

mgr inż. WIESŁAW LESZKO
dr inż. PATRYK ZRADZIŃSKI
Centralny Instytut Ochrony Pracy
– Państwowy Instytut Badawczy

Profesjonalna łączność mobilna i związane z nią zagrożenia elektromagnetyczne



Fot. Wiesław Leszko/COP-PIB

Pracownicy, którzy wymagają stałej łączności z dowódcą lub dyspozytorem, korzystają z różnorodnych urządzeń profesjonalnej łączności bezprzewodowej, istotnie różniących się od publicznych systemów telefonii komórkowej. Omówione w artykule cechy takich systemów oraz doniesienia naukowe wskazujące możliwe zagrożenia zdrowia wynikające z narażenia na pola elektromagnetyczne urządzeń bezprzewodowych przemawiają za poszukiwaniem rozwiązań profilaktycznych, celem zmniejszenia narażenia pracowników zgodnie z zaleceniami Światowej Organizacji Zdrowia.

Professional wireless communication and related electromagnetic hazards

Workers who need permanent contact with the commander or dispatcher use various professional devices for wireless communication; their parameters significantly differ from public mobile phone systems. This article discusses parameters of such systems and research results on possible health hazards related to exposure to electromagnetic fields produced by wireless devices. It is necessary to look for prevention solutions that would reduce workers' exposure in accordance with recommendations of the World Health Organization.

Wstęp

Łączność bezprzewodowa oparta jest na przesyłaniu informacji za pomocą fal elektromagnetycznych – szczególnie przydatnym, kiedy nie możliwe jest poprowadzenie łączności kablowej np. dla łączności z mobilnymi stanowiskami pracy [1].

Za początek łączności bezprzewodowej uznaje się przełom XIX i XX wieku, kiedy to przeprowadzono pierwsze udane próby transmisji sygnału na odległość. Za jej ojca uważa się włoskiego fizyka Guglielmo Marconiego, który w 1901 r. przeprowadził udaną próbę transmisji sygnału radiowego przez Ocean Atlantycki. W 1909 r. Marconi otrzymał Nagrodę Nobla.

W artykule omówiono profesjonalne systemy łączności bezprzewodowej wykorzystywane w Polsce, jak również przedstawiono zagrożenia elektromagnetyczne związane z wykorzystaniem ich przez pracowników.

Częstotliwości pól elektromagnetycznych wykorzystywane na potrzeby łączności bezprzewodowej

Przeznaczenie różnych pasm częstotliwości radiowych oraz warunki ich wykorzystania w Polsce zostały określone w rozporządzeniu Rady Ministrów z 2005 r. [2]. W tabeli przedstawiono przykładowe pasma wraz z ich przeznaczeniem.

Ogólna charakterystyka terminali zapewniających łączność bezprzewodową

Do zapewnienia łączności bezprzewodowej służą terminale popularnie nazywane radiotelefonami. Ze względu na sposób użytkowania i parametry techniczne wyróżniamy 3 podstawowe grupy tych urządzeń:

- przenośne – najmniejsze, o niewielkiej mocy wyjściowej, maksymalnie do 5 W. Zapewniają one łączność na niewielkim obszarze działania o zasięgu do 4-5 kilometrów. Średnia masa urządzeń zawiera się w zakresie od 0,4 do 0,6 kg.
- przewoźne – średniej wielkości, mogą pracować z maksymalną mocą wyjściową do 25 W, co pozwala na nawiązanie łączności na obszarze 15-20 km. Średnia masa urządzeń wynosi od 1,5 do 2 kg. Mogą być wykorzystane również jako radiotelefony stacjonarne.
- stacjonarne – urządzenia o masie przekraczającej nawet 10 kg, na stałe montowane w obiektach stałych, np. budynkach. Pracują z mocą wyjściową nieprzekraczającą 30 W, a ich zasięg sięga 30 km.

Dla porównania współczesne terminale (aparaty telefoniczne) używane w publicznych systemach telefonii komórkowej pracują z mocą do 2 W, a masa aparatów wynosi ok. 0,2-0,4 kg [4].

Każde z tych urządzeń składa się z 5 podstawowych zespołów: układ sterujący, układ zasilający, nadajnik, odbiornik i układ antenowy, (rys. 1.).

Łączność bezprzewodową mogą nawiązać ze sobą minimum 2 radiotelefony pracujące w tym samym systemie i wykorzystujące przyznany do tego kanał radiowy. Sposób nawiązania tego połączenia, czas oczekiwania na nie oraz prywatność rozmowy uzależnione są od systemu, w którym radiotelefony pracują. Możliwe jest nawiązanie łączności między dwoma lub więcej radiotelefonami, które łączą się ze sobą za pośrednictwem stacji bazowych.

Pola elektromagnetyczne wokół mobilnego sprzętu łączności bezprzewodowej

Antena, będąca podstawowym elementem systemu łączności bezprzewodowej, umożliwia wymianę informacji między dwoma i więcej radiotelefonami bez konieczności stosowania kabli transmisyjnych. W czasie korzystania z łączności

Tabela. Wykorzystanie wybranych pasm częstotliwości promieniowania elektromagnetycznego do komunikacji radiowej w Polsce

Table. The use of selected electromagnetic radiation radio frequency bands in Poland

Użytkownicy częstotliwości	Przydzielona częstotliwość wg Urzędu Komunikacji Elektronicznej (UKE), MHz	Długość fali, m
Amatorskie pasmo tzw. CB-Radio	26 – 28	11,1
Straże gminne i miejskie	147	2,0
Wojewódzkie oraz gminne centra zarządzania kryzysowego	147 – 148	2,0
Ministerstwo Spraw Wewnętrznych i Administracji oraz podległe służby	149 – 174	1,9
Tatrzańskie Ochotnicze Pogotowie Ratunkowe	153	2,0
Monitoring, sieci alarmowania, komercyjne agencje ochroniarskie	158 – 162	1,9
Górskie Ochotnicze Pogotowie Ratunkowe	162	1,9
Komercyjna i publiczna służba zdrowia oraz Lotnicze Pogotowie Ratunkowe	164 – 169	1,8
Pasma rządowe do wykorzystania na potrzeby łączności trunkingowej w standardzie TETRA	422 – 430	0,7
Sieci dyspozytorskie, komercyjne agencje ochroniarskie w systemie trunkingowym	428 – 449	0,7
Przedsiębiorstwa komunalne	428 – 433	0,7
Pasma rządowe do wykorzystania na potrzeby łączności trunkingowej w standardzie EDACS	450 – 452, 460 – 462	0,7
Operatorzy publiczni sieci komórkowych w systemie GSM 900	880 – 960	0,3
Operatorzy publiczni sieci komórkowych w systemie DCS 1800	1710 – 1784, 1805 – 1879	0,2
Operatorzy publiczni sieci komórkowych w systemie UMTS, popularnie zwanym również systemem 3G	1920 – 1979, 2110 – 2169	0,2
Bezprzewodowe sieci komputerowe Wi-Fi	2400 – 2485, 4915 – 5825	0,1/0,05
WiMAX – szerokopasmowy, radiowy dostęp do Internetu na dużych obszarach, popularnie zwany również systemem 4G	3600 – 3800	0,08

Źródło: www.uke.gov.pl, [3]

Legenda: TETRA – Terrestrial Trunked Radio; EDACS – Enhanced Digital Communication System; GSM – Global System for Mobile Communications; DCS – Digital Communication System; WiMAX – Worldwide Interoperability for Microwave Access; Wi-Fi – Wireless Fidelity; UMTS – Universal Mobile Telecommunications System

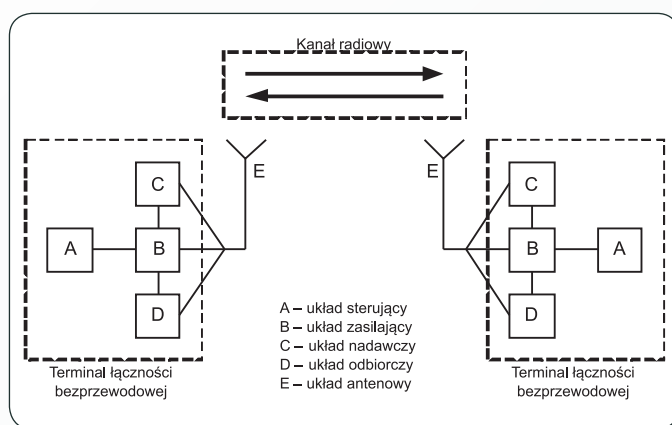
terminale mobilne wytwarzają przy antenach pola elektromagnetyczne. Kształt, długość i inne parametry anten uzależnione są od długości nadawanej i odbieranej fali elektromagnetycznej. Antena może znajdować się wewnątrz aparatu terminala lub może być wyprowadzona na zewnątrz. Do grupy anten terminali mobilnych zaliczamy anteny przenośne i przewoźne. Anteny terminali przenośnych są zazwyczaj zbudowane ze stalowego pręta i montowane bezpośrednio przy obudowie terminala. Ich długość wynosi zazwyczaj ćwierć lub połowę długości fali (tab.). Długość anten przewoźnych stanowi ćwierć fali, a ich konstrukcja pozwala na instalowanie w miejscach znajdujących się w pewnej odległości od terminala oraz operatora [6].

Częstotliwość emitowanego sygnału uzależniona jest od systemu, w którym pracuje dany radiotelefon. Aby było możliwe przesłanie informacji z nadajnika do odbiornika, musi on być odpowiednio przetworzony. Proces ten nazywa się modulacją i ma na celu zapewnienie wzrostu skuteczności i poprawności przesyłania sygnału oraz uodpornienie go na różnego rodzaju zakłócenia. Podstawowymi rodzajami są modulacje analogowa (amplitudowa, fazowa lub częstotliwościowa) i cyfrowa (impulsowa).

Oddziaływanie promieniowania elektromagnetycznego na użytkowników terminali

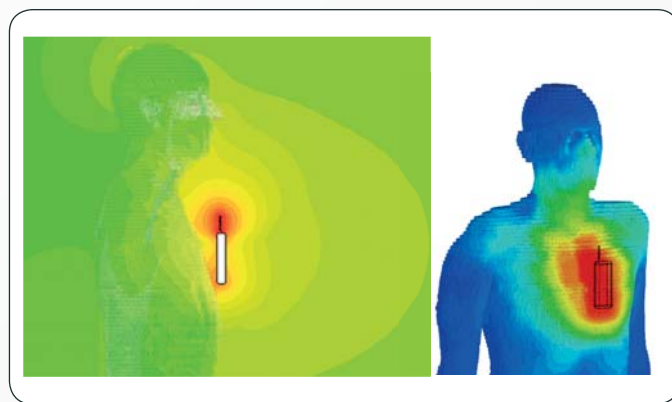
Energia promieniowania elektromagnetycznego wytwarzanego przez terminale i emitowanego przez ich anteny rozpraszana jest we wszystkich kierunkach wokół urządzenia (rys. 2.). Powoduje to, że narażenia na pola elektromagnetyczne pochodzące od danego terminala są zawsze ich bezpośredni użytkownicy, a przy większych mocach narażone mogą być również osoby z pobliskiego otoczenia.

Terminale mobilnej łączności bezprzewodowej (przenośne lub przewoźne) charakteryzuje zróżnicowany sposób użycia, co determinuje poziom narażenia użytkownika na promieniowanie emitowane przez terminal. Urządzenia mogą być trzymane bezpośrednio przy ciele użytkownika, np. przy głowie czy klatce piersiowej (rys. 3.) lub zamontowane na stałe w różnych miejscach pojazdów. W przeciwieństwie do anten terminali przenośnych, możliwość zainstalowania anten terminali przewoźnych w pewnej odległości od terminala i operatora skutecznie zmniejsza oddziaływanie pola elektromagnetycznego na operatora [7]. Poziom narażenia jest uza-



Rys. 1. Schemat blokowy terminali mobilnych [5]

Fig. 1. Block schematics of mobile terminals



Rys. 2. Narażenie na pola elektromagnetyczne radiotelefonu: a) pole elektromagnetyczne emitowane przez antenę, E; b) rozkład energii pola elektromagnetycznego pochłoniętej w organizmie, SAR (kolor czerwony odpowiada największej wartości)

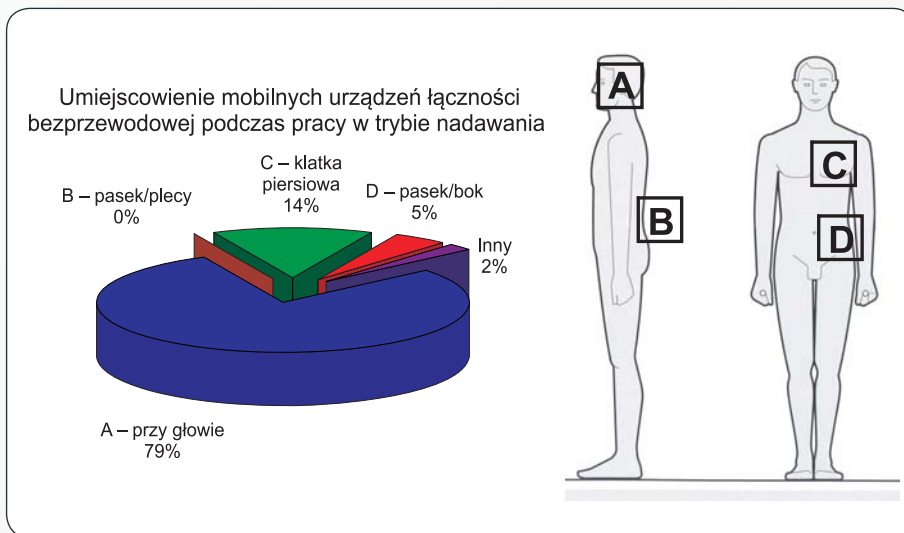
Fig. 2. Exposure to the electromagnetic fields of a radiotelephone: a) electromagnetic field emitted by the antenna, E; b) distribution of the energy of the electromagnetic field absorbed by the body, SAR (red indicates the highest value)

leżniony od mocy wyjściowej, z którą pracują dane terminale, a co za tym idzie od ich trybu pracy oraz systemu, w jakim pracują. Zakres częstotliwości wykorzystywany przez urządzenia podano w tabeli, a moce nadawcze zawierają się w zakresie od 0,25 W do 25 W (największe moce umożliwiają łączność w trudnych warunkach terenowych).

Pole elektromagnetyczne może długotrwale w ciągu dnia pracy oddziaływać na użytkowników tych urządzeń, którzy prowadzą intensywną wymianę informacji ze stanowiskiem dowodzenia lub innymi członkami zespołu [8].

Terminale pracujące w trybie nadawania na niewielkim obszarze i niewymagające połączenia za pośrednictwem stacji przekaźnikowych charakteryzują się mniejszą mocą wyjściową w przeciwieństwie do terminali, które wymagają pośrednictwa stacji przekaźnikowych i znajdują się w znacznej odległości od nich. Innym trybem pracy terminala mobilnego jest tzw. nasłuch. Występuje on w czasie między rozmowami i charakteryzuje się mniejszą mocą wyjściową niż podczas pracy w trybie nadawania [9].

Nowoczesne terminale pracujące w najnowszych systemach i standardach łączności (np. TETRA) mają możliwość stosowania tzw.



Rys. 3. Wyniki badań ankietowych dotyczące położenia przenośnych mobilnych urządzeń łączności bezprzewodowej podczas ich pracy w trybie nadawania

Fig. 3. Results of a survey on the location of mobile wireless communications devices during broadcast

systemu selektywnego wybierania. Polega on na tym, że terminal wysyła sygnał identyfikujący konkretnego operatora terminala, z którym chce nawiązać połączenie, dzięki temu ograniczony zostaje czas prowadzenia nasłuchu przez operatora, skrócony czas wywołań oraz zmniejszone obciążenia kanału. Konsekwencją tego jest przede wszystkim skrócenie czasu narażenia użytkowników na pola pochodzące od terminala. System selektywnego wybierania jest powszechnie stosowany w telefonii komórkowej, gdy wybierając numer abonenta łączymy się z konkretną osobą i nie powodujemy wzbudzenia aparatów innych użytkowników [6, 9].

Zastosowanie różnych dodatkowych rozwiązań technicznych, takich jak mikrofon kompaktowy lub inne zestawy mikrofono-słuchawkowe, które mogą być dodatkowo dołączane do terminali mobilnych, pozwala na trwałą montaż terminala w wybranym miejscu i uwolnienie rąk w czasie rozmowy. Zazwyczaj montuje się je przy paskach lub wkłada do kieszeni kurtki. Nie powoduje to jednak całkowitej eliminacji narażenia na pola elektromagnetyczne. Rozwiązania te mogą co najwyżej przyczynić się do zmiany rozkładu przestrzennego narażenia wybranych części ciała, np. zmniejszenia narażenia głowy kosztem zwiększenia narażenia w innym miejscu, np. w obrębie klatki piersiowej (rys. 2.).

Podsumowanie

Terminale mobilne stały się powszechnie używanym narzędziem pracy wielu grup pracowników. Pracownicy służb ratunkowych i mundurowych, ze względu na charakter swojej pracy i konieczność prowadzenia działań operacyjnych w terenie muszą pozostawać w ciągłej łączności z jednostkami koordynującymi ich pracę i w związku z tym terminale stanowią największą grupę urządzeń wykorzystywanych przez te służby.

Najnowsze publikowane wyniki badań dotyczące związku między korzystaniem z publicznych telefonów komórkowych a chorobami nowotworowymi wykazały prawie pięciokrotnie wyższą częstotliwość tych chorób u najaktywniejszych użytkowników, co może być rezultatem oddziaływania pól emitowanych przez aparaty [4, 10]. Na wyniki te szczególną uwagę zwróciła również Międzynarodowa Agencja Badań nad Rakiem (IARC). Uznała ona pola elektromagnetyczne o częstotliwości radiowej za czynnik, który należy klasyfikować jako prawdopodobnie rakotwórczy dla ludzi [11]. W konkluzjach IARC zaleciła ograniczenie narażenia na pola elektromagnetyczne np. poprzez korzystanie z zestawów głośnomówiących.

Do grup najbardziej aktywnych użytkowników mobilnych urządzeń łączności bezprzewodowej należą wspomniani pracownicy służb mundurowych i ratunkowych. Poziom narażenia tych pracowników, w zależności od charakteru wykorzystania profesjonalnego sprzętu łączności bezprzewodowej, może być znacząco większy niż przy wykorzystywaniu aparatów publicznej telefonii komórkowej. Wynika to przede wszystkim z tego, że terminale profesjonalne mogą pracować z dużo większą mocą (do 25 W) w porównaniu z aparatami telefonii komórkowej (maks. do 2 W), a może być związane również z długim czasem prowadzonych rozmów. Wiąże się to z większym zagrożeniem zdrowia takich pracowników, niż w przypadku użytkowników aparatów publicznej telefonii komórkowej.

Zaprezentowany problem narażenia na promieniowanie występujące przy urządzeniach łączności bezprzewodowej jest istotny z uwagi na dużą liczbę narażonych: wg danych GUS w służbach mundurowych zatrudnionych jest ok. 350 tys. osób [12]. Bazując na informacjach uzyskanych z jednostek organizacyjnych takich służb, liczbę użytkowników profesjo-

nalnych systemów łączności bezprzewodowej można oszacować na 20% zatrudnionych tam pracowników, tj. ok. 70 tys. osób. Świadomość istotności zagrożeń elektromagnetycznych związanych z użytkowaniem tych urządzeń, a co ważniejsze wiedza na temat sposobów skutecznego ograniczania zagrożeń wśród pracowników służb ratunkowych i mundurowych oraz osób odpowiedzialnych za organizację warunków ich pracy, jest warunkiem koniecznym wprowadzenia dobrych praktyk eksploatacji omawianych urządzeń w celu ochrony pracowników przed wspomnianymi zagrożeniami.

PIŚMIENICTWO

- [1] W. Leszko, K. Gryz *Ocena zagrożeń elektromagnetycznych na stanowiskach dyspozytorów punktów alarmowania jednostek ratowniczo-gaśniczych Państwowej Straży Pożarnej w Warszawie*. „Bezpieczeństwo Pracy” nr 10 (457)2009
- [2] Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 29 czerwca 2005 roku w sprawie Krajowej Tablicy Przeznaczeń Częstotliwości. DzU nr 134 z 2005, poz. 1127
- [3] Urząd Komunikacji Elektronicznej (http://www.uke.gov.pl/uke/index.jsp?place=Menu01&news_cat_id=358&layout=9)
- [4] H. Mild, L. Hardell, M. Carlberg *Użytkowanie telefonów komórkowych i bezprzewodowych a ryzyko występowania guzów mózgu zdiagnozowanych w latach 1997-2003*. „Bezpieczeństwo Pracy” nr 4 (427)2007
- [5] K. Wesołowski *Systemy radiokomunikacji ruchomej*. WKŁ, 2006
- [6] J. Szóstka *Fale i anteny*. WKŁ, 2001
- [7] B. Wodzyński *Radiotelefony*. WKŁ, 1981
- [8] Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 29 listopada 2002 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. Część E: Pola i promieniowanie elektromagnetyczne 0 Hz – 300 GHz. (DzU nr 217 z 2002 r., poz. 1833)
- [9] J. Karpowicz, K. Gryz *Telefonia bezprzewodowa w naszym życiu*. „Bezpieczeństwo Pracy” nr 6 (407)2005
- [10] L. Hardell, H. Mild *Pooled analysis of case-control studies on malignant brain tumors and the use of mobile and cordless phones including living and deceased subjects*. „Int. J. Oncol” 2011; 38 (5): 1465-1474
- [11] IARC: *Classifies Radiofrequency Electromagnetic Fields As Possibly Carcinogenic To Humans*, Lyon, France, May 31, 2011. The WHO/International Agency for Research on Cancer (IARC), Press Release nr 208
- [12] *Pracujący w gospodarce narodowej w 2009 r.* Główny Urząd Statystyczny
http://www.stat.gov.pl/cps/rde/xbcr/gus/PUBL_pw_prac_w_gosp_narod_2009.pdf

Autorzy dziękują pracownikom inspekcji sanitarnej MSWiA oraz pracownikom i specjalistom bhp z jednostek Państwowej Straży Pożarnej, Policji oraz Pogotowia Ratunkowego za pomoc przy realizacji badań.

Publikacja opracowana na podstawie wyników II etapu programu wieloletniego pn. „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.