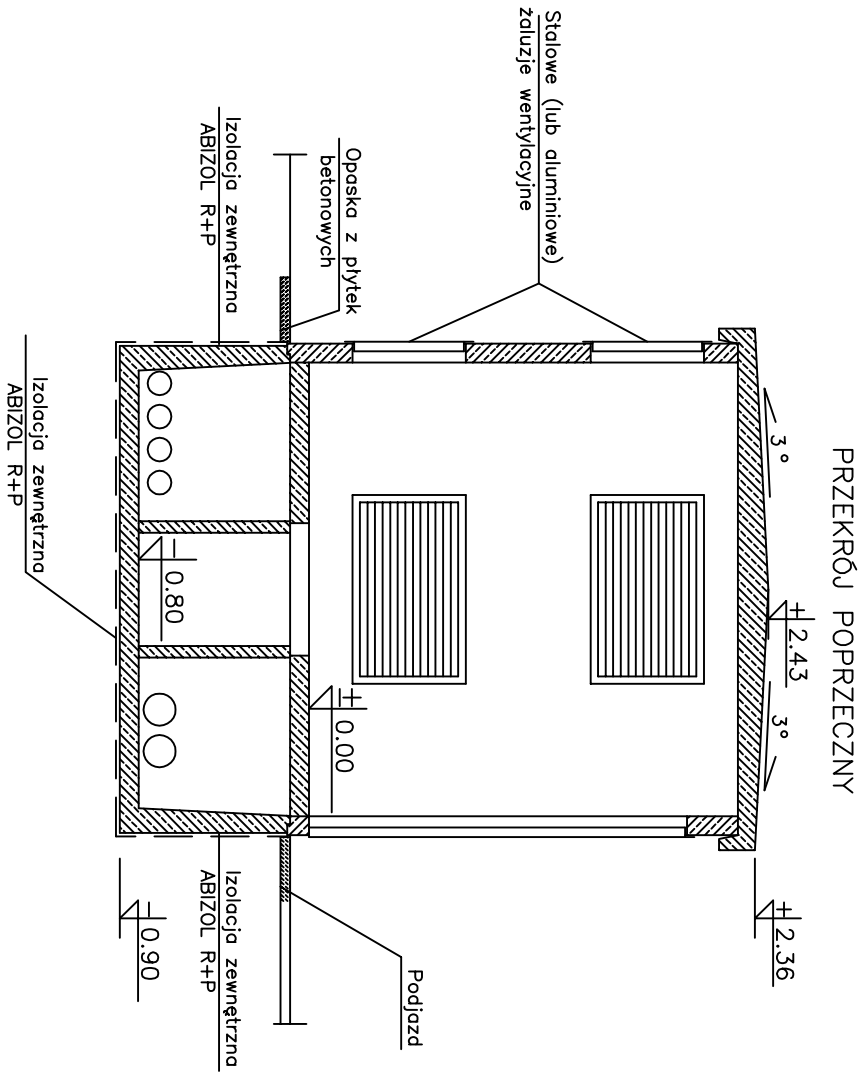
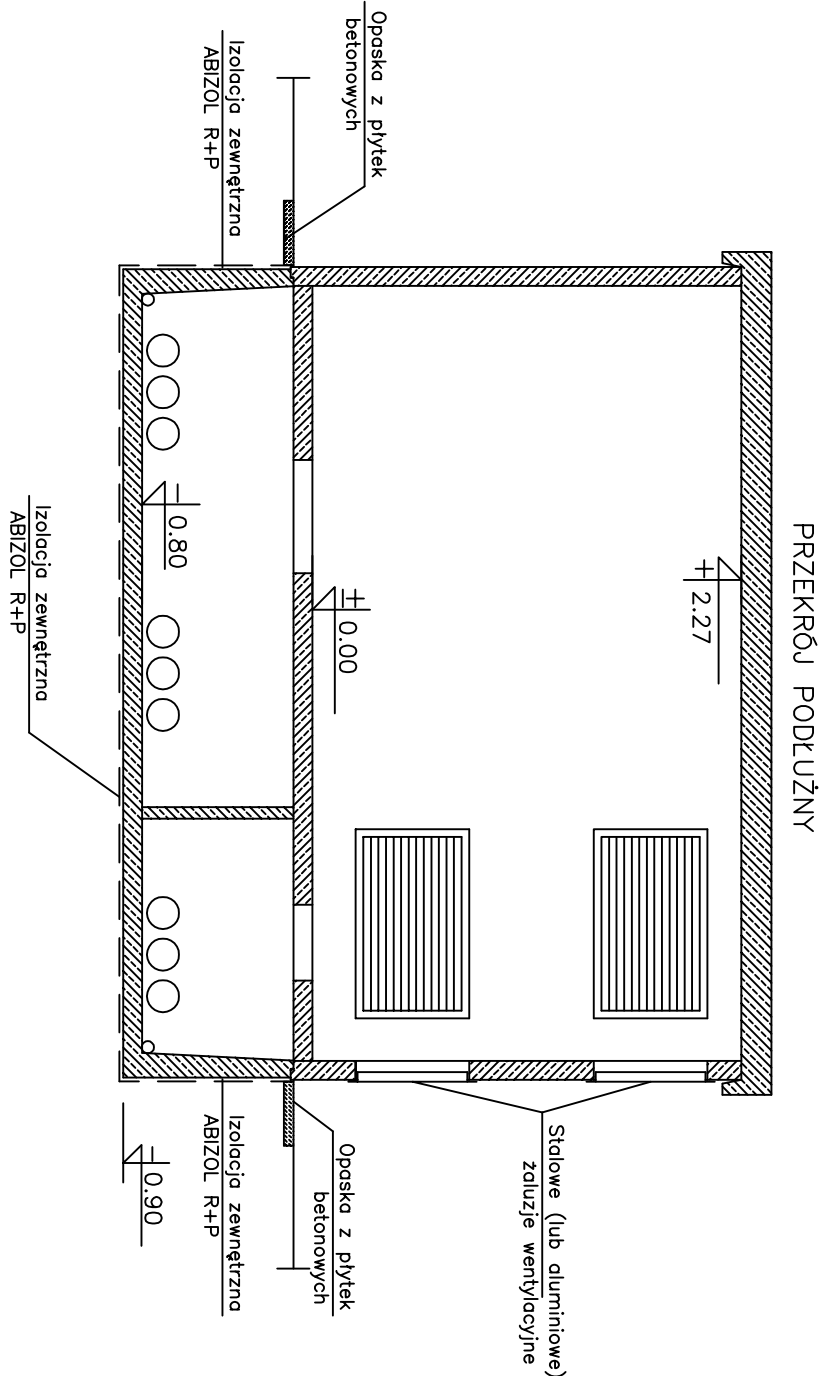


NAZWA PROJEKTU	Budowa gruntowej instalacji fotowoltaicznej o mocy do 500 kW przyłączonej do wewnętrznej instalacji elektrycznej PKM stanowiącej infrastrukturę techniczną linii kolejowej		
PROJEKT WYKONAWCZY			
INWESTOR	Pomorska Kolej Metropolitalna S.A. ul. Budowlanych 77, 80-298 Gdańsk		
LOKALIZACJA	województwo Pomorskie, powiat Gdańsk, gmina Gdańsk (miasto) dz. nr 138/13, 138/14 obręb 0025 (Firoga) ID: 226101_1.0025.138/13, 226101_1.0025.138/14		
TOM IV	IMIĘ NAZWISKO	NR UPRAWNIEN	PODPIS
PROJEKTOWAŁ	mgr inż. ŁUKASZ SEKUŁA	SWK/POOK/0027/12 spec. konstr. bud.	
SPRAWDZIŁ	mgr inż. MATEUSZ GAWĘDA	MAP/0018/PWBKb/17 spec. konstr. bud.	
NAZWA RYSUNKU	Ogrodzenie terenu instalacji fotowoltaicznej		
DATA	29.05.2022	SKALA	1:500 1:25
		NR RYS.	PW-07
		REWIZJA	2/2023



- Drzwi, żaluzje: powłoka cynkowana galwanicznie + powłoka malarska epoksydowo-poliuretanowa (kolor dowolny). Aluminiowe - chromianowane + powłoka malarska epoksydowo-poliuretanowa
- Powierzchnia użytkowa 9,84 m²
- Klasa odporności pożarowej budynku bez ścian oddzielenia .p.poż. „C”
- Trzy ściany betonowe w wykonaniu standardowym posiadają odporność ogniową: REI90, płyta dachowa: REI 60
- Część nadziemna o wym. 4300 x 2600 x 2540 [mm]
- Fundament o wym. 4300 x 2600 x 800 [mm]
- Moc znamionowa stacji 630 kVA
- Częstotliwość 50 Hz
- Liczba faz 3
- Kolorystyka oraz opisy na elewacji stacji transformatorowej mają być zgodne z dotychczasowym standardem na PKM. Kolor elewacji, drzwi i żaluzji należy uzgodnić na etapie realizacji.

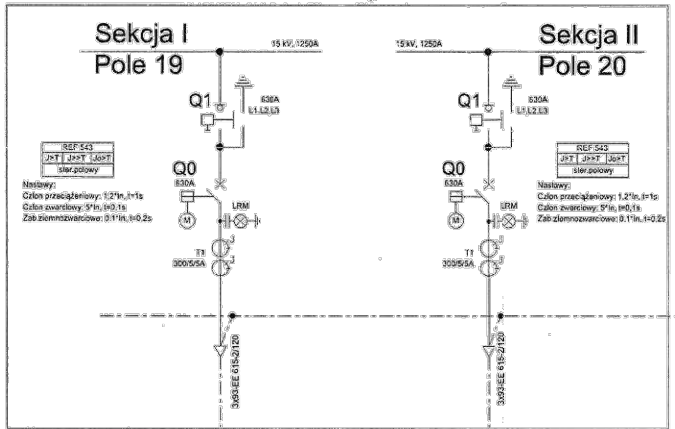
NAZWA PROJEKTU	Budowa gruntowej instalacji fotowoltaicznej o mocy do 500 kW przyłączonej do wewnętrznej instalacji elektrycznej PKM stanowiącej infrastrukturę techniczną linii kolejowej		
PROJEKT WYKONAWCZY	Pomorska Kolej Metropolitalna S.A.		
INWESTOR	ul. Budowlanych 77, 80-298 Gdańsk		
LOKALIZACJA	wojew. Pomorskie, powiat Gdańsk, gmina Gdańsk (miasto)		
	dz. nr 138/13, 138/14 obręb 0025 (Firoga)		
	ID: 226101_1.0025.138/13, 226101_1.0025.138/14		
TOM IV	IMIĘ NAZWISKO	NR UPRAWNIEN	PODPIS
PROJEKTOWAŁ	mgr inż. ŁUKASZ SEKUŁA	SWK/POOK/0027/12 spec. konstr. bud.	
SPRAWDZIŁ	mgr inż. MATEUSZ GAWĘDA	MAP/0018/PWBKb/17 spec. konstr. bud.	
NAZWA RYSUNKU	Elewacje i rzut dachu stacji transformatorowej		
DATA	29.05.2022	SKALA	1 : 40
	NR RYS.	PW-08	REWIZJA
			2/2023



NAZWA PROJEKTU	Budowa grunтовой установки фидеризации о mocy до 500 кВт, принадлежащей к внутренней установке электрической РЭС с автономной инфраструктурой технической линии кабельной		
PROJEKT WYKONAWCZY	Pomorska Kolej Metropolitalna S.A.		
INWESTOR	ul. Budowlanych 77 80-298 Gdańsk		
LOKALIZACJA	województwo Pomorskie, powiat Gdańsk, gmina Gdańsk (miasto) dz. nr 138/13, 138/14 obręb 0025 (Friga) ID: 226101_1.0025.138/13_226101_1.0025.138/14		
TOM IV	IMIE NAZWISKO	NR UPRAWNIEN	PODPIS
PROJEKTOWAŁ	mgr inż. LUKASZ SEKULA	SWK/POOK/0027/12 spec. konstr. bud.	
SPRAWDZIŁ	mgr inż. MATEUSZ GAWĘDA	MAP/0018/PWBko/17 spec. konstr. bud.	
NAZWA RYSUNKU	Skrzynia fundamentowa. Przekrój podłużny i poprzeczny		
DATA	29.05.2022	SKALA	1 : 40
		NR RYS.	PW-09
			REWIZJA 1/2023

[illegible]

OTK w tomie XIX



Zakres ENERGIA OPERATOR

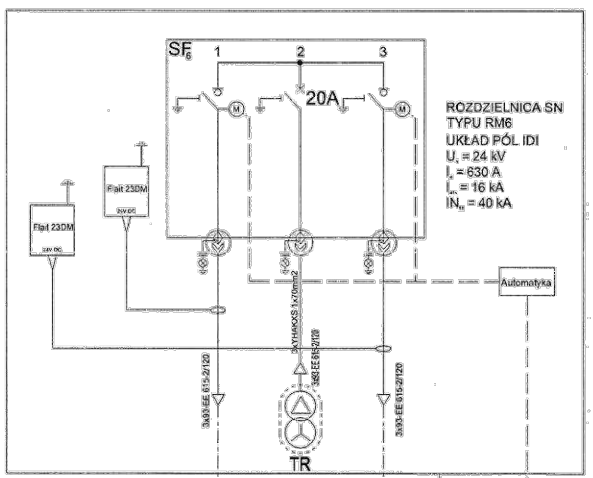
Zakres PKM

1336,9kW

1ZSN
XRUXAKXS 12/20kV 120mm2
L=1534 (1620) m

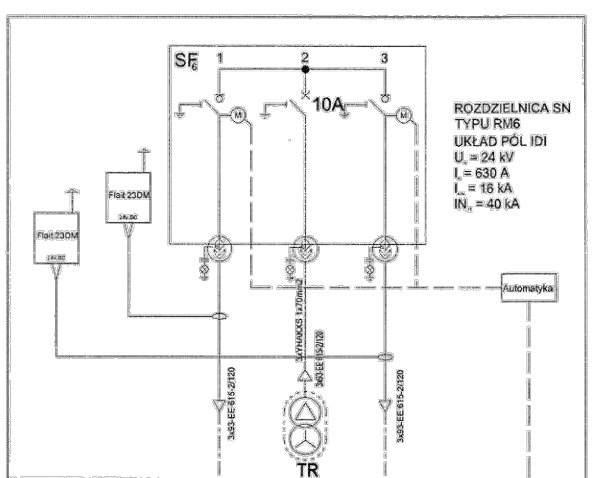
3ZSN
3xXRUXAKXS 12/20kV 120mm2
L=1698 (1793) m

158,5kW
przystanek "Strzyża"
tacja kontenerowa 1ST



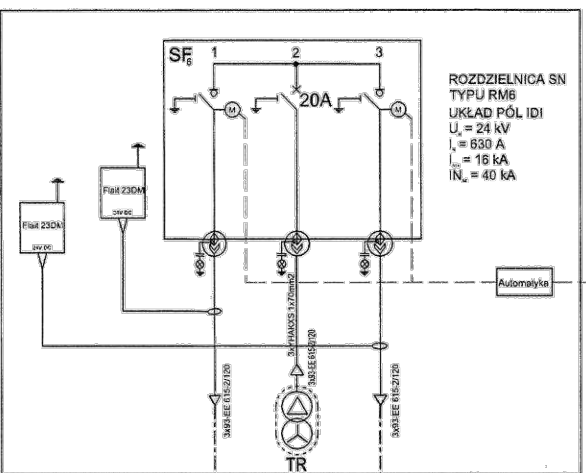
4ZSN
3xXRUHAKXS 12/20kV 120mm2
L=1589 (1665) m

76,2kW
przystanek "Niedźwiednik"
Stacja kontenerowa 2ST



4ZSN
HAKXS 12/20kV 120mm2
L=1589 (1665) m

U₀ < 80V
R₀ < 2,0Ω

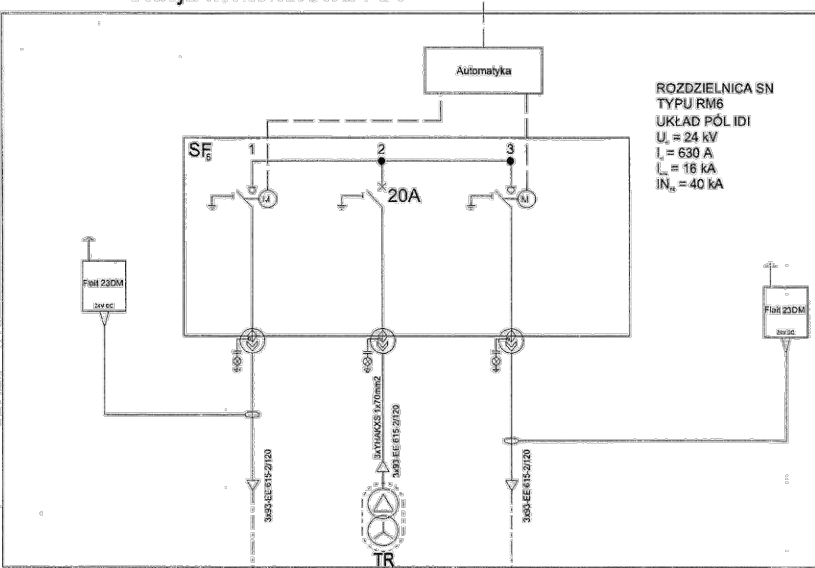


OTK w tomie XIX

ZADANIE 1

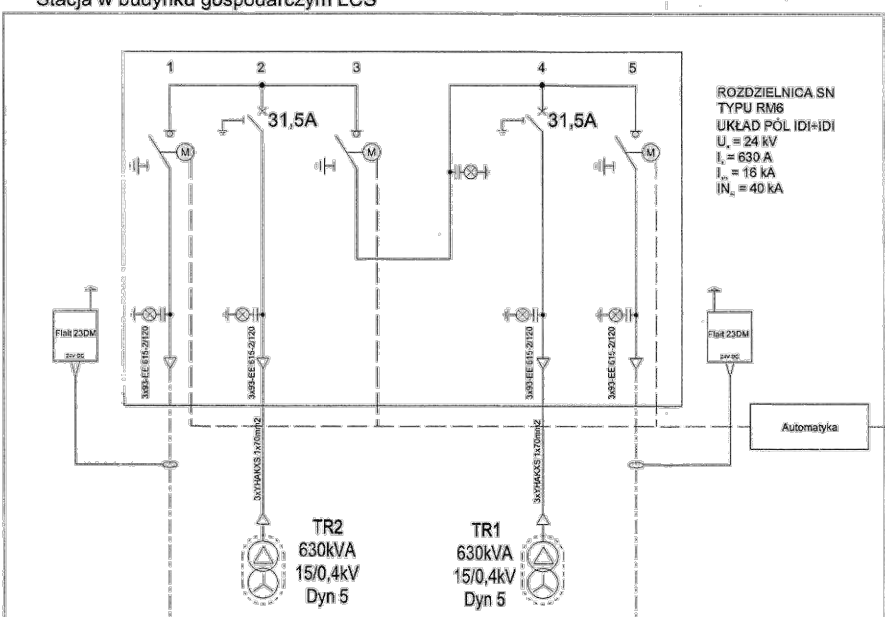
ZADANIE 2

117,3kW
stanek "Port Lotniczy"
cia kontenerowa 7ST



3x mufa kablowa
24kV

LCS i przystanek "Matarnia"
Stacja wewnętrzna 6ST
Stacja w budynku gospodarczym LCS



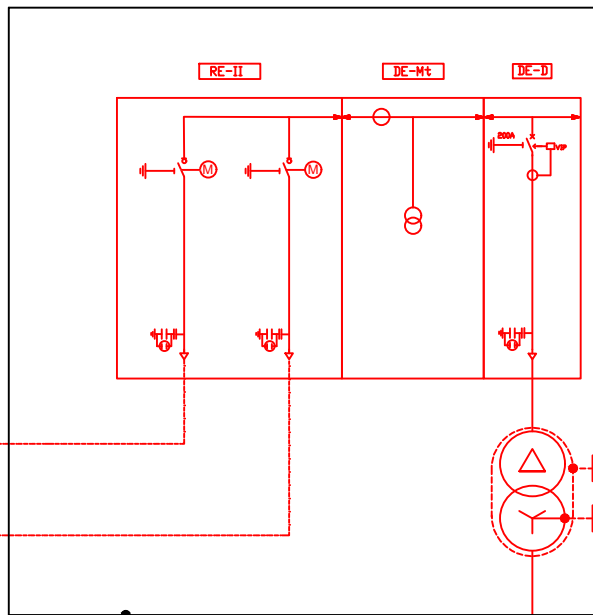
488,9kW

9ZSN
KS 12/20kV 120mm²
=2615 (2737) m

- 3x mufa kablowa

3x XRUHAKXS 12/20kV 120mm²

3x XRUHAKXS 12/20kV 120mm²



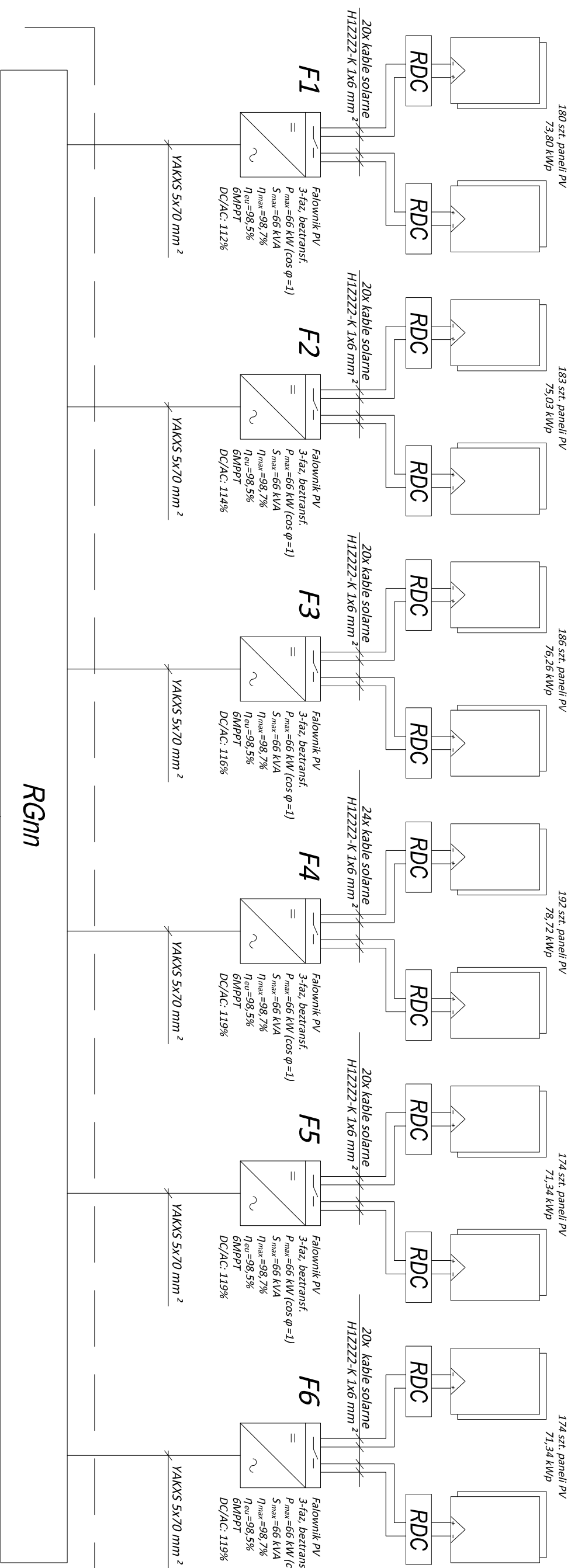
Rozdzielnica SN typu F
układ pół IIMtD
Un=24kV
In=630A
Ik=25 kA 1s, 21 kA 3s
Ip=62,5 kA

TR
630 kVA
15,75 / 0,42 kV
Dyn5

Instalacja fotowoltaiczna

$$R_u < 2,0 \Omega$$

NAZWA PROJEKTU	Budowa gruntowej instalacji fotowoltaicznej o mocy 500 kW przyłączonej do wewnętrznej instalacji elektrycznej PKM stanowiącej infrastrukturę techniczną (linia kolektorów)				
PROJEKT WYKONAWCZĄ	Pomorska Kolej Metropolitalna S.A. ul. Budowlanych 17, 83-208 Gdańsk				
INWESTOR	Woj. Pomorskie, powiat Gdańsk, gmina Gdańsk (miasto) z nr 1381/1, 1381/4 oraz 0205 (Pogięb)				
LOKALIZACJA	D. 22601/1, 1.0025, 1381/1, 1381/4, 0205 (Pogięb) IMIE NAZWIŚKO NR UPRAWNIENIA PODPIS				
TM IV	mgr inż. ALEXANDR NIŁOGOV				
PROJEKTOWAŁ	mgr inż. MARIUSZ KOWAŁSKI				
SPRAWDZIŁ	mgr inż. MARIUSZ KOWAŁSKI				
NAZWA RYSUNKU	Schemat podłączenia instalacji PV do wewnętrznej instalacji PKM				
DATA	29.05.2022	SKALA	-----	NR RYS.	PW-10
					REWIZJA 1/2023



Stacja transformatorowa SN / nn instalacji PV

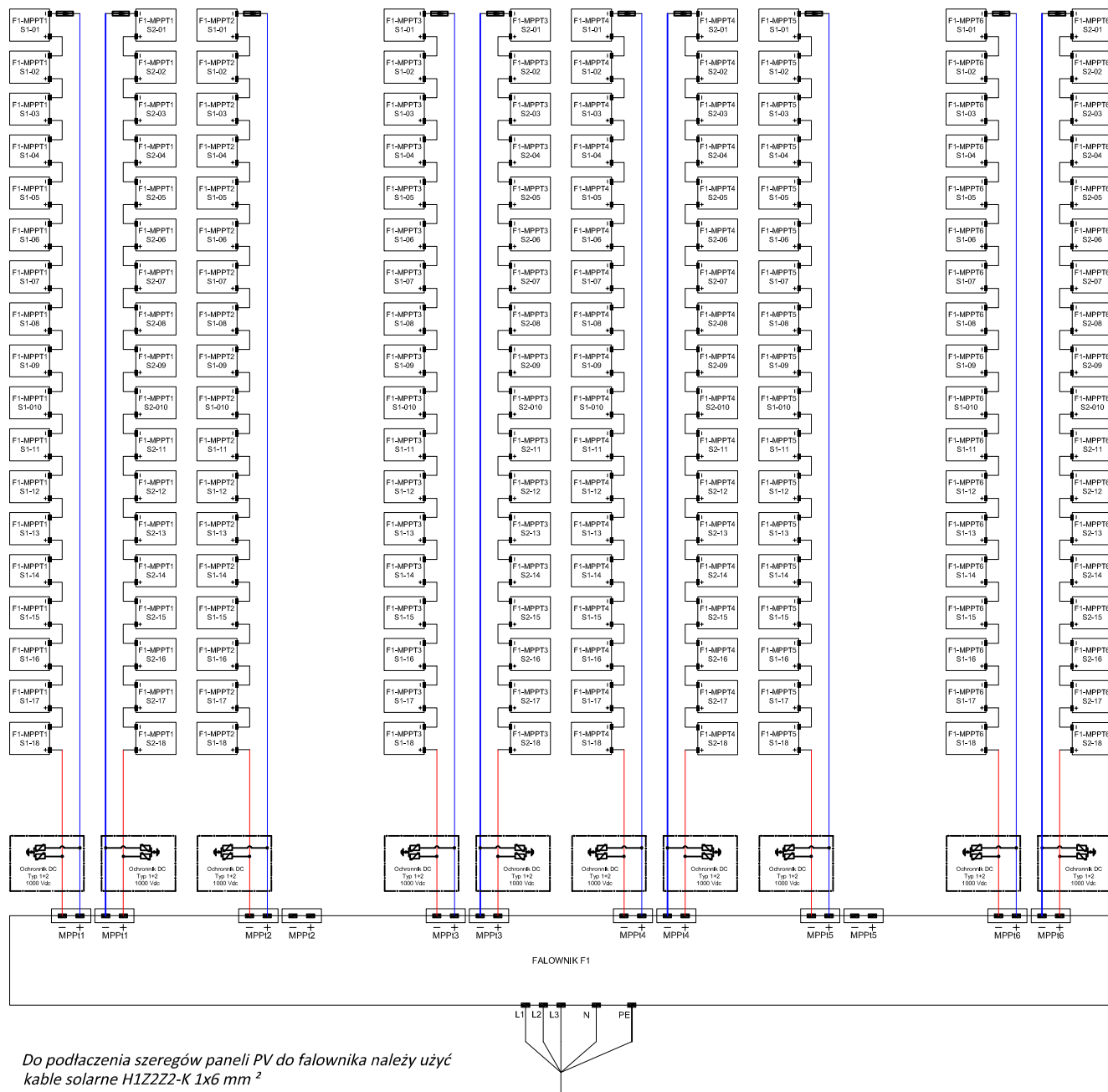
Moduły PV o mocy jednostkowej 410 Wp
1089 szt.

Beztransformatorowy falownik 60 kVA
6 szt.

Stacja 7ST
pole nr 3

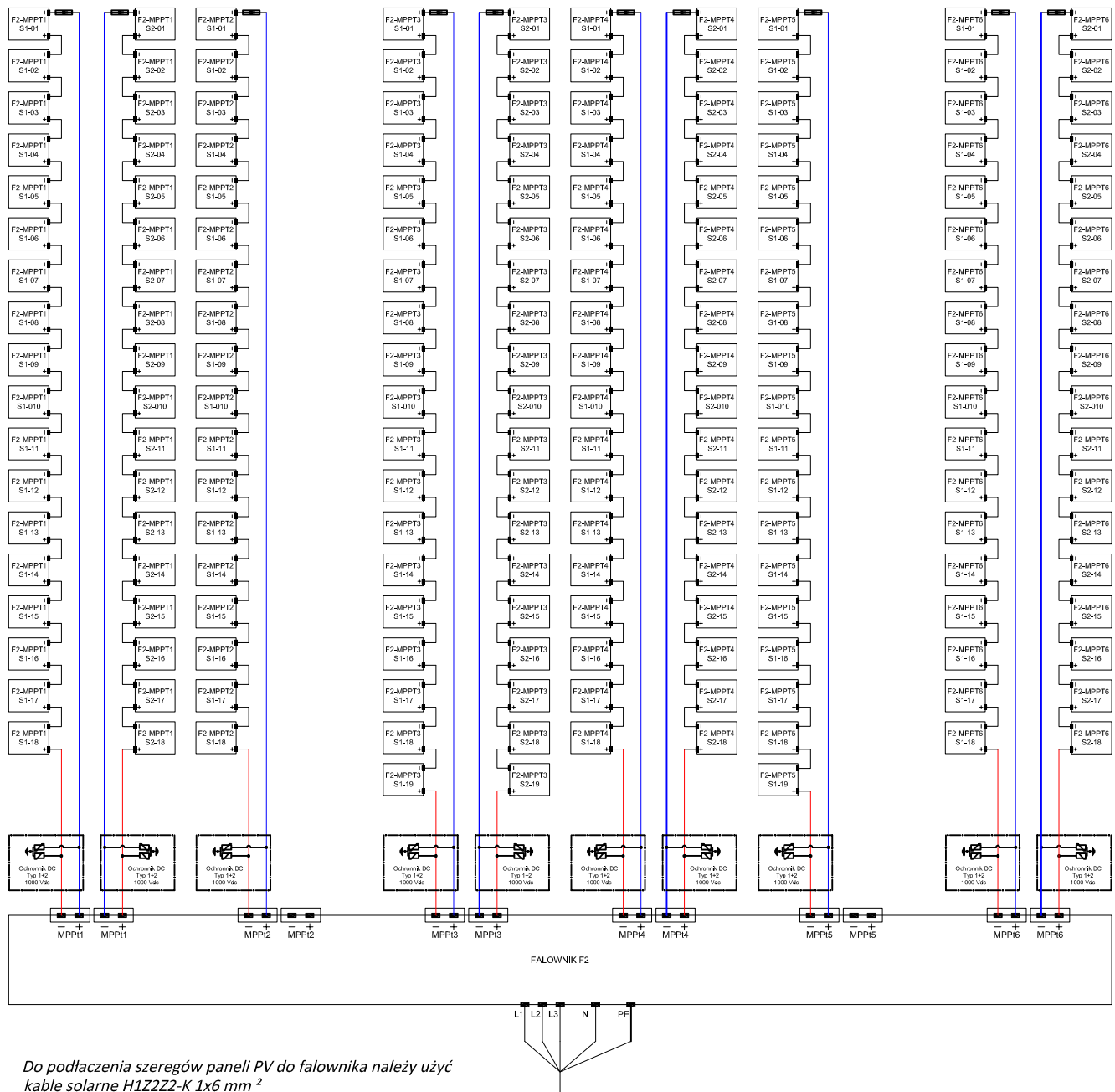
Stacja 6ST
pole nr 1

NAZWA PROJEKTU	Budowa gruntowej instalacji fotowoltaicznej o mocy do 500 kW przyłączonej do wewnętrznej		
PROJEKT WYKONAWCZY	Instalacja elektrycznej PKA stacji transformatorowej infrastruktury technicznej linii kablowej		
INWESTOR	Pomorska Kolej Metropolitalna S.A. ul. Budowlanych 77 80-298 Gdańsk		
LOKALIZACJA	województwo Pomorskie, powiat Gdańsk, gmina Gdańsk (miasto) dz. nr 138/13, 138/14 objętych 0025 (Fotogal) ID: 226101_110025;138/13_226101_110025;138/14		
TOM IV	IMIE NAZWISKO	NR UPRAWNIEN	PODPIS
PROJEKTOWAŁ	mgr inż. ALEXANDR NILOGOV	spec. elektryczna	
SPRAWDZIŁ	mgr inż. MARUSZ KOWALSKI	spec. elektryczna	
NAZWA RYSUNKU	Schemat ideowy instalacji fotowoltaicznej		
DATA	29.05.2022	SKALA	-----
	NR RYS.	PW-11	REWIZJA
			1/2023



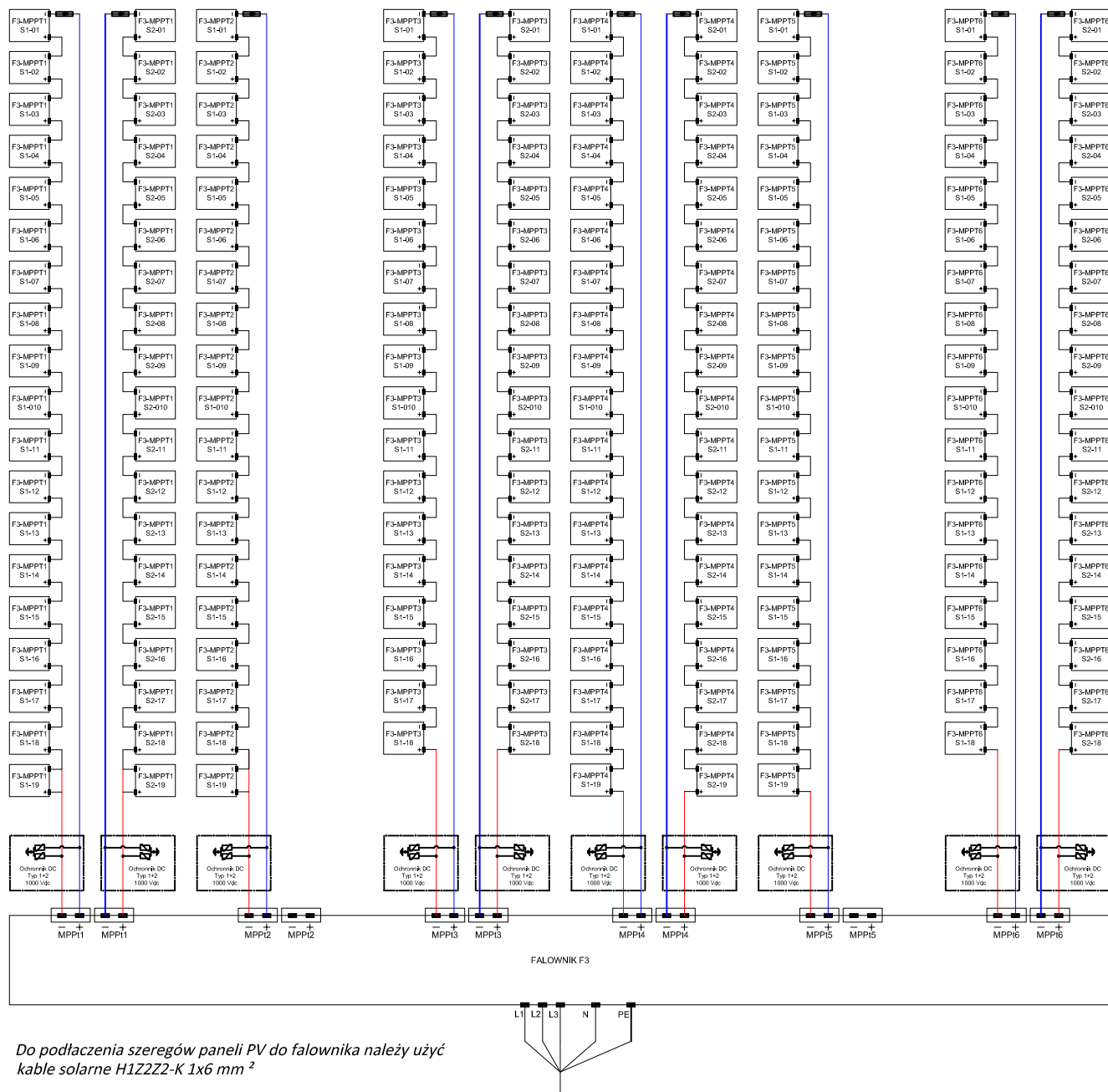
Falownik	MPPT	String	Ilość modułów PV	Długość kabla DC (wartości projektowe)	Parametry elektryczne stringu					Parametry MPPT					Spadek napięcia dU%	
					Pmp_s	Imp_s	Ump_s	Isc_s	Uoc_s	Pmp_m	Imp_m	Ump_m	Isc_m	Uoc_m		
			szt	m	Wp	A	V	A	V	Wp	A	V	A	V	V	%
F1	MPPT1	S1	18	146	7380	13,04	567,00	13,95	671,76	14760	26,08	567,00	27,9	671,76	5,882	1,04%
		S2	18	146	7380	13,04	567,00	13,95	671,76						5,882	1,04%
	MPPT2	S1	18	146	7380	13,04	567,00	13,95	671,76	7380	13,04	567,00	13,95	671,76	5,882	1,04%
		S2	18	119	7380	13,04	567,00	13,95	671,76						4,784	0,84%
	MPPT3	S1	18	119	7380	13,04	567,00	13,95	671,76	14760	26,08	567,00	27,9	671,76	4,784	0,84%
		S2	18	87	7380	13,04	567,00	13,95	671,76						3,516	0,62%
	MPPT4	S1	18	87	7380	13,04	567,00	13,95	671,76	14760	26,08	567,00	27,9	671,76	3,516	0,62%
		S2	18	119	7380	13,04	567,00	13,95	671,76						4,784	0,84%
	MPPT5	S1	18	77	7380	13,04	567,00	13,95	671,76	14760	26,08	567,00	27,9	671,76	3,093	0,55%
		S2	18	77	7380	13,04	567,00	13,95	671,76						3,093	0,55%

NAZWA PROJEKTU	Budowa gruntowej instalacji fotowoltaicznej o mocy do 500 kW przyłączonej do wewnętrznej instalacji elektrycznej PKM stanowiącej infrastrukturę techniczną linii kolejowej		
PROJEKT WYKONAWCZY			
INWESTOR	Pomorska Kolej Metropolitalna S.A. ul. Budowlanych 77, 80-298 Gdańsk		
LOKALIZACJA	wojew. Pomorskie, powiat Gdańsk, gmina Gdańsk (miasto) dz. nr 138/13, 138/14 obręb 0025 (Firoga) ID: 226101_1.0025.138/13, 226101_1.0025.138/14		
TOM IV	IMIĘ NAZWISKO	NR UPRAWNIENI	PODPIS
PROJEKTOWAŁ	mgr inż. ALEXANDR NILOGOV	MAP/0070/PWBE/19 spec. elektryczna	
SPRAWDZIŁ	mgr inż. MARIUSZ KOWALSKI	MAP/0013/PWBE/20 spec. elektryczna	
NAZWA RYSUNKU	Schemat podłączenia modułów PV do falownika F1		71
DATA	29.05.2022	SKALA	-----
		NR RYS.	PW-12
		REWIZJA	1/2023



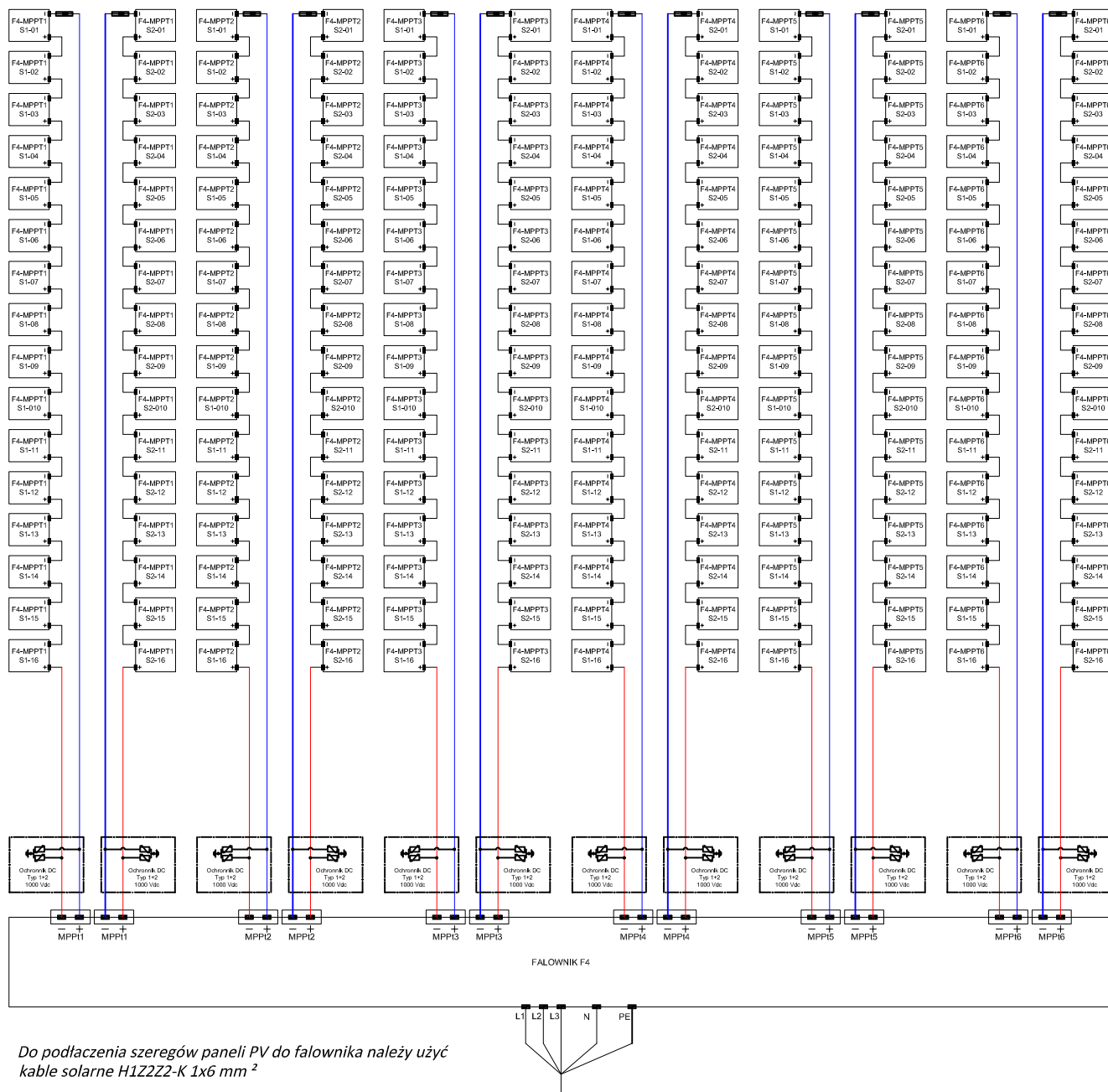
Falownik	MPPT	String	Ilość modułów PV	Długość kabla DC (wartości projektowe)	Parametry elektryczne stringu					Parametry MPPT					Spadek napięcia dU%	
					Pmp_s	Imp_s	Ump_s	Isc_s	Uoc_s	Pmp_m	Imp_m	Ump_m	Isc_m	Uoc_m		
F2	MPPT1	S1	18	150	7380	13,04	567,00	13,95	671,76	14760	26,08	567,00	27,9	671,76	6,052	1,07%
		S2	18	150	7380	13,04	567,00	13,95	671,76						6,052	1,07%
	MPPT2	S1	18	150	7380	13,04	567,00	13,95	671,76	7380	13,04	567,00	13,95	671,76	6,052	1,07%
		S2	18	150	7380	13,04	567,00	13,95	671,76						6,052	1,07%
	MPPT3	S1	19	128	7790	13,04	598,50	13,95	709,08	15580	26,08	598,50	27,9	709,08	5,139	0,86%
		S2	19	128	7790	13,04	598,50	13,95	709,08						5,139	0,86%
	MPPT4	S1	18	94	7380	13,04	567,00	13,95	671,76	14760	26,08	567,00	27,9	671,76	3,770	0,66%
		S2	18	94	7380	13,04	567,00	13,95	671,76						3,770	0,66%
	MPPT5	S1	19	128	7790	13,04	598,50	13,95	709,08	7790	13,04	598,50	13,95	709,08	5,139	0,86%
		S2	19	128	7790	13,04	598,50	13,95	709,08						5,139	0,86%
	MPPT6	S1	18	87	7380	13,04	567,00	13,95	671,76	14760	26,08	567,00	27,9	671,76	3,516	0,62%
		S2	18	87	7380	13,04	567,00	13,95	671,76						3,516	0,62%

NAZWA PROJEKTU	Budowa gruntowej instalacji fotowoltaicznej o mocy do 500 kW przyłączonej do wewnętrznej instalacji elektrycznej PKM stanowiącej infrastrukturę techniczną linii kolejowej		
PROJEKT WYKONAWCZY			
INWESTOR	Pomorska Kolej Metropolitalna S.A. ul. Budowlanych 77, 80-298 Gdańsk		
LOKALIZACJA	województwo Pomorskie, powiat Gdańsk, gmina Gdańsk (miasto) dz. nr 138/13, 138/14 obręb 0025 (Firoga) ID: 226101_1.0025.138/13, 226101_1.0025.138/14		
TOM IV	IMIĘ NAZWISKO	NR UPRAWNIENI	PODPIS
PROJEKTOWAŁ	mgr inż. ALEXANDR NILOGOV	MAP/0070/PWBE/19 spec. elektryczna	
SPRAWDZIŁ	mgr inż. MARIUSZ KOWALSKI	MAP/0013/PWBE/20 spec. elektryczna	
NAZWA RYSUNKU	Schemat podłączenia modułów PV do falownika F2		72
DATA	29.05.2022	SKALA	-----
		NR RYS.	PW-13
		REWIZJA	1/2023



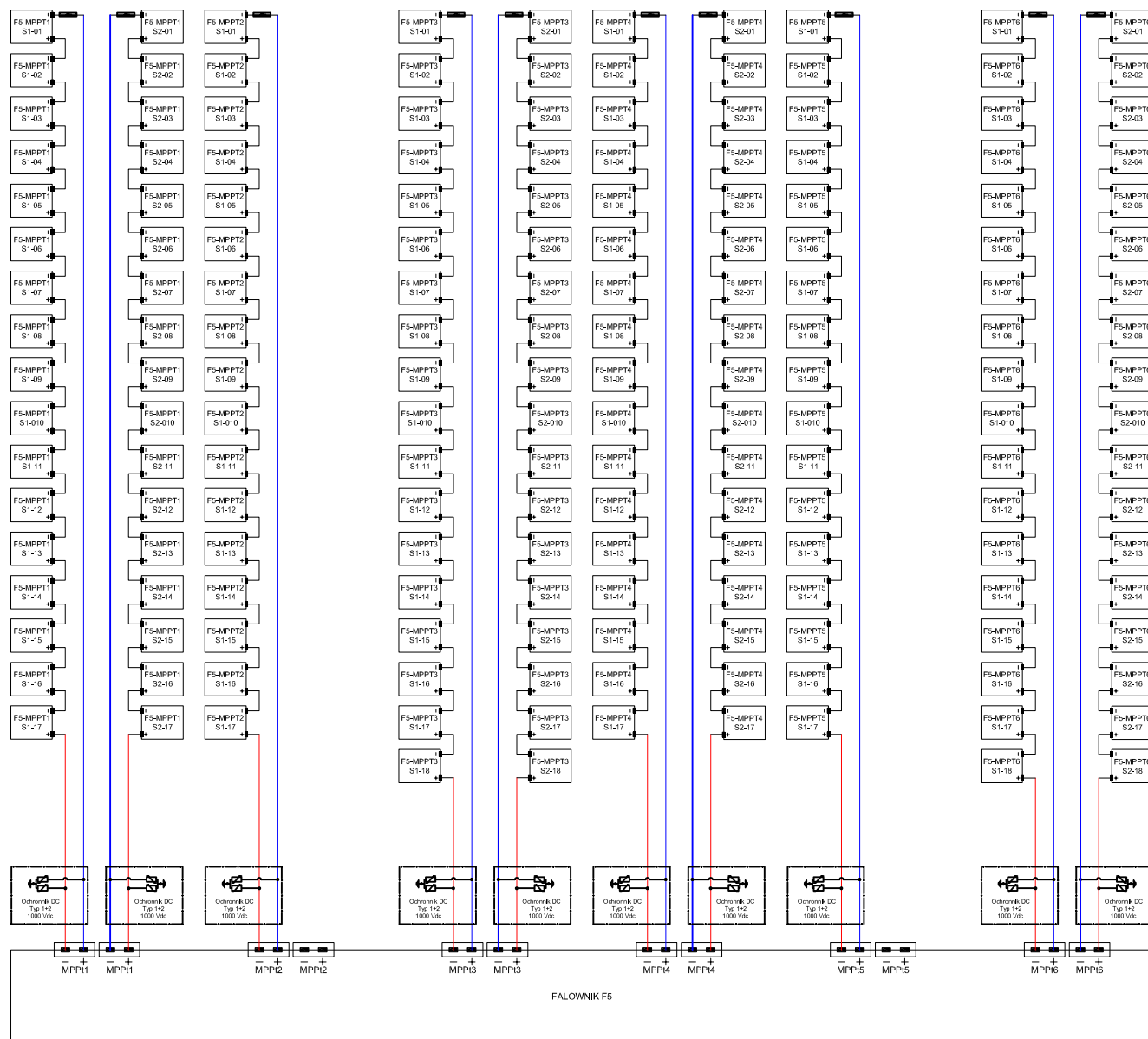
Falownik	MPPT	String	Ilość modułów PV	Długość kabla DC (wartości projektowe)	Parametry elektryczne stringu					Parametry MPPT					Spadek napięcia dU%	
					Pmp_s	Imp_s	Ump_s	Isc_s	Uoc_s	Pmp_m	Imp_m	Ump_m	Isc_m	Uoc_m		
F3	MPPT1	S1	19	153	7790	13,04	598,50	13,95	709,08	15580	26,08	598,50	27,9	709,08	6,153	1,03%
		S2	19	153	7790	13,04	598,50	13,95	709,08						6,153	1,03%
	MPPT2	S1	19	153	7790	13,04	598,50	13,95	709,08	7790	13,04	598,50	13,95	709,08	6,153	1,03%
		S2	18	129	7380	13,04	567,00	13,95	671,76	14760	26,08	567,00	27,9	671,76	5,206	0,92%
	MPPT3	S1	18	129	7380	13,04	567,00	13,95	671,76						5,206	0,92%
		S2	19	100	7790	13,04	598,50	13,95	709,08	15580	26,08	598,50	27,9	709,08	4,040	0,68%
	MPPT4	S1	19	100	7790	13,04	598,50	13,95	709,08						4,040	0,68%
		S2	19	132	7790	13,04	598,50	13,95	709,08	7790	13,04	598,50	13,95	709,08	5,308	0,89%
	MPPT5	S1	18	85	7380	13,04	567,00	13,95	671,76	14760	26,08	567,00	27,9	671,76	3,431	0,61%
		S2	18	85	7380	13,04	567,00	13,95	671,76						3,431	0,61%

NAZWA PROJEKTU	Budowa gruntowej instalacji fotowoltaicznej o mocy do 500 kW przyłączonej do wewnętrznej instalacji elektrycznej PKM stanowiącej infrastrukturę techniczną linii kolejowej		
PROJEKT WYKONAWCZY			
INWESTOR	Pomorska Kolej Metropolitalna S.A. ul. Budowlanych 77, 80-298 Gdańsk		
LOKALIZACJA	województwo Pomorskie, powiat Gdańsk, gmina Gdańsk (miasto) dz. nr 138/13, 138/14 obręb 0025 (Firoga) Id: 226101_1.0025.138/13, 226101_1.0025.138/14		
TOM IV	IMIĘ NAZWISKO	NR UPRAWNIENIEN	PODPIS
PROJEKTOWAŁ	mgr inż. ALEXANDR NILOGOV	MAP/0070/PWBE/19 spec. elektryczna	
SPRAWDZIŁ	mgr inż. MARIUSZ KOWALSKI	MAP/0013/PWBE/20 spec. elektryczna	
NAZWA RYSUNKU	Schemat podłączenia modułów PV do falownika F3		73
DATA	29.05.2022	SKALA	-----
		NR RYS.	PW-14
		REWIZJA	1/2023



Falownik	MPPT	String	Ilość modułów PV	Długość kabla DC (wartości projektowe)	Parametry elektryczne stringu					Parametry MPPT					Spadek napięcia dU%	
					Pmp_s	Imp_s	Ump_s	Isc_s	Uoc_s	Pmp_m	Imp_m	Ump_m	Isc_m	Uoc_m		
			szt	m	Wp	A	V	A	V	Wp	A	V	A	V		
F4	MPPT1	S1	16	145	6560	13,04	504,00	13,95	597,12	13120	26,08	504,00	27,9	597,12	5,849	1,16%
		S2	16	145	6560	13,04	504,00	13,95	597,12						5,849	1,16%
	MPPT2	S1	16	124	6560	13,04	504,00	13,95	597,12	13120	26,08	504,00	27,9	597,12	5,003	0,99%
		S2	16	124	6560	13,04	504,00	13,95	597,12						5,003	0,99%
	MPPT3	S1	16	103	6560	13,04	504,00	13,95	597,12	13120	26,08	504,00	27,9	597,12	4,158	0,83%
		S2	16	103	6560	13,04	504,00	13,95	597,12						4,158	0,83%
	MPPT4	S1	16	145	6560	13,04	504,00	13,95	597,12	13120	26,08	504,00	27,9	597,12	5,849	1,16%
		S2	16	124	6560	13,04	504,00	13,95	597,12						5,003	0,99%
	MPPT5	S1	16	103	6560	13,04	504,00	13,95	597,12	13120	26,08	504,00	27,9	597,12	4,158	0,83%
		S2	16	93	6560	13,04	504,00	13,95	597,12						3,736	0,74%
	MPPT6	S1	16	93	6560	13,04	504,00	13,95	597,12	13120	26,08	504,00	27,9	597,12	3,736	0,74%
		S2	16	93	6560	13,04	504,00	13,95	597,12						3,736	0,74%

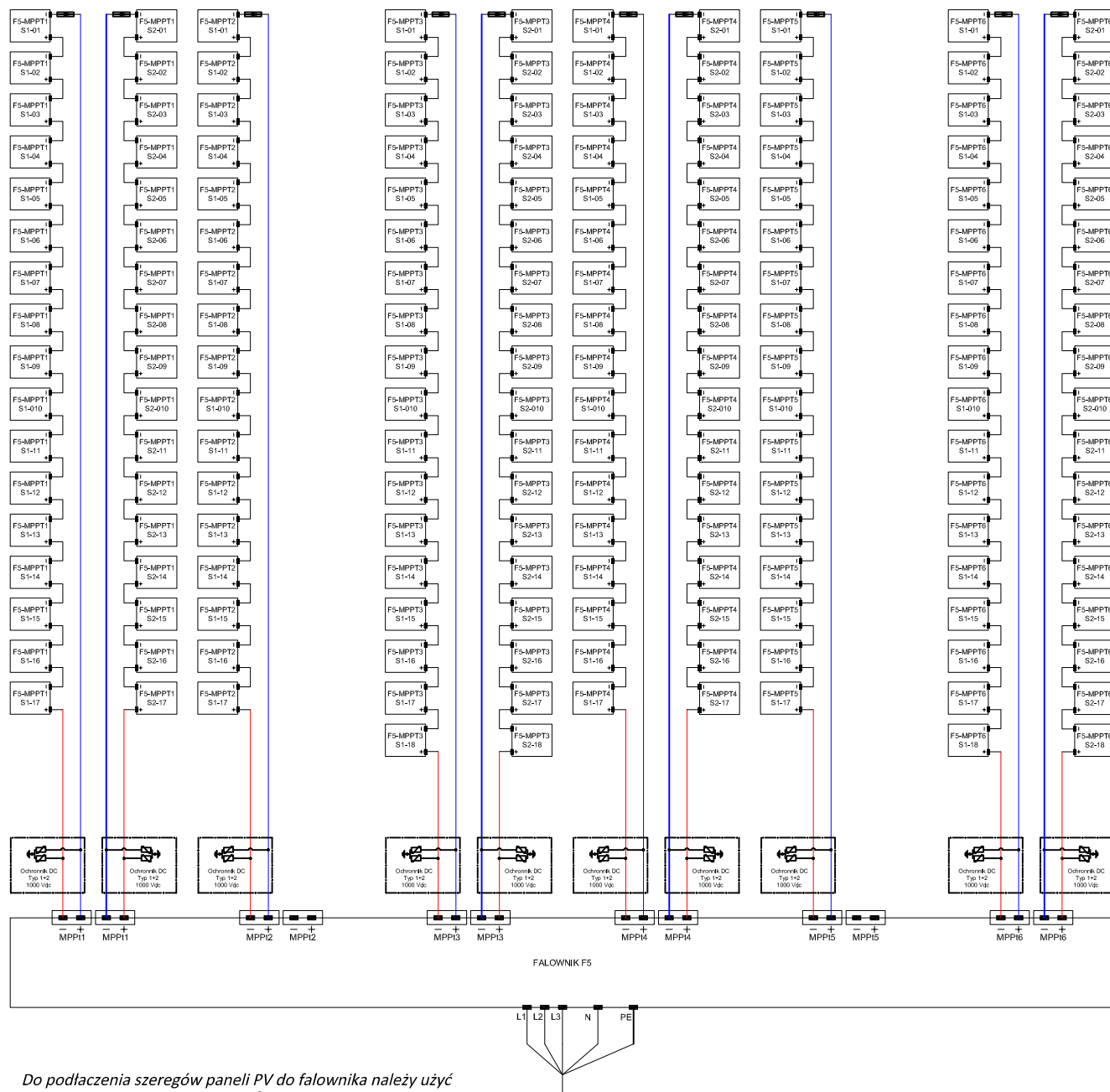
NAZWA PROJEKTU	Budowa gruntowej instalacji fotowoltaicznej o mocy do 500 kW przyłączonej do wewnętrznej instalacji elektrycznej PKM stanowiącej infrastrukturę techniczną linii kolejowej		
PROJEKT WYKONAWCZY			
INWESTOR	Pomorska Kolej Metropolitalna S.A. ul. Budowlanych 77, 80-298 Gdańsk		
LOKALIZACJA	wojew. Pomorskie, powiat Gdańsk, gmina Gdańsk (miasto) dz. nr 138/13, 138/14 obręb 0025 (Firoga) ID: 226101_1.0025.138/13, 226101_1.0025.138/14		
TOM IV	IMIĘ NAZWISKO	NR UPRAWNIENI	PODPIS
PROJEKTOWAŁ	mgr inż. ALEXANDR NILOGOV	MAP/0070/PWBE/19 spec. elektryczna	
SPRAWDZIŁ	mgr inż. MARIUSZ KOWALSKI	MAP/0013/PWBE/20 spec. elektryczna	
NAZWA RYSUNKU	Schemat podłączenia modułów PV do falownika F4		74
DATA	29.05.2022	SKALA	-----
		NR RYS.	PW-15
		REWIZA	1/2023



Do podłączenia szeregów paneli PV do falownika należy użyć
kable solarne H1Z2Z2-K 1x6 mm²

Falownik	MPPT	String	Ilość modułów PV	Długość kabla DC (wartości projektowe)	Parametry elektryczne stringu					Parametry MPPT					Spadek napięcia dU%	
			szt		Pmp_s	Imp_s	Ump_s	Isc_s	Uoc_s	Pmp_m	Imp_m	Ump_m	Isc_m	Uoc_m		
				m	Wp	A	V	A	V	Wp	A	V	A	V	V	%
F5	MPPT1	S1	17	137	6970	13,04	535,50	13,95	634,44	13940	26,08	535,50	27,9	634,44	5,528	1,03%
		S2	17	137	6970	13,04	535,50	13,95	634,44						5,528	1,03%
	MPPT2	S1	17	137	6970	13,04	535,50	13,95	634,44	6970	13,04	535,50	13,95	634,44	5,528	1,03%
		S2	18	119	7380	13,04	567,00	13,95	671,76						4,784	0,84%
	MPPT3	S1	17	89	6970	13,04	535,50	13,95	634,44	13940	26,08	535,50	27,9	634,44	3,584	0,67%
		S2	17	89	6970	13,04	535,50	13,95	634,44						3,584	0,67%
	MPPT4	S1	17	116	6970	13,04	535,50	13,95	634,44	6970	13,04	535,50	13,95	634,44	4,682	0,87%
		S2	18	89	7380	13,04	567,00	13,95	671,76						3,600	0,64%
	MPPT5	S1	17	89	6970	13,04	535,50	13,95	634,44	13940	26,08	535,50	27,9	634,44	3,584	0,67%
		S2	17	89	6970	13,04	535,50	13,95	634,44						3,584	0,67%
	MPPT6	S1	17	137	6970	13,04	535,50	13,95	634,44	13940	26,08	535,50	27,9	634,44	5,528	1,03%
		S2	18	119	7380	13,04	567,00	13,95	671,76						4,784	0,84%

NAZWA PROJEKTU	Budowa gruntowej instalacji fotowoltaicznej o mocy do 500 kW przyłączonej do wewnętrznej instalacji elektrycznej PKM stanowiącej infrastrukturę techniczną linii kolejowej		
PROJEKT WYKONAWCZY			
INWESTOR	Pomorska Kolej Metropolitalna S.A. ul. Budowlanych 77, 80-298 Gdańsk		
LOKALIZACJA	wojew. Pomorskie, powiat Gdańsk, gmina Gdańsk (miasto) dz. nr 138/13, 138/14 obręb 0025 (Firoga) ID: 226101_1.0025.138/13, 226101_1.0025.138/14		
TOM IV	IMIĘ NAZWISKO	NR UPRAWNIENI	PODPIS
PROJEKTOWAŁ	mgr inż. ALEXANDR NILOGOV	MAP/0070/PWBE/19 spec. elektryczna	
SPRAWDZIŁ	mgr inż. MARIUSZ KOWALSKI	MAP/0013/PWBE/20 spec. elektryczna	
NAZWA RYSUNKU	Schemat podłączenia modułów PV do falownika F5		75
DATA	29.05.2022	SKALA	-----
		NR RYS.	PW-16
		REWIZJA	1/2023



Falownik	MPPT	String	Ilość modułów PV	Długość kabla DC (wartości projektowe)	Parametry elektryczne stringu					Parametry MPPT					Spadek napięcia dU%	
			szt		Pmp_s	Imp_s	Ump_s	Isc_s	Uoc_s	Pmp_m	Imp_m	Ump_m	Isc_m	Uoc_m		
				m	Wp	A	V	A	V	Wp	A	V	A	V	V	%
F6	MPPT1	S1	17	137	6970	13,04	535,50	13,95	634,44	13940	26,08	535,50	27,9	634,44	5,528	1,03%
		S2	17	137	6970	13,04	535,50	13,95	634,44						5,528	1,03%
	MPPT2	S1	17	137	6970	13,04	535,50	13,95	634,44	6970	13,04	535,50	13,95	634,44	5,528	1,03%
		S2	18	119	7380	13,04	567,00	13,95	671,76						4,784	0,84%
	MPPT3	S1	17	89	6970	13,04	535,50	13,95	634,44	13940	26,08	535,50	27,9	634,44	3,584	0,67%
		S2	17	89	6970	13,04	535,50	13,95	634,44						3,584	0,67%
	MPPT4	S1	17	116	6970	13,04	535,50	13,95	634,44	6970	13,04	535,50	13,95	634,44	4,682	0,87%
		S2	18	89	7380	13,04	567,00	13,95	671,76						3,600	0,64%
	MPPT5	S1	17	137	6970	13,04	535,50	13,95	634,44	13940	26,08	535,50	27,9	634,44	5,528	1,03%
		S2	18	119	7380	13,04	567,00	13,95	671,76						4,784	0,84%
	MPPT6	S1	17	137	6970	13,04	535,50	13,95	634,44	13940	26,08	535,50	27,9	634,44	5,528	1,03%
		S2	18	119	7380	13,04	567,00	13,95	671,76						4,784	0,84%

NAZWA PROJEKTU	Budowa gruntowej instalacji fotowoltaicznej o mocy do 500 kW przyłączonej do wewnętrznej instalacji elektrycznej PKM stanowiącej infrastrukturę techniczną linii kolejowej		
PROJEKT WYKONAWCZY	ul. Budowlanych 77, 80-298 Gdańsk		
INWESTOR	Pomorska Kolej Metropolitalna S.A.		
LOKALIZACJA	wojew. Pomorskie, powiat Gdańsk, gmina Gdańsk (miasto) dz. nr 138/13, 138/14 obręb 0025 (Firoga) ID: 226101_1.0025.138/13, 226101_1.0025.138/14		
TOM IV	IMIĘ NAZWISKO	NR UPRAWNIENI	PODPIS
PROJEKTOWAŁ	mgr inż. ALEXANDR NILOGOV	MAP/0070/PWBE/19 spec. elektryczna	
SPRAWDZIŁ	mgr inż. MARIUSZ KOWALSKI	MAP/0013/PWBE/20 spec. elektryczna	
NAZWA RYSUNKU	Schemat podłączenia modułów PV do falownika F6		76
DATA	29.05.2022	SKALA	-----
		NR RYS.	PW-17
		REWIZJA	1/2023

Rozdzielnica SN typu RM6
układ pól IIMtD
Un=24kV In=630A
Ik=25 kA 1s, 21 kA 3s
Ip=62,5 kA

3x XRUHAKXS 12/20kV 120mm²
kierunek stacja 7ST pole nr 3

3x XRUHAKXS 12/20kV 120mm²
kierunek stacja 6ST pole nr 1

SCADA
LCS PKM

T2001

Analizator
sieci PM820

Licznik en.el.
brutto

GSM

Moduł kom.
GSM

Sterownik
EAZ

Układ pomiaru
pośredniego

Analizator
sieci ND10

Szafa TT

Kamery
monitoringu wizyjnego

Szafa UPS/CCTV

UPS

3 x YHAKXS 1x70 mm - 12/20 kV

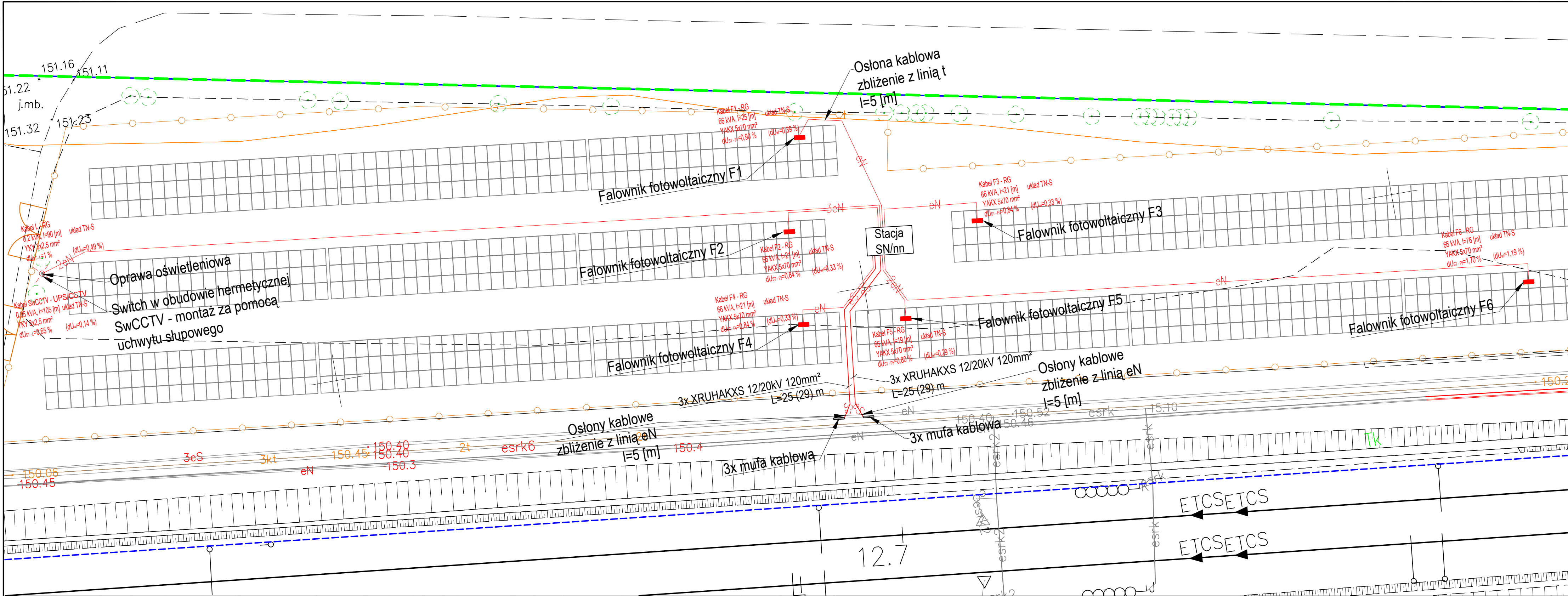
3 x (2 x YKY 1 x 240 mm²)

1 x YKY 240 mm²

Parametry transformatora
Moc 630 kVA
Nap. górne 15,75 kV
Nap. dolne 0,42 kV
Grupa połączeń Dyn5
Uk 6%
Po 800 W
Pk (75° C) 6750 W


UWAGA:
Wszystkie aparaty/zabezpieczenia nn mają posiadać monitoring
stanu, a w szczególności alarm przepalenia wkładki topikowej
poszczególnych rozłączników bezpiecznikowych F oraz aktualne
położenie rozłącznika Q1, przesyłanych do system SCADA PACiS

NAZWA PROJEKTU	Budowa gruntowej instalacji fotowoltaicznej o mocy do 500 kW przyłączonej do wewnętrznej instalacji elektrycznej PKM stanowiącej infrastrukturę techniczną linii kolejowej		
PROJEKT WYKONAWCZY			
INWESTOR	Pomorska Kolej Metropolitalna S.A. ul. Budowlanych 77, 80-296 Gdańsk		
LOKALIZACJA	województwo Pomorskie, powiat Gdańsk, gmina Gdańsk (miasto) dz. nr 138/13, 138/14 obręb 0025 (Firoga) ID: 226101_1.0025.138/13, 226101_1.0025.138/14		
TOM IV	IMIĘ NAZWISKO	NR UPRAWNIEŃ	PODPIS
PROJEKTOWAŁ	mgr inż. ALEXANDR NILOGOV	MAP/0070/PWBE/19 spec. elektryczna	
SPRAWDZIŁ	mgr inż. MARIUSZ KOWALSKI	MAP/0013/PWBE/20 spec. elektryczna	
NAZWA RYSUNKU	Schemat stacji transformatorowej		
DATA	29.05.2022	SKALA	-----
	NR RYS.	PW-18	REWIZJA 3/2023




Trasa	S	cos φ	Napięcie	Po	Io	Linia zasilająca	Izab	zabezp	In	Materiał	Rodzaj izolacji	Sposób ułoż.	przewo dność	Iz	kg	I2kg	L	ΔU	kl2	I2	1,45xI2	I2<In<Iz	I2<1,45xI2	ΔU całkowity
-	kVA	-	[V]	kW	[A]	mm2	[---]	typ	[A]				[S/mm²]	[A]		[A]	[m]	[%]		[A]	[A]	[TAK/NIE]	[TAK/NIE]	[%]
Falownik 1	66,00	0,95	400	62,70	95,26	YAKXS 5x70	125	bezp	125	A	XLPE	D2	36	197	0,75	147,4	25,2	0,39	1,60	200,0	213,8	TAK	TAK	0,90
Falownik 2	66,00	0,95	400	62,70	95,26	YAKXS 5x70	125	bezp	125	A	XLPE	D2	36	197	0,75	147,4	21	0,33	1,60	200,0	213,8	TAK	TAK	0,84
Falownik 3	66,00	0,95	400	62,70	95,26	YAKXS 5x70	125	bezp	125	A	XLPE	D2	36	197	0,75	147,4	21	0,33	1,60	200,0	213,8	TAK	TAK	0,84
Falownik 4	66,00	0,95	400	62,70	95,26	YAKXS 5x70	125	bezp	125	A	XLPE	D2	36	197	0,75	147,4	21	0,33	1,60	200,0	213,8	TAK	TAK	0,84
Falownik 5	66,00	0,95	400	62,70	95,26	YAKXS 5x70	125	bezp	125	A	XLPE	D2	36	197	0,75	147,4	18,9	0,29	1,60	200,0	213,8	TAK	TAK	0,80
Falownik 6	66,00	0,95	400	62,70	95,26	YAKXS 5x70	125	bezp	125	A	XLPE	D2	36	197	0,75	147,4	76,65	1,19	1,60	200,0	213,8	TAK	TAK	1,70
Oprawa	0,20	1,00	230	0,20	0,87	YKY 3x2,5	10	bezp	10	M	PVC	D	56	29	0,75	21,8	90	0,49	1,60	16,0	31,5	TAK	TAK	1,00


LEGENDA




Panele fotowoltaiczne na wolnostojącej konstrukcji montażowej




Kontenerowa stacja transformatorowa




Nowoprojektowane trasy kablowe SN




Nowoprojektowana trasa kablowa nn



Falowniki fotowoltaiczne

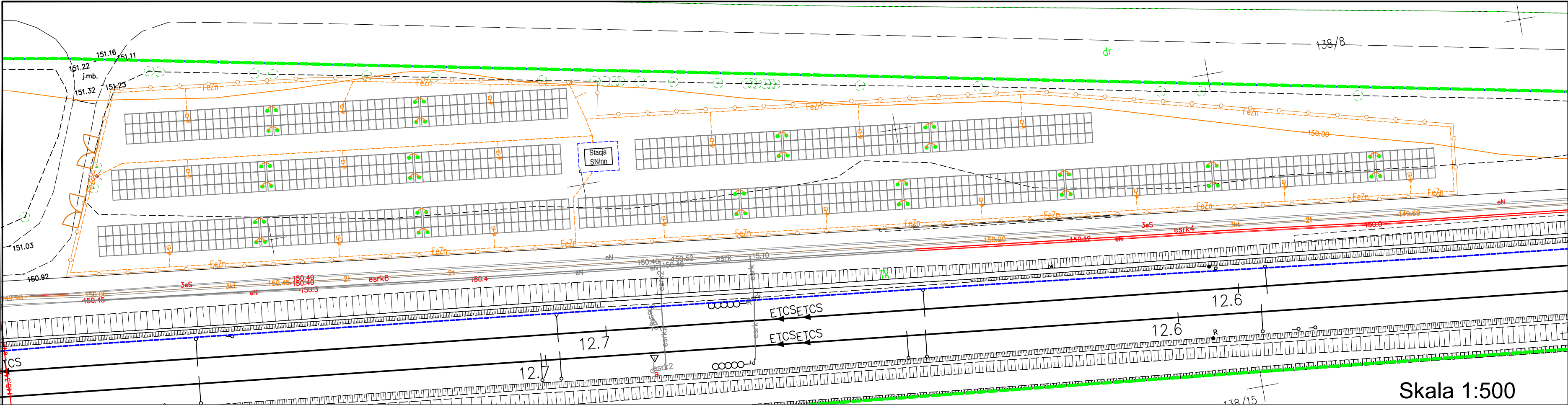


montaż pod panelami fotowoltaicznymi



Słup okrągły o wysokości 4,5 m z oprawą oświetleniową

NAZWA PROJEKTU	Budowa gruntowej instalacji fotowoltaicznej o mocy do 500 kW przyłączonej do wewnętrznej instalacji elektrycznej PKM stanowiącej infrastrukturę techniczną linii kolejowej		
PROJEKT WYKONAWCZY			
INWESTOR	Pomorska Kolej Metropolitalna S.A. ul. Budowlanych 77, 80-298 Gdańsk		
LOKALIZACJA	województwo Pomorskie, powiat Gdańsk, gmina Gdańsk (miasto) dz. nr 138/13, 138/14 obręb 0025 (Firoga) ID: 226101_1.0025.138/13, 226101_1.0025.138/14		
TOM IV	IMIĘ NAZWISKO	NR UPRAWNIENI	PODPIS
PROJEKTOWAŁ	mgr inż. ALEXANDR NILOGOV	MAP/0070/PWBE/19 spec. elektryczna	
SPRAWDZIŁ	mgr inż. MARIUSZ KOWALSKI	MAP/0013/PWBE/20 spec. elektryczna	
NAZWA RYSUNKU	Trasy kablowe instalacji fotowoltaicznej		
DATA	29.05.2022	SKALA	1:250
		NR RYS.	PW-20
		REWIZJA	3/2023



LEGENDA

FeZn

Uziemienie instalacji PV - płaskownik FeZn 30x4 mm

Połączenie ekwipotencjalne - LgY 1x 16 mm²

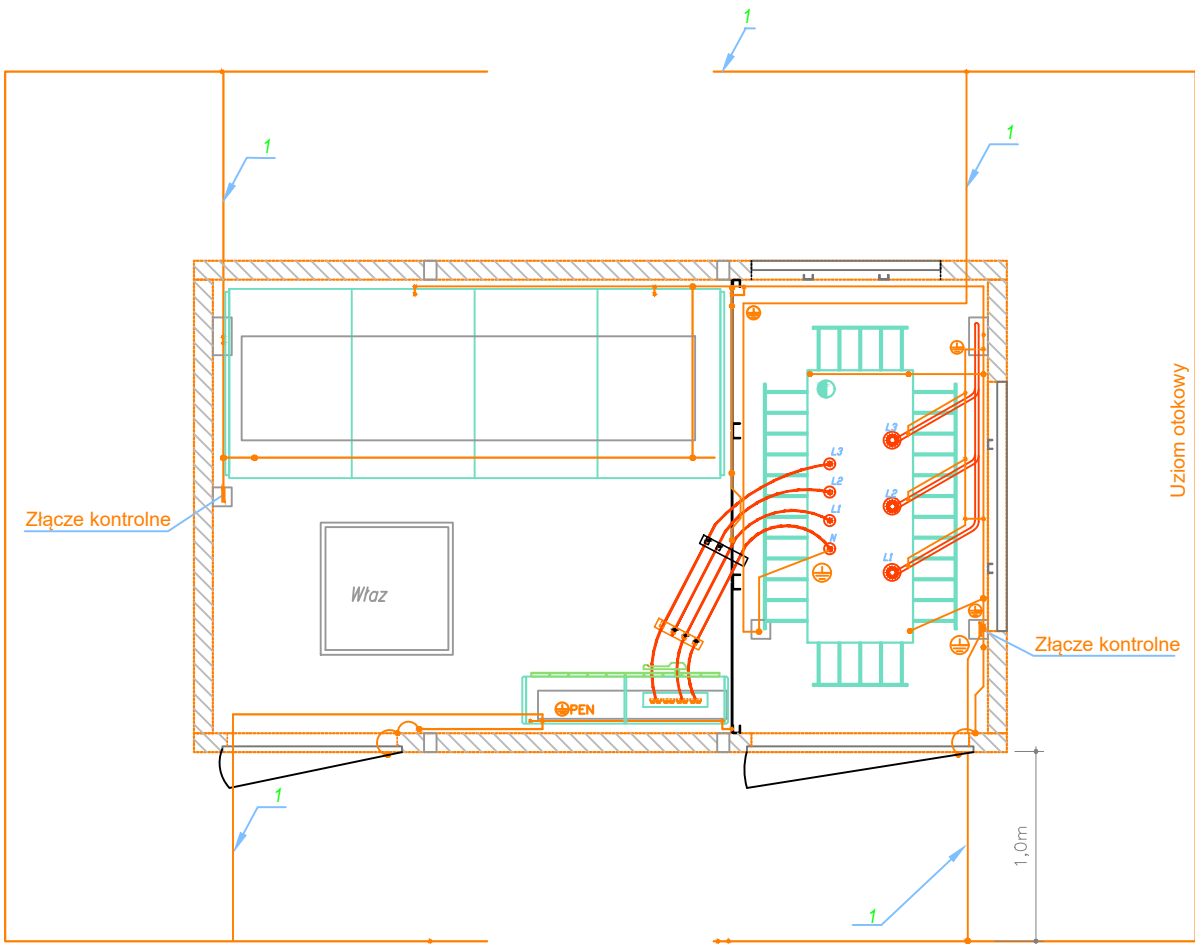
Punkt uziemienia konstrukcji montażowej

UWAGA:

1. Połączenie wyrównawcze ogrodzenie z uziom otokowym wykonać nie rzadziej niż co 20 m

2. Połączenia płaskowników w ziemi wykonać jako połączenie spawane zabezpieczonych przed korozją, nie dopuszcza się zastosowanie złącz skrępanych zabezpieczonego taśmą z tkaniny nasączonej masą impregnującą.

3. Należy zapewnić połączenie ekwipotencjalne przesieli ogrodzenia za pomocą kabla LgY 1x6 mm²



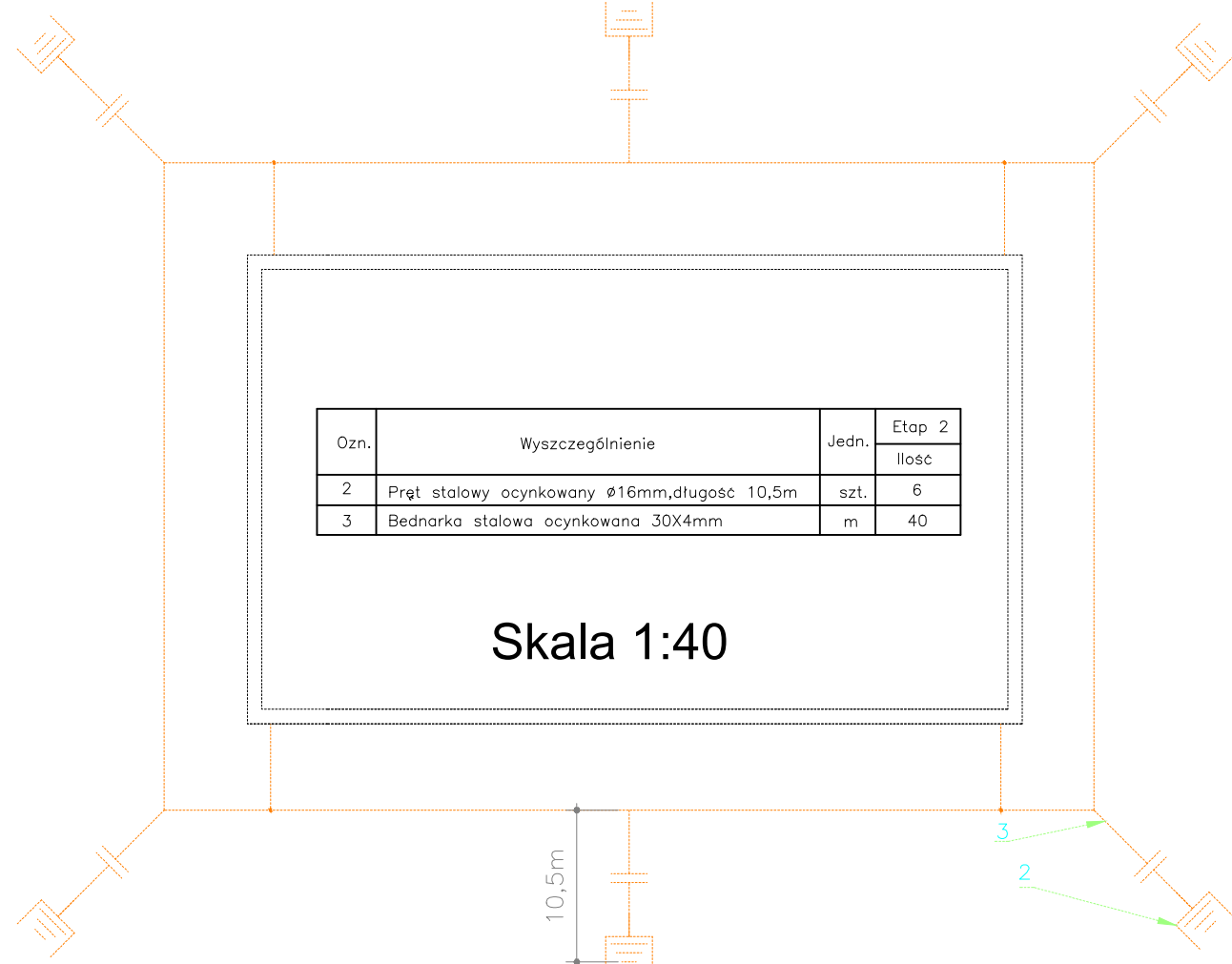
Skala 1:40

Połączenie z uziomem naturalnym istniejącym

Uwagi:

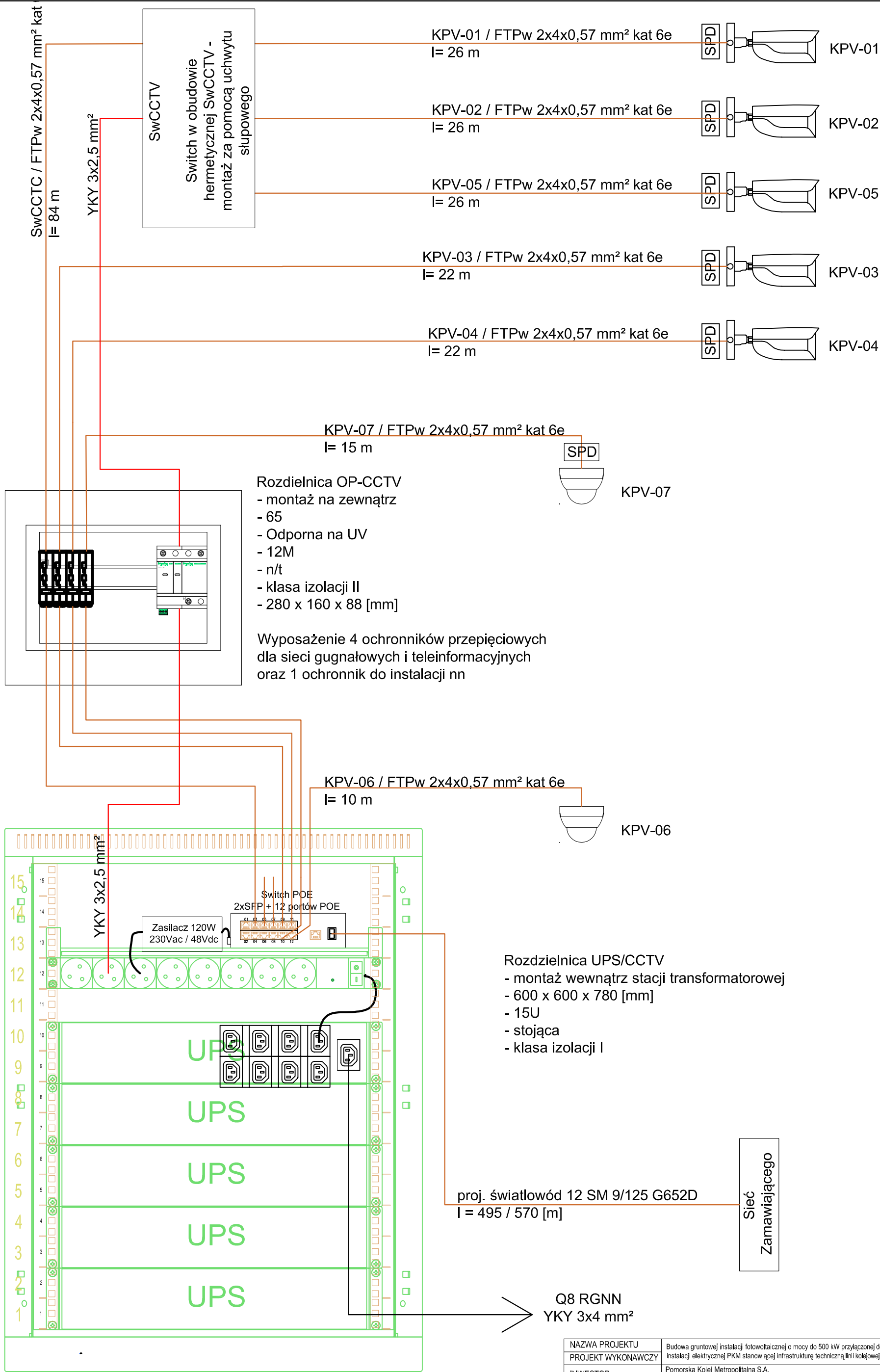
- Bednarkę 30x4 mm uziemienia otokowego ułożyć na głębokości 1 m.
- Bednarkę uziemiającą wewnątrz stacji malować:
–uziemienia roboczego (punktu neutralnego transf.)– kolor niebieski
–uziemienia ochronnego–farba żółta i paski farba zielona
- Uziemienie stacji połączyć z istniejącymi uziomami naturalnymi
- W przypadku zastosowania zacisków izolowanych po stronie nn transformatora uziemienie robocze punktu neutralnego należy zrealizować za pomocą przewodu giętkiego o przekroju jak PEN i doprowadzić do kanału kablowego rozdzielnicy nn a następnie połączyć z oddzielną bednarką uziemiającą połączoną z uziomem otokowym.
- Otworki do podnoszenia fundamentu, po wprowadzeniu połączeń należy je uszczelnić.

Ozn.	Wyszczególnienie	Jedn.	Ilość
1	Bednarka stalowa ocynkowana 30x4mm	m	ok. 70



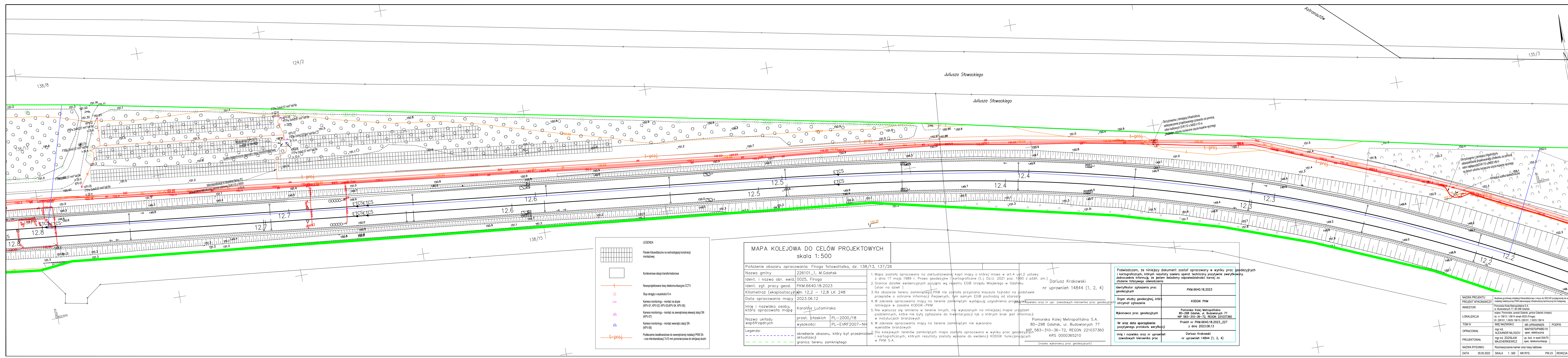
Skala 1:40

NAZWA PROJEKTU		Budowa gruntowej instalacji fotowoltaicznej o mocy do 500 kW przyłączonej do wewnętrznej instalacji elektrycznej PKM stanowiącej infrastrukturę techniczną linii kolejowej			
PROJEKT WYKONAWCZY					
INWESTOR		Pomorska Kolej Metropolitalna S.A. ul. Budowlanych 77, 80-298 Gdańsk			
LOKALIZACJA		wojew. Pomorskie, powiat Gdańsk, gmina Gdańsk (miasto) dz. nr 138/13, 138/14 obręb 0025 (Firoga) ID: 226101_1.0025.138/13, 226101_1.0025.138/14			
TOM IV		IMIĘ NAZWISKO	NR UPRAWNIENI	PODPIS	
PROJEKTOWAŁ		mgr inż. ALEXANDR NILOGOV	MAP/0070/PWBE/19 spec. elektryczna		
SPRAWDZIŁ		mgr inż. MARIUSZ KOWALSKI	MAP/0013/PWBE/20 spec. elektryczna		
NAZWA RYSUNKU		Uziemienie instalacji fotowoltaicznej			
DATA	29.05.2022	SKALA 1:500 1:40	NR RYS.	PW-21	REWIZJA 1/2023



SPD - Ogranicznik przepięć do ochrony sieci LAN

NAZWA PROJEKTU	Budowa gruntowej instalacji fotowoltaicznej o mocy do 500 kW przyłączonej do wewnętrznej instalacji elektrycznej PKM stanowiącej infrastrukturę techniczną linii kolejowej		
PROJEKT WYKONAWCZY			
INWESTOR	Pomorska Kolej Metropolitalna S.A. ul. Budowlanych 77, 80-298 Gdańsk		
LOKALIZACJA	województwo Pomorskie, powiat Gdańsk, gmina Gdańsk (miasto) dz. nr 138/13, 138/14 obręb 0025 (Firoga) ID: 226101_1.0025.138/13, 226101_1.0025.138/14		
TOM IV	IMIĘ NAZWISKO	NR UPRAWNIENI	PODPIS
OPRACOWAŁ	mgr inż. ALEXANDR NILOGOV	MAP/0070/PWBE/19 spec. elektryczna	
PROJEKTOWAŁ	mgr inż. ZDZISŁAW MAJCHERKIEWICZ	up. bud. nr ewid 554/79 spec. telekomunikacja	
NAZWA RYSUNKU	Schemat strukturalny CCTV		81
DATA	29.05.2022	SKALA	1 : 500
	NR RYS.	PW-22	REWIZJA 3/2023



LEGENDA	
	Panele fotowoltaiczne na wolnostojącej konstrukcji montażowej
	Kontenerowa stacja transformatorowa
	Nowoprojektowane trasy telekomunikacyjne CCTV
	Ślup okragły o wysokości 6 m
	Kamera monitoringu - montaż na słupie (KPV-01, KPV-02, KPV-03, KPV-04, KPV-05)
	Kamera monitoringu - montaż na zewnętrznej elewacji stacji SN (KPV-07)
	Kamera monitoringu - montaż wewnętrznej stacji SN (KPV-06)
	Podłączenie światłowodowe do wewnętrznej instalacji PKM SA
	- rura mikrokanalizacyjna 7x10 mm pomarańczowa do słupów studni

MAPA KOLEJOWA DO CELÓW PROJEKTOWYCH
skala 1:500

Położenie obszaru opracowania: Firoga fotowoltaika, dz. 138/13, 137/26	
Nazwa gminy	226101_1, M.Gdańsk
Ident. i nazwa obr. ewid.	0025, Firoga
Ident. zgł. pracy geod.	PKM.6640.18.2023
Kilometraż (eksploatacyjny)	km 12,2 – 12,8 LK 248
Data opracowania mapy	2023.06.12
Imię i nazwisko osoby, która opracowała mapę	Karolina Lutomska
Nazwa układu współrzędnych	prost. płaskich PL-2000/18 wysokości PL-EVRF2007-NH
Legenda:	
	określenie obszaru, który był przedmiotem aktualizacji
	granica terenu zamkniętego

- Mapa została opracowana na zaktualizowanej kopii mapy o której mowa w art.4 ust.2 ustawy z dnia 17 maja 1989 r. Prawo geodezyjne i kartograficzne (t.j. Dz.U. 2021 poz. 1990 z późn. zm.)
- Granice działek ewidencyjnych przyjęto wg rejestru EGB Urzędu Miejskiego w Gdańsku (stan na dzień)
- Na obszarze terenu zamkniętego PKM nie została przyznana klauzula tajności na podstawie przepisów o ochronie informacji niejawnych, tym samym EGB pochodzi od starych istniejących w zasobie KODGIK-PKM
- W zakresie opracowania mapy na terenie zamkniętym występują uzgodnienia projektowe z Zarządem PKM oraz nr upr. zawodowych kierownika prac geodezyjnych
- Nie wyklucza się istnienia w terenie innych, nie wykazanych na niniejszej mapie urządzeń podziemnych, które nie były zgłoszone do inwentaryzacji lub o których brak jest informacji w instytucjach branżowych
- W zakresie opracowania mapy na terenie zamkniętym nie wykonano wywiadów branżowych
- Dla kolejowych terenów zamkniętych mapa została opracowana w wyniku prac geodezyjnych i kartograficznych, których rezultaty zostały wpisane do ewidencji KODGIK funkcjonujących w PKM S.A.

Dariusz Krakowski
nr uprawnień 14844 (1, 2, 4)

Pomorska Kolej Metropolitalna S.A.
80-298 Gdańsk, ul. Budowlanych 77
NIP 583-310-36-72, REGON 221037360
mgr inż. ALEXANDR NIŁOGOV
spec. elektryczna
KRS 0000365210
(nazwa wykonawcy prac geodezyjnych)

Poświadczam, że niniejszy dokument został opracowany w wyniku prac geodezyjnych i kartograficznych, których rezultaty zawiera operat techniczny pozytywnie zweryfikowany. Jednocześnie informuję, że jestem świadomy odpowiedzialności karnej za złożenie fałszywego oświadczenia	
Identyfikator zgłoszenia prac geodezyjnych	PKM.6640.18.2023
Organ służby geodezyjnej, który otrzymał zgłoszenie	KODGIK PKM
Wykonawca prac geodezyjnych	Pomorska Kolej Metropolitalna S.A. 80-298 Gdańsk, ul. Budowlanych 77 NIP 583-310-36-72, REGON 221037360
Nr oraz data sporządzenia pozytywnego protokołu weryfikacji	Protokół nr PKM.6640.18.2023_227 z dnia 2023.06.13
Imię i nazwisko oraz nr uprawnień zawodowych kierownika prac	Dariusz Krakowski nr uprawnień 14844 (1, 2, 4)

NAZWA PROJEKTU	Budowa gruntowej instalacji fotowoltaicznej o mocy do 500 kW przyłączonej do wewnętrznej instalacji elektrycznej PKM stanowiącej infrastrukturę techniczną linii kolejowej		
PROJEKT WYKONAWCY	Pomorska Kolej Metropolitalna S.A. ul. Budowlanych 77, 80-298 Gdańsk		
INWESTOR	Pomorska Kolej Metropolitalna S.A. ul. Budowlanych 77, 80-298 Gdańsk		
LOKALIZACJA	dz. nr 138/13, 138/14 obręb 0025 (Firoga) ID: 226101_1.0025.138/13, 226101_1.0025.138/14		
TOM IV	IMIĘ NAZWISKO	NR UPRAWNIEN	PODPIS
OPRACOWAŁ	mgr inż. ALEXANDR NIŁOGOV	spec. elektryczna	MAJCHERKIEWICZ
PROJEKTOWAŁ	mgr inż. ZDZISŁAW MAJCHERKIEWICZ	up. bud. nr ewid. 55479	spec. telekomunikacja
NAZWA RYSUNKU	Rozmieszczenie kamer oraz trasy trasy kablowe		
DATA	29.05.2022	SKALA	1:500
		NR RYS.	PW-23
			REWIZJA 22023

Data: 30.05.2023

Ochrona odgromowa Analiza ryzyka

utworzona zgodnie z normą europejską:
IEC 62305-2:2006-10

z uwzględnieniem załączników krajowych dla kraju:
PN EN 62305-2:2008

**Raport z zestawieniem zastosowanych środków
do redukcji ryzyka strat piorunowych,
w ramach analizy ryzyka
dla projektu:**

Opis projektu / obiektu:

<i>Nazwa inwestycji</i>	Budowa gruntowej instalacji fotowoltaicznej o mocy do 500 kW przyłączonej do wewnętrznej instalacji elektrycznej PKM stanowiącej infrastrukturę techniczną linii kolejowej
<i>Adres inwestycji</i>	woj. pomorskie, powiat Gdańsk, gmina Gdańsk (miasto) dz. nr 138/13, 138/14 obręb 0025 (Firoga), jedn. ewid. 226101_1 ID: 226101_1.0025.138/13; 226101_1.0025.138/14

Klient / Zleceniodawca:

Pomorska Kolej Metropolitalna S.A.

Budowlanych 77
80-298 Gdańsk
PL

Spis treści

- 1. Skróty**
- 2. Podstawy normatywne**
- 3. Ryzyko i źródło uszkodzeń**
- 4. Informacje o projekcie**
 - 4.1. Wybór ryzyka do uwzględnienia
 - 4.2. Parametry geograficzne i budynku
 - 4.3. Podział obiektu na strefy / strefy ochrony odgromowej
- 5. Linie zasilające**
- 6. Właściwości obiektu**
 - 6.1. Ryzyko pożaru
 - 6.2. Środki podjęte w celu minimallizacji skutków pożaru
 - 6.3. Specjalne zagrożenia w budynku dla zdrowia i życia ludzkiego
 - 6.4. Zewnętrzne ekranowanie przestrzenne
- 7. Analiza ryzyka**
 - 7.1. Ryzyko R1, Utrata życia ludzkiego
 - 7.2. Ryzyko R2, Utrata usługi publicznej
 - 7.3. Ryzyko R4, Utrata wartości ekonomicznej
 - 7.3.1. Parametry do obliczenia rocznych kosztów środków ochrony
 - 7.3.2. Koszt budynku
- 8. Wybór środków ochrony**
- 9. Obowiązek prawny**
- 10. Informacja ogólna**
- 11. Definicja**

1. Skróty

a	Stopa amortyzacji
a _t	Czas amortyzacji
c _a	Roczny koszt zwierząt w strefie budynku, w gotówce
c _b	Wartość strefy w budynku, w gotówce
c _c	Wartość zawartości w strefie, w gotówce
c _s	Wartość systemów w strefie (z ich funkcjami włącznie), w gotówce
c _t	Wartość łączna budynku, w gotówce
C _D ;C _{DJ}	Współczynnik położenia
C _L	Roczny koszt całkowitych strat w przypadku braku środków ochrony
C _{PM}	Roczny koszt wybranych środków ochrony
C _{RL}	Roczny koszt strat resztkowych
EB	Wyrównanie potencjałów w ochronie odgromowej
H	Wysokość obiektu
H _p	Najwyższy punkt obiektu
i	Stopa procentowa
K _{S1}	Współczynnik związany ze skutecznością ekranowania obiektu (zewnątrzny ekran)
K _{S1W}	Wymiar oka siatki ekranu budynku
K _{S2}	Współczynnik skuteczności ekranu wewnątrz budynku (dotyczy wewnętrznego ekranu)
K _{S2W}	Wymiar oka siatki wewnętrznego ekranu budynku
L ₁	Utrata życia ludzkiego w obiekcie
L ₂	Utrata usługi publicznej w obiekcie
L ₃	Utrata usługi publicznej w urządzeniu usługowym
L ₄	Utrata dziedzictwa kulturowego w obiekcie
L	Długość budynku
LEMP	Piorunowy Impuls Elektromagnetyczny
LP	Ochrona odgromowa (składająca się z zewnętrznej ochrony (LPS) i środków ochrony przed LEMP)
LPL	Poziom ochrony odgromowej
LPS	Urządzenie piorunochronne
LPZ	Strefa ochrony odgromowej (strefa, w której określone jest oddziaływanie elektromagnetyczne pioruna)
m	Stopa eksploatacyjna
N _D	Liczba groźnych zdarzeń wskutek wyładowań w obiekt
N _G	Gęstość piorunowych wyładowań doziemnych
P _B	Prawdopodobieństwo fizycznego uszkodzenia obiektu (wyładowania w obiekt)
P _{EB}	Wyrównanie potencjałów w ochronie odgromowej
P _{SPD}	Skoordynowany układ SPD
R	Ryzyko strat
R ₁	Ryzyko utraty życia ludzkiego w obiekcie
R ₂	Ryzyko utraty usługi publicznej w obiekcie
R ₃	Ryzyko utraty dziedzictwa kulturowego w obiekcie
R ₄	Ryzyko utraty wartości materialnej w obiekcie
R _A	Komponent ryzyka (porażenie istot żywych – wyładowania w obiekt)
R _B	Komponent ryzyka (fizyczne uszkodzenie obiektu – wyładowania w obiekt)
R _C	Komponent ryzyka (awaria układu wewnętrznego – wyładowania w obiekt)

R_M	Komponent ryzyka (awaria układu wewnętrznego – wyładowania w pobliżu obiektu)
R_U	Komponent ryzyka (porażenie istot żywych – wyładowania w przyłączone urządzenie usługowe)
R_V	Komponent ryzyka (fizyczne uszkodzenie obiektu – wyładowania w przyłączone urządzenie usługowe)
R_W	Komponent ryzyka (awaria układu wewnętrznego – wyładowania w przyłączone urządzenie usługowe)
R_Z	Komponent ryzyka (awaria układu wewnętrznego – wyładowania w pobliżu urządzenia usługowego)
R_T	Ryzyko dopuszczalne (maksymalna wartość ryzyka, którą można tolerować w obiekcie poddawanych ochronie)
r_f	Współczynnik redukcji strat w zależności od ryzyka pożaru
r_p	Współczynnik redukcji strat dzięki zabezpieczeniom przeciwpożarowym
S_M	Roczne oszczędności
SPD	Urządzenie do ograniczania przepięć
SPM	Środki ochrony przed LEMP (środki redukujące ryzyko uszkodzenia urządzeń elektrycznych i elektronicznych z powodu LEMP - piorunowego impulsu elektromagnetycznego)
t_{ex}	Czas występowania niebezpiecznej atmosfery wybuchowej
W	Szerokość budynku
Z	Strefy w budynku

2. Podstawy normatywne

Norma PN EN 62305 składa się z następujących części:

- PN EN 62305-1:2008 - „Ochrona odgromowa – Część 1: Zasady ogólne“
- PN EN 62305-2:2008 - „Ochrona odgromowa – Część 2: Zarządzanie ryzykiem“
- PN EN 62305-3:2009 - „Ochrona odgromowa – Część 3: Uszkodzenia fizyczne obiektów i zagrożenie życia“
- PN EN 62305-4:2009 - „Ochrona odgromowa – Część 4: Urządzenia elektryczne i elektroniczne w obiektach“

3. Ryzyko i źródło uszkodzeń

Aby uniknąć strat w przypadku trafienia pioruna w obiekt, przewiduje się zastosowanie specyficznych środków ochrony dla danego chronionego obiektu. W normie PN EN 62305-2:2008 opisana jest analiza ryzyka i środki ochrony odpowiednie do występującego zagrożenia w obiekcie. Celem analizy ryzyka jest, aby obliczone istniejące ryzyko ograniczyć do wartości akceptowanej (tolerowanej) R_T przez dobór odpowiednich środków ochrony.

Do określenia spodziewanego ryzyka dla danego obiektu, rozpatruje się dany obiekt bez żadnych środków ochrony (stan istniejący). Ryzyko związane z powstaniem utrat wskutek bezpośredniego / pośredniego trafienia pioruna w obiekt jak również w linie wchodzące do obiektu będzie oznaczane jako R . Skala utrat w ujęciu rocznym jest miarą ryzyka utrat. Rozróżnia się następujące rodzaje ryzyka dla obiektu:

- Ryzyko R_1 : Ryzyko utraty życia ludzkiego;
- Ryzyko R_2 : Ryzyko utraty usługi publicznej;
- Ryzyko R_3 : Ryzyko utraty dziedzictwa kulturowego;

- Ryzyko R_4 : Ryzyko utraty wartości materialnej;

Zależnie od cech budynku mogą być uwzględniane wszystkie ryzyka, jedno lub wybrane. Każde ryzyko jest zdefiniowane co do jego wartości tolerowanej. Aby osiągnąć tolerowany (akceptowany) poziom ryzyka, ustala się optymalny dobór, pod względem technicznym i ekonomicznym, środków ochrony np. zewnętrznej ochrony odgromowej wg PN EN 62305-3:2009 jak również ograniczników przepięć - SPD wg PN EN 62305-4:2009.

Dla dokładnego określenia ryzyka analizuje się każde szczegółowo. Każde ryzyko składa się z sumy komponentów danego ryzyka.

- $R_1 = R_A + R_B + R_C + R_M + R_U + R_V + R_W + R_Z$
- $R_2 = R_B + R_C + R_M + R_V + R_W + R_Z$
- $R_3 = R_B + R_V$
- $R_4 = R_A + R_B + R_C + R_M + R_U + R_V + R_W + R_Z$

Komponenty ryzyka opisują pewne zagrożenie. Każdy komponent ryzyka opisuje pewne zagrożenie i wynikającą z tego możliwość utraty. Utraty związane z oddziaływaniem pioruna definiuje się następująco:

- L1 = utrata życia ludzkiego
- L2 = utrata usługi publicznej;
- L3 = utrata dziedzictwa kulturowego;
- L4 = utrata wartości materialnej;

Komponenty ryzyka są przyporządkowane do możliwych utrat następująco.

Zestaw komponentów ryzyka z uwagi na źródła uszkodzenia.



Źródło S1: Komponenty ryzyka związane z wyładowaniem w obiekt

- R_A Komponent związany z porażeniem istot żywych napięciami dotykowymi i krokowymi w strefach do 3 m na zewnątrz obiektu. Mogą powstawać straty typu L1, a w przypadku obiektów zawierających inwentarz żywy – straty typu L4 z możliwością utraty zwierząt.
- R_B Komponent związany z fizycznym uszkodzeniem obiektu wskutek groźnego iskrzenia i zainicjowania pożaru lub wybuchu, który może również zagrażać środowisku. Powstawać mogą wszystkie typy strat (L1, L2, L3 i L4).
- R_C Komponent związany z awarią wewnętrznego układu, wywołaną przez LEMP. Mogą wystąpić straty typu L2 i L4 we wszystkich przypadkach i typu L1 w przypadku obiektów z ryzykiem wybuchu, szpitali lub innych obiektów, w których awaria wewnętrznych układów

natychmiast zagraża życiu człowieka.

Źródło S2: Komponenty ryzyka związane z wyładowaniem w pobliżu obiektu

- R_M Komponent związany z awarią wewnętrznego układu, wywołaną przez LEMP. Mogą wystąpić straty typu L2 i L4 we wszystkich przypadkach, i typu L1 w przypadku obiektów z ryzykiem wybuchu, szpitali lub innych obiektów, w których awaria wewnętrznych układów natychmiast zagraża życiu człowieka.

Źródło S3: Komponenty ryzyka związane z wyładowaniem w urządzenie usługowe

- R_U Komponent związany z porażeniem istot żywych napięciami dotykowymi wewnątrz obiektu wskutek prądu pioruna wpływającego do linii wchodzącej do obiektu. Mogą powstawać straty typu L1, a w przypadku posiadłości rolniczych – straty typu L4 z możliwością utraty zwierząt.
- R_V Komponent związany z fizycznym uszkodzeniem (pożarem lub wybuchem zainicjowanym groźnym iskrzeniem pomiędzy wewnętrzną instalacją a częściami metalowymi na ogół w punkcie wejścia linii do obiektu) powodowanym przez prąd pioruna przenoszony poprzez wchodzące urządzenia usługowe. Wystąpić mogą wszystkie typy strat (L1, L2, L3 i L4).
- R_W Komponent związany z awarią wewnętrznych układów, wywoływaną przepięciami indukowanymi we wchodzących liniach i przenoszonych do obiektu. Mogą wystąpić straty typu L2 i L4 we wszystkich przypadkach i typu L1 w przypadku obiektów z ryzykiem wybuchu i szpitali lub innych obiektów, w których awaria wewnętrznych układów natychmiast zagraża życiu człowieka.

Źródło S4: Komponenty ryzyka związane z wyładowaniem w pobliżu urządzenia usługowego

- R_Z Komponent związany z awarią wewnętrznych układów, wywoływaną przepięciami indukowanymi we wchodzących liniach i przenoszonych do obiektu. Mogą wystąpić straty typu L2 i L4 we wszystkich przypadkach, wraz z typem L1 – w przypadku obiektów z ryzykiem wybuchu i szpitali lub innych obiektów, w których awaria wewnętrznych układów natychmiast zagraża życiu człowieka.

Analiza poszczególnych komponentów ryzyka, o wysokiej wartości, wskaże na możliwe do zastosowania środki ochrony w celu redukcji wartości tych komponentów.

Bieżąca analiza ryzyka wg PN EN 62305-2:2008 dla projektu Gruntowa instalacja fotowoltaiczna - obiekt Obiekt wskazuje na konieczność zastosowania środków ochrony. Wartość ryzyka dla obiektu została określona i, jeśli to konieczne, muszą być dobrane środki ochrony do redukcji ryzyka. Wynikiem analizy ryzyka jest nie tylko wybór klasy ochrony odgromowej (LPL I, II, III lub IV) lecz szereg środków ochrony łącznie ze środkami do redukcji pola magnetycznego, czyli ochrony przed LEMP.

W rezultacie należy dobrać uzasadnione ekonomicznie środki ochrony, odpowiednie do właściwości istniejącego budynku oraz jego aktualnego wykorzystania.

4. Informacje o projekcie

4.1 Wybór ryzyka do uwzględnienia

Ze względu na rodzaj i wykorzystanie obiektu Obiekt, zostały wybrane i uwzględnione następujące ryzyka:

Ryzyko R_1 : Ryzyko utraty życia ludzkiego;

R_T : 1,00E-05

Ryzyko R₂: Ryzyko utraty usługi publicznej;

R_T: 1,00E-03

Ryzyko R₄: Ryzyko utraty wartości ekonomicznej;

Akceptowane wartości poszczególnych części ryzyka R_T zostały określone. Wartości akceptowane ryzyka dla R₁, R₂, R₃ oraz R₄ zostały podane w normie.

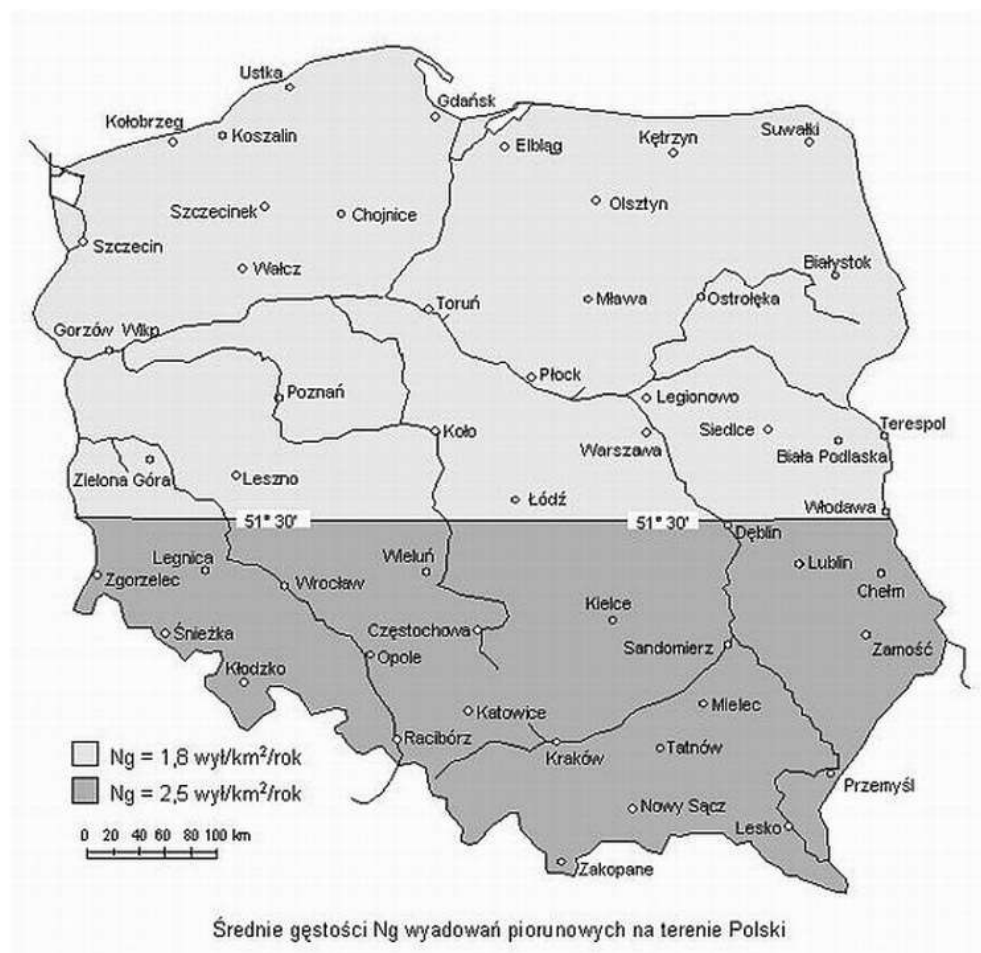
Celem analizy ryzyka jest, aby istniejące ryzyko ograniczyć do wartości akceptowanej (ponoszonej) R_T przez dobór odpowiednich środków ochrony uzasadnionych ekonomicznie, które to ryzyko ograniczą do akceptowanego poziomu.

Celem analizy ryzyka jest, aby istniejące ryzyko ograniczyć do wartości akceptowanej (ponoszonej) R_T przez dobór odpowiednich środków ochrony uzasadnionych ekonomicznie, które to ryzyko ograniczą do akceptowanego poziomu.

4.2 Parametry geograficzne i budynku

Podstawą analizy ryzyka zgodnie z normą PN EN 62305-2:2008 jest gęstość piorunowych wyładowań doziemnych Ng. Określa ona liczbę bezpośrednich wyładowań piorunowych doziemnych na km² na rok [1/rok/km²]. Wartość 1,80 wyładowań piorunowych na km² na rok została określona dla położenia obiektu. Obiekt przy wykorzystaniu mapy gęstości piorunowych wyładowań doziemnych. W rezultacie ze względu na położenie obiektu liczba dni burzowych wynosi 18,00 rocznie.

Informacja o gęstości piorunowych wyładowań doziemnych została pobrana z następującej mapy:



Wymiary budynku decydują o zagrożeniu bezpośrednim uderzeniem pioruna. Powierzchnie zbierania bezpośrednich / pośrednich uderzeń pioruna są określone w oparciu o te wymiary. Obiekt ma następujące wymiary:

L_b	Długość:	220,00 m
W_b	Szerokość:	34,00 m
H_b	Wysokość:	5,00 m
H_{pb}	Najwyższy punkt obiektu (jeśli występuje):	0,00 m

W rezultacie obliczono następujące powierzchnie zbierania:

- wyładowań bezpośrednich: 15 806,00 m²,
- wyładowań pośrednich (obok obiektu): 330 829,00 m².



Środowisko otaczające obiekt jest istotnym czynnikiem określającym liczbę możliwych bezpośrednich / pośrednich uderzeń pioruna. Dla obiektu Obiekt jest ono zdefiniowane następująco:
Względne położenie Cdb: 0,25

Jeśli gęstość piorunowych wyładowań doziemnych odnosi się do wielkości i środowiska obiektu, należy oczekiwać częstości:

- bezpośrednich uderzeń pioruna w obiekt: ND = 0,0071 uderzeń / rok,
- pośrednich uderzeń w obiekt: NM = 0,5884 uderzeń / rok.

4.3 Podział obiektu na strefy / strefy ochrony odgromowej

Obiekt budowlany Obiekt nie został podzielony na strefy ochrony odgromowej/inne strefy.

5. Linie zasilające

Wszystkie linie wchodzące i wychodzące z budynku są uwzględniane w analizie ryzyka. Przewodzące rury nie są uwzględniane jeśli są podłączane do głównej szyny uziemiającej. Jeśli nie są uziemione to należy je uwzględnić w analizie ryzyka (wymagania wyrównania potencjałów!).

W analizie ryzyka dla budynku Obiekt uwzględniono następujące linie:

- Przewód 1
- Przewód 2

5.1 Przewód 1

Ułożenie linii:	Zakopana
Rezystywność gruntu:	500,00
Względne położenie:	Obiekt otoczony wyższymi obiektami lub drzewami

Otoczenie: Podmiejskie (wysokość budynków mniejsza niż 10 m)
Transformator: Urządzenie usługowe z dwuuzwojeniowym transformatorem

Długość linii na zewnątrz budynku wynosi 1 000,00 m.

W oparciu o to określono następujące powierzchnie zbierania dla linii:

- Powierzchnia zbierania wyładowań w linię: 22 025,00 m²
- Powierzchnia zbierania wyładowań trafiających w pobliżu linii: 559 017,00 m²

Napięcie wytrzymywane wyposażenia podłączonego do linii Przewód 1, zostało określone jako $U_w > 4,0$ kV.

Ułożenie przewodów w budynku jako: Kabel nieekranowany - brak trasowania w celu uniknięcia pętli.

5.2 Przewód 2

Ułożenie linii: Zakopana
Rezystywność gruntu: 500,00
Względne położenie: Obiekt otoczony wyższymi obiektami lub drzewami
Otoczenie: Podmiejskie (wysokość budynków mniejsza niż 10 m)
Transformator: Urządzenie usługowe z dwuuzwojeniowym transformatorem

Długość linii na zewnątrz budynku wynosi 1 000,00 m.

W oparciu o to określono następujące powierzchnie zbierania dla linii:

- Powierzchnia zbierania wyładowań w linię: 22 025,00 m²
- Powierzchnia zbierania wyładowań trafiających w pobliżu linii: 559 017,00 m²

Napięcie wytrzymywane wyposażenia podłączonego do linii Przewód 2, zostało określone jako $U_w > 4,0$ kV.

Ułożenie przewodów w budynku jako: Kabel nieekranowany - brak trasowania w celu uniknięcia pętli.

6. Właściwości obiektu

6.1 Ryzyko pożaru

Ryzyko pożaru stanowi ważne kryterium przy określaniu klasy ochrony odgromowej (LPS) dla budynku. Stopniowanie ryzyka pożaru opiera się na wartościach specyficznego obciążenia ogniowego. **Obciążenie ogniowe jest ustalane przez eksperta ochrony p-poż lub definiowane po konsultacji z właścicielem budynku lub jego firmą ubezpieczeniową.** Rozróżnia się następujące kryteria:

- Brak ryzyka pożaru
- Niskie ryzyko pożaru (obiekty o charakterystycznym obciążeniu ogniowym mniejszym niż 400 MJ/m²)

- Zwykłe ryzyko pożaru (obiekty o charakterystycznym obciążeniu ogniowym zawartym między 400 MJ/m² a 800 MJ/m²)
- Wysokie ryzyko pożaru (obiekty o charakterystycznym obciążeniu ogniowym większym niż 800 MJ/m²)
- Wybuch: strefa 2/22
- Wybuch: strefa 1/ 21
- Wybuch: strefa 0/20

Ryzyko pożaru w obiekcie stanowi ważnym czynnikiem determinującym wybór koniecznych środków ochrony. Ryzyko pożaru dla danego obiektu Obiekt określono następująco:

- Wysokie

6.2 Środki podjęte w celu minimalizacji skutków pożaru

Zostały zaznaczone następujące środki ochrony służące do ograniczenia ryzyka pożaru:

- Gaśnice, stałe obsługiwane ręcznie instalacje gaszące, ręczne instalacje alarmowe, hydranty, pomieszczenia ogniodoporne, bezpieczne drogi ewakuacji

6.3 Specjalne zagrożenia w budynku dla zdrowia i życia ludzkiego

Ze względu na liczbę osób, ryzyko paniki dla obiektu Obiekt ustalono na następującym poziomie:

- Brak szczególnego zagrożenia

6.4 Zewnętrzne ekranowanie przestrzenne

Ekranowanie przestrzenne tłumi pole magnetyczne wewnątrz budynku, które występuje przy trafieniach pioruna w budynek lub obok budynku, przez co ogranicza indukowanie przepięć w instalacjach wewnętrznych.

W ten sposób tworzy się sieć połączeń wyrównawczych, w której uwzględnione są wszystkie przewodzące części budynku i systemów wewnętrznych. Zewnętrzne / wewnętrzne ekranowanie przestrzenne jest w niej tylko częścią ekranującej struktury budynku. Należy zwracać uwagę przy wykorzystywaniu pokryć metalowych i innych naturalnych elementów konstrukcyjnych czy spełniają wymagania norm, czy są ze sobą odpowiednio galwanicznie połączone dla stworzenia systemu wyrównywania potencjałów.

Ekranowanie zewnętrzne budynku Obiekt:

- Brak ekranowania

7. Analiza ryzyka

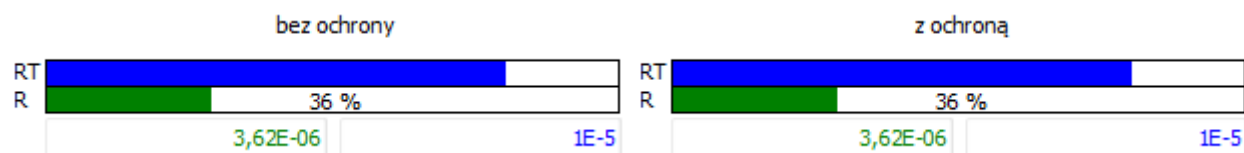
Jak opisano w 4.1, zostały przyjęte następujące ryzyka 7. Niebieski pasek przedstawia wartość tolerowaną (akceptowaną) ryzyka określoną w normie, pasek zielony / czerwony przedstawia wartość bieżącą obliczanego ryzyka.

7.1 Ryzyko R1, Utrata życia ludzkiego

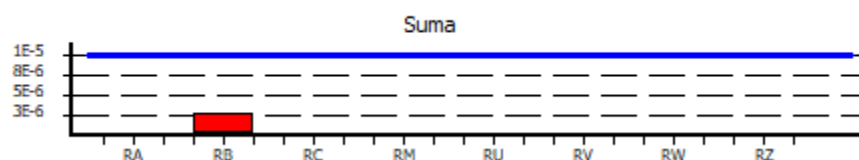
Dla osób na zewnątrz i wewnątrz budynku Obiekt ustalono następujące ryzyko:

Tolerowane Ryzyko R _T :	1,00E-05
Obliczone Ryzyko R1 (brak ochrony):	3,62E-06

Obliczone Ryzyko R1 (bez ochrony): 3,62E-06



Ryzyko utraty życia ludzkiego R1 składa się z następujących komponentów:



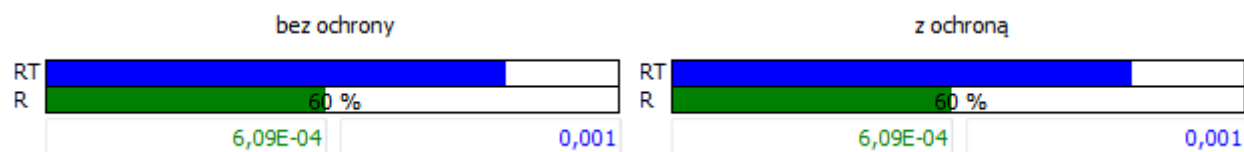
Aby zredukować istniejące ryzyko, stosuje się środki ochrony opisane w 8.

7.2 Ryzyko R2, Utrata usługi publicznej

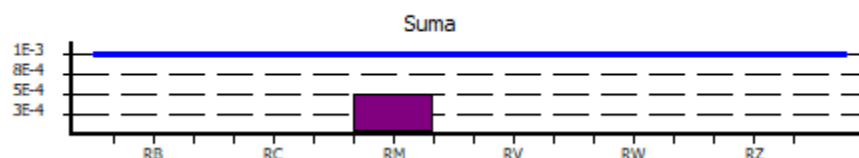
Ryzyko R2, utrata usługi publicznej, dla obiektu Obiekt ustalono następujące ryzyko:

Tolerowane Ryzyko R_T : 1,00E-03
Obliczone Ryzyko R2 (bez ochrony): 6,09E-04

Obliczone Ryzyko R2 (bez ochrony): 6,09E-04



Ryzyko utraty usługi publicznej R2 składa się z następujących komponentów:



Aby zredukować istniejące ryzyko, stosuje się środki ochrony opisane w 8.

7.3 Ryzyko R4, Utrata wartości ekonomicznej

Analizę Ryzyka R4 wykonuje się w celu obniżenia wartości utrat ekonomicznych

- Obiekt (Stan obecny)
- Obiekt (Stan docelowy)

Wynikiem tych obliczeń jest, czy koszt wybranych środków ochrony w odniesieniu do wartości budynku jest uzasadniony ekonomicznie.

7.3.1 Parametry do obliczenia rocznych kosztów środków ochrony

i - Stopa procentowa:	3,00 %
a_t - Czas amortyzacji:	25,00 lat
a - Stopa amortyzacji:	4,00 %
m - Stopa eksploatacyjna:	1,00 %

7.3.2 Koszt budynku

CA – Koszt zwierząt:	0 zł
CB – Koszt budynku:	650 000 zł
CC – Koszt zawartości:	1 000 000 zł
CS – Koszt układów w obiekcie:	0 zł

Jednorazowe koszty środków ochrony: 450 000,00 zł

7.3.3 Oszacowanie ryzyka R4

Całkowity koszt strat z powodu pioruna w przypadku braku środków ochrony wynosi:

C_L 298,32 zł/rok

Koszt strat resztkowych z powodu pioruna w przypadku obecności wybranych środków ochrony wynosi:

C_{RL} 298,32 zł/rok

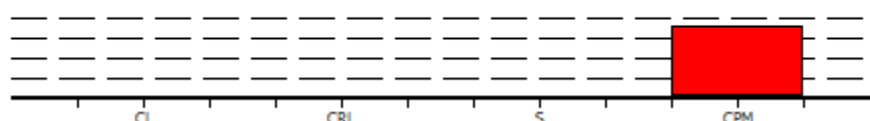
Roczny koszt wybranych środków ochrony w przyjętym okresie amortyzacji 25,00 lat wynosi:

C_{PM} 36 000,00 zł/rok

Roczne oszczędności przy zastosowaniu wybranych środków ochrony wynoszą:

S_M -36 000,00 zł/rok

Zatem zastosowanie wybranych środków ochrony nie jest uzasadnione ekonomicznie.



8. Wybór środków ochrony

Ryzyko zostało zredukowane do akceptowanego poziomu przez dobór następujących środków ochrony.

Ten dobór środków ochrony jest częścią zarządzania ryzykiem dla obiektu Obiekt i jest właściwy tylko w odniesieniu do tego obiektu.

Środki ochrony Z ochroną / stan docelowy:

Powierzchnia	Środki ochrony	Współczynnik
	Wewnętrzna ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym (wyładowanie atmosferyczne w linię zasilającą)	
	Skuteczna ekwipotencjalizacja gruntu	
	Napisy ostrzegawcze	
pu:	<p>W celu sprawdzenia konieczności zastosowania dodatkowej ochrony przepięciowej po stronie DC w pobliżu paneli PV została przeprowadzona dodatkowa analiza ryzyka opisana w normie PN-HD 60364-7-712. Biorąc pod uwagę zaprojektowany sposób podłączenia modułów fotowoltaicznych oraz występujące trasy kablowe DC nie występuje przekroczenie granicznej wartości pętli kabla przy której wymagane byłoby zastosowanie dodatkowej ochrony przepięciowej po stronie DC instalacji fotowoltaicznej w pobliżu modułów PV. Niemniej jednak dla zachowania koordynacji SPD całej instalacji PV w przypadku wystąpienia tras kablowych od modułów PV do falownika powyżej 10m dany kabel należy zabezpieczyć jak po stronie DC falownika fotowoltaicznego tak i przy panelach fotowoltaicznych.</p> <p>Po stronie prądu stałego instalację fotowoltaiczną należy zabezpieczyć środkiem ochrony przepięciowej w postaci ochronnika przepięciowego dedykowanego do instalacji fotowoltaicznej typu 1+2 Un 1000 Vdc. Rozdzielnice RDC z ochronnikami przepięciowymi należy zamontować w pobliżu falowników fotowoltaicznych.</p> <p>W falownikach fabrycznie zainstalowano ochronę przepięciową DC oraz AC typu 2. Ograniczniki typu 1+2 należy zamontować w projektowanej rozdzielnicy RGnn stacji transformatorowej.</p>	0,001

9. Obowiązek prawny

Dane o obiekcie, które przyjmuje się do obliczeń, powinny opierać się na informacji zarządzającego obiektem, właściciela lub właściwych służb lub też powinny być zebrane na miejscu. Zwraca się uwagę, że te dane muszą być jeszcze raz formalnie potwierdzone.

Sposób postępowania przy dokonywaniu obliczeń ryzyka użyty w programie DEHNsupport odpowiada normie PN EN 62305-2:2008.

Zwraca się uwagę, że wszystkie założenia, materiały, odwzorowania, rysunki, wymiary, parametry oraz wyniki nie są prawnie wiążące dla osoby wykonującej analizę ryzyka.

Miejsce, Data

Pieczątka, Podpis

10. Informacja ogólna

10.1 Komponenty zewnętrznej ochrony odgromowej

Elementy LPS powinny wytrzymywać bez uszkodzenia elektromechaniczne skutki prądu pioruna i przewidywalne przypadkowe naprężenia i spełnić wymagania wieloczęściowej normy PN EN 50164-x. Poszczególne arkusze normy dotyczą m.in:

- | | |
|----------------------|---|
| - PN EN 50164-1:2010 | Wymagania dotyczące elementów połączeniowych |
| - PN EN 50164-2:2010 | Wymagania dotyczące przewodów i uziomów |
| - PN EN 50164-3:2007 | Wymagania dotyczące iskierników izolacyjnych |
| - PN EN 50164-4:2009 | Wymagania dotyczące elementów mocujących przewody |
| - PN EN 50164-5:2009 | Wymagania dotyczące uziomowych studzienek kontrolnych i ich uszczelnień |

10.1.1 PN EN 50164-1:2010 Wymagania dotyczące elementów połączeniowych

Wymagania dotyczące metalowych elementów połączeniowych, jak np. złączki, elementy łączące i mostkujące, elementy rozprężane i złącza pomiarowe, zostały zdefiniowane w normie PN EN 50164-1. To oznacza, że projektant/wykonawca musi dobrać elementy urządzenia piorunochronnego do przewidywanego obciążenia (klasa H lub N) w miejscu montażu. Tak np. do zwodu pionowego (przez który płynie 100% prądu pioruna) zastosowana zostanie złączka klasy H (100 kA). Do połączeń wewnątrz siatki zwodów lub elementów uziemiających (gdzie przepływa tylko część prądu piorunowego) dobieramy zaciski klasy N (50 kA).

Spełnienie tych wymogów dla poszczególnych elementów winno być wykazane w drodze badań przeprowadzonych przez producenta.

10.1.2 PN EN 50164-2:2010 Wymagania dotyczące przewodów i uziomów

Dla przewodów, z których wykonywane są zwody i uziomy, norma PN EN 50164-2 stawia konkretne wymagania dotyczące:

- właściwości mechanicznych (wytrzymałości na rozciąganie i wydłużenie),
- właściwości elektrycznych (maksymalna rezystywność)
- badań środowiskowych.

Dla uziomów pionowych oraz prętów uziemiających norma PN EN 50164-2 nakłada wymagania dotyczące doboru materiałów, kształtu i przekroju oraz właściwości mechanicznych i elektrycznych.

Spełnienie wymogów normy stanowi istotną cechę produktu i winno zostać przez producenta zawarte w kartach katalogowych oraz raportach badawczych.

10.1.3 PN EN 50164-3:2007 Wymagania dotyczące iskierników izolacyjnych

Podano wymagania i badania iskierników izolacyjnych (ISG) przeznaczonych do urządzeń piorunochronnych. Iskierniki te mogą być stosowane do pośredniego łączenia urządzenia piorunochronnego z innymi pobliskimi urządzeniami metalowymi, których łączenie bezpośrednie jest niemożliwe ze względów funkcjonalnych

Zgodnie z zapisami normy PN EN 50164-3 iskierniki separacyjne (wszystkie ich elementy konstrukcyjne) muszą być pewne i trwałe oraz bezpieczne w obsłudze dla ludzi i otoczenia.

10.1.4 PN EN 50164-4:2009 Wymagania dotyczące elementów mocujących przewody

Norma PN EN 50164-4 określa wymagania oraz sposób przeprowadzania badań dla metalowych oraz nie metalowych elementów mocujących przewody, które stosuje się w połączeniu z układem zwodów i przewodów odprowadzających.

10.1.5 PN EN 50164-5:2009 Wymagania dotyczące uziomowych studzienek kontrolnych i ich uszczelnień

Wszystkie studzienki rewizyjne oraz przepusty uziemiające winny być tak zaprojektowane i wykonane, aby stanowiły trwały pewny element LPS i nie zagrażały ludziom i otoczeniu.

Norma PN EN 50164-5 lustała wymogi oraz sposób przeprowadzenia badań dla skrzynek rewizyjnych (np. próba obciążeniowa) oraz przepustów (np. próba szczelności).

11. Definicja

Skoordynowany układ SPD

zestaw właściwie dobranych, skoordynowanych i zainstalowanych SPD w celu redukcji awarii układów elektrycznych i elektronicznych

Urządzenie izolujące

urządzenie redukujące przepięcia przewodzone na przejściu między strefami LPZ. Zalicza się do nich m.in. transformatory separacyjne z uziemionym rdzeniem, przewody światłowodowe bez części metalowych lub optoizolacja. Wytrzymałość izolacji takiego urządzenia musi spełniać wymagania samodzielnie lub z pomocą ograniczników przepięć - SPD.

LEMP - piorunowy impuls elektromagnetyczny [en: lightning electromagnetic impulse]

wszystkie elektromagnetyczne skutki oddziaływania prądu pioruna jak sprzężenie galwaniczne, indukcyjne lub pojemnościowe. Obejmuje on udary przewodzone oraz skutki wypromieniowania impulsowego pola elektromagnetycznego.

LP Ochrona odgromowa [en: lightning protection]

kompletny system ochrony budynku, łącznie z ochroną systemów wewnętrznych i zawartości, z ochroną osób przed skutkami oddziaływania wyładowań atmosferycznych. Składa się z LPS i środków ochrony przed LEMP.

LPL - Poziom ochrony odgromowej (I, II, III lub IV) [en: lightning protection level]

Liczba odniesiona do zestawu wartości parametrów prądu pioruna związanych z prawdopodobieństwem, że skojarzone maksymalne i minimalne wartości projektowe nie będą przekroczone w naturalnie występujących piorunach.

LPS - Urządzenie piorunochronne

kompletne urządzenie stosowane do redukcji szkód fizycznych powodowanych wyładowaniami piorunowymi w obiekt

EB – Wyrównanie potencjałów w ochronie odgromowej [en: lightning equipotential bonding]

wyrównanie potencjałów pomiędzy metalowymi częściami LPS, bezpośrednie przewodzące połączenia lub przez ograniczniki przepięć, w celu ograniczania różnic potencjałów przy przepływie prądu piorunowego.

Urządzenie do ograniczania przepięć SPD [en: surge protective device]

urządzenie przeznaczone do ograniczania przepięć przejściowych i do odprowadzania prądów udarowych.

Zawiera przynajmniej jeden element nieliniowy

Węzeł

miejsce w linii dochodzącej do budynku, od którego można pominąć propagację udaru: Przykłady węzłów to: punkt w odgałęzieniu linii elektroenergetycznej przy transformatorze SN/nn, multiplexer lub centrala w linii telekomunikacyjnej lub SPD zainstalowany w linii.

Uszkodzenie fizyczne

uszkodzenie obiektu budowlanego (lub jego zawartości) albo urządzeń usługowych będące skutkiem: mechanicznych, termicznych, chemicznych i wybuchowych oddziaływań piorunowych.

Porażenie istot żywych

porażenia, łącznie z utratą życia ludzi lub zwierząt, wskutek napięć dotykowych i krokowych, wywołanych przez piorun.

R - Ryzyko strat

wartość prawdopodobnej średniej rocznej straty (ludzi i dóbr), wskutek oddziaływania pioruna, w stosunku do całkowitej wartości (ludzi i dóbr) obiektu poddawanego ochronie.

ZS - Strefa w budynku

część obiektu o jednorodnych własnościach, gdy tylko jeden zestaw parametrów jest angażowany do oszacowania komponentu ryzyka.

LPZ - Strefa ochrony odgromowej [en: lightning protection zone]

strefa, dla której określono piorunowe środowisko elektromagnetyczne. Granice strefy LPZ niekoniecznie muszą być granicami fizycznymi obiektów (np. ścianami, podłogą i sufitem).

Ekran magnetyczny

osłona metalowa, ażurowa lub ciągła, otaczająca chroniony obiekt lub jego część, stosowana w celu zredukowania skutków awarii układów elektrycznych i elektronicznych.

Kabel piorunochronny

kabel specjalny o zwiększonej wytrzymałości elektrycznej, którego metalowa powłoka pozostaje w ciągłym kontakcie z gruntem albo bezpośrednio, albo za pomocą osłony przewodzącej z tworzywa sztucznego

Piorunochronny kanał kablowy

kanał kablowy o małej rezystywności w kontakcie z gruntem (np. zbrojony beton z wzajemnie połączonym zbrojeniem ze stali konstrukcyjnej lub kanał metalowy)

Pierścień światłowodowy

