

PROJEKT TECHNICZNY

Ciepłownia Kortowo z elektrownią fotowoltaiczną i magazynem energii elektrycznej

PV+MAG OLSZTYN MPEC - (przyłącze nr 1 PPE 590243863000371575)

INWESTOR: Miejskie Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej sp. z o.o.
ul. Słoneczna 46
10-710 Olsztyn

ADRES INWESTYCJI: 10-710 Olsztyn, ul. Słoneczna 46, dz. nr 6/1, 6/2, obręb Olsztyn 113,
gmina Miasto Olsztyn, powiat Olsztyn, woj. warmińsko-mazurskie

Instalacja fotowoltaiczna – obiekt kategorii VIII;

**Andrzej
Grzegorz
Lange**
Elektronicznie
podpisany przez
Andrzej Grzegorz
Lange
Data: 2025.10.11
16:29:51 +02'00'

Elektronicznie podpisany przez
SYLWESTER GRZEGORZ
RĄCZKIEWICZ
Data: 2025.10.11 16:55:31
+02'00'

PROJEKTANT Branża elektryczna	dr inż. Andrzej Lange upr. bud. WAM/0138/PWOE/17	<i>upr. bud. WAM/0138/PWOE/17 do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych</i>	<i>dr inż. Andrzej Lange upr. bud. WAM/0138/PWOE/17 do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urz- ądzeń elektrycznych i elektroenergetycznych</i>
SPRAWDZAJĄCY Branża elektryczna	inż. elektryk Sylwester Rączkiewicz upr. bud. 104/89/OL	<i>Uprawnienia budowlane do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych nr ew.104/89/OL § 2 ust.1 pkt 1, § 5 ust. 1, § 7 i § 13 ust 1 pkt 4 lit. d</i>	<i>inż. elektryk Sylwester Rączkiewicz upr. bud. 104/89/OL uprawnienia budowlane do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych nr ew.104/89/OL § 2 ust.1 pkt 1, § 5 ust. 1, § 7 i § 13 ust 1 pkt 4 lit. d</i>

Olsztyn, sierpień 2024

Spis zawartości projektu budowlanego

1.	DOKUMENTY I OŚWIADCZENIA	8
1.1.	Oświadczenia projektanta i sprawdzającego	8
1.2.	Uprawnienia budowlane branży elektrycznej - projektanta	9
1.3.	Zaświadczenie o przynależności do Izby Inżynierów - projektanta	11
1.4.	Uprawnienia budowlane branży elektrycznej - sprawdzającego	12
1.5.	Zaświadczenie o przynależności do Izby Inżynierów - sprawdzającego	13
2.	PROJEKT ZAGOSPODAROWANIA TERENU – CZĘŚĆ OPISOWA	14
2.1.	Przedmiot inwestycji	14
2.2.	Projekty związane	14
2.3.	Stan istniejący	15
2.4.	Projektowane zagospodarowanie terenu	15
2.5.	Zestawienie powierzchni poszczególnych części zagospodarowania terenu	15
2.6.	Ochrona konserwatorska	15
2.7.	Tereny górnicze	15
2.8.	Ochrona środowiska	15
2.9.	Informacja o dokumentach niezbędnych do realizacji inwestycji	15
2.10.	Opis projektowanej instalacji	16
2.11.	Charakterystyka energetyczna budynku	16
2.12.	Dane techniczne obiektu budowlanego charakteryzujące wpływ obiektu budowlanego na środowisko i jego wykorzystanie oraz na zdrowie ludzi i obiekty sąsiednie	16
2.12.1.	Zapotrzebowanie i jakość wody oraz ilość, jakość i sposób odprowadzania ścieków	16
2.12.2.	Emisja zanieczyszczeń gazowych, w tym zapachów, pyłowych i płynnych, z podaniem ich rodzaju, ilości i zasięgu rozprzestrzeniania się	16
2.12.3.	Rodzaj i ilość wytwarzanych odpadów	16
2.13.	Właściwości akustyczne oraz emisja drgań, a także promieniowania, w szczególności jonizującego, pola elektromagnetycznego i innych zakłóceń, z podaniem odpowiednich parametrów tych czynników i zasięgu ich rozprzestrzeniania się	16
2.14.	Wpływu obiektu budowlanego na istniejący drzewostan, powierzchnię ziemi, w tym glebę, wody powierzchniowe i podziemne	17
2.15.	Warunki geotechniczne	17
2.16.	Dobór urządzeń	17
2.16.1.	Panele fotowoltaiczne	17
2.16.2.	Konstrukcja nośna pod moduły fotowoltaiczne	17
2.16.3.	Inwertery	17
2.16.4.	Magazyn energii	18
2.16.5.	Uziemienie, ochrona odgromowa	18
2.16.6.	Układ zasilania	18
2.16.7.	Układ sterowania i zabezpieczeń EAZ	20
2.16.8.	Zabezpieczenie	21
2.16.9.	Komunikacja z siecią ENERGIA-OPERATOR SA	26

2.16.10.	Projektowane nastawy zabezpieczeń.....	28
2.17.	Uwagi ogólne	32
3.	OBLICZENIA	33
3.1.	Obliczenia zwarciove w sieci 15 kV	33
3.1.1.	Dane wyjściowe do obliczeń.....	33
3.1.2.	Rezystancja, reaktancja i impedancja systemu elektroenergetycznego.....	33
3.1.3.	Rezystancja i reaktancja linii zasilającej l_1	33
3.1.4.	Rezystancja i reaktancja linii zasilającej l_2	34
3.1.5.	Rezystancja i reaktancja linii zasilającej l_3	35
3.1.6.	Rezystancja, reaktancja i impedancja w miejscu przyłączenia.....	35
3.1.7.	Prąd zwarciovy początkowy przy zwarcu trójfazowym.....	35
3.1.8.	Moc zwarciova w miejscu przyłączenia.....	36
3.1.9.	Prąd udarowy	36
3.1.10.	Prąd zwarciovy zastępczy cieplny.....	36
3.1.11.	Prąd zwarciovy wyłączeniowy	36
3.1.12.	Znamionowy krótkotrwały prąd cieplny (n-sekundowy)	37
3.2.	Dobór przekładników prądowych po stronie 15 kV.....	37
3.2.1.	Prąd pierwotny przekładników.....	37
3.2.2.	Prąd znamionowy przekładników	37
3.2.3.	Moc znamionowa przekładników prądowych.....	37
3.2.4.	Obciążalność zwarciova elektrodynamiczna przekładnika prądowego.....	38
3.2.5.	Obciążalność zwarciova cieplna przekładnika prądowego	38
3.2.6.	Dane znamionowe.....	39
3.3.	Dobór przekładników napięciowych po stronie 15 kV	39
3.3.1.	Znamionowe napięcie pierwotne i wtórne przekładników napięciowych.....	39
3.3.2.	Moc znamionowa przekładników napięciowych	39
3.3.3.	Dane znamionowe.....	40
3.4.	Obliczenia wartości rezystancji uziemienia uziomu stacji SN/nn	40
3.4.1.	Dane wyjściowe do obliczeń.....	40
3.4.2.	Rezystancja uziemienia stacji elektroenergetycznej.....	40
3.4.3.	Rezystancja uziemienia punktu neutralnego sieci TN.....	40
3.5.	Obliczenia zwarciove w sieci nn	42
3.5.1.	Dane wyjściowe do obliczeń.....	42
3.5.2.	Rezystancja i reaktancja systemu elektroenergetycznego przeliczona na stronę nn	42
3.5.3.	Rezystancja, reaktancja i impedancja transformatora zasilającego	43
3.5.4.	Rezystancja i reaktancja linii zasilającej transformator – wyłącznik nn l_{TW}	43
3.5.5.	Rezystancja, reaktancja i impedancja na szynach rozdzielnicy RGNN4	43
3.5.6.	Prąd zwarciovy początkowy przy zwarcu trójfazowym w rozdzielnicy RGNN4	44
3.5.7.	Prąd zwarciovy początkowy przy zwarcu trójfazowym na szynach nn przeliczony na stronę SN	44
3.5.8.	Moc zwarciova na szynach rozdzielnicy RGNN4.....	44

3.5.9.	Prąd udarowy w rozdzielnicy RGNN4.....	44
3.5.10.	Prąd zwarciový zastępczy cieplny w rozdzielnicy RGNN4	44
3.5.11.	Prąd zwarciový wyłączeniowy w rozdzielnicy RGNN4	45
3.5.12.	Znamionowy krótkotrwały prąd cieplny (n-sekundowy) w rozdzielnicy RGNN4.....	45
3.6.	Parametry zasilające w rozdzielnicy RAD w budynku A-01	45
3.6.1.	Rezystancja, reaktancja i impedancja w rozdzielnicy RAD w budynku A-01	45
3.6.2.	Prąd zwarciový w rozdzielnicy RAD w budynku A-01	46
3.6.3.	Prąd zwarciový zastępczy cieplny w rozdzielnicy RAD w budynku A-01	46
3.6.4.	Prąd udarowy w rozdzielnicy RAD w budynku A-01	46
3.6.5.	Znamionowy krótkotrwały prąd cieplny (n-sekundowy) w rozdzielnicy RAD w budynku A-01	46
3.7.	Parametry zasilające w rozdzielnicy RW 1 w budynku B-03	46
3.7.1.	Rezystancja, reaktancja i impedancja w rozdzielnicy RW 1 w budynku B-03	46
3.7.2.	Prąd zwarciový w rozdzielnicy RW 1 w budynku B-03	46
3.7.3.	Prąd zwarciový zastępczy cieplny w rozdzielnicy RW 1 w budynku B-03	46
3.7.4.	Prąd udarowy w rozdzielnicy RW 1 w budynku B-03	46
3.7.5.	Znamionowy krótkotrwały prąd cieplny (n-sekundowy) w rozdzielnicy RW 1 w budynku B-03	47
3.8.	Parametry zasilające w rozdzielnicy RW3 w budynku C-03	47
3.8.1.	Rezystancja, reaktancja i impedancja w rozdzielnicy RW3 w budynku C-03	47
3.8.2.	Prąd zwarciový w rozdzielnicy RW3 w budynku C-03	47
3.8.3.	Prąd zwarciový zastępczy cieplny w rozdzielnicy RW3 w budynku C-01	47
3.8.4.	Prąd udarowy w rozdzielnicy RW3 w budynku C-03	47
3.8.5.	Znamionowy krótkotrwały prąd cieplny (n-sekundowy) w rozdzielnicy RW3 w budynku C-03	47
3.9.	Dobór kabla zasilającego rozdzielnicę PV1	47
3.9.1.	Obciążalność długotrwała	47
3.9.2.	Obciążalność zwarciová	48
3.9.3.	Dopuszczalny spadek napięcia.....	49
3.10.	Dobór przekładników prądowych po stronie nn w rozdzielnicy PV1	49
3.10.1.	Prąd pierwotny przekładników.....	49
3.10.2.	Prąd znamionowy przekładników	49
3.10.3.	Moc znamionowa przekładników prądowych.....	49
3.10.4.	Obciążalność zwarciová elektrodynamiczna przekładnika prądowego.....	50
3.10.5.	Obciążalność zwarciová cieplna przekładnika prądowego	50
3.10.6.	Dane znamionowe.....	50
3.11.	Dobór kabla zasilającego rozdzielnicę PV2	51
3.11.1.	Obciążalność długotrwała	51
3.11.2.	Obciążalność zwarciová	51
3.11.3.	Dopuszczalny spadek napięcia.....	52
3.12.	Dobór przekładników prądowych po stronie nn w rozdzielnicy PV2	52

3.12.1.	Prąd pierwotny przekładników.....	52
3.12.2.	Prąd znamionowy przekładników	52
3.12.3.	Moc znamionowa przekładników prądowych.....	52
3.12.4.	Obciążalność zwarciova elektrodynamiczna przekładnika prądowego.....	53
3.12.5.	Obciążalność zwarciova cieplna przekładnika prądowego	53
3.12.6.	Dane znamionowe	54
3.13.	Dobór kabla zasilającego rozdzielnicę PV3	54
3.13.1.	Obciążalność długotrwała	54
3.13.2.	Obciążalność zwarciova	54
3.13.3.	Dopuszczalny spadek napięcia.....	55
3.14.	Dobór przekładników prądowych po stronie nn w rozdzielnicy PV3	55
3.14.1.	Prąd pierwotny przekładników.....	55
3.14.2.	Prąd znamionowy przekładników	55
3.14.3.	Moc znamionowa przekładników prądowych.....	56
3.14.4.	Obciążalność zwarciova elektrodynamiczna przekładnika prądowego.....	56
3.14.5.	Obciążalność zwarciova cieplna przekładnika prądowego	57
3.14.6.	Dane znamionowe	57
3.15.	Obliczenia doboru nastaw zabezpieczeń	57
3.15.1.	Dane wyjściowe do obliczeń.....	57
3.15.2.	Zabezpieczenie nadprądowe przeciążeniowego $I>$	58
3.15.3.	Zabezpieczenie nadprądowe zwarciove $I>>$	58
3.15.4.	Zabezpieczenie kondukcyjno–ziemnozwarciowe	59
4.	PROJEKT ARCHITEKTONICZNO-BUDOWLANY OBIEKTU BUDOWLANEGO – CZĘŚĆ RYSUNKOWA	60
4.1.	Rys. E-1 – Projekt zagospodarowania terenu.....	62
4.2.	Rys. E-2 – Schemat elektryczny sieci SN - stan istniejący	63
4.3.	Rys. E-3 – Schemat elektryczny sieci SN - stan projektowany.....	64
4.4.	Rys. E-4 – Schemat istniejących urządzeń PV	65
4.5.	Rys. E-5 – Schemat projektowanych urządzeń PV	66
4.6.	Rys. E-6 – Schemat układu pomiaru energii elektrycznej.....	67
4.7.	Rys. E-7 – Schemat obwodów pomiarowych przekładników prądowych i napięciowych pola pomiarowego A2 sekcji A stacji SN CIEPŁOWNIA KORTOWO [O-0493]	68
4.8.	Rys. E-8 – Schemat zasilania obwodu gwarantowanego DC 24 V rozdzielnicy PV0	69
4.9.	Rys. E-9 – Schemat obwodów zasilania gwarantowanego DC 24 V rozdzielnicy PV0	70
4.10.	Rys. E-10 – Schemat obwodów pomiarowych przekładników prądowych i napięciowych pola pomiarowego sekcji A	71
4.11.	Rys. E-11 – Schemat obwodów sterowania sterownika nr 0 w stacji SN sekcja A - cz. 1	72
4.12.	Rys. E-12 – Schemat obwodów sterowania sterownika nr 0 w stacji SN sekcja A - cz. 2	73

4.13.	Rys. E-13 – Schemat obwodów sygnalizacji sterownika	nr 0 w stacji SN sekcja A	74
4.14.	Rys. E-14 – Widok wejść i wyjść sterownika	nr 0	75
4.15.	Rys. E-15 – Schemat obwodów sterowania mocą czynną		76
4.16.	Rys. E-16 – Schemat obwodów telemechaniki sterowników		77
4.17.	Rys. E-17 – Schemat zasilania obwodu gwarantowanego DC 24 V rozdzielnic PV1		78
4.18.	Rys. E-18 – Schemat obwodów zasilania gwarantowanego DC 24 V rozdzielnic PV1		79
4.19.	Rys. E-19 – Schemat obwodów odbiorczych i pomiarowych rozdzielnic PV1		80
4.20.	Rys. E-20 – Schemat obwodów pomiarowych sterownika	nr 1	81
4.21.	Rys. E-21 – Schemat obwodów sterowania sterownika	nr 1 - cz. 1	82
4.22.	Rys. E-22 – Schemat obwodów sterowania sterownika	nr 1 - cz. 2	83
4.23.	Rys. E-23 – Schemat obwodów sygnalizacji i zbrojenia sterownika	nr 1	84
4.24.	Rys. E-24 – Widok wejść i wyjść sterownika	nr 1	85
4.25.	Rys. E-25 – Schemat zasilania obwodu gwarantowanego DC 24 V rozdzielnic PV2		86
4.26.	Rys. E-26 – Schemat obwodów zasilania gwarantowanego DC 24 V rozdzielnic PV2		87
4.27.	Rys. E-27 – Schemat obwodów odbiorczych i pomiarowych rozdzielnic PV2		88
4.28.	Rys. E-28 – Schemat obwodów pomiarowych sterownika	nr 2	89
4.29.	Rys. E-29 – Schemat obwodów sterowania sterownika	nr 2 - cz. 1	90
4.30.	Rys. E-30 – Schemat obwodów sterowania sterownika	nr 2 - cz. 2	91
4.31.	Rys. E-31 – Schemat obwodów sygnalizacji i zbrojenia sterownika	nr 2	92
4.32.	Rys. E-32 – Widok wejść i wyjść sterownika	nr 2	93
4.33.	Rys. E-33 – Schemat zasilania obwodu gwarantowanego DC 24 V rozdzielnic PV3		94
4.34.	Rys. E-34 – Schemat obwodów zasilania gwarantowanego DC 24 V rozdzielnic PV3		95
4.35.	Rys. E-35 – Schemat obwodów odbiorczych i pomiarowych rozdzielnic PV3		96
4.36.	Rys. E-36 – Schemat obwodów pomiarowych sterownika	nr 3	97
4.37.	Rys. E-37 – Schemat obwodów sterowania sterownika	nr 3 - cz. 1	98
4.38.	Rys. E-38 – Schemat obwodów sterowania sterownika	nr 3 - cz. 2	99
4.39.	Rys. E-39 – Schemat obwodów sygnalizacji i zbrojenia sterownika	nr 3	100
4.40.	Rys. E-40 – Widok wejść i wyjść sterownika	nr 3	101
4.41.	Rys. E-41 – Schemat zasilania i sterowania rozdzielnic niskiego napięcia poprzez przeciwpożarowy wyłącznik prądu (PWP) z cewką wzrostową (WW) z kontrolą ciągłości obwodu		102
5.	INFORMACJA O OBSZARZE ODDZIAŁYWANIA OBIEKTU		103
6.	INFORMACJA DO PLANU BEZPIECZEŃSTWA I OCHRONY ZDROWIA		104
6.1.	Zakres robót dla całego zamierzenia budowlanego oraz kolejność realizacji poszczególnych obiektów		104
6.2.	Wykaz istniejących obiektów budowlanych		104
6.3.	Elementy zagospodarowania działki lub terenu, które mogą stwarzać zagrożenie bezpieczeństwa i zdrowia ludzi		104
6.4.	Przewidywane zagrożenia występujące podczas realizacji robót budowlanych		105
6.5.	Instruktaż pracowników		105

6.6.	Środki techniczne i organizacyjne zapobiegające niebezpieczeństwom wynikającym z wykonywania robót budowlanych	106
7.	ZAŁĄCZNIKI	107
7.1.	WYKAZ DZIAŁEK OBJĘTYCH PROJEKTOWANĄ INWESTYCJĄ	108
7.2.	WARUNKI PRZYŁĄCZENIA	109
7.3.	KARTA KATALOGOWA ISTNIEJĄCYCH PANELI PV	115
7.4.	KARTA KATALOGOWA PROJEKTOWANYCH PANELI PV	117
7.5.	KARTA KATALOGOWA ISTNIEJĄCYCH INWERTERÓW	119
7.6.	KARTA KATALOGOWA PROJEKTOWANYCH INWERTERÓW	121
7.7.	KARTA KATALOGOWA PROJEKTOWANEGO MAGAZYNU ENERGII	126

1. DOKUMENTY I OŚWIADCZENIA

1.1. Oświadczenia projektanta i sprawdzającego

Oświadczenie

Oświadczam, że niniejszy projekt techniczny branży elektrycznej sporządzono zgodnie z obowiązującymi przepisami, zasadami wiedzy technicznej w tym zgodnie z Ustawą z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo Budowlane oraz jest zgodny z projektem zagospodarowania działki lub terenu oraz projektem architektoniczno-budowlanym i rozstrzygnięciem administracyjnym dla tego zamierzenia budowlanego.

Dz. U. 2018 poz. 1202 z późniejszymi zmianami

dr inż. Andrzej Lange
upr. bud. WAM/0138/PWOE/17
do projektowania i kierowania robotami
budowlanymi bez ograniczeń w specjalności
instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urzą-
dzeń elektrycznych i elektroenergetycznych

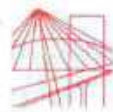
Oświadczenie

Oświadczam, że niniejszy projekt budowlany branży elektrycznej sporządzono zgodnie z obowiązującymi przepisami, zasadami wiedzy technicznej w tym zgodnie z Ustawą z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo Budowlane oraz jest zgodny z projektem zagospodarowania działki lub terenu oraz projektem architektoniczno-budowlanym i rozstrzygnięciem administracyjnym dla tego zamierzenia budowlanego.

Dz. U. 2018 poz. 1202 z późniejszymi zmianami

inż. elektryk Sylwester Rączkiewicz
upr. bud. 104/89/OL
Uprawnienia budowlane do projektowania i kierowania
robotami budowlanymi bez ograniczeń w specjalności
instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych
i elektroenergetycznych nr ew. 104/89/OL § 2 ust. 1 pkt 1,
§ 5 ust. 1... § 7... § 13 ust. 1 pkt 4 lit. d

1.2. Uprawnienia budowlane branży elektrycznej - projektanta



WARMIŃSKO-MAZURSKA
OKRĘGOWA IZBA INŻYNIERÓW BUDOWNICTWA OKRĘGOWA
KOMISJA KWALIFIKACYJNA
10-532 Olsztyn, Plac Konsulatu Polskiego 1



WAM.OKK.U.36.17.191.17

Olsztyn, 06 grudnia 2017 r.

DECYZJA

Na podstawie art. 24 ust.1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów oraz inżynierów budownictwa (tj. Dz. U. z 2016 r. poz. 1725), art. 12 ust. 2 i ust. 3, art. 12 ust. 4c pkt 3, art. 14 ust. 1 pkt 4c ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz. U. z 2017 r. poz. 1332 ze zm.) oraz § 10 i § 14 ust. 5 rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 11 września 2014 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz. U. z 2014 r. poz. 1278) i art. 104 ustawy z dnia 14 czerwca 1960 r. Kodeks postępowania administracyjnego (tj. Dz. U. z 2017 r., poz. 1257), po ustaleniu, że spełnione zostały warunki w zakresie przygotowania zawodowego oraz po złożeniu egzaminu na uprawnienia budowlane z wynikiem pozytywnym,

Pan ANDRZEJ GRZEGORZ LANGE
dr inż. nauk technicznych w dyscyplinie elektrotechnika
ur. dnia 19 września 1976 r. w Szczycie

otrzymuje

UPRAWNIENIA BUDOWLANE**Nr ewid. WAM/ 0138 /PWOE/17**

DO PROJEKTOWANIA I KIEROWANIA ROBOTAMI BUDOWLANymi
BEZ OGRANICZEŃ
W SPECJALNOŚCI INSTALACYJNEJ
w zakresie sieci, instalacji i urządzeń: elektrycznych i elektroenergetycznych

UZASADNIENIE

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

Pouczenie:

1. Zgodnie z art. 12 ust. 7 w/w ustawy Prawo budowlane – podstawę do wykonywania samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie stanowi wpis, w drodze decyzji, do centralnego rejestru Głównego Inspektora Nadzoru Budowlanego oraz wpis na listę członków właściwej izby samorządu zawodowego, potwierdzony zaświadczeniem wydanym przez tę izbę, z określonym w nim terminem ważności.
2. Od decyzji niniejszej służy odwołanie do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej Warmińsko – Mazurskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w Olsztynie, w terminie 14 dni od dnia jej doręczenia.
3. Zgodnie z treścią art. 127a ustawy Kodeks postępowania administracyjnego (tj. Dz. U. z 2017 r., poz. 1257): § 1. w trakcie biegu terminu do wniesienia odwołania strona może zrzec się prawa do wniesienia odwołania wobec organu administracji publicznej, który wydał decyzję; § 2. z dniem doręczenia organowi administracji publicznej oświadczenia o zrzeczeniu się prawa do wniesienia odwołania przez ostatnią ze stron postępowania, decyzja staje się ostateczna i prawomocna. W przypadku złożenia przez stronę oświadczenia o zrzeczeniu się prawa do odwołania od decyzji (określonego w § 2) stronie nie przysługuje prawo do odwołania się ani skargi do sądu administracyjnego.



Skład orzekający
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej:

1. dr inż. Zenon Drabowicz
2. mgr inż. Elżbieta Lasmanowicz
3. mgr inż. Mariusz Iwanowicz

Pan Andrzej Grzegorz Lange upoważniony jest:

- I. Na podstawie art. 12 ust. 1 pkt 1 - 5, art. 13 ust. 3 i 4 ustawy Prawo budowlane, w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych bez ograniczeń do:
 - a) projektowania, sprawdzania projektów architektoniczno-budowlanych i sprawowania nadzoru autorskiego,
 - b) kierowania budową lub innymi robotami budowlanymi,
 - c) kierowania wytwarzaniem konstrukcyjnych elementów budowlanych oraz nadzoru i kontroli technicznej wytwarzania tych elementów,
 - d) wykonywania nadzoru inwestorskiego,
 - e) sprawowania kontroli technicznej utrzymania obiektów budowlanych.
- II. Na podstawie § 10 i § 14 ust. 5 rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 11 września 2014 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz. U. z 2014 r. poz. 1278) uprawnienia niniejsze uprawniają do:
 - 1) sporządzania projektu zagospodarowania działki lub terenu, w zakresie specjalności niniejszych uprawnień,
 - 2) do projektowania obiektu budowlanego i kierowania robotami budowlanymi związanymi z obiektem budowlanym, takim jak: sieci, instalacje i urządzenia elektryczne i elektroenergetyczne, w tym kolejowe, trolejbusowe i tramwajowe sieci trakcyjne, sieci trakcyjne metra, wraz instalacjami i urządzeniami technicznymi zasilania, w tym kolejowej, trolejbusowej i tramwajowej sieci trakcyjnej, sieci trakcyjne metra oraz elektrycznego ogrzewania rozjazdów.

**Skład orzekający
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej:**

1. dr inż. Zenon Drabowicz
2. mgr inż. Elżbieta Lasmanowicz
3. mgr inż. Mariusz Iwanowicz

Otrzymuje:

1. Pan Andrzej Grzegorz Lange
12-100 Szczytno, Romany 6
2. Okręgowa Rada Izby
3. Główny Inspektor Nadzoru Budowlanego
4. a/a

1.3. Zaświadczenie o przynależności do Izby Inżynierów - projektanta



Zaświadczenie
o numerze weryfikacyjnym:
WAM-1M1-YRP-FZ2 *

Pan Andrzej Grzegorz Lange o numerze ewidencyjnym WAM/IE/0050/18
adres zamieszkania Romany 6, 12-100 Szczytno
jest członkiem Warmińsko-Mazurskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada
wymagane ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.
Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2025-01-01 do 2025-12-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2024-12-16 roku przez:

Jarosław Kukliński, Przewodniczący Rady Warmińsko-Mazurskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

Zgodnie z art. 78^a K.c.

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

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

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



1.4. Uprawnienia budowlane branży elektrycznej - sprawdzającego

URZĄD WOJEWÓDZKI -
w Olsztynie
Wydział Budownictwa,
Urbanistyki i Architektury
0514319
tel. 514 31 9

Olsztyn, dnia 1989-06-07₁₅ r.

Nr 104/89/OL

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

Na podstawie § 2 ust. 1 pkt 1, § 5 ust. 1, § 7 § 13 ust. 1 pkt. 4 lit. 3

rozporządzenia Ministra Gospodarki Terenowej i Ochrony Środowiska z dnia 20 lutego 1975 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz. Ustaw Nr 8, poz. 46) stwierdza się, że
Obywatel/ka Sylwester RĄCZKIEWICZ

(imie i nazwisko)

inżynier elektryk

(tytuł naukowy - zawodowy)

urodzony/a) dnia 31 marca 1947 r. w Olsztynie

posiada przygotowanie zawodowe upoważniające do wykonywania samodzielnej funkcji

projektanta oraz kierownika budowy i robót

(rodzaj funkcji)

w specjalności instalacyjno - inżynierskiej

(rodzaj specjalności techniczno-budowlanej)

w zakresie sieci i instalacji elektrycznych

(specjalizacja zawodowa)

Obywatel Sylwester Rączkiewicz jest upoważniony do:

1. Sporządzania projektów instalacji elektrycznych, napowietrznych i kablowych linii energetycznych, stacji i urządzeń elektroenergetycznych.
2. 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 elektrycznych, napowietrznych i kablowych linii energetycznych, stacji i urządzeń elektroenergetycznych.

Od niniejszej decyzji służy odwołanie do Ministerstwa Gospodarki, Przemysłu i Budownictwa w terminie 14 dni od daty otrzymania, za pośrednictwem tut. Wydziału.

Za zgodność z oryginałem



DYREKTOR WYDZIAŁU

Z-ca Dyrektora Wydziału

inż. Józef Kozłowski

1.5. Zaświadczenie o przynależności do Izby Inżynierów - sprawdzającego



Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

WAM-N5W-48I-IBR *

Pan Sylwester Rączkiewicz o numerze ewidencyjnym WAM/IE/2222/01

adres zamieszkania ul. Kłosowa 89, 10-900 Olsztyn

jest członkiem Warmińsko-Mazurskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.

Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2025-01-01 do 2025-12-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2024-12-16 roku przez:

Jarosław Kukliński, Przewodniczący Rady Warmińsko-Mazurskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

Zgodnie z art. 78¹ K.c.

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

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

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



2. PROJEKT ZAGOSPODAROWANIA TERENU – CZĘŚĆ OPISOWA

2.1. Przedmiot inwestycji

Przedmiotem opracowania jest projekt techniczny elektrowni fotowoltaicznej zasilanej z istniejącej linii kablowej SN 15 kV OLJA-HARCTUR/HOTEL PARK [510] stacja CIEPŁOWNIA KORTOWO [O-0493]. Elektrownia fotowoltaiczna będzie zasilana z istniejącej stacji SN CIEPŁOWNIA KORTOWO [O-0493] zainstalowanej w Miejskim Przedsiębiorstwie Energetyki Ciepłej sp. z o.o. w Olsztynie. Projektowana elektrownia będzie znajdowała się na dachach budynków Miejskiego Przedsiębiorstwa Energetyki Ciepłej sp. z o.o. w Olsztynie.

Zakres opracowania obejmuje:

- opis przedmiotu zamówienia,
- opis stanu istniejącego,
- opis projektowanej linii kablowej,
- konfiguracja i dobór urządzeń stacji,
- stan techniczny,
- dobór kabla zasilającego stację.

Opracowanie jest zgodne z kodeksem sieci NC RfG.

Niniejsze złożenia techniczne zostały opracowane na podstawie:

- zlecenia Inwestora;
- rozporządzenia ministra infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. 2022 poz. 1225);
- ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz.U. 2025 poz. 418 z późniejszymi zmianami);
- ustawy z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne (Dz. U. 2024 poz. 266) z późniejszymi zmianami;
- Rozporządzenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 22 marca 2023 r. w sprawie szczegółowych warunków funkcjonowania systemu elektroenergetycznego (Dz.U. 2023 poz. 819);
- Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 28 sierpnia 2019 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach energetycznych Dz.U. 2019 poz. 1830;
- obowiązujących ustaw i przepisów,
- zasad wiedzy technicznej w tym projektowania stacji elektroenergetycznych i linii kablowych;
- inwentaryzacji istniejących urządzeń dla celów projektowych;
- warunków przyłączenia do sieci elektroenergetycznej ENERGA-OPERATOR SA Oddział w Olsztynie nr P/25/019797;
- uzgodnienia z inwestorem;
- standardów technicznych rekomendowanych w Energa-Operator S.A. zawartych w IRiESD ENERGA-OPERATOR SA.

2.2. Projekty związane

Projekt budowlany dla instalacji fotowoltaicznej do 150 kW zgodnie z Prawem Budowlanym nie jest wymagany.

2.3. Stan istniejący

Na działkach nr 6/1, 6/2, Olsztyn 113, gmina Miasto Olsztyn, powiat Olsztyn, woj. warmińsko-mazurskie znajdują się budynki Miejskiego Przedsiębiorstwa Energetyki Ciepłej sp. z o.o. w Olsztynie.

2.4. Projektowane zagospodarowanie terenu

Przedmiotem niniejszej inwestycji jest budowa elektrowni fotowoltaicznej na dachach budynków Miejskiego Przedsiębiorstwa Energetyki Ciepłej sp. z o.o. w Olsztynie. Projektuje się wykonanie odcinka instalacji elektrycznej pomiędzy panelami fotowoltaicznymi a inwerterami oraz między inwerterami a zaprojektowanymi rozdzielnicami PV w budynkach oraz stacji RG SN i zasilenie ich z istniejących rozdzielnic. Usytuowanie projektowanych i istniejących paneli fotowoltaicznych raz przebieg trasy projektowanej instalacji został przedstawiony na projekcie zagospodarowania terenu rys. E-1.

2.5. Zestawienie powierzchni poszczególnych części zagospodarowania terenu

Nie dotyczy.

2.6. Ochrona konserwatorska

Działki oraz teren, na którym jest projektowana inwestycja, nie są wpisane do rejestru zabytków oraz nie podlegają ochronie na podstawie ustaleń miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego.

2.7. Tereny górnicze

Wpływ eksploatacji górniczej na działkę lub teren zamierzenia budowlanego, znajdującego się w granicach terenu górniczego – **nie dotyczy**.

2.8. Ochrona środowiska

Teren planowanej inwestycji nie jest położony na obszarach objętych formami ochrony, o których mowa w ustawie z dnia 16.04.2004 r. o ochronie przyrody (Dz.U. 2024 poz. 1478 z późniejszymi zmianami). Projektowana inwestycja nie należy do rodzaju przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko w rozumieniu przepisów Rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 09.11.2010 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko (Dz.U. 2019 poz. 1839).

2.9. Informacja o dokumentach niezbędnych do realizacji inwestycji

Do realizacji inwestycji będą niezbędne następujące dokumenty:

- projekt techniczny elektrowni fotowoltaicznej,
- uzgodnienie projektu wykonawczego w zakresie zgodności z warunkami przyłączenia w Energa-Operator S.A.,
- uzyskanie niezbędnych pozwoleń, koncesji i certyfikatów.

Wszystkie dokumenty, projekty, opracowania, materiały wykorzystywane podczas realizacji inwestycji podlegają uzgodnieniu przez Zamawiającego.

2.10. Opis projektowanej instalacji

Przedmiotem niniejszej inwestycji jest budowa elektrowni fotowoltaicznej na dachach budynków Miejskiego Przedsiębiorstwa Energetyki Ciepłej sp. z o.o. w Olsztynie. Projektuje się wykonanie odcinka instalacji elektrycznej pomiędzy panelami fotowoltaicznymi a inwerterami oraz między inwerterami a zaprojektowanymi rozdzielnicami PV w budynkach oraz stacji RG SN i zasilanie ich z istniejących rozdzielnic.

Projektuje się ułożenie paneli fotowoltaicznych na dachach i podłączenie ich z inwerterami za pomocą kabli solarnych $1 \times 6 \text{ mm}^2$. Inwertery mają być podłączone do rozdzielnic znajdujących się w budynkach za pomocą kabli LGY $5 \times 35 \text{ mm}^2$. Projektowane rozdzielnice PV podłączone będą do istniejących rozdzielnic zgodnie z rys. E-3. Do podłączenia projektowanej elektrowni fotowoltaicznej należy przebudowywać układ pomiarowy w istniejącej stacji CIEPŁOWNIA KORTOWO [O-0493].

Przebieg trasy projektowanej instalacji został przedstawiony na projekcie zagospodarowania terenu rys. E-1. Prace budowlane wykonać zgodnie z Prawem Budowlanym i zasadami wiedzy technicznej.

Wszystkie prace wykonać zgodnie z projektem zagospodarowania terenu - rys. E-1 oraz schematem ideowym połączeń urządzeń fotowoltaicznych - rys. E-4 i E-5 oraz schematem elektrycznym sieci SN - rys. E-2 i E-3.

2.11. Charakterystyka energetyczna budynku

Nie dotyczy.

2.12. Dane techniczne obiektu budowlanego charakteryzujące wpływ obiektu budowlanego na środowisko i jego wykorzystanie oraz na zdrowie ludzi i obiekty sąsiednie

2.12.1. Zapotrzebowanie i jakość wody oraz ilość, jakość i sposób odprowadzania ścieków

Nie dotyczy.

2.12.2. Emisja zanieczyszczeń gazowych, w tym zapachów, pyłowych i płynnych, z podaniem ich rodzaju, ilości i zasięgu rozprzestrzeniania się

Nie dotyczy.

2.12.3. Rodzaj i ilość wytwarzanych odpadów

Nie dotyczy.

2.13. Właściwości akustyczne oraz emisja drgań, a także promieniowania, w szczególności jonizującego, pola elektromagnetycznego i innych zakłóceń, z podaniem odpowiednich parametrów tych czynników i zasięgu ich rozprzestrzeniania się

Emisja pola elektromagnetycznego zamyka się w kablach nn.

2.14. Wpływu obiektu budowlanego na istniejący drzewostan, powierzchnię ziemi, w tym glebę, wody powierzchniowe i podziemne

Nie dotyczy.

2.15. Warunki geotechniczne

Nie dotyczy.

2.16. Dobór urządzeń

2.16.1. Panele fotowoltaiczne

Do wykonania (rozbudowy) instalacji na budynku B-03 zastosowano panele fotowoltaiczne polikrystaliczne o wymiarach 2278 mm × 1134 mm × 35 mm o mocy 585 W

w liczbie 74 sztuk. Do wykonania (rozbudowy) instalacji na budynku C-03 zastosowano panele fotowoltaiczne polikrystaliczne o wymiarach 2278 mm × 1134 mm × 35 mm o mocy 585 W

w liczbie 125 sztuk. Na dachu budynku A-01 znajdują się panele fotowoltaiczne polikrystaliczne o wymiarach 1903 mm × 1134 mm × 30 mm o mocy 470 W

w liczbie 106 sztuk. Moduły połączone między sobą tworzą panele fotowoltaiczne, z których energia przekazywana jest za pomocą połączeń kablowych do inwerterów. Karty katalogowe istniejących i projektowanych paneli fotowoltaicznych zostały zamieszczone w załączniku. Miejsca mocowania paneli fotowoltaicznych na dachu hali został przedstawiony na rys. E-1.

2.16.2. Konstrukcja nośna pod moduły fotowoltaiczne

Panele będą zamontowane na systemowej konstrukcji przystosowanej do montażu na dachu płaskim

Energia wyprodukowana z paneli fotowoltaicznych będzie przesłana do 3 inwerterów, dwóch o mocy 50 kW o maksymalnej mocy czynnej 55 kW, oraz jednego o mocy 30 kW z których to energia będzie przesłana do rozdzielni niskiego napięcia.

2.16.3. Inwertery

W instalacji należy zastosować inwertery mające na celu przetworzenie prądu stałego z paneli na prąd sinusoidalnie zmienny dostosowany do wymagań sieci dystrybucyjnej. Instalacja będzie obsługiwana przez dwa inwertery o mocy 50 kW każdy oraz jednego inwertera o mocy 30 kW

Zastosowane inwertery muszą charakteryzować się stopniem ochrony minimum IP66. Uwzględnić należy odporność falownika na warunki atmosferyczne (temperatura pracy -25°C do +60 °C, zakres dopuszczalnej wilgotności względnej 100%) oraz wysokie bezpieczeństwo dla użytkowników. Inwertery winny zostać wyposażone w system pomiaru izolacji w części DC, pozwalający eliminować wszelkie uszkodzenia w okablowaniu paneli jak również w samych panelach dając wysokie bezpieczeństwo użytkowania. Inwertery mają konstrukcję modułową co zapewni łatwiejsze ich serwisowanie, posiadają one również zintegrowany system śledzenia maksymalnego punktu mocy pozwalający na maksymalny uzysk energii. Z inwerterów energia będzie przesłana do istniejącej rozdzielni niskiego napięcia poprzez rozdzielnice PV. Schemat podłączenia inwerterów do rozdzielnic został przedstawiony na rys. od E-3 do E-5.

Montaż falowników przewiduje się w pomieszczeniach lub na dachach budynków Miejskiego Przedsiębiorstwa Energetyki Ciepłej sp. z o.o. w Olsztynie. Karty katalogowe inwerterów zostały zamieszczone w załączniku.

2.16.4. Magazyn energii

W instalacji projektuje się magazyn energii elektrycznej z inwerterem

o mocy 30 kW. Magazyn energii będzie umieszczony w piwnicy w budynku A-01 a podłączony do przebudowywanej rozdzielnic PV1 (obecnie rozdzielnica AC/DC) w budynku A-01. Pomieszczenie, w którym mają się znajdować baterie magazynu energii z falownikiem należy odnowić. W tym celu wykonać podłogę z gresu technicznego, ściany odmalować oraz zamontować drzwi techniczne p.poż. Wykonać otok z bednarki, zainstalować rozdzielnicę, z której należy zasilić oświetlenie pomieszczenia, gniazdo serwisowe 230 V, falownik BMS do zarządzania energią, instalację P.POŻ. w tym cztery czujniki podłączone do istniejącej centrali P.POŻ. Schemat podłączenia inwerterów do rozdzielnic został przedstawiony na rys. od E-3 do E-5. Rozmieszczenie poszczególnych pomieszczeń wraz z projektowanym magazynem energii elektrycznej został przedstawiony na rys. E-1.

2.16.5. Uziemienie, ochrona odgromowa

Istniejące budynki posiadają instalację odgromową. Należy zachować odpowiednie odległości instalacji PV od istniejących zwodów poziomych i pionowych instalacji odgromowej. Odległość ustalić zgodnie z normą PN-EN 62305, lecz nie mniej niż 50 cm. Oprócz instalacji odgromowej do ochrony przed przepięciami atmosferycznymi i łączeniowymi zastosowano istniejące ograniczniki przepięć w falownikach od strony DC i AC. Są tam wbudowane ograniczniki typu II. Dodatkowo w rozdzielni PV1 i PV2 zastosowano ograniczniki przepięć typu 1+2.

2.16.6. Układ zasilania

W Miejskim Przedsiębiorstwie Energetyki Ciepłej sp. z o.o. w Olsztynie znajduje się stacja A3. Stacja SN jest w układzie sekcyjnym i zasilana jest z dwóch GPZ-tów: GPZ Olsztyn-Jaroty i GPZ Olsztyn Południe. W polu sprzęgła sekcji zainstalowany jest SZR, który uniemożliwia spięcie tych dwóch systemów razem. W części Zakładu Energetycznego znajduje się pięć pól w tym dwa pola zasilające, dwa odpływowe i jedno pole sprzęgła SZR. W części MPEC znajdują się po sześć pól w każdej sekcji A i B. W sekcjach znajdują się pola zasilające, pomiarowe, odpływowe oraz pole sprzęgła z którego zasilane są istniejące dwa generatory synchroniczne o łącznej mocy 1 200 kW. Z sekcji A, z pola odpływowego A3 zasilany jest transformator TR4, który zasilą rozdzielnicę RGNN4. Z tej rozdzielnic zasilane są projektowane rozdzielnice PV. Do współpracy projektowanego układu generacji z siecią zgodnie z Warunkami Technicznymi zaprojektowano układ zabezpieczeniowy wyposażony w niezależny od zabezpieczeń generatora (inwerterów), układ automatyki zabezpieczeniowej zbudowany na bazie czterech cyfrowych sterowników polowych (zasilanie 24V DC), które znajdują się w części niskonapięciowej rozdzielnic PV1, PV2 i PV3 oraz w rozdzielnicy PV0 znajdującej się w stacji RG-SN Sekcja A i współpracują z wyłącznikami QPV1, QPV2 i QPV3 zainstalowanymi w rozdzielnicach nn PV.

Istniejąca instalacja fotowoltaiczna znajdująca się na budynku A-01 ma być zasilana z projektowanej rozdzielnic PV1. Z tej rozdzielnic ma być również zasilony magazyn energii elektrycznej. Rozdzielnica PV1, ma być zasilona z istniejącej rozdzielnic budynku administracji RAD, która jest zasilana z pola P2-Q2/S4 rozdzielnic RGNN4. Do współpracy istniejącego inwertera F1 oraz projektowanego inwertera F3 z siecią nn,

zaprojektowano w rozdzielnicy PV1 sterownik nr 1, który współpracuje z wyłącznikiem QPV1. Do monitorowania parametrów energii generowanej przez inwertery z rozdzielnicy PV1 w sieci nn zastosowano pośredni układ pomiarowy z przekładnikami prądowymi o następujących danych technicznych: $K_n = \frac{150 \text{ A}}{5 \text{ A}}$, $S_n = 5 \text{ VA}$, FS5 i klasie dokładności 5P10. Powiązania pomiędzy przekładnikami prądowymi a sterownikiem nr 1 wykonano przewodem YKSY $7 \times 2,5 \text{ mm}^2$ dla obwodów prądowych i YKSY $5 \times 1,5 \text{ mm}^2$ dla obwodów napięciowych. nr 1 umożliwia pomiar prądów i napięć fazowych, napięć przewodowych, oraz pomiar mocy czynnej i biernej. Dzięki wbudowanemu interfejsowi światłowodowemu i RS-485 oraz switch'om przemysłowym wykonywane pomiary są przesyłane do nr 0, który nadzoruje pracę całego układu fotowoltaiki i komunikuje z OSD. Schemat podłączenia rozdzielnicy PV1 przedstawiono na rys. E-3, E-4 i rys. od E-17 do E-24.

Projektowana instalacja fotowoltaiczna na budynku B-03 ma być zasilana z projektowanej rozdzielnicy PV2. Rozdzielnica PV2, ma być zasilona z istniejącej rozdzielnicy RW 1 Warsztat produkcji węzłów, która jest zasilana z pola P2-Q2/S4 rozdzielnicy RGNN4. Do współpracy projektowanego inwertera F2 z siecią nn, zaprojektowano w rozdzielnicy PV2 sterownik nr 2, który współpracuje z wyłącznikiem QPV2. Do monitorowania parametrów energii generowanej przez inwerter z rozdzielnicy PV2 w sieci nn zastosowano pośredni układ pomiarowy z przekładnikami prądowymi o następujących danych technicznych: $K_n = \frac{50 \text{ A}}{5 \text{ A}}$, $S_n = 5 \text{ VA}$, FS5 i klasie dokładności 5P10. Powiązania pomiędzy przekładnikami prądowymi a sterownikiem nr 2 wykonano przewodem YKSY $7 \times 2,5 \text{ mm}^2$ dla obwodów prądowych i YKSY $5 \times 1,5 \text{ mm}^2$ dla obwodów napięciowych. nr 2 umożliwia pomiar prądów i napięć fazowych, napięć przewodowych, oraz pomiar mocy czynnej i biernej. Dzięki wbudowanemu interfejsowi światłowodowemu i RS-485 oraz switch'om przemysłowym wykonywane pomiary są przesyłane do nr 0, który nadzoruje pracę całego układu fotowoltaiki i komunikuje z OSD. Schemat podłączenia rozdzielnicy PV2 przedstawiono na rys. E-3, E-5 i rys. od E-25 do E-32.

Projektowana instalacja fotowoltaiczna na budynku C-03 ma być zasilana z projektowanej rozdzielnicy PV3. Rozdzielnica PV3, ma być zasilona z istniejącej rozdzielnicy RW3 Warsztat remontowy, która jest zasilana z pola P13-Q2/S4 rozdzielnicy RGNN4. Do współpracy projektowanego inwertera F3 z siecią nn, zaprojektowano w rozdzielnicy PV3 sterownik nr 3, który współpracuje z wyłącznikiem QPV3. Do monitorowania parametrów energii generowanej przez inwerter z rozdzielnicy PV3 w sieci nn zastosowano pośredni układ pomiarowy z przekładnikami prądowymi o następujących danych technicznych: $K_n = \frac{100 \text{ A}}{5 \text{ A}}$, $S_n = 5 \text{ VA}$, FS5 i klasie dokładności 5P10. Powiązania pomiędzy przekładnikami prądowymi a sterownikiem nr 2 wykonano przewodem YKSY $7 \times 2,5 \text{ mm}^2$ dla obwodów prądowych i YKSY $5 \times 1,5 \text{ mm}^2$ dla obwodów napięciowych. nr 2 umożliwia pomiar prądów i napięć fazowych, napięć przewodowych, oraz pomiar mocy czynnej i biernej. Dzięki wbudowanemu interfejsowi światłowodowemu i RS-485 oraz switch'om przemysłowym wykonywane pomiary są przesyłane do nr 0, który nadzoruje pracę całego układu fotowoltaiki i komunikuje z OSD. Schemat podłączenia rozdzielnicy PV3 przedstawiono na rys. E-3, E-5 i rys. od E-32 do E-40.

Projektuje się rozdzielnicę PV0, która będzie zainstalowana w stacji SN CIEPŁOWNIA KORTOWO [O-0493] SEKCJA A. W rozdzielnicy tej zainstalowany będzie sterownik nr 0 nadzorujący pracę całej

elektrowni fotowoltaicznej. Ze względu na konieczność nadzoru pracy elektrowni PV i jej wpływ na sieć SN OSD, istniejący układ pomiarowy wymaga modyfikacji i przystosowania do pracy z projektowanymi instalacjami fotowoltaicznymi. Zgodnie z warunkami technicznymi nr P/25/019797 (nr PPE: 590243863000371575) wydanymi przez ENERGA-OPERATOR SA Oddział w Olsztynie projektuje się pośredni układ pomiarowy w układzie pełnej gwiazdy składa się z przekładników prądowych wewnętrznych

o następujących danych technicznych: $K_n = \frac{150 \text{ A}}{5 \text{ A} / 5 \text{ A} / 5 \text{ A}}$, kl. 0,2s/5P20/5P20, $S_n = 7,5 \text{ VA} / 7,5 \text{ VA} / 7,5 \text{ VA}$,

FS 5, $I_{\text{thn}} = 15 \text{ kA}$, oraz przekładników napięciowych wewnętrznych o danych znamionowych:

$k_n = \frac{15}{\sqrt{3}} \text{ kV} / \frac{100}{\sqrt{3}} \text{ V} / \frac{100}{\sqrt{3}} \text{ V} / \frac{100}{\sqrt{3}} \text{ V} / \frac{100}{3} \text{ V}$, $S_n = 0-5 \text{ VA} / 0-5 \text{ VA} / 0-5 \text{ VA} / 15 \text{ VA}$, kl. 0,2/0,2/0,5/3P. Stacja

posiada układ pomiarowy, przystosowany do zdalnego odczytu danych z jednoczesnym uwzględnieniem miejsca dla sprawdzającego licznika pomiarowego. Licznik energii elektrycznej czterokwadrantowy umożliwia pomiar energii czynnej oraz biernej. Powiązania pomiędzy przekładnikami prądowymi i listwą WAGO LWP 847-297/060-2000 wykonano przewodem YKSY $7 \times 2,5 \text{ mm}^2$ dla obwodów prądowych i YKSY $5 \times 1,5 \text{ mm}^2$ dla obwodów napięciowych. Układ pomiarowy zamontowano w szafce pomiarowej. Modyfikowaną stację SN/nn wyposażać aparaty zgodnie z rys. E-1 do E-40.

2.16.7. Układ sterowania i zabezpieczeń EAZ

Do współpracy projektowanego układu generacji z siecią zgodnie z Warunkami Technicznymi zaprojektowano układ zabezpieczeniowy wyposażony w niezależny od zabezpieczeń generatora (inwerterów), układ automatyki zabezpieczeniowej zbudowany na bazie czterech cyfrowych sterowników polowych (zasilanie 24V DC), które znajdują się w części niskonapięciowej rozdzielnic PV1, PV2 i PV3 oraz w rozdzielnicy PV0 znajdującej się w stacji RG-SN Sekcja A i współpracują z wyłącznikami QPV1, QPV2 i QPV3 zainstalowanymi w rozdzielnicach nn PV.

Sterowniku nr 0 zainstalowany będzie w rozdzielnicy niskiego napięcia PV0 w stacji SN CIEPŁOWNIA KORTOWO [O-0493]. Prądy pomiarowe do zabezpieczenia doprowadzone są z sieci SN poprzez drugie i trzecie uzwojenie przekładników prądowych zainstalowanych po stronie SN w polu pomiarowym A2 rozdzielnicy RG-SN SEKCJA A stacji SN CIEPŁOWNIA KORTOWO [O-0493]. Napięcia pomiarowe do zabezpieczenia doprowadzone są z sieci SN poprzez trzecie i czwarte uzwojenie wtórne przekładników napięciowych SN zainstalowanych w polu pomiarowym A2 rozdzielnicy RG-SN SEKCJA A rozdzielnicy RG-SN SN CIEPŁOWNIA KORTOWO [O-0493]. Sterowniki nr 2, 3 i 4 posiadają układ pomiaru półpośredni zainstalowany w rozdzielnicach niskiego napięcia PV1, PV2 i PV3. Do pomiaru prądów zastosowano przekładniki prądowe a pomiar napięcia dokonywany jest bezpośrednio.

Zabezpieczenie cyfrowe wyposażone jest w funkcje zabezpieczeniowe wymagane w warunkach przyłączania. Działanie tych funkcji z nastawionymi parametrami określonymi w obliczeniach technicznych niniejszej dokumentacji powoduje otwarcie wyłączników QPV1, QPV2 i QPV3 eliminując tym samym zakłócenia związane ze współpracą elektrowni fotowoltaicznej z siecią elektroenergetyczną.

Wyłączniki zostały wyposażone w cewkę podnapięciową 24 V DC, która otworzy wyłącznik w następujących przypadkach:

- niesprawności zabezpieczenia ;
- zadziałania zabezpieczeń przekaźnika ;
- zaniku napięcia pomocniczego 24V DC;

- obniżki lub zaniku napięcia sieci;
- zadziałania wyłączników zabezpieczenia pomiarowych obwodów napięciowych.

Ponadto zabezpieczenia uniemożliwiają pracę generatora na sieć ENERGA-OPERATOR S.A. po zaniku napięcia sieci. Jednostka wytwórcza przy obniżeniu lub wzroście napięcia w jednej fazie jest odłączona trójbiegunowo. Ponownie załączenie elektrowni do pracy z zawodową siecią elektroenergetyczną może nastąpić po dokonaniu następujących czynności:

1. kontroli obecności napięcia sieci;
2. uruchomieniu układu do synchronizacji generatora z siecią poprzez wyłącznik zainstalowany w rozdzielnicy nn.

2.16.8. Zabezpieczenie

Konfiguracja sterownika

Dla potrzeb przedmiotowej inwestycji wybrano cztery sterowniki w wykonaniu natablicowym (obudowa 7 slotów) z panelem operatorskim GV zintegrowanym. Jest to panel z graficznym wyświetlaczem LCD QVGA w układzie pionowym. Obudowa i płyta główna umieszczona w obudowie urządzenia posiadała będzie 7 slotów (gniazd) numerowanych od 0 do 6, w których zostaną zainstalowane moduły.

W nr 0 zostaną zainstalowane moduły spełniające następujące funkcje:

- Slot 0 –> **IF-0** – moduł komputerowo-komunikacyjny procesora głównego;
- Slot 1 –> **CT-0** – moduł przekładników prądowych I_{L1} , I_{L2} , I_{L3} ;
- Slot 2 –> **VT-0** – moduł przekładników napięciowych i prądowego I_g i I_0 ;
- Slot 3 –> **PS-1** – moduł zasilacza impulsowego 230 V napięcia AC, wyposażony w wejścia, wyjścia i obwód obsługi alarmu;
- Slot 4 –> **CR-0** – moduł inteligentnych wejść/wyjść (w tym z przekaźnikami mocy) i wejściami o programowalnym progu czułości;
- Slot 5 –> **rezerwa**;
- Slot 6 –> **GP-0/2** – moduł dwukanałowego modemu transmisji danych GPRS.

W nr 1, 2 i 3 zostaną zainstalowane moduły spełniające następujące funkcje:

- Slot 0 –> **IF-0** – moduł komputerowo-komunikacyjny procesora głównego;
- Slot 1 –> **CT-0** – moduł przekładników prądowych I_{L1} , I_{L2} , I_{L3} ;
- Slot 2 –> **VT-5** – moduł przekładników napięciowych i prądowego I_g i I_0 ;
- Slot 3 –> **PS-1** – moduł zasilacza impulsowego 230 V napięcia AC, wyposażony w wejścia, wyjścia i obwód obsługi alarmu;
- Slot 4 –> **CM-0** – moduł inteligentnych wejść/wyjść (w tym z przekaźnikami mocy) i wejściami o programowalnym progu czułości;
- Slot 5 –> **rezerwa**;
- Slot 6 –> **GP-0/2** – moduł dwukanałowego modemu transmisji danych GPRS.

Wszystkie w/w moduły mają standardowy rozmiar zewnętrzny 142,0×90,0 mm (szerokość × wysokość) oraz są rozpoznawane i konfigurowane przez urządzenie automatycznie przy wykorzystaniu trybu plug & play.

Poglądowy widok sterowników pola pokazano na rys. E-14, E-24, E-32 i E-40.

Funkcje poszczególnych modułów sterownika

Poszczególne moduły uniwersalnego sterownika pola zostały dobrane tak, aby niniejsze urządzenie o konfiguracji mogło realizować następujące funkcje:

➤ Moduł **IF-0** komputerowo-komunikacyjny procesora głównego ARM CPU, pamięci operacyjnej, pamięci nastaw, raportów zdarzeń i rejestratora przebiegów, został wyposażony w złącza:

- ETH – izolowane magnetycznie gniazdo 8P8C (tzw. RJ-45) sprzęgu Ethernet 10/100BASE-T obsługujące protokoły TCP/UDP/ICMP;
- RS-485 – izolowane galwanicznie gniazdo DB9F (żeńskie) głównego sprzęgu komunikacyjnego RS-485 z własną diodą LED sygnalizującą aktywność sprzęgu (zakres prędkości 300-512000Bd, transmisja full duplex, dystans do 1000m, do 256 węzłów na magistrali);
- AUX-485 – izolowane galwanicznie gniazdo DB9F dodatkowego sprzęgu komunikacyjnego AUX-485 z własną diodą LED sygnalizującą aktywność sprzęgu (zakres prędkości 300-512000Bd, transmisja full duplex, dystans do 1000m, do 256 węzłów na magistrali);
- PANEL – 3 izolowane gniazda DB9F sprzęgu PN-485 do podłączenia panelu operatorskiego (transmisja full duplex od 0 do 15m).

Moduł IF-0 umożliwia tym samym obsługę i realizuje komunikację za pomocą następujących protokołów:

- uCZIPstd (slave i master);
- uCZIPnet;
- DNP3.0;
- IEC 60870-5-103;
- IEC 60870-5-101/104;
- IEEE-1588 (synchronizacja czasu PTP z precyzją = 1ms);
- uCZIPstd (slave i master, zgodność wstecz);
- Modbus ASCII;
- Modbus RTU (master i slave);
- IEC-61850.

Moduł IF-0 jest również niezbędny do uruchomienia i prawidłowego funkcjonowania sterownika

➤ Moduł **CT-0** trzech przekładników prądowych I_{L1} , I_{L2} , I_{L3} , których zadaniem jest pomiar bezpośrednich prądów fazowych w zakresie 0÷192 A przy prądzie znamionowym przekładników 5 A. Parametry obwodów wejściowych fazowych prądowych modułu CT-0 są następujące:

- prąd znamionowy: $I_n=5\text{ A}$;
- zakres pomiarowy: 0-192 A
- błąd pomiar w zakresach: (0,05÷0,35) A < 5%; (0,35÷50) A < 1,5%; (50÷192) A < 5%;
- pobór mocy przy $I = I_n < 0,5\text{ VA}$;
- częstotliwość znamionowa $f_n = 50\text{ Hz}$;
- obciążalność trwała $3 \times I_n$;
- wytrzymałości cieplna jednosekundowa $100 \times I_n$;
- wytrzymałość dynamiczna $250 \times I_n$.

Moduł CT-0 jest niezbędny dla potrzeb prawidłowej współpracy stacji z siecią Energa-Operator S.A., gdyż umożliwia realizację następujących kryteriów zabezpieczeniowych:

- nadprądowe $I >$;
- nadprądowe zadział. $I > T$;
- nadprądowe zależne $I >$;
- podprądowe $I <$;
- $I_{0>}$ (suma wektorowa prądów I_{L1}, I_{L2}, I_{L3})
- asymetria prądowa $aI >$;
- $I >$ tilt (charakterystyka łamana).

Do układ zabezpieczeń sterownika nr 0 (rozdzielnica niskiego napięcia PV0 w stacji SN CIEPŁOWNIA KORTOWO [O-0493]) jest podłączony II i III rdzeń przekładników prądowych o danych technicznych: $K_n = \frac{150 \text{ A}}{5 \text{ A} / 5 \text{ A} / 5 \text{ A}}$, kl. 0,2s/5P20/5P20, $S_n = 7,5 \text{ VA} / 7,5 \text{ VA} / 7,5 \text{ VA}$, FS 5, $I_{thn} = 15 \text{ kA}$, i będzie

realizował zewnętrzną ochronę na podstawie w/w kryteriów. Szczegółowy schemat podłączenia modułu CT-0 sterownika nr 0 do przekładników prądowych przedstawiają rys. E-3, E-6, E-7, E-10 i E-14.

W sterowniku nr 1 (rozdzielnica PV1 zasilona z istniejącej rozdzielnicy budynku administracji RAD) moduł CT-0 zostanie podłączony do nowo projektowanych przekładników prądowych o przekładni przekładnika $K_n = \frac{150 \text{ A}}{5 \text{ A}}$, klasie dokładności 5P10, $S_n = 5 \text{ VA}$ i FS 5. Szczegółowy schemat podłączenia pokazano na rys. E-3, E-19, E-20 i E-24.

W sterowniku nr 2 (rozdzielnica PV2 zasilona z istniejącej rozdzielnicy RW 1 Warsztat produkcji węzłów) moduł CT-0 jest podłączony do przekładników prądowych o przekładni przekładnika $K_n = \frac{50 \text{ A}}{5 \text{ A}}$, klasie dokładności 5P10, $S_n = 5 \text{ VA}$ i FS 5. Szczegółowy schemat podłączenia pokazano na rys. E-3, E-27, E-28 i E-32.

W sterowniku nr 3 (rozdzielnica PV3 zasilona z istniejącej rozdzielnicy RW3 Warsztat remontowy) moduł CT-0 jest podłączony do przekładników prądowych o przekładni przekładnika $K_n = \frac{100 \text{ A}}{5 \text{ A}}$, klasie dokładności 5P10, $S_n = 5 \text{ VA}$ i FS 5. Szczegółowy schemat podłączenia pokazano na rys. E-3, E-35, E-36 i E-40.

➤ Moduł **VT-0** przekładników napięciowych został wyposażony w komplet czterech przekładników pomiarowych dla napięć U_0, U_1, U_2, U_3 oraz dwa przekładniki prądowe do pomiaru prądu I_0 i I_g . Ponadto w module znajdują się 3 dodatkowe wejścia cyfrowe unipolarne (AUXI 0..2), które mogą również służyć do pomiaru wielkości analogowych (progi czułości wybierane nastawą). Zaciski modułu zostały podzielone na trzy grupy:

- 8 stykowe gniazdo MSTBA2.5/8-G dla potrzeb pomiaru napięć U_0, U_1, U_2, U_3 sekcji 1 w zakresie 0-130V przy napięciu znamionowym przekładników $U_n = 100 \text{ V}$;
- 5-stykowe gniazdo MSTBA2.5/5-G, (raster 5.00mm, max 12A, 250V);
- 4 stykowe gniazdo GMSTBA2.5/4-G dla potrzeb pomiaru prądu I_0 i I_g w zakresie 0-10A przy prądzie znamionowym przekładnika $I_n = 1 \text{ A}$.

Moduł VT-2 współpracując z modułem CT-0 umożliwia realizację następujących kryteriów zabezpieczeniowych oraz funkcji:

- Nadnapięciowe $U >$ dla sekcji 1 i 2;

- Nadnapięciowe zadział. $U > T$ dla sekcji 1 i 2;
- Nadnapięciowe $U > 0$ dla sekcji 1 i 2;
- Podnapięciowe $U < T$ dla sekcji 1 i 2;
- Podnapięciowe zadział. $U < T$ dla sekcji 1 i 2;
- Różnicy napięć sekcyjnych dla sekcji 1 i 2;
- Częstotliwościowe dla sekcji 1 i 2;
- Pochodnej częstotliwości $df/dt >$;
- Vector Shift;
- Pochodnej napięcia dU/dt ;
- Drugiej harmonicznej f 100 Hz;
- Regulacji baterii kondensatorów;
- Synchron-check dla sekcji 1 i 2;
- $\Delta f <$ dla sekcji 1 i 2;
- Kierunkowe mocy;
- Wewnętrzny f SPZ/SCO;
- Nadprądowe ziemnozwarciowe $I_0 >$;
- Susceptancyjne B_0 kier. >;
- Konduktancyjne $G_0 >$;
- Konduktancyjne $G_0 >$ kier.;
- Admitancyjne $Y_0 >$;
- Admitancyjne $YY_0 >$;
- Podmocowe mocy biernej trójfazowej 1 minutowej $Q_{3f} <$;
- Nadmocowe mocy biernej trójfazowej 1 minutowej $Q_{3f} >$;
- Podmocowe mocy czynnej trójfazowej 1 minutowej $P_{3f} <$;
- Nadmocowe mocy czynnej trójfazowej 1 minutowej $P_{3f} >$;
- Kontroler Rezystora.

Do układ zabezpieczeń sterownika nr 0 jest podłączony do III i IV uzwojenia przekładników napięciowych, o danych znamionowych: $k_n = \frac{15}{\sqrt{3}} \text{ kV} / \frac{100}{\sqrt{3}} \text{ V} / \frac{100}{\sqrt{3}} \text{ V} / \frac{100}{\sqrt{3}} \text{ V} / \frac{100}{3} \text{ V}$, $S_n = 0-5 \text{ VA}/0-5 \text{ VA}/0-5 \text{ VA}/15 \text{ VA}$, kl. 0,2/0,2/0,5/3P.. Umożliwi to tym samym realizację zewnętrznej ochrony oraz kontrolę parametrów na podstawie w/w kryteriów zabezpieczeniowych i funkcji. Moduł I_0 jest podłączony w układzie Holmgren'a z trzeciego uzwojenia przekładników prądowych. Szczegółowy schemat podłączenia modułu VT-2 sterownika nr 0 (rozdzielnicza niskiego napięcia PV0 w stacji SN CIEPŁOWNIA KORTOWO [O-0493]) do poszczególnych elementów pokazano na rys. E-3, E-6, E-7, E-10 i E-14.

➤ Moduł **VT-5** jest funkcjonalnie identycznym modulem, lecz o specjalnie podwyższonych progach pomiarowych napięć **U0, U1, U2, U3** w zakresie **5 ÷ 260 V**, (opcja **500 VAC**).

W sterowniku nr 1, 2 i nr 3 moduł VT-5 zostanie podłączony bezpośrednio do napięć U_1, U_2, U_3 przez wyłącznik instalacyjny i wkładki bezpiecznikowe. Szczegółowy schemat podłączenia modułu VT-5 pokazano dla nr 1 na rys. E-3, E-19, E-20 i E-24, dla nr 2 na rys. E-3, E-27, E-28 i E-32, a dla nr 3 na rys. E-3, E-35, E-36 i E-40.

➤ Moduł **PS-1** jest modulem zasilacza impulsowego 24 V DC. Podstawowe parametry niniejszego modułu są następujące:

- napięcie zasilające znamionowe DC: 24 V;
- dopuszczalny zakres zmian napięcia zasilającego DC 21÷38 V;
- pobór mocy przy 24 V: < 15 W (typ 7W);
- próg ochronnej blokady nadnapięciowej: Brak.

Moduł PS-1 został wyposażony ponadto w:

- trzy wejścia cyfrowe unipolarne (zaciski 8, 9, 10);
- dwa przekaźniki zwierne – jedna para (zaciski 5, 6);
- przekaźnik przełączalny do obsługi obwodu Alarmu (zaciski 2, 3, 4);
- wewnętrzne wejście kontroli sprawności zasilacza;
- przekaźnik przełączalny do kasowania obwodu Alarmu (zacisk 1).

Widok modułu PS-1 wraz z oznaczeniem miejsc podłączeń poszczególnych elementów i urządzeń zilustrowano na rys. E-14, E-24, E-32 i E-40. Zgodnie z zaleceniami producenta sterownika dla zachowania poprawnego działania sygnalizacji stanu Alarmu zaprojektowanej kontenerowej stacji transformatorowej, wykorzystano zaciski 3 i 4 przekaźnika przełączalnego tzw. topologię szeregową. Sygnalizacja Alarmu (AL) w tym przypadku uaktywniana jest przez rozwarcie obwodu normalnie zwartego.

➤ Moduł **CM-0** jest uniwersalnym modulem inteligentnych wejść/wyjść (w tym z przekaźnikami mocy) i wejściami o programowalnym progu czułości. Całość tworzy tzw. jedno 24-stykowe gniazdo MSTBA2.5/24-G. Moduł CM-0 został wyposażony m. in. w:

- dwa przekaźniki mocy typu SR6-51 (zaciski 22, 24);
- dwa wewnętrzne wejścia kontroli przekaźników mocy;
- 1+1+4+5=11 wejść cyfrowych z programowalnym progiem czułości > 20/50 V DC (zaciski 1-5, 10-13, 15, 17);
- dwa przekaźniki zwierne – jedna para (zaciski 7, 8);
- jeden przekaźnik przełączalny (zacisk 20).

Dla potrzeb sygnalizacji i sterowania prawidłową współpracą elektrowni fotowoltaicznej z siecią Energa-Operator S.A. sterownik nr 1, 2 i 3 został wyposażony w moduł CM-0. Szczegółowe schematy połączenia poszczególnych obwodów sygnalizacji oraz obwodów sterowania automatyką stacji transformatorowej przedstawiono na rys. od E-3 do E-40.

➤ Moduł **CR-0** jest uniwersalnym modulem inteligentnych wejść/wyjść (w tym z przekaźnikami mocy) i wejściami o programowalnym progu czułości. Całość tworzy tzw. jedno 24-stykowe gniazdo MSTBA2.5/24-G. Moduł CM-0 został wyposażony m. in. w:

- dwa przekaźniki mocy typu SR6-51 (zaciski 22, 24);
- dwa wewnętrzne wejścia kontroli przekaźników mocy;
- 1+3+5=9 wejść cyfrowych z programowalnym progiem czułości > 20/50 V DC (zaciski 1÷5, 13÷15, 17);
- cztery przekaźniki zwierne – dwie pary (zaciski 7, 8, 10, 11);
- jeden przekaźnik przełączalny (zacisk 20).

Dla potrzeb sygnalizacji i sterowania prawidłową współpracą elektrowni fotowoltaicznej z siecią Energa-Operator S.A. sterownik nr 0 został wyposażony w moduł CR-0. Szczegółowe schematy połączenia poszczególnych obwodów sygnalizacji oraz obwodów sterowania automatyką stacji transformatorowej przedstawiono na rys. od E-3 do E-40.

➤ Moduł **GP-0/2** jest modulem wewnętrznym dwukanałowego modemu GPRS zapewniającym zdalną łączność z urządzeniem poprzez sieć telefonii komórkowej. Umożliwia on tym samym przesyłanie danych i komunikatów do systemu zarządzającego SCADA Energa-Operator S.A. poprzez APN Dyspozycji Ruchu. Podstawowymi cechami modułu GP-0/2 są:

- moduł zasilany bezpośrednio z sterownika ;
- gniazda SIM typu push-push (łatwy dostęp do kart SIM);
- porty komunikacyjne z izolacją galwaniczną 2x RS-485 (pełny duplex);
- wyposażony w dwa gniazda antenowe SMA;
- dwie pary diod sygnalizacyjnych LED (3 na kanał: nadawanie GPRS + 2 programowalne);
- konfiguracja poprzez przeglądarkę www lub program Monitor3;
- pełna obsługa kart SIM: telemetryczne, prepaid (analiza kosztów);
- możliwość zaadresowania niezależnego dwóch kart SIM (jednej dla Energa-Operator S.A. i drugiej dla Inwestora) – praca w dwóch różnych APN-ach;
- brak konieczności stosowania jakichkolwiek dodatkowych urządzeń komunikacyjnych i zasilaczy zewnętrznych;
- brak konieczności uzgadniania zgodności funkcjonalnej i protokolarnej urządzeń różnych producentów, co gwarantuje pewność działania;
- wysoka niezawodność i odporność na zakłócenia.

W razie słabego sygnału radiowego lub braku komunikacji zabezpieczenia z systemem SCADA EOP dodać do modułu GP-0/2 antenę zewnętrzną umożliwiającą uzyskanie wymaganego sygnału. Do komunikacji poszczególnych sterowników zastosowano dodatkowe switch'e przemysłowe

Szczegółowy schemat podłączenia pokazano na rys. E-16.

2.16.9. Komunikacja z siecią ENERGA-OPERATOR SA

W celu zdalnego nadzoru pracy elektrowni fotowoltaicznej zainstalowano w rozdzielnicy 0,23 kV układ do zdalnej telekomunikacji poprzez sieć GSM oparty o mikroprocesorowy sterownik komunikacyjny z interfejsem EIA/TIA 485. Sterownik współpracuje z cyfrowym zabezpieczeniem przesyłając do systemu dyspozytorskiego ENERGA-OPERATOR SA Oddział w Olsztynie niezbędne dane binarne oraz pomiarowe.

Przedmiotem niniejszej dokumentacji jest router . Jest to zaawansowane urządzenie komunikacyjne GPRS/UMTS/LTE, które może pełnić jednocześnie funkcję modemu, koncentratora danych i konwertera protokołów w odpowiedzialnych aplikacjach w energetyce i innych dziedzinach przemysłu.

Urządzenie może być stosowane w dowolnych sieciach SMART GRID, do komunikacji z urządzeniami nie obsługującymi autonomicznie standardów GPRS/UMTS/LTE.

Urządzenie to specjalizowany router, do zestawiania połączeń w sieciach GSM 2G/3G/4G, mające zastosowanie z dowolnymi urządzeniami, nieobsługującymi autonomicznie standardów

GPRS/UMTS/LTE. Łączność z routerem od strony sieci GSM realizowana jest w protokołach sieciowych TCP/IP lub UDP.

Od strony obiektowej, lokalnie udostępnia 1 szeregowy kanały transmisji RS-485, 1 szeregowy kanał transmisji RS-232, interfejs 1-Wire oraz dwa interfejsy sieci Ethernet. Interfejs 1-Wire umożliwia podłączenie cyfrowego czujnika temperatury oraz innych urządzeń w standardzie 1-Wire. Standardowo router współpracuje zabezpieczeniami cyfrowymi, reklozarami, sterownikami biogazowni, farm wiatrowych lub fotowoltaicznych.

Zasilanie routera jest separowane galwanicznie od interfejsów komunikacyjnych i układów logicznych. Wielostronna separacja galwaniczna gwarantuje dużą pewność działania, odporność na uszkodzenia wywoływane przepięciami, niewrażliwość transmisji na zakłócenia.

Zadziałanie zabezpieczeń nadprądowych, ziemnozwarciowych, zabezpieczeń nad- i podnapięciowych, nad- i podczęstotliwościowych powoduje automatyczne wyłączenie wyłącznika powietrznego nn QPV1, PV2 i QPV3. Ponowne załączenie wyłączonej tym sposobem elektrowni fotowoltaicznej może nastąpić po zasterowaniu na załączenie zdalne telemechaniką. Sterowanie wyłącznikiem nn jest również możliwe w sposób manualny za pomocą przycisków lokalnych oraz poprzez przekaźniki zabezpieczeniowe sterownika pod warunkiem, że są zachowane poprawne wartości parametrów napięcia w sieci.

Sygnalizacja zadziałania układu zabezpieczeń oraz jego pobudzenia, a także zakłócenia w pracy stacji są sygnalizowane lokalnie za pomocą komunikatów na wyświetlaczu oraz za pomocą diod LED umieszczonych na płycie czołowej sterownika. Dodatkowo wszystkie zaistniałe zdarzenia będą zapisywane w dzienniku zdarzeń oraz przysyłane do systemu SCADA Operatora za pomocą Modemu

poprzez APN Dyspozycji Ruchu ENERGA-OPERATOR SA Oddział w Olsztynie. Zaprojektowany uniwersalny system zabezpieczeń umożliwił będzie również przekazywanie do systemu dystrybucyjnego operatora po protokole komunikacyjnym DNP3 następujących pomiarów wielkości chwilowych związanych z pracą elektrowni fotowoltaicznej:

- prądów fazowych I_{L1} , I_{L2} , I_{L3} (strona pierwotna i wtórna) w stacji SN CIEPŁOWNIA KORTOWO [O-0493] SEKCJA A oraz w rozdzielniach PV;
- prądu I_{fmax} (strona pierwotna i wtórna) w stacji SN CIEPŁOWNIA KORTOWO [O-0493] SEKCJA A;
- prądu I_0 (strona pierwotna i wtórna) w stacji SN CIEPŁOWNIA KORTOWO [O-0493] SEKCJA A;
- napięć SN U_{L1} , U_{L2} , U_{L3} (strona pierwotna i wtórna) w stacji SN CIEPŁOWNIA KORTOWO [O-0493] SEKCJA A oraz w rozdzielniach PV;
- napięć międzyfazowych U_{12} , U_{23} , U_{31} (pierwotna i wtórna) w stacji SN CIEPŁOWNIA KORTOWO [O-0493] SEKCJA A oraz w rozdzielniach PV;
- napięcia U_0 (strona pierwotna i wtórna) w stacji SN CIEPŁOWNIA KORTOWO [O-0493];
- mocy czynnej (strona pierwotna i wtórna) w stacji SN CIEPŁOWNIA KORTOWO [O-0493] SEKCJA A oraz w rozdzielniach PV;
- mocy biernej (strona pierwotna i wtórna) w stacji SN CIEPŁOWNIA KORTOWO [O-0493] SEKCJA A oraz w rozdzielniach PV;
- częstotliwości f (strona pierwotna i wtórna) w stacji SN CIEPŁOWNIA KORTOWO [O-0493] SEKCJA A oraz w rozdzielniach PV;

- pochodnej df/dt , dU/dt (strona pierwotna i wtórna) w stacji SN CIEPŁOWNIA KORTOWO [O-0493] SEKCJA A;
- współczynnika mocy i innych.

Moc elektrowni fotowoltaicznej zostanie ograniczona do wartości mocy przyłączeniowej na falownikach. W przypadku wzrostu wartości mocy powyżej mocy przyłączeniowej elektrownia zostanie wyłączona wyłącznikami QPV1, QPV2 i QPV3 poprzez zabezpieczenie nr 0, w którym to zostanie nastawione zabezpieczenie maksymalnej mocy równej mocy przyłączeniowej. W przypadku braku komunikacji między nr 0 a np. nr 1 automatycznie zostaje wyłączony wyłącznik QPV1, a w przypadku utraty połączenia między nr 2 automatycznie zostaje wyłączony wyłącznik QPV2. Analogicznie układ zadziała w przypadku utraty połączenia między nr 0 a nr 3 - automatycznie zostaje wyłączony wyłącznik QPV3.

Nastawy pozostałych zabezpieczeń niewymienionych w tabeli należy dokonać na etapie przeprowadzania prób funkcjonalnych pracy zespołu urządzeń przy udziale pracowników Operatora posiadających kwalifikacje z zakresu automatyki i zabezpieczeń elektromagnetycznych.

2.16.10. Projektowane nastawy zabezpieczeń

Dla potrzeb prawidłowej współpracy z siecią lokalnego Operatora Sieci Dystrybucyjnej należy wykonać nastawy poszczególnych zabezpieczeń w sterownikach , które to przedstawiono w tabeli nr 1. Obliczenia doboru nastaw przedstawiono w p. 3.10. Podczas uruchomienia elektrowni fotowoltaicznej należy uzgodnić z pracownikami Operatora posiadających kwalifikacje z zakresu automatyki i zabezpieczeń wartości nastaw zabezpieczeń a w razie konieczności dokonać ewentualnych korekt w przekaźnikach

Sterowanie mocą czynną i współczynnikiem mocy będzie realizowane mocą za pomocą dodatkowego , który za pomocą dodatkowego portu RS-485 oraz switch'y przemysłowych będzie komunikował się z falownikami w celu regulacji mocy czynnej. Do układu zostanie dodatkowo podłączona stacja pogodowa w celu pomiaru nasłonecznienia oraz temperatury powietrza. Zestawienie sygnałów starowania, sygnalizacji i pomiarów ustawionych w sterownikach dla potrzeb prawidłowej współpracy z siecią lokalnego Operatora Sieci Dystrybucyjnej przedstawiono w tabeli nr 2, 3, 4 i 5. Nastawy zabezpieczeń oraz zestawienie sygnałów przedstawione w tabelach od 1 do 5 zostanie sparametryzowane i wyedytowane w systemie SCADA OSD.

Tabela 1. Projektowane nastawy zabezpieczeń w nr 0

Rodzaj zabezpieczenia	Wielkość nastawy	Czas zadziałania t [s]	Działanie na łącznik
Nadprądowe przeciążeniowe strony SN $I>$	5,1 A (153 A)	1,0	informacyjnie
Nadprądowe zwarciove strony SN $I>>$	20,0 A (600) A	0,05	informacyjnie
Podnapięciowe strony SN	90 V (13,5 kV)	0,4	QPV1, QPV2, QPV3
Nadnapięciowe strony SN	110 V (16,5 kV)	0,4	QPV1, QPV2, QPV3
Podczęstotliwościowe $f<$	47 Hz	0,4	QPV1, QPV2, QPV3
Nadczęstotliwościowe $f>$	51,5 Hz	0,4	QPV1, QPV2, QPV3
Kondukcyjno–ziemnozwarciowe G_0	2,5 ms	0,2	QPV1, QPV2, QPV3
Napięciowo–ziemnozwarciowe U_0	15 V	1,0	QPV1, QPV2, QPV3
Prądowo–ziemnozwarciowe I_0	20 A (0,2 A)	0,4	QPV1, QPV2, QPV3
Admitancyjne Y_0	3,2 ms	0,2	QPV1, QPV2, QPV3
Od pracy wyspowej (dynamika zmian df/dt)	1 Hz/s	0,4	QPV1, QPV2, QPV3
Ograniczenie mocy generowanej	1 200 kW	10	QPV1, QPV2, QPV3

Tabela 1b. Projektowane nastawy zabezpieczeń w nr 1

Rodzaj zabezpieczenia	Wielkość nastawy	Czas zadziałania t [s]	Działanie na łącznik
Nadprądowe przeciążeniowe strony SN $I>$	4,90 A (147 A)	1,0	QPV1
Nadprądowe zwarciovowe strony SN $I>>$	10,0 A (300) A	0,05	QPV1
Podnapięciowe strony SN	360 V	0,4	QPV1
Nadnapięciowe strony SN	440 V	0,4	QPV1
Podczęstotliwościowe $f<$	47 Hz	0,4	QPV1
Nadczęstotliwościowe $f>$	51,5 Hz	0,4	QPV1

Tabela 1b. Projektowane nastawy zabezpieczeń w nr 2

Rodzaj zabezpieczenia	Wielkość nastawy	Czas zadziałania t [s]	Działanie na łącznik
Nadprądowe przeciążeniowe strony SN $I>$	5,50 A (55 A)	1,0	QPV2
Nadprądowe zwarciovowe strony SN $I>>$	10,0 A (100) A	0,05	QPV2
Podnapięciowe strony SN	360 V	0,4	QPV2
Nadnapięciowe strony SN	440 V	0,4	QPV2
Podczęstotliwościowe $f<$	47 Hz	0,4	QPV2
Nadczęstotliwościowe $f>$	51,5 Hz	0,4	QPV2

Tabela 1b. Projektowane nastawy zabezpieczeń w nr 3

Rodzaj zabezpieczenia	Wielkość nastawy	Czas zadziałania t [s]	Działanie na łącznik
Nadprądowe przeciążeniowe strony SN $I>$	4,50 A (90 A)	1,0	QPV3
Nadprądowe zwarciovowe strony SN $I>>$	10,0 A (200) A	0,05	QPV3
Podnapięciowe strony SN	360 V	0,4	QPV3
Nadnapięciowe strony SN	440 V	0,4	QPV3
Podczęstotliwościowe $f<$	47 Hz	0,4	QPV3
Nadczęstotliwościowe $f>$	51,5 Hz	0,4	QPV3

Tabela 2. Zestawienie sygnałów sygnalizacji ustawionych w sterowniku

index DNP3.0	tekst sygnału	sygnalizacja stan ON	sygnalizacja stan OFF
-	Łączność z obiektem elektrowni PV	Sprawna	Niesprawna
1	Telesterowanie na załącz wyłącznik QPV1	Sygnał	
2	Telesterowanie na wyłącz wyłącznik QPV1	Sygnał	
3	Telesterowanie na załącz wyłącznik QPV2	Sygnał	
4	Telesterowanie na wyłącz wyłącznik QPV2	Sygnał	
5	Telesterowanie na załącz wyłącznik QPV3	Sygnał	
6	Telesterowanie na wyłącz wyłącznik QPV3	Sygnał	
7	Telesterowanie: Wyłącznik QPV1 - Blokada załączeń	Odblokuj	
8	Telesterowanie: Wyłącznik QPV1 - Blokada załączeń	Zablokuj	
9	Telesterowanie: Wyłącznik QPV2 - Blokada załączeń	Odblokuj	
10	Telesterowanie: Wyłącznik QPV2 - Blokada załączeń	Zablokuj	
11	Telesterowanie: Wyłącznik QPV3 - Blokada załączeń	Odblokuj	
12	Telesterowanie: Wyłącznik QPV3 - Blokada załączeń	Zablokuj	
13	Wyłącznik QPV1 - stan załączony	Załączony	Wyłączony
14	Wyłącznik QPV1 - stan wyłączony	Wyłączony	Załączony
15	Wyłącznik QPV1 – rozbrojenie napędu	Koniec sygnału	Sygnał
16	Wyłącznik QPV2 - stan załączony	Załączony	Wyłączony
17	Wyłącznik QPV2 - stan wyłączony	Wyłączony	Załączony
18	Wyłącznik QPV2 – rozbrojenie napędu	Koniec sygnału	Sygnał
19	Wyłącznik QPV3 - stan wyłączony	Wyłączony	Załączony
20	Wyłącznik QPV3 – rozbrojenie napędu	Koniec sygnału	Sygnał
21	Zabezpieczenie nadprądowe ($I > T$ lub $I > T$)	Zadziałanie	
22	Zabezpieczenie napięciowe ($U > T$ lub $U < T$)	Zadziałanie	
23	Dynamika zmian częstotliwości $df/dt > T$	Zadziałanie	
24	Zabezpieczenie. częstotliwościowe ($f > T$ lub $f < T$)	Zadziałanie	
25	Zabezpieczenie ziemnozwarciowe ($U_0 > T$, $I_0 > T$, $Y_0 > T$, $G_0 > T$)	Zadziałanie	
26	Wyłącznik QPV1 - Blokada załączeń	Zablokowany	Odblokowany
27	Wyłącznik QPV2 - Blokada załączeń	Zablokowany	Odblokowany
28	Wyłącznik QPV3 - Blokada załączeń	Zablokowany	Odblokowany
29	uszk. obw. nap. SN 100V~ lub 3U ₀	Sygnał	Koniec sygn.
30	blokada sterowania zdalnego BTS	Sygnał	Koniec sygn.
31	rezerwa		
32	rezerwa		
Sterowanie pracą elektrowni fotowoltaicznej			
Tekst		Sterowanie	
Sterowanie ograniczeniami mocy czynnej/biernej z poziomu ENERGA-OPERATOR		Aktywne	
Sterowanie ograniczeniami mocy czynnej/biernej z poziomu ENERGA-OPERATOR		Nieaktywne	
Zadana wartość mocy czynnej		Procentowa wartość mocy przyłączeniowej [%]	
Zadana wartość mocy biernej*		Wartość mocy biernej [kVar]	
Zadana wartość regulacji napięcia**		Wartość	

* wartość mocy biernej pojemnościowej ze znakiem „plus” zadawać wartości dodatnie

* wartość mocy biernej indukcyjnej ze znakiem „minus” zadawać wartości ujemne

** regulacja napięcia odbywać się będzie poprzez zadanie konkretnej wartości mocy biernej. Na etapie pomiarów jakości energii elektrycznej zostanie określone jak $\cos\varphi$ (indukcyjny i pojemnościowy) o wartości 0,95 w przeliczeniu na kVar wpływa na zmianę napięcia w punkcie przyłączenia. Następnie te dane zostaną przekazane do RDM w okresie rozruchu elektrowni fotowoltaicznej.

Tabela 3. Zestawienie sygnałów pomiarowych ustawionych w sterowniku nr 0

index DNP3.0	Wielkość mierzona
1	prąd fazowy I_{L1}
2	prąd fazowy I_{L2}
3	prąd fazowy I_{L3}
4	prąd składowej zerowej I_0
5	napięcie składowej zerowej U_0
6	napięcie fazowe U_{L1-N}
7	napięcie fazowe U_{L2-N}
8	napięcie fazowe U_{L3-N}
9	napięcie międzyfazowe U_{L12}
10	napięcie międzyfazowe U_{L23}
11	napięcie międzyfazowe U_{L31}
12	moc czynna P
13	moc bierna Q
14	częstotliwość f
15	pochodna df/dt
16	$\tan \varphi$

Tabela 4. Zestawienie sygnałów pomiarowych ustawionych w sterowniku nr 1, 2 i 3

Lp.	Wielkość mierzona
1	prąd fazowy I_{L1}
2	prąd fazowy I_{L2}
3	prąd fazowy I_{L3}
4	napięcie fazowe U_{L1-N}
5	napięcie fazowe U_{L2-N}
6	napięcie fazowe U_{L3-N}
7	napięcie międzyfazowe U_{L12}
8	napięcie międzyfazowe U_{L23}
9	napięcie międzyfazowe U_{L31}
10	moc czynna P
11	moc bierna Q
12	częstotliwość f
13	$\tan \varphi$

Tabela 5. Zestawienie sygnałów pomiarowych ustawionych w Smartlogger i stacji pogodowej

Lp.	Wielkość mierzona
1	Moc czynna generacji P
2	Moc bierna generacji Q
3	Nastawa mocy czynnej P [%]
4	Nastawa mocy biernej Q [kVAr]
5	Liczba falowników odstawionych
6	Liczba falowników pracujących
7	Temperatura
8	Nasłonecznienie

2.17. Uwagi ogólne

- Całość robót wykonać zgodnie z BHP, PBUE oraz zasadami wiedzy technicznej.
- Zakres robót objęty opracowaniem winna wykonać jednostka posiadająca stosowne uprawnienia do wykonania robót elektrycznych i dysponująca sprzętem zapewniającym właściwe wykonanie robót.
- Po wykonaniu robót należy przeprowadzić badania w zakresie sprawdzenia odbiorczego.
- Przy odbiorze robót Wykonawca powinien dostarczyć Inwestorowi dokumentację z naniesionymi zmianami.
- Wykonanie robót podlega odbiorowi przez lokalnego Operatora Sieci Dystrybucyjnej (pomiar, praca zabezpieczeń, miejsce przyłączenia).
- Co najmniej 2 miesiące przed terminem uruchomienia urządzeń pozostających w eksploatacji odbiorcy wykonawca powinien opracować i uzgodnić z lokalnym Operatorem Sieci Dystrybucyjnej instrukcję ruchu i eksploatacji urządzeń, instalacji i sieci oraz instrukcję współpracy projektowanej elektrowni fotowoltaicznej z siecią Operatora.
- Przed załączeniem elektrowni do ruchu wykonawca powinien powiadomić Wydział Zarządzania Pomiarami i Regionalną Dyspozycję Mocy Operatora Systemu Dystrybucyjnego.
- W dniu odbioru sprawdzenie funkcjonalne na obiekcie przez wykonawcę w obecności przedstawicieli EOP działania dodatkowej automatyki zabezpieczającej elektrowni zgodnie z wydanymi warunkami technicznymi w zakresie wynikającym ze współpracy jednostek wytwórczych z siecią dystrybucyjną. Wymagany atestowany sprzęt pomiarowy do sprawdzenia dodatkowych zabezpieczeń elektrowni.
- Zasilanie budynku B-03 zrealizować poprzez wyłącznik PPOŻ a w budynkach A-01 i C-03 sprawdzić poprawność zasilania przez wyłącznik PPOŻ. Układ zasilania i sterowania za pomocą przycisku PPOŻ projektowanych obiektów przedstawiono na rys. E-41.

dr inż. Andrzej Lange
upr. bud. WAM/0138/PWOE/17
do projektowania i kierowania robotami
budowlanymi bez ograniczeń w specjalności
instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urzą-
dzeń elektrycznych i elektroenergetycznych

inż. elektryk Sylwester Rączkiewicz
upr. bud. 104/89/OL
Uprawnienia budowlane do projektowania i kierowania
robotami budowlanymi bez ograniczeń w specjalności
instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych
i elektroenergetycznych praw. 104/89/OL § 2 ust. 1 pkt 1,
§ 5 ust. 1, § 7 i § 13 ust. 1 pkt 4 lit. d

3. OBLICZENIA

3.1. Obliczenia zwarciowe w sieci 15 kV

3.1.1. Dane wyjściowe do obliczeń

Dane projektowe przyjęte do projektu:

- napięcie znamionowe linii napowietrznej $U_n = 15 \text{ kV}$;
- moc zwarcia na szynach GPZ OLSZTYN JAROTY [05] $S_z = 218,43 \text{ MVA}$;
- prąd zwarcia doziemnego $I_{zw} = 183 \text{ A}$;
- czas wyłączenia zwarcia doziemnego $t_z = 0,25 \text{ s}$;
- czas wyłączenia zwarcia wielofazowego w stacji $t_{zw} = 0,12 \text{ s}$;

długość linii zasilającej do miejsca przyłączenia:

XRUHAKXs 240 mm ²	$l_1 = 28 \text{ m}$
HAKnFtA/XRUHAKXS 120 mm ²	$l_2 = 4\,963 \text{ m}$
HAKnFtA 240 mm ²	$l_3 = 180 \text{ m}$

3.1.2. Rezystancja, reaktancja i impedancja systemu elektroenergetycznego

Impedancja systemu elektroenergetycznego Z_{kQ} zgodnie z PN-E 60909-0:2002 „Prądy zwarcia w sieciach trójfazowych prądu przemiennego. Obliczanie prądów” wynosi:

$$Z_{kQ} = \frac{1,1 \cdot U_n^2}{S_{kQ}''},$$

gdzie:

U_n – wartość skuteczna napięcia międzyfazowego,

S_{kQ}'' – moc zwarcia,

stąd:

$$Z_{kQ} = \frac{1,1 \cdot U_n^2}{S_{kQ}''} = \frac{1,1 \cdot (15 \cdot 10^3)^2}{218,43 \cdot 10^6} = 1,133 \, \Omega.$$

Reaktancja systemu elektroenergetycznego wynosi:

$$X_{kQ} = 0,995 \cdot Z_{kQ} = 0,995 \cdot 1,076 = 1,127 \, \Omega.$$

Rezystancja systemu elektroenergetycznego wynosi:

$$R_{kQ} = 0,1 \cdot X_{kQ} = 0,1 \cdot 1,127 = 0,113 \, \Omega.$$

3.1.3. Rezystancja i reaktancja linii zasilającej l_1

Rezystancja R_{L1} kablowej linii zasilającej XRUHAKXs 240 mm² o długości $l_1 = 28 \text{ m}$ wynosi:

$$R_{L1} = \frac{l_1}{\gamma_1 \cdot S_1},$$

gdzie:

l_1 – długość linii zasilającej wynoszącej 28 m,

γ_1 – konduktywność żyły kabla zasilającego jednożyłowego wykonanego z aluminium

wielodrutowej żyły wynosi $32,9 \div 33,7 \frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2}$,

S_1 – przekrój żyły kabla wynoszącego 240 mm^2 ,

stąd:

$$R_{L1} = \frac{l_1}{\gamma_1 \cdot S_1} = \frac{28}{33 \cdot 240} = 0,004 \Omega.$$

Reaktancja X_{L1} kablowej linii zasilającej XRUHAKXs 240 mm^2 o długości $l_1 = 28 \text{ m}$ wynosi:

$$X_{L1} = x_{L1} \cdot l_1 = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L_1 \cdot l_1,$$

gdzie:

x_{L1} – konduktywność kabli zasilających w układzie płaskim ułożonych w ziemi w Ω/km ,

L_1 – indukcyjność kabli zasilających w układzie płaskim ułożonych w ziemi według danych producenta wynosi $0,53 \text{ mH/km}$,

l_1 – długość linii zasilającej wynoszącej 28 m ,

stąd:

$$X_{L1} = x_{L1} \cdot l_1 = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L_1 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 0,53 \cdot 10^{-3} \cdot 0,028 = 0,005 \Omega.$$

3.1.4. Rezystancja i reaktancja linii zasilającej l_2

Rezystancja R_{L2} kablowej linii zasilającej HAKnFtA/XRUHAKXS 120 mm^2 o długości $l_2 = 4\,963 \text{ m}$ wynosi:

$$R_{L2} = \frac{l_2}{\gamma_2 \cdot S_2},$$

gdzie:

l_2 – długość linii zasilającej wynoszącej $4\,963 \text{ m}$,

γ_2 – konduktywność żyły kabla zasilającego jednożyłowego wykonanego z aluminium

wielodrutowej żyły wynosi $32,9 \div 33,7 \frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2}$,

S_2 – przekrój żyły kabla wynoszącego 120 mm^2 ,

stąd:

$$R_{L2} = \frac{l_2}{\gamma_2 \cdot S_2} = \frac{4\,963}{33 \cdot 120} = 1,253 \Omega.$$

Reaktancja X_{L2} kablowej linii zasilającej HAKnFtA/XRUHAKXS 120 mm^2 o długości $l_2 = 4,963 \text{ km}$ wynosi:

$$X_{L2} = x_{L2} \cdot l_2 = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L_2 \cdot l_2,$$

gdzie:

x_{L2} – konduktywność kabli zasilających w układzie płaskim ułożonych w ziemi w Ω/km ,

L_2 – indukcyjność kabli zasilających w układzie płaskim ułożonych w ziemi według danych producenta wynosi $0,63 \text{ mH/km}$,

l_2 – długość linii zasilającej wynoszącej $4\,963 \text{ m}$,

stąd:

$$X_{L2} = x_{L2} \cdot l_2 = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L_2 \cdot l_2 = 2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 0,63 \cdot 10^{-3} \cdot 4,963 = 0,982 \, \Omega.$$

3.1.5. Rezystancja i reaktancja linii zasilającej l_3

Rezystancja R_{L3} kablowej linii zasilającej HAKnFtA 240 mm² o długości $l_3 = 180$ m wynosi:

$$R_{L3} = \frac{l_3}{\gamma_3 \cdot S_3},$$

gdzie:

l_3 – długość linii zasilającej wynoszącej 180 m,

γ_3 – konduktywność żyły kabla zasilającego jednożyłowego wykonanego z aluminiowej wielodrutowej żyły wynosi $32,9 \div 33,7 \frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2}$,

S_3 – przekrój żyły kabla wynoszącego 240 mm²,

stąd:

$$R_{L3} = \frac{l_3}{\gamma_3 \cdot S_3} = \frac{180}{33 \cdot 240} = 0,023 \, \Omega.$$

Reaktancja X_{L3} kablowej linii zasilającej HAKnFtA 240 mm² o długości $l_3 = 0,180$ km wynosi:

$$X_{L3} = x_{L3} \cdot l_3 = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L_3 \cdot l_3,$$

gdzie:

x_{L3} – konduktywność kabli zasilających w układzie płaskim ułożonych w ziemi w Ω/km ,

L_3 – indukcyjność kabli zasilających w układzie płaskim ułożonych w ziemi według danych producenta wynosi 0,35 mH/km,

l_3 – długość linii zasilającej wynoszącej 180 m,

stąd:

$$X_{L3} = x_{L3} \cdot l_3 = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L_3 \cdot l_3 = 2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 0,35 \cdot 10^{-3} \cdot 0,180 = 0,020 \, \Omega.$$

3.1.6. Rezystancja, reaktancja i impedancja w miejscu przyłączenia

Rezystancja w miejscu przyłączenia wynosi:

$$R_k = R_{kQ} + R_{L1} + R_{L2} + R_{L3} = 0,113 + 0,004 + 1,253 + 0,023 = 1,393 \, \Omega.$$

Reaktancja w miejscu przyłączenia wynosi:

$$X_k = X_{kQ} + X_{L1} + X_{L2} + X_{L3} = 1,127 + 0,005 + 0,982 + 0,020 = 2,134 \, \Omega.$$

Impedancja w miejscu przyłączenia wynosi:

$$Z_k = \sqrt{R_k^2 + X_k^2} = \sqrt{1,393^2 + 2,134^2} = 2,548 \, \Omega.$$

3.1.7. Prąd zwarciaowy początkowy przy zwarcu trójfazowym

Największy spodziewany prąd zwarciaowy początkowy przy zwarcu trójfazowym wynosi:

$$I_{k3}'' = \frac{c_{\max} \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot Z_k} = \frac{1,1 \cdot 15 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 2,548} = 3739 \, \text{A}.$$

Najmniejszy spodziewany prąd zwarciaowy początkowy przy zwarcu dwufazowym wynosi:

$$I_{k2min}'' = \frac{c_{min} \cdot U_n}{2 \cdot Z_k} = \frac{1 \cdot 15 \cdot 10^3}{2 \cdot 2,548} = 3\,399 \text{ A.}$$

3.1.8. Moc zwarciowa w miejscu przyłączenia

Moc zwarciowa w miejscu przyłączenia w sieci 15 kV wynosi:

$$S_{zw} = \sqrt{3} \cdot U_n \cdot I_k'' = \sqrt{3} \cdot 15\,000 \cdot 3\,739 = 97\,142 \text{ kVA.}$$

3.1.9. Prąd udarowy

Współczynnik udaru κ wynosi:

$$\kappa = 1,02 + 0,98 \cdot e^{-3 \frac{R_k}{X_k}} = 1,02 + 0,98 \cdot e^{-3 \frac{1,393}{2,134}} = 1,158.$$

Prąd zwarciowy udarowy i_p wynosi:

$$i_p = \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I_k'' = 1,158 \cdot \sqrt{2} \cdot 3\,739 = 6\,123 \text{ A.}$$

3.1.10. Prąd zwarciowy zastępczy cieplny

Prąd zwarciowy zastępczy cieplny I_{th} wyraża się wzorem:

$$I_{th} = I_k'' \cdot \sqrt{n+m},$$

gdzie:

n – współczynnik uwzględniający skutek cieplny składowej okresowej prądu zwarcioowego w zależności od czasu trwania zwarcia T_k . Przy zwarciach odległych, kiedy składowa okresowa i_{AC} ma niezmienną wartość skuteczną równą I_k'' , współczynnik $n = 1$,

m – współczynnik uwzględniający skutek cieplny składowej nieokresowej prądu zwarcioowego w zależności od czasu trwania zwarcia T_k wyrażony wzorem:

$$m = \frac{T}{T_k} \cdot \left(1 - e^{-\frac{2 \cdot T_k}{T}} \right),$$

gdzie:

T_k – czas trwania zwarcia wielofazowego wynoszący 0,12 s,

T – elektromagnetyczna stała czasowa, która wynosi:

$$T = \frac{X_k}{\omega \cdot R_k} = \frac{2,134}{314 \cdot 1,393} = 4,876 \text{ ms,}$$

stąd m przyjmuje wartość:

$$m = \frac{T}{T_k} \cdot \left(1 - e^{-\frac{2 \cdot T_k}{T}} \right) = \frac{4,876 \cdot 10^{-3}}{0,12} \cdot \left(1 - e^{-\frac{2 \cdot 0,12}{4,876 \cdot 10^{-3}}} \right) = 0,04063.$$

Ostatecznie prąd zwarciowy zastępczy cieplny I_{th} wynosi:

$$I_{th} = I_k'' \cdot \sqrt{n+m} = 3\,739 \cdot \sqrt{1+0,04063} = 3\,814 \text{ A.}$$

3.1.11. Prąd zwarciowy wyłączeniowy

Prąd zwarciowy wyłączeniowy symetryczny wynosi:

$$I_b = \mu \cdot I_k'' = 3\,739 \text{ A.}$$

gdzie:

μ – współczynnik obrazujący zmniejszanie się wartości składowej okresowej prądu zwarcioowego

generatora, który dla zwarć odległych od generatora wynosi 1.

Prąd zwarciaowy wyłączeniowy niesymetryczny wynosi:

$$I_{\text{basym}} = I_k'' \cdot \sqrt{1 + 2 \cdot e^{-\frac{2 \cdot t_{\min}}{T}}},$$

gdzie:

t_{\min} – minimalny czas rozdzielenia styków wyłącznika, stąd:

$$I_{\text{basym}} = I_k'' \cdot \sqrt{1 + 2 \cdot e^{-\frac{2 \cdot t_{\min}}{T}}} = 3739 \cdot \sqrt{1 + 2 \cdot e^{-\frac{2 \cdot 0,12}{0,004876}}} = 3739 \text{ A.}$$

3.1.12. Znamionowy krótkotrwały prąd cieplny (n-sekundowy)

Znamionowy 1-sekundowy prąd cieplny wynosi:

$$I_{\text{th}(1s)} = \sqrt{\frac{I_{\text{th}}^2 \cdot T_k}{1}} = \sqrt{\frac{3814^2 \cdot 0,12}{1}} = 1321 \text{ A.}$$

3.2. Dobór przekładników prądowych po stronie 15 kV

3.2.1. Prąd pierwotny przekładników

Prąd obciążenia strony pierwotnej przekładnika prądowego wynosi:

$$I_B = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi} = \frac{3000 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 15000 \cdot \cos 16,70^\circ} = 120,55 \text{ A.}$$

gdzie:

P_n – znamionowa moc przyłączeniowa,

$\cos \varphi$ – znamionowy współczynnik mocy.

3.2.2. Prąd znamionowy przekładników

Zgodnie z wymaganiami Energa-Operator S.A. prąd znamionowy przekładnika powinien wynosić:

$$0,2 \cdot I_{\text{np}} < I_B < 1,2 \cdot I_{\text{np}},$$

gdzie:

I_{np} – prąd znamionowy przekładnika.

Przyjęto prąd znamionowy przekładnika $I_{\text{np}} = 150 \text{ A}$, stąd:

$$0,2 \cdot I_{\text{np}} = 0,2 \cdot 150 = 30 \text{ A} < I_B = 120,55 \text{ A} < 1,2 \cdot I_{\text{np}} = 1,2 \cdot 150 = 180 \text{ A} - \text{warunek spełniony.}$$

3.2.3. Moc znamionowa przekładników prądowych

Obciążenie przekładnika prądowego wynosi:

$$S_{\text{obc}} = \Delta S_p + S_1 + \Delta S_z,$$

gdzie:

ΔS_p – moc tracona przez przewody typu YKSY 2,5 mm² o długości 10 m,

S_1 – moc pobierana przez jeden licznik (wynosi $S_1 = 0,125 \text{ VA}$),

ΔS_z – moc tracona na zaciskach aparatów.

Moc traconą w przewodach wynosi:

$$\Delta S_p = \frac{I_{2\text{max}}^2 \cdot 2 \cdot l}{\gamma \cdot s} = \frac{6^2 \cdot 2 \cdot 10}{53,7 \cdot 2,5} = 5,36 \text{ VA,}$$

gdzie:

- $I_{2\max}$ – maksymalny prąd obciążający przekładnik po stronie wtórnej, który wynosi
 $I_{2\max} = 1,2 \cdot I_{np} = 1,2 \cdot 5 = 6 \text{ A}$,
- l – długość przewodów pomiarowych wynosząca 10 m,
- γ – konduktywność przewodów pomiarowych dla maksymalnej temperatury zewnętrznej
 $t_{20} = 40^\circ\text{C}$ wynosi $\gamma_{40} = 53,6 \text{ } (\mu\Omega\cdot\text{m})^{-1}$.

Moc tracona na zaciskach wynosi:

$$\Delta S_z = I_{2\max}^2 \cdot R_z = 6^2 \cdot 0,05 = 1,80 \text{ VA},$$

gdzie:

R_z – rezystancja zacisków wynosząca 0,05 Ω .

Ostatecznie obciążenie przekładnika prądowego wynosi:

$$S_{obc} = \Delta S_p + 2 \cdot S_l + \Delta S_z = 5,36 + 2 \cdot 0,125 + 1,80 = 7,41 \text{ VA}.$$

Przekładniki prądowe powinny być obciążone według zależności:

$$S_{npp} \geq S_{obc} \geq 25\% \cdot S_{npp},$$

gdzie:

S_{npp} – moc znamionowa przekładnika prądowego.

Przyjęto moc znamionową przekładnika $S_{npp} = 7,5 \text{ VA}$, stąd:

$$S_{npp} = 7,5 \text{ VA} \geq S_{obc} = 7,41 \text{ VA} \geq 25\% \cdot S_{npp} = 0,25 \cdot 7,5 = 1,88 \text{ VA} - \text{warunek spełniony}.$$

3.2.4. Obciążalność zwarciova elektrodynamiczna przekładnika prądowego

Obciążalność zwarciova elektrodynamiczna przekładnika prądowego powinna spełniać zależność:

$$I_{dyn} \geq i_p$$

gdzie:

I_{dyn} – znamionowy prąd dynamiczny przekładnika prądowego, który wynosi według danych producenta: $I_{dyn} = 2,5 \cdot I_{th} = 2,5 \cdot 15 = 37,5 \text{ kA}$,

i_p – prąd zwarciovy udarowy w rozpatrywanym obwodzie,

ostatecznie:

$$I_{dyn} = 37,5 \text{ kA} \geq i_p = 6,123 \text{ kA} - \text{warunek spełniony}.$$

3.2.5. Obciążalność zwarciova cieplna przekładnika prądowego

Obciążalność zwarciova cieplna przekładnika prądowego powinna spełniać zależność:

$$I_{thn} \geq I_{th(1s)}$$

gdzie:

I_{thn} – znamionowy prąd cieplny przekładnika prądowego, który wynosi według danych producenta: $I_{thn} = 15 \text{ kA}$,

$I_{th(1s)}$ – prąd zwarciovy zastępczy cieplny jednosekundowy w rozpatrywanym obwodzie wynoszący
 $I_{th(1s)} = 1,321 \text{ kA}$,

ostatecznie:

$$I_{thn} = 15 \text{ kA} \geq I_{th(1s)} = 1,321 \text{ kA} - \text{warunek spełniony}.$$

3.2.6. Dane znamionowe

Ostatecznie dobrano przekładniki prądowe wewnętrzne o następujących parametrach:

- przekładnia przekładnika $K_n = \frac{150 \text{ A}}{5 \text{ A} / 5 \text{ A} / 5 \text{ A}}$;

Uzwojenie nr 1 (pomiar energii):

- klasa dokładności 0,2S;
- moc znamionowa uzwojenia wtórnego 7,5 VA;
- współczynnik bezpieczeństwa FS 5;
- największe napięcie dopuszczalne 17,5 kV;
- znamionowy prąd cieplny przekładnika prądowego $I_{\text{thn}} = 15 \text{ kA}$;

Uzwojenie nr 2 i 3 (pomiar do zabezpieczenia):

- klasa dokładności 5P20;
- moc znamionowa uzwojenia wtórnego 5 VA;
- współczynnik bezpieczeństwa FS 5;
- największe napięcie dopuszczalne 17,5 kV;
- znamionowy prąd cieplny przekładnika prądowego $I_{\text{thn}} = 15 \text{ kA}$.

3.3. Dobór przekładników napięciowych po stronie 15 kV

3.3.1. Znamionowe napięcie pierwotne i wtórne przekładników napięciowych

Znamionowe napięcie pierwotne przekładnika napięciowego:

$$U_{\text{np}} = U_{\text{ns}},$$

gdzie:

U_{np} – znamionowe napięcie pierwotne przekładnika napięciowego;

U_{ns} – znamionowe napięcie sieci SN 15 kV;

Przyjęto znamionowe napięcie pierwotne przekładnika napięciowego $U_{\text{np}} = \frac{15}{\sqrt{3}} \text{ kV}$.

Znamionowe napięcie wtórne przekładnika napięciowego $U_{\text{nw}} = \frac{100}{\sqrt{3}} \text{ V}$.

3.3.2. Moc znamionowa przekładników napięciowych

Obciążenie przekładnika napięciowego wynosi:

$$S_{\text{obc}} = \Delta S_p + S_1 + \Delta S_z,$$

gdzie:

ΔS_p – moc tracona przez przewody - wartość pomijalna,

S_1 – moc pobierana przez jeden licznik wynosi $S_1 = 1,7 \text{ VA}$,

ΔS_z – moc tracona na zaciskach aparatów - wartość pomijalna.

Ostatecznie obciążenie przekładnika napięciowego wynosi:

$$S_{\text{obc}} = \Delta S_p + 2 \cdot S_1 + \Delta S_z = 0 + 2 \cdot 1,7 + 0 = 3,4 \text{ VA}.$$

Przekładniki napięciowe powinny być obciążone według zależności:

$$S_{\text{np}} \geq S_{\text{obc}} \geq 25\% \cdot S_{\text{np}},$$

gdzie:

S_{np} – moc znamionowa przekładnika napięciowego.

Przyjęto moc znamionową przekładnika $S_{np} = 5 \text{ VA}$, stąd:

$$S_{np} = 5 \text{ VA} \geq S_{obc} = 3,4 \text{ VA} \geq 25\% \cdot S_{np} = 0,25 \cdot 5 = 1,25 \text{ VA} - \text{warunek spełniony.}$$

3.3.3. Dane znamionowe

Ostatecznie dobrano przekładniki napięciowe wewnętrzne o następujących parametrach:

- przekładnia przekładnika $k_n = \frac{15}{\sqrt{3}} \text{ kV} / \frac{100}{\sqrt{3}} \text{ V} / \frac{100}{\sqrt{3}} \text{ V} / \frac{100}{\sqrt{3}} \text{ V} / \frac{100}{3} \text{ V}$;
- znamionowy poziom izolacji 17,5/38/95 kV;
- klasa dokładności: uzwojenie nr 1 – 0,2; uzwojenie nr 2 – 0,2; uzwojenie nr 3 – 0,5; uzwojenie nr 4 – 3P;
- moc znamionowa uzwojeń wtórnych: uzwojenie nr 1 – 0-5 VA; uzwojenie nr 2 – 0-5 VA; uzwojenie nr 3 – 0-5 VA; uzwojenie nr 4 – 15 VA.

3.4. Obliczenia wartości rezystancji uziemienia uziomu stacji SN/nn

3.4.1. Dane wyjściowe do obliczeń

Dane projektowe przyjęte do projektu:

- napięcie znamionowe linii napowietrznej $U_n = 15 \text{ kV}$;
- prąd zwarcia doziemnego $I_{zw} = 183 \text{ A}$;
- czas wyłączenia zwarcia doziemnego $t_z = 0,25 \text{ s}$;

3.4.2. Rezystancja uziemienia stacji elektroenergetycznej

Wartość rezystancji uziemienia R_U stacji elektroenergetycznej SN/nn zgodnie z PN-EN 50341-1:2013 „Elektroenergetyczne linie napowietrzne prądu przemiennego powyżej 1 kV – Część 1; Wymagania ogólne – specyfikacje wspólne”, oraz PN-EN 50522:2022 „Uziemienia instalacji elektroenergetycznych prądu przemiennego o napięciu wyższym od 1 kV” wynosi:

$$R_E \leq \frac{2 \cdot U_{Tp}}{r \cdot I''_{k1}},$$

gdzie:

- R_E – wartość rezystancji uziemienia ochronnego stacji, słupa,
- U_{Tp} – wartość największego dopuszczalnego napięcia dotykowego rażeniowego,
- r – współczynnik redukcyjny, $r = 1$,
- I''_{k1} – prąd jednofazowego zwarcia z ziemią, prąd zwarcia doziemnego.

Na podstawie PN-EN 50522 dopuszczalne napięcie dotykowe rażeniowe wynosi $U_{Tp} = 462 \text{ V}$ przy czasie trwania zwarcia $t = 0,25 \text{ s}$, ostatecznie:

$$R_E \leq \frac{2 \cdot U_{Tp}}{r \cdot I''_{k1}} = \frac{2 \cdot 462}{1 \cdot 183} = 5,05 \Omega.$$

3.4.3. Rezystancja uziemienia punktu neutralnego sieci TN

W przypadku łączenia punktu neutralnego sieci TN z uziomem wspólnym stacji SN/nn wartość rezystancji uziemienia uziomu musi spełniać następujące warunki:

1. N-SEP-E-001 punkt 5.6

$$R_B \leq \frac{U_F}{r_E \cdot I_{k1}''} = \frac{U_F}{I_E},$$

gdzie:

- R_B – wartość wypadkowa rezystancji uziemienia uziomów przyłączonych do punktu neutralnego sieci TN,
- U_F – wartość największego dopuszczalnego napięcia uziomowego, które zgodnie z normą PN-HD 60364-4-442:2012 p. 442.2.1 rysunek 44.A2 wynosi $U_{Tp} = 650$ V przy czasie trwania zwarcia $t = 0,120$ s,
- I_{k1}'' – wartość skuteczna prądu jednofazowego zwarcia doziemnego w urządzeniu wysokiego napięcia stacji zasilającej sieć niskiego napięcia,
- r_E – współczynnik redukcji określający stosunek prądów uziomowych linii, którymi dopływa prąd $I_{k(1)}''$ od stacji do prądu zwarcia doziemnego I_{k1}'' , w przypadku sieci izolowanej lub uziemionej przez dławik kompensacyjny $r = 1$,
- I_E – wartość skuteczna prądu uziomowego w stacji zasilającej sieć niskiego napięcia przy zwarcu w urządzeniach wysokiego napięcia tej stacji.

Po podstawieniu danych:

$$R_B \leq \frac{U_F}{r_E \cdot I_{k1}''} = \frac{U_F}{I_E} = \frac{650}{183} = 3,55 \Omega.$$

2. PN-HD 60364-4-41:2017-09, p. 411.4.1

$$\frac{R_B}{R_P} \leq \frac{50}{U_0 - 50},$$

gdzie:

- R_B – wartość wypadkowa rezystancji uziemienia wszystkich uziomów połączonych równolegle przyłączonych do punktu neutralnego sieci TN,
- R_P – wartość rezystancji styku z ziemią, części przewodzących obcych niepołączonych z przewodem ochronnym, przez które może nastąpić zwarcie między przewodem liniowym (fazowym) a ziemią z pominięciem przewodu PEN, która w przypadku trudności z ustaleniem tej wartości, zgodnie z normą N-SEP-E-001 punkt 5.4 wynosi $R_P = 10 \Omega$,
- U_0 – wartość skuteczna napięcia znamionowego sieci względem ziemi, która wynosi $U_0 = 230$ V.

Po podstawieniu danych:

$$\frac{R_B}{R_P} \leq \frac{U_L}{U_0 - U_L} = \frac{50}{230 - 50} \Rightarrow R_B \leq R_P \cdot 0,278 = 10 \cdot 0,278 = 2,78 \Omega.$$

3. N-SEP-E-001 punkt 5.4

Uziemienie punktu neutralnego sieci w każdej stacji oraz uziemienia przewodów PEN (PE) przyłączonych do tego punktu powinny być wykonane tak, aby wypadkowa rezystancja R_B tych uziemień, których rezystancja nie przekracza 30Ω (każdego uziemienia), znajdujących się wraz z uziemionym przewodem na obszarze koła o średnicy 200 m, określonego dookoła stacji spełnia warunek:

$$R_B \leq 5 \Omega.$$

Jeżeli rezystywność gruntu jest większa lub równa $500 \Omega m$, to wartość 30Ω można zastąpić wartością $\rho_{min}/16$ a wartość 5Ω wartością $\rho_{min}/100$

Na tej podstawie dobrano rezystancję uziemienia punktu neutralnego sieci TN z uziemieniem wspólnym stacji transformatorowej SN/nn o wartości $R_B = 2,75 \Omega$.

3.5. Obliczenia zwarciove w sieci nn

3.5.1. Dane wyjściowe do obliczeń

Dane projektowe przyjęte do projektu:

- napięcie znamionowe sieci nn $U_n = 400 \text{ V};$
- rezystancja w miejscu przyłączenia do sieci SN $R_k = 1,393 \Omega;$
- reaktancja w miejscu przyłączenia do sieci SN $X_k = 2,134 \Omega;$

dane znamionowe transformatora:

- moc znamionowa $S_{nTr} = 2\,500 \text{ kVA};$
- napięcie znamionowe $U_{nTr} = 15750/420 \text{ V};$
- regulacja napięcia $\pm 5\%;$
- straty jałowe $\Delta P_{Fe} = 2\,708 \text{ W};$
- straty obciążeniowe $\Delta P_{Cu} = 14\,521 \text{ W};$
- procentowe napięcie zwarcia $u_{z\%} = 5,83\%;$
- grupa uzwojeń Dyn5;
- długość kabla od transformatora do rozdzielnicy nn *brak danych.*

3.5.2. Rezystancja i reaktancja systemu elektroenergetycznego przeliczona na stronę nn

Rezystancja systemu elektroenergetycznego przeliczona na stronę nn wynosi:

$$R_{kQ} = R_{k(0,4 \text{ kV})} = \frac{R_{k(15 \text{ kV})}}{g^2} = \frac{R_{k(15 \text{ kV})}}{\left(\frac{U_{SN}}{U_{nn}}\right)^2},$$

gdzie:

U_{SN} – znamionowe napięcie średnie SN,

U_{nn} – znamionowe napięcie niskie nn,

$R_{k(15 \text{ kV})}$ – rezystancja systemu elektroenergetycznego obliczona po stronie SN,

stąd:

$$R_{kQ} = \frac{R_{k(15 \text{ kV})}}{\left(\frac{U_{SN}}{U_{nn}}\right)^2} = \frac{1,393}{\left(\frac{15000}{400}\right)^2} = 0,099 \cdot 10^{-3} \Omega.$$

Reaktancja systemu elektroenergetycznego wynosi:

$$X_{kQ} = X_{k(0,4 \text{ kV})} = \frac{X_{k(15 \text{ kV})}}{g^2} = \frac{X_{k(15 \text{ kV})}}{\left(\frac{U_{SN}}{U_{nn}}\right)^2},$$

gdzie:

$X_{k(15 \text{ kV})}$ – reaktancja systemu elektroenergetycznego obliczona po stronie SN,

stąd:

$$X_{kQ} = \frac{X_{k(15 \text{ kV})}}{\left(\frac{U_{SN}}{U_{nn}}\right)^2} = \frac{2,134}{\left(\frac{15000}{400}\right)^2} = 1,518 \cdot 10^{-3} \Omega.$$

3.5.3. Rezystancja, reaktancja i impedancja transformatora zasilającego

Rezystancja transformatora zasilającego po stronie nn wynosi:

$$R_T = u_R \cdot \frac{U_{nT}^2}{S_{nT}} = \frac{\Delta P_{obcn}}{S_{nT}} \cdot \frac{U_{nT}^2}{S_{nT}},$$

gdzie:

U_{nT} – wartość skuteczna napięcia znamionowego transformatora,

S_{nT} – moc znamionowa transformatora,

ΔP_{obcn} – znamionowe straty obciążeniowe w transformatorze,

u_R – składowa czynna napięcia zwarcia,

stąd:

$$R_T = \frac{\Delta P_{obcn}}{S_{nT}} \cdot \frac{U_{nT}^2}{S_{nT}} = \frac{14\,521}{2\,500 \cdot 10^3} \cdot \frac{420^2}{2\,500 \cdot 10^3} = 0,410 \cdot 10^{-3} \, \Omega.$$

Reaktancja transformatora zasilającego po stronie nn wynosi:

$$X_T = \sqrt{u_z^2 - u_R^2} \cdot \frac{U_{nT}^2}{S_{nT}} = \sqrt{\left(\frac{u_{z\%}}{100}\right)^2 - \left(\frac{\Delta P_{obcn}}{S_{nT}}\right)^2} \cdot \frac{U_{nT}^2}{S_{nT}},$$

gdzie:

U_{nT} – wartość skuteczna napięcia znamionowego transformatora,

S_{nT} – moc znamionowa transformatora,

ΔP_{obcn} – znamionowe straty obciążeniowe w transformatorze,

$u_{z\%}$ – procentowe napięcie zwarcia,

stąd:

$$X_T = \sqrt{\left(\frac{u_{z\%}}{100}\right)^2 - \left(\frac{\Delta P_{obcn}}{S_{nT}}\right)^2} \cdot \frac{U_{nT}^2}{S_{nT}} = \sqrt{\left(\frac{5,83}{100}\right)^2 - \left(\frac{14\,521}{2\,500 \cdot 10^3}\right)^2} \cdot \frac{420^2}{2\,500 \cdot 10^3} = 4,093 \cdot 10^{-3} \, \Omega.$$

3.5.4. Rezystancja i reaktancja linii zasilającej transformator – wyłącznik nn I1W

Ze względu na znikomą długość szyn zasilających z transformatora do wyłącznika głównego w obliczeniach pominięto rezystancję i reaktancję szyn zasilających.. Błąd obliczenia parametrów sieci jest w kierunku bezpiecznym.

3.5.5. Rezystancja, reaktancja i impedancja na szynach rozdzielnic RGNN4

Rezystancja w miejscu przyłączenia wynosi:

$$R_k = R_{kQ} + R_T = 0,099 \cdot 10^{-3} + 0,410 \cdot 10^{-3} = 0,509 \cdot 10^{-3} \, \Omega.$$

Reaktancja w miejscu przyłączenia wynosi:

$$X_k = X_{kQ} + X_T = 1,518 \cdot 10^{-3} + 4,093 \cdot 10^{-3} = 5,611 \cdot 10^{-3} \, \Omega.$$

Impedancja w miejscu przyłączenia wynosi:

$$Z_k = \sqrt{R_k^2 + X_k^2} = \sqrt{(0,509 \cdot 10^{-3})^2 + (5,611 \cdot 10^{-3})^2} = 5,634 \cdot 10^{-3} \Omega.$$

3.5.6. Prąd zwarciov początkowy przy zwarciu trójfazowym w rozdzielnicy RGNN4

Największy spodziewany prąd zwarciov początkowy przy zwarciu trójfazowym wynosi:

$$I_{k3}'' = \frac{c_{\max} \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot Z_k} = \frac{1,00 \cdot 400}{\sqrt{3} \cdot 5,634 \cdot 10^{-3}} = 40\,990 \text{ A.}$$

Najmniejszy spodziewany prąd zwarciov początkowy przy zwarciu dwufazowym wynosi:

$$I_{k2\min}'' = \frac{c_{\min} \cdot U_n}{2 \cdot Z_k} = \frac{1 \cdot 400}{2 \cdot 5,634 \cdot 10^{-3}} = 35\,499 \text{ A.}$$

3.5.7. Prąd zwarciov początkowy przy zwarciu trójfazowym na szynach nn przeliczony na stronę SN

Największy spodziewany prąd zwarciov początkowy przy zwarciu trójfazowym przeliczony na stronę SN wynosi:

$$I_{k3\text{SN}}'' = \frac{I_{k3}''}{\frac{U_{\text{SN}}}{U_{\text{nn}}}} = \frac{40\,990}{\frac{15000}{400}} = 1\,093,1 \text{ A.}$$

Najmniejszy spodziewany prąd zwarciov początkowy przy zwarciu dwufazowym przeliczony na stronę SN wynosi:

$$I_{k2\min\text{SN}}'' = \frac{I_{k2\min}''}{\frac{U_{\text{SN}}}{U_{\text{nn}}}} = \frac{35\,499}{\frac{15000}{400}} = 946,6 \text{ A.}$$

3.5.8. Moc zwarciova na szynach rozdzielnicy RGNN4

Moc zwarciova na szynach rozdzielnicy nn w sieci 400 V wynosi:

$$S_{zw} = \sqrt{3} \cdot U_n \cdot I_k'' = \sqrt{3} \cdot 400 \cdot 40\,990 = 28\,399 \text{ kVA.}$$

3.5.9. Prąd udarowy w rozdzielnicy RGNN4

Współczynnik udaru κ wynosi:

$$\kappa = 1,02 + 0,98 \cdot e^{-\frac{3R_k}{X_k}} = 1,02 + 0,98 \cdot e^{-\frac{3 \cdot 0,509 \cdot 10^{-3}}{5,611 \cdot 10^{-3}}} = 1,767.$$

Prąd zwarciov udarowy i_p wynosi:

$$i_p = \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I_k'' = 1,767 \cdot \sqrt{2} \cdot 40\,990 = 102,43 \text{ kA.}$$

3.5.10. Prąd zwarciov zastępczy cieplny w rozdzielnicy RGNN4

Prąd zwarciov zastępczy cieplny I_{th} wyraża się wzorem:

$$I_{th} = I_k'' \cdot \sqrt{n+m},$$

gdzie:

- n – współczynnik uwzględniający skutek cieplny składowej okresowej prądu zwarciova w zależności od czasu trwania zwarcia T_k . Przy zwarciach odległych, kiedy składowa okresowa i_{AC} ma niezmienną wartość skuteczną równą I_k'' , współczynnik $n = 1$,
- m – współczynnik uwzględniający skutek cieplny składowej nieokresowej prądu zwarciova w zależności od czasu trwania zwarcia T_k wyrażony wzorem:

$$m = \frac{T}{T_k} \cdot \left(1 - e^{-\frac{2 \cdot T_k}{T}} \right),$$

gdzie:

T_k – czas trwania zwarcia wielofazowego ograniczony przez wyłącznik QZ4 wynoszący 0,1 s,

T – elektromagnetyczna stała czasowa, która wynosi:

$$T = \frac{X_k}{\omega \cdot R_k} = \frac{5,611 \cdot 10^{-3}}{314 \cdot 0,509 \cdot 10^{-3}} = 35,09 \text{ ms},$$

stąd m przyjmuje wartość:

$$m = \frac{T}{T_k} \cdot \left(1 - e^{-\frac{2 \cdot T_k}{T}} \right) = \frac{35,09 \cdot 10^{-3}}{0,1} \cdot \left(1 - e^{-\frac{2 \cdot 0,1}{35,09 \cdot 10^{-3}}} \right) = 0,3509.$$

Ostatecznie prąd zwarciaowy zastępczy cieplny I_{th} wynosi:

$$I_{th} = I_k'' \cdot \sqrt{n + m} = 40990 \cdot \sqrt{1 + 0,3509} = 47\,642 \text{ A}.$$

3.5.11. Prąd zwarciaowy wyłączeniowy w rozdzielnic RGNN4

Prąd zwarciaowy wyłączeniowy symetryczny wynosi:

$$I_b = \mu \cdot I_k'' = 40990 \text{ A}.$$

gdzie:

μ – współczynnik obrazujący zmniejszanie się wartości składowej okresowej prądu zwarciaowego generatora, który dla zwarć odległych od generatora wynosi 1.

Prąd zwarciaowy wyłączeniowy niesymetryczny wynosi:

$$I_{basym} = I_k'' \cdot \sqrt{1 + 2 \cdot e^{-\frac{2 \cdot t_{min}}{T}}},$$

gdzie:

t_{min} – minimalny czas rozdzielenia styków wyłącznika, stąd:

$$I_{basym} = I_k'' \cdot \sqrt{1 + 2 \cdot e^{-\frac{2 \cdot t_{min}}{T}}} = 40990 \cdot \sqrt{1 + 2 \cdot e^{-\frac{2 \cdot 0,1}{35,09 \cdot 10^{-3}}}} = 40990 \text{ A}.$$

3.5.12. Znamionowy krótkotrwały prąd cieplny (n-sekundowy) w rozdzielnic RGNN4

Znamionowy 1-sekundowy prąd cieplny wynosi:

$$I_{th(1s)} = \sqrt{\frac{I_{th}^2 \cdot T_k}{1}} = \sqrt{\frac{47\,642^2 \cdot 0,1}{1}} = 15\,066 \text{ A}.$$

3.6. Parametry zasilające w rozdzielnic RAD w budynku A-01

3.6.1. Rezystancja, reaktancja i impedancja w rozdzielnic RAD w budynku A-01

Ze względu na brak danych sieci inwestor dokonał pomiarów rezystancji, reaktancji i impedancji w rozdzielnic RAD w budynku A-01 i wyniosły one: rezystancja $R = 0,065 \, \Omega$, reaktancja $X = 0,030 \, \Omega$, a impedancja $Z = 0,072 \, \Omega$.

3.6.2. Prąd zwarciový w rozdzielnicy RAD w budynku A-01

Zmierzony największy prąd zwarciový jednofazowy w rozdzielnicy RAD w budynku A-01 wyniósł $I''_{k1} = 1\,767\text{ A}$, a największy prąd zwarciový dwufazowy wyniósł $I''_{k2} = 2\,930\text{ A}$. Stąd największy spodziewany prąd zwarciový trójfazowy wynosi: $I''_{k3} = 3\,383\text{ A}$.

3.6.3. Prąd zwarciový zastępczy ciepły w rozdzielnicy RAD w budynku A-01

Ze względu na brak danych przyjęto największą wartość m jaką obliczono w rozdzielnicy RGNN4, stąd największy prąd zwarciový zastępczy ciepły I_{th} wynosi:

$$I_{th} = I''_{k3} \cdot \sqrt{n+m} = 3\,383 \cdot \sqrt{1+0,3509} = 3\,932\text{ A}.$$

3.6.4. Prąd udarowy w rozdzielnicy RAD w budynku A-01

Współczynnik udaru κ wynosi:

$$\kappa = 1,02 + 0,98 \cdot e^{-3 \frac{R_k}{X_k}} = 1,02 + 0,98 \cdot e^{-3 \frac{0,065}{0,030}} = 1,022.$$

Prąd zwarciový udarowy i_p wynosi:

$$i_p = \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I''_{k3} = 1,022 \cdot \sqrt{2} \cdot 3\,385 = 4\,892\text{ kA}.$$

3.6.5. Znamionowy krótkotrwały prąd ciepły (n-sekundowy) w rozdzielnicy RAD w budynku A-01

Znamionowy 1-sekundowy prąd ciepły wynosi:

$$I_{th(1s)} = \sqrt{\frac{I_{th}^2 \cdot T_k}{1}} = \sqrt{\frac{4\,892^2 \cdot 0,1}{1}} = 1\,547\text{ A}.$$

3.7. Parametry zasilające w rozdzielnicy RW 1 w budynku B-03

3.7.1. Rezystancja, reaktancja i impedancja w rozdzielnicy RW 1 w budynku B-03

Ze względu na brak danych sieci inwestor dokonał pomiarów rezystancji, reaktancji i impedancji w rozdzielnicy RW 1 w budynku B-03 i wyniosły one: rezystancja $R = 0,115\ \Omega$, reaktancja $X = 0,025\ \Omega$, a impedancja $Z = 0,125\ \Omega$.

3.7.2. Prąd zwarciový w rozdzielnicy RW 1 w budynku B-03

Zmierzony największy prąd zwarciový jednofazowy w rozdzielnicy RW 1 w budynku B-03 wyniósł $I''_{k1} = 1\,768\text{ A}$, a największy prąd zwarciový dwufazowy wyniósł $I''_{k2} = 3\,020\text{ A}$. Stąd największy spodziewany prąd zwarciový trójfazowy wynosi: $I''_{k3} = 3\,487\text{ A}$.

3.7.3. Prąd zwarciový zastępczy ciepły w rozdzielnicy RW 1 w budynku B-03

Ze względu na brak danych przyjęto największą wartość m jaką obliczono w rozdzielnicy RGNN4, stąd największy prąd zwarciový zastępczy ciepły I_{th} wynosi:

$$I_{th} = I''_{k3} \cdot \sqrt{n+m} = 3\,487 \cdot \sqrt{1+0,3509} = 4\,053\text{ A}.$$

3.7.4. Prąd udarowy w rozdzielnicy RW 1 w budynku B-03

Współczynnik udaru κ wynosi:

$$\kappa = 1,02 + 0,98 \cdot e^{-3 \frac{R_k}{X_k}} = 1,02 + 0,98 \cdot e^{-3 \frac{0,115}{0,025}} = 1,020.$$

Prąd zwarciový udarowy i_p wynosi:

$$i_p = \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k3}'' = 1,020 \cdot \sqrt{2} \cdot 3\,487 = 5\,030 \text{ kA.}$$

3.7.5. Znamionowy krótkotrwały prąd cieplny (n-sekundowy) w rozdzielnicy RW 1 w budynku B-03

Znamionowy 1-sekundowy prąd cieplny wynosi:

$$I_{th(1s)} = \sqrt{\frac{I_{th}^2 \cdot T_k}{1}} = \sqrt{\frac{3\,487^2 \cdot 0,1}{1}} = 1\,103 \text{ A.}$$

3.8. Parametry zasilające w rozdzielnicy RW3 w budynku C-03

3.8.1. Rezystancja, reaktancja i impedancja w rozdzielnicy RW3 w budynku C-03

Ze względu na brak danych sieci inwestor dokonał pomiarów rezystancji, reaktancji i impedancji w rozdzielnicy RW3 w budynku C-03 i wyniosły one: rezystancja $R = 0,075 \, \Omega$, reaktancja $X = 0,040 \, \Omega$, a impedancja $Z = 0,085 \, \Omega$.

3.8.2. Prąd zwarciovowy w rozdzielnicy RW3 w budynku C-03

Zmierzony największy prąd zwarciovowy jednofazowy w rozdzielnicy RW3 w budynku C-03 wyniósł $I_{k1}'' = 1\,387 \text{ A}$, a największy prąd zwarciovowy dwufazowy wyniósł $I_{k2}'' = 2\,430 \text{ A}$. Stąd największy spodziewany prąd zwarciovowy trójfazowy wynosi: $I_{k3}'' = 2\,806 \text{ A}$.

3.8.3. Prąd zwarciovowy zastępczy cieplny w rozdzielnicy RW3 w budynku C-01

Ze względu na brak danych przyjęto największą wartość m jaką obliczono w rozdzielnicy RGNN4, stąd prąd zwarciovowy zastępczy cieplny I_{th} wynosi:

$$I_{th} = I_k'' \cdot \sqrt{n+m} = 2\,806 \cdot \sqrt{1+0,3509} = 3\,261 \text{ A.}$$

3.8.4. Prąd udarowy w rozdzielnicy RW3 w budynku C-03

Współczynnik udaru κ wynosi:

$$\kappa = 1,02 + 0,98 \cdot e^{-\frac{3R_k}{X_k}} = 1,02 + 0,98 \cdot e^{-\frac{3 \cdot 0,075}{0,040}} = 1,024.$$

Prąd zwarciovowy udarowy i_p wynosi:

$$i_p = \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k3}'' = 1,024 \cdot \sqrt{2} \cdot 2\,806 = 4\,064 \text{ kA.}$$

3.8.5. Znamionowy krótkotrwały prąd cieplny (n-sekundowy) w rozdzielnicy RW3 w budynku C-03

Znamionowy 1-sekundowy prąd cieplny wynosi:

$$I_{th(1s)} = \sqrt{\frac{I_{th}^2 \cdot T_k}{1}} = \sqrt{\frac{3\,261^2 \cdot 0,1}{1}} = 1\,031 \text{ A.}$$

3.9. Dobór kabla zasilającego rozdzielnicę PV1

3.9.1. Obciążalność długotrwała

Prąd obciążenia strony pierwotnej przekładnika prądowego wynosi:

$$I_B = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi} = \frac{80 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot \cos 19,29^\circ} = 122,3 \text{ A.}$$

gdzie:

P_n — znamionowa moc instalacji PV1,

$\cos \varphi$ — znamionowy współczynnik mocy.

Dla kabla YAKXS 5×50 mm² obciążalność długotrwała jednego kabla ułożonego pojedynczo w powietrzu w miejscu osłoniętego od bezpośredniego oddziaływania promieni słonecznych, przy obciążeniu symetrycznym wynosi $I_z = 168$ A – dane katalogowe.

Warunek obciążalności długotrwałej wynosi:

$$I_z = 168 \text{ A} \geq I_B = 122,3 \text{ A} - \text{warunek spełniony.}$$

3.9.2. Obciążalność zwarciova

Minimalny przekrój kabla ze względu na obciążalność zwarciova wynosi:

$$S \geq \frac{I_{th}}{k} \cdot \sqrt{\frac{T_k}{1}},$$

gdzie:

k – jednosekundowa dopuszczalna gęstość zwarciova, w A/mm², wyrażona wzorem:

$$k = \sqrt{\gamma_{sr} \cdot c_W \cdot \frac{\tau_{dz} - \tau_{pz}}{T_k}}$$

gdzie:

γ_{sr} – konduktywność materiału przewodu w temperaturze τ_{sr} ,

c_W – ciepło właściwe materiału przewodu – dla Al. $c_W = 2,45$ J/cm³,

τ_{dz} – temperatura końcowa - dopuszczalna przy zwarcio, wynosząca dla kabla o izolacji z polietylenu sieciowanego 250°C,

τ_{pz} – temperatura początkowa - dopuszczalna przy obciążeniu długotrwałym, wynosząca dla kabla o izolacji z polietylenu sieciowanego 90°C.

Konduktywność materiału przewodu wylicza się ze wzoru:

$$\gamma_{sr} = \frac{\gamma_{20}}{1 + \alpha(\tau_{sr} - 20)},$$

gdzie:

γ_{20} – konduktywność materiału przewodu w temperaturze 20°C wynosząca dla żyły miedzianej wielodrutowej kabli jednożyłowych 58 (μΩ·m)⁻¹ „na zimno”;

α – współczynnik rozszerzalności cieplnej wynoszący dla metali $\alpha = 0,0040$ K⁻¹,

τ_{sr} – temperatura średnia podczas zwarcia wyrażona wzorem:

$$\tau_{sr} = \frac{\tau_{pz} + \tau_{dz}}{2} = \frac{90 + 250}{2} = 170^\circ \text{C}.$$

Konduktywność materiału w temperaturze τ_{sr} wynosi:

$$\gamma_{sr} = \frac{\gamma_{20}}{1 + \alpha(\tau_{sr} - 20)} = \frac{35}{1 + 0,0040 \cdot (170 - 20)} = 21,88 (\mu\Omega \cdot m)^{-1}.$$

Jednosekundowa dopuszczalna gęstość zwarciova wynosi:

$$k = \sqrt{\gamma_{sr} \cdot c_W \cdot \frac{\tau_{dz} - \tau_{pz}}{T_k}} = \sqrt{21,88 \cdot 2,45 \cdot \frac{250 - 90}{1}} = 92,61 \frac{\text{A}}{\text{mm}^2}.$$

Ostatecznie minimalny przekrój kabla ze względu na obciążalność zwarciova wynosi:

$$S = 50 \text{ mm}^2 \geq \frac{3 \cdot 932}{92,61} \cdot \sqrt{\frac{0,1}{1}} = 13,43 \text{ mm}^2 - \text{warunek spełniony.}$$

3.9.3. Dopuszczalny spadek napięcia

Minimalny przekrój kabla ze względu na dopuszczalny spadek napięcia wynosi:

$$\Delta U_{\%} = \frac{P_n \cdot I \cdot 100}{\gamma \cdot S \cdot U_n^2} = \frac{150 \cdot 10^3 \cdot 5 \cdot 100}{28 \cdot 50 \cdot 400^2} = 0,33\% < \Delta U_{\% \text{dop}} = 3\% - \text{warunek spełniony.}$$

3.10. Dobór przekładników prądowych po stronie nn w rozdzielnicy PV1

3.10.1. Prąd pierwotny przekładników

Prąd obciążenia strony pierwotnej przekładnika prądowego wynosi:

$$I_B = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi} = \frac{80 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot \cos 19,29^\circ} = 122,3 \text{ A.}$$

gdzie:

P_n – znamionowa moc instalacji PV1,

$\cos \varphi$ – znamionowy współczynnik mocy.

3.10.2. Prąd znamionowy przekładników

Zgodnie z wymaganiami Energa-Operator S.A. prąd znamionowy przekładnika powinien wynosić:

$$0,2 \cdot I_{np} < I_B < 1,2 \cdot I_{np},$$

gdzie:

I_{np} – prąd znamionowy przekładnika.

Przyjęto prąd znamionowy przekładnika $I_{np} = 150 \text{ A}$, stąd:

$$0,2 \cdot I_{np} = 0,2 \cdot 150 = 30 \text{ A} < I_B = 122,3 \text{ A} < 1,2 \cdot I_{np} = 1,2 \cdot 150 = 180 \text{ A} - \text{warunek spełniony.}$$

3.10.3. Moc znamionowa przekładników prądowych

Obciążenie przekładnika prądowego wynosi:

$$S_{\text{obe}} = \Delta S_p + S_l + \Delta S_z,$$

gdzie:

ΔS_p – moc tracona przez przewody typu YKSY 2,5 mm² o długości 2 m,

S_l – moc pobierana przez – wynosi $S_l = 0,05 \text{ VA}$,

ΔS_z – moc tracona na zaciskach aparatów.

Moc traconą w przewodach wynosi:

$$\Delta S_p = \frac{I_{2\text{max}}^2 \cdot 2 \cdot l}{\gamma \cdot s} = \frac{6^2 \cdot 2 \cdot 2}{53,7 \cdot 2,5} = 1,07 \text{ VA},$$

gdzie:

$I_{2\text{max}}$ – maksymalny prąd obciążający przekładnik po stronie wtórnej, który wynosi

$$I_{2\text{max}} = 1,2 \cdot I_{np} = 1,2 \cdot 5 = 6 \text{ A},$$

l – długość przewodów pomiarowych wynosząca 2 m,

γ – konduktywność przewodów pomiarowych dla maksymalnej temperatury zewnętrznej

$$\tau_{20} = 40^\circ \text{C} \text{ wynosi } \gamma_{40} = 53,6 \text{ } (\mu\Omega \cdot \text{m})^{-1}.$$

Moc traconą w zaciskach wynosi:

$$\Delta S_z = I_{2\max}^2 \cdot R_z = 6^2 \cdot 0,05 = 1,8 \text{ VA},$$

gdzie:

R_z – rezystancja zacisków wynosząca 0,05 Ω .

Ostatecznie obciążenie przekładnika prądowego wynosi:

$$S_{\text{obc}} = \Delta S_p + S_l + \Delta S_z = 1,07 + 0,05 + 1,8 = 2,92 \text{ VA}.$$

Przekładniki prądowe powinny być obciążone według zależności:

$$S_{\text{npp}} \geq S_{\text{obc}} \geq 25\% \cdot S_{\text{npp}},$$

gdzie:

S_{npp} – moc znamionowa przekładnika prądowego.

Przyjęto moc znamionową przekładnika $S_{\text{npp}} = 5 \text{ VA}$, stąd:

$$S_{\text{npp}} = 5 \text{ VA} \geq S_{\text{obc}} = 2,92 \text{ VA} \geq 25\% \cdot S_{\text{npp}} = 0,25 \cdot 5 = 1,25 \text{ VA} - \text{warunek spełniony}.$$

3.10.4. Obciążalność zwarciova elektrodynamiczna przekładnika prądowego

Obciążalność zwarciova elektrodynamiczną przekładnika prądowego powinna spełniać zależność:

$$I_{\text{dyn}} \geq i_p$$

gdzie:

I_{dyn} – znamionowy prąd dynamiczny przekładnika prądowego, który wynosi według danych producenta: $I_{\text{dyn}} = 2,5 \cdot I_{\text{th}} = 2,5 \cdot 60 \cdot I_{\text{np}} = 2,5 \cdot 60 \cdot 150 = 22,5 \text{ kA}$,

i_p – prąd zwarciovy udarowy w rozpatrywanym obwodzie,
ostatecznie:

$$I_{\text{dyn}} = 22,5 \text{ kA} \geq i_p = 4 \text{ 892 kA} - \text{warunek spełniony}.$$

3.10.5. Obciążalność zwarciova cieplna przekładnika prądowego

Obciążalność zwarciova cieplna przekładnika prądowego powinna spełniać zależność:

$$I_{\text{thn}} \geq I_{\text{th(1s)}}$$

gdzie:

I_{thn} – znamionowy prąd cieplny przekładnika prądowego, który wynosi według danych producenta: $I_{\text{thn}} = 60 \cdot I_{\text{np}} = 60 \cdot 150 = 9 \text{ kA}$,

$I_{\text{th(1s)}}$ – prąd zwarciovy zastępczy cieplny jednosekundowy w rozpatrywanym obwodzie wynoszący
 $I_{\text{th(1s)}} = 1 \text{ 547 A}$,

ostatecznie:

$$I_{\text{thn}} = 9 \text{ kA} \geq I_{\text{th(1s)}} = 1 \text{ 547 kA} - \text{warunek spełniony}.$$

3.10.6. Dane znamionowe

Ostatecznie dobrano przekładniki prądowe wewnętrzne o następujących parametrach:

- przekładnia przekładnika $K_n = \frac{150 \text{ A}}{5 \text{ A}}$;
- klasa dokładności 5P10;
- moc znamionowa uzwojenia wtórnego 5 VA;
- współczynnik bezpieczeństwa FS 5;

- największe napięcie dopuszczalne 720 kV;
- znamionowy prąd cieplny przekładnika prądowego $I_{thn} = 9 \text{ kA}$.

3.11. Dobór kabla zasilającego rozdzielnicę PV2

3.11.1. Obciążalność długotrwała

Prąd obciążenia strony pierwotnej przekładnika prądowego wynosi:

$$I_B = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi} = \frac{30 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot \cos 19,29^\circ} = 45,88 \text{ A.}$$

gdzie:

P_n – znamionowa moc instalacji PV2,

$\cos \varphi$ – znamionowy współczynnik mocy.

Dla kabla YAKXS 5×16 mm² obciążalność długotrwała jednego kabla ułożonego pojedynczo w powietrzu w miejscu osłoniętego od bezpośredniego oddziaływania promieni słonecznych, przy obciążeniu symetrycznym wynosi $I_z = 84 \text{ A}$ – dane katalogowe.

Warunek obciążalności długotrwałej wynosi:

$$I_z = 84 \text{ A} \geq I_B = 45,88 \text{ A} - \text{warunek spełniony.}$$

3.11.2. Obciążalność zwarciova

Minimalny przekrój kabla ze względu na obciążalność zwarciova wynosi:

$$S \geq \frac{I_{th}}{k} \cdot \sqrt{\frac{T_k}{1}},$$

gdzie:

k – jednosekundowa dopuszczalna gęstość zwarciova, w A/mm², wyrażona wzorem:

$$k = \sqrt{\gamma_{sr} \cdot c_w \cdot \frac{\tau_{dz} - \tau_{pz}}{T_k}}$$

gdzie:

γ_{sr} – konduktywność materiału przewodu w temperaturze τ_{sr} ,

c_w – ciepło właściwe materiału przewodu – dla Al. $c_w = 2,45 \text{ J/cm}^3$,

τ_{dz} – temperatura końcowa - dopuszczalna przy zwarcio, wynosząca dla kabla o izolacji z polietylenu sieciowanego 250°C,

τ_{pz} – temperatura początkowa - dopuszczalna przy obciążeniu długotrwałym, wynosząca dla kabla o izolacji z polietylenu sieciowanego 90°C.

Konduktywność materiału przewodu wylicza się ze wzoru:

$$\gamma_{sr} = \frac{\gamma_{20}}{1 + \alpha(\tau_{sr} - 20)},$$

gdzie:

γ_{20} – konduktywność materiału przewodu w temperaturze 20°C wynosząca dla żyły miedzianej wielodrutowej kabli jednożyłowych $58 (\mu\Omega \cdot \text{m})^{-1}$ „na zimno”;

α – współczynnik rozszerzalności cieplnej wynoszący dla metali $\alpha = 0,0040 \text{ K}^{-1}$,

τ_{sr} – temperatura średnia podczas zwarcia wyrażona wzorem:

$$\tau_{sr} = \frac{\tau_{pz} + \tau_{dz}}{2} = \frac{90 + 250}{2} = 170^\circ\text{C}.$$

Konduktywność materiału w temperaturze τ_{sr} wynosi:

$$\gamma_{sr} = \frac{\gamma_{20}}{1 + \alpha(\tau_{sr} - 20)} = \frac{35}{1 + 0,0040 \cdot (170 - 20)} = 21,88 (\mu\Omega \cdot \text{m})^{-1}.$$

Jednosekundowa dopuszczalna gęstość zwarciowa wynosi:

$$k = \sqrt{\gamma_{sr} \cdot c_w \cdot \frac{\tau_{dz} - \tau_{pz}}{T_k}} = \sqrt{21,88 \cdot 2,45 \cdot \frac{250 - 90}{1}} = 92,61 \frac{\text{A}}{\text{mm}^2}.$$

Ostatecznie minimalny przekrój kabla ze względu na obciążalność zwarciową wynosi:

$$S = 16 \text{ mm}^2 \geq \frac{4053}{92,61} \cdot \sqrt{\frac{0,1}{1}} = 13,84 \text{ mm}^2 - \text{warunek spełniony.}$$

3.11.3. Dopuszczalny spadek napięcia

Minimalny przekrój kabla ze względu na dopuszczalny spadek napięcia wynosi:

$$\Delta U_{\%} = \frac{P_n \cdot l \cdot 100}{\gamma \cdot S \cdot U_n^2} = \frac{30 \cdot 10^3 \cdot 5 \cdot 100}{28 \cdot 16 \cdot 400^2} = 0,21\% < \Delta U_{\% \text{dop}} = 3\% - \text{warunek spełniony.}$$

3.12. Dobór przekładników prądowych po stronie nn w rozdzielniczy PV2

3.12.1. Prąd pierwotny przekładników

Prąd obciążenia strony pierwotnej przekładnika prądowego wynosi:

$$I_B = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi} = \frac{30 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot \cos 19,29^\circ} = 45,88 \text{ A}.$$

gdzie:

P_n – znamionowa moc instalacji PV2,

$\cos \varphi$ – znamionowy współczynnik mocy.

3.12.2. Prąd znamionowy przekładników

Zgodnie z wymaganiami Energa-Operator S.A. prąd znamionowy przekładnika powinien wynosić:

$$0,2 \cdot I_{np} < I_B < 1,2 \cdot I_{np},$$

gdzie:

I_{np} – prąd znamionowy przekładnika.

Przyjęto prąd znamionowy przekładnika $I_{np} = 50 \text{ A}$, stąd:

$$0,2 \cdot I_{np} = 0,2 \cdot 50 = 10 \text{ A} < I_B = 45,88 \text{ A} < 1,2 \cdot I_{np} = 1,2 \cdot 50 = 60 \text{ A} - \text{warunek spełniony.}$$

3.12.3. Moc znamionowa przekładników prądowych

Obciążenie przekładnika prądowego wynosi:

$$S_{obc} = \Delta S_p + S_l + \Delta S_z,$$

gdzie:

ΔS_p – moc tracona przez przewody typu YKSY 2,5 mm² o długości 2 m,

S_l – moc pobierana przez – wynosi $S_l = 0,05 \text{ VA}$,

ΔS_z – moc tracona na zaciskach aparatów.

Moc traconą w przewodach wynosi:

$$\Delta S_p = \frac{I_{2\max}^2 \cdot 2 \cdot l}{\gamma \cdot s} = \frac{6^2 \cdot 2 \cdot 2}{53,7 \cdot 2,5} = 1,07 \text{ VA},$$

gdzie:

$I_{2\max}$ – maksymalny prąd obciążający przekładnik po stronie wtórnej, który wynosi

$$I_{2\max} = 1,2 \cdot I_{np} = 1,2 \cdot 5 = 6 \text{ A},$$

l – długość przewodów pomiarowych wynosząca 2 m,

γ – konduktywność przewodów pomiarowych dla maksymalnej temperatury zewnętrznej

$$t_{20} = 40^\circ \text{C} \text{ wynosi } \gamma_{40} = 53,6 \text{ } (\mu\Omega \cdot \text{m})^{-1}.$$

Moc traconą w zaciskach wynosi:

$$\Delta S_z = I_{2\max}^2 \cdot R_z = 6^2 \cdot 0,05 = 1,8 \text{ VA},$$

gdzie:

R_z – rezystancja zacisków wynosząca 0,05 Ω .

Ostatecznie obciążenie przekładnika prądowego wynosi:

$$S_{obc} = \Delta S_p + S_l + \Delta S_z = 1,07 + 0,05 + 1,8 = 2,92 \text{ VA}.$$

Przekładniki prądowe powinny być obciążone według zależności:

$$S_{npp} \geq S_{obc} \geq 25\% \cdot S_{npp},$$

gdzie:

S_{npp} – moc znamionowa przekładnika prądowego.

Przyjęto moc znamionową przekładnika $S_{npp} = 5 \text{ VA}$, stąd:

$$S_{npp} = 5 \text{ VA} \geq S_{obc} = 2,92 \text{ VA} \geq 25\% \cdot S_{npp} = 0,25 \cdot 5 = 1,25 \text{ VA} - \text{warunek spełniony}.$$

3.12.4. Obciążalność zwarciova elektrodynamiczna przekładnika prądowego

Obciążalność zwarciova elektrodynamiczną przekładnika prądowego powinna spełniać zależność:

$$I_{dyn} \geq i_p$$

gdzie:

I_{dyn} – znamionowy prąd dynamiczny przekładnika prądowego, który wynosi według danych

$$\text{producenta: } I_{dyn} = 2,5 \cdot I_{th} = 2,5 \cdot 60 \cdot I_{np} = 2,5 \cdot 60 \cdot 50 = 7,5 \text{ kA},$$

i_p – prąd zwarciovy udarowy w rozpatrywanym obwodzie,

ostatecznie:

$$I_{dyn} = 7,5 \text{ kA} \geq i_p = 5,030 \text{ kA} - \text{warunek spełniony}.$$

3.12.5. Obciążalność zwarciova cieplna przekładnika prądowego

Obciążalność zwarciova cieplna przekładnika prądowego powinna spełniać zależność:

$$I_{thn} \geq I_{th(1s)}$$

gdzie:

I_{thn} – znamionowy prąd cieplny przekładnika prądowego, który wynosi według danych

$$\text{producenta: } I_{thn} = 60 \cdot I_{np} = 60 \cdot 50 = 3 \text{ kA},$$

$I_{th(1s)}$ – prąd zwarciový zastępczy cieplny jednosekundowy w rozpatrywanym obwodzie wynoszący
 $I_{th(1s)} = 1\,103\text{ A}$,

ostatecznie:

$$I_{thn} = 3\text{ kA} \geq I_{th(1s)} = 1\,103\text{ kA} - \text{warunek spełniony.}$$

3.12.6. Dane znamionowe

Ostatecznie dobrano przekładniki prądowe wewnętrzne o następujących parametrach:

- przekładnia przekładnika $K_n = \frac{50\text{ A}}{5\text{ A}}$;
- klasa dokładności 5P10;
- moc znamionowa uzwojenia wtórnego 5 VA;
- współczynnik bezpieczeństwa FS 5;
- największe napięcie dopuszczalne 720 kV;
- znamionowy prąd cieplny przekładnika prądowego $I_{thn} = 3\text{ kA}$.

3.13. Dobór kabla zasilającego rozdzielnicę PV3

3.13.1. Obciążalność długotrwała

Prąd obciążenia strony pierwotnej przekładnika prądowego wynosi:

$$I_B = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos\varphi} = \frac{50 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot \cos 19,29^\circ} = 76,46\text{ A}.$$

gdzie:

P_n – znamionowa moc instalacji PV3,

$\cos\varphi$ – znamionowy współczynnik mocy.

Dla kabla YAKXS 5×25 mm² obciążalność długotrwała jednego kabla ułożonego pojedynczo w powietrzu w miejscu osłoniętego od bezpośredniego oddziaływania promieni słonecznych, przy obciążeniu symetrycznym wynosi $I_z = 113\text{ A}$ – dane katalogowe.

Warunek obciążalności długotrwałej wynosi:

$$I_z = 113\text{ A} \geq I_B = 76,46\text{ A} - \text{warunek spełniony.}$$

3.13.2. Obciążalność zwarciová

Minimalny przekrój kabla ze względu na obciążalność zwarciová wynosi:

$$S \geq \frac{I_{th}}{k} \cdot \sqrt{\frac{T_k}{1}},$$

gdzie:

k – jednosekundowa dopuszczalna gęstość zwarciová, w A/mm², wyrażona wzorem:

$$k = \sqrt{\gamma_{sr} \cdot c_w \cdot \frac{\tau_{dz} - \tau_{pz}}{T_k}}$$

gdzie:

γ_{sr} – konduktywność materiału przewodu w temperaturze τ_{sr} ,

c_w – ciepło właściwe materiału przewodu – dla Al. $c_w = 2,45\text{ J/cm}^3$,

- τ_{dz} – temperatura końcowa - dopuszczalna przy zwarcu, wynosząca dla kabla o izolacji z polietylenu sieciowanego 250°C,
- τ_{pz} – temperatura początkowa - dopuszczalna przy obciążeniu długotrwałym, wynosząca dla kabla o izolacji z polietylenu sieciowanego 90°C.

Konduktywność materiału przewodu wylicza się ze wzoru:

$$\gamma_{sr} = \frac{\gamma_{20}}{1 + \alpha(\tau_{sr} - 20)},$$

gdzie:

- γ_{20} – konduktywność materiału przewodu w temperaturze 20°C wynosząca dla żyły miedzianej wielodrutowej kabli jednożyłowych 58 ($\mu\Omega \cdot m$)⁻¹ „na zimno”;
- α – współczynnik rozszerzalności cieplnej wynoszący dla metali $\alpha=0,0040 \text{ K}^{-1}$,
- τ_{sr} – temperatura średnia podczas zwarcia wyrażona wzorem:

$$\tau_{sr} = \frac{\tau_{pz} + \tau_{dz}}{2} = \frac{90 + 250}{2} = 170^\circ \text{C}.$$

Konduktywność materiału w temperaturze τ_{sr} wynosi:

$$\gamma_{sr} = \frac{\gamma_{20}}{1 + \alpha(\tau_{sr} - 20)} = \frac{58}{1 + 0,0040 \cdot (170 - 20)} = 21,88 (\mu\Omega \cdot m)^{-1}.$$

Jednosekundowa dopuszczalna gęstość zwarciowa wynosi:

$$k = \sqrt{\gamma_{sr} \cdot c_W \cdot \frac{\tau_{dz} - \tau_{pz}}{T_k}} = \sqrt{21,88 \cdot 2,45 \cdot \frac{250 - 90}{1}} = 92,61 \frac{\text{A}}{\text{mm}^2}.$$

Ostatecznie minimalny przekrój kabla ze względu na obciążalność zwarciową wynosi:

$$S = 25 \text{ mm}^2 \geq \frac{3261}{92,61} \cdot \sqrt{\frac{0,1}{1}} = 11,1 \text{ mm}^2 - \text{warunek spełniony}.$$

3.13.3. Dopuszczalny spadek napięcia

Minimalny przekrój kabla ze względu na dopuszczalny spadek napięcia wynosi:

$$\Delta U_{\%} = \frac{P_n \cdot l \cdot 100}{\gamma \cdot S \cdot U_n^2} = \frac{50 \cdot 10^3 \cdot 5 \cdot 100}{28 \cdot 25 \cdot 400^2} = 0,22\% < \Delta U_{\% \text{dop}} = 3\% - \text{warunek spełniony}.$$

3.14. Dobór przekładników prądowych po stronie nn w rozdzielnic PV3

3.14.1. Prąd pierwotny przekładników

Prąd obciążenia strony pierwotnej przekładnika prądowego wynosi:

$$I_B = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi} = \frac{50 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot \cos 19,29^\circ} = 76,46 \text{ A}.$$

gdzie:

- P_n – znamionowa moc instalacji PV3,
- $\cos \varphi$ – znamionowy współczynnik mocy.

3.14.2. Prąd znamionowy przekładników

Zgodnie z wymaganiami Energa-Operator S.A. prąd znamionowy przekładnika powinien wynosić:

$$0,2 \cdot I_{np} < I_B < 1,2 \cdot I_{np},$$

gdzie:

I_{np} – prąd znamionowy przekładnika.

Przyjęto prąd znamionowy przekładnika $I_{np} = 100$ A, stąd:

$$0,2 \cdot I_{np} = 0,2 \cdot 100 = 20 \text{ A} < I_B = 76,46 \text{ A} < 1,2 \cdot I_{np} = 1,2 \cdot 100 = 120 \text{ A} - \text{warunek spełniony.}$$

3.14.3. Moc znamionowa przekładników prądowych

Obciążenie przekładnika prądowego wynosi:

$$S_{obc} = \Delta S_p + S_l + \Delta S_z,$$

gdzie:

ΔS_p – moc tracona przez przewody typu YKSY 2,5 mm² o długości 2 m,

S_l – moc pobierana przez – wynosi $S_l = 0,05$ VA,

ΔS_z – moc tracona na zaciskach aparatów.

Moc traconą w przewodach wynosi:

$$\Delta S_p = \frac{I_{2max}^2 \cdot 2 \cdot l}{\gamma \cdot s} = \frac{6^2 \cdot 2 \cdot 2}{53,7 \cdot 2,5} = 1,07 \text{ VA},$$

gdzie:

I_{2max} – maksymalny prąd obciążający przekładnik po stronie wtórnej, który wynosi

$$I_{2max} = 1,2 \cdot I_{np} = 1,2 \cdot 5 = 6 \text{ A},$$

l – długość przewodów pomiarowych wynosząca 2 m,

γ – konduktywność przewodów pomiarowych dla maksymalnej temperatury zewnętrznej

$$t_{20} = 40^\circ \text{C} \text{ wynosi } \gamma_{40} = 53,6 \text{ (}\mu\Omega \cdot \text{m)}^{-1}.$$

Moc traconą w zaciskach wynosi:

$$\Delta S_z = I_{2max}^2 \cdot R_z = 6^2 \cdot 0,05 = 1,8 \text{ VA},$$

gdzie:

R_z – rezystancja zacisków wynosząca 0,05 Ω .

Ostatecznie obciążenie przekładnika prądowego wynosi:

$$S_{obc} = \Delta S_p + S_l + \Delta S_z = 1,07 + 0,05 + 1,8 = 2,92 \text{ VA}.$$

Przekładniki prądowe powinny być obciążone według zależności:

$$S_{npp} \geq S_{obc} \geq 25\% \cdot S_{npp},$$

gdzie:

S_{npp} – moc znamionowa przekładnika prądowego.

Przyjęto moc znamionową przekładnika $S_{npp} = 5$ VA, stąd:

$$S_{npp} = 5 \text{ VA} \geq S_{obc} = 2,92 \text{ VA} \geq 25\% \cdot S_{npp} = 0,25 \cdot 5 = 1,25 \text{ VA} - \text{warunek spełniony.}$$

3.14.4. Obciążalność zwarciova elektrodynamiczna przekładnika prądowego

Obciążalność zwarciova elektrodynamiczną przekładnika prądowego powinna spełniać zależność:

$$I_{dyn} \geq i_p$$

gdzie:

I_{dyn} – znamionowy prąd dynamiczny przekładnika prądowego, który wynosi według danych

producenta: $I_{\text{dyn}} = 2,5 \cdot I_{\text{th}} = 2,5 \cdot 60 \cdot I_{\text{np}} = 2,5 \cdot 60 \cdot 100 = 15 \text{ kA}$,

i_p – prąd zwarciaowy udarowy w rozpatrywanym obwodzie,
ostatecznie:

$$I_{\text{dyn}} = 15 \text{ kA} \geq i_p = 4,064 \text{ kA} - \text{warunek spełniony.}$$

3.14.5. Obciążalność zwarciaowa cieplna przekładnika prądowego

Obciążalność zwarciaowa cieplna przekładnika prądowego powinna spełniać zależność:

$$I_{\text{thn}} \geq I_{\text{th}(1s)}$$

gdzie:

I_{thn} – znamionowy prąd cieplny przekładnika prądowego, który wynosi według danych producenta: $I_{\text{thn}} = 60 \cdot I_{\text{np}} = 60 \cdot 100 = 6 \text{ kA}$,

$I_{\text{th}(1s)}$ – prąd zwarciaowy zastępczy cieplny jednosekundowy w rozpatrywanym obwodzie wynoszący $I_{\text{th}(1s)} = 1\,031 \text{ A}$,

ostatecznie:

$$I_{\text{thn}} = 6 \text{ kA} \geq I_{\text{th}(1s)} = 1,031 \text{ kA} - \text{warunek spełniony.}$$

3.14.6. Dane znamionowe

Ostatecznie dobrano przekładniki prądowe wewnętrzne o następujących parametrach:

- przekładnia przekładnika $K_n = \frac{100 \text{ A}}{5 \text{ A}}$;
- klasa dokładności 5P10;
- moc znamionowa uzwojenia wtórnego 5 VA;
- współczynnik bezpieczeństwa FS 5;
- największe napięcie dopuszczalne 720 kV;
- znamionowy prąd cieplny przekładnika prądowego $I_{\text{thn}} = 6 \text{ kA}$.

3.15. Obliczenia doboru nastaw zabezpieczeń

3.15.1. Dane wyjściowe do obliczeń

Dane projektowe przyjęte do projektu:

- | | |
|---|---|
| – moc przyłączeniowa zakładu | $P_n = 1200 \text{ kW}$; |
| – napięcie znamionowe sieci SN | $U_n = 15000 \text{ V}$; |
| – wymagany stopień skompensowania mocy biernej | $\text{tg } \varphi = 0,30 \text{ } \Omega$; |
| – współczynnik bezpieczeństwa (1,1÷1,2) | $k_b = 1,2$; |
| – współczynnik rozruchu silników | $k_r = 1,0$; |
| – współczynnik powrotu | $k_p = 0,95$; |
| – przekładnia przekładników prądowych | $K_n = 30$ |
| – współczynnik czułości (1,2-1,5) | $k_c = 1,2$; |
| – prąd obciążenia | $I_b = 120,55 \text{ A}$; |
| – minimalny prąd zwarcia dwufazowego na szynach zbiorczych nn przeniesiony na stronę SN | $I_{k2\text{minSN}}'' = 946,6 \text{ A}$; |

- minimalny prąd zwarcia dwufazowego na szynach
zbiorczych SN $I_{k2min}'' = 3\,399\text{ A};$
- maksymalny prąd zwarcia trójfazowego na szynach
zbiorczych nn przeniesiony na stronę SN $I_{k3SN}'' = 1\,093,1\text{ A};$

3.15.2. Zabezpieczenie nadprądowe przeciążeniowego I>

Nastawa zabezpieczenia nadprądowego przeciążeniowego powinna spełniać zależność:

$$I_r = \frac{k_b \cdot k_r \cdot I_b}{k_p \cdot K_n},$$

gdzie:

- k_b – współczynnik bezpieczeństwa,
- k_r – współczynnik rozruchu silników,
- I_b – prąd obciążenia,
- k_p – współczynnik powrotu,
- K_n – przekładnia przekładników prądowych.

ostatecznie:

$$I_r = \frac{k_b \cdot k_r \cdot I_b}{k_p \cdot K_n} = \frac{1,2 \cdot 1,0 \cdot 120,55}{0,95 \cdot 30} = 5,08\text{ A}.$$

Dla zabezpieczenia nadprądowego przeciążeniowego przyjęto nastawę $I_{I>nast.} = 5,10\text{ (153) A};$
 $t_{I>nast.} = 1,0\text{ s}.$

Sprawdzenie zabezpieczenia:

$$I_{I>nast.} \leq \frac{I_{k2min}''}{k_c \cdot K_n} = \frac{946,6}{1,2 \cdot 30} = 26,3\text{ A},$$

$$I_{I>nast.} = 5,10\text{ A} \leq \frac{I_{k2min}''}{k_c \cdot K_n} = 26,3\text{ A} - \text{warunek czułości spełniony}.$$

3.15.3. Zabezpieczenie nadprądowe zwarciove I>>

Nastawa zabezpieczenia nadprądowego zwarciove powinna spełniać zależność:

$$I_r = \frac{k_{b>>} \cdot k_r \cdot I_{k3SN}''}{K_n},$$

gdzie:

- $k_{b>>}$ – współczynnik bezpieczeństwa,
- k_r – współczynnik rozruchu silników,
- I_{k3SN}'' – prąd obciążenia,
- K_n – przekładnia przekładników prądowych.

ostatecznie:

$$I_r = \frac{k_{b>>} \cdot k_r \cdot I_{k3SN}''}{K_n} = \frac{1,2 \cdot 1,0 \cdot 1\,093,1}{30} = 43,7\text{ A}.$$

Dla zabezpieczenia nadprądowego zwarciove przyjęto nastawę $I_{I>>nast.} = 20,0\text{ (600) A};$ $t_{I>>nast.} = 0,1\text{ s}.$

Współczynnik czułości powinien spełniać zależność:

$$k_c = \frac{I_{k2min}''}{I_{I>>nast.} \cdot K_n} > 2,$$

gdzie:

I_{k2min}'' – minimalny prąd zwarcia dwufazowego na szynach zbiorczych SN,

$I_{I>>nast.}$ – nastawa zabezpieczenia nadprądowego zwarciovowego,

K_n – przekładnia przekładników prądowych.

Ostatecznie:

$$k_c = \frac{I_{k2min}''}{I_{I>>nast.} \cdot K_n} = \frac{3\,399}{20 \cdot 30} = 5,67 > 2 \text{ – warunek czułości spełniony.}$$

3.15.4. Zabezpieczenie kondukcyjno–ziemnozwarciowe

Nastawa zabezpieczenia kondukcyjno–ziemnozwarciowego dla układu Ferrantiego powinna spełniać zależność:

$$G_{0nast} \geq k_b \cdot \gamma_{0\mu},$$

gdzie:

k_b – współczynnik bezpieczeństwa wynoszący 1,2,

$\gamma_{0\mu}$ – admitancja uchybowa wynosząca 0,75 mS,

ostatecznie:

$$G_{0nast} \geq k_b \cdot \gamma_{0\mu} = 1,2 \cdot 0,75 = 0,9 \text{ mS.}$$

Dla zabezpieczenia kondukcyjno–ziemnozwarciowego przyjęto nastawę $G_{0nast.} = 1 \text{ mS}$, zwłokę czasową $t=0,1 \text{ s}$ a napięcie rozruchowe zabezpieczenia 20 V.

Projektowane nastawy poszczególnych zabezpieczeń przedstawiono w tabeli 1.

Podczas uruchomienia elektrowni fotowoltaicznej należy uzgodnić z pracownikami Operatora posiadających kwalifikacje z zakresu automatyki i zabezpieczeń wartości nastaw zabezpieczeń a w razie konieczności dokonać ewentualnych korekt w przekaźnikach

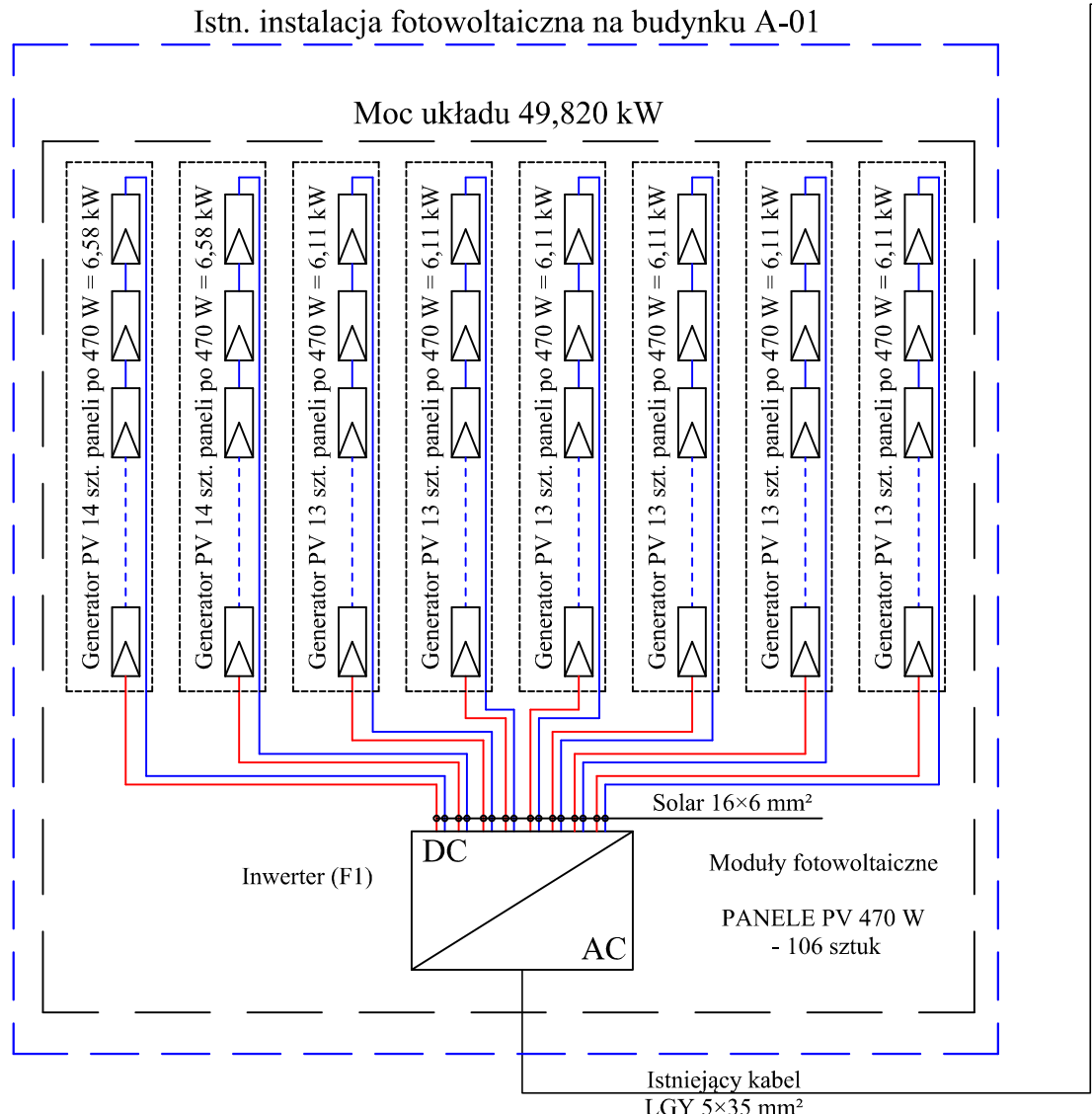
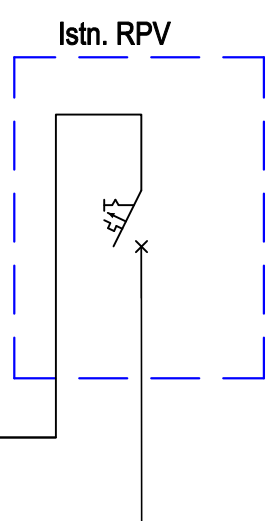
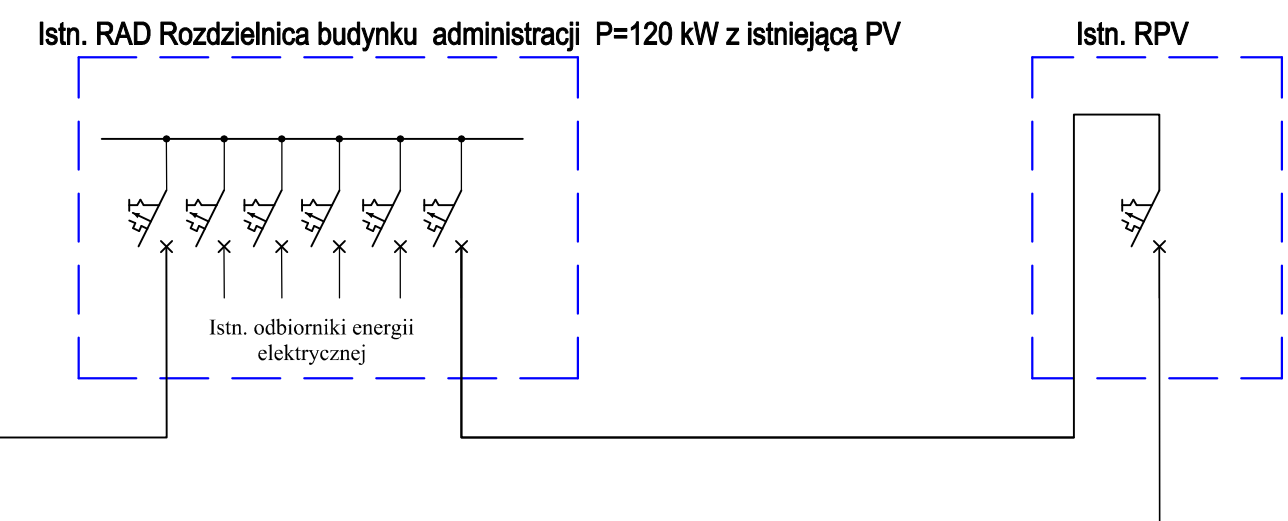
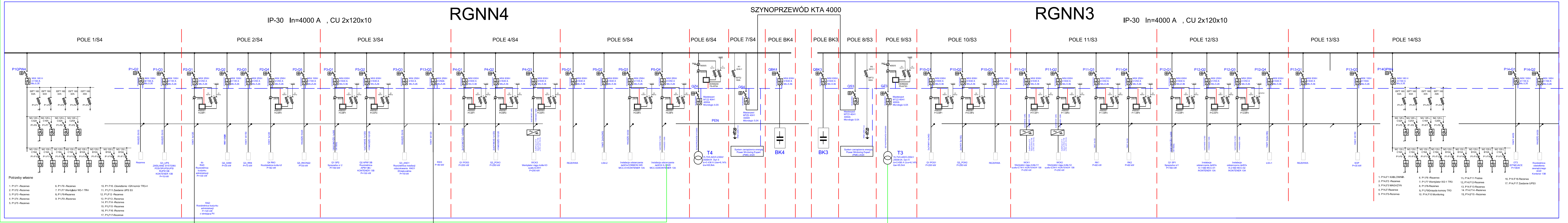
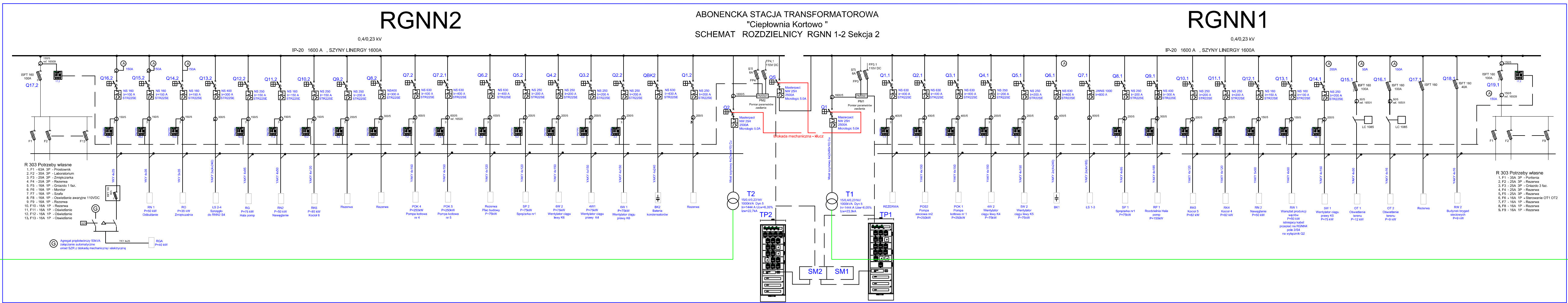
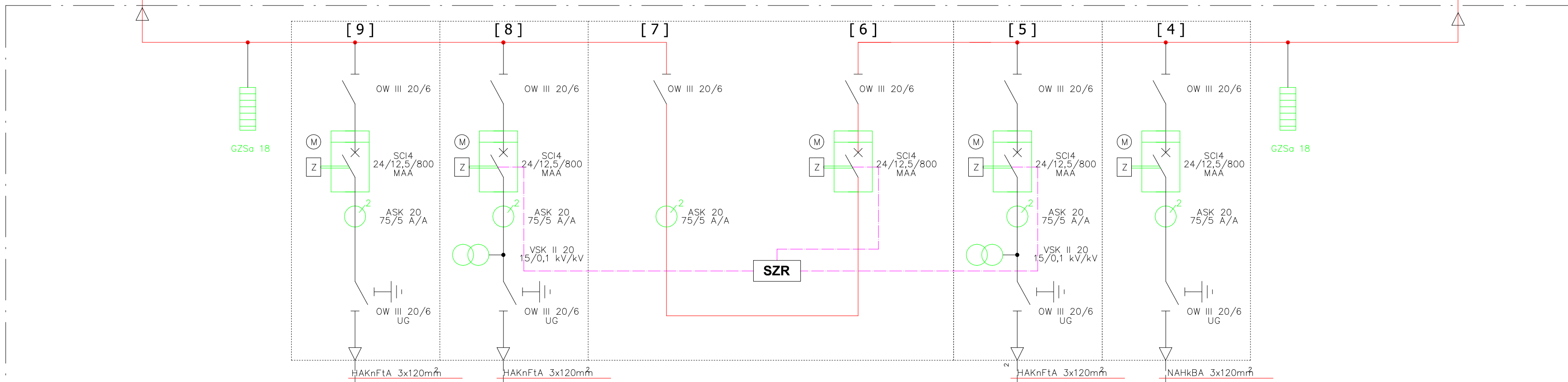
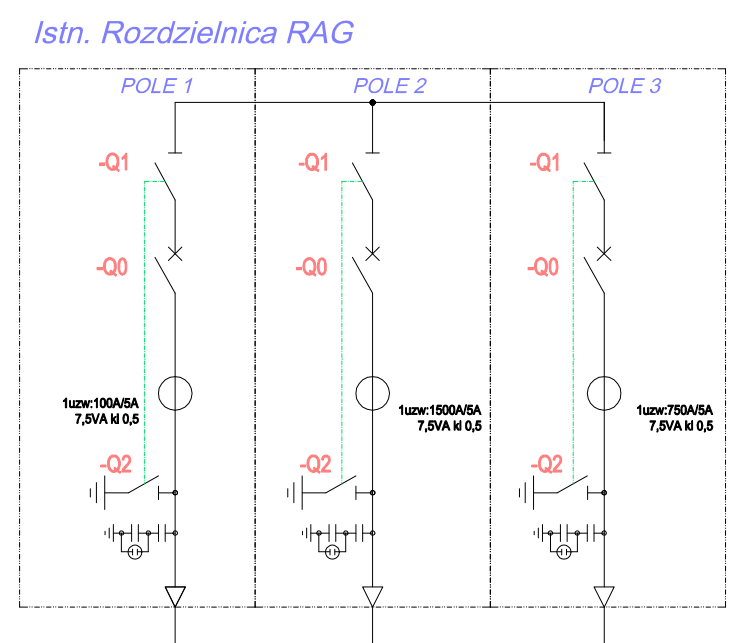
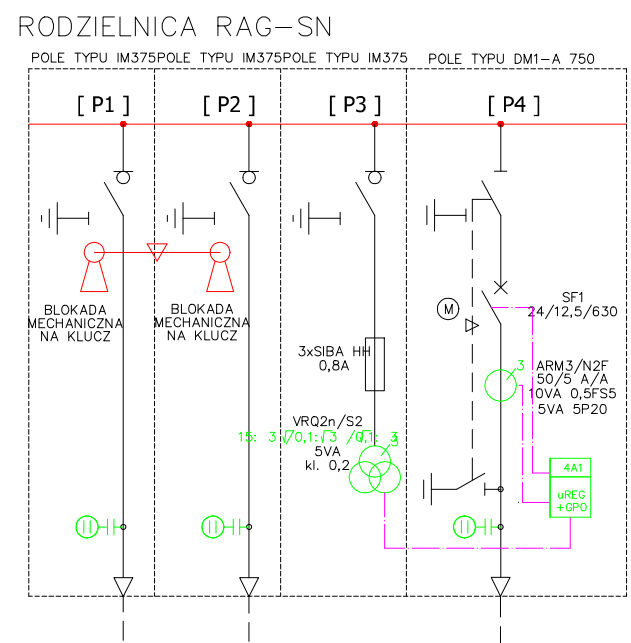
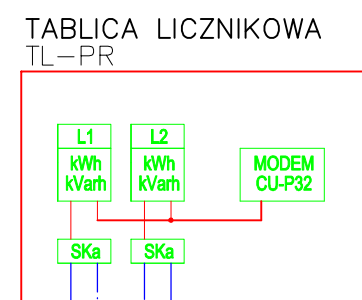
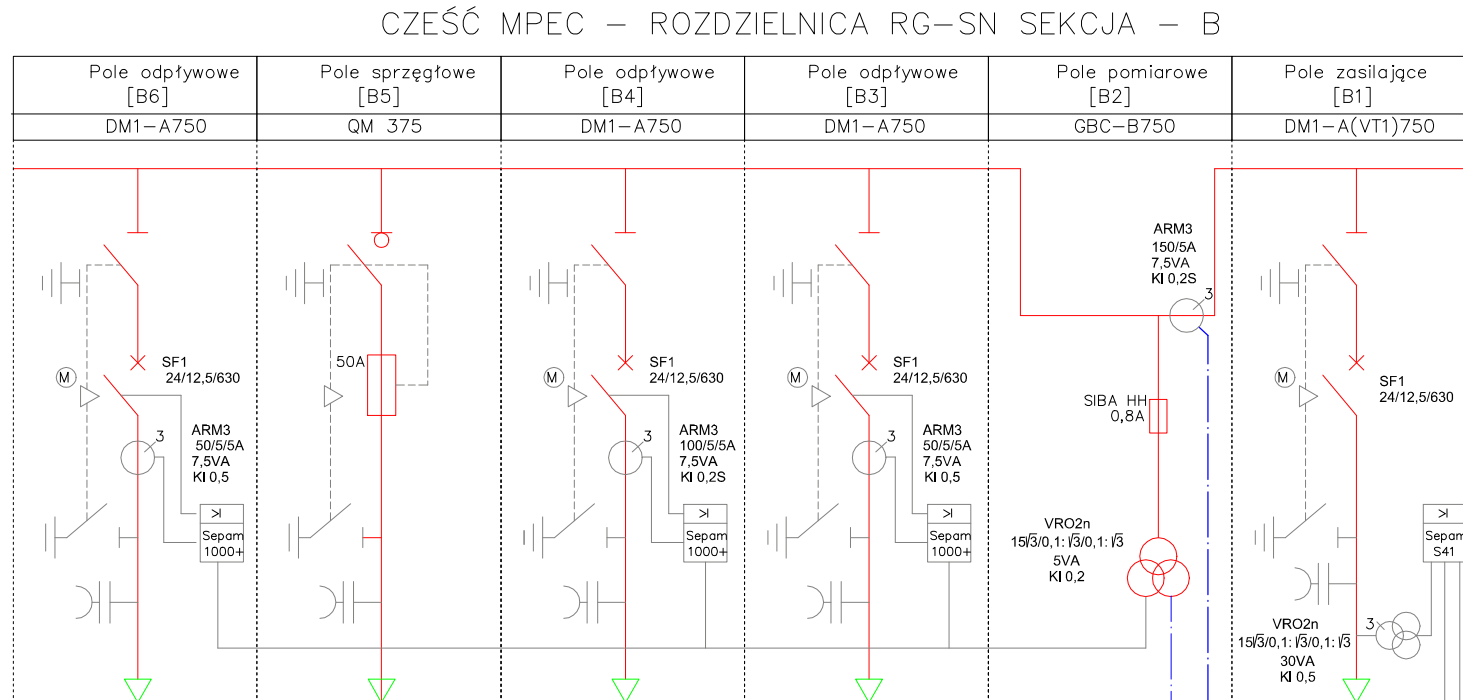
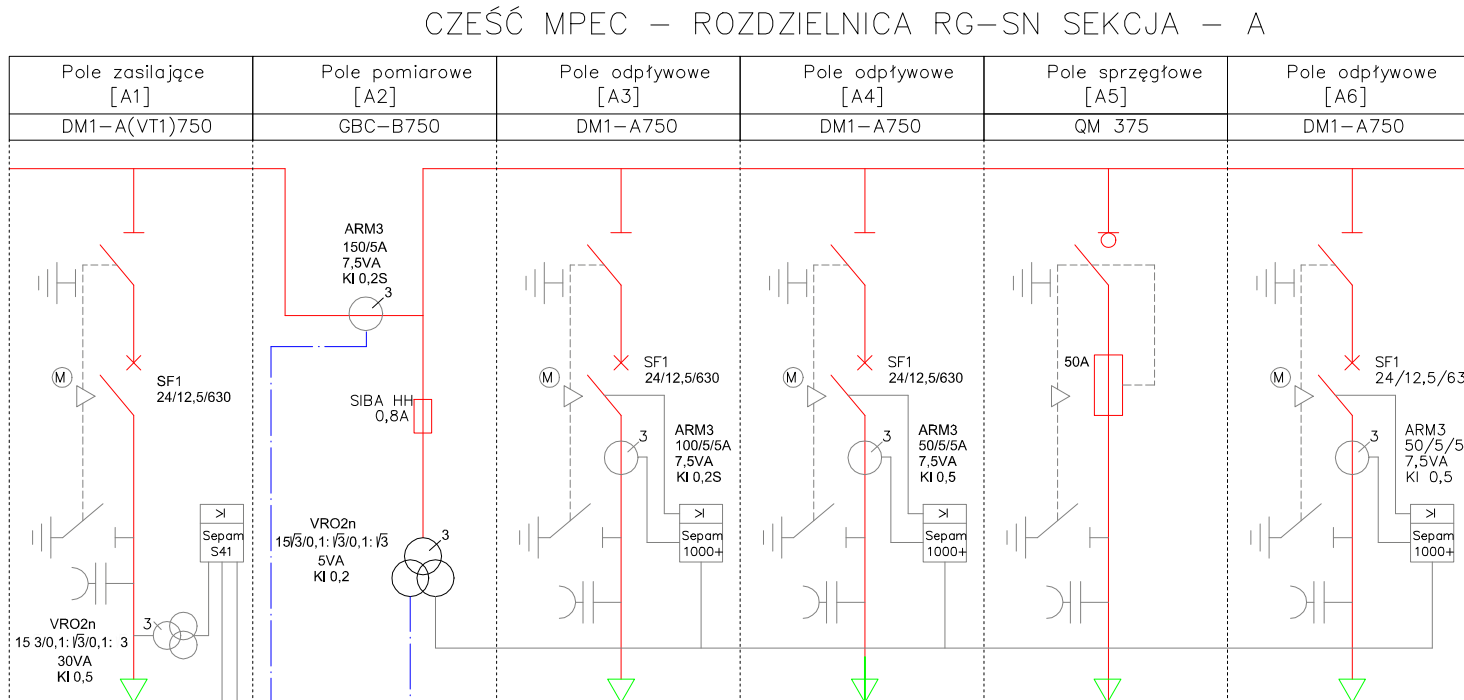
dr inż. Andrzej Lange
upr. bud. WAM/0138/PWOE/17
do projektowania i kierowania robotami
budowlanymi bez ograniczeń w specjalności
instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń
elektrycznych i elektroenergetycznych

Inż. elektryk Sylwester Rączkiewicz
upr. bud. 104/89/OL
Uprawnienia budowlane do projektowania i kierowania
robotami budowlanymi bez ograniczeń w specjalności
instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych
i elektroenergetycznych nr ew. 104/89/OL § 2 ust. 1 pkt 1,
§ 5 ust. 1, § 7 i § 13 ust. 1 pkt 4 lit. d

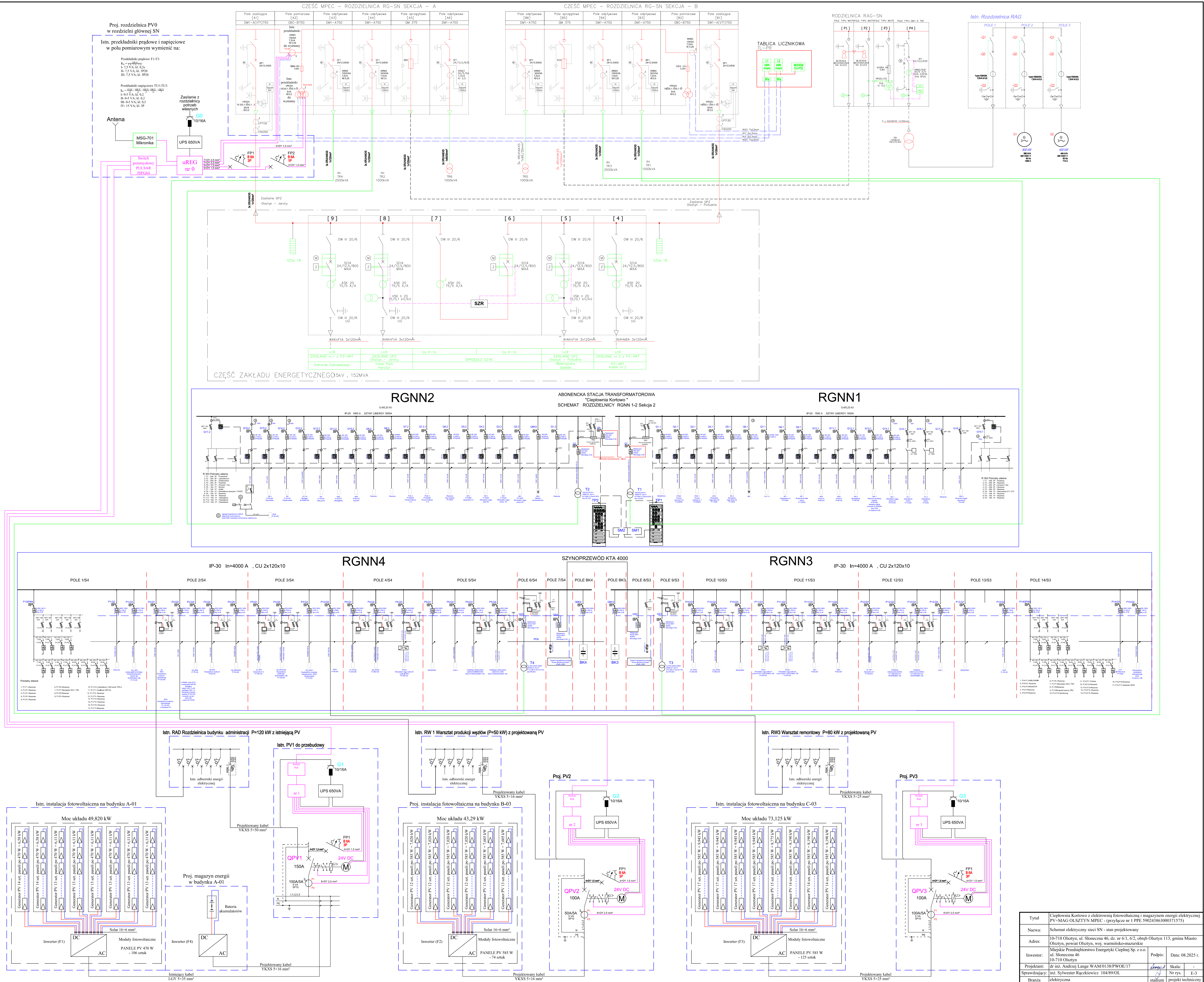
4. PROJEKT ARCHITEKTONICZNO-BUDOWLANY OBIEKTU BUDOWLANEGO – CZĘŚĆ RYSUNKOWA

- Rys. E-1 – Projekt zagospodarowania terenu
- Rys. E-2 – Schemat elektryczny sieci SN - stan istniejący
- Rys. E-3 – Schemat elektryczny sieci SN - stan projektowany
- Rys. E-4 – Schemat istniejących urządzeń PV
- Rys. E-5 – Schemat projektowanych urządzeń PV
- Rys. E-6 – Schemat układu pomiaru energii elektrycznej
- Rys. E-7 – Schemat obwodów pomiarowych przekładników prądowych i napięciowych pola pomiarowego A2 sekcji A stacji SN CIEPŁOWNIA KORTOWO [O-0493]
- Rys. E-8 – Schemat zasilania obwodu gwarantowanego DC 24 V rozdzielnic PV0
- Rys. E-9 – Schemat obwodów zasilania gwarantowanego DC 24 V rozdzielnic PV0
- Rys. E-10 – Schemat obwodów pomiarowych przekładników prądowych i napięciowych pola pomiarowego sekcji A
- Rys. E-11 – Schemat obwodów sterowania sterownika nr 0 w stacji SN sekcja A - cz. 1
- Rys. E-12 – Schemat obwodów sterowania sterownika nr 0 w stacji SN sekcja A - cz. 2
- Rys. E-13 – Schemat obwodów sygnalizacji sterownika nr 0 w stacji SN sekcja A
- Rys. E-14 – Widok wejść i wyjść sterownika nr 0
- Rys. E-15 – Schemat obwodów sterowania mocą czynną
- Rys. E-16 – Schemat obwodów telemechaniki sterowników
- Rys. E-17 – Schemat zasilania obwodu gwarantowanego DC 24 V rozdzielnic PV1
- Rys. E-18 – Schemat obwodów zasilania gwarantowanego DC 24 V rozdzielnic PV1
- Rys. E-19 – Schemat obwodów odbiorczych i pomiarowych rozdzielnic PV1
- Rys. E-20 – Schemat obwodów pomiarowych sterownika nr 1
- Rys. E-21 – Schemat obwodów sterowania sterownika nr 1 - cz. 1
- Rys. E-22 – Schemat obwodów sterowania sterownika nr 1 - cz. 2
- Rys. E-23 – Schemat obwodów sygnalizacji i zbrojenia sterownika nr 1
- Rys. E-24 – Widok wejść i wyjść sterownika nr 1
- Rys. E-25 – Schemat zasilania obwodu gwarantowanego DC 24 V rozdzielnic PV2
- Rys. E-26 – Schemat obwodów zasilania gwarantowanego DC 24 V rozdzielnic PV2
- Rys. E-27 – Schemat obwodów odbiorczych i pomiarowych rozdzielnic PV2
- Rys. E-28 – Schemat obwodów pomiarowych sterownika nr 2
- Rys. E-29 – Schemat obwodów sterowania sterownika nr 2 - cz. 1
- Rys. E-30 – Schemat obwodów sterowania sterownika nr 2 - cz. 2
- Rys. E-31 – Schemat obwodów sygnalizacji i zbrojenia sterownika nr 2
- Rys. E-32 – Widok wejść i wyjść sterownika nr 2
- Rys. E-33 – Schemat zasilania obwodu gwarantowanego DC 24 V rozdzielnic PV3
- Rys. E-34 – Schemat obwodów zasilania gwarantowanego DC 24 V rozdzielnic PV3
- Rys. E-35 – Schemat obwodów odbiorczych i pomiarowych rozdzielnic PV3

- Rys. E-36 – Schemat obwodów pomiarowych sterownika nr 3
- Rys. E-37 – Schemat obwodów sterowania sterownika nr 3 - cz. 1
- Rys. E-38 – Schemat obwodów sterowania sterownika nr 3 - cz. 2
- Rys. E-39 – Schemat obwodów sygnalizacji i zbrojenia sterownika nr 3
- Rys. E-40 – Widok wejść i wyjść sterownika nr 3
- Rys. E-41 – Schemat zasilania i sterowania rozdzielnic niskiego napięcia poprzez przeciwpożarowy wyłącznik prądu (PWP) z cewką wzrostową (WW) z kontrolą ciągłości obwodu



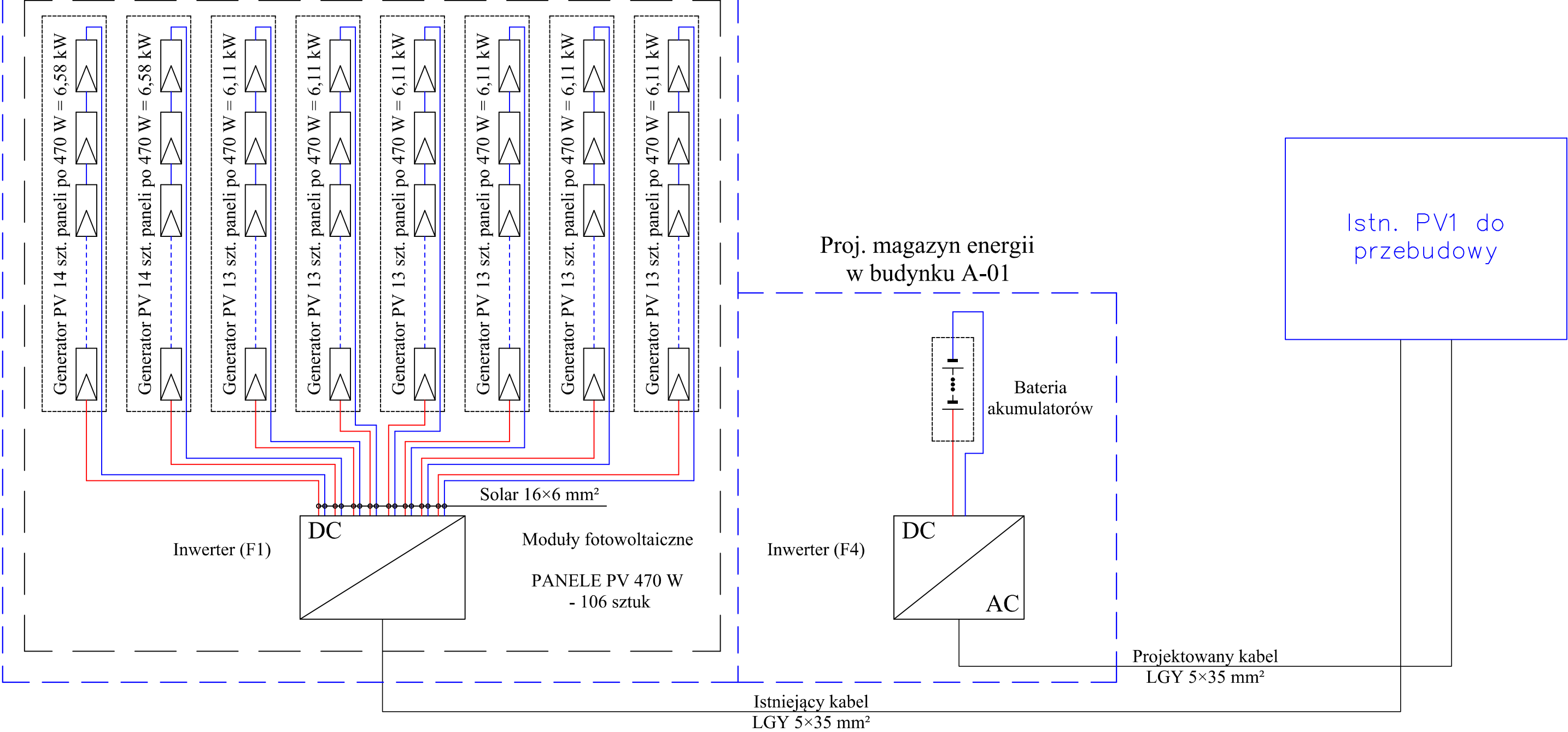
Tytuł	Ciepłownia Kortowo z elektronią fotowoltaiczną i magazynem energii elektrycznej PV+MAG OLSZTYN MPEC - (przyłącze nr 1 PPE 590243863000371575)		
Nazwa:	Schemat elektryczny sieci SN - stan istniejący		
Adres:	10-710 Olsztyn, ul. Słoneczna 46, dz. nr 6/1, 6/2, obręb Olsztyn 113, gmina Miasto Olsztyn, powiat Olsztyn, woj. warmińsko-mazurskie		
Investor:	Miejskie Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej Sp. z o.o. ul. Słoneczna 46	Podpis:	Data: 08.2025 r.
Projektant:	dr inż. Andrzej Lange WAM/0138/PWOE/17	Skala:	-
Sprawdzający:	inż. Sylwester Ręczkiewicz 104/89/OL	Nr rys.:	E-2
Bransza:	elektryczna	stadium:	projekt techniczny





Tytuł	Ciepłownia Kortowo z elektrownią fotowoltaiczną i magazynem energii elektrycznej PIV-MAG Olsztyn MPEC – (przylączne nr 1 IPE 5902438630000371575)		
Nazwa:	Schemat elektryczny części SN – stan projektowany		
Adres:	10-710 Olsztyn, ul. Słoneczna 46, dz nr 6/1, 6/2, obręb Olsztyn 13, gmina Miasto Olsztyn, powiat Olsztyn, woj. warmińsko-mazurskie Miejskie Przedsiębiorstwo Energetyki Cieplnej Sp. z o.o. ul. Słoneczna 46 10-710 Olsztyn		
Investor:			Podpis: 08.06.2025 r.
Projektant:	dr inż. Andrzej Lange WAM0138.PWOE/17		Skała: -
Sprawdzający:	sił. Sylwester Rączkiewicz 104/89.OL		Nr rys. E-3
Branda	elektrownia		studium projekt techniczny

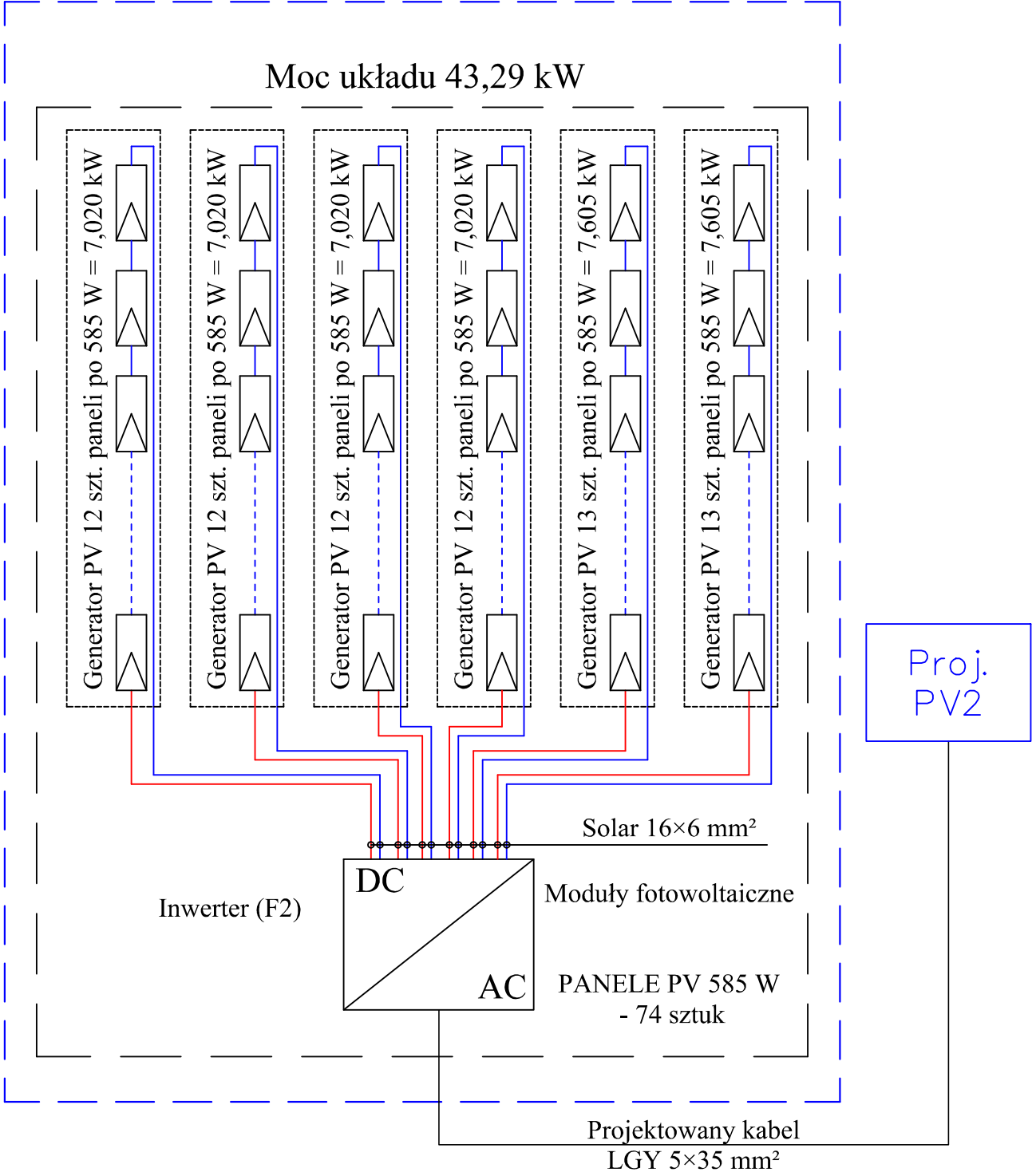
Istn. instalacja fotowoltaiczna na budynku A-01

Moc układu 49,820 kW

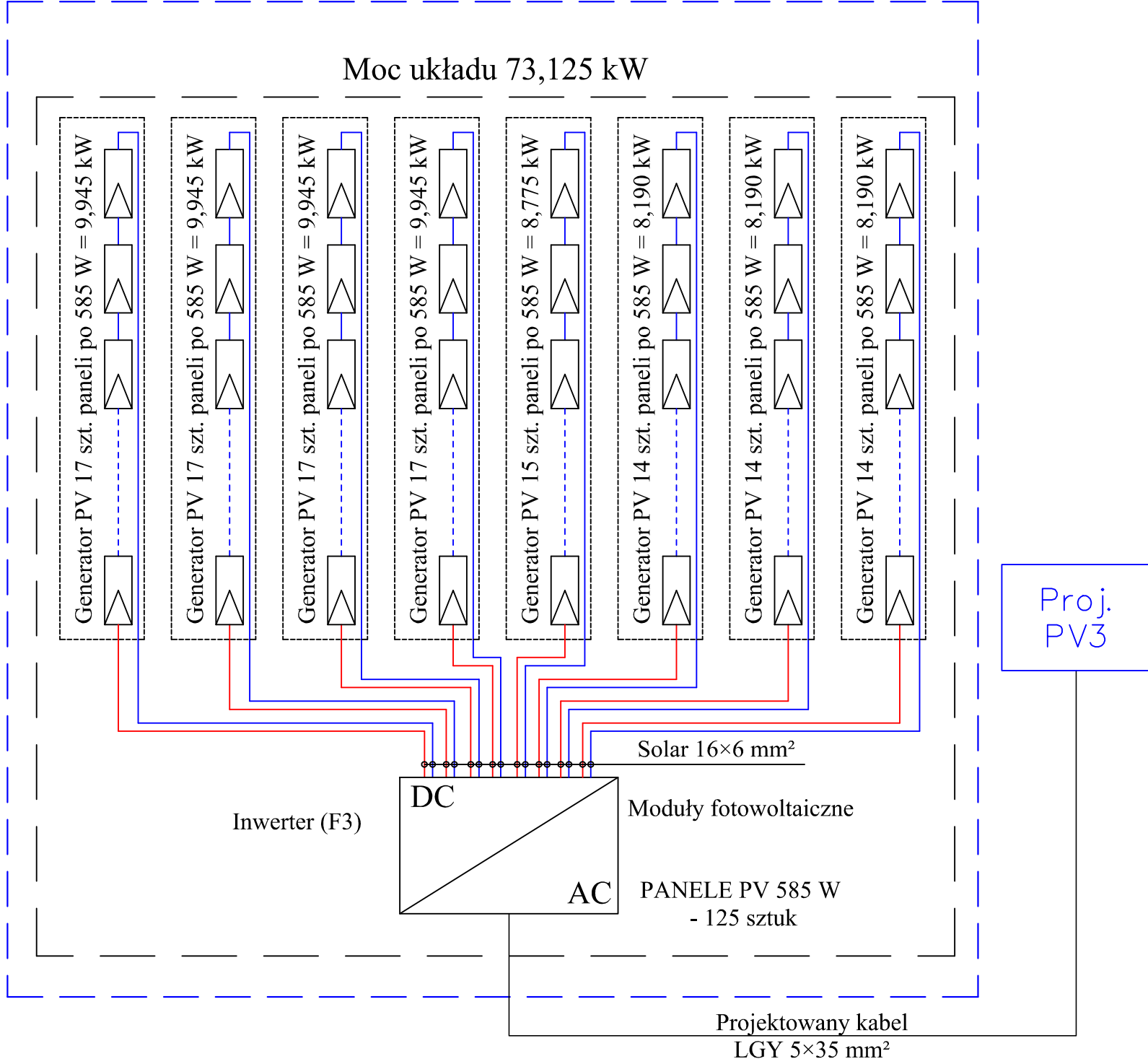


Tytuł	Ciepłownia Kortowo z elektrownią fotowoltaiczną i magazynem energii elektrycznej PV+MAG OLSZTYN MPEC - (przyłącze nr 1 PPE 590243863000371575)				
Nazwa:	Schemat istniejących urządzeń PV				
Adres:	10-710 Olsztyn, ul. Słoneczna 46, dz. nr 6/1, 6/2, obręb Olsztyn 113, gmina Miasto Olsztyn, powiat Olsztyn, woj. warmińsko-mazurskie				
Inwestor:	Miejskie Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej Sp. z o.o. ul. Słoneczna 46 10-710 Olsztyn	Podpis:	Data: 08.2025 r.		
Projektant:	dr inż. Andrzej Lange WAM/0138/PWOE/17		Skala:	-	
Sprawdzający:	inż. Sylwester Rączkiewicz 104/89/OL		Nr rys.	E-4	
Branża	elektryczna	stadium	projekt techniczny		

Proj. instalacja fotowoltaiczna na budynku B-03



Istn. instalacja fotowoltaiczna na budynku C-03

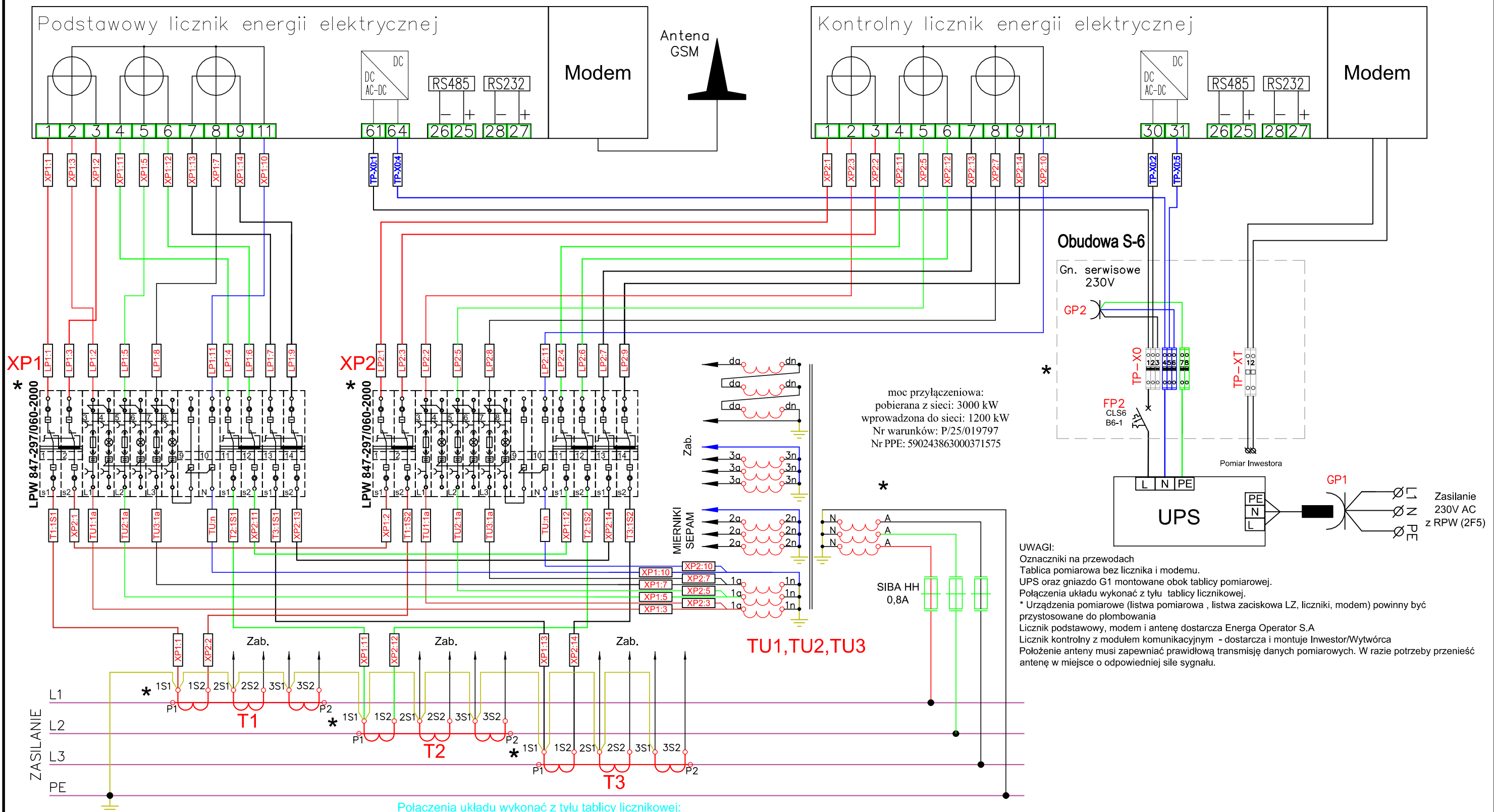


Tytuł	Ciepłownia Kortowo z elektrownią fotowoltaiczną i magazynem energii elektrycznej PV+MAG OLSZTYN MPEC - (przylącze nr 1 PPE 590243863000371575)			
Nazwa:	Schemat projektowanych urządzeń PV			
Adres:	10-710 Olsztyn, ul. Słoneczna 46, dz. nr 6/1, 6/2, obręb Olsztyn 113, gmina Miasto Olsztyn, powiat Olsztyn, woj. warmińsko-mazurskie			
Inwestor:	Miejskie Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej Sp. z o.o. ul. Słoneczna 46 10-710 Olsztyn	Podpis:	Data: 08.2025 r.	
Projektant:	dr inż. Andrzej Lange WAM/0138/PWOE/17	<i>Lange A</i>	Skala:	-
Sprawdzający:	inż. Sylwester Rączkiewicz 104/89/OL	<i>Rączkiewicz S</i>	Nr rys.	E-5
Branża	elektryczna	stadium	projekt techniczny	

LP1

Schemat elektryczny układu pomiarowego pośredniego

LP2



ZASILANIE

L1

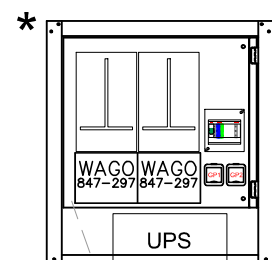
L2

L3

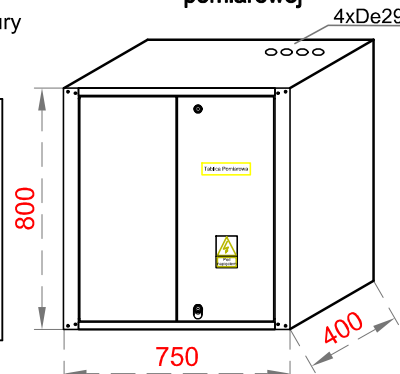
PE

Widok zewnętrzny tablicy pomiarowej

Rozmieszczenie aparatury (anwidur uchylny)



Tablica pomiarowa (anwidur uchylny) - przystosowane do plombowania



Połączenia układu wykonać z tyłu tablicy licznikowej:

Obwody prądowe DY 2,5mm²

Kolorystyka przewodów

L1	czerwony
L2	zielony
L3	czarny

Obwody napięciowe DY 1,5mm²

Kolorystyka przewodów

L1	czerwony
L2	zielony
L3	czarny
N	niebieski

Przewody od przekładników do listwy pomiarowej wykonać:

Obwody prądowe YKSY 7x2,5mm²
KTM: MBA-40-200-0071

Kolorystyka przewodów

L1	S1	czerwony
	S2	czerwono-biały
L2	S1	zielony
	S2	zielono-biały
L3	S1	czarny
	S2	czarno-biały

Obwody napięciowe YKSY 5x1,5mm²
KTM: MBA-40-200-0072

Kolorystyka przewodów

L1	czerwony
L2	zielony
L3	czarny
N	niebieski

Przekładniki prądowe T1-T3:

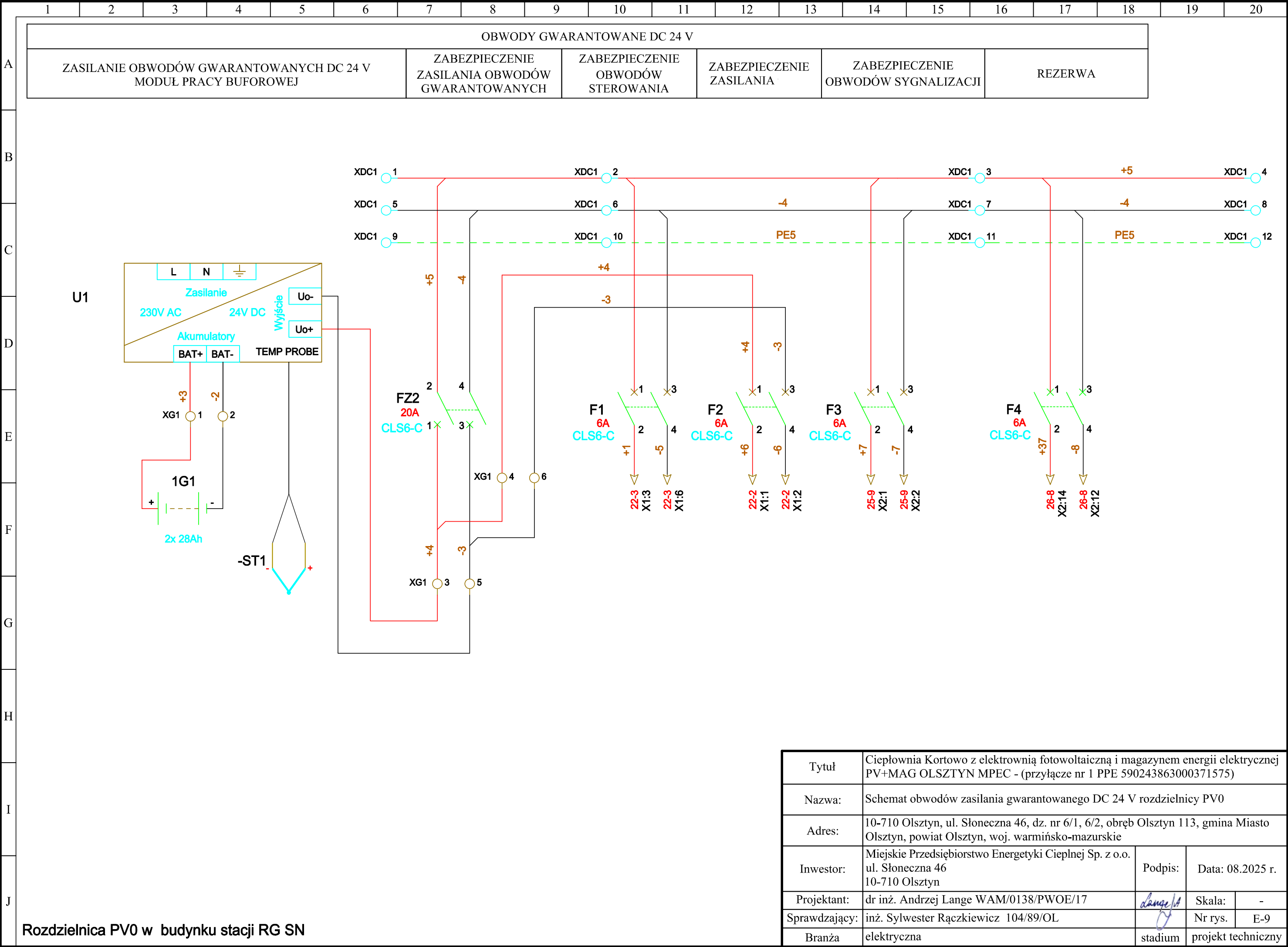
 $K_n = \frac{I_n}{I} \cdot \frac{S_A}{S_A / S_A}$
I- 7,5 VA; kl. 0,2s
II- 7,5 VA; kl. 5P20
III- 7,5 VA; kl. 5P20

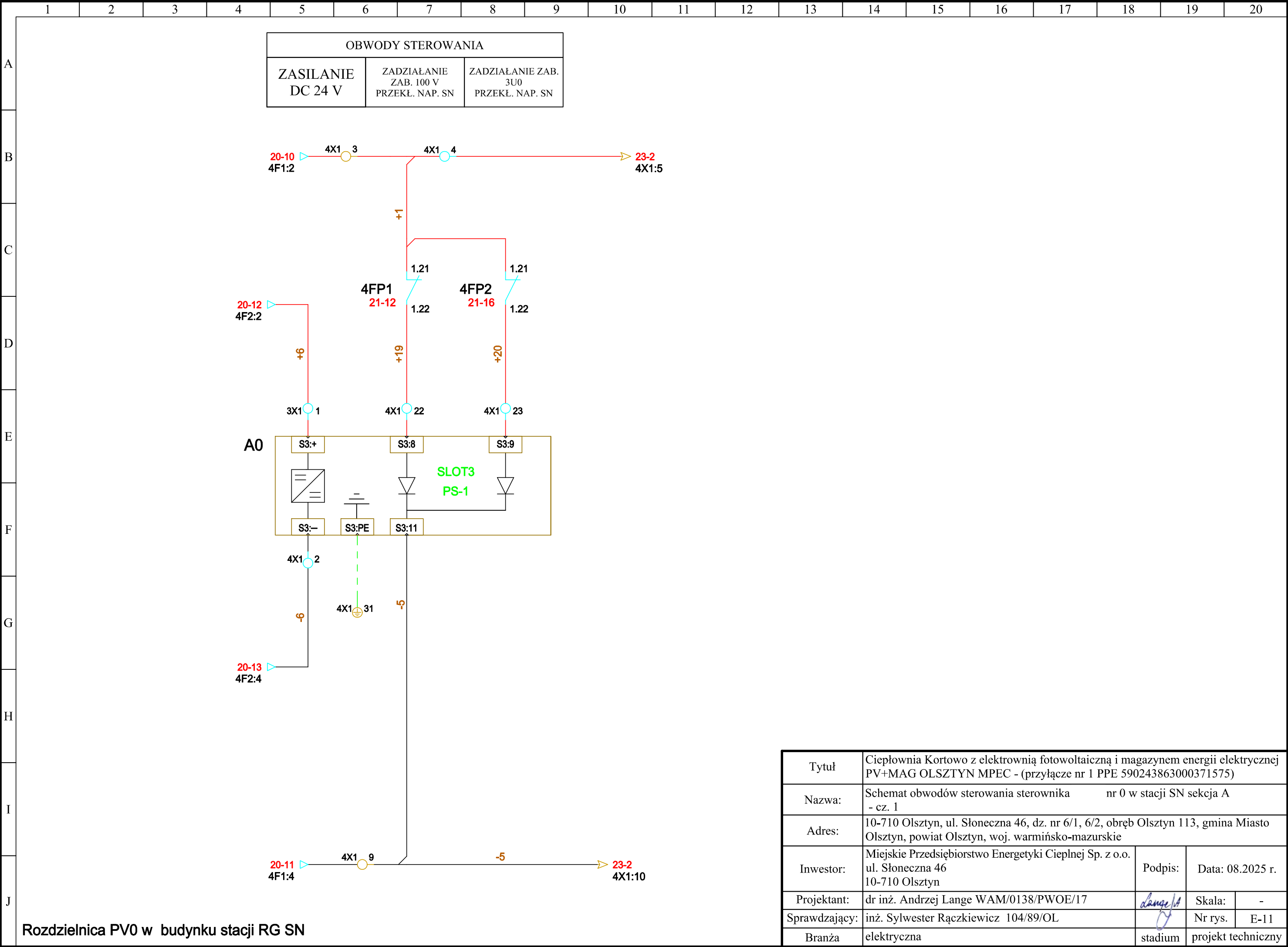
Przekładniki napięciowe TU1-TU3:

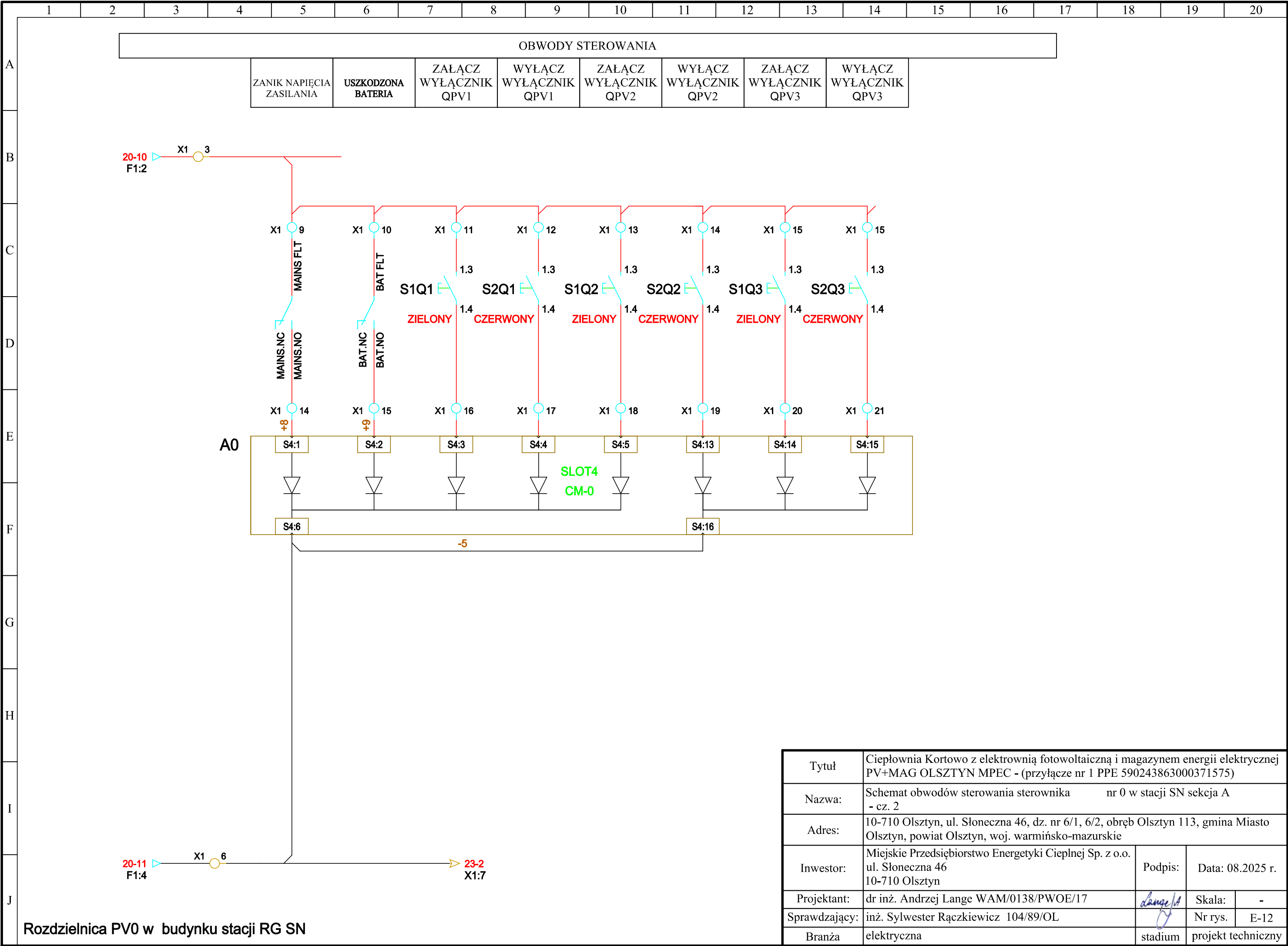
 $K_n = \frac{U_n}{U} \cdot \frac{100 \text{ V}}{\sqrt{3}} \cdot \frac{100 \text{ V}}{\sqrt{3}} \cdot \frac{100 \text{ V}}{\sqrt{3}}$
I- 0-5 VA; kl. 0,2
II- 0-5 VA; kl. 0,2
III- 0-5 VA; kl. 0,5
IV- 15 VA; kl. 3P

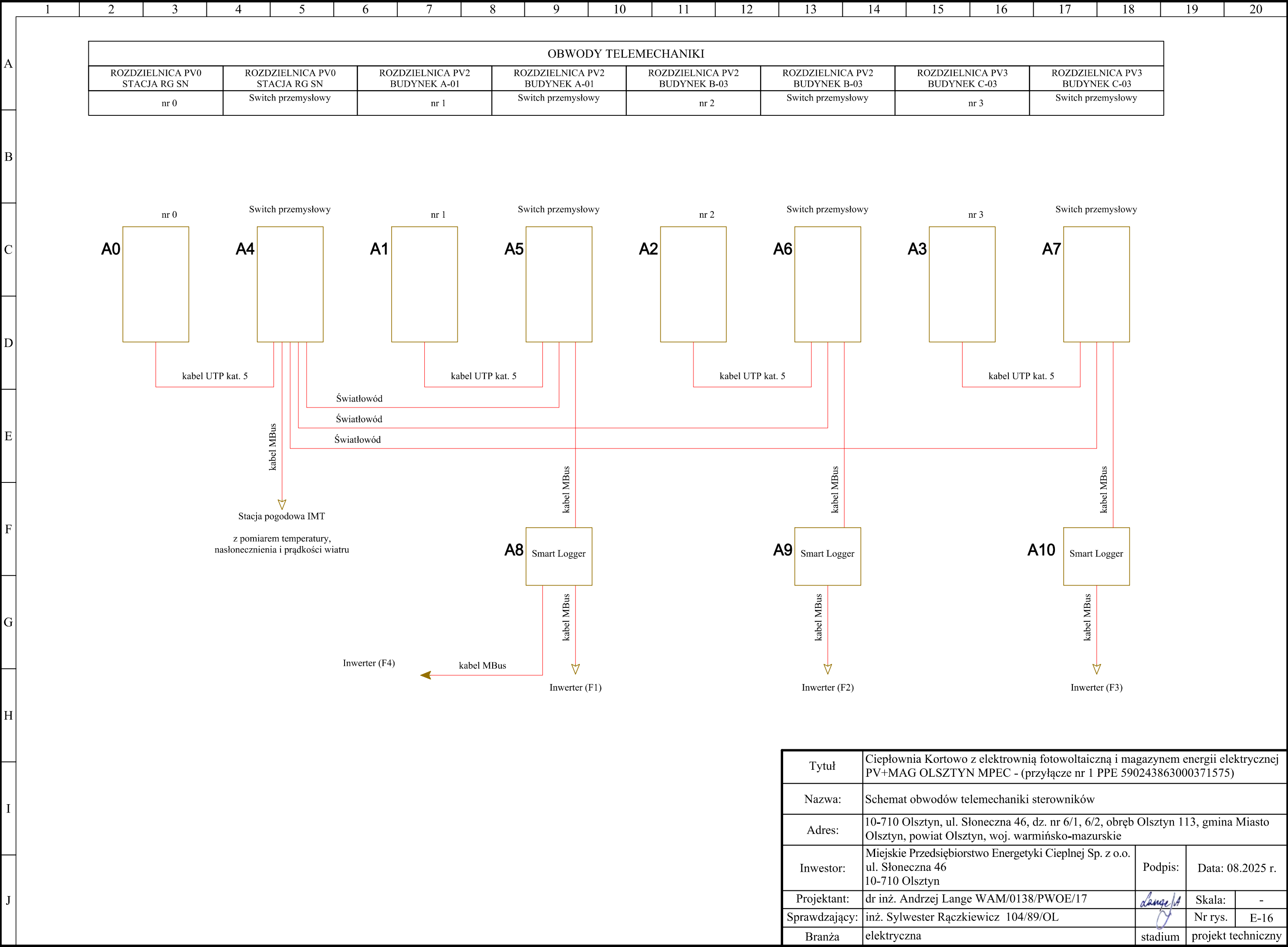
TU1, TU2, TU3


Tytuł	Ciepłownia Kortowo z elektrownią fotowoltaiczną i magazynem energii elektrycznej PV+MAG OLSZTYN MPEC - (przyłącze nr 1 PPE 590243863000371575)			
Nazwa:	Schemat układu pomiaru energii elektrycznej			
Adres:	10-710 Olsztyn, ul. Słoneczna 46, dz. nr 6/1, 6/2, obręb Olsztyn 113, gmina Miasto Olsztyn, powiat Olsztyn, woj. warmińsko-mazurskie			
Inwestor:	Miejskie Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej Sp. z o.o. ul. Słoneczna 46 10-710 Olsztyn	Podpis:	Data: 08.2025 r.	
Projektant:	dr inż. Andrzej Lange WAM/0138/PW0E/17	Skala:	-	
Sprawdzający:	inż. Sylwester Rączkiewicz 104/89/OL		Nr rys. E-6	
Branża	elektryczna	stadium	projekt techniczny	

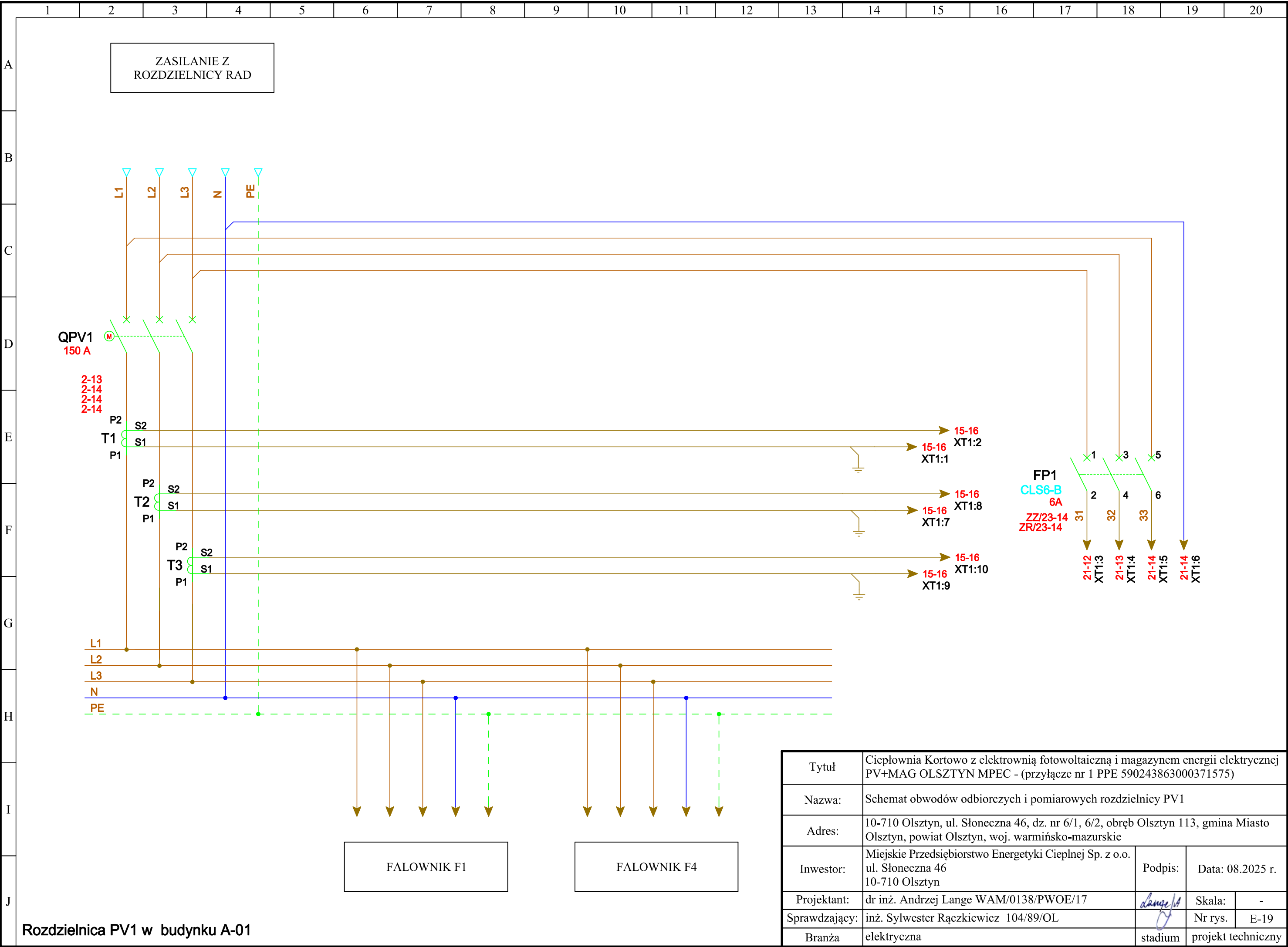






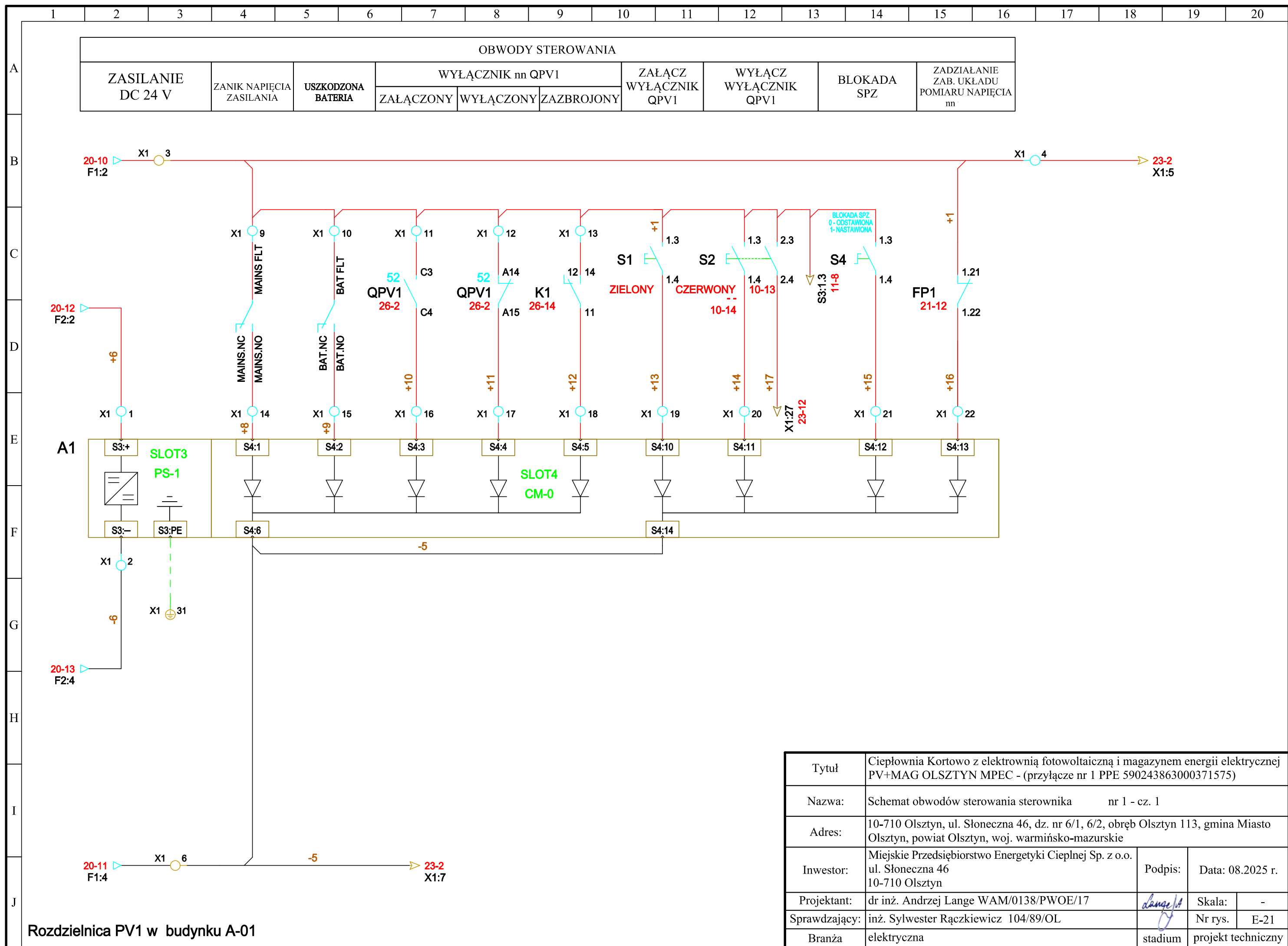




Tytuł	Ciepłownia Kortowo z elektrownią fotowoltaiczną i magazynem energii elektrycznej PV+MAG OLSZTYN MPEC - (przyłącze nr 1 PPE 590243863000371575)				
Nazwa:	Schemat obwodów telemechaniki sterowników				
Adres:	10-710 Olsztyn, ul. Słoneczna 46, dz. nr 6/1, 6/2, obręb Olsztyn 113, gmina Miasto Olsztyn, powiat Olsztyn, woj. warmińsko-mazurskie				
Inwestor:	Miejskie Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej Sp. z o.o. ul. Słoneczna 46 10-710 Olsztyn	Podpis:	Data: 08.2025 r.		
Projektant:	dr inż. Andrzej Lange WAM/0138/PWOE/17		Skala:	-	
Sprawdzający:	inż. Sylwester Rączkiewicz 104/89/OL		Nr rys.	E-16	
Branża	elektryczna	stadium	projekt techniczny		

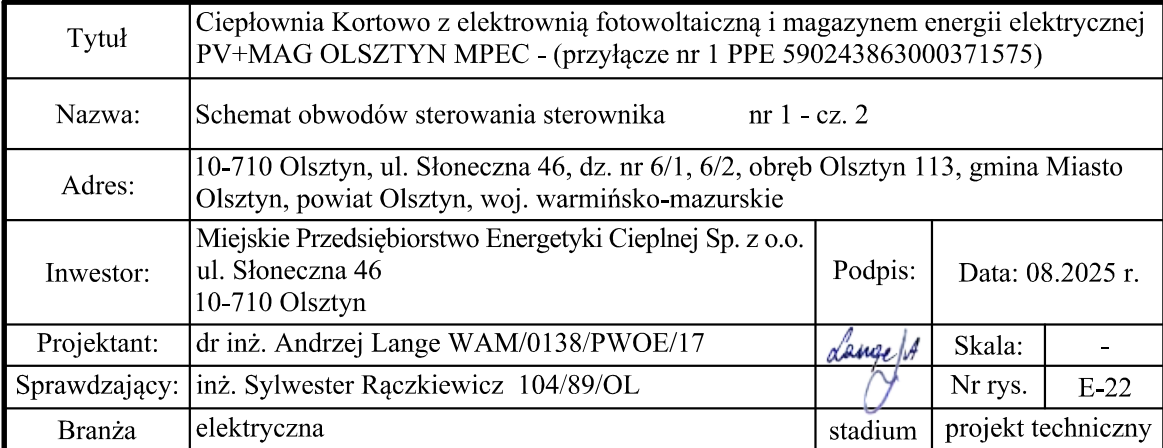


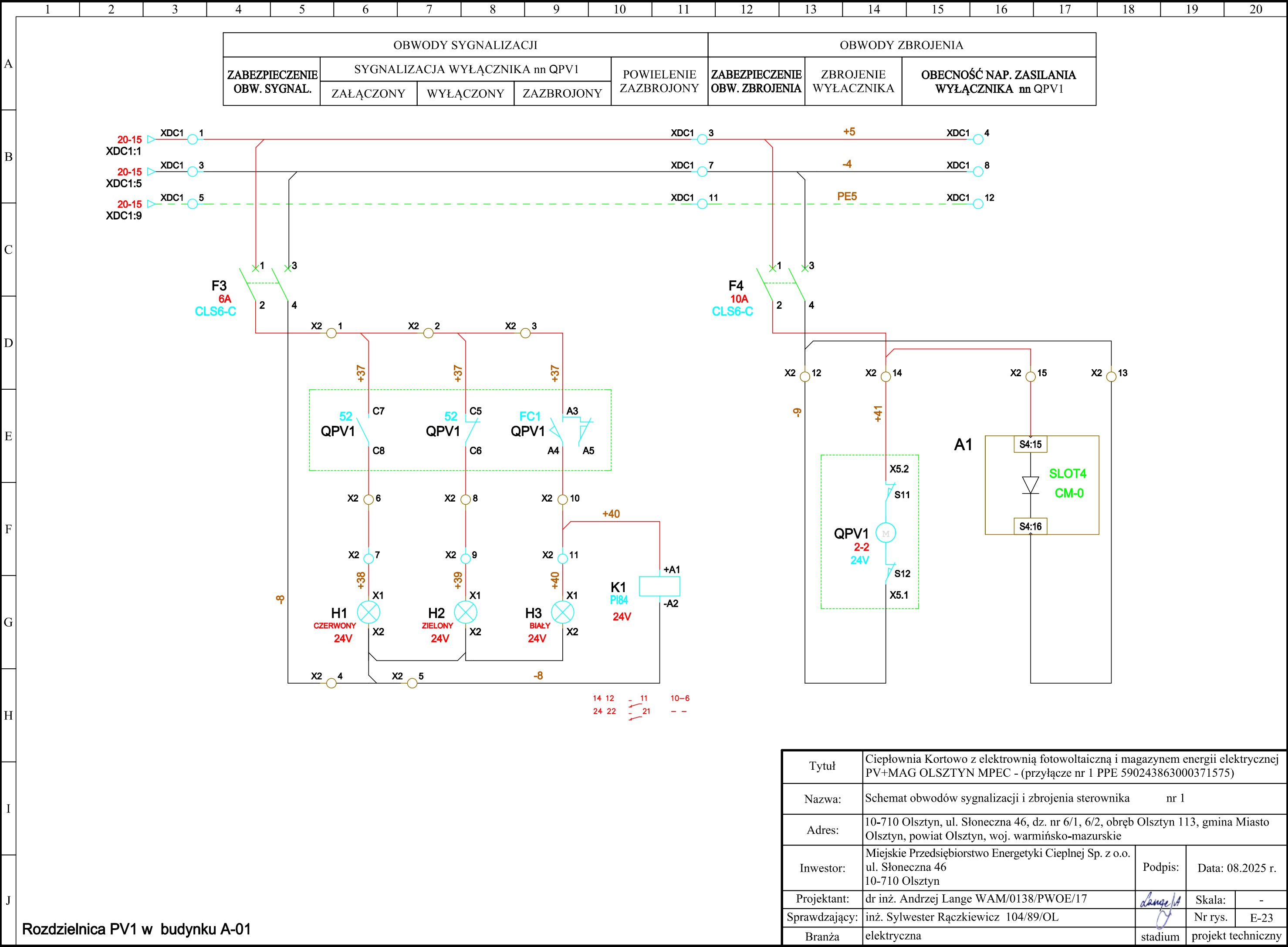
Tytuł	Ciepłownia Kortowo z elektrownią fotowoltaiczną i magazynem energii elektrycznej PV+MAG OLSZTYN MPEC - (przyłącze nr 1 PPE 590243863000371575)			
Nazwa:	Schemat obwodów odbiorczych i pomiarowych rozdzielnic PV1			
Adres:	10-710 Olsztyn, ul. Słoneczna 46, dz. nr 6/1, 6/2, obręb Olsztyn 113, gmina Miasto Olsztyn, powiat Olsztyn, woj. warmińsko-mazurskie			
Inwestor:	Miejskie Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej Sp. z o.o. ul. Słoneczna 46 10-710 Olsztyn	Podpis:	Data: 08.2025 r.	
Projektant:	dr inż. Andrzej Lange WAM/0138/PWOE/17	Lange	Skala:	-
Sprawdzający:	inż. Sylwester Rączkiewicz 104/89/OL		Nr rys.	E-19
Branża	elektryczna	stadium	projekt techniczny	

Rozdzielnica PV1 w budynku A-01





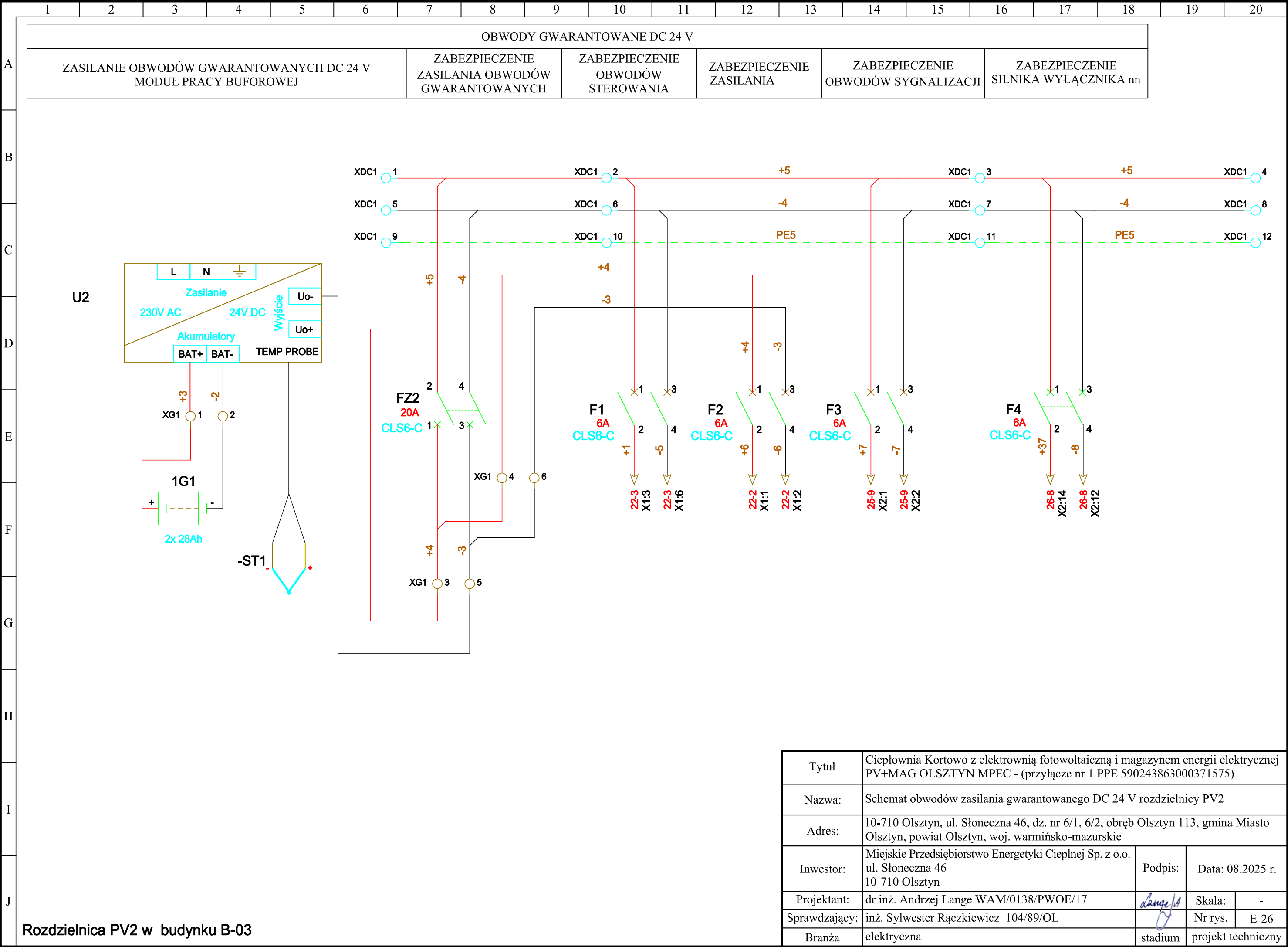
Tytuł	Ciepłownia Kortowo z elektrownią fotowoltaiczną i magazynem energii elektrycznej PV+MAG OLSZTYN MPEC - (załącznik nr 1 PPE 590243863000371575)			
Nazwa:	Schemat obwodów sterowania sterownika nr 1 - cz. 1			
Adres:	10-710 Olsztyn, ul. Słoneczna 46, dz. nr 6/1, 6/2, obręb Olsztyn 113, gmina Miasto Olsztyn, powiat Olsztyn, woj. warmińsko-mazurskie			
Inwestor:	Miejskie Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej Sp. z o.o. ul. Słoneczna 46 10-710 Olsztyn	Podpis:	Data: 08.2025 r.	
Projektant:	dr inż. Andrzej Lange WAM/0138/PWOE/17		Skala:	-
Sprawdzający:	inż. Sylwester Rączkiewicz 104/89/OL		Nr rys.	E-21
Branża	elektryczna	stadium	projekt techniczny	

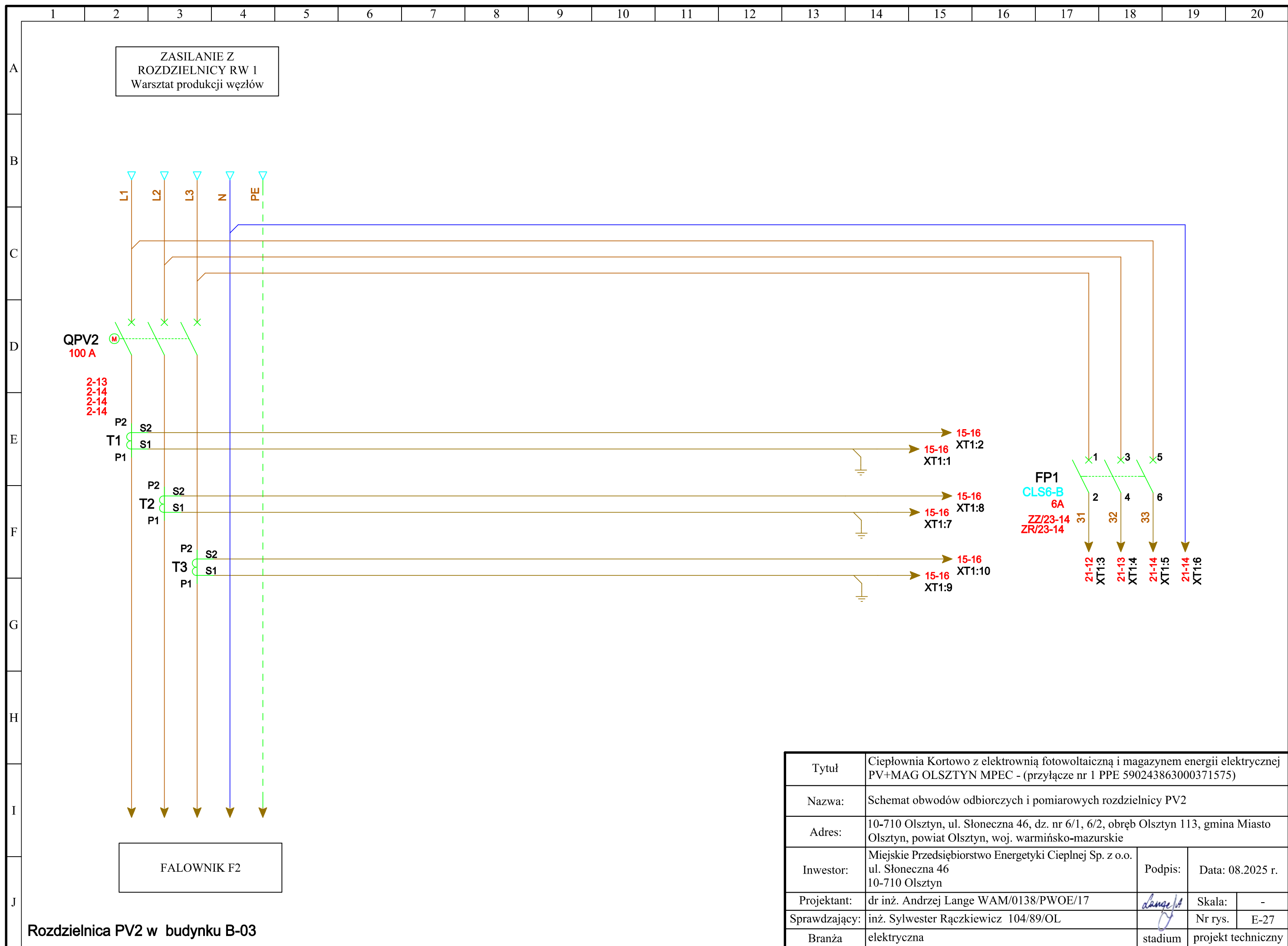






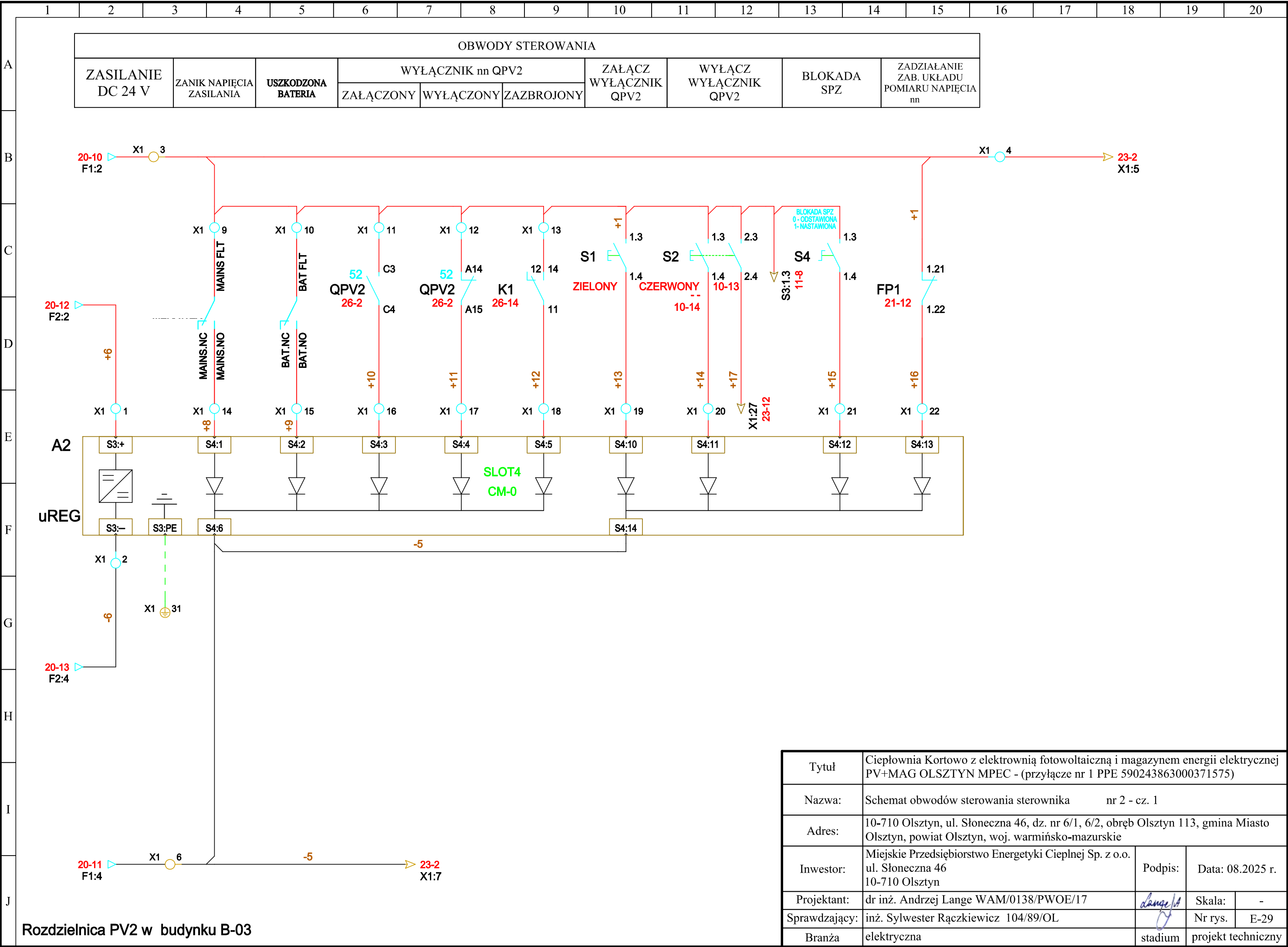
Rozdzielnica PV1 w budynku A-01

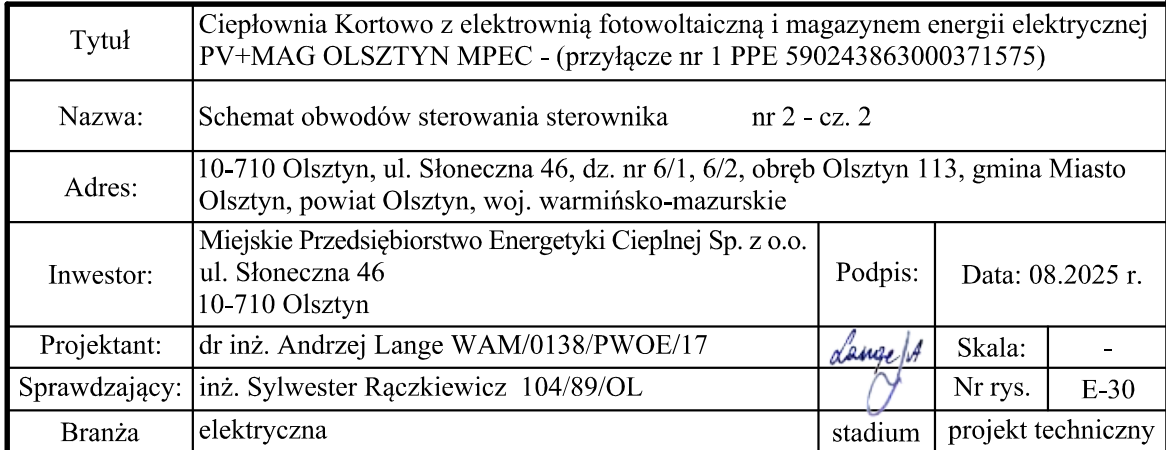
Tytuł	Ciepłownia Kortowo z elektrownią fotowoltaiczną i magazynem energii elektrycznej PV+MAG OLSZTYN MPEC - (przyłącze nr 1 PPE 590243863000371575)				
Nazwa:	Schemat obwodów sygnalizacji i zbrojenia sterownika nr 1				
Adres:	10-710 Olsztyn, ul. Słoneczna 46, dz. nr 6/1, 6/2, obręb Olsztyn 113, gmina Miasto Olsztyn, powiat Olsztyn, woj. warmińsko-mazurskie				
Inwestor:	Miejskie Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej Sp. z o.o. ul. Słoneczna 46 10-710 Olsztyn	Podpis:	Data: 08.2025 r.		
Projektant:	dr inż. Andrzej Lange WAM/0138/PWOE/17		Skala:	-	
Sprawdzający:	inż. Sylwester Rączkiewicz 104/89/OL		Nr rys.	E-23	
Branża	elektryczna	stadium	projekt techniczny		

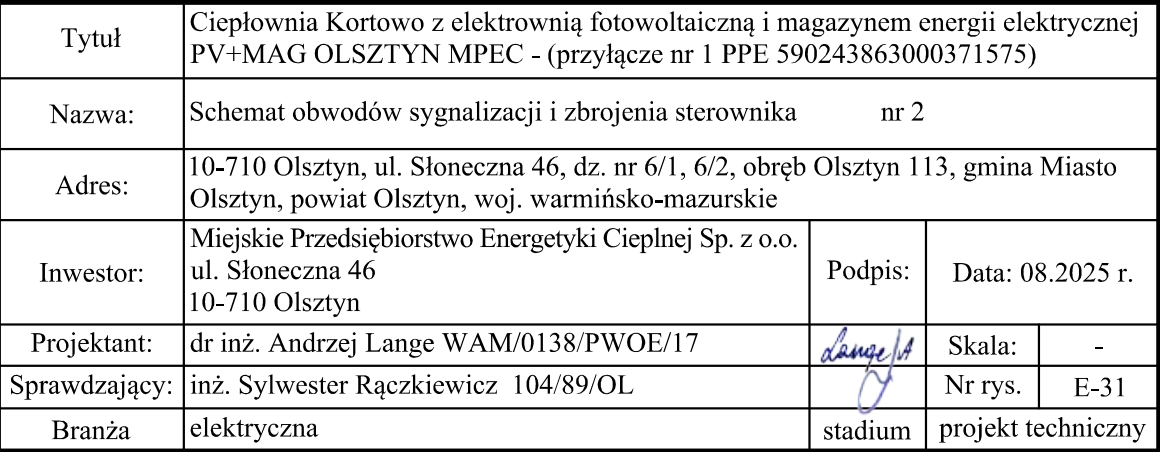


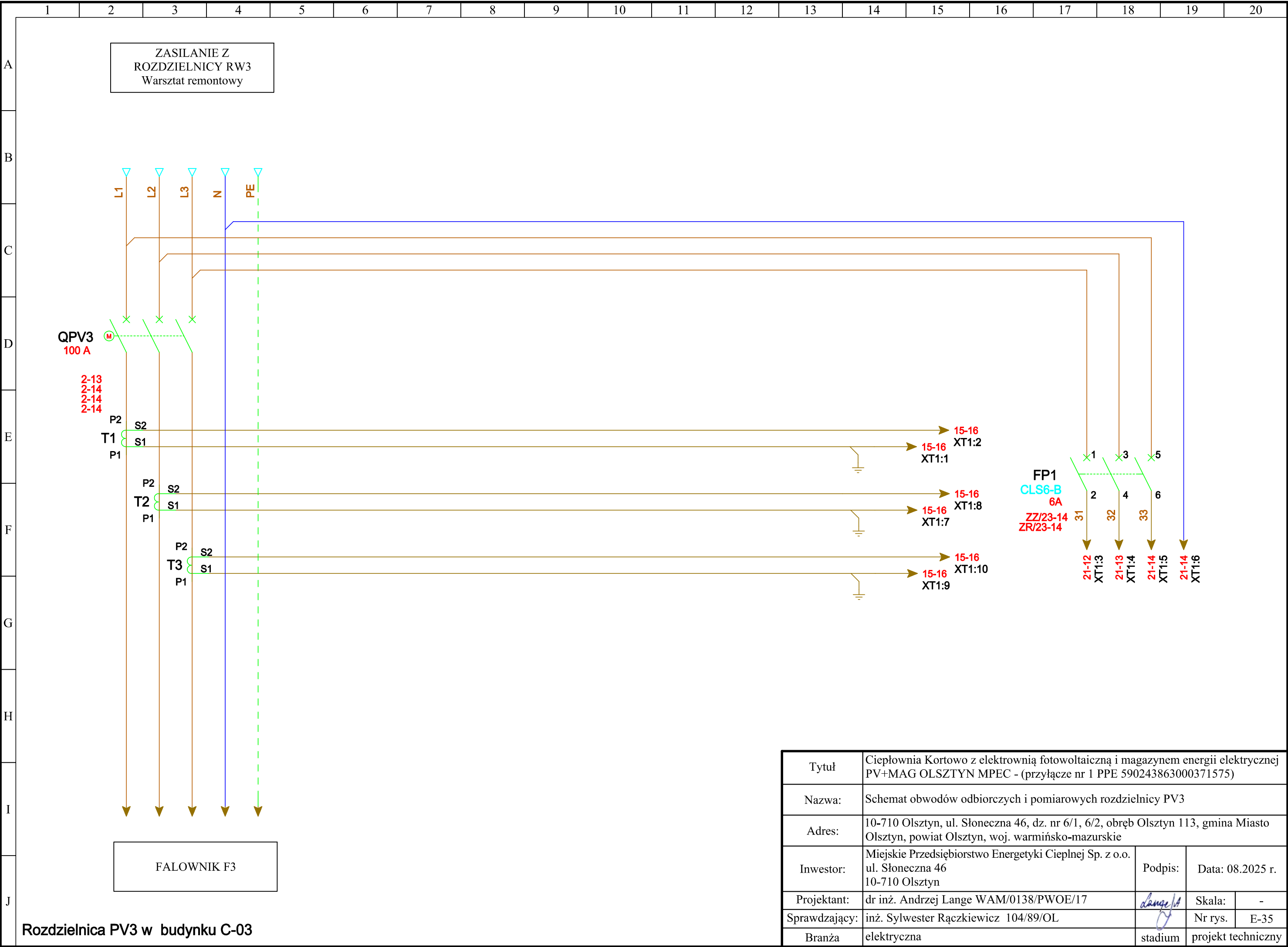


Tytuł	Ciepłownia Kortowo z elektrownią fotowoltaiczną i magazynem energii elektrycznej PV+MAG OLSZTYN MPEC - (załącznik nr 1 PPE 590243863000371575)			
Nazwa:	Schemat obwodów odbiorczych i pomiarowych rozdzielnic PV2			
Adres:	10-710 Olsztyn, ul. Słoneczna 46, dz. nr 6/1, 6/2, obręb Olsztyn 113, gmina Miasto Olsztyn, powiat Olsztyn, woj. warmińsko-mazurskie			
Inwestor:	Miejskie Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej Sp. z o.o. ul. Słoneczna 46 10-710 Olsztyn	Podpis:	Data: 08.2025 r.	
Projektant:	dr inż. Andrzej Lange WAM/0138/PWOE/17		Skala:	-
Sprawdzający:	inż. Sylwester Rączkiewicz 104/89/OL		Nr rys.	E-27
Branża	elektryczna	stadium	projekt techniczny	



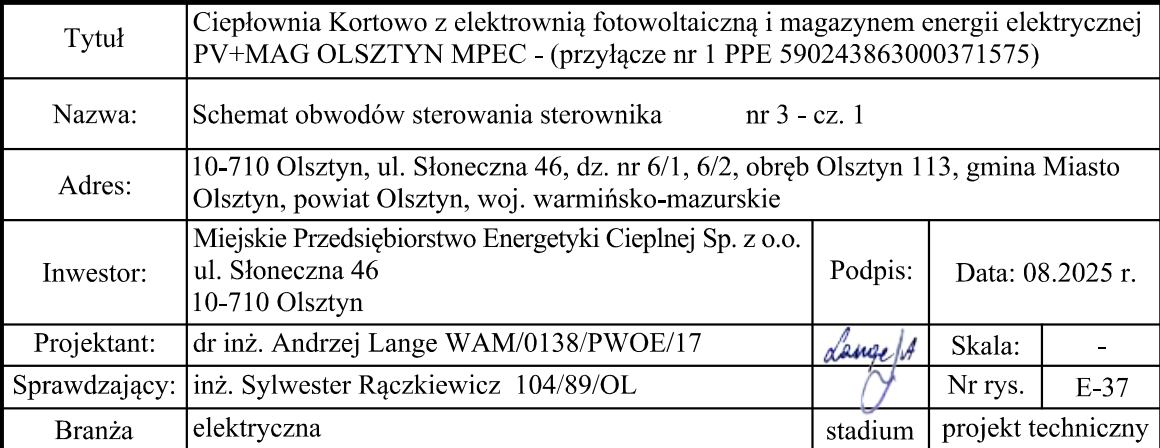


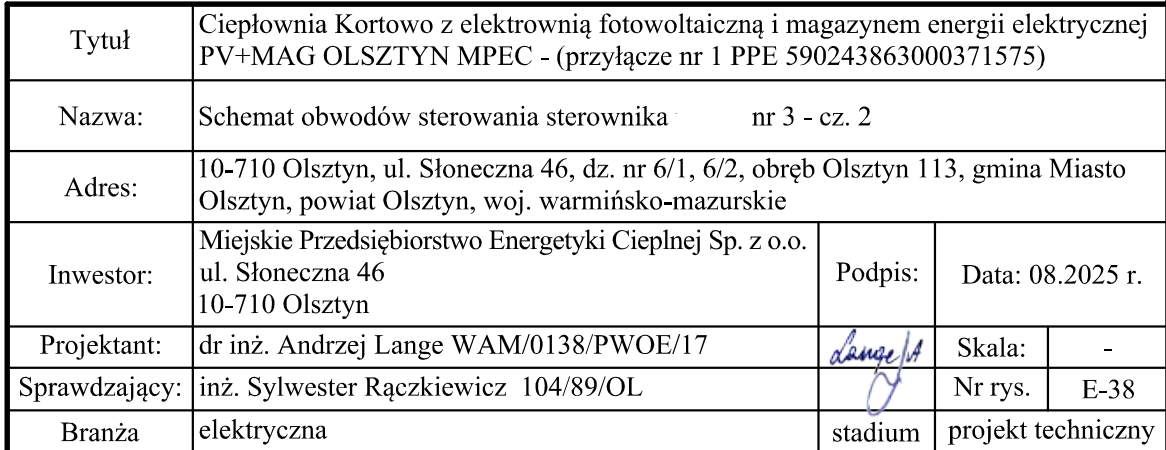


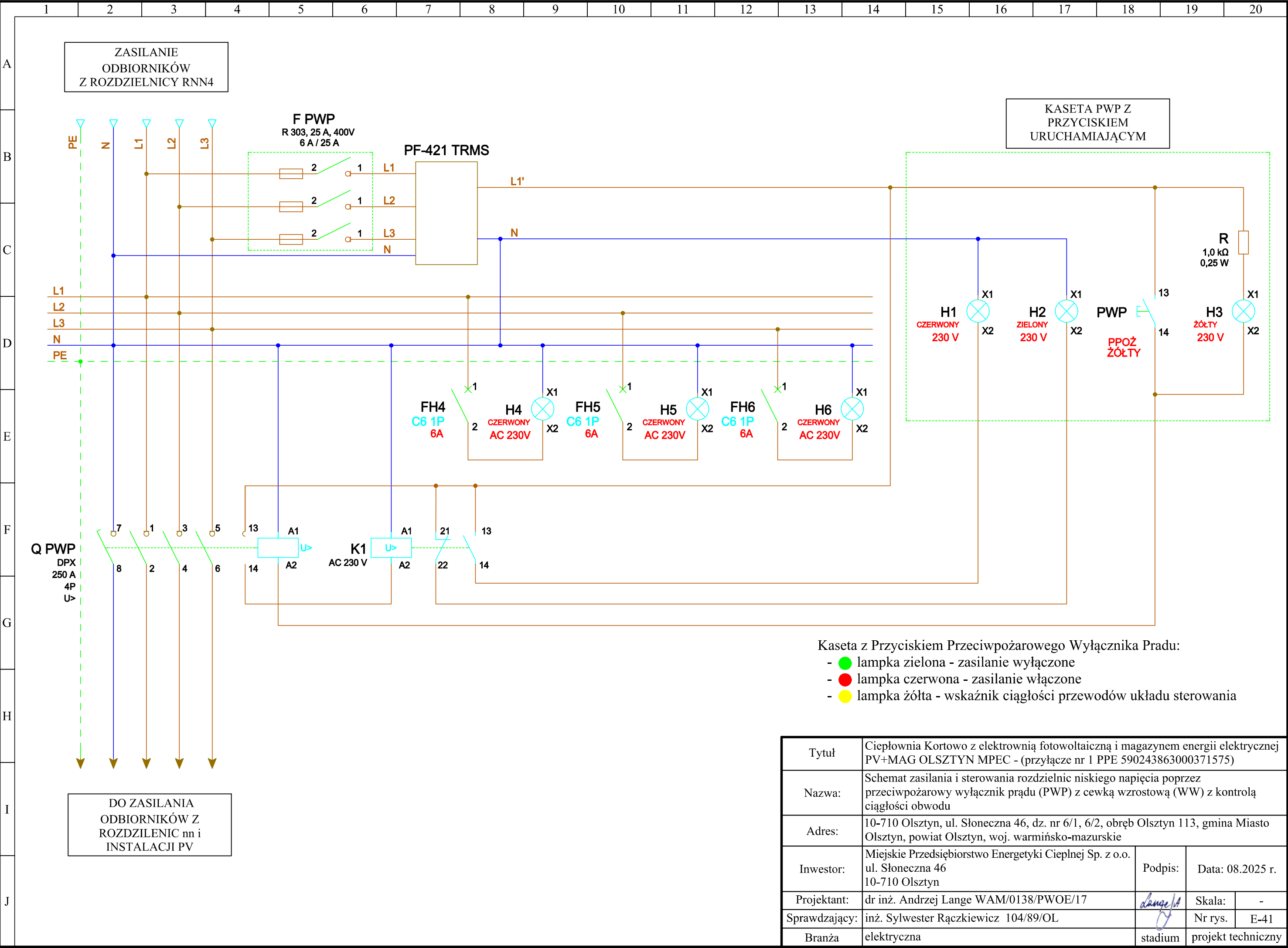


Rozdzielnica PV3 w budynku C-03

Tytuł	Ciepłownia Kortowo z elektrownią fotowoltaiczną i magazynem energii elektrycznej PV+MAG OLSZTYN MPEC - (przyłącze nr 1 PPE 590243863000371575)			
Nazwa:	Schemat obwodów odbiorczych i pomiarowych rozdzielnicy PV3			
Adres:	10-710 Olsztyn, ul. Słoneczna 46, dz. nr 6/1, 6/2, obręb Olsztyn 113, gmina Miasto Olsztyn, powiat Olsztyn, woj. warmińsko-mazurskie			
Inwestor:	Miejskie Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej Sp. z o.o. ul. Słoneczna 46 10-710 Olsztyn	Podpis:	Data: 08.2025 r.	
Projektant:	dr inż. Andrzej Lange WAM/0138/PWOE/17	<i>Lange A</i>	Skala:	-
Sprawdzający:	inż. Sylwester Rączkiewicz 104/89/OL	<i>S. Rączkiewicz</i>	Nr rys.	E-35
Branża	elektryczna	stadium	projekt techniczny	







Tytuł	Ciepłownia Kortowo z elektrownią fotowoltaiczną i magazynem energii elektrycznej PV+MAG OLSZTYN MPEC - (przyłącze nr 1 PPE 590243863000371575)			
Nazwa:	Schemat zasilania i sterowania rozdzielnic niskiego napięcia poprzez przeciwpożarowy wyłącznik prądu (PWP) z cewką wzrostową (WW) z kontrolą ciągłości obwodu			
Adres:	10-710 Olsztyn, ul. Słoneczna 46, dz. nr 6/1, 6/2, obręb Olsztyn 113, gmina Miasto Olsztyn, powiat Olsztyn, woj. warmińsko-mazurskie			
Inwestor:	Miejskie Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej Sp. z o.o. ul. Słoneczna 46 10-710 Olsztyn	Podpis:	Data: 08.2025 r.	
Projektant:	dr inż. Andrzej Lange WAM/0138/PWOE/17	Lange	Skala:	-
Sprawdzający:	inż. Sylwester Rączkiewicz 104/89/OL		Nr rys.	E-41
Branża	elektryczna	stadium	projekt techniczny	

5. INFORMACJA O OBSZARZE ODDZIAŁYWANIA OBIEKTU

Zgodnie z art. 3 pkt 20 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo budowlane (t.j. Dz.U. z 2013 r poz. 1409 z późniejszymi zmianami), oraz warunkami technicznymi jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie, obszar oddziaływania obiektu mieści się w całości na działkach, na których został zaprojektowany.


6. INFORMACJA DO PLANU BEZPIECZEŃSTWA I OCHRONY ZDROWIA

**Ciepłownia Kortowo z elektrownią fotowoltaiczną i magazynem energii elektrycznej
PV+MAG OLSZTYN MPEC - (przyłącze nr 1 PPE 590243863000371575)**

INWESTOR: Miejskie Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej sp. z o.o.
ul. Słoneczna 46
10-710 Olsztyn

ADRES INWESTYCJI: 10-710 Olsztyn, ul. Słoneczna 46, dz. nr 6/1, 6/2, obręb Olsztyn 113,
gmina Miasto Olsztyn, powiat Olsztyn, woj. warmińsko-mazurskie

Elektrownia fotowoltaiczna – obiekt kategorii VIII;

PROJEKTANT Branża elektryczna	dr inż. Andrzej Lange upr. bud. WAM/0138/PWOE/17	Adres: Romany 6; 12-100 Szczytno	
----------------------------------	--	--	--

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

Zakres robót dla w/w przedsięwzięcia:

- roboty przygotowawcze;
- dostosowanie istniejącej stacji CIEPŁOWNIA KORTOWO [O-0493] do potrzeb powiązania proj. elektrowni fotowoltaicznej z istniejącą siecią energetyki zawodowej;
- budowa i montaż rozdzielnic PV;
- budowa i montaż linii kablowych nn 0,4 kV;
- roboty budowlano-montażowe paneli fotowoltaicznych;
- instalacja falowników;
- dodatkowe roboty montażowe, w tym wykonanie pomiarów i prób po montażowych;
- roboty w zakresie układania przewodów, montaż rozdzielnic sterowniczych.

6.2. Wykaz istniejących obiektów budowlanych

Teren, na którym zaprojektowano farmę fotowoltaiczną nie posiada żadnej zabudowy.

6.3. Elementy zagospodarowania działki lub terenu, które mogą stwarzać zagrożenie bezpieczeństwa i zdrowia ludzi

Elementami mogącymi stwarzać zagrożenie bezpieczeństwa i zdrowia ludzi:

dr inż. Andrzej LANGE, Romany 6, 12-100 Szczytno, tel. 504 430 125, upr. bud. WAM/0138/PWOE/17

- istniejące obiekty budowlane,
- prace w pobliżu urządzeń pod napięciem,
- prace prowadzone na wysokości.

Tren budowy należy zabezpieczyć przed wstępem osób postronnych.

6.4. Przewidywane zagrożenia występujące podczas realizacji robót budowlanych

Na terenie budowy typowe zagrożenia wypadkami występują przede wszystkim wskutek:

- 1) przy robotach związanych z zagospodarowaniem terenu budowy:
 - upadku przedmiotów z wysokości,
 - upadku pracownika do niezabezpieczonego wykopu lub upadku z wysokości,
 - potrącenia pracownika przez środek transportu, urządzenie mechaniczne lub przenoszony element,
 - przygniecenia pracownika przez wadliwie składowane materiały budowlane.
- 2) przy robotach budowlano-montażowych:
 - uszkodzenia infrastruktury podziemnej oraz wpadnięcia do wykopu,
 - skaleczenia - roboty elektryczne wykonywane w pobliżu ostrych części narzędzi, maszyn i innych przedmiotów
 - potrącenia lub wpadnięcia pod pojazd - na etapie prowadzenia robót elektroenergetycznych wykonywanych w bliskim sąsiedztwie jednego sprzętu budowlanego np. koparki, dźwigu, podnośnika itp.,
 - upadku pracownika z wysokości,
 - porażenia elektrycznego,
 - inne które mogą wystąpić w trakcie realizacji planowanej inwestycji a wynikające:
 - z przyjętej organizacji prac budowlanych,
 - z wybranej technologii wykonywania prac budowlanych.

W trakcie realizacji planowanej inwestycji mogą wystąpić także inne zagrożenia, wynikające z przyjętej organizacji prac budowlanych przez kierownika budowy oraz wynikające z wybranej technologii wykonywania prac budowlanych. W takim przypadku przy sporządzaniu planu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia należy uwzględnić niewymienione wyżej przewidywane zagrożenia oraz wskazać środki techniczne i organizacyjne zapobiegające tym niebezpieczeństwom.

6.5. Instruktaż pracowników

Przed przystąpieniem do wykonywania robót należy przeprowadzić właściwy instruktaż dla pracowników:

- w zakresie bhp na budowie, oraz zasad udzielania pierwszej pomocy,
- w zakresie postępowania w przypadku wystąpienia zagrożenia,
- w zakresie bezpośredniego nadzoru nad pracami szczególnie niebezpiecznymi przez wyznaczone w tym celu osoby,
- w zakresie stosowania przez pracowników środków ochrony indywidualnej oraz odzieży i obuwia roboczego,
- w zakresie robót wykonywanych a wysokości zagrożenie wynikające z możliwości upadku pracownika wysokości,

- w zakresie robót wykonywanych przy użyciu dźwigu o możliwości wystąpienia zagrożenia w postaci uderzenia, przygniecenia pracownika przez przenoszony element lub ramię dźwigu
- w zakresie robót wykonywanych w pobliżu urządzeń i elementów sieci elektroenergetycznej o możliwości pojawienia się napięcia i wystąpienia zjawiska porażenia prądem elektrycznym pracujących osób,
- w zakresie robót ziemnych możliwości uszkodzenia istniejącej infrastruktury podziemnej oraz wpadnięcia do rowu kablowego,
- w zakresie robót wykonywanych w pobliżu innych pracujących maszyn i urządzeń o możliwości potrącenia bądź wpadnięcia pod pojazd.

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

W celu zapobiegnięcia niebezpieczeństwom wynikającym z wykonywania podanych robót budowlanych należy przedsięwziąć następujące środki techniczne i organizacyjne:

- podczas wykonywania prac z podnośnika samochodowego bądź ze słupolazów należy stosować przez pracowników sprzęt zabezpieczający przed upadkiem z wysokości,
- przy pracach z użyciem dźwigu brygadzysta podczas montażu poszczególnych elementów winien być wyłączony z pracy brygady w celu pełnienia nadzoru nad pracą brygady i operatora dźwigu,
- przy pracach wykonywanych w pobliżu elementów infrastruktury elektroenergetycznej będącej pod napięciem w celu wyeliminowania możliwości porażenia prądem elektrycznym stosować właściwe środki organizacyjne do takich prac z jednoczesnym właściwym przygotowaniem miejsca pracy oraz wykorzystywaniem sprawdzonych technologii,
- przy szczególnych pracach mogących stanowić zagrożenie dla zdrowia lub życia pracowników należy zgodnie z wymogami BHP, zastosować odpowiednie środki ochrony indywidualnej w postaci: rękawic ochronnych, kasków, butów wzmacnianych blachami, okularów ochronnych itp.,
- w obrębie strefy prowadzonych prac powinien znajdować się kompletny sprzęt doraźnej pomocy medycznej,
- miejsce pracy powinno być odpowiednio ogrodzone i oznakowane, w celu niedopuszczenia osób nieupoważnionych,
- wszystkie roboty powinny być wykonywane zgodnie z obowiązującymi normami i przepisami BHP.

7. ZAŁĄCZNIKI

7.1. WYKAZ DZIAŁEK OBJĘTYCH PROJEKTOWANĄ INWESTYCJĄ

Wykaz działek objętych projektowaną inwestycją „Ciepłownia Kortowo z elektrownią fotowoltaiczną i magazynem energii elektrycznej PV+MAG OLSZTYN MPEC - (przyłącze nr 1 PPE 590243863000371575)” znajdujące się w miejscowości Olsztyn, ul. Słoneczna 46, na działce nr 6/1, 6/2, obręb Olsztyn 113, gmina Miasto Olsztyn, powiat Olsztyn, woj. warmińsko-mazurskie:

1. dz. nr 6/1

Województwo: warmińsko-mazurskie

Powiat: Olsztyn

Jednostka ewidencyjna: 286201_1 Miasto Olsztyn

Obręb: Olsztyn 113

2. dz. nr 6/2

Województwo: warmińsko-mazurskie

Powiat: Olsztyn

Jednostka ewidencyjna: 286201_1 Miasto Olsztyn

Obręb: Olsztyn 113

7.2. WARUNKI PRZYŁĄCZENIA



Numer P/25/019797	Miejscowość Olsztyn	Data 21-07-2025
-------------------	---------------------	-----------------

WARUNKI PRZYŁĄCZENIA DO SIECI ELEKTROENERGETYCZNEJ Energa-Operator S.A. Oddział w Olsztynie

1. Przyłączany obiekt:
Nazwa: Ciepłownia Kortowo z elektrownią fotowoltaiczną i magazynem energii elektrycznej PV+MAG OLSZTYN MPEC - (przyłącze nr 1 PPE 590243863000371575)
Adres (Nr działki): Olsztyn, ul. Słoneczna 46 dz. 6/1, 6/2 obr. 0113 gm. Olsztyn
2. Grupa przyłączeniowa: III
3. Moc przyłączeniowa: Pobierana z sieci 3000 kW (istniejąca bez zmian),
Wprowadzana do sieci 1200 kW (istniejąca bez zmian)
Moc zainstalowana elektryczna: elektrowni fotowoltaicznej: 166,235 kW
magazynu energii elektrycznej: 16,6 kW
4. Miejsce przyłączenia: GPZ - OLSZTYN JAROTY [05]
Linia 15 kV OLJA-HARCTURHOTEL PARK [510]
Stacja CIEPŁOWNIA KORTOWO [O-0493]
5. Miejsce dostarczania energii elektrycznej: szyny SN od strony pola nr 9 w rozdzielni 15 kV stacji CIEPŁOWNIA KORTOWO [O-0493] w kierunku instalacji odbiorcy
6. Rodzaj połączenia z siecią: kablowe
7. Zakres prac niezbędnych do realizacji przyłączenia oraz wymagania w zakresie wyposażenia niezbędnego do współpracy z siecią:
- 7.1. Zakres inwestycji realizowanych przez Energa-Operator S.A.
- 7.1.1. Stacja transformatorowa WN/SN:
- 7.1.2. Urządzenia SN:
- 7.1.3. Urządzenia nn:
- 7.1.4. Automatyka EAZ:
- 7.1.5. Telemechanika i łączność:
- 7.2. Zakres inwestycji realizowanych przez podmiot przyłączający
- 7.2.1. Urządzenia, instalacje lub sieci podmiotu przyłączającego:
 - a) Abonencką część rozdzielni SN stacji transformatorowej CIEPŁOWNIA KORTOWO [O-0493], układy pomiarowe, aparatury pierwotnej i zabezpieczeń oraz istniejące sieci i instalacje abonenckie zasilane z ww. stacji należy dostosować do zmiany warunków pracy wynikających z rozbudowy układu generacji określonego w pkt. 11 zgodnie z wymaganiami instrukcji Ruchu i Eksploatacji Sieci Dystrybucyjnej Energa-Operator S.A. (IRIEDS).
 - b) Zapewnić trwały podział sieci abonenckiej SN w sposób uniemożliwiający spięcie do pracy równoległej przyłącza nr 1 (PPE 590243863000371575) z przyłączem nr 2 (PPE 590243863000607524).
 - c) Abonencką część instalacji i urządzeń należy wyposażyć w układ zabezpieczeń i automatyki, zapobiegający przenoszeniu się zakłóceń na sieć Energa-Operator S.A. (zgodnie z wymaganiami dokumentów określonych w p. 15 niniejszych warunków przyłączenia) zgodnie z wymaganiami Instrukcji Ruchu i Eksploatacji Sieci Dystrybucyjnej Energa-Operator S.A. (IRIEDS).
 - d) W abonenckich polach sprężelowych i generacyjnych wykonać odwzorowanie stanu położenia i sterowanie łącznikami elektrowni z magazynem energii elektrycznej w systemie nadzoru pracy sieci Energa-Operator S.A. (SCADA EQP) oraz zapewnić monitoring generowanej energii elektrycznej, mocy czynnej, mocy bierniej, napięcia, prądów oraz częstotliwości zgodnie z wymaganiami Instrukcji Ruchu i Eksploatacji Sieci Dystrybucyjnej Energa-Operator S.A. (IRIEDS).
 - e) Wykonanie ww. czynności należy potwierdzić w "Oświadczeniu o gotowości do przyłączenia modułów wytwarzania energii typu B lub C współpracujących z siecią elektroenergetyczną Energa-Operator S.A." i "Oświadczeniu o gotowości instalacji przyłączeniowej".
- 7.2.2. Wyposażenie urządzeń, instalacji lub sieci, niezbędne do współpracy z siecią, do której instalacje lub sieci są przyłączane.

Strona 1 z 5



Projektowaną elektrownię fotowoltaiczną z magazynem energii elektrycznej należy wyposażać w łącznik sprzęgający przyłączaną elektrownię z magazynem energii elektrycznej z siecią Energa-Operator S.A. (dopuszcza się montaż łącznika na napięciu nN) oraz zabezpieczenia, aparaturę pierwotną i wtórną przystosowaną do współpracy z przyłączaną instalacją fotowoltaiczną zgodnie z wymaganiami w 7.2.3

- 7.2.3. Zabezpieczenie sieci przed zakłóceniami elektrycznymi powodowanymi przez urządzenia, instalacje lub sieci wnikoskodowcy:
- Układ zabezpieczeń i automatyki powinien zapobiegać przenoszeniu się zakłóceń z przyłączonej instalacji odbiorczo-wytwórczej na sieć Energa-Operator S.A. oraz uniemożliwić pracę układowi generacji na sieć dystrybucyjną przy zaniku napięcia w miejscu przyłączenia.
 - W przypadku zasilania sekcji B stacji transformatorowej CIEPLOWNIA KORTOWO [O-0493] z linii SN OLJA-HARTUR/HOTEL PARK [51Q], dopuszcza się pracę zespołów kogeneracyjnych przyłączonych do sekcji B ww. stacji.
 - W układzie zasilania obiektu przyłączonego układu generacji należy zainstalować dodatkowe układy automatyki zabezpieczeniowej niezależne od zabezpieczeń generatorów, spełniające wymagania określone w Instrukcji Ruchu i Eksploatacji Sieci Dystrybucyjnej Energa-Operator S.A. (IRIESD), wyposażony w funkcje:
 - nadprądowe od skutków zwarć międzyfazowych zwłoczne i/lub zwarcie,
 - nad/nadnapięciowe,
 - nad/podczęstotliwościowe,
 - ziemnozwarciowe,
 - od pracy wyspowej,
 oraz w urządzenia pozwalające na kontrolowanie i utrzymywanie zadanych parametrów jakościowych energii elektrycznej.
 - Ww. zabezpieczenia powinny powodować otwarcie łącznika sprzęgającego określonego w p. 7.2.2 a).
 - Pola P1 i P2 rozdzielni RAG-SN oraz pola zasilające abonenckiej części rozdzielni SN stacji transformatorowej CIEPLOWNIA KORTOWO [O-0493] należy wyposażać w blokady elektryczne i mechaniczne uniemożliwiające zamknięcie ww. łączników i zapobiegające spięciu różnych ciągów linowych Energa-Operator S.A. do pracy równoległej.
 - Składowa zerowa napięcia dla zabezpieczeń ziemnozwarciowych musi być mierzona po stronie SN.
 - Urządzenia automatyki zabezpieczeniowej i telemechaniki należy zasilac z automatycznego źródła napięcia (UPS lub baterie akumulatorów).
- 7.2.4. Dostosowanie przyłączanych urządzeń, instalacji lub sieci do systemów sterowania dyspozytorskiego:
- Abonencką instalację odbiorczo-wytwórczą należy wyposażać w urządzenia telemechaniki przystosowane do zdalnego nadzoru i sterowania, z punktu dyspozytorskiego Energa-Operator S.A. Oddział w Olsztynie (SCADA EQF), w zakresie niezbędnym dla monitorowania prawidłowej współpracy jednostki wytwórczej z siecią. W tym zakresie należy wykonać:
 - możliwość zdalnego sterowania wyłącznika sprzęgającego z siecią z możliwością jego zablokowania i kasowania blokady załączenia,
 - możliwość regulacji mocy czynnej (P), bierniej (Q) i współczynnika mocy cosφ oraz wprowadzania wartości zadanej mocy czynnej (P), bierniej (Q) i współczynnika mocy cosφ zgodnie z wymogami kodeksu sieciowego NC RIG,
 - sygnalizację dwubitową stanu położenia wyłączników w polach zasilających, generatorów oraz łącznika szyn w abonenckiej części rozdzielni SN stacji transformatorowej CIEPLOWNIA KORTOWO [O-0493],
 - możliwość zdalnego sterowania wyłącznika sprzęgającego układu generacji z siecią z możliwością jego zablokowania i kasowania blokady załączenia,
 - sygnalizację dwubitową położenia uzemienników w polach generatorów oraz w polach zasilających w abonenckiej części rozdzielni SN stacji transformatorowej CIEPLOWNIA KORTOWO [O-0493],
 - sygnały związane z zadziałaniem i pobudzeniem zabezpieczeń w polach zasilających, generatorów oraz pól nr P1 i P2 w abonenckiej części rozdzielni SN stacji transformatorowej CIEPLOWNIA KORTOWO [O-0493]
 - wartości prądów, napięć oraz mocy czynnej i biernej.
 - Każdorazowe wyłączenie wyłącznika sprzęgającego musi skutkować automatycznym wystawieniem przez układ generacji sygnału na odmowę jej pracy. Ponowne zamknięcie wyłącznika wymaga uzyskania od dyspozytora zgody na pracę układu generacji. Zgoda będzie udzielana poprzez wysłanie odpowiedniego sygnału z systemu nadzoru pracy sieci elektroenergetycznej Energa-Operator S.A.
 - System nadzoru pracy stacji w części abonenckiej powinien współpracować z systemem nadzoru Energa-Operator S.A. Wymiana danych pomiędzy sterownikiem telemechaniki a nadziedzonym systemem nadzoru SCADA Energa-Operator S.A. powinna odbywać się przy wykorzystaniu usługi APN w sieci GSM.
 - Infrastrukturę teletransmisyjną dla potrzeb przesyłania danych Podmiot Przyłączany wykona własnym kosztem i staraniem.
8. Wymagany stopień skompensowania mocy biernej: I_{gp} QI: 0,3, I_{gp} QII: 0,3, I_{gp} QIII: 0,3, I_{gp} QIV: 0
9. Wymagania dotyczące układu pomiarowo-rozliczeniowego i systemu pomiarowo-rozliczeniowego:
- 9.1. Miejsce zainstalowania:
- 9.2. Pole pomiarowe sekcji A w rozdzielni 15 kV stacji CIEPLOWNIA KORTOWO [O-0493]
- 9.3. Rodzaj i prąd znamionowy oraz miejsce usytuowania zabezpieczenia przedlicznikowego / głównego:-
- 9.4. Sposób pomiaru: pośredni
- 9.5. Rodzaj mierzonej energii:



- Energia elektryczna czynna pobrana,
- Energia elektryczna czynna oddana,
- Energia elektryczna bierna w 4 kwadrantach,
- Moc maksymalna pobrana

9.5. Przystosowanie układu pomiarowo-rozliczeniowego do systemów zdalnego odczytu danych pomiarowych:
Wymagane.

- a) W przypadku instalacji układu pomiarowego dla potrzeb pomiaru energii wytworzonej brutto należy zapewnić komunikację systemu operatora układu pomiaru energii wyprodukowanej brutto wspólnie z układem rozliczeniowym. Między ww. układami pomiarowymi należy wykonać dodatkowe połączenie przewodowe.
- b) W układzie pomiaru energii wyprodukowanej brutto należy zapewnić działanie układu pomiarowego i komunikacji także w przypadku odstawienia jednostki wytwórczej (poprzez podtrzymanie zasilania ze źródeł zewnętrznych lub odpowiednio umiejscowienie obwodów napięciowych).
- c) Układy pomiarowo-rozliczeniowe powinny zapewniać możliwość transmisji danych pomiarowych w trybie "off line" do lokalnego systemu pomiarowo-rozliczeniowego Energa-Operator S.A. Oddział w Olsztynie za pośrednictwem wyjść cyfrowych liczników energii elektrycznej lub rejestratorów (koncentratorów).
- d) Protokół transmisji danych pomiarowych oraz format udostępnianych danych muszą być akceptowane przez system dystrybucyjny.
- e) Wymagania techniczne dla układów transmisji danych pomiarowych określone są w Instrukcji Ruchu i Eksploatacji Sieci Dystrybucyjnej Energa-Operator S.A.

9.6. Wymagania dodatkowe:

Podmiot przyłączony, własnym kosztem i staraniem zaprojektuje oraz zainstaluje układy pomiarowo-rozliczeniowe energii elektrycznej umożliwiające pomiar i zdalny odczyt przez Energa-Operator S.A. ilości energii elektrycznej oddanej do sieci i pobranej z sieci przez poszczególne instalacje wchodzące w skład Obiektu, tj. osobno dla magazynu energii elektrycznej, osobno dla elektrowni fotowoltaicznej, osobno dla elektrowni biogazowej przyłączonych w jednym miejscu przyłączenia do sieci dystrybucyjnej. Układy te muszą być zgodne z wymaganiami opisanymi w Rozporządzeniu Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 22 marca 2022 r. w sprawie systemu pomiarowego. Lokalizacja i parametry tych układów pomiarowo-rozliczeniowych powinny być uzgodnione z Energa-Operator S.A.

10. Dane dotyczące sieci oraz parametry w zakresie elektroenergetycznej automatyki zabezpieczeniowej i systemowej

10.1. Dotyczy sieci o napięciu 110 kV w GPZ OLSZTYN JAROTY

- a) Sposób pracy punktu neutralnego sieci: uziemiony punkt neutralny $X_0/X_1 = -$
- b) Napięcie znamionowe sieci: 110 kV
- c) Prąd zwarcia doziemnego 1-faz: - A przy czasie 0,1 s w strefie podstawowej i w czasie przerwy SPZ 0,7 s i czasie strefy drugiej 1 s
- d) Prąd zwarcia doziemnego 3-faz: - A przy czasie 0,1 s w strefie podstawowej i w czasie przerwy SPZ 0,7 s i czasie strefy drugiej 1 s
- e) Moc zwarciowa na szynach 110 kV: - MVA
- f) System ochrony od porażeń: uziemienie ochronne

10.2. Dotyczy sieci o napięciu (SN) 15 kV GPZ OLSZTYN JAROTY

- a) Sposób pracy punktu neutralnego sieci: Sieć 15 kV pracuje z punktem zerowym uziemionym przez rezystor pierwotny
- b) Napięcie znamionowe sieci: 15 kV
- c) Prąd zwarcia doziemnego: 163 A
- d) Czas wyłączenia zwarcia doziemnego: 0,25 s
- e) Moc zwarciowa na szynach 15 kV: 218,43 MVA
- f) Czas wyłączenia zwarcia wielofazowego: 0,12 s
- g) Rzeczywista wartość prądu zwarcia wielofazowego oblicza projektant na podstawie mocy zwarciowej.
- h) System ochrony od porażeń: uziemienie ochronne

10.3. Inne wymagania:

- a) Do obliczeń należy przyjąć następujące parametry sieci od GPZ OLSZTYN JAROTY do miejsca przyłączenia:
 - XRUHAKXs 240 mm² dł. 0,028 km,
 - HAKnFIA/XRUHAKXS 120 mm² dł. 4,963 km,
 - HAKnFIA 240 mm² dł. 0,18 km.

b) Ww. dane dotyczące sieci oraz parametry w zakresie elektroenergetycznej automatyki zabezpieczeniowej i systemowej należy zweryfikować na etapie sporządzania projektu budowlano-wykonawczego przyłączonej elektrowni.

11. Dane znamionowe urządzeń, instalacji i sieci oraz dopuszczalne graniczne parametry ich pracy



Sekcja A (PPE 590243863000371575)				
Urządzenia projektowane:				
PV				
Rodzaj urządzenia/instalacji/sieci		Napięcie znam. [kV]	Moc znam. [kW]	Ilość sztuk
Panel fotowoltaiczny:		0,04	0,585	199
		0,03	0,470	106
Inwerter:		0,4	50	2
		0,4	30	1

MAG	
Rodzaj urządzenia/instalacji	
Moc znamionowa pojedynczego magazynu	2,8 kW
Ilość magazynów	6 szt.
Moc zainstalowana	16,8 kW
Pojemność nominalna	34,8 kWh
Sprawność magazynu	95 %

Sekcja B (PPE 590243863000807524)				
Urządzenia istniejące:				
Rodzaj urządzenia/instalacji/sieci		Napięcie znam. [kV]	Moc znam. [kW]	Ilość sztuk
Zespół kogeneracyjny G1 z generatorem synchroniczny typu MJB400LC4		0,4	990	1
Zespół kogeneracyjny G2 z generatorem synchroniczny typu MJB355LC4		0,4	494	1

12. Wymagania techniczne dla farmy wiatrowej wynikające z pkt. 8, załącznika nr 1 Instrukcji Ruchu i Eksploatacji Sieci Dystrybucyjnej (IRIESD). – nie dotyczy
13. Inne ustalenia:
- 13.1. Dotyczy dokumentacji projektowej:
Projekt wykonawczy rozbudowy instalacji odbiorczo-wytworczej w zakresie abonenckiego przyłącza obiektu, rozliczeniowego układu pomiarowego oraz automatyki zabezpieczeniowej należy uzgodnić w Wydziale Dokumentacji Energetycznej Energa-Operator S.A. Oddział w Olsztynie. Ww. dokumentację projektową należy dostarczyć celem sprawdzenia, w oryginale (1 egz.) wraz z wersją elektroniczną w następującej formie pliku .pdf.
- 13.2. Dotyczy współpracy ruchowej:
Co najmniej 2 miesiące przed terminem uruchomienia urządzeń pozostających w eksploatacji odbiorcy należy opracować i uzgodnić w Energa-Operator S.A. Oddział w Olsztynie Instrukcję współpracy ruchowej projektowanej elektrowni z magazynem energii elektrycznej z siecią Operatora, obejmującą urządzenia pierwotne oraz automatykę i zabezpieczenia.
- 13.3. Dotyczy umowy o przyłączenie:
a) Podmiot Przyłączany w oparciu o opracowaną dokumentację projektową zrealizuje inwestycję w zakresie części abonenckiej, na zasadach określonych w umowie o przyłączenie do sieci elektroenergetycznej.
b) Przewiduje się, że przyłączenie nastąpi według harmonogramu zawartego w załączniku do Umowy o Przyłączenie.
- 13.4. Uwagi dodatkowe:
a) Na jeden miesiąc przed planowanym złożeniem wniosku (wraz z wymaganymi dokumentami) o sprawdzenie instalacji odbiorczej, Podmiot powinien złożyć wniosek o wykonania edycji obiektu w SCADA oraz wydanie karty sim i nadanie APN.
b) Przed załączeniem elektrowni z magazynem energii elektrycznej do ruchu, przyłączane urządzenia należy zgłosić do sprawdzenia w Wydziale Przyłączeń i Rozwoju Energa-Operator S.A. Oddział w Olsztynie. Do zgłoszenia należy dołączyć:
- „Oświadczenie o gotowości do przyłączenia modułów wytwarzania energii typu B”,
- „Oświadczenie o gotowości instalacji przyłączanej”
- kopię pozwolenia na budowę przyłączanej elektrowni z magazynem energii elektrycznej o ile jest wymagane odrębnymi przepisami,
- oświadczenie kierownika budowy o zgodności wykonania obiektu/przyłączanych urządzeń i instalacji z Prawem budowlanym i uzgodnioną przez Energa-Operator S.A. dokumentacją,
- protokół odbioru przyłączanych urządzeń i instalacji wytworczych, sporządzony przez inwestora wraz z protokołami badań odbiorczych instalacji, protokołami badań urządzeń automatyki zabezpieczeniowej, urządzeń łączności oraz telemechaniki (o ile obiekt jest wyposażony), protokołami badań odbiorczych urządzeń wytworczych, innymi dokumentami wynikającymi z indywidualnych dla danego obiektu uwarunkowań,
- dokumentację powykonawczą przyłączanych urządzeń i instalacji z naniesionymi i uzgodnionymi przez projektanta zmianami (jeśli takie nastąpiły).



- uzgodnioną instrukcję współpracy ruchowej przyłączanej elektrowni z magazynem energii elektrycznej,
- harmonogram uruchomienia elektrowni z magazynem energii elektrycznej.
- c) W ramach odbioru technicznego należy przeprowadzić próby funkcjonalne pracy zespołu urządzeń przy udziale pracowników Operatora.
- d) Przyłączenie elektrowni z magazynem energii elektrycznej nastąpi po spełnieniu wymagań dla modułów wytwarzania typu B określonych w Rozporządzeniu Komisji (UE) 2016/631 z dnia 14 kwietnia 2016 r. ustanawiającym kodeks sieci dotyczący wymogów w zakresie przyłączania jednostek wytwórczych do sieci (NC RfG).
- 14. Użytkowane urządzenia elektryczne powinny spełniać wymagania określone w obowiązujących przepisach dotyczących kompatybilności elektromagnetycznej.
- 15. Przy realizacji niniejszych warunków przyłączenia należy spełnić warunki i wymagania:
 - a) określone w rozporządzeniach wydanych na podstawie Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 2019/943 z dnia 5 czerwca 2019 r. w sprawie rynku wewnętrznego energii elektrycznej (wersja przekształcona) (Dz. Urz. UE L 158 z dnia 5 czerwca 2019 r., str. 54), w tym wymagania określone w Rozporządzeniu Komisji (UE) 2016/631 z dnia 14 kwietnia 2016 r. ustanawiającym kodeks sieci dotyczący wymogów w zakresie przyłączania jednostek wytwórczych do sieci (Dz. Urz. UE L 112 z dnia 27 kwietnia 2016 r., str. 1), Rozporządzeniu Komisji (UE) 2017/2198 z dnia 24 listopada 2017 r. ustanawiającym kodeks sieci dotyczący stanu zagrożenia i stanu odbudowy systemów elektroenergetycznych (Dz. Urz. UE L 312 z dnia 28 listopada 2017 r., str. 54) i Rozporządzeniu Komisji (UE) 2017/1485 z dnia 2 sierpnia 2017 r. ustanawiającym wytyczne dotyczące pracy systemu przesyłowego energii elektrycznej (Dz. Urz. UE L 220 z dnia 25 sierpnia 2017 r., str. 1), wraz z późniejszymi zmianami;
 - b) ustanowione na podstawie rozporządzeń opracowanych na podstawie art. 59 i 61 Rozporządzenia 2019/943, w tym wymogi ogólnego stosowania, wynikające z Rozporządzenia 2016/631, wraz z późniejszymi zmianami;
 - c) aktów wykonawczych wydanych na podstawie Ustawy z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne,
 - d) IRIESD Energa-Operator S.A. i IRIESP, w zakresie nieuregulowanym w dokumentach, o których mowa w lit. a), b) i c) powyżej.
- Właściciel zakładu wytwarzania energii jest zobowiązany do spełnienia wszystkich warunków i wymogów wynikających z dokumentów powołanych w pkt. a) i b) powyżej, w tym w szczególności do wypełnienia obowiązku:
 - przeprowadzenia testów i symulacji,
 - dostarczenia certyfikatów sprzętu,
 - wystąpienia i pozyskania odpowiednich pozwoleń.
- 16. Standardy jakościowe energii elektrycznej określa Rozporządzenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 22.03.2023 r. w sprawie szczegółowych warunków funkcjonowania systemu elektroenergetycznego (Dz. U. z 2023 poz. 819). Energa-Operator S.A. nie zapewnia bezpośredniej dostawy energii do sieci elektroenergetycznej dla ww. obiektu. Należy liczyć się z możliwością przetrwania w dostawie energii elektrycznej. Warunkiem wprowadzenia do sieci wyprodukowanej energii elektrycznej jest wytwarzanie tej energii o parametrach określonych w Instrukcji Ruchu i Eksploatacji Sieci Dystrybucyjnej i posiadanie przez Podmiot Przyłączający urządzeń nie powodujących zakłóceń w pracy sieci i innych odbiorców mogących powodować pogorszenie standardów jakościowych energii elektrycznej w sieci Energa-Operator S.A.
- 17. Zawarcie umowy o przyłączenie stanowi podstawę do rozpoczęcia realizacji prac projektowych i budowlano-montażowych, na zasadach określonych w tej umowie.
- 18. Warunki przyłączenia są ważne 2 lata od dnia dostarczenia ich podmiotowi przyłączanemu.
- 19. Uwagi dodatkowe:
Z uwagi na trwającą modernizację części rozdzielni SN stacji CIEPŁOWNIA KORTOWO [0-0493] należącej do Energa-Operator S.A. Oddział w Olsztynie, na etapie opracowywania dokumentacji technicznej dotyczącej przyłączenia RV+MAG OLSZTYN MPEC - (przyłącze nr 1 FPE 590243663000371575), Podmiot Przyłączający wystąpi do Energa-Operator S.A. Oddział w Olsztynie o aktualizację niniejszych warunków przyłączenia.

Mariusz Frąckowiak
OPRACOWAŁ
tel. 896121806

Kierownik
Biura Maja Siedlowskiego
PRZEDSIĘWZĘCIE
Zatwierdził
Tomasz Gniaźdek

ZATWIERDZIŁ

Załączniki:

1. Schemat elektryczny z zaznaczeniem miejsca przyłączenia oraz miejsca rozgraniczenia sieci Energa-Operator S.A. i urządzeń, instalacji lub sieci Podmiotu przyłączanego.

