



# Dostosowanie środków ochronnych w placówkach diagnostyki rezonansu magnetycznego do wymagań prawa pracy dotyczących zagrożeń elektromagnetycznych – część 2

## Adjustment of protection measures in the magnetic resonance imaging diagnostic centres to the requirements of labour law regarding electromagnetic hazards – part 2

Jolanta Karpowicz, Krzysztof Gryz

Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, Pracownia Zagrożeń Elektromagnetycznych, ul. Czerniakowska 16, 00-701 Warszawa, tel. +48 22 623 46 50, e-mail: jokar@ciop.pl

### Wprowadzenie

Obowiązujące w latach 1995-2016 wymagania prawa pracy dotyczące ochrony przed zagrożeniami elektromagnetycznymi (**Z-EM**) zostały w 2016 roku znowelizowane rozporządzeniami ministra rodziny, pracy i polityki społecznej:

- w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy pracach związanych z narażeniem na pole elektromagnetyczne (**R-BHP-EM**) [1]
- w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (**R-NDN-EM**) [2].

108

### Streszczenie

Najpóźniej 1 lipca 2018 roku upływa okres przejściowy, w którym środki ochronne, stosowane w celu zapewnienia bezpiecznych i higienicznych warunków pracy w placówkach użytkujących źródła pola elektromagnetycznego powinny być dostosowane do aktualnych wymagań prawa pracy. W artykule scharakteryzowano te wymagania, w kontekście typowych warunków narażenia na pole elektromagnetyczne pracujących w medycznych placówkach diagnostyki rezonansu magnetycznego, omówionych w pierwszej części opracowania. Szczególną uwagę zwrócono na zmiany wprowadzone w 2016 roku w stosunku do wymagań obowiązujących w latach 1995-2016. Wymagania te nie dotyczą pacjentów.

**Słowa kluczowe:** rezonans magnetyczny, skaner rezonansu magnetycznego, bezpieczeństwo i higiena pracy, prawo pracy

### Abstract

No later than on July 1st, 2018, it is the end of a transition period, when protection measures, applied in the aim to ensure safety and hygiene of working conditions in the facilities using electromagnetic field sources should be adjusted to current requirements of labour law. The article characterises these requirements, in the context of typical conditions of exposure to electromagnetic field of workers in the centres of medical imaging diagnostic of magnetic resonance, which were described in the first part of the article. Special attention has been drawn to changes introduced in 2016 comparing to requirements in force over 1995-2016. These requirements do not concern patients.

otrzymano / received:

28.02.2018

poprawiono / corrected:

02.03.2018

zaakceptowano / accepted:

05.03.2018

Proces dostosowania do nowych wymagań środków ochronnych, dotyczących rozpoznanych Z-EM, został powiązany z harmonogramem okresowych badań i pomiarów **pola elektromagnetycznego (pola-EM)** w środowisku pracy (R-BHP-EM: § 14). Z tego powodu najpóźniej do 1 lipca 2018 roku wszystkie placówki użytkujące źródła pola-EM obowiązane są dostosować do tych wymagań działania zapewniające bezpieczeństwo i higienę pracy (**BHP**).

W pierwszej części opracowania scharakteryzowano Z-EM, określone (R-BHP-EM: § 3.12) jako szkodliwe dla zdrowia, niebezpieczne lub uciążliwe skutki, związane ze złożonymi mechanizmami bezpośredniego i pośredniego oddziaływania pola-EM na organizm człowieka i obiekty materialne [1, 3, 4]. W placówkach medycznej diagnostyki rezonansu magnetycznego (**MDRM**) ze względu na bezpieczeństwo pracujących szczególnie uwagi wymagają:

- skutki pozatermiczne oddziaływania pola-EM – m.in. pobudzenie narządów zmysłów (którego przejściowe objawy mogą obejmować uciążliwe zawroty głowy czy wrażenia wzrokowe ograniczające ludziom zdolność do bezpiecznego wykonywania pracy)
- zakłócanie działania urządzeń elektronicznych znajdujących się w polu-EM (m.in. elektronicznych (aktywnych) implantów medycznych, np. stymulatorów serca i pomp insulinowych)
- zagrożenie balistyczne, rozumiane jako zagrożenie spowodowane gwałtownym przemieszczaniem się przedmiotów ferromagnetycznych w polu magnetostatycznym, dotyczące również mechanicznych (pasywnych) implantów medycznych, takich jak: endoprotezy ortopedyczne lub naczyniowe, jeśli są ferromagnetyczne.

Wspomniane oddziaływanie pola-EM w placówkach MDRM może również spowodować zagrożenie dla pacjentów, wynikające ze skutków termicznych oddziaływania pola-EM na organizm, a także zagrożeń balistycznych i oddziaływania na aktywne i pasywne implanty medyczne. Zagrożenia dotyczące bezpośrednio pacjentów i środki ochronne, jakie ich dotyczą, nie są omawiane w niniejszej publikacji.

## Zasady ochrony pracujących przed Z-EM

Ze względu na ochronę pracujących lub osób potencjalnie narażonych przed Z-EM dla rozpoznanych w przestrzeni pracy źródeł pola-EM rozpoznaje się zasięgi przestrzeni pola-EM stref ochronnych (pośredniej, zagrożenia i niebezpiecznej) (R-BHP-EM: § 7). W przestrzeni pracy, w miejscach dostępnych dla pracujących i osób potencjalnie narażonych, których może dotyczyć oddziaływanie pola-EM stref ochronnych, dokonuje się oceny poziomu narażenia na pole-EM źródeł pierwotnych i wtórnych (R-BHP-EM: § 5 ust. 1 i § 6. 1). Minimalne wymagania dotyczące oceny pola-EM w przestrzeni pracy, w tym lokalizacji punktów pomiarowych i szczegółowości oceny w przestrzeni pracy w polu-EM poszczególnych strefach ochronnych, określono w części

III załącznika nr 3 do R-BHP-EM<sup>1</sup>. Limity Interwencyjnych Poziomów Narażenia (IPN), odnoszące się do zasięgów przestrzeni pola-EM stref ochronnych oraz oceny zagrożeń pośrednich i bezpośrednich, określono w R-NDN-EM. W R-BHP-EM, w załączniku nr 2 określono limity Granicznych Poziomów Oddziaływania (GPO), które wykorzystywane są podczas oceny Z-EM bezpośrednich, występujących podczas narażenia niebezpiecznego. Ocena skutków narażenia niebezpiecznego wymaga opracowania adekwatnych modeli komputerowych i przeprowadzenia specjalistycznych badań naukowych obejmujących: wykonanie symulacji komputerowych dotyczących współczynnika SAR (przy narażeniu na PWCZ) lub natężenia pola-E indukowanego przez pole-EM w organizmie, Ein (przy narażeniu na PMS i PQS), walidację wyników obliczeń i ich analizę w kontekście limitów GPO oraz reprezentatywności przeprowadzonych badań ze względu na zróżnicowane warunki użytkowania źródeł pola-EM [1, 5, 6].

W przestrzeni pracy podejmuje się odpowiednie do specyfiki narażenia środki ochronne, określone przez wymagania prawa pracy (tabela 1, 2). Postanowienia prawa pracy nie odnoszą się do bezpieczeństwa pacjentów.

Wśród źródeł pola-EM scharakteryzowanych w R-BHP-EM (Załącznik nr 1) wymieniono skanery rezonansu magnetycznego jako źródło pola-EM, przy którym w typowych warunkach użytkowania występuje silne narażenie na pole-EM, wskazując, że ich użytkownicy zobowiązani są okresowo do:

- **rozpoznania i oceny Z-EM** dotyczących **pracujących i osób potencjalnie narażonych**, podczas zróżnicowanych warunków użytkowania urządzenia
- opracowania wprowadzenia w życie i okresowego aktualizowania **planu stosowania środków ochronnych**
- **oznakowania** źródeł pola-EM, zasięgu przestrzeni pola-EM stref ochronnych i rozpoznanych Z-EM
- **zapewnienia szkolenia** pracowników, a także informowania pracujących i osób potencjalnie narażonych, nt. rozpoznanych Z-EM i podjętych środków ochronnych
- **zapewnienia badań lekarskich** narażonych pracowników, a w szczególnych okolicznościach również pracujących i osób potencjalnie narażonych.

## Rozpoznanie i ocena Z-EM

### Rozpoznanie źródeł pola-EM

Na potrzeby realizacji wymagań prawa pracy **medyczne skanery rezonansu magnetycznego (MSRM)** można syntetycznie scharakteryzować jako urządzenie stosowane do medycznych badań diagnostycznych z wykorzystaniem zjawiska rezonansu magnetycznego, które jest pierwotnym źródłem złożonego

<sup>1</sup> Aktualne wymagania dotyczące oceny narażenia na pole-EM w przestrzeni pracy istotnie różnią się od stosowanych do czerwca 2016 r. wymagań ujętych w starszym rozporządzeniu ministra pracy [Dz.U. 2002, poz. 1833 z późn. zm.] oraz Polskiej Normie PN-T-06580:2002. W związku z tym dalsze korzystanie z wyników pomiarów wykonanych zgodnie z wymaganiami normy PN-T-06580:2002 jest obecnie niewłaściwe.



Tabela 1 Wymagania prawa pracy dotyczące ochrony przed Z-EM [R-BHP-EM]

Środki ochronne wymagane w razie narażenia na pole-EM w przestrzeni pracy	
Narażenie kontrolowane (tj. w przestrzeni pola-EM strefy pośredniej lub zagrożenia – PPSF lub PPSZ)	Narażenia niebezpieczne (tj. w przestrzeni pola-EM strefy niebezpiecznej – PPSN)
<p>Dopuszczalne, jeśli spełnione są następujące warunki (R-BHP-EM: Załącznik nr 3, cz. 1, pkt 3-8):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– dotyczy osób, u których w wyniku badań profilaktycznych nie stwierdzono przeciwwskazań medycznych do narażenia na pole-EM</li> <li>– przeprowadzono rozpoznanie i ocenę Z-EM w przestrzeni pracy</li> <li>– przez stosowanie środków ochronnych zostały wyeliminowane lub ograniczone rozpoznane Z-EM, z uwzględnieniem specyficznych ograniczeń dotyczących oddziaływania pola-EM na osoby szczególnie chronione</li> <li>– rozmieszczono stanowiska pracy w sposób ograniczający narażenie</li> <li>– narażenie na pole-EM jest okresowo oceniane</li> <li>– warunki wykonywania pracy zapewniają, że dziennie narażenie jest tymczasowe</li> <li>– odpowiednio oznakowano zasięgi przestrzeni pola-EM stref ochronnych oraz rodzaje występujących tam Z-EM</li> <li>– pracujący i osoby potencjalnie narażone zostali poinformowani o rozpoznanych Z-EM i zapoznani z zastosowanymi środkami ochronnymi</li> </ul>	<p>Dopuszczalne w uzasadnionych okolicznościach, jeżeli nie zostaną przekroczone górne limity GPO i spełnione są łącznie następujące warunki (R-BHP-EM, Załącznik nr3, cz. 1, pkt 11):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– udokumentowano okoliczności przemawiające za koniecznością wykonania prac związanych z narażeniem na pole-EM strefy niebezpiecznej</li> <li>– ocena poziomu narażenia na pole-EM i Z-EM przeprowadzona zgodnie z odpowiednimi wymaganiami R-BHP-EM (§ 6-8) wykazała, że zostały przekroczone górne limity IPN lub dolne limity GPO</li> <li>– zastosowano wszystkie techniczne i organizacyjne środki ochronne, z uwzględnieniem najnowszego stanu wiedzy, w szczególności dotyczące prac szczególnie niebezpiecznych i stwarzających możliwość wystąpienia szczególnego zagrożenia dla zdrowia lub życia ludzkiego (w rozumieniu § 225 i 237 kodeksu pracy)</li> <li>– uwzględniono charakterystykę miejsca pracy, sprzętu roboczego lub praktyk roboczych</li> <li>– użytkownik wykaże, że pracujący lub osoby potencjalnie narażone są w dalszym ciągu chronieni przed niekorzystnymi skutkami dla zdrowia i zagrożeniami bezpieczeństwa, a wskaźniki ich narażenia nie przekracza wartości 5 (<math>W &lt; 5</math>)</li> <li>– w ramach profilaktycznej opieki medycznej lekarz medycyny pracy informowany jest, że pracownika dotyczy narażenie w przestrzeni pola-EM strefy niebezpiecznej</li> </ul>
Nie określono warunków ograniczających ekspozycję w przestrzeni pola-EM strefy bezpiecznej, tj. dotyczących <b>ekspozycji pomijalnej</b>	

Tabela 2 Najistotniejsze terminy, określone specyficznie w prawie pracy, dotyczące charakterystyki Z-EM [R-BHP-EM]

Tematyka	Terminy określone w prawie pracy
Osoby podlegające oddziaływaniu pola-EM	<p><b>pracujący</b> – 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</p> <p><b>osoba potencjalnie narażona</b> – każda osoba mająca dostęp do miejsca narażenia, mimo że nie wykonuje prac przy użytkowaniu źródła pola-EM</p> <p><b>osoba szczególnie chroniona</b> – osoba, która podlega ograniczeniom dotyczącym przebywania w polu-EM stref ochronnych: kobieta w ciąży, młodociany, użytkownik aktywnych lub pasywnych implantów medycznych, osoba, u której stwierdzono przeciwwskazania do wykonywania pracy w warunkach narażenia</p>
Przestrzeń podlegająca oddziaływaniu pola-EM	<p><b>przestrzeń pracy</b> – teren, obiekt budowlany lub pomieszczenie, gdzie wykonuje się pracę</p> <p><b>przestrzeń obsługi</b> – w przestrzeni pracy wyróżnia się przestrzeń obsługi, w której pracujący przebywają podczas wykonywania dowolnego typu obowiązków, w szczególności w zakresie użytkowania źródła pola-EM, podczas dojazdu do miejsc wykonywania pracy, przygotowania do pracy lub przerw w pracy</p>
Narażenie na pole-EM i środki ochronne	<p><b>narażenie</b> – oddziaływanie pola-EM stref ochronnych</p> <p><b>lokalizacja miejsca narażenia</b> – część przestrzeni pracy, w której występuje pole-EM stref ochronnych</p> <p><b>środki ochronne</b> – środki ochrony zbiorowej, środki ochrony indywidualnej i inne techniczne środki ochronne stosowane w celu ograniczenia poziomu emisji lub narażenia lub działania techniczno-organizacyjne podejmowane w celu zapobiegania Z-EM</p>
Użytkowanie źródeł pola-EM	<p><b>użytkownik</b> – pracodawca, który użytkuje źródła pola-EM lub przestrzeń pracy, w której występuje pole-EM emitowane ze źródeł znajdującego się w tej przestrzeni lub poza nią</p> <p><b>użytkowanie źródła pola-EM</b> – wszystkie prace wykonywane przy obiekcie lub w jego otoczeniu, podczas których może on stać się pierwotnym lub wtórnym źródłem pola-EM, o parametrach zależnych od rodzaju tych prac, obejmujące m.in.: regulację parametrów roboczych, kontrolę techniczną lub inne czynności przy produkcji źródła pola-EM; prace badawczo-rozwojowe dotyczące źródła lub wykorzystania pola-EM; prace eksploatacyjne przy źródle pola-EM, wykonywane m.in. w zakresie: zmiany parametrów jego działania, konserwacji, przeglądów serwisowych, regulacji i remontów w celu osiągnięcia jego wymaganego stanu technicznego, montażu związanego z instalowaniem lub przebudową źródła pola-EM i prac kontrolno-pomiarowych do oceny jego stanu technicznego; transport źródła pola-EM; zamierzone wykorzystywanie pola-EM w różnych celach użytkowych; renowacja obiektów technicznych związanych z użytkowanym źródłem pola-EM, takich jak: konstrukcje wsporcze, pomieszczenia i obiekty budowlane; utrzymanie porządku lub czystości przy źródle pola-EM i w jego otoczeniu; pomiary parametrów pola-EM w przestrzeni pracy</p>

pola-EM: **PMS** (pola magnetostatycznego) stale włączonego, oraz emitowanych podczas diagnozowania pacjentów lub prac technicznych **PWCZ** (pola-EM wielkiej częstotliwości, często określanego jako pole-EM radiofalowe MSRM) i **PQS** (pola-EM quasi-statycznego, często określanego jako pole-EM gradientowe MSRM).

Charakterystyka pierwotnych i wtórnych źródeł pola-EM, występującego w przestrzeni pracy podczas użytkowania MSRM, oraz narażenia pracujących została szczegółowo scharakteryzowana w pierwszej części opracowania, na podstawie ich rozpoznania podczas ich 25-letniego monitorowania – we współpracy z kilkudziesięcioma placówkami MDRM, w ramach projektów badawczych, prac usługowych oraz działalności edukacyjnej, prowadzonych przez zespół Pracowni Zagrożeń Elektromagnetycznych Centralnego Instytutu Ochrony Pracy – PIB [4, 7-12]. Całą salę diagnostyczną, w której użytkowany jest MSRM, należy

traktować jako **przestrzeń pracy i przestrzeń obsługi** w stałym narażeniu na PMS oraz czasowo na PWCZ i PQS (Rys. 1), a przylegające pomieszczenie z generatorami jako potencjalnie narażone czasowo na PWCZ i PQS. W sali diagnostycznej oddziaływanie PWCZ może powodować powstawanie wtórnych źródeł pola-EM.

## Rutynowe badania diagnostyczne

Czynności niezbędne do przygotowania i przeprowadzenia każdego rutynowego badania MDRM wykonują w otoczeniu magnesu MSRM głównie elektroradiolodzy i pielęgniarki, a w razie potrzeby również współpracujący z nimi zespół pracowników innych specjalności, takich jak: lekarze różnych specjalności (np. anestezjolog, kardiolog) asystujący pacjentom przed, podczas lub po badaniu – zależnie m.in. od stanu zdrowia pacjenta

i złożoności badania, a w szczególnych okolicznościach również inne osoby (np. funkcjonariusze konwojujący więźniów diagnozowanych poza terenem zakładów karnych) lub członkowie rodziny pacjenta. Typowo podczas badania elektroradiolodzy nie przebywają w pobliżu magnesu MSRM – nadzorują wtedy badania ze stanowiska komputerowego sterowania badaniem.

### Inne prace w otoczeniu magnesu MSRM

Rozpoznanie i ocena Z-EM związanych z użytkowaniem MSRM powinny obejmować również zróżnicowane warunki narażenia na pole-EM wszystkich osób, które wykonują różnorodne prace związane z utrzymaniem czystości i wymaganego stanu technicznego urządzeń i pomieszczeń, czynności serwisowe, naprawy, remonty, inne czynności administracyjno-techniczne, kontrolne, pomiarowe itp. w pobliżu magnesu MSRM i w sąsiednich pomieszczeniach.

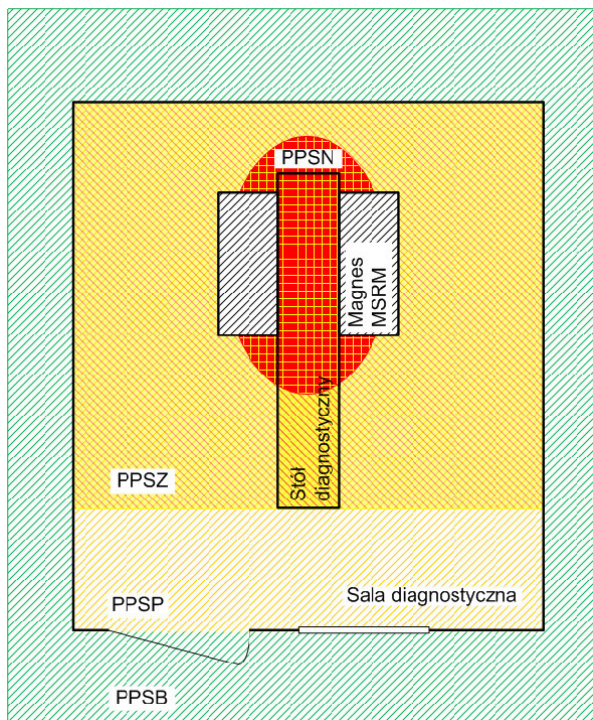
### Ocena narażenia na pole-EM i Z-EM

**Przy MSRM rozpoznanie i ocena obejmuje Z-EM wynikające z oddziaływania PMS i poruszania się w PMS, oraz PWCZ i PQS, z uwzględnieniem wspomnianych wtórnych źródeł PWCZ.** PMS wytwarzane przez magnes nadprzewodzący lub trwałe występujące stale w jego otoczeniu – 24 godziny na dobę, codziennie od momentu uruchomienia urządzenia, często również podczas transportu urządzenia [3-5, 7-13]. Wszystkie

czynności w sali diagnostycznej wykonywane są w narażeniu na PMS stref ochronnych. Poziom diagnostycznego PMS określa najwyższy poziom narażenia podczas rutynowego użytkowania MSRM (wszystkich osób znajdujących się wewnątrz magnesu, ponieważ dostęp do przestrzeni diagnostycznej nie jest ograniczony fizyczną barierą). Natomiast podczas prac technicznych (np. serwisowych), możliwe jest również narażenie na PQS i PWCZ oraz dostęp do przestrzeni PMS o kilkadziesiąt procent silniejszego od pola diagnostycznego, kiedy urządzenie jest częściowo zdemontowane. Ponadto podczas prac technicznych, przy kontrolowanych generatorach również może wystąpić narażenie na PWCZ i PQS. Oceny może wymagać również narażenie pracowników medycznych i technicznych na PWCZ i PQS, jeśli przebywają z pacjentem podczas badania lub wykonują prace techniczne przy instalacji zasilania cewek gradientowych lub radiofalowych. Natomiast elektroradiolodzy i inni pracujący najczęściej nie podlegają narażeniu na PWCZ i PQS, emitowane jedynie podczas badania, a przez znaczny odsetek dnia pracy nie przebywają również w przestrzeni PMS w otoczeniu magnesu.

Ocena bezpośrednich skutków oddziaływania pola-EM z wykorzystaniem limitów górnych GPO dotyczy następujących przypadków narażenia niebezpiecznego w pobliżu MSRM:

- podczas poruszania się w PMS bezpośrednio w otoczeniu przestrzeni pola diagnostycznego
- podczas asystowania pacjentowi w czasie diagnozowania lub prac technicznych (narażenie na PQS lub PWCZ).



#### Zagrożenia elektromagnetyczne i środki ochronne w placówce MDRM

##### PPSP – przestrzeń PMS strefy pośredniej (B: 0,5-3 mT)

- narażenie kontrolowane
- zagrożenia pośrednie – dotyczące użytkowników implantów medycznych
- środki ochronne:

- a) oznakowanie ostrzegającego o Z-EM
- b) szkolenia i badania lekarskie pracujących
- c) ocena miar ustalonych dla limitów IPN – ze względu na ocenę zasięgu przestrzeni PPSP oraz ustalenie ograniczeń dostępu ze względu na bezpieczeństwo użytkowników elektrostymulatorów serca i innych implantów elektronicznych [do 1 lipca 2016 r. dolna granica PPSP dla PMS wynosiła B = 3,3 mT]

##### PPSZ – przestrzeń PMS strefy zagrożenia (B: 3 mT- IPNob-B = 200 mT)

- narażenie kontrolowane
- zagrożenia pośrednie – balistyczne i dotyczące użytkowników implantów medycznych
- środki ochronne:

- a) – c)
- d) ocena miar ustalonych dla limitów IPN – ze względu na ocenę zasięgu przestrzeni PPSP oraz na ocenę narażenia głowy, tułowia i kończyn w przestrzeni obsługi w PPSZ oraz wprowadzenie organizacji pracy zapewniającej spełnienie wymagań dotyczących narażenia kontrolowanego, a także ustalenie ograniczeń dostępu ze względu na zagrożenia balistyczne wynikające ze skutków oddziaływania PMS na przedmioty ferromagnetyczne przyciągane przez magnes

##### PPSN – przestrzeń PMS strefy niebezpiecznej oraz najsilniejsza PMS strefy zagrożenia (B > IPNob), których dotyczy ocena zgodności Z-EM z limitami GPO (B > 200 mT)

- narażenie kontrolowane lub niebezpieczne
- zagrożenia bezpośrednie – ze względu na oddziaływania PMS (takie jak zawroty głowy i mdłości) oraz PQS i PWCZ
- zagrożenia pośrednie – balistyczne i dotyczące użytkowników implantów medycznych
- środki ochronne:

- a) – d)
- e) w PMS przekraczającym limit bazowy, **IPNob-B > 200 mT**, powinny być stosowane środki ochronne celem zapewnienia tymczasowości narażenia na PMS (t.j. aby  $W < 5$ ) i ochrony przed bezpośrednimi skutkami oddziaływania pola-EM (polegającymi m.in. na odczuwaniu zawrotów głowy lub mdłości podczas poruszania się przy oddziaływaniu PMS); oszacowanie zgodności warunków narażenia na PMS z limitami miar ustalonych dla GPO [limity GPO – górne dotyczące narażenia na PMS obejmują: B = 8 000 mT (8T) i Ein oceniane w układzie nerwowym głowy lub całego ciała]

**Rys. 1** Schemat rozpoznania i oceny Z-EM oraz stosowania środków ochronnych w otoczeniu MSRM (charakterystyka typowych zasięgów przestrzeni PMS stref ochronnych w otoczeniu skanerów RM 1,5 T lub 3 T, z dokładnością odzwierciedlającą wymagania R-BHP-EM): **pierwotne źródło pola-EM** – magnes (PMS – aktywne 24h/dobę, codziennie) oraz cewki gradientowe i radiofalowe (PQS, PWCZ – aktywne podczas diagnozowania pacjenta lub prac technicznych); **wtórne źródło pola-EM** – obiekty w sali diagnostycznej (ze względu na oddziaływanie PWCZ); **przestrzeń pracy** – cała sala diagnostyczna; **przestrzeń obsługi** – cała sala diagnostyczna



Przy wykorzystywanych obecnie w Polsce MSRM z magnesami o indukcji do 3 T nie występują okoliczności wymagające oceny warunków narażenia na PMS w odniesieniu do górnego limitu GPO ( $B = 8 \text{ T}$ ), natomiast występują warunki narażenia wymagające zastosowania środków ochronnych dla zapewnienia ich zgodności z innymi limitami GPO (dotyczącymi Ein i SAR). Ze względu na limity GPO, określone odrębnie dla głowy, tułowia i kończyn, konieczne jest również ocenianie narażenia pracujących z uwzględnieniem 3-wymiarowego rozkładu przestrzennego tego narażenia w przestrzeni obstugi.

## Środki ochronne ze względu na Z-EM w placówkach MDRM

### Plan stosowania środków ochronnych

Z uwagi na występowanie w sali diagnostycznej MSRM narażenia na pole-EM stref ochronnych niezbędne jest **opracowanie planu stosowania środków ochronnych** określonych przez prawo pracy i wprowadzenie go w życie [R-BHP-EM: § 10-13 oraz Załącznik nr 3 cz. I], szczególnie w zakresie koniecznym dla:

- ochrony przed zagrożeniami wynikającymi z bezpośrednich skutków oddziaływania PMS podczas poruszania się przy magnesie (takich jak zawroty głowy i mdłości)
- ochrony przed zagrożeniami wynikającymi z pośrednich skutków oddziaływania pola-EM na użytkowników implantów medycznych
- ochrony przed zagrożeniami balistycznymi wynikającymi ze skutków oddziaływania PMS na przedmioty ferromagnetyczne i przyciąganie ich przez magnes
- spełnienia wymagań określających warunki dla narażenia kontrolowanego i niebezpiecznego, w tym zapobiegających możliwości przekroczenia limitów GPO.

Środki ochronne dostosowuje się do specyfiki narażenia na pole-EM i złożonych zawodowych Z-EM rozpoznanych w przestrzeni pracy w polu-EM stref ochronnych, w szczególności ze względu na rozpoznane prace szczególnie niebezpieczne lub stwarzające możliwość wystąpienia szczególnego zagrożenia dla zdrowia lub życia ludzkiego (w rozumieniu § 225 i 237 kodeksu pracy). Planowanie środków ochronnych powinno uwzględniać złożoność warunków dziennego narażenia wszystkich pracujących i osób potencjalnie narażonych, dla których nie ograniczono technicznie lub organizacyjnie dostępu do pomieszczeń MSRM. Odpowiednie działania ochronne dotyczące skutków oddziaływania PMS na pracującego, poruszającego się przy jego źródle, jak zawroty głowy i mdłości, to: zorganizowanie przestrzeni i sposobu pracy tak, aby ograniczyć konieczną aktywność pracującego lub osoby potencjalnie narażonej w tym miejscu.

Na rysunku 1 pokazano schemat typowego zasięgu przestrzeni PMS stref ochronnych w sali diagnostycznej placówki MDRM oraz zakresu rozpoznania i oceny Z-EM w przestrzeni pracy, a także stosowania środków ochronnych, konieczny do realizacji omówionych wymagań prawa pracy.

Zapewnieniu odpowiedniej ochrony przed złożonymi Z-EM podczas użytkowania MSRM sprzyja wykonywanie pracy przy urządzeniu w zespole dwuosobowym. Skuteczność stosunkowo prostych środków ochronnych, jakie można wprowadzić poprzez lepszą organizację zadań poszczególnych pracujących, zilustrowano na przykładzie 2 scenariuszy warunków narażenia zespołu, elektroradiolog i pielęgniarka, który odpowiada za przeprowadzenie 30 badań diagnostycznych, wymagających każdorazowo podania kontrastu pacjentom i zmian wyposażenia diagnostycznego (cewek), (Tabela 3):

Scenariusz nr 1 – autonomiczna praca elektroradiologa i pielęgniarki (30 pacjentów):

- elektroradiolog przygotowuje każde badanie przez ok. 4 minuty, przebywając w PMS o indukcji 300 mT
- pielęgniarka aplikuje kontrast każdemu pacjentowi znajdującemu się w magnesie, bezpośrednio do żyły, przebywając ok. 2 minuty w PMS o indukcji 1400 mT.

Scenariusz nr 2 – skoordynowana praca elektroradiologa i pielęgniarki (30 pacjentów):

- elektroradiolog przygotowuje każde badanie z pomocą pielęgniarki przez ok. 2 minuty, przebywając w PMS o indukcji 300 mT
- pielęgniarka aplikuje kontrast każdemu pacjentowi z pomocą elektroradiologa wysuwającego pacjenta z magnesu, do przygotowanego przed badaniem wkłucia dożylnego, przebywając ok. 1 minuty w PMS o indukcji 150 mT.

Aby zapewnić dostosowanie działań do realnych warunków wykonywania pracy, użytkownik konsultuje z pracownikami lub

reklama

## SZKOLENIA SPECJALISTYCZNE IOR, ORP, OA





**Inspektor Ochrony Radiologicznej**  
w pracowniach stosujących aparaty rentgenowskie  
w celach medycznych, szkolenia typu: R, S

**Ochrona Radiologiczna Pacjenta**  
LR, LMN, LRZ, LIX, LST, FT, PMN, LRT

**Operator Akceleratora**  
typu A-A i S-A

Copyright © LADIS

**INSTYTUT FIZYKI JĄDROWEJ**  
im. H. Niewodniczańskiego PAN

ul. Radzikowskiego 152	tel.: 12 662 84 57
31-342 Kraków	12 662 83 32
e-mail: szkolenia@ifj.edu.pl	fax: 12 662 81 58



**Tabela 3** Ocena warunków narażenia na pole-EM podczas przykładowych scenariuszy narażenia wynikającego z wykonania 30 badań MDRM

Warunki narażenia na PMS	Wskaźnik narażenia pracujących, bezwymiarowy		Łączny czas przygotowania badań i aplikacji kontrastu, tj. przerw w diagnostycznym wykorzystaniu MSRM, minuty	Uwagi
	Elektroradiologa	Pielęgniarki		
<b>Scenariusz nr 1</b>				
Przygotowanie badań: W1	0,56	---	120	Występuje narażenie niebezpieczne pielęgniarki, niespełniające wymagań określających warunki jego dopuszczalności. Występuje zagrożenie wypadkowe ze względu na bezpośrednie oddziaływanie PMS.
Aplikacja kontrastu: W2	---	6,13	60	
Łącznie: W = W1 + W2	<b>0,56</b>	<b>6,13</b>	<b>180</b>	
<b>Scenariusz nr 2</b>				
Przygotowanie badań: W1	0,28	0,28	60	Występuje narażenie kontrolowane tymczasowe pielęgniarki i elektroradiologa (a-priori, nie wymaga szczegółowej oceny wskaźnika narażenia). Brak zagrożenia wypadkowych ze względu na bezpośrednie oddziaływanie PMS. Dwukrotnie krótszy czas przerw w diagnostyce.
Przygotowanie pacjenta i podanie mu kontrastu: W2	0,04	0,04	30	
Łącznie: W = W1 + W2	<b>0,32</b>	<b>0,32</b>	<b>90</b>	

**Uwagi:**

- Ocena tymczasowości narażenia na pole-EM podczas użytkowania MSRM wymaga z reguły co najwyżej oszacowania narażenia na PMS wg zależności:  $W(PMS) = Tg(B/200)^2$ , gdzie B jest poziomem narażenia quasi-stacjonarnego na PMS o indukcji wyrażonej w mT, a Tg jest bezwymiarowym współczynnikiem krotności czasu narażenia ogólnego w stosunku do 8 godzin.
- Dla większej przejrzystości prezentowanego przykładu nie zostały uwzględnione: zmienność poziomu narażenia podczas aktywności pracujących w otoczeniu magnesu oraz zróżnicowanie profili narażenia podczas różnego typu badań. Dla wszystkich prac zaprezentowano oszacowanie wskaźnika narażenia w PMS strefy zagrożenia, pomimo braku konieczności szczegółowego szacowania wskaźnika narażenia, jeśli na podstawie informacji o poziomie narażenia na pole-EM i jego dziennej długotrwałości można wykazać spełnienie kryterium tymczasowości dla całego dnia pracy metodę oceny najgorszego przypadku (tj. na podstawie rozpoznanej długotrwałości dziennej narażenia i jego najwyższego poziomu).

ich przedstawicielami wszystkie działania dotyczące rozpoznania źródeł pola-EM i typowania miejsc narażenia oraz wykonywania wspomnianych okresowych badań i pomiarów pola-EM w środowisku pracy [14] oraz bezpieczeństwa i higieny pracy przy narażeniu na pola-EM [art. 237 kodeksu pracy].

Zastosowane środki ochronne dokumentuje się wykorzystując zgodnie z rozporządzeniem w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy [15], uwzględniając w szczególności dane dotyczące:

- przestrzeni pracy, miejsc i stanowisk pracy oraz narażonych osób, których dotyczy ocena Z-EM
- zidentyfikowanej przestrzeni obsługi oraz przestrzeni wyłączonej z dostępu i podjętych w tym celu działań
- pierwotnych i wtórnych źródeł pola-EM rozpoznanych w przestrzeni pracy oraz poziomu ekspozycji na pole-EM, w tym zidentyfikowanego narażenia w przestrzeni pola-EM stref ochronnych i oceny jego tymczasowości
- oceny zróżnicowanych warunków użytkowania źródeł pola-EM i ich wpływu na poziom ekspozycji, z uwzględnieniem wymagań dotyczących osób szczególnie chronionych
- środków organizacyjno-technicznych, jakie zastosowano albo zamierza się zastosować w celu wyeliminowania lub ograniczenia poszczególnych Z-EM oraz miejsc i stanowisk pracy, których one dotyczą
- trybu i terminu planowanej aktualizacji dokumentacji.

### Oznakowania źródeł pola-EM, zasięgu stref ochronnych i rozpoznanych Z-EM

Do oznaczenia źródeł pola-EM, zasięgów pola-EM stref ochronnych i rodzajów rozpoznanych Z-EM stosuje się tablice informacyjne lub znaki graficzne, w szczególności określone w normach PN-T-06260:1974 [16] lub PN-EN ISO 7010:2012 [17] (Rys. 2, 3).

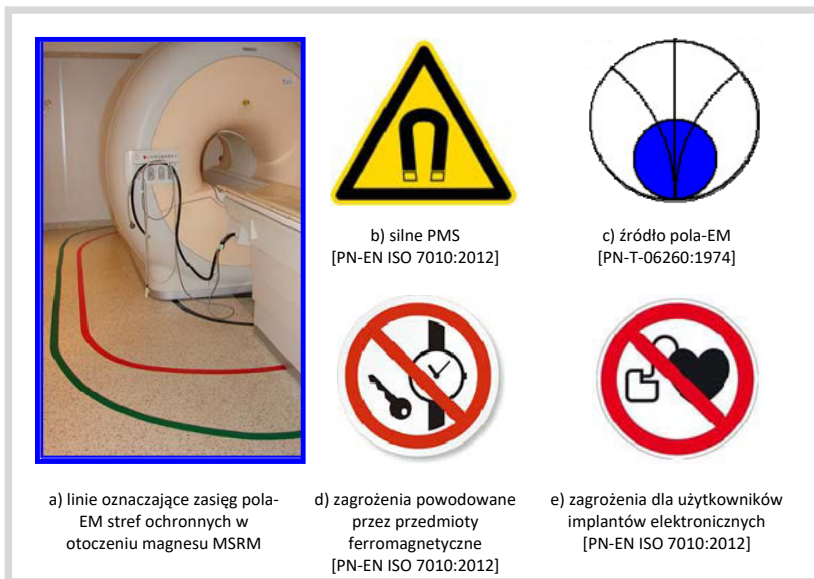
Natomiast w normie PN-EN 60601-2-33 [18] przewidziano również czytelne oznakowanie przedmiotów, które nie

podlegają niepożądanym oddziaływaniom PMS i mogą być bezpiecznie użytkowane lub przechowywane w pobliżu magnesów MSRM (Rys. 4). Wprawdzie w polskich przepisach BHP brak odpowiednika takiego oznakowania, jednakże w normie PN-T-06260:1974 przewidziano biało-zielony znak do oznakowania miejsc w przestrzeni pracy, w których występuje pole-EM strefy bezpiecznej – kolor zielony jest więc powiązany z oznakowaniem sytuacji bezpiecznych. Dobrą praktyką przeciwdziałania zagrożeniom balistycznym jest niewątpliwie, aby w sali diagnostycznej MDRM (a także w pomieszczeniach, z których można bezpośrednio wejść w pobliże magnesu MSRM) znajdowały się jedynie obiekty, które nie podlegają oddziaływaniu PMS (bez elementów ferromagnetycznych, pamięci magnetycznych, układów elektronicznych wrażliwych na oddziaływanie PMS itd.) i aby były one czytelnie oznaczone – np. kolorem zielonym lub wspomnianym zielonym znakiem MR.

Informacje ostrzegające o Z-EM spełniają swoje funkcje przy właściwym rozmieszczeniu, wielkości i treści oznaczeń, jeśli są one:

- zawsze łatwe do zauważenia w placówce diagnostycznej (wystarczającej wielkości i umieszczone w widocznych miejscach), zarówno podczas badań pacjentów, jak i kiedy nie prowadzi się rutynowych działań
- jednoznacznie ostrzegające o poszczególnych Z-EM w pobliżu magnesu MSRM
- zrozumiałe zarówno dla osób przeszkolonych na temat BHP w placówce MDRM, jak i osób przebywających tam przypadkowo lub sporadycznie i z tego powodu nieprzeszkolonych wcześniej nt. występujących tam Z-EM (np. pracownicy wykonujący prace remontowe lub asystujący pacjentom z powodów zdrowotnych lub prawnych)
- zredagowane po polsku (zgodnie z wymaganiami ustawy o ochronie języka polskiego).

Aktualnie wymagane jest również (R-BHP-EM) oznakowanie Z-EM obejmujące zastosowanie **trwałego oznaczenia zasięgu pola-EM stref ochronnych** naniesionego na podłozie lub



**Rys. 2** Typowy MSRM: a) przykładowe oznaczenia ostrzegające o zagrożeniach związanych z oddziaływaniem PMS, umieszczone w otoczeniu obudowy magnesu; b-e) przykładowe znaki ostrzegawcze dotyczące Z-EM  
Źródło: [7].

wyznaczonego w inny sposób w otoczeniu źródeł pola-EM o stałej lokalizacji (a do takich źródeł zaliczamy większość MSRM).

Obowiązki związane z koniecznością ochrony osób szczególnie chronionych przed Z-EM sytuowane są m.in. w ramach informowania o występowaniu takich zagrożeń w środowisku pracy (tj. oznakowania źródeł pola-EM, zasięgów stref ochronnych i rozpoznanych Z-EM).

### Szkolenia na temat Z-EM i środków ochronnych

Do kluczowych środków ochrony przed Z-EM należy zarówno wspomniane oznakowanie miejsc występowania pola-EM stref ochronnych, źródeł pola-EM i rozpoznanych tam Z-EM, jak i szkolenie na ich temat. W ramach szkoleń w dziedzinie BHP użytkownik zapewnia pracownikom, dla których przebywanie w polu-EM rozpoznanych stref ochronnych nie zostało wykluczone, wszelkie niezbędne informacje dotyczące wyników oceny Z-EM (R-BHP-EM, § 12), w szczególności dotyczące:

- środków ochronnych oraz zasad ograniczania poziomu narażenia na pole-EM lub ograniczania Z-EM, jakie należy stosować w ramach wymagań prawa pracy z uwagi na rozpoznane Z-EM
- limitów IPN i limitów GPO oraz możliwych bezpośrednich skutków oddziaływania pola-EM na organizm człowieka, w tym objawów przejściowych
- możliwych skutków pośrednich oraz stwarzanych przez nie zagrożeń dla bezpieczeństwa i higieny pracy
- występowania pola-EM stref ochronnych oraz potencjalnych skutków dla bezpieczeństwa i higieny pracy wynikających z poziomów pola-EM rozpoznanych w przestrzeni pracy
- sposobów wykrywania i zgłaszania niekorzystnych dla zdrowia skutków narażenia oraz zakresu profilaktycznej opieki zdrowotnej



**Rys. 3** Oznaczenia ostrzegające o zagrożeniach związanych z oddziaływaniem pola-EM na użytkowników pasywnych (metalowych) implantów medycznych – PN-EN ISO 7010:2012  
Źródło: [17].



**Rys. 4** Oznaczenie przedmiotów niepodlegających niepożądanym oddziaływaniom PMS, tzn. bezpiecznych w pobliżu MSRM – PN-EN-60601-2-33  
Źródło: [18].

- bezpiecznych sposobów pracy ograniczających Z-EM wynikające z oddziaływania pola-EM
- prawidłowego stosowania odpowiednio dobranych środków ochronnych
- ograniczeń dotyczących oddziaływania pola-EM na osoby szczególnie chronione.

Natomiast użytkownik, u którego **prace wykonują pracownicy zatrudniani przez różnych pracodawców, osoby fizyczne wykonujące prace na innej podstawie niż stosunek pracy lub osoby prowadzące na własny rachunek działalność gospodarczą, którzy mają dostęp do pola-EM stref ochronnych**, jest obowiązany dostarczyć tym pracodawcom lub osobom wszelkich niezbędnych informacji, które są objęte wymaganiami dotyczącymi szkolenia pracowników, oraz informacji, o których mowa w art. 207(1) kodeksu pracy.

Szeroki zakres tematyczny szkoleń, o których mowa w R-BHP-EM, wymaga odpowiedniego czasu trwania szkoleń oraz przygotowania merytorycznego wykładów – tematyka obejmuje trudne zagadnienia fizyczne, techniczne, medyczne i formalno-prawne. Szerokie doświadczenie praktyczne ze szkoleń realizowanych przez autorów niniejszego opracowania w przedsiębiorstwach wskazuje, że szkolenia dla pracowników (w zakresie tematycznym wymaganym przez prawo pracy ze względu na ochronę przed zagrożeniami-EM) wymagają co najmniej dwugodzinnego wykładu. Jako dobrą praktykę zalecić można również realizację szkoleń obejmujących zarówno wykłady, jak i ćwiczenia praktyczne w zakresie sposobu wykonywania pracy, przy którym minimalizowane jest narażenie pracujących na pole-EM lub ograniczane są jego niepożądane skutki.

### Badania lekarskie

Pracownikom, którzy mają dostęp do przestrzeni pola-EM rozpoznanych stref ochronnych, w skierowaniu na profilaktyczne

badania lekarskie użytkownik przekazuje lekarzowi (sprawiającemu profilaktyczną opiekę zdrowotną nad pracownikami [19]) odpowiednie informacje dotyczące charakterystyki pola-EM i poziomu narażenia w przestrzeni pracy dostępnej dla pracownika (R-BHP-EM, § 13). Ponadto użytkownik zapewnia przeprowadzenie badań lekarskich poza terminami wynikającymi z częstotliwości wykonywania wspomnianych badań okresowych:

- pracownikowi – w przypadku zgłoszenia niepożądanych skutków dla zdrowia
- pracującemu – w przypadku podejrzenia, że skutkiem narażenia mogło być przekroczenie górnych limitów GPO.

W rozporządzeniu ministra zdrowia określającym zasady badań lekarskich [19] pola i promieniowanie elektromagnetyczne oznaczono jako czynnik o działaniu genotoksycznym lub teratogennym oraz podano ogólne zalecenia dotyczące zakresu badań okresowych.

Wprowadzone środki ochronne powinny zapewniać bezpieczne i higieniczne warunki pracy osobom szczególnie chronionym, m.in. kobietom w ciąży, pracownikom młodocianym i użytkownikom implantów medycznych [R-BHP-EM]. Obowiązki związane z koniecznością ochrony osób szczególnie chronionych przed Z-EM realizowane są m.in. w ramach profilaktyki objętej systemem medycyny pracy (ponieważ pracodawca nie ma dostępu do dokumentacji medycznej na temat stanu zdrowia pracownika, w tym informacji o użytkowaniu przez niego implantów medycznych).

W wykazie prac uciążliwych, niebezpiecznych lub szkodliwych dla zdrowia kobiet w ciąży uwzględniono „prace w zasięgu pola-EM o natężeniach przekraczających wartości dla strefy bezpiecznej, określone w przepisach w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy”. 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”. Praca przy monitorach ekranowych nie wymaga oceny Z-EM [20].

Dla każdego użytkownika implantów medycznych wymagana jest indywidualna ocena Z-EM, uwzględniająca rodzaj implantu i poziom pola-EM, w którym dana osoba będzie narażona. Przy aktualnych poziomach limitów IPN, w razie oddziaływania pola-EM strefy bezpiecznej z reguły nie ma konieczności oceny Z-EM dotyczących użytkowników aktywnych implantów medycznych, np. stymulatorów serca czy pomp insulinowych. Ponadto, od lat nie są implantowane wszczepy mechaniczne z materiałów ferromagnetycznych, więc dla większości użytkowników takich implantów pobyt w PMS stref ochronnych w sali diagnostycznej MSRM nie stanowi zagrożenia. Natomiast oddziaływanie PWCZ stref ochronnych wymaga oceny zagrożeń zarówno dla użytkowników implantów elektronicznych, jak i mechanicznych.

reklama

**KONTROLA DAWEK**

 <http://dawki.ifj.edu.pl>

copyright © LADIS

**LABORATORIUM DOZYMETRII INDYWIDUALNEJ I ŚRODOWISKOWEJ**

ul. Radzikowskiego 152    tel.: 12 662 84 57  
31-342 Kraków            fax: 12 662 81 58  
e-mail: [ladis@ifj.edu.pl](mailto:ladis@ifj.edu.pl)



## Podsumowanie

Przebywanie w przestrzeni pracy, w której występuje pole-EM stref ochronnych jest zatrudnieniem w warunkach zagrożenia wynikającego z oddziaływania pola-EM, niezależnie od dziennego czasu trwania takiego narażenia, jego powodu oraz formy prawnej zatrudnienia. Uwagi wymaga, że w wyniku emisji PQS przez MSRM, omawianym Z-EM towarzyszy w sali diagnostycznej impulsowy hałas. Jest to zjawisko bardzo istotne zarówno dla prawidłowego rozpoznania charakterystyk Z-EM, jak i ze względu na konieczność stosowania środków ochrony narządu słuchu pacjentów i pracujących [7, 21].

Ocenę narażenia na pole-EM i Z-EM wykonuje się okresowo, ponieważ charakterystyki narażenia pracujących i osób potencjalnie narażonych na pole-EM stref ochronnych nie powinna być traktowana jako sytuacja statyczna, utrwalona na cały okres użytkowania jego źródła. Oprócz ocen okresowych wymagane są one również każdorazowo, jeżeli mogły utracić aktualność (R-BHP-EM: § 9), np. wskutek:

- **zmian technicznych lub w warunkach pracy** – w przypadku MSRM należy uwzględnić m.in.: nowe rodzaje badań, zmiany organizacji pracy, zmiany wyposażenia (np. cewek diagnostycznych), zmiany kadrowe itd.
- ujawnienia bezpośrednio przez pracownika lub w wyniku okresowych badań lekarskich niepożądanych skutków dla zdrowia





– zmian poziomów emisji lub narażenia, spowodowanych procesami zużycia technicznego źródeł pola-EM i ich wyposażenia – ze szczególnym uwzględnieniem źródeł pola-EM, w których konstrukcji zastosowano środki ochronne, np. ekrany elektromagnetyczne – w przypadku MSRM należy uwzględnić m.in.: zakres regulacji położenia ruchomych elementów skanera oraz stan techniczny kabli i gniazd przyłączeniowych.

Wymagania R-BHP-EM określają, że użytkownik rozpoznaje i ocenia Z-EM w miejscach narażenia w regularnych odstępach czasu, uzależnionych od rodzaju i poziomu zagrożeń (nie rzadziej niż co 4 lata) oraz dokumentuje je (w zakresie określonym w załączniku nr 3 do R-BHP-EM, § 8). Użytkownik rozpatruje aktualność oceny Z-EM i stosowanych środków ochronnych również ze względu na przejściowe objawy oddziaływania PMS lub PQS na pracujących, m.in. takie jak zawroty głowy i mdłości.

Sprawnie zorganizowane działania wynikające z realizacji aktualnych wymagań prawa pracy powinny tworzyć ciągły proces kreowania przestrzeni i procedur pracy w celu: ograniczenia ilości osób narażonych na pole-EM (szczególnie podlegających narażeniu niebezpiecznemu), ograniczenia poziomu oraz częstotliwości i długotrwałości narażenia kontrolowanego, ograniczenia zasięgów pola-EM stref ochronnych, przeciwdziałania zagrożeniom bezpieczeństwa powodowanym przez oddziaływanie pola-EM (szczególnie zagrożeniom balistycznym, zagrażającym nie tylko bezpieczeństwu ludzi i urządzeń, ale również niosących realne zagrożenie życia pracujących i pacjentów).

*Publikacja opracowana na podstawie wyników IV etapu programu wieloletniego pn. „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy” (Koordynator programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy) finansowanego w latach 2017-2019 w zakresie zadań służb państwowych ze środków Ministerstwa Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej (zadanie 1.G.12).*

## Literatura

1. 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 pola elektromagnetyczne [Dz.U. 2016, poz. 950, zm. poz. 2284, zm. Dz.U. 2017, poz. 1276].
2. 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]. Załącznik nr 2. Część E „Pole elektromagnetyczne”.
3. ICNIRP International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection: *Guidelines on Limit of Exposure to Static Magnetic Fields*, Health Physics, 4, 2009, 404-514.
4. J. Karpowicz, K. Gryz: *Rozpoznanie i ocena zagrożeń elektromagnetycznych w placówkach diagnostyki obrazowej rezonansu magnetycznego – część 1*, Inżynier i Fizyk Medyczny, 6, 2017, 399-406.
5. J. Karpowicz, K. Gryz: *Dostosowanie środków ochrony przed zagrożeniami elektromagnetycznymi do nowych wymagań prawa pracy – Poradnik*, CIOP-PIB, 2017.
6. P. Zradziński: *Uwarunkowania wykorzystania numerycznych modeli pracowników do oceny zagrożeń bezpośrednich wynikających z narażenia na pole elektromagnetyczne*, Podstawy i Metody Oceny Środowiska Pracy, 4, 2016, 75-89.
7. J. Karpowicz (red.): *Zagrożenia w placówkach diagnostyki obrazowej – wymagania bezpieczeństwa i higieny pracy oraz zasady profilaktyki*. Poradnik, CIOP-PIB, Warszawa 2015.
8. J. Karpowicz: *Oddziaływanie wywierane przez pole magnetostaticzne wytwarzane przez magnesy na przedmioty metalowe – zagrożenia bezpieczeństwa przy skanerach rezonansu magnetycznego i spektrometrach NMR*, Inżynier i Fizyk Medyczny, 3, 2012, 135-137.
9. J. Karpowicz, K. Gryz: *Profilaktyka elektromagnetycznych zagrożeń wypadkowych w placówkach diagnostyki medycznej stosujących technikę rezonansu magnetycznego*, Bezpieczeństwo Pracy, 9, 2013, 28-29.
10. J. Karpowicz, K. Gryz: *Narażenie na pola elektromagnetyczne przy czynnościach pielęgniarskich w placówkach diagnostyki rezonansu magnetycznego*, Inżynieria Biomedyczna – Acta Bio-Optica et Informatica Medica, 3, 2012, 206-212.
11. J. Karpowicz, K. Gryz: *Ekspozymetryczny profil narażenia zawodowego na pole magnetostaticzne przy tomografie rezonansu magnetycznego 1,5 T*, Inżynieria Biomedyczna – Acta Bio-Optica et Informatica Medica, 3, 2010, 261-264.
12. J. Karpowicz, K. Gryz, P. Politański, M. Zmyślony: *Narażenie na pole magnetostaticzne i zagrożenia zdrowia przy obsłudze skanerów rezonansu magnetycznego*, Medycyna Pracy, 3, 2011, 309-321.
13. W. Leszko, K. Gryz: *Elektromagnetyczne zagrożenia balistyczne podczas służby funkcjonariuszy straży pożarnej*, Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza, BiTP, 2, 2017, 12-27.
14. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 2 lutego 2011 r. w sprawie badań i pomiarów czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy [Dz.U. 2011, poz. 166].
15. Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy [Dz.U. 2003, nr 169, poz. 1650, z późn. zm.].
16. PN-T-06260:1974 (PN-74/T-06260): *Źródła promieniowania elektromagnetycznego. Znaki ostrzegawcze*.
17. PN-EN ISO 7010:2012: *Symbole graficzne – Barwy bezpieczeństwa i znaki bezpieczeństwa – Zarejestrowane znaki bezpieczeństwa*.
18. PN-EN 60601-2-33:2003: *Medyczne urządzenia elektryczne. Część 2-33: Szczegółowe wymagania bezpieczeństwa urządzeń rezonansu magnetycznego do diagnostyki medycznej*.
19. 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, poz. 332].
20. K. Gryz, J. Karpowicz: *Metody badań i ocena ekspozycji na pole elektromagnetyczne emitowane przez urządzenia komputerowe – Rozdział w monografii „Nowe trendy w bezpieczeństwie pracy i zarządzaniu”, Wyższej Szkoły Zarządzania Ochroną Pracy w Katowicach, 2017.*
21. L. Morzyński, E. Kozłowski, R. Młyński, J. Karpowicz: *Ocena hatasu generowanego przez skanery rezonansu magnetycznego i jego wpływ na narząd słuchu – badania pilotowe*, Inżynieria Biomedyczna – Acta Bio-Optica et Informatica Medica, 4, 2011, 292-296.
22. Serwis internetowy „BEZPIECZNIEJ” – <http://www.ciop.pl/bezpieczniej>
23. Rozporządzenie 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].