



Niniejszy projekt budowlany został zatwierdzony
w decyzji Prezydenta Miasta Jaworzna

Nr. 691/2018
z dnia 21.12.2018 r.

Energetyka Solarna Ensol Sp. z o.o.
47-400 Racibórz
ul. Piaskowa 11

URZĄD MIASTSKI
W JAWORZNIE
Biuro
Urbanistyk i Architektury

PROJEKT BUDOWLANY

TEMAT: BUDOWA FARMY FOTOWOLTAICZNEJ O ŁĄCZNEJ
MOCY 4,202 MW WRAZ Z INWERTERAMI, STACJAMI
TRANSFORMATOROWYMI, ROZDZIELNIĄ SN,
PRZYŁĄCZEM ELEKTROENERGETYCZNYM I
OGRODZENIEM NA DZIAŁKACH NR EW. 2/3, 21/20, 21/25,
21/21, 21/9, 21/10, 21/18, 21/15, 21/29, 21/12, 21/13, 14/59,
21/14, 21/33, 21/30 OBRĘB 277 JAWORZNO

Kategoria obiektu budowlanego XXVI

ADRES 43-600 Jaworzno, ul. Sportowa
INWESTYCJI: Nr działki 2/3, 21/20, 21/25, 21/21, 21/9, 21/10, 21/18, 21/15,
21/29, 21/12, 21/13, 14/59, 21/14, 21/33, 21/30
OBRĘB 277 JAWORZNO

INWESTOR: TAURON WYTWARZANIE S.A.
ul. Promienna 51
43-603 Jaworzno

Branża Instalacje elektryczne

PROJEKTOWAŁ: mgr inż. JERZY TOCZYŃSKI
NR UPR: UAN.V.8388/105/90

SPRAWDZIŁ: mgr inż. JAROSŁAW ZARĘBSKI
NR UPR: LOD/0940/POOE/08

Jaworzno
Listopad 2018 r.

Spis treści

I. PROJEKT ZAGOSPODAROWANIA DZIAŁKI LUB TERENU	4
1. PRZEDMIOT OPRACOWANIA	5
2. PODSTAWA OPRACOWANIA	5
3. STAN ISTNIEJĄCY ZAGOSPODAROWANIA TERENU	5
4. PROJEKTOWANE ZAGOSPODAROWANIA TERENU	6
5. OKREŚLENIE OBSZARU ODDZIAŁYWANIA OBIEKTU	10
II. PROJEKT ARCHITEKTONICZNO – BUDOWLANY	13
Branża elektryczna.....	13
O Ś W I A D C Z E N I E	14
UPRAWNIENIA PROJEKTANTA.....	15
UPRAWNIENIA SPRAWDZAJĄCEGO.....	18
1. Przedmiot opracowania	21
2. Podstawa opracowania.....	21
3. Zakres opracowania	21
4. Przyłączenie do sieci 20 kV	21
5. Pomiar rozliczeniowy energii elektrycznej.....	27
6. Uziemienia robocze i ochrona elementów instalacji SN.....	27
7. Instalacja fotowoltaiczna.....	28
7.1. Moduły fotowoltaiczne	23
7.2. Inwertery	24
7.3. Obliczenia strony DC.....	27
8. Rozdzielnice nN inwerterów	43
9. Ochrona przeciwporażeniowa	44
10. Ochrona przeciwprzepięciowa.....	44
11. Ochrona odgromowa	45
12. Prowadzenie linii kablowych	45
13. Obliczenia strony AC	46
13.1. Stacje transformatorowe.....	46
13.2. Dobór kabli SN 20 kV	49
13.3. Obliczenia wartości prądów znamionowych zabezpieczeń, prądów zwarciovych i spadków	49
napięć strony AC	49
14. Wymagania BHP i ppoż.....	66
15. Ogrodzenie terenu.....	67
16. Oświetlenie i monitoring wizyjny.....	68
17. Monitoring pracy farmy fotowoltaicznej.....	68
18. Uwagi końcowe.....	68
Informacja dotycząca bezpieczeństwa i ochrony zdrowia	70
III. PROJEKT ARCHITEKTONICZNO – BUDOWLANY	85
Branża konstrukcyjna.....	85
1. Podstawa opracowania	86
1.1. Przedmiot opracowania	86
1.2. Podstawa opracowania	86
1.3. Ustawy i normy.....	86
1.4. Założenia ogólne	86
2. Uwagi ogólne.....	87
Klauzula o równorzędności materiałów	88
Przepisy związane – ustawy i normy	89

RYSUNKI	
PZP-1 - Plan zagospodarowania terenu - plan instalacji fotowoltaicznej	12
Rys. E-1 – Schemat ideowy farmy PV	91
Rys. E-2 - Schemat instalacji strony AC	92
Rys. E-3 - Schemat generatora pola I - strona AC	93
Rys. E-4 - Schemat generatora pola II - strona AC	94
Rys. E-5 - Schemat generatora pola III - strona AC	95
Rys. E-6 - Schemat generatora pola IV - strona AC	96
Rys. E-7 - Schemat generatora pola I strona DC – inwertery 1-12	97
Rys. E-8.1.- Schemat generatora pola II strona DC – inwertery 1-12	98
Rys. E-8.2.- Schemat generatora pola II strona DC – inwertery 13-14	99
Rys. E-9.1.- Schemat generatora pola III strona DC – inwertery 1-14	100
Rys. E-9.2.- Schemat generatora pola III strona DC – inwertery 15-17	101
Rys. E-10.1.- Schemat generatora pola IV strona DC – inwertery 1-18	102
Rys. E-10.2.- Schemat generatora pola IV strona DC – inwerter 19	103
Rys. E-11 Plan instalacji fotowoltaicznej - szczegóły pole I	104
Rys. E-12 Plan instalacji fotowoltaicznej - szczegóły pole II	105
Rys. E-13 Plan instalacji fotowoltaicznej - szczegóły pole III	106
Rys. E-14 Plan instalacji fotowoltaicznej - szczegóły pole IV	107
Rys. K-1.- Szczegóły konstrukcji	108
ZAŁĄCZNIKI	
Symulacja	109

I. PROJEKT ZAGOSPODAROWANIA DZIAŁKI LUB TERENU

1. PRZEDMIOT OPRACOWANIA

Przedmiotem opracowania jest projekt zagospodarowania terenu dla budowy instalacji fotowoltaicznej o mocy:

- zainstalowanej 4095,36 kWp,
- wyjściowej maksymalnej 4202 kW,
- wyjściowej nominalnej 3804 kW,

posadowionej na gruncie działka nr ewid. 2/3, 21/20, 21/25, 21/21, 21/9, 21/10, 21/18, 21/15, 21/29, 21/12, 21/13, 14/59, 21/14, 21/33, 21/30 OBRĘB 277 JAWORZNO, w Jaworznie przy ul. Sportowej.

Budowa farmy fotowoltaicznej ma na celu gospodarcze wykorzystanie terenu po zlikwidowanej Elektrowni Jaworzno I.

2. PODSTAWA OPRACOWANIA

- Zlecenie Zamawiającego,
- Decyzja o środowiskowych uwarunkowaniach nr. KS-SR.6220.16.2018 z dnia 29 sierpnia 2018r. w Jaworznie,
- Pismo znak: UA-ZP.6724.3.4.2018 z dnia 15 luty 2018 od Urzędu Miejskiego w Jaworznie - dotyczące ustaleń miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego
- Ustalenia miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego „Centrum” zatwierdzonego Uchwałą XXXII/437/2009 Rady Miejskiej w Jaworznie z dnia 28 kwietnia 2009 r. (Dz. Urz. Woj. Śląskiego Nr 122 z dnia 13 lipca 2009 r., poz. 2578)
- Ustalenia miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego „Za Rogatką” zatwierdzonego Uchwałą Nr XLIX/681/2010 Rady Miejskiej w Jaworznie z dnia 28 października 2010 r. (Dz. Urz. Woj. Śl. Z 20 stycznia 2011 r. Nr 17 poz. 304)
- Uchwała Nr IV/17/2015 Rady Miejskiej w Jaworznie z dnia 29 stycznia 2015 r.,
- Obowiązujące normy i przepisy,
- Uzgodnienia z Zamawiającym,
- Wizja lokalna.

3. STAN ISTNIEJĄCY ZAGOSPODAROWANIA TERENU

Cały teren, na którym planowana jest inwestycja to obszar zlikwidowanej Elektrowni Jaworzno I Obecnie na tym terenie znajdują się pozostałości jej fundamentów. Do obiektu możliwy będzie dojazd od ulicy Jana Pawła II, Krakowskiej i Sportowej.

Planowane przedsięwzięcie położone jest w granicach obowiązywania miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego:

„Centrum” w Jaworznie zatwierdzonego Uchwałą nr XXXII/437/2009 Rady Miejskiej w Jaworznie z dnia 28 kwietnia 2009 r. (Dz. Urz. Woj. śl. Nr 122 poz. 2578 z 13 lipca 2009 r.),

„Za Rogatką” w Jaworznie zatwierdzonego Uchwałą nr XLIX/681/2010 Rady Miejskiej w Jaworznie z dnia 28 października 2010 r. (Dz. Urz. Woj. śl. Nr 17 poz. 304 z 20 stycznia 2011 r.).

Lokalizacja planowanego przedsięwzięcia obejmuje tereny, na których zgodnie z ww. miejscowymi planami zagospodarowania przestrzennego dopuszczone są urządzenia i sieci infrastruktury technicznej.

Zgodnie z aktualną linią orzecznictwa instalacja fotowoltaiczna stanowi urządzenie infrastruktury technicznej (Wyrok Naczelnego Sądu Administracyjnego z dnia 27 września 2017 r. II OSK 158/16).

W granicach terenu inwestycji oraz w bezpośrednim sąsiedztwie nie występują obszary i obiekty podlegające ochronie w myśl przepisów ustawy o ochronie przyrody. Teren inwestycji leży poza granicami ustanowionych obszarów NATURA 2000, nie jest chroniony ze względu na występowanie roślin lub zwierząt chronionych. Realizacja planowanego przedsięwzięcia nie będzie miała negatywnych skutków dla obszaru Natura 2000 — Łąki w Jaworznie, ponieważ z uwagi na jego położenie w znacznej odległości od dzielnicy Jaworzna — Ciężkowice-Górka, gdzie występują łąki trzęślicowe z rzędu Molinietalia w mozaice z łąkami rajgrasowymi i zbiorowiskami szuwarowymi, brak jest racjonalnych wątpliwości co do wystąpienia tych skutków.

4. PROJEKTOWANE ZAGOSPODAROWANIA TERENU

Planowane przedsięwzięcie polega na budowie farmy fotowoltaicznej wraz z infrastrukturą towarzyszącą o łącznej mocy ok. 4,2 MW.

Budowa instalacji jest zadaniem mającym na celu gospodarcze wykorzystanie terenu po zlikwidowanej Elektrowni Jaworzno 1 w kierunku energii odnawialnej. Farma fotowoltaiczna ma służyć bezpośredniej konwersji energii promieniowania słonecznego na energię elektryczną, a następnie wprowadzenie jej do ogólnokrajowej sieci energetycznej.

Inwestycja realizowana będzie w Jaworznie na terenie pomiędzy ulicami Jana Pawła II i Sportową na terenie działek o numerach: 21120, 21/25, 21/21, 21/9, 21/10, 21/18, 21/15, 21129, 21/12, 21/13, 14/57, 14159, 21/14, 21/33 w obr. 277.

Powyższe działki są podzielone drogami publicznymi i wewnętrznymi na cztery obszary. Pierwszą grupę stanowią działki: 21/21, 21/09, 21/10, drugą 21/20, 21/25, 21/18, trzecią 21/29, 14159, 21/13, 21112, 14/57, 21/14, 21/15, czwartą natomiast 21/33. Wszystkie wspomniane grupy lokalizacji składać się będą

na jedną instalację fotowoltaiczną podpiętą do tego samego punktu przyłączenia - istniejącej stacji transformatorowej WN/SN.

Orientacyjna powierzchnia terenu związanego z realizacją projektowanej inwestycji wynosi ok. 7,2 ha. Cały teren, na którym planowana jest inwestycja, to obszar zlikwidowanej Elektrowni Jaworzno I Obecnie na tym terenie znajdują się pozostałości jej fundamentów.

Do obiektu możliwy będzie dojazd od ulicy Jana Pawła II, Krakowskiej i Sportowej.

Głównymi elementami układu farmy fotowoltaicznej będą:

- falowniki (inwertery),
- panele fotowoltaiczne,
- drogi przejazdowe wewnętrzne,
- infrastruktura naziemna i podziemna (konstrukcje do montażu paneli fotowoltaicznych, linie kablowe energetyczno-światłowodowe),
- przyłącza elektroenergetyczne,
- rozdzielnice elektryczne i transformatory,
- inne niezbędne elementy infrastruktury związane z budową i eksploatacją ogniw fotowoltaicznych, w tym ogrodzenie, oświetleniem monitoring wizyjny i drogi wewnętrzne.

Inwestycja zakłada zamontowanie 11 376 paneli o jednostkowej mocy panelu 0,36 kW.

Biorąc pod uwagę cztery obszary, na których będzie zlokalizowana farma fotowoltaiczna, planowany jest następujący podział:

Działki z grupy 1: 1776 szt. paneli o łącznej mocy 639,36 kWp

Działki z grupy 2: 2672 szt. paneli o łącznej mocy 961,92 kWp

Działki z grupy 3: 3216 szt. paneli o łącznej mocy 1157,76 kWp

Działki z grupy 4: 3712 szt. paneli o łącznej mocy 1336,32 kWp

Powierzchnia zabudowy wg PN-ISO 9836:1997:

Działki z grupy 1	
Projektowana powierzchnia zabudowy – Farma fotowoltaiczna	3322 m ²
Działki z grupy 2	
Projektowana powierzchnia zabudowy – Farma fotowoltaiczna	4997 m ²
Działki z grupy 3	

Projektowana powierzchnia zabudowy – Farma fotowoltaiczna	6014 m ²
Działki z grupy 4	
Projektowana powierzchnia zabudowy – Farma fotowoltaiczna	6942 m ²
Ogółem :	21275 m ²

Powierzchnia terenu do przekształcenia w wyniku realizacji przedsięwzięcia liczona wg §3 ust. 1 pkt 52 lit.b oraz §3 ust. 2 pkt 3 Rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2010 r. (Dz.U. Nr 213 poz. 1397):

Powierzchnia terenu do przekształcenia w wyniku realizacji przedsięwzięcia	
Farma fotowoltaiczna	[m ²]
Pole 1	8.117
Pole 2	11.872
Pole 3	14.780
Pole 4	16.721
Linie kablowa nN	185
Linie kablowa SN	39
Stacja TRFO WN/SN	12
Stacja TRAFO SN/NN	60
ŁĄCZNIE	51.786

Łącznie powierzchnia liczona wg §3 ust. 1 pkt 52 lit. b oraz §3 ust. 2 pkt 3 Rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2010 r. (Dz.U. Nr 213 poz. 1397) w wyniku realizacji przedsięwzięcia: **51.786 m²**.

Ilość paneli fotowoltaicznych:

Pole 1 – 1776 szt.

Pole 2 – 2672 szt.

Pole 3 – 3216 szt.

Pole 4 – 3712 szt.

Łącznie 11376 szt. paneli fotowoltaicznych o łącznej mocy 4065,36 kWp.

Wysokość zestawów modułów fotowoltaicznych max. do 2,99 m.

Odwodnienie dróg i placów manewrowych, jak i projektowanej instalacji fotowoltaicznej – powierzchniowo na tereny zielone w obrębie oczyszczalni ścieków. Wody powierzchniowe z powierzchni utwardzonych i dachu z instalacją fotowoltaiczną odpływać będą powierzchniowo w tereny zielone. Wody powierzchniowe będą wchłaniane przez grunt.

Teren działek nie znajduje się w obrębie parków narodowych, rezerwatów przyrody i parków krajobrazowych oraz nie podlega ochronie na podstawie planu zagospodarowania przestrzennego.

Teren, na którym będzie realizowana inwestycja, nie znajduje się w granicach terenu górniczego i nie podlega wpływom eksploatacji górniczej.

Instalacja fotowoltaiczna jest działaniem proekologicznym, które w trakcie realizacji jak i użytkowania nie stwarza zagrożeń dla środowiska jak i właścicieli działek sąsiednich.

Zaopatrzenie w wodę, sposób odprowadzania ścieków socjalno – bytowych – nie wymaga określenia.

Zaopatrzenie na energię elektryczną – inwestycja nie wymaga zewnętrznego zasilania.

Gospodarowanie odpadami – w przypadku powstania odpadów, ich wytwórca zobowiązany jest do postępowania z wytworzonymi odpadami zgodnie z zasadami określonymi w treści ustawy z dnia 14 grudnia 2012r. o odpadach (tj. Dz.U. z 2013r., poz.21).

Odprowadzenie wód opadowych – powierzchniowe. Inwestycja nie będzie powodować zmiany naturalnego spływu wód.

Miejsca składowania materiałów i urządzeń będą znajdować się na terenie objętym przekształceniem w wyniku realizacji przedsięwzięcia.

Jako drogi transportowe wykorzystane będą istniejące drogi utwardzone. Realizacja inwestycji nie wymaga dodatkowych dróg do dowozu materiałów.

Przedsięwzięcie nie jest zaliczane do żadnej z grup przedsięwzięć w rozumieniu Rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2010 r. (Dz.U. Nr 213 poz. 1397) w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco a także potencjalnie oddziaływać na środowisko.

Inwestycja nie powoduje zanieczyszczenia w rozumieniu ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska tj. emisji, która jest szkodliwa dla zdrowia ludzi lub stanu środowiska.

W związku z położeniem instalacji fotowoltaicznej poza obszarami zasad i warunków nie określa się ochrony dziedzictwa kulturowego i zabytków oraz dóbr kultury współczesnej.

Projektowana instalacja nie pozbawia dostępu do drogi publicznej oraz możliwości korzystania z urządzeń infrastruktury technicznej, a także nie pozbawia dostępu do światła dziennego do pomieszczeń przeznaczonych na pobyt ludzi. Instalacja nie powoduje uciążliwości powodowanych przez hałas, wibracje, zakłócenia elektryczne, oraz nie zanieczyszcza powietrza, wody i gleby.

Instalacja fotowoltaiczna nie powoduje kolizji z istniejącymi obiektami infrastruktury technicznej.

Przyjęte rozwiązania projektowe nie mają ujemnego wpływu na interesy osób trzecich.

5. OKREŚLENIE OBSZARU ODDZIAŁYWANIA OBIEKTU

Zgodnie art. 3 pkt 20 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo budowlane (tekst jedn. Dz.U. 2016 poz. 290) oraz na podstawie przepisów odrębnych określa się obszar oddziaływania.

Skala przedsięwzięcia będzie miała charakter lokalny. Obszar oddziaływania planowanej farmy fotowoltaicznej ogranicza się do powierzchni działek, na których planowana jest inwestycja.

W trakcie realizacji przedsięwzięcia wygródzone zostanie zaplecze budowy, zorganizowane z wykorzystaniem przenośnych kontenerów budowlanych oraz wyposażone w system odbioru i odprowadzania ścieków bytowych w postaci przenośnych toalet WC (typu Toi-Toi). Ścieki socjalno-bytowe z zaplecza budowy będą odbierane przez specjalistyczną firmę. Woda dla potrzeb socjalnych ekipy budującej będzie dowożona beczkowozem. Prace budowlane i montażowe prowadzone będą w godzinach dziennych. Urządzenia emitujące hałas o dużym natężeniu, w miarę możliwości, nie będą pracować równocześnie, będą eliminowane prace maszyn i urządzeń na biegu jałowym. Prace budowlane będą prowadzone w sposób niezagrażający środowisku gruntowo - wodnemu poprzez zastosowanie sprawnego technicznie sprzętu, maszyn i pojazdów oraz odpowiednią organizację prac budowlanych i magazynowanie materiałów i surowców niezbędnych do prowadzenia robót w sposób bezpieczny dla środowiska gruntowo-wodnego. Oddziaływanie na środowisko związane z etapem wykonywanych prac ziemnych i montażowych będzie się mieściło w granicach terenu, do którego Tauron Wytwarzanie S.A. posiada tytuł prawny. Funkcjonowanie farmy fotowoltaicznej nie będzie miało wpływu na zanieczyszczenie wód powierzchniowych, podziemnych oraz gleby, nie wpłynie negatywnie na powietrze atmosferyczne, nie będzie generowało hałasu oraz nie będzie się wiązało z powstawaniem odpadów czy poborem wody.

Ponadto, w przedmiotowym przypadku nie zachodzą szczegółowe uwarunkowania zawarte w art. 63 ust. 1 ww. ustawy z 3 października 2008 r. Analizowane przedsięwzięcie, ze względu na swój charakter nie będzie generować większych niż dotychczas oddziaływań skumulowanych z innymi realizowanymi i zrealizowanymi przedsięwzięciami na tym terenie. Nie przewiduje się również wystąpienia negatywnego oddziaływania inwestycji na zlokalizowane w znacznej odległości zabytki. Przedsięwzięcie zlokalizowane jest w zasięgu jednolitej części wód.

W związku z planowaną inwestycją nie przewiduje się przekroczenia dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 30 października 2003 r.

w sprawie dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku oraz sposobów sprawdzania dotrzymania tych poziomów (Dz.U. 2003 nr 192 poz. 1883).

Natężenie pola magnetycznego dla instalacji modułów fotowoltaicznych będzie wynosiła mniej, niż naturalne promieniowanie elektromagnetyczne i nie przekroczy dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku zawartych w Rozporządzeniu.

Rozwiązania techniczne, usytuowanie oraz sposób zagospodarowania terenu nie stanowią zagrożenia dla zwierząt i ptaków, nie powodują uciążliwości związanych z hałasem (zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku (Dz. U. z 2007 r. Nr 120, poz. 826 z późn. zmianami), wibracjami, zakłóceniami elektrycznymi i promieniowaniem, a także zanieczyszczeniem powietrza, wody i gleby.

W granicach terenu oraz w bezpośrednim sąsiedztwie nie występują inne obszary i obiekty podlegające ochronie na podstawie przepisów odrębnych oraz obszary ograniczonego użytkowania. Stwierdza się, że projektowana instalacja fotowoltaiczna ma obszar oddziaływania zamykający się w granicach działki Inwestora. Tym samym nie oddziałuje na sąsiednie działki, a tym bardziej na obszary położone poza działkami sąsiednimi.

II. PROJEKT ARCHITEKTONICZNO – BUDOWLANY **Branża elektryczna**

Jaworzno, listopad 2018 r.

O Ś W I A D C Z E N I E

Na podstawie art. 20 ust. 4 ustawy Prawo budowlane (tj. Dz.U. z 2017 r. poz. 1332 z późn. zmianami) oświadczamy, że projekt budowlany „**BUDOWA FARMY FOTOWOLTAICZNEJ O ŁĄCZNEJ MOCY 4,202 MW WRAZ Z INWERTERAMI, STACJAMI TRANSFORMATOROWYMI, ROZDZIELNIĄ SN, PRZYŁĄCZEM ELEKTROENERGETYCZNYM I OGRODZENIEM NA DZIAŁKACH NR EW. 21/20, 21/25, 21/21, 21/9, 21/10, 21/18, 21/15, 21/29, 21/12, 21/13, 14/59, 21/14, 21/33, OBRĘB 277 JAWORZNO**” został wykonany zgodnie z obowiązującym prawem i zasadami wiedzy technicznej i jest kompletny z punktu widzenia celu, jakiemu ma służyć.

Jakiegolwiek odstępstwa od rozwiązań przyjętych w dokumentacji projektowej dokonane bez zgody projektanta zwalniają go od wszelkiej odpowiedzialności za skutki wynikłe z dokonanej zmiany.

Dla: **TAURON WYTWARZANIE S.A.**
ul. Promienna 51
43-603 Jaworzno

PROJEKTOWAŁ: mgr inż. **JERZY TOCZYŃSKI**
NR UPR: UAN.V.8388/105/90



SPRAWDZIŁ: mgr inż. **JAROSŁAW ZARĘBSKI**
NR UPR: LOD/0940/POOE/08



WYDZIAŁ INŻYNIERSTWA
w Piotrkowie Tryb.
Wydział Inżynierii Architektury
i Budownictwa
(pieczęć)

Piotrków Tryb., dnia 5.09. 19 90 r.

Nr UAN.V.8368(105)90

DECYZJA O STWIERDZENIU PRZYGOTOWANIA ZAWODOWEGO
do pełnienia samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie

Na podstawie § 5 ust. 1, par. 6 ust. 1, par. 7 i § 13 ust. 1 pkt. 4 lit. a
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(ka) Jerzy T O C Z Y Ń S K I

(nazwisko i imię)

mgr inż., elektryk

(tytuł naukowy - zawodowy)

urodzony(a) dnia 12 lutego 1958 r. w Radomsku

posiada przygotowanie zawodowe upoważniające do wykonywania samodzielnej funkcji

kierownika budowy i robót

(rodzaj funkcji)

w szczególności instalacyjno - inżynierskiej

(rodzaj specjalności technicznej - budowlanej)

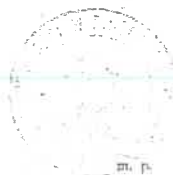
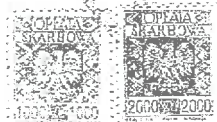
w zakresie instalacji elektrycznych

(specjalizacja zawodowa)

WA Kr 374-78 MA BUA-14
RzZG. Uszrzyki D. zara. 1670-78 5800

Obywatel (ka) Jerzy TOCZYŃSKI jest upoważniony (a) do:
(imię i nazwisko)

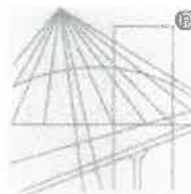
- 1) kierowania, nadzorowania i kontrolowania budowy i robót, kierowania i kontrolowania wytwarzania konstrukcyjnych elementów instalacji i sieci oraz oceniania i badania stanu technicznego w zakresie instalacji i sieci elektrycznych obejmujących instalacje elektryczne, năpowietrzne i kablowe linie energetyczne, stacje i urządzenia elektroenergetyczne,
- 2) sporządzenia w budownictwie osób fizycznych projektów instalacji elektrycznych.



Agencja Własności
Urząd Wydziału

[Signature]

mgr inż. Andrzej Górecki
(podpis i pieczęć)



P O L S K A
I Z B A
INŻYNIERÓW
BUDOWNICTWA

Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

ŁOD-2F1-1ZI-JCP *

Pan Jerzy TOCZYŃSKI o numerze ewidencyjnym ŁOD/IE/5383/03
adres zamieszkania ul. Wróblewskiego 41, 97-500 Radomsko
jest członkiem Łódzkiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.
Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2018-08-01 do 2019-07-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2018-07-03 roku przez:

Barbara Małec, Przewodniczący Rady Łódzkiej 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.

Łódzka Okręgowa
Izba Inżynierów Budownictwa
91-425 Łódź, ul. Północna 39
tel. (0-42) 632-97-39, fax (0-42) 630-56-39
NIP 725-18-49-050, REGON 473043690

Łódź, 4 czerwca 2008 r.

Łódzka Okręgowa Izba Inżynierów Budownictwa
Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna

OKK/2921/687/08
sygn. akt. KK/D/7131/940/08

DECYZJA

Na podstawie art. 24 ust. 1 pkt 2 Ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów, inżynierów budownictwa oraz urbanistów (Dz. U. z 2001 r. nr 5 poz. 42, z późn. zm.) i art. 12 ust. 1 pkt 1 i 5, art. 13 ust. 1 pkt 1 i ust. 4, art. 14 ust. 1 pkt 5 i ust. 3 pkt 1 Ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (tekst jedn. Dz. U. z 2006 r. nr 156 poz. 1118 z późn. zm.), oraz § 11 ust. 1 pkt 1 Rozporządzenia Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 28 kwietnia 2006 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz. U. z 2006 r. nr 83 poz. 578), oraz art. 104 Ustawy z dnia 14 czerwca 1960 r. Kodeks postępowania administracyjnego (tekst jedn. Dz. U. z 2000 r. nr 98 poz. 1071 z późn. zm.),

Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna Łódzkiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa n a d a j e

Panu Jarosławowi Zarębskiemu

magistrowi inżynierowi
kierunek elektrotechnika

urodzonemu 12 maja 1973 r. w Radomsku

UPRAWNIENIA BUDOWLANE

numer ewidencyjny LOD/0940/POOE/08

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

szczególony zakres uprawnień jest określony na odwołanie niniejszej decyzji

UZASADNIENIE

Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna Łódzkiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w Łodzi po ustaleniu na podstawie dokumentów złożonych w dniu 8 lutego 2008 r. stwierdziła, że spełnione zostały warunki w zakresie przygotowania zawodowego oraz na podstawie protokołów z postępowania kwalifikacyjnego oraz z przeprowadzonego egzaminu stwierdziła, że Pan Jarosław Zarębski posiada wymagane prawem wykształcenie i praktykę zawodową konieczną do uzyskania uprawnień budowlanych w ww. specjalności i uzyskał pozytywny wynik egzaminu na uprawnienia budowlane.

Mając powyższe na uwadze, Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna Łódzkiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w Łodzi orzekła jak w sentencji.

Pouczenie

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

Skład Orzekający Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej
Łódzkiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa:

Przewodniczący Składu Orzekającego OKK ŁOIIB
mgr inż. Wacław Sawicki

Członek Składu Orzekającego OKK ŁOIIB
mgr inż. Zbigniew Cichoński

Członek Składu Orzekającego OKK ŁOIIB
mgr inż. Jan Gałązka



Pan Jarosław Zarębski jest upoważniony do:

- 1) projektowania, sprawdzania projektów architektoniczno-budowlanych i sprawowania nadzoru autorskiego obiektu budowlanego takiego jak: sieci, instalacje i urządzenia elektryczne i elektroenergetyczne, w tym kolejowe, trolejbusowe i tramwajowe sieci trakcyjne wraz z urządzeniami do zasilania i sterowania, zgodnie z art. 14 ust. 3 pkt 1 Prawa budowlanego i § 24 ust. 1 Rozporządzenia MTiB;
- 2) sporządzania projektu zagospodarowania działki lub terenu, zgodnie z § 15 Rozporządzenia MTiB;
- 3) sprawowania kontroli technicznej utrzymania obiektów budowlanych, zgodnie z art. 13 ust. 4 Prawa budowlanego z zastrzeżeniem art. 62 ust. 5 Prawa budowlanego.

Skład Orzekający Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej
Łódzkiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa:

Przewodniczący Składu Orzekającego OKK ŁOIIB
mgr inż. Wacław Sawicki

Członek Składu Orzekającego OKK ŁOIIB
mgr inż. Zbigniew Cichoński

Członek Składu Orzekającego OKK ŁOIIB
mgr inż. Jan Gałązka



Otrzymują:

1. Jarosław Zarębski
ul. Piastowska 41 m. 17
97-500 Radomsko;
2. Rada Łódzkiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa;
3. Główny Inspektor Nadzoru Budowlanego;
4. a/a.



Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

ŁOD-1VG-3XQ-DZX *

Pan Jarosław ZARĘBSKI o numerze ewidencyjnym ŁOD/IE/6460/04
adres zamieszkania ul. Piastowska 41 m. 17, 97-500 Radomsko
jest członkiem Łódzkiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.
Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2018-09-01 do 2019-08-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2018-08-30 roku przez:

Barbara Małec, Przewodniczący Rady Łódzkiej 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.

1. Przedmiot opracowania.

Przedmiotem opracowania jest projekt budowlany elektrowni fotowoltaicznej o mocy 4,202 kW oraz budowa elektroenergetycznych linii kablowych SN 20 kV 3xXRUHAKXS 1x240/50 mm², budowa kontenerowych stacji transformatorowych 20/0,4 kV, budowa kontenerowej rozdzielnic SN 20 kV z układem pomiarowym pośrednim zlokalizowanych w miejscowości Jaworzno na dz. nr 2/3, 21/20, 21/25, 21/21, 21/9, 21/10, 21/18, 21/15, 21/29, 21/12, 21/13, 14/59, 21/14, 21/33, 21/30 obręb 277 Jaworzno.

2. Podstawa opracowania:

- zlecenie Inwestora,
- wizja lokalna,
- mapa dc projektowych,
- przepisy i normy wymienione na końcu opracowania.

3. Zakres opracowania.

Projekt obejmuje:

- montaż modułów fotowoltaicznych,
- montaż inwerterów,
- rozdzielnice systemu,
- stacje transformatorowe,
- rozdzielnię SN z układem pomiarowym,
- połączenia kablowe elementów instalacji.

4. Przyłączenie do sieci 20 kV.

Przyłączenie do sieci SN zrealizowane zostanie w rozdzielni 20 kV stacji transformatorowej 110/20 kV w polu 26 lub 28.

Projektuje się trzy prefabrykowane stacje transformatorowe odpowiednio:

- a) typu MRw-bpp 20/2000-2 z transformatorem 2000 kVA 20/0,4 kV,
- b) typu MRw-bpp 20/1250-2 z transformatorem 1250 kVA 20/0,4 kV,
- c) typu MRw-bpp 20/1600-2 z transformatorem 1600 kVA 20/0,4 kV,

Projektowane stacje transformatorowe wyposażone będą w rozdzielnie nN i w rozdzielnie SN w skład, których wchodzi:

- pole transformatorowe typu ST2 z rozłącznikiem typu GTR SF 2V 24.06.16 z uziemnikiem dolnym, napędem ręcznym zasobnikowym, blokadą drzwi, torem szynowym Cu, sygnalizacją obecności napięcia i wyłącznikiem napięciowym DWN,
- pole wyłącznikowe typu VCB z łącznikiem pełniącym funkcję wyłącznika, odłącznika i uziemnika typu TGI i zabezpieczenia mikroprocesorowego typu Mupasz 101, współpracującego z cewkami Rogowskiego.

W skład rozdzielni SN wchodzi:

- pole transformatora potrzeb własnych z rozłącznikiem typu GTR SF 2V 24.06.16 z uziemieniem dolnym, napędem ręcznym zasobnikowym, blokadą drzwi, torem szynowym Cu i transformatorem 5 kVA 20/0,23 kV,
- trzy pola liniowe typu SL2 z rozłącznikiem typu GTR SF 1 w 24.06.16 z uziemnikiem, napędem ręcznym standardowym, blokadą drzwi, torem szynowym Cu i sygnalizacją napięcia,
- pole pomiarowe typu SP1 z rozłącznikiem typu GTR SF 1 24.06.16 z uziemnikiem, napędem ręcznym standardowym, blokadą drzwi, torem szynowym Cu, z zastosowaniem mikroprocesorowego zespołu zabezpieczeń typu uREG, z przekładnikami napięciowymi UMZ, przekładnikami prądowymi.

Połączenie stacji transformatorowych z rozdzielnią SN wykonane będzie kablami typu 3xXRUHKXS 1x240/50 mm².

Budynki stacji transformatorowych wyposażone są w przepusty kablowe dla kabli SN i nN.

Zabezpieczenia podstawowe.

Jednostki wytwórcze (inwertery) wyposażone są w następujące zabezpieczenia po stronie AC:

- wyłącznik nadmiarowo prądowy,
- sterownik kontroli stanu sieci (kontrola napięcia, częstotliwości, prądu).

Zabezpieczenie dodatkowe.

W polu pomiarowym rozdzielni SN projektuje się zastosowanie wyłącznika-odłącznika TGI 24 sterowanego sterownikiem serii uREG. Jego zastosowanie w połączeniu z wymienionym wyłącznikiem pozwala na precyzyjne zaprogramowanie nastaw pozwalających uzyskać zabezpieczenia realizujące między innymi wymagane funkcje zerowo-napięciowe, nad i podnapięciowe oraz nad- i podczęstotliwościowe.

Zespół sterownika uREG z wyłącznikiem stanowi dodatkowe zabezpieczenie źródła wytwórczego.

5. Pomiar rozliczeniowy energii elektrycznej.

Pomiar rozliczeniowy energii elektrycznej zostanie zrealizowany jako układ pośredni pomiaru w projektowanej rozdzielni SN. Projekt układu pomiarowego stanowi osobne opracowanie.

6. Uziemienia robocze i ochronne elementów instalacji SN.

Jako ochronę przed porażeniem w sieci 20kV zastosowano „uziemienie ochronne”. Uziemieniu podlegają wszystkie części metalowe konstrukcji linii i aparatów nie będące w normalnych warunkach pod napięciem, a mogące się znaleźć pod napięciem w chwili awarii.

Uziemienia stacji wykonać zgodnie z PN-HD 60364. Jako ochronę przed porażeniem w sieci 20kV zastosowano „uziemianie”.

- uziemienie stacji transformatorowych – każda stacja posiada wspólne uziemienie spełniające funkcje uziemienia punktu zerowego transformatora, uziemienia roboczego ochronnego i odgromowego $\leq 3,33 \Omega$,
- rezystancja poszczególnych dodatkowych uziemień roboczo – odgromowych nie powinna przekraczać $R \leq 10 \Omega$.

Każda stacja transformatorowa wyposażona będzie w instalację połączeń wyrównawczych i uziemiających, którą należy połączyć z uziemieniem zewnętrznym wykonanym w formie uziomu otokowego z płaskownika Fe/Zn 30x5. Płaskownik ten powinien znajdować się co najmniej 60 cm pod powierzchnią ziemi i co najmniej w odległości 1 m od ścian budynku.

Uziemienie ochronne instalacji SN połączyć z uziemieniem ochronnym paneli fotowoltaicznych opisanym w pkt. 9.

7. Instalacja fotowoltaiczna.

Projektowana instalacja będzie miała za zadanie przetwarzać energię promieniowania słonecznego i po odpowiednim jej przetransformowaniu oddawać ją do sieci wewnętrznej. Jej głównym przeznaczeniem będzie oddawanie energii do sieci elektrycznej. Włączenie do sieci elektrycznej nastąpi w pomieszczeniu istniejącej rozdzielniczy.

7.1. Moduły fotowoltaiczne.

Jako źródło energii odnawialnej w projektowanej instalacji fotowoltaicznej projektuje się zastosować 11376 modułów fotowoltaicznych, każdy o mocy 360 Wp. Moduły fotowoltaiczne to urządzenia, które za pomocą zjawiska fotowoltaicznego służą do zamiany energii słonecznej na prąd elektryczny. Moduły zostaną podzielone na sekcje zgodnie z wielkością opisanych dalej falowników sieciowych. Moduły umocowane będą na gruncie pod kątem 25° w stosunku do powierzchni ziemi z ekspozycją w kierunku południowym. Pozwoli to na osiągnięcie maksymalnej ilości produkowanej energii elektrycznej.

Panel posiada zabezpieczenie w postaci diod bocznikująco-blokujących mających na celu ochronę przed przepływem prądu wstecznego, co w przypadku zacinienia części ogniw lub całych modułów zabezpiecza go przed uszkodzeniami typu wypalenia, wytopienia bądź przegrzania.

Moduły PV zostaną podzielone na sekcje. Następnie sekcje główne zostaną podzielone na sekcje robocze dołączane do falownika. Panele w sekcjach roboczych zostaną połączone szeregowo. Minimalne parametry modułu fotowoltaicznego o mocy 360 Wp w warunkach STC (natężenie nasłonecznienia 1000 W/m^2 , temperatura ogniwa 25°C , liczba masowa atmosfery AM 1,5) przedstawiono w poniższych tabelach.

Specyfikacja techniczna:

Długość x Szerokość x Grubość	1986 mm x 992 mm x 40 mm
Waga	22 kg
Celki solarne	72monokrystaliczne w serii / 156 mm x 156 mm
Puszka przyłączeniowa / Połączenia	3 diody baypass / kompatybilna z MC4 / IP 67
Szkło	3.2 mm antyreflekcyjne

Zakres napięcia MPP przy pełnej mocy	520...800 V przy obciążeniu symetrycznym (50/50 %) 700...800 V przy obciążeniu asymetrycznym (40/60 % lub 60/40 %)
Max. prąd	100 A (50 A na wejście MPPT)
Max. liczba wejść MPPT	Wejścia równoległe: 1 MPPT Osobne wejścia: 2 MPPT
Zabezpieczenie łańcuchów paneli	15 A
Ograniczniki przepięć 4)	Typ 2

WYJŚCIE (AC)	
Max. moc pozorna	55 kVA
Znamionowa moc pozorna	50 kVA
Zakres napięcia	$230 \pm 20\%$ / $400 \text{ V} \pm 20\%$ 3 fazy + PE lub 3 fazy + N + PE
Prąd znamionowy	73 A
Częstotliwość znamionowa	50 / 60 Hz
Zakres częstotliwości	$50 / 60 \text{ Hz} \pm 5 \text{ Hz}$
Regulacja współczynnika mocy	0,8 poj. ... 0,8 ind.
THD	< 3% przy znamionowej mocy pozornej
Ograniczniki przepięć 4)	Typ 2

SPECYFIKACJA OGÓLNA	
Max. sprawność	98,6 %
Sprawność UE	98,4 %
Temperatura pracy	-25 ... +60 °C
Pełna moc znamionowa	-25 ... +40 °C
Temperatura przechowywania	-25 ... +60 °C
Wilgotność	0...100%, bez kondensacji
Max. wysokość pracy	2000 m n.p.m.

PARAMETRY MECHANICZNE	
Wymiary (dł. x szer. x gł.)	740 x 612 x 278 mm
Waga	74 kg
Chłodzenie	Wentylatory
Złącze DC	10 par Multi-Contact MC4 (dołączone)
Interfejsy komunikacyjne	2 x RS485, 2 x Dry contacts, 1 x EPO, 6 cyfrowych wejść sygnałowych
Odłącznik DC	Zintegrowany
Wyświetlacz	2 diody LED, 4-wierszowy wyświetlacz LCD

BEZPIECZEŃSTWO / ZGODNOŚĆ	
Stopień ochrony	IP65
Klasa bezpieczeństwa	I
Konfigurowalne parametry wyłączenia	Tak

Monitoring izolacji	Tak
Zachowanie podczas przeciążeń	Ograniczenie prądu / ograniczenie mocy
Ochrona przed pracą wyspowa / Regulacja	VDE 0126-1-1/A1; UTE C15-712-1 VDE 16 1-1 A1 VFR 2013/VFR 2014; UTE C15-712 MV; French Islands (50 Hz/60 Hz); G59/3 LV; VDE-AR-N 4105; BDEW; ÖNORM E8001-4-712 + A1: 04/2014; TOR D4
Kompatybilność elektromagnetyczna	EN61000-6-2; EN61000-6-3; EN61000-3-11; EN61000-3-12
Bezpieczeństwo	IEC62109-1 / -2; CE

Parametry falownika o mocy nominalnej 66,0 kW:

WEJŚCIE (DC)	
Max. zalecana moc PV	90 kW
Max. moc wejściowa	76 kW
Moc znamionowa	70 kW
Zakres napięcia	200 ... 1000 V
Napięcie uruchomienia	250 V
Zakres napięcia MPP przy pełnej mocy	500...800 V przy obciążeniu symetrycznym (50/50 %)
Max. prąd	140 A (70 A na wejście MPPT)
Max. liczba wejść MPPT	Wejścia równoległe: 1 MPPT Osobne wejścia: 2 MPPT
Zabezpieczenie łańcuchów paneli	15 A
Ograniczniki przepięć 4)	Typ 2

WYJŚCIE (AC)	
Max. moc pozorna	73 kVA
Znamionowa moc pozorna	66 kVA
Zakres napięcia	230 ± 20% / 400 V ± 20% 3 fazy + PE lub 3 fazy + N + PE
Prąd znamionowy	106 A / 96 A
Częstotliwość znamionowa	50 / 60 Hz
Zakres częstotliwości	50 / 60 Hz ± 5 Hz
Regulacja współczynnika mocy	0,8 poj. ... 0,8 ind.
THD	< 3% przy znamionowej mocy pozornej
Ograniczniki przepięć 4)	Typ 2

SPECYFIKACJA OGÓLNA	
Max. sprawność	98,8 %
Sprawność UE	98,5 %
Temperatura pracy	-25 ... +60 °C
Pełna moc znamionowa	-25 ... +40 °C
Temperatura przechowywania	-25 ... +60 °C

Wilgotność	0...100%, bez kondensacji
Max. wysokość pracy	3000 m n.p.m.

PARAMETRY MECHANICZNE	
Wymiary (dł. x szer. x gł.)	965 x 615 x 275 mm
Waga	84 / 68 kg
Chłodzenie	Wentylatory
Złącze DC	10 par Multi-Contact MC4 (dołączone)
Interfejsy komunikacyjne	2 x RS485, 2 x Dry contacts, 1 x EPO, 6 cyfrowych wejść sygnałowych
Odłącznik DC	Zintegrowany
Wyświetlacz	3 diody LED, 4-wierszowy wyświetlacz LCD

BEZPIECZEŃSTWO / ZGODNOŚĆ	
Stopień ochrony	IP65
Klasa bezpieczeństwa	I
Konfigurowalne parametry wyłączenia	Tak
Monitoring izolacji	Tak
Zachowanie podczas przeciążeń	Ograniczenie prądu / ograniczenie mocy
Ochrona przed pracą wyspą / Regulacja /Kompatybilność elektromagnetyczna	VDE-AR-N 4105; VDE0126-1-1 BDEW; EN 61000-6-1 EN 61000-6-4;NB/T 32004: 2013 GB/T 19964: LVRT; IEC 62109-1/-2 EN 61000-6-2; UTE C15-712 UK G59/3; CE compliance EN 61000-6-3
Bezpieczeństwo	IEC62109-1 / -2; CE

7.3. Obliczenia – strona DC

a) Dobór elementów instalacji fotowoltaicznej

Doboru inwerterów i podziału modułów na stringi dokonano przy pomocy oprogramowania. Główne założenia przedstawiono poniżej:

Pole 1:

1776 szt paneli o łącznej mocy 639,36 kWp

Dobre inwertery:

- 1) Inwerter o mocy nominalnej 50 kW -> 12 szt. w konfiguracji: MPPT1: 5x16 paneli; MPPT2: 4x17 paneli

Pole 2:

2672 szt. paneli o łącznej mocy 961,92 kWp

Dobre inwertery:

- 1) Inwerter o mocy nominalnej 66 kW -> 12 szt. w konfiguracji: MPPT1: 6x17 paneli; MPPT2: 6x16 paneli
- 2) Inwerter o mocy nominalnej 50 kW -> 2 szt. w konfiguracji: MPPT1: 5x16 paneli; MPPT2: 4x17 paneli

Pole 3:

3216 szt. paneli o łącznej mocy 1157,76 kWp

Dobre inwertery:

- 1) Inwerter o mocy nominalnej 66 kW -> 14 szt. w konfiguracji: MPPT1: 6x17 paneli;
MPPT2: 6x16 paneli
- 2) Inwerter o mocy nominalnej 50 kW -> 3 szt. w konfiguracji: MPPT1: 5x16 paneli;
MPPT2: 4x17 paneli

Pole 4:

3712 szt. paneli o łącznej mocy 1336,32 kWp

Dobre inwertery:

- 1) Inwerter o mocy nominalnej 66 kW -> 18 szt. w konfiguracji: MPPT1: 6x17 paneli;
MPPT2: 6x16 paneli
- 2) Inwerter o mocy nominalnej 50 kW -> 1 szt. w konfiguracji: MPPT1: 5x16 paneli;
MPPT2: 4x17 paneli

Łącznie: 11376 szt. paneli fotowoltaicznych o łącznej mocy 4095,36 kWp.

Łącznie inwertery:

- 1) Inwerter o mocy nominalnej 66 kW -> 44 szt. w konfiguracji: MPPT1: 6x17 paneli;
MPPT2: 6x16 paneli
- 2) Inwerter o mocy nominalnej 50 kW -> 18 szt. w konfiguracji: MPPT1: 5x16 paneli;
MPPT2: 4x17 paneli

b) Dobór kabli DC ze względu na dopuszczalne spadki napięcia

W rozważaniach doboru przekroju przewodów w instalacji fotowoltaicznej po stronie DC przyjmuje się badanie dopuszczalnych spadków napięć, jako kryterium doboru przekroju przewodów. Zgodnie z zasadami elektrotechniki, im większy jest przekrój tym większa konduktywność, a tym samym mniejszy spadek napięcia.

Wzór dotyczący kryterium doboru przewodu ze względu na dopuszczalny spadek napięcia ma postać:

$$\Delta U_{\%} < \Delta U_{\% \text{ dop}}$$

Przyjmuje się, że $\Delta U_{\% \text{ dop}}$ dla instalacji fotowoltaicznej po stronie DC nie powinno przekroczyć 1%, stąd przewody w poszczególnych łańcuchach powinny mieć przewody o przekroju nie mniejszym, niż wymienione w poniższej tabeli wartości.

Spadki napięć po stronie DC instalacji fotowoltaicznej oblicza się ze wzoru:

$$\Delta U = I_{MPP} \times R = I \times \frac{l}{\gamma \times S} [V]$$

lub

$$\Delta U = \frac{P}{U} \times R = \frac{P_{MPP} \times l}{U \times \gamma \times S} [V]$$

Wartość procentową spadku napięcia wyznaczymy z:

	Łączna długość odcinka przewodu	Minimalny przekrój przewodu [mm2]	Projektowany przekrój przewodu [mm2]	Straty w przewodach [%]
Pole I Inwerter 1				
A1	47	2,48	4	0,62
A2	47	2,48	4	0,62
A3	56	2,95	4	0,74
A4	45	2,37	4	0,59
A5	38	2,00	4	0,50
B1	44	2,18	4	0,55
B2	57	2,83	4	0,71
B3	26	1,29	4	0,32
B4	42	2,09	4	0,52
Pole I Inwerter 2				
A1	39	2,06	4	0,51
A2	54	2,85	4	0,71
A3	39	2,06	4	0,51
A4	40	2,11	4	0,53
A5	54	2,85	4	0,71
B1	44	2,18	4	0,55
B2	48	2,38	4	0,60
B3	72	3,57	4	0,89
B4	56	2,78	4	0,70
Pole I Inwerter 3				
A1	27	1,42	4	0,36
A2	27	1,42	4	0,36
A3	32	1,69	4	0,42
A4	74	3,90	4	0,98
A5	45	2,37	4	0,59
B1	64	3,18	4	0,79
B2	33	1,64	4	0,41
B3	49	2,43	4	0,61
B4	44	2,18	4	0,55
Pole I Inwerter 4				
A1	40	2,11	4	0,53
A2	60	3,17	4	0,79
A3	71	3,75	4	0,94
A4	47	2,48	4	0,62
A5	27	1,42	4	0,36
B1	40	1,99	4	0,50
B2	71	3,52	4	0,88
B3	63	3,13	4	0,78
B4	41	2,04	4	0,51
Pole I Inwerter 5				
A1	110	5,80	6	0,97
A2	31	1,64	4	0,41
A3	71	3,75	4	0,94

A4	74	3,90	4	0,98
A5	38	2,00	4	0,50
B1	34	1,69	4	0,42
B2	70	3,48	4	0,87
B3	72	3,57	4	0,89
B4	34	1,69	4	0,42
Pole I Inwerter 6				
A1	30	1,58	4	0,40
A2	28	1,48	4	0,37
A3	29	1,53	4	0,38
A4	49	2,58	4	0,65
A5	57	3,01	4	0,75
B1	42	2,09	4	0,52
B2	54	2,68	4	0,67
B3	43	2,13	4	0,53
B4	56	2,78	4	0,70
Pole I Inwerter 7				
A1	49	2,58	4	0,65
A2	50	2,64	4	0,66
A3	88	4,64	6	0,77
A4	90	4,75	6	0,79
A5	54	2,85	4	0,71
B1	51	2,53	4	0,63
B2	87	4,32	6	0,72
B3	88	4,37	6	0,73
B4	50	2,48	4	0,62
Pole I Inwerter 8				
A1	72	3,80	4	0,95
A2	93	4,91	6	0,82
A3	105	5,54	6	0,92
A4	78	4,11	6	0,69
A5	54	2,85	4	0,71
B1	70	3,48	4	0,87
B2	104	5,16	6	0,86
B3	90	4,47	6	0,74
B4	51	2,53	4	0,63
Pole I Inwerter 9				
A1	75	3,96	4	0,99
A2	64	3,38	4	0,84
A3	75	3,96	4	0,99
A4	70	3,69	4	0,92
A5	62	3,27	4	0,82
B1	69	3,43	4	0,86
B2	60	2,98	4	0,74
B3	107	5,31	6	0,89
B4	105	5,21	6	0,87
Pole I Inwerter 10				
A1	32	1,69	4	0,42
A2	59	3,11	4	0,78
A3	71	3,75	4	0,94
A4	45	2,37	4	0,59
A5	21	1,11	4	0,28
B1	36	1,79	4	0,45
B2	70	3,48	4	0,87
B3	62	3,08	4	0,77

B4	32	1,59	4	0,40
Pole I Inwerter 11				
A1	98	5,17	6	0,86
A2	111	5,86	6	0,98
A3	116	6,12	10	0,61
A4	100	5,28	6	0,88
A5	85	4,48	6	0,75
B1	108	5,36	6	0,89
B2	106	5,26	6	0,88
B3	87	4,32	6	0,72
B4	109	5,41	6	0,90
Pole I Inwerter 12				
A1	44	2,32	4	0,58
A2	47	2,48	4	0,62
A3	42	2,22	4	0,55
A4	47	2,48	4	0,62
A5	62	3,27	4	0,82
B1	63	3,13	4	0,78
B2	74	3,67	4	0,92
B3	63	3,13	4	0,78
B4	69	3,43	4	0,86
Pole II Inwerter 1				
A1	54	2,68	4	0,67
A2	66	3,28	4	0,82
A3	81	4,02	6	0,67
A4	54	2,68	4	0,67
A5	81	4,02	6	0,67
A6	59	2,93	4	0,73
B1	156	8,23	10	0,82
B2	104	5,49	6	0,91
B3	104	5,49	6	0,91
B4	104	5,49	6	0,91
B5	104	5,49	6	0,91
B6	82	4,33	6	0,72
Pole II Inwerter 2				
A1	70	3,48	4	0,87
A2	35	1,74	4	0,43
A3	48	2,38	4	0,60
A4	68	3,38	4	0,84
A5	52	2,58	4	0,65
A6	70	3,48	4	0,87
B1	40	2,11	4	0,53
B2	39	2,06	4	0,51
B3	30	1,58	4	0,40
B4	23	1,21	4	0,30
B5	30	1,58	4	0,40
B6	24	1,27	4	0,32
Pole II Inwerter 3				
A1	70	3,48	4	0,87
A2	70	3,48	4	0,87
A3	70	3,48	4	0,87
A4	70	3,48	4	0,87
A5	84	4,17	6	0,70
A6	47	2,33	4	0,58
B1	84	4,43	6	0,74

B2	47	2,48	4	0,62
B3	47	2,48	4	0,62
B4	84	4,43	6	0,74
B5	84	4,43	6	0,74
B6	47	2,48	4	0,62
Pole II Inwerter 4				
A1	44	2,18	4	0,55
A2	84	4,17	6	0,70
A3	96	4,77	6	0,79
A4	68	3,38	4	0,84
A5	37	1,84	4	0,46
A6	58	2,88	4	0,72
B1	99	5,22	6	0,87
B2	45	2,37	4	0,59
B3	80	4,22	6	0,70
B4	106	5,59	6	0,93
B5	112	5,91	6	0,98
B6	118	6,22	10	0,62
Pole II Inwerter 5				
A1	102	5,06	6	0,84
A2	101	5,01	6	0,84
A3	84	4,17	6	0,70
A4	99	4,92	6	0,82
A5	104	5,16	6	0,86
A6	99	4,92	6	0,82
B1	117	6,17	10	0,62
B2	128	6,75	10	0,68
B3	100	5,28	6	0,88
B4	128	6,75	10	0,68
B5	117	6,17	10	0,62
B6	104	5,49	6	0,91
Pole II Inwerter 6				
A1	134	6,65	10	0,67
A2	93	4,62	6	0,77
A3	54	2,68	4	0,67
A4	54	2,68	4	0,67
A5	104	5,16	6	0,86
A6	134	6,65	10	0,67
B1	127	6,70	10	0,67
B2	88	4,64	6	0,77
B3	54	2,85	4	0,71
B4	54	2,85	4	0,71
B5	98	5,17	6	0,86
B6	137	7,23	10	0,72
Pole II Inwerter 7				
A1	45	2,23	4	0,56
A2	46	2,28	4	0,57
A3	87	4,32	6	0,72
A4	108	5,36	6	0,89
A5	84	4,17	6	0,70
A6	44	2,18	4	0,55
B1	34	1,79	4	0,45
B2	63	3,32	4	0,83
B3	103	5,43	6	0,91
B4	108	5,70	6	0,95

B5	74	3,90	4	0,98
B6	35	1,85	4	0,46
Pole II Inwerter 8				
A1	29	1,44	4	0,36
A2	70	3,48	4	0,87
A3	88	4,37	6	0,73
A4	64	3,18	4	0,79
A5	32	1,59	4	0,40
A6	34	1,69	4	0,42
B1	74	3,90	4	0,98
B2	89	4,69	6	0,78
B3	65	3,43	4	0,86
B4	29	1,53	4	0,38
B5	122	6,44	10	0,64
B6	122	6,44	10	0,64
Pole II Inwerter 9				
A1	40	1,99	4	0,50
A2	47	2,33	4	0,58
A3	84	4,17	6	0,70
A4	82	4,07	6	0,68
A5	41	2,04	4	0,51
A6	34	1,69	4	0,42
B1	39	2,06	4	0,51
B2	50	2,64	4	0,66
B3	86	4,54	6	0,76
B4	83	4,38	6	0,73
B5	44	2,32	4	0,58
B6	39	2,06	4	0,51
Pole II Inwerter 10				
A1	77	3,82	4	0,96
A2	93	4,62	6	0,77
A3	74	3,67	4	0,92
A4	83	4,12	6	0,69
A5	95	4,72	6	0,79
A6	69	3,43	4	0,86
B1	30	1,58	4	0,40
B2	51	2,69	4	0,67
B3	35	1,85	4	0,46
B4	30	1,58	4	0,40
B5	52	2,74	4	0,69
B6	85	4,48	6	0,75
Pole II Inwerter 11				
A1	33	1,64	4	0,41
A2	72	3,57	4	0,89
A3	94	4,67	6	0,78
A4	75	3,72	4	0,93
A5	35	1,74	4	0,43
A6	33	1,64	4	0,41
B1	69	3,64	4	0,91
B2	96	5,06	6	0,84
B3	132	6,96	10	0,70
B4	126	6,65	10	0,66
B5	69	3,64	4	0,91
B6	30	1,58	4	0,40
Pole II Inwerter 12				

A1	63	3,13	4	0,78
A2	63	3,13	4	0,78
A3	63	3,13	4	0,78
A4	63	3,13	4	0,78
A5	42	2,09	4	0,52
A6	42	2,09	4	0,52
B1	39	2,06	4	0,51
B2	39	2,06	4	0,51
B3	59	3,11	4	0,78
B4	61	3,22	4	0,80
B5	56	2,95	4	0,74
B6	51	2,69	4	0,67
Pole II Inwerter 13				
A1	26	1,37	4	0,34
A2	26	1,37	4	0,34
A3	26	1,37	4	0,34
A4	26	1,37	4	0,34
A5	26	1,37	4	0,34
B1	42	2,09	4	0,52
B2	38	1,89	4	0,47
B3	26	1,29	4	0,32
B4	79	3,92	4	0,98
Pole II Inwerter 14				
A1	44	2,32	4	0,58
A2	44	2,32	4	0,58
A3	44	2,32	4	0,58
A4	44	2,32	4	0,58
A5	66	3,48	4	0,87
B1	70	3,48	4	0,87
B2	93	4,62	6	0,77
B3	84	4,17	6	0,70
B4	84	4,17	6	0,70
Pole III Inwerter 1				
A1	44	2,18	4	0,55
A2	44	2,18	4	0,55
A3	44	2,18	4	0,55
A4	44	2,18	4	0,55
A5	44	2,18	4	0,55
A6	56	2,78	4	0,70
B1	46	2,43	4	0,61
B2	46	2,43	4	0,61
B3	53	2,80	4	0,70
B4	53	2,80	4	0,70
B5	53	2,80	4	0,70
B6	53	2,80	4	0,70
Pole III Inwerter 2				
A1	58	2,88	4	0,72
A2	65	3,23	4	0,81
A3	57	2,83	4	0,71
A4	45	2,23	4	0,56
A5	75	3,72	4	0,93
A6	75	3,72	4	0,93
B1	74	3,90	4	0,98
B2	74	3,90	4	0,98
B3	38	2,00	4	0,50

B4	38	2,00	4	0,50
B5	24	1,27	4	0,32
B6	36	1,90	4	0,47
Pole III Inwerter 3				
A1	29	1,44	4	0,36
A2	29	1,44	4	0,36
A3	29	1,44	4	0,36
A4	29	1,44	4	0,36
A5	54	2,68	4	0,67
A6	54	2,68	4	0,67
B1	45	2,37	4	0,59
B2	45	2,37	4	0,59
B3	45	2,37	4	0,59
B4	45	2,37	4	0,59
B5	56	2,95	4	0,74
B6	56	2,95	4	0,74
Pole III Inwerter 4				
A1	75	3,72	4	0,93
A2	75	3,72	4	0,93
A3	75	3,72	4	0,93
A4	75	3,72	4	0,93
A5	105	5,21	6	0,87
A6	83	4,12	6	0,69
B1	83	4,38	6	0,73
B2	83	4,38	6	0,73
B3	53	2,80	4	0,70
B4	53	2,80	4	0,70
B5	53	2,80	4	0,70
B6	53	2,80	4	0,70
Pole III Inwerter 5				
A1	70	3,48	4	0,87
A2	70	3,48	4	0,87
A3	70	3,48	4	0,87
A4	70	3,48	4	0,87
A5	93	4,62	6	0,77
A6	39	1,94	4	0,48
B1	39	2,06	4	0,51
B2	39	2,06	4	0,51
B3	39	2,06	4	0,51
B4	63	3,32	4	0,83
B5	61	3,22	4	0,80
B6	50	2,64	4	0,66
Pole III Inwerter 6				
A1	38	1,89	4	0,47
A2	38	1,89	4	0,47
A3	58	2,88	4	0,72
A4	58	2,88	4	0,72
A5	14	0,70	4	0,17
A6	14	0,70	4	0,17
B1	70	3,69	4	0,92
B2	70	3,69	4	0,92
B3	70	3,69	4	0,92
B4	70	3,69	4	0,92
B5	58	3,06	4	0,76
B6	58	3,06	4	0,76

Pole III Inwerter 7				
A1	26	1,29	4	0,32
A2	26	1,29	4	0,32
A3	26	1,29	4	0,32
A4	26	1,29	4	0,32
A5	67	3,33	4	0,83
A6	59	2,93	4	0,73
B1	45	2,37	4	0,59
B2	78	4,11	6	0,69
B3	54	2,85	4	0,71
B4	79	4,17	6	0,69
B5	71	3,75	4	0,94
B6	77	4,06	6	0,68
Pole III Inwerter 8				
A1	44	2,18	4	0,55
A2	44	2,18	4	0,55
A3	44	2,18	4	0,55
A4	44	2,18	4	0,55
A5	56	2,78	4	0,70
A6	56	2,78	4	0,70
B1	56	2,95	4	0,74
B2	56	2,95	4	0,74
B3	59	3,11	4	0,78
B4	59	3,11	4	0,78
B5	59	3,11	4	0,78
B6	59	3,11	4	0,78
Pole III Inwerter 9				
A1	80	3,97	4	0,99
A2	89	4,42	6	0,74
A3	63	3,13	4	0,78
A4	63	3,13	4	0,78
A5	63	3,13	4	0,78
A6	63	3,13	4	0,78
B1	48	2,53	4	0,63
B2	48	2,53	4	0,63
B3	48	2,53	4	0,63
B4	48	2,53	4	0,63
B5	80	4,22	6	0,70
B6	80	4,22	6	0,70
Pole III Inwerter 10				
A1	39	1,94	4	0,48
A2	39	1,94	4	0,48
A3	39	1,94	4	0,48
A4	39	1,94	4	0,48
A5	53	2,63	4	0,66
A6	48	2,38	4	0,60
B1	54	2,85	4	0,71
B2	65	3,43	4	0,86
B3	36	1,90	4	0,47
B4	36	1,90	4	0,47
B5	36	1,90	4	0,47
B6	36	1,90	4	0,47
Pole III Inwerter 11				
A1	28	1,39	4	0,35
A2	28	1,39	4	0,35

A3	28	1,39	4	0,35
A4	28	1,39	4	0,35
A5	66	3,28	4	0,82
A6	53	2,63	4	0,66
B1	73	3,85	4	0,96
B2	52	2,74	4	0,69
B3	52	2,74	4	0,69
B4	52	2,74	4	0,69
B5	52	2,74	4	0,69
B6	26	1,37	4	0,34
Pole III Inwerter 12				
A1	40	1,99	4	0,50
A2	40	1,99	4	0,50
A3	40	1,99	4	0,50
A4	40	1,99	4	0,50
A5	77	3,82	4	0,96
A6	68	3,38	4	0,84
B1	82	4,33	6	0,72
B2	77	4,06	6	0,68
B3	77	4,06	6	0,68
B4	77	4,06	6	0,68
B5	63	3,32	4	0,83
B6	47	2,48	4	0,62
Pole III Inwerter 13				
A1	60	2,98	4	0,74
A2	60	2,98	4	0,74
A3	60	2,98	4	0,74
A4	60	2,98	4	0,74
A5	75	3,72	4	0,93
A6	75	3,72	4	0,93
B1	73	3,85	4	0,96
B2	56	2,95	4	0,74
B3	56	2,95	4	0,74
B4	56	2,95	4	0,74
B5	56	2,95	4	0,74
B6	38	2,00	4	0,50
Pole III Inwerter 14				
A1	72	3,57	4	0,89
A2	70	3,48	4	0,87
A3	58	2,88	4	0,72
A4	58	2,88	4	0,72
A5	45	2,23	4	0,56
A6	45	2,23	4	0,56
B1	50	2,64	4	0,66
B2	50	2,64	4	0,66
B3	50	2,64	4	0,66
B4	50	2,64	4	0,66
B5	58	3,06	4	0,76
B6	58	3,06	4	0,76
Pole III Inwerter 15				
A1	42	2,22	4	0,55
A2	42	2,22	4	0,55
A3	42	2,22	4	0,55
A4	42	2,22	4	0,55
A5	63	3,32	4	0,83

B1	26	1,29	4	0,32
B2	26	1,29	4	0,32
B3	26	1,29	4	0,32
B4	26	1,29	4	0,32
Pole III Inwerter 16				
A1	34	1,79	4	0,45
A2	34	1,79	4	0,45
A3	34	1,79	4	0,45
A4	34	1,79	4	0,45
A5	57	3,01	4	0,75
B1	55	2,73	4	0,68
B2	41	2,04	4	0,51
B3	38	1,89	4	0,47
B4	35	1,74	4	0,43
Pole III Inwerter 17				
A1	54	2,85	4	0,71
A2	54	2,85	4	0,71
A3	54	2,85	4	0,71
A4	54	2,85	4	0,71
A5	59	3,11	4	0,78
B1	44	2,18	4	0,55
B2	44	2,18	4	0,55
B3	44	2,18	4	0,55
B4	44	2,18	4	0,55
Pole IV Inwerter 1				
A1	93	4,62	6	0,77
A2	93	4,62	6	0,77
A3	93	4,62	6	0,77
A4	93	4,62	6	0,77
A5	63	3,13	4	0,78
A6	72	3,57	4	0,89
B1	113	5,96	6	0,99
B2	113	5,96	6	0,99
B3	113	5,96	6	0,99
B4	113	5,96	6	0,99
B5	99	5,22	6	0,87
B6	59	3,11	4	0,78
Pole IV Inwerter 2				
A1	34	1,69	4	0,42
A2	34	1,69	4	0,42
A3	34	1,69	4	0,42
A4	34	1,69	4	0,42
A5	49	2,43	4	0,61
A6	53	2,63	4	0,66
B1	27	1,42	4	0,36
B2	83	4,38	6	0,73
B3	84	4,43	6	0,74
B4	91	4,80	6	0,80
B5	91	4,80	6	0,80
B6	98	5,17	6	0,86
Pole IV Inwerter 3				
A1	110	5,46	6	0,91
A2	110	5,46	6	0,91
A3	123	6,11	10	0,61
A4	123	6,11	10	0,61

A5	120	5,96	6	0,99
A6	114	5,66	6	0,94
B1	117	6,17	10	0,62
B2	86	4,54	6	0,76
B3	86	4,54	6	0,76
B4	86	4,54	6	0,76
B5	86	4,54	6	0,76
B6	62	3,27	4	0,82
Pole IV Inwerter 4				
A1	50	2,48	4	0,62
A2	50	2,48	4	0,62
A3	50	2,48	4	0,62
A4	50	2,48	4	0,62
A5	30	1,49	4	0,37
A6	30	1,49	4	0,37
B1	29	1,53	4	0,38
B2	29	1,53	4	0,38
B3	50	2,64	4	0,66
B4	50	2,64	4	0,66
B5	50	2,64	4	0,66
B6	50	2,64	4	0,66
Pole IV Inwerter 5				
A1	83	4,12	6	0,69
A2	83	4,12	6	0,69
A3	83	4,12	6	0,69
A4	83	4,12	6	0,69
A5	41	2,04	4	0,51
A6	41	2,04	4	0,51
B1	90	4,75	6	0,79
B2	90	4,75	6	0,79
B3	90	4,75	6	0,79
B4	90	4,75	6	0,79
B5	42	2,22	4	0,55
B6	42	2,22	4	0,55
Pole IV Inwerter 6				
A1	48	2,38	4	0,60
A2	48	2,38	4	0,60
A3	48	2,38	4	0,60
A4	48	2,38	4	0,60
A5	81	4,02	6	0,67
A6	81	4,02	6	0,67
B1	80	4,22	6	0,70
B2	80	4,22	6	0,70
B3	120	6,33	10	0,63
B4	114	6,01	10	0,60
B5	121	6,38	10	0,64
B6	132	6,96	10	0,70
Pole IV Inwerter 7				
A1	35	1,74	4	0,43
A2	35	1,74	4	0,43
A3	35	1,74	4	0,43
A4	35	1,74	4	0,43
A5	62	3,08	4	0,77
A6	62	3,08	4	0,77
B1	60	3,17	4	0,79

B2	60	3,17	4	0,79
B3	103	5,43	6	0,91
B4	103	5,43	6	0,91
B5	103	5,43	6	0,91
B6	103	5,43	6	0,91
Pole IV Inwerter 8				
A1	50	2,48	4	0,62
A2	50	2,48	4	0,62
A3	50	2,48	4	0,62
A4	50	2,48	4	0,62
A5	70	3,48	4	0,87
A6	80	3,97	4	0,99
B1	23	1,21	4	0,30
B2	23	1,21	4	0,30
B3	23	1,21	4	0,30
B4	23	1,21	4	0,30
B5	9	0,47	4	0,12
B6	9	0,47	4	0,12
Pole IV Inwerter 9				
A1	53	2,63	4	0,66
A2	53	2,63	4	0,66
A3	53	2,63	4	0,66
A4	53	2,63	4	0,66
A5	94	4,67	6	0,78
A6	94	4,67	6	0,78
B1	93	4,91	6	0,82
B2	93	4,91	6	0,82
B3	118	6,22	10	0,62
B4	131	6,91	10	0,69
B5	123	6,49	10	0,65
B6	125	6,59	10	0,66
Pole IV Inwerter 10				
A1	44	2,18	4	0,55
A2	44	2,18	4	0,55
A3	44	2,18	4	0,55
A4	44	2,18	4	0,55
A5	63	3,13	4	0,78
A6	63	3,13	4	0,78
B1	62	3,27	4	0,82
B2	62	3,27	4	0,82
B3	104	5,49	6	0,91
B4	104	5,49	6	0,91
B5	101	5,33	6	0,89
B6	101	5,33	6	0,89
Pole IV Inwerter 11				
A1	141	7,00	10	0,70
A2	141	7,00	10	0,70
A3	141	7,00	10	0,70
A4	150	7,45	10	0,74
A5	108	5,36	6	0,89
A6	68	3,38	4	0,84
B1	101	5,33	6	0,89
B2	101	5,33	6	0,89
B3	101	5,33	6	0,89
B4	64	3,38	4	0,84

B5	64	3,38	4	0,84
B6	64	3,38	4	0,84
Pole IV Inwerter 12				
A1	52	2,58	4	0,65
A2	52	2,58	4	0,65
A3	69	3,43	4	0,86
A4	83	4,12	6	0,69
A5	55	2,73	4	0,68
A6	55	2,73	4	0,68
B1	54	2,85	4	0,71
B2	54	2,85	4	0,71
B3	64	3,38	4	0,84
B4	64	3,38	4	0,84
B5	64	3,38	4	0,84
B6	64	3,38	4	0,84
Pole IV Inwerter 13				
A1	46	2,28	4	0,57
A2	46	2,28	4	0,57
A3	46	2,28	4	0,57
A4	46	2,28	4	0,57
A5	43	2,13	4	0,53
A6	43	2,13	4	0,53
B1	43	2,27	4	0,57
B2	43	2,27	4	0,57
B3	69	3,64	4	0,91
B4	34	1,79	4	0,45
B5	32	1,69	4	0,42
B6	24	1,27	4	0,32
Pole IV Inwerter 14				
A1	44	2,18	4	0,55
A2	33	1,64	4	0,41
A3	44	2,18	4	0,55
A4	44	2,18	4	0,55
A5	46	2,28	4	0,57
A6	35	1,74	4	0,43
B1	30	1,58	4	0,40
B2	30	1,58	4	0,40
B3	30	1,58	4	0,40
B4	30	1,58	4	0,40
B5	43	2,27	4	0,57
B6	43	2,27	4	0,57
Pole IV Inwerter 15				
A1	50	2,48	4	0,62
A2	50	2,48	4	0,62
A3	80	3,97	4	0,99
A4	77	3,82	4	0,96
A5	77	3,82	4	0,96
A6	77	3,82	4	0,96
B1	76	4,01	6	0,67
B2	55	2,90	4	0,73
B3	55	2,90	4	0,73
B4	55	2,90	4	0,73
B5	55	2,90	4	0,73
B6	64	3,38	4	0,84
Pole IV Inwerter 16				

A1	46	2,28	4	0,57
A2	40	1,99	4	0,50
A3	40	1,99	4	0,50
A4	40	1,99	4	0,50
A5	40	1,99	4	0,50
A6	64	3,18	4	0,79
B1	65	3,43	4	0,86
B2	65	3,43	4	0,86
B3	65	3,43	4	0,86
B4	83	4,38	6	0,73
B5	83	4,38	6	0,73
B6	80	4,22	6	0,70
Pole IV Inwerter 17				
A1	57	2,83	4	0,71
A2	57	2,83	4	0,71
A3	57	2,83	4	0,71
A4	57	2,83	4	0,71
A5	33	1,64	4	0,41
A6	33	1,64	4	0,41
B1	32	1,69	4	0,42
B2	32	1,69	4	0,42
B3	28	1,48	4	0,37
B4	26	1,37	4	0,34
B5	54	2,85	4	0,71
B6	40	2,11	4	0,53
Pole IV Inwerter 18				
A1	56	2,78	4	0,70
A2	56	2,78	4	0,70
A3	56	2,78	4	0,70
A4	56	2,78	4	0,70
A5	45	2,23	4	0,56
A6	45	2,23	4	0,56
B1	44	2,32	4	0,58
B2	44	2,32	4	0,58
B3	66	3,48	4	0,87
B4	66	3,48	4	0,87
B5	66	3,48	4	0,87
B6	66	3,48	4	0,87
Pole IV Inwerter 19				
A1	65	3,43	4	0,86
A2	65	3,43	4	0,86
A3	52	2,74	4	0,69
A4	52	2,74	4	0,69
A5	61	3,22	4	0,80
B1	68	3,38	4	0,84
B2	68	3,38	4	0,84
B3	68	3,38	4	0,84
B4	68	3,38	4	0,84

c) Dobór zabezpieczeń DC

Przy zabezpieczaniu przed prądami wstecznymi w systemach PV najważniejszy jest dobór prawidłowego typu bezpiecznika – o charakterystyce gPV, który został wprowadzony przez normę IEC 60269-6. Oprócz prawidłowo dobranej charakterystyki, również bardzo ważne jest prawidłowe napięcie znamionowe

bezpiecznika, które powinno być wyższe niż najwyższe napięcie w systemie PV. Przy wyborze poziomu prądu znamionowego bezpiecznika musi być spełniona zależność:

$$\frac{I_{sc}}{k} * 1,4 \leq I_n \leq \frac{I_{sc}}{k} * 2,4$$

gdzie:

I_n – prąd znamionowy bezpiecznika,

I_{sc} – prąd zwarcia łańcucha modułów,

k – współczynnik korygujący w zależności od temperatury

W izolowanym systemie PV (najczęściej stosowanym) po stronie DC należy instalować bezpieczniki zarówno w biegunie „+”, jak i „-”, co jest niezbędne w przypadku wystąpienia podwójnego zwarcia doziemnego.

Dobór bezpieczników topikowych gPV:

$$9,62 * 1,4 \leq I_n \leq 9,62 * 2,4$$

$$13,49 [A] \leq I_n \leq 23,09 [A]$$

$$13,49 [A] \leq 15 [A] \leq 23,09 [A]$$

$$U_n \geq 46,87 [V] * 16[\text{modułów}]$$

$$U_n \geq 749,92 [V]$$

$$U_n \geq 749,92 [V] - \text{dla } -25^{\circ}\text{C}, 1000\text{W/m}^2, \text{AM } 1.5$$

$$U_n \geq 46,87 [V] * 17[\text{modułów}]$$

$$U_n \geq 796,79[V]$$

$$U_n \geq 796,79 [V] - \text{dla } -25^{\circ}\text{C}, 1000\text{W/m}^2, \text{AM } 1.5$$

Przyjmuje się po stronie DC zabezpieczenie topikowe 15 A o napięciu znamionowym, co najmniej 1000 V.

8. Rozdzielnice nN inwerterów.

W rozdzielnicach nN instalacji fotowoltaicznej poszczególnych pól znajdować się będą zabezpieczenia kabli zasilających od kolejnych inwerterów, ochronnik przepięciowy typu 2. W rozdzielnicach tych należy również zainstalować rozłączniki typu DPX-IS 4P o prądach znamionowych podanych na schematach.

Rozdzielnice inwerterów należy wykonać w obudowach o stopniu ochrony co najmniej IP65, odpornych na warunki atmosferyczne, przystosowanych do montażu na zewnątrz budynku.

Z rozdzielnic inwerterów prąd doprowadzony zostanie do rozdzielnicy nN odpowiednich stacji transformatorowych kablami typu YAKXS o przekrojach podanych na planach.

9. Ochrona przeciwporażeniowa.

Instalacja fotowoltaiczna pracować będzie w układzie TN-C-S. Ochrona podstawowa, ochrona przed dotykiem bezpośrednim realizowana jest przez izolowanie części czynnych (izolacja podstawowa) oraz stosowanie obudów i osłon zastosowanych urządzeń o stopniu ochrony co najmniej IP2X. Ochrona przeciwporażeniowa dodatkowa spełniona zostanie przez zastosowanie wyłączników nadprądowych. Powszechnym elementem ochrony będzie zastosowanie instalacji wyrównawczej.

Przy każdym inwerterze należy zamontować miejscową szynę połączeń wyrównawczych, do której trzeba podłączyć obudowy inwerterów, modułów fotowoltaicznych, ochronniki przepięciowe i pozostałe elementy metalowe instalacji. Szyny połączeń wyrównawczych należy umieścić również w rozdzielnicach instalacji fotowoltaicznej. Uziemienie instalacji wyrównawczej stanowić będzie płaskownik FeZn 30x4 mm umieszczony w ziemi na głębokości co najmniej 0,6 m i prowadzony wzdłuż każdego rzędu modułów fotowoltaicznych oraz między nimi do rozdzielnic instalacji fotowoltaicznej. Każdy wyodrębniony zespół konstrukcji metalowej modułów fotowoltaicznej należy podłączyć do płaskownika FeZn 30x4 mm. Trasa prowadzenia uziemienia pokazana będzie w projekcie wykonawczym. Oporność uziemienia nie może przekraczać wartości 10 Ω . W przypadku nie uzyskania wymaganej wartości oporności należy uzupełnić je o dodatkowe odcinki płaskownika.

Uziemione połączenie wyrównawcze modułów i falowników spełnia kilka funkcji, jest elementem ochrony przeciwporażeniowej, przeciwprzepięciowej i odgromowej. Uziemienie stanowi ważny element bezpieczeństwa instalacji fotowoltaicznej. Uziemione połączenie wyrównawcze poprawia bezpieczeństwo pracy instalacji fotowoltaicznej w szczególnych sytuacjach, jak uszkodzenie modułu, czy w trakcie wyładowań atmosferycznych w pobliżu instalacji. Przy wykonywaniu połączeń wyrównawczych należy pamiętać, że wszystkie uziemienia po stronie DC, jak i AC powinny być wspólne.

10. Ochrona przeciwprzepięciowa.

W celu zapewnienia skutecznej ochrony instalacji fotowoltaicznej przed przepięciami, należy ją chronić ogranicznikami przepięć zarówno po stronie AC jak i DC. Dla ochrony DC przewidziano ograniczniki przepięć typu 2. Projektowany system fotowoltaiczny będzie współpracował z siecią elektroenergetyczną stąd należy, nie tylko zapewnić ochronę elementów systemu fotowoltaicznego przed bezpośrednim uderzeniem piorunu, ale również zastosować urządzenia ograniczające przepięcia SPD w układach kontrolno-pomiarowych oraz dochodzące do inwerterów.

Inwerter, należy chronić przed przepięciami dochodzącymi z sieci elektroenergetycznej stosując ogranicznik przepięć SPD typu 2 o napięciu 400/230V.

W projektowanych stacjach transformatorowych należy zainstalować ograniczniki przepięć:

- w rozdzielnicy RPW (potrzeb własnych stacji) o znamionowym prądzie wyładowczym 5 kA i napięciu trwałej (ciągłej) pracy 0,5 kV,
- w rozdzielnicy nN stacji ogranicznik o znamionowym prądzie wyładowczym 5 kA i napięciu trwałej (ciągłej) pracy 0,5 kV z dobezpieczeniem 125 A.

W rozdzielni kontenerowej SN należy zainstalować ogranicznik przepięć o prądzie znamionowym wyładowczym 10 kA i napięciu trwałej (ciągłej) pracy 20 kV, np. POLIM-D 20-09.

W rozdzielnicach nN przy Inwerterach zainstalować ochronniki przepięciowe typu DV M TNS 255 FM lub równoważne.

11. Ochrona odgromowa.

Właściwą ochronę przed bezpośrednim działaniem prądu piorunowego zaprojektowano w oparciu o normy ochrony odgromowej PN-EN 62305-2:2012; -3:2011 i -4:2011, w których stwierdzono, że „wszystkie urządzenia dachowe z materiałów izolacyjnych lub przewodzących, które zawierają wyposażenie elektryczne i/lub służące przetwarzaniu informacji, powinny znajdować się w przestrzeni ochronnej układu zwodów”.

Zgodnie z zaleceniem normy PN-EN 62305-2:2012 instalacja fotowoltaiczna zamontowaną na stelażach na gruncie pod kątem 25° do podłoża (powierzchni ziemi) przy przyjętej max. wysokości zestawów modułów fotowoltaicznych 2,6m, będzie chroniona masztami iglicowymi o wysokości co najmniej 3m. Maszt iglicowy wykonany jest ze stali ocynkowanej ogniowo i zamontowany jest na trójnogu ustawionym na gruncie z trzema obciążnikami 40kg w miejscach pokazanych na planie rozmieszczenia paneli fotowoltaicznych. Strefę ochronną tworzoną przez zwody została wyznaczona przy pomocy metody toczonej się kuli o promieniu 45m przyjętego dla III poziomu ochrony odgromowej.

Maszty rozmieszczono w odległość 8 m od siebie. Iglice i konstrukcje metalowe ogniów fotowoltaicznych należy połączyć z projektowanym uziomem Fe/Zn 30x4mm zakopany na głębokości 0,6m pod powierzchnią terenu (dopuszcza się miejscowo prowadzenie płycej uziomu ze względu na możliwe przeszkody np. fundamenty). Zmierzona wartość rezystancji uziemienia nie może przekroczyć 10Ω.

W celu zapewnienia skutecznej ochrony instalacji fotowoltaicznej przed przepięciami, należy ją chronić ogranicznikami przepięć zarówno po stronie AC jak i DC. Dla ochrony DC przewidziano ograniczniki przepięć typu 2. Projektowany system fotowoltaiczny będzie współpracował z siecią elektroenergetyczną stąd należy, nie tylko zapewnić ochronę elementów systemu fotowoltaicznego przed bezpośrednim uderzeniem piorunu, ale również zastosować urządzenia ograniczające przepięcia SPD w układach kontrolno-pomiarowych oraz dochodzące do inwerterów.

Inwerter, należy chronić przed przepięciami dochodzącymi z sieci elektroenergetycznej stosując ogranicznik przepięć SPD typu 2 o napięciu 400/230V.

12. Prowadzenie linii kablowych.

Przewody DC instalacji fotowoltaicznej prowadzić zgodnie z wytycznymi producenta modułów fotowoltaicznych.

W ziemi kable średniego i niskiego napięcia należy układać zgodnie z normą „Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa”. Głębokość ułożenia kabli 0,9 m na użytkach rolnych, kabli średniego napięcia oraz niskiego pod ulicami i drogami 0,8 m, niskiego napięcia poza użytkami rolnymi 0,7 m. Kable ułożyć w wykopie na podsypce z piasku, przykryć 10 cm warstwą piasku i 15 cm warstwą gruntu rodzimego oraz oznaczyć poprzez ułożenie folii koloru czerwonego kable średniego napięcia i niebieskiego kable niskiego napięcia. Ułożenie kabli w wykopie należy prowadzić linią falistą celem skompensowania naprężeń powstałych w wyniku osiadania ziemi.

Promień gięcia kabli powinien być nie mniejszy niż 15-krotna zewnętrzna średnica kabla.

Kable zasilające powinny być prowadzone w odległości co najmniej 10 cm od innych kabli zasilających i kabli sygnalizacyjnych, przy skrzyżowaniach w odległości co najmniej 15 cm. Odległość przebiegu kabli od rur wodociągowych nie może być mniejsza niż 25 cm + średnica rurociągu. Kable sygnalizacyjne mogą stykać się ze sobą.

W miejscach kolizji z istniejącym i projektowanym uzbrojeniem terenu kable należy prowadzić w rurach osłonowych typu AROT, o średnicy wewnętrznej min. 1,5 razy większej od średnicy kabla i nie mniejszej niż 50 mm. Osłony powinny wystawać co najmniej 50 cm z każdej strony od krawędzi uzbrojenia terenu.

Kable należy układać poza częściami dróg i ulic przeznaczonymi do ruchu kołowego, w odległości co najmniej 50 cm od jezdni i od fundamentów budynków. Dopuszcza się układanie kabli w częściach dróg i ulic przeznaczonych do ruchu kołowego w osłonach otaczających. Długość i kształt osłon otaczających kabli musi umożliwić wymianę osłoniętego kabla.

Przy wprowadzeniu kabli do złącz oraz przy przepustach należy pozostawić zapasy kabla o długości nie mniejszej niż 2,5 m każdy, zgodnie z normą.

Kabel na całej trasie należy wyposażyć w oznaczniki rozmieszczone co około 10 m i w miejscach charakterystycznych. Na oznaczniku należy podać:

- symbol i numer linii kablowej,
- oznaczenie kabla wg odpowiedniej normy,
- znak użytkownika kabla,
- rok ułożenia kabla.

Treść opaski kabla wykonawca powinien uzgodnić z użytkownikiem kabla.

Linie kablowe należy zgłosić przed zasypaniem do uprawnionych służb geodezyjnych celem inwentaryzacji.

Po wykonaniu prac należy odtworzyć istniejącą strukturę zagospodarowania terenu.

W budynkach przewody silnoprądowe i sterownicze prowadzić pod tynkiem w rurach instalacyjnych lub natynkowo w listwach instalacyjnych.

13. Obliczenia strony AC.

13.1. Stacje transformatorowe.

a) Stacja transformatorowa TR1.

Do obliczeń przyjęto:

- moc przyłączeniowa wprowadzona $P_w = 1784$ kW,
- moc przyłączeniowa pobierana $P_p = 10$ kW,
- prąd zwarc wielofazowych 10 kA przy czasie $t = 1,5$ s w miejscu przyłączenia,
- prąd ziemnozwarciowy 15 A przy czasie $t = 5$ s trwania zwarcia,
- współczynnik mocy $\cos\varphi = 0,99$.

Moc pozorna S_U

$$S_U = \frac{P_w}{\cos\varphi} = 1802 \text{ kVA}$$

Spodziewany prąd obciążenia:

$$I_s = \frac{S_U}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{1802}{\sqrt{3} \cdot 20} = 52,1 \text{ A}$$

Dobrano transformator 2000 kVA 20/0,4 kV o parametrach:

grupa połączeń: Dyn5

$$u_{kr} = 0,06$$

$$\Delta P_O = 2,6kW$$
$$\Delta P_{obczn} = 16kW$$

Dobór zabezpieczenia głównego po stronie SN:

$$I_{nTr} = k_b \cdot I_{BTr} = 1,6 \cdot 52,1 = 83,4A$$

Należy przyjąć bezpiecznik topikowy SN typu VVC 24kV/125A.

Dobór zabezpieczenia głównego stacji transformatorowej po stronie nN:

$$I_{obl} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos\varphi} = 2604,1A$$

Dobrano wyłącznik 3WL1125 3200 A.

Dobór kondensatora do kompensacji biegu jałowego transformatora

$$Q_c = \frac{I_o}{100} \cdot S_n = 14kVar$$

gdzie:

- procentowy prąd biegu jałowego transformatora $I_o\% = 0,7\%$ (wg katalogu)
- moc znamionowa transformatora $S_n = 2000kVA$

Dobrano kondensator typu MKPg o mocy znamionowej 15kVar

b) Stacja transformatorowa TR2.

Do obliczeń przyjęto:

- moc przyłączeniowa wprowadzona $P_w = 1138 kW$,
- moc przyłączeniowa pobierana $P_p = 10 kW$,
- prąd zwarć wielofazowych 10 kA przy czasie $t = 1,5 s$ w miejscu przyłączenia,
- prąd ziemnozwarciowy 15 A przy czasie $t = 5 s$ trwania zwarcia,
- współczynnik mocy $\cos\varphi = 0,99$.

Moc pozorna S_U

$$S_U = \frac{P_w}{\cos\varphi} = 1147 kVA$$

Spodziewany prąd obciążenia:

$$I_s = \frac{S_U}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{1147}{\sqrt{3} \cdot 20} = 33,2A$$

Dobrano transformator 1250 kVA 20/0,4 kV o parametrach:
grupa połączeń: Dyn5

$$u_{kr} = 0,06$$

$$\Delta P_O = 1,8kW$$

$$\Delta P_{obczn} = 11kW$$

Dobór zabezpieczenia głównego po stronie SN:

$$I_{nTr} = k_b \cdot I_{BTr} = 1,6 \cdot 33,2 = 53,1$$

Należy przyjąć bezpiecznik topikowy SN typu VVC 24kV/63A.

Dobór zabezpieczenia głównego stacji transformatorowej po stronie nN:

$$I_{obl} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi} = 1661,1A$$

Dobrano wyłącznik 3WL1120 2000 A.

Dobór kondensatora do kompensacji biegu jałowego transformatora

$$Q_c = \frac{I_o}{100} \cdot S_n = 8,75kVar$$

gdzie:

- procentowy prąd biegu jałowego transformatora $I_o\% = 0,7\%$ (wg katalogu)
- moc znamionowa transformatora $S_n = 1250kVA$

Dobrano kondensator typu MKPg o mocy znamionowej 10kVar

c) Stacja transformatorowa TR3.

Do obliczeń przyjęto:

- moc przyłączeniowa wprowadzona $P_w = 1312 kW$,
- moc przyłączeniowa pobierana $P_p = 10 kW$,
- prąd zwarć wielofazowych 10 kA przy czasie $t = 1,5 s$ w miejscu przyłączenia,
- prąd ziemnozwarciowy 15 A przy czasie $t = 5 s$ trwania zwarcia,
- współczynnik mocy $\cos \varphi = 0,99$.

Moc pozorna S_U

$$S_U = \frac{P_w}{\cos \varphi} = 1325 kVA$$

Spodziewany prąd obciążenia:

$$I_s = \frac{S_U}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{1325}{\sqrt{3} \cdot 20} = 38,3A$$

Dobrano transformator 1600 kVA 20/0,4 kV o parametrach:
grupa połączeń: Dyn5

$$u_{kr} = 0,06$$

$$\Delta P_O = 2,2 kW$$

$$\Delta P_{obczn} = 13 kW$$

Dobór zabezpieczenia głównego po stronie SN:

$$I_{nTr} = k_b \cdot I_{BTr} = 1,6 \cdot 38,3 = 61,3 A$$

Należy przyjąć bezpiecznik topikowy SN typu V V C 80.

Dobór zabezpieczenia głównego stacji transformatorowej po stronie nN:

$$I_{obl} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi} = 1915,1 A$$

Dobrano wyłącznik 3WL1125 2500 A.

Dobór kondensatora do kompensacji biegu jałowego transformatora

$$Q_c = \frac{I_o}{100} \cdot S_n = 11,2 kVar$$

gdzie:

- procentowy prąd biegu jałowego transformatora $I_o\% = 0,7\%$ (wg katalogu)
- moc znamionowa transformatora $S_n = 1600 kVA$

Dobrano kondensator typu MKPg o mocy znamionowej 12,5kVar

13.2. Dobór kabli SN 20 kV.

Dobrano kabel XRUHAKXS 18/30 kV

$S = 240 \text{ mm}^2$

$S_{zp} = 50 \text{ mm}^2$

$I_{dd} = 422 \text{ A}$ – obciążalność długotrwała kabla w ziemi w układzie trójkąt

$I_{zw} = 22,7 \text{ kA}$ – obciążalność zwarciowa żyły kabla

$I_b = 123,6 \text{ A}$ – maksymalny prąd obciążenia dla kabla z projektowanej rozdzielni SN do stacji 110/20 kV

$f_1 = 0,85$ – współczynnik uwzględniający sposób ułożenia kabli

I_{ddmin} – wymagana minimalna obciążalność prądowa długotrwała z uwzględnieniem współczynnika f_1

$$I_{ddmin} = \frac{I_b}{f_1} = \frac{123,6}{0,85} = 145,4 A$$

$422 \text{ A} > 145,44 \text{ A}$ – warunek spełniony

13.3. Obliczenia wartości prądów znamionowych zabezpieczeń, prądów zwarciovych i spadków napięć na przewodach strony AC.

Spadek napięcia na przewodach AC nie powinien przekraczać 1%.

Obliczenia prądów znamionowych poszczególnych obwodów wykonane przy pomocy programu Pająk 3.2.2. Wszystkie zabezpieczenia dobrane przy pomocy programu spełniają wymogi selektywności z zabezpieczeniami stacji transformatorowej. Obliczone przy pomocy programu czasy wyłączenia poszczególnych zabezpieczeń podane są w tabelkach.

Rozdzielnica nN stacji transformatorowej TR1

Obliczenia prądów znamionowych poszczególnych obwodów wykonane przy pomocy programu Pająk 3.2.2.

1.	rozdzielnic RI1	Un=400V	Ks=1		
2.	Inwerter I.1	Un=400V	In=72,2A	Pn=50kW (Ku=1)	cosφ=0,999
3.	Inwerter I.2	Un=400V	In=72,2A	Pn=50kW (Ku=1)	cosφ=0,999
4.	Inwerter I.3	Un=400V	In=72,2A	Pn=50kW (Ku=1)	cosφ=0,999
5.	Inwerter I.4	Un=400V	In=72,2A	Pn=50kW (Ku=1)	cosφ=0,999
6.	rozdzielnic RI2	Un=400V	Ks=1		
7.	Inwerter I.5	Un=400V	In=72,2A	Pn=50kW (Ku=1)	cosφ=0,999
8.	Inwerter I.6	Un=400V	In=72,2A	Pn=50kW (Ku=1)	cosφ=0,999
9.	Inwerter I.7	Un=400V	In=72,2A	Pn=50kW (Ku=1)	cosφ=0,999
10.	Inwerter I.8	Un=400V	In=72,2A	Pn=50kW (Ku=1)	cosφ=0,999
11.	rozdzielnic RI3	Un=400V	Ks=1		
12.	Inwerter I.9	Un=400V	In=72,2A	Pn=50kW (Ku=1)	cosφ=0,999
13.	Inwerter I.10	Un=400V	In=72,2A	Pn=50kW (Ku=1)	cosφ=0,999
14.	Inwerter I.11	Un=400V	In=72,2A	Pn=50kW (Ku=1)	cosφ=0,999
15.	Inwerter I.12	Un=400V	In=72,2A	Pn=50kW (Ku=1)	cosφ=0,999
16.	rozdzielnic RII1	Un=400V	Ks=1		
17.	Inwerter II.1	Un=400V	In=95,4A	Pn=66kW (Ku=1)	cosφ=0,999
18.	Inwerter II.2	Un=400V	In=95,4A	Pn=66kW (Ku=1)	cosφ=0,999
19.	Inwerter II.3	Un=400V	In=95,4A	Pn=66kW (Ku=1)	cosφ=0,999
20.	Inwerter II.4	Un=400V	In=95,4A	Pn=66kW (Ku=1)	cosφ=0,999
21.	rozdzielnic RII2	Un=400V	Ks=1		
22.	Inwerter II.5	Un=400V	In=95,4A	Pn=66kW (Ku=1)	cosφ=0,999
23.	Inwerter II.6	Un=400V	In=95,4A	Pn=66kW (Ku=1)	cosφ=0,999
24.	Inwerter II.7	Un=400V	In=95,4A	Pn=66kW (Ku=1)	cosφ=0,999
25.	Inwerter II.8	Un=400V	In=95,4A	Pn=66kW (Ku=1)	cosφ=0,999
26.	rozdzielnic RII3	Un=400V	Ks=1		
27.	Inwerter II.9	Un=400V	In=95,4A	Pn=66kW (Ku=1)	cosφ=0,999
28.	Inwerter II.10	Un=400V	In=95,4A	Pn=66kW (Ku=1)	cosφ=0,999
29.	Inwerter II.11	Un=400V	In=95,4A	Pn=66kW (Ku=1)	cosφ=0,999
30.	rozdzielnic RII4	Un=400V	Ks=1		
31.	Inwerter II.12	Un=400V	In=95,4A	Pn=66kW (Ku=1)	cosφ=0,999
32.	Inwerter II.13	Un=400V	In=72,2A	Pn=50kW (Ku=1)	cosφ=0,999
33.	Inwerter II.14	Un=400V	In=72,2A	Pn=50kW (Ku=1)	cosφ=0,999

Dobór poszczególnych urządzeń i kabli wykonano przy pomocy programu Pająk 3.2.2.

Zabezpieczenie kabla zasilającego rozdzielnicę nN w w stacji transformatorowej TR1:

WYŁĄCZNIK	3WL1125 3200A	Iw=3200A, Ics=66kA, Icu=66kA
-----------	---------------	------------------------------

Od strony instalacji PV:

1.	rozdzielnica RI1	WYŁĄCZNIK	DPX-IS 630 4P 320 A	Iw=320A, Ics=36kA, Icu=36kA
2.	Inwerter I.1	WYŁĄCZNIK	DX3 C 80 AC 3P 25 kA	Iw=80A, Ics=25kA, Icu=25kA
3.	Inwerter I.2	WYŁĄCZNIK	DX3 C 80 AC 3P 25 kA	Iw=80A, Ics=25kA, Icu=25kA
4.	Inwerter I.3	WYŁĄCZNIK	DX3 C 80 AC 3P 25 kA	Iw=80A, Ics=25kA, Icu=25kA
5.	Inwerter I.4	WYŁĄCZNIK	DX3 C 80 AC 3P 25 kA	Iw=80A, Ics=25kA, Icu=25kA
6.	rozdzielnica RI2	WYŁĄCZNIK	DPX-IS 630 4P 320 A	Iw=320A, Ics=36kA, Icu=36kA
7.	Inwerter I.5	WYŁĄCZNIK	DX3 C 80 AC 3P 25 kA	Iw=80A, Ics=25kA, Icu=25kA
8.	Inwerter I.6	WYŁĄCZNIK	DX3 C 80 AC 3P 25 kA	Iw=80A, Ics=25kA, Icu=25kA
9.	Inwerter I.7	WYŁĄCZNIK	DX3 C 80 AC 3P 25 kA	Iw=80A, Ics=25kA, Icu=25kA
10.	Inwerter I.8	WYŁĄCZNIK	DX3 C 80 AC 3P 25 kA	Iw=80A, Ics=25kA, Icu=25kA
11.	rozdzielnica RI3	WYŁĄCZNIK	DPX-IS 630 4P 320 A	Iw=320A, Ics=36kA, Icu=36kA
12.	Inwerter I.9	WYŁĄCZNIK	DX3 C 80 AC 3P 25 kA	Iw=80A, Ics=25kA, Icu=25kA
13.	Inwerter I.10	WYŁĄCZNIK	DX3 C 80 AC 3P 25 kA	Iw=80A, Ics=25kA, Icu=25kA
14.	Inwerter I.11	WYŁĄCZNIK	DX3 C 80 AC 3P 25 kA	Iw=80A, Ics=25kA, Icu=25kA
15.	Inwerter I.12	WYŁĄCZNIK	DX3 C 80 AC 3P 25 kA	Iw=80A, Ics=25kA, Icu=25kA
16.	rozdzielnica RII1	WYŁĄCZNIK	DPX-IS 630 4P 400 A	Iw=400A, Ics=36kA, Icu=36kA
17.	Inwerter II.1	WYŁĄCZNIK	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	Iw=125A, Ics=25kA, Icu=25kA
18.	Inwerter II.2	WYŁĄCZNIK	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	Iw=125A, Ics=25kA, Icu=25kA
19.	Inwerter II.3	WYŁĄCZNIK	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	Iw=125A, Ics=25kA, Icu=25kA
20.	Inwerter II.4	WYŁĄCZNIK	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	Iw=125A, Ics=25kA, Icu=25kA
21.	rozdzielnica RII2	WYŁĄCZNIK	DPX-IS 630 4P 400 A	Iw=400A, Ics=36kA, Icu=36kA
22.	Inwerter II.5	WYŁĄCZNIK	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	Iw=125A, Ics=25kA, Icu=25kA
23.	Inwerter II.6	WYŁĄCZNIK	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	Iw=125A, Ics=25kA, Icu=25kA
24.	Inwerter II.7	WYŁĄCZNIK	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	Iw=125A, Ics=25kA, Icu=25kA
25.	Inwerter II.8	WYŁĄCZNIK	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	Iw=125A, Ics=25kA, Icu=25kA
26.	rozdzielnica RII3	WYŁĄCZNIK	DPX-IS 630 4P 320 A	Iw=320A, Ics=36kA, Icu=36kA
27.	Inwerter II.9	WYŁĄCZNIK	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	Iw=125A, Ics=25kA, Icu=25kA
28.	Inwerter II.10	WYŁĄCZNIK	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	Iw=125A, Ics=25kA, Icu=25kA
29.	Inwerter II.11	WYŁĄCZNIK	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	Iw=125A, Ics=25kA, Icu=25kA
30.	rozdzielnica RII4	WYŁĄCZNIK	DPX-IS 630 4P 320 A	Iw=320A, Ics=36kA, Icu=36kA
31.	Inwerter II.12	WYŁĄCZNIK	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	Iw=125A, Ics=25kA, Icu=25kA
32.	Inwerter II.13	WYŁĄCZNIK	DX3 C 80 AC 3P 25 kA	Iw=80A, Ics=25kA, Icu=25kA
33.	Inwerter II.14	WYŁĄCZNIK	DX3 C 80 AC 3P 25 kA	Iw=80A, Ics=25kA, Icu=25kA

1.	rozdzielnica RI1	KABEL	3x(YAKXS 4x240)	L=90m	Un=1000V	In=469A (30° C E)	Iz=565,5A (20° C, D2)
2.	Inwerter I.1	KABEL	YKY 5x25	L=2m	Un=1000V	In=101A (30° C E)	Iz=101,0A (30° C, E)
3.	Inwerter I.2	KABEL	YKY 5x25	L=3m	Un=1000V	In=101A (30° C E)	Iz=101,0A (30° C, E)

4.	Inwerter I.3	KABEL	YKY 5x25	L=4m	Un=1000V	In=101A (30°C E)	Iz=101,0A (30°C, E)
5.	Inwerter I.4	KABEL	YKY 5x25	L=5m	Un=1000V	In=101A (30°C E)	Iz=101,0A (30°C, E)
6.	rozdzielnica RI2	KABEL	2x(YAKXS 4x240)	L=72m	Un=1000V	In=469A (30°C E)	Iz=435,0A (20°C, D2)
7.	Inwerter I.5	KABEL	YKY 5x25	L=2m	Un=1000V	In=101A (30°C E)	Iz=101,0A (30°C, E)
8.	Inwerter I.6	KABEL	YKY 5x25	L=3m	Un=1000V	In=101A (30°C E)	Iz=101,0A (30°C, E)
9.	Inwerter I.7	KABEL	YKY 5x25	L=4m	Un=1000V	In=101A (30°C E)	Iz=101,0A (30°C, E)
10.	Inwerter I.8	KABEL	YKY 5x25	L=5m	Un=1000V	In=101A (30°C E)	Iz=101,0A (30°C, E)
11.	rozdzielnica RI3	KABEL	2x(YAKXS 4x240)	L=44m	Un=1000V	In=469A (30°C E)	Iz=435,0A (20°C, D2)
12.	Inwerter I.9	KABEL	YKY 5x25	L=2m	Un=1000V	In=101A (30°C E)	Iz=101,0A (30°C, E)
13.	Inwerter I.10	KABEL	YKY 5x25	L=3m	Un=1000V	In=101A (30°C E)	Iz=101,0A (30°C, E)
14.	Inwerter I.11	KABEL	YKY 5x25	L=4m	Un=1000V	In=101A (30°C E)	Iz=101,0A (30°C, E)
15.	Inwerter I.12	KABEL	YKY 5x25	L=5m	Un=1000V	In=101A (30°C E)	Iz=101,0A (30°C, E)
16.	rozdzielnica RI1	KABEL	3x(YAKXS 4x240)	L=78m	Un=1000V	In=469A (30°C E)	Iz=565,5A (20°C, D2)
17.	Inwerter II.1	KABEL	YKY 5x35	L=2m	Un=1000V	In=126A (30°C E)	Iz=126,0A (30°C, E)
18.	Inwerter II.2	KABEL	YKY 5x35	L=3m	Un=1000V	In=126A (30°C E)	Iz=126,0A (30°C, E)
19.	Inwerter II.3	KABEL	YKY 5x35	L=4m	Un=1000V	In=126A (30°C E)	Iz=126,0A (30°C, E)
20.	Inwerter II.4	KABEL	YKY 5x35	L=5m	Un=1000V	In=126A (30°C E)	Iz=126,0A (30°C, E)
21.	rozdzielnica RI2	KABEL	2x(YAKXS 4x240)	L=50m	Un=1000V	In=469A (30°C E)	Iz=493,0A (20°C, D2)
22.	Inwerter II.5	KABEL	YKY 5x35	L=2m	Un=1000V	In=126A (30°C E)	Iz=126,0A (30°C, E)
23.	Inwerter II.6	KABEL	YKY 5x35	L=3m	Un=1000V	In=126A (30°C E)	Iz=126,0A (30°C, E)
24.	Inwerter II.7	KABEL	YKY 5x35	L=4m	Un=1000V	In=126A (30°C E)	Iz=126,0A (30°C, E)
25.	Inwerter II.8	KABEL	YKY 5x35	L=5m	Un=1000V	In=126A (30°C E)	Iz=126,0A (30°C, E)
26.	rozdzielnica RI3	KABEL	2x(YAKXS 4x240)	L=69m	Un=1000V	In=469A (30°C E)	Iz=435,0A (20°C, D2)
27.	Inwerter II.9	KABEL	YKY 5x35	L=2m	Un=1000V	In=126A (30°C E)	Iz=126,0A (30°C, E)
28.	Inwerter II.10	KABEL	YKY 5x35	L=3m	Un=1000V	In=126A (30°C E)	Iz=126,0A (30°C, E)
29.	Inwerter II.11	KABEL	YKY 5x35	L=4m	Un=1000V	In=126A (30°C E)	Iz=126,0A (30°C, E)
30.	rozdzielnica RI4	KABEL	2x(YAKXS 4x240)	L=90m	Un=1000V	In=469A (30°C E)	Iz=435,0A (20°C, D2)
31.	Inwerter II.12	KABEL	YKY 5x35	L=2m	Un=1000V	In=126A (30°C E)	Iz=126,0A (30°C, E)
32.	Inwerter II.13	KABEL	YKY 5x25	L=3m	Un=1000V	In=101A (30°C E)	Iz=101,0A (30°C, E)

33.	Inwerter II.14	KABEL	YKY 5x25	L=4m	Un=1000V	In=101A (30°C E)	Iz=101,0A (30°C, E)
-----	----------------	-------	----------	------	----------	------------------	---------------------

Przy pomocy programu Pająk 3.2.2 wykonano obliczenia spadków napięć i prądów zwarciovych trójfazowych i jednofazowych. Spadki napięć na przewodach obliczono dla najdalszego punktu danego obwodu.

Spadki napięć:

1.	rozdzielnica RI1		dUwl=0,63%	Iwl=288,8A (51%Iz)
2.	Inwerter I.1	Pn=50kW	dUwl=0,06%	Iwl=72,2A (71%Iz)
3.	Inwerter I.2	Pn=50kW	dUwl=0,09%	Iwl=72,2A (71%Iz)
4.	Inwerter I.3	Pn=50kW	dUwl=0,11%	Iwl=72,2A (71%Iz)
5.	Inwerter I.4	Pn=50kW	dUwl=0,14%	Iwl=72,2A (71%Iz)
6.	rozdzielnica RI2		dUwl=0,76%	Iwl=288,8A (66%Iz)
7.	Inwerter I.5	Pn=50kW	dUwl=0,06%	Iwl=72,2A (71%Iz)
8.	Inwerter I.6	Pn=50kW	dUwl=0,09%	Iwl=72,2A (71%Iz)
9.	Inwerter I.7	Pn=50kW	dUwl=0,11%	Iwl=72,2A (71%Iz)
10.	Inwerter I.8	Pn=50kW	dUwl=0,14%	Iwl=72,2A (71%Iz)
11.	rozdzielnica RI3		dUwl=0,47%	Iwl=288,8A (66%Iz)
12.	Inwerter I.9	Pn=50kW	dUwl=0,06%	Iwl=72,2A (71%Iz)
13.	Inwerter I.10	Pn=50kW	dUwl=0,09%	Iwl=72,2A (71%Iz)
14.	Inwerter I.11	Pn=50kW	dUwl=0,11%	Iwl=72,2A (71%Iz)
15.	Inwerter I.12	Pn=50kW	dUwl=0,14%	Iwl=72,2A (71%Iz)
16.	rozdzielnica RI11		dUwl=0,73%	Iwl=381,6A (67%Iz)
17.	Inwerter II.1	Pn=66kW	dUwl=0,05%	Iwl=95,4A (76%Iz)
18.	Inwerter II.2	Pn=66kW	dUwl=0,08%	Iwl=95,4A (76%Iz)
19.	Inwerter II.3	Pn=66kW	dUwl=0,11%	Iwl=95,4A (76%Iz)
20.	Inwerter II.4	Pn=66kW	dUwl=0,13%	Iwl=95,4A (76%Iz)
21.	rozdzielnica RI12		dUwl=0,7%	Iwl=381,6A (77%Iz)
22.	Inwerter II.5	Pn=66kW	dUwl=0,05%	Iwl=95,4A (76%Iz)
23.	Inwerter II.6	Pn=66kW	dUwl=0,08%	Iwl=95,4A (76%Iz)
24.	Inwerter II.7	Pn=66kW	dUwl=0,11%	Iwl=95,4A (76%Iz)
25.	Inwerter II.8	Pn=66kW	dUwl=0,13%	Iwl=95,4A (76%Iz)
26.	rozdzielnica RI13		dUwl=0,72%	Iwl=286,2A (66%Iz)
27.	Inwerter II.9	Pn=66kW	dUwl=0,05%	Iwl=95,4A (76%Iz)
28.	Inwerter II.10	Pn=66kW	dUwl=0,08%	Iwl=95,4A (76%Iz)
29.	Inwerter II.11	Pn=66kW	dUwl=0,11%	Iwl=95,4A (76%Iz)
30.	rozdzielnica RI14		dUwl=0,79%	Iwl=239,8A (55%Iz)
31.	Inwerter II.12	Pn=66kW	dUwl=0,05%	Iwl=95,4A (76%Iz)
32.	Inwerter II.13	Pn=50kW	dUwl=0,09%	Iwl=72,2A (71%Iz)
33.	Inwerter II.14	Pn=50kW	dUwl=0,11%	Iwl=72,2A (71%Iz)

1.	rozdzielnica RI1	KABEL	3x(YAKXS 4x240)	dUwl=0,63%	Iwl=288,8A (51%Iz)
2.	Inwerter I.1	KABEL	YKY 5x25	dUwl=0,06%	Iwl=72,2A (71%Iz)
3.	Inwerter I.2	KABEL	YKY 5x25	dUwl=0,09%	Iwl=72,2A (71%Iz)

4.	Inwerter I.3	KABEL	YKY 5x25	dUwl=0,11%	Iwl=72,2A (71%Iz)
5.	Inwerter I.4	KABEL	YKY 5x25	dUwl=0,14%	Iwl=72,2A (71%Iz)
6.	rozdzielnic RI2	KABEL	2x(YAKXS 4x240)	dUwl=0,76%	Iwl=288,8A (66%Iz)
7.	Inwerter I.5	KABEL	YKY 5x25	dUwl=0,06%	Iwl=72,2A (71%Iz)
8.	Inwerter I.6	KABEL	YKY 5x25	dUwl=0,09%	Iwl=72,2A (71%Iz)
9.	Inwerter I.7	KABEL	YKY 5x25	dUwl=0,11%	Iwl=72,2A (71%Iz)
10.	Inwerter I.8	KABEL	YKY 5x25	dUwl=0,14%	Iwl=72,2A (71%Iz)
11.	rozdzielnic RI3	KABEL	2x(YAKXS 4x240)	dUwl=0,47%	Iwl=288,8A (66%Iz)
12.	Inwerter I.9	KABEL	YKY 5x25	dUwl=0,06%	Iwl=72,2A (71%Iz)
13.	Inwerter I.10	KABEL	YKY 5x25	dUwl=0,09%	Iwl=72,2A (71%Iz)
14.	Inwerter I.11	KABEL	YKY 5x25	dUwl=0,11%	Iwl=72,2A (71%Iz)
15.	Inwerter I.12	KABEL	YKY 5x25	dUwl=0,14%	Iwl=72,2A (71%Iz)
16.	rozdzielnic RII1	KABEL	3x(YAKXS 4x240)	dUwl=0,73%	Iwl=381,6A (67%Iz)
17.	Inwerter II.1	KABEL	YKY 5x35	dUwl=0,05%	Iwl=95,4A (76%Iz)
18.	Inwerter II.2	KABEL	YKY 5x35	dUwl=0,08%	Iwl=95,4A (76%Iz)
19.	Inwerter II.3	KABEL	YKY 5x35	dUwl=0,11%	Iwl=95,4A (76%Iz)
20.	Inwerter II.4	KABEL	YKY 5x35	dUwl=0,13%	Iwl=95,4A (76%Iz)
21.	rozdzielnic RII2	KABEL	2x(YAKXS 4x240)	dUwl=0,7%	Iwl=381,6A (77%Iz)
22.	Inwerter II.5	KABEL	YKY 5x35	dUwl=0,05%	Iwl=95,4A (76%Iz)
23.	Inwerter II.6	KABEL	YKY 5x35	dUwl=0,08%	Iwl=95,4A (76%Iz)
24.	Inwerter II.7	KABEL	YKY 5x35	dUwl=0,11%	Iwl=95,4A (76%Iz)
25.	Inwerter II.8	KABEL	YKY 5x35	dUwl=0,13%	Iwl=95,4A (76%Iz)
26.	rozdzielnic RII3	KABEL	2x(YAKXS 4x240)	dUwl=0,72%	Iwl=286,2A (66%Iz)
27.	Inwerter II.9	KABEL	YKY 5x35	dUwl=0,05%	Iwl=95,4A (76%Iz)
28.	Inwerter II.10	KABEL	YKY 5x35	dUwl=0,08%	Iwl=95,4A (76%Iz)
29.	Inwerter II.11	KABEL	YKY 5x35	dUwl=0,11%	Iwl=95,4A (76%Iz)
30.	rozdzielnic RII4	KABEL	2x(YAKXS 4x240)	dUwl=0,79%	Iwl=239,8A (55%Iz)
31.	Inwerter II.12	KABEL	YKY 5x35	dUwl=0,05%	Iwl=95,4A (76%Iz)
32.	Inwerter II.13	KABEL	YKY 5x25	dUwl=0,09%	Iwl=72,2A (71%Iz)
33.	Inwerter II.14	KABEL	YKY 5x25	dUwl=0,11%	Iwl=72,2A (71%Iz)

Zwarcia trójfazowe:

1.	rozdzielnic RI1		Ik3p*=4,7kA	ip3p=10,8kA
2.	Inwerter I.1	Pn=50kW	Ik3p*=4,7kA	ip3p=10,4kA
3.	Inwerter I.2	Pn=50kW	Ik3p*=4,7kA	ip3p=10,2kA
4.	Inwerter I.3	Pn=50kW	Ik3p*=4,7kA	ip3p=10,0kA
5.	Inwerter I.4	Pn=50kW	Ik3p*=4,6kA	ip3p=9,8kA
6.	rozdzielnic RI2		Ik3p*=4,7kA	ip3p=10,5kA
7.	Inwerter I.5	Pn=50kW	Ik3p*=4,7kA	ip3p=10,1kA
8.	Inwerter I.6	Pn=50kW	Ik3p*=4,6kA	ip3p=10,0kA
9.	Inwerter I.7	Pn=50kW	Ik3p*=4,6kA	ip3p=9,8kA
10.	Inwerter I.8	Pn=50kW	Ik3p*=4,6kA	ip3p=9,6kA
11.	rozdzielnic RI3		Ik3p*=4,8kA	ip3p=11,2kA
12.	Inwerter I.9	Pn=50kW	Ik3p*=4,8kA	ip3p=10,8kA

13.	Inwerter I.10	Pn=50kW	Ik3p*=4,8kA	ip3p=10,5kA
14.	Inwerter I.11	Pn=50kW	Ik3p*=4,7kA	ip3p=10,4kA
15.	Inwerter I.12	Pn=50kW	Ik3p*=4,7kA	ip3p=10,2kA
16.	rozdzielnica RII1		Ik3p*=4,8kA	ip3p=11,0kA
17.	Inwerter II.1	Pn=66kW	Ik3p*=4,7kA	ip3p=10,7kA
18.	Inwerter II.2	Pn=66kW	Ik3p*=4,7kA	ip3p=10,5kA
19.	Inwerter II.3	Pn=66kW	Ik3p*=4,7kA	ip3p=10,4kA
20.	Inwerter II.4	Pn=66kW	Ik3p*=4,7kA	ip3p=10,2kA
21.	rozdzielnica RII2		Ik3p*=4,8kA	ip3p=11,0kA
22.	Inwerter II.5	Pn=66kW	Ik3p*=4,8kA	ip3p=10,7kA
23.	Inwerter II.6	Pn=66kW	Ik3p*=4,7kA	ip3p=10,6kA
24.	Inwerter II.7	Pn=66kW	Ik3p*=4,7kA	ip3p=10,4kA
25.	Inwerter II.8	Pn=66kW	Ik3p*=4,7kA	ip3p=10,3kA
26.	rozdzielnica RII3		Ik3p*=4,7kA	ip3p=10,6kA
27.	Inwerter II.9	Pn=66kW	Ik3p*=4,7kA	ip3p=10,3kA
28.	Inwerter II.10	Pn=66kW	Ik3p*=4,7kA	ip3p=10,2kA
29.	Inwerter II.11	Pn=66kW	Ik3p*=4,6kA	ip3p=10,0kA
30.	rozdzielnica RII4		Ik3p*=4,6kA	ip3p=10,1kA
31.	Inwerter II.12	Pn=66kW	Ik3p*=4,6kA	ip3p=9,9kA
32.	Inwerter II.13	Pn=50kW	Ik3p*=4,6kA	ip3p=9,6kA
33.	Inwerter II.14	Pn=50kW	Ik3p*=4,5kA	ip3p=9,4kA

Zwarcia jednofazowe:

1.	rozdzielnica RI1		Ik1p*=3,9kA	ip1p=7,6kA
2.	Inwerter I.1	Pn=50kW	Ik1p*=3,8kA	ip1p=7,1kA
3.	Inwerter I.2	Pn=50kW	Ik1p*=3,8kA	ip1p=6,9kA
4.	Inwerter I.3	Pn=50kW	Ik1p*=3,7kA	ip1p=6,7kA
5.	Inwerter I.4	Pn=50kW	Ik1p*=3,7kA	ip1p=6,5kA
6.	rozdzielnica RI2		Ik1p*=3,8kA	ip1p=7,2kA
7.	Inwerter I.5	Pn=50kW	Ik1p*=3,7kA	ip1p=6,7kA
8.	Inwerter I.6	Pn=50kW	Ik1p*=3,7kA	ip1p=6,5kA
9.	Inwerter I.7	Pn=50kW	Ik1p*=3,6kA	ip1p=6,3kA
10.	Inwerter I.8	Pn=50kW	Ik1p*=3,6kA	ip1p=6,2kA
11.	rozdzielnica RI3		Ik1p*=4,1kA	ip1p=8,3kA
12.	Inwerter I.9	Pn=50kW	Ik1p*=4,0kA	ip1p=7,8kA
13.	Inwerter I.10	Pn=50kW	Ik1p*=4,0kA	ip1p=7,5kA
14.	Inwerter I.11	Pn=50kW	Ik1p*=3,9kA	ip1p=7,2kA
15.	Inwerter I.12	Pn=50kW	Ik1p*=3,8kA	ip1p=7,0kA
16.	rozdzielnica RII1		Ik1p*=4,0kA	ip1p=8,0kA
17.	Inwerter II.1	Pn=66kW	Ik1p*=3,9kA	ip1p=7,5kA
18.	Inwerter II.2	Pn=66kW	Ik1p*=3,9kA	ip1p=7,3kA
19.	Inwerter II.3	Pn=66kW	Ik1p*=3,8kA	ip1p=7,1kA
20.	Inwerter II.4	Pn=66kW	Ik1p*=3,8kA	ip1p=6,9kA
21.	rozdzielnica RII2		Ik1p*=4,0kA	ip1p=8,1kA

22.	Inwerter II.5	Pn=66kW	Ik1p*=4,0kA	ip1p=7,6kA
23.	Inwerter II.6	Pn=66kW	Ik1p*=3,9kA	ip1p=7,4kA
24.	Inwerter II.7	Pn=66kW	Ik1p*=3,9kA	ip1p=7,2kA
25.	Inwerter II.8	Pn=66kW	Ik1p*=3,8kA	ip1p=7,0kA
26.	rozdzielnica RII3		Ik1p*=3,8kA	ip1p=7,3kA
27.	Inwerter II.9	Pn=66kW	Ik1p*=3,8kA	ip1p=6,9kA
28.	Inwerter II.10	Pn=66kW	Ik1p*=3,7kA	ip1p=6,7kA
29.	Inwerter II.11	Pn=66kW	Ik1p*=3,7kA	ip1p=6,5kA
30.	rozdzielnica RII4		Ik1p*=3,6kA	ip1p=6,6kA
31.	Inwerter II.12	Pn=66kW	Ik1p*=3,6kA	ip1p=6,2kA
32.	Inwerter II.13	Pn=50kW	Ik1p*=3,5kA	ip1p=6,0kA
33.	Inwerter II.14	Pn=50kW	Ik1p*=3,4kA	ip1p=5,9kA

Czasy włączania poszczególnych zabezpieczeń:

1.	rozdzielnica RI1	DPX-IS 630 4P 320 A	Ttr=5,8913s
2.	Inwerter I.1	DX3 C 80 AC 3P 25 kA	Ttr=0,01s
3.	Inwerter I.2	DX3 C 80 AC 3P 25 kA	Ttr=0,01s
4.	Inwerter I.3	DX3 C 80 AC 3P 25 kA	Ttr=0,01s
5.	Inwerter I.4	DX3 C 80 AC 3P 25 kA	Ttr=0,01s
6.	rozdzielnica RI2	DPX-IS 630 4P 320 A	Ttr=6,1556s
7.	Inwerter I.5	DX3 C 80 AC 3P 25 kA	Ttr=0,01s
8.	Inwerter I.6	DX3 C 80 AC 3P 25 kA	Ttr=0,01s
9.	Inwerter I.7	DX3 C 80 AC 3P 25 kA	Ttr=0,01s
10.	Inwerter I.8	DX3 C 80 AC 3P 25 kA	Ttr=0,01s
11.	rozdzielnica RI3	DPX-IS 630 4P 320 A	Ttr=5,5648s
12.	Inwerter I.9	DX3 C 80 AC 3P 25 kA	Ttr=0,01s
13.	Inwerter I.10	DX3 C 80 AC 3P 25 kA	Ttr=0,01s
14.	Inwerter I.11	DX3 C 80 AC 3P 25 kA	Ttr=0,01s
15.	Inwerter I.12	DX3 C 80 AC 3P 25 kA	Ttr=0,01s
16.	rozdzielnica RII1	DPX-IS 630 4P 400 A	Ttr=10,9618s
17.	Inwerter II.1	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	Ttr=0,01s
18.	Inwerter II.2	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	Ttr=0,01s
19.	Inwerter II.3	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	Ttr=0,01s
20.	Inwerter II.4	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	Ttr=0,01s
21.	rozdzielnica RII2	DPX-IS 630 4P 400 A	Ttr=10,8818s
22.	Inwerter II.5	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	Ttr=0,01s
23.	Inwerter II.6	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	Ttr=0,01s
24.	Inwerter II.7	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	Ttr=0,01s
25.	Inwerter II.8	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	Ttr=0,01s
26.	rozdzielnica RII3	DPX-IS 630 4P 320 A	Ttr=6,088s
27.	Inwerter II.9	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	Ttr=0,01s
28.	Inwerter II.10	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	Ttr=0,01s
29.	Inwerter II.11	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	Ttr=0,01s
30.	rozdzielnica RII4	DPX-IS 630 4P 320 A	Ttr=6,5865s

31.	Inwerter II.12	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	Ttr=0,01s
32.	Inwerter II.13	DX3 C 80 AC 3P 25 kA	Ttr=0,01s
33.	Inwerter II.14	DX3 C 80 AC 3P 25 kA	Ttr=0,01s

Rozdzielnica nN stacji transformatorowej TR2

Obliczenia prądów znamionowych poszczególnych obwodów wykonane przy pomocy programu Pająk 3.2.2.

1.	rozdzielnicza RIII1	Un=400V	Ks=1		
2.	Inwerter III.1	Un=400V	In=95,4A	Pn=66kW (Ku=1)	cosφ=0,999
3.	Inwerter III.2	Un=400V	In=95,4A	Pn=66kW (Ku=1)	cosφ=0,999
4.	Inwerter III.3	Un=400V	In=95,4A	Pn=66kW (Ku=1)	cosφ=0,999
5.	Inwerter III.4	Un=400V	In=95,4A	Pn=66kW (Ku=1)	cosφ=0,999
6.	rozdzielnicza RIII2	Un=400V	Ks=1		
7.	Inwerter III.5	Un=400V	In=95,4A	Pn=66kW (Ku=1)	cosφ=0,999
8.	Inwerter III.6	Un=400V	In=95,4A	Pn=66kW (Ku=1)	cosφ=0,999
9.	Inwerter III.7	Un=400V	In=95,4A	Pn=66kW (Ku=1)	cosφ=0,999
10.	Inwerter III.8	Un=400V	In=95,4A	Pn=66kW (Ku=1)	cosφ=0,999
11.	rozdzielnicza RIII3	Un=400V	Ks=1		
12.	Inwerter III.9	Un=400V	In=95,4A	Pn=66kW (Ku=1)	cosφ=0,999
13.	Inwerter III.10	Un=400V	In=95,4A	Pn=66kW (Ku=1)	cosφ=0,999
14.	Inwerter III.11	Un=400V	In=95,4A	Pn=66kW (Ku=1)	cosφ=0,999
15.	Inwerter III.12	Un=400V	In=95,4A	Pn=66kW (Ku=1)	cosφ=0,999
16.	rozdzielnicza RIII4	Un=400V	Ks=1		
17.	Inwerter III.13	Un=400V	In=95,4A	Pn=66kW (Ku=1)	cosφ=0,999
18.	Inwerter III.14	Un=400V	In=95,4A	Pn=66kW (Ku=1)	cosφ=0,999
19.	Inwerter III.15	Un=400V	In=72,2A	Pn=50kW (Ku=1)	cosφ=0,999
20.	Inwerter III.16	Un=400V	In=72,2A	Pn=50kW (Ku=1)	cosφ=0,999
21.	Inwerter III.17	Un=400V	In=72,2A	Pn=50kW (Ku=1)	cosφ=0,999

Dobór poszczególnych urządzeń i kabli wykonano przy pomocy programu Pająk 3.2.2.

Zabezpieczenie kabla zasilającego rozdzielnicę nN w w stacji transformatorowej TR1:

WYŁĄCZNIK	3WL1120 2000A	Iw=2000A, Ics=66kA, Icu=66kA
-----------	---------------	------------------------------

Od strony instalacji PV:

1.	rozdzielnicza RIII1	WYŁĄCZNIK	DPX-IS 630 4P 400 A	Iw=400A, Ics=36kA, Icu=36kA
2.	Inwerter III.1	WYŁĄCZNIK	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	Iw=125A, Ics=25kA, Icu=25kA
3.	Inwerter III.2	WYŁĄCZNIK	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	Iw=125A, Ics=25kA, Icu=25kA
4.	Inwerter III.3	WYŁĄCZNIK	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	Iw=125A, Ics=25kA, Icu=25kA
5.	Inwerter III.4	WYŁĄCZNIK	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	Iw=125A, Ics=25kA, Icu=25kA
6.	rozdzielnicza RIII2	WYŁĄCZNIK	DPX-IS 630 4P 400 A	Iw=400A, Ics=36kA, Icu=36kA
7.	Inwerter III.5	WYŁĄCZNIK	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	Iw=125A, Ics=25kA, Icu=25kA

8.	Inwerter III.6	WYŁĄCZNIK	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	Iw=125A, Ics=25kA, Icu=25kA
9.	Inwerter III.7	WYŁĄCZNIK	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	Iw=125A, Ics=25kA, Icu=25kA
10.	Inwerter III.8	WYŁĄCZNIK	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	Iw=125A, Ics=25kA, Icu=25kA
11.	rozdzielnica RIII3	WYŁĄCZNIK	DPX-IS 630 4P 400 A	Iw=400A, Ics=36kA, Icu=36kA
12.	Inwerter III.9	WYŁĄCZNIK	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	Iw=125A, Ics=25kA, Icu=25kA
13.	Inwerter III.10	WYŁĄCZNIK	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	Iw=125A, Ics=25kA, Icu=25kA
14.	Inwerter III.11	WYŁĄCZNIK	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	Iw=125A, Ics=25kA, Icu=25kA
15.	Inwerter III.12	WYŁĄCZNIK	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	Iw=125A, Ics=25kA, Icu=25kA
16.	rozdzielnica RIII4	WYŁĄCZNIK	DPX-IS 630 4P 400 A	Iw=400A, Ics=36kA, Icu=36kA
17.	Inwerter III.13	WYŁĄCZNIK	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	Iw=125A, Ics=25kA, Icu=25kA
18.	Inwerter III.14	WYŁĄCZNIK	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	Iw=125A, Ics=25kA, Icu=25kA
19.	Inwerter III.15	WYŁĄCZNIK	DX3 C 80 AC 3P 25 kA	Iw=80A, Ics=25kA, Icu=25kA
20.	Inwerter III.16	WYŁĄCZNIK	DX3 C 80 AC 3P 25 kA	Iw=80A, Ics=25kA, Icu=25kA
21.	Inwerter III.17	WYŁĄCZNIK	DX3 C 80 AC 3P 25 kA	Iw=80A, Ics=25kA, Icu=25kA

1.	rozdzielnica RIII1	KABEL	4x(YAKXS 4x240)	L=98m	Un=1000V	In=469A (30°C E)	Iz=812,0A (20°C, D2)
2.	Inwerter III.1	KABEL	YKY 5x35	L=2m	Un=1000V	In=126A (30°C E)	Iz=126,0A (30°C, E)
3.	Inwerter III.2	KABEL	YKY 5x35	L=3m	Un=1000V	In=126A (30°C E)	Iz=126,0A (30°C, E)
4.	Inwerter III.3	KABEL	YKY 5x35	L=4m	Un=1000V	In=126A (30°C E)	Iz=126,0A (30°C, E)
5.	Inwerter III.4	KABEL	YKY 5x35	L=5m	Un=1000V	In=126A (30°C E)	Iz=126,0A (30°C, E)
6.	rozdzielnica RIII2	KABEL	3x(YAKXS 4x240)	L=60m	Un=1000V	In=469A (30°C E)	Iz=652,5A (20°C, D2)
7.	Inwerter III.5	KABEL	YKY 5x35	L=5m	Un=1000V	In=126A (30°C E)	Iz=126,0A (30°C, E)
8.	Inwerter III.6	KABEL	YKY 5x35	L=4m	Un=1000V	In=126A (30°C E)	Iz=126,0A (30°C, E)
9.	Inwerter III.7	KABEL	YKY 5x35	L=3m	Un=1000V	In=126A (30°C E)	Iz=126,0A (30°C, E)
10.	Inwerter III.8	KABEL	YKY 5x35	L=2m	Un=1000V	In=126A (30°C E)	Iz=126,0A (30°C, E)
11.	rozdzielnica RIII3	KABEL	2x(YAKXS 4x240)	L=54m	Un=1000V	In=469A (30°C E)	Iz=522,0A (20°C, D2)
12.	Inwerter III.9	KABEL	YKY 5x35	L=5m	Un=1000V	In=126A (30°C E)	Iz=126,0A (30°C, E)
13.	Inwerter III.10	KABEL	YKY 5x35	L=4m	Un=1000V	In=126A (30°C E)	Iz=126,0A (30°C, E)
14.	Inwerter III.11	KABEL	YKY 5x35	L=3m	Un=1000V	In=126A (30°C E)	Iz=126,0A (30°C, E)
15.	Inwerter III.12	KABEL	YKY 5x35	L=2m	Un=1000V	In=126A (30°C E)	Iz=126,0A (30°C, E)
16.	rozdzielnica RIII4	KABEL	4x(YAKXS 4x240)	L=87m	Un=1000V	In=469A (30°C E)	Iz=812,0A (20°C, D2)
17.	Inwerter III.13	KABEL	YKY 5x35	L=2m	Un=1000V	In=126A (30°C E)	Iz=126,0A (30°C, E)
18.	Inwerter III.14	KABEL	YKY 5x35	L=3m	Un=1000V	In=126A (30°C E)	Iz=126,0A (30°C, E)
19.	Inwerter III.15	KABEL	YKY 5x35	L=4m	Un=1000V	In=126A (30°C E)	Iz=126,0A (30°C, E)

20.	Inwerter III.16	KABEL	YKY 5x25	L=5m	Un=1000V	In=101A (30°C E)	Iz=101,0A (30°C, E)
21.	Inwerter III.17	KABEL	YKY 5x25	L=6m	Un=1000V	In=101A (30°C E)	Iz=101,0A (30°C, E)

Przy pomocy programu Pająk 3.2.2 wykonano obliczenia spadków napięć i prądów zwarciovych trójfazowych i jednofazowych. Spadki napięć na przewodach obliczono dla najdalszego punktu danego obwodu.

Spadki napięć:

1.	rozdzielnicza RIII1		dUnode=0,7%	
2.	Inwerter III.1	Pn=66kW	dUnode=0,75%	Inode=95,4A
3.	Inwerter III.2	Pn=66kW	dUnode=0,78%	Inode=95,4A
4.	Inwerter III.3	Pn=66kW	dUnode=0,8%	Inode=95,4A
5.	Inwerter III.4	Pn=66kW	dUnode=0,83%	Inode=95,4A
6.	rozdzielnicza RIII2		dUnode=0,57%	
7.	Inwerter III.5	Pn=66kW	dUnode=0,7%	Inode=95,4A
8.	Inwerter III.6	Pn=66kW	dUnode=0,68%	Inode=95,4A
9.	Inwerter III.7	Pn=66kW	dUnode=0,65%	Inode=95,4A
10.	Inwerter III.8	Pn=66kW	dUnode=0,62%	Inode=95,4A
11.	rozdzielnicza RIII3		dUnode=0,77%	
12.	Inwerter III.9	Pn=66kW	dUnode=0,9%	Inode=95,4A
13.	Inwerter III.10	Pn=66kW	dUnode=0,87%	Inode=95,4A
14.	Inwerter III.11	Pn=66kW	dUnode=0,85%	Inode=95,4A
15.	Inwerter III.12	Pn=66kW	dUnode=0,82%	Inode=95,4A
16.	rozdzielnicza RIII4		dUnode=0,66%	
17.	Inwerter III.13	Pn=66kW	dUnode=0,71%	Inode=95,4A
18.	Inwerter III.14	Pn=66kW	dUnode=0,74%	Inode=95,4A
19.	Inwerter III.15	Pn=50kW	dUnode=0,74%	Inode=72,2A
20.	Inwerter III.16	Pn=50kW	dUnode=0,8%	Inode=72,2A
21.	Inwerter III.17	Pn=50kW	dUnode=0,83%	Inode=72,2A

1.	rozdzielnicza RIII1	KABEL	4x(YAKXS 4x240)	dUwl=0,68%	Iwl=381,6A (47%Iz)
2.	Inwerter III.1	KABEL	YKY 5x35	dUwl=0,05%	Iwl=95,4A (76%Iz)
3.	Inwerter III.2	KABEL	YKY 5x35	dUwl=0,08%	Iwl=95,4A (76%Iz)
4.	Inwerter III.3	KABEL	YKY 5x35	dUwl=0,11%	Iwl=95,4A (76%Iz)
5.	Inwerter III.4	KABEL	YKY 5x35	dUwl=0,13%	Iwl=95,4A (76%Iz)
6.	rozdzielnicza RIII2	KABEL	3x(YAKXS 4x240)	dUwl=0,56%	Iwl=381,6A (58%Iz)
7.	Inwerter III.5	KABEL	YKY 5x35	dUwl=0,13%	Iwl=95,4A (76%Iz)
8.	Inwerter III.6	KABEL	YKY 5x35	dUwl=0,11%	Iwl=95,4A (76%Iz)
9.	Inwerter III.7	KABEL	YKY 5x35	dUwl=0,08%	Iwl=95,4A (76%Iz)
10.	Inwerter III.8	KABEL	YKY 5x35	dUwl=0,05%	Iwl=95,4A (76%Iz)
11.	rozdzielnicza RIII3	KABEL	2x(YAKXS 4x240)	dUwl=0,75%	Iwl=381,6A (73%Iz)
12.	Inwerter III.9	KABEL	YKY 5x35	dUwl=0,13%	Iwl=95,4A (76%Iz)
13.	Inwerter III.10	KABEL	YKY 5x35	dUwl=0,11%	Iwl=95,4A (76%Iz)

14.	Inwerter III.11	KABEL	YKY 5x35	dUwl=0,08%	Iwl=95,4A (76%Iz)
15.	Inwerter III.12	KABEL	YKY 5x35	dUwl=0,05%	Iwl=95,4A (76%Iz)
16.	rozdzielnicza RIII4	KABEL	4x(YAKXS 4x240)	dUwl=0,65%	Iwl=407,4A (50%Iz)
17.	Inwerter III.13	KABEL	YKY 5x35	dUwl=0,05%	Iwl=95,4A (76%Iz)
18.	Inwerter III.14	KABEL	YKY 5x35	dUwl=0,08%	Iwl=95,4A (76%Iz)
19.	Inwerter III.15	KABEL	YKY 5x35	dUwl=0,08%	Iwl=72,2A (57%Iz)
20.	Inwerter III.16	KABEL	YKY 5x25	dUwl=0,14%	Iwl=72,2A (71%Iz)
21.	Inwerter III.17	KABEL	YKY 5x25	dUwl=0,17%	Iwl=72,2A (71%Iz)

Zwarcia trójfazowe:

1.	rozdzielnicza RIII1		I _{k3p} "=4,8kA	ip3p=11,1kA
2.	Inwerter III.1	Pn=66kW	I _{k3p} "=4,8kA	ip3p=10,7kA
3.	Inwerter III.2	Pn=66kW	I _{k3p} "=4,7kA	ip3p=10,6kA
4.	Inwerter III.3	Pn=66kW	I _{k3p} "=4,7kA	ip3p=10,5kA
5.	Inwerter III.4	Pn=66kW	I _{k3p} "=4,7kA	ip3p=10,3kA
6.	rozdzielnicza RIII2		I _{k3p} "=4,8kA	ip3p=11,3kA
7.	Inwerter III.5	Pn=66kW	I _{k3p} "=4,8kA	ip3p=10,5kA
8.	Inwerter III.6	Pn=66kW	I _{k3p} "=4,8kA	ip3p=10,7kA
9.	Inwerter III.7	Pn=66kW	I _{k3p} "=4,8kA	ip3p=10,8kA
10.	Inwerter III.8	Pn=66kW	I _{k3p} "=4,8kA	ip3p=11,0kA
11.	rozdzielnicza RIII3		I _{k3p} "=4,8kA	ip3p=10,9kA
12.	Inwerter III.9	Pn=66kW	I _{k3p} "=4,7kA	ip3p=10,2kA
13.	Inwerter III.10	Pn=66kW	I _{k3p} "=4,7kA	ip3p=10,3kA
14.	Inwerter III.11	Pn=66kW	I _{k3p} "=4,7kA	ip3p=10,5kA
15.	Inwerter III.12	Pn=66kW	I _{k3p} "=4,7kA	ip3p=10,6kA
16.	rozdzielnicza RIII4		I _{k3p} "=4,8kA	ip3p=11,2kA
17.	Inwerter III.13	Pn=66kW	I _{k3p} "=4,8kA	ip3p=10,9kA
18.	Inwerter III.14	Pn=66kW	I _{k3p} "=4,8kA	ip3p=10,7kA
19.	Inwerter III.15	Pn=50kW	I _{k3p} "=4,8kA	ip3p=10,6kA
20.	Inwerter III.16	Pn=50kW	I _{k3p} "=4,7kA	ip3p=10,2kA
21.	Inwerter III.17	Pn=50kW	I _{k3p} "=4,7kA	ip3p=10,0kA

Zwarcia jednofazowe:

1.	rozdzielnicza RIII1		I _{k1p} "=4,0kA	ip1p=8,1kA
2.	Inwerter III.1	Pn=66kW	I _{k1p} "=4,0kA	ip1p=7,6kA
3.	Inwerter III.2	Pn=66kW	I _{k1p} "=3,9kA	ip1p=7,4kA
4.	Inwerter III.3	Pn=66kW	I _{k1p} "=3,9kA	ip1p=7,2kA
5.	Inwerter III.4	Pn=66kW	I _{k1p} "=3,8kA	ip1p=7,0kA
6.	rozdzielnicza RIII2		I _{k1p} "=4,1kA	ip1p=8,5kA
7.	Inwerter III.5	Pn=66kW	I _{k1p} "=3,9kA	ip1p=7,3kA
8.	Inwerter III.6	Pn=66kW	I _{k1p} "=4,0kA	ip1p=7,5kA
9.	Inwerter III.7	Pn=66kW	I _{k1p} "=4,0kA	ip1p=7,8kA
10.	Inwerter III.8	Pn=66kW	I _{k1p} "=4,1kA	ip1p=8,0kA

11.	rozdzielnica RIII3		$I_{k1p}=4,0\text{kA}$	$i_{p1p}=7,9\text{kA}$
12.	Inwerter III.9	$P_n=66\text{kW}$	$I_{k1p}=3,8\text{kA}$	$i_{p1p}=6,8\text{kA}$
13.	Inwerter III.10	$P_n=66\text{kW}$	$I_{k1p}=3,8\text{kA}$	$i_{p1p}=7,0\text{kA}$
14.	Inwerter III.11	$P_n=66\text{kW}$	$I_{k1p}=3,9\text{kA}$	$i_{p1p}=7,2\text{kA}$
15.	Inwerter III.12	$P_n=66\text{kW}$	$I_{k1p}=3,9\text{kA}$	$i_{p1p}=7,4\text{kA}$
16.	rozdzielnica RIII4		$I_{k1p}=4,1\text{kA}$	$i_{p1p}=8,4\text{kA}$
17.	Inwerter III.13	$P_n=66\text{kW}$	$I_{k1p}=4,0\text{kA}$	$i_{p1p}=7,9\text{kA}$
18.	Inwerter III.14	$P_n=66\text{kW}$	$I_{k1p}=4,0\text{kA}$	$i_{p1p}=7,6\text{kA}$
19.	Inwerter III.15	$P_n=50\text{kW}$	$I_{k1p}=3,9\text{kA}$	$i_{p1p}=7,4\text{kA}$
20.	Inwerter III.16	$P_n=50\text{kW}$	$I_{k1p}=3,9\text{kA}$	$i_{p1p}=7,0\text{kA}$
21.	Inwerter III.17	$P_n=50\text{kW}$	$I_{k1p}=3,8\text{kA}$	$i_{p1p}=6,8\text{kA}$

Czasy włączania poszczególnych zabezpieczeń:

1.	rozdzielnica RIII1	DPX-IS 630 4P 400 A	$T_{tr}=10,8447\text{s}$
2.	Inwerter III.1	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	$T_{tr}=0,01\text{s}$
3.	Inwerter III.2	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	$T_{tr}=0,01\text{s}$
4.	Inwerter III.3	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	$T_{tr}=0,01\text{s}$
5.	Inwerter III.4	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	$T_{tr}=0,01\text{s}$
6.	rozdzielnica RIII2	DPX-IS 630 4P 400 A	$T_{tr}=10,4988\text{s}$
7.	Inwerter III.5	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	$T_{tr}=0,01\text{s}$
8.	Inwerter III.6	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	$T_{tr}=0,01\text{s}$
9.	Inwerter III.7	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	$T_{tr}=0,01\text{s}$
10.	Inwerter III.8	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	$T_{tr}=0,01\text{s}$
11.	rozdzielnica RIII3	DPX-IS 630 4P 400 A	$T_{tr}=11,0454\text{s}$
12.	Inwerter III.9	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	$T_{tr}=0,01\text{s}$
13.	Inwerter III.10	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	$T_{tr}=0,01\text{s}$
14.	Inwerter III.11	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	$T_{tr}=0,01\text{s}$
15.	Inwerter III.12	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	$T_{tr}=0,01\text{s}$
16.	rozdzielnica RIII4	DPX-IS 630 4P 400 A	$T_{tr}=15,0613\text{s}$
17.	Inwerter III.13	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	$T_{tr}=0,01\text{s}$
18.	Inwerter III.14	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	$T_{tr}=0,01\text{s}$
19.	Inwerter III.15	DX3 C 80 AC 3P 25 kA	$T_{tr}=0,01\text{s}$
20.	Inwerter III.16	DX3 C 80 AC 3P 25 kA	$T_{tr}=0,01\text{s}$
21.	Inwerter III.17	DX3 C 80 AC 3P 25 kA	$T_{tr}=0,01\text{s}$

Rozdzielnica nN stacji transformatorowej TR3

Obliczenia prądów znamionowych poszczególnych obwodów wykonane przy pomocy programu Pająk 3.2.2.

1.	rozdzielnica RIV1	$U_n=400\text{V}$	$K_s=1$		
2.	Inwerter IV.1	$U_n=400\text{V}$	$I_n=95,4\text{A}$	$P_n=66\text{kW}$ ($K_u=1$)	$\cos\varphi=0,999$
3.	Inwerter IV.2	$U_n=400\text{V}$	$I_n=95,4\text{A}$	$P_n=66\text{kW}$ ($K_u=1$)	$\cos\varphi=0,999$
4.	Inwerter IV.3	$U_n=400\text{V}$	$I_n=95,4\text{A}$	$P_n=66\text{kW}$ ($K_u=1$)	$\cos\varphi=0,999$
5.	Inwerter IV.4	$U_n=400\text{V}$	$I_n=95,4\text{A}$	$P_n=66\text{kW}$ ($K_u=1$)	$\cos\varphi=0,999$

6.	Inwerter IV.5	Un=400V	In=95,4A	Pn=66kW (Ku=1)	cosφ=0,999
7.	rozdzielnic RIV2	Un=400V	Ks=1		
8.	Inwerter IV.6	Un=400V	In=95,4A	Pn=66kW (Ku=1)	cosφ=0,999
9.	Inwerter IV.7	Un=400V	In=95,4A	Pn=66kW (Ku=1)	cosφ=0,999
10.	Inwerter IV.8	Un=400V	In=95,4A	Pn=66kW (Ku=1)	cosφ=0,999
11.	Inwerter IV.9	Un=400V	In=95,4A	Pn=66kW (Ku=1)	cosφ=0,999
12.	Inwerter IV.10	Un=400V	In=95,4A	Pn=66kW (Ku=1)	cosφ=0,999
13.	rozdzielnic RIV3	Un=400V	Ks=1		
14.	Inwerter IV.11	Un=400V	In=95,4A	Pn=66kW (Ku=1)	cosφ=0,999
15.	Inwerter IV.12	Un=400V	In=95,4A	Pn=66kW (Ku=1)	cosφ=0,999
16.	Inwerter IV.13	Un=400V	In=95,4A	Pn=66kW (Ku=1)	cosφ=0,999
17.	Inwerter IV.14	Un=400V	In=95,4A	Pn=66kW (Ku=1)	cosφ=0,999
18.	Inwerter IV.15	Un=400V	In=95,4A	Pn=66kW (Ku=1)	cosφ=0,999
19.	rozdzielnic RIV4	Un=400V	Ks=1		
20.	Inwerter IV.16	Un=400V	In=95,4A	Pn=66kW (Ku=1)	cosφ=0,999
21.	Inwerter IV.17	Un=400V	In=95,4A	Pn=66kW (Ku=1)	cosφ=0,999
22.	Inwerter IV.18	Un=400V	In=95,4A	Pn=66kW (Ku=1)	cosφ=0,999
23.	Inwerter IV.19	Un=400V	In=72,2A	Pn=50kW (Ku=1)	cosφ=0,999

Dobór poszczególnych urządzeń i kabli wykonano przy pomocy programu Pająk 3.2.2.
Zabezpieczenie kabla zasilającego rozdzielnicę nN w w stacji transformatorowej TR3:

WYŁĄCZNIK	3WL1125 2500A	Iw=2500A, Ics=66kA, Icu=66kA
-----------	---------------	------------------------------

Od strony instalacji PV:

1.	rozdzielnic RIV1	WYŁĄCZNIK	DPX-IS 630 4P 500 A	Iw=500A, Ics=36kA, Icu=36kA
2.	Inwerter IV.1	WYŁĄCZNIK	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	Iw=125A, Ics=25kA, Icu=25kA
3.	Inwerter IV.2	WYŁĄCZNIK	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	Iw=125A, Ics=25kA, Icu=25kA
4.	Inwerter IV.3	WYŁĄCZNIK	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	Iw=125A, Ics=25kA, Icu=25kA
5.	Inwerter IV.4	WYŁĄCZNIK	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	Iw=125A, Ics=25kA, Icu=25kA
6.	Inwerter IV.5	WYŁĄCZNIK	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	Iw=125A, Ics=25kA, Icu=25kA
7.	rozdzielnic RIV2	WYŁĄCZNIK	DPX-IS 630 4P 500 A	Iw=500A, Ics=36kA, Icu=36kA
8.	Inwerter IV.6	WYŁĄCZNIK	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	Iw=125A, Ics=25kA, Icu=25kA
9.	Inwerter IV.7	WYŁĄCZNIK	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	Iw=125A, Ics=25kA, Icu=25kA
10.	Inwerter IV.8	WYŁĄCZNIK	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	Iw=125A, Ics=25kA, Icu=25kA
11.	Inwerter IV.9	WYŁĄCZNIK	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	Iw=125A, Ics=25kA, Icu=25kA
12.	Inwerter IV.10	WYŁĄCZNIK	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	Iw=125A, Ics=25kA, Icu=25kA
13.	rozdzielnic RIV3	WYŁĄCZNIK	DPX-IS 630 4P 500 A	Iw=500A, Ics=36kA, Icu=36kA
14.	Inwerter IV.11	WYŁĄCZNIK	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	Iw=125A, Ics=25kA, Icu=25kA
15.	Inwerter IV.12	WYŁĄCZNIK	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	Iw=125A, Ics=25kA, Icu=25kA
16.	Inwerter IV.13	WYŁĄCZNIK	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	Iw=125A, Ics=25kA, Icu=25kA
17.	Inwerter IV.14	WYŁĄCZNIK	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	Iw=125A, Ics=25kA, Icu=25kA
18.	Inwerter IV.15	WYŁĄCZNIK	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	Iw=125A, Ics=25kA, Icu=25kA
19.	rozdzielnic RIV4	WYŁĄCZNIK	DPX-IS 630 4P 400 A	Iw=400A, Ics=36kA, Icu=36kA

20.	Inwerter IV.16	WYŁĄCZNIK	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	$I_w=125A, I_{cs}=25kA, I_{cu}=25kA$
21.	Inwerter IV.17	WYŁĄCZNIK	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	$I_w=125A, I_{cs}=25kA, I_{cu}=25kA$
22.	Inwerter IV.18	WYŁĄCZNIK	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	$I_w=125A, I_{cs}=25kA, I_{cu}=25kA$
23.	Inwerter IV.19	WYŁĄCZNIK	DX3 C 80 AC 3P 25 kA	$I_w=80A, I_{cs}=25kA, I_{cu}=25kA$

1.	rozdzielnica RIV1	KABEL	4x(YAKXS 4x240)	L=74m	Un=1000V	In=469A (30°C E)	Iz=696,0A (20°C, D2)
2.	Inwerter IV.1	KABEL	YKY 5x35	L=2m	Un=1000V	In=126A (30°C E)	Iz=126,0A (30°C, E)
3.	Inwerter IV.2	KABEL	YKY 5x35	L=3m	Un=1000V	In=126A (30°C E)	Iz=126,0A (30°C, E)
4.	Inwerter IV.3	KABEL	YKY 5x35	L=4m	Un=1000V	In=126A (30°C E)	Iz=126,0A (30°C, E)
5.	Inwerter IV.4	KABEL	YKY 5x35	L=5m	Un=1000V	In=126A (30°C E)	Iz=126,0A (30°C, E)
6.	Inwerter IV.5	KABEL	YKY 5x35	L=6m	Un=1000V	In=126A (30°C E)	Iz=126,0A (30°C, E)
7.	rozdzielnica RIV2	KABEL	3x(YAKXS 4x240)	L=45m	Un=1000V	In=469A (30°C E)	Iz=652,5A (20°C, D2)
8.	Inwerter IV.6	KABEL	YKY 5x35	L=6m	Un=1000V	In=126A (30°C E)	Iz=126,0A (30°C, E)
9.	Inwerter IV.7	KABEL	YKY 5x35	L=5m	Un=1000V	In=126A (30°C E)	Iz=126,0A (30°C, E)
10.	Inwerter IV.8	KABEL	YKY 5x35	L=4m	Un=1000V	In=126A (30°C E)	Iz=126,0A (30°C, E)
11.	Inwerter IV.9	KABEL	YKY 5x35	L=3m	Un=1000V	In=126A (30°C E)	Iz=126,0A (30°C, E)
12.	Inwerter IV.10	KABEL	YKY 5x35	L=2m	Un=1000V	In=126A (30°C E)	Iz=126,0A (30°C, E)
13.	rozdzielnica RIV3	KABEL	5x(YAKXS 4x240)	L=101m	Un=1000V	In=469A (30°C E)	Iz=797,5A (20°C, D2)
14.	Inwerter IV.11	KABEL	YKY 5x35	L=6m	Un=1000V	In=126A (30°C E)	Iz=126,0A (30°C, E)
15.	Inwerter IV.12	KABEL	YKY 5x35	L=5m	Un=1000V	In=126A (30°C E)	Iz=126,0A (30°C, E)
16.	Inwerter IV.13	KABEL	YKY 5x35	L=4m	Un=1000V	In=126A (30°C E)	Iz=126,0A (30°C, E)
17.	Inwerter IV.14	KABEL	YKY 5x35	L=3m	Un=1000V	In=126A (30°C E)	Iz=126,0A (30°C, E)
18.	Inwerter IV.15	KABEL	YKY 5x35	L=2m	Un=1000V	In=126A (30°C E)	Iz=126,0A (30°C, E)
19.	rozdzielnica RIV4	KABEL	4x(YAKXS 4x240)	L=106m	Un=1000V	In=469A (30°C E)	Iz=696,0A (20°C, D2)
20.	Inwerter IV.16	KABEL	YKY 5x35	L=3m	Un=1000V	In=126A (30°C E)	Iz=126,0A (30°C, E)
21.	Inwerter IV.17	KABEL	YKY 5x35	L=4m	Un=1000V	In=126A (30°C E)	Iz=126,0A (30°C, E)
22.	Inwerter IV.18	KABEL	YKY 5x35	L=5m	Un=1000V	In=126A (30°C E)	Iz=126,0A (30°C, E)
23.	Inwerter IV.19	KABEL	YKY 5x25	L=6m	Un=1000V	In=101A (30°C E)	Iz=101,0A (30°C, E)

Przy pomocy programu Pająk 3.2.2 wykonano obliczenia spadków napięć i prądów zwarciovych trójfazowych i jednofazowych. Spadki napięć na przewodach obliczono dla najdalszego punktu danego obwodu.

Spadki napięć:

1.	rozdzielnica RIV1		dUnode=0,66%	
2.	Inwerter IV.1	Pn=66kW	dUnode=0,71%	Inode=95,4A
3.	Inwerter IV.2	Pn=66kW	dUnode=0,74%	Inode=95,4A
4.	Inwerter IV.3	Pn=66kW	dUnode=0,77%	Inode=95,4A
5.	Inwerter IV.4	Pn=66kW	dUnode=0,79%	Inode=95,4A
6.	Inwerter IV.5	Pn=66kW	dUnode=0,82%	Inode=95,4A
7.	rozdzielnica RIV2		dUnode=0,54%	
8.	Inwerter IV.6	Pn=66kW	dUnode=0,7%	Inode=95,4A
9.	Inwerter IV.7	Pn=66kW	dUnode=0,67%	Inode=95,4A
10.	Inwerter IV.8	Pn=66kW	dUnode=0,64%	Inode=95,4A
11.	Inwerter IV.9	Pn=66kW	dUnode=0,62%	Inode=95,4A
12.	Inwerter IV.10	Pn=66kW	dUnode=0,59%	Inode=95,4A
13.	rozdzielnica RIV3		dUnode=0,72%	
14.	Inwerter IV.11	Pn=66kW	dUnode=0,88%	Inode=95,4A
15.	Inwerter IV.12	Pn=66kW	dUnode=0,85%	Inode=95,4A
16.	Inwerter IV.13	Pn=66kW	dUnode=0,83%	Inode=95,4A
17.	Inwerter IV.14	Pn=66kW	dUnode=0,8%	Inode=95,4A
18.	Inwerter IV.15	Pn=66kW	dUnode=0,77%	Inode=95,4A
19.	rozdzielnica RIV4		dUnode=0,71%	
20.	Inwerter IV.16	Pn=66kW	dUnode=0,79%	Inode=95,4A
21.	Inwerter IV.17	Pn=66kW	dUnode=0,82%	Inode=95,4A
22.	Inwerter IV.18	Pn=66kW	dUnode=0,84%	Inode=95,4A
23.	Inwerter IV.19	Pn=50kW	dUnode=0,88%	Inode=72,2A

1.	rozdzielnica RIV1	KABEL	4x(YAKXS 4x240)	dUwl=0,65%	Iwl=477,0A (69%Iz)
2.	Inwerter IV.1	KABEL	YKY 5x35	dUwl=0,05%	Iwl=95,4A (76%Iz)
3.	Inwerter IV.2	KABEL	YKY 5x35	dUwl=0,08%	Iwl=95,4A (76%Iz)
4.	Inwerter IV.3	KABEL	YKY 5x35	dUwl=0,11%	Iwl=95,4A (76%Iz)
5.	Inwerter IV.4	KABEL	YKY 5x35	dUwl=0,13%	Iwl=95,4A (76%Iz)
6.	Inwerter IV.5	KABEL	YKY 5x35	dUwl=0,16%	Iwl=95,4A (76%Iz)
7.	rozdzielnica RIV2	KABEL	3x(YAKXS 4x240)	dUwl=0,52%	Iwl=477,0A (73%Iz)
8.	Inwerter IV.6	KABEL	YKY 5x35	dUwl=0,16%	Iwl=95,4A (76%Iz)
9.	Inwerter IV.7	KABEL	YKY 5x35	dUwl=0,13%	Iwl=95,4A (76%Iz)
10.	Inwerter IV.8	KABEL	YKY 5x35	dUwl=0,11%	Iwl=95,4A (76%Iz)
11.	Inwerter IV.9	KABEL	YKY 5x35	dUwl=0,08%	Iwl=95,4A (76%Iz)
12.	Inwerter IV.10	KABEL	YKY 5x35	dUwl=0,05%	Iwl=95,4A (76%Iz)
13.	rozdzielnica RIV3	KABEL	5x(YAKXS 4x240)	dUwl=0,71%	Iwl=477,0A (60%Iz)
14.	Inwerter IV.11	KABEL	YKY 5x35	dUwl=0,16%	Iwl=95,4A (76%Iz)
15.	Inwerter IV.12	KABEL	YKY 5x35	dUwl=0,13%	Iwl=95,4A (76%Iz)
16.	Inwerter IV.13	KABEL	YKY 5x35	dUwl=0,11%	Iwl=95,4A (76%Iz)
17.	Inwerter IV.14	KABEL	YKY 5x35	dUwl=0,08%	Iwl=95,4A (76%Iz)
18.	Inwerter IV.15	KABEL	YKY 5x35	dUwl=0,05%	Iwl=95,4A (76%Iz)
19.	rozdzielnica RIV4	KABEL	4x(YAKXS 4x240)	dUwl=0,7%	Iwl=358,4A (51%Iz)

20.	Inwerter IV.16	KABEL	YKY 5x35	dUwl=0,08%	Iwl=95,4A (76%Iz)
21.	Inwerter IV.17	KABEL	YKY 5x35	dUwl=0,11%	Iwl=95,4A (76%Iz)
22.	Inwerter IV.18	KABEL	YKY 5x35	dUwl=0,13%	Iwl=95,4A (76%Iz)
23.	Inwerter IV.19	KABEL	YKY 5x25	dUwl=0,17%	Iwl=72,2A (71%Iz)

Zwarcia trójfazowe:

1.	rozdzielnicza RIV1		I _{k3p} "=4,8kA	ip _{3p} =11,4kA
2.	Inwerter IV.1	P _n =66kW	I _{k3p} "=4,8kA	ip _{3p} =11,0kA
3.	Inwerter IV.2	P _n =66kW	I _{k3p} "=4,8kA	ip _{3p} =10,9kA
4.	Inwerter IV.3	P _n =66kW	I _{k3p} "=4,8kA	ip _{3p} =10,7kA
5.	Inwerter IV.4	P _n =66kW	I _{k3p} "=4,8kA	ip _{3p} =10,6kA
6.	Inwerter IV.5	P _n =66kW	I _{k3p} "=4,8kA	ip _{3p} =10,4kA
7.	rozdzielnicza RIV2		I _{k3p} "=4,9kA	ip _{3p} =11,5kA
8.	Inwerter IV.6	P _n =66kW	I _{k3p} "=4,8kA	ip _{3p} =10,6kA
9.	Inwerter IV.7	P _n =66kW	I _{k3p} "=4,8kA	ip _{3p} =10,7kA
10.	Inwerter IV.8	P _n =66kW	I _{k3p} "=4,8kA	ip _{3p} =10,9kA
11.	Inwerter IV.9	P _n =66kW	I _{k3p} "=4,8kA	ip _{3p} =11,0kA
12.	Inwerter IV.10	P _n =66kW	I _{k3p} "=4,8kA	ip _{3p} =11,2kA
13.	rozdzielnicza RIV3		I _{k3p} "=4,8kA	ip _{3p} =11,3kA
14.	Inwerter IV.11	P _n =66kW	I _{k3p} "=4,7kA	ip _{3p} =10,4kA
15.	Inwerter IV.12	P _n =66kW	I _{k3p} "=4,8kA	ip _{3p} =10,5kA
16.	Inwerter IV.13	P _n =66kW	I _{k3p} "=4,8kA	ip _{3p} =10,6kA
17.	Inwerter IV.14	P _n =66kW	I _{k3p} "=4,8kA	ip _{3p} =10,8kA
18.	Inwerter IV.15	P _n =66kW	I _{k3p} "=4,8kA	ip _{3p} =10,9kA
19.	rozdzielnicza RIV4		I _{k3p} "=4,8kA	ip _{3p} =11,0kA
20.	Inwerter IV.16	P _n =66kW	I _{k3p} "=4,7kA	ip _{3p} =10,5kA
21.	Inwerter IV.17	P _n =66kW	I _{k3p} "=4,7kA	ip _{3p} =10,4kA
22.	Inwerter IV.18	P _n =66kW	I _{k3p} "=4,7kA	ip _{3p} =10,2kA
23.	Inwerter IV.19	P _n =50kW	I _{k3p} "=4,7kA	ip _{3p} =9,8kA

Zwarcia jednofazowe:

1.	rozdzielnicza RIV1		I _{k1p} "=4,2kA	ip _{1p} =8,7kA
2.	Inwerter IV.1	P _n =66kW	I _{k1p} "=4,1kA	ip _{1p} =8,1kA
3.	Inwerter IV.2	P _n =66kW	I _{k1p} "=4,0kA	ip _{1p} =7,9kA
4.	Inwerter IV.3	P _n =66kW	I _{k1p} "=4,0kA	ip _{1p} =7,7kA
5.	Inwerter IV.4	P _n =66kW	I _{k1p} "=4,0kA	ip _{1p} =7,4kA
6.	Inwerter IV.5	P _n =66kW	I _{k1p} "=3,9kA	ip _{1p} =7,2kA
7.	rozdzielnicza RIV2		I _{k1p} "=4,2kA	ip _{1p} =9,1kA
8.	Inwerter IV.6	P _n =66kW	I _{k1p} "=4,0kA	ip _{1p} =7,5kA
9.	Inwerter IV.7	P _n =66kW	I _{k1p} "=4,0kA	ip _{1p} =7,7kA
10.	Inwerter IV.8	P _n =66kW	I _{k1p} "=4,1kA	ip _{1p} =8,0kA
11.	Inwerter IV.9	P _n =66kW	I _{k1p} "=4,1kA	ip _{1p} =8,2kA
12.	Inwerter IV.10	P _n =66kW	I _{k1p} "=4,2kA	ip _{1p} =8,5kA

13.	rozdzielnicza RIV3		Ik1p=4,1kA	ip1p=8,5kA
14.	Inwerter IV.11	Pn=66kW	Ik1p=3,9kA	ip1p=7,1kA
15.	Inwerter IV.12	Pn=66kW	Ik1p=3,9kA	ip1p=7,3kA
16.	Inwerter IV.13	Pn=66kW	Ik1p=4,0kA	ip1p=7,5kA
17.	Inwerter IV.14	Pn=66kW	Ik1p=4,0kA	ip1p=7,8kA
18.	Inwerter IV.15	Pn=66kW	Ik1p=4,1kA	ip1p=8,0kA
19.	rozdzielnicza RIV4		Ik1p=4,0kA	ip1p=7,9kA
20.	Inwerter IV.16	Pn=66kW	Ik1p=3,9kA	ip1p=7,3kA
21.	Inwerter IV.17	Pn=66kW	Ik1p=3,8kA	ip1p=7,1kA
22.	Inwerter IV.18	Pn=66kW	Ik1p=3,8kA	ip1p=6,9kA
23.	Inwerter IV.19	Pn=50kW	Ik1p=3,7kA	ip1p=6,5kA

Czasy włączania poszczególnych zabezpieczeń:

1.	rozdzielnicza RIV1	DPX-IS 630 4P 500 A	Ttr=14,6716s
2.	Inwerter IV.1	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	Ttr=0,01s
3.	Inwerter IV.2	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	Ttr=0,01s
4.	Inwerter IV.3	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	Ttr=0,01s
5.	Inwerter IV.4	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	Ttr=0,01s
6.	Inwerter IV.5	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	Ttr=0,01s
7.	rozdzielnicza RIV2	DPX-IS 630 4P 500 A	Ttr=14,2718s
8.	Inwerter IV.6	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	Ttr=0,01s
9.	Inwerter IV.7	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	Ttr=0,01s
10.	Inwerter IV.8	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	Ttr=0,01s
11.	Inwerter IV.9	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	Ttr=0,01s
12.	Inwerter IV.10	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	Ttr=0,01s
13.	rozdzielnicza RIV3	DPX-IS 630 4P 500 A	Ttr=14,8734s
14.	Inwerter IV.11	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	Ttr=0,01s
15.	Inwerter IV.12	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	Ttr=0,01s
16.	Inwerter IV.13	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	Ttr=0,01s
17.	Inwerter IV.14	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	Ttr=0,01s
18.	Inwerter IV.15	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	Ttr=0,01s
19.	rozdzielnicza RIV4	DPX-IS 630 4P 400 A	Ttr=11,005s
20.	Inwerter IV.16	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	Ttr=0,01s
21.	Inwerter IV.17	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	Ttr=0,01s
22.	Inwerter IV.18	DX3 C 125 AC 3P 25 kA	Ttr=0,01s
23.	Inwerter IV.19	DX3 C 80 AC 3P 25 kA	Ttr=0,01s

14. Wymagania BHP i ppoż.

Urządzenia techniczne powinny spełniać wymagania bezpieczeństwa i higieny pracy przez cały okres ich użytkowania. Montaż i eksploatacja urządzeń powinny odbywać się przy zachowaniu wymagań bezpieczeństwa i higieny pracy, uwzględniając instrukcje zawarte w Dokumentacji Techniczno-Ruchowej. Miejsce i sposób zainstalowania i użytkowania urządzeń powinny zapewniać dostateczną przestrzeń umożliwiającą swobodny dostęp i obsługę. Wszystkie urządzenia nie wymagają stałej obsługi, a tylko okresowego nadzoru.

Prawidłowy wybór sprzętu powinien uwzględniać charakter wykonywanej pracy. Wyborowi i używaniu środków ochronnych właściwych dla każdego stanowiska pracy powinno towarzyszyć specjalistyczne szkolenie i badanie lekarskie. Ponadto pracodawca zobowiązany jest do odpowiedniego zaplanowania prac wysokościowych oraz zapewnienia nadzoru nad ich wykonywaniem i przestrzeganiem zasad bezpieczeństwa. Indywidualny sprzęt chroniący przed upadkiem z wysokości podlega okresowym przeglądom kontrolnym wykonywanym przez wykwalifikowany personel. Przeglądy okresowe nie zwalniają użytkowników z każdorazowej kontroli sprzętu przed użyciem. Jako Środek Ochrony Indywidualnej (PPE) sprzęt chroniący przed upadkiem musi spełniać wymagania zharmonizowanych norm europejskich (EN). Wymagane jest umieszczanie na wyrobach oznakowania CE zawierającego między innymi numer odnośnej normy europejskiej. Wybór odpowiedniej metody asekuracyjnej jest kluczowym elementem systemu ochrony pracownika przed zagrożeniami wynikającymi z pracy na wysokości. W sytuacji, gdy z powodów organizacyjnych, technicznych lub ekonomicznych nie można zainstalować stałych konstrukcji zapobiegających zagrożeniu upadkiem z wysokości, należy stosować środki ochrony zbiorowej, takie jak siatki lub balustrady ochronne. Częstym rozwiązaniem jest wykorzystywanie rusztowań, podnośników lub ruchomych pomostów zapewniających wygodny i bezpieczny dostęp. Jeżeli jednak żadna z powyższych metod nie jest możliwa do realizacji, należy stosować indywidualny sprzęt chroniący przed upadkiem z wysokości. Dotyczy to zarówno sytuacji, gdy praca odbywa się na niezabezpieczonych powierzchniach, jak również podczas pracy na słupach, masztach, konstrukcjach wieżowych oraz podczas korzystania z technik dostępu linowego.

Zasadnicze funkcje, jakie musi spełniać indywidualny sprzęt chroniący przed upadkiem z wysokości, to:

- 1) ustalanie pozycji podczas pracy lub niedopuszczanie do przyjęcia przez pracownika położenia, w którym istnieje możliwość upadku z wysokości, zgodnie z EN 358 (Indywidualny sprzęt ochronny ustalający pozycję podczas pracy i zapobiegający upadkom z wysokości);
- 2) w sytuacji zaistnienia upadku - zatrzymanie upadku w powietrzu i ograniczenie siły towarzyszącej zatrzymaniu oraz umożliwienie poszkodowanemu bezpiecznego oczekiwania na nadejście pomocy, zgodnie z EN 363 (Indywidualny sprzęt chroniący przed upadkiem z wysokości - systemy powstrzymywania spadania). Prawidłowy wybór metod i sprzętu chroniącego przed upadkiem z wysokości może jedynie zapewnić specjalistyczne przeszkolenie pracowników i kadry kierowniczej.

Klasyfikacja obiektu ze względu na sposób użytkowania – PM produkcyjno-magazynowy. Gęstość obciążenia ogniowego projektowanej fotowoltaicznej jest mniejsza niż 500 MJ/m² rzutu poziomego strefy pożarowej powierzchni zabudowanej. Dla instalacji fotowoltaicznej nie występuje zagrożenie wybuchem. Źródłem zaopatrzenia do zewnętrznego gaszenia pożarów są hydranty sieci wodociągowej. Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji w sprawie uzgadniania projektu budowlanego pod względem ochrony przeciwpożarowej z dnia 2 grudnia 2015 r. (Dz.U. z 2015 r. poz. 2117) §3 ust. 1 p. 5a) niniejszy projekt budowlany nie podlega obowiązkowi uzgodnienia pod względem zgodności z wymaganiami ochrony przeciwpożarowej.

Zakres opracowania nie zmienia warunków ochrony przeciwpożarowej obiektu.

15. Ogrodzenie terenu

Projektowane ogrodzenie realizowane będzie na obrzeżu farmy fotowoltaicznej. Przyjęto ogrodzenie z siatki stalowej powlekanej o wys. 1,8m. Zaprojektowano słupki ogrodzeniowe stalowe ocynkowane, deklowane od góry w sposób trwały. Przęsła, które będą pełnić funkcję bramy dwuskrzydłowej należy wykonać z siatki stalowej powlekanej, w stalowych ramach. Skrzydła takie osadzić na zawiasach przyspawanych do słupków ogrodzeniowych. Elementy zamykania bramy i furtki wejściowej należy przyspawać do ramy skrzydła. Na boku górnego poziomego profilu jednego ze skrzydeł bramy przymocować stalową zasuwę (zamykaną na kłódkę) w taki sposób, aby po zamknięciu oba skrzydła zostały połączone płaskownikiem/prętem zasuw w sposób uniemożliwiający otwarcie bramy. Dodatkowo

na każdym ze skrzydeł należy przewidzieć opuszczaną nóżkę służącą do blokady położenia skrzydeł na czas jej otwarcia.

Wszystkie elementy stalowe należy pomalować farbą antykorozyjną po uprzednim ich oczyszczeniu i zagruntowaniu farbą podkładową. Wybór systemu panelowego należy uzgodnić z Inwestorem przed realizacją.

16. Oświetlenie i monitoring wizyjny

Projektuje się montaż sieci okablowania, montaż masztów, kamer oraz opraw oświetleniowych.

Lampy projektuje się w oparciu o słupy aluminiowe, ustawione na fundamencie betonowym z oprawą LED, z kloszem przezroczystym. Do montażu opraw oświetleniowych oraz kamer monitoringu należy użyć takich samych słupów montażowych. Oświetlenie zewnętrzne poszczególnych pól będzie zasilane z rozdzielnic potrzeb własnych stacji transformatorowych obsługujących te pola.

17. Monitoring pracy farmy fotowoltaicznej

Projektuje się monitoring parametrów pracy farmy fotowoltaicznej. Wymiana informacji następować będzie przewodowo poprzez sieć wewnętrzną. Do systemu przekazywane będą informacje o pracy systemu, ilości wyprodukowanej energii oraz przypadkach awarii systemu. Farma fotowoltaiczna dzięki takiemu rozwiązaniu będzie generować maksymalne uzyski energii elektrycznej, monitorując stan każdego inwertera. Każdy inwerter musi zostać połączony z centralną jednostką sterującą przewodami sygnałowymi.

W przypadku wystąpienia uszkodzenia modułu (-ów) fotowoltaicznego nie występuje potrzeba demontażu większej ilości modułów. Z uwagi na topologię całego systemu w łatwy sposób można zlokalizować łańcuch, w którym znajduje się uszkodzony moduł (-y). Dane pomiarowe uzyskiwane z inwerterów pozwolą na porównanie wartości chwilowych z teoretycznymi. W przypadku uszkodzenia modułu (-ów) występujący spadek mocy inwertera (-ów) może zostać łatwo zauważony, a w toku odpowiednich pomiarów łatwo określić położenie uszkodzonego elementu.

18. Uwagi końcowe.

- 1) Wykonanie wszystkich prac powinno być zgodne ze współczesną sztuką budowlaną, z obowiązującymi zarządzeniami oraz normami i przepisami BHP. Całość prac powinna być wykonana przez osoby mające uprawnienia w zakresie prowadzenia prac przy instalacjach elektrycznych dla instalacji niskiego napięcia i mające przeszkolenie w zakresie wykonywania instalacji fotowoltaicznych. Prace należy prowadzić zgodnie z obowiązującymi normami i przepisami oraz wytycznymi producentów instalowanych urządzeń. Zastosowane urządzenia i elementy instalacji powinny mieć wymagane certyfikaty i dopuszczenia.
- 2) Wykonując wszystkie prace, należy przestrzegać procedur obowiązujących w TAURON Dystrybucja S.A., zgodnie z obowiązującymi okólnikami eksploatacyjnymi.
- 3) Projektowane urządzenia elektroenergetyczne na styku energetyki zawodowej winny spełniać aktualne wytyczne w sprawie standaryzacji technicznych TAURON Dystrybucja S.A..
- 4) Przed rozpoczęciem prac ziemnych, należy zapoznać się z aktualną mapą uzbrojenia podziemnego.
- 5) Wszystkie roboty ziemne w miejscach skrzyżowań z istniejącym uzbrojeniem podziemnym, należy wykonać bezwzględnie ręcznie. Przed przystąpieniem do robót ziemnych wykonawca powinien powiadomić Właścicieli uzbrojenia podziemnego znajdującego się na trasie projektowanych urządzeń elektro-energetycznych o rozpoczęciu prac.
- 6) Projektowane linie kablowe, należy układać ściśle według trasy wytyczonej na podstawie niniejszego projektu przez uprawnionego geodetę, zgodnie z postanowieniami N SEP-E-004 i załącznikiem „Budowa elektroenergetycznych linii kablowych ziemnych”.

- 7) Linie kablowe, należy przed zasypaniem zgłosić do zinwentaryzowania przez uprawnionego geodetę i do odbioru technicznego przez Inspektora Nadzoru.
- 8) Po wykonaniu wszystkich prac, należy wykonać badania techniczne i dostarczyć Inwestorowi protokoły badań i dokumentację powykonawczą.
- 9) Wszystkie zakupione przez Wykonawcę materiały, dla których normy PN i BN przewidują posiadanie zaświadczenia o jakości lub atestu, powinny być zaopatrzone przez producenta w taki dokument. Inne materiały powinny być wyposażone w takie dokumenty na życzenie Inwestora.
- 10) Po zakończeniu prac należy wszelkie zmiany nanieść na dokumentację powykonawczą.
- 11) Zainstalowane do ochrony odgromowej iglice mogą częściowo zacieniać najniższe rzędy paneli fotowoltaicznych w okresie od początków listopada do końca stycznia. Ponieważ na ten okres przypada tylko niecałe 5 % produkcji rocznej energii, a ewentualne zacienienie dotyczyć będzie pojedynczych paneli wobec tego straty z tego tytułu są pomijalne w stosunku do zysków z większego wykorzystania powierzchni gruntu i umieszczenia na nim większej ilości paneli. W celu zmniejszenia możliwości zacienienia modułów przez drzewa i krzewy należy część z nich usunąć, a w pozostawionych, kontrolować koronę i okresowo przycinać ją w sposób uniemożliwiający zacienienie rzędów paneli.

INFORMACJA DOTYCZĄCA BEZPIECZEŃSTWA I OCHRONY ZDROWIA

ZAWARTOŚĆ OPRACOWANIA

Część opisowa:

1. Zakres opracowania
2. Podstawa opracowania
3. Zakres robót dla całego zamierzenia budowlanego oraz kolejność realizacji poszczególnych obiektów.
4. Istniejące obiekty budowlane na działce
5. Elementy zagospodarowania działki mogące stwarzać zagrożenie bezpieczeństwa i zdrowia ludzi
6. Zagrożenia występujące podczas realizacji robót
7. Niebezpieczeństwa podczas eksploatacji maszyn i urządzeń technicznych do robót ziemnych, budowlanych i drogowych
8. Wydzielenie i oznakowanie miejsc prowadzenia robót budowlanych
9. Przechowywanie oraz przemieszczanie materiałów, wyrobów, substancji oraz preparatów niebezpiecznych

Załączniki:

1. Wytyczne BHP przy obsłudze urządzeń elektrycznych
2. Wytyczne BHP przy pracach na wysokości i na drabinach
3. Instrukcja bezpieczeństwa i higieny pracy przy pracach na wysokości
4. Instrukcja postępowania przy udzielaniu pomocy poszkodowanym w wypadkach

1. Zakres Opracowania

Niniejsze opracowanie dotyczy instalacji elektrycznych inwestycji pt. „BUDOWA FARMY FOTOWOLTAICZNEJ O ŁĄCZNEJ MOCY 4,202 MW WRAZ Z INWERTERAMI, STACJAMI TRANSFORMATOROWYMI, ROZDZIELNIĄ SN, PRZYŁĄCZEM ELEKTROENERGETYCZNYM I OGRODZENIEM NA DZIAŁKACH NR EW. 21/20, 21/25, 21/21, 21/9, 21/10, 21/18, 21/15, 21/29, 21/12, 21/13, 14/59, 21/14, 21/33, OBRĘB 277 JAWORZNO”.

2. Podstawa Opracowania

- 1) Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 06 lutego 2003 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy wykonywaniu robót budowlanych,
- 2) Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 20 września 2001 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas eksploatacji maszyn i innych urządzeń technicznych do robót ziemnych, budowlanych i drogowych,
- 3) Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 27 sierpnia 2002 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy planu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia oraz szczegółowego zakresu rodzaju robót budowlanych, stwarzających zagrożenia bezpieczeństwa i zdrowia ludzi,
- 4) Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 23 czerwca 2003 r. w sprawie informacji dotyczącej bezpieczeństwa i ochrony zdrowia oraz planu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia,
- 5) Wizja lokalna terenu przyszłej rozbudowy.

3. Zakres robót dla całego zamierzenia budowlanego oraz kolejność realizacji poszczególnych obiektów

Na całość robót składają się następujące elementy:

- roboty przygotowawcze,
- montaż rozdzielnic,
- montaż elementów instalacji fotowoltaicznej,
- układanie kabli,
- wykonanie pomiarów i prób po montażowych.

4. Istniejące obiekty budowlane na działce

Na działkach znajdują się budynki: biurowo – socjalny oraz techniczne i technologiczne, do obsługi oczyszczalni ścieków, a także tereny utwardzone dróg wewnętrznych i placów.

5. Elementy zagospodarowania działki mogące stwarzać zagrożenie bezpieczeństwa i zdrowia ludzi

Największe zagrożenie mogą spowodować prace w pobliżu urządzeń pod napięciem i prowadzone na wysokości.

6. Zagrożenia występujące podczas realizacji robót

6.1. Zagospodarowanie placu budowy

Wymaga się, aby przed rozpoczęciem robót budowlanych Inwestor zapewnił możliwość sprawdzenia prawidłowego przygotowania placu budowy przez Kierownika Budowy. Jest to warunek konieczny do przystąpienia do jakichkolwiek robót budowlanych.

Zagospodarowanie placu budowy musi spełniać odpowiednie wymagania, a w szczególności:

- Inwestor zapewni łączność telefoniczną.
- Inwestor zapewni pomieszczenia higieniczno-sanitarne i socjalne.
- Inwestor doprowadzi energię elektryczną i wodę na plac budowy.
- Inwestor zapewni możliwość dojazdu z drogi do miejsca składowania materiałów poprzez utwardzenie pasa terenu o szerokości około 3 m wraz z placem do zawracania.
- Nachylenie pochylni przeznaczonych do ręcznego przenoszenia ciężarów nie może być większe niż 10%.
- Strefy niebezpieczne (miejsca niebezpieczne), w których istnieją możliwości zagrożenia (np. z powodu możliwości spadania z góry materiałów lub przedmiotów) zostaną odpowiednio oznakowane. Strefa niebezpieczna nie może wynosić mniej niż 1/10 wysokości, z której mogą spaść przedmioty, jednak nie mniej niż 6 m.
- Składowiska materiałów budowlanych i urządzeń technicznych powinny być wykonane w sposób zabezpieczający przed możliwością przewrócenia, zsunięcia lub rozsunięcia się składowanych materiałów i elementów.
- Opieranie składowanych materiałów i elementy o płoty, słupy linii napowietrznych, budynki wznoszone i tymczasowe jest zabronione.
- Odległość składowiska materiałów budowlanych nie może być mniejsza niż 0.75 m od ogrodzeń i zabudowań, oraz 5 m od stałego stanowiska pracy.
- Teren przeznaczony na składowisko materiałów musi zostać wyrównany, wypoziomowany i utwardzony.
- Stosy materiałów workowanych powinny być układane krzyżowo i nie przekraczać 10 warstw.
- Układanie prefabrykatów (sposób ułożenia i liczba warstw) powinno być zgodne z instrukcją producenta.
- Wyciąganie materiałów z dolnych warstw stosów oraz podkopywanie zwałów materiałów sypkich jest zabronione.
- Podczas mechanicznego załadunku i wyładunku materiałów budowlanych przemieszczanie ich nad ludźmi oraz nad kabiną kierowcy jest zabronione. Na czas ww. czynności kierowca winien opuścić kabinę.
- Materiały chemiczne szkodliwe dla zdrowia należy przechowywać w szczelnych opakowaniach, na których powinny być podane przez producenta ich nazwa i uwagi o szkodliwości dla zdrowia.
- Zabrania się wykonywania robót budowlanych w nocy i o zmroku w przypadku, gdy nie ma odpowiedniego oświetlenia sztucznego.
- Urządzenia elektryczne powinny być wykonane, utrzymywane i eksploatowane zgodnie z obowiązującymi przepisami i normami. Prace związane z podłączeniem, badaniem, konserwacją i naprawą urządzeń elektrycznych mogą być wykonywane tylko przez osoby posiadające odpowiednie uprawnienia.
- Skrzynki rozdzielcze prądu do zasilania urządzeń mechanicznych na placu budowy powinny być zabezpieczone przed dostępem osób niepowołanych.
- Zabronione jest urządzenie stanowisk pracy, składowisk materiałów oraz ustawiania i pracy maszyn i urządzeń budowlanych w odległości bliższej niż 2 m od napowietrznej linii NN.

- Pomosty komunikacyjne powinny być zaopatrzone w sztywne poręcze umieszczone na wysokości 1.10 m, poprzeczkę w połowie tej wysokości oraz krawężniki (bortnice) o wysokości minimum 0.15 m.

Instalacje rozdziału energii elektrycznej na terenie budowy powinny być zaprojektowane i wykonane oraz utrzymywane i użytkowane w taki sposób, aby nie stanowiły zagrożenia pożarowego lub wybuchowego, lecz chroniły pracowników przed porażeniem prądem elektrycznym.

Roboty związane z podłączeniem, sprawdzaniem, konserwacją i naprawą instalacji i urządzeń elektrycznych mogą być wykonywane wyłącznie przez osoby posiadające odpowiednie uprawnienia.

Nie jest dopuszczalne sytuowanie stanowisk pracy, składowisk wyrobów i materiałów lub maszyn i urządzeń budowlanych bezpośrednio pod napowietrznymi liniami elektroenergetycznymi lub w odległości liczonej w poziomie od skrajnych przewodów, mniejszej niż:

- a) 3,0 m – dla linii o napięciu znamionowym nie przekraczającym 1 KV,
- b) 5,0 m – dla linii o napięciu znamionowym powyżej 1 KV, lecz nie przekraczającym 15 KV,
- c) 10,0 m – dla linii o napięciu znamionowym powyżej 15 KV, lecz nie przekraczającym 30 KV,
- d) 15,0 m – dla linii o napięciu znamionowym powyżej 30 KV, lecz nie przekraczającym 110 KV,
- e) 30,0 m – dla linii o napięciu znamionowym powyżej 110 KV.

Żurawie samojezdne, koparki i inne urządzenia ruchome, które mogą zbliżyć się na niebezpieczną odległość do w/w napowietrznych lub kablowych linii elektroenergetycznych, powinny być wyposażone w sygnalizatory napięcia.

Rozdzielnice budowlane prądu elektrycznego znajdujące się na terenie budowy należy zabezpieczyć przed dostępem osób nieupoważnionych.

Rozdzielnice powinny być usytuowane w odległości nie większej niż 50,0 m od odbiorników energii.

Przewody elektryczne zasilające urządzenia mechaniczne powinny być zabezpieczone przed uszkodzeniami mechanicznymi, a ich połączenia z urządzeniami mechanicznymi wykonane w sposób zapewniający bezpieczeństwo pracy osób obsługujących takie urządzenia.

Okresowe kontrole stanu stacjonarnych urządzeń elektrycznych pod względem bezpieczeństwa powinny być przeprowadzane, co najmniej jeden raz w miesiącu, natomiast kontrola stanu i oporności izolacji tych urządzeń, co najmniej dwa razy w roku, a ponadto:

- a) przed uruchomieniem urządzenia po dokonaniu zmian i napraw części elektrycznych i mechanicznych,
- b) przed uruchomieniem urządzenia, jeżeli urządzenie było nieczynne przez ponad miesiąc,
- c) przed uruchomieniem urządzenia po jego przemieszczeniu.

W przypadkach zastosowania urządzeń ochronnych różnicowoprądowych w w/w instalacjach, należy sprawdzać ich działanie każdorazowo przed przystąpieniem do pracy.

Dokonywane naprawy i przeglądy urządzeń elektrycznych powinny być odnotowywane w książce konserwacji urządzeń.

Należy zapewnić dostateczną ilość wody zdatnej do picia pracownikom zatrudnionym na budowie oraz do celów higieniczno-sanitarnych, gospodarczych i przeciwpożarowych.

Ilość wody do celów higienicznych przypadająca dziennie na każdego pracownika jednocześnie zatrudnionego nie może być mniejsza niż:

- Ustawa o ochronie zdrowia
w zakresie bezpieczeństwa
Ustawa o ochronie zdrowia
- a) 120 l – przy pracach w kontakcie z substancjami szkodliwymi, trującymi lub zakaźnymi albo powodującymi silne zabrudzenie pyłami, w tym 20 l w przypadku korzystania z natrysków,
 - b) 90 l - przy pracach brudzących, wykonywanych w wysokich temperaturach lub wymagających zapewnienia należytej higieny procesów technologicznych, w tym 60 l w przypadku korzystania z natrysków,
 - c) 30 l – przy pracach nie wymienionych w pkt. „a” i „b”.

Niezależnie od ilości wody określonej w pkt. „a”, „b”, „c” należy zapewnić, co najmniej 2,5 l na dobę na każdy metr kwadratowy powierzchni terenu poza budynkami, wymagającej polewania (tereny zielone, utwardzone ulice, place itp.)

Pracownikom zatrudnionym w warunkach szczególnie uciążliwych należy zapewnić:

- posiłki wydawane ze względów profilaktycznych,
- napoje, których rodzaj i temperatura powinny być dostosowane do warunków wykonywania pracy

Posiłki profilaktyczne należy zapewnić pracownikom wykonującym prace:

- związane z wysiłkiem fizycznym, powodującym w ciągu zmiany roboczej efektywny wydatek energetyczny organizmu powyżej 1500 kcal u mężczyzn i powyżej 1 000 kcal u kobiet, wykonywane na otwartej przestrzeni w okresie zimowym; za okres zimowy uważa się okres od dnia 1 listopada do dnia 31 marca.

Napoje należy zapewnić pracownikom zatrudnionym:

- przy pracach na otwartej przestrzeni przy temperaturze otoczenia poniżej 10°C lub powyżej 25 °C.

Pracownik może przyrządzać sobie posiłki we własnym zakresie z produktów otrzymanych od pracodawcy.

Pracownikom nie przysługuje ekwiwalent pieniężny za posiłki i napoje.

Na terenie budowy powinny być urządzone i wydzielone pomieszczenia higieniczno – sanitarne i socjalne – szatnie (na odzież roboczą i ochronną), umywalnie, jadalnie, suszarnie oraz ustępy.

Dopuszczalne jest korzystanie z istniejących na terenie budowy pomieszczeń i urządzeń higieniczno – sanitarnych inwestora, jeżeli przewiduje to zawarta umowa.

Zabrania się urządzania w jednym pomieszczeniu szatni i jadalni w przypadkach, gdy na terenie budowy, na której roboty budowlane wykonuje więcej niż 20 – pracujących.

W takim przypadku, szafki na odzież powinny być dwudzielne, zapewniające możliwość przechowywania oddzielnie odzieży roboczej i własnej.

W pomieszczeniach higieniczno – sanitarnych mogą być stosowane ławki, jako miejsca siedzące, jeżeli są one trwale przytwierdzone do podłoża.

Jadalnia powinna składać się z dwóch części:

- a) jadalni właściwej, gdzie powinno przypadać co najmniej 1,10 m² powierzchni na każdego z pracowników jednocześnie spożywających posiłek,
- b) pomieszczeń do przygotowywania, wydawania napojów oraz zmywania naczyń stołowych.

W przypadku usytuowania pomieszczeń higieniczno – sanitarnych w kontenerach dopuszcza się niższą wysokość tych pomieszczeń, tj. do 2,20 m.

6.2. Sprzęt zmechanizowany, pomocniczy i urządzenia

Należy przestrzegać zasad opisanych w [1] rozdział 7, a w szczególności:

- Dopuszcza się stosowanie urządzeń, maszyn i sprzętu które posiadają odpowiednie dokumenty dopuszczające je do użytkowania.
- Ruchome części mechanizmów zagrażające bezpieczeństwu powinny być zaopatrzone w osłony zapobiegające wypadkom.
- Na stanowiskach pracy przy sprzęcie zmechanizowanym powinny być wywieszone instrukcje bezpiecznej obsługi i konserwacji.
- Sprzęt zmechanizowany przed rozpoczęciem pracy powinien być sprawdzony pod względem sprawności technicznej i bezpieczeństwa.
- Zabranie się przeciążania sprzętu ponad obciążenie dopuszczalne.
- Użytkowanie i posługiwanie się narzędziami i urządzeniami powinno być zgodne z instrukcją producenta. Nie wolno używać narzędzi uszkodzonych oraz nie odpowiadającym normom i warunkom technicznym. Narzędzia takie należy niezwłocznie wycofać z użytku.

6.3. Roboty montażowe

Należy przestrzegać zasad opisanych w [1] rozdział 15, a w szczególności:

- Pracownicy pracujący na wysokości muszą być zabezpieczeni przed upadkiem poprzez używanie pasa bezpieczeństwa bądź szelek wraz z linką zamocowaną do stałego elementu konstrukcji.
- roboty montażowe konstrukcji stalowych mogą być wykonywane na podstawie projektu montażu oraz planu BIOZ, przez pracowników zapoznanych z instrukcją organizacji montażu oraz rodzajem używanych maszyn i innych urządzeń technicznych.
- Prowadzenie montażu jest zabronione przy wietrze powyżej 10m/s, przy złej widoczności o zmierzchu, we mgle i w porze nocnej jeżeli stanowiska pracy nie mają wymaganego oświetlenia.

6.4. Ochrona osobista pracowników

Należy przestrzegać zasad opisanych w [1] a w szczególności:

- Przed przystąpieniem do pracy pracownik musi być wyposażony odzież roboczą i ochronną zgodnie z obowiązującymi w tym zakresie przepisami.
- Pracownicy narażeni na urazy mechaniczne, porażenia prądem, upadki z wysokości, oparzenia, zatrucia, promieniowanie, wibrację oraz inne szkodliwe czynniki i zagrożenia związane z wykonywaną pracą powinni być zaopatrzeni w sprzęt ochrony osobistej.
- Sprzęt ochrony osobistej pracowników powinien posiadać atesty oraz instrukcje określające sposób jego użytkowania, konserwacji i przechowywania.

6.5. Pierwsza pomoc

Na budowie będzie urządzony punkt pierwszej pomocy wyposażony w apteczkę i w wykaz numerów telefonów alarmowych.

6.6. Instruktaż pracowników przed przystąpieniem do realizacji robót szczególnie niebezpiecznych

Szkolenia w dziedzinie bezpieczeństwa i higieny pracy dla pracowników zatrudnionych na stanowiskach robotniczych, przeprowadza się jako:

- szkolenie wstępne,
- szkolenie okresowe.

Szkolenia te przeprowadzane są w oparciu o programy poszczególnych rodzajów szkolenia.

Szkolenia wstępne ogólne („instruktaż ogólny”) przechodzą wszyscy nowo zatrudniani pracownicy przed dopuszczeniem do wykonywania pracy.

Obejmuje ono zapoznanie pracowników z podstawowymi przepisami bhp zawartymi w Kodeksie pracy, w układach zbiorowych pracy i regulaminach pracy, zasadami bhp obowiązującymi w danym zakładzie pracy oraz zasadami udzielania pierwszej pomocy.

Szkolenie wstępne na stanowisku pracy („Instruktaż stanowiskowy”) powinien zapoznać pracowników z zagrożeniami występującymi na określonym stanowisku pracy, sposobami ochrony przed zagrożeniami, oraz metodami bezpiecznego wykonywania pracy na tym stanowisku.

Pracownicy przed przystąpieniem do pracy, powinni być zapoznani z ryzykiem zawodowym związanym z pracą na danym stanowisku pracy.

Fakt odbycia przez pracownika szkolenia wstępnego ogólnego, szkolenia wstępnego na stanowisku pracy oraz zapoznania z ryzykiem zawodowym, powinien być potwierdzony przez pracownika na piśmie oraz odnotowany w aktach osobowych pracownika.

Szkolenia wstępne podstawowe w zakresie bhp, powinny być przeprowadzone w okresie nie dłuższym niż 6 – miesięcy od rozpoczęcia pracy na określonym stanowisku pracy.

Szkolenia okresowe w zakresie bhp dla pracowników zatrudnionych na stanowiskach robotniczych, powinny być przeprowadzane w formie instruktażu nie rzadziej niż raz na 3 – lata, a na stanowiskach pracy, na których występują szczególne zagrożenia dla zdrowia lub życia oraz zagrożenia wypadkowe – nie rzadziej niż raz w roku.

Pracownicy zatrudnieni na stanowiskach operatorów żurawi, maszyn budowlanych i innych maszyn o napędzie silnikowym powinni posiadać wymagane kwalifikacje.

Powyższy wymóg nie dotyczy betoniarek z silnikami elektrycznymi jednofazowymi oraz silnikami trójfazowymi o mocy do 1 KW.

Na placu budowy powinny być udostępnione pracownikom do stałego korzystania, aktualne instrukcje bezpieczeństwa i higieny pracy dotyczące:

- wykonywania prac związanych z zagrożeniami wypadkowymi lub zagrożeniami zdrowia pracowników,
- obsługi maszyn i innych urządzeń technicznych,
- postępowania z materiałami szkodliwymi dla zdrowia i niebezpiecznymi,
- udzielania pierwszej pomocy.

W/w instrukcje powinny określać czynności do wykonywania przed rozpoczęciem danej pracy, zasady i sposoby bezpiecznego wykonywania danej pracy, czynności do wykonywania po jej zakończeniu oraz zasady postępowania w sytuacjach awaryjnych stwarzających zagrożenia dla życia lub zdrowia pracowników.

Nie wolno dopuścić pracownika do pracy, do której wykonywania nie posiada wymaganych kwalifikacji lub potrzebnych umiejętności, a także dostatecznej znajomości przepisów oraz zasad BHP.

Bezpośredni nadzór nad bezpieczeństwem i higieną pracy na stanowiskach pracy sprawują odpowiednio kierownik budowy (kierownik robót) oraz mistrz budowlany, stosownie do zakresu obowiązków.

6.7. Środki techniczne i organizacyjne zapobiegające niebezpieczeństwom wynikającym z wykonywania robót budowlanych.

Bezpośredni nadzór nad bezpieczeństwem i higieną pracy na stanowiskach pracy sprawują odpowiednio kierownik budowy (kierownik robót) oraz mistrz budowlany, stosownie do zakresu obowiązków.

Nieprzestrzeganie przepisów bhp na placu budowy prowadzi do powstania bezpośrednich zagrożeń dla życia lub zdrowia pracowników.

- przyczyny organizacyjne powstania wypadków przy pracy:

- a) niewłaściwa ogólna organizacja pracy

- 1) nieprawidłowy podział pracy lub rozplanowanie zadań,
- 2) niewłaściwe polecenia przełożonych,
- 3) brak nadzoru,
- 4) brak instrukcji posługiwania się czynnikami materialnym,
- 5) tolerowanie przez nadzór odstępstw od zasad bezpieczeństwa pracy,
- 6) brak lub niewłaściwe przeszkolenie w zakresie bezpieczeństwa pracy i ergonomii,
- 7) dopuszczenie do pracy człowieka z przeciwwskazaniami lub bez badań lekarskich;

- b) niewłaściwa organizacja stanowiska pracy:

- 1) niewłaściwe usytuowanie urządzeń na stanowiskach pracy,
- 2) nieodpowiednie przejścia i dojścia,
- 3) brak środków ochrony indywidualnej lub niewłaściwy ich dobór

- przyczyny techniczne powstania wypadków przy pracy:

- niewłaściwy stan czynnika materialnego:

- 1) wady konstrukcyjne czynnika materialnego będące źródłem zagrożenia,
- 2) niewłaściwa stateczność czynnika materialnego,
- 3) brak lub niewłaściwe urządzenia zabezpieczające,
- 4) brak środków ochrony zbiorowej lub niewłaściwy ich dobór,
- 5) brak lub niewłaściwa sygnalizacja zagrożeń,
- 6) niedostosowanie czynnika materialnego do transportu, konserwacji lub napraw;

- niewłaściwe wykonanie czynnika materialnego:

- 1) zastosowanie materiałów zastępczych,
- 2) niedotrzymanie wymaganych parametrów technicznych;

- a) wady materiałowe czynnika materialnego:

- 1) ukryte wady materiałowe czynnika materialnego;

- b) niewłaściwa eksploatacja czynnika materialnego:

- 1) nadmierna eksploatacja czynnika materialnego,
- 2) niedostateczna konserwacja czynnika materialnego,
- 3) niewłaściwe naprawy i remonty czynnika materialnego.

Osoba kierująca pracownikami jest obowiązana:

- organizować stanowiska pracy zgodnie z przepisami i zasadami bezpieczeństwa i higieny pracy,
- dbać o sprawność środków ochrony indywidualnej oraz ich stosowania zgodnie z przeznaczeniem,
- organizować, przygotowywać i prowadzić prace, uwzględniając zabezpieczenie pracowników przed wypadkami przy pracy, chorobami zawodowymi i innymi chorobami związanymi z warunkami środowiska pracy,
- dbać o bezpieczny i higieniczny stan pomieszczeń pracy i wyposażenia technicznego, a także o sprawność środków ochrony zbiorowej i ich stosowania zgodnie z przeznaczeniem,

Na podstawie:

- oceny ryzyka zawodowego występującego przy wykonywaniu robót na danym stanowisku pracy
- wykazu prac szczególnie niebezpiecznych,
- określenia podstawowych wymagań bhp przy wykonywaniu prac szczególnie niebezpiecznych,
- wykazu prac wykonywanych przez co najmniej dwie osoby,
- wykazu prac wymagających szczególnej sprawności psychofizycznej

Kierownik budowy powinien podjąć stosowne środki profilaktyczne mające na celu:

- zapewnić organizację pracy i stanowisk pracy w sposób zabezpieczający pracowników przed zagrożeniami wypadkowymi oraz oddziaływaniem czynników szkodliwych i uciążliwych,
- zapewnić likwidację zagrożeń dla zdrowia i życia pracowników głównie przez stosowanie technologii, materiałów i substancji nie powodujących takich zagrożeń.

W razie stwierdzenia bezpośredniego zagrożenia dla życia lub zdrowia pracowników osoba kierująca, pracownikami obowiązana jest do niezwłocznego wstrzymania prac i podjęcia działań w celu usunięcia tego zagrożenia.

Pracownicy zatrudnieni na budowie, powinni być wyposażeni w środki ochrony indywidualnej oraz odzież i obuwie robocze, zgodnie z tabelą norm przydziału środków ochrony indywidualnej oraz odzieży i obuwia roboczego opracowaną przez pracodawcę.

Środki ochrony indywidualnej w zakresie ochrony zdrowia i bezpieczeństwa użytkowników tych środków powinny zapewniać wystarczającą ochronę przed występującymi zagrożeniami (np. upadek z wysokości, uszkodzenie głowy, twarzy, wzroku, słuchu).

Kierownik budowy obowiązany jest informować pracowników o sposobach posługiwania się tymi środkami.

6.8. Uwagi końcowe

Oprócz uwag zawartych powyżej, wszelkie roboty należy prowadzić zgodnie z obowiązującymi warunkami technicznymi wykonania i odbioru robót budowlanych. Wszelkie wątpliwości odnośnie rozwiązań projektowych należy konsultować z Projektantem. Wszyscy pracownicy pracujący na budowie muszą posiadać aktualne badania lekarskie dopuszczające do danych robót.

7. Niebezpieczeństwa podczas eksploatacji maszyn i urządzeń technicznych do robót ziemnych, budowlanych i drogowych

Należy bezwzględnie przestrzegać przepisów i zasad zawartych w Rozporządzeniu Ministra Gospodarki z 20 września 2001r w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas eksploatacji maszyn i innych urządzeń technicznych do robót ziemnych, budowlanych i drogowych (Dz. U. 2001 r. Nr 118 poz. 1263).

8. Wydzielenie i oznakowanie miejsc prowadzenia robót budowlanych

- Umieszczenie w widocznym miejscu tablicy informacyjnej budowy
- Oznakowanie terenu budowy tablicami: „*Teren budowy. Niepowołanym wstęp wzbroniony*”
- W trakcie wykonywania wykopów otwartych zostanie wydzielona strefa niebezpieczna przez ustawienie poręczy drewnianych, rozwinięcie taśmy ostrzegawczej i umieszczenie tablic: „*Uwaga wykopy*”.
- W trakcie prowadzenia robót na wysokości zostanie wydzielona strefa niebezpieczna poprzez rozwinięcie taśm ostrzegawczych i umieszczenie tablic: „*Uwaga roboty na wysokości*”.
- Rozdzielnie prądu oraz inne urządzenia elektryczne będą posiadać tablice ostrzegawcze informujące o niebezpieczeństwie porażenia prądem.

9. Przechowywanie oraz przemieszczanie materiałów, wyrobów, substancji oraz preparatów niebezpiecznych

Materiały, wyroby, substancje oraz preparaty niebezpieczne muszą być przechowywane i transportowane ściśle wg wskazań producenta umieszczonych obowiązkowo na opakowaniu. Osoby mające do czynienia z materiałami niebezpiecznymi przed przystąpieniem do prac muszą zapoznać się z instrukcją producenta.

Możemy mieć do czynienia z następującymi materiałami niebezpiecznymi:

- środki (materiały) do wykonania izolacji przeciwwilgociowych malowanych,
- plastyfikatory do betonów i zapraw,
- impregnaty do drewna;

Wszystkie roboty budowlane powinny być prowadzone pod nadzorem osób do tego uprawnionych, z zachowaniem warunków zawartych w polskich przepisach i normach budowlanych oraz zgodnie ze sztuką budowlaną.

Opracował: mgr inż. Jerzy Toczyński

Jaworzno, listopad 2018 r.

ZAŁĄCZNIK NR 1

Wytyczne BHP przy obsłudze urządzeń elektrycznych

1. Do obsługi urządzeń mechanicznych o napędzie elektrycznym lub elektronarzędzi, mogą być dopuszczeni pracownicy o odpowiednich kwalifikacjach, przeszkoleni oraz zapoznani ze szczegółową instrukcją stanowiskową.
2. Przed przystąpieniem do obsługi urządzenia lub elektronarzędzia pracownik zobowiązany jest sprawdzić jego stan techniczny a to:
 - Czy przewody zasilające nie posiadają widocznych uszkodzeń
 - Czy stan osprzętu do sterowania i łączenia nie budzi zastrzeżeń
 - Czy przewody zasilające są prawidłowo zadławione
 - Czy urządzenie lub elektronarzędzie posiada ciągłość przewodu zerowego lub uziemiającego
3. W pomieszczeniach lub terenie o szczególnym zagrożeniu porażeniem wolno używać elektronarzędzi o napięciu zasilania 24 V, lub innym nie przekraczającym 100 V z zastrzeżeniami, że są to urządzenia o II klasie izolacji (izolacja podwójnie wzmocniona).
4. Przechowywanie elektronarzędzi winno się odbywać w suchych pomieszczeniach.
5. Wszelkie zauważone niedomagania lub uszkodzenia włącznie z wymianą bezpieczników, może usuwać jedynie elektryk lub monter o odpowiednich kwalifikacjach.
6. Elektronarzędzia powinny być sprawdzone pod względem stanu izolacji w okresach jedno miesięcznych oraz każdorazowo przy zdawaniu lub odbiorze przez wyznaczonych elektryków.
7. Obsługujący urządzenia przenośne lub elektronarzędzie zobowiązany jest stosować kolejność włączania i wyłączania ze źródła zasilania.
8. Obsługujący urządzenie lub elektronarzędzie zobowiązany jest zabezpieczyć w odpowiedni sposób przewody zasilające przed mechanicznym uszkodzeniem.
9. W przypadku odłączenia urządzenia ze źródła zasilania przez wyjęcie wtyczki z gniazda, przewód zasilający należy wraz z wtyczką zwinąć w kłęb, celem zabezpieczenia przed przypadkowym włączeniem.
10. W przypadku podjęcia akcji ratowniczo –gaśniczej należy pamiętać, że:
 - W pierwszej kolejności należy przeprowadzić ratowanie zagrożonego życia ludzkiego,
 - Wyłączyć w miarę możliwości dopływ prądu elektrycznego do urządzeń i pomieszczeń objętych pożarem,
 - Do gaszenia instalacji urządzeń elektrycznych będących pod napięciem – stosować gaśnice śniegowe, proszkowe, halonowe, nigdy zaś gaśnic pianowych ani wody.

ZAŁĄCZNIK NR 2

Wytyczne BHP przy pracach na wysokości i na drabinach

1. Przy pracach na wysokości i na drabinach nie wolno zatrudniać pracowników uznanych przez lekarza za niezdolnych do wykonywania tych prac.
2. Stanowisko pracy na wysokości należy skutecznie zabezpieczyć pasem bezpieczeństwa i liną asekuracyjną.
3. Pracownik przystępujący do pracy na wysokości winien posiadać pełną sprawność fizyczną i psychiczną.
4. Wszelkie materiały na stanowiskach na wysokości należy w sposób pewny zabezpieczyć przed ich upadkiem.
5. Narzędzia pracownik winien przechowywać w specjalnych torbach roboczych lub skrzynkach.
6. Nie wolno pozostawiać na czas przerw w pracy luźno ułożonych materiałów i narzędzi.
7. Nie wolno organizować w jednym pionie więcej niż jedno stanowisko pracy.

8. Przed przystąpieniem do robót na wysokości należy sprawdzić całą powierzchnię stanowiska pracy, celem usunięcia ewentualnych nieprawidłowości lub zagrożeń.
9. Liny asekuracyjne należy mocować na stałej konstrukcji budynku lub w specjalnie w tym celu zamontowanych elementach.
10. Transport materiałów na stanowiska pracy na wysokości nie może ograniczać ruchów pracownika lub kolidować z urządzeniami zabezpieczającymi go przed upadkiem.
11. Przejęcia i dojścia do stanowisk pracy winny być zabezpieczone oporęczaniem i krawężnikami.
12. Pracownik wykonujący pracę bezpośrednio na niezabezpieczonej krawędzi, winien być ubezpieczony przez innego pracownika.
13. Nie wolno wykonywać pracy na wysokości podczas opadów atmosferycznych, mgły i wiatru przekraczającego 10 m. / sek.
14. Teren położony pod stanowiskiem pracy na wysokości winien być zabezpieczony przed dostępem innych osób za pomocą wygrodzenia strefy niebezpiecznej i oznaczony tablicami ostrzegawczymi.
15. Nie wolno z wysokości zrzucać żadnych materiałów lub narzędzi.
16. Nie wolno podejmować samowolnie prac na wysokości bez polecenia przełożonych i określenia warunków bezpiecznego ich wykonania.
17. W razie stwierdzenia podczas pracy jakichkolwiek zmian od warunków określonych poleceniem, pracę należy przerwać i zgłosić mistrzowi.
18. Na budowie można używać tylko drabin handlowych lub wykonanych na miejscu po uznaniu ich przez mistrza jako sprawne technicznie.
19. Drabiny przestawne należy ustawiać pod kątem 70 stopni, czyli $\frac{1}{4}$ długości drabiny od punktu oparcia.
20. Szczelble drabiny winny być rozstawione w odległości nie większych jak 30 cm z prawidłowym zamocowaniem do podłużnic.
21. Przed wejściem na drabinę należy sprawdzić czy podłużnice są zamocowane ściągami, szczelble pewnie zamocowane, a drabina nie posiada mechanicznych uszkodzeń.
22. Drabinę po ustawieniu należy zabezpieczyć przed poślizgiem.
23. Nie wolno opierać drabin o niesprawdzone elementy budowli.
24. Każda drabina powinna posiadać taką długość, aby wystawała min. 75 cm ponad krawędź poziomu wyjściowego.
25. Drabiny o długościach ponad 6 m i ustawione pod kątem mniejszym jak 70 stopni winny posiadać dwustronne bariery.
26. Nie wolno łączyć drabin handlowych pomostami i obciążać ich materiałami.
27. Podczas pracy na drabinie nie wolno wychylać się na boki, gdyż grozi to utratą stateczności i upadkiem drabiny.
28. Drabiny rozkładane malarskie winny posiadać ściągi zabezpieczające szerokość rozwarcia.
29. Wszelkie drabiny należy ustawiać jedynie na wyrównanym i utwardzonym terenie.
30. Drabiny ustawione przy rurach lub słupach należy wiązać linkami do tych elementów.
31. Nie wolno we własnym zakresie przerabiać drabin, celem przystosowania ich do ustawiania na schodach lub pochylniach.

ZAŁĄCZNIK NR 3

INSTRUKCJA BEZPIECZEŃSTWA I HIGIENY PRACY PRZY PRACACH NA WYSOKOŚCI

I. Uwagi ogólne:

1. Przez prace na wysokości należy rozumieć wykonywanie czynności lub przebywanie i poruszanie się na pomostach, stropach, galeriach, urządzeniach, których poziom wzniesiony jest pod poziomem lub innym roboczym więcej niż:
 - 2,0 m, gdy praca wykonywana ma charakter robót budowlano – montażowych, remontowych lub rozbiórkowych,
 - 1,0 m, gdy praca o charakterze stałym lub tymczasowym odbywa się w zakładach lub bazach zaplecza budowlanego, albo przy obsłudze maszyn.
2. Prace na wysokości może wykonywać osoba, która przeszła specjalistyczne badania lekarskie z wynikiem pozytywnym.
3. Prace na wysokości powyżej 2 m. jako prace szczególnie niebezpieczne powinny być wykonywane według ustaleń podanych w protokole z uwzględnieniem szczególnych warunków bhp, stosowanych zabezpieczeń i podziałem obowiązków.
4. Prace na wysokości należy wykonywać pod bezpośrednim nadzorem osoby wyznaczonej przez kierownika budowy.
5. Prace na wysokości można rozpocząć po uprzednim przeprowadzeniu szczegółowego instruktażu stanowiskowego, zapoznaniu z projektem technicznym, projektem robót (plan bezpieczeństwa i ochrony zdrowia) oraz kartą analizy ryzyka.

II. Przed rozpoczęciem pracy

1. Prace na wysokości wykonywać z pomostów roboczych, rusztowań oraz podestów ruchomych wiszących, na których powinny być zainstalowane balustrady składające się z poręczy ochronnych umieszczonych na wysokości 1,1 m., krawężników o wys. 0,15 m. oraz poprzeczek umieszczonych w połowie wysokości balustrady.
2. Prace na wysokości powinny być organizowane i wykonywane w sposób nie zmuszający pracownika do wychylania się poza obręb balustrady lub obrys urządzenia, na którym stoi, albo przyjmowania innej wymuszonej pozycji ciała grożącej upadkiem z wysokości.
3. Jeżeli ze względu na rodzaj i warunki wykonywania pracy zastosowanie balustrad jest niemożliwe należy stosować inne skuteczne środki zabezpieczające przed upadkiem z wysokości np. szelki bezpieczeństwa z aparatem samohamownym i urządzeniem kotwiącym.
4. Przy pracach wykonywanych na rusztowaniach należy w szczególności:
 - Zapewnić stabilność rusztowań, odpowiednią ich wytrzymałość na przewidywane obciążenia,
 - Zapewnić odpowiednią komunikację pionową i dojścia do stanowisk pracy,
 - Dokonać odbioru technicznego,
 - Zapewnić bezpieczeństwo przy komunikacji pionowej i dojściach do stanowisk pracy.

III. Czynności w czasie pracy:

1. Pomost roboczy powinien spełniać następujące wymagania:
 - Powierzchnia powinna być wystarczająca dla pomieszczenia pracowników, narzędzi i materiałów,
 - W sposób widoczny oznaczone dopuszczalne obciążenia,
 - Podłoga pomostu powinna być pozioma, nie śliska, równa oraz trwale umocowana.

2. Przy pracach na słupach, masztach, konstrukcjach wieżowych, kominach, konstrukcjach budowlanych bez stropów, a także przy usuwaniu lub rozbiórce rusztowań oraz przy pracach na drabinach na wysokości powyżej 2,0 m. nad poziomem terenu lub podłogi należy:
 - Przed rozpoczęciem prac sprawdzić stan techniczny konstrukcji lub urządzeń, na których mają być wykonywane prace: ich stabilność, wytrzymałość na przewidywane obciążenie oraz zabezpieczenie przed nie przewidywaną zmianę położenia, a także stan techniczny stałych elementów konstrukcji lub urządzeń mających służyć do mocowania linek bezpieczeństwa,
 - Zapewnić stosowanie przez pracowników odpowiedniego do rodzaju wykonywanych prac sprzętu chroniącego przed upadkiem z wysokości,
 - Zapewnić stosowanie przez pracowników kasków ochronnych.

Wymagania te dotyczą również prac wykonywanych na galeriach, pomostach, podestach i innych podwyższeniach, jeżeli praca wymaga od pracownika wychylania się poza balustradę lub obrys urządzenia, na którym stoi, albo przyjmowania innej wymuszonej pozycji ciała grożącej upadkiem z wysokości.

3. Zabezpieczyć teren wokół rusztowań przed upadkiem materiałów, narzędzi przy pomocy siatki ochronnej.
4. Wyznaczyć strefę niebezpieczną w obrębie rusztowania (1/10 wysokości rusztowania nie mniej niż 6,0 m.).
5. Zabrania się składowania materiałów, narzędzi na pomostach roboczych ponad dopuszczalne obciążenia oraz pozostawiania ich po zakończeniu pracy.
6. W razie stwierdzenia sytuacji awaryjnej np.: uszkodzenia pomostu, urządzeń zabezpieczających, złych warunków atmosferycznych (mgła, ograniczona widoczność, prędkość wiatru przekraczająca 10 m/s) pracę na wysokości należy przerwać, a pracowników wycofać w bezpieczne miejsce.
7. O przerwaniu pracy i jego powodach należy powiadomić kierownika budowy.

IV. Postępowanie w razie awarii lub miejscowego zagrożenia:

1. Przerwać pracę, wycofać pracowników z miejsca zagrożenia, zawiadomić kierownika budowy.
2. Miejsce awarii lub zagrożenia skutecznie ogrodzić, zabezpieczyć przed dostępem osób postronnych w widoczny w dzień i w nocy sposób.

Przystąpić do usuwania awarii pod nadzorem kompetentnych osób lub służb.

ZAŁĄCZNIK NR 4

INSTRUKCJA POSTĘPOWANIA PRZY UDZIELANIU POMOCY POSZKODOWANYM W WYPADKACH

I. Uwagi ogólne

1. Udzielanie pierwszej pomocy poszkodowanemu w wypadkach jest obowiązkiem każdego (art. 162 Kk).
2. Pracodawca obowiązany jest zapewnić pracownikowi sprawnie funkcjonujący system pierwszej pomocy oraz środków do udzielania pierwszej pomocy.
3. Obsługa punktów i apteczek pierwszej pomocy powinna być powierzona wyznaczonym pracownikom, przeszkolonym w udzielaniu pierwszej pomocy.
4. W punktach pierwszej pomocy i przy apteczkach w widocznych miejscach powinny być wywieszone instrukcje o udzielaniu pierwszej pomocy.

II. Sposób postępowania w razie wypadku:

1. Zachować spokój, rozpoznać stan poszkodowanego, nie wpadać w panikę.
2. Usunąć poszkodowanego z rejonu zagrożenia.
3. Jeżeli świadek wypadku nie potrafi udzielić pierwszej pomocy, należy ją zorganizować poprzez zawiadomienie pogotowia lub kogoś z otoczenia, kto potrafi udzielić pomocy.
4. Poszkodowanemu zapewnić spokój, usunąć z otoczenia osoby postronne, w każdej sytuacji zapewnić poszkodowanemu ciepłe okrycie.
5. Nie lekceważyć nawet drobnych skaleczeń. Każde skaleczenie należy prawidłowo zaopatrzyć.
6. W przypadku:
 - porażenia prądem elektrycznym,
 - braku oddechu,
 - braku pracy serca,
 - krwotoku,
 - zatrucia,
 - poważnych urazówBezwzględnie wezwać lekarza (pogotowie ratunkowe – tel. 999).
7. Do chwili przybycia lekarza nie przerywać stosowania sztucznego oddychania.
8. Poszkodowanego z krwotokiem wolno tylko przenosić lub przewozić.
9. Poszkodowanemu z utratą świadomości nie wolno podawać leków, ani płynnych ani w postaci tabletek.
10. W przypadku podejrzeń uszkodzenia kręgosłupa nie wolno bez koniecznej potrzeby zmieniać pozycji poszkodowanego.
11. Nie pozostawiać poszkodowanego bez opieki.

III. PROJEKT ARCHITEKTONICZNO – BUDOWLANY

Branża konstrukcyjna

1. Podstawa opracowania.

1.1. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt budowlany pt. „BUDOWA FARMY FOTOWOLTAICZNEJ O ŁĄCZNEJ MOCY 4,202 MW WRAZ Z INWERTERAMI, STACJAMI TRANSFORMATOROWYMI, ROZDZIELNIĄ SN, PRZYŁĄCZEM ELEKTROENERGETYCZNYM I OGRODZENIEM NA DZIAŁKACH NR EW. 2/3, 21/20, 21/25, 21/21, 21/9, 21/10, 21/18, 21/15, 21/29, 21/12, 21/13, 14/59, 21/14, 21/33, 21/30 OBRĘB 277 JAWORZNO” w branży konstrukcyjno-budowlanej.

1.2. Podstawa opracowania

- Mapa do celów projektowych,
- Wizja lokalna w terenie,

1.3. Ustawy i normy

- PN-EN 1990:2004 - Podstawy projektowania konstrukcji.
- PN-EN 1991-1-1:2004 - Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-1: Oddziaływania ogólne. Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach.
- PN-EN 1991-1-4:2008 Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-4: - Oddziaływania ogólne. Oddziaływania wiatru.
- PN-EN 1991-1-3:2003 . Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-3: Oddziaływania ogólne – Oddziaływania śniegiem.
- PN-EN 1993-1-1:2006 - Projektowanie konstrukcji stalowych. Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków.
- PN-EN 1993-1-8:2006 - Projektowanie konstrukcji stalowych. Część 1-8: Projektowanie węzłów.
- PN-90/B-03200 Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie.

1.4. Założenia ogólne

W rozwiązaniu przyjęto panele o wymiarach 992 x 1986 mm, ułożone dłuższym bokiem poziomo.

Odstęp pomiędzy krawędziami paneli 22 mm.

Przyjęto obciążenia wg lokalizacji Jaworzna:

- obciążenie śniegiem strefa II
- obciążenie wiatrem strefa I.

2. Uwagi ogólne

Teren, na którym zaprojektowano farmę fotowoltaiczną ma na celu gospodarcze wykorzystanie terenu po zlikwidowanej Elektrowni Jaworzno 1 w kierunku energii odnawialnej. Farma fotowoltaiczna ma służyć bezpośredniej konwersji energii promieniowania słonecznego na energię elektryczną a następnie wprowadzenie jej do ogólnokrajowej sieci energetycznej. Teren zostanie ogrodzony. Przyjęto, że na przedmiotowym terenie zostaną ustawione zespoły paneli słonecznych tak, aby maksymalnie wykorzystać powierzchnię działki. Farma fotowoltaiczna zostanie ustawiona na gruncie. Przyjęto system konstrukcji stołów balastowych, dociążonych płytą np. MON o wym. 3000x1500x150mm, waga 1650. Kąt nachylenia modułów 25 stopni ułożenie modułów poziomo, 690 stołów w układzie 4x4 i 28 stołów w układzie 4x3. Moduły o wymiarach 1986x992x40mm. Przyjęto mocowania dla 62 inwerterów.

Wszystkie zaprojektowane stoły wykonane będą ze stali konstrukcyjnej z powłoką antykorozyjną Magnelis. Elementy leżące na ziemi z powłoką Magnelis ZM 430, a krokwie i płatwie z powłoką Magnelis ZM 310.

Cechy techniczne projektowanej konstrukcji:

- Klasyfikacja wyrobów pod kątem kształtu, wymiarów na zgodność z PN-EN 755-9:2010.
- Klasyfikacja kształtowników aluminiowych pod kątem trwałości wg normy PN-EN 1999-11:2011. W tym zakresie powinna spełniać min klasę B bez powłoki ochronnej i musi być potwierdzenie, że może być stosowana w środowiskach o danej kategorii korozyjności atmosferycznej wg normy PN-EN ISO 12944-2:2001.
- Klasyfikację wyrobów stalowych pod kątem antykorozyjności
- Badania wytrzymałościowe połączeń
- Badanie obciążenia paneli PV wraz z konstrukcją nośną.
- Masa zestawów

Dobór powłok antykorozyjnych jest oparty na wymagach normy PN-EN ISO 12944:2001 z uwzględnieniem jej ubytku w odniesieniu do czasu żywotności instalacji oraz kategorii korozyjnej środowiska w jakim będzie ona funkcjonowała.

Przykładową konstrukcję pokazano na rys. K – 1.

Klauzula o równorzędności materiałów

Wszystkie urządzenia i materiały użyte do realizacji projektowanych instalacji muszą być zgodne z obowiązującymi w Polsce normami i przepisami oraz posiadać odpowiednie certyfikaty, atesty i dopuszczenia. Wszelkie odstępstwa od wytycznych zawartych w projekcie należy pisemnie zgłosić Inżynierowi Kontraktu do akceptacji.

Projektant celem pełniejszego zobrazowania rozwiązania projektowanego powołał się na konkretne urządzenia. Wszystkie urządzenia wskazane w projekcie są przykładowe, a odwołanie do nich miało na celu informować wykonawcę o standardzie zastosowanych do realizacji urządzeń i w żadnym przypadku nie jest obowiązkowe.

Zgodnie z zasadami zamówień publicznych można zastosować materiały i rozwiązania równoważne, to jest w żadnym stopniu nie obniżające standardu i nie zmieniające zasad i rozwiązań technicznych przyjętych w projekcie. W przypadku innych rozwiązań i elementów projektu należy pisemnie tj. z wykresami, tabelami porównawczymi charakterystyk udowodnić, że zastosowany typoszereg urządzeń spełnia zasadę wydajności oraz pewności prawidłowego kompatybilnego zadziałania w przypadku zagrożenia oraz zapewnia ochronę i bezpieczeństwo ludzi oraz urządzeń.

Równoważność techniczną musi po weryfikacji potwierdzić w formie pisemnej – przedstawiciel Inwestora i Projektant.

Przepisy związane – ustawy i normy

Ustawy

- Ustawa z dnia 7 lipca 1994 roku Prawo Budowlane (tekst jedn. Dz.U. 2017 poz. 1332),
- Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 roku Prawo Energetyczne (Dz.U. 2017 poz. 220),
- Ustawa z dnia 20 lutego 2015 r. o Odnawialnych Źródłach Energii (Dz.U. 2015 poz. 478),
- Ustawa z dnia 17 maja 1989 roku Prawo geodezyjne i kartograficzne (Dz.U. 2016 poz. 1629),
- Ustawa z dnia 27 marca 2003 roku o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (Dz.U. 2016 poz. 778),
- Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 roku o ochronie przeciwpożarowej (Dz.U. 2017 poz. 736),
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 roku w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. 2015 poz. 1422)
- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz. U. 2010 nr 109 poz. 719)
- Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 roku w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (Dz. U. 2003 nr 169 poz. 1650)

Normy

- PN-IEC 60364 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Zestaw norm.
- PN-EN 62305-1-4 Ochrona odgromowa- część 1-4
- NSEP-E-004.2013 Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa.
- PN-EN 60445 Zasady podstawowe i bezpieczeństwa przy współdziałaniu człowieka z maszyną, oznaczenie i identyfikacja – Oznaczenia i identyfikacje zacisków urządzeń i zakończeń żył przewodów oraz ogólne zasady systemu alfanumerycznego
- PN-EN 60446 Zasady podstawowe i bezpieczeństwa przy współdziałaniu człowieka z maszyną, oznaczenie i identyfikacja – Oznaczenia i identyfikacje przewodów barwami albo cyframi.
- PN-EN 60529- Stopnie ochrony zapewnianej przez obudowy (kod IP)
- PN-91/E-05010 Zakresy napięciowe instalacji w obiektach budowlanych,
- PN-88/E-08501 Urządzenia elektryczne. Tablice i znaki bezpieczeństwa.
- PN-EN 50419 Znakowanie urządzeń elektrycznych i elektronicznych zgodnie z artykułem 11(2) dyrektywy 2002/96/WE (WEEE).
- PN-EN 61293 Znakowanie urządzeń elektrycznych danymi znamionowymi dotyczącymi zasilania elektrycznego- Wymagania bezpieczeństwa.
- PN-E-05115 Instalacje elektroenergetyczne prądu przemiennego o napięciu wyższym od 1kV
- PN-EN 61730-1:2007 Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV)
Część 1: Wymagania dotyczące konstrukcji,
- PN-EN 61730-2:2007 Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV)
Część 2: Wymagania dotyczące badań,
- PN-EN 62446:2010 Systemy fotowoltaiczne przyłączone do sieci elektrycznej. Minimalne wymagania dotyczące dokumentacji systemu, badania rozruchowe i wymagania kontrolne,
- PN-EN 61173:2002 Ochrona przepięciowa fotowoltaicznych (PV) systemów wytwarzania mocy elektrycznej – Przewodnik,

- PN-EN 62116:2011 Procedura badania ochrony przed zanikiem napięcia w sieci w przypadku falowników fotowoltaicznych włączonych do sieci energetycznej,
- PN-EN 62446:2010 Systemy fotowoltaiczne przyłączone do sieci elektrycznej. Minimalne wymagania dotyczące dokumentacji systemu, badania rozruchowe i wymagania kontrolne,
- PN-EN ISO 9488:2002 Energia słoneczna – Terminologia.
- PN-EN 1990:2004 - Podstawy projektowania konstrukcji.
- PN-EN 1991-1-1:2004 - Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-1: Oddziaływania ogólne. Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach.
- PN-EN 1991-1-4:2008 Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-4: - Oddziaływania ogólne. Oddziaływania wiatru.
- PN-EN 1991-1-3:2003 Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-3: Oddziaływania ogólne – Oddziaływania śniegiem.
- PN-EN 1993-1-1:2006 - Projektowanie konstrukcji stalowych. Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków.
- PN-EN 1993-1-8:2006 - Projektowanie konstrukcji stalowych. Część 1-8: Projektowanie węzłów.
- PN-90/B-03200 Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie.