



INSTYTUT ENERGETYKI

Instytut Badawczy

Pracownia Oddziaływań Środowiskowych
i Ochrony Przeciwpzepięciowej

01-330 Warszawa, ul. Mory 8
tel. 22 3451 331 lub tel/fax. 22 836 8818
www: <http://www.ien.com.pl/eos/> e-mail:
eos@ien.com.pl



AB 252



Nr pracy: EOS.4032.028.2022 PEM OŚ	Data i miejsce wydania: Warszawa, 06.07.2022	Strona: 1 z 9
---------------------------------------	---	------------------

SPRAWOZDANIE Z BADAŃ

poła elektromagnetycznego w środowisku
wokół elektrowni fotowoltaicznej (słonecznej) 15/0,8 kV Puznówka

**OBSZAR OBJĘTY
POMIARAMI:** Otoczenie elektrowni fotowoltaicznej (słonecznej) 15/0,8 kV
Puznówka

LOKALIZACJA: Elektrownia fotowoltaiczna (słoneczna) 15/0,8 kV Puznówka
Dz. nr ew. 1187/1, obręb Puznówka,
gmina Pilawa,
powiat garwoliński,
woj. mazowieckie

ZLECENIODAWCA: R.Power Development Sp. z o.o.
ul. Puławska 2
02-566 Warszawa

UMOWA: Zlecenie z dnia 20.06.2022 r.

WYKONAWCY: mgr inż. Mateusz Kacperek
mgr inż. Jacek Tymochowicz

**OSOBA
AUTORYZUJĄCA:** mgr inż. Hubert Śmietanka

KIEROWNIK
Pracowni Oddziaływań Środowiskowych
i Ochrony Przeciwpzepięciowej

mgr inż. Hubert Śmietanka

1. Obiekt badany

Typ obiektu:	Otoczenie elektrowni fotowoltaicznej (słonecznej) 15/08 kV Puznówka o mocy 1 MW. Dane uzyskane od zleceniodawcy	
Nazwa użytkownika źródła pola i adres obiektu:	<p><u>Adres użytkownika źródła pola:</u> R.Power Development Sp. z o.o. ul. Puławska 2 02-566 Warszawa</p> <p><u>Adres obiektu:</u> Działka nr ew. 1187/1 z obrębem Puznówka Gmina Pilawa, powiat garwoliński 08-440 Pilawa</p> <p>Dane uzyskane od zleceniodawcy</p>	
Dane źródeł pól:	<p>Źródłem pól elektromagnetycznych jest elektrownia fotowoltaiczna (słoneczna) nr 09A1477 15/0,8 kV Puznówka, na której znajduje się siedem inwerterów, jedna stacja transformatorowa i dwadzieścia rzędów stołów solarnych. Stacja transformatorowa znajdująca się na terenie zamkniętego obiektu energetycznego i jest przyłączona do sieci energetycznej przy użyciu linii kablowej. W stacji transformatorowej znajduje się transformator nN/SN oraz kilka rozdzielni. Pierwsza rozdzielnia SN wyposażona jest w 3 pola. Pierwsze pole to pole przyłączeniowe elektrowni fotowoltaicznej (słonecznej) do sieci SN, drugie pole służy do pomiaru prądu i napięcia, a trzecie jest polem transformatorowym nN/SN (0,8/15 kV). Po stronie niskiego napięcia zainstalowano rozdzielnicę potrzeb własnych służąca na potrzeby wewnątrz stacji tj. zasilanie oświetlenia, monitoringu, układów zdalnego sterowania SCADA, która dodatkowo jest wyposażona w UPS-y oraz posiada transformator o mocy 6kVA i przekładni napięciowej 800/230 V, który zabezpieczony jest po stronie pierwotnej wkładką topikową o prądzie rzędu 20 A. Drugą rozdzielnicą nN na stacji jest rozdzielnica RN-W, składająca się z 10 pól liniowych. Siedem z nich jest podłączone do każdego inwertera osobno linią kablową oraz zabezpieczone bezpiecznikami mocy NH1 gG 100 A. Jedno pole zostało przeznaczone do zabezpieczenia ochronnika bezpiecznikiem mocy NH1 gG 160 A. Dwa pozostałe pola są polami rezerwowymi.</p> <p>Dane uzyskane od zleceniodawcy</p>	
Dane źródeł pól w czasie pomiarów:	<p>Strona SN</p> <p>$U_{12,23,31} = 16,2 \text{ kV}$ $P = - 807 \text{ kW}$ $I_{1,2,3} = 28,8 \text{ A}$ $Q = 91,3 \text{ kvar}$ $f = 49,976 \text{ Hz}$</p> <p>Dane uzyskane od zleceniodawcy</p>	<p>Strona nN</p> <p>$U_{123} = 830,52 \text{ V}$ $U_{1,2,3} = 528,08 \text{ V}$ $I_{1,2,3} = 565,83 \text{ A}$ $Q = 372,94 \text{ kvar}$ $S = 892,52 \text{ kVA}$ $P = -810 \text{ kW}$ $f = 49,996 \text{ Hz}$</p>
Opis źródeł pól:	<p>Elektrownia fotowoltaiczna (słoneczna) 15/0,8 kV Puznówka jest obiektem elektroenergetycznym zawierającym urządzenia służące do wytwarzania i przetwarzania napięcia elektrycznego z 0,8 kV na 15 kV.</p> <p>Dane uzyskane od zleceniodawcy</p>	
Opis otoczenia źródła pola z uwagi na ludzi:	<p>Elektrownia fotowoltaiczna (słoneczna) 15/0,8 kV Puznówka jest obiektem zamkniętym i niedostępnym dla ludności, a jedynie dla upoważnionego personelu. Obiekt jest ogrodzony oraz monitorowany. Wokół stacji znajdują się tereny polne, połacie lasów, zabudowa mieszkalno-gospodarcza. W bezpośrednim sąsiedztwie, od strony północnej elektrowni fotowoltaicznej (słonecznej) przebiega linia elektroenergetyczna 110 kV relacji SE Pilawa – SE Mińsk Mazowiecki.</p> <p>Dane uzyskane od zleceniodawcy</p>	
Usytuowanie:	wg rys. 2	
Sposób identyfikacji widma częstotliwości:	<p>Identyfikacji widma częstotliwości dokonano na podstawie dokumentacji dostarczonej przez właściciela linii oraz na podstawie oględzin w terenie w trakcie wykonywania pomiarów. Zidentyfikowano pole elektromagnetyczne o częstotliwości 50 Hz/AC.</p>	

2. Cel pomiarów

Celem pomiarów było sprawdzenie dotrzymania dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku zgodnie z wymaganiami Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 17 grudnia 2019 r. (Dz.U. 2019 poz. 2448) [4] w otoczeniu instalacji elektroenergetycznych zgodnie z wymaganiami załącznika do Rozporządzenia Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 6 maja 2022 r. (Dz.U. 2022 poz. 1121) [1].

Dla badanego zakresu częstotliwości 50 Hz wartości dopuszczalne wynoszą:

Kwalifikacja terenu	Pole elektryczne [kV/m]	Pole magnetyczne [A/m]
• Miejsca przeznaczone pod zabudowę mieszkaniową	1	60
• Miejsca dostępne dla ludności	10	60

3. Zasady i warunki wykonania pomiarów

3.1 Sposób wykonania pomiarów

Pomiary wykonano według załącznika do Rozporządzenia Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 6 maja 2022 r. w sprawie sposobów sprawdzania dotrzymania dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku (Dz.U. 2022 poz. 1121) [1].

W wybranych pionach pomiarowych (pokazanych na rys. 2) na wysokościach od 0,3 do 2,0 m nad poziomem terenu mierzono wartości indukcji magnetycznej B oraz natężenia pola elektrycznego E .

3.2 Aparatura pomiarowa

Tabela 1 Wykaz aparatury pomiarowej

Typ miernika	Sonda	Zakres pomiaru	Zakres częstotliwości
IEn CMP-2	kierunkowa, zintegrowana	0,10÷19,5 kV/m	50 Hz (filtr)

Świadectwo wzorcowania nr LWiMP/W/378/21 z dnia 17.12.2021 ważne do 21.12.2023 r.

Sposób bieżącej kontroli sprawności miernika wg instrukcji IN-EOS-02 [3]. Sprawny.

Typ miernika	Sonda	Zakres pomiaru	Zakres częstotliwości
Maschek ESM-100	izotropowa, zintegrowana	0,1 μ T ÷ 19 mT	50 Hz (filtr)

Świadectwo wzorcowania nr LWiMP/W/234/20 z dnia 13.08.2020 ważne do 13.08.2022 r.

Sposób bieżącej kontroli sprawności miernika wg instrukcji IN-EOS-01 [2]. Sprawny.

3.3 Aparatura pomocnicza

Tabela 2 Wykaz aparatury pomocniczej

Miernik	Typ	Producent	Nr. fabryczny/inwent.	Świadectwo wzorcowania
Termohigrometr	LB701	LAB-EL	989	72911/2021
Dalmierz	PLR15	BOSCH	411508382	L4-L41.4180.31.2021.563.1
GPS	GPSMAP 60 CSX	GARMIN	EOS-A-54	-
Miara zwijana	-	Dexter	EOS-A-39	L4-L42.4180.51.2021.564.1

3.4 Warunki w czasie pomiarów

Tabela 3 Warunki środowiskowe w czasie wykonywania pomiarów

Data	Godzina	Warunki środowiskowe:	
		Temperatura [°C]	Wilgotność [%]
28.06.2022 r.	10 ⁴⁵ – 12 ⁴⁵	26,2 – 36,6	53,5 – 33,8

Opad atmosferyczny: **nie wystąpił**

4. Wyniki pomiarów

W czasie wykonywania pomiarów pól elektromagnetycznych warunki pracy urządzeń były jak podano w pkt 1.

Wartości maksymalne natężenia pola elektrycznego 50 Hz E_m wyliczono z zależności:

$$E_m = k_u E_p$$

gdzie:

- E_m - wartość natężenia pola, która może wystąpić w czasie normalnej eksploatacji linii, w najbardziej niekorzystnych warunkach;
- k_u - poprawka na największą wartość napięcia roboczego;
- E_p - zmierzona wartość natężenia pola.

Poprawka na największą wartość napięcia roboczego:

$$k_u = \frac{U_m}{U_p}$$

gdzie:

- U_m - największa, dopuszczalna wartość napięcia urządzenia w warunkach normalnej eksploatacji;
- U_p - wartość napięcia urządzenia w czasie wykonywania pomiarów.

Wartości maksymalne natężenia pola magnetycznego 50 Hz H_m wyliczono z zależności:

$$H_m = k_i H_p$$

gdzie:

- H_m - największa wartość natężenia pola magnetycznego, jaka może wystąpić w danym punkcie pomiarowym przy znamionowym prądzie obciążenia;
- k_i - poprawka na największą wartość prądu obciążenia toru prądowego;
- H_p - zmierzona wartość natężenia pola magnetycznego.

Poprawka na największą wartość prądu obciążenia toru prądowego:

$$k_i = \frac{I_{zn}}{I_p}$$

gdzie:

- I_{zn} - znamionowa wartość prądu obciążenia toru prądowego;
- I_p - wartość prądu w czasie pomiarów.

Tabela 4 Zestawienie wartości pola elektromagnetycznego w wyznaczonych pionach pomiarowych wg rys. 2

Nazwa źródła pól:	Elektrownia fotowoltaiczna (słoneczna) 15/0,8 kV Puznówka									
	Wartość mierzona:	Natężenie pola elektrycznego E / Indukcja pola magnetycznego B								
Częstotliwość:	50 Hz									
Nr	Pion pomiarowy		Wartość E zm./przel.	Współczynnik k przeliczenia na maksimum	Niepewność E \pm kV/m	Wartość B zm.	Wartość H wyzn./przel.	Współczynnik k przeliczenia na maksimum	Niepewność H \pm A/m	
	Współrzędne	Opis								
1	51°58'15.36"N 21°35'29.57"E	brama wjazdowa	<0,10 <0,10	1,00	0,01	0,11	0,09 0,11	1,25	0,02	
2	51°58'15.24"N 21°35'29.92"E	południowo - wschodni róg ogrodzenia stacji	<0,10 <0,10	1,00	0,01	0,32	0,26 0,32	1,25	0,05	
3	51°58'11.97"N 21°35'28.93"E	środek wschodni ogrodzenia stacji	<0,10 <0,10	1,00	0,01	0,16	0,13 0,16	1,25	0,03	
4	51°58'18.58"N 21°35'27.83"E	południowo - wschodni róg ogrodzenia stacji	<0,10 <0,10	1,00	0,01	0,12	0,10 0,12	1,25	0,02	
5	51°58'19.28"N 21°35'23.90"E	południowo - zachodni róg ogrodzenia stacji	<0,10 <0,10	1,00	0,01	0,09	0,07 0,09	1,25	0,02	
6	51°58'12.35"N 21°35'24.89"E	środek zachodni ogrodzenia stacji	<0,10 <0,10	1,00	0,01	0,14	0,11 0,14	1,25	0,02	
7	51°58'15.82"N 21°35'26.04"E	południowo - zachodni róg ogrodzenia stacji	<0,10 <0,10	1,00	0,01	0,25	0,20 0,25	1,25	0,04	

Uwaga:

Wartości zaznaczone w tabeli kursywą, czyli wartości pola elektrycznego poniżej 0,1 kV/m oraz pola magnetycznego poniżej 0,1 μ T lub 0,08 A/m należy potraktować jako wyniki nie akredytowane - wynika to zakresu akredytacji PCA dla laboratorium i niemożliwości wywzorcowania przyrządów pomiarowych na wartości niższe niż to wynika z możliwości laboratoriów wzorcujących. Wartości te obejmuje jednak zakres pomiarowy przyrządów i są one sprawdzane w laboratorium przed pomiarami przy pomocy własnych źródeł odniesienia nie mających rangi wzorców.

Podane powyżej wartości są zestawieniem wartości zmierzonych z przeliczeniem na najgorsze warunki, w jakich może nastąpić eksploatacja wyżej wymienionej elektrowni fotowoltaicznej (słonecznej).

Maksymalne wartości natężenia pola elektromagnetycznego występuje przy stronie północnej elektrowni fotowoltaicznej (słonecznej) Puznówka i wynosi w najgorszych warunkach: natężenie pola magnetycznego H wynosi 0,32 A/m \pm 0,05 A/m. Pole elektryczne poniżej 0,1 kV/m \pm 0,01 kV/m, jest ekranowane przez ogrodzenie farmy.

5. Niepewność pomiaru

Zgodnie w wymaganiami zawartymi w Załączniku do Rozporządzenia Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 6 maja 2022 r. [1] sprawdzenia dotrzymania dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku dokonuje się przez wykonanie pomiarów PEM oraz porównanie ich wyników, powiększonych o rozszerzoną niepewność pomiaru U dla współczynnika rozszerzenia $k=2$, z dopuszczalnych wartościami parametrów fizycznych podanymi w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 17 grudnia 2019 r. [4].

W związku z tym zidentyfikowano czynniki wpływające na niepewność pomiaru. Powyższe wymaganie wymusza znajomość poziomu niepewności w trakcie wykonywania pomiarów, w związku z czym dokonano poniższej analizy i wyznaczono stałe procentowe poziomy niepewności w zależności od wyznaczonej składowej pola elektromagnetycznego.

Sposób wyznaczania niepewności oraz jej szacowania dokonano w procedurze badawczej PB-EOS-07 [5]. Dla pomiarów pola elektrycznego przyjęto niepewność rozszerzoną $\pm 15,6\%$, a dla pola magnetycznego $\pm 16,8\%$.

6. Imię i nazwisko oraz stanowisko osób, które w imieniu użytkownika źródeł pól udzielały niezbędnych informacji:

- Maciej Mazurkiewicz – inż. serwisu Nomad Electric Services sp. z o.o.

7. Obecni w czasie pomiarów

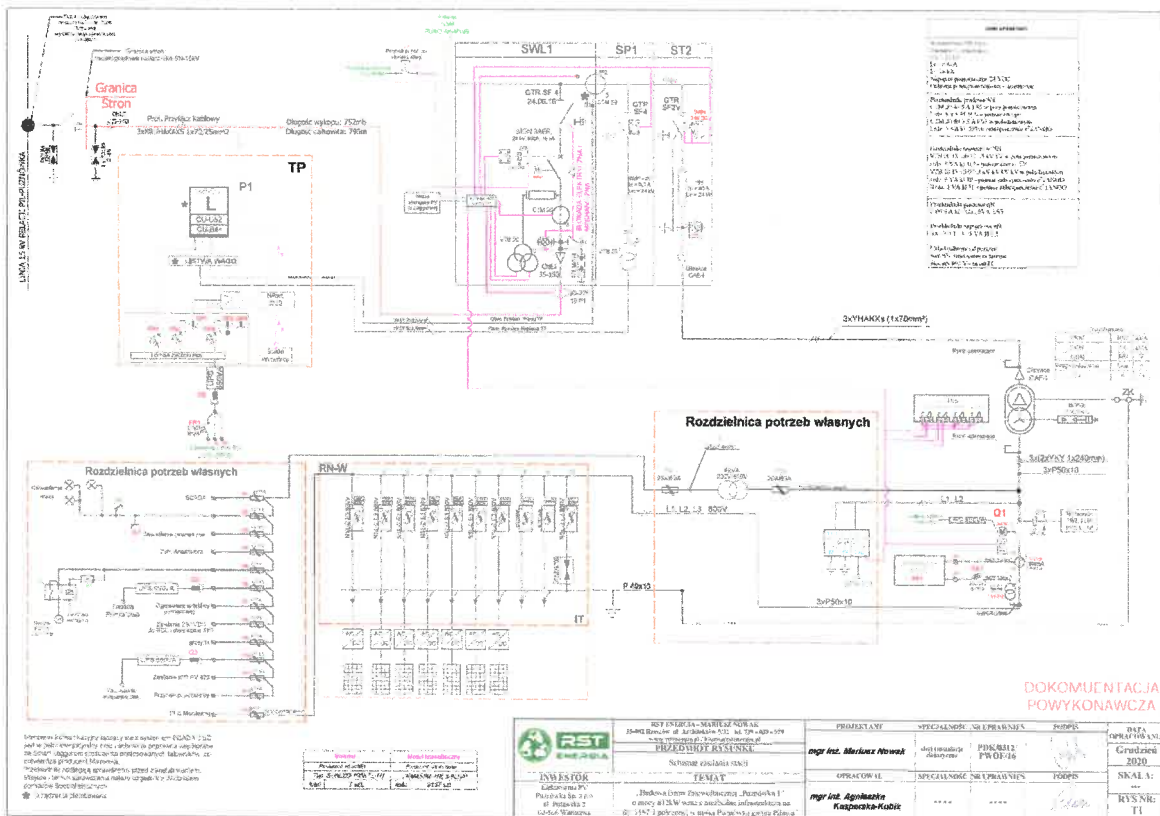
Pomiary wykonali: mgr inż. Mateusz Kacperk
mgr inż. Jacek Tymochowicz

Osoby obecne w czasie pomiarów: mgr inż. Hubert Śmietanka
mgr inż. Roman Witkowski
Maciej Mazurkiewicz

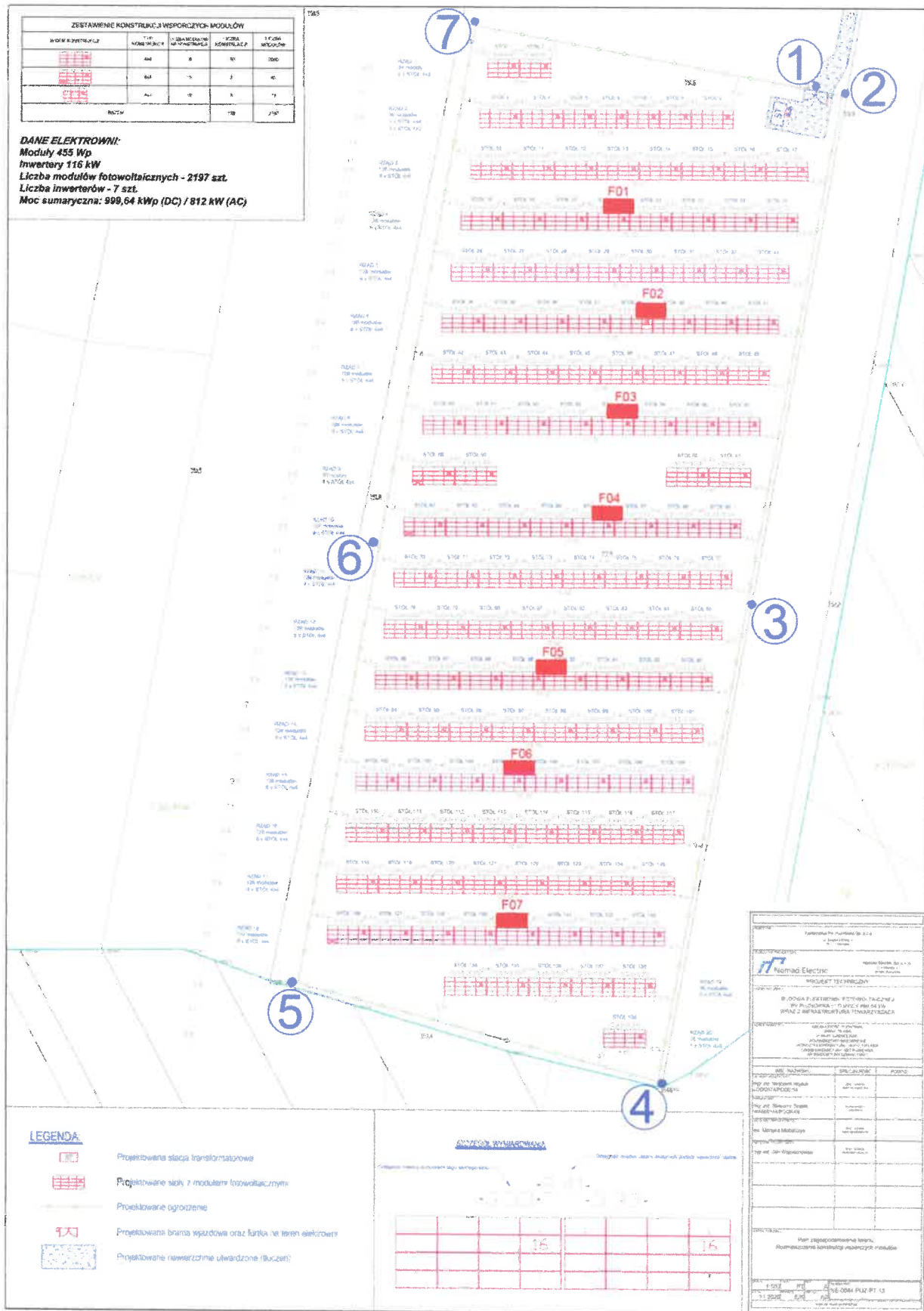
8. Zasada podejmowania decyzji dotycząca zgodności z wymaganiami

Zasada podejmowania decyzji dotyczącej stwierdzenia zgodności z wymaganiem została przyjęta na podstawie załącznika do Rozporządzenia Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 6 maja 2022 r. w sprawie sposobów sprawdzania dotrzymania dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku (Dz.U. 2022 poz. 1121), w którym ustawodawca określił, że sprawdzenia dotrzymania dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku dokonuje się poprzez porównanie otrzymanych wyników pomiarów, powiększonych o rozszerzoną niepewność pomiaru U dla współczynnika rozszerzenia $k=2$, z dopuszczalnymi wartościami parametrów fizycznych pól elektromagnetycznych określonymi w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 17 grudnia 2019 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku (Dz.U. 2019 poz. 2448).

Po uzgodnieniu z klientem przyjęto metodę podejmowania decyzji zgodną z wymaganiem przepisu.



Rys. 1 Schemat elektryczny przyłączenia elektrowni fotowoltaicznej (słonecznej) do sieci SN



Rys. 2 Usytuowanie elektrowni fotowoltaicznej (słonecznej) 15/0,8 kV Puznówka wraz z naniesionymi pionami pomiarowymi, w których mierzono wartości natężeń pól elektromagnetycznych (50 Hz)

- ① - piony pomiarowe
- - rozmieszczenie inwerterów na elektrowni fotowoltaicznej (słonecznej) (F01 – F07)

STWIERDZENIE ZGODNOŚCI Z WYMAGANIAMI

Na badanym obszarze w otoczeniu elektrowni fotowoltaicznej (słonecznej) 15/0,8 kV Puznówka zlokalizowanej w obrębie Puznówka na działce nr 1187/1 stwierdza się:

A) możliwość występowania maksymalnych wartości:

- natężenia pola elektrycznego E maksymalnie poniżej $0,10 \text{ kV/m} \pm 0,01 \text{ kV/m}$,
- natężenia pola magnetycznego H maksymalnie $0,32 \text{ A/m} \pm 0,05 \text{ A/m}$,

czyli poziomów dużo niższych niż dopuszczalne dla miejsc dostępnych dla ludności zgodnie z wymaganiami rozporządzeń [1] i [4];

B) występowanie wartości natężenia pola elektrycznego E poniżej 10 kV/m i magnetycznego H poniżej 60 A/m na całym obszarze w otoczeniu elektrowni fotowoltaicznej (słonecznej), czyli poziomów niższych niż dopuszczalne dla miejsc dostępnych dla ludności zgodnie z wymaganiami rozporządzeń [1] i [4].

Wykaz dokumentów przywołanych w sprawozdaniu

- [1] Rozporządzenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 6 maja 2022 r. zmieniającego rozporządzenie w sprawie sposobów sprawdzania dotrzymania dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku (Dz.U. 2022 poz. 1121)
- [2] IN-EOS-01 „Instrukcja sprawdzeń mierników pola magnetycznego niskiej częstotliwości”. Wyd. IV z dn. 06.05.2021 r.
- [3] IN-EOS-02 „Instrukcja sprawdzeń mierników pola elektrycznego 50 Hz”. Wyd. IV z dn. 06.05.2021 r.
- [4] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 17 grudnia 2019 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku (Dz.U. 2019 poz. 2448)
- [5] PB-EOS-07 Badanie pól elektromagnetycznych w środowisku w otoczeniu instalacji elektroenergetycznych. Wyd. III z dn. 10.06.2022 r.

KONIEC SPRAWOZDANIA