

Milena I. Abramek, Joanna Kozieł, Paweł A. Mazurek

Projekt stanowiska do badań rzeczywistych wartości poziomów pola elektromagnetycznego emitowanego przez telefon komórkowy w trakcie rozmowy telefonicznej

JEL: L63 DOI: 10.24136/atest.2018.350
 Data zgłoszenia: 19.11.2018 Data akceptacji: 15.12.2018

W artykule przedstawiono projekt koncepcyjny stanowiska laboratoryjnego do mierzenia natężeń pól elektromagnetycznych emitowanych w trakcie rozmów przez telefony komórkowe. Znaczna część populacji naszego społeczeństwa coraz częściej używa telefonów komórkowych. Wśród nich są i kierowcy pojazdów, którzy telefony komórkowe czy smartfony wykorzystują coraz częściej do celów komunikacji i logistyki podróży. Wykorzystywanie tego typu urządzeń elektronicznych niesie z sobą pewne ryzyko ekspozycji na pola elektromagnetyczne (EM).

W artykule przedstawiono wyniki badań eksperymentalnych losowo wybranych telefonów komórkowych z lat produkcji 2011-2017. Podano metodę wykonywania pomiarów, które przeprowadzono w ramach pracy inżynierskiej autorki [1].

Należy podkreślić, że wszystkie wyniki badań poziomów pól EM telefonów wykorzystanych do badań eksperymentalnych mieściły się w granicy dopuszczalnego natężenia składowej elektrycznej pola elektromagnetycznego wynoszącej 7 V/m.

Słowa kluczowe: pole elektromagnetyczne, poziomy pól EM, telefony komórkowe.

Wstęp

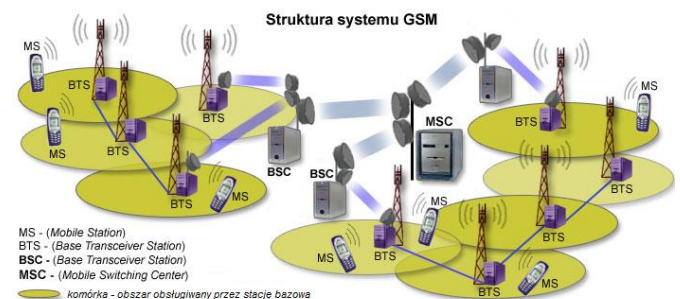
Rosnący konsumpcjonizm na świecie powoduje wzrost zapotrzebowania na coraz to nowsze towary i usługi. Każdy sezon wymusza posiadanie coraz to nowszych i w innym stylu ubrań, butów, akcesoriów i telefonów komórkowych oraz laptopów. Analogię można dostrzec w każdej branży, między innymi na rynku samochodów, gdzie co roku wprowadzane są coraz nowsze rozwiązania techniczne i stylizacyjne aut. Modzie i wpływowi czasów podlegają też usługi telekomunikacyjne, których przemiany obserwujemy. Ewaluacja obejmuje prowadzenie rozmów telefonicznych, usług SMS, MMS, videokonferencji czy po prostu korzystania z Internetu.

W dzisiejszej dobie rozwoju telefonii komórkowej (GSM) oraz komunikacji bezprzewodowej (Bluetooth, WiFi, protokoły IEEE 802) istotny staje się monitoring i pomiar pola elektromagnetycznego wytwarzanego przez urządzenia działające na częstotliwościach komunikacyjnych. Głównym systemem telefonii komórkowej jest cyfrowy system telefonii ruchomej GSM (Global System of Mobile Communications). Transmisja w systemie GSM odbywa się w trybie duplexowym, a zatem konieczne jest wykorzystanie podwójnego kanału transmisyjnego. W systemie GSM 900 MHz wydziela się oddzielnie pasmo częstotliwości kanałów transmisji od stacji ruchomej (telefonu) do stacji bazowej tzw. kanał "w górę = uplink" (880 - 915 MHz) i oddzielnie pasmo do tworzenia kanałów "w dół = downlink" (935 - 960 MHz), tj. od stacji bazowych do stacji ruchomej (telefonu). Podobną realcję obserwuje się w systemie GSM1800. Podczas inicjowania

transmisji w systemie GSM następuje jednocześnie odbieranie i wysyłanie sygnału fali elektromagnetycznej zmodulowanej impulsowo i zakodowanej cyfrowo [2].

Rozwój sieci pociąga za sobą budowę coraz większej ilości stacji bazowych, pozwalających na połączenie użytkownika z daną siecią. Każda stacja bazowa emituje pole elektromagnetyczne (PEM) za pośrednictwem systemu anten (najczęściej sektorowych). Pole magnetyczne występujące w systemie cyfrowym charakteryzuje się tym, że co pewien czas jest przesyłany sygnał impulsowy o większej amplitudzie niż w systemie analogowym. Zatem środowisko i ludzie są wystawiani na skokowe zmiany sygnałów elektromagnetycznych. W zależności od wymagań projektantów struktury sieci oraz warunków terenowych dobiera się odpowiednio ilość stacji, anten i ich charakterystyk aby pokryć obszar i utrzymać parametry telekomunikacyjne pozwalające nawiązywać i utrzymywać transmisje.

Parametry są szczególnie ważne przy transmisjach realizowanych w sposób mobilny, bowiem przykładowy kierowca będący w ruchu wymaga ciągłości prowadzenia rozmowy, a jego telefon i system GSM bez wiedzy rozmówcy musi przełączyć się z jednej stacji bazowej w drugą bez utraty połączenia i bez znacznej utraty zasobów energii baterii telefonu przy przełączaniu się z jednej stacji do drugiej.



Rys.1. Uproszczony schemat systemu GSM [3]

Zgodnie z informacjami przedstawionymi przez Główny Urząd Statystyczny, na jednego mieszkańca przypada 1,3 telefonu. Tak duża liczba pracujących obiektów wnosi zmiany do środowiska, szczególnie w obszarach zurbanizowanych lub w obszarze ciągów komunikacji. Istnieją różne metody służące do oszacowania stopnia narażenia człowieka na wpływ pola elektromagnetycznego związanego z telefonami komórkowymi. Pierwszą grupą jest dozymetria eksperymentalna, polegająca na badaniu fizycznych modeli głowy człowieka – fantomów. Do grupy drugiej należy dozymetria numeryczna stosowana w symulacjach komputerowych [1,2,4-11].

Z badań naukowych i eksperymentalnych wynika, że największe wartości promieniowania elektromagnetycznego występują w pobliżu stacji bazowych. Operatorzy telekomunikacji są zobowiązani do redukcji mocy nadajników. Konieczne jest jednak nadzorowanie czy stacje bazowe zostają rozmieszczane w miejscach odpowiednio oddalonych od mieszkańców. Głowa człowieka jest najbardziej podatna na wzrost temperatury wynikający z pochłaniania części fal z

zakresu wysokich częstotliwości. Nadmierna ekspozycja na pole elektromagnetyczne może więc powodować liczne naruszenia przepisów odnośnie norm dopuszczalnych wartości pól elektromagnetycznych w otoczeniu człowieka [1,2,4-11].

Biorąc pod uwagę wyniki badań wielu ośrodków naukowych, a także ostatnie doniesienia o osobach, które wykazują nadwrażliwość na pole elektromagnetyczne (elektrowrażliwość) zasadne są badania służące niezależnym monitoringom natężeń pól elektromagnetycznych, szczególnie w obszarach silnie zurbanizowanych lub wśród ludzi, którzy użytkują urządzenia i technologie z intencjonalnym promieniowaniem elektromagnetycznym (np. kierowcy z telefonami komórkowymi) [1,4].

1 Aktualny stan przepisów prawnych odnośnie poziomów pól elektromagnetycznych w Polsce

Analizę rozkładu natężeń pola elektromagnetycznego – w tym jej składowych elektrycznej i magnetycznej wykonuje się w celach:

- dla celów ochrony środowiska - zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 30 października 2003 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku oraz sposobów sprawdzania dotrzymania tych poziomów (Dz.U. nr 192, poz. 1883),
- na stanowiskach pracy – zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 27 czerwca 2016 r. zmieniającym rozporządzenie w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (Dz.U. Poz.952) oraz zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 29 czerwca 2016 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy pracach związanych z narażeniem na pole elektromagnetyczne (Dz.U. Poz.950)
- dla celów kompatybilności elektromagnetycznej - zgodnie z wymaganiami Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/30/UE z dnia 26 lutego 2014 r. w sprawie harmonizacji ustawodawstw państw członkowskich odnoszących się do kompatybilności elektromagnetycznej (Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej L 96/79).

W Rozporządzeniu Ministra Środowiska z 2003 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku oraz sposobów sprawdzania dotrzymania tych poziomów, zawarta jest dopuszczalna wartość składowej elektrycznej, wynosząca 7 V/m oraz gęstości mocy 0,1 W/m², dla zakresu częstotliwości pola elektromagnetycznego od 3 MHz do 300 MHz [3,9]. Rozporządzenie Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej z 2016 r. (Dz.U. Poz.952), przedstawia Limity Interwencyjnych Poziomów Narażenia. Charakteryzuje je wartość skuteczna obliczana w przypadku rozmowy telefonicznej trwającej 6 minut.

$$X_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{T_{RMS}} \int_0^{T_{RMS}} x^2(t) dt} \quad (1)$$

gdzie:

$x(t)$ – wartość chwilowa parametru definiującego pole elektromagnetyczne w danym czasie t ,

T_{RMS} – przedział czasu, dla którego wyliczana jest wartość skuteczna [9].

2 Skutki oddziaływania pola elektromagnetycznego na ludzi

Aktualnie nie są poznane wszystkie czynniki i mechanizmy oddziaływania pól elektromagnetycznych na człowieka. Na pewno interakcje na organizmy są zależne od natężenia i częstotliwości tych pól. Skutki oddziaływania zmiennego pola elektrycznego i magnetycznego podzielić można na dwie podstawowe grupy: termiczne i nieter-

miczne. Te ostatnie z kolei – na natychmiastowe, w postaci wyindukowanego prądu w ciele człowieka oraz dostrzegalne po dłuższym czasie, będące wynikiem uszkodzonych struktur biologicznych.

W organizmie człowieka przebywającego w polu elektromagnetycznym występuje zaindukowany prąd elektryczny, którego skutki uzależnione są od częstotliwości pola, m.in.: w polach małych i średnich częstotliwości może wystąpić pobudzenie tkanki nerwowej lub mięśniowej, a w polach częstotliwości radiofalowych i mikrofalowych wzrost temperatury tkanek wewnątrz organizmu lub przy powierzchni skóry (podobnie do procesu grzania mikrofalowego w kuchenkach mikrofalowych). Prądy indukowane mogą zakłócać naturalne procesy elektrofizjologiczne w komórkach nerwowych lub mięśniowych, powodując ich pobudzenie. Skutki termiczne mogą wywołać uszkodzenia tkanek różnego stopnia i rozległości, które mogą wystąpić zarówno na powierzchni ciała, jak i wewnątrz – zależnie od częstotliwości promieniowania [2].

W odniesieniu do oddziaływania telefonii komórkowej na człowieka, interesujące wyniki przedstawił Francuski profesor Dominique Belpomme na II Międzynarodowym Forum Ochrony Środowiska przed Zanieczyszczeniem Polami Elektromagnetycznymi. Po przeprowadzeniu diagnozy klinicznej zbadano grupę 1200 osób, z których 88% skarżyło się na ból głowy. Objawami były również: zaburzenia czucia, bóle mięśni, szумы w uszach, bezsenność czy uczucie gorąca w okolicy ucha, do którego przykładany był telefon komórkowy. Naukowcy doszli do wniosku, że w przypadku dzieci pochłanianie pola elektromagnetycznego jest znacznie większe niż u dorosłych. Są one więc bardziej narażone na jego wpływ ze względu na nie w pełni ukształtowany układ nerwowy [4].

W celu uniknięcia wystąpienia nadwrażliwości na pole elektromagnetyczne zespół naukowców opracował raport, w którym poruszono następujące kwestie:

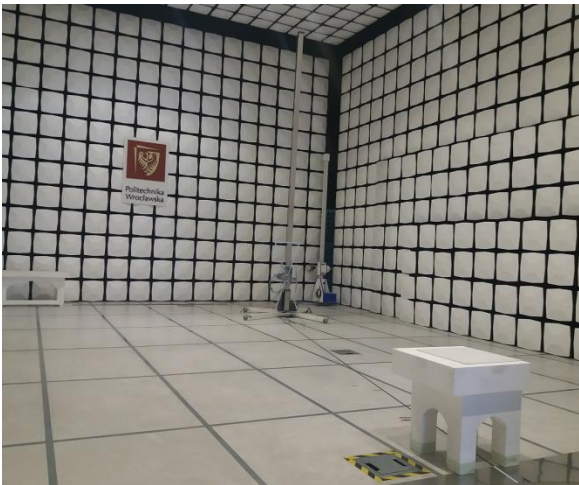
- zabronienia dzieciom użytkowania telefonów komórkowych,
- ograniczenia przebywania kobiet w ciąży w miejscach występowania pola elektromagnetycznego,
- ustalenia limitu korzystania z telefonów do 20 minut dziennie,
- przeniesienia stacji bazowych z dala od szpitali oraz szkół
- zmniejszenia wartości granicznych, których muszą przestrzegać operatorzy świadczący usługi telekomunikacyjne [4].

3 Projekt stanowiska laboratoryjnego do pomiarów poziomów wartości pól EM wytwarzanych przez telefony komórkowe podczas rozmów telefonicznych

Każde urządzenie elektryczne/elektroniczne aby zostało dopuszczone na rynek musi zostać poddane testom jakości i bezpieczeństwa. Wśród nich są testy związane z kompatybilnością elektromagnetyczną (emc). Pomiary w zakresie emisji zaburzeń elektromagnetycznych wymagają znormalizowanych stanowisk i aparatury. Między innymi aby uniknąć wpływu czynników zewnętrznych badania należy prowadzić w zaekranowanych pomieszczeniach - komorach bezodbiornych otoczonych od środka materiałem absorbującym fale radiowe wytwarzane przez urządzenia znajdujące się w jej wnętrzu. Jest to niezbędne, aby uniknąć pomiarów pól elektromagnetycznych emitowanych przez inne urządzenia. Przykładowy wygląd komory został przedstawiony na rys.2.

W celu określenia właściwego wpływu pola elektromagnetycznego na ludzi czy środowisko, wprowadzone zostały różne parametry opisujące zarówno właściwości samego pola, jak i właściwości tkanek absorbujących energię. Parametry te można podzielić na wielkości dozymetryczne, będące miarami oddziaływania pola elektromagnetycznego na ludzi i środowisko żywe oraz wielkości pochodne opisujące jedynie wymiar poszczególnych składowych pola elektroma-

gnetycznego. Wśród nich można wyróżnić swoistą absorpcję, absorpcyjność (przyrost energii absorbowanej), gęstość prądu indukowanego i prąd dotyku.



Rys. 2. Przykładowe pomieszczenie bezodbiciowe wykorzystywane w testach EMC, Politechnika Wroclawska

Oddziaływanie pól elektromagnetycznych wysokich w telefonii komórkowej głównie ogranicza się do absorpcji energii przez poszczególne tkanki organizmu żywego oraz zamiany jej na energię ciepłą. Aby zminimalizować w czasie badań eksperymentalnych zaangażowanie i oddziaływanie personelu testy przeprowadza się przy zastosowaniu specjalnych fantomów. Na rys. 3. przedstawiono zdjęcia stanowiska pomiarowego z wykorzystaniem fantomu.



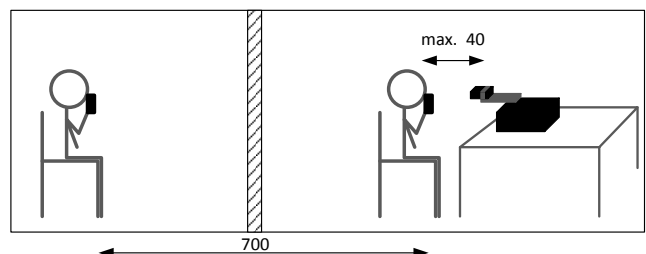
Rys.3. Stanowisko do analizy SAR z wykorzystaniem fantomu (Urząd Komunikacji Elektronicznej w Boruczy)

Współczynnik pochłaniania promieniowania przez organizmy ludzkie jest mierzony jako SAR. „Szybkość pochłaniania właściwego energii, uśredniona względem całego ciała, to szybkość, z jaką energia jest pochłaniana w jednostce masy tkanki ciała” [2,5,10,11]. W odniesieniu do całego ciała służy on do ustalenia związku negatywnych skutków termicznych z ryzykiem pochodzącym od częstotliwości radiowych. Natomiast w przypadku korzystania z miejscowych wartości badanego współczynnika możliwa jest ocena oraz redukcja nadmiernego gromadzenia energii w niedużych częściach ciała. Dopuszczalna wartość tego współczynnika jest różna w zależności od kraju, który rozpatrujemy. W Europie maksymalny limit to 2 W/kg mierzony na 10 gramach tkanki, podczas gdy w USA wynosi on 1,6 W/kg mierzony na 1 gramie. Skale nie mogą być porównywane ze względu na różne wartości wagi, która zostanie uśredniona. Wiele modeli telefonów komórkowych posiada odmienne współczynniki SAR [1].

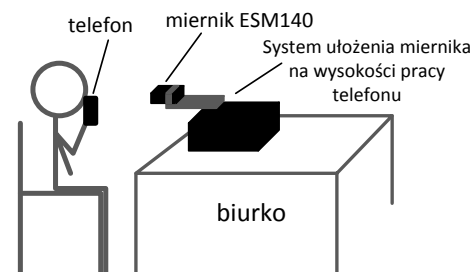
Fale elektromagnetyczne emitowane przez telefony komórkowe należą do mikrofal, gdyż ich częstotliwość mieści się w przedziale 300 MHz - 300 GHz (sieć GSM 800, 900, 1800, 1900 MHz). W raportach z badań i publikacjach naukowych dotyczących oddziaływania silnych pól elektromagnetycznych na organizmy żywe rozróżnia się ogólnie efekt termiczny. Przyrost temperatury zależy o wielu czynników m.in. od częstotliwości, parametrów elektrycznych tkanek, intensywności pola a także od indywidualnych cech osoby podlegającej ekspozycji.

W ramach pracy podjęto próbę zaprojektowania stanowiska pomiarowego do przeprowadzania badań wartości pola elektromagnetycznego emitowanego przez telefony komórkowe. Idea pomiarów skierowana jednak została na przedstawienie rzeczywistych wartości emisji w jakich przebywa rozmówca. System pomiarowy w zaekranowanych pomieszczeniach znacząco odbiega od rzeczywistych warunków, dlatego już na wstępie zrezygnowano z prowadzenia testów w zaekranowanej komorze (podejrzewano wzmoczoną moc telefonu, który aby nawiązać i utrzymać połączenie musi emitować mocniejszy sygnał – a to nie odzwierciedla rzeczywistych warunków pracy). Na rys. 4. przedstawiono wraz z wymiarami w cm, rozmieszczenie dwóch rozmówców podczas przeprowadzanych badań. Rozmówcy umiejscowieni zostali w dwóch sąsiadujących pomieszczeniach, oddzielonych ok. 40cm ścianą żelbetonową.

Założono, że tylko emisja przy jednym z rozmówców będzie analizowana (rys.5). Do analizy został wykorzystany miernik ESM-140 firmy Maschek (rys.6), który jest przenośnym urządzeniem. Dozymetr może mierzyć pasma z zakresu częstotliwości GSM 900 i GSM 1800, jak i częstotliwości DECT, UMTS oraz WLAN. Miernik jest zaopatrzone w złącze USB pozwalające na przesyłanie danych do komputera oraz na ładowanie baterii. Analizę wyników wspiera dedykowane oprogramowanie Graph ESM-140.



Rys. 4. Idea stanowiska do przeprowadzania pomiarów poziomów wartości pól EM wytwarzanych przez telefony komórkowe podczas rozmów telefonicznych (wymiary w cm)



Rys. 5. Elementy wykorzystane do pomiarów [1]

4 Pomiary poziomów pól elektromagnetycznych rejestrowane podczas rozmowy telefonami komórkowymi

Pomiary eksperymentalne zostały wykonane w 2018r. w Politechnice Lubelskiej przy użyciu dozymetru ESM-140. Obydwa pomieszczenia, w których przebywali rozmówcy, zostały wyłączone z eksploatacji (brak osób postronnych oraz wyłączone urządzenia elektryczne i znaczna część instalacji elektrycznej). Zbadano warto-

ści pól elektromagnetycznych w otoczeniu 13 telefonów komórkowych, pracujących w pasmach częstotliwości udostępnianych przez krajowych operatorów komórkowych (GSM 900 oraz GSM 1800) [1].



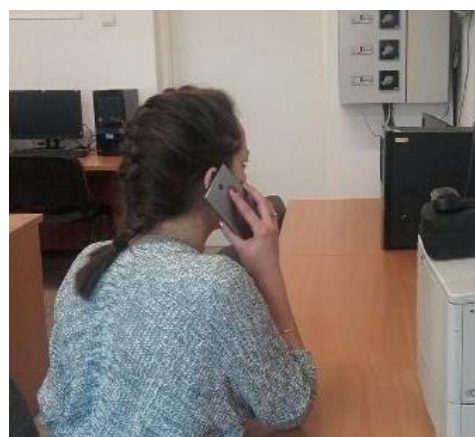
Rys. 6. Badane telefony i miernik ESM-140 firmy Maschek [1]

Zaproponowana metodyka wykonywania pomiarów natężeń pola elektromagnetycznego podczas rozmowy telefonicznej obejmowała: uruchomienie dozymetru, uruchomienie telefonu po 10 sekundach, wybranie numeru telefonu, wykonanie połączenia trwającego 6 minut, zakończenie połączenia, odczekanie 1 minuty, wyłączenie dozymetru [1].

Do testów zgromadzono 16 modeli telefonów komórkowych, którym zbadano natężenie składowej elektrycznej pola elektromagnetycznego w trakcie transmisji. Z przyczyn technicznych do analizy dopuszczono tylko 13 modeli. Tabela 1 prezentuje wybrane 13 telefonów komórkowych z lat produkcji 2011-2017 poddane testom .

Aby uzyskać punkt odniesienia na początku przeprowadzono pomiar tła elektromagnetycznego (rys.8). Pozwoliło to na odniesienie się do istniejących pól elektromagnetycznych działających poza systemem pomiarowym. Stwierdzono, że zarejestrowane poziomy mieściły się w poniżej granicznej dawki natężenia pola elektrycznego [1].

Po przeprowadzeniu pomiarów tła, rozpoczęto pomiary wszystkich telefonów.

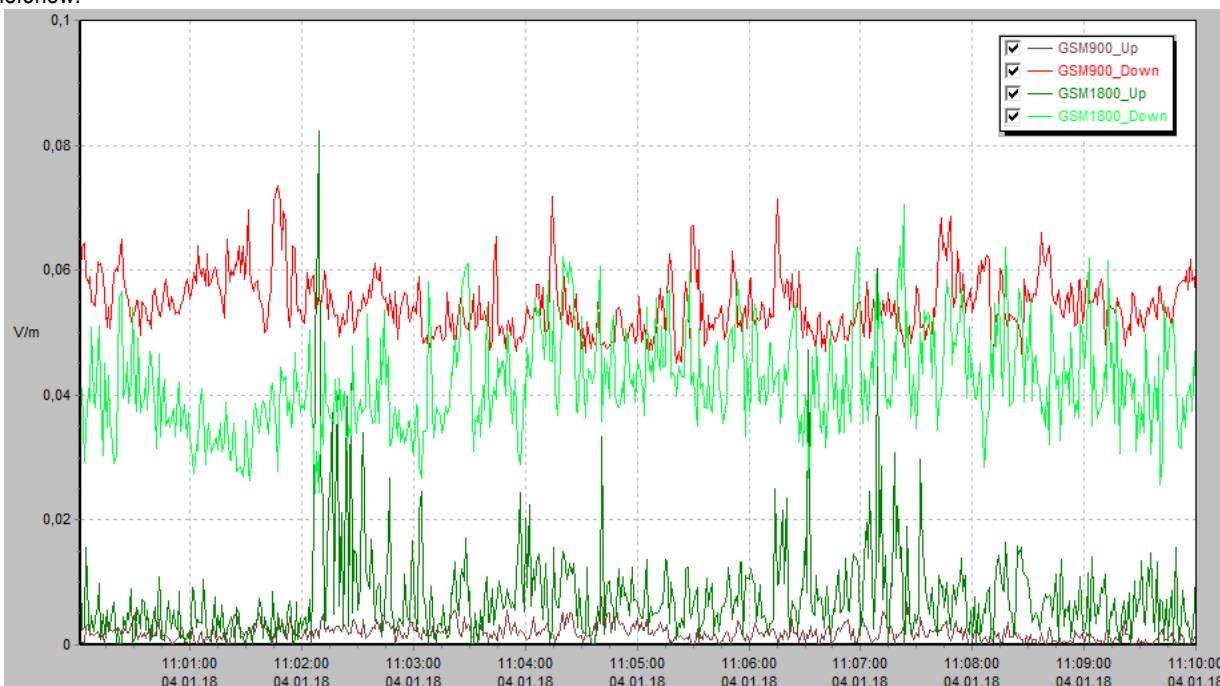


Rys.7. Badania próbne rozmowa telefoniczna

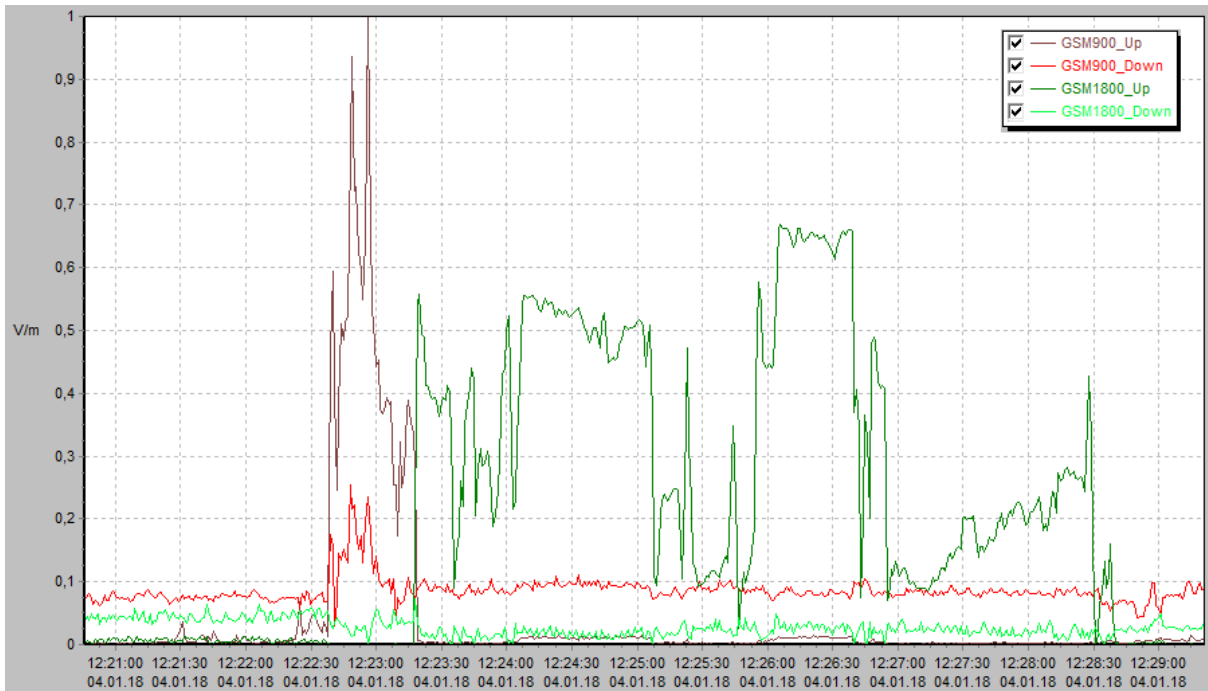
Tab.1. Zestawienie losowo wybranych telefonów użytych do pomiarów pól EM

Lp.	Producent	Model	Rok produkcji
1	Huawei	P10 Lite	2017
2	Huawei	P8 Lite	2015
3	Lenovo	K6 Note	2016
4	HTC	Desire 620	2014
5	Microsoft	Lumia 640	2015
6	Samsung	Galaxy S3 mini	2012
7	Samsung	Galaxy J3	2016
8	iPhone	7	2016
9	iPhone	6s	2015
10	iPhone	5	2012
11	Samsung	Galaxy S6	2015
12	Samsung	Galaxy Ace	2011
13	Xiaomi	Redmi 4x	2017

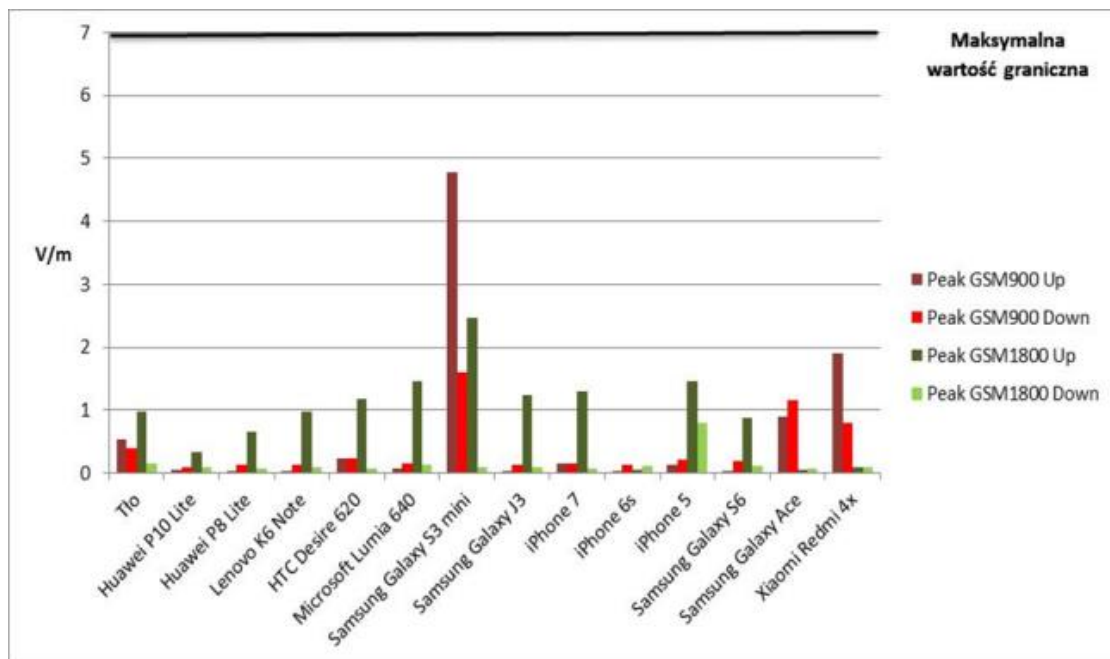
Każdy z telefonów w trakcie kilkuminutowej rozmowy był poddany pomiarom dozymetrem. Przykładowy wykres zmian poziomu emisji w trakcie rozmowy zaprezentowano na rys. 9. Podczas prowadzonej analizy wykonano wykres zbiorczy, sprowadzający zarejestrowane poziomy emisji do wartości zgodnej z wzorem (1).



Rys.8. Natężenie składowej elektrycznej pola elektromagnetycznego – tło (wyłączone telefony komórkowe) [1]



Rys. 9. Wykres natężenia składowej elektrycznej pola elektromagnetycznego - telefon Samsung Galaxy S3 mini [1]



Rys. 10. Zbiorcze zestawienie natężenia pola elektrycznego wytwarzanego przez różne modele telefonów komórkowych [1]

Na wykresie z rysunku 10 przedstawiono wyraźne zmiany natężeń pomiędzy testowanymi modelami. Wszystkie wartości nie przekroczyły dopuszczalnego limitu. Obecnie istnieją modele z różnymi systemami nadawczo-odbiorczymi, w tym posiadające układy zarządzania mocą promieniowaną. Wybór modelu do eksploatacji jest więc możliwy również dla osób które uskarżają się na elektrowrażliwość.

Wnioski

Pole elektromagnetyczne emitowane przez systemy telekomunikacyjne oraz telefony komórkowe nie jest neutralne dla środowiska. Badania realizowane w tym obszarze wykazują ciągle wzrost emisji promieniowanej w widmie z zakresu 0-3GHz. Z przeprowadzonych badań własnych wyciągnięto wnioski:

- wszystkie telefony wykorzystane do badań eksperymentalnych mieściły się w granicy dopuszczalnego natężenia składowej elektrycznej pola elektromagnetycznego wynoszącej 7 V/m;
 - wśród kilkunastu przebadanych modeli zaobserwowano różne poziomy emisji - iPhone 6s z 2015 r. osiągnął najniższą wartość natężenia pola elektrycznego, najwyższe wartości uzyskał telefon marki Samsung Galaxy S3 mini z 2012 r. wynoszące niemal 5 V/m przy pomiarze częstotliwości GSM 900 MHz;
 - telefon marki Xiaomi posiadał podwyższony poziom natężenia pola elektrycznego w stosunku do pozostałych modeli - ze względu na fakt, iż jest to nowa marka na rynku konieczne jest monitorowanie nowych pojawiających się modeli;
- Zaprojektowany system pomiarowy spełnił oczekiwania, uzyskano wyniki które statystycznie i ilościowo zgadzają się z wynikami z innych ośrodków naukowych. Dalsze rozważania będą prowadzone

w kierunku uwzględnienia błędu spowodowanego oddziaływaniem pola elektromagnetycznego wytwarzanego przez inne urządzenia, niż badane telefony.

Bibliografia

1. Abramek M., „Projekt koncepcyjny stanowiska pomiarowego do oceny oddziaływania pola elektromagnetycznego telefonów komórkowych na organizm ludzki”, praca inżynierska, Politechnika Lubelska, 2018,
2. Mazurek P.A., Naumczuk O., Badanie emisji elektromagnetycznej w zakresie GSM w Polsce i Ukrainie, [W:] Aspekty środowiskowo-rekreacyjne i prawne zdrowia człowieka; [Red:] Wdowiak A., Tucki A. - Włodawa 2015, s. 142-156
3. Snášel J., Antény systému GSM, www.elektrorevue.cz/clanky/04031/index.html, [data dostępu 20.10.2018]
4. Belpomme D., Diagnozowanie, leczenie i zapobieganie negatywnym skutkom oddziaływania pól elektromagnetycznych u dorosłych i dzieci. II Międzynarodowe Forum Ochrony Środowiska przez Zanieczyszczeniem Polami Elektromagnetycznymi zorganizowane przez Radę Miasta Krakowa pod patronatem Prezydenta Jacka Majchrowskiego, 29.11.2017 r.,
5. Bieńkowski P., Zubrzak B., Wybrane aspekty oceny ekspozycji na PEM dla celów bezpieczeństwa i higieny pracy., Warsztaty IMP Łódź 2010 – Ochrona przed PEM: ocena możliwości implementacji wymogów dyrektywy i rekomendacji UE do krajowego systemu kontroli ekspozycji na PEM, materiały szkoleniowe, 14-16 października 2010, Łódź, Instytut Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera, s. 169-171,
6. Mazurek P., Wac-Włodarczyk A., Zielińska K., Wójtowicz P., Staszek J., Ścirka T., Masłowski G., Wybrane zagadnienia analizy pola elektromagnetycznego miasta Lublin i uzdrowiska Nałęczów, Inżynieria Ekologiczna nr. 30/2012, s. 197-205,
7. Mazurek P., Wdowiak A.: Oddziaływanie pola Elektromagnetycznego na proces hiperaktywacji nasienia – badania pilotażowe. Przegląd elektrotechniczny nr. 1/2017, s.221-224,
8. Mazurek P., Wdowiak A.: Wpływ pola elektromagnetycznego na rozród człowieka, Przegląd Elektrotechniczny nr. 1/2016, s. 124-127,
9. Mazurek P. A., Michałowska J., Kozieł J., Gad R., Wdowiak A., The intensity of the electromagnetic fields in the coverage of GSM 900, GSM 1800 DECT, UMTS, WLAN in built-up areas, IEEE, 2018, s. 159-162 DOI: 10.1109/PTZE.2018.8503156
10. Miaskowski A., Olchowik G., Krawczyk A., Łada-Tondyra E., Bartosiński A., A Numerical Evaluation of Electric Field and SAR Distribution Around a Titanium Implant in the Trunk of a Child, Przegląd Elektrotechniczny, ISSN 0033-2097, R. 88 NR 12b/2012, s 77-79
11. Michałowska J., Kozieł J., Wac-Włodarczyk A.: Influence of the mobile phone on the human organism during a telephone call, European Journal of medical technologies, 2018r. nr 1, vol. 18, s. 1-6,
12. www.stat.gov.pl [data dostępu 20.10.2018]

Design of a test stand for real values of electromagnetic field levels emitted by a mobile phone during a telephone conversation

The paper presents a conceptual design of a laboratory station for measuring the intensity of electromagnetic fields emitted during conversations by mobile phones. A significant part of our society's population is increasingly using cellular telephones. Among them are vehicle drivers who use mobile phones or smartphones more and more often for travel communication and logistics purposes. The use of this type of electronic device carries some risk of exposure to electromagnetic fields (EM).

The article presents the results of experimental research on randomly chosen cell phones from the years 2011-2017. The method of taking measurements was carried out as part of the author's engineering work [1].

It should be emphasized that all the results of the EM field tests of telephones used for experimental research were within the limit of the permissible electric field strength of the electromagnetic field of 7 V / m.

Keywords: electromagnetic field, EM field levels, cell phones.

Autorzy:

inż. **Milena Ilona Abramek** – studentka kierunku Elektrotechnika, Wydział Elektrotechniki i Informatyki, Politechnika Lubelska e-mail: milena-abramek@wp.pl

dr inż. **Joanna Kozieł** – Instytut Elektrotechniki i Elektrotechnologii, Wydział Elektrotechniki i Informatyki, Politechnika Lubelska, e-mail: j.kozieł@pollub.pl

dr inż. **Paweł A. Mazurek** - Instytut Elektrotechniki i Elektrotechnologii, Wydział Elektrotechniki i Informatyki, Politechnika Lubelska, e-mail: p.mazurek@pollub.pl