

Ograniczanie ryzyka zawodowego przy źródłach pól elektromagnetycznych (1) – środki ochrony zbiorowej i indywidualnej

dr inż. JOLANTA KARPOWICZ
dr inż. KRZYSZTOF GRYZ
Centralny Instytut Ochrony Pracy
– Państwowy Instytut Badawczy

Ekranowanie elektromagnetyczne, zmniejszające poziom ekspozycji pracowników przebywających w pobliżu źródeł pól elektromagnetycznych, może skutecznie ograniczyć ryzyko zawodowe wynikające z nadmiernego narażenia na pola elektromagnetyczne. W artykule scharakteryzowano możliwość zastosowania środków ochrony zbiorowej i indywidualnej chroniących przed oddziaływaniem pól elektromagnetycznych, umożliwiającą równocześnie efektywne i bezpieczne wykonywanie czynności zawodowych przy obsłudze poszczególnych urządzeń.

Reduction of occupational hazards in the vicinity of electromagnetic field sources (1) – technical protective measures and personal protective equipment

Electromagnetic shielding, which reduces the exposure level of workers present in the vicinity of electromagnetic field sources, can sufficiently reduce occupational hazard caused by excessive exposure to electromagnetic fields. This article discusses the possibility of using technical protective measures and personal protective equipment against exposure to electromagnetic fields which do not hinder effective and safety work related to individual devices.



Wstęp

Oddziaływanie pól elektromagnetycznych na przewodzące elektrycznie obiekty polega głównie na indukowaniu w nich prądów i napięć elektrycznych. Mogą one w czasie ekspozycji wywołać w organizmie człowieka stymulację tkanki nerwowej lub mięśniowej (zjawisko to może wystąpić w polach o częstotliwościach mniejszych od kilkuset kHz) oraz ogrzewanie tkanek dzięki pochłoniętej przez nie energii pól (tzw. skutki termiczne występujące przy częstotliwości powyżej 1 MHz). Prądy indukowane lub kontaktowe [1, 2] przepływające w organizmie mogą również zakłócać pracę aktywnych implantów medycznych, jak stymulatory serca [3].

Badania naukowe nie rozstrzygnęły dotychczas, czy wśród osób podlegających wieloletniej, chronicznej ekspozycji na pola elektromagnetyczne może wystąpić zwiększona częstotliwość niepożądanych skutków zdrowotnych, takich jak zaburzenia układu nerwowego, krwionośnego, odpornościowego lub zmiany nowotworowe. W ostatnich latach największe zainteresowanie skierowano na badania skutków zdrowotnych

Poziom ekspozycji na pola elektromagnetyczne określają następujące parametry [8]:

- natężenie pola magnetycznego H , A/m
- natężenie pola elektrycznego E , V/m
- indukcja elektryczna B , T
- gęstość mocy promieniowania S , V/m²

W przypadku poziomu ekspozycji na stanowiskach pracy, takiego że pracownik przebywa w polach stref ochronnych [7] stosuje się termin „narażenie na pola elektromagnetyczne”.

ekspozycji na pola emitowane przez telefony komórkowe, a głównie zależności między poziomem ekspozycji a częstotliwością występowania nowotworów w obrębie głowy. W wielu badaniach wykazano zwiększone względne ryzyko dla osób korzystających z telefonów dłużej niż 10 lat, natomiast poziom ryzyka zdrowotnego związanego z tego typu ekspozycją w innych przypadkach jest dotychczas nieustalony. Pole magnetyczne małej częstotliwości (w tym częstotliwości przemysłowej 50 Hz) zostało uznane przez IARC (Międzynarodową Agencję Badań nad Rakiem) za czynnik możliwie kancerogenny (grupa 2B) [4] na podstawie badań dotyczących białaczek u dzieci, natomiast ryzyko związane

z ekspozycją dorosłych i innymi jednostkami chorobowymi jest dotychczas nieustalone.

We wprowadzeniu do dyrektywy 2004/40/WE, stanowiącej minimalne wymagania odnośnie do ograniczania ekspozycji pracowników na pola elektromagnetyczne podkreślono, że w celu poprawy bezpieczeństwa i ochrony zdrowia pracowników pracodawcy powinni dokonywać zmian warunków wykonywania pracy ze względu na postęp techniczny i rozwój wiedzy naukowej dotyczącej zagrożeń [5]. W związku z wspomnianymi zagrożeniami związanymi z oddziaływaniem pól elektromagnetycznych celowe jest nie tylko przestrzeganie minimalnych wymagań odnoszących się do dopuszczalnego

poziomu ekspozycji w środowisku pracy, ale również unikanie ekspozycji niepotrzebnej (nazywane zasadą ostrożności lub zasada ALARA). Szczególnej ochrony wymagają pracownicy z implantami medycznymi.

W dyrektywie 2004/40/WE podkreślono, że poziom ekspozycji może być skutecznie obniżony przez włączenie środków zapobiegawczych do projektowania stanowisk pracy i przez dobór sprzętu, procedur i metod pracy, uwzględniających w pierwszym rzędzie ograniczanie zagrożenia u źródła. Opierając się na ogólnych zasadach, określonych w dyrektywie 89/391/EWG, przy ograniczaniu ryzyka wynikającego z ekspozycji na pola należy brać pod uwagę m.in.:

- a) inne metody pracy i sprzęt, przy których poziom ekspozycji na pola elektromagnetyczne jest mniejszy,
- c) środki techniczne zmniejszające emisję pól elektromagnetycznych, w tym zastosowanie blokad, ekranów itp.,
- d) właściwe programy konserwacji: sprzętu roboczego, miejsc pracy i stanowisk pracy rozumianych jako elementy systemu,
- e) projektowanie, rozmieszczenie miejsc i stanowisk pracy,
- f) ograniczanie czasu i natężenia ekspozycji,
- g) dostępność odpowiednich środków ochrony indywidualnej.

Ocena ryzyka zawodowego przy źródłach pól elektromagnetycznych

W ramach odpowiedzialności pracodawcy za stan bezpieczeństwa i higieny pracy (art. 207 Kodeksu pracy), mieści się informowanie pracowników o ryzyku zawodowym (art. 226 Kodeksu pracy). Pracodawca jest obowiązany również (§39 rozporządzenia ministra pracy i polityki socjalnej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy) [6]:

- oceniać i dokumentować ryzyko zawodowe
- stosować niezbędne środki profilaktyczne zmniejszające ryzyko
- zapewnić organizację pracy zabezpieczającą pracowników przed zagrożeniami
- zapewnić likwidację zagrożeń.

W odniesieniu do pól elektromagnetycznych występujących w środowisku pracy, w opracowaniach CIOP-PIB [3] przyjęto system trzystopniowej oceny ryzyka zawodowego zgodny z PN-N-18001 i PN-N-18002 [7, 8] oraz przepisami bezpieczeństwa i higieny pracy [9], który zakłada, że (tabela 1):

- ryzyko duże występuje w przypadku przekroczenia dozwolonych przepisami prawa warunków ekspozycji
- ryzyko średnie występuje wtedy, kiedy stanowisko pracy znajduje się w strefach ochronnych i dozwolone przepisami prawa warunki ekspozycji są zachowane

• ryzyko małe występuje wtedy, kiedy stanowisko pracy znajduje się poza zasięgiem stref ochronnych pola elektromagnetycznego (strefa bezpieczna).

Strefy ochronne wyznaczane są na podstawie natężenia pola elektrycznego i magnetycznego występujących w otoczeniu źródeł pola i ocenionych względem wartości granicznych poszczególnych stref zdefiniowanych przepisami bezpieczeństwa i higieny pracy [9] (rys., str. 8.).

W przypadku pola magnetycznego o częstotliwości do 800 kHz należy uwzględnić również dodatkowe kryteria odnośnie ekspozycji kończyn, a dla pól impulsowych o częstotliwości powyżej 100 MHz – dodatkowo wartość maksymalną natężenia pola elektrycznego w impulsie, i jako ostateczną ocenę wybrać najgorszy przypadek

z oceny wymienionych parametrów. W przypadku osób z implantami medycznymi konieczność ograniczania ekspozycji może wystąpić również w polach strefy bezpiecznej.

Wskaźnik ekspozycji w przypadku ekspozycji na pole stacjonarne wyznaczany jest jako iloczyn czasu ekspozycji i kwadratu natężenia pola elektrycznego lub magnetycznego (szczegółową definicję podano w PN-T-06580:2002 [10]).

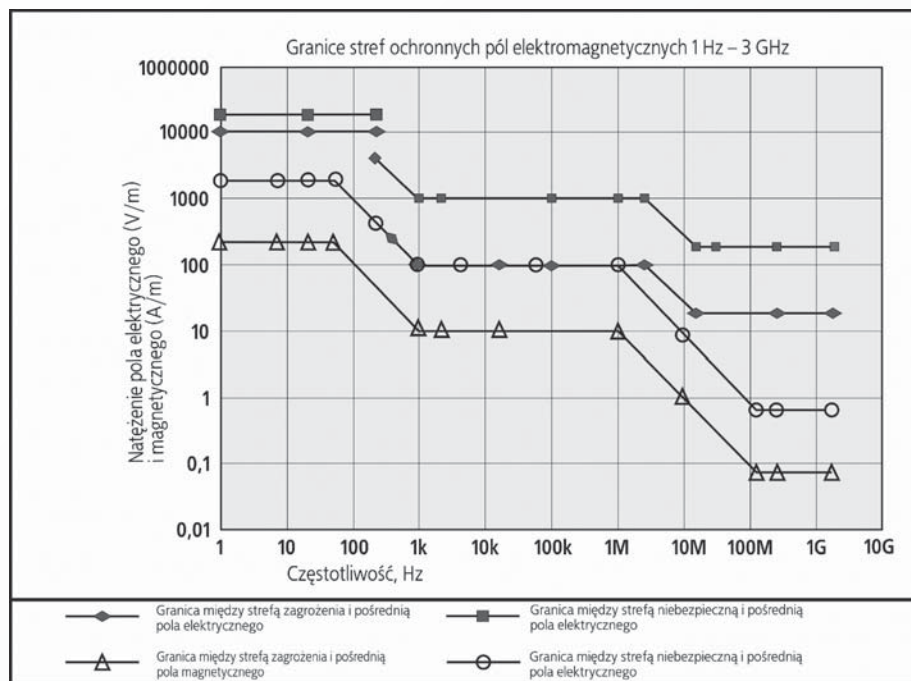
W przypadku odwołania się bezpośrednio do wymagań dyrektywy 2004/40/WE, ekspozycją zabronioną jest taki przypadek, kiedy tzw. miary wewnętrzne ekspozycji, tj. gęstość prądu indukowanego w ciele eksponowanego pracownika I lub współczynnik SAR, będący miarą skutków termicznych występujących w organizmie, osiągną wartości większe od dopuszczalnych.

Tabela 1

KLASYFIKACJA RYZYKA ZAWODOWEGO WYNIKAJĄCEGO Z EKSPOZYCJI NA POLA ELEKTROMAGNETYCZNE *Classification of occupational risk caused by exposure to electromagnetic fields*

RYZIKO DUŻE ($W > 1$)	
<p>ekspozycja na pola strefy niebezpiecznej (tzw. ekspozycja niebezpieczna – oznacza zakaz przebywania bez środków ochrony osobistej)</p>	<p>ekspozycja na pola strefy zagrożenia (tzw. ekspozycja nadmierna – oznacza zbyt długi czas ekspozycji pracownika, kiedy $W > 1$)</p>
<p>OBOWIĄZKI PRACODAWCY:</p> <ul style="list-style-type: none"> • działania techniczne lub organizacyjne w celu natychmiastowego ograniczenia narażenia i zmniejszenia ryzyka co najmniej do średniego • nadzór medyczny • oznakowanie źródła pola i zasięgu stref ochronnych 	
RYZIKO ŚREDNIE ($W < 1$)	
<p>ekspozycja na pola strefy zagrożenia lub pośredniej (tzw. ekspozycja dopuszczalna, kiedy $W < 1$ – oznacza czas ekspozycji pracownika w ciągu dnia pracy dopuszczalny)</p>	
<p>OBOWIĄZKI PRACODAWCY:</p> <ul style="list-style-type: none"> • nadzór medyczny • oznakowanie źródła pola i zasięgu stref ochronnych • zgodnie z zasadą ALARA, działania techniczne lub organizacyjne w celu ograniczenia narażenia <p>Jeżeli pracownik przebywający w polach strefy niebezpiecznej jest wyposażony w ubiór ochronny, o potwierdzonej skuteczności odnośnie do ochrony przed oddziaływaniem występującego tam pola elektromagnetycznego, wystarczającej aby uzyskać $W < 1$ to takie warunki ekspozycji mogą zostać również zaklasyfikowane jako ryzyko średnie.</p> <p>W takim przypadku konieczne jest spełnienie co najmniej następujących warunków: parametry ochronne ubioru podlegają stałemu nadzorowi, a właściwości użytkowe ubioru umożliwiają pracownikowi niezakłócone wykonywanie czynności zawodowych.</p>	
RYZIKO MAŁE	
<p>ekspozycja na pola strefy bezpiecznej (tzw. ekspozycja pomijalna)</p> <p>OBOWIĄZKI PRACODAWCY:</p> <ul style="list-style-type: none"> • działania nie są wymagane przepisami prawa pracy • zgodnie z zasadą ALARA – ograniczanie narażenia • zgodnie z PN-N-18002 – niezwiększanie narażenia 	

- terminy: strefa niebezpieczna, zagrożenia, pośrednia i bezpieczna „wskaźnik ekspozycji W ” i zasady jego oszacowania definiuje rozporządzenie ministra pracy i polityki społecznej w sprawie NDS i NDN oraz PN-T-06580:2002 [9, 10]
- terminy: ekspozycja niebezpieczna, nadmierna, dopuszczalna i pomijalna definiuje PN-T-06580:2002 [10]



Rys. Ograniczenia ekspozycji zawodowej na pola elektromagnetyczne według wymagań przepisów prawa pracy [9]: strefa niebezpieczna (ekspozycja zabroniona) i strefa zagrożenia (ekspozycja 8-godzinna w ciągu zmiany roboczej)

Fig. Limitations of occupational exposure to electromagnetic fields according to the requirements of occupational legislation [9]: dangerous zone (prohibited exposure) and hazardous zone (daily 8-hour exposure)

Ograniczanie narażenia i ryzyka zawodowego przy źródłach pól elektromagnetycznych

W przypadku stwierdzenia ryzyka dużego lub średniego niezbędne jest podjęcie działań zmniejszających ryzyko przez ograniczenie narażenia. Zmniejszenie narażenia można osiągnąć metodami technicznymi lub organizacyjnymi. Tam, gdzie jest to możliwe, zgodnie z PN-N-18002 [8] powinno się stosować środki techniczne jako bardziej niezawodne niż organizacyjne.

Niezależnie od poziomu pól występujących zarówno w środowisku zawodowym, jak i poza-zawodowym, trzeba zapewnić unikanie ekspozycji niepotrzebnej. Do najczęściej stosowanych tym celu metod organizacyjnych należą:

- zmniejszenie narażenia koniecznego (związanego z wykonywaną pracą) przez skrócenie zmianowego czasu ekspozycji w zasięgu pól elektromagnetycznych stref ochronnych i zatrudnienie pracowników na pozostałą część zmiany roboczej przy pracach poza polami stref ochronnych
- informowanie wszystkich pracowników przebywających stale lub czasowo w pobliżu źródeł pól o obszarach, w których może wystąpić zwiększony poziom ekspozycji (tj. informowanie o zasięgu stref ochronnych i źródłach pól w środowisku pracy), umożliwiające świadome unikanie narażenia niepotrzebnego.

Podstawowe metody techniczne ograniczenia ekspozycji obejmują:

- ekranowanie źródeł pól (tzw. ekranowanie lokalizujące)
- ekranowanie stanowisk pracy (tzw. ekranowanie osłaniające)
- wprowadzanie takich rozwiązań, jak: manipulatory, podajniki, automaty i półautomaty, umożliwiających obsługę urządzenia spoza obszaru występowania silnych pól
- zmianę technologii na taką, która spowoduje, że przy urządzeniu występują relatywnie słabsze pola
- stosowanie przez pracowników środków ochrony indywidualnej zmniejszających poziom narażenia pracownika.

Zależnie od konstrukcji urządzenia będącego źródłem pola elektromagnetycznego i specyfiki czynności wykonywanych przez pracowników, zakres możliwego technicznie zastosowania ekranowania elektromagnetycznego i/lub ubiorów ochronnych (tzn. barier dla pola elektromagnetycznego oddziałującego na pracownika) jest różny. Należy dążyć do najlepszej skuteczności wszystkich rodzajów działań ochronnych. W praktyce występują istotne wymagania odnoszące się np. do akceptowalnej masy bariery, zapewnienia swobodnego dostępu do niektórych elementów źródła pola, minimalnej giętkości materiału barierowego (kluczowy parametr w przypadku ubiorów ochronnych). Ograniczenia tego typu powodują, że na potrzeby bezpieczeństwa i higieny pracy w wielu przypadkach konieczne jest zaakceptowanie faktu, że dostępnymi środkami można osiągnąć jedynie stosunkowo

niewielkie zmniejszenie poziomu narażenia przez strukturę barierową.

Dwukrotne zmniejszenie poziomu natężenia pola elektrycznego lub magnetycznego, oddziałującego na pracownika po wprowadzeniu bariery, wydaje się wymaganiem minimalnym na potrzeby oceny wyników laboratoryjnych badań skuteczności różnych rozwiązań. Przykładowo, przy poziomie narażenia wynoszącym 150% wartości granicznej strefy niebezpiecznej ekspozycja pracownika jest niezgodna z wymaganiami przepisów dotyczących bhp. Zastosowanie w takim przypadku struktury barierowej (ekranu lub ubioru ochronnego) dwukrotnie zmniejszającej poziom narażenia spowoduje, że na pracownika będą oddziaływały pola strefy zagrożenia o poziomie, przy którym ze względu na wskaźnik ekspozycji może on wykonywać czynności zawodowe w czasie do ok. 8 minut. Może to być czas dostateczny do wykonania np. obchodu w otoczeniu instalacji antenowej.

Współczynnik SAR odzwierciedlający skutki termiczne ekspozycji jest proporcjonalny do kwadratu natężenia pola (podobnie jak wskaźnik ekspozycji W), więc również w przypadku oceny skuteczności bariery odnośnie do miar wewnętrznych ekspozycji uzyskujemy wynik pozytywny – dwukrotne zmniejszenie poziomu narażenia przez strukturę barierową skutkuje znacznym, bo czterokrotnym, zmniejszeniem poziomu zagrożenia ocenianego odnośnie do współczynnika SAR.

Stwierdzenie, czy dane rozwiązanie jest wystarczające do ochrony pracownika przed oddziaływaniem pola na poszczególnych stanowiskach pracy, wymaga szczegółowej oceny występującego tam poziomu narażenia i stwierdzenia, czy po wprowadzeniu bariery poziom zagrożenia zmniejszy się do akceptowalnego przez wymagania bhp.

Ekspozycja zawodowa na pola elektromagnetyczne

Ekspozycja na pola elektromagnetyczne występuje powszechnie, ponieważ pola wytwarzane są przez wszystkie urządzenia elektryczne oraz takie systemy bezprzewodowego przesyłania informacji, jak radio, telewizja czy telefonia mobilna. Wymagania przepisów bhp dotyczą wszystkich stanowisk pracy, jednak w większości przypadków pracownicy podlegają ekspozycji na pola strefy bezpiecznej, co nie wymaga specjalnego postępowania ze strony pracodawcy i pracowników. Wyjątkiem może być jedynie konieczność dodatkowej ochrony pracowników z implantami medycznymi, ponieważ zakłócenia elektronicznych implantów medycznych mogą wystąpić również w polach strefy bezpiecznej. W związku z tym informacja o źródłach pól elektromagnetycznych znajdujących się w środowisku pracy powinna być dostępna i czytelna dla wszystkich osób, które mogą w ich pobliżu przebywać (podane m.in. w BP 9/2008).

Tabela 2

WYBRANE ŹRÓDŁA PÓL ELEKTROMAGNETYCZNYCH W ŚRODOWISKU PRACY
Selected sources of electromagnetic fields in the working environment

Lp.	Źródło pola elektromagnetycznego	Pola występujące przy źródle				Poziom ekspozycji pracowników	
		statyczne	małej częstotliwości	średniej częstotliwości	wielkiej częstotliwości	z reguły niski poziom ekspozycji	możliwość wystąpienia wysokiego poziomu ekspozycji
1	Elektrotermia - grzanie indukcyjne		o	oo		x	xx
2	Diatermia chirurgiczna			oo		x	xx
3	Diatermia fizykoterapeutyczna				oo	x	xx
4	Grzanie dielektryczne (suszenie lub zgrzewanie)				oo		xx
5	Spawanie łukowe	o	oo	o		xx	x
6	Zgrzewanie rezystancyjne	o	oo	o		x	xx
7	Przemysłowe magnetyzatory i demagnetyzatory	o	oo			x	xx
8	Instalacje elektrolityczne	o	oo			xx	x
9	Piece mikrofalowe (przemysłowe)				oo	xx	x
10	Tomografia rezonansu magnetycznego	oo	oo	oo		x	xx
11	Spektrometry NMR	oo			oo	xx	x
12	Urządzenia do magnetoterapii	o	oo			xx	x
13	Systemy radarowe				o		xx
14	Systemy telekomunikacyjne (radio, telewizja)		o	o	o	xx	x
15	Telefonia mobilna – stacje bazowe				oo	xx	x
16	Systemy antykradzieżowe oraz elektronicznej kontroli obiektów	o	o	o	o	xx	x
17	Systemy elektroenergetyczne i elektryczna instalacja zasilająca	o	oo			xx	x
18	Pojazdy elektryczne (pociągi, tramwaje, trolejbusy, metro)	o	o			xx	x
19	Telefony komórkowe, bezprzewodowe i urządzenia bezprzewodowe lokalnego zasięgu (WLAN, bluetooth, itp.)				oo	xx	
20	Urządzenia elektryczne do użytku domowego, biurowego i nieprofesjonalnego		o			xx	x

Oznaczenia przyjęte w tabeli:

- oo – częstotliwość najczęściej stosowana w poszczególnych rodzajach urządzeń
- o – inne częstotliwości stosowane alternatywnie w poszczególnych rodzajach urządzeń
- xx – typowa sytuacja w środowisku pracy
- x – nietypowe sytuacje w środowisku pracy
- o – pola statyczne – magnetostaticzne lub elektrostatyczne
- o – pola małych częstotliwości – zakres częstotliwości obejmujący częstotliwość przemysłową 50 Hz i wyższe harmoniczne
- o – pola średniej częstotliwości – zakres częstotliwości kilohercowych i niskich megahercowych
- o – pola wielkiej częstotliwości – zakres częstotliwości radiowych i mikrofalowych (wysokich megahercowych i gigahercowych)
- z reguły niski poziom ekspozycji – szczegółowa ocena poziomu ekspozycji i działania prewencyjne nie są konieczne, pod warunkiem właściwego funkcjonowania urządzenia i organizacji pracy
- możliwość wystąpienia wysokiego poziomu ekspozycji – konieczna jest szczegółowa ocena poziomu ekspozycji uwzględniająca sposób funkcjonowania urządzenia, parametry jego pracy i organizacji czynności wykonywanej przez pracowników; na licznych stanowiskach pracy mogą być wymagane działania prewencyjne (szczegółnej uwagi wymagają warunki ekspozycji przy pracach nietypowych, jak: naprawy przy zdjętych zabezpieczeniach i/lub obudowie urządzeń; prace techniczne w pobliżu pracujących źródeł pola, jak np. anteny nadawcze; kontrola automatycznych linii produkcyjnych przy działających urządzeniach elektrotermicznych; czyszczenie urządzeń z włączonymi źródłami pola, jak np. magnesy tomografów rezonansu magnetycznego)

W tabeli 2. zaprezentowano podstawowe dane odnośnie do źródeł pól elektromagnetycznych, występujących najczęściej w środowisku pracy, ułatwiające rozeznanie, przy jakich urządzeniach niezbędne jest wdrożenie oceny poziomu narażenia i gdzie może zachodzić konieczność podjęcia działań prewencyjnych (łącznie z rozważeniem użycia struktur barierowych).

Poza przedstawionymi w tabeli 2., stosunkowo popularnymi grupami urządzeń wytwarzających pola elektromagnetyczne, w środowisku pracy można spotkać wiele urządzeń unikatowych (szczególnie w zakładach przemysłowych i placówkach naukowych). 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 tych urządzeń. W razie wątpliwości odnośnie do poziomu zagrożeń rozstrzygające może być wykonanie pomiarów natężeń pól oddziałujących na pracowników.

W kolejnym numerze „Bezpieczeństwa Pracy” opublikujemy drugą część artykułu, w której omówione zostanie zagadnienie ograniczania ryzyka zawodowego przy źródłach pól elektromagnetycznych. Scharakteryzowane zostaną wybrane źródła promieniowania oraz możliwości zastosowania ekranów elektromagnetycznych i określone wymagania odnośnie do ubiorów ochronnych przy obsłudze urządzeń emitujących pola elektromagnetyczne, przy których z powodów technicznych ekranowanie źródła jest niemożliwe lub nieefektywne.

PIŚMIENICTWO

[1] J. Karpowicz, K. Gryz *Zasady oceny zagrożeń elektromagnetycznych związanych z występowaniem prądów indukowanych i kontaktowych*, PiMOŚP, CIOP-PIB, 4(58)2008

[2] J. Karpowicz, K. Gryz *Pola elektromagnetyczne przy urządzeniach elektrochirurgicznych – ocena ryzyka zawodowego*, „Bezpieczeństwo Pracy” 5(440)2008

[3] J. Karpowicz *Pola elektromagnetyczne*, W: *Ryzyko zawodowe. Metodyczne podstawy oceny*. Red. nauk. W. M. Zawieska, CIOP-PIB, Warszawa 2007

[4] IARC *Non-ionizing radiation, Part 1: Static and extremely low-frequency (ELF) electric and magnetic fields*. IARC Monographs 80, IARC Press: Lyon, 2002

[5] Dyrektywa 2004/40/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 29 kwietnia 2004 r. w sprawie minimalnych wymagań w zakresie ochrony zdrowia i bezpieczeństwa dotyczących narażenia pracowników na ryzyko spowodowane czynnikami fizycznymi (polami elektromagnetycznymi) (osiemnasta dyrektywa szczegółowa w rozumieniu art. 16 ust. 1 dyrektywy 89/391/EWG), OJ. Nr L-184, 2004

[6] Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy. T. jedn. DzU z 2003 r. nr 169 poz.1650

[7] PN-N-18001:2004. *Systemy zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy. Wymagania*

[8] PN-N-18002:2000. *Systemy zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy. Ogólne wytyczne do oceny ryzyka zawodowego*

[9] 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. Załącznik 2, Część E. *Pola i promieniowanie elektromagnetyczne z zakresu częstotliwości 0 Hz do 300 GHz*. DzU nr 217, poz. 1833

[10] PN-T-06580:2002 *Ochrona pracy w polach i promieniowaniu elektromagnetycznym w zakresie częstotliwości od 0 Hz do 300 GHz*. Arkusz 01. Terminologia. Arkusz 03. *Metody pomiaru i oceny pola na stanowisku pracy*

Publikacja opracowana na podstawie wyników uzyskanych w ramach I etapu programu wieloletniego pn. „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy” dofinansowywanego w latach 2008-2010 w zakresie badań naukowych i prac rozwojowych przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Główny koordynator: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy.