

<b>E - 1</b>	<b>PROJEKT WYKONAWCZY</b>
<i>TYTUŁ:</i>	<b>ROZBUDOWA I MODERNIZACJA OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW W ŚWIERKLANACH PRZY UL. POGODNEJ</b>
<i>CZĘŚĆ:</i>	<b>INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA</b>
<i>ADRES OBIEKTU:</i>	<b>UL. POGODNA 5, 44 – 266 ŚWIERKLANY</b>
<i>INWESTOR:</i>	GMINA ŚWIERKLANY UL. ŚWIERKLAŃSKA 54 44 - 264 ŚWIERKLANY
<i>OPRACOWAŁ:</i>	<b>Adam Kozik</b> ..... podpis

Data: CZERWIEC 2022

**Zespół autorski:**

**Projektanci:**

Zakres opracowania	Imię i nazwisko	Nr uprawnień	Data	Podpis
INSTALACJA ELEKTRYCZNA	inż. Adam Kozik	SLK/0429/OWOE/04	06.2022	

## *SPIS TREŚCI*

1.	SPIS RYSUNKÓW	4
2.	DOKUMENTY FORMALNO-PRAWNE	5
	2.1 Oświadczenie Projektanta	5
3.	CZĘŚĆ OGÓLNA	6
	3.1 Zakres i podstawa opracowania.	6
4.	CZĘŚĆ TECHNICZNA	6
	4.1 Charakterystyka projektowanej technologii	6
	4.2 Instalacja fotowoltaiczna informacje ogólne	6
	4.3 Moduły fotowoltaiczne	7
	4.4 Konfiguracja obliczenia techniczne systemu fotowoltaicznego	8

## **1. SPIS RYSUNKÓW**

- |                                            |   |        |
|--------------------------------------------|---|--------|
| • Instalacja fotowoltaiczna pole 1 schemat | - | E – 01 |
| • Instalacja fotowoltaiczna pole 2 schemat | - | E – 02 |
| • Instalacja fotowoltaiczna pole 3 schemat | - | E – 03 |

2. DOKUMENTY FORMALNO-PRAWNE

2.1 Oświadczenie Projektanta

O Ś W I A D C Z E N I E

W NAWIĄZANIU DO ART. 20 UST. 4 Z DNIA 7 LIPCA 1994 R. PRAWO BUDOWLANE (DZ. U. Z 2013 ROKU, POZ.1409) OŚWIADCZAM, ŻE PROJEKT PT.:

**PROJEKT INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ DLA ROZBUDOWY I  
MODERNIZACJI OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW W ŚWIERKLANACH PRZY UL.  
POGODNEJ**

ZOSTAŁ SPORZĄDZONY ZGODNIE Z OBOWIĄZUJĄCYMI PRZEPISAMI ORAZ ZASADAMI WIEDZY  
TECHNICZNEJ.

SPORZĄDZONY: **CZERWIEC 2022**

INWESTOR:  
**GMINA ŚWIERKLANY  
UL. POGODNA 5, 44-266 ŚWIERKLANY**

ZOSTAŁ WYKONANY ZGODNIE Z OBOWIĄZUJĄCYMI PRZEPISAMI ORAZ ZASADAMI WIEDZY  
TECHNICZNEJ.

	Imię i nazwisko	Nr uprawnień	Data	Podpis
Projektant	inż. Adam Kozik	SLK/0429/OWOE/04	06.2022	

### **3. CZĘŚĆ OGÓLNA**

#### **3.1 Zakres i podstawa opracowania.**

Przedmiotem niniejszego opracowania jest projekt instalacji fotowoltaicznej dla oczyszczalni ścieków w Świerklanach przy ul. Pogodnej

Dokumentację opracowano na podstawie:

- zlecenia inwestora
- ustawy obowiązujących dnia 7 lipca 1994 –Prawo Budowlane wraz ze wszystkimi nowelizacjami
- rozporządzenia Ministra Infrastruktury obowiązujących dnia 12 kwietnia 2002 w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki wraz ze zmianami
- obowiązujących norm i przepisów

### **4. CZĘŚĆ TECHNICZNA**

#### **4.1 Charakterystyka projektowanej technologii**

Niniejszy etap opracowania obejmuje wykonanie na terenie istniejącej oczyszczalni ścieków farmy fotowoltaicznej, służącej do produkcji energii elektrycznej z promieniowania słonecznego ukierunkowanej na wykorzystanie jej na własne potrzeby oczyszczalni ścieków. Instalacja fotowoltaiczna wyposażona zostanie w elektroniczny system automatyki, którego celem będzie sterowane mocą systemu fotowoltaicznego.

#### **4.2 Instalacja fotowoltaiczna informacje ogólne**

Projektowana instalacja fotowoltaiczna / generator PV, będzie zbudowana z 327 szt modułów fotowoltaicznych o mocy 455 Wp – każdy. Projektowany generator PV zostanie podzielony zgodnie z poniższym układem:

- moc przyłączeniowa równa 50 kW > moc generatora PV równa 109 szt.  $\times$  455 Wp = 49,6 kWp,
- moc przyłączeniowa równa 50 kW > moc generatora PV równa 109 szt.  $\times$  455 Wp = 49,6 kWp,
- moc przyłączeniowa równa 50 kW > moc generatora PV równa 109 szt.  $\times$  455 Wp = 49,6 kWp,

Generatory PV zostaną zabudowane na gruncie przy wykorzystaniu konstrukcji montażowych dedykowanych przez producenta urządzeń – odrębne opracowanie projektowe. Połączone ze sobą moduły, przyłączone zostaną do dwóch niezależnych falowników za pomocą przewodów w podwójnej izolacji, odpornej na promieniowanie UV oraz zmienne warunki atmosferyczne, dedykowanych do zastosowań fotowoltaicznych. Falowniki wpięte zostaną równolegle do instalacji elektrycznej obiektu za pomocą kabli przeznaczonych do pracy z prądem przemiennym. Zarówno strona prądowa DC jak i AC zabezpieczone zostaną odpowiednią aparaturą. Energia elektryczna wyprodukowana w systemach fotowoltaicznych wykorzystywana będzie na potrzeby własne, ewentualne jej nadwyżki zostaną wprowadzone do systemu

elektroenergetycznego. W obwodach AC proj. instalacji fotowoltaicznej, należy zabudować liczniki pomiaru wyprodukowanej energii elektrycznej „brutto” – urządzenia muszą być kompatybilne z instalacją fotowoltaiczną oraz systemem kontrolno-nadzorczym. W ramach realizacji zadania, wykonawca sporządzi i przekaże inwestorowi m.in. kompletne wnioski zgłoszenia przyłączenia mikroinstalacji do sieci elektroenergetycznej TAURON Dystrybucja S.A. – druk ZM „Zgłoszenie / Dokument instalacji przyłączenia mikro instalacji do sieci elektroenergetycznej TAURON Dystrybucja S.A.” oraz pozostałe wymagane dokumenty, należy złożyć w TAURON Dystrybucja S.A. z wymaganym wyprzedzeniem.

- **Uwagi:**  
Projektowane moduły fotowoltaiczne, należy montować do konstrukcji mocującej zgodnie z wytycznymi, wskazaniem i zaleceniami producenta urządzeń / stosując zalecane elementy konstrukcyjno – mocujące.
- Połączenia elektryczne poszczególnych modułów fotowoltaicznych oraz połączenie generatorów PV z inwerterami, należy wykonać w sposób zalecany przez producenta urządzeń – stosując właściwe / zalecane przewody elektryczne. W obrębie generatorów PV projektowane przewody elektryczne należy montować w sposób trwały / zalecany przez producenta, unikając zacieniania modułów fotowoltaicznych.
- Urządzenia wchodzące w skład projektowanych instalacji fotowoltaicznych, należy zabudować w miejscach i w sposób zalecany przez producenta urządzeń oraz zgodnie z obowiązującymi przepisami i normami.
- Urządzenia wchodzące w skład projektowanych instalacji fotowoltaicznych, należy przyłączyć do instalacji elektrycznej obiektu budowlanego w sposób wskazany / zalecany przez producenta urządzeń oraz zgodnie z obowiązującymi przepisami i normami.
- Zalecenia i wytyczne montażowe producentów urządzeń fotowoltaicznych, należy traktować nadrzędnie w stosunku do rozwiązań technicznych przyjętych w niniejszym projekcie.

**4.3 Moduły fotowoltaiczne**

Dla generatorów PV o mocy równej **49,6 kWp** zaprojektowano wysokowydajne moduły, typu LR4-72HPH wykonane w technologii Low LID Mono PERC Half-Cut firmy LONGI, które posiadają znak CE oraz pozostałe / wymagane certyfikaty i dopuszczenia.

Podstawowe parametry techniczne projektowanego modułu fotowoltaicznego typu LR4-72HPH-455M:

PARAMETR	OZNACZENIE	WARTOŚĆ
Moc maksymalna	Pmax	455 Wp
Napięcie obwodu otwartego	Uoc	49,5 V
Prąd zwarcia	Isc	11,66 A
Napięcie w punkcie mocy maksymalnej	Ump	41,7 V
Natężenie prądu w punkcie mocy maksymalnej	Impp	10,92 A

Sprawność modułu	Im	20,90 %
Współczynnik temp. mocy	Pmax	- 0,350 %/°C
Współczynnik temp. napięcia obwodu otwartego	$\beta T$	- 0,270 %/°C
Współczynnik temp. prądu zwarcowego	$\alpha T$	0,048 %/°C
Maksymalne napięcie układu	Umax. pv	DC1500 V (IEC/UL)
Maksymalny prąd bezpiecznika	–	20 A
Maksymalne obciążenie statyczne, przód	–	5400 Pa
Maksymalne obciążenie statyczne, tył	–	2400 Pa
Test gradowy		Średnica kuli gradowej 25 mm, przy prędkości 23 m/s
Zakres temperatury pracy modułu	Tmin. pv-Tmax. pv	-40 °C ~ 85 °C
Wymiary modułu	–	2094×1038×35 mm
Waga modułu	–	23,5 kg
Klasa bezpieczeństwa	–	II

Powyższe parametry techniczne dot. standardowych warunków pomiaru (STC), tj. natężenie promieniowania 1000W/m<sup>2</sup>, temperatura ogniwa 25°C, widmo słoneczne AM1.5.

4.4 Konfiguracja obliczenia techniczne systemu fotowoltaicznego

Generator PV o mocy równej 49,6 kWp

Dla generatora PV o mocy równej **49,6 kWp** zaprojektowano falownik / inwerter łańcuchowy, typu Fronius Tauro ECO 50-3-D firmy Fronius o poniżej wskazanych / podstawowych parametrach technicznych.

Ww. inwerter / falownik, musi być kompatybilny z zastosowaną automatyką - budynek inteligentny, która wykorzystuje protokół MODBUS RTU przesyłany za pośrednictwem interfejsu RS485.

Podstawowe parametry techniczne falownika, typu **Tauro ECO 50-3-D** firmy **Fronius**:

PARAMETR	OZNACZENIE	WARTOŚĆ
<b>Parametry wyjściowe AC</b>		
Moc znamionowa czynna prądu przemiennego	Pacn	50 000 W
Maksymalna moc pozorna prądu przemiennego	Pacmax	50 000 VA
Znamionowe napięcie sieciowe	Uac	230/400 V
Znamionowa częstotliwości sieci	f	50 / 60 Hz
Znamionowy prąd wyjściowy	–	75 A / 400 V
Max. prąd wyjściowy	–	76 A / 400 V
<b>Parametry wejściowe DC</b>		
Max. napięcie wejściowe	–	1 000 V



Maksymalny prąd na MPPT	–	75 A
Maksymalny prąd zwarcia na MPPT	–	87,5 A
Napięcie rozpoczęcia pracy (napięcie rozruchowe)	Udc start	650 V
Zakres napięcia roboczego MPPT	Udc max.	580 V ~ 1 000 V
Znamionowe napięcie wejściowe	Vdc	650 V
Max. liczba wejść	–	14
Liczba trackerów MPP	–	7

- Sprawdzenie maksymalnej ilości modułów ze względu na moc generatora.

Moc znamionowa / czynna falownik PINV = 50 000 W

$P_{GEN}/P_{INV}=(0,8-1,2)$

Stąd:

$109 \times 455 / 50000 = 0,99$  – warunek spełniony

I. Obliczenia dot. strony DC.

$6 \text{ szt. STRING} \times 16 \text{ szt. MODUŁÓW W STRINGU} = 96 \text{ SZT. MODUŁÓW}$

b/ Napięcie toru otwartego w granicznych wartościach temperatury.

$U_{oc}(Tr)=U_{oc} [1+(Tr-25)\beta T100]$

gdzie:

$U_{oc}(Tr)$  Napięcie toru otwartego w temp. Tr [OC]

$U_{oc}$  Napięcie toru otwartego [V]

$Tr$  Temperatura obliczeniowa [OC]

$\beta T$  Temperaturowy współczynnik napięcia [%/OC]

Stąd:

$U_{oc}(-25)=56,18 \text{ V}$   $U_{oc}(+70)=43,49 \text{ V}$

Przyjęta ilość paneli w stringu:  **$np=16$**

$U_{oc}(-25)=898,92\text{ V}$

$U_{oc}(+70)=695,77\text{ V}$

$U_{dc\ start}$  musi być mniejsze od napięcia  $U_{oc}(+70)$  – warunek spełniony

$U_{oc}(-25)$  musi być mniejsze od max. napięcia DC inwertera – warunek spełniony

c/ Sprawdzenie napięcia dla temperatury dodatniej w pkt. MPP.

$$IMPP(TI)=IMPP [1-(Tmax-25)\beta T100]$$

Min. ilość paneli w stringu:  $n_{min}=6$

d/ Obliczenia zmienności prądu oraz mocy znamionowej w skrajnych temperaturach.

$$ISC(TI)=ISC [1+(TI-25)\alpha T100]$$

$$ISC(T=-25^{\circ}C)=11,38 A < max.plądu wIjścia DC inwIIItIIa - warunek spełniony$$

$$ISC(T=70^{\circ}C)=11,91 A < max.plądu wIjścia DC inwIIItIIa - warunek spełniony$$

$$Pmpp(TI)=Impp [1+(TI-25)\gamma T100]$$

$$Pmpp(T=-25^{\circ}C)=8554,00 Wp \quad Pmpp(T=70^{\circ}C)=6133,40 Wp$$

e/ Obliczenia dot. wartości zabezpieczeń po stronie DC dla jednego stringu / 16 modułów.

$$ISC(Tmax)=11,91 A$$

**In BEZP.=20 A** o charakterystyce gPV dla bieguna dodatniego i ujemnego

Przyjęto kabel / przewód dedykowany do systemów fotowoltaicznych o przekroju 6 mm<sup>2</sup> / 1500 V DC.

Warunki prawidłowego doboru zabezpieczeń po stronie DC:

$$IR \text{ BEZP.} > 1,4 \times ISC(Tmax) \rightarrow 20 A > 16,68 A - \text{warunek spełniony}$$

$$IR \text{ BEZP.} < 2,4 \times ISC(Tmax) \rightarrow 20 A < 28,56 A - \text{warunek spełniony} \quad IR \text{ BEZP.}=1200 V$$

$$DC \geq 1,2 \times I$$

$$(-25) \times R_p = 1078,71 V DC$$

$$IR \text{ BEZP.}=1200 V DC \geq 1078,71 V DC - \text{warunek spełniony}$$

gdzie:

$IR \text{ BEZP.}$  – prąd znamionowy urządzenia / urządzeń zabezpieczających po stronie DC,

$IR \text{ BEZP.}$  – napięcie znamionowe urządzeń zabezpieczających po stronie DC.

f/ Obliczenia dot. max. spadku napięcia w obwodach DC.

$$\Delta I\% = 0,32 < 1\%$$

g/ Obliczenia dot. poziomu ochrony przeciwprzepięciowej w obwodach DC.

Poziom ochrony zapewniony przez ograniczniki przepięć zabudowane w obwodach DC instalacji PV musi być niższy niż maksymalne napięcie wytrzymywane przez falownik i moduły PV.

– Maksymalne napięcie wejścia DC falownika, typu Tauro ECO 50-3-D firmy Fronius:

$$I_{max. DC} = 1000 V DC$$

– Maksymalne napięcie układu dla modułu fotowoltaicznego, typu LR4-72HPH-455M firmy LONGI:

$$I_{max.PI} = 1500 V DC$$

– Napięcie pracy elastycznych, jednożyłowych, bezhalogenowych przewodów / kabli DC:  $IR = 1500 \text{ V DC}$

$I_{max.} = 1800 \text{ V DC}$  – max. napięcie względem ziemi

$IR = 1100 \text{ V DC} \geq 1,2 \times I$

$(-25) \times R_p = 1078,71 \text{ V DC} < I_{max. DC} = 1100 \text{ V DC}$

$IR = 1100 \text{ V DC} \geq 1078,71 \text{ V DC} < I_{max. DC} = 1100 \text{ V DC}$  – warunek spełniony

Należy zastosować ochronę przeciwprzepięciową obwodów DC na poziomie 1100 V DC.

**Obliczenia dot. max. spadku napięcia w obwodach DC.**

$\Delta I\% = 0,57 < 1\%$

**g/ Obliczenia dot. poziomu ochrony przeciwprzepięciowej w obwodach DC.**

Poziom ochrony zapewniony przez ograniczniki przepięć zabudowane w obwodach DC instalacji PV musi być niższy niż maksymalne napięcie wytrzymywane przez falownik i moduły PV.

– Maksymalne napięcie wejścia DC falownika, typu **Tauro ECO 50-3-D** firmy **Fronius**:

$I_{max. DC} = 1000 \text{ V DC}$

– Maksymalne napięcie układu dla modułu fotowoltaicznego, typu **LR4-72HPH-455M** firmy

LONGI:  $I_{max.PI} = 1500 \text{ V DC}$

– Napięcie pracy elastycznych, jednożyłowych, bezhalogenowych przewodów / kabli DC:  $IR = 1500 \text{ V DC}$

$I_{max.} = 1800 \text{ V DC}$  – max. napięcie względem ziemi

$IR_{OGR} = 1100 \text{ V DC} \geq 1,2 \times I$

$(-25) \times R_p = 809,03 \text{ V DC} < I_{max. DC} = 1100 \text{ V DC}$

$IR_{ORG} = 1100 \text{ V DC} \geq 809,03 \text{ V DC} < I_{max. DC} = 1100 \text{ V DC}$  – warunek spełniony

Należy zastosować ochronę przeciwprzepięciową obwodów DC na poziomie 1100 V DC. **II.**

**Obliczenia dot. strony AC.**

**a/ Obliczenia dot. wartości zabezpieczeń po stronie AC.**

Przyłączenie generatora PV – 49,9 kWp do rozdzielni RG

$PPV = 49,6 \text{ kW}$

$\cos \varnothing = 1$

Przyjęto kabel / przewód, typu YKY  $5 \times 35 \text{ mm}^2$

stąd obliczeniowy prąd obciążenia:  **$I_o = 76 \text{ A}$**

$I_o < I_n < I_z$

$I_2 = 1,6 \times I_n < 1,45 \times I_z$

gdzie:

$I_o$  – prąd obliczeniowy,

$I_n$  – prąd znamionowy urządzenia zabezpieczającego,

$I_z$  – obciążalność długotrwała żyły przewodu (kabla),

$I_2$  – prąd zadziałania urządzeń zabezpieczających.

$l$  – długość linii elektrycznej [ m ]

Proj. linię elektroenergetyczną należy wykonać kablem, typu **YKY 5×35 mm<sup>2</sup>**, dla którego  $I_z = 138$  A.

Zabezpieczenie linii kablowej:  **$I_n = 80$  A**

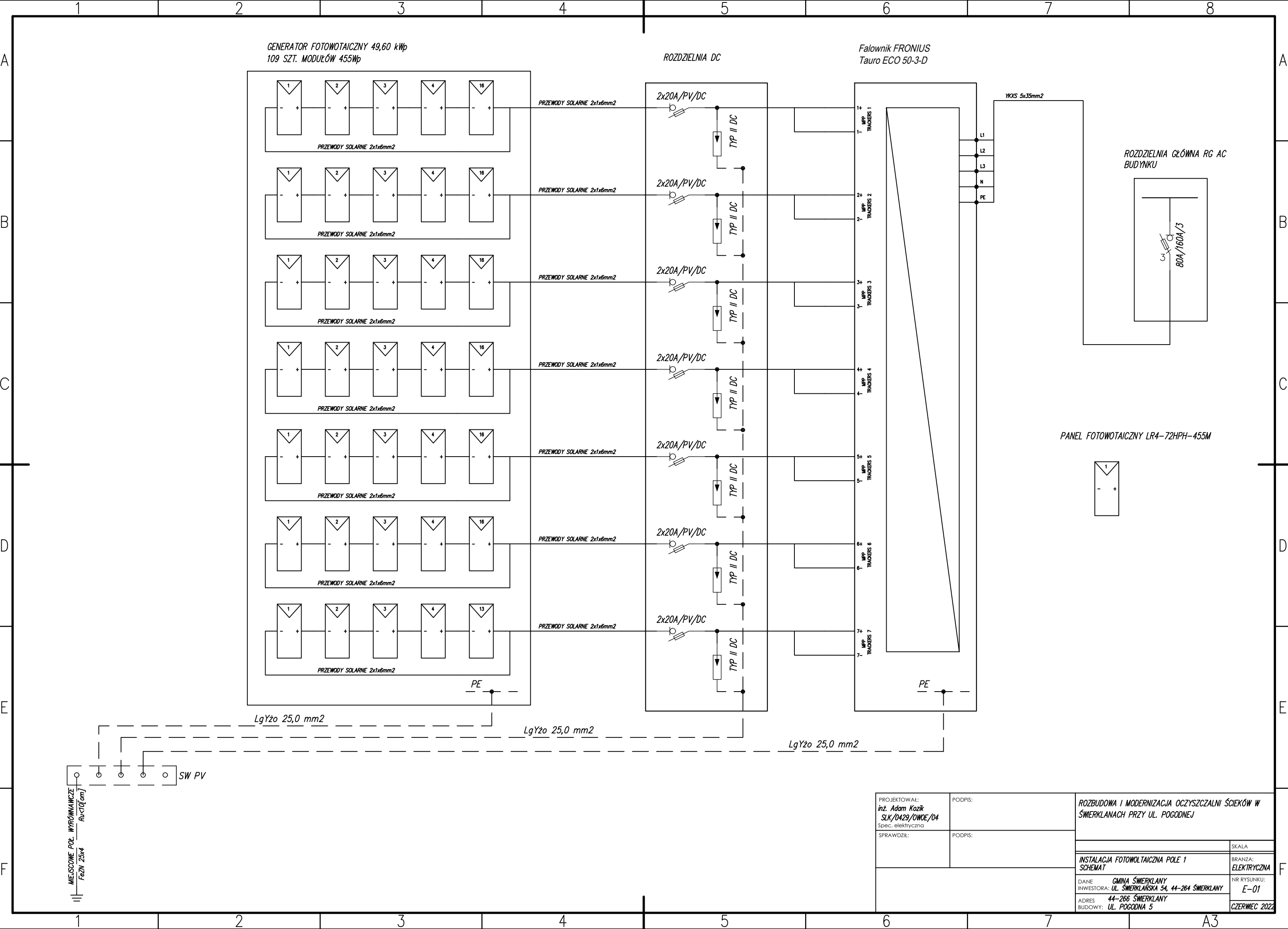
Sprawdzenie warunków prawidłowego doboru:

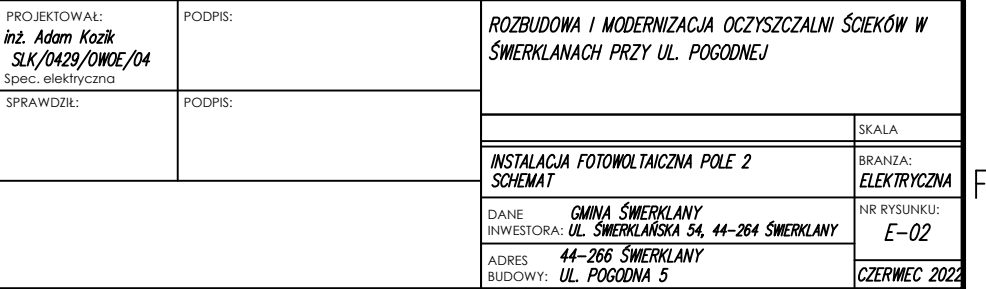
$76 < 80 < 138$  [ A ] – warunek spełniony

$1,6 \times 80 = 128 < 1,45 \times 138 = 200,10$  [ A ] – warunek spełniony

**b/ Obliczenia dot. max. spadku napięcia w obwodzie AC.**

$\Delta U\% = 0,96$





A

B

C

D

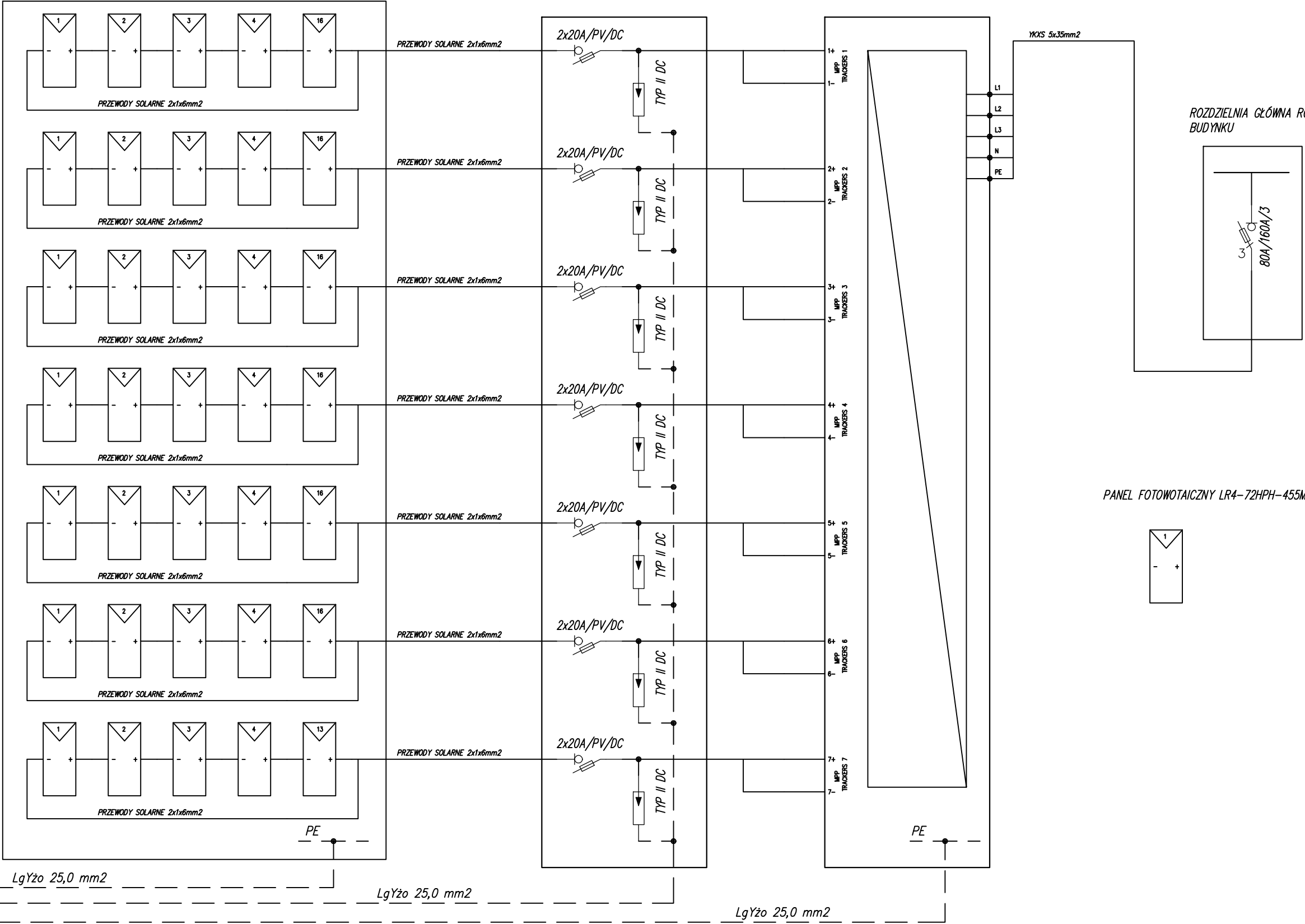
E

F

GENERATOR FOTOWOTAICZNY 49,6 kWp  
109 SZT. MODUŁÓW 455Wp

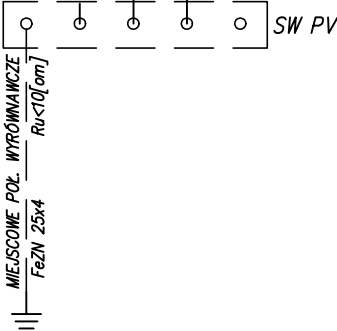
ROZDZIELNIA DC

Falownik FRONIUIS  
Tauro ECO 50-3-D



ROZDZIELNIA GŁÓWNA RG AC  
BUDYNKU

PANEL FOTOWOTAICZNY LR4-72HPH-455M



PROJEKTOWAŁ: inż. Adam Kozik SLK/0429/OWOE/04 Spec. elektryczna	PODPIS:	ROZBUDOWA I MODERNIZACJA OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW W ŚWIERKLANACH PRZY UL. POGODNEJ	
SPRAWDZIŁ:	PODPIS:		
		INSTALACJA FOTOWOTAICZNA POLE 3 SCHEMAT	SKALA:
		DANE INWESTORA: GMINA ŚWIERKLANY UL. ŚWIERKLAŃSKA 54, 44-264 ŚWIERKLANY	BRANŻA: ELEKTRYCZNA
		ADRES BUDOWY: 44-266 ŚWIERKLANY UL. POGODNA 5	NR RYSUNKU: E-02
		CZERWIEC 2022	