

Jarosław KIELISZEK
Jaromir SOBIECH
Robert PUTA
Jolanta KARPOWICZ
Krzysztof GRYZ

**WYMAGANIA BEZPIECZEŃSTWA
I HIGIENY PRACY W NARAŻENIU NA POLE
ELEKTROMAGNETYCZNE DO STOSOWANIA
W JEDNOSTKACH ORGANIZACYJNYCH
MINISTERSTWA OBRONY NARODOWEJ**

PORADNIK

**Jarosław Kieliszek, Jaromir Sobiech, Robert Puta,
Jolanta Karpowicz, Krzysztof Gryz**

**Wymagania bezpieczeństwa i higieny pracy
w narażeniu na pole elektromagnetyczne
do stosowania w jednostkach organizacyjnych
Ministerstwa Obrony Narodowej**

Poradnik

Opracowano w ramach II – IV etapu programu wieloletniego „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy” (2011-2019) finansowanego w zakresie zadań służb państwowych przez Ministerstwo Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej, wydano w ramach IV etapu ww. programu wieloletniego, finansowanego w latach 2017-2019 w zakresie zadań służb państwowych przez Ministerstwo Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej.

Koordynator programu:

Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

Autorzy

ppłk dr inż. Jarosław Kieliszek, mjr dr inż. Jaromir Sobiech,
mjr mgr Robert Puta – Zespół Analiz Zagrożeń Elektromagnetycznych,
Wojskowy Instytut Higieny i Epidemiologii

dr inż. Jolanta Karpowicz, dr inż. Krzysztof Gryz –

Zakład Bioelektromagnetyzmu, Centralny Instytut Ochrony Pracy
– Państwowy Instytut Badawczy

Opracowanie redakcyjne

Zespół Redakcji Wydawnictw Naukowych

Projekt okładki

Anna Antoniszewska

Opracowanie graficzne

Dorota Marzec

© Copyright by Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy
Warszawa 2014, 2015, 2017

ISBN 978-83-7373-242-1

Wydanie trzecie zmienione

CIOP  **PIB**

Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy
ul. Czerniakowska 16, 00-701 Warszawa
tel. (48-22) 623 46 50, fax (48-22) 623 36 93, www.ciop.pl

| | Strona |
|-------|--------|
| | 3 |
| | 4 |
| | 5 |
| 1. | 6 |
| 2. | 7 |
| 3. | 9 |
| 4. | 12 |
| 5. | 17 |
| 5.1. | 18 |
| 5.2. | 18 |
| 5.3. | 22 |
| 5.4. | 24 |
| 5.5. | 26 |
| 6. | 27 |
| 6.1. | 29 |
| 6.2. | 30 |
| 7. | 31 |
| 8. | 35 |
| 9. | 39 |
| 10. | 45 |
| 10.1. | 45 |
| 10.2. | 48 |
| 11. | 51 |
| 12. | 52 |

- BHP – bezpieczeństwo i higiena pracy
- EMC – kompatybilność elektromagnetyczna
- GPO – Graniczny Poziom Oddziaływania
- IARC – Międzynarodowa Agencja Badań nad Rakiem
- inspektor EM – inspektor ochrony przed promieniowaniem-EM
- IPN – Interwencyjny Poziom Narażenia
- MON – Ministerstwo Obrony Narodowej
- pole-EM – pole elektromagnetyczne
- pole-E – pole elektryczne
- pole-M – pole magnetyczne
- promieniowanie-EM – promieniowanie elektromagnetyczne, czyli pole-EM o częstotliwościach z zakresu mega- i giga-hercowego
- PPSN – przestrzeń pola-EM strefy niebezpiecznej
- PPSP – przestrzeń pola-EM strefy pośredniej
- PPSZ – przestrzeń pola-EM strefy zagrożenia
- R-BHP-EM – rozporządzenie MRPiPS w sprawie BHP przy pracach związanych z narażeniem na pole-EM [Dz.U. 2016, poz. 950 ze zm.]
- R-NDN-EM – rozporządzenie zmieniające rozporządzenie w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy [Dz.U. 2016, poz. 952]
- WHO – Światowa Organizacja Zdrowia
- WIHE – Wojskowy Instytut Higieny i Epidemiologii
- WOMP – Wojskowy Ośrodek Medycyny Prewencyjnej

Przy wszystkich urządzeniach i instalacjach elektrycznych wytwarzających pole elektromagnetyczne (**pole-EM**) – w związku z zamierzonym lub pasywnym procesem rozpraszania w ich otoczeniu energii elektromagnetycznej – zachodzi jego bezpośrednie i pośrednie oddziaływanie na pracowników i materialne środowisko pracy. W związku z tak powszechnym wytwarzaniem pola-EM, wiele uwagi w ostatnich latach poświęcono dyskusjom naukowym na temat zagrożeń zdrowia wynikających z jego oddziaływania na ludzi. W wyniku przeprowadzonych badań, działająca pod patronatem Światowej Organizacji Zdrowia (**WHO**), Międzynarodowa Agencja Badań nad Rakiem (**IARC**) zdecydowała o zaliczeniu pola-EM do czynników przypuszczalnie rakotwórczych dla ludzi (grupa 2B). Skutkiem oddziaływania pola-EM na ludzi mogą być również różnego typu sytuacje wypadkowe.

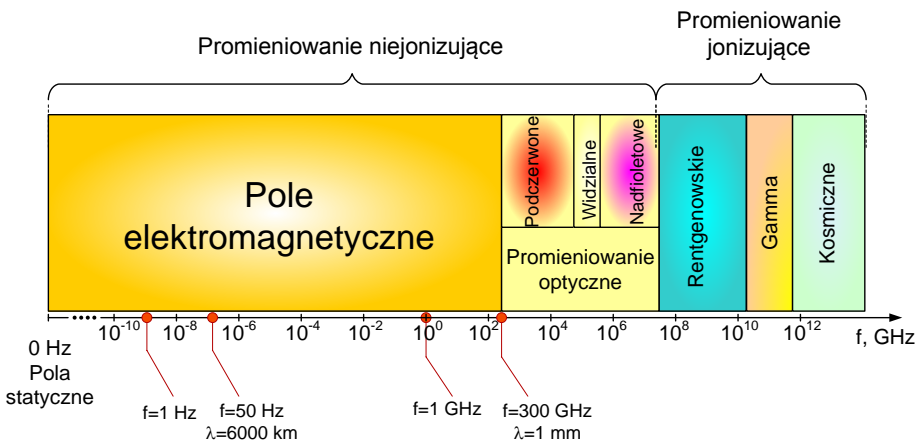
W poradniku scharakteryzowano mechanizmy oddziaływania pola-EM na ludzi i obiekty materialne oraz miary zagrożeń elektromagnetycznych wykorzystywane do ograniczania i kontroli poziomu ekspozycji w środowisku pracy. Zagadnienia te omówiono w odniesieniu do charakterystyki środowiska pracy i zagrożeń elektromagnetycznych, jakie są typowe w jednostkach organizacyjnych Ministerstwa Obrony Narodowej (**MON**). Ponadto omówiono wymagania krajowych oraz resortowych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (**BHP**), dotyczące:

- limitów narażenia żołnierzy i pracowników na pole-EM
- zasad oceny narażenia na pole-EM w środowisku pracy
- obowiązków kierowników komórek organizacyjnych MON, wynikających z konieczności ochrony żołnierzy i pracowników przed nadmiernym narażeniem na pole-EM
- środków ochronnych stosowanych ze względu na takie zagrożenia.

Poradnik opracowano celem upowszechnienia podstawowych informacji z zakresu wspomnianej tematyki wśród żołnierzy i pracowników MON, inspektorów elektromagnetycznych (**inspektorów EM**), pracowników służby BHP, organów Wojskowej Inspekcji Sanitarnej.

1. Wprowadzenie

Użytkowanie wszelkich typów urządzeń i instalacji elektrycznych jest nierozdzielnie związane z zamierzonym lub pasożytniczym procesem rozpraszania w ich otoczeniu energii elektromagnetycznej. W przypadku częstotliwości zmienności w czasie mniejszych od 300 GHz, oddziaływanie takie jest nazywane polem-EM. Wyższe częstotliwości ma promieniowanie optyczne (podczerwone, widzialne i nadfioletowe) oraz promieniowanie jonizujące (rentgenowskie i gamma) (rys. 1). Pole-EM o częstotliwości z zakresu mega- lub gigaherców może też być nazywane promieniowaniem elektromagnetycznym (**promieniowaniem-EM**).



Rys. 1. Widmo promieniowania elektromagnetycznego [zbiory własne]

W związku z tak powszechnym wytwarzaniem pola-EM, tworzonego przez współistniejące pole elektryczne (**pole-E**) i pole magnetyczne (**pole-M**), jest ono traktowane jako tzw. fizyczny czynnik środowiska, który oddziałuje na wszystkich ludzi zarówno w środowisku pracy, jak i w środowisku pozazawodowej aktywności. W wyniku przeprowadzonej w ostatnich latach dyskusji naukowej na temat zagrożeń zdrowia wynikających z powszechnego od-

działania na ludność pola-EM wytwarzanego przez linie energetyczne wysokiego napięcia i anteny systemów telefonii komórkowej, IARC zdecydowała o zaliczeniu zarówno pola-M małych częstotliwości, jak i promieniowania-EM częstotliwości radiowych do czynników przypuszczalnie rakotwórczych dla ludzi (grupa 2B). Dane naukowe dotyczące skutków dla zdrowia, wynikających z rzadziej występujących narażeń w środowisku aktywności zawodowej, są dotychczas stosunkowo nieliczne i dlatego nie wypracowano konsensusu w sprawie oceny takich zagrożeń. Jednakże uwagi wymaga, że ograniczone dane epidemiologiczne wskazują na możliwość częstszych zachorowań m.in. na choroby nowotworowe, neurodegeneracyjne i sercowo-naczyniowe wśród pracowników podlegających przewlekłemu oddziaływaniu pola-EM.

W dalszej części opracowania omówiono ponadto poważne zagrożenia bezpieczeństwa i zdrowia pracowników, jakie mogą również wystąpić w środowisku pracy podczas oddziaływania pola-EM na materialne środowisko i ludzi lub bezpośrednio po nim.

Wobec tego, że urządzenia techniki wojskowej z reguły emitują pole-EM o częstotliwościach z zakresu mego- i gigahercowego, **w dalszej części poradnika nazywane są one najczęściej promieniowaniem-EM** (przeciwnie niż termin „pole-EM”, który jest standardowo używany w publikacjach dotyczących zagrożeń elektromagnetycznych w środowisku pracy).

2. Oddziaływanie pola elektromagnetycznego na człowieka

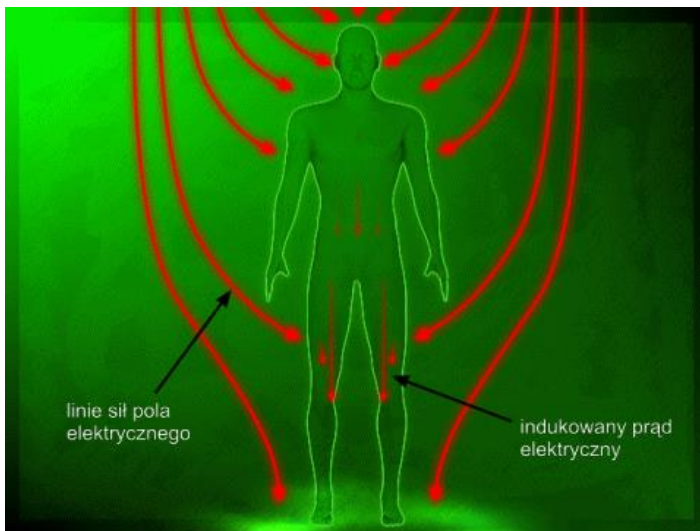
Podstawowymi cechami fizycznymi pola-EM są: jego zdolność do rozprzestrzeniania się w powietrzu z prędkością światła oraz zdolność indukowania pola elektrycznego (oraz napięć i prądów elektrycznych) w obiektach elektroprowadzących, takich jak metale lub roztwory elektrolitów (w tym organizmy żywe). Pole-EM zaliczane jest do promieniowań niejonizujących, które nie są odczuwane zmysłami człowieka. Do wyjątków należy odczuwanie wrażeń wzrokowych, tzw. magneto- lub elektrofosfenów, podczas

oddziaływania silnego pola-EM małych częstotliwości, oraz wrażeń słuchowych wskutek oddziaływania impulsowego promieniowania-EM.

W organizmie człowieka przebywającego w polu-EM przepływa zaindukowany prąd elektryczny (rys. 2), który może spowodować m.in.:

- w polu-EM małych i średnich częstotliwości – pobudzenie tkanki nerwowej lub mięśniowej (analogicznie jak w razie porażenia prądem przy dotknięciu do instalacji energetycznej)
- w promieniowaniu-EM – wzrost temperatury tkanek wewnątrz organizmu lub przy powierzchni skóry (podobnie do procesu grzania mikrofalowego w kuchenkach mikrofalowych i do grzania powierzchni ciała, na którą oddziałuje promieniowanie podczerwone).

Prądy indukowane mogą zakłócać naturalne procesy elektrofizjologiczne w komórkach nerwowych lub mięśniowych (np. wywołując stymulację narządów zmysłów) albo wywołać skutki termiczne w postaci uszkodzenia tkanek różnego stopnia i rozległości (zarówno na powierzchni ciała, jak i wewnątrz – zależnie od częstotliwości promieniowania-EM).



Rys. 2. Schemat powstawania prądu indukowanego w organizmie człowieka przebywającego w polu-EM [zbiory CIOP-PIB]

Ponadto człowiek poruszający się w obszarze silnego pola magnetostatycznego może odczuwać: zakłócenia równowagi, nudności, zaburzenia koordynacji wzrokowo-ruchowej, które mogą istotnie ograniczać jego zdolność do wykonywania precyzyjnej pracy. Ustępują one po zakończeniu narażenia, ale ich skutki przy narażeniu wieloletnim są dotychczas nieustalone.

Oprócz opisanego działania bezpośrednio na organizm, może występować także tzw. pośrednie oddziaływanie pola-EM. Przejawia się ono głównie jako tzw. prądy kontaktowe, przepływające przez ciało człowieka dotykającego obiektu metalowego, w którym została zaabsorbowana energia elektromagnetyczna. Może to wywoływać stymulację tkanek i odczuwanie bólu (podobnie jak na skutek działania prądów indukowanych bądź rażenia prądem przy dotknięciu instalacji elektrycznej), a przy dużych natężeniach – również ciężkie poparzenia i trwałe uszkodzenie układu nerwowego lub mięśniowego.

3. Miary zagrożeń elektromagnetycznych

Na potrzeby badań naukowych wypracowano m.in. różnego typu miary charakteryzujące skutki bezpośredniego oddziaływania pola-EM, wywołwane w organizmie człowieka (tzw. miary wewnętrzne skutków oddziaływania pola-EM na ludzi):

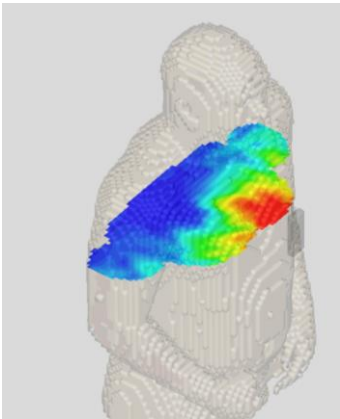
- H – natężenie pola-M indukowanego w organizmie, wyrażone w megaamperach na metr [MA/m], dotyczące oddziaływania ogólnego pola magnetostatycznego, obejmującego całe ciało
- H_k – natężenie pola-M indukowanego w organizmie, wyrażone w megaamperach na metr [MA/m], dotyczące oddziaływania miejscowego pola magnetostatycznego, obejmującego kończyny
- E_w – natężenia pola-E indukowanego w organizmie, wyrażone w voltach na metr [V/m]
- SA – energia pochłonięta w tkance biologicznej o masie jednostkowej, wyrażona w milidżulach na kilogram [mJ/kg], dotycząca

wrażeń słuchowych spowodowanych narażeniem głowy na modulowane promieniowanie mikrofalowe

- SAR_{cc} – szybkość pochłaniania właściwego energii, wyrażona w watach na kilogram [W/kg], dotycząca skutków termicznych narażenia w całym ciele
- SAR_{gt} – szybkość pochłaniania właściwego energii, wyrażona w watach na kilogram [W/kg], dotycząca miejscowych skutków termicznych narażenia w głowie i tułowie
- SAR_k – szybkość pochłaniania właściwego energii, wyrażona w watach na kilogram [W/kg], dotycząca miejscowych skutków termicznych narażenia w kończynach
- E_s – natężenie pola-E padającego na powierzchnię ciała, wyrażone w voltach na metr [V/m], dotyczące powierzchniowych skutków termicznych oddziaływania promieniowania mikrofalowego
- I_{kk} – natężenie prądu kończynowego kontaktowego, przepływającego w kończynach w wyniku dotykania obiektu w polu-EM, wyrażone w miliamperach [mA]
- I_{ki} – natężenie prądu kończynowego indukowanego, powstającego na skutek indukcji prądu pojemnościowego bezpośrednio w organizmie, wyrażone w miliamperach [mA].

Różnego typu limity dotyczące parametrów miar wewnętrznych mogą być stosowane głównie do:

- ustalenia limitów dla wartości parametrów pochodnych w stosunku do miar wewnętrznych, służących do uproszczonej oceny zgodności poziomu narażenia z wymaganiami dotyczącymi miar wewnętrznych – najczęściej natężenia pola-E (E, wyrażone w voltach na metr [V/m]) i natężenia pola-M (H, wyrażone w amperach na metr [A/m])
- oceny warunków narażenia w sytuacjach, kiedy nie można ze względów technicznych wykonywać miarodajnych pomiarów parametrów pochodnych (E i H), np. w przypadku oceny zagrożenia osób znajdujących się bezpośrednio przy źródle pola-EM – przykładowo podczas oceny narażenia przy odległości ciała od źródła pola-EM mniejszej niż wymiar sondy do pomiaru pola-EM, jak podczas używania radiotelefonów (rys. 3).



Rys. 3. Symulacje numeryczne rozkładu przestrzennego wartości współczynnika SAR, reprezentującego skutki oddziaływania na organizm promieniowania-EM anteny dipolowej umieszczonej przy ciele człowieka – kolor czerwony odpowiada największym wartościom [zbiory własne]

Przestrzeganie ograniczeń określonych dla ww. miar wewnętrznych zabezpiecza pracowników przed niekorzystnymi konsekwencjami oddziaływania termicznego lub elektrodynamicznego pola-EM w organizmie. Parametry te mają najsilniejszą korelację ze skutkami natychmiastowymi oddziaływania pola-EM na ludzi, ale nie można ich badać i oceniać na stanowiskach pracy.

Dlatego do badań terenowych używane są wspomniane miary pochodne – zewnętrzne:

- E – natężenie pola elektrycznego, wyrażone w voltach na metr [V/m]
- H – natężenie pola magnetycznego, wyrażone w amperach na metr [A/m]
- I_{kk} – natężenie prądu kończynowego kontaktowego, wyrażone w miliamperach [mA]
- I_{ki} – natężenie prądu kończynowego indukowanego, wyrażone w miliamperach [mA].

W przypadku pola magnetostatycznego i pola magnetycznego małej częstotliwości, poziom narażenia może być scharakteryzowany alternatywnie przez indukcję magnetyczną B, wyrażaną w teslach (T) lub jednostkach pochodnych. W powietrzu natężenie pola magnetycznego i indukcja magnetyczna związane są zależnością: $B = \mu_0 H$, przy czym μ_0 jest przenikalnością magnetyczną powietrza. Wynika z niej, że pole magnetyczne o indukcji $B = 1 \text{ mT}$ w powietrzu charakteryzuje również natężenie H wynoszące ok. 800 A/m.

4. Zagrożenia elektromagnetyczne w krajowych przepisach bezpieczeństwa i higieny pracy

Krajowe przepisy prawa pracy określają limity dotyczące narażenia wszystkich pracujących na pole-EM o częstotliwości (0 – 300) GHz, stanowiąc zasady przebywania w „przestrzeni pola-EM stref ochronnych”: pośredniej, zagrożenia i niebezpiecznej. Wspomniane nowe wymagania opublikowano w:

- rozporządzeniu ministra rodziny, pracy i polityki społecznej w sprawie BHP przy pracach związanych z narażeniem na pole-EM (Dz.U. 2016, poz. 950 ze zm.) – dalej cytowanym jako: **R-BHP-EM**
- rozporządzeniu ministra rodziny, pracy i polityki społecznej zmieniającym rozporządzenie w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (Dz.U. 2016, poz. 952) – dalej cytowanym jako: **R-NDN-EM**.

W rozporządzeniu zdefiniowano zasady dziennego narażenia na pole-EM występujące w przestrzeni pracy (a szczególnie w przestrzeni obsługi) oraz wartości natężeń pola-E i pola-M, rozgraniczające pole-EM stref ochronnych (tzw. limity Interwencyjnych Poziomów Narażenia, **IPN**). W przestrzeni pola-EM stref ochronnych, rozumianej jako przestrzeń pracy, w której poziom narażenia na pole-EM przekracza limit dolnej granicy strefy pośredniej (IPNp określony w R-NDN-EM), wyróżniono:

- przestrzeń pola-EM strefy niebezpiecznej (**PPSN**) – w której przebywanie w ramach codziennej praktyki jest zabronione, a narażenie tymczasowe wymaga stosowania środków ochronnych (takich jak środki ochrony indywidualnej – tj. ubiory ochronne), określonych ze względu na rozpoznane zagrożenia-EM wynikające z bezpośrednich lub pośrednich skutków oddziaływania pola-EM; szczególne warunki, jakie mogą uzasadnić możliwość podjęcia pracy w przestrzeni pola-EM strefy niebezpiecznej, określono w R-BHP-EM
- przestrzeń pola-EM strefy zagrożenia (**PPSZ**) – w której przebywanie dopuszczono pod warunkiem stosowania środków ochronnych, określonych ze względu na rozpoznane zagrożenia-EM wynikające z bezpośrednich lub pośrednich skutków oddziaływania pola-EM

- przestrzeń pola-EM strefy pośredniej (**PPSP**) – w której przebywanie jest dopuszczane pod warunkiem stosowania środków ochronnych, określonych ze względu na rozpoznane zagrożenia-EM wynikające z pośrednich skutków oddziaływania pola-EM.

Ocena na podstawie pomiarów rozkładu przestrzennego niezaburzonego pola-EM w przestrzeni pracy może nie w pełni odzwierciedlać poziom zagrożenia, kiedy pracownik dotyka elementów pierwotnego lub wtórnego źródła pola-EM. Skutkiem takich warunków oddziaływania pola-EM jest zwiększone narażenie pewnych części ciała na pole-EM, a także możliwość narażenia na prądy elektryczne przepływające przez ciało dotykające do źródła pola-EM. W takim przypadku konieczne jest dokonanie dodatkowej oceny, z uwzględnieniem miar narażenia innych niż natężenie niezaburzonego pola-EM – adekwatnych do warunków oddziaływania pola-EM. Realizacja tego wymagania może polegać na odwołaniu się do wyników oceny miar wewnętrznych narażenia albo do oceny prądu kończynowego, dla których w prawie pracy określono tzw. limity Granicznych Poziomów Oddziaływania (**GPO**).

Jako miejsce narażenia rozumiana jest część przestrzeni pracy (terenu, obiektu budowlanego lub pomieszczenia), w której występuje pole-EM stref ochronnych, a jako narażenie rozumiane jest przebywanie w przestrzeni pola-EM stref ochronnych (PPSP, PPSZ, PPSN).

Przebywanie w przestrzeni pola-EM strefy zagrożenia lub pośredniej określono w R-BHP-EM jako narażenie kontrolowane, a przebywanie w przestrzeni pola-EM strefy niebezpiecznej jako narażenie niebezpieczne. Natomiast przebywanie w przestrzeni pola-EM strefy bezpiecznej (poza PPSN, PPSZ i PPSP) określono jako ekspozycję pomijalną, dla której nie określono warunków ograniczających ekspozycję. W razie narażenia kontrolowanego lub niebezpiecznego wymagane jest stosowanie środków ochronnych określonych w R-BHP-EM, dostosowanych do zróżnicowanych warunków narażenia na pole-EM pracujących i osób potencjalnie narażonych, podczas zróżnicowanych okoliczności użytkowania źródeł pola-EM lub przestrzeni pracy, w której występuje pole-EM stref ochronnych.

Określono następujące kategorie osób, które mogą podlegać oddziaływaniu pola-EM w zróżnicowanych okolicznościach:

- osoba potencjalnie narażona – każda osoba mająca dostęp do miejsca narażenia, mimo że nie wykonuje prac przy użytkowaniu źródła pola-EM

- osoba szczególnie chroniona – osoba, która podlega ograniczeniom dotyczącym przebywania w polu-EM stref ochronnych, np. kobieta w ciąży, młodociany, użytkownik aktywnych lub pasywnych implantów medycznych, osoba, u której stwierdzono przeciwwskazania medyczne do wykonywania pracy w warunkach narażenia
- pracujący – osoba wykonująca prace przy użytkowaniu źródła pola-EM: pracownik, osoba fizyczna wykonująca te prace na innej podstawie niż stosunek pracy albo osoba prowadząca na własny rachunek działalność gospodarczą.

Na podstawie wymagań określonych w rozporządzeniu R-BHP-EM poziom ekspozycji lub narażenia pracujących na pole-EM jest klasyfikowany następująco:

- ekspozycja pomijalna – kiedy pracujący przebywa wyłącznie w przestrzeni pola-EM strefy bezpiecznej
- narażenie kontrolowane tymczasowe – kiedy pracujący przebywa w przestrzeni pola-EM strefy pośredniej lub zagrożenia, a równocześnie – ze względu na charakter pracy źródeł pola-EM i aktywności pracującego – jest to narażenie tymczasowe, tzn. wskaźnik dziennego narażenia $W < 1$ (definicję wskaźnika narażenia określono w R-BHP-EM)
- narażenie kontrolowane długotrwałe – kiedy pracujący przebywa w przestrzeni pola-EM strefy zagrożenia, a równocześnie – ze względu na charakter pracy źródeł pola-EM i aktywności pracującego – nie jest to narażenie tymczasowe, tzn. wskaźnik dziennego narażenia $W > 1$; narażenie takie nie spełnia wymagań BHP (jest nadmierne)
- narażenie niebezpieczne – kiedy pracujący przebywa w przestrzeni pola-EM strefy niebezpiecznej – podkreślenia jednak wymaga, że prawo pracy określa szczególne okoliczności, w jakich można dopuścić do narażenia niebezpiecznego w środowisku pracy, rozróżniając ponadto narażenie niebezpieczne tymczasowe ($W < 5$) i długotrwałe ($W > 5$).

Wartości limitów IPN określono do oceny poziomu ekspozycji lub narażenia na pole-EM. W wymaganiach prawa pracy określono m.in, że poziom

ekspozycji lub narażenia rozumiany jest jako poziom natężenia niezaburzonego obecnością pracownika pola-EM w przestrzeni pracy, charakteryzowany w danym miejscu wartościami miejscowymi natężenia pola-E lub natężenia pola-M. Ocena oddziaływania łącznego pola-E i pola-M odbywa się poprzez ocenę wskaźnika narażenia, który jest również kryterium oceny tymczasowości narażenia na pole-EM. Jako narażenie tymczasowe rozumiane jest takie oddziaływanie pola-EM, podczas którego wskaźnik narażenia nie przekracza wartość równej jeden ($W < 1$). Wskaźnikiem narażenia jest parametr dziennego narażenia ogólnego, wyznaczany jako suma wskaźników narażenia wynikających z narażenia quasi-stacjonarnego:

$$W = Tg(E/IPNob-E)^2 + Tg(H/IPNob-H)^2$$

gdzie: Tg – bezwymiarowy współczynnik krotności czasu narażenia ogólnego w stosunku do 8 godzin; E i H – wartości natężenia pola-E i pola-M, maksymalne w punktach pomiarowych odpowiadających narażeniu głowy i tułowia podczas narażenia quasi-stacjonarnego; IPNob-E i IPNob-H – wartości odpowiednich bazowych limitów IPN (wg R-NDN-EM).

Zasady dopuszczalnego narażenia na silne pole-EM stref ochronnych (niebezpiecznej, zagrożenia i pośredniej) określono tak, aby ochronić pracowników zarówno przed opisanymi skutkami bezpośredniego i pośredniego oddziaływania pola-EM, występującymi podczas narażenia, jak i przed utratą zdrowia w wyniku jego oddziaływania wieloletniego.

Bardziej rygorystyczne wymagania dotyczące pracowników szczególnie chronionych określono w:

- Rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 19 kwietnia 2017 r. w sprawie wykazu prac uciążliwych, niebezpiecznych lub szkodliwych dla zdrowia kobiet w ciąży i kobiet karmiących dziecko piersią [Dz.U. 2017, poz. 796]
- Rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 24 sierpnia 2004 r. w sprawie wykazu prac wzbronionych młodocianym i warunków ich zatrudniania przy niektórych z tych prac [Dz.U. 2004, poz. 2047].

W wykazie prac uciążliwych, niebezpiecznych lub szkodliwych dla zdrowia kobiet w ciąży uwzględniono „prace w zasięgu pola elektromagnetycznego o natężeniach przekraczających wartości dla strefy bezpiecznej, określone

w przepisach w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy”, tj. w R-NDN-EM.

Ponadto dla kobiet w ciąży, do prac związanych z nadmiernym wysiłkiem fizycznym, w tym ręcznym transportem ciężarów, zaliczono „prace na stanowiskach z monitorami ekranowymi – w łącznym czasie przekraczającym 8 godzin na dobę, przy czym czas spędzony przy obsłudze monitora ekranowego nie może jednorazowo przekraczać 50 minut, po którym to czasie powinna nastąpić co najmniej 10-minutowa przerwa, wliczana do czasu pracy”.

Natomiast zatrudnianie młodocianych wzbronione jest przy pracach w zasięgu pól elektromagnetycznych o natężeniach przekraczających wartości dla strefy bezpiecznej, określone w R-NDN-EM.

Do obowiązków pracodawcy, związanych z użytkowaniem źródeł pola-EM, zalicza się przeprowadzenie oceny ryzyka zawodowego. W związku z omówionymi wymaganiami BHP dotyczącymi ochrony pracujących przed bezpośrednimi i pośrednimi skutkami oddziaływania pola-EM, które stanowią m.in. liczbowe kryteria oceny poziomu narażenia na pole-EM – zgodnie z zaleceniami międzynarodowymi, ma zastosowanie ocena ryzyka bazująca również na tych kryteriach. Trzystopniowa skala oceny ryzyka zawodowego ogółu pracowników narażonych na oddziaływanie pola-EM (zgodna z założeniami normy PN-N-18002) jest oparta na ocenie parametrów charakteryzujących narażenie: poziomu natężenia pola elektrycznego (E) lub magnetycznego (H) oraz wskaźnika narażenia (W), związanego z poziomem i czasem dziennego narażenia:

- ryzyko zawodowe duże występuje, kiedy na pracującego oddziałuje pole-EM strefy niebezpiecznej (narażenie niebezpieczne – niezależnie od tego, czy spełnione są wymagania określone w R-BHP-EM odnośnie do takiego narażenia pracujących) lub wskaźnik narażenia na pole-EM strefy zagrożenia przekracza limit, $W > 1$, tj. organizacja pracy w polu-EM strefy zagrożenia jest nieprawidłowa (takie warunki klasyfikuje się jako: narażenie kontrolowane długotrwałe)
- ryzyko zawodowe średnie występuje, kiedy na pracującego oddziałuje pole-EM strefy pośredniej lub zagrożenia i wskaźnik narażenia nie przekracza limitu, $W < 1$ (takie warunki klasyfikuje się jako: narażenie kontrolowane tymczasowe)

- ryzyko zawodowe małe występuje podczas ekspozycji pomijalnej na pole-EM strefy bezpiecznej.

W przypadku określenia limitów narażenia kończyn lub limitów pola-EM modulowanego, należy je uwzględnić jako dodatkowe kryteria oceny ryzyka zawodowego.

W razie rozpoznania ryzyka dużego lub średniego niezbędne jest podjęcie działań zmniejszających to ryzyko przez ograniczenie poziomu i czasu trwania narażenia – metodami technicznymi lub organizacyjnymi. W miarę możliwości zalecane jest stosowanie środków technicznych, jako mniej zawodnych niż organizacyjne.

W procesie oceny ryzyka zawodowego rozpatrzenia wymaga również możliwość zwiększonego zagrożenia wynikającego z oddziaływania pola-EM na osoby szczególnie chronione, takie jak: kobiety w ciąży, pracownicy młodociani, użytkownicy aktywnych i pasywnych implantów medycznych, osoby o innych medycznych przeciwskazaniach do przebywania w polu-EM. Osób takich mogą dotyczyć niższe limity narażenia niż dotyczące ogółu zdrowych pracowników dorosłych – określone w aktach prawnych, zaleceniach naukowych lub w wyniku indywidualnej analizy charakterystyki zagrożeń-EM, dotyczących takich osób.

5. Zagrożenia elektromagnetyczne w przepisach resortowych Ministerstwa Obrony Narodowej

Obowiązujące krajowe przepisy prawa pracy, określające limity narażenia pracowników na pole-EM o częstotliwości od 0 Hz do 300 GHz, mają również zastosowanie w Ministerstwie Obrony Narodowej (MON).

Nie zostały ustanowione limity narażenia żołnierzy i pracowników resortu na pole-EM inne od stosowanych do ogółu pracujących. Natomiast przepisy resortowe mają za cel dostosowanie istniejących wymagań ogólnokrajowych do specyfiki służby żołnierzy i pracy urzędzeń techniki wojskowej.

5.1 Przepisy bezpieczeństwa i higieny pracy w polu elektromagnetycznym dotyczące jednostek organizacyjnych MON

W jednostkach organizacyjnych MON obowiązuje Decyzja Nr 171/MON z dnia 27 października 2017 r. w sprawie przestrzegania w resorcie obrony narodowej zasad BHP przy pracach związanych z narażeniem na pole-EM.

Poza ww. decyzją obowiązuje również grupa Norm Obronnych obejmująca ochronę przez promieniowaniem-EM:

- NO-06-A215-1:2007 Bezpieczeństwo i higiena pracy – Ochrona przed promieniowaniem-EM – Część 1: Wymagania ogólne
- NO-06-A215-2:2007 Bezpieczeństwo i higiena pracy – Ochrona przed promieniowaniem-EM – Część 2: Metody badań
- NO-06-A215-3:2013 Bezpieczeństwo i higiena pracy – Ochrona przed promieniowaniem-EM – Część 3: Profilaktyka i ochrona zdrowia personelu zatrudnionego w zasięgu promieniowania-EM 0 – 300 GHz
- NO-06-A039-1:2009 Bezpieczeństwo i higiena pracy – Ochrona przed promieniowaniem-EM – Zasady tworzenia i stosowania znaków bezpieczeństwa.

Corocznie minister obrony narodowej w swojej decyzji w sprawie zatwierdzenia i wprowadzenia do stosowania dokumentów normalizacyjnych dotyczących obronności i bezpieczeństwa państwa publikuje aktualne wykazy Norm Obronnych i podręczników normalizacji obronnej.

Wojskowe Normy Obronne są dokumentami resortowymi do obowiązkowego stosowania.

5.2 Zakresy odpowiedzialności kierowników jednostek organizacyjnych MON

Szczegółowe zakresy odpowiedzialności osób oraz instytucji w zakresie ochrony personelu przed promieniowaniem-EM określa Decyzja Nr 171/MON z 27 października 2017 r. Z zapisów decyzji wynika, że kie-

rownicy komórek lub jednostek organizacyjnych, w których są eksploatowane urządzenia wytwarzające promieniowanie-EM, są zobowiązani do przestrzegania przepisów R-NDN-EM oraz R-BHP-EM. Zgodnie z wymaganiami §10.6 R-BHP-EM możliwe jest zastąpienie wymagań §10 tego rozporządzenia wymaganiami specyficznymi dla jednostek organizacyjnych MON, z zastrzeżeniem, że żołnierzom i pracownikom zapewnione będą porównywalne poziomy ochrony przed szkodliwymi dla zdrowia, niebezpiecznymi lub uciążliwymi skutkami bezpośredniego lub pośredniego oddziaływania promieniowania-EM.

Kierownicy komórek lub jednostek organizacyjnych MON są zobowiązani:

- zapewnić żołnierzom i pracownikom, którzy zgodnie z zakresem obowiązków przebywają w przestrzeni promieniowania-EM stref ochronnych, udział w szkoleniach z zakresu BHP przy pracach związanych z narażeniem na promieniowanie-EM
- zapewnić pracownikom służby BHP oraz **inspektorom ochrony przed promieniowaniem-EM (inspektorom EM)** udział w szkoleniach z zakresu rozpoznawania oraz oceny zagrożeń elektromagnetycznych żołnierzy i pracowników
- przestrzegać zasady, że żołnierze i pracownicy przebywający w przestrzeni promieniowania-EM stref ochronnych są poddawani okresowym badaniom lekarskim
- nie dopuszczać żołnierzy i pracowników do wykonywania zadań służbowych w przestrzeni promieniowania-EM stref ochronnych bez aktualnego orzeczenia lekarskiego, stwierdzającego brak przeciwwskazań do pracy w narażeniu na promieniowanie-EM
- wprowadzić rozwiązania organizacyjne ograniczające żołnierzom i pracownikom przebywanie w przestrzeni promieniowania-EM strefy zagrożenia
- nie dopuszczać do przebywania żołnierzy i pracowników w przestrzeni promieniowania-EM strefy niebezpiecznej bez stosowania dodatkowych środków ochrony przed oddziaływaniem promieniowania-EM
- nie dopuszczać do przebywania w przestrzeni promieniowania-EM stref ochronnych żołnierzy i pracowników, dla których wykonywa-

nie zadań służbowych nie jest związane z przebywaniem w takim miejscu

- w razie potrzeby zapewnić żołnierzom i pracownikom środki ochronne zmniejszające narażenie na promieniowanie-EM
- wyposażyć urządzenia i udostępnić żołnierzom i pracownikom stanowiskowe instrukcje BHP w promieniowaniu-EM
- ewidencjonować każdy przypadek zgłoszenia przez żołnierzy oraz pracowników szkodliwych dla zdrowia, niebezpiecznych lub uciążliwych skutków bezpośredniego lub pośredniego oddziaływania promieniowania-EM powstającego w przestrzeni pracy
- zawiadomić właściwy Wojskowy Ośrodek Medycyny Prewencyjnej, w terminie trzydziestu dni od dnia uruchomienia nowego urządzenia, o potrzebie przeprowadzenia badań okresowych lub profilowych oraz nie później niż do 15 listopada każdego roku o potrzebie przeprowadzenia takich badań w roku następnym.

Do zadań inspektorów EM należy:

- rozpoznawanie źródeł promieniowania-EM znajdujących się w przestrzeni pracy lub poza nią oraz poziomu narażenia w przestrzeni pracy
- wyznaczanie miejsc w przestrzeni pracy oraz osób pracujących i osób potencjalnie narażonych, których może dotyczyć oddziaływanie promieniowania-EM stref ochronnych
- dokonywanie oceny poziomu narażenia na promieniowania-EM źródeł pierwotnych i wtórnych na podstawie posiadanych i udokumentowanych informacji, a w przypadku ich braku albo niedostatecznego zakresu – na podstawie pomiarów lub badań
- ustanawianie stref ochronnych promieniowania-EM wokół urządzeń na podstawie oceny poziomu narażenia.

Inspektorzy EM podlegają bezpośrednio dowódcy jednostki wojskowej. Podczas realizacji zadań współpracują z pracownikiem służby BHP jednostki, w szczególności w zakresie ustanawiania stref ochronnych wokół urządzeń wytwarzających promieniowanie-EM oraz stosowania środków ochrony przed promieniowaniem-EM.

Nadzór nad przestrzeganiem przepisów o ochronie żołnierzy i pracowników przed promieniowaniem-EM prowadzą organy Wojskowej Inspekcji Sanitarnej, które organizują przedsięwzięcia w tym zakresie w jednostkach (komórkach) organizacyjnych resortu MON przez **Wojskowe Ośrodki Medycyny Prewencyjnej (WOMP)** i **Wojskowy Instytut Higieny i Epidemiologii (WIHE)**.

Organy Wojskowej Inspekcji Sanitarnej prowadzą nadzór i kontrolę przestrzegania przepisów BHP dotyczących ochrony przed promieniowaniem-EM w zakresie:

- badań lekarskich żołnierzy i pracowników, którzy zgodnie z zakresem obowiązków służbowych przebywają w miejscach narażenia, w których występuje promieniowaniem-EM stref ochronnych
- posiadania przez komórkę lub jednostkę organizacyjną aktualnej dokumentacji urzędzeń (postanowienia dopuszczającego określony typ urządzenia do użytkowania w resorcie obrony narodowej, atestu elektromagnetycznego, karty warunków narażenia oraz sprawozdania z pomiarów promieniowania-EM)
- ustanawiania oraz oznakowania zasięgów promieniowania-EM stref ochronnych na terenie obiektów
- w przypadku stwierdzenia przez Wojskowego Inspektora Sanitarnego naruszeń wymagań mogących spowodować bezpośrednio zagrożenie życia lub zdrowia ludzi (żołnierza lub pracownika), mają zastosowanie przepisy §10 ust. 3 rozporządzenia ministra obrony narodowej w sprawie organizacji oraz warunków i trybu wykonywania zadań przez Wojskową Inspekcję Sanitarną.

Wojskowy Instytut Higieny i Epidemiologii realizuje przedsięwzięcia w zakresie:

- oceny zagrożeń-EM przez pomiary promieniowania-EM w zakresie koniecznym do oceny spełnienia wymagań dotyczących limitów IPN oraz badania bezpośredniego oddziaływania promieniowania-EM w zakresie koniecznym do oceny spełnienia wymagań dotyczących limitów GPO

- opiniowania raportów i ekspertyz pod względem poprawności oceny zagrożeń-EM, dotyczących lokalizacji, budowy lub zmian sposobu użytkowania obiektów i urządzeń
- wydawania wytycznych dotyczących metodyki badań i pomiarów, wzorów sprawozdań oraz ocen zagrożeń-EM w odniesieniu do urządzeń stosowanych w resorcie obrony narodowej, jeżeli nie zostały one określone w Normach Obronnych
- analizy sprawozdań z pomiarów promieniowania-EM przeprowadzanych przez WOMP
- prowadzenia szkolenia z zakresu metrologii promieniowania-EM wytwarzanego przez urządzenia stosowane w resorcie obrony narodowej, BHP w warunkach promieniowania-EM oraz oceny zagrożeń-EM żołnierzy i pracowników
- organizacji badań biegiłości w zakresie pomiarów promieniowania-EM urządzeń techniki wojskowej
- potwierdzania kompetencji podmiotów realizujących pomiary do atestu elektromagnetycznego
- współpracy z dyrektorem departamentu MON właściwym w zakresie BHP w obszarach związanych z przestrzeganiem w resorcie obrony narodowej zasad BHP przy pracach związanych z narażeniem na promieniowanie-EM
- opracowywania ramowych programów szkolenia BHP w zakresie promieniowania-EM
- opracowywania dla dyrektora Departamentu Wojskowej Służby Zdrowia informacji o ryzyku zagrożeń-EM dla żołnierzy i pracowników.

5.3. Pomiary i badania promieniowania elektromagnetycznego

Ocenę zagrożeń-EM przeprowadza się metodą porównywania wyników pomiarów lub badań z limitami IPN oraz limitami GPO.

W resorcie obrony narodowej ocenę spełnienia wymagań dotyczących limitów IPN realizuje się poprzez pomiary natężenia pola elektrycznego i natężenia pola magnetycznego.

Ocena spełnienia wymagań dotyczących limitów GPO jest realizowana poprzez badania prądów kontaktowych, prądów indukowanych, natężenia pola elektrycznego indukowanego w organizmie, energii pochłoniętej w tkance biologicznej, szybkości pochłaniania właściwego energii oraz natężenia pola elektrycznego padającego na powierzchnię ciała.

Badania dotyczące parametrów narażenia koniecznych do oceny spełnienia wymagań dotyczących limitów IPN przeprowadzają właściwe terytorialnie WOMP i WIHE. Badania dotyczące parametrów charakteryzujących skutki narażenia, na potrzeby oceny spełnienia wymagań dotyczących limitów GPO, przeprowadza WIHE.

W przypadku występowania narażenia na promieniowaniem-EM strefy pośredniej lub zagrożenia, ocenę zagrożeń-EM przeprowadza się przez porównanie wyników pomiarów z limitami IPN, z wyłączeniem sytuacji, gdy praca wymaga dotykania obiektów metalowych znajdujących się w promieniowaniu-EM strefy zagrożenia. W takim przypadku ocenę zagrożeń-EM przeprowadza się:

- w przypadku stwierdzenia przekroczeń odpowiednich wartości IPNob i zastosowania limitów dotyczących prądu końcowego – przez porównanie wyników pomiarów z limitami IPN oraz porównanie wyników badań prądu końcowego z limitami GPO
- w pozostałych przypadkach – przez porównanie wyników pomiarów z limitami IPN oraz porównanie wyników badań miar bezpośredniego oddziaływania promieniowaniem-EM z limitami GPO.

W przypadku występowania narażenia na promieniowaniem-EM strefy niebezpiecznej ocenę zagrożeń-EM przeprowadza się przez porównanie wyników pomiarów z limitami IPN oraz porównanie wyników badań miar bezpośredniego oddziaływania pola-EM z limitami GPO.

W zakresie spełnienia wymagań dotyczących limitów IPN i limitów GPO urzędu techniki wojskowej poddaje się następującym badaniom i pomiarom:

- kwalifikacyjnym
- okresowym

- profilowym
- kontrolnym
- do atestu elektromagnetycznego.

Do wykonywania w jednostkach organizacyjnych MON badań i pomiarów okresowych, profilowych, kontrolnych oraz do atestów elektromagnetycznych upoważnione są WOMP oraz WIHE.

Do wykonywania badań kwalifikacyjnych urządzeń stosowanych w jednostkach organizacyjnych MON upoważniony jest WIHE.

Dopuszcza się wykonywanie pomiarów do atestu elektromagnetycznego przez producentów lub dostawców urządzeń, którzy mają kompetencje w zakresie wykonywania takich pomiarów, w tym dysponują upoważnionym personelem oraz odpowiednią aparaturą, objętą udokumentowanym nadzorem metrologicznym zawierającym okresowe wzorcowania i sprawdzenia.

5.4. Szkolenia

Kierownicy komórek lub jednostek organizacyjnych MON są zobowiązani do zapewnienia żołnierzom i pracownikom przeszkolenia w zakresie BHP w warunkach narażenia na promieniowanie-EM przed dopuszczeniem ich do pracy (szkolenie wstępne), a także szkolenia okresowego i dodatkowego w tym zakresie.

Szkolenie wstępne jest prowadzone według programów opracowanych dla poszczególnych grup stanowisk, w formie instruktażu. Obejmuje szkolenie wstępne ogólne i szkolenie wstępne stanowiskowe.

Szkolenia takie powinny zapewnić wiedzę na temat:

- ryzyka powodowanego przez oddziaływanie promieniowania-EM w trakcie wykonywanej pracy
- sposobów ochrony przed promieniowaniem-EM
- metod wykonywania pracy w przestrzeni obsługi w sposób bezpieczny dla siebie i innych osób
- postępowania w sytuacjach awaryjnych oraz udzielenia pomocy osobie, która uległa wypadkowi.

Szkolenia powinny być prowadzone zgodnie z aktualnymi przepisami BHP i przepisami resortowymi MON przez podmioty znające specyfikę pracy urzędzeń techniki wojskowej i zagrożeń z nimi związanych. Wykładowcy powinni mieć odpowiedni zasób wiedzy, doświadczenie i przygotowanie dydaktyczne, zapewniające właściwą realizację programów szkolenia. Szkolenia powinny obejmować cały personel zatrudniony na terenie obiektów, gdzie stosowane są urządzenia będące źródłami promieniowania-EM, w których otoczeniu wyznaczono przestrzeń promieniowania-EM stref ochronnych.

W jednostkach organizacyjnych MON szkolenia w zakresie BHP w promieniowaniu-EM prowadzone są dla:

- kierowników komórek lub jednostek organizacyjnych – nie rzadziej niż raz na 5 lat. Szkolenie prowadzi Centrum Szkolenia Wojsk Lądowych w Poznaniu, na podstawie programu opracowanego przez WIHE
- pracowników służby BHP oraz inspektorów EM – nie rzadziej niż raz na 3 lata. Szkolenia prowadzi WIHE
- żołnierzy i pracowników, którzy zgodnie z zakresem obowiązków służbowych mogą przebywać w przestrzeniach obsługi narażeni na oddziaływanie promieniowania-EM:
 - strefy pośredniej i strefy zagrożenia (poziom narażenia poniżej IPNob) – nie rzadziej niż raz na 3 lata; szkolenie prowadzi inspektor EM lub pracownik służby BHP
 - strefy zagrożenia (poziom narażenia przekraczający IPNob) i strefy niebezpiecznej – nie rzadziej niż raz na 2 lata; szkolenie prowadzi WIHE w komórce lub jednostce organizacyjnej.

Tematyka oraz czas trwania szkolenia powinny uwzględniać specyfikę oraz ocenę zagrożeń-EM występujących w komórkach lub jednostkach organizacyjnych MON. Szczegółowe wymagania w zakresie realizacji szkoleń określa Norma Obronna.

Szkolenia dla kierowników komórek lub jednostek organizacyjnych MON prowadzone są w ramach szkolenia okresowego w dziedzinie BHP. Pozosta-

te szkolenia powinny być prowadzone w formie odrębnego szkolenia uzupełniającego.

W razie wykonywania na terenie jednostki wojskowej prac w zasięgu oddziaływania promieniowania-EM przez pracowników innych podmiotów organizacyjnych, służba BHP jednostki wojskowej ma obowiązek poinformować tych pracowników o zagrożeniach związanych z promieniowaniem-EM. Uzyskanie informacji o zagrożeniach pracownik potwierdza podpisem.

5.5. Badania lekarskie

Żołnierze i pracownicy podlegają następującym rodzajom badań profilaktycznych:

- wstępnym
- okresowym
- kontrolnym.

Kierownik komórki organizacyjnej MON nie może dopuścić do pracy żołnierza lub pracownika bez aktualnego orzeczenia lekarskiego, stwierdzającego brak przeciwwskazań do pracy na określonym stanowisku.

Żołnierze i pracownicy podlegają okresowym badaniom lekarskim w przypadkach oraz w okresach wskazanych w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 30 maja 1996 r. w sprawie przeprowadzania badań lekarskich pracowników, zakresu profilaktycznej opieki zdrowotnej nad pracownikami oraz orzeczeń lekarskich wydawanych dla celów przewidzianych w Kodeksie pracy [Dz.U. 1996, nr 69, poz.332 ze zm.].

W załączniku do tego rozporządzenia, zawierającym wskazówki metodyczne dotyczące przeprowadzania badań profilaktycznych pracowników, w odniesieniu do badań wstępnych i okresowych oraz ostatniego badania okresowego przy narażeniu zawodowym na pola i promieniowanie-EM zalecono następujący ich zakres:

- badania ogólne
- badania neurologiczne
- badania okulistyczne z oceną soczewki
- badania EKG
- w zależności od wskazań – badania EEG.

Badania lekarskie przeprowadza lekarz uprawniony do badań profilaktycznych na podstawie skierowania wydanego przez pracodawcę. Jako układy krytyczne wymieniono w tym rozporządzeniu: układ nerwowy, układ bodźcotwórczy serca, soczewki i układ hormonalny.

Wyniki badań powinny być dokumentowane w książeczce badań profilaktycznych, będącej indywidualnym dokumentem pracownika, w której uprawniony lekarz dokumentuje stan zdrowia i przeprowadzone badania. Książeczka badań profilaktycznych wydawana jest przez organ kadrowy jednostki.

Badania lekarskie przeprowadza się na podstawie skierowania wydawanego przez organ kadrowy jednostki. Skierowanie powinno zawierać:

- określenie rodzaju badania profilaktycznego, jakie ma być wykonane
- określenie stanowiska pracy znajdującego się w zasięgu promieniowania-EM
- informację o poziomie narażenia żołnierza lub pracownika na promieniowania-EM
- informacje o występowaniu na stanowisku lub stanowiskach pracy wymienionych wcześniej, innych niż promieniowanie-EM czynników szkodliwych dla zdrowia lub warunków uciążliwych.

6. Wymagania w zakresie użytkowania urządzeń techniki wojskowej wytwarzających promieniowanie elektromagnetyczne

Użytkowanie urządzeń wytwarzających promieniowanie-EM w jednostkach organizacyjnych MON wymaga posiadania dla takich urządzeń następującej dokumentacji:

- postanowienia dopuszczającego określony typ urządzenia do użytkowania
- atestu elektromagnetycznego, jeśli jest wymagany

- karty warunków narażenia na promieniowanie-EM
- stanowiskowej instrukcji BHP w promieniowaniu-EM
- sprawozdania z pomiarów promieniowaniu-EM w przestrzeni pracy
- karty ubioru.

Podstawowym dokumentem normującym użytkowanie urządzeń wytwarzających promieniowanie-EM, zgodnie z zapisami Decyzji Nr 171/MON z dnia 27 października 2017 r., jest postanowienie dopuszczające określony typ urządzenia do eksploatacji w Siłach Zbrojnych Rzeczypospolitej Polskiej. Postanowienie takie jest wydawane przez WIHE po przeprowadzeniu przez tę jednostkę badań kwalifikacyjnych dla określonego typu urządzenia. Dokumentacja z badań kwalifikacyjnych powinna zapewnić tymczasową, bezpieczną eksploatację urządzeń do czasu przeprowadzenia właściwych badań okresowych lub profilowych przez upoważnione jednostki. Postanowienie dopuszczające urządzenie do eksploatacji w resorcie MON wydaje się na wniosek producenta lub dostawcy urządzenia.

Dla urządzeń medycznych, elektroenergetycznych oraz elektrotermicznych pomiarów kwalifikacyjnych się nie wykonuje.

Kolejnym wymaganym dokumentem związanym z eksploatacją urządzeń wytwarzających promieniowanie-EM jest atest elektromagnetyczny. Atest elektromagnetyczny jest potwierdzeniem kontroli technicznej szczelności toru nadawczego pomiędzy nadajnikiem a anteną nadawczą. Nie wystawia się go dla urządzeń, dla których nie można jednoznacznie wskazać wydzielonego technicznie toru nadawczego. Atest jest ważny tylko do czasu przeprowadzenia remontu toru nadawczego. Wówczas należy ponownie sprawdzić szczelność toru nadawczego i wystawić nowy atest elektromagnetyczny. Atesty elektromagnetyczne mogą sporządzać zakład naprawy, warsztat remontujący, właściwy terytorialnie WOMP lub WIHE.

Dla urządzeń medycznych, elektroenergetycznych oraz elektrotermicznych atestów elektromagnetycznych się nie sporządza.

Dla urządzeń nowo wprowadzanych do eksploatacji w resorcie MON atesty elektromagnetyczne dostarcza producent lub dostawca urządzeń.

6.1. Ochrona przed promieniowaniem elektromagnetycznym podczas ćwiczeń i misji zagranicznych

Dla urządzeń przewidzianych do wykorzystania podczas ćwiczeń lub misji (operacji) poza granicami państwa sporządzane są karty warunków narażenia. Karty zawierają niezbędne minimum informacji na temat bezpiecznej eksploatacji urządzenia, tj. zasięgi przestrzeni promieniowania-EM stref ochronnych w otoczeniu urządzenia oraz poziom promieniowania-EM w przestrzeni obsługi. Wydaje je terytorialnie właściwy WOMP lub WIHE. Karty warunków narażenia można sporządzać na podstawie przeprowadzonych pomiarów profilowych lub na podstawie aktualnego sprawozdania z pomiarów promieniowania-EM do celów BHP. Karta warunków narażenia dla urządzeń wykorzystywanych podczas misji poza granicami kraju zachowuje ważność do czasu modernizacji, remontu toru nadawczego urządzenia lub zmiany zasad eksploatacji, które mogą wpłynąć na zasięg przestrzeni promieniowania-EM stref ochronnych.

Za zapewnienie personelowi wojskowemu bezpiecznych i higienicznych warunków pracy w promieniowaniu-EM w rejonach ćwiczeń lub podczas zadań poza granicami państwa odpowiada dowódca ćwiczeń lub kontyngentu.

Aby warunki takie były zapewnione, należy:

- dysponować aktualną dokumentacją urządzenia (atest elektromagnetyczny oraz karta warunków narażenia)
- oznakować zasięgi przestrzeni promieniowania-EM stref ochronnych w otoczeniu urządzeń wytwarzających promieniowanie-EM zgodnie z informacjami zawartymi w karcie warunków narażenia, z uwzględnieniem warunków dodatkowych wynikających z oddziaływania promieniowania impulsowego
- rozmieszczać urządzenia w odległościach nie mniejszych niż bezpieczna odległość rozmieszczenia źródeł promieniowania-EM, będąca sumą maksymalnych zasięgów przestrzeni promieniowania-EM stref pośrednich sąsiadujących ze sobą urządzeń; odległość ta jest podana w kartach warunków narażenia na promieniowanie-EM
- ograniczać, za pomocą środków organizacyjnych, przebywanie w przestrzeni promieniowania-EM strefy zagrożenia oraz unie-

- możliwić przebywanie w przestrzeni promieniowania-EM strefy niebezpiecznej bez stosowania dodatkowych środków ochrony przed promieniowaniem-EM
- w razie potrzeby zapewniać żołnierzom obsługującym urządzenia, techniczne środki ochrony zmniejszające narażenie na promieniowanie-EM – kombinezony ochronne.

6.2. Zasady pracy personelu w przestrzeni promieniowania elektromagnetycznego stref ochronnych

Zgodnie z zapisami decyzji Nr 171/MON z dnia 27 października 2017 r. oraz Normy Obronnej NO-06-A215-1:2007 w promieniowaniu-EM stref ochronnych mogą przebywać wyłącznie żołnierze i pracownicy, u których w wyniku przeprowadzonych badań lekarskich potwierdzono brak przeciwwskazań zdrowotnych w tym zakresie. Podlegają oni również obowiązkowym szkoleniom z zakresu BHP przy urządzeniach będących źródłami promieniowania-EM stref ochronnych. **Jest to tzw. narażenie na promieniowanie-EM (kontrolowane lub niebezpieczne).** Pozostali pracownicy powinni przebywać w promieniowaniu-EM strefy bezpiecznej. **Jest to tzw. ekspozycja pomijalna na promieniowanie-EM.**

W promieniowaniu-EM stref ochronnych (pośredniej i zagrożenia) mogą przebywać wyłącznie żołnierze, z których zakresu obowiązków wynika konieczność przebywania w promieniowaniu-EM o poziomach określonych jako strefy ochronne, tj. przekraczających limit IPNod (dolny limit strefy pośredniej).

W razie konieczności przebywania w promieniowaniu-EM ustalonej strefy niebezpiecznej lub w przestrzeni, w której zachodzi podejrzenie występowania poziomu promieniowania-EM określonego dla strefy niebezpiecznej, należy stosować **specjalny ubiór ochronny.**

Jeżeli w przestrzeni promieniowania-EM strefy niebezpiecznej występuje promieniowanie-EM o działaniu ogólnym na organizm człowieka, o poziomie przekraczającym wartość $3 \times \text{IPNog}$, nie dopuszcza się przebywania pracowników w takiej przestrzeni nawet w specjalnym ubiorze ochronnym.

W przestrzeni promieniowania-EM strefy zagrożenia przebywanie żołnierzy i pracowników podlega ograniczeniom czasowym, wynikającym z oceny

tymczasowości narażenia. Jeżeli istnieje taka możliwość, zaleca się określenie czasu narażenia w przestrzeni promieniowania-EM strefy zagrożenia, w którym wskaźnik narażenia osiągnie wartość $W = 1$ w wyniku oddziaływania promieniowania-EM. Jeżeli zachodzi konieczność przebywania w promieniowaniu-EM strefy zagrożenia dłużej od tego czasu, konieczne jest stosowanie specjalnego ubioru ochronnego w tej strefie.

W przypadku narażenia przekraczającego 8 godzin dziennie należy wyznaczyć wskaźnik narażenia W i na jego podstawie określić, czy nie zachodzi konieczność wprowadzenia organizacyjnych lub technicznych środków zmniejszających narażenie personelu na promieniowanie-EM.

W przestrzeni promieniowania-EM strefy pośredniej przebywanie żołnierzy i pracowników nie podlega ograniczeniom czasowym podczas dnia pracy.

Przestrzeń poza strefami ochronnymi stanowi strefę bezpieczną, w której mogą przebywać wszyscy żołnierze i pracownicy bez ograniczeń.

7. Środki ochronne

Ze względu na charakter zagrożeń związanych z oddziaływaniem promieniowania-EM na ludzi i infrastrukturę techniczną oraz możliwość spowodowania groźnych wypadków, czynności wykonywane przy wielu źródłach promieniowania-EM można, zgodnie z ogólnymi przepisami BHP, zaliczyć do prac szczególnie niebezpiecznych. Takich prac dotyczą szczegółowe procedury (zarówno dla stałego personelu, jak i osób zatrudnionych przez różnych pracodawców).

Wobec omówionych zagrożeń-EM, jakie mogą wynikać z oddziaływania promieniowania-EM emitowanego przez różnorodne urządzenia i instalacje, niewłaściwe rozpoznanie charakteru zagrożeń-EM i zastosowanie nieadekwatnych do nich środków ochronnych może skutkować bardzo poważnymi konsekwencjami. Podstawowymi środkami ochronnymi przy źródłach promieniowania-EM są:

- redukcja poziomu narażenia żołnierzy i pracowników poprzez działania techniczne i organizacyjne
- znakowanie źródeł promieniowania-EM i zasięgu przestrzeni promieniowania-EM stref ochronnych
- informowanie żołnierzy i pracowników o źródłach, zasięgach przestrzeni promieniowania-EM stref ochronnych, charakterze zagrożeń i sposobach unikania narażenia.

Zgodnie z ogólnymi przepisami o BHP oraz przepisami BHP w promieniowaniu-EM, miejsca występowania promieniowania-EM stref ochronnych powinny być oznakowane znakami ostrzegawczymi, których wielkość i kolorystykę określono w Normie Obronnej NO-06-A039:2009.

Do środków organizacyjnych należy m.in. przestrzenna lub czasowa separacja żołnierzy i pracowników od przestrzeni, w której występuje silne promieniowanie-EM (np. obowiązek oddalania się od włączonego źródła), bądź skracanie czasu przebywania w przestrzeni promieniowania-EM strefy zagrożenia przez rotację żołnierzy obsługujących źródło promieniowania-EM.

Do środków technicznych ograniczania narażenia należy m.in. ekranowanie elektromagnetyczne źródła promieniowania-EM lub stanowiska pracy. W związku z tym, że nieumiejętne ekranowanie może zwiększyć narażenie pracowników, skuteczność ekranu powinna być po jego zainstalowaniu oceniana na podstawie pomiarów promieniowania-EM występującego w otoczeniu ekranu, a także okresowo kontrolowana. Jedną z form ekranowania elektromagnetycznego są specjalne ubiory ochronne, chroniące przed oddziaływaniem promieniowania-EM. Obecnie są one dostępne jedynie w ograniczonym zakresie do ochrony przed oddziaływaniem promieniowania mikrofalowego.

W ramach systemowych działań w zakresie zarządzania ryzykiem w przypadku stwierdzenia ryzyka dużego lub średniego, niezbędne jest również podjęcie działań zmniejszających to ryzyko poprzez ograniczenie narażenia. Tam gdzie jest to możliwe, zgodnie z zaleceniami zawartymi w normie PN-N-18002, powinno się stosować środki techniczne, jako bardziej niezawodne niż organizacyjne.

W celu zmniejszenia narażenia żołnierzy lub pracowników na promieniowanie-EM stosuje się następujące środki ochrony:

- organizacyjne, polegające na:
 - wprowadzeniu i ścisłym przestrzeganiu zasad przebywania w przestrzeni promieniowania-EM stref ochronnych podczas emisji promieniowania z jego źródeł
 - takim rozmieszczeniu źródeł promieniowania-EM, aby emisja nie była kierowana na stanowiska pracy lub miejsca przebywania ludzi
- techniczne, polegające na:
 - stosowaniu specjalnego ubioru ochronnego
 - ekranowaniu źródeł promieniowania-EM
 - ekranowaniu stanowisk pracy.

Włączenie do wyposażenia jednostek (komórek) organizacyjnych MON **specjalnego ubioru ochronnego** wymaga uzyskania postanowienia dopuszczającego go do użytkowania w zakresie BHP w promieniowaniu-EM. Postanowienie wydaje WIHE na podstawie pomiarów skuteczności tłumienia promieniowania-EM przez ubiór. Kryterium dopuszczającym ubiór do stosowania jest poziom tłumienia promieniowania-EM wynoszący co najmniej 15 dB w całym zakresie częstotliwości promieniowania-EM, w jakim ubiór ma być stosowany.

Specjalny ubiór ochronny można użytkować przez trzydzieści sześć miesięcy od daty produkcji. Po tym okresie jego użytkowanie uwarunkowane jest przeprowadzeniem pomiarów sprawdzających skuteczność tłumienia. Pomiary takie przeprowadza się co dwadzieścia cztery miesiące. Datę produkcji, daty kolejnych sprawdzeń oraz skuteczność tłumienia ubioru specjalnego wpisuje się do karty ubioru. Pomiary sprawdzające specjalnych ubiorów ochronnych wykonuje WIHE.

Specjalny ubiór ochronny wprowadza się na wyposażenie:

- jednostek (komórek) organizacyjnych, które są wyposażone w urządzenia wytwarzające impulsowe promieniowanie-EM o mocy w impulsie równej 50 kW lub większej
- jednostek (komórek) organizacyjnych, które są wyposażone w urządzenia wytwarzające promieniowanie-EM, jeżeli w wyniku ostatnich pomiarów okresowych lub kontrolnych stwierdzono występowanie promieniowania-EM strefy niebezpiecznej

- ekip pomiarowych promieniowania-EM WOMP oraz WIHE.

Specjalny ubiór ochronny chroniący przed promieniowaniem-EM przedstawiono na rysunku 4.



Rys. 4. Specjalny ubiór ochronny chroniący przed promieniowaniem-EM

8. Znaki bezpieczeństwa

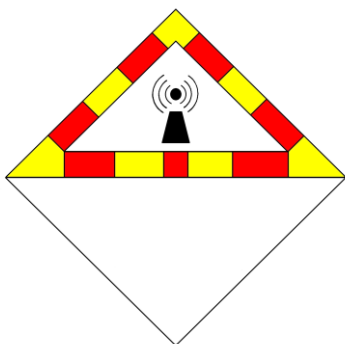
Przystąpienie Polski do NATO oraz Unii Europejskiej wiązało się z obowiązkiem unifikacji wielu przepisów polskich z przepisami Unii Europejskiej i NATO. Dokumentem UE określającym wymagania w zakresie stosowania znaków bezpieczeństwa jest Dyrektywa Rady Europy 92/58/EEC z dnia 24 czerwca 1992 r. w sprawie minimalnych wymagań dotyczących znaków bezpieczeństwa i/lub zdrowia w miejscu pracy. Dyrektywa ta określa minimalne wymagania w zakresie stosowania znaków bezpieczeństwa występujących w postaci tablicy znaków, barwy i znaku świetlnego lub sygnału akustycznego. Ustalenia dyrektywy zostały zaimplementowane przez wprowadzenie Polskiej Normy PN-EN ISO 7010:2012 – określającej m.in. znak ostrzegawczy dotyczący ochrony przed promieniowaniem-EM (rys. 5).



*Rys. 5. Znak ostrzegawczy
„Promieniowanie elektromagnetyczne”
wg normy PN-EN ISO 7010:2012*

Podobne unormowania wprowadzono w dokumentach standaryzacyjnych NATO. Dokumentem wprowadzającym do stosowania znak ostrzegawczy o zagrożeniu promieniowaniem-EM jest STANAG 1379 (rys. 6).

W ramach unifikacji znaków bezpieczeństwa ze znakami UE i znakami stosowanymi w państwach należących do NATO wprowadzono w resorcie MON Normę Obronną NO-06-A039:2009, w której zostały określone wzory systemu znaków bezpieczeństwa opartych na normie PN-EN ISO 7010:2012, do stosowania w jednostkach organizacyjnych MON.



Rys. 6. Znak ostrzegawczy „Promieniowanie elektromagnetyczne” wg STANAG 1379

Norma Obronna NO-06-A039:2009 zawiera wzory tablic znaków bezpieczeństwa w zakresie ochrony przed promieniowaniem-EM, związane z wymaganiami BHP dotyczącymi przebywania w przestrzeni promieniowania-EM stref ochronnych. Są to wzory tablic znaków do bezpośredniego stosowania, z określoną kolorystyką i wymiarami. Przykłady wzorów znaków wielokrotnych stref ochronnych są przedstawione na rysunkach 7 i 8.



Rys. 7. Przykład tablicy znaków stosowanych w razie rozpoznania przestrzeni promieniowania-EM strefy niebezpiecznej



Rys. 8. Przykład tablicy znaków stosowanych w razie rozpoznania przestrzeni promieniowania-EM strefy pośredniej

Norma NO-06-A039:2009 dopuszcza pewien stopień modyfikacji tablic znaków w zależności od konkretnych wymagań związanych z zasięgiem przestrzeni promieniowania-EM stref ochronnych oraz usytuowania urządzeń wytwarzających promieniowanie-EM.

Ze względu na specyfikę wytwarzanego przez urządzenia techniki wojskowej promieniowania-EM (np. wóz dowodzenia, zestaw przeciwlotniczy, stacja radiolokacyjna), dopuszcza się tworzenie innych niż przedstawione w załącznikach A, B i C Normy Obronnej NO-06-A039:2009 znaków oznaczających strefy ochronne. Do tworzenia takich znaków należy jednak stosować wyłącznie znaki złożone przedstawione w normie.

W celu oznakowania zasięgów przestrzeni promieniowania-EM stref ochronnych w otoczeniu urządzeń wytwarzających promieniowanie-EM należy umieszczać na granicach poszczególnych stref tablice ze znakami bezpieczeństwa. Jeżeli w pomieszczeniach występuje promieniowanie-EM stref ochronnych, to tablice ze znakami bezpieczeństwa należy umieszczać na drzwiach wejściowych do tych pomieszczeń.

Dopuszcza się nieumieszczanie tablic ze znakami bezpieczeństwa zarówno wewnątrz, jak i na zewnątrz urządzeń techniki wojskowej, jeżeli wymagają tego względy maskowania. W takim przypadku personel obsługujący urząd-

dzenia powinien być szczegółowo zapoznany z zasięgami przestrzeni promieniowania-EM stref ochronnych oraz wynikami oceny narażenia na promieniowanie-EM.

W jednostkach działających w ramach NATO oraz biorących udział w misjach poza granicami kraju należy stosować tablice ze znakami bezpieczeństwa, na których informacje uzupełniające podawane są w językach polskim oraz angielskim. Umieszczony na urządzeniach znak ostrzegawczy określony w STANAG 1379 należy uzupełnić znakami uzupełniającymi z tekstem w języku polskim.

Teren wokół obiektów wojskowych (poligony, place ćwiczeń), na którym występuje promieniowanie-EM stref ochronnych, należy oznakować dodatkową tablicą informacyjną o zagrożeniu promieniowaniem-EM w przypadku, gdy jest to teren nieogrodzony. Tablice informacyjne należy wówczas umieszczać wzdłuż granicy obiektu. Wzór tablicy informacyjnej o zagrożeniu promieniowaniem-EM przedstawiono na rysunku 9.



Rys. 9. Wzór tablicy informacyjnej o zagrożeniu promieniowaniem-EM

9. Zagrożenia elektromagnetyczne stwarzane przez urządzenia techniki wojskowej

Wokół wszystkich urządzeń stanowiących źródła promieniowania-EM występuje sztuczne środowisko elektromagnetyczne. Poziom promieniowania-EM z reguły szybko maleje w miarę oddalania się od źródła. Zarówno ludność, jak i wszyscy żołnierze i pracownicy są więc stale narażeni na promieniowanie-EM o składowych różniących się częstotliwościami i poziomami, zależnymi od miejsca ich przebywania. Ze względu na omówione zagrożenia bezpieczeństwa i zdrowia, powinny być kontrolowane warunki narażenia pracowników obsługujących różnorodne urządzenia, przy których może występować promieniowanie-EM o stosunkowo wysokich poziomach.

Podkreślenia wymaga jednak, że podmiotem prawa pracy są pracownicy, a nie urządzenia. W związku z tym w analizie zagrożeń należy uwzględnić nie tylko cechy źródła i parametry promieniowania-EM występującego w jego otoczeniu, lecz także (a raczej głównie) obszar aktywności pracownika, rodzaj tej aktywności, czas jej trwania oraz dostępne na stanowisku pracy wyposażenie techniczne, które determinują jak dalece pracownik podlega, bądź może podlegać, oddziaływaniu promieniowania-EM. Są to fundamentalne zasady odróżniające analizę zagrożeń-EM w ramach systemu BHP od pozornie podobnej analizy zagrożeń-EM w ramach wspomnianej analizy technicznych wymagań kompatybilności elektromagnetycznej (EMC).

Przepisy BHP dotyczą wszystkich stanowisk obsługi, jednak w większości przypadków z powodu różnorodnych wymagań bezpieczeństwa, takich jak: ochrona przeciwporażeniowa przy instalacjach elektrycznych, ochrona przed oddziaływaniem hałasu i wibracji, czy zagrożenie powodowane przez ruchome części maszyn, pracownicy przebywają w pewnej odległości od aktywnych źródeł promieniowania-EM, w przestrzeni strefy bezpiecznej (według jej aktualnej definicji). Takie przypadki nie wymagają od praco-

dawcy i pracowników działań wykraczających poza rozpoznanie i oznakowanie źródła promieniowania-EM.

W tabeli 1 zaprezentowano podstawowe dane odnośnie do specyficznych źródeł promieniowania-EM, występujących najczęściej w środowisku pracy w jednostkach organizacyjnych MON. Ułatwiają one rozpoznanie, przy jakich urządzeniach niezbędne jest wdrożenie oceny poziomu narażenia i gdzie może zachodzić konieczność wprowadzenia środków ochronnych. Oprócz stosunkowo typowych grup urządzeń wytwarzających promieniowanie-EM, w środowisku pracy można spotkać wiele urządzeń unikato- wych. W takim przypadku niezbędne jest indywidualne przeanalizowanie zasady ich działania i parametrów technicznych w celu rozpoznania, jaki może być poziom narażenia pracowników przebywających w otoczeniu urządzeń. W razie wątpliwości odnośnie do poziomu zagrożeń-EM rozstrzygające może być wykonanie pomiarów w celu rozpoznania rodzaju i parametrów promieniowania-EM oddziałującego na pracowników.

Urządzenia techniki wojskowej wytwarzające promieniowanie-EM stanowią dużą grupę urządzeń znajdujących się na wyposażeniu jednostek organizacyjnych MON. Różnią się one złożonością budowy, specyfiką pracy i obsługi, poziomami wytwarzanego promieniowania-EM, częstotliwościami pracy, itp.

Z tych to powodów już na etapie prowadzenia pomiarów promieniowania-EM wymagane są wysokie kwalifikacje zespołów pomiarowych. Ocena narażenia żołnierzy i pracowników prowadzona na podstawie pomiarów również wymaga złożonej wiedzy teoretycznej i praktycznej osób je wykonujących. Tabele 1 i 2, opracowane na podstawie sprawozdań z pomiarów zrealizowanych przez WOMP i Zespół Analiz Zagrożeń Elektromagnetycznych WIHE, przedstawiają wyniki takich analiz.

Tab. 1. Promieniowanie-EM stref ochronnych w otoczeniu urządzeń techniki wojskowej (dane: Zespół Analiz Zagrożeń Elektromagnetycznych WIHE)

| Grupy urządzeń | Występowanie promieniowania-EM stref ochronnych w otoczeniu urządzeń | | | |
|--|--|-------------------|------------------|-------------------|
| | strefa niebezpieczna | strefa zagrożenia | strefa pośrednia | strefa bezpieczna |
| Statki powietrzne | ++ | ++ | +++ | 0 |
| Okręty wojenne | + | ++ | ++++ | ++ |
| Stacje radiolokacyjne | ++ | ++++ | ++++ | + |
| Stacje naprowadzania rakiet | ++++ | ++++ | ++++ | 0 |
| Wyrzutnie rakiet | ++++ | ++++ | ++++ | 0 |
| Radiostacje mobilne, wozy i kabiny łączności | + | ++ | ++++ | + |
| Pojazdy ze środkami łączności | 0 | ++ | ++++ | 0 |
| Stacje kontrolno-pomiarowe | 0 | + | +++ | 0 |
| Doręczne i przenośne środki łączności | + | ++++ | ++++ | 0 |
| Urządzenia ubezpieczenia lotów | + | ++ | +++ | + |
| Sprzęt medyczny | + | ++ | +++ | + |
| Sprzęt warsztatowy i OMW | 0 | + | +++ | ++ |
| Urządzenia IFF | 0 | 0 | ++ | ++ |
| Stacjonarne urządzenia łączności | 0 | + | ++ | +++ |

Tab. 2. Promieniowanie-EM stref ochronnych na stanowiskach pracownika (dane: Zespół Analiz Zagrożeń Elektromagnetycznych WIHE)

| Grupy urządzeń | Występowanie promieniowania-EM stref ochronnych na stanowiskach pracownika (stałych i zmiennych) | | | |
|--|--|-------------------|------------------|-------------------|
| | strefa niebezpieczna | strefa zagrożenia | strefa pośrednia | strefa bezpieczna |
| Statki powietrzne | 0 | ++ | +++ | 0 |
| Okręty wojenne | 0 | ++ | ++ | ++ |
| Stacje radiolokacyjne | + | +++ | ++++ | + |
| Stacje naprowadzania rakiet | 0 | ++ | ++++ | + |
| Wyrzutnie rakiet | 0 | 0 | 0 | ++++ |
| Radiostacje mobilne, wozy i kabiny łączności | 0 | + | +++ | ++ |
| Pojazdy ze środkami łączności | 0 | + | ++ | +++ |
| Stacje kontrolno-pomiarowe | 0 | 0 | 0 | ++++ |
| Doręczne i przenośne środki łączności | 0 | ++++ | ++++ | 0 |
| Urządzenia ubezpieczenia lotów | 0 | + | + | ++++ |
| Sprzęt medyczny | 0 | + | ++ | ++ |
| Sprzęt warsztatowy i OMW | 0 | + | +++ | ++ |
| Urządzenia IFF | 0 | 0 | ++ | ++ |
| Stacjonarne urządzenia łączności | 0 | 0 | ++ | ++++ |

Oznaczenie przyjęte w tabelach:

0 – brak strefy

+ – występowanie strefy w 0 – 25% użytkowanych urządzeń

++ – występowanie strefy w 25 – 50% użytkowanych urządzeń

+++ – występowanie strefy w 50 – 75% użytkowanych urządzeń

++++ – występowanie strefy w 75 – 100% użytkowanych urządzeń

Tabela 1 przedstawia analizę występowania promieniowania-EM poszczególnych stref ochronnych wokół urządzeń techniki wojskowej, podzielonych na specyficzne grupy. Wynika z niej, że wokół wielu urządzeń techniki wojskowej występuje promieniowanie-EM stref ochronnych (tj. strefa niebezpieczna, zagrożenia i pośrednia).

Grupami urządzeń, przy których powszechnie występuje promieniowanie-EM strefy niebezpiecznej, są stacje naprowadzania rakiet przeciwlotniczych i wyrzutnie rakiet przeciwlotniczych. Te grupy urządzeń powinny być poddawane szczególnemu nadzorowi, zarówno w zakresie badań promieniowania-EM, jak i szkolenia personelu.

Przedstawione w tabeli 2 wyniki analiz dotyczą występowania promieniowania-EM stref ochronnych w przestrzeniach obsługi. Z tabeli wynika, że w promieniowaniu-EM strefy niebezpiecznej mogą się znaleźć wyłącznie przestrzenie obsługi stacji radiolokacyjnych. Jest to konsekwencją występowania wokół stacji bardzo silnego impulsowego promieniowania-EM. Przy urządzeniach pozostałych grup nie zachodzi możliwość wejścia w promieniowanie-EM strefy niebezpiecznej.

W przypadku występowania promieniowania-EM strefy zagrożenia o znaczących poziomach, szczególnemu nadzorowi powinny być poddane warunki narażenia przy następujących grupach urządzeń: doręcznych i przenośnych środkach łączności (radiotelefony i radiostacje plecakowe) oraz stacjach radiolokacyjnych.

Przez ocenę promieniowania-EM i warunków narażenia na nie personelu rozumie się wyznaczenie zasięgu przestrzeni, w której występuje promieniowanie-EM stref ochronnych, oraz wskazanie, w jakiej strefie ochronnej promieniowania-EM znajdują się przestrzenie obsługi, określenie wskaźnika narażenia *W* osób przebywających w przestrzeni obsługi znajdującej się w przestrzeni promieniowania-EM strefy zagrożenia.

Oceny promieniowania-EM i warunków narażenia żołnierzy dokonuje się metodami określonymi w Normach Obronnych NO-06-A215-1 oraz NO-06-A215-2 i odnosi do limitów IPN, określonych w R-NDN-EM.

Pomiary parametrów promieniowania-EM w środowisku pracy wykonuje się okresowo, na zasadach określonych w Normie Obronnej NO-06-A215-1.

Wskaźnik narażenia W wyznacza się w przestrzeni obsługi znajdującej się w promieniowaniu-EM strefy zagrożenia, jeżeli czas narażenia na promieniowanie-EM przekracza 8 godzin dziennie.

W otoczeniu urządzeń wytwarzających stacjonarne promieniowanie-EM (definicja pojęcia w normie NO-06-A215-1:2007) wskaźnik narażenia W wyznacza się na podstawie czasu przebywania żołnierza lub pracownika na stanowisku oraz zmierzonych tam wartości natężenia pola-E i natężenia pola-M.

W otoczeniu urządzeń wytwarzających niestacjonarne okresowe promieniowanie-EM (rys. 10, definicja pojęcia w normie NO-06-A215-1:2007) wskaźnik narażenia W żołnierza lub pracownika wyznacza się na podstawie czasu przebywania na stanowisku oraz zmierzonych tam wartości natężenia pola-E i natężenia pola-M, uśrednionych za okres zmienności promieniowania, tj. w okresie obrotu lub wahań anteny urządzenia, a w przypadku urządzeń z modulacją impulsową, dodatkowo za okres powtarzania impulsów.

W otoczeniu urządzeń wytwarzających niestacjonarne nieokresowe promieniowanie-EM (rys. 11, definicja pojęcia w normie NO-06-A215-1:2007) wskaźnik narażenia W wyznacza się na podstawie czasu przebywania żołnierza lub pracownika na stanowisku oraz największych zmierzonych wartości natężenia pola-E, jakie występują tam przy dowolnym azymucie i kącie elewacji anteny.

Na podstawie wskaźnika narażenia W oraz zasięgu promieniowania-EM stref ochronnych dokonuje się oceny warunków narażenia.

10. Narażenie personelu na promieniowanie elektromagnetyczne wytwarzane przez wybrane urządzenia techniki wojskowej

10.1. Narażenie na promieniowanie elektromagnetyczne wytwarzane przez urządzenia radiolokacyjne

W bezpośrednim sąsiedztwie anteny nadawczo-odbiorczej rozkład przestrzenny promieniowania-EM istotnie różni się od podawanej w dokumentacji technicznej urządzenia charakterystyki kierunkowej anteny w strefie dalekiej (tj. w znacznych odległościach od anteny). Różnice te są szczególnie widoczne w otoczeniu anten urządzeń radiolokacyjnych, które ze względu na wymagania eksploatacyjne osiągają rozmiary nawet stukrotnie przewyższające długość fali wytwarzanego promieniowania.



Rys. 10. Stacja radiolokacyjna – urządzenie wytwarzające niestacjonarne okresowe pole elektromagnetyczne [zbiory WIHE]

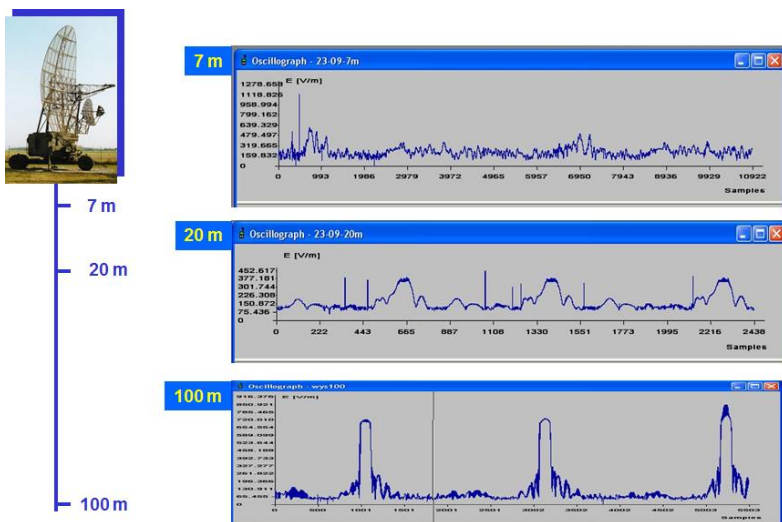


Rys. 11. Stacja naprowadzania rakiet – urządzenie wytwarzające niestacjonarne nieokresowe pole elektromagnetyczne [zbiory WIHE]

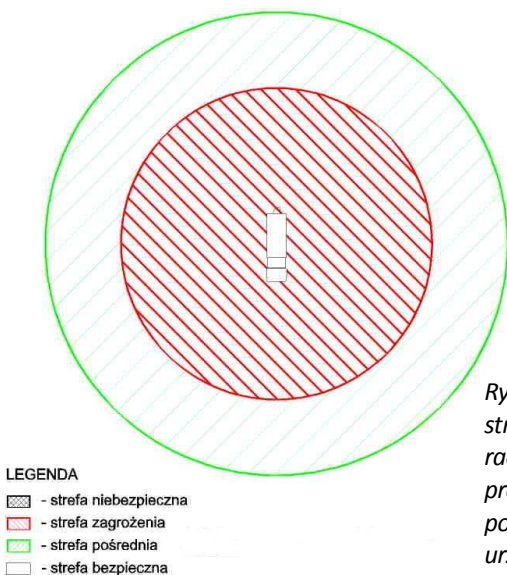
Na rysunku 12 przedstawiono zmienność w czasie wartości chwilowej natężenia pola-E w różnych odległościach od obracającej się anteny radaru (7, 20 i 100 m). Widać tu, jak wraz z rosnącą odległością od radaru rozkład przestrzenny promieniowania-EM przybliża się do charakterystyki kierunkowej anteny w strefie dalekiej.

Z analizy zmian promieniowania-EM w odległości porównywalnej z rozmiarami anteny wynika, że uwzględnianie wyłącznie parametrów charakterystyki antenowej (odnoszących się do strefy dalekiej) może prowadzić do znacznego niedoszacowania w ocenie poziomu narażenia.

W konsekwencji, zgodnie z Normą Obronną NO-06-A215-2, nakazuje się wykonywanie pomiarów niestacjonarnego, okresowego promieniowania-EM miernikami umożliwiającymi pomiar natężenia pola-E uśredniony za okres zmienności pola lub za czas 6 minut. Na rysunku 13 zaprezentowano przykładowe wyniki rozpoznania zasięgów przestrzeni promieniowania-EM stref ochronnych przy typowych urządzeniach radiolokacyjnych, wykonanego zgodnie z wymaganiami określonymi we wspomnianej normie obronnej.



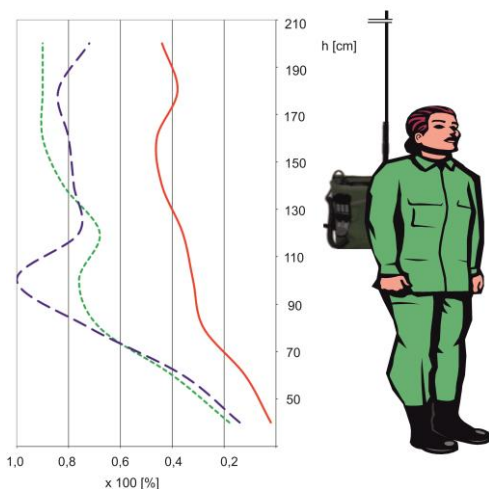
Rys. 12. Wartość chwilowa natężenia pola elektrycznego w funkcji czasu w pionach pomiarowych umieszczonych w odległości 7, 20 i 100 m od osi anteny radaru [Bezpieczeństwo Pracy nr 9 (504)/2013]



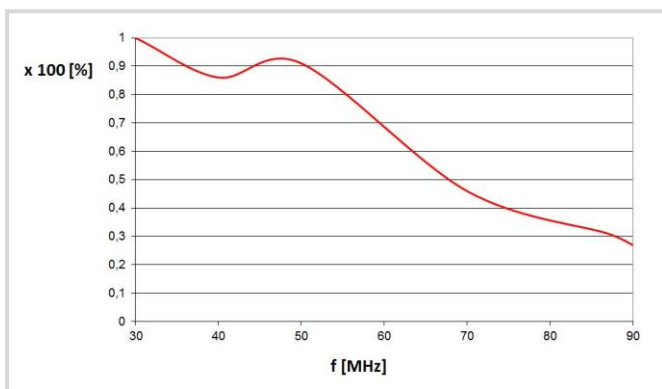
Rys. 13. Przykład zasięgu pola-EM stref ochronnych wokół stacji radiolokacyjnej (typowy zasięg promieniowania-EM strefy pośredniej dochodzi do 30 m od urządzenia)

10.2. Narażenie na promieniowanie-EM wytwarzane przez radiostacje plecakowe

Żołnierze zatrudnieni przy obsłudze przenośnych środków łączności, takich jak radiostacje plecakowe, podlegają narażeniu miejscowemu na promieniowanie-EM strefy zagrożenia. Urządzenia te pracują typowo w paśmie (30 – 90) MHz. Oznacza to, że ich użytkownicy znajdują się w przestrzeni promieniowania-EM strefy bliskiej przy antenach lub wtórnych źródłach promieniowania-EM, takich jak zestawy słuchawkowo-mikrofonowe, okablowanie radiostacji, czy stelaże plecaków, w których radiostacje są przenoszone. W takim wypadku niektóre części ich ciała, w szczególności te znajdujące się blisko źródeł promieniowania-EM, są silnie narażone, inne natomiast narażone są znacznie słabiej. Typowy rozkład przestrzenny promieniowania-EM wokół radiostacji plackowej jest przedstawiony na rysunku 14, a zależność natężenia prądu indukowanego u jej użytkownika na rysunku 15.



Rys. 14. Przykład względnego rozkładu przestrzennego (przy stałej mocy nadajnika) natężenia pola elektrycznego wokół typowej radiostacji plecakowej – częstotliwości pracy urządzenia: 30 MHz – linia zielona – kropko-kreskowa, 50 MHz – linia niebieska – przerywana, 88 MHz – linia czerwona [zbiory własne]

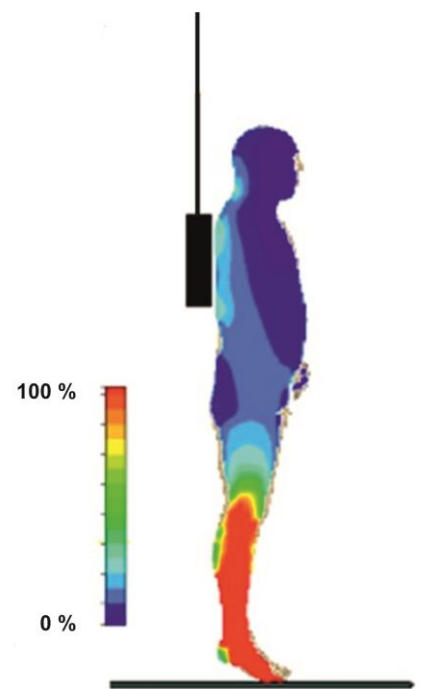


Rys. 15. Przykładowa zależność natężenia prądu indukowanego, zmierzonego na nodze użytkownika typowej radiostacji plecakowej przy stałej mocy nadajnika, od częstotliwości emitowanego promieniowania-EM [zbiory własne]

Głowa i tułów operatora radiostacji plecakowej bywają narażone na pole-E strefy zagrożenia, nawet o natężeniach przekraczających limit IPNob ($E > 60$ V/m), natomiast nogi są narażone typowo na poziome strefy pośredniej. W takich warunkach ocena narażenia przeprowadzana wyłącznie na podstawie pomiarów pola-EM (miary zewnętrzne) nie reprezentuje miarodajnie specyfiki zagrożeń-EM – zależnych zarówno od rozkładu przestrzennego narażenia, jak i od jego rozkładu w czasie oraz specyfiki pochłaniania promieniowania-EM w różnych częściach ciała narażonej osoby.

Do oceny narażenia żołnierzy, użytkowników radiotelefonów doręcznych i radiostacji plecakowych oraz innych urządzeń, których użytkownicy podlegają narażeniu miejscowemu, należy stosować dodatkowe pomiary prądów indukowanych, prądów kontaktowych oraz badania komputerowe miar określonych do limitów GPO (rys. 16). Pomiary prądów indukowanych, które wykonuje się w paśmie częstotliwości (0,003 – 100) MHz, służą do wyznaczenia maksymalnego prądu indukowanego przepływającego przez stopy żołnierza. Przykład takiego badania przedstawiono na rysunku 17.

W razie konieczności ograniczenia poziomu narażenia na promieniowanie-EM podejmuje się działania ochronne służące zmniejszeniu narażenia przez: obniżenie mocy wyjściowej urządzenia nadawczego, wykluczenie z użytkowania częstotliwości pracy, przy których występuje najsilniejsze sprzężenie z ciałem użytkownika, lub zmianę sposobu użytkowania urządzenia.



Rys. 16. Przykład symulacji komputerowej względnego rozkładu energii promieniowania-EM pochłoniętego w ciele uziemionego operatora radiostacji plecakowej, emitującej promieniowanie-EM o częstotliwości $f = 30$ MHz



Rys. 17. Operator radiostacji plecakowej z miernikiem kłamrowym do pomiarów prądów indukowanych umieszczonym na nodze

Spełnienie wymagań dotyczących okresowej oceny ryzyka i pomiarów czynników środowiska pracy nie zwalnia pracodawcy z odpowiedzialności cywilnej i karnej w zakresie bezpieczeństwa pracowników. Zgodnie z art. 15 kodeksu pracy – pracodawca jest obowiązany zapewnić pracownikom bezpieczne i higieniczne warunki pracy.

Dzięki właściwej organizacji pracy i konsekwentnie budowanej świadomości pracowników na temat specyfiki zagrożeń-EM można skutecznie dążyć do praktyki codziennego wykonywania rutynowych prac tak, aby jedynie w sytuacjach wyjątkowych mogło dochodzić do przebywania pracowników w przestrzeni promieniowania-EM strefy niebezpiecznej. Okoliczności takich przypadków narażenia powinny spełniać wymagania określone w Rozporządzeniu 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. 2016, poz. 950, ze zm.].

12. Bibliografia

1. American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH); Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents. Biological Exposure Indices. 2014.
2. Bortkiewicz A.: Skutki zdrowotne działania pól elektromagnetycznych – przegląd badań. *Podstawy i Metody Oceny Środowiska Pracy*, 2008, nr 4(58), s. 67-88.
3. 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.
4. Gryz K., Karpowicz J.: Zasady oceny zagrożeń elektromagnetycznych związanych z występowaniem prądów indukowanych i kontaktowych. *Podstawy i Metody Oceny Środowiska Pracy*, 2008, nr 4(58), s. 137-171.
5. Hansson Mild K.: Użytkowanie telefonów komórkowych i bezprzewodowych a ryzyko występowania guzów mózgu zdiagnozowanych w latach 1997-2003. *Bezpieczeństwo Pracy. Nauka i Praktyka*, 2007, 4, 22-26.
6. International Commission on Non-Radiation Protection (ICNIRP). Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields (up to 300 GHz). *Health Physics*, 1998, 74 (4), 494-522.
7. Karpowicz J., Gryz K.: Pola elektromagnetyczne jako zagrożenia wypadkowe. *Atest – Ochrona Pracy*, 2010, nr 3, 23-26.
8. Karpowicz J., Gryz K.: Pole elektromagnetyczne. W: *Czynniki szkodliwe w środowisku pracy – wartości dopuszczalne*. Red. D. Augustyńska, M. Pośniak. Warszawa, CIOP-PIB, 2016, 223-241.
9. Karpowicz J., Gryz K.: Ograniczanie ryzyka zawodowego przy źródłach pól elektromagnetycznych (2) – wybrane źródła pól i charakterystyka odzieży ochronnej. *Bezpieczeństwo Pracy. Nauka i Praktyka*, 2009, 2(449), 2-5.
10. Kubacki R., Kieliszek J., Wnuk M.: Narażenie ludzi na promieniowanie mikrofalowe w polu bliskim anten radarów. *Konferencja Naukowa PTBR, Łódź*, 2004.

11. Kubacki R., Kieliszek J., Sobiech J.: Warunki narażenia ludzi na impulsowe promieniowanie mikrofalowe wytwarzane przez urządzenia radiolokacyjne. Materiały konferencyjne Konferencji Naukowej „Urządzenia i Systemy Radiolokacyjne”. Warszawa, Red. Wyd. WAT, 2005.
12. Kieliszek J., Sobiech J.: Pomiary prądów indukowanych jako element oceny ekspozycji obsługi przenośnych radiostacji plecakowych. Przegląd Elektrotechniczny, 2009, 12, 73-75.
13. Kieliszek J., Sobiech P., Stankiewicz W.: Ekspozycja zawodowa na impulsowe pola elektromagnetyczne wytwarzane przez urządzenia techniki wojskowej. Bezpieczeństwo Pracy. Nauka i Praktyka, 2013, 9(504), 32-35.
14. Pola elektromagnetyczne. Red. J. Karpowicz i K. Gryz. Bezpieczeństwo Pracy. Nauka i Praktyka, 2013, nr 9 [numer tematyczny].
15. Sobiech J., Kieliszek J., Bodera P., Stankiewicz W.: Analiza numeryczna konstrukcji badawczej do pomiarów ekranowania pola elektromagnetycznego przez ubiór ochronny. Przegląd Elektrotechniczny, 2012, 12b, 248.
16. Rozporządzenie 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. 2016 poz. 950, ze zm.
17. Rozporządzenie Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 27 czerwca 2016 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. Dz.U. 2016 poz 952.
18. Rozporządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 30 maja 1996 r. w sprawie przeprowadzania badań lekarskich pracowników, zakresu profilaktycznej opieki zdrowotnej nad pracownikami oraz orzeczeń lekarskich wydawanych do celów przewidzianych w Kodeksie pracy. Dz.U. 1996, nr 69, poz. 332 (zm. 1997, nr 60, poz. 375; 1998, nr 159, poz. 1057; 2001, nr 37, poz. 451).
19. NO-06-A215-1:2007 Bezpieczeństwo i higiena pracy – Ochrona przed promieniowaniem elektromagnetycznym. Część 1: Wymagania ogólne.
20. NO-06-A215-2:2007 Bezpieczeństwo i higiena pracy – Ochrona przed promieniowaniem elektromagnetycznym. Część 2. Metody badań.

21. NO-06-A215-3:2013 Bezpieczeństwo i higiena pracy – Ochrona przed promieniowaniem elektromagnetycznym. Część 3. Profilaktyka i ochrona zdrowia personelu zatrudnionego w zasięgu promieniowania elektromagnetycznego od 0Hz do 300 GHz.
22. NO-06-A039:2009 Bezpieczeństwo i higiena pracy – Ochrona przed promieniowaniem elektromagnetycznym – Zasady tworzenia i stosowania znaków bezpieczeństwa.
23. STANAG 1379 (ED 1) NATO RADHAZ warning sign, MAS (NAVY) [Znak ostrzegawczy przed promieniowaniem elektromagnetycznym, stosowany w krajach NATO].
24. STANAG 2345 (ED 3) Wyznaczanie i kontrolowanie wielkości narażenia personelu na pole elektromagnetyczne o częstotliwościach od 3 kHz do 300 GHz.
25. PN-ISO 7010:2012 Symbole graficzne. Barwy bezpieczeństwa i znaki bezpieczeństwa. Zarejestrowane znaki bezpieczeństwa.

