

ANALIZA

Zadanie: Zagadnienia prawnośrodowiskowe w kontekście uniwersalnych rozwiązań technicznych

Obiekt: Instalacje elektroenergetyczne farm fotowoltaicznych

Data wykonania: listopad 2023 r.

Zleceniodawca: SONNEDIX Poland sp. z o. o.

Oznaczenie archiwalne projektu:

U-097/23	A	1	1	1	
<small>Oznaczenie umowy</small>	<small>Rodzaj pracy</small>	<small>Obiekt</small>	<small>Zeszyt</small>	<small>Edycja</small>	<small>Aneks</small>

Egzemplarz nr 1

Spis zawartości

A. Stan prawny dotyczący instalacji związanych z emisją pola elektromagnetycznego do środowiska.....	2
1. Akty prawne.....	2
2. Zasady ustanowione przez akty prawne.....	2
B. Zagadnienie kumulacji oddziaływań.....	6
C. Istota pracy farm fotowoltaicznych i ich instalacji.....	7
D. Oszacowania wielkości polowych w środowisku od elementów farmy fotowoltaicznej.....	8
1. Stacja elektroenergetyczna (GPO – Główny Punkt Odbioru energii).....	8
2. Inne instalacje elektryczne na terenie farmy fotowoltaicznej.....	9
E. Podsumowanie.....	12
F. Informacja o autorach.....	13

A. Stan prawny dotyczący instalacji związanych z emisją pola elektromagnetycznego do środowiska

1. Akty prawne

Prawo dotyczące potencjalnego oddziaływania pola elektromagnetycznego [em.] na środowisko regulują dwie ustawy:

- *Prawo ochrony środowiska* (dalej: [POŚ]¹),
- *O udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko* (dalej: [OOŚ]²).

Ponadto pewne odniesienia do zagadnienia ma ustawa *Prawo budowlane*, w szczególności przez zawarcie w rozporządzeniu wykonawczym dotyczącym budynków i ich usytuowania³ odniesień do pola elektromagnetycznego w budynkach, jednak w praktyce nie stanowi ona niczego, co wzmocniłoby zasady określone przez [POŚ]. Rozporządzenie to służy ustanowieniu zasad projektowania i lokalizacji budynków w już „zastanym” środowisku, a nie ma związku z wprowadzaniem do środowiska nowych emisji; tego zagadnienia dotyczą tylko dwie pierwsze ustawy i ich uwzględnianie jest wystarczające dla omawiania inwestycji w rodzaju farm fotowoltaicznych.

2. Zasady ustanowione przez akty prawne

1. Ustawa [POŚ] stanowi, że pojawienie się w środowisku pola elektromagnetycznego w wyniku pracy jakiegokolwiek instalacji jest *emisją*. Dotyczy to zarówno pól stałych (o częstotliwości zerowej – 0 Hz) jak i o wszelkich wyższych częstotliwościach do bardzo wysokiego pasma radiowego (300 GHz) włącznie.

¹ tekst jednolity: 2022.2556

² tekst jednolity: 2023.1094

³ tekst jednolity: 2022.1225

Oznacza to, że zakresem zainteresowania prawa objęte są pola em. zarówno od instalacji elektroenergetycznych prądu przemiennego (50 Hz), jak i stałoprądowe (0 Hz). Takie instalacje występują w farmach fotowoltaicznych, w liniach przesyłowych i stacjach przetwarzających energię pochodzącą z farm na inną postać (w stacjach elektroenergetycznych – transformatorowych i rozdzielczych).

Jednakże **przedmiotem zainteresowania prawa nie jest „jakakolwiek” emisja pola em., lecz tylko taka, która może stanowić zagrożenie dla środowiska** (zdrowia ludzi przebywających w miejscu istnienia pola em.) zgodnie z aktualną wiedzą na ten temat.

Ustawa nakazuje właściwemu Ministrowi wydanie przepisów szczegółowych ustalających dopuszczalne poziomy pól elektromagnetycznych w środowisku oraz ustanowienie konkretnych zasad stwierdzania występowania pola em. o konkretnych cechach (częstotliwości) w konkretnych miejscach (dostępność miejsca dla ogółu ludności, przeznaczenie budynku na mieszkania lub na inne cele). Właściwi ministrowie wydali takie rozporządzenia^{4, 5}.

2. Ustawa [POŚ] stwierdza, że ochrona przed polami elektromagnetycznymi polega na zapewnieniu jak najlepszego stanu środowiska poprzez utrzymanie poziomów pól elektromagnetycznych poniżej dopuszczalnych, to jest poniżej ustalonych przez Ministra Zdrowia. Zatem *oddziaływanie instalacji na środowisko* oznacza wyłącznie **przekroczenie w miejscach dostępnych dla ludności** (zdefiniowanych w [POŚ]) **wartości dopuszczalnych**, a nie polega na samym fakcie występowania w takich miejscach jakichkolwiek wartości pola em. powstałych przy udziale (lub wyłączości) danej instalacji. „Jakiegokolwiek” pola em. od źródeł sztucznych i naturalnych znajdują się w środowisku zawsze i tylko przekraczanie poziomów ustalonych przez MZ w miejscach zdefiniowanych przez [POŚ] jest przedmiotem zainteresowania prawa jako „oddziaływanie na środowisko”.

Ponadto stwierdzanie istnienia pola em. w miejscach dostępnych musi odbywać się nie dowolnie, lecz ściśle według zasad podanych w rozporządzeniu [metoda].

3. Z treści ustawy [POŚ] oraz jej rozporządzeń szczegółowych [poziomy] i [metoda] wynikają następujące wnioski dotyczące farm fotowoltaicznych:
 - dla instalacji elektroenergetycznych pracujących przy częstotliwości 50 Hz **prawo polskie zajmuje się wyłącznie instalacjami pracującymi przy napięciu znamionowym co najmniej 110 kV** (napięcia „wysokie” i „najwyższe”); instalacje napięcia „średniego” (np. 15 lub 30 kV) lub tym bardziej „niskiego” (poniżej 1 kV) w ogóle nie są przedmiotem zainteresowania prawa;
 - prawo rozróżnia dla takich instalacji obiekty będące „stacjami elektroenergetycznymi” oraz „liniami energetycznymi”; te ostatnie występują jako napowietrzne lub kablowe (doziemne);

⁴ Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 17 grudnia 2019 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku; DU 2019.2448 (dalej: [poziomy])

⁵ Rozporządzenie Ministra Klimatu w sprawie sposobów sprawdzania dotrzymania dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku (tekst jednolity: DU 2022.2630) (dalej: [metoda])

- prawo nie zajmuje się składową elektryczną (natężeniem pola elektrycznego) pochodzącą od linii kablowych, określa się w środowisku jedynie składową magnetyczną pola em. od linii kablowych (tzn. pole magnetyczne);
- rozporządzenie [metoda] nie zajmuje się w żaden szczególny sposób instalacjami elektroenergetycznymi pracującymi przy innych częstotliwościach niż 50 Hz, w tym pracującymi na prądzie stałym. Jednocześnie rozporządzenie [poziomy] wyznacza dopuszczalne wartości natężenia pola elektrycznego i natężenia pola magnetycznego dla instalacji stałoprądowych dla miejsc dostępnych dla ludności. Oznacza to, że istnieje prawny obowiązek zapewnienia nieprzekraczania określonych tam wartości w miejscach dostępnych, mimo iż nie uszczegółowiono sposobu określania tych wartości w terenie (nie podano szczegółów prowadzenia pomiarów specyficznych dla prądu stałego), obowiązują ogólne zasady wykonywania pomiarów podane w rozporządzeniu [metoda];
- takie ujęcie przepisów wykonawczych (pominięcie pewnych instalacji lub wielkości) wynika z ustawy [POŚ], która nakazuje wydanie ministrom tych przepisów z uwzględnieniem właściwości fizycznych pól o różnych częstotliwościach i ich wpływu na zdrowie ludzi. Rzeczywiście, instalacje o napięciu niższym od 110 kV w żaden sposób nie mogą w miejscach dostępnych (to jest do wysokości 2 m nad lokalnym podłożem) wytworzyć pól o wartościach większych od dopuszczalnych, co jest informacją pochodząca z nauki; podobnie linia doziemna kablowa nie może z powodów czysto fizycznych (budowa kabla, ekranowanie gruntu) wytworzyć pola elektrycznego o wysokich wartościach;
- Na farmie fotowoltaicznej może występować stacja elektroenergetyczna odpowiadająca zainteresowaniu ustawy [POŚ], **o ile pracuje ona po stronie napięcia górnego przy napięciu znamionowym 110 kV**. Inne obiekty w ramach instalacji fotowoltaicznej, nawet nazwane na potrzeby użytkowe „stacjami”, nie są stacjami elektroenergetycznymi w pojęciu [POŚ] (np. stacje inwertorowe czyli falownikowe, stacje magazynowania energii i inne podobne nazwy);
- Wartości dopuszczalne w miejscach dostępnych dla ludności (nieprzeznaczonych pod zabudowę mieszkalną, co jest prawdziwe w otoczeniu farmy fotowoltaicznej) wynoszą odpowiednio:
 - a. dla instalacji 50 Hz: 10 kV/m i 60 A/m,
 - b. dla instalacji stałoprądowych: 10 kV/m i 2500 A/m.
- Zatem **dopiero przekroczenie w dowolnym miejscu dostępnym dla ludności którejsz wyżej podanych wartości stanowi w świetle prawa oddziaływanie instalacji na środowisko. Pojawienie się w takim miejscu pola em. o wartości niższych od wyżej podanych nie jest oddziaływaniem na środowisko** (można wzorem prawa pracy przyjąć na taki stan nazwę *ekspozycja na pole em.*, jednakże nie jest to określenie stosowane w prawie środowiskowym);
- Wartości dopuszczalne dla miejsc dostępnych podane w [poziomy] oraz sposoby jego określania podane w [metoda] muszą być dotrzymanywane bez odniesienia do konkretnego źródła. Prawa nie interesuje która z ewentualnie sąsiadujących instalacji „ile wnosi” do środowiska; istotny jest jedynie „efekt końcowy”: w żadnym miejscu dostępnym dla

ludności nie może być przekroczona sumaryczna wartość natężenia pola elektrycznego lub magnetycznego podana w [poziomy] dla danej częstotliwości, **niezależnie czy pole to pochodzi od jednej czy więcej niż jednej sąsiadujących instalacji**, nawet eksploatowanych przez różne podmioty.

4. Ustawa [OOŚ] zajmuje się między innymi zasadami stwierdzenia czy instalacje emitujące pola em. mogą być uruchamiane (eksploatowane po wybudowaniu) i pod jakimi warunkami. Jej przepisy stosuje się zatem w fazie przedinwestycyjnej (planowania, projektowania) instalacji. Ustawa zdefiniowała proces dokonywania *oceny oddziaływania na środowisko* oraz nakazała Radzie Ministrów ustalenie rodzaju instalacji „podejrzanych” o możliwość powodowania oddziaływań na środowisko (ocena oddziaływania sprawdza tę możliwość, o ile musi być wykonywana).

Wprowadzono przy tym podział zamiarów inwestycyjnych na *mogące zawsze znacząco oddziaływać na środowisko* oraz *mogące potencjalnie znacząco oddziaływać na środowisko*. Trzecim więc rodzajem przedsięwzięć inwestycyjnych związanych z emisją pola em. są takie, które z mocy prawa nigdy (niewątpliwie) nie wprowadzają oddziaływań na środowisko, gdyż nie należą ani do pierwszej, ani do drugiej grupy.

Rada Ministrów wydała odpowiednie rozporządzenie⁶ zwane potocznie „kwalifikacyjnym”. Na jego podstawie zamiar zabudowy wolno stojącymi systemami fotowoltaicznymi na opisaną w przepisie powierzchni stanowi przedsięwzięcie mogące potencjalnie znacząco oddziaływać na środowisko (przy mniejszej powierzchni taka kwalifikacja nie obowiązuje). Dla takich przedsięwzięć może być konieczne uzyskanie „decyzji środowiskowej”, co nie jest przedmiotem tej analizy.

Należy odnotować, że **wśród instalacji objętych wykazem Rady Ministrów nie ma:**

- **stacji elektroenergetycznych** (o dowolnych parametrach elektrycznych),
- linii elektroenergetycznych innych niż napowietrzne o wysokim napięciu.

Zatem te dwa rodzaje instalacji rozpatrywane samodzielnie **nigdy nie stanowią przedsięwzięcia mogącego pogorszyć stan środowiska ani „z pewnością”** (wg § 2 rozporządzenia [kwalifikacja]), **ani „potencjalnie”** (wg § 3).

Rozpatrywanie tych dwóch rodzajów instalacji jako odrębnych ma sens prawny, gdyż rozporządzenie [kwalifikacja] nie traktuje jako jedną instalację całego zbioru elementów (instalacji) tworzących obiekt pod nazwą „farma fotowoltaiczna”. Przeciwnie, rozporządzenie posługuje się jasnym określeniem „zabudowa systemami fotowoltaicznymi o powierzchni wyznaczonej po obrysie zewnętrznych skrajnych modułów paneli”, zatem pole ogniw wraz towarzyszącymi im urządzeniami elektrycznymi jest prawnie instalacją całkowicie odrębną od *stacji elektroenergetycznej* przekształcającej energię z ogniw na postać przesyłową na napięciu wysokim (ewentualnie średnim) oraz od *linii elektroenergetycznej wysokiego napięcia* (kablowej lub napowietrznej; jeżeli linia pracuje na średnim napięciu, już wcześniej wskazano, iż nie jest

⁶ Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 10 września 2019 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko; tekst ogłoszony: 2019.1839; teksty zmieniające: 2022.1071 i 2023.1724 (dalej: [kwalifikacja])

w ogóle przedmiotem zainteresowania prawa) wyprowadzającej tę energię do sieci przesyłowej lub dystrybucyjnej.

Są to trzy całkiem odrębne prawnie instalacje: farma, linia i stacja elektroenergetyczna.

B. Zagadnienie kumulacji oddziaływań

Ustawa [OOS] w wielu miejscach dotyczy *oddziaływań skumulowanych*. Ponieważ ustawa nie definiuje pojęcia *skumulowania oddziaływania*, należy rozważyć jego znaczenie.

Logiczny rozbiór tego pojęcia w powiązaniu ze wszystkim, co opisano do tej pory, prowadzi do następujących wniosków:

- aby mówić o kumulacji, muszą wystąpić co najmniej dwa źródła pewnej emisji możliwej do zadziałania na dowolnym miejscu dostępnym dla ludności,
- obydwa źródła (a co najmniej te dwa źródła, jeżeli w pobliżu jest ich więcej) traktowane pojedynczo muszą powodować oddziaływanie na środowisko – to znaczy każde z nich z osobna; jak wskazano wcześniej – oddziaływaniem nie jest sam fakt wytwarzania emisji, lecz wyłącznie wytwarzanie emisji powodującej przekroczenia wartości dozwolonej w miejscach dostępnych,
- słowo „kumulacja” nie może być interpretowane jako „sumowanie różnorodnych oddziaływań środowiskowych o różnych charakterach” (np. dymu z polem em.), gdyż każde z tych zjawisk ma w przepisach prawa opisane szczegółowe metody określania poziomu i wartości dopuszczalne, a nie istnieje żaden prawnie ustalony sposób „sumowania dymu z polem elektromagnetycznym”; zatem w rozważaniach prawnych **potencjalnie kumulować się mogą jedynie te same zjawiska emisyjne w tym samym miejscu dostępnym dla ludności.**

Z tego rozumowania wynika wniosek, że aby dochodziło do *kumulowania oddziaływań*, musi istnieć oddziaływanie. Zatem o ile jakaś instalacja w żadnym miejscu nie powoduje oddziaływania (**przekraczania wartości dopuszczalnych**, tu: dotyczących pola em.), nie może zgodnie z zasadami logiki brać udziału w ich **kumulowaniu się**.

Użycie w przepisie wielokrotnie pary słów „kumulacja” + „oddziaływań” oznacza, że ustawodawcy nie chodzi o arytmetyczne sumowanie wartości od więcej niż jednej instalacji, lecz żąda takiego sumowania (zgodnie oczywiście z prawami fizyki i matematyki) dopiero pod warunkiem rzeczywistego zaistnienia co najmniej dwóch oddziaływań. W przeciwnym wypadku użyto by innego określenia (np. „sumowanie wartości pól em. od różnych instalacji”) zamiast *kumulowania oddziaływań*.

Jest przy tym oczywiste, że na podstawie ustawy [POŚ] (a więc nie w fazie przed rozpoczęciem inwestycji, lecz w fazie zamiaru przystąpienia do jej eksploatacji) **w żadnym miejscu dostępnym dla ludności nigdy nie może dojść do przekroczenia poziomów dopuszczalnych pola em.** Zatem jeżeli nowa instalacja (np. obwody farmy fotowoltaicznej) zostałyby na tyle źle zaprojektowane i wykonane, że obowiązkowe dla dokonania zgłoszenia środowiskowego akredytowane badanie rozkładu pola em. wokół instalacji wykazałoby przekroczenia (= oddziaływanie), instalacja nie zostanie przyjęta przez organ ochrony środowiska (typowo: starosta).

Ale taki stan rzeczy dotyczy wyłącznie fazy eksploatacyjnej związanej z [POŚ] i nie ma prawa być rozpatrywany na etapie przedrealizacyjnym, którego dotyczy ustawa [OOŚ]. Zatem w fazie prowadzenia lub decydowania o prowadzeniu oceny oddziaływania na środowisko (na podstawie [OOŚ]) nie należy przeprowadzać „arytmetycznego sumowania w poszukiwaniu przekroczeń”.

Zainteresowaniem organu właściwego dla przeprowadzenia oceny oddziaływania na środowisko są objęte tylko takie instalacje, które rzeczywiście mogą „potencjalnie lub zawsze oddziaływać na środowisko” według wykazu rozporządzenia [kwalifikacja] – i żadne inne, które nie są nią objęte lub dołąd nie wykazały oddziaływania na podstawie badań nakazanych przez [POŚ].

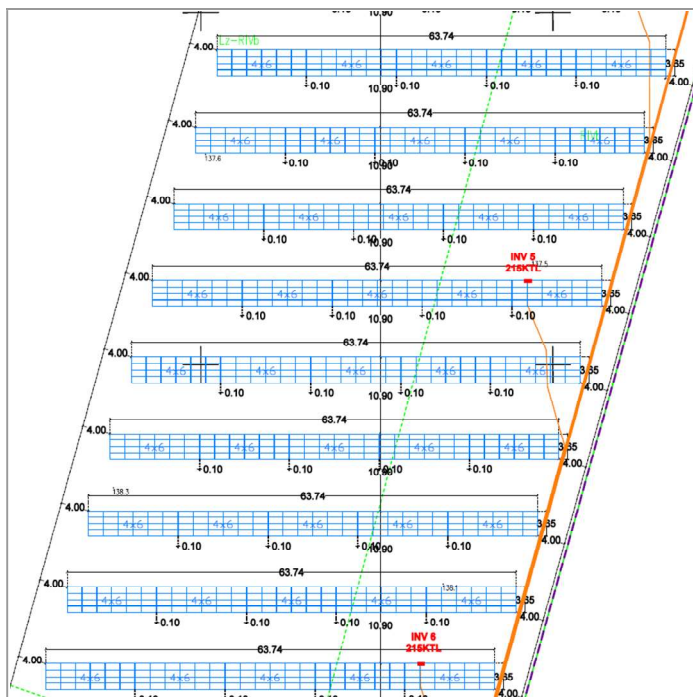
Podobnie nie należy doszukiwać się „kumulacji oddziaływań” od instalacji, które w ogóle nie są ujęte w wykazie rozporządzenia, gdyż ich absencja na tej liście sama z siebie oznacza „brak istnienia oddziaływań”. Akredytowane badania po uruchomieniu wykonywane wg [POŚ] są utrzymane w przepisach nie po to, by na ich podstawie „przekwalifikować” daną instalację (na przykład: choć taka instalacja nie znajduje się na liście mogących pogorszyć stan środowiska, jednak „zdarzyło się jej” przekroczyć poziomy dopuszczalny, więc zmienimy jej kwalifikację na „mogącą pogorszyć”), lecz po to, by badaniem (pomiarami) wskazać potrzebę usunięcia jakiejś wady projektowej lub wykonawczej konkretnej instalacji. Jednostkowa instalacja powodująca przekroczenia w ogóle nie będzie mogła być eksploatowana (organ przyjmujący zgłoszenie, np. starosta, wniesie protest), zatem absencja tego rodzaju instalacji na liście rozporządzenia [kwalifikacja] nie jest tym jednostkowym faktem podważona jako idea.

Potwierdza to wniosek, że instalacje spoza listy Rady Ministrów nigdy nie powodują żadnych oddziaływań i dlatego nie może w ogóle być poruszana kwestia ich jakiegokolwiek „kumulacji”.

C. Istota pracy farm fotowoltaicznych i ich instalacji

Dla dalszego rozumowanie istotne jest przedstawienie zasad przetwarzania energii w farmach fotowoltaicznych. Zostanie to przedstawione w wystarczającym skrócie:

1. energia świetlna powoduje wytworzenie w ogniwach fotowoltaicznych energii elektrycznej prądu stałego (jak w popularnych ogniwach chemicznych kupowanych w sklepach);
2. ogniwa zabudowane w tzw. panelach fotowoltaicznych łączone są w zespoły tak, by na ich wyjściu uzyskać możliwie duże napięcie, co powoduje proporcjonalne obniżenie prądu przesyłanego do elektronicznych urządzeń zmieniających rodzaj prądu; troska o możliwie małą wartość natężenia prądu wynika na tym etapie z faktu fizycznego, iż straty energii w przewodach (między panelami a elektroniką) są proporcjonalne do drugiej potęgi (kwadratu) natężenia prądu, zatem obniżenie natężenia prądu stałego np. 4-krotne (poprzez także 4-krotne podwyższenie napięcia wyjściowego z panelu) zmniejsza straty energii na tych przewodach aż 16-krotnie;
3. raz na kilkanaście zespołów paneli fotowoltaicznych instaluje się elektroniczne urządzenia przekształcające prąd stały z ogniw na prądy o częstotliwościach sieci elektroenergetycznej 50 Hz (prąd przemienny); urządzenia te noszą nazwę inwertorów lub falowników; poniżej fragment planu jednej z farm, falowniki widoczne w postaci czerwonych prostokątów (INV), widoczne są także typowe rozmiary paneli i ich wzajemne odległości ([m]):



Fragment typowej farmy fotowoltaicznej (kolor niebieski: obrys paneli baterii ogniw fotowoltaicznych. kolor pomarańczowy: przewody zbiorcze energii (o typowym napięciu ok. 1 kV). Dla farm rozbudowanych ilustracja przedstawia jeden z powtarzalnych modułów.

4. energia na prądzie przemiennym 50 Hz pochodząca od wszystkich falowników farmy jest doprowadzana do stacji transformatorowej (na ilustracji przewody pomarańczowe); typowo jest to stacja wyprowadzająca energię elektryczną o mocy co najmniej kilkuset kilowatów na napięciu „wysokim” 110 kV, istnieją także farmy o napięciu wyjściowym „średnim” (15...30 kV);
5. jako typowy dla dalszych rozważań przyjmuje się falownik obsługujący 18 zespołów paneli, do którego energia prądu stałego jest doprowadzana na napięciu ok. 1...1,5 kV (zależy od oświetlenia) przy natężeniu prądu stałego do 30 A (zależy od oświetlenia) na każdy przewód prądu stałego od zespołu paneli fotowoltaicznych; przyjęte też będą typowe rozwiązania organizacyjno-lokalizacyjne w ramach obiektu farmy fotowoltaicznej.

D. Oszacowania wielkości polowych w środowisku od elementów farmy fotowoltaicznej

1. Stacja elektroenergetyczna (GPO – Główny Punkt Odbioru energii)

1. Jak opisano wyżej, typowe rozwiązanie polega na wybudowaniu w ramach farmy fotowoltaicznej obiektu GPO wydającego do sieci państwowej energię przy napięciu „wysokim” 110 kV. Typowym rozwiązaniem jest zastosowanie linii wysokiego napięcia kablowej (doziemnej), a nie tradycyjnie znanych linii napowietrznych.

Linie kablowe WN podlegają na mocy [POŚ] akredytowanym badaniom poziomu pola em. w środowisku. Poniżej fragment zestawienia wyników ze sprawozdania jednego z takich akredytowanych badań (za zgodą laboratorium badawczego AB529):

Pole elektryczne

Nr pionu	E mierzone [V/m]	Wysokość pomiaru [m]	Niepewność względna [%]	Wartość poprawki pomiarowej	Wynik pomiaru [V/m]	Wskaźnik W_{ME}	Stwierdzenie dotrzymania wartości E [10000 V/m] w pionie
1	<100	2,0	24	1,04	<104	<0,01	brak przekroczenia
2	<100	2,0	24	1,04	<104	<0,01	brak przekroczenia
3	<100	2,0	24	1,04	<104	<0,01	brak przekroczenia
4	<100	2,0	24	1,04	<104	<0,01	brak przekroczenia
5	<100	2,0	24	1,04	<104	<0,01	brak przekroczenia
6	<100	2,0	24	1,04	<104	<0,01	brak przekroczenia

Pole magnetyczne

Nr pionu	H mierzone [A/m]	Wysokość pomiaru [m]	Niepewność względna [%]	Wartość poprawki pomiarowej	Wynik pomiaru [A/m]	Wskaźnik W_{MH}	Stwierdzenie dotrzymania wartości H [60 A/m] w pionie
1	<0,79	0,3...2,0	21	1,37	<1,1	<0,018	brak przekroczenia
2	3,9	0,3...2,0	21	1,37	5,3	0,09	brak przekroczenia
3	4,6	0,3...2,0	21	1,37	6,3	0,11	brak przekroczenia
4	4,3	0,3...2,0	21	1,37	5,9	0,10	brak przekroczenia
5	<0,79	0,3...2,0	21	1,37	<1,1	<0,018	brak przekroczenia
6	<0,79	0,3...2,0	21	1,37	<1,1	<0,018	brak przekroczenia

Jak z tego wynika (jest to sytuacja wielokrotnie powtarzalna w różnych podobnych obiektach) w otoczeniu samego GPO, jak i linii kablowej wyprowadzającej energię do sieci, nie ma mowy o jakichkolwiek oddziaływaniach; wskaźniki W_M , które są miarą zgodności z przepisami, są o wiele niższe od wartości dozwolonej równej jedności.

Obiekty (instalacje) określone jako GPO są stacjami elektroenergetycznymi, o ile pracują przy napięciu „wysokim”, jednak nie mogą powodować „oddziaływań” środowiskowych — i z mocy usunięcia jej z listy rozporządzenia Rady Ministrów, i z powodów fizycznych potwierdzanych akredytowanymi badaniami rozkładu pola em, niezbędnymi następnie do dokonania zgłoszenia instalacji do organu ochrony środowiska (starosty).

- Jeżeli farma fotowoltaiczna wyprowadza energię do sieci na napięciu „średnim”, jej instalacja elektroenergetyczna w ogóle nie może stanowić obiektu zainteresowania prawa: z zasady nie powoduje „oddziaływań środowiskowych”; nie znajduje się na liście rozporządzenia Rady Ministrów (nigdy się nie znajdowały) ani nie jest przedmiotem zainteresowania ustawy [POŚ], ani rozporządzenia ministerialnego [metoda].

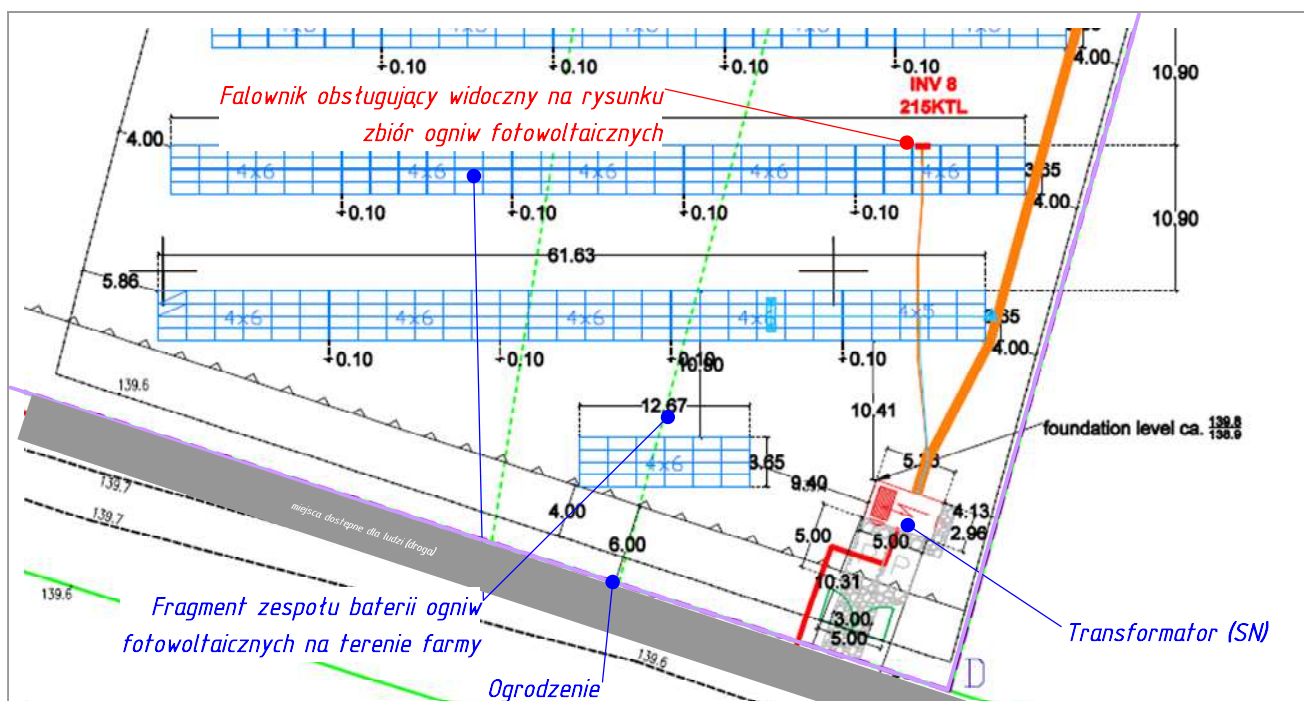
2. Inne instalacje elektryczne na terenie farmy fotowoltaicznej

Jak wspomniano, są to instalacje pracujące przy napięciu 50 Hz nieprzekraczającym 1000 V, zatem nie mają związku z napięciem „wysokim” i nie są przez prawo traktowane jako instalacje mogące pogorszyć stan środowiska.

To stwierdzenie może kończyć analizę, jednak zostanie ona poniżej rozbudowana o elementy oszacowania rachunkowego dla pola od prądu stałego.

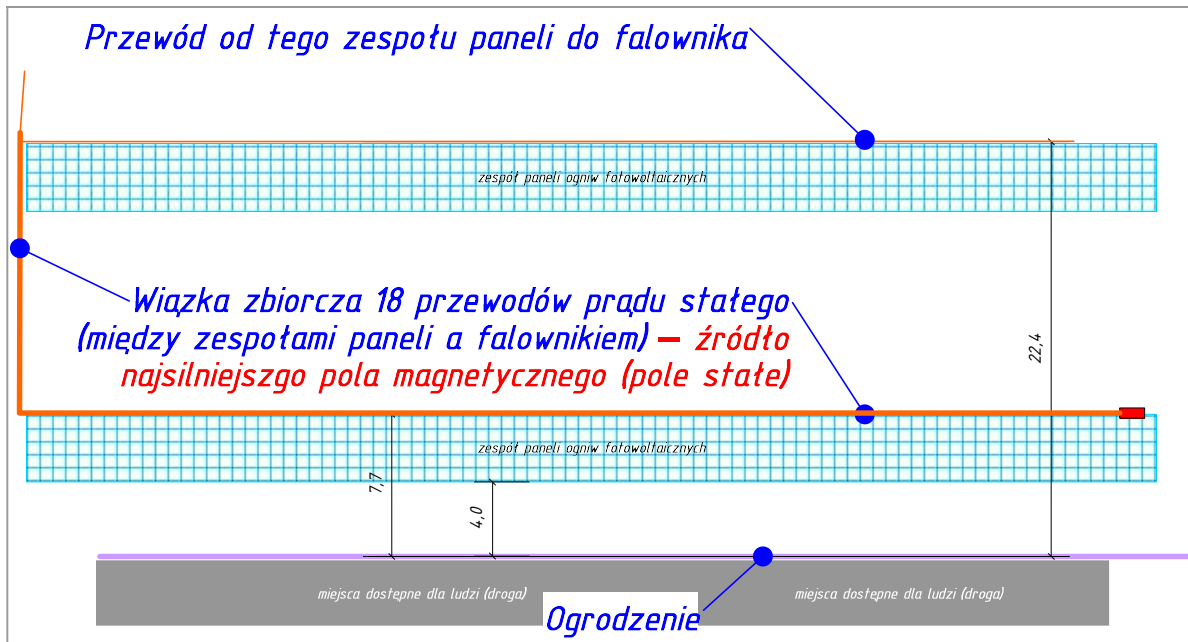
- Z opisu zasady pracy farmy fotowoltaicznej wynika, iż do każdego falownika dochodzi „wiązka” przewodów od poszczególnych zespołów paneli; przyjęto falownik o 18 wejściach.

2. Jest zatem konieczne, by w okolicy każdego falownika przebiegał poziomo i w jednej wiązce zespół przewodów, z których każdy przenosi prąd o natężeniu typowo kilkunastu amperów; przyjmujemy wartość prawie maksymalną (ograniczenia techniczne) równą 25 A na każdy z 18 przewodów. Oznacza to, że przez kilkanaście...kilkadziesiąt metrów przebiega „przewód zbiorczy” o natężeniu prądu łącznym $18 \cdot 25 = 450$ A; zawiążamy do 500 A na cele tego szacowania;
3. Pole elektryczne stałe (0 Hz) przy tak niskich napięciach rzędu 1000 V w miejscach dostępnych nie jest mierzalne w znaczeniu prawnym (przepisy o akredytacji laboratoriów badawczych działających w środowisku), **znaczenie potencjalnie może mieć tylko pole magnetyczne, którego wartość zależy od natężenia prądu** (jak w szkolnym doświadczeniu z przewodem i opitkami stalowymi);
4. Typowe rozwiązania na skraju terenu farmy fotowoltaicznej (w sąsiedztwie miejsc dostępnych dla ludności za ogrodzeniem) wyglądają jak na poniższej ilustracji:



Fragment typowej farmy fotowoltaicznej (kolor niebieski: obrys paneli baterii ogniw fotowoltaicznych. kolor pomarańczowy: przewody zbiorcze energii (o typowym napięciu ok. 1 kV, kolor czerwony: linia kablowa napięcia średniego lub wysokiego w niektórych instalacjach). Dla farm rozbudowanych ilustracja przedstawia jeden z powtarzalnych modułów.

5. Największa emisja pola magnetycznego w otoczeniu farmy fotowoltaicznej (to jest w miejscach dostępnych dla ogółu ludności) może wystąpić, **gdyby opisany wyżej przewód zbiorczy z prądem stałym o natężeniu 500 A przebiegał równoległe do miejsc dostępnych** (na powyższym fragmencie rzeczywistej instalacji tak nie jest, zespoły paneli są ustawione skośnie do drogi). Sporządzono schemat takiego przypadku, aczkolwiek tego rodzaju rozwiązania nie są praktyczne ze względów technicznych i stanowią ilustrację z celowo założoną silną przesadą. Przyjęto rozmiary i odległości jak w rzeczywistych projektach:



Przyjęty do obliczeń fragment typowej farmy fotowoltaicznej z panelami ustawionymi równoległo do miejsc dostępnych dla ludzi (przypadek hipotetyczny zawyżający poziomy).

(kolor niebieski: obrys paneli baterii ogniw fotowoltaicznych. kolor pomarańczowy: przewody zbiorcze energii o typowym napięciu ok. 1 kV).

Dla farm rozbudowanych ilustracja przedstawia jeden z powtarzalnych modułów.

6. Obliczenia wartości natężenia pola magnetycznego w powyższym (przesadzonym) przypadku:

- natężenie pola magnetycznego w zależności od odległości od prostego przewodu z prądem wyraża się zależnością:

$$H = \frac{I}{2\pi R},$$

I – natężenie prądu [A]
 R – odległość od przewodu [m]
 H – natężenie pola magnetycznego [A/m]

- zatem w odległości 7,7 metra od wiązki przewodów zbiorczych (czyli 4 m od skrajnych zestawów paneli; por. powyższa ilustracja) przy prądzie o natężeniu 500 A natężenie pola magnetycznego (bez uwzględniania jakichkolwiek przesłoneń przez konstrukcję wsporczą paneli lub przez ogrodzenie stalowe) wynosi:

$$H = \frac{500}{2\pi \cdot 7,7} = 10,3 \text{ A/m}$$

wobec wartości dozwolonej 2500 A/m (por. opis na str. 4)

- analogiczne rozważania dotyczące następnego z kolei zespołu paneli (na górze powyższej ilustracji), gdzie przebiega tylko 1 przewód stałoprądowy prowadzi do wyniku:

$$H = \frac{25}{2\pi \cdot 22,4} = 0,18 \text{ A/m}$$

- oznacza to, że nawet gdyby pole od tak odległego przewodu, nieosłabione konstrukcjami wsporczymi i ogrodzeniem, dotarło do miejsca dostępnego na drodze razem z polem od zbiorczej wiązki przewodów przy najbliższych panelach, sumaryczna wartość natężenia pola magnetycznego nadal będzie niższa od 11 A/m, czyli daleka od dopuszczalnej wartości 2500 A/m. Rozpatrywanie jeszcze następnego równoległego szeregu baterii paneli fo-

towoltaicznych nie ma już znaczenia praktycznego (zwiększa H o 0,13 A/m, pole od coraz dalej położonych szeregów paneli wnosi jeszcze mniejsze ułamki wartości natężenia pola).

E. Podsumowanie

1. Prawo (ustawy i rozporządzenia) związane z ochroną środowiska dzielą się na te, które stosuje się przed rozpoczęciem zamiaru inwestycyjnego ([OOŚ], [kwalifikacja]) oraz na stosowane po zakończeniu zamiaru inwestycyjnego, a przed jego eksploatacją (akty prawne [POŚ], [metoda], [poziomy]).
2. Pojęcie *oddziaływania na środowisko* jest zdefiniowane przez prawo i dotyczy miejsc, do których dostęp ludności nie jest zabroniony lub nie wymaga środków technicznych, przy tym *oddziaływanie* oznacza nie sam fakt istnienia pola em., lecz wyłącznie przekraczanie w miejscach dostępnych wartości ustanowionych przez [poziomy], a badanych (mierzonych) w sposób zdefiniowany w [POŚ] i [metoda].
3. Spośród trzech możliwych do wystąpienia rodzajów instalacji emitujących pola em. *farmy fotowoltaiczne* o pewnych wielkościach mogą wymagać działań ustanowionych przez [OOŚ] (np. oceny oddziaływania na środowisko), natomiast stacje i linie elektroenergetyczne, niezależnie od napięcia pracy lub przenoszonych mocy (natężenia prądów) nie wymagają żadnego działania formalnego wyprowadzonego z ustawy [OOŚ]. Natomiast na mocy ustawy [POŚ] w fazie poinwestycyjnej wymagają co najmniej raz wykonania badania rozkładu pola em. przez akredytowany podmiot oraz dokonania zgłoszenia instalacji do organu ochrony środowiska (typowo: starosta lub jego odpowiednika); w przypadku stwierdzenia „oddziaływania na środowisko” (przekroczeń wartości z rozporządzenia [poziomy]) instalacja nie może być uruchamiana na mocy protestu organu zapoznającego się z wynikami „akredytowanego” badania.
4. Pojęcie *kumulacji oddziaływań* ma sens tylko wtedy, gdy wystąpiłyby co najmniej dwa oddziaływania (w tych samych miejscach dostępnych) od różnych instalacji, niezależnie od ich użytkowników (ten sam lub inny). Nie istnieje wskazany prawnie sposób sumowania oddziaływań od pól elektromagnetycznych o różnych częstotliwościach⁷ (50 Hz i 0 Hz), zatem potwierdza to opisaną definicję *kumulacji*, a raczej jej braku, gdy mogą wystąpić obok siebie instalacje prądu stałego i przemiennego 50 Hz. Są one zresztą zwykle dość oddalone od siebie (na podstawie analizy kilku projektów technicznych farm).
5. Farmy fotowoltaiczne posługują się przewodami stałoprądowymi o relatywnie wysokim „zbiorczym” natężeniu prądu (kilkaset amperów na jedną wiązkę), jednak w rzeczywistych warunkach budowy obiektów, przy co najmniej kilkumetrowych odległościach takich wiązek przewodów od ogrodzeń, natężenie pola magnetycznego w miejscach dostępnych dla ludzi jest na poziomie zaledwie kilku promille (‰) wartości dopuszczalnej ustalonej przez rozporządzenie [poziomy].
6. Zatem: żaden element farmy fotowoltaicznej nie wprowadza jakiegokolwiek elektromagnetycznego oddziaływania na środowisko. Ten stan potwierdzają „akredytowane” badania rozkładu pola wykonywane dla tych elementów związanych z farmą, które są nakazane przez ustawę [POŚ].

⁷ Taka zasada łącznego rozpatrywania pól o różnych częstotliwościach istnieje jedynie dla częstotliwości „radiowych” (rozp. [metoda]).

F. Informacja o autorach

Niniejszą analizę opracował zespół inżynierski zajmujący się od roku 1989 zagadnieniami pól elektromagnetycznych (w zakresach radiokomunikacyjnych), a od roku 2004 prowadzący akredytowane laboratorium badawcze w dziedzinie pól elektromagnetycznych (akredytacja AB 529) w zakresie częstotliwości od 5 Hz do 90 GHz, o metodach badawczych akredytowanych ze względu na wymagania środowiska ogólnego i środowiska pracy.

Kierownikiem zespołu jest podpisany kierownik laboratorium badawczego Jacek Jarzina.

