

SPRAWOZDANIE Z BADAŃ KLINICZNYCH

Kontynuacja badań wpływu PEM

na zdrowie człowieka

Kraków, grudzień 2020

1 Wprowadzenie – cel badań

W roku 2020 kontynuowano badania wpływu promieniowania elektromagnetycznego o częstotliwościach w zakresie radiowym i mikrofalowym (PEM) na organizm człowieka. W badaniach przeprowadzonych w Zakładzie Biofizyki Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w latach ubiegłych potwierdzono jednoznacznie występowanie efektów termicznych oddziaływania PEM na organizm. Penetracja organizmu przez PEM towarzyszy zawsze depozycja energii w ustroju, co oprócz wzrostu temperatury może wywoływać szereg innych efektów, zarówno potwierdzonych jak i postulowanych.

Dodatkowo podnoszone są dwa aspekty działania PEM na organizm człowieka. Pierwszy problem związany jest z występowaniem efektów nietermicznych i związanych z nimi potencjalnych skutków medycznych, czyli efektów w skali makro zarówno w perspektywie krótko- jak i długo-czasowej, które mogą być rozpoznawane różnymi metodami diagnostycznymi.

Drugie zagadnienie, związane z opisem działania PEM, oparte jest na założeniu, że efekty termiczne jak i nietermiczne działania PEM występują tylko dla części populacji. Tą część populacji określa się nieprawidłowo mianem osób elektrowrażliwych lub osób wykazujących nadwrażliwość elektromagnetyczną (EHS – Electromagnetic Hyper Sensitivity). Używanie określeń elektrowrażliwość lub nadwrażliwość elektromagnetyczna automatycznie sugeruje istnienie powiązania przyczynowo-skutkowego pomiędzy różnymi objawami i PEM. Zależność taka nie została do tej pory jednoznacznie potwierdzona. Dlatego, bazując na obecnym stanie wiedzy, za poprawne powinno się uznać określenie nietolerancja środowiskowa o nieznanej etiologii (IEI – Idiopathic Environmental Intolerance) przypisywana promieniowaniu elektromagnetycznemu (IEI-PEM).

Prezentowany raport zawiera wyniki badań wpływu PEM na organizm człowieka, prowadzonych w 2020 roku. Należy podkreślić, że tematyka badawcza realizowana w bieżącym roku, korelowała z wynikami przeprowadzonych badań w latach ubiegłych oraz aktualną literaturą tematu. W prowadzonych badaniach utrzymano zasadę, że do badań można zastosować wyłącznie testy rutynowo wykorzystywane w praktyce klinicznej. Ze względów formalnych (zgoda Komisji Bioetycznej) zrezygnowano z jakichkolwiek modyfikacji procedur diagnostycznych. Zrezygnowano z ograniczenia, że stosuje się wyłącznie metody eksperymentalne zapewniające uzyskanie obiektywnych wyników i wykorzystano metody ankietowe, które wymagają współpracy osoby badanej. Badania przeprowadzono dla populacji pełnoletnich kobiet i mężczyzn. Stan zdrowia osoby badanej sprawdzano dla części badanej grupy, co wymagało to oczywiście wykonania podmiotowych i przedmiotowych badań lekarskich. Należy także nadmienić, że w badaniach uczestniczyli wyłącznie ochotnicy.

Prowadzone w bieżącym roku badania dotyczyły trzech tematów badawczych. Pierwszym problemem, który jest kontynuacją wcześniej prowadzonych badań, jest zastosowanie testów klinicznych, które są wykorzystywane w diagnostyce autonomicznego układu nerwo-

wego (AUN). W badaniach wykorzystano stosowaną w praktyce klinicznej procedurę, którą zmodyfikowano dodając prowokacje z wykorzystaniem telefonu komórkowego. Zgodnie z anatomią człowieka przyjęto, że PEM będzie oddziaływać głównie na okolice głowy (mózgu). Jedną z części mózgu (kora wyspy) zarządza współczulną i przywspółczulną częścią autonomicznego układu nerwowego. W prowadzonych badaniach podjęto próbę wykorzystania zaawansowanych metod analizy danych do oceny zmian aktywności autonomicznego układu nerwowego wywołaną testem prowokacyjnym z wykorzystaniem telefonu komórkowego.

Kolejnym realizowanym tematem badawczym były badania wpływu PEM na zdolności psychomotoryczne ze szczególnym uwzględnieniem wpływu postrzegania siebie jako osoby nadwrażliwej na działanie PEM. Testowe badania wykorzystania testów psychometrycznych do oceny wpływu PEM na organizm przeprowadzono w ubiegłym roku. Podobnie jak badania AUN, badania w tym zakresie oparte są na założeniu, że PEM może powodować zaburzenie fizjologicznego funkcjonowania mózgu człowieka. Dane eksperymentalne zostały uzupełnione o badania ankietowe. Ankiety jako metoda diagnostyczna są powszechnie stosowane do celów diagnostycznych w wielu działach medycyny.

Trzecim realizowanym tematem była analiza częstotliwości występowania IEI-PEM w populacji polskiej przy użyciu badania kwestionariuszowego przeprowadzonego metodą telefoniczną. Ta metoda pozyskiwania danych nie była realizowana w latach ubiegłych. Wstępne badania sugerują, że problem ten jest szeroko rozpowszechniony w naszym kraju, jednak jak dotąd występowanie IEI-PEM nie zostało dokładnie określone ilościowo. Dodatkowo, w ramach kwestionariusza przeanalizowano różne kryteria dotychczas używane do określenia częstości tego zjawiska przez innych autorów, co pozwoli na porównanie ich użyteczności, a być może również pozwoli w przyszłości opracować nowe wiarygodne i obiektywne kryteria. Należy podkreślić, że w literaturze spotykane są różnorodne kryteria wyodrębnienia pacjentów IEI-PEM, stosowane do celów badawczych oraz w ocenie częstości występowania zjawiska IEI-PEM w populacji.

2 Metodyka Badań

Zgodnie z obowiązującymi regulacjami prawnymi na przeprowadzenie badań z udziałem ochotników uzyskano zgodę Komisji Bioetycznej Uniwersytetu Jagiellońskiego (1072.6120.10.2020 z dnia 23 stycznia 2020 roku i 1072.6120.285.2020 z dnia 28 października 2020 roku).

We wstępnym etapie badań wyodrębniono grupę ochotników, którzy dobrowolnie zadeklarowali chęć udziału w badaniach. Nie była prowadzona dedykowana akcja informacyjna w środkach masowego przekazu. Ochotnicy zostali wybrani z grupy osób, która zadeklarowała zainteresowanie tematyką w latach ubiegłych. Ograniczenia akcji informacyjnej i tym sa-

mym minimalizacji rekrutacji ochotników było bezpośrednio związane z sytuacją epidemiczną.

Badania AUN poprzedzone były wstępną diagnostyką w celu oceny ogólnego stanu zdrowia i funkcjonowania AUN. Ocenę stanu zdrowia ochotnika dokonywał lekarz internista w oparciu o opracowaną procedurę (Załącznik 1), we współpracy z Zakładem Reumatologii i Balneologii Collegium Medicum UJ (kierownik prof. dr hab. M. Korkosz). Oprócz oceny ogólnego stanu zdrowia sprawdzano występowanie zmian chorobowych (tarczyca, węzły chłonne, skóra) w obrębie głowy i szyi. Osobnym zagadnieniem było sprawdzenie występowania objawów chorób idiopatycznych w badaniu podmiotowym i fizykalnym. Dodatkowo wykonywano badanie stanu AUN ochotnika, we współpracy z Katedrą Neurologii Collegium Medicum UJ (kierownik prof. dr hab. A. Słowik), stosując kwestionariusz Compass 31 (Załącznik 2).

Badania autonomicznego układu nerwowego (AUN) wykonano w Katedrze Patofizjologii Collegium Medicum UJ (kierownik prof. dr hab. K. Gil). Ocena aktywności AUN została oparta na badaniach zmienności rytmu zatokowego serca (HRV – Heart Rate Variability) oraz zmienności ciśnienia tętniczego skurczowego i rozkurczowego (BPV – Blood Pressure Variability) oraz wskaźników hemodynamicznych serca wyznaczanych na podstawie pomiarów impedancji klatki piersiowej (kardioimpedancja).

Badania HRV i BPV zostały przeprowadzone przy spełnieniu standardowych warunków wstępnych. Po 20 minutowym odpoczynku w warunkach komfortu psychicznego i spokoju, częstość oddechów około 14/min, rejestrowano dla grupy kontrolnej 15-to minutowy zapis EKG z czterech klasycznych odprowadzeń kończynowych z ciągłym nieinwazyjnym pomiarem ciśnienia z uderzenia na uderzenie serca metodą pletyzmograficzną oraz sygnał kardioimpedancji za pomocą aparatu Task Force Monitor 3040i, (CN Systems, Graz, Austria) w spoczynku, następnie dokonywano rejestracji trwającej 15 minut podczas próby prowokacyjnej z wykorzystaniem telefonu komórkowego a następnie 15 minut po zakończeniu używania telefonu. Osoba badana pozostawała sama w pomieszczeniu (monitorowana z zewnątrz). Przy uchu prawym przez okres całego badania był umieszczony telefon za pomocą specjalnego systemu mocowania.

Wszystkie próby prowokacyjne wykonano z wykorzystaniem telefonu marki Huawei P 20 Lite (SAR = 0,75 W/kg, bateria – 3000 mAh, wymiary = 71,3 mm × 149 mm × 7,4 mm). Telefon załogowany był w sieci Play, wykorzystywano pasmo częstotliwości 1800 MHz. Komunikację ograniczono do standardu 3G. W badaniach grupy kontrolnej, zastosowano telefon pracujący w trybie „flight mode” (tryb FM). Telefon w tym trybie nie posiadał dostępu do sieci komórkowej, pozostają aktywne jedynie jego funkcje multimedialne. W badaniu na telefonie uruchomiono odtwarzanie muzyki w trybie ciągłym.

Badanie wpływu PEM na zdolności psychomotoryczne ze szczególnym uwzględnieniem wpływu postrzegania siebie jako osoby nadwrażliwej na działanie PEM przeprowadzono jako badanie prospektywne prowokacyjne prowadzone w warunkach podwójnie ślepej próby. Osoby poddawane były testom psychomotorycznym wykonywanym z zastosowaniem specjalnego oprogramowania i systemu komputerowego z monitorem dotykowym.

Osoby biorące udział w badaniu wypełniały kilka ankiet i wykonywały testy psychomotoryczne w obecności emisji PEM i bez niej. Testy psychomotoryczne wykonywano w trzech cyklach (ozn. C1, C2 i C3). Rodzaj testów i ich sekwencja były zawsze takie same. W pierwszych dwóch cyklach (C1 i C2) pole było włączone, albo wyłączone. Jeśli było obecne w cyklu pierwszym, to było wyłączone w drugim i odwrotnie. Ani prowadzący badanie, ani osoba badana nie wiedziała, czy pole było włączone w cyklu pierwszym, czy drugim. Źródło pola było sterowane przez inną osobę biorącą udział w przeprowadzaniu testów z udziałem ochotników. Włączenie lub wyłączenie pola w pierwszych dwóch cyklach było losowane, ale w taki sposób, żeby w trakcie wszystkich badań liczba testów, w których pole było włączone w cyklu pierwszym i drugim były w przybliżeniu równoliczne. Wykonano 28 prób z polem włączonym w cyklu pierwszym i 29 prób z polem włączonym w cyklu drugim. Pole było zawsze obecne w trzecim cyklu (C3) testów. Wszystkie badania wraz z wypełnieniem stosownych dokumentów i ankiet oraz wykonaniem testów zajmowało około 90 minut.

Źródłem PEM był generator sprzężony z anteną dookólną umieszczaną na suficie pomieszczenia, w którym odbywało się badanie. Zastosowano generator Gator Transmitter (Berkeley Variatronics Systems, US) oraz antenę Kathrein K 80010749 (KATHREIN-Werke KG, Niemcy). Osoby badane były poddane ekspozycji na pole o częstotliwości 2157,4 MHz. Moc wyjściowa z generatora była na poziomie 36 dBm (4 W). Obecność pola i spełnienie limitów ekspozycji zostało potwierdzone przez akredytowane laboratorium (SOLDI, Kraków) po zainstalowaniu układu wykorzystywanego do przeprowadzenia badań. Maksymalne natężenie składowej elektrycznej pola w pomieszczeniu na poziomie do 2 m wyniosło 4 V/m. Ekspozycja była kontrolowana również w trakcie badań przy pomocy ekspozymetru ExpoM-RF (Fields at Work GmbH, Szwajcaria). Ekspozymetr był umieszczony przy stanowisku badawczym. Ekspozycja uśredniona w trakcie wszystkich badań wyniosła: $2,96 \pm 0,08$ V/m. Ponieważ pomieszczenie nie było ekranowane od pól zewnętrznych kontrolowano również wartość tła. Uśredniona po wszystkich pomiarach wartość tła wyniosła $0,101 \pm 0,002$ V/m.

W trakcie badania poddawani testom ochotnicy wypełniali kilka ankiet, których celem było określenie ich charakterystyki (np. wiek i wykształcenie), potencjalnej elektrowrażliwości i określenie ich ogólnego stanu zdrowia. Stan zdrowia podlegał ocenie subiektywnej w skali 0-5 (gdzie 0 oznaczało bardzo zły stan zdrowia, a 5 bardzo dobry stan zdrowia). Ocenę obiektywną stanu zdrowia wykonano z zastosowaniem wywiadu komputerowego w ramach pakietu testów dostarczonego wraz z systemem przeznaczonym do wykonania testów psychomotorycznych.

Przed wykonaniem badań osoby badane zostały poproszone o wypełnienie ankiety mającej za zadanie określenie ich temperamentu afektywnego. W badaniach wykorzystano identyczne ankiety jak zastosowane w ubiegłym roku, a badania psychologiczne ochotnika wykonano we współpracy z Katedrą Psychiatrii Collegium Medicum UJ (kierownik prof. dr hab. D. Dudek). Wykorzystano narzędzie TEMPS-A składające się ze 110 pytań. Wyniki ankiety TEMPS-A pozwalają określić udział pięciu składowych opisujących osobowość badanych pod względem radzenia sobie z emocjami: depresyjną, cyklotymiczną, hipertymiczną, drażliwą i lękową.

Przed wykonaniem testów i po ich zakończeniu przeprowadzono analizę poziomu lęku badanych osób przy pomocy narzędzia STAI-X. Kwestionariusz STAI-X składający się z 20 pytań pozwala określać poziom lęku w skali 20-80 punktów, gdzie 20 oznacza bardzo niski poziom lęku, a 80 oznacza bardzo wysoki poziom lęku.

Po wykonaniu testów psychomotorycznych badane były proszone o wypełnienie kwestionariusza, którego celem było określenie czy według ich odczuć były poddawane ekspozycji na pole w cyklu pierwszym, czy w drugim. Proszono je również o opis obserwowanych u siebie objawów i ich natężenie w każdym z trzech cykli przeprowadzanych testów psychomotorycznych.

Spośród dostępnych w systemie testów psychomotorycznych (System Testów Komputerowych SIGMA, Pracownia Psychologiczna Driver, Ustrzyki Dolne) wybrano trzy, które wykonywały osoby biorące udział w badaniu:

- test koordynacji (TK) w dwóch wersjach, z dowolnym czasem reakcji (w wyniku uzyskiwano czas relacji TK-D wyrażony w punktach i skali STEN) oraz z wymuszonym czasem reakcji (w wyniku uzyskiwano liczbę poprawnie wykonanych prób i wynik wyrażony w skali STEN);
- test szybkości i adekwatności reakcji (TSAR). Test TSAR pozwala oceniać kilka parametrów: średni czas reakcji w milisekundach i skali STEN, średni czas motoryczny wyrażony w milisekundach i skali STEN, bezwzględną liczbę błędów i liczbę błędów wyrażoną w skali STEN;
- komputerowy test uwagi i adekwatności (KTUS). Test KTUS również pozwalał oceniać kilka parametrów ilościowych, zarówno w skali bezwzględnej, jak i w skali STEN: liczba symboli przeanalizowanych, liczba symboli znalezionych prawidłowo, liczba symboli pominiętych, liczba symboli wskazanych błędnie, średni czas reakcji wyrażony w milisekundach i skali STEN.

Badanie częstotliwości występowania IEI-PEM w populacji polskiej było badaniem kwestionariuszowym przeprowadzonym metodą rozmowy telefonicznej (CATI – Computer Assisted Telephone Interviewing) przez profesjonalną agencję sondażową (OPINIA24, Radom). W ramach projektu przeprowadzono ankietę pośród 2 000 osób, reprezentatywnych dla całej populacji zamieszkującej na terenie Polski (dopasowanie ze względu na płeć, wiek oraz miejsce zamieszkania). Indywidualny dobór respondentów przeprowadzony został losowo, przy

użyciu szerokiej komercyjnej bazy danych. Dobór osób ankietowanych był niezależny od woli i wiedzy badaczy i został w całości przeprowadzony przez firmę zewnętrzną. Kryterium włączenia do badania jest wiek powyżej 16 lat oraz stałe zamieszkiwanie na terytorium Polski. Kryteria wykluczenia obejmują brak zgody na przeprowadzenie ankiety oraz wszystkie stany uniemożliwiające samodzielne udzielenie odpowiedzi na zadawane pytania.

Treść kwestionariusza została opracowana na podstawie wcześniej przeprowadzonych badań w tym zakresie. W celu porównania rzetelności i użyteczności wcześniej używanych kryteriów zostały one odpowiednio przetłumaczone oraz połączone w jeden kwestionariusz. Ujęcie wielu kryteriów w ramach tego samego kwestionariusza pozwoliło na ocenę różnic w ich interpretacji pośród uczestników ankiety. Kwestionariusz (Załącznik 4) składał się z 10 pytań zamkniętych jednokrotnego i wielokrotnego wyboru. Wyniki ankiety zostały przekazane agencji sondażowej w formie pełni zanonimizowanych danych surowych.

Dla opracowania wyników pomiarów wykorzystano standardową procedurę statystyczną. W obliczeniach wykorzystano pakiet Statistica 13.3 (TIBCO Software Inc. Tulsa, OK, US). Normalność rozkładów uzyskiwanych zmiennych badano testem Shapiro-Wilka. W przypadku niespełnienia założenia normalności, wyniki testu parametrycznego potwierdzano testem nieparametrycznym. Bez względu na rozkład zmiennych, nie stwierdzono różnic we wnioskowaniu opartym o test parametryczny i nieparametryczny. Analizę wariancji przeprowadzono testem Leven'a. Porównywanie wyników zmiennych zależnych odbywało się przy pomocy testu kolejności par Wilcoxa. Poziom istotności w stosownych testach określono na $p = 0,05$.

3 Omówienie wyników

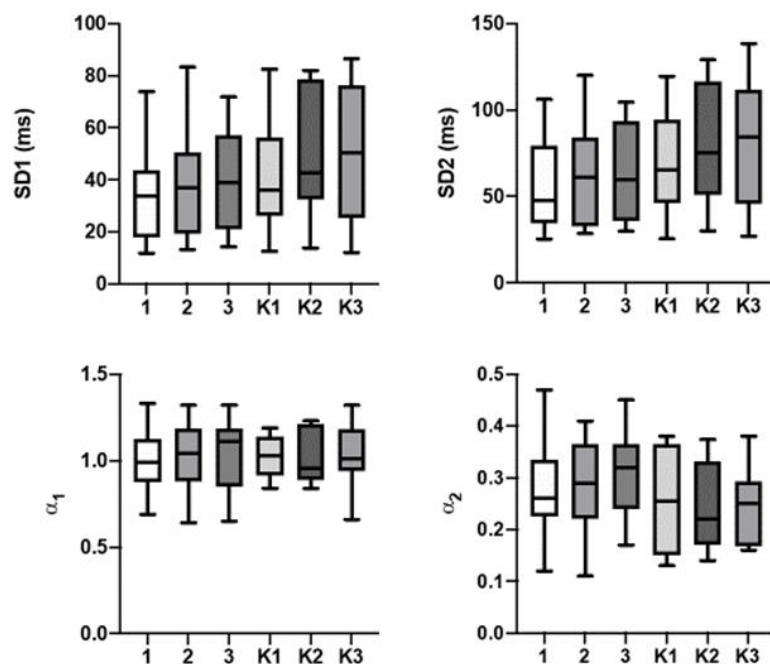
3.1 Badania autonomicznego układu nerwowego (AUN)

Ochotnicy uczestniczący w badaniach AUN zostali zakwalifikowani na podstawie pozytywnej oceny badania internistycznego (Załącznik 1) oraz wyników ankiety Compass 31 (Załącznik 2). Na podstawie ankiety można ocenić stan AUN w skali (0-100) punktów, odpowiednio stan fizjologiczny – stan patologiczny. Za prawidłowy przyjmowano wynik ankiety ≤ 25 . Po przeprowadzonej weryfikacji, do analizy funkcjonowania AUN zakwalifikowano dane uzyskane dla 35 ochotników w grupie poddanej prowokacji i dla 17 ochotników w grupie kontrolnej. Analizie poddano parametry wyznaczone w trzech 15-to minutowych interwałach czasowych wyznaczone: przed (1), w trakcie (2) i po (3) prowokacji z wykorzystaniem telefonu komórkowego. W identycznych przedziałach czasu wyznaczono parametry dla grupy kontrolnej, odpowiednio oznaczenia K1, K2 i K3. Np. TNN1 oznacza wartość parametru TNN w pierwszym przedziale czasowym dla grupy poddanej prowokacji, a pNN50K2 wartość parametru pNN50 dla grupy kontrolnej w drugim przedziale czasowym.

Pełne badanie AUN obejmuje wyznaczenie ponad 50 parametrów, z których tylko część jest wykorzystywana w praktyce klinicznej. Określane parametry obejmują wskaźniki zmienności rytmu serca (HRV), wskaźniki zmienności ciśnienia tętniczego (BPV), wskaźniki hemodynamiczne układu krążenia i wskaźniki odruchu z baroreceptorów. Wartości parametrów otrzymanych z analizy HRV i BPV korelują ze sobą. Z kolei wskaźniki hemodynamiczne układu krążenia są głównie wykorzystywane w badaniach kardiologicznych. W praktyce klinicznej, za najbardziej znaczące dla charakterystyki AUN przyjmuje się parametry otrzymane z analizy HRV. W związku z tym, do szczegółowej analizy wybrano zestaw 20 parametrów, szczegółowo omówiony w Załączniku 3. Analizę nieliniową przeprowadzono dla dziewięciu parametrów (SD1, SD2, $\alpha 1$, $\alpha 2$, SampEn, D2, Lmean, REC i DET), a działanie AUN opisano stosując dwa indeksy (PNS i SNS). Charakterystykę w domenie czasu wykonano dla czterech (<RR>, SDNN, RMSSD i pNN50) i w domenie częstotliwości dla trzech (LF, HF, LF/HF) parametrów. Dodatkowo obliczano dwa parametry opisujące histogram odstępów RR (TINN, HRVi). Analizę statystyczną przeprowadzono niezależnie dla trzech przedziałów czasowych dla grupy poddanej prowokacji (P) i grupy kontrolnej (K). W kolejnym kroku analizy porównywano grupy P i K dla tych samych przedziałów czasu.

Wartości wyznaczonych parametrów obliczone dla analizy nieliniowej przedstawiono na Rys. 1 ÷ Rys. 3. Na wszystkich rysunkach dolna i górna krawędź prostokąta wyznaczają granice pierwszego i trzeciego kwartyła, pomiędzy którymi zaznaczono medianę. Poziome kreski określają maksymalną i minimalną wartość danego parametru.

W pierwszym kroku analizy statystycznej porównano wartości parametrów w obrębie grupy poddanej prowokacji i w grupie kontrolnej (np. $(SD1_1)_P$ i $(SD2_2)_P$). Wyniki dla dwóch parametrów przedstawionych na Rys. 1 i podano w Tabeli 1. Należy podkreślić, że nie stwierdzono występowania korelacji między parametrami $\alpha 1$ i $\alpha 2$. W kolejnym kroku analizy porównano parametry między grupami (np. $(SD1_1)_P$ i $(SD1_1)_K$) i nie stwierdzono żadnych istotnych statystycznie różnic.

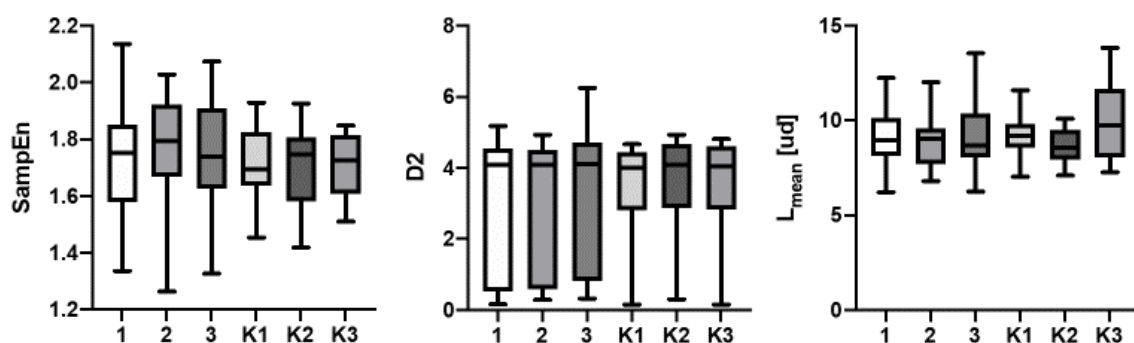


Rys. 1. Wartości wybranych parametrów nieliniowych otrzymane z wykresu Poincaré'go (SD1 i SD2) oraz bez trendowej analizy fluktuacji (α_1 i α_2). Objaśnienia w tekście.

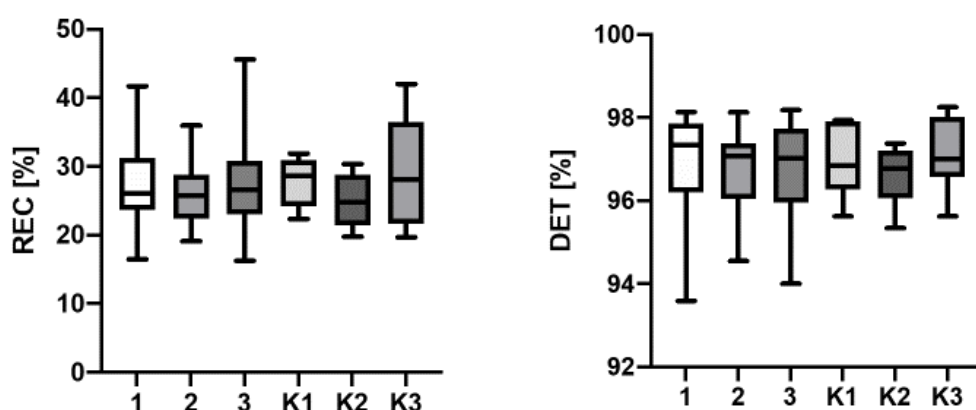
Opisany wyżej schemat zastosowano dla pozostałych parametrów obliczonych w analizie nieliniowej (SampEn, D2, Lmean, REC, DET – Rys. 2 i Rys. 3). Pozwala to na wyciągnięcie wniosku, że z wyjątkiem ilościowej charakterystyki wykresu Poincaré'go, żaden z analizowanych parametrów nie potwierdza wpływu prowokacji na funkcjonowanie AUN.

Tabela 1. Porównanie par parametrów SD1 i SD2 (wyrażone w ms) w grupie poddanej prowokacji (P) i grupie kontrolnej (K), p – poziom istotności.

Parametry	p_P	p_K
SD1 ₁ – SD1 ₂	0,004	0,022
SD1 ₁ – SD1 ₃	0,038	0,033
SD1 ₂ – SD1 ₃	0,529	0,399
SD2 ₁ – SD2 ₂	0,072	0,013
SD2 ₁ – SD2 ₃	0,037	0,041
SD2 ₂ – SD2 ₃	0,136	0,769

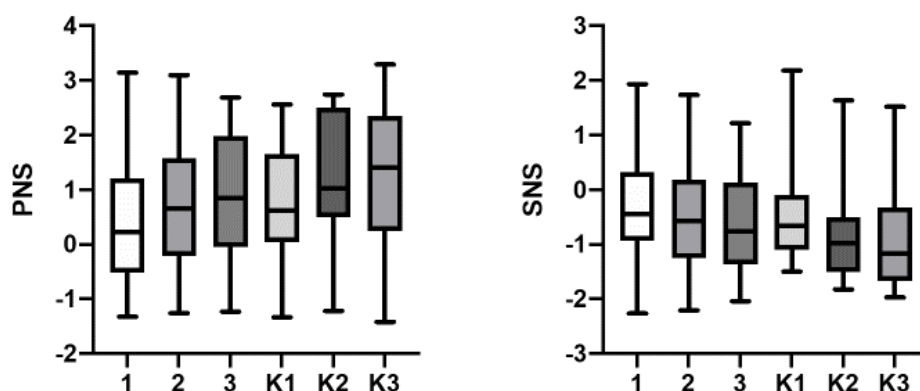


Rys. 2. Wartości entropii (SampEn), wymiaru korelacyjnego (D2) oraz średnia długość linii diagonalnych (L_{mean}) otrzymana z analizy wykresu współwystąpień. Objaśnienia w tekście.



Rys. 3. Procent powtarzających się stanów układu (REC) i determinizm (DET) otrzymane z analizy wykresu współwystąpień. Objaśnienia w tekście.

Rys. 4 przedstawia wartości indeksów charakteryzujących działanie AUN, prezentowane zgodnie z wyżej opisanym schematem graficznym. Analiza statystyczna pozwala na wyróżnienie kilku istotnych statystycznie różnic (Tabela 2). Należy zwrócić uwagę, że obserwowane różnice występują zarówno w grupie poddanej prowokacji jak i w grupie kontrolnej.

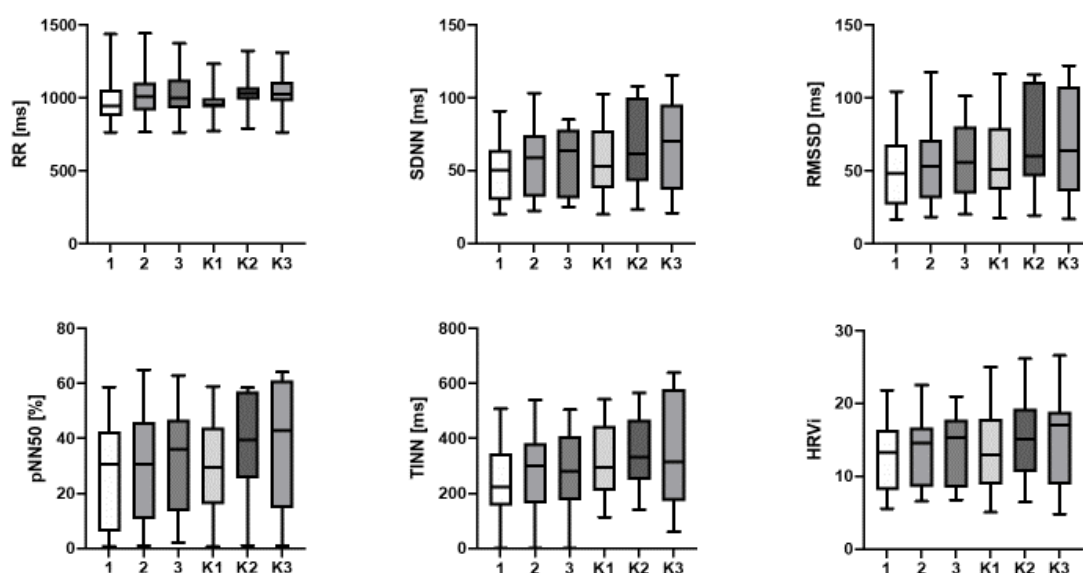


Rys. 4. Wartości indeksów PNS i SNS charakteryzujących działanie AUN. Objaśnienia w tekście.

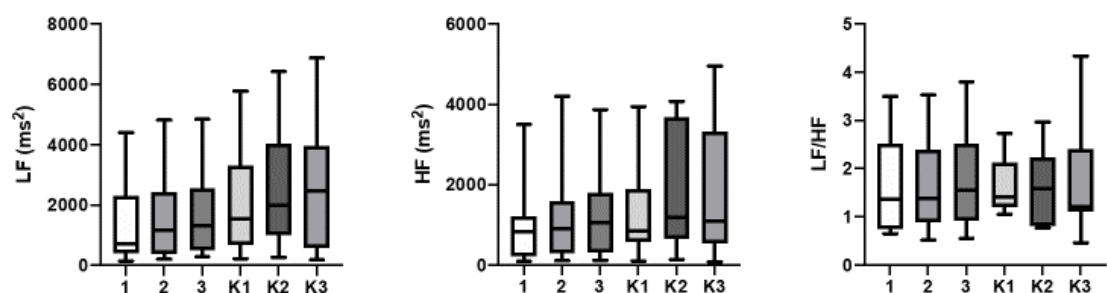
Tabela 2. Porównanie indeksów PNS i SNS charakteryzujących działanie AUN w grupie poddanej prowokacji (P) i grupie kontrolnej (K), p – poziom istotności.

Parametry	p _P	p _K
PNS ₁ – PNS ₂	0,005	0,006
PNS ₁ – PNS ₃	0,016	0,015
PNS ₂ – PNS ₃	0,428	0,582
SNS ₁ – SNS ₂	0,009	< 0,001
SNS ₁ – SNS ₃	0.005	< 0.001
SNS ₂ – SNS ₃	0,179	0,289

Dla celów porównawczych, oprócz analizy nieliniowej, przeprowadzono także analizę w domenie czasu i domenie częstotliwości, co jest rutynowym podejściem w praktyce klinicznej. Wyniki przedstawiono na Rys. 5 i Rys. 6. Zaobserwowane statystycznie istotne różnice podano w Tabeli 3, różnice o $p > 0,05$ nie zostały umieszczone w Tabeli 3. Należy podkreślić, że dla dwóch parametrów (TINN, HRVi) zaobserwowano bardzo istotne różnice ($p < 0.01$) między pomiarami w pierwszym i drugim przedziale czasu. Podobna relacja jest obserwowana dla składowej HF widma fourierowskiego.



Rys. 5. Wartości wybranych parametrów charakteryzujących działanie AUN, obliczanych w domenie czasu (RR, SDNN, RMSSD, pNN50) i parametrów wyznaczanych z opisu histogramu odstępów RR (TINN, HRVi). Objasnienia w tekście.



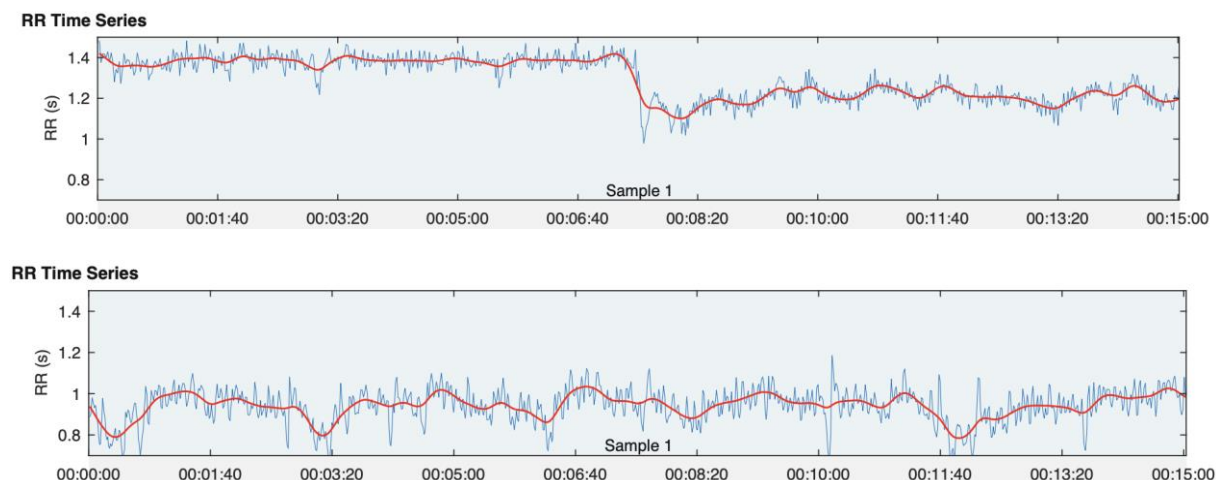
Rys. 6. Wartości parametrów (LF, HF) charakteryzujących działanie AUN, obliczanych w domenie częstotliwości oraz ich stosunek. Objasnienia w tekście.

Tabela 3. Wybrane parametry analizy w domenie czasu (RR – ms, SDNN – ms, RMSSD – ms, pNN50 – %, TINN – ms, HRVi), dla których stwierdzono statystycznie istotne różnice, charakteryzujące działanie AUN w grupie poddanej prowokacji (P) i grupie kontrolnej (K), p – poziom istotności.

Parametry	p _P	p _K
RR ₁ – RR ₂	0,013	0,002
RR ₁ – RR ₃	0,038	0,006
SDNN ₁ – SDNN ₂	0,026	0,013
SDNN ₁ – SDNN ₃	0,068	0,035
RMSSD ₁ – RMSSD ₂	0,010	0,022
RMSSD ₁ – RMSSD ₃	0,078	0,043
pNN50 ₁ – pNN50 ₂	0,012	0,010
pNN50 ₁ – pNN50 ₃	0,025	0,025
HRVi ₁ – HRVi ₂	0,004	< 0,001
TINN ₁ – TINN ₂	< 0,001	0,015
TINN ₁ – TINN ₃	0,038	0,043
HF ₁ – HF ₂	0,002	0,037

Przedstawione na Rys. 1 ÷ Rys. 6 wyniki dowodzą, że wyznaczane parametry wykazują bardzo duże rozrzuty wartości. Przyczyna rozrzutów może tkwić w różnicach osobniczych, ale może także wynikać z nagłych zmian akcji serca o nieznannej etiologii. Na Rys. 7 przedstawiono dwa przypadki wyników 15-to minutowego pomiaru akcji serca w okresie przed prowokacją (przedział czasu „1”). Na górnym panelu, około 7-ej minuty występuje nagła zmiana wartości RR, która nie występuje na dolnym panelu. Nie można jednoznacznie wyjaśnić obser-

wowanych zmian. Jest to efekt często obserwowany przy dłuższych pomiarach elektrokardiograficznych.



Rys. 7. Zmiany wartości RR w funkcji czasu w trakcie trwającego 15 min. pomiaru dla dwóch ochotników. Prezentowane wyniki są kopiami ekranu monitora. Czerwona linia oznacza 5-cio punktową średnią bieżącą. Objasnienia w tekście.

Obserwowane w grupie „P” różnice parametrów są zawsze skorelowane ze zmianami w grupie kontrolnej. Pogłębiona analiza wartości parametrów potwierdza, że w przypadku zdecydowanej większości ochotników obserwuje się stopniowe relaksowanie się badanego w toku badania, co potwierdzają zmiany bezwzględnych wartości parametrów, np. wzrost SD1, RR i PNS. Efekt ten trwa mniej więcej przez 30 min. tj. w pierwszym i drugim przedziale czasowym. Występuje on zarówno dla grupy poddanej prowokacji jak i dla grupy kontrolnej. Obserwowany trend może zostać zaburzony działaniem PEM. Stosowane parametry nie pozwalają na ocenę zmian trendu. Trzeba podkreślić, że stosowane do charakterystyki HRV parametry, zostały opracowane w celu diagnostyki różnych patologii układu krążenia.

Porównując budowę anatomiczną ludzkiego mózgu z rozkładem natężeń pola elektrycznego wywołanym prowokacją opartą na użyciu telefonu komórkowego jest oczywiste, że ewentualne efekty działania PEM powinny być obserwowane w płatach skroniowych mózgu. W dalszej kolejności, ze względu na anatomiczną lokalizację, można się spodziewać indukowania w korze wyspy. Uważa się, że kora wyspy zarządza współczulną i przywspółczulną częścią autonomicznego układu nerwowego (AUN). W działaniu kory wyspy występuje lateralizacja lewo/prawo półkulowa. W uproszczeniu prawa półkula odpowiada za działanie SNS, natomiast lewa półkula za PNS. W wykonanych badaniach stosowano prowokacje prawej strony mózgu (telefon umieszczano przy prawym uchu), co powinno powodować zaburzenie sympatycznej gałęzi AUN. Na obecnym stanie wiedzy nie można jednoznacznie określić, czy zaburzenie będzie powodować pobudzenie czy hamowanie działania SNS. Jeśli zaburzenie występuje, powinno wywołać zmiany na obserwowanym trendzie zmian parametrów.

3.2 Badanie wpływu PEM na zdolności psychomotoryczne

W badaniach wpływu PEM na zdolności psychomotoryczne grupę badaną stanowiły kobiety pełnoletnie w dowolnym wieku. W badaniach wzięło udział 57 ochotniczek, z czego 16 określiło się jako osoby potencjalnie elektrowrażliwe (EHS+), jedna określiła wpływ PEM na swoje zdrowie jako pozytywny, a pozostałe (40) nie deklarowało powiązania pomiędzy swoim samopoczuciem, a źródłami PEM. Należy podkreślić, że osoby badane powszechnie używały określenia „elektrowrażliwy”. Poprawne określenie „idiopatyczna nietolerancja środowiskowa przypisana polom elektromagnetycznym” jest zbyt skomplikowane dla przeciętnego obywatela. W opracowaniu zastosowano w związku z tym, oznaczenie EHS+ dla oznaczenia grupy osób potencjalnie elektrowrażliwych i odpowiednio EHS– dla grupy, która nie wykazuje żadnych objawów.

Wyniki badań i ankiet umieszczono w bazie danych MS Access i poddano analizie statystycznej. Poniżej zaprezentowane są najważniejsze elementy bazy danych będącej efektem przeprowadzonych badań.

Tabela 4. Wyniki kwestionariusza opisującego charakterystykę badanych, cz. 1.

Klucz	Kod ZB	Rok urodz.	Czy urządzenia wpływają na samopoczucie badanej	Jakie urządzenia wpływają na samopoczucie badanej	Częstotliwość występowania objawów
1	ZB20101	1969	Nie wpływają	Komputer stacjonarny	Rzadko
2	ZB20102	1978	Nie wpływają	Nie dotyczy	Nie dotyczy
3	ZB20103	1971	Wpływają niekorzystnie	Telefon komórkowy; Komputer	Czasami
4	ZB20104	1971	Wpływają niekorzystnie	Komputer; Telefon	Często
5	ZB20105	1998	Wpływają niekorzystnie	Telefon komórkowy; Telewizor	Często
6	ZB20106	1975	Nie wpływają	Nie dotyczy	Nie dotyczy
7	ZB20107	1955	Nie wpływają	Nie dotyczy	Nie dotyczy
8	ZB20108	1973	Nie wpływają	Nie dotyczy	Nie dotyczy
9	ZB20109	1998	Nie wpływają	Nie dotyczy	Bardzo rzadko
10	ZB20110	1998	Wpływają niekorzystnie	Tablet; Komputer; Telefon	Rzadko

Klucz	Kod ZB	Rok urodz.	Czy urządzenia wpływają na samopoczucie badanej	Jakie urządzenia wpływają na samopoczucie badanej	Częstotliwość występowania objawów
21	ZB20121	1981	Nie wpływają	Monitor komputera	Czasami
22	ZB20122	2000	Wpływają niekorzystnie	Telefon komórkowy	Często
23	ZB20123	1949	Wpływają niekorzystnie	Telewizor; Urządzenia emitujące głośne dźwięki; Radio; Kino	Czasami
24	ZB20124	2001	Wpływają niekorzystnie	Telewizor; Laptop; Telefon	Czasami
25	ZB20125	1984	Nie wpływają	Nie dotyczy	Bardzo rzadko
26	ZB20126	1989	Nie wpływają	Nie dotyczy	Nie dotyczy
27	ZB20127	1980	Nie wpływają	Nie dotyczy	Bardzo często
28	ZB20128	1975	Nie wpływają	Nie dotyczy	Nie dotyczy
29	ZB20129	1983	Nie wpływają	Nie dotyczy	Nie dotyczy
40	ZB20140	1971	Nie wpływają	Nie dotyczy	Nie dotyczy
41	ZB20141	1957	Wpływają niekorzystnie	Brak danych	Bardzo często
42	ZB20142	1987	Nie wpływają	Nie dotyczy	Nie dotyczy
43	ZB20143	1974	Nie wpływają	Nie dotyczy	Nie dotyczy
44	ZB20144	1985	Wpływają niekorzystnie	Telewizor; Laptop; Telefon	Rzadko
45	ZB20145	1995	Nie wpływają	Nie dotyczy	Nie dotyczy
46	ZB20146	1989	Nie wpływają	Nie dotyczy	Nie dotyczy
47	ZB20147	1985	Wpływają korzystnie	Radio; Urządzenia pozwalające słuchać muzyki	Czasami
48	ZB20148	1986	Nie wpływają	Nie dotyczy	Nie dotyczy
49	ZB20149	1974	Nie wpływają	Nie dotyczy	Nie dotyczy

Klucz	Kod ZB	Rok urodz.	Czy urządzenia wpływają na samopoczucie badanej	Jakie urządzenia wpływają na samopoczucie badanej	Częstotliwość występowania objawów
60	ZB20160	1984	Wpływają niekorzystnie	Telefon komórkowy; Telewizor	Rzadko
61	ZB20161	1969	Nie wpływają	Nie dotyczy	Nie dotyczy
62	ZB20162	1989	Nie wpływają	Nie dotyczy	Nie dotyczy
63	ZB20163	1969	Nie wpływają	Nie dotyczy	Nie dotyczy
64	ZB20164	1982	Wpływają niekorzystnie	Telefon komórkowy; Komputer stacjonarny; Urządzenia emitujące głośne dźwięki; Żarówki jarzeniowe	Często
65	ZB20165	1985	Nie wpływają	Nie dotyczy	Nie dotyczy
66	ZB20166	1992	Wpływają niekorzystnie	Monitor komputera; Ekran telewizora	Czasami
67	ZB20167	1974	Nie wpływają	Nie dotyczy	Nie dotyczy
68	ZB20168	1976	Nie wpływają	Nie dotyczy	Nie dotyczy
69	ZB20169	1987	Nie wpływają	Nie dotyczy	Nie dotyczy
80	ZB20180	1971	Nie wpływają	Nie dotyczy	Nie dotyczy
81	ZB20181	1982	Nie wpływają	Nie dotyczy	Nie dotyczy
82	ZB20182	1984	Nie wpływają	Nie dotyczy	Nie dotyczy
83	ZB20183	1954	Wpływają niekorzystnie	Monitor komputera; Ekran tabletu	Często
84	ZB20184	1989	Nie wpływają	Nie dotyczy	Nie dotyczy
85	ZB20185	1975	Nie wpływają	Nie dotyczy	Nie dotyczy
86	ZB20186	1991	Nie wpływają	Nie dotyczy	Nie dotyczy
87	ZB20187	1974	Nie wpływają	Nie dotyczy	Nie dotyczy
88	ZB20188	1972	Nie wpływają	Nie dotyczy	Nie dotyczy
89	ZB20189	1973	Nie wpływają	Nie dotyczy	Nie dotyczy

Klucz	Kod ZB	Rok urodz.	Czy urządzenia wpływają na samopoczucie badanej	Jakie urządzenia wpływają na samopoczucie badanej	Częstotliwość występowania objawów
100	ZB20200	1988	Wpływają niekorzystnie	Telefon komórkowy	Czasami
101	ZB20201	2003	Nie wpływają	Nie dotyczy	Nie dotyczy
102	ZB20202	1988	Wpływają niekorzystnie	Ładowarka; Kable zasilające	Często
103	ZB20203	1987	Nie wpływają	Nie dotyczy	Nie dotyczy
104	ZB20204	1993	Nie wpływają	Nie dotyczy	Nie dotyczy
105	ZB20205	1964	Wpływają niekorzystnie	Urządzenia emitujące głośne dźwięki	Rzadko
106	ZB20206	1972	Nie wpływają	Nie dotyczy	Nie dotyczy
107	ZB20207	1980	Nie wpływają	Nie dotyczy	Nie dotyczy

Tabela 5. Wyniki kwestionariusza opisującego charakterystykę badanych, cz. 2.

Klucz	Kod ZB	Występujące objawy niekorzystnego działania	Nasilenie objawów	Czas wystąpienia objawów [godz.]
1	ZB20101	Ból głowy; Ból oczu	Umiarkowane	2
2	ZB20102	Nie dotyczy	Nie dotyczy	
3	ZB20103	Ból głowy	Umiarkowane	0,33
4	ZB20104	Ból głowy; Problemy z zasypianiem; Pieczenie oczu	Umiarkowane	24
5	ZB20105	Ból głowy; Senność; Zmęczenie; Rozkojarzenie; Problemy z koncentracją; Nadwrażliwość na światło	Umiarkowane	2,5
6	ZB20106	Nie dotyczy	Nie dotyczy	
7	ZB20107	Nie dotyczy	Nie dotyczy	
8	ZB20108	Nie dotyczy	Nie dotyczy	
9	ZB20109	Nie dotyczy	Bardzo łagodne	

Klucz	Kod ZB	Występujące objawy niekorzystnego działania	Nasilenie objawów	Czas wystąpienia objawów [godz.]
10	ZB20110	Zmęczenie; Ból głowy; Problemy z zasypianiem	Łagodne	3,25
21	ZB20121	Ból głowy; Zmęczenie oczu	Umiarkowane	3
22	ZB20122	Problemy z zasypianiem; Problemy z koncentracją	Umiarkowane	0,1
23	ZB20123	Rozdrażnienie	Nie dotyczy	0,01
24	ZB20124	Ból głowy; Mdłości	Łagodne	2
25	ZB20125	Nie dotyczy	Nie dotyczy	
26	ZB20126	Nie dotyczy	Nie dotyczy	
27	ZB20127	Nie dotyczy	Nie dotyczy	
28	ZB20128	Nie dotyczy	Nie dotyczy	
29	ZB20129	Nie dotyczy	Nie dotyczy	
40	ZB20140	Nie dotyczy	Nie dotyczy	
41	ZB20141	Łzawienie	Umiarkowane	0,75
42	ZB20142	Nie dotyczy	Nie dotyczy	
43	ZB20143	Nie dotyczy	Nie dotyczy	
44	ZB20144	Zmęczenie	Bardzo łagodne	2,5
45	ZB20145	Nie dotyczy	Nie dotyczy	
46	ZB20146	Nie dotyczy	Nie dotyczy	
47	ZB20147	Uśmiech; Dobre samopoczucie	Bardzo łagodne	1
48	ZB20148	Nie dotyczy	Nie dotyczy	
49	ZB20149	Nie dotyczy	Nie dotyczy	
60	ZB20160	Ból głowy; Pogorszenie wzroku; Zaczzerwienienie oczu; Wzrost temperatury miejsc ekspozycyjnych	Łagodne	90

Klucz	Kod ZB	Występujące objawy niekorzystnego działania	Nasilenie objawów	Czas wystąpienia objawów [godz.]
61	ZB20161	Nie dotyczy	Nie dotyczy	
62	ZB20162	Nie dotyczy	Nie dotyczy	
63	ZB20163	Nie dotyczy	Nie dotyczy	
64	ZB20164	Ból głowy; Ból oczu; Problemy z koncentracją; Zdenerwowanie	Łagodne	1
65	ZB20165	Nie dotyczy	Nie dotyczy	
66	ZB20166	Zmęczenie; Ból oczu; Słaba ostrość wzroku	Umiarkowane	2
67	ZB20167	Nie dotyczy	Nie dotyczy	
68	ZB20168	Nie dotyczy	Nie dotyczy	
69	ZB20169	Nie dotyczy	Nie dotyczy	
80	ZB20180	Nie dotyczy	Nie dotyczy	
81	ZB20181	Nie dotyczy	Nie dotyczy	
82	ZB20182	Nie dotyczy	Nie dotyczy	
83	ZB20183	Zmęczenie; Ból głowy	Umiarkowane	5
84	ZB20184	Nie dotyczy	Nie dotyczy	
85	ZB20185	Nie dotyczy	Nie dotyczy	
86	ZB20186	Nie dotyczy	Nie dotyczy	
87	ZB20187	Nie dotyczy	Nie dotyczy	
88	ZB20188	Nie dotyczy	Nie dotyczy	
89	ZB20189	Nie dotyczy	Nie dotyczy	
100	ZB20200	Niepokój	Łagodne	
101	ZB20201	Nie dotyczy	Nie dotyczy	
102	ZB20202	Problemy z zasypianiem; Szum w uszach; Dzwonienie w uszach	Umiarkowane	1
103	ZB20203	Nie dotyczy	Nie dotyczy	

Klucz	Kod ZB	Występujące objawy niekorzystnego działania	Nasilenie objawów	Czas wystąpienia objawów [godz.]
104	ZB20204	Nie dotyczy	Nie dotyczy	
105	ZB20205	Nie dotyczy	Umiarkowane	1
106	ZB20206	Nie dotyczy	Nie dotyczy	
107	ZB20207	Nie dotyczy	Nie dotyczy	

Tabela 6. Opis subiektywnego samopoczucia w kolejnych cyklach testów. Wyniki próby odgadnięcia obecności ekspozycji w stosunku do prawdziwej ekspozycji.

Klucz	W którym cyklu pole było włączone	Cykl z polem	Samopoczucie		
			Cykl 1	Cykl 2	Cykl 3
1	Nie potrafię powiedzieć	Cykl 1	5	5	5
2	Cykl 2	Cykl 1	3	5	5
3	Nie potrafię powiedzieć	Cykl 1	5	4	5
4	Cykl 2	Cykl 2	3	5	5
5	Nie potrafię powiedzieć	Cykl 1	4	4	5
6	Nie potrafię powiedzieć	Cykl 2	5	5	5
7	Cykl 1	Cykl 1	3	4	4
8	Cykl 2	Cykl 2	5	3	3
9	Cykl 1	Cykl 2	4	4	4
10	Cykl 1	Cykl 1	3	2	3
21	Cykl 1	Cykl 2	2	4	3
22	Cykl 1	Cykl 1	2	4	3
23	Nie potrafię powiedzieć	Cykl 2	4	4	4
24	Cykl 2	Cykl 1	4	3	5
25	Cykl 1	Cykl 2	3	5	4
26	Cykl 2	Cykl 1	3	4	4
27	Cykl 2	Cykl 2	5	5	5

Klucz	W którym cyklu pole było włączone	Cykl z polem	Samopoczucie		
			Cykl 1	Cykl 2	Cykl 3
28	Cykl 1	Cykl 2	4	4	4
29	Cykl 1	Cykl 1	3	4	2
40	Cykl 1	Cykl 2	2	4	5
41	Nie potrafię powiedzieć	Cykl 1	2	2	5
42	Cykl 1	Cykl 2	2	4	3
43	Cykl 1	Cykl 2	5	5	5
44	Nie potrafię powiedzieć	Cykl 2	4	5	5
45	Cykl 2	Cykl 1	5	5	5
46	Cykl 2	Cykl 1	5	4	3
47	Cykl 1	Cykl 1	2	4	5
48	Cykl 1	Cykl 2	4	3	4
49	Cykl 1	Cykl 1	5	5	5
60	Cykl 2	Cykl 2	5	5	5
61	Nie potrafię powiedzieć	Cykl 1	3	3	3
62	Nie potrafię powiedzieć	Cykl 1	4	4	4
63	Nie potrafię powiedzieć	Cykl 2			
64	Cykl 1	Cykl 2	3	5	4
65	Nie potrafię powiedzieć	Cykl 1	4	5	5
66	Cykl 1	Cykl 2	3	5	4
67	Nie potrafię powiedzieć	Cykl 1	5	5	5
68	Cykl 2	Cykl 2	5	4	4
69	Cykl 1	Cykl 2	4	5	4
80	Cykl 1	Cykl 1	5	4	3
81	Nie potrafię powiedzieć	Cykl 1	5	5	5

Klucz	W którym cyklu pole było włączone	Cykl z polem	Samopoczucie		
			Cykl 1	Cykl 2	Cykl 3
82	Nie potrafię powiedzieć	Cykl 1	5	5	5
83	Cykl 1	Cykl 2	3	4	3
84	Cykl 2	Cykl 2	5	1	4
85	Nie potrafię powiedzieć	Cykl 1	1	4	4
86	Cykl 1	Cykl 1	2	4	3
87	Cykl 1	Cykl 1	5	5	5
88	Cykl 2	Cykl 2	5	4	3
89	Cykl 2	Cykl 2	5	5	5
100	Nie potrafię powiedzieć	Cykl 2	4	5	5
101	Nie potrafię powiedzieć	Cykl 1	5	5	5
102	Cykl 1	Cykl 2	4	4	4
103	Cykl 2	Cykl 2	3	5	5
104	Cykl 1	Cykl 2	3	5	5
105	Cykl 1	Cykl 1	4	5	3
106	Cykl 2	Cykl 1	5	5	5
107	Cykl 1	Cykl 2	4	5	4

Tabela 7. Lista objawów deklarowanych przez osoby badane. Dane wprowadzone tak, jak opisały je osoby badane.

Lp.	Deklarowany objaw	Lp.	Deklarowany objaw
1	Zmęczenie	36	Otumanienie
2	Ból głowy	37	Otępienie
3	Niepokój	38	Przymroczenie
4	Ból oczu	39	Przyspieszenie reakcji
5	Senność	40	Lekka dezorientacja

Lp.	Deklarowany objaw	Lp.	Deklarowany objaw
6	Rozdrażnienie	41	Dezorientacja
7	Problemy z zasypianiem	42	Mdłości
8	Pieczenie oczu	43	Sztywność karku
9	Zmęczenie	44	Zmęczenie oczu
10	Rozkojarzenie	45	Drętwienie rąk
11	Problemy z koncentracją	46	Gorsze samopoczucie
12	Nadwrażliwość na światło	47	Uśmiech
13	Lekki ból głowy	48	Dobre samopoczucie
14	Ciekawość	49	Spokój
15	Rozjaśniony umysł	50	Pogorszenie wzroku
16	Euforia	51	Zaczerwienienie oczu
17	Dobre samopoczucie	52	Wzrost temperatury miejsc ekspozycyjnych
18	Słaba koordynacja	53	Lekki nacisk lewej skroni
19	Duże skupienie	54	Zdenerwowanie
20	Słabsze skupienie	55	Napięcie w głowie
21	Słaba ostrość wzroku	56	Pogorszenie refleksu
22	Większe skupienie	57	Zniecierpliwienie
23	Lepsza koordynacja	58	Ciepło na twarzy
24	Lekkie znużenie	59	Mała ruchliwość palców
25	Lekkie zmęczenie	60	Oczopląs
26	Nieostre widzenie	61	Odczucie szczypania w uszach
27	Mgła umysłowa	62	Odczucie szczypania w policzkach
28	Mobilizacja do działania	63	Odczucie ciepła
30	Sztywność	64	Szum w uszach
31	Łzawienie	65	Dzwonienie w uszach

Lp.	Deklarowany objaw	Lp.	Deklarowany objaw
32	Zniknięty objawy	66	Radość
33	Znużenie	67	Znudzenie
34	Szum w głowie	68	Brak pewności siebie
35	Ból kręgosłupa	69	Większa pewność siebie

Analizie poddano do tej pory część wyników. Ze względu na dużą ilość danych analiza będzie kontynuowana. Porównywano parametry ilościowe otrzymane podczas badań. Porównywano wyniki osiągnięte przez grupę EHS+ i EHS–, jak również wyniki osiągnięte w ramach tych samych grup, ale w obecności pola i bez niego. Tę ostatnią analizę przeprowadzano na dwa sposoby w odniesieniu do wszystkich wyników ilościowych testów psychomotorycznych i subiektywnej oceny samopoczucia. Wyniki były uśrednione w sytuacji, gdy osoby biorące udział określały, że pole było ich zdaniem obecne na podstawie ich odczuć (ekspozycja postrzegana) i w sytuacji, gdy pole było naprawdę obecne (ekspozycja prawdziwa) – Tabela 6.

Wyniki analizy trafności postrzegania ekspozycji pokazano w Tabeli 8. Trafność oceny prawdziwej ekspozycji we wszystkich analizowanych grupach była zbliżona do 50%, co wskazuje, że był to efekt przypadkowy. Osoby badane nie potrafiły prawidłowo określić w którym z pierwszych dwóch cykli testów pole było obecne.

Tabela 8. Trafność określania obecności ekspozycji na PEM w cyklach pierwszym i drugim.

* – osoba określiła działanie PEM na jej samopoczucie jako korzystne.

Grupa	Liczba	Podjęto próbę	Poprawna ocena obecności pola w C1 i C2	%
Wszystkie badane	57	40	19	48
EHS+	16	10	5	50
EHS–	40	29	13	45
*	1	1	1	100

Dla osób, które podjęły się próby określenia obecności pola w cyklach pierwszym i drugim testów analizowano ich samopoczucie w tych cyklach oceniane subiektywnie w skali 0-5 (Tabela 9). Zaobserwowano istotnie statystyczne różnice w średnim samopoczuciu dla całej grupy badanej i dla grupy EHS– w sytuacji postrzeganej ekspozycji. Nie zaobserwowano takiej zależności dla EHS+ najprawdopodobniej ze względu na niewielką liczebność badanej grupy. Porównując sytuację realnej ekspozycji lub jej braku nie ma żadnych różnic w opisie samopoczucia w żadnej z analizowanych grup.

Tabela 9. Średnie samopoczucie określone subiektywnie w skali 0-5 w sytuacji obecnej (ON) i nieobecnej (OFF) ekspozycji na pole. Wyniki dla ekspozycji według postrzegania jej przez osoby badane i według realnie obecnej ekspozycji. p – poziom istotności. * – różnice istotne statystycznie.

	Ekspozycja postrzegana			Ekspozycja realna		
	ON	OFF	p	ON	OFF	p
Wszystkie badane	3,72 ± 0,18	4,33 ± 0,13	0,012 *	4,10 ± 0,17	3,95 ± 0,16	0,380
EHS+	3,50 ± 0,31	4,10 ± 0,32	0,208	4,10 ± 0,32	3,50 ± 0,31	0,208
EHS–	3,79 ± 0,22	4,41 ± 0,14	0,029 *	4,10 ± 0,21	4,10 ± 0,19	0,794

Analiza wyników TEMPS-A (Tabela 10) wykazała istotne statystycznie różnice w udziale składowej depresyjnej, lękowej i cyklotymicznej w grupie EHS+ w stosunku do EHS–. Udział tych składowych w przypadku EHS+ jest wyższy niż w przypadku EHS–. Może to sugerować, że zjawisko postrzegania siebie jako osoby elektrowrażliwej ma związek z temperamentem afektywnym badanych osób.

Tabela 10. Udział składowych temperamentu afektywnego badanych. p – poziom istotności. * – różnice istotne statystycznie.

Temperament	EHS+ [%]	EHS– [%]	p
Depresyjny	44,5 ± 3,7	32,3 ± 2,1	0,003 *
Cyklotymiczny	36,7 ± 4,4	25,0 ± 3,0	0,030 *
Hipertymiczny	39,2 ± 5,3	46,2 ± 2,9	0,213
Drażliwy	25,0 ± 4,0	19,2 ± 2,2	0,186
Lękowy	39,0 ± 4,0	23,8 ± 3,2	0,009*

Nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic w poziomie lęku określanego narzędziem STAI-X przed i po badaniach (Tabela 11). Nie ma takich różnic w żadnej analizowanej grupie. Co prawda poziom lęku nieznacznie się obniża po badaniach, w stosunku do poziomu przed badaniami, co jest zgodne z intuicją, ale nie są to różnice istotne statystycznie.

Tabela 11. Średni poziom lęku określony na poziomie narzędzia STAI-X przed przeprowadzeniem testów i po ich przeprowadzeniu. Brak różnic istotnie statystycznych.

	Przed badaniem [pkt]	Po badaniu [pkt]	Różnica [pkt]
Wszystkie	32,1 ± 1,1	31,0 ± 0,8	-1,0 ± 0,9
EHS+	32,9 ± 2,3	31,8 ± 1,6	-1,0 ± 1,8
EHS-	31,8 ± 1,3	30,7 ± 0,9	-1,0 ± 1,0

Podobna analiza jak w przypadku samopoczucia została wykonana dla ilościowych wyników testów psychomotorycznych. Również brano pod uwagę wyniki uzyskiwane w realnej obecności pola i w ekspozycji postrzeganej. Analiza uwzględniała proces uczenia się i ewentualnego zmęczenia osób badanych wykonywanymi testami. Wyniki uzyskane w cyklach pierwszym i drugim były korygowane w ten sposób, że odejmowano od nich odpowiednią poprawkę. Poprawki dla poszczególnych parametrów obliczane były jako średnia ze zmiany wartości parametru pomiędzy cyklami z realnie obecnym polem (C1 albo C2) i cyklem trzecim (C3). Założono, że różnice w wartościach parametrów pomiędzy dwoma cyklami z polem jest powodowana jedynie procesem uczenia się i zmęczenia.

Nie wykazano żadnych istotnych statystycznie różnic w ilościowych wynikach testów psychomotorycznych. Nawet po uwzględnieniu poprawek wynikających z procesu uczenia się albo wynikających z narastającego zmęczenia w kolejnych cyklach wykonywanych testów. Przykłady pokazano w Tabelach 12 ÷ 17.

Tabela 12. Wyniki testu TK-N. Wyniki bezwzględne wyrażone w punktach po dokonaniu poprawek na proces uczenia się i zmęczenie.

	Ekspozycja postrzegana			Ekspozycja realna		
	ON	OFF	p	ON	OFF	p
Wszystkie	46,2 ± 3,9	49,1 ± 3,5	0,353	49,2 ± 3,7	46,1 ± 3,7	0,125
EHS+	42,0 ± 8,0	47,8 ± 6,1	0,284	46,0 ± 8,0	43,0 ± 6,0	0,415
EHS-	48,0 ± 5,0	49,6 ± 4,2	0,649	50,2 ± 4,2	47,2 ± 4,6	0,218

Tabela 13. Wyniki testu TK-D. Wyniki bezwzględne wyrażone w punktach po dokonaniu poprawek na proces uczenia się i zmęczenie.

	Ekspozycja postrzegana			Ekspozycja realna		
	ON	OFF	p	ON	OFF	p
Wszystkie	68,0 ± 3,3	69,2 ± 2,8	0,512	68,3 ± 3,2	68,8 ± 2,9	0,780
EHS+	61,7 ± 5,1	61,4 ± 5,1	0,878	60,0 ± 6,0	63,0 ± 4,0	0,333
EHS–	70,0 ± 4,0	71,9 ± 3,2	0,443	71,2 ± 3,7	70,8 ± 3,6	0,905

Tabela 14. Wyniki badania czasu reakcji w teście KTUS. Wyniki wyrażone w milisekundach po dokonaniu poprawek na proces uczenia się i zmęczenie.

	Ekspozycja postrzegana			Ekspozycja realna		
	ON	OFF	p	ON	OFF	p
Wszystkie	702 ± 42	675 ± 44	0,346	658 ± 35	720 ± 50	0,141
EHS+	600 ± 50	740 ± 160	0,575	598 ± 43	740 ± 160	0,646
EHS–	736 ± 52	653 ± 24	0,163	679 ± 44	710 ± 40	0,183

Tabela 15. Wyniki badania czasu reakcji w teście TSAR. Wyniki wyrażone w milisekundach po dokonaniu poprawek na proces uczenia się i zmęczenie.

	Ekspozycja postrzegana			Ekspozycja realna		
	ON	OFF	p	ON	OFF	p
Wszystkie	655 ± 31	651 ± 23	0,557	648 ± 27	657 ± 27	0,485
EHS+	558 ± 38	597 ± 38	0,203	594 ± 42	561 ± 34	0,284
EHS–	688 ± 37	669 ± 27	0,939	667 ± 33	690 ± 32	0,191

Tabela 16. Wyniki badania czasu motorycznego w teście TSAR. Wyniki wyrażone w milisekundach po dokonaniu poprawek na proces uczenia się i zmęczenie.

	Ekspozycja postrzegana			Ekspozycja realna		
	ON	OFF	p	ON	OFF	p
Wszystkie	368 ± 14	388 ± 15	0,090	383 ± 14	373 ± 15	0,548
EHS+	372 ± 21	378 ± 31	0,959	382 ± 27	369 ± 25	0,575
EHS–	367 ± 15	391 ± 18	0,060	383 ± 16	370 ± 20	0,673

Tabela 17. Liczba błędów popełnionych w teście TSAR. Wyniki po dokonaniu poprawek na proces uczenia się i zmęczenie.

	Ekspozycja postrzegana			Ekspozycja realna		
	ON	OFF	p	ON	OFF	p
Wszystkie	1,29 ± 0,60	1,09 ± 0,71	0,494	1,14 ± 0,60	1,24 ± 0,71	0,883
EHS+	2,70 ± 2,20	2,80 ± 2,70	0,998	2,50 ± 2,20	3,00 ± 2,60	0,541
EHS–	0,82 ± 0,33	0,50 ± 0,35	0,417	0,67 ± 0,35	0,64 ± 0,34	0,619

3.3 Badanie częstotliwości występowania IEI-PEM

Trzecim realizowanym tematem była analiza częstotliwości występowania IEI-PEM w populacji polskiej przy użyciu badania kwestionariuszowego przeprowadzonego metodą telefoniczną. W badaniu udział wzięło 2 000 osób. Ze względu na dużą ilość danych analiza jest kontynuowana. Poniżej przedstawiono wstępne wnioski. Wśród tej grupy 57,6% stanowili mężczyźni, a 42,6% kobiety. Najwięcej ankietowanych należało do przedziału wiekowego powyżej 60 lat (33,5%), natomiast procent ankietowanych z innych grup wiekowych był stosunkowo podobny (13,9%, 18%, 17,8%, 16,7%, odpowiednio dla przedziałów 18-29, 30-39, 40-49, 50-59 lat). Największa ilość respondentów zamieszkiwała w województwie mazowieckim oraz śląskim (po ok. 12% całości grupy badanej). Większość badanych zamieszkiwała tereny zurbanizowane, w tym najwięcej z nich mieszkało w miastach od 100 tys. do 500 tys. mieszkańców (22,7%). Tereny wiejskie zamieszkiwało 25,1% badanych. Największą część badanych stanowiły osoby z wykształceniem wyższym i średnim (odpowiednio 39,7% oraz 38,6%). Wykształcenie podstawowe posiadało jedynie 4% ankietowanych. Wykształcenie jest jedynym parametrem, który nie odpowiada swoim rozkładem aktualnej sytuacji demograficznej Polski, za co odpowiada szczególnie duża trudność w dotarciu z ankietą do osób najmniej wykształconych.

Konstrukcja ankiety zakładała wyodrębnienie populacji osób EHS+ za pomocą różnorodnych kryteriów, używanych jak dotąd w literaturze. Procent pozytywnych odpowiedzi na kolejne pytania, a tym samym szacowana częstość EHS+ znacznie różniły się od siebie. 22,4% badanych wskazało pola elektromagnetyczne jako potencjalny czynnik wpływający na ich zdrowie lub samopoczucie. 10,4% badanych odpowiedziało, że jest szczególnie wrażliwa lub reaguje alergicznie na pola magnetyczna bądź elektryczne. Podobny odsetek ankietowanych (10,5%) określił siebie jako „elektrowrażliwego lub nadwrażliwego na pola elektromagnetyczne”. W innym pytaniu, gdzie osobno pytano o wpływ PEM na zdrowie lub samopoczucie ankietowanego, odpowiednio 22,9% oraz 19,0% potwierdziło takie powiązanie. Jedynie 4,5% respondentów twierdziło, że odczuwają objawy związane z użytkowaniem urządzeń elektrycznych, których ich zdaniem nie odczuwają inni. Spośród tych 4,5% osób około połowa (2,1% całości grupy) odczuwała objawy na tyle silne, że upośledzały one codzienne funkcjonowa-

nie, lub były powodem wizyty lekarskiej. W przypadku objawów będących wynikiem ekspozycji na PEM najczęściej zgłaszanymi były zmęczenie (53,3%) oraz ból stawów (53,3%).

Urządzeniami najczęściej wskazywanymi jako źródło dolegliwości były żarówki oraz telefony komórkowe (odpowiednio 12,0% oraz 9,6% osób dostrzegających wpływ PEM na swoje zdrowie lub samopoczucie). Ponieważ pytanie to było pytaniem otwartym wielokrotnego wyboru ilość wskazanych urządzeń była bardzo wysoka.

Z danych literaturowych wynika, że dotychczas stosowane kryteria elektrowrażliwości znacząco różniły się od siebie. Aplikacja różnych kryteriów wobec pojedynczej grupy badanej wskazała bardzo znaczące różnice w oszacowanej częstości tzw. „elektrowrażliwości elektromagnetycznej”, sięgające nawet 10% populacji badanej. Uzyskane dane poddają pod wątpliwość dotychczasowe szacunki częstości występowania IEI-PEM oraz wskazują na konieczność przeprowadzenia kolejnych badań, jednak tym razem z użyciem jednolitych kryteriów.

Zdaniem autorów kryteria używane w przyszłości powinny składać się z dwóch niezależnych pytań i obejmować powinny ocenę nasilenia dolegliwości i ich przypisywanie oddziaływaniu PEM. W przeprowadzonym badaniu 2,1% reprezentatywnej grupy mieszkańców Polski potwierdziła odczuwanie objawów związanych z użytkowaniem urządzeń elektrycznych, które były na tyle silne, że upośledzały codzienne funkcjonowanie lub były przyczyną wizyty lekarskiej. W związku z tym przyjąć należy, że częstość zjawiska IEI-EMF lub tzw. „nadwrażliwości elektromagnetycznej” oscyluje w Polsce w granicach 2% populacji.

4 Podsumowanie

Bazując na przeprowadzonych badaniach można wyciągnąć kilka ogólnych wniosków, które powinny zostać uwzględnione przy kontynuacji badań wpływu PEM na organizm człowieka:

1. Metody diagnostyczne stosowane rutynowo w praktyce klinicznej pozwalają na wykrywanie stanów patologicznych, czyli znacznych zaburzeń homeostazy organizmu. W oparciu o badania przeprowadzone w bieżącym roku jak i latach poprzednich można jednoznacznie stwierdzić, że takich zaburzeń nie wywołuje naświetlanie organizmu PEM, o dopuszczalnych obowiązującymi normami gęstościach mocy. Dla zaobserwowania efektów, o ile one występują, konieczna jest modyfikacja obecnie stosowanych metod diagnostycznych. Wyniki przeprowadzonych badań sugerują, że potencjalne możliwości tkwią w badaniu AUN. Wprawdzie przeprowadzona analiza nieliniowa nie dostarcza jednoznacznych wyników, należy pamiętać, że została ona przeprowadzona przy zastosowaniu standardowego podejścia, które stosujemy w przypadku poważnych dysfunkcji układu krążenia. Oceniając użyteczność badania AUN, należy także uwzględnić fakt, że z punktu widzenia pacjenta badanie nie ulega zmianie. Modyfikacja powinna polegać na zastosowaniu bardziej zaawansowanych matematycznie metod analizy danych.

2. Jako przykład można podać powiązanie ciśnienia tętniczego i akcji serca, które odbywa się z udziałem AUN, czyli wybranych struktur mózgu. Z fizycznego punktu widzenia jest to układ sprzężenia zwrotnego, który może być zaburzany w wyniku naświetlania organizmu PEM. Analiza takiego układu wymaga jednak przeanalizowania zarówno zmian ciśnienia tętniczego jak i pracy serca, co czyni ją bardzo skomplikowaną, zarówno eksperymentalnie (synchronizacja skali czasu) jak i matematycznie.
3. Ilościowe pomiary z wykorzystaniem testów psychometrycznych zostały uzupełnione o badania ankietowe, które pozwalają wnioskować o stanie zdrowia psychicznego. Zebrany materiał doświadczalny wymaga jednak szczegółowego opracowania. W rezultacie nie można podać ostatecznych wniosków dotyczących tego podejścia w badaniu IEI-PEM. Zaobserwowano jednak różnice, które są w trakcie weryfikacji. Należy podkreślić, że potencjalne możliwości tej metody tkwią w zastosowaniu innych niż wykorzystywane testów psychometrycznych oraz doboru innego zestawu ankiet.
4. Problem występowania IEI-PEM w populacji polskiej przy użyciu badania kwestionariuszowego przeprowadzonego metodą telefoniczną także nie został ostatecznie rozstrzygnięty, uzyskano jedynie wstępne wnioski. Zastosowana metodologia jest praktycznie jedyną, która umożliwia wykonanie badań na dużych populacjach. Trzeba także pamiętać o jej ograniczeniach. Nie znamy gęstości mocy PEM, z którą spotyka się respondent. Dane literaturowe pokazują, że wykonując badania populacyjne / epidemiologiczne należy liczyć się z dokładnością wyznaczania ekspozycji na PEM dochodzącą do jednego rzędu wielkości.