

# Czy postrzeganie siebie jako osoby nadwrażliwej na pole elektromagnetyczne jest powiązane z osobowością?

dr hab. Grzegorz Tatoń

---

## Wstęp

---

Pole elektromagnetyczne (ang. ElectroMagnetic Field, EMF) jest jednym z czynników fizycznych, które towarzyszą nam w życiu codziennym i są konsekwencją szybkiego rozwoju technologii. Często zamiennie używa się również określeń: promieniowanie elektromagnetyczne albo fala elektromagnetyczna, chociaż znaczenia tych terminów są nieco odmienne. EMF jest określeniem bardzo szerokim i obejmuje zarówno promieniowanie z zakresu jonizującego (promieniowanie X, gamma i częściowo ultrafiolet), jak i niejonizującego (światło widzialne, podczerwień, fale radiowe – w tym mikrofałe i fale milimetrowe). Oddziaływanie EMF na organizm człowieka jest oddziaływaniem czynnika fizycznego i u jego podstaw leżą zjawiska fizyczne, dlatego jest przedmiotem zainteresowania i badania biofizyki. Efekty na poziomie chemicznym, biochemicznym i fizjologicznym (a więc konsekwencje zdrowotne) są wynikiem przekazu części energii niesionej przez falę układowi biologicznemu, jakim jest organizm [1].

Sposób działania EMF na organizm zależy od charakterystyki promieniowania. W pierwszej kolejności istotna jest energia kwantów (fotonów) promieniowania. Jeśli jest ona wysoka i przewyższa energie potrzebne na odrywanie od atomów i cząsteczek ich fragmentów, to mamy do czynienia z zakresami jonizującymi, co do których nie ma żadnych wątpliwości, że są szkodliwe dla organizmów żywych. Podzakresami promieniowania określanego jako jonizujące jest promieniowanie gamma, rentgenowskie i część zakresu ultrafioletu. Efekty działania promieniowania jonizującego mają charakter kumulacyjny, tzn. czym dłużej jesteśmy poddawani działaniu tego rodzaju promieniowania, tym gorszych skutków zdrowotnych możemy się spodziewać. Co ciekawe z promieniowaniem tego rodzaju w swoim środowisku mamy do czynienia od zawsze. Tło naturalnego promieniowania jonizującego w Polsce wykazuje poziom około 3,5 mSv, przy czym poziom dopuszczalny dla ogółu społeczeństwa w przypadku sztucznych źródeł wynosi zaledwie ok. 1/3 tej wartości, tj. 1 mSv, a dla osób mających do czynienia zawodowo z promieniowaniem jonizującym wynosi 50 mSv.

EMF, których kwanty niosą energię mniejszą niż ultrafiolet nie jonizują już materiału, ale mogą być również niebezpieczne. Przykładem jest światło lasera, które może niszczyć tkanki, co jest wykorzystywane w chirurgii. Jeszcze innym przykładem jest EMF z zakresu mikrofalowego, które w kuchenkach mikrofalowych może doprowadzić wodę do wrzenia, a białka do denaturacji. Promieniowanie niejonizujące, ogólnie rzecz biorąc, prowadzi do podgrzania tkanki. Temperatura będąca miarą energii wewnętrznej tkanki zwiększa się na skutek przekazania części energii niesionej przez falę elektromagnetyczną cząsteczkom i atomom materiału. Fala elektromagnetyczna sprawia, że poruszają się one szybciej (w sensie prędkości ruchu postępowego, ale też rotacji czy drgań poszczególnych elementów cząsteczek) co makroskopowo rejestrowane jest właśnie jako wzrost temperatury.

EMF z zakresów radiowych oddziałuje na organizm głównie poprzez składową elektryczną (jak sama nazwa wskazuje fala elektromagnetyczna jest złożeniem dwóch drgających pól: elektrycznego i magnetycznego). Składowa magnetyczna praktycznie nie działa na tkanki ludzkie, ponieważ większość z nich są diamagnetykami charakteryzującymi się względną przenikalnością magnetyczną nieznacznie tylko mniejszą niż 1. Sprowadza się to w praktyce do stwierdzenia, że pole magnetyczne bardzo słabo oddziałuje z tkankami, chyba, że jest ono bardzo silne. Pole magnetyczne może działać na poruszające się ładunki elektryczne, a oddziaływanie to jest tym silniejsze im ich prędkość jest większa.

Drgające pole elektryczne ma natomiast zdolność do oddziaływania na wszystkie ładunki elektryczne pewną siłą, również na te ładunki, które się nie poruszają. Może więc ono wprawiać je w ruch, hamować lub zmieniać ich trajektorię. W ten sposób cząsteczki polarne (o niesymetrycznym rozkładzie ładunku), jony albo elektrony mogą pozyskiwać od pola elektrycznego dodatkową energię. Skoro EMF ma zdolność wprawiania w ruch ładunki elektryczne, to może tym samym generować również przepływ prądu elektrycznego, który jest niczym innym, jak uporządkowanym ruchem ładunków. Przepływ prądu elektrycznego w tkance stanowi dodatkowe źródło ciepła, gdyż przepływające ładunki przekazują część swojej energii kinetycznej cząsteczkom i atomom materiału. O ile natężenia płynącego w tkankach prądu i wynikające z przemieszczania się ładunków różnice potencjałów elektrycznych nie przewyższają fizjologicznych wartości, to prądy takie poza ogrzaniem tkanki nie mają negatywnego wpływu na organizm. W przypadku dużych natężeń pola elektrycznego, zdolnego indukować duże różnice potencjału, można obserwować efekty fizjologiczne, jak np. niekontrolowane skurcze mięśni.

Efekt oddziaływania EMF z zakresów radiowych (ang. RadioFrequency ElectroMagnetic field, RF-EMF) na tkanki organizmu mierzy się przy pomocy współczynnika absorpcji swoistej (ang. Specific Absorption Rate, SAR), który opisuje szybkość wzrostu temperatury tkanki pod wpływem ekspozycji na RF-EMF.

Istotna jest szybkość wzrostu temperatury, dlatego, że mechanizmy termoregulacji w jakie wyposażony jest organizm człowieka prowadzą do wyrównywania lokalnych zmian temperatury. Dopiero przy bardzo intensywnym przekazie energii do tkanki mechanizmy termoregulacji mogą zwieść, co może prowadzić do konsekwencji zdrowotnych. Efekty działania EMF na organizm nie mają charakteru kumulacyjnego, jak to ma miejsce w przypadku promieniowania jonizującego.

Skutek działania EMF na tkankę zależy głównie od natężenia składowej elektrycznej wyrażonej w [V/m] i od gęstości mocy fali wyrażonej w [W/m<sup>2</sup>], przy czym obydwie te wielkości są ze sobą powiązane. Efekt ten zależy również od częstotliwości EMF i będzie różny przy takich samych natężeniach składowej elektrycznej dla fali o częstotliwości 50 Hz i dla mikrofal o częstotliwości np. 2,1 GHz. Z tego też powodu dopuszczalne poziomy pól elektromagnetycznych są określone na różnym poziomie dla różnych częstotliwości [2]. Obowiązujące aktualnie w Polsce limity określone są w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 17 grudnia 2019 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku (Dz.U. 2019, poz. 2448) [3] i zapewniają ochronę przed potencjalnie negatywnym wpływem EMF na organizm człowieka z kilkudziesięciokrotnym marginesem bezpieczeństwa.

Poza efektami termicznymi, które są oczywiste i nie podlegają dyskusji wielu badaczy podnosi możliwość występowania efektów nietermicznych. Efekty nietermiczne można rozumieć na trzy sposoby: (1) jako efekty zdrowotne, które powstają na zasadzie działania innych mechanizmów niż podwyższenie temperatury, (2) jako efekty zdrowotne, które są inne niż wynikałoby to z podwyższenia temperatury metodami innymi niż przez zastosowanie RF-EMF, albo (3) efekty zdrowotne, które nie są jedynie wzrostem temperatury tkanki (np. nowotwór albo nadwrażliwość na EMF).

Należy podkreślić, że każdy wzrost temperatury, nawet niemierzalny, może zmieniać własności tkanek, np. poprzez wpływ na lepkość płynów, albo subtelne zmiany szybkości niektórych procesów biochemicznych. Nie mniej jednak efekty nietermiczne, jakkolwiek by ich nie definiować, nie zostały przekonywująco wyjaśnione i bezsprzecznie potwierdzone.

Ktoś mógłby zadać pytanie, po co taki długi wstęp o podstawach fizycznych oddziaływania EMF na tkanki, skoro tytuł sugeruje, że mamy rozważać raczej aspekty psychologiczne związane z oddziaływaniem tego czynnika na ludzi?

**Wstęp ten pokazuje, że w przypadku, gdy natężenie EMF jest niewielkie to fala elektromagnetyczna nie niesie ze sobą dużej energii i nie jest w stanie wywoływać realnych efektów zdrowotnych.**

Wydaje się jednak, że można doszukać się pewnego wyjątku od sformułowanej wcześniej reguły, a która mówi tyle, że u podstaw skutków zdrowotnych działania czynników fizycznych na człowieka musi leżeć fizyczny efekt, polegający na przekazaniu energii promieniowania do organizmu. Istnieje pewna klasa chorób określanych jako choroby psychosomatyczne. Są to konkretne fizyczne skutki zdrowotne, w powstaniu których istotną rolę odgrywają czynniki psychologiczne, głównie emocjonalne. Zjawisko nadwrażliwości na EMF pochodzące z różnych źródeł (ang. Electromagnetic HyperSensitivity, EHS), któremu poświęcone jest niniejsze opracowanie może być przykładem tego rodzaju efektu zdrowotnego. O nadwrażliwości na EMF mówimy w przypadku ekspozycji na pola o niskich poziomach natężenia pola elektrycznego i gęstości mocy, niższych niż poziomy dopuszczalne. EMF o takich parametrach nie może prowadzić do znaczącego i niebezpiecznego dla organizmu wzrostu temperatury. Skoro efekt termiczny nie jest dobrym kandydatem tłumaczącym to zjawisko, a inne mechanizmy fizycznego oddziaływania – nietermiczne – są wątpliwe, to jedynym wytłumaczeniem powstawania EHS pozostają efekty związane z psychiką.

Należy wskazać na pewną zasadniczą różnicę pomiędzy promieniowaniem jonizującym i niejonizującym RF-EMF w naszym środowisku. Promieniowanie jonizujące zawsze towarzyszyło człowiekowi, a nowoczesne technologie jedynie zwiększają jego natężenie. Ilość promieniowania z np. zakresu RF-EMF w naturalnym środowisku człowieka była w przeszłości znikoma, a rozwój cywilizacji spowodował jej istotne zwiększenie. Z tego powodu zasadne jest pytanie, czy czynnik ten nie wpływa niekorzystnie na nasze zdrowie, skoro jest wszechobecny i w zasadzie nie istnieją dobre sposoby, aby wyeliminować go z naszego otoczenia. Pytanie to jest jednym z wielu źródeł obaw części społeczeństwa i może prowadzić do pewnych konsekwencji zdrowotnych. Obawa i strach mogą natomiast przerodzić się w realne negatywne efekty zdrowotne. Zwróćmy uwagę, że podstawowa reakcja obronna naszego organizmu na stan zagrożenia prowadzi przecież do realnego efektu fizjologicznego jakim jest wyrzut pewnych hormonów przygotowujących nas do ucieczki, walki albo obrony.

Nadwrażliwość na działanie pola elektromagnetycznego jest przedmiotem zainteresowania Zakładu Biofizyki<sup>1</sup> od kilku lat. Badania zostały ukierunkowane m.in. na badanie częstotliwości występowania tego zjawiska i scharakteryzowanie grupy osób nadwrażliwych w naszym kraju [4], [5]. Przeprowadzono również badania prowokacyjne mające na celu określenie, czy EMF wpływa na zdolności psychomotoryczne osób postrzegających się jako nadwrażliwe na jego działanie w stosunku do osób, które za takie się nie uwa-

---

<sup>1</sup> Zakład Biofizyki, Katedra Fizjologii, Wydział Lekarski, Uniwersytet Jagielloński Collegium Medicum.

żają. Badania te pozwoliły na przykład stwierdzić, czy osoby nadwrażliwe istotnie na podstawie obserwacji swoich objawów potrafią określić, czy przebywają w obecności źródła EMF. Podjęto ponadto próbę oceny związków pomiędzy zanieczyszczeniem środowiska, a częstotliwością występowania EHS.

Kwestiom związanym z nadwrażliwością elektromagnetyczną poświęcono także ubiegłoroczne opracowanie [6]. Porusza ono problemy związane z definicją i statusem tego zjawiska, sposobami jego badania oraz sposobami (albo raczej ich brakiem) diagnozy osób nadwrażliwych. Tutaj skupimy się nad nieco innymi aspektami związanymi z EHS.

**Część wyników uzyskanych do tej pory w prowadzonych w Zakładzie Biofizyki badaniach wydaje się wskazywać na psychologiczne podstawy zjawiska EHS i tym aspektem poświęcimy dalsze rozważania.**

---

## **Źródła EMF związane z EHS**

---

Zjawisko potocznie określane jako nadwrażliwość elektromagnetyczna (EHS) polega na tym, że niektóre osoby zgłaszają objawy zdrowotne, które w ich odczuciu są wynikiem ekspozycji na pola elektromagnetyczne pochodzące z różnych źródeł i o różnej charakterystyce.

Poświęćmy na początek kilka słów zagadnieniu źródeł związanych z EHS. Najczęściej w potocznym rozumieniu EHS wiąże się z komunikacją bezprzewodową, a więc z wszelkiego rodzaju urządzeniami wykorzystującymi fale radiowe. Mogą to być telefony, stacje bazowe telefonii komórkowej, czy telefony bezprzewodowe. Okazuje się jednak, że nie jest to do końca prawdą, a uzyskiwane w tym kontekście wyniki w dużej mierze zależą od metodyki przeprowadzanych badań.

Do tej pory w Zakładzie Biofizyki przeprowadzono dwa badania ankietowe mające na celu scharakteryzowanie EHS w Polsce: pierwsze w roku 2018, a drugie dwa lata później.

Pierwsze badanie przeprowadzono jako ogólnie dostępną ankietę internetową (była też możliwość wypełnienia ankiety w tradycyjny sposób, ale skorzystało z niej bardzo niewiele osób), a drugie przeprowadzono w roku 2020 jako ankietę telefoniczną na reprezentatywnej grupie 2000 osób. W pierwszym badaniu nie zapewniono reprezentatywności grupy badanej ze względu na to, że ankietę była ogólnie dostępna. Spowodowało to prawdopodobnie, że wzięty w niej udział jedynie osoby z jakiegoś powodu zainteresowane tematem oddziaływania EMF lub wiążące swoje samopoczucie z jego oddziaływaniem. Miało to oczywiście konsekwencje dla wyników i wniosków z badania. Ankietę z 2018 roku wypełniło nieco ponad 1000 osób [7].

W obydwu badaniach pytano ankietowanych o urządzenia emitujące EMF powodujące efekty zdrowotne. Ranking tego rodzaju urządzeń według ankiety z 2018 roku był następujący: telefon komórkowy – 65%, laptop – 36%, komputer osobisty – 35%, router WiFi – 34%, odbiornik telewizyjny – 32%, kuchenka mikrofalowa – 28%, linia wysokiego napięcia – 21%, stacja bazowa telefonii komórkowej – 17%, tablet – 10% [7]. Inne urządzenia były wskazywane przez mniej niż 10% osób, które według przyjętych kryteriów kwalifikacji zostały zaliczone do grupy osób potencjalnie nadwrażliwych na EMF.

W ankiecie z 2020 roku [5] ranking ten wypadł zupełnie inaczej: linia wysokiego napięcia – 11%, telefon komórkowy – 8,4%, stacja bazowa telefonii komórkowej – 7,8%, komputer – 7,5%, inne urządzenia – 6,0%. W tym przypadku podano odsetek w stosunku do całkowitej liczby osób ankietowanych (a nie tylko tych, które były uznane za nadwrażliwe na EMF) ponieważ powyższe wyniki uzyskano w odpowiedzi na pytanie zadane wszystkim ankietowanym bez względu na to, czy czują, czy nie czują się nadwrażliwe na EMF. Pytanie brzmiało następująco: *„Odczytam teraz kilka źródeł promieniowania elektromagnetycznego. Proszę powiedzieć, czy gdy będąc w pobliżu któregoś z nich odczuwa pan/i objawy nadwrażliwości lub alergii? a) telefon komórkowy; b) komputer; c) linia wysokiego napięcia; d) stacja bazowa telefonii komórkowej; e) jakiegokolwiek urządzenie elektryczne”*.

W tej samej ankiecie (z 2020 roku) badano problem źródeł związanych z objawami EHS również przy pomocy innej metody. Wszystkim uczestnikom zadano najpierw pytanie: *„Czy uważa pan/i, że urządzenia emitujące pole elektromagnetyczne wpływają negatywnie na pana/i: a) samopoczucie; b) zdrowie”*. Następnie osobom, które odpowiedziały twierdząco na podpunkt a) lub/i podpunkt b) zadano kolejne pytanie: *„Które urządzenia wpływają negatywnie na Pana(i) zdrowie lub samopoczucie? a) telefon komórkowy; b) laptop; c) komputer; d) router WiFi; e) odbiornik telewizyjny; f) kuchenka mikrofalowa; g) linia energetyczna wysokiego napięcia; h) stacja bazowa telefonii komórkowej; i) tablet; j) żarówka energooszczędna; k) monitor / ekran / wyświetlacz; l) kuchnia indukcyjna; m) telefon bezprzewodowy (stacjonarny); n) żarówka LED; o) inne (jakie?) .....”*. Uzyskane wyniki były następujące: telefon komórkowy – 36%, komputer – 18%, odbiornik telewizyjny – 14%, kuchenka mikrofalowa – 10%, linia wysokiego napięcia – 10%, laptop – 7,8%, router WiFi – 7,6%, stacja bazowa telefonii komórkowej – 5,8%. Pozostałe urządzenia z zaproponowanej listy uzyskały wyniki poniżej 5%, a 45% osób odpowiadających na to pytanie wskazywało inne urządzenia niż wymienione na liście.

Oczywiście nie sposób porównać ilościowo powyższe zestawienia ze względu na różnice w metodyce obydwu badań i metodzie prezentacji wyników, ale jedną rzecz widać tutaj wyraźnie. Nie tylko urządze-

nia emitujące częstotliwości radiowe bywają powiązane ze skutkami zdrowotnymi, a z EHS w szczególności. Na obydwu listach mamy przemieszane urządzenia emitujące RF-EMF z urządzeniami, które emitują wyłącznie niskie częstotliwości (ang. Extremely Low Frequency ElectroMagnetic Field, ELF-EMF), jak choćby linie wysokiego napięcia. O związek z EHS możemy podejrzewać więc zarówno wymienione wcześniej urządzenia telekomunikacyjne, jak i urządzenia emitujące ELF-EMF, w tym urządzenia RTV i AGD. Na uwagę zasługuje również fakt, że w pierwszym i trzecim rankingu znacznie powyżej stacji bazowych telefonii komórkowych znalazł się odbiornik telewizyjny, który w większym stopniu jest odbiornikiem EMF niż jego źródłem.

Charakterystyka promieniowania elektromagnetycznego z zakresów RF-EMF i ELF-EMF jest zupełnie inna. Sposób oddziaływania na organizm jest również inny (pomimo tych samych mechanizmów fizycznych) o czym świadczą choćby różnice we wspomnianych już wcześniej poziomach dopuszczalnych pól elektromagnetycznych zapewniających bezpieczeństwo w środowisku.

**Fakt, że tak różne zakresy częstotliwości EMF są wiązane, przez osoby postrzegające się za nadwrażliwe, z dolegliwościami, których doświadczają, przemawia przeciwko realnym mechanizmom oddziaływania tych pól, a raczej wyraźnie świadczy o ich oddziaływaniu psychologicznym.**

---

## Objawy EHS

---

W badaniach ankietowych wspomnianych w poprzednim rozdziale uczestnicy zostali zapytani o objawy jakie związane są z wpływem EMF na ich samopoczucie. Uzyskane wyniki potwierdziły powszechnie pojawiające się w literaturze naukowej doniesienia, że objawy związane z EHS są różnego rodzaju, są niespecyficzne i najczęściej trudne do oceny obiektywnej [8]. Lista objawów jest długa i dotyczy one różnych aspektów samopoczucia, od migren, ogólnego zmęczenia, problemów z koncentracją, poprzez problemy związane z układem krążenia, jak kołatanie serca, obniżone tętno, podwyższone tętno, zaburzenia ciśnienia, po bóle stawów, wysypki, łzawienie czy duszności. Niespecyficzność objawów polega na tym, że nie są one charakterystyczne dla jednego konkretnego schorzenia, ale mogą być związane z wieloma jednostkami chorobowymi i przyczynami. Co więcej, zdarza się, że z problemem EHS wiązane są często sprzeczne objawy u różnych osób. Jedni twierdzą, że ich tętno się obniża, a inni, że rośnie. Jedni twierdzą, że są pobudzeni działaniem pola, a inni, że są senni i ospali.

Najczęściej zgłaszanymi objawami w badaniu z roku 2018 były: ogólne zmęczenie – 80%, ból głowy – 74%, ból oczu – 68%, rozdrażnienie – 66%, problemy z koncentracją – 64%, zaburzenia snu – 41%, niepo-

kój – 37%. 32 % badanych wskazywało senność, podczas gdy 19% – bezsenność. 10% deklarowało podwyższone ciśnienie a 3,5% – obniżone ciśnienie. 9,3% obserwowało u siebie podwyższone, a 1,0% – obniżone tętno.

W badaniu z roku 2020 przeprowadzonym na grupie reprezentatywnej dla społeczeństwa polskiego również zadano pytanie o objawy związane z ekspozycją na EMF. Pytanie skierowane było do wszystkich 2000 osób i brzmiało następująco: „Czy odczuwa pan/i jakiegokolwiek objawy zdrowotne związane z użytkowaniem urządzeń elektrycznych, których pana/i zdaniem nie odczuwają inni?”. Do osób, które na powyższe pytanie odpowiedziały twierdząco (88 osób, tj. 4,4%) skierowano prośbę o wskazanie odczuwanych objawów z przygotowanej wcześniej listy. Spośród nich: 57% wskazało na ból głowy, 16% – ból oczu, 10% – zmęczenie, 8% – bezsenność, niepokój i problemy z zasypianiem po 4,5%.

Biorąc pod uwagę objawy EHS największy problem sprawia fakt, że wiele z objawów wymienianych przez osoby nadwrażliwe jest bardzo trudne w obiektywnej i ilościowej ocenie. Bo jak zmierzyć, czy obiektywnie ocenić takie efekty, jak ogólne zmęczenie albo ból głowy? Efektem są trudności w badaniach naukowych nad EHS, ale również w diagnostyce pacjentów skarżących się na ten zespół. Skutkiem takiego stanu rzeczy kwalifikacja osób biorących udział w badaniach naukowych do grupy osób nadwrażliwych albo ocena lekarza, do którego pacjent zgłasza się z objawami odbywać się może jedynie na zasadzie samookreślenia się jako osoba nadwrażliwa na EHS.

**Mnogość zgłaszanych objawów, często obserwowana sprzeczność objawów zgłaszanych przez osoby nadwrażliwe związane z tą samą przyczyną (EMF) oraz nadwrażliwość na pola z bardzo szerokiego zakresu częstotliwości sugerują, że EHS jest raczej problemem o podłożu psychologicznym.**

---

### **Kryteria kwalifikacji do grupy osób nadwrażliwych na EMF**

---

Jednym z problemów związanych z badaniami naukowym nad EHS jest kwalifikacja osób nadwrażliwych do badań. Aby przeprowadzić takie badania, a następnie wyciągnąć z nich sensowne wnioski należy zrekrutować grupę osób, które są potencjalnie nadwrażliwe na EMF. W badaniach naukowych grupa taka musi być porównywana pod względem badanych parametrów z grupą kontrolną, czyli z grupą osób nie uznanych za nadwrażliwe. Zwróćmy uwagę, że źródłem potencjalnych błędów w tego rodzaju projektach jest sytuacja, gdy osoba niewykazująca w istocie nadwrażliwości na EMF zostanie zakwalifikowana do grupy badanej, ale również, gdy osoba nadwrażliwa znajdzie się w grupie kontrolnej. Tymczasem, jak już wspomniano wcześniej, nie istnieją obiektywne kryteria oceny EHS, a podział na grupę badaną i kontrolną zawsze odbywa się na zasadzie samooceny [9].



Jednym z celów ankiety przeprowadzonej w 2020 roku było określenie metodyki kwalifikacji osób z nadwrażliwością w przyszłych badaniach. W tym celu w ankiecie poproszono o deklarację nadwrażliwości za pomocą szeregu pytań sformułowanych na różne sposoby. Udało się w ten sposób zdefiniować kilkanaście różnych kryteriów. Zastosowano proste, ale sformułowane na różne sposoby pytania, które można sprowadzić do pytania „czy jest pan/i nadwrażliwy/a na pola elektromagnetyczne?”. Tego rodzaju pytania łączono z deklarowanymi objawami albo z deklarowanymi źródłami pola wywołującymi pogorszenie samopoczucia, co pozwoliło wzmocnić kryteria kwalifikacji do grupy osób nadwrażliwych. U podstaw takiego podejścia leży założenie, że jeśli osoba badana deklaruje się jako cierpiąca na EHS, to większe jest prawdopodobieństwo, że jest to prawda, jeśli określi równocześnie okoliczności związane ze swoją nadwrażliwością. Rozwiązania, które zakładają zastosowanie więcej niż jednego pytania, jako kryterium pozwalającego identyfikować osoby nadwrażliwe na EMF są sugerowane w literaturze fachowej przez badaczy zajmujących się EHS [10].

W zależności od tego, jak pytania o nadwrażliwość były formułowane i w jaki sposób łączono różne pytania w bardziej złożone kryteria uzyskiwano bardzo różną liczbę osób nadwrażliwych w populacji, od 1,8% do prawie 22%. Szczegóły opisano to w cytowanej już wcześniej pracy [5]. Na szczególną uwagę zasługują dwa pytania, które zadano ankietowanym: (1) „Czy uważa pan/i, że urządzenia emitujące pole elektromagnetyczne wpływają negatywnie na pana/i samopoczucie” i (2) „Czy uważa pan/i, że urządzenia emitujące pole elektromagnetyczne wpływają negatywnie na pana/i zdrowie”. Słowa „samopoczucie” i „zdrowie” można traktować jako synonimy, ale zamiana jednego na drugie spowodowała zmianę oszacowania liczby osób potencjalnie nadwrażliwych na EMF z 18,2% na 21,9% odpowiednio dla pytań (1) i (2). Różnica ta była znacząca statystycznie.

Kwestia określenia kryteriów kwalifikacji osób nadwrażliwych do badań jest poważnym problemem dla naukowców realizujących projekty związane z tą problematyką, ale powinni ją mieć na uwadze również odbiorcy wyników tego rodzaju prac. Wnioski z nich płynące powinny być interpretowane ostrożnie i zawsze należy zwracać uwagę na metodykę rekrutacji populacji badanej.

**Przy okazji zwróćmy również uwagę, że to, w jaki sposób osoba badana interpretuje pytania dotyczące deklaracji nadwrażliwości jest sprawą indywidualną, subiektywną i zależy w dużej mierze od możliwości intelektualnych osób badanych, ich wykształcenia, przynależności do konkretnych grup społecznych, ale również od osobowości.**

---

## Badania prowokacyjne przeprowadzone w naszym Zakładzie

---

Poza omawianymi wcześniej badaniami ankietowymi przeprowadzono również badania prowokacyjne, które miały na celu sprawdzenie czy ekspozycja na EMF o określonej charakterystyce ma wpływ na zdolności psychomotoryczne.

Do badania zaproszono pełnoletnie panie w dowolnym wieku. W badaniu wzięło udział 57 kobiet. Zostały one poproszone o wypełnienie kilku formularzy w celu określenia ich statusu zdrowotnego i kwestii związanych z potencjalną nadwrażliwością na EMF. Zaproponowano im również do wypełnienia dwie ankiety oparte na standardowych narzędziach stosowanych w psychologii. Pierwsza, wypełniana tylko raz, bazowała na narzędziu TEMPS-A (ang. Temperament Evaluation of Memphis), które jest uznaną i stosowaną w psychologii metodą pozwalającą na określenie temperamentów afektywnych [11]. Drugą ankietę przeprowadzano dwa razy – pierwszy raz przed rozpoczęciem eksperymentu i drugi raz, tuż po jego przeprowadzeniu. Druga ankietę miała na celu określenie skali lęku badanych i opierała się o inne narzędzie stosowane w psychologii jakim jest STAI-X (ang. State-Trait Anxiety Inventory) [12].

Zasadniczą częścią eksperymentu było wykonanie szeregu testów mających na celu określenie zdolności psychomotorycznych uczestniczek, a więc np. refleksu, spostrzegawczości czy adekwatności reakcji. Testy te były wykonywane przy komputerze wyposażonym w specjalistyczne oprogramowanie dedykowane do tego rodzaju zastosowań. Identyczny zestaw testów psychomotorycznych wykonywano trzykrotnie. Raz bez ekspozycji na EMF oraz dwa razy w obecności sztucznie generowanego pola elektromagnetycznego o częstotliwości 2,157 GHz i natężeniu składowej elektrycznej na poziomie  $2,96 \pm 0,08$  V/m (tło w pomieszczeniu oszacowano na  $0,101 \pm 0,002$  V/m). Źródłem pola był generator wysokiej częstotliwości połączony kablem RF z anteną o charakterystyce dookólnej, umieszczoną na suficie pomieszczenia, w którym odbywał się eksperyment. W przypadku testów wykonywanych w pierwszych dwóch cyklach uczestniczki wiedziały, że pole jest włączone w jednym cyklu i wyłączone w drugim, ale nie wiedziały, w którym z nich układ generujący pole był włączony. Nie wiedziały o tym również osoba przeprowadzająca eksperyment (podwójnie ślepa próba). W trzecim cyklu testów pole było zawsze włączone i zarówno uczestniczki, jak i prowadzący eksperyment mieli tego świadomość.

Po odbyciu serii trzech testów ochotniczki opisywały swoje odczucia co do kolejnych cykli eksperymentu. Poprosiliśmy je o opisanie swojego samopoczucia i podjęcie próby określenia na podstawie swoich doznań, w którym z dwóch pierwszych cykli testów pole było obecne. Samopoczucie określano w skali 0-5, gdzie 0 oznaczało bardzo złe, a 5 – bardzo dobre.

Wpływ ekspozycji na wyniki badano na dwa sposoby, uwzględniając REALNĄ EKSPOZYCJĘ i EKSPOZYCJĘ POSTRZEGANĄ. Opisując reakcję uczestniczek na REALNĄ EKSPOZYCJĘ brano pod uwagę rezultaty testów w sytuacji, gdy pole było naprawdę włączone (jeden z pierwszych dwóch cykli i cykl trzeci). W przypadku badania wpływu POSTRZEGANIA EKSPOZYCJI brano pod uwagę jedynie wyniki testów i ankiet określających samopoczucie i objawy, które dotyczyły cykli wskazanych przez uczestniczkę, jako wykonane w obecności pola. Czyli wyniki jednego z dwóch pierwszych cykli, tego co do którego uczestniczka była przekonana na podstawie swoich odczuć, że był wykonywany w warunkach ekspozycji.

Analiza ilościowych parametrów opisujących zdolności psychomotoryczne osób badanych nie wykazała żadnych różnic statystycznych bez względu na to, czy brano pod uwagę wyniki osób, które można było uznać za potencjalnie nadwrażliwe, czy pozostałych. Nie wykazano różnic w czasach reakcji, w precyzji wykonywania zadań, czy w adekwatności reakcji bez względu na to, czy analizowano wyniki testów wykonywanych w obecności pola, czy wtedy, gdy pole było wyłączone. Przekonanie o tym, że w jednym z pierwszych dwóch cykli testów pole było włączone również nie miało wpływu na osiągnięte efekty.

Różnic takich nie zaobserwowano nawet po uwzględnieniu potencjalnego wpływu zmęczenia narastającego w trakcie kolejno wykonywanych testów, jak również faktu, że na wyniki kolejnych testów mógł mieć wpływ proces uczenia się.

**Wszystkie w/w obserwacje można podsumować krótkim stwierdzeniem, że ekspozycja na zastosowane pole elektromagnetyczne nie miała żadnego wpływu na zdolności psychomotoryczne osób badanych.**

---

### **Czy osoby nadwrażliwe czują działanie pola elektromagnetycznego?**

---

Można powiedzieć, że eksperyment prowokacyjny nie przyniósł żadnych efektów w sensie powiązania obiektywnych parametrów opisujących zdolności psychomotoryczne badanych kobiet z ekspozycją na pole elektromagnetyczne. Nasuwa się jednak pytanie, czy uczestniczki eksperymentu potrafiły na podstawie swoich odczuć i ewentualnych objawów określić, w którym z pierwszych dwóch cykli testów („zaślepionych”) były one poddawane ekspozycji na EMF?

Z 57 uczestniczek badania 40 podjęło się próby odgadnięcia czy pole generowane w pomieszczeniu, gdzie były wykonywane badania było obecne podczas pierwszego, czy drugiego cyklu testów. Ich ocena była dokonywana na podstawie subiektywnej oceny samopoczucia w trakcie wykonywania zadań. Ochotniczki brały pod uwagę również trudności jakie sprawiały im kolejne zadania w poszczególnych cyklach. Punktem odniesienia do oceny mógł być dodatkowo cykl trzeci, o którym wiedziały z całą pewnością, że pole

było włączone. Pozostałe panie (17) nie były w stanie określić, kiedy pole było włączone i na zadane w formularzu pytanie odpowiedziały „nie wiem”.

19 (47,5%) pań prawidłowo wskazało cykl, w którym obecne było pole, podczas gdy 21 tego nie odgadło. Wynik taki wskazuje, że prawidłowe przypisanie ekspozycji do cyklu było całkowicie przypadkowe. W eksperymencie mieliśmy tylko dwa możliwe stany, które pojawiały się przypadkowo: pole było albo włączone, albo wyłączone. Podobna sytuacja ma miejsce podczas rzutu monetą. Przy czterdziestu rzutach monetą najbardziej prawdopodobna liczba uzyskania orła lub reszki wynosi dokładnie 20, czyli 50%. Wynik na poziomie 19 nie jest od wyniku opartego na przewidywaniu statystycznym istotnie różny.

W przypadku całej grupy badanej praktycznie połowa osób badanych odgadła prawidłowo, kiedy pole było włączone, a połowa nie. To wskazuje, że realna ekspozycja na pole nie miała na ich decyzję żadnego wpływu. Może jednak tylko osoby nadwrażliwe są w stanie prawidłowo wskazać, kiedy były pod działaniem EMF?

Na podstawie wywiadu przeprowadzonego przed badaniem 17 z uczestniczek eksperymentu można było uznać za potencjalnie nadwrażliwe na działanie EMF. Spośród nich tylko 10 podjęło się próby wskazania, który z pierwszych dwóch cykli testu był odbywany pod działaniem pola. Pięć z nich wskazało go prawidłowo, a pięć nie. Co prawda grupa badanych była nieliczna, aby wnioski z jej badania miały wysoką wiarygodność, ale w tym przypadku również widzimy, że prawidłowość wskazań była zupełnie przypadkowa.

Dodatkowo zbadano, jaki wpływ na subiektywną ocenę samopoczucia osób biorących udział w eksperymencie miała realna ekspozycja na EMF i postrzeganie tej ekspozycji, tj. przeświadczenie, że część testów wykonuje się w warunkach ekspozycji nie wiedząc, czy naprawę miała ona miejsce. Wyniki przedstawiono w Tabeli 1. Tabela przedstawia zestawienie średniego samopoczucia uczestniczek w trakcie wykonywania testów psychomotorycznych opisywanego w skali 0 - 5, gdzie 0 oznacza bardzo złe, a 5 oznacza bardzo dobre samopoczucie. Obliczono średni poziom samopoczucia w sytuacji, gdy ekspozycja była realna i w sytuacji, gdy była tylko postrzegana, tj. gdy uczestniczki tylko przypuszczały, że ma miejsce ekspozycja na EMF (albo też przeciwnie, gdy nie jest obecna). Osobno przedstawiono wyniki dla całej populacji oraz dla kobiet uznanych za potencjalnie nadwrażliwe na EMF i pozostałych pań.

Tabela 1. Ocena subiektywna samopoczucia uczestniczek eksperymentu podczas wykonywania testów psychomotorycznych w warunkach ekspozycji postrzeganej i realnej. Liczby oznaczają średnie subiektywnie oceniane samopoczucie uczestniczek eksperymentu (skala 0-5, gdzie 0 oznacza bardzo złe, a 5 oznacza bardzo dobre samopoczucie). Parametr p określa istotność statystyczną różnicy pomiędzy sytuacją, gdy pole realne lub postrzegane było włączone i wyłączone. Dla  $p < 0,05$  różnice są statystycznie istotne (kolor niebieski).

Samopoczucie w warunkach	Ekspozycji postrzeganej			Ekspozycji realnej		
	Pole włączone	Pole wyłączone	p	Pole włączone	Pole wyłączone	p
<b>Cała populacja</b>	<b>3,7</b>	<b>4,3</b>	<b>0,012</b>	4,1	3,9	0,380
<b>Nadwrażliwe na EMF</b>	3,5	4,1	0,208	4,1	3,5	0,208
<b>Niewrażliwe na EMF</b>	<b>3,8</b>	<b>4,4</b>	<b>0,029</b>	4,1	4,1	0,794

Istotne różnice statystycznie wystąpiły tylko w przypadku ekspozycji postrzeganej, a realna ekspozycja na EMF nie miała wpływu na ocenę samopoczucia przez uczestniczki badania. Co ciekawe różnice były istotne w odniesieniu do całej populacji badanej i do osób, które nie zostały określone jako potencjalnie nadwrażliwe na EMF. W przypadku pań zakwalifikowanych do grupy nadwrażliwych na pole wystąpiła różnica średniego samopoczucia pomiędzy sytuacją, gdy były one przekonane o tym, że pole działa (wartość 3,5), a sytuacją, gdy uznały, że pole nie jest włączone (wartość 4,1). Różnica ta nie jest jednak istotna statystycznie (prawdopodobnie na skutek niewielkiej liczebności tej grupy).

Zwróćmy uwagę, że (pomijając istotność statystyczną albo jej brak) wszystkie badane czują się lepiej pozostając w przeświadczeniu, że pole jest wyłączone.

**Powyższe wyniki pokrywają się z doniesieniami literaturowymi mówiącymi, że osoby postrzegające się jako nadwrażliwe na EMF nie potrafią w warunkach ślepej próby określić na podstawie swoich dolegliwości i odczuć, czy pole jest obecne, czy nie [13].**

**Na subiektywną ocenę samopoczucia uczestniczek eksperymentu nie ma wpływu realna ekspozycja na EMF, a postrzeganie tej ekspozycji. Spostrzeżenie to również zgodne jest z doniesieniami literaturowymi [14].**

---

## Postrzeganie się jako osoba nadwrażliwa na EMF jest powiązane z osobowością

---

Kolejna przesłanka przemawiająca za psychologicznymi mechanizmami oddziaływania EMF na ludzi wynika z analizy rezultatów narzędzi psychologicznych zastosowanych w badaniach prowokacyjnych. Zaczniemy od wyników oceny lęku osób badanych przed przeprowadzeniem eksperymentu i tuż po nim, uzyskanych przy pomocy formularza STAI-X. Można się było spodziewać, że poziom lęku u uczestniczek eksperymentu powinien być wyższy przed badaniem niż po, gdyż sytuacja kiedy czeka nas nowe wyzwanie zwykle wiąże się ze stresem. Można się również było spodziewać, że u osób potencjalnie nadwrażliwych na EMF poziom lęku będzie ogólnie większy, co powinno być związane z obawą przed czynnikiem potencjalnie szkodliwym dla osób poddawanych eksperymentowi. Zarówno u osób określonych jako potencjalnie nadwrażliwe, jak i u pozostałych rzeczywiście zaobserwowano, że poziom lęku przed badaniem był wyższy niż po nim, ale różnice te nie były istotne statystycznie.

Znacznie ciekawsze wyniki uzyskano dzięki zastosowaniu narzędzia TEMPS-A. Formularz ankiety TEMPS-A składa się ze 110 pytań (w przypadku kobiet), na które badane udzielają jednej z dwóch odpowiedzi TAK albo NIE. Osoba badana proszona jest o zaznaczenie odpowiedzi, która jest prawdziwa w odniesieniu do większej części jej życia. Są to pytania w rodzaju „Jestem smutną, nieszczęśliwą osobą”, „Łatwo się poddaję” albo „Zwykle jestem w dobrym lub radosnym nastroju” i mają na celu określenie cech osobowości związanych z przeżywaniem i rozumieniem emocji. Dzięki TEMPS-A można określić udział pięciu składowych, które charakteryzują sposób przeżywania emocji przez osobę badaną. Są to składowe: depresyjna, cyklotymiczna, hipertymiczna, drażliwa i lękowa. Znaczenie składowych depresyjnej, drażliwej i lękowej nie wymaga wyjaśnienia, gdyż potoczne rozumienie tych określeń doskonale oddaje ich istotę. Określenia cyklotymiczna i hipertymiczna jako niespotykane w języku potocznym wymagają wyjaśnienia. Osobowość cyklotymiczna oscyluje pomiędzy beztroską i marazmem i charakteryzuje się emocjonalnymi wahaniami od smutku do radości. Najłatwiej osobowość tego rodzaju można scharakteryzować jako zmienną pod względem rozumienia i przeżywania emocji. Temperament hipertymiczny charakteryzuje się optymistycznym nastawieniem do życia, upodobaniem do rozrywki, towarzyskością, pewnością siebie, łatwością generowania nowych pomysłów, elokwencją i tendencją do kierowania innymi. Skala uczuć przeżywanych przez osoby hipertymiczne jest najwyższa, wyróżnia ich jednak również jednostronność w myśleniu, tendencja do zachowań ryzykownych i brak obiektywizmu co do własnej osoby [11].

Udział każdej składowej bada się przy pomocy określonej grupy pytań, a wynik podaje się w procentach wyrażając liczbę odpowiedzi pozytywnych w stosunku do całkowitej liczby pytań dotyczących określonej składowej. Składowe depresyjną, cyklotymiczną, hipertymiczną i drażliwą w przypadku kobiet określa się

na podstawie 21 pytań, a lękową na podstawie 26 pytań. W efekcie zastosowania formularza TEMP-A osobowość każdej badanej można scharakteryzować pięcioma liczbami w zakresie 0-100, które odpowiadają udziałowi poszczególnych składowych.

Obliczono średni udział poszczególnych typów osobowości w grupie kobiet, które określono jako potencjalnie nadwrażliwe na EMF (17 osób) i u pozostałych pań (40). Wyniki przedstawiono w Tabeli 2.

Tabela 2. Określenie średniego udziału typów osobowości u badanych podzielonych na grupę „potencjalnie nadwrażliwych na EMF” i „pozostałych”. Wyniki uzyskano przez zastosowanie narzędzia TEMPS-A. Parametr p określa istotność statystyczną różnicy pomiędzy grupami. Dla  $p < 0,05$  udział składowych w analizowanych grupach jest statystycznie różny (kolor niebieski).

Temperament	Osoby nadwrażliwe	Pozostałe	p
<b>Depresyjny</b>	<b>44,5</b>	<b>32,3</b>	<b>0,003</b>
<b>Cyklotymiczny</b>	<b>36,7</b>	<b>25,0</b>	<b>0,030</b>
Hipertymiczny	39,2	46,2	0,213
Drażliwy	25,0	19,2	0,186
<b>Lękowy</b>	<b>39,0</b>	<b>23,8</b>	<b>0,009</b>

Okazuje się, że uczestniczki eksperymentu, które określiły się jako nadwrażliwe na EMF wykazywały się znacząco statystycznie większym udziałem składowych depresyjnej, cyklotymicznej i lękowej. Udział pozostałych składowych w obydwu analizowanych grupach był również różny, ale różnice te nie były statystycznie istotne.

**Charakterystyka temperamentów afektywnych osób biorących udział w eksperymencie wydaje się sugerować, że na postrzeganie siebie jako osoby nadwrażliwej na EMF ma wpływ typ osobowości, a w szczególności udział składowych depresyjnej i lękowej.**

---

## **Powiązanie EHS z zanieczyszczeniem powietrza**

---

Ostatnią przesłanką jaką udało się zaobserwować w trakcie prowadzonych w Zakładzie Biofizyki badań przemawiającą za psychologicznymi mechanizmami leżącymi u podstaw EHS są wyniki korelacji częstotliwości występowania EHS z zanieczyszczeniem środowiska i poziomem tła pola elektromagnetycznego.

Na bazie ankiet przeprowadzonych w roku 2020 udało się zidentyfikować mieszkańców 12-stu polskich miast. Określono dzięki temu liczebność osób potencjalnie nadwrażliwych na EMF w poszczególnych miastach według różnych kryteriów. Następnie, korzystając z ogólnie dostępnych danych dotyczących zanieczyszczenia powietrza publikowanych przez Główny Inspektorat Ochrony Środowiska obliczono parametry opisujące zanieczyszczenie powietrza w wybranych miastach i parametry opisujące zmiany stężenia wybranych rodzajów zanieczyszczeń na przestrzeni ostatnich 10-ciu lat [15], [16]. Analizowano średnią, maksymalną i minimalną wartość stężenia obserwowaną w latach 2011-2020, jak również trendy zmian w/w parametrów. Brano pod uwagę stężenia czterech czynników: pyłów zawieszonych PM<sub>2,5</sub>, pyłów zawieszonych PM<sub>10</sub>, dwutlenku siarki i dwutlenku azotu.

Korzystając z uruchomionego w ubiegłym roku systemu monitoringu natężenia pola elektromagnetycznego w Polsce SI2PEM [17] określono parametry charakteryzujące natężenie EMF pochodzącego od infrastruktury telekomunikacyjnej w analizowanych miejscowościach. Obliczono średnią, odchylenie standardowe, medianę, 10-ty i 90-ty centyl składowej elektrycznej pola elektromagnetycznego w każdej z analizowanych miejscowości.

Ostatnim krokiem było obliczenie korelacji pomiędzy poszczególnymi parametrami opisującymi skażenie powietrza czterema w/w czynnikami środowiskowymi i parametrami opisującymi tło promieniowania elektromagnetycznego a liczebnością populacji osób nadwrażliwych na EMF we wszystkich 12-stu miastach. Okazało się, że na podstawie zaobserwowanych korelacji związek przyczynowo skutkowy można podejrzewać jedynie w przypadku zależności pomiędzy liczbą osób nadwrażliwych na EMF a zanieczyszczeniem powietrza pyłem zawieszonym PM<sub>10</sub>. Pozostałe parametry nie wykazują istotnych statystycznie korelacji do częstotliwości występowania EHS.

Jaka jest zasadnicza różnica pomiędzy pyłem zawieszonym, a pozostałymi badanymi czynnikami? Obecność dużej liczby cząsteczek pyłu zawieszzonego PM<sub>10</sub> jest łatwiej zauważalna przy pomocy ludzkich zmysłów niż w przypadku wysokiego stężenia pozostałych badanych czynników w powietrzu. Wynika to z faktu, że duże stężenie większych cząsteczek pyłu jest widoczne już samo w sobie jako zamglenie, a ponadto stanowi czynnik przyspieszający kondensację pary wodnej, gdyż cząsteczki pyłu stanowią doskonałe jądra kondensacji. Efektem dużego stężenia pyłu zawieszzonego PM<sub>10</sub> jest szybko pojawiająca się mgła utożsamiana już od wielu lat w świadomości społecznej ze smogiem. Jeśli wyobrazimy sobie, że jakaś osoba jest bardziej czuła od innych na punkcie swojego zdrowia i zagrożeń związanych z czynnikami środowiskowymi, to w większym stopniu może obawiać się zarówno smogu (który obserwuje w postaci



pojawiających się mgieł), jak i pola elektromagnetycznego (obserwując pojawiające się w otoczeniu urządzenia telekomunikacyjne). Zwłaszcza, że od jakiegoś czasu funkcjonuje również w świadomości społecznej pojęcie tzw. „smogu elektromagnetycznego”, które niejako zrównuje zagrożenie polem elektromagnetycznym z zagrożeniami skażeniem chemicznym powietrza.

Wniosek ten potwierdza dodatkowa analiza jaką przeprowadzono w odniesieniu do wyników badania ankietowego z roku 2020. W jednym z pytań poproszono ankietowanych o wskazanie czynników, które niekorzystnie działają na zdrowie ludzi. Ankietowany miał do wyboru kilka czynników, wśród których było również zanieczyszczenie powietrza. Bez względu na to, jakie kryterium zostało zastosowane do oddzielenia grupy osób nadwrażliwych na EMF od pozostałych, to zawsze w grupie osób nadwrażliwych znacznie większy odsetek ankietowanych (82-95% w zależności od kryterium) wskazywał zanieczyszczenie powietrza, niż miało to miejsce w grupie osób, które nie były nadwrażliwe (60-80%).

Zwróćmy uwagę jeszcze na jeden fakt, liczebność osób deklarujących się jako nadwrażliwe na EMF nie koreluje z parametrami opisującymi tło promieniowania elektromagnetycznego na terenach objętych analizą. Wniosek taki wskazuje raczej na brak realnego powiązania pomiędzy polem, a nadwrażliwością na EMF.

**Fakt, że częstotliwość występowania deklarowanej nadwrażliwości na EMF koreluje jedynie z czynnikiem, którego percepcja jest łatwa, a nie koreluje z czynnikami, których obserwacja jest trudna i wymaga specjalistycznych pomiarów, może świadczyć o psychologicznym podłożu zjawiska nadwrażliwości na pole elektromagnetyczne.**

---

## Podsumowanie

---

Omawiane w niniejszym opracowaniu kolejne obserwacje sugerują, że u podstaw nadwrażliwości na pole elektromagnetyczne leżą raczej mechanizmy psychologiczne. Wnioski takie pokrywają się z licznymi doniesieniami literaturowymi, ale również ze stanowiskiem Światowej Organizacji Zdrowia, które jest niezmiennie w tej kwestii od ponad 15-stu lat [18].

Badania na tym polu są nadal prowadzone i można spotkać doniesienia sugerujące, że EHS ma związek z realnym fizycznym oddziaływaniem EMF. Próbuje się również tworzyć modele tłumaczące zjawisko EHS wiążąc psychologiczne i realne fizyczne mechanizmy oddziaływania EMF na ludzi [19].

Należy jednak podkreślić, że na obecnym etapie ani doniesienia literaturowe, ani wyniki badań własnych prowadzonych w Zakładzie Biofizyki nie przesądzają jednoznacznie o tym, czy EHS jest, czy nie jest związane z realnym fizycznym oddziaływaniem pola.

---

## Literatura

---

- [1] L. Gherardini, G. Ciuti, S. Tognarelli, and C. Cinti, "Searching for the perfect wave: The effect of radiofrequency electromagnetic fields on cells," *Int. J. Mol. Sci.*, vol. 15, no. 4, pp. 5366–5387, 2014, doi: 10.3390/ijms15045366.
- [2] Ł. Łamża, Ed., *Pole elektromagnetyczne a człowiek. O fizyce, biologii, medycynie, normach i sieci 5G*. Warszawa, 2019.
- [3] ISAP - Internetowy System Aktów Prawnych, "[ROZPORZĄDZENIE MINISTRA ZDROWIA z dnia 17 grudnia 2019 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku](#)", 2019.
- [4] G. Tatoń, P. Kuterba, B. Lisowski, T. Rok, and E. Rokita, "Nadwrażliwość elektromagnetyczna w Polsce-badania ankietowe (The Influence of Electromagnetic Fields on the Human Health-Survey Studies)," *Przegląd Elektrotechniczny*, vol. 12, pp. 224–228, 2019, doi: 10.15199/48.2019.12.51.
- [5] G. Tatoń, A. Kacprzyk, T. Rok, M. Pytlarz, R. Pawlak, and E. Rokita, "A survey on electromagnetic hypersensitivity: the example from Poland," *Electromagn. Biol. Med.*, vol. 00, no. 00, pp. 1–8, 2021, doi: 10.1080/15368378.2021.1995873.
- [6] A. Kacprzyk, "[Zjawisko nadwrażliwości elektromagnetycznej okiem lekarza](#)", 2020.
- [7] A. Kacprzyk, G. Kanclerz, E. Rokita, and G. Tatoń, "Which sources of electromagnetic field are of the highest concern for electrosensitive individuals?—Questionnaire study with a literature review," *Electromagn. Biol. Med.*, 2020, doi: 10.1080/15368378.2020.1839489.
- [8] M. Dieudonné, "Electromagnetic hypersensitivity: A critical review of explanatory hypotheses," *Environ. Heal. A Glob. Access Sci. Source*, vol. 19, no. 1, pp. 1–12, 2020, doi: 10.1186/s12940-020-00602-0.
- [9] D. Belpomme and P. Irigaray, "Electrohypersensitivity as a newly identified and characterized neurologic pathological disorder: How to diagnose, treat, and prevent it," *International Journal of Molecular Sciences*, vol. 21, no. 6. MDPI AG, Mar. 02, 2020, doi: 10.3390/ijms21061915.

- [10] R. Szemerszky, Z. Dömötör, and F. Köteles, "One Single Question Is not Sufficient to Identify Individuals With Electromagnetic Hypersensitivity," *Clin. Psychol. Eur.*, vol. 1, no. 4, 2019, doi: 10.32872/cpe.v1i4.35668.
- [11] D. Dembińska-Krajewska and J. Rybakowski, "The Temperament Evaluation of Memphis, Pisa and San Diego Autoquestionnaire (TEMPS-A) - An important tool to study affective temperaments," *Psychiatr. Pol.*, vol. 48, no. 2, pp. 261–276, 2014, Accessed: Dec. 14, 2021. [[Online](#)].
- [12] L. J. Julian, "Measures of anxiety: State-Trait Anxiety Inventory (STAI), Beck Anxiety Inventory (BAI), and Hospital Anxiety and Depression Scale-Anxiety (HADS-A)," *Arthritis Care Res.*, vol. 63, no. SUPPL. 11, 2011, doi: 10.1002/acr.20561.
- [13] S. Eltiti, D. Wallace, R. Russo, and E. Fox, "Aggregated data from two double-blind base station provocation studies comparing individuals with idiopathic environmental intolerance with attribution to electromagnetic fields and controls," *Bioelectromagnetics*, vol. 36, no. 2, pp. 96–107, 2015, doi: 10.1002/bem.21892.
- [14] S. Eltiti, D. Wallace, R. Russo, and E. Fox, "Symptom presentation in idiopathic environmental intolerance with attribution to electromagnetic fields: Evidence for a Nocebo effect based on data re-analyzed from two previous provocation studies," *Front. Psychol.*, vol. 9, no. AUG, 2018, doi: 10.3389/fpsyg.2018.01563.
- [15] Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, "[Pięcioletnia ocena jakości powietrza w strefach w Polsce wykonana za lata 2014-2018 według zasad określonych w art. 88 ust. 2 ustawy – Prawo ochrony środowiska. Zbiorczy raport krajowy z wynikami oceny](#)", 2019.
- [16] Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, "[Bank Danych Pomiarowych](#)", 2021.
- [17] SI2PEM, "[Mapa pola elektromagnetycznego](#)".
- [18] WHO, "[WHO | Electromagnetic fields and public health: Electromagnetic hypersensitivity](#)", 2005. (accessed Dec. 10, 2019).
- [19] M. Redmayne and S. Reddel, "[Redefining electrosensitivity: A new literature-supported model](#)", *Electromagn. Biol. Med.*, vol. 40, no. 2, pp. 227–235, 2021, doi.