

# POLA ELEKTROMAGNETYCZNE PRZY URZĄDZENIACH DO MAGNETOTERAPII – OCENA RYZYKA ZAWODOWEGO

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

Pola magnetyczne o małych częstotliwościach wykorzystywane są do zabiegów fizyoterapeutycznych. Typowym źródłem pola w urządzeniach do magnetoterapii są aplikatory szpulowe. W artykule zaprezentowano charakterystykę ekspozycji na pole elektromagnetyczne u fizyoterapeutów obsługujących urządzenia do magnetoterapii oraz zasady oceny ryzyka zawodowego, wynikającego z tej ekspozycji.

## Electromagnetic fields of magneto-therapeutic devices – occupational risk assessment

Magnetic fields of low frequency can be used in physiotherapy. Spool-coils are a typical source of magnetic fields produced by magneto-therapeutic devices. Physiotherapists' exposure to electromagnetic fields related to their operation of magneto-therapeutic devices is characterized. The principles of assessing occupational risk caused by such exposure are presented.

## Wstęp

Ocena ryzyka zawodowego jest nierozdzielnie związana z procesem monitorowania parametrów środowiska pracy. Jest niezbędna m.in. do planowania działań korygujących i zapobiegawczych w stosunku do zidentyfikowanych niezgodności. Urządzenia do magnetoterapii wytwarzają silne pola elektromagnetyczne, wykorzystywane w celach terapeutycznych. W związku z tym ekspozycja na pola powinna być uwzględniona w procesie oceny ryzyka zawodowego pracowników obsługujących te urządzenia.

**Magnetoterapia** to wykorzystanie pola magnetycznego w leczeniu m.in. schorzeń ortopedycznych i neurologicznych. Stosowana jest także w leczeniu bólu. Urządzenie do magnetoterapii składa się z jednostki zasilającej (generatora prądu) i kilku (często wymiennych) różnych aplikatorów pola magnetycznego (rys. 1.). Źródłem pola magnetycznego w tego typu urządzeniach są najczęściej cewki

(aplikatory) szpulowe o szerokości ok. 20 cm, o średnicy od ok. 25 do ok. 60 cm, np. zestaw trzech aplikatorów o średnicach: 50 cm, 33 cm oraz 25 cm. Aplikatory mogą mieć również kształt cewki płaskiej o różnych wymiarach, montowanej w materacu do leżenia lub w poduszkach przykładanych do wybranych części ciała pacjenta. Liczba różnych aplikatorów obsługiwanych przez jeden generator waha się od 1 do 6. Kilka aplikatorów może być jednocześnie aktywnych i używanych w tym samym czasie do terapii jednego lub kilku pacjentów. Aktywacja aplikatora dokonywana jest za pomocą przełączników lub oprogramowania sterującego.

Maksymalne wartości nastaw indukcji magnetycznej są zależne od średnicy aplikatorów. Typowe wartości maksymalne, występujące przy powierzchni aplikatorów, to: 5 mT (dla aplikatorów o średnicy 50-60 cm), 10 mT (dla aplikatorów o średnicy 30-40 cm) i 20 mT (dla aplikatorów o średnicy ok. 25 cm). W centrum

aplikatorów szpulowych pole magnetyczne jest ok. 3-krotnie słabsze. W miarę oddalania się od obudowy aplikatorów poziom pola magnetycznego zmniejsza się gwałtownie. Poziom pola wytwarzanego przez aplikator w czasie zabiegu ustawiany jest przez wybranie względnego poziomu pola (od 1 do 100%) lub bezpośrednio w mT.

W zależności od modelu urządzenia możliwe są różne ustawienia przebiegów zmienności pola (prądu zasilającego) w czasie zabiegów – częstotliwości najczęściej z zakresu 1-100 Hz oraz wybrany kształt przebiegu, np:

- sinusoidalny:
  - pełny (przebieg przemienny)
  - z prostowaniem jednopółkownikowym (przebieg ze składową stałą)
  - z prostowaniem dwupółkownikowym (tzw. zasilanie prądem stałym)
- prostokątny lub trójkątny:
  - pełny (przebieg przemienny)
  - z prostowaniem jednopółkownikowym (przebieg ze składową stałą)
- przebieg o kształcie zmieniającym się przy stałej częstotliwości (np. z modulacją amplitudową)
- przebieg o kształcie zmieniającym się z jednoczesną zmianą częstotliwości.

W przypadku wspomnianych przebiegów niesinusoidalnych, oprócz składowej o częstotliwości podstawowej, wybieranej przez fizyoterapeutę przy ustawianiu trybu pracy urządzenia, pole elektromagnetyczne zawiera harmoniczne o wyższych częstotliwościach.

## Charakterystyka ekspozycji fizyoterapeutów na pola elektromagnetyczne

Przed zabiegiem fizyoterapeuta umieszcza wymagającą terapii część ciała pacjenta wewnątrz odpowiedniego aplikatora szpulowego lub przykłada do niej aplikator płaski. Aplikatory podłączane są do generatora kablem o długości ok. 2 m. Obsługa urządzenia przez fizyoterapeutę polega na ustawieniu na pulpicie sterowniczym, zgodnie z zaleceniami lekarskimi, parametrów pola magnetycznego i uruchomieniu jego wytwarzania w zadanym czasie. Wszystkie urządzenia magnetoterapeutyczne mają wbudowany zegar z płynną regulacją czasu zabiegu. Po upływie wybranego czasu zabiegu urządzenie automatycznie przerywa zasilanie aplikatorów, sygnalizując to dźwiękiem.



Rys. 1. Przykładowe urządzenie do magnetoterapii: a) generator, b) aplikatory szpulowe  
Fig. 1. Example of a magneto-therapeutic device: a) generator, b) applicators

W czasie trwania zabiegu nie jest wymagane przebywanie pracownika bezpośrednio przy aplikatorach i pacjencie. Jedyne sporadycznie może być niezbędne wykonanie krótkotrwałych czynności przy aplikatorze, takich jak skorygowanie ułożenia ciała pacjenta. Czynności te mogą być wykonywane przy włączonym polu magnetycznym (przy aktywnym aplikatorze), lub po wyłączeniu jego zasilania. Parametry zabiegu magnetoterapeutycznego ustawia ręcznie fizykoterapeuta lub – w nowszych urządzeniach – dokonuje wyboru zaprogramowanych wartości określonych dla typowych zabiegów.

### Kryteria oceny narażenia pracowników

Badania pola elektromagnetycznego w środowisku pracy prowadzone są w celu zidentyfikowania źródeł pól i oceny poziomu narażenia pracowników, pochodzącego od tych pól. Badania prowadzi się wykonując pomiary lub obliczenia parametrów pola oddziałującego na środowisko pracy [1, 2].

Poziom ekspozycji fizykoterapeutów na pole elektromagnetyczne może być oceniany na podstawie pomiarów natężenia pola elektrycznego ( $E$ , w V/m) lub natężenia pola magnetycznego ( $H$ , w A/m) na stanowisku pracy. Wielkością charakteryzującą pole magnetyczne jest również indukcja magnetyczna ( $B$ ), wyrażona w teslach (T). W powietrzu pole magnetyczne o natężeniu 1A/m charakteryzuje indukcja magnetyczna o wartości ok. 1,25  $\mu$ T. Przy opisie parametrów pola magnetycznego małych częstotliwości najczęściej wykorzystywana jest indukcja magnetyczna.

Obecne przepisy z zakresu bezpieczeństwa i higieny pracy, tj. rozporządzenie ministra pracy i polityki społecznej w sprawie najwyższych dopuszczalnych natężeń (NDN) pól elektromagnetycznych [1] określają natężenia pól elektrycznych i magnetycznych dopuszczalne w miejscu przebywania pracownika (tzw. miary zewnętrzne ekspozycji). Dopuszczalny poziom narażenia na pola elektromagnetyczne ustalono tak, aby oddziaływanie pola na pracownika przez okres aktywności zawodowej nie spowodowało niekorzystnych zmian w jego stanie zdrowia oraz w stanie zdrowia potomstwa. Pola elektromagnetyczne o poziomach tak wysokich, że dopuszczalna jest w nich jedynie ekspozycja pracowników, zwane są polami stref ochronnych.

W odniesieniu do ekspozycji w polach stref ochronnych ustalono [1] (tabela 1.):

- poziom ekspozycji dopuszczalnej w ciągu 8-godzinnej pracy, tzw. NDN pola elektrycznego i magnetycznego
- zasady skracania ekspozycji na silniejsze pola, poprzez tzw. wskaźnik ekspozycji
- poziom ekspozycji, którego nie wolno przekraczać w normalnych warunkach na

Tabela 1  
INDUKCJA MAGNETYCZNA I NATĘŻENIE POLA ELEKTRYCZNEGO – WARTOŚCI DOPUSZCZALNE PRZY EKSPOZYCJI OŚMIOGODZINNEJ [1]

*Magnetic flux density and electric field strength – exposure limitation established by the Minister of Labour for 8-hour daily exposure*

Zakres częstotliwości	Indukcja magnetyczna $B$ , mT (NDN <sub>m</sub> ) NDN PÓL MAGNETYCZNYCH	Natężenie pola elektrycznego $E$ , V/m (NDN <sub>e</sub> ) NDN PÓL ELEKTRYCZNYCH
0 Hz < $f \leq 0,5$ Hz (pole magnetostaticzne i elektrostatyczne)	10	20 000
0,5 Hz < $f \leq 50$ Hz	0,25	10 000
0,05 kHz < $f \leq 0,3$ kHz	12,5/ $f$	10 000
0,3 kHz < $f \leq 1$ kHz	12,5/ $f$	100 000/ $f$

–  $f$  – częstotliwość w Hz

– wartości graniczne ekspozycji zabronionej (granica strefy niebezpiecznej) są 10-krotnie wyższe dla pola magnetycznego i 2-krotnie wyższe dla pola elektrycznego o częstotliwości < 300 Hz

– wartości NDN odnoszą się do maksymalnego natężenia pola pierwotnego w czasie ekspozycji, tj. zmierzonego pod nieobecność pracownika, w pionie odpowiadającym położeniu osi ciała pracownika (granica między strefą pośrednią i zagrożenia) [1]

– wartości graniczne ekspozycji zabronionej kończyn na pole magnetyczne o częstotliwości < 800 kHz są 50-krotnie wyższe od wartości  $B$ ,

– zalecany poziom dopuszczalnej ekspozycji osób ze stymulatorami serca wynosi: 0,5 mT dla pola magnetostaticznego; 0,1 mT dla pola magnetycznego 50 Hz i 1000 V/m dla pola elektrycznego 50 Hz [5]

stanowisku pracownika, tzw. granicę strefy niebezpiecznej

– warunki, w jakich – w szczególnych przypadkach – dopuszczalne jest przebywanie pracownika w polach strefy niebezpiecznej: a – pracownik przebywa w ubiorze ochronnym, b – ekspozycji na pola magnetyczne małej częstotliwości podlegają jedynie kończyny (przyadek taki może wystąpić przy urządzeniach do magnetoterapii)

– rozgraniczenie warunków ekspozycji zawodowej (w strefach ochronnych) i pozazawodowej (w strefie bezpiecznej), tj. granicę między strefą bezpieczną i pośrednią.

Możliwe skutki bezpośredniego oddziaływania pola elektromagnetycznego o częstotliwościach wykorzystywanych w magnetoterapii, występujących w czasie trwania ekspozycji na bardzo silne pola, to głównie stymulacja tkanek elektrycznie pobudliwych na skutek przepływu prądów indukowanych bezpośrednio w ciele (tzw. miary wewnętrzne ekspozycji) [2, 3]. Dotychczasowe badania naukowe nie wykluczyły również takich negatywnych skutków zdrowotnych ekspozycji chronicznej, szczególnie ekspozycji o wysokim poziomie, jak: rozwój nowotworów, zaburzenia układu krwionośnego, nerwowego i immunologicznego. Badania naukowe w tym zakresie są kontynuowane. Pola elektromagnetyczne, nawet stosunkowo słabe, mogą również zakłócać pracę urządzeń elektronicznych, w tym m.in. aktywnych implantów medycznych.

W PN-T-06580:2002 [4], zharmonizowanej z rozporządzeniem w sprawie NDN, zdefiniowano terminologię oraz zasady pomiaru i oceny warunków pracy w polach elektromagnetycznych. Wartości NDN ustalono w odniesieniu do wartości maksymalnych natężeń pól oddziałujących na pracowników,

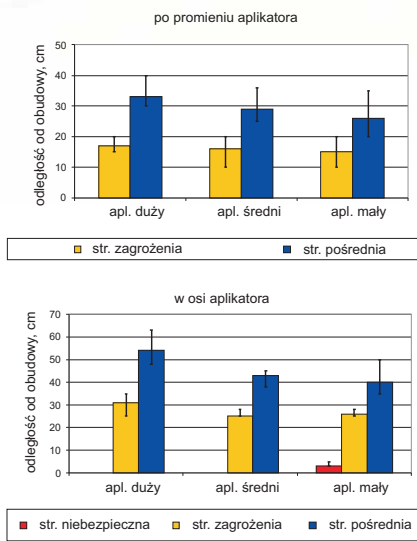
tak aby granica strefy niebezpiecznej była zharmonizowana z dopuszczalnymi wartościami miar wewnętrznych w przypadku typowych, realistycznych warunków ekspozycji, występujących na stanowisku pracownika.

### Poziom ekspozycji pracowników

Oś symetrii aplikatorów jest ustawiona poziomo (tak dzieje się najczęściej) lub pionowo, zależnie od potrzeb terapeutycznych. W otoczeniu aplikatorów mogą występować strefy ochronne pola magnetycznego (pośrednia, zagrożenia i niebezpieczna, określane wg przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy [1]) oraz obszar ograniczonego dostępu dla osób ze stymulatorami serca [5]. Nie stwierdzono przy aplikatorach występowania pola magnetycznego o poziomie przekraczającym dopuszczalną ekspozycję kończyn pracownika.

Poziom indukcji magnetycznej wokół aplikatora zależy od jego średnicy i od nastaw generatora zasilającego. Zasięgi stref ochronnych pola magnetycznego, zmierzone w czasie badań własnych wykonanych przy kilkunastu urządzeniach, dla przebiegu sinusoidalnego o częstotliwości 50 Hz wokół przykładowych aplikatorów zaprezentowano na rys. 2. – przy częstotliwości pól większej niż 50 Hz zasięgi stref ochronnych danego pola rosną proporcjonalnie do częstotliwości, ze względu na zmniejszające się z częstotliwością pól wartości graniczne stref ochronnych. W przypadku maksymalnych nastaw przebiegu prostokątnego zasięg stref ochronnych może być większy do 1,4 raza, a dla przebiegu trójkątnego do 1,2 raza od wartości podanych powyżej dla przebiegu sinusoidalnie zmiennego (wskutek zawartości składowych o wyższych częstotliwościach). Zasady obliczania zasięgów stref





Rys. 2. Typowe zasięgi stref ochronnych pola magnetycznego 50 Hz w otoczeniu aktywnych aplikatorów magnetoterapeutycznych

Fig. 2. Typical range of safety zones of the magnetic field of 50 Hz in the vicinity of active magnetotherapy coils

dla przebiegów nieharmonicznych podano w PN-T-06580:2002 [4].

W otoczeniu aplikatorów zasilanych prądem prostowanym (ze składową stałą) występuje również pole magnetostaticzne. Nie stwierdzono występowania pól o poziomach przekraczających granicę strefy bezpiecznej. Zasięg strefy ograniczonego dostępu dla osób ze stymulatorami serca w przypadku pól magnetostaticznych nie przekracza 10 cm od obudowy aplikatora. Zasięg strefy ograniczonego dostępu dla osób ze stymulatorami serca w przypadku pól zmiennych jest zbliżony do zasięgu strefy pośredniej (rys. 3.).

Podczas wykonywania rutynowych zabiegów przebywanie pracownika w polach magnetycznych ze strefy zagrożenia, występujących jedynie w najbliższym otoczeniu aktywnych aplikatorów, nie jest niebezpieczne. Przy właściwej organizacji pracy i stanowiska pracy takie narażenie nie powinno wystąpić. Zatem, zazwyczaj nie ma konieczności oceny wskaźnika ekspozycji poszczególnych pracowników. Po włączeniu urządzenia, w czasie trwania zabiegu, fizyoterapeuta powinien znajdować się w miejscu, w którym występuje strefa bezpieczna lub pośrednia pola magnetycznego. Przy podchodzeniu do aktywnych aplikatorów możliwe jest krótkotrwałe narażenie na pola stref ochronnych, np. jeśli konieczne jest skontrolowanie warunków przeprowadzania zabiegu, poprawa ułożenia pacjenta wewnątrz aplikatora itp. W przypadku konieczności zbliżenia się do aplikatorów zaleca się wyłączenie pola.

Natężenie pola elektrycznego wokół aplikatorów nie przekracza wartości dopuszczalnych,

przewidywanych dla ekspozycji bez ograniczeń czasu jej trwania (pola strefy bezpiecznej). Z uwagi na to, że urządzenia do magnetoterapii są mobilne i mogą być ustawione w różnych miejscach gabinetów fizyoterapeutycznych, zasięgi stref ochronnych, stwierdzone przy prowadzeniu badań oraz prezentacja wyników powinny odnosić się do obudowy lub centrum aplikatorów, bez prezentacji na planie sytuacyjnym (zgodnie z postanowieniami p. 3.1.1. normy PN-T-06580-3:2002 [4]).

Często w gabinecie fizyoterapeutycznym eksploatowanych jest kilka urządzeń do magnetoterapii. Pole magnetyczne jest wielkością wektorową. W przypadku równoczesnego włączenia kilku aplikatorów, jeżeli aktywne aplikatory znajdują się w odległości mniejszej niż 1,5 m od siebie, mogą pojawić się dodatkowe obszary występowania stref ochronnych. Może to wystąpić wskutek łącznego oddziaływania na dane miejsce więcej niż jednego źródła pola (pola od różnych aplikatorów sumują się). Zasięgi stref ochronnych w otoczeniu aplikatorów z cewkami płaskimi są z reguły znacznie mniejsze od omówionych zasięgów stref przy aplikatorach szpulowych.

### Ocena ryzyka zawodowego związanego z ekspozycją na pole elektromagnetyczne

W przypadku pól elektromagnetycznych ogólne kryteria oceny ryzyka zawodowego (zgodne z postanowieniami normy PN-N-18002 [6]) są następujące [2]:

- **ryzyko duże** występuje w przypadku przekroczenia dozwolonych przepisami prawa warunków ekspozycji, tj. kiedy stanowisko pracy znajduje się w strefie niebezpiecznej (ekspozycja niebezpieczna) lub wskaźnik ekspozycji  $W > 1$ , tj. czas pracy w polach strefy zagrożenia jest zbyt długi (ekspozycja nadmierna)

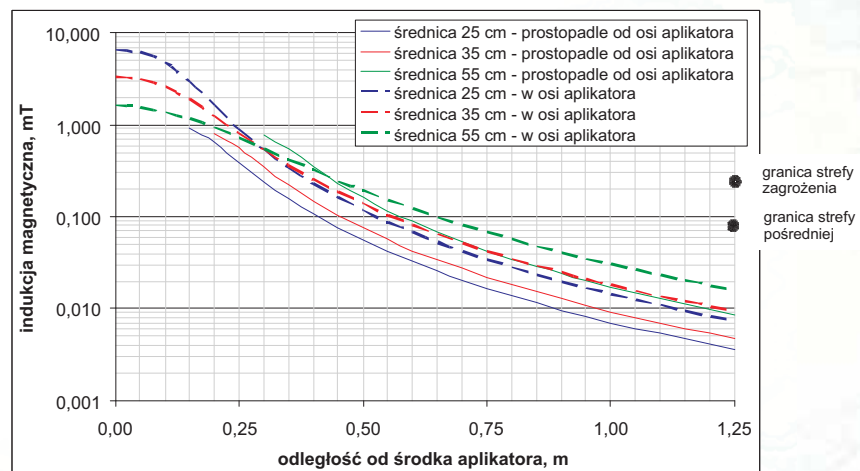
- **ryzyko średnie** występuje wtedy, kiedy stanowisko pracy znajduje się w strefie pośredniej lub zagrożenia i dozwolone przepisami prawa warunki ekspozycji są zachowane (ekspozycja dopuszczalna, wskaźnik ekspozycji  $W < 1$ )

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

W przypadku stwierdzenia ryzyka dużego lub średniego niezbędne jest podjęcie działań ograniczających to ryzyko, o charakterze technicznym lub organizacyjnym. Tam, gdzie jest to możliwe, zgodnie z PN-N-18002:2002 [6], powinno się stosować środki techniczne, jako bardziej niezawodne niż organizacyjne. Ocena ryzyka może wymagać uwzględnienia dodatkowych kryteriów, ograniczających ekspozycję dopuszczalną dla niektórych kategorii pracowników lub odnoszących się do specyficznych warunków ekspozycji. Przykładowo, może to dotyczyć dopuszczalnej ekspozycji kończyn w polach strefy niebezpiecznej, ekspozycji osób z implantami, pracowników młodocianych lub kobiet w ciąży. Proponowaną ocenę ryzyka zawodowego, odnoszącą się do wybranych sposobów zachowania i różnych kategorii pracowników, ekspozowanych na pole elektromagnetyczne o poziomach występujących w otoczeniu typowych urządzeń do magnetoterapii, przedstawiono w tabeli 2 (str. 24.).

W procesie oceny ryzyka zawodowego ekspozycji fizyoterapeutów na pola elektromagnetyczne należy uwzględnić następujące czynniki:

- liczba i położenie aktywnych aplikatorów, generatora zasilającego i umiejscowienia pracownika nadzorującego zabiegi fizyoterapeutyczne
- kategorie pracowników obsługujących zabiegi (np. pracownicy młodociani, jak



Rys. 3. Rozkład przestrzenny pola magnetycznego w otoczeniu przykładowego aplikatora magnetoterapeutycznego (wyniki symulacji numerycznych)

Fig. 3. Magnetic field distribution in the vicinity of a sample magnetotherapy coil (results of numerical simulations)

uczniowie lub praktykanci w wieku do 18 lat; pracownice w ciąży)

– poziom pól wytwarzanych w czasie zabiegów przez poszczególne aplikatory.

Poziom ryzyka zależy od organizacji przestrzennej gabinetu fizykoterapeutycznego i kategorii, do jakiej zaliczają się poszczególne pracownicy.

Uwaga 1.: Typowe ścianki z płyt meblowych, gipsowo-kartonowych lub z cegły nie ekranują pola magnetycznego. Jeżeli aplikatory ustawione są przy ścianie, to pola magnetyczne stref ochronnych mogą występować w sąsiednich pomieszczeniach.

Uwaga 2.: W przypadku jednoczesnego stosowania więcej niż jednego aktywnego aplikatora mogą wystąpić obszary pola elektromagnetycznego o zwiększonych natężeniach.

**Pomiary poziomu narażenia**

Badania rozkładu pola na stanowiskach pracy przy obsłudze urządzeń do magnetoterapii powinny być wykonywane szerokopasmowymi miernikami wartości skutecznej indukcji magnetycznej (lub natężenia pola magnetycznego) i natężenia pola elektrycznego, obejmującymi zakres częstotliwości pól elektromagnetycznych emitowanych przez urządzenia magnetoterapeutyczne, tj. od ok. 5 Hz do ok. 1 kHz (ze względu na harmoniczne zawarte w widmie przebiegów niesinusoidalnych).

Dodatkowo mogą być wykonane pomiary pola magnetostatycznego.

W przypadku oceny ekspozycji na pole magnetyczne nie ma problemów technicznych z oceną pola pierwotnego. Parametry techniczne aplikatorów i omówione powyżej wyniki badań wskazują na to, że pomiary natężenia pola elektrycznego można pominąć, ponieważ pole elektromagnetyczne wytwarzane przez aplikatory jest polem małej impedancji (zgodnie z postanowieniami PN-T-06580:2002 [4]). Do identyfikacji częstotliwości i widma pola wytwarzanego przez urządzenie można zastosować rejestrację oscyloskopową z kalibrowanymi sondami pomiarowymi, o ustalonej charakterystyce częstotliwościowej. Preferowane w tym przypadku są sondy o płaskiej charakterystyce częstotliwościowej. Przy badaniu pól zmodulowanych mogą wystąpić znaczące błędy pomiarowe. W takim przypadku wymagana jest szczegółowa analiza wyników pomiarów oraz właściwości metrologicznych użytego miernika w stosunku do pola o modulacji takiej, jaką mają oceniane pola. W związku z tym zalecane jest dokonanie oceny poziomu ekspozycji na podstawie pomiarów pola ciągłego (niemodulowanego).

**Symulacje numeryczne poziomu narażenia**

Symulacje, a nawet oszacowania na podstawie uproszczonych zależności analitycznych,

bazujące np. na prawie Biota-Savarta, można wykorzystać do oceny rozległości stref ochronnych wokół poszczególnych aplikatorów. Przykłady wyników symulacji numerycznych prezentują rys. 3 i 4. Analiza porównawcza wyników obliczeń i pomiarów wykazała zadowalającą zgodność wyników uzyskanych za pomocą obu metod wyznaczania rozkładu pola magnetycznego w otoczeniu aplikatorów urządzeń do magnetoterapii.

**Podsumowanie**

Zaprezentowane na rys. 2. przykładowe zasięgi stref ochronnych pola magnetycznego, zmierzone w placówkach medycznych, są podobne przy różnych aplikatorach podobnego rodzaju, stanowiących wyposażenie urządzeń różnych producentów (np. o zbliżonych wymiarach i maksymalnym poziomie pola). Wskazuje to na powtarzalność konstrukcji aplikatorów i ich parametrów technicznych. Zbliżone wyniki przyniosły obliczenia zaprezentowane na rys. 3. Przedstawione dane mają więc walor reprezentatywności w odniesieniu do urządzeń omawianego typu.

Przy właściwej organizacji pracy w gabinecie fizykoterapeutycznym, ryzyko zawodowe wynikające z obsługi źródeł pola jest małe (pod warunkiem wyłączenia pola przed zbliżeniem się do aplikatorów). Do wykazania takiej sytuacji niezbędne są wyniki pomiarów

Tabela 2

**SCHEMAT OCENY RYZYKA ZAWODOWEGO DLA PRACOWNIKÓW OBSŁUGUJĄCYCH URZĄDZENIA DO MAGNETOTERAPII**

*Assessment of occupational risk for health care staff operating magneto-therapeutic devices*

Oszacowanie ryzyka zawodowego	Ocena prawdopodobieństwa wystąpienia różnych poziomów ryzyka zawodowego dla fizykoterapeutów obsługujących urządzenia do magnetoterapii i zakres oceny poziomu narażenia odpowiadający warunkom ich ekspozycji na pola elektromagnetyczne					
	fizykoterapeuta, przebywający w odległości > 1,5 m od obudowy aktywnych aplikatorów (*)	fizykoterapeuta, przebywający w czasie zabiegu przy aktywnym aplikatorze (**)	Fizykoterapeuta z wszczepionym stymulatorem serca, przebywający w odległości > 1,5 m od obudowy aktywnych aplikatorów (*)	fizykoterapeuta z wszczepionym stymulatorem serca, przebywający w czasie zabiegu przy aktywnym aplikatorze (**)	Fizykoterapeuta w ciąży, przebywająca w odległości > 1,5 m od obudowy aktywnych aplikatorów (*)	fizykoterapeutka w ciąży, przebywająca w czasie zabiegu przy aktywnym aplikatorze (**)
Duże	strefa niebezpieczna nie występuje	strefa niebezpieczna nie występuje	strefa niebezpieczna nie występuje	strefa pośrednia, zagrożenia $W < 1$ prawdopodobne (ocena B)	strefa niebezpieczna nie występuje	strefa pośrednia, zagrożenia $W < 1$ prawdopodobne (ocena B)
Średnie	strefa pośrednia, zagrożenia $W < 1$ nie występuje	strefa pośrednia, zagrożenia $W < 1$ prawdopodobne (ocena B)	strefa pośrednia, zagrożenia $W < 1$ nie występuje	(***)	strefa pośrednia, zagrożenia $W < 1$ nie występuje	(***)
Małe	strefa bezpieczna wysoce prawdopodobne (ocena B)	strefa bezpieczna mało prawdopodobne (ocena B)	strefa bezpieczna wysoce prawdopodobne (ocena B)	strefa bezpieczna mało prawdopodobne (ocena B)	strefa bezpieczna wysoce prawdopodobne (ocena B)	strefa bezpieczna mało prawdopodobne (ocena B)

(\*) – warunki takie można spełnić przy urządzeniach właściwie ustawionych w pomieszczeniu zabiegowym, ponieważ typowa długość kabli łączących aplikatory i zasilacz wynosi 2 m

(\*\*) – np. ze względu na konieczność asystowania pacjentowi przygotowywanemu do zabiegu w innym aplikatorze znajdującym się w pobliżu

(\*\*\*) – ocena ryzyka według skali dwustopniowej – możliwe jedynie ryzyko duże lub małe



rozkładu pól wokół aplikatorów, wykonanych u użytkownika urządzenia do magnetoterapii, bądź wykonanych na zamówienie producenta i zamieszczonych w dokumentacji urządzenia, wraz z omówieniem warunków, w jakich nie występuje ekspozycja pracowników na pola elektromagnetyczne. W celu świadomego unikania przez pracowników narażenia zbieżnego, urządzenia do magnetoterapii powinny być oznakowane jako źródło pola elektromagnetycznego zgodnie z postanowieniami ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy [7], przy wykorzystaniu znaków bezpieczeństwa podanych w polskich normach [8, 9, 10] (rys. 5). Źródłem pola są aplikatory, a nie generator, który wytwarza prąd zasilający cewki. W związku z tym obowiązkiem oznakowania dotyczy przede wszystkim aplikatorów.

Jako rozwiązanie bardzo praktyczne można zalecić umieszczenie na aplikatorach nie tylko ostrzeżenia o strefach ochronnych, występujących w otoczeniu aktywnego aplikatora, ale również informacji o maksymalnych zasięgach tych stref. Informacje tego typu ułatwiają właściwe rozlokowanie w gabinecie fizykoterapeutycznym poszczególnych elementów zestawu do magnetoterapii oraz stanowiska pracy, które zajmuje w czasie zabiegu fizykoterapeuta.

PIŚMIENNICTWO

[1] Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 29 listopada 2002 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla

wg PN-74/T-06260		
Strefa niebezpieczna	Strefa zagrożenia	Strefa pośrednia
Strefa bezpieczna	Źródło pola elektromagnetycznego	
wg PN-93/N-01256/03 i PN-ISO 7010:2006		
Silne pola magnetyczne – wg PN-93/N-01256/03 i PN-ISO 7010:2006	Zakaz wstępu dla osób z elektrostymulatorami serca – wg PN-ISO 7010:2006	

Rys. 5. Znaki ostrzegawcze i bezpieczeństwa

Fig. 5. Warning and safety signs

zdrowia w środowisku pracy. Załącznik 2, Część E. Pola i promieniowanie elektromagnetyczne w zakresie częstotliwości 0 Hz – 300 GHz. DzU nr 217, poz. 1833, 2002

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

[3] www.ciop.pl/EMF

[4] 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*

[5] American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). *Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents. Biological Exposure Indices.* 2007

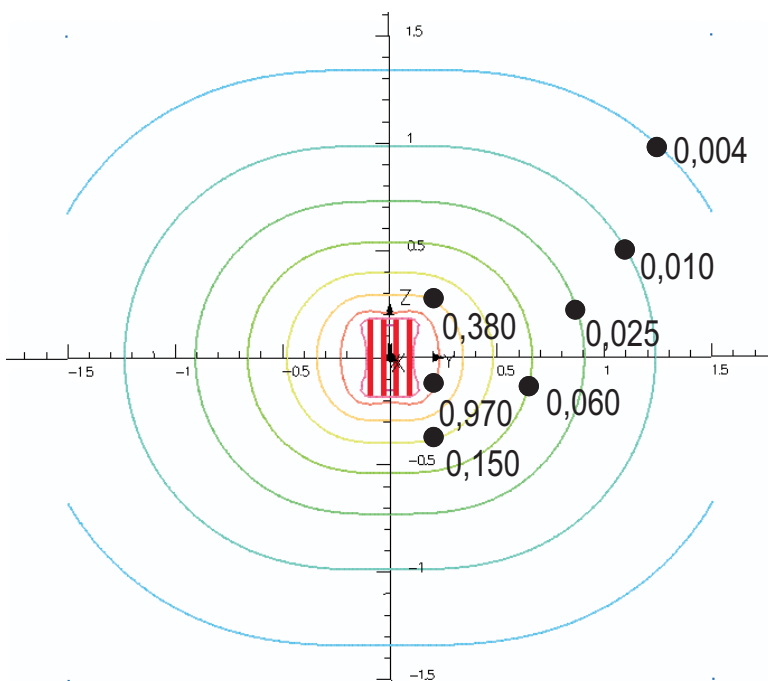
[6] PN-N-18002: 2000. *Systemy zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy. Ogólne wytyczne do oceny ryzyka zawodowego*

[7] Obwieszczenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki i Społecznej z dnia 28 sierpnia 2003 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Pracy i Polityki Socjalnej w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy. DzU nr 169, poz. 1650, 2003, zm. DzU nr 49, poz. 330, 2007

[8] PN-74/T-06260. *Źródła promieniowania elektromagnetycznego, Znaki ostrzegawcze*

[9] PN-93/N-01256/03. *Znaki bezpieczeństwa, Ochrona i higiena pracy*

[10] PN-ISO 7010:2006. *Symbole graficzne. Barwy bezpieczeństwa i znaki bezpieczeństwa. Znaki bezpieczeństwa stosowane w miejscach pracy i w obszarach użyteczności publicznej*



Rys. 4. Rozkład pola magnetycznego w płaszczyźnie przechodzącej przez oś aplikatora szpulowego o średnicy 35 cm (wyniki symulacji numerycznych – wartości indukcji magnetycznej opisujące izoliny w mT, indukcja w środku aplikatora wynosi 3,3 mT)

Fig. 4. Magnetic field distribution (results of numerical simulations – isolines labelled in mT, magnetic flux density in the centre of the coil – 3.3 mT)

Publikacja opracowana w wyniku działalności Centrum Badań i Promocji Bezpieczeństwa Elektromagnetycznego Pracujących i Ludności (EM-Centrum), utworzonego w ramach programu wieloletniego pn. „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy”, dofinansowywanego w latach 2008-2010 w zakresie służb państwowych przez Ministerstwo Pracy i Polityki Społecznej. Główny koordynator: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy