

mgr inż. **Wiesław LESZKO**¹
dr inż. **Patryk ZRADZIŃSKI**²

Przyjęty/Accepted: 23.04.2013; Zrecenzowany/Reviewed: 27.08.2013; Opublikowany/Published: 30.09.2013

BADANIE NARAŻENIA FUNKCJONARIUSZY PAŃSTWOWEJ STRAŻY POŻARNEJ NA POLE ELEKTROMAGNETYCZNE PROFESJONALNYCH URZĄDZEŃ ŁĄCZNOŚCI BEZPRZEWODOWEJ*

The Studies of the State Fire Service Officers Exposure to Electromagnetic Fields of Professional Wireless Communication Devices

Streszczenie

Do prowadzenia skutecznych działań ratunkowych, gaśniczych i ochrony ludności strażacy potrzebują łączności z jednostkami koordynującymi oraz między sobą. W tym celu wykorzystywane są różnego typu profesjonalne urządzenia łączności bezprzewodowej (radiotelefony przenośne i przewoźne) oraz telefony komórkowe. W opracowaniu przedstawiono charakterystykę tych urządzeń oraz wyniki badań emitowanego przez nie pola elektromagnetycznego, na które narażeni są pracownicy podczas wykonywania zadań służbowych.

Absorpcja energii radiofalego pola elektromagnetycznego, którego źródłem są m.in. radiotelefony oraz telefony komórkowe, może spowodować w organizmach żywych podwyższenie temperatury tkanek i płynów ustrojowych. Wiele badań wskazuje na możliwość wystąpienia negatywnych skutków zdrowotnych związanych z użytkowaniem tego rodzaju źródeł pola elektromagnetycznego.

Z przeprowadzonych przez CIOP-PIB badań ankietowych wynika, że w realizacji zadań służbowych strażacy wykorzystują 2 profesjonalne systemy łączności: konwencjonalnej (pasmo 147–174MHz) oraz trunkingowej (pasmo 380–450MHz). Korzystają także z 3 publicznych systemów telefonii komórkowej: GSM 900, DCS 1800, UMTS 2140.

System łączności konwencjonalnej jest dostępny dla funkcjonariuszy pracujących zarówno w dużych jednostkach miejskich, jak i w jednostkach podmiejskich, natomiast system łączności trunkingowej jest obecnie spotykany głównie w dużych aglomeracjach miejskich. Systemy GSM 900, DCS 1800 oraz UMTS są używane nie tylko przez pracowników PSP, ale też przez ogół ludności.

Ocenę narażenia pracowników PSP wykonano w oparciu o pomiary wartości chwilowych natężeń pola elektrycznego oraz magnetycznego. Dla wszystkich używanych typów radiotelefonów pomiary wykonano w typowych, rzeczywistych warunkach pracy obejmujących nadawanie i odbieranie informacji. Przeprowadzone pomiary i ocena pól elektrycznych i magnetycznych wytwarzanych przez radiotelefony przenośne oraz przewoźne wykazały, że w czasie nadawania radiotelefonów w otoczeniu występują pola o poziomie ekspozycji zawodowej tj. takiej, w której dozwolone jest przebywanie jedynie pracowników przeszkolonych nt. zasad bezpiecznej pracy przy źródłach pola, niemających przeciwwskazań zdrowotnych do narażenia na pola elektromagnetyczne. W przypadku użycia radiotelefonów stacjonarnych mamy do czynienia ze słabszą ekspozycją pozazawodową na pola, tj. w tym przypadku nie ma ograniczeń dotyczących ekspozycji pracowników i ludności.

Summary

Firefighters require communications with coordinating units and between other officers to carry out effective rescue, fire and civil protection operations. For this purpose different types of wireless professional communication devices (handset,

¹ Pracownia Zagrożeń Elektromagnetycznych, Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, ul. Czerniakowska 16, 01-701 Warszawa, Polska; wiles@ciop.pl; wkład merytoryczny – 50%; Central Institute for Labour Protection – National Research Institute; Poland; percentage contribution – 50%

² Pracownia Zagrożeń Elektromagnetycznych, Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, ul. Czerniakowska 16, 01-701 Warszawa, Polska; pazra@ciop.pl; wkład merytoryczny – 50%; Central Institute for Labour Protection – National Research Institute; Poland; percentage contribution – 50%

* Artykuł wyróżniony przez Komitet Redakcyjny/The article honoured by Editorial Committee

transportable) and mobile phones are used. This article presents the characteristics of these devices, and discusses the related electromagnetic fields to which workers are exposed.

Exposure to electromagnetic fields from handsets and mobile phones causes thermal effects inside the body as tissues and body fluids temperature increase due to absorption of electromagnetic field energy. A number of studies show that negative health effects related to use of such type of electromagnetic field sources may occur.

Questionnaire studies realized by CIOP-PIB show that the firefighters use two professional communication systems: conventional (frequency band 147-174MHz) and trunked (380-450MHz). They also use three public communication systems: GSM 900, DCS 1800 and UMTS 2140.

The conventional communication system is available for officers working in large urban and suburban units while the trunked communication system is actually available only in large urban areas. GSM 900, DCS 1800 and UMTS systems are used not only by the general public but also by the firefighters.

Electromagnetic field exposure assessment of firefighters was carried out on the basis of the measurements of actual value of the electric and magnetic fields strength. Measurements were made in typical, realistic operating conditions including transmission and reception of information for all types of handsets used. The measurements and assessment of electric and magnetic fields generated by the professional wireless communication devices (handsets, transportable) showed that during transmission electric and magnetic fields of strength values of occupational exposure level (i.e. in which workers trained in safety principles related to work in the vicinity of field sources and who do not have health contraindication to work in such fields may remain) might be present in the vicinity of device. In the case of stationary professional wireless communication devices only electric and magnetic field strength values of the general public exposure (without limits for the general public and workers exposure) were found.

Słowa kluczowe: radiotelefony, pola elektromagnetyczne, łączność konwencjonalna, łączność rankingowa;

Keywords: wireless communication handsets, electromagnetic fields, conventional communication, trunked communication;

Typ artykułu: oryginalny artykuł naukowy;

Type of article: original scientific article;

1. Wstęp

Szybki rozwój telekomunikacji przyczynił się m.in. do dużego rozpowszechniania łączności bezprzewodowej opartej na przesyłaniu informacji za pomocą promieniowania elektromagnetycznego. Jest ona ważnym narzędziem pracy m.in. Straży Pożarnej, ponieważ w związku z wykonywaniem obowiązków służbowych pracownicy jednostek biorących udział w zdarzeniach muszą pozostawać w stałym kontakcie z jednostkami koordynującymi.

Wiele badań naukowych wskazuje na negatywne skutki zdrowotne występujące ze zwiększoną częstotliwością wśród osób długotrwale narażonych na pola elektromagnetyczne radiofalowe, w tym długoletnich użytkowników urządzeń łączności bezprzewodowej – telefonów komórkowych [1][2][3][11][14]. W maju 2011 roku grupa robocza IARC (Międzynarodowa Agencja Badań nad Rakiem) na podstawie analizy wyników badań epidemiologicznych i laboratoryjnych stwierdziła, że istnieją powiązania między oddziaływaniem pól elektromagnetycznych o częstotliwościach radiowych (RF), emitowanych m.in. przez urządzenia łączności bezprzewodowej, a występowaniem chorób nowotworowych i uznała za zasadne zaklasyfikowanie pól RF do grupy 2B, czyli czynników środowiskowych prawdopodobnie rakotwórczych dla ludzi [13]. W związku z tym istotne jest monitorowanie charakterystyki narażenia zawodowego na ten czynnik, szczególnie pracowników, którzy podlegają jego oddziaływaniu długotrwale. Skutki narażenia na pola, które występują wewnątrz organizmu, zależą od częstotliwości

i natężenia pola elektromagnetycznego oraz od warunków, w jakich ono oddziałuje. W przypadku wielkich częstotliwości, do których zaliczają się częstotliwości pracy profesjonalnych systemów łączności bezprzewodowej oraz publicznych systemów telefonii komórkowej, mamy do czynienia z termicznymi skutkami oddziaływania pola, polegającymi na podwyższaniu temperatury tkanek i płynów ustrojowych organizmów żywych wskutek absorpcji energii promieniowania pola elektromagnetycznego. Zgodnie z powszechnie akceptowanymi wymaganiami międzynarodowymi miarą służącą powiązaniu zagrożenia skutkami termicznymi z parametrami pola elektromagnetycznego oddziałującego na organizm, ocenianą na podstawie obliczeń modelowych, jest szybkość pochłaniania właściwego energii wyrażana przez współczynnik SAR [4][5]. Natomiast miarami narażenia pracowników są: natężenie pola elektrycznego i magnetycznego, zmierzone w miejscu ich przebywania przy źródle pola, ale bez obecności ludzi w tym miejscu.

W opracowaniu przedstawiono charakterystykę profesjonalnych systemów łączności bezprzewodowej (radiotelefonów) wykorzystywanych w Polsce przez jednostki Państwowej Straży Pożarnej (PSP) oraz omówiono wyniki badań emitowanego przez nie pola elektromagnetycznego, na które narażeni są pracownicy użytkujący radiotelefony podczas wykonywania zadań służbowych.

1. Urządzenia łączności wykorzystywane przez jednostki PSP

Profesjonalne radiotelefony mobilne i telefony komórkowe są urządzeniami łączności osobistej, które stanowią podstawowe wyposażenie z zakresu łączności bezprzewodowej używanej przez PSP.

Publiczne systemy telefonii komórkowej wymagają nadajników pośredniczących (stacji bazowych), ale dzięki nim możliwe jest komunikowanie się na nieograniczonym obszarze. Natomiast tradycyjne radiotelefony komunikują się bezpośrednio między sobą i nie wymagają infrastruktury pośredniczącej. Konsekwencją takiej struktury jest ograniczony zasięg działania. Jednak coraz częściej stosuje się systemy, w których radiotelefony mobilne umożliwiają nawiązywanie łączności pomiędzy operatorami na większych odległościach za pomocą specjalnych stacji przekaźnikowych.

Omawiane profesjonalne radiotelefony łączności bezprzewodowej można podzielić na 3 podstawowe grupy:

- radiotelefony przenośne – inaczej zwane nasobnymi. Urządzenie takie zapewnia łączność na niewielkim obszarze działania, do około 5 km. Ze względu na to, że w czasie pełnienia zadań terenowych niemalże każdy funkcjonariusz wyposażony jest w radiotelefon przenośny, stanowią one najliczniejszą grupę urządzeń wykorzystywanych przez PSP.
- radiotelefony przewoźne – są to nieduże urządzenia o konstrukcji pozwalającej na montaż w pojazdach. Ze względu na to, że niemalże każdy pojazd PSP jest wyposażony w taki radiotelefon, to stanowią one drugą co do liczebności grupę urządzeń łączności bezprzewodowej użytkowanej w jednostkach PSP. Zapewniają one łączność na obszarze do 15–20 km.
- radiotelefony stacjonarne – Urządzenia tego typu charakteryzują się dużą mocą wyjściową oraz dużym obszarem działania do 20–30 km. Jednak ze względu na swoje duże wymiary i masę są rzadko eksploatowane.

Konstrukcja radiotelefonów przewoźnych oraz ich nieduże wymiary sprawiają, że bardzo często instaluje się je na stanowiskach kierowania oraz w punktach alarmowania i pełnią one funkcję radiotelefonów stacjonarnych. W związku z powyższym do grupy urządzeń stacjonarnych w prezentowanych badaniach zaliczono również urządzenia przewoźne na stałe instalowane w wyżej wymienionych miejscach. W przypadku tej grupy urządzeń, instalowanych zarówno w pojazdach, jak i na stanowiskach kierowania, nie są one zintegrowane z anteną, lecz połączone kablem, co umożliwia umieszczenie anteny w znacznej odległości od stanowiska pracy. Najczęściej spotykanymi przypadkami lokalizacji ante-

ny są dach pojazdu lub budynku, albo samodzielny maszt, który może być zlokalizowany w znacznej odległości od budynku [10].

2. Systemy łączności bezprzewodowej wykorzystywane w jednostkach PSP

Celem rozpoznania charakterystyki systemów łączności bezprzewodowej wykorzystywanych w jednostkach PSP Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy przeprowadził badania ankietowe dotyczące profesjonalnych urządzeń łączności bezprzewodowej. Wzięło w nich udział 54 przedstawicieli 25 miejskich i powiatowych jednostek PSP. Zadeklarowali oni wykorzystywanie pięciu pasm częstotliwości na potrzeby realizacji zadań służbowych (Ryc. 1):

- pasmo 147–174 MHz – łączność konwencjonalna umożliwiająca transmisję głosu na niewielkim obszarze działania, charakteryzuje się ona tym, że każdy kanał jest przeznaczony dla konkretnej grupy użytkowników,
- pasmo 380–450 MHz – łączność trunkingowa umożliwiająca transmisję głosu i danych na dowolnym obszarze działania za pomocą stacji pośredniczących, charakteryzująca się dynamicznym zarządzaniem kanałami, co ma wpływ m.in. na skrócenie czasu oczekiwania na połączenia,
- GSM 900 – standard publicznej telefonii komórkowej umożliwiający transmisję głosu i danych w paśmie częstotliwości 880–960 MHz, najczęściej spotykany na obszarach podmiejskich,
- DCS 1800 – standard publicznej telefonii komórkowej umożliwiający transmisję głosu i danych w paśmie częstotliwości 1710–1880 MHz, najczęściej spotykany na obszarach wielkomiejskich,
- UMTS 2140 – standard umożliwiający transmisję głosu i danych z dużą przepustowością oraz prowadzenie wideopojąceń, występujący na obszarach wielkomiejskich oraz wzdłuż głównych krajowych szlaków komunikacji drogowej.

Podstawowymi systemami, które realizują połączenia pomiędzy omawianymi profesjonalnymi radiotelefonami mobilnymi są systemy łączności konwencjonalnej i trunkingowej PSP. System łączności konwencjonalnej jest dostępny wśród funkcjonariuszy pracujących zarówno w dużych jednostkach miejskich, jak i w jednostkach podmiejskich. System łączności trunkingowej jest obecnie spotykany głównie w dużych aglomeracjach miejskich. Natomiast systemy GSM 900, DCS 1800 oraz UMTS są na co dzień używane nie tylko przez pracowników PSP, ale i przez ogół ludności.

Profesjonalne urządzenia łączności bezprzewodowej (radiotelefony) są urządzeniami znacznie różniącymi się od aparatów pracujących w publicznych systemach telefonii komórkowej, powszech-

nie używanych przez ludność. Mogą one pracować przy większych poziomach emisji pola elektromagnetycznego zapewniających większy zasięg i z innymi częstotliwościami. Radiotelefony stacjonarne i przewoźne są urządzeniami pracującymi z mocami z zakresu od 10–25W. W przypadku radiotelefonów przenośnych mamy do czynienia z mocą wyjściową z zakresu od 1–5W, natomiast telefony komórkowe charakteryzują się dużo mniejszą mocą z przedziału od 0,25–2W, w zależności od generacji systemu łączności.

3. Metodyka badań pól elektromagnetycznych

Ocenę narażenia pracowników PSP na pola elektromagnetyczne wykonano w oparciu o pomiary wartości chwilowych natężeń pola elektrycznego (E , wyrażonego w voltach na metr, V/m) oraz magnetycznego (H , wyrażonego w amperach na metr, A/m). Pomiary tych wielkości dotyczyły typowych, rzeczywistych warunków pracy obejmujących nadawanie i odbieranie informacji dla wszystkich używanych typów radiotelefonów. Zostały one wykonane zgodnie z metodyką określoną w polskiej normie [12].

Zgodnie z wymaganiami normy sesje pomiarowe obejmowały:

- identyfikację częstotliwości pola elektromagnetycznego wytwarzanego przez urządzenie mobilnej łączności bezprzewodowej z zastosowaniem selektywnego miernika SRM-3000 prod. Narda, z anteną izotropową typu P/N 3501/01 do pomiaru wartości skutecznej pola elektrycznego z pasma częstotliwości 27MHz – 3GHz, w zakresie od 0,25mV/m do 435 V/m, z funkcją analizatora widma,
- szerokopasmowe pomiary punktowe pierwotnego pola elektrycznego (niezaburzonego obecnością pracowników lub innych osób) wokół mobilnych urządzeń łączności bezprzewodowej z zastosowaniem miernika EMR-300 Radiation Meter prod. Wandel & Goltermann z izotropową sondą typu 8.2 do pomiaru wartości skutecznej natężenia pola elektrycznego z pasma częstotliwości 100kHz – 3GHz, w zakresie od 0,4 do 800 V/m,
- szerokopasmowe pomiary punktowe pierwotnego pola magnetycznego wokół mobilnych urządzeń łączności bezprzewodowej z zastosowaniem miernika EMR-300 Radiation Meter prod. Wandel & Goltermann z izotropową sondą typu 10.2 do pomiaru wartości skutecznej natężenia pola magnetycznego z pasma częstotliwości 27MHz – 1GHz, w zakresie od 0,02 do 16 A/m.

Mierniki wzorcowano w laboratorium Głównego Urzędu Miar (GUM) oraz w akredytowanym laboratorium wzorcującym CIOP-PIB (certyfikat Pol-

skiego Centrum Akredytacji nr AP 061). Również powszechnie akceptowane zalecenia międzynarodowe wskazują podobnie do polskiej normy, że miarą narażenia na pola elektromagnetyczne jest natężenie pierwotnego pola elektrycznego i magnetycznego w miejscu przebywania człowieka [4][5].

Ze względu na różne rodzaje radiotelefonów wykorzystywanych przez jednostki PSP (radiotelefony przenośne, przewoźne i stacjonarne), a co za tym idzie różny charakter narażenia funkcjonariuszy, sesjami pomiarowymi objęto:

- rozkład przestrzenny pola elektromagnetycznego wokół różnych radiotelefonów przenośnych (nasobnych),
- natężenie pola elektrycznego i magnetycznego we wnętrzu pojazdów interwencyjnych wyposażonych w radiotelefon przewoźny i antenę mocowaną do karoserii poza kabiną pasażerską,
- natężenie pola elektrycznego w punktach alarmowania i na stanowiskach kierowania wyposażonych w radiotelefon stacjonarny i antenę instalowaną na maszcie znajdującym się na zewnątrz budynku.

Pomiary rozkładu przestrzennego pola elektromagnetycznego, wytwarzanego przez radiotelefon odsunięty od ciała użytkownika na odległość wyciągniętej ręki wykonano z użyciem miernika umieszczonego na drewnianym statywie. Pomiar polegał na zdalnym odczycie wyniku pomiaru z miernika przez separujące łącze optyczne, przy zwiększaniu odległości pomiędzy anteną radiotelefonu a sondą pomiarową (od 10 do 70 cm), i został wykonany dla wszystkich dostępnych trybów pracy, z jakimi pracowały badane radiotelefony.

4. Zasady oceny poziomu narażenia pracowników na pole elektromagnetyczne

Zgodnie z wymaganiami prawa pracy pracownicy w trakcie wykonywania zadań służbowych narażeni na pola elektromagnetyczne mogą podlegać [7][8][15][17]:

- **ekspozycji pozazawodowej**, kiedy podlegają oddziaływaniu słabego pola, w którym nie ma ograniczeń ekspozycji ludności i pracowników, tj. przebywają w polach tzw. strefy bezpiecznej (SB). W przypadku częstotliwości wykorzystywanych przez łączność konwencjonalną i trunkingową są to pola o wartości natężenia pola elektrycznego poniżej 6,7V/m, a magnetycznego poniżej 0,02 A/m.
- **ekspozycji zawodowej**, kiedy są narażeni na silniejsze pola, w których wolno przebywać jedynie pracownikom przeszkolonym nt. zasad bezpiecznej pracy przy źródłach pola i został potwierdzony brak przeciwwskazań zdrowotnych do narażenia tych pracowników na pola elektromagnetyczne, tj. prze-

bywają w polach tzw. strefy pośredniej lub zagrożenia (SP + SZ). Są to pola o natężeniach przewyższających granicę ekspozycji pozazawodowej, a nie przekraczających granicy ekspozycji zabronionej.

- **ekspozycji zabronionej**, kiedy są narażeni na silne pola tzw. strefy niebezpiecznej (SN), tj. podlegają narażeniu zabronionemu przez prawo pracy (zadania w takich polach powinny być wykonywane jedynie przez pracowników ubranych w specjalne kombinezony ochronne). Dla omawianych systemów łączności strefa niebezpieczna to pola elektryczne o natężeniu przekraczającym 200V/m, lub pola magnetyczne przekraczające 0,53A/m.

6. Wyniki badań

6.1. Radiotelefony przenośne

Źródłem pola elektromagnetycznego w przypadku radiotelefonów przenośnych są anteny będące zintegrowanym elementem urządzenia. Zastosowanie akcesoriów dodatkowych, typu zestawu mikrofono-słuchawkowe, pozwala na trwały montaż terminala w wybranym miejscu i zwolnienie rąk w czasie rozmowy. Zazwyczaj montuje się je przy paskach lub wkłada do kieszeni kurtki. Jednak nie przyczynia się to do całkowitej eliminacji narażenia na pola elektromagnetyczne. Rozwiązania te mogą co najwyżej przyczynić się do zmiany rozkładu przestrzennego narażenia wybranych części ciała [10].

Na rycinach 2–5 przedstawiono natężenia pola elektrycznego i magnetycznego zmierzonego w jednostkach PSP podczas standardowych warunków pracy w czasie nadawania, z uwzględnieniem trybów pracy LOW i HIGH, w otoczeniu przenośnych profesjonalnych urządzeń łączności bezprzewodowej. Pomiary przeprowadzono przy 12 radiotelefonach systemu konwencjonalnego pracujących w trybie LOW oraz przy 20 radiotelefonach pracujących w trybie HIGH, oraz przy 6 radiotelefonach systemu trunkingowego pracujących w ręcznie wybranym trybie LOW i HIGH w standardzie EDACS.

Urządzenia z grupy przenośnych stanowią najliczniejszą grupę radiotelefonów użytkowanych przez funkcjonariuszy PSP zapewniających łączność pomiędzy jednostkami prowadzącymi działania w terenie. W urządzeniach pracujących w systemie konwencjonalnym oraz w standardzie EDACS w systemie trunkingowym istnieje możliwość wyboru trybu pracy LOW i HIGH oznaczających odpowiednio pracę z mniejszą (1W) lub większą mocą wyjściową (4W), co przekłada się na różny zasięg działania. Z wykonanych badań w jednostkach PSP wynika, że w związku z powyższym, aby zapewnić funkcjonariuszom niezawodność i skuteczność połączeń na możliwie największym obszarze działania

radiotelefony przenośne mają niejednokrotnie zaprogramowany na stałe tylko tryb pracy HIGH.

Przeprowadzone pomiary i ocena pola elektrycznego i magnetycznego o częstotliwości z pasma 147–174MHz i z pasma 380–450MHz wytwarzanych przez radiotelefony przenośne (nasobne) wykazała, że w czasie nadawania w otoczeniu radiotelefonów występuje pole elektromagnetyczne ekspozycji zawodowej (wg wspomnianych wymagań prawa pracy). Zasięgi pola elektromagnetycznego ekspozycji zawodowej we wszystkich dostępnych trybach pracy zostały zaprezentowane w tabeli 1.

Nie stwierdzono ekspozycji zabronionej. Jednak użytkownik radiotelefonu znajdujący się w odległości od anteny nieprzekraczającej długości wyciągniętej ręki narażony jest na pola elektromagnetyczne ekspozycji zawodowej strefy zagrożenia lub pośredniej (Ryc 2-5). Maksymalne stwierdzone zasięgi pól elektromagnetycznych ekspozycji zawodowej wynosiły 80 i 100cm odpowiednio dla radiotelefonów w systemie konwencjonalnym oraz trunkingowym w standardzie EDACS (Tabela 1). Wynika stąd, że również osoby znajdujące się w pobliżu użytkownika radiotelefonu mogą znajdować się w polach stref ochronnych.

6.2. Radiotelefony przewoźne

Głównym źródłem pola elektromagnetycznego w przypadku radiotelefonów przewoźnych są anteny, które są zamocowane na stałe lub za pomocą magnesowych podstaw do karoserii pojazdów. Anteny te nie są zintegrowane z radiotelefonami, lecz połączone za pomocą przewodu ekranowanego, dzięki czemu radiotelefon znajduje się wewnątrz pojazdu, w pewnej odległości od anteny.

Rycina 6 prezentuje natężenia pola elektrycznego zmierzonego w pojazdach interwencyjnych wyposażonych w profesjonalne radiotelefony mobilne z grupy przewoźnych. Pomiary wykonano w 15 różnego typu pojazdach interwencyjnych użytkowanych w różnych warunkach otoczenia przez miejskie oraz powiatowe jednostki PSP.

Przeprowadzone pomiary i analiza pól elektrycznych oraz magnetycznych o częstotliwości ok. 147–174MHz, wytwarzanych przez radiotelefony przewoźne znajdujące się w pojazdach interwencyjnych wykazała możliwość występowania podczas pracy radiotelefonu w trybie „nadawania” wewnątrz pojazdów pola elektrycznego o natężeniach odpowiadających ekspozycjom pozazawodowej i zawodowej [15] na wszystkich ocenianych miejscach (kierowcy, dowódcy oraz za nimi). Na miejscach tych nie stwierdzono występowania ekspozycji zabronionej. Użytkownik radiotelefonu znajduje się wewnątrz pojazdu (oddalony od anteny umieszczonej w różnych miejscach karoserii) i narażony jest jedynie na pola elektryczne odpowiadające ekspozycji

pozazawodowej lub zawodowej (Ryc. 6). W przypadku pola magnetycznego stwierdzono występowanie pól ekspozycji pozazawodowej tj. o natężeniach ze strefy bezpiecznej.

6.3. Radiotelefony stacjonarne

Na stanowiskach alarmowania może być zainstalowanych wiele radiotelefonów stacjonarnych. Na stanowisku takim obowiązki służbowe wykonuje zazwyczaj jeden lub dwóch pracowników w ciągu trwania zmiany roboczej.

Rycina 7 prezentuje zakres zmienności wartości maksymalnych, średnich i median chwilowego natężenia pola elektrycznego zarejestrowanych w czasie 10 minut (1500 próbek) na stanowiskach dyspozytorów w punktach alarmowania 25 jednostek miejskich i powiatowych (łącznie 50 stanowisk). Pomiar wykonano dla 3-4 sekwencji obejmujących włączanie przez pracownika kolejnych radiotelefonów stacjonarnych będących wyposażeniem danego punktu alarmowania.

W przypadku korzystania z radiotelefonów stacjonarnych eksploatowanych w punktach alarmowania zmierzono natężenia pola elektrycznego o war-

tościach odpowiadających strefie bezpiecznej (ekspozycja pozazawodowa) [9]. Maksymalna zmierzona wartość natężenia pola elektrycznego wyniosła 5,4V/m (Ryc. 7). Wynika stąd, że dyżurni pełniący obowiązki na stanowiskach alarmowania nie są narażeni na pola elektromagnetyczne stref ochronnych.

7. Podsumowanie

Przeprowadzone pomiary oraz ocena pól elektrycznych i magnetycznych z pasma częstotliwości 147–174MHz (łączność konwencjonalna) oraz 380–450MHz (łączność trunkingowa) wytwarzanych przez radiotelefony przenośne oraz przewoźne wykazały, że w czasie nadawania w otoczeniu radiotelefonów występują pola o poziomie ekspozycji zawodowej tj. takiej, w których dozwolone jest przebywanie jedynie pracowników, których przeszkolono nt. zasad bezpiecznej pracy przy źródłach pola i którzy nie mają przeciwwskazań zdrowotnych do narażenia na pola elektromagnetyczne. W przypadku użycia radiotelefonów stacjonarnych mamy do czynienia ze słabszą ekspozycją pozazawodową na pola, tj. w tym przypadku nie ma ograniczeń dotyczących ekspozycji pracowników i ludności.

Tabela 1

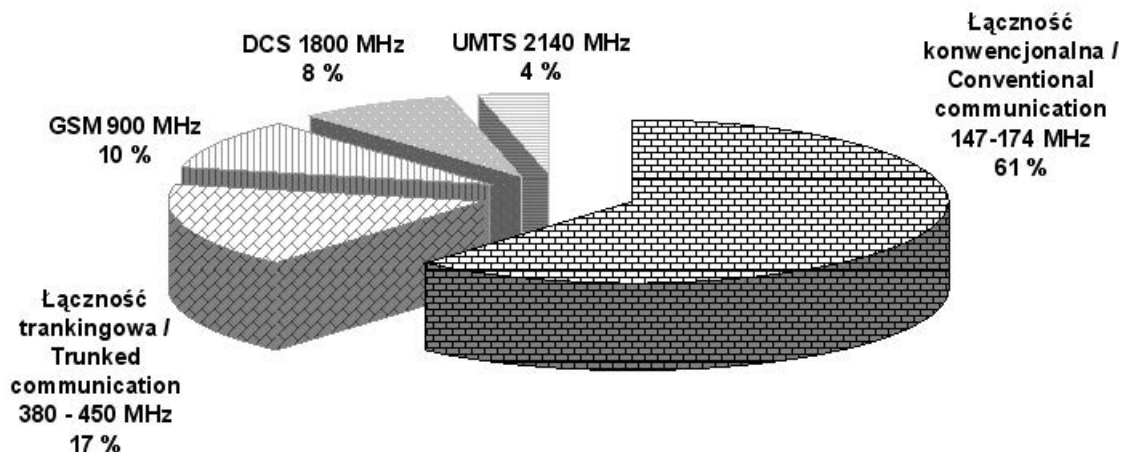
Zasięgi pola elektrycznego i magnetycznego o natężeniach ekspozycji pozazawodowej występujące wokół radiotelefonów przenośnych

Table 1

Ranges of electric and magnetic field of general public permissible exposure level in the vicinity of wireless communication handsets

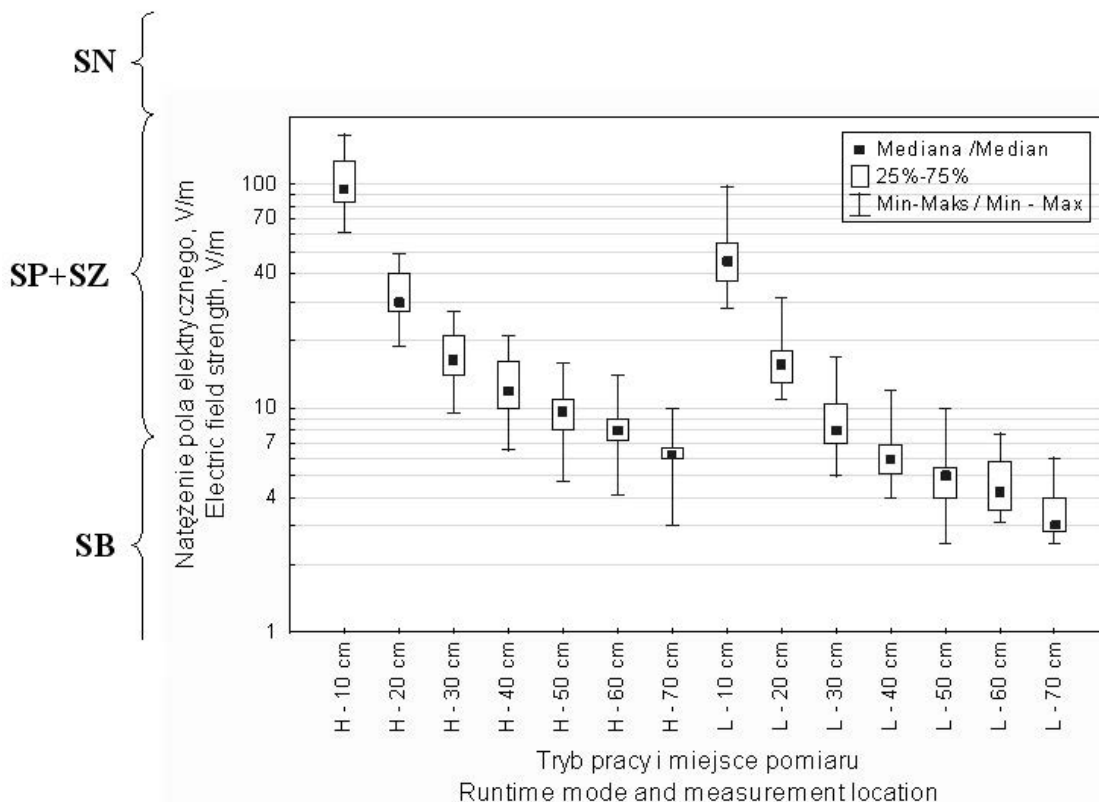
System łączności / communication system	Odległość od anteny / Distance from antenna [cm]			
	Pole elektryczne/ Electric field		Pole magnetyczne/ Magnetic field	
	Mediana	Min–Max	Mediana	Min–Max
konwencjonalny / conventional	65	40–80	40	30–55
trunkingowy /trunked EDACS	90	85–100	50	40–80

Urządzenia łączności bezprzewodowej w jednostkach PSP
Wireless communications devices in State Fire Service units



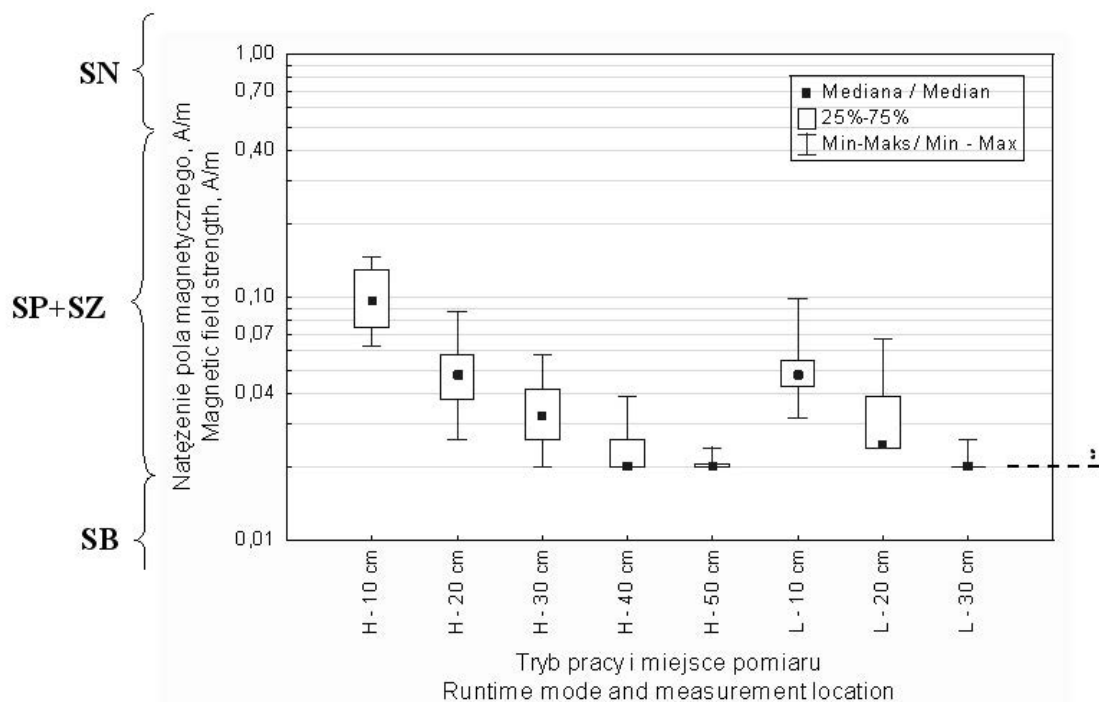
Ryc. 1. Wykorzystywane przez funkcjonariuszy Państwowej Straży Pożarnej urządzenia łączności bezprzewodowej (wyniki badań ankietowych CIOP-PIB)

Fig. 1. Wireless communication devices used by State Fire Service officers (results of questionnaire studies of CIOP-PIB)



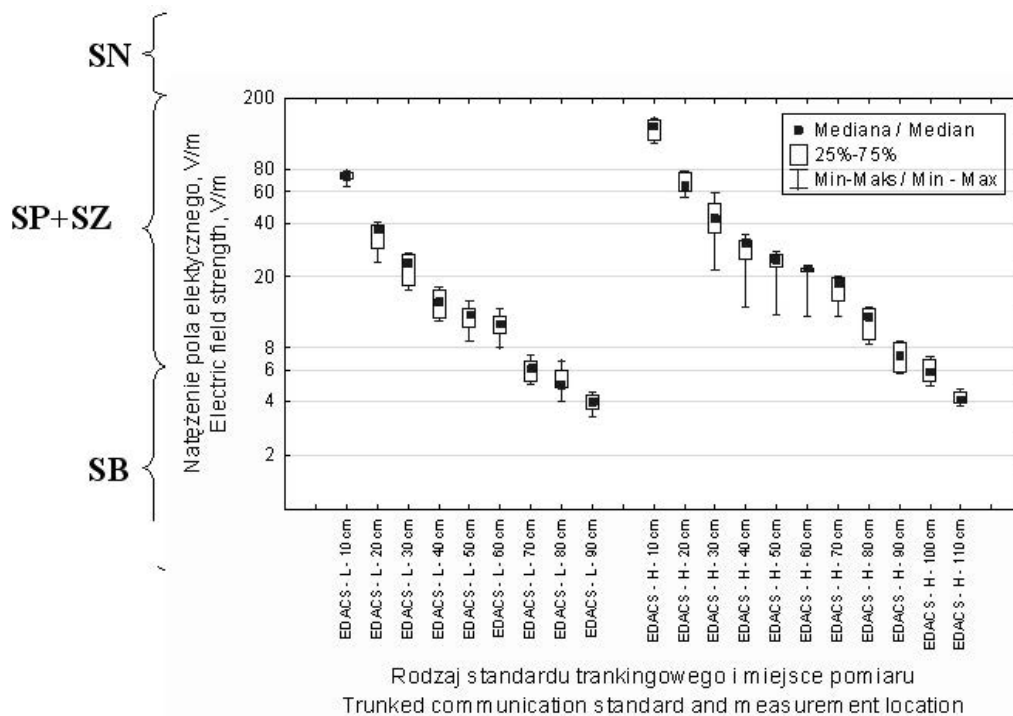
Ryc. 2 Wyniki pomiarów natężenia pola elektrycznego w funkcji odległości od anten profesjonalnych urządzeń łączności bezprzewodowej pracujących w systemie konwencjonalnym (H – tryb pracy HIGH; L – tryb pracy LOW; SB – ekspozycja pozazawodowa; SP+SZ – ekspozycja zawodowa; SN – ekspozycja zabroniona)

Fig. 2 Electric field strength measurement results in the function of distance from the antennas of conventional system professional wireless communication devices (H – runtime mode HIGH; L – runtime mode LOW; SB – general public permissible exposure; SP+SZ – occupational exposure; SN – prohibited exposure)



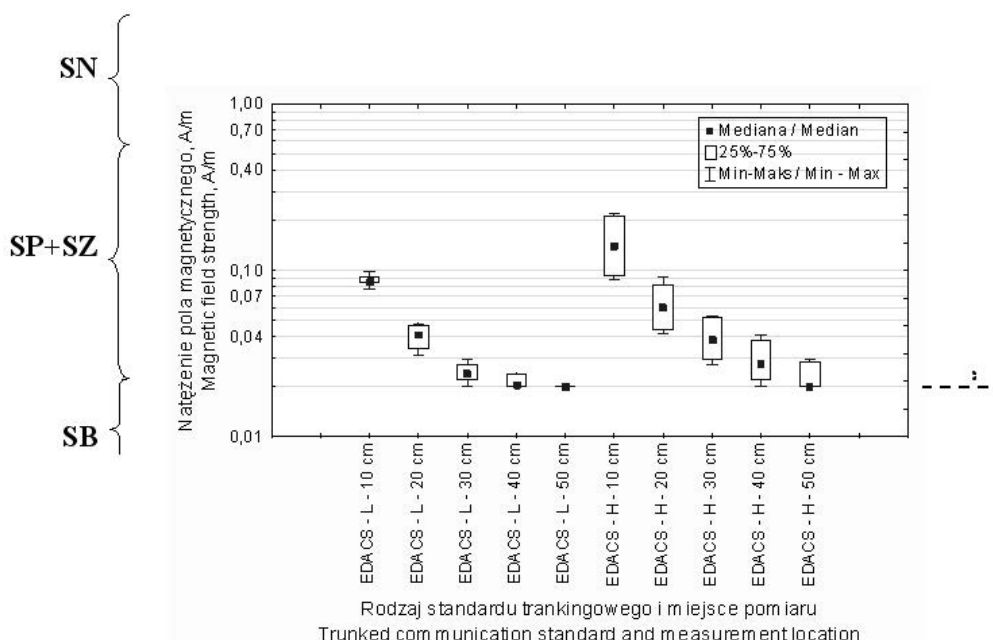
Ryc. 3. Wyniki pomiarów natężenia pola magnetycznego w funkcji odległości od anten profesjonalnych urządzeń łączności bezprzewodowej pracujących w systemie konwencjonalnym (H – tryb pracy HIGH; L – tryb pracy LOW; SB – ekspozycja pozazawodowa; SP+SZ – ekspozycja zawodowa; SN – ekspozycja zabroniona; * – czułość miernika)

Fig. 3. Magnetic field strength measurement results in the function of distance from the antennas of conventional system professional wireless communication devices (H – runtime mode HIGH; L – runtime mode LOW; SB – general public permissible exposure; SP+SZ – occupational exposure; SN – prohibited exposure; * – sensitivity of measurement device)



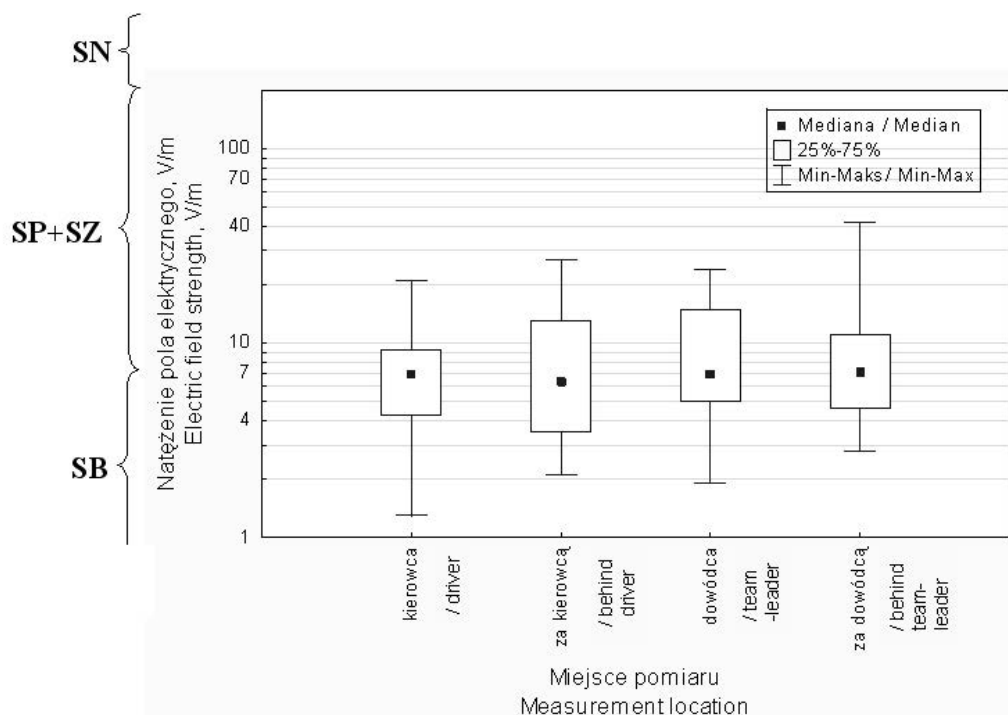
Ryc. 4. Wyniki pomiarów natężenia pola elektrycznego w funkcji odległości od anten profesjonalnych urządzeń łączności bezprzewodowej pracujących w systemie trunkingowym (EDACS – L – standard EDACS i tryb pracy LOW; EDACS – H – standard EDACS i tryb pracy HIGH; SB – ekspozycja pozazawodowa; SP+SZ – ekspozycja zawodowa; SN – ekspozycja zabroniona)

Fig. 4. Electric field strength measurement results in the function of distance from the antennas of trunked system professional wireless communication devices (EDACS – L – standard EDACS and runtime mode LOW; EDACS – H – standard EDACS and runtime mode HIGH; SB – general public permissible exposure; SP+SZ – occupational exposure; SN – prohibited exposure)



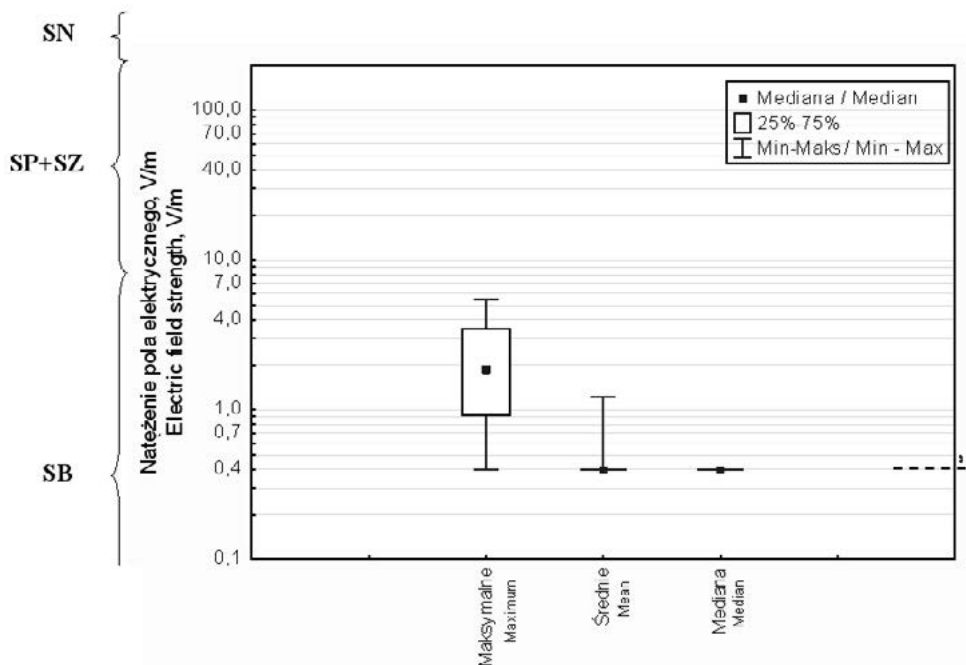
Ryc. 5. Wyniki pomiarów natężenia pola magnetycznego w funkcji odległości od anten profesjonalnych urządzeń łączności bezprzewodowej pracujących w systemie trunkingowym (EDACS – L – standard EDACS i tryb pracy LOW; EDACS – H - standard EDACS i tryb pracy HIGH; SB – ekspozycja pozazawodowa; SP+SZ – ekspozycja zawodowa; SN – ekspozycja zabroniona; * - czułość miernika)

Fig. 5. Magnetic field strength measurement results in the function of distance from the antennas of trunked system professional wireless communication devices (EDACS – L – standard EDACS and runtime mode LOW; EDACS – H – standard EDACS and runtime mode HIGH; SB – general public permissible exposure; SP+SZ – occupational exposure; SN – prohibited exposure; * – sensitivity of measurement device)



Ryc. 6. Wyniki pomiarów natężenia pola elektrycznego wewnątrz pojazdów interwencyjnych używanych przez PSP z anteną montowaną na stałe do karoserii pojazdu (SB – ekspozycja pozazawodowa; SP+SZ – ekspozycja zawodowa; SN – ekspozycja zabroniona)

Fig. 6. Results of electric field strength measurement inside interventional vehicles used by State Fire Service with an antenna permanently mounted to the vehicle's body (SB – general public exposure; SP+SZ – occupational exposure; SN – prohibited exposure)



Ryc. 7. Wartości maksymalne, średnie i mediany 10 minutowej rejestracji natężenia pola elektrycznego na stanowiskach dyspozytorów w punktach alarmowania wyposażonych w urządzenia łączności bezprzewodowej (SB – ekspozycja pozazawodowa; SP+SZ – ekspozycja zawodowa; SN – ekspozycja zabroniona; * – czułość miernika)

Fig. 7. Maximum, mean and median values of 10 minutes records of electric field strength on operators' worksites in emergency points with wireless communication devices installed (SB – general public exposure; SP+SZ – occupational exposure; SN – prohibited exposure; * – sensitivity of measurement device)

Publikacja opracowana na podstawie wyników II etapu programu wieloletniego „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy”, finansowanego w latach 2011-2013 w zakresie zadań służb państwowych przez Ministerstwo Pracy i Polityki Społecznej. Koordynator programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy.

Literatura

1. Bąk M., Zmyślony M., *Wpływ pola elektromagnetycznego dorecznych telefonów komórkowych na wybrane funkcje ośrodkowego układu nerwowego – przegląd literatury*, „Medycyna Pracy”, 2010, 61(6), 671–683.
 2. Bortkiewicz A., *Skutki zdrowotne działania pól elektromagnetycznych – przegląd badań*, „Podstawy i Metody Oceny Środowiska Pracy”, 2008, 4(58), s. 67–87.
 3. Bortkiewicz A., Gadzicka E., Szymczak W., Zmyślony M., *Ekspozycja na pola elektromagnetyczne a funkcjonowanie układu krążenia – badania własne*, „Bezpieczeństwo Pracy”, 2013, 9(504), s. 30–32.
 4. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2013/35/UE z dnia 26 czerwca 2013 r. w sprawie minimalnych wymagań w zakresie ochrony zdrowia i bezpieczeństwa dotyczących narażenia pracowników na zagrożenia spowodowane czynnikami fizycznymi (polami elektromagnetycznymi), Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej L 179/1.
 5. ICNIRP, *Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields (up to 300 GHz)*, „Health Physics”, 1998, 74(4), s. 494–522.
 6. IEC 62209-1 ed1.0-2005 Human exposure to radio frequency fields from hand-held and body-mounted wireless communication devices – Human models, instrumentation, and procedures – Part 1: Procedure to determine the specific absorption rate (SAR) for hand-held devices used in close proximity to the ear (frequency range of 300 MHz to 3 GHz). International Electrotechnical Commission, Geneva, Switzerland, 2005.
 7. Karpowicz J., Gryz K., *Ograniczanie ryzyka zawodowego przy źródłach pól elektromagnetycznych – wybrane źródła pól i charakterystyka odzieży ochronnej*, „Bezpieczeństwo Pracy” 2009, 2(449), s. 2–5.
 8. Karpowicz J., Gryz K., *Pola i promieniowanie elektromagnetyczne*, rozdział w pracy zbiorowej, (red.) D. Augustyńskiej i M. Pośniak, *Czynniki szkodliwe w środowisku pracy. Wartości dopuszczalne 2012*, CIOP-PIB, Warszawa, 2012.
 9. Leszko W., Gryz K., *Ocena zagrożeń elektromagnetycznych na stanowiskach dyspozytorów punktów alarmowania jednostek ratowniczo-gaśniczych Państwowej Straży Pożarnej w Warszawie*, „Bezpieczeństwo Pracy”, 2009, 9(456), s. 13–16.
 10. Leszko W., Zradziński P., *Profesjonalna łączność mobilna i związane z nią zagrożenia elektromagnetyczne*, „Bezpieczeństwo Pracy”, 2012, 4(487), s. 15–17.
 11. Mild H., Hardell L., Carlberg M., *Użytkowanie telefonów komórkowych i bezprzewodowych a ryzyko występowania guzów mózgu zdiagnozowanych w latach 1997–2003*, „Bezpieczeństwo Pracy”, 2007, 4, s. 22–26.
 12. PN-T-06580:2002, Ochrona pracy w polach i promieniowaniu elektromagnetycznym w zakresie częstotliwości od 0Hz do 300GHz. Arkusze 01. Terminologia. Arkusz 03. Metody pomiaru i oceny pola na stanowisku pracy.
 13. Praca zbiorowa, *Classifies Radiofrequency Electromagnetic Fields As Possibly Carcinogenic To Humans*, The WHO/International Agency for Research on Cancer (IARC), Press Release nr 208; Lyon, France 2011.
 14. Non-Ionizing Radiation, part 2: Radiofrequency electromagnetic fields, Volume 102, IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans, 2013.
 15. Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 29.11.2002 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń (NDS) i natężeń (NDN) czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy, DzU nr 217, poz. 1833, 2002.
 16. Schmid G., Boltz T., Uberbacher R., Escorihuela-Navarro A., Bahr A., Dorn H., Sauter C., Eggert T., Danker-Hopfe H., *Design and Dosimetric Analysis of a 385 MHz TETRA Head Exposure System for Use in Human Provocation Studies*, Bioelectromagnetics 2012, 33(7), s. 594–603.
 17. Serwis Bezpieczniej, <http://www.ciop.pl/26001.html>;
- dr inż. Patryk Zradziński** – w 2011 obronił doktorat w Centralnym Instytucie Ochrony Pracy – Państwowym Instytucie Badawczym. Obecnie jest zatrudniony jako adiunkt w Pracowni Zagrożeń Elektromagnetycznych tego Instytutu. Specjalizuje się w modelowaniu numerycznym oddziaływania pól elektromagnetycznych – ciało człowieka.
- mgr inż. Wiesław Leszko** ukończył Szkołę Główną Służby Pożarniczej w 2007 roku. Obecnie jest zatrudniony w Pracowni Zagrożeń Elektromagnetycznych w Centralnym Instytucie Ochrony Pracy – Państwowym Instytucie Badawczym.