



Komisja
Europejska

Niewiążący poradnik
dobrych praktyk
w zakresie wdrażania
dyrektywy 2013/35/UE

o polach elektromagnetycznych

Tom 1. Praktyczny przewodnik

Niniejsza publikacja otrzymała wsparcie finansowe ze środków Europejskiego programu na rzecz zatrudnienia i innowacji społecznych na lata 2014–2020.

Szczegółowe informacje dostępne są pod adresem <http://ec.europa.eu/social/easi>.

Niewiążący poradnik
dobrych praktyk
w zakresie wdrażania
dyrektywy 2013/35/UE
o polach elektromagnetycznych

Tom 1. Praktyczny przewodnik

Komisja Europejska
Dyrekcja Generalna
ds. Zatrudnienia, Spraw Społecznych i Włączenia Społecznego
Dział B3

Tekst ukończono w listopadzie 2014 r.

Ani Komisja Europejska, ani żadna osoba działająca w jej imieniu nie ponosi odpowiedzialności za sposób wykorzystania informacji zawartych w niniejszej publikacji.

Hiperłącza w niniejszej publikacji działały prawidłowo w momencie ukończenia rękopisu.

© Fotografia na okładce: © corbis

W celu wykorzystania lub powielania zdjęć, które nie są objęte prawami autorskimi Unii Europejskiej, należy wystąpić o zgodę bezpośrednio od posiadacza (posiadaczy) praw autorskich.

Europe Direct to serwis, który pomoże Państwu znaleźć odpowiedzi na pytania dotyczące Unii Europejskiej.

Numer bezpłatnej infolinii (*):
00 800 6 7 8 9 10 11

(* Informacje są udzielane nieodpłatnie, większość połączeń również jest bezpłatna (niektórzy operatorzy, hotele lub telefony publiczne mogą jednak naliczać opłaty).

Więcej informacji o Unii Europejskiej można znaleźć w portalu Europa (<http://europa.eu>).

Luksemburg: Urząd Publikacji Unii Europejskiej, 2015

ISBN 978-92-79-45876-7 (pdf)

doi:10.2767/807340 (pdf)

© Unia Europejska, 2015

Powielanie dozwolone pod warunkiem podania źródła.

STRESZCZENIE

Praktyczny poradnik został przygotowany, aby pracodawcom, w szczególności małym i średnim przedsiębiorstwom, łatwiej było zrozumieć, co należy zrobić, aby zapewnić zgodność z dyrektywą o polach elektromagnetycznych (2013/35/UE). W Unii Europejskiej ogólne warunki w sprawie zdrowia i bezpieczeństwa pracowników zostały określone w dyrektywie ramowej (89/391/EWG). Dyrektywa o polach elektromagnetycznych zasadniczo zawiera dodatkowe szczegółowe informacje dotyczące sposobu realizacji celów określonych w dyrektywie ramowej w odniesieniu do szczególnych warunków pracy, w których występuje narażenie na pola elektromagnetyczne.

Wiele czynności wykonywanych w nowoczesnych zakładach pracy, w tym korzystanie z urządzeń elektrycznych i wielu popularnych urządzeń komunikacyjnych, prowadzi do wytwarzania pól elektromagnetycznych. W większości zakładów pracy poziomy narażenia są jednak bardzo niskie i nie stwarzają zagrożeń dla pracowników. Nawet jeżeli wytwarzane są silne pola, ich natężenie zwykle gwałtownie spada wraz z odległością, zatem jeżeli pracownicy nie muszą zbliżyć się bardzo do urządzeń, nie istnieje żadne zagrożenie. Ponadto, jako że w większości przypadków źródłem tych pól jest prąd elektryczny, pola te zanikają z chwilą wyłączenia zasilania.

Zagrożenia dla pracowników mogą być rezultatem zarówno bezpośrednich skutków działania pola na ciało ludzkie, jak i skutków pośrednich wynikających z obecności przedmiotów w polu. Skutki bezpośrednie mogą mieć charakter nietermiczny lub termiczny. Pola elektromagnetyczne mogą stanowić szczególne zagrożenie dla niektórych grup pracowników. Do takich grup zaliczają się pracownicy z wszczepionymi aktywnymi wyrobami medycznymi, pracownicy z wszczepionymi pasywnymi wyrobami medycznymi, pracownicy korzystający z wyrobów medycznych przeznaczonych do wprowadzenia w części do ludzkiego ciała i pracownice w ciąży.

Aby pomóc pracodawcom w przeprowadzeniu wstępnej oceny ich zakładu pracy, w niniejszym poradniku zamieszczono tabelę z opisem sytuacji najczęściej występujących w zakładzie pracy. W trzech kolumnach przedstawiono sytuacje, w których wymagane jest przeprowadzenie szczegółowej oceny w odniesieniu do pracowników z wszczepionymi aktywnymi implantami, innych pracowników szczególnie zagrożonych i w odniesieniu do wszystkich pracowników. Tabela ta powinna pomóc większości pracodawców w ustaleniu, czy w ich zakładzie pracy istnieje zagrożenie wynikające z działania pola elektromagnetycznego.

Nawet w przypadku pracowników z wszczepionymi aktywnymi wyrobami medycznymi zwykle wystarczy upewnić się, czy postępują zgodnie z praktycznymi zaleceniami udzielonymi im przez zespół medyczny odpowiedzialny za opiekę nad tymi pracownikami. Do poradnika załączono dodatek, który ułatwi pracodawcom ocenę zagrożenia dla pracowników szczególnie zagrożonych, jeżeli będą musieli jej dokonać.

W ostatniej kolumnie tabeli przedstawione zostały warunki pracy, w których przewiduje się powstawanie silnych pól, i w odniesieniu do takich warunków pracodawcy będą musieli zwykle przeprowadzić bardziej szczegółową procedurę oceny. Pola będą często stanowiły zagrożenie wyłącznie dla pracowników szczególnie zagrożonych, ale w kilku przypadkach może wystąpić zagrożenie dla wszystkich pracowników, wynikające z bezpośrednich lub pośrednich skutków działania pola elektromagnetycznego. W tych przypadkach będzie zachodziła konieczność rozważenia przez pracodawcę wdrożenia dodatkowych środków ochronnych i zapobiegawczych.

Niniejszy praktyczny poradnik zawiera porady dotyczące przeprowadzania oceny zagrożenia, która powinna być spójna z szeregiem powszechnie stosowanych procedur oceny zagrożenia, w tym z narzędziem OiRA udostępnionym przez Europejską Agencję Bezpieczeństwa i Zdrowia w Pracy.

W trakcie oceny zagrożeń może niekiedy zajść konieczność porównania przez pracodawców informacji dotyczących pól występujących w zakładzie pracy z interwencyjnymi poziomami narażenia i granicznymi poziomami oddziaływania określonymi w dyrektywie o polach elektromagnetycznych. Jeżeli pola występujące w danym zakładzie pracy są słabe, takie porównania nie będą zwykle konieczne i w poradniku zaleca się pracodawcom, aby w takich przypadkach opierali się na ogólnych informacjach takich jak tabele, o których mowa powyżej.

Jeżeli zachodzi konieczność porównania z interwencyjnymi poziomami narażenia lub granicznymi poziomami oddziaływania, zachęca się pracodawców do skorzystania z informacji udostępnionych przez producentów lub z baz danych i, na ile to możliwe, rezygnacji z dokonywania oceny we własnym zakresie. Na potrzeby tych pracodawców, którzy muszą dokonać oceny we własnym zakresie, zawarto w poradniku porady dotyczące metod i wytyczne dotyczące szczególnych problemów, takich jak postępowanie z niejednorodnymi polami, sumowanie wielu częstotliwości i stosowanie podejścia opartego na ważonej wartości szczytowej.

W przypadku gdy pracodawcy muszą wprowadzić dodatkowe środki ochronne lub zapobiegawcze, w poradniku zawarto dalsze zalecenia dotyczące propozycji środków, które mogą być dostępne. Należy podkreślić, że nie istnieje jedno wspólne rozwiązanie dla wszystkich zagrożeń polem elektromagnetycznym, i pracodawcy powinni rozważyć wszystkie dostępne środki, aby wybrać najodpowiedniejsze w odniesieniu do ich sytuacji.

Od pewnego czasu wiadomo, że stosowanie obrazowania metodą rezonansu magnetycznego w opiece zdrowotnej może prowadzić do narażenia pracowników przekraczającego graniczne poziomy oddziaływania określone w dyrektywie o polach elektromagnetycznych. Obrazowanie metodą rezonansu magnetycznego jest ważną technologią medyczną, która ma zasadnicze znaczenie dla diagnostyki i leczenia chorób. Stąd dyrektywa o polach elektromagnetycznych dopuszcza warunkowe odstępstwo od wymogu zachowania zgodności z granicznymi poziomami oddziaływania. Dodatek do poradnika przygotowany we współpracy z odpowiednimi zainteresowanymi stronami zawiera praktyczne wytyczne dla pracodawców w zakresie osiągnięcia zgodności z warunkami odstępstwa.

W tomie 2 poradnika zaprezentowano dwanaście studiów przypadku, które pokazują pracodawcom, w jaki sposób należy podejść do oceny, i ilustrują niektóre środki zapobiegawcze i ochronne, które można wybrać i wdrożyć. Studia przypadków są przedstawione w ogólnym kontekście miejsc pracy, jednak zostały opracowane na podstawie zebranych rzeczywistych sytuacji w miejscach pracy. Wiele sytuacji poddanych ocenie w studiach przypadku prowadziło do powstania silnych pól. W niektórych przypadkach zagrożenie występowało wyłącznie w odniesieniu do pracowników szczególnie zagrożonych, którym można była zakazać wstępu do obszaru oddziaływania silnego pola. W innych przypadkach potencjalne zagrożenie występowało w odniesieniu do wszystkich pracowników, ale nie musieli oni przebywać w zasięgu oddziaływania silnego pola w czasie, gdy pole to było wytwarzane.

Oprócz obrazowania metodą rezonansu magnetycznego (omówioną powyżej) zidentyfikowano dwie kolejne sytuacje, które mogły zwykle wiązać się z narażeniem pracowników przekraczającym graniczne poziomy oddziaływania.

Najpowszechniej występującą sytuacją wiążącą się z takim narażeniem było zgrzewanie odporowe. Proces ten polega na stosowaniu prądu o bardzo wysokim natężeniu i często powoduje wzbudzenie indukcji magnetycznej bliskiej interwencyjnym poziomom narażenia określonym w dyrektywie o polach elektromagnetycznych lub je przekraczającej. W przypadku zgrzewania ręcznego operator z konieczności przebywa blisko źródła pola. Jeżeli chodzi o sytuacje przeanalizowane w studiach przypadków i w innych badaniach, dolne interwencyjne poziomy narażenia były niekiedy przekroczone chwilowo. Jednak w żadnym przypadku nie został przekroczony górny interwencyjny poziom narażenia, lub modelowanie wykazało, że nie zostały przekroczone graniczne poziomy oddziaływania. Zatem w większości przypadków

można zarządzać zagrożeniami za pomocą prostych środków, takich jak zapewnianie pracownikom informacji i szkoleń, aby rozumieli zagrożenia i wiedzieli, w jaki sposób można zminimalizować narażenie obsługując urządzenia we właściwy sposób. Możliwe jest jednak, że niewiele operacji ręcznego zgrzewania oporowego może skutkować narażeniem przekraczającym graniczne poziomy oddziaływania określone w dyrektywie o polach elektromagnetycznych. Prawdopodobnie przedstawiciele sektorów, w których technologie te są stosowane, będą musieli zwrócić się do rządu każdego państwa członkowskiego o wprowadzenie odstępstwa dopuszczającego dalsze tymczasowe wykorzystywanie tych urządzeń, by mieli czas na zmianę narzędzi.

Drugą sytuacją wiążącą się z wysokim narażeniem było stosowanie przeczaszkowej stymulacji magnetycznej w medycynie. Procedura ta jest rzadziej stosowana niż obrazowanie metodą rezonansu magnetycznego, ale mimo tego ma duże znaczenie i jest techniką często wykorzystywaną zarówno w leczeniu, jak i w diagnostyce. Podczas leczenia aplikator zwykle znajduje się nad głową pacjenta w odpowiedniej oprawie. Ponieważ podczas obsługi urządzenia terapeuta nie musi przebywać w małej odległości, ograniczenie narażenia pracownika nie powinno stanowić problemu. Z drugiej strony korzystanie z urządzenia do celów diagnostycznych polega na ręcznej obsłudze aplikatora i nieuchronnie prowadzi do wysokiego narażenia pracownika. Opracowanie odpowiednich urządzeń obsługiwanych zdalnie pozwoli na ograniczenie narażenia pracowników.

Podsumowując, niniejszy poradnik został podzielony na moduły, by zminimalizować obciążenie dla większości pracodawców, którzy powinni przeczytać jedynie pierwszą sekcję. Niektórzy pracodawcy będą musieli uwzględnić pracowników szczególnie zagrożonych i ci pracodawcy będą musieli zapoznać się również z drugą sekcją. Pracodawcy, u których występują silne pola, będą musieli zapoznać się również z trzecią sekcją, a ci, u których pola stwarzają zagrożenie, będą musieli wziąć pod uwagę także ostatnią sekcję. W całym poradniku położono nacisk na proste rozwiązania zarówno w odniesieniu do ocen, jak i w odniesieniu do środków zapobiegawczych i ochronnych.

SPIS TREŚCI

SEKCJA 1 – WSZYSCY PRACODAWCY

1.	Wprowadzenie i przeznaczenie niniejszego poradnika	12
1.1	Jak korzystać z tego poradnika	13
1.2	Wprowadzenie do dyrektywy o polach elektromagnetycznych	15
1.3	Zakres niniejszego poradnika	16
1.4	Związek z dyrektywą 2013/35/UE	16
1.5	Krajowe regulacje i źródła dodatkowych informacji	18
2.	Skutki dla zdrowia i zagrożenia związane z polami elektromagnetycznymi	19
2.1	Skutki bezpośrednie	19
2.2	Skutki odległe	19
2.3	Skutki pośrednie	20
3.	Źródła pól elektromagnetycznych	21
3.1	Pracownicy szczególnie zagrożeni	22
3.1.1	Pracownicy, którzy mają wszczepione aktywne wyroby medyczne	23
3.1.2	Inni pracownicy szczególnie zagrożeni	24
3.2	Wymogi w zakresie oceny dotyczącej często wykonywanych prac, urządzeń i miejsc pracy	24
3.2.1	Wykonywane prace, urządzenia i miejsca pracy, które mogą wymagać przeprowadzenia oceny szczegółowej	30
3.3	Wykonywane prace, urządzenia i miejsca pracy, które nie zostały wymienione w niniejszym rozdziale	30

SEKCJA 2 – PODJĘCIE DECYZJI O TYM, CZY NALEŻY PODJĄĆ DALSZE DZIAŁANIA

4.	Struktura dyrektywy o polach elektromagnetycznych	32
4.1	Artykuł 3 – graniczne poziomy oddziaływania i interwencyjne poziomy narażenia	34
4.2	Artykuł 4 – analiza ryzyka i określenie narażenia	34
4.3	Artykuł 5 – przepisy mające na celu unikanie lub ograniczanie zagrożeń	35
4.4	Artykuł 6 – informowanie i szkolenie pracowników	35
4.5	Artykuł 7 – konsultacje z pracownikami i ich uczestnictwo	36
4.6	Artykuł 8 – profilaktyczna opieka lekarska	36
4.7	Artykuł 10 – odstępstwa	36
4.8	Podsumowanie	37
5.	Analiza ryzyka w kontekście dyrektywy o polach elektromagnetycznych	38
5.1	Interaktywna platforma on-line do oceny ryzyka (OiRA)	39
5.2	Etap 1 – przygotowanie	39
5.3	Etap 2 – identyfikacja zagrożeń i osób zagrożonych	40
5.3.1	Identyfikacja zagrożeń	40
5.3.2	Identyfikacja istniejących środków zapobiegawczych i środków ostrożności	41
5.3.3	Identyfikacja osób zagrożonych	41
5.3.4	Pracownicy szczególnie zagrożeni	41
5.4	Etap 3 – analiza ryzyka oraz hierarchia zagrożeń pod względem ważności	42
5.4.1	Ocena stopnia zagrożenia	42
5.4.1.1	Skutki bezpośrednie	43
5.4.1.2	Skutki pośrednie	43
5.4.1.3	Pracownicy szczególnie zagrożeni	44

5.5	Etap 4 – wybór działania zapobiegawczego.....	45
5.6	Krok 5 – podjęcie działania.....	45
5.7	Dokumentowanie oceny zagrożenia.....	45
5.8	Monitorowanie i dokonywanie regularnego przeglądu oceny zagrożenia.....	45

SEKCJA 3 – OCENA ZGODNOŚCI

6.	Stosowanie granicznych poziomów oddziaływania i interwencyjnych poziomów narażenia.....	48
6.1	Interwencyjne poziomy narażenia w przypadku skutków bezpośrednich.....	51
6.1.1	Interwencyjne poziomy narażenia w przypadku pola elektrycznego (1 Hz – 10 MHz).....	52
6.1.2	Interwencyjne poziomy narażenia pola magnetycznego (1 Hz – 10 MHz).....	53
6.1.3	Interwencyjny poziom narażenia w przypadku pola elektrycznego i magnetycznego (100 kHz – 300 GHz).....	54
6.1.4	Interwencyjne poziomy narażenia w przypadku prądu indukowanego w kończynach (10–110 MHz) ...	54
6.2	Interwencyjne poziomy narażenia w przypadku skutków pośrednich.....	54
6.2.1	Interwencyjne poziomy narażenia w przypadku pola magnetostatycznego.....	54
6.2.2	Interwencyjne poziomy narażenia w przypadku prądu kontaktowego (do 110 MHz).....	55
6.3	Graniczne poziomy oddziaływania.....	55
6.3.1	Dolne i górne graniczne poziomy oddziaływania.....	55
6.3.2	Graniczne poziomy oddziaływania (0-1 Hz).....	56
6.3.3	Graniczne poziomy oddziaływania (1 Hz – 10 MHz).....	56
6.3.4	Graniczne poziomy oddziaływania (100 kHz – 300 GHz).....	57
6.4	Odstępstwa.....	57
6.4.1	Odstępstwo dotyczące obrazowania metodą rezonansu magnetycznego.....	58
6.4.2	Odstępstwo dotyczące wojska.....	59
6.4.3	Ogólne odstępstwo.....	59
7.	Wykorzystywanie baz danych i danych dotyczących emisji generowanych przez producentów.....	60
7.1	Wykorzystanie informacji dostarczonych przez producentów.....	60
7.1.1	Podstawy oceny producentów.....	61
7.2	Bazy danych dotyczące oceny.....	62
7.3	Dostarczanie informacji przez producentów.....	62
7.3.1	Normy oceny.....	62
7.3.2	Brak odpowiedniej normy.....	62
8.	Obliczenia lub pomiary narażenia.....	65
8.1	Wymogi zawarte w dyrektywie o polach elektromagnetycznych.....	65
8.2	Ocena stanowiska pracy.....	65
8.3	Szczególne przypadki.....	66
8.4	Dodatkowe wsparcie.....	66

SEKCJA 4 – CZY NALEŻY PODJĄĆ DODATKOWE DZIAŁANIA?

9.	Środki ochronne i zapobiegawcze.....	70
9.1	Zasady zapobiegania.....	70
9.2	Usunięcie zagrożenia.....	71
9.3	Zastąpienie mniej niebezpiecznym procesem lub mniej niebezpiecznym urządzeniem.....	71
9.4	Środki techniczne.....	72
9.4.1	Ekranowanie.....	72
9.4.2	Zabezpieczenia.....	73
9.4.3	Blokady.....	74
9.4.4	Wrażliwe wyposażenie ochronne.....	75
9.4.5	Oburęczne urządzenie sterujące.....	75

9.4.6	Urządzenia do zatrzymania awaryjnego.....	76
9.4.7	Środki techniczne służące zapobieganiu wyładowań iskrowych.....	76
9.4.8	Środki techniczne służące zapobieganiu prądom kontaktowym.....	77
9.5	Środki organizacyjne.....	77
9.5.1	Wytyczanie granic i ograniczanie dostępu.....	77
9.5.2	Znaki bezpieczeństwa i ostrzeżenia.....	79
9.5.3	Procedury pisemne.....	81
9.5.4	Informacje dotyczące bezpieczeństwa w zakładzie.....	81
9.5.5	Nadzór i zarządzanie.....	82
9.5.6	Instrukcje i szkolenia.....	82
9.5.7	Projektowanie i rozmieszczenie miejsc pracy i stanowisk pracy.....	84
9.5.8	Przyjęcie dobrych praktyk w zakresie pracy.....	85
9.5.9	Programy konserwacji profilaktycznej.....	87
9.5.10	Ograniczenie poruszania się w polu magnetostatycznym.....	87
9.5.11	Koordinacja i współpraca między pracodawcami.....	87
9.6	Środki ochrony indywidualnej.....	88
10.	Gotowość na wypadek sytuacji wyjątkowej.....	89
10.1	Przygotowywanie planów.....	89
10.2	Reagowanie na zdarzenia niepożądane.....	90
11.	Zagrożenia, objawy i profilaktyczna opieka lekarska.....	91
11.1	Zagrożenia i objawy.....	91
11.1.1	Pola magnetostatyczne (0–1 Hz) ().....	91
11.1.2	Pola magnetyczne niskich częstotliwości (1 Hz – 10 MHz).....	92
11.1.3	Pola elektryczne niskich częstotliwości (1 Hz – 10 MHz).....	92
11.1.4	Pola wysokich częstotliwości (100 kHz – 300 GHz).....	92
11.2	Profilaktyczna opieka lekarska.....	94
11.3	Badania lekarskie.....	94
11.4	Dokumentacja.....	95

SEKCJA 5 – MATERIAŁ REFERENCYJNY

DODATEK A	Charakter pól elektromagnetycznych.....	98
DODATEK B	Skutki pól elektromagnetycznych dla zdrowia.....	102
DODATEK C	Wielkości i jednostki pola elektromagnetycznego.....	107
DODATEK D	Ocena narażenia.....	114
DODATEK E	Skutki pośrednie i pracownicy szczególnie zagrożeni.....	161
DODATEK F	Wytyczne dotyczące obrazowania metodą rezonansu magnetycznego.....	169
DODATEK G	Wymogi zawarte w innych regulacjach unijnych.....	180
DODATEK H	Normy europejskie i międzynarodowe.....	187
DODATEK I	Źródła.....	189
DODATEK J	Glosariusz i skróty.....	193
DODATEK K	Bibliografia.....	197
DODATEK L	Dyrektywa 2013/35/UE.....	199

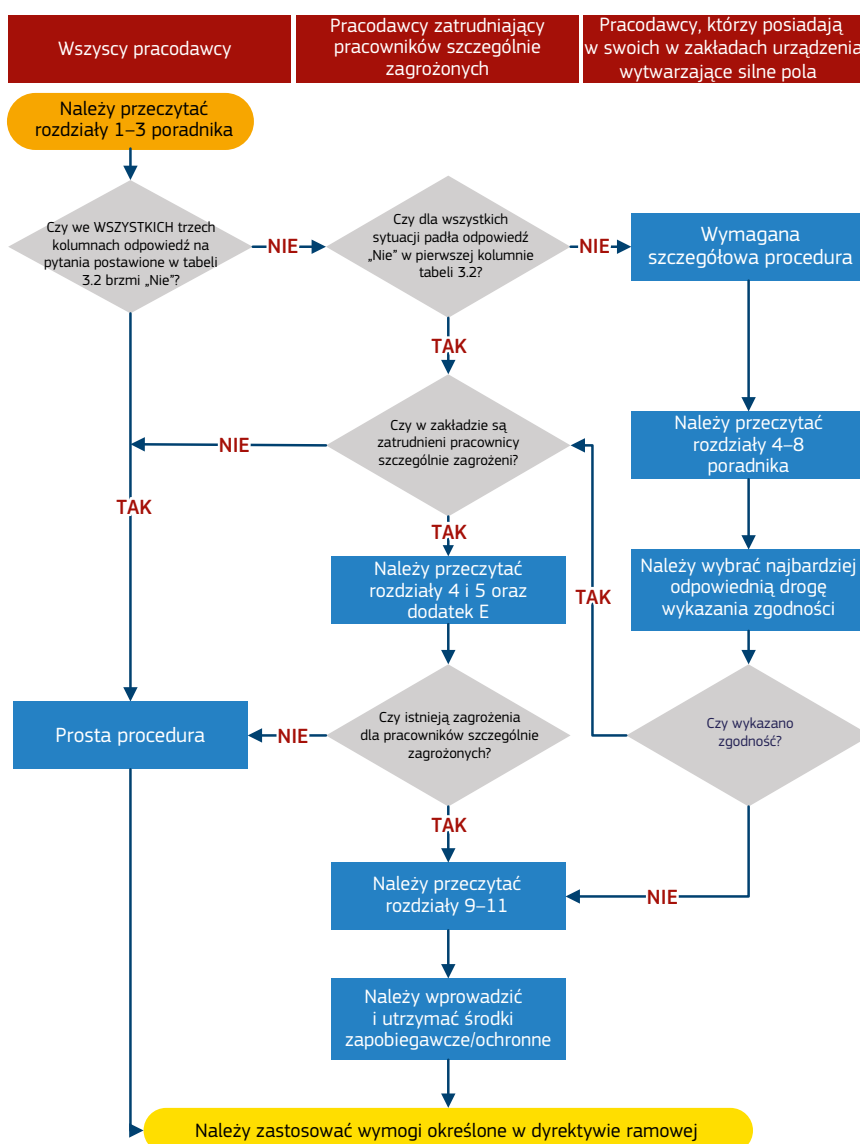
SEKCJA 1

WSZYSCY PRACODAWCY

1. WPROWADZENIE I PRZEZNACZENIE NINIEJSZEGO PORADNIKA

Występowanie pól elektromagnetycznych objętych zakresem dyrektywy o polach elektromagnetycznych (dyrektywa 2013/35/UE) jest powszechnym zjawiskiem w krajach rozwiniętych, gdyż pola te powstają zawsze tam, gdzie korzysta się z energii elektrycznej. Większość pracowników ma do czynienia z polami elektromagnetycznymi, których natężenie nie powoduje żadnych negatywnych skutków. W niektórych zakładach pracy natężenie pola magnetycznego może jednak stwarzać zagrożenie i dyrektywa o polach elektromagnetycznych ma na celu zagwarantowanie w takich sytuacjach bezpieczeństwa i ochrony zdrowia pracowników. Jedną z głównych trudności, z jaką mają do czynienia pracodawcy, jest kwestia rozpoznania, czy należy podjąć dalsze, konkretne działania, czy też nie.

Rysunek 1.1 – Orientacyjny schemat korzystania z tego poradnika



1.1 Jak korzystać z tego poradnika

Niniejszy poradnik jest skierowany przede wszystkim do pracodawców, a w szczególności do małych i średnich przedsiębiorstw. Może on jednak również być przydatny dla pracowników, przedstawicieli pracowników i organów regulacyjnych państw członkowskich.

Pomoże on Państwu w przeprowadzeniu wstępnej oceny zagrożeń polami elektromagnetycznymi w Waszych zakładach pracy. Na podstawie wyników tej oceny będą Państwo mogli łatwiej zdecydować, czy konieczne jest podjęcie dalszych działań zgodnie z dyrektywą o polach elektromagnetycznych. Jeżeli podejmiecie Państwo dalsze działania, w poradniku znajdziecie praktyczne porady dotyczące środków, jakie możecie zastosować.

Niniejszy poradnik ma pomóc Państwu w zrozumieniu sposobu, w jaki dyrektywa o polach elektromagnetycznych może wpływać na wykonywaną przez Państwa pracę. Nie jest on prawnie wiążący i nie zawiera wykładni konkretnych wymogów prawnych, które muszą Państwo ewentualnie spełnić. Dlatego należy go czytać łącznie z dyrektywą o polach elektromagnetycznych (zob. dodatek L), dyrektywą ramową (89/391/EWG) oraz stosownymi przepisami krajowymi.

W dyrektywie o polach elektromagnetycznych ustanowiono minimalne wymogi w zakresie bezpieczeństwa dotyczące narażenia pracowników na zagrożenia związane z polami elektromagnetycznymi. Jednakże tylko nieliczni pracodawcy będą musieli obliczać lub mierzyć poziomy natężenia pól elektromagnetycznych w swoich zakładach pracy. W większości przypadków charakter wykonywanej pracy sprawia, że ryzyko będzie małe i będzie można je dość łatwo oszacować. Struktura niniejszego poradnika została opracowana w taki sposób, aby pracodawcy, którzy już spełniają wymogi, mogli to szybko ustalić i nie musieli czytać go w całości.

Proces korzystania z niniejszego poradnika zilustrowano na schemacie na rys. 1.1. Niniejszy poradnik podzielono na cztery sekcje.

1. Sekcja pierwsza (rozdziały 1–3) jest skierowana do wszystkich czytelników i zawiera ogólne wprowadzenie, instrukcje korzystania z niniejszego poradnika, przegląd głównych skutków dla bezpieczeństwa i zdrowia oraz opis źródeł pola elektromagnetycznego. Co ważne, rozdział 3 zawiera wykaz ogólnie dostępnych urządzeń, działań i sytuacji, w przypadku których można założyć, że pola elektromagnetyczne będą tak słabe, że pracodawcy nie będą musieli podejmować żadnych dalszych działań. Wspomniana tabela powinna umożliwić większości pracodawców, o ile spełniają oni już wymogi określone w dyrektywie ramowej, stwierdzenie, że wypełnili już swoje obowiązki. Tacy pracodawcy nie muszą przechodzić do dalszych części poradnika, ponieważ już spełnili swoją rolę.
2. Sekcja druga (rozdziały 4 i 5) jest skierowana do tych pracodawców, którzy nie byli w stanie zdecydować się, czy muszą podejmować jeszcze jakieś działania, czy też nie. Pracodawcy ci będą musieli lepiej zapoznać się z wymogami określonymi w dyrektywie o polach elektromagnetycznych i przeprowadzić szczegółową ocenę zagrożenia polami elektromagnetycznymi. W przypadku niektórych z nich będzie to związane z zatrudnianiem pracowników, dla których pole elektromagnetyczne stwarza szczególne zagrożenie. W zależności od wyniku oceny pracodawcy ci mogą zostać odesłani bezpośrednio do sekcji czwartej. W przypadku innych pracodawców pola elektromagnetyczne w ich przedsiębiorstwach mogą być na tyle silne, że stwarzają zagrożenie dla wszystkich pracowników. Pracodawcy ci będą musieli uwzględnić także sekcję trzecią.
3. Sekcja trzecia (rozdziały 6, 7 i 8) jest skierowana do pracodawców, którzy muszą ustalić, czy zostają przekroczone interwencyjne poziomy narażenia (IPN), a w niektórych przypadkach graniczne poziomy oddziaływania (GPO). Często będzie można wykazać, że poziomy te nie zostaną przekroczone i w związku

z tym dopuszczalne będzie stosowanie istniejących praktyk pracy. Pracodawcy ci jednak będą musieli przeprowadzić bardziej szczegółową ocenę zagrożenia i lepiej oszacować sytuację narażenia. Wielu z nich może wystarczyć przeczytanie podręcznika do rozdziału 7, ale niektórzy pracodawcy mogą znaleźć przydatne informacje także w rozdziale 8.

4. Sekcja czwarta (rozdziały 9, 10 i 11) jest skierowana do małej liczby pracodawców, którzy w swoim zakładzie pracy stwierdzą narażenie przekraczające GPO lub inne rodzaje ryzyka, które należy ograniczyć. Pracodawcy ci będą musieli wprowadzić zmiany, by chronić pracowników. Powinni oni zapoznać się także z poprzednimi rozdziałami niniejszego poradnika.

Niniejszy poradnik ma na celu przeprowadzenie Państwa przez ścieżkę logiczną oceny zagrożeń związanych z narażeniem pracowników na oddziaływanie pól elektromagnetycznych.

Tabela 1.1 – Kolejne etapy oceny zagrożeń polami elektromagnetycznymi prowadzonej z wykorzystaniem niniejszego poradnika

Jeśli wszystkie zagrożenia związane z polami elektromagnetycznymi w miejscu pracy są małe, wówczas nie ma konieczności podejmowania dalszych działań. Pracodawcy będą chcieli odnotować fakt, że dokonali przeglądu w odniesieniu do swojego zakładu pracy i że doszli do powyższego wniosku.

Jeśli stopień zagrożenia związanego z polami elektromagnetycznymi nie jest niski, lub zagrożenie nie jest znane, pracodawcy powinni przeprowadzić procedurę oceny zagrożenia i, jeśli to konieczne, wdrożyć odpowiednie środki ostrożności.

W rozdziale 4 opisano wymogi określone w dyrektywie o polach elektromagnetycznych, natomiast w rozdziale 5 opisano proponowaną metodykę oceny zagrożeń polem elektromagnetycznym. W wyniku oceny może się okazać, że nie istnieje żadne znaczące zagrożenie. W takim przypadku ocena powinna być zarejestrowana i procedura kończy się na tym etapie.

W rozdziale 6 zawarto wyjaśnienie dotyczące stosowania granicznych poziomów oddziaływania i interwencyjnych poziomów narażenia. Omówiono w nim także odstępstwa.

Do celów przeprowadzania ogólnej oceny zagrożeń, a w szczególności oceny zgodności z interwencyjnymi poziomami narażenia, a także oceny zgodności z granicznymi poziomami oddziaływania, pracodawcy mogą potrzebować danych dotyczących natężenia pola elektromagnetycznego. Dane takie uzyskać można w bazach danych lub od producentów (rozdział 7), ale może być również konieczne przeprowadzenie obliczeń lub pomiarów (rozdział 8).

W rozdziale 9 szczegółowo opisano środki zapobiegawcze i środki ochronne w przypadkach, w których zachodzi konieczność ograniczenia ryzyka.

Rozdział 10 zapewnia wytyczne dotyczące gotowości na wypadek sytuacji wyjątkowej, natomiast rozdział 11 zawiera porady dotyczące zagrożeń, objawów i profilaktycznej opieki lekarskiej.

Przyjęto najbardziej zwięzłą formę rozdziałów niniejszego poradnika, by zminimalizować obciążenie dla pracodawców z niego korzystających. Dodatki do poradnika zawierają dalsze informacje dla pracodawców i innych osób, które mogą uczestniczyć w procesie oceny zagrożenia (tabela 1.2):

Tabela 1.2 – Dodatki do niniejszego poradnika

A – Istota pola elektromagnetycznego
B – Skutki oddziaływania pola elektromagnetycznego dla zdrowia
C – Wielkości i jednostki pola elektromagnetycznego
D – Ocena narażenia
E – Skutki pośrednie i pracownicy szczególnie zagrożeni
F – Wytyczne dotyczące obrazowania metodą rezonansu magnetycznego
G – Wymogi zawarte w innych regulacjach unijnych
H – Normy unijne i międzynarodowe
I – Źródła
J – Słowniczek, skróty i symbole stosowane na schematach
K – Bibliografia
L – Dyrektywa 2013/35/UE

1.2 Wprowadzenie do dyrektywy o polach elektromagnetycznych

Wszyscy pracodawcy mają obowiązek przeprowadzenia oceny zagrożeń wynikających z wykonywanej pracy oraz wdrożenia środków ochronnych i zapobiegawczych w celu ograniczenia wykrytych zagrożeń. Obowiązki te stanowią wymóg określony w dyrektywie ramowej. Dyrektywa o polach elektromagnetycznych została przyjęta, aby pomóc pracodawcom w wypełnianiu ich ogólnych obowiązków wynikających z dyrektywy ramowej w szczególnym przypadku występowania pól elektromagnetycznych w miejscu pracy. Ponieważ pracodawcy będą już spełniać wymogi dyrektywy ramowej, większość z nich stwierdzi, że już spełniają wymogi dyrektywy o polach magnetycznych i nie muszą podejmować żadnych dalszych działań.

W dyrektywie o polach elektromagnetycznych pola elektromagnetyczne są określone jako pola elektrostatyczne, pola magnetostatyczne oraz zmienne w czasie pola elektryczne, magnetyczne i elektromagnetyczne o częstotliwości do 300 GHz. W niniejszym poradniku terminologię tę stosuje się jedynie w tych przypadkach, w których wynika z tego wyraźna korzyść.

Pola elektromagnetyczne wytwarzane są przez wiele różnych źródeł, z którymi pracownicy mogą się zetknąć w miejscu pracy. Są one wytwarzane i wykorzystywane w wielu dziedzinach działalności, w tym w procesach produkcyjnych, w badaniach naukowych, w łączności, w medycynie, przy wytwarzaniu, przesyłaniu i dystrybucji energii, w radiofonii, w nawigacji lotniczej i morskiej oraz w ochronie. Pola elektromagnetyczne mogą być również przypadkowe, jak np. pola powstające w pobliżu przewodów instalacji elektrycznej w budynkach, lub wytwarzane przez urządzenia i sprzęty zasilane energią elektryczną podczas ich użytkowania. Ponieważ w większości przypadków pola te są wzbudzone przez prąd elektryczny, znikają one z chwilą odcięcia zasilania energią elektryczną.

Dyrektywa o polach elektromagnetycznych określa bezpośrednie i pośrednie skutki wywoływane przez pola elektromagnetyczne; nie obejmuje ona wspomnianych odległych skutków dla zdrowia (zob. sekcja 2.2). Skutki bezpośrednie podzielono na dwie kategorie: skutki termiczne, takie jak ogrzanie tkanki przez pochłoniętą energię pól elektromagnetycznych, i skutki nietermiczne, takie jak pobudzenie mięśni, nerwów lub narządów zmysłów (zob. sekcja 2.1). Skutki pośrednie mają miejsce, gdy obecność przedmiotu w polu elektromagnetycznym może spowodować zagrożenie dla bezpieczeństwa lub zdrowia (zob. sekcja 2.3).

1.3 Zakres niniejszego poradnika

Celem niniejszego poradnika jest udzielenie praktycznych wskazówek ułatwiających pracodawcom stosowanie się do dyrektywy o polach elektromagnetycznych. Jest on skierowany do wszystkich przedsiębiorstw, w których pracownicy mogą zetknąć się z polami elektromagnetycznymi. Mimo że dyrektywa o polach elektromagnetycznych nie wyklucza wyraźnie żadnego określonego rodzaju działalności lub technologii, w wielu miejscach pracy pola elektromagnetyczne będą tak słabe, że zagrożenie nie wystąpi. Niniejszy poradnik zawiera ogólny wykaz działań, urządzeń i miejsc pracy, w przypadku których pola elektromagnetyczne powinny być na tyle słabe, że pracodawcy nie będą musieli podejmować żadnych dalszych działań. W niniejszym poradniku nie uwzględniono kwestii związanych z kompatybilnością elektromagnetyczną, które zostały omówione w innym dokumencie.

Dyrektywa o polach elektromagnetycznych zobowiązuje pracodawców do ustalenia, którzy pracownicy narażeni są na szczególne zagrożenie, w tym pracownicy z wszczepionymi aktywnymi lub pasywnymi wyrobami medycznymi, takimi jak rozruszniki serca, pracownicy używający wyrobów medycznych przeznaczonych do wprowadzenia w części do ludzkiego ciała, takich jak pompy insulinowe, oraz pracownice w ciąży. Niniejszy poradnik zawiera porady, jak należy w takich sytuacjach postępować.

Istnieją pewne potencjalne scenariusze narażenia, które mają bardzo szczególny charakter lub są bardzo złożone, a zatem wykraczają poza zakres niniejszego poradnika. Niektóre branże, w których występują szczególne scenariusze narażenia, mogą opracować własne wytyczne w powiązaniu z wymogami dyrektywy o polach elektromagnetycznych i w odpowiednich przypadkach wytyczne te powinny być poddane konsultacji (zob. dodatek I). Pracodawcy, w przypadku których występują złożone scenariusze narażenia, powinni zasięgnąć dodatkowej porady w sprawie oceny (zob. rozdział 8 i dodatek I).

1.4 Związek z dyrektywą 2013/35/UE

Niniejszy poradnik został opracowany w celu spełnienia wymogu określonego w art. 14 dyrektywy o polach elektromagnetycznych. W tabeli 1.3 pokazano, w jaki sposób artykuły dyrektywy o polach elektromagnetycznych zostały odzwierciedlone w niniejszym poradniku.

Tabela 1.3 – Związek między artykułami dyrektywy o polach elektromagnetycznych a rozdziałami niniejszego poradnika

Artykuły i wytyczne	Sekcja poradnika
Artykuł 2: Definicje	
Podstawowe informacje	Dodatki A, B
Wielkości i jednostki używane w dyrektywie o polach elektromagnetycznych	Dodatek C
Terminy i skróty	Dodatek J
Artykuł 3: Graniczne poziomy oddziaływania i interwencyjne poziomy narażenia	
Ograniczenie narażenia	Punkt 6.3
Stosowanie interwencyjnych poziomów narażenia	Punkty 6.1, 6.2
Wymagane działania	Punkty 9.4, 9.5
Artykuł 4: Analiza ryzyka i określenie narażenia	
Analiza ryzyka	Rozdział 5
Skutki pośrednie i pracownicy szczególnie zagrożeni	Punkty 5.3, 5.4 i dodatek E
Ocena narażenia przy wykorzystaniu dostępnych informacji	Rozdział 7
Ocena narażenia poprzez dokonanie pomiaru lub przeprowadzenie obliczenia	Rozdział 8 i dodatek D
Artykuł 5: Przepisy mające na celu unikanie lub ograniczanie zagrożeń	
Zasady zapobiegania	Punkt 9.1
Środki techniczne	Punkt 9.4
Środki organizacyjne	Punkt 9.5
Środki ochrony indywidualnej	Punkt 9.6
Artykuł 6: Informowanie i szkolenie pracowników	
Informowanie pracowników	Punkt 9.5 i dodatek E
Szkolenia pracowników	Punkt 9.5 i dodatki A, B
Artykuł 7: Konsultacje z pracownikami i ich uczestnictwo	
Konsultacje z pracownikami i ich uczestnictwo	Rozdział 4
Artykuł 8: Profilaktyczna opieka lekarska	
Objawy	Punkt 11.1
Profilaktyczna opieka lekarska	Punkt 11.2
Badania lekarskie	Punkt 11.3
Artykuł 10: Odstępstwa	
Odstępstwa	Punkt 6.4 i dodatek F

1.5 Krajowe regulacje i źródła dodatkowych informacji

Stosowanie się do niniejszego poradnika nie gwarantuje zgodności z ustawowymi wymogami dotyczącymi ochrony przed zagrożeniem polami elektromagnetycznymi w różnych państwach członkowskich UE. Przepisy prawne, poprzez które państwa członkowskie dokonały transpozycji dyrektywy 2013/35/UE, mają zawsze pierwszeństwo. Przepisy te mogą stawiać wyższe wymagania niż dyrektywa o polach elektromagnetycznych, na której opiera się niniejszy poradnik. Więcej informacji uzyskać można od krajowych organów regulacyjnych określonych w dodatku I.

Aby dodatkowo pomóc we wdrożeniu wymogów dyrektywy o polach elektromagnetycznych, producenci mogą tak zaprojektować swoje produkty, aby narażenie na pola elektromagnetyczne, do których pracownicy mają dostęp, zostało zminimalizowane. Mogą oni także informować o występowaniu pól magnetycznych i zagrożeniach podczas normalnego korzystania z urządzeń. Wykorzystywanie informacji podawanych przez producentów jest szczegółowo omówione w rozdziale 7.

Źródła dodatkowych informacji przedstawiono w dodatkach do niniejszego poradnika. W szczególności dodatek I zawiera szczegółowe informacje na temat krajowych organizacji i organizacji branżowych, natomiast dodatek J zawiera glosariusz, wykaz skrótów i opis symboli stosowanych na schematach wykorzystywanych w niniejszym poradniku. Dodatek K zawiera bibliografię użytecznych publikacji.

2. SKUTKI DLA ZDROWIA I ZAGROŻENIA ZWIĄZANE Z POLAMI ELEKTROMAGNETYCZNYMI

Rodzaje skutków oddziaływania pól elektromagnetycznych na ludzki organizm zależą przede wszystkim od częstotliwości i intensywności, w pewnych sytuacjach mogą również mieć znaczenie inne czynniki, takie jak kształt fali. Niektóre pola elektromagnetyczne powodują stymulację narządów zmysłów, nerwów i mięśni, natomiast inne powodują nagrzewanie tkanek. Skutki powodowane przez nagrzewanie zwane są w dyrektywie o polach elektromagnetycznych *skutkami termicznymi*, a wszystkie inne skutki *skutkami nietermicznymi*. Dalsze szczegółowe informacje dotyczące skutków dla zdrowia wynikających z narażenia na pole elektromagnetyczne można znaleźć w dodatku B.

Co ważne, wszystkie te skutki posiadają próg, poniżej którego nie ma zagrożenia, a narażenia poniżej progu w żaden sposób się nie kumulują. Skutki spowodowane narażeniem mają charakter przejściowy, są ograniczone do czasu trwania narażenia i ustają lub ulegną zmniejszeniu po jego zakończeniu. Oznacza to, że po zakończeniu narażenia nie może być dalszych zagrożeń dla zdrowia.

2.1 Skutki bezpośrednie

Skutki bezpośrednie to zmiany zachodzące u danej osoby wskutek wystawienia na działanie pola elektromagnetycznego. Dyrektywa o polach elektromagnetycznych dotyczy wyłącznie skutków dobrze zrozumianych, powodowanych przez znane mechanizmy. Wprowadzono w niej rozróżnienie między skutkami zakłócającymi percepcję zmysłową a skutkami dla zdrowia, które uznaje się za poważniejsze.

Skutki bezpośrednie to:

- zawroty głowy i mdłości spowodowane oddziaływaniem pola magnetostaticznego (kojarzone zazwyczaj z ruchem, ale można ich również doświadczyć bez poruszania się);
- skutki dla narządów zmysłów, nerwów i mięśni spowodowane polami o niskiej częstotliwości (do 100 kHz);
- ogrzanie całego ciała lub jego części spowodowane polami o wysokiej częstotliwości (10 MHz i powyżej); powyżej kilku GHz ogrzanie jest coraz bardziej ograniczone do powierzchni ciała;
- skutki dla nerwów, mięśni i ogrzanie spowodowane pośrednimi częstotliwościami (100 kHz – 10 MHz).

Skutki te przedstawiono na ilustracji 2.1. Zobacz dodatek B, aby uzyskać więcej informacji na temat skutków bezpośrednich.

2.2 Skutki odległe

Dyrektywa o polach elektromagnetycznych nie dotyczy sugerowanych skutków odległych narażenia na pola elektromagnetyczne, ponieważ nie ma obecnie udokumentowanych dowodów naukowych istnienia związku przyczynowego w tym zakresie. Jednak w przypadku pojawienia się takich udokumentowanych dowodów naukowych, Komisja Europejska rozważy najbardziej odpowiednie środki przeciwdziałania takim skutkom.

Rysunek 2.1 – Skutki oddziaływania pola elektromagnetycznego o różnych zakresach częstotliwości fal (zakresy częstotliwości nie są przedstawione na skali)



2.3 Skutki pośrednie

Niepożądane skutki mogą wystąpić ze względu na obecność w polu elektromagnetycznym przedmiotów, co powoduje zagrożenie dla bezpieczeństwa lub zdrowia. Kontakt z przewodami pod napięciem nie jest objęty zakresem dyrektywy o polach elektromagnetycznych.

Skutki pośrednie to:

- zakłócenie działania elektronicznego sprzętu medycznego i innych elektronicznych wyrobów medycznych;
- zakłócenie działania aktywnych wyrobów medycznych do implantacji lub sprzętu, takich jak stymulatory serca i defibrylatory;
- zakłócenie działania wyrobów medycznych przeznaczonych do wprowadzenia w części do ludzkiego ciała, takich jak pompy insulinowe;
- wpływ na pasywne implanty (sztuczne stawy, gwoździe, druty lub płytki wykonane z metalu);
- skutki związane z obecnością odłamków, piercingu, tatuaży i artystycznych dekoracji na ciele;
- zagrożenie gwałtownym przemieszczaniem się nieumocowanych przedmiotów ferromagnetycznych w polach magnetostatycznych;
- niezamierzone uruchomienie detonatorów;
- pożary lub wybuchy w wyniku zapalenia materiałów łatwopalnych lub wybuchowych;
- porażenia prądem elektrycznym lub oparzenia prądem kontaktowym, gdy dana osoba dotyka przewodzącego prąd przedmiotu znajdującego się w polu elektromagnetycznym i jedno z nich jest uziemione, a drugie nie.

W rozdziale 5 i dodatku E można znaleźć dalsze informacje dotyczące skutków pośrednich i sposobu eliminowania tych zagrożeń w miejscu pracy.



Główne przesłanie: skutki działania pól elektromagnetycznych

Pola elektromagnetyczne w miejscu pracy mogą powodować skutki bezpośrednie lub pośrednie. Skutki bezpośrednie związane są z oddziaływaniem pola na organizm ludzki, a ich charakter może być nietermiczny lub termiczny. Skutki pośrednie powodowane są obecnością przedmiotu w polu elektromagnetycznym, prowadzącą do zagrożenia dla bezpieczeństwa lub zdrowia.

3. ŹRÓDŁA PÓL ELEKTROMAGNETYCZNYCH

We współczesnym społeczeństwie wszyscy są narażeni na działanie pól elektrycznych i magnetycznych pochodzących z wielu źródeł, w tym sprzętu elektrycznego, transmisji radiowych i telewizyjnych oraz urządzeń do łączności (rys. 3.1). Więcej informacji na temat charakteru pól elektromagnetycznych można znaleźć w dodatku A. Większość źródeł pól elektromagnetycznych, z którymi mamy do czynienia zarówno w domu, jak i w miejscu pracy, wiąże się z bardzo niskim poziomem narażenia i jest raczej mało prawdopodobne, że takie powszechnie wykonywane czynności będą się wiązać z narażeniem przekraczającym interwencyjne poziomy narażenia lub graniczne poziomy oddziaływania określone w dyrektywie o polach elektromagnetycznych.

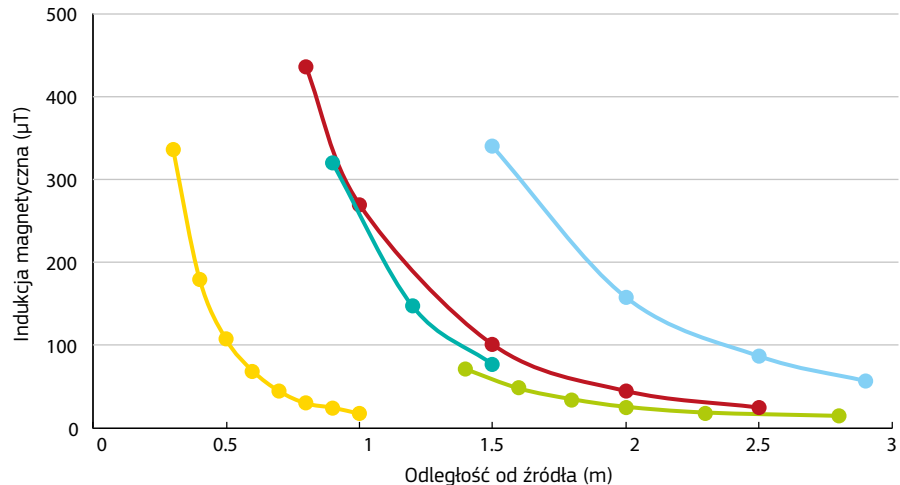
Rysunek 3.1 – Schemat widma elektromagnetycznego pokazujący niektóre typowe źródła



Celem tego rozdziału jest udzielenie pracodawcom informacji na temat źródeł pola elektromagnetycznego w środowisku pracy, aby mogli oni zdecydować, czy potrzebna jest dalsza analiza ryzyka spowodowanego działaniem pola elektromagnetycznego. Zakres i wielkość wytwarzanych pól elektromagnetycznych zależą od wielkości napięcia, natężenia i częstotliwości prądu elektrycznego zasilającego urządzenia lub generowanych przez urządzenia, a także od konstrukcji urządzeń. Niektóre urządzenia mogą być celowo przeznaczone do generowania zewnętrznego pola elektromagnetycznego. W takim przypadku małe urządzenia o niewielkiej mocy mogą wytwarzać znaczne zewnętrzne pola elektromagnetyczne. Urządzenia wykorzystujące prąd o wysokim natężeniu czy napięciu lub przeznaczone do emitowania promieniowania elektromagnetycznego będą zasadniczo wymagały przeprowadzenia dalszej oceny. W dodatku C można znaleźć więcej informacji na temat powszechnie stosowanych wielkości i jednostek do celów oceny pól elektromagnetycznych. Porady w zakresie oceny zagrożenia w kontekście dyrektywy o polach elektromagnetycznych można znaleźć w rozdziale 5.

Natężenie pola elektromagnetycznego będzie się szybko zmniejszać wraz ze wzrostem odległości od źródła (rys. 3.2). Narażenie pracownika można zmniejszyć, jeśli istnieje możliwość ograniczenia dostępu do stref znajdujących się w pobliżu urządzeń, gdy są one włączone. Warto również wspomnieć o tym, że pola elektromagnetyczne zasadniczo zanikną po odłączeniu zasilania urządzenia, chyba że wytwarzane są przez magnes trwały lub magnes nadprzewodzący.

Rysunek 3.2 – Spadek indukcji magnetycznej wraz ze wzrostem odległości w przypadku źródeł zasilania różnej częstotliwości: zgrzewarki punktowej (●—●); cewki rozmagnesowującej 0,5 m (●—●); pieca indukcyjnego 180 kW (●—●); zgrzewarki liniowej 100 kVA (●—●); cewki rozmagnesowującej 1 m (●—●)



Dalsza część tego rozdziału ma na celu pomóc pracodawcom odróżnić urządzenia, czynności i sytuacje, które prawdopodobnie nie będą stanowić zagrożenia, od tych, które mogą wymagać środków ochronnych lub zapobiegawczych w celu zapewnienia ochrony pracowników.

3.1 Pracownicy szczególnie zagrożeni

Niektóre grupy pracowników (zob. tabela 3.1) uważa się za szczególnie narażone na działanie pól elektromagnetycznych. Dla takich pracowników IPN określone w dyrektywie o polach elektromagnetycznych mogą nie stanowić wystarczającej ochrony, zatem pracodawcy powinni przeprowadzić ocenę narażenia takich pracowników niezależnie od oceny przeprowadzanej dla pozostałego personelu.

Przestrzeganie poziomów odniesienia określonych w zaleceniu Rady 1999/519/WE powinno w zasadzie zapewnić bezpieczeństwo pracowników szczególnie zagrożonych (zob. dodatek E). Jednakże w przypadku bardzo małej ich liczby nawet te poziomy odniesienia mogą nie zapewniać odpowiedniej ochrony. Osoby takie otrzymują odpowiednie porady od lekarza odpowiedzialnego za opiekę nad nimi, z jego pomocy powinien również korzystać pracodawca przy przeprowadzaniu oceny, czy dana osoba jest w miejscu pracy narażona na zagrożenie.

Tabela 3.1 – Pracownicy szczególnie zagrożeni, o których mowa w dyrektywie o polach elektromagnetycznych

Pracownicy szczególnie zagrożeni	Przykłady
Pracownicy, którzy mają wszczepione aktywne wyroby medyczne	Rozruszniki serca i defibrylatory, implanty ślimakowe, implanty pniowe, protezy ucha wewnętrznego, neurostymulatory, kodery siatkówki, wszczepione pompy infuzyjne do leków
Pracownicy, którzy mają wszczepione pasywne wyroby medyczne zawierające metal	Sztuczne stawy, gwoździe, płytki, śruby, klipsy chirurgiczne, klipsy do tętniaków, stenty, protezy zastawki serca, pierścienie do annuloplastyki, metalowe implanty antykoncepcyjne i aktywne wyroby medyczne do implantacji
Pracownicy korzystający z wyrobów medycznych przeznaczonych do wprowadzenia w części do ludzkiego ciała	Zewnętrzne pompy infuzyjne do hormonów
Pracownice w ciąży	

Uwaga: Oceniając, czy dany pracownik może być szczególnie zagrożony, pracodawca powinien zwrócić uwagę na częstotliwość, natężenie i czas oddziaływania pola elektromagnetycznego.

3.1.1 Pracownicy, którzy mają wszczepione aktywne wyroby medyczne

Jedną z grup pracowników szczególnie zagrożonych są pracownicy, którzy mają wszczepione aktywne wyroby medyczne. Wynika to z faktu, iż silne pola elektromagnetyczne mogą zakłócać normalne działanie takich aktywnych implantów. Istnieje wymóg prawny dotyczący producentów takich urządzeń, zgodnie z którym muszą zapewnić wystarczającą odporność produktów na zakłócenia, przy czym urządzenia te są poddawane rutynowym badaniom pod kątem natężenia pól elektromagnetycznych, które może występować w miejscach publicznych. W rezultacie pola o natężeniu nieprzekraczającym poziomów odniesienia określonych w zaleceniu Rady 1999/519/WE nie powinny negatywnie wpływać na działanie tych urządzeń. Jednakże pola o natężeniu przekraczającym te poziomy odniesienia, *występujące w pobliżu tych urządzeń lub ich elektrod rejestrujących* (jeśli takie zostały zastosowane), mogą skutkować nieprawidłowym działaniem tych urządzeń, co mogłoby stwarzać zagrożenie dla osób, które z nich korzystają.

Chociaż niektóre z omawianych w tym rozdziale sytuacji w miejscu pracy mogłyby przyczynić się do powstawania silnych pól, w wielu przypadkach pola te będą występować na bardzo ograniczonym obszarze. Dlatego też można przeciwdziałać zagrożeniu nie dopuszczając, aby to silne pole było generowane w bezpośrednim sąsiedztwie implantu. Przykładowo pole wytwarzane przez telefon komórkowy mogłoby zakłócać pracę rozrusznika serca, gdyby telefon był trzymany w pobliżu tego wyrobu. Niemniej jednak osoby z wszczepionym rozrusznikiem serca mogą bez zagrożenia korzystać z telefonów komórkowych. Muszą po prostu uważać, aby nie trzymać telefonu przy klatce piersiowej.

W kolumnie 3 tabeli 3.2 przedstawiono sytuacje, w których w przypadku pracowników z wszczepionymi aktywnymi implantami wymagana jest ocena szczegółowa ze względu na prawdopodobieństwo wystąpienia silnych pól w bezpośrednim sąsiedztwie takiego wyrobu lub jego elektrod rejestrujących (jeśli zostały zastosowane). Często w wyniku takiej oceny okaże się, że pracownik powinien po prostu przestrzegać instrukcji, które otrzymał od zespołu medycznego po wszczęciu implantu.

Jeżeli pracownicy lub inne osoby z wszczepionymi aktywnymi implantami mają dostęp do miejsca pracy, pracodawca będzie musiał rozważyć, czy jest potrzebna bardziej szczegółowa ocena. W tym kontekście należy zauważyć, że w wielu sytuacjach

w miejscu pracy wskazanych w tabeli 3.2 wprowadza się rozróżnienie między osobą wykonującą osobiście jakąś pracę a pracą wykonywaną w danym miejscu pracy. Jest mało prawdopodobne, aby w tej ostatniej sytuacji doszło do powstania silnego pola w bezpośrednim sąsiedztwie implantu, w związku z czym przeprowadzenie oceny nie jest zwykle wymagane.

W kilku sytuacjach (takich jak topienie w piecu indukcyjnym) generowane są bardzo silne pola. W tych przypadkach obszar, na jakim poziomy odniesienia określone w zaleceniu Rady 1999/519/WE mogą zostać przekroczone, będzie zazwyczaj znacznie większy. W związku z tym przeprowadzanie oceny będzie prawdopodobnie bardziej złożone (zob. dodatek E) i może zaistnieć wymóg wprowadzenia ograniczeń dostępu.

3.1.2 Inni pracownicy szczególnie zagrożeni

Dla innych grup pracowników szczególnie zagrożonych (zob. tabela 3.1) występujące na bardzo ograniczonym obszarze silne pola elektromagnetyczne nie będą normalnie stanowić zagrożenia. Pracownicy ci będą natomiast zagrożeni w przypadkach, w których wykonywane prace mogą prowadzić do wytworzenia na obszarach ogólniej dostępnych pól o wartościach przekraczających poziomy odniesienia określone w zaleceniu Rady 1999/519/WE. Często występujące sytuacje, w których jest to prawdopodobne, podane są w kolumnie 2 tabeli 3.2 i będą wymagać przeprowadzenia oceny szczegółowej.

Jeżeli wymagane jest przeprowadzenie oceny dotyczącej pracowników szczególnie zagrożonych, pracodawcy powinni zapoznać się z dodatkiem E.



Główne przesłanie: pracownicy szczególnie zagrożeni

Dla pracowników, którzy mają wszczepione aktywne implanty, występowanie silnych pól w miejscu pracy może stanowić zagrożenie. Pola te występują najczęściej na bardzo ograniczonym obszarze, a zagrożeniu można zwykle odpowiednio przeciwdziałać, stosując kilka prostych środków ostrożności zaleconych przez zespół medyczny sprawujący opiekę nad pracownikiem z wszczepionym implantem.

Chociaż silne pola mogą stanowić szczególne zagrożenie dla innych grup pracowników (dla pracowników z wszczepionymi implantami pasywnymi lub korzystających z wyrobów medycznych przeznaczonych do wprowadzenia w części do ludzkiego ciała oraz dla pracownic w ciąży), powstanie takiego zagrożenia jest prawdopodobne jedynie w ograniczonej liczbie sytuacji (zob. tabela 3.2).

3.2 Wymogi w zakresie oceny dotyczącej często wykonywanych prac, urządzeń i miejsc pracy

W tabeli 3.2 wymieniono wiele często wykonywanych prac, urządzeń i miejsc pracy oraz określono, czy może zachodzić potrzeba przeprowadzenia oceny dotyczącej:

- pracowników z wszczepionymi aktywnymi implantami;
- innych pracowników szczególnie zagrożonych;
- pracowników nienarażonych na szczególne zagrożenie.

W odniesieniu do każdej konkretnej sytuacji w tabeli określono, czy jest prawdopodobne, że może ona prowadzić do powstania pola elektromagnetycznego o natężeniu

przekraczającym poziomy odniesienia określone w zaleceniu Rady 1999/519/WE, a jeżeli tak, to czy pola te mogą ograniczać się do bardzo małego obszaru, czy nie.

Tabelę 3.2 opracowano w odniesieniu do stosowania urządzeń, które spełniają najnowsze normy oraz które były prawidłowo konserwowane i eksploatowane zgodnie z przeznaczeniem określonym przez producenta. Jeśli praca obejmuje korzystanie z bardzo starych, niestandardowych lub źle konserwowanych urządzeń, wytyczne zawarte w tabeli 3.2 mogą nie mieć zastosowania.

Jeśli dla każdej czynności wykonywanej w miejscu pracy we wszystkich trzech kolumnach figuruje „NIE”, nie powinna zachodzić potrzeba przeprowadzenia oceny szczegółowej w odniesieniu do wymogów dyrektywy o polach elektromagnetycznych, ponieważ nie przewiduje się występowania zagrożeń związanych z działaniem pola elektromagnetycznego. W takich przypadkach podejmowanie dalszych działań zazwyczaj nie jest konieczne. Trzeba będzie jednak przeprowadzić ogólną ocenę zagrożenia zgodną z wymogami określonymi w dyrektywie ramowej. Zgodnie z zaleceniami zawartymi w dyrektywie ramowej pracodawcy powinni zachować czujność w zmieniających się okolicznościach i w przypadku zidentyfikowania jakichkolwiek zmian powinni rozważyć potrzebę przeprowadzenia szczegółowej oceny narażenia na działanie pola elektromagnetycznego.

Podobnie w odniesieniu do miejsc pracy, do których nie mają dostępu pracownicy z wszczepionymi aktywnymi implantami lub inni pracownicy szczególnie zagrożeni, o ile dla każdej czynności we wszystkich odnośnych kolumnach figuruje „Nie”, nie powinno być potrzeby przeprowadzenia oceny szczegółowej w odniesieniu do wymogów dyrektywy o polach elektromagnetycznych. Zgodnie z dyrektywą ramową trzeba będzie jednak przeprowadzić ogólną ocenę zagrożenia. Pracodawcy powinni również zachować czujność wobec zmieniających się okoliczności, a w szczególności wobec możliwości dostępu do stanowisk pracy dla pracowników szczególnie zagrożonych.



Główne przesłanie: ocena pola elektromagnetycznego

Jeżeli w danym miejscu pracy mają miejsce wyłącznie te sytuacje wymienione w tabeli 3.2, w odniesieniu do których we wszystkich odnośnych kolumnach figuruje „Nie”, nie będzie zwykle konieczne przeprowadzenie szczegółowej oceny narażenia na działanie pól elektromagnetycznych. Wymagana będzie ogólna analiza ryzyka spełniająca wymogi określone w dyrektywie ramowej, a pracodawcy powinni zachować czujność wobec zmieniających się okoliczności.

Tabela 3.2 – Wymogi dotyczące szczegółowej oceny działania pola elektromagnetycznego w odniesieniu do często wykonywanych prac, wyposażenia i miejsc pracy

Rodzaj urządzenia lub miejsce pracy	Ocena wymagana w odniesieniu do		
	Pracowników nienarażonych na szczególnie zagrożenie*	Pracowników szczególnie zagrożonych (z wyjątkiem pracowników z wszczepionymi aktywnymi implantami)**	Pracowników z wszczepionymi aktywnymi implantami***
	(1)	(2)	(3)
Łączność bezprzewodowa			
Telefony bezprzewodowe (w tym stacje bazowe telefonów bezprzewodowych DECT) – korzystanie	Nie	Nie	Tak
Telefony bezprzewodowe (w tym stacje bazowe telefonów bezprzewodowych DECT) – znajdujące się w miejscu pracy	Nie	Nie	Nie
Telefony komórkowe – korzystanie	Nie	Nie	Tak
Telefony komórkowe – znajdujące się w miejscu pracy	Nie	Nie	Nie
Urządzenia do łączności bezprzewodowej (np. Wi-Fi lub Bluetooth) włącznie z punktami dostępu WLAN – korzystanie	Nie	Nie	Nie
Urządzenia do łączności bezprzewodowej (np. Wi-Fi lub Bluetooth) włącznie z punktami dostępu WLAN – znajdujące się w miejscu pracy	Nie	Nie	Nie
Biuro			
Sprzęt audiowizualny (np. telewizory, odtwarzacze DVD)	Nie	Nie	Nie
Urządzenia audiowizualne posiadające nadajniki radiowe	Nie	Nie	Tak
Przewodowy sprzęt do łączności i sieci przewodowe	Nie	Nie	Nie
Urządzenia komputerowe i informatyczne	Nie	Nie	Nie
Elektryczne termowentylatory	Nie	Nie	Nie
Wentylatory elektryczne	Nie	Nie	Nie
Urządzenia biurowe (m.in. fotokopiarki, niszczarki dokumentów, zszywacze elektryczne)	Nie	Nie	Nie
Telefony (stacjonarne) i faksy	Nie	Nie	Nie
Infrastruktura (budynki i grunty)			
Systemy alarmowe	Nie	Nie	Nie
Anteny stacji bazowych znajdujące się w obrębie wskazanej wyłączzonej strefy operatora	Tak	Tak	Tak
Anteny stacji bazowych znajdujące się na zewnątrz wskazanej wyłączzonej strefy operatora	Nie	Nie	Nie
Narzędzia ogrodnicze (zasilane elektrycznie) – korzystanie	Nie	Nie	Tak
Narzędzia ogrodnicze (elektryczne) – znajdujące się w miejscu pracy	Nie	Nie	Nie
Urządzenia grzewcze (elektryczne) do ogrzewania pomieszczeń	Nie	Nie	Nie
Urządzenia gospodarstwa domowego i urządzenia profesjonalne, np. lodówka, pralka, suszarka, zmywarka, piekarnik, opiekacz, kuchenka mikrofalowa, żelazko, o ile nie zawierają one urządzeń do przekazywania danych, takich jak WLAN, Bluetooth lub telefony komórkowe	Nie	Nie	Nie

Sprzęt oświetleniowy, np. do oświetlania większych przestrzeni i lampy na biurko	Nie	Nie	Nie
Sprzęt oświetleniowy, zasilany przez fale radiowe lub mikrofalę	Tak	Tak	Tak
Miejsca pracy dostępne dla ogółu, które spełniają wymagania dotyczące poziomów referencyjnych określone w zaleceniu Rady 1999/519/WE	Nie	Nie	Nie
Bezpieczeństwo			
Systemy ochrony towarów i RFID (identyfikacja radiowa)	Nie	Nie	Nie
Urządzenia do usuwania danych na taśmach lub twarde dyskach	Nie	Nie	Tak
Wykrywacze metalu	Nie	Nie	Tak
Zasilanie energią elektryczną			
Obwód elektryczny, którego przewody biegną blisko siebie, a prąd wypadkowy ma natężenie 100 A lub mniejsze – obejmuje okablowanie, aparaturę rozdzielczą, transformatory itd. – narażenie na działanie pól magnetycznych	Nie	Nie	Nie
Obwód elektryczny, którego przewody biegną blisko siebie, a prąd wypadkowy ma natężenie większe niż 100 A – obejmuje okablowanie, aparaturę rozdzielczą, transformatory itd. – narażenie na działanie pól magnetycznych	Tak	Tak	Tak
Obwody elektryczne wewnątrz instalacji o natężeniu znamionowym prądu fazowego 100 A lub mniejszym dla poszczególnych instalacji – obejmuje okablowanie, aparaturę rozdzielczą, transformatory itd. – narażenie na działanie pól magnetycznych	Nie	Nie	Nie
Obwody elektryczne wewnątrz instalacji o natężeniu znamionowym prądu fazowego powyżej 100 A dla poszczególnych instalacji – obejmuje okablowanie, aparaturę rozdzielczą, transformatory itd. – narażenie na działanie pól magnetycznych	Tak	Tak	Tak
Instalacje elektryczne o natężeniu znamionowym prądu fazowego powyżej 100 A – obejmuje okablowanie, aparaturę rozdzielczą, transformatory itd. – narażenie na działanie pól magnetycznych	Tak	Tak	Tak
Instalacje elektryczne o natężeniu znamionowym prądu fazowego 100 A lub mniejszym – obejmuje okablowanie, aparaturę rozdzielczą, transformatory itd. – narażenie na działanie pól magnetycznych	Nie	Nie	Nie
Generatory i generatory awaryjne – włączone	Nie	Nie	Tak
Przekształtniki, w tym znajdujące się w systemach fotowoltaicznych	Nie	Nie	Tak
Nieizolowany przewód napowietrzny o napięciu znamionowym do 100 kV lub linia trakcyjna o napięciu do 150 kV, nad miejscem pracy – narażenie na działanie pól elektrycznych	Nie	Nie	Nie
Nieizolowany przewód napowietrzny o napięciu znamionowym ponad 100 kV lub linia trakcyjna o napięciu ponad 150 kV ⁽¹⁾ , nad miejscem pracy – narażenie na działanie pól elektrycznych	Tak	Tak	Tak
Nieizolowane przewody napowietrzne pod dowolnym napięciem – narażenie na działanie pól magnetycznych	Nie	Nie	Nie
Podziemne lub izolowane obwody kablowe, pod dowolnym napięciem znamionowym – narażenie na działanie pól elektrycznych	Nie	Nie	Nie

⁽¹⁾ W przypadku nieizolowanych linii trakcyjnych o napięciu ponad 150 kV natężenie pola elektrycznego będzie zwykle, chociaż nie zawsze, niższe niż poziom referencyjny określony w zaleceniu Rady 1999/519/WE.

Turbiny wiatrowe, działające	Nie	Tak	Tak
Przemysł lekki			
Spawanie łukiem elektrycznym, ręczne (w tym metodami MIG, MAG i TIG, w ostonie gazów obojętnych lub aktywnych), przy zastosowaniu dobrych praktyk i bez dotykania przewodem ciała	Nie	Nie	Tak
Ładowarki do baterii/akumulatorów, przemysłowe	Nie	Nie	Tak
Ładowarki do baterii/akumulatorów, duże profesjonalne	Nie	Nie	Tak
Sprzęt do powlekania i malowania	Nie	Nie	Nie
Urządzenia do kontroli, niezawierające nadajników radiowych	Nie	Nie	Nie
Urządzenia do obróbki koronowej powierzchni	Nie	Nie	Tak
Ogrzewanie dielektryczne	Tak	Tak	Tak
Spawanie elektryczne	Tak	Tak	Tak
Elektrostatyczny sprzęt do malowania	Nie	Tak	Tak
Piece ogrzewane rezystancyjnie	Nie	Nie	Tak
Pistolety do kleju (przenośne) – znajdujące się w miejscu pracy	Nie	Nie	Nie
Pistolety do kleju – korzystanie	Nie	Nie	Tak
Opalarki (przenośne) – znajdujące się w miejscu pracy	Nie	Nie	Nie
Opalarki – korzystanie	Nie	Nie	Tak
Rampy hydrauliczne	Nie	Nie	Nie
Ogrzewanie indukcyjne	Tak	Tak	Tak
Zautomatyzowane systemy ogrzewania indukcyjnego, w przypadku których wykrywanie uszkodzeń oraz naprawy oznaczają bliski kontakt ze źródłem pola elektromagnetycznego	Nie	Tak	Tak
Urządzenia do uszczelniania indukcyjnego	Nie	Nie	Tak
Lutowanie indukcyjne	Tak	Tak	Tak
Narzędzia maszynowe (np. wiertarki kolumnowe, szlifierki, tokarki, frezarki, piły)	Nie	Nie	Tak
Proszkowa defektoskopia magnetyczna (wykrywanie pęknięć)	Nie	Nie	Nie
Przemysłowe urządzenia do magnesowania/rozmagnesowywania (w tym do kasowania taśm magnetycznych)	Tak	Tak	Tak
Urządzenia i przyrządy pomiarowe niezawierające nadajników radiowych	Nie	Nie	Nie
Ogrzewanie i suszenie mikrofalowe w przemyśle drzewnym (suszenie, formowanie i klejenie drewna)	Tak	Tak	Tak
Urządzenia wytwarzające plazmę częstotliwości radiowej, w tym urządzenia do naporowywania próżniowego i napyłania	Tak	Tak	Tak
Narzędzia (zasilane elektrycznie, ręczne i przenośne, np. wiertarki, piaskczarki, piły tarczowe i szlifierki kątowe) – korzystanie	Nie	Nie	Tak
Narzędzia (zasilane elektrycznie, ręczne i przenośne) – znajdujące się w miejscu pracy	Nie	Nie	Nie
Systemy spawalnicze, zautomatyzowane, wykrywanie uszkodzeń, naprawy i szkolenie związane z bliskim kontaktem ze źródłem pola elektromagnetycznego	Nie	Tak	Tak
Spawanie, ręczne spawanie oporowe (zgrzewanie punktowe, zgrzewanie spojen)	Tak	Tak	Tak
Przemysł ciężki			
Elektroliza przemysłowa	Tak	Tak	Tak

Łukowe piece do topienia	Tak	Tak	Tak
Piece indukcyjne do topienia (dostępne pola elektromagnetyczne wokół mniejszych pieców zwykle silniejsze niż w przypadku większych pieców)	Tak	Tak	Tak
Budownictwo			
Sprzęt budowlany (np. betoniarki, wibratory do masy betonowej, dźwigi itp.) – praca w bliskim sąsiedztwie	Nie	Nie	Tak
Suszenie mikrofalowe w budownictwie	Tak	Tak	Tak
Medycyna			
Sprzęt medyczny niewykorzystujący pola elektromagnetycznego do celów diagnozowania lub leczenia	Nie	Nie	Nie
Sprzęt medyczny wykorzystujący pole elektromagnetyczne do celów diagnozowania i leczenia (np. diatermia krótkofalowa, przezczaszkowa stymulacja magnetyczna)	Tak	Tak	Tak
Transport			
Pojazdy silnikowe i instalacje wyposażone w silnik – przebywanie w pobliżu rozrusznika, alternatora i systemu zapłonu	Nie	Nie	Tak
Radar, zarządzanie ruchem lotniczym, sektor wojskowy, pogoda i daleki zasięg	Tak	Tak	Tak
Pociągi i tramwaje o napędzie elektrycznym	Tak	Tak	Tak
Różne			
Ładowarki do baterii i akumulatorów, podłączane indukcyjnie lub zbliżeniowo	Nie	Nie	Tak
Ładowarki do baterii i akumulatorów, podłączane nieindukcyjnie, przeznaczone do użytku w gospodarstwach domowych	Nie	Nie	Nie
Systemy i urządzenia nadawcze (radiowe i telewizyjne: LF, MF, HF, VHF, UHF)	Tak	Tak	Tak
Urządzenia wytwarzające pola magnetostatyczne (> 0,5 militesli) generowane elektrycznie lub przez magnesy trwałe (np. uchwyty magnetyczne, stoły i przenośniki, podnośniki magnetyczne, wsporniki, tabliczki znamionowe, identyfikatory)	Nie	Nie	Tak
Urządzenia wprowadzone na rynek europejski jako zgodne z zaleceniem Rady 1999/519/WE lub ze zharmonizowanymi normami dotyczącymi pola elektromagnetycznego	Nie	Nie	Nie
Słuchawki wytwarzające silne pola magnetyczne	Nie	Nie	Tak
Indukcyjne urządzenia do gotowania, profesjonalne	Nie	Nie	Tak
Nieelektryczne urządzenia wszelkiego rodzaju, z wyjątkiem posiadających magnesy trwałe	Nie	Nie	Nie
Przenośny sprzęt (zasilany bateriami) niezawierający nadajników częstotliwości radiowych	Nie	Nie	Nie
Radiostacje dwustronne (na przykład radiotelefony przenośne, samochodowe urządzenia do komunikacji radiowej)	Nie	Nie	Tak
Nadajniki, zasilane akumulatorem/bateriami	Nie	Nie	Tak

Uwaga: * Wymagana jest ocena zgodności z obowiązującymi interwencyjnymi poziomami narażenia (IPN) lub granicznymi poziomami oddziaływania (GPO) pól elektromagnetycznych (zob. rozdział 6).

** Należy ocenić zgodność z poziomami odniesienia określonymi w zaleceniu Rady (zob. sekcja 5.4.1.3 i dodatek E).

*** Stwierdzony poziom narażenia osób może przekraczać poziomy odniesienia zawarte w zaleceniu Rady, co powinno być uwzględnione w informacjach przekazanych przez zespół medyczny odpowiedzialny za wszczęcie urządzenia lub późniejszą opiekę medyczną (zob. sekcja 5.4.1.3 i dodatek E).

3.2.1 Wykonywane prace, urządzenia i miejsca pracy, które mogą wymagać przeprowadzenia oceny szczegółowej

W miejscach pracy, w których znajdują się urządzenia zasilane prądem o wysokim natężeniu lub napięciu, lub w miejscach pracy znajdujących się w pobliżu takich urządzeń mogą istnieć strefy o silnym polu elektromagnetycznym. Jest to również prawdopodobne w przypadku urządzeń przeznaczonych specjalnie do przesyłania promieniowania elektromagnetycznego o dużej mocy. Takie silne pola elektromagnetyczne mogą przekraczać GPO i IPN określone w dyrektywie o polach elektromagnetycznych lub mogą stwarzać niedopuszczalne zagrożenia poprzez skutki pośrednie.

W kolumnie 1 tabeli 3.2 wskazano sytuacje, w których mogą powstawać silne pola elektromagnetyczne, które zazwyczaj wymagają przeprowadzenia szczegółowej oceny narażenia na działanie pola elektromagnetycznego. Poniższa tabela została opracowana na podstawie istniejących danych pomiarowych, które wskazują, że pola te mogą być na tyle silne, że będą zbliżone do IPN, a w niektórych przypadkach będą je przekraczały. W związku z tym opcja „Tak” w kolumnie 1 nie oznacza, że w dostępnym polu elektromagnetycznym GPO zostanie zdecydowanie przekroczony, a raczej oznacza, że nie można mieć pewności, czy GPO będzie zawsze przestrzegany, biorąc pod uwagę zakres różnic, z jakimi można mieć do czynienia w miejscu pracy. W związku z powyższym wskazane jest dokonanie szczegółowej oceny w odniesieniu do poszczególnych miejsc pracy.

Należy podkreślić, że tabela 3.2 zawiera przykłady sytuacji często występujących w miejscach pracy. Wykazu nie można uznać za wyczerpujący, ponieważ mogą istnieć inne specjalistyczne urządzenia lub nietypowe procedury, które nie zostały w nim uwzględnione. Powinien on jednak pomóc pracodawcom w ustaleniu, które sytuacje mogą wymagać przeprowadzenia dalszej oceny szczegółowej.

3.3 Wykonywane prace, urządzenia i miejsca pracy, które nie zostały wymienione w niniejszym rozdziale

W przypadkach, w których pracodawcy wykryją w swoim miejscu pracy sytuacje, które nie zostały uwzględnione w tabeli 3.2, pierwszym krokiem będzie uzyskanie jak największej ilości informacji z instrukcji i innych dokumentów, które posiadają. Następnym krokiem będzie zbadanie, czy dostępne są informacje pochodzące ze źródeł zewnętrznych, takich jak producenci urządzeń i organizacje branżowe (zob. rozdział 7 niniejszego poradnika).

Jeżeli nie jest możliwe uzyskanie informacji na temat pól elektromagnetycznych z żadnego innego źródła, wówczas konieczne może być przeprowadzenie oceny za pomocą pomiarów lub obliczeń (zob. rozdział 8).

SEKCJA 2

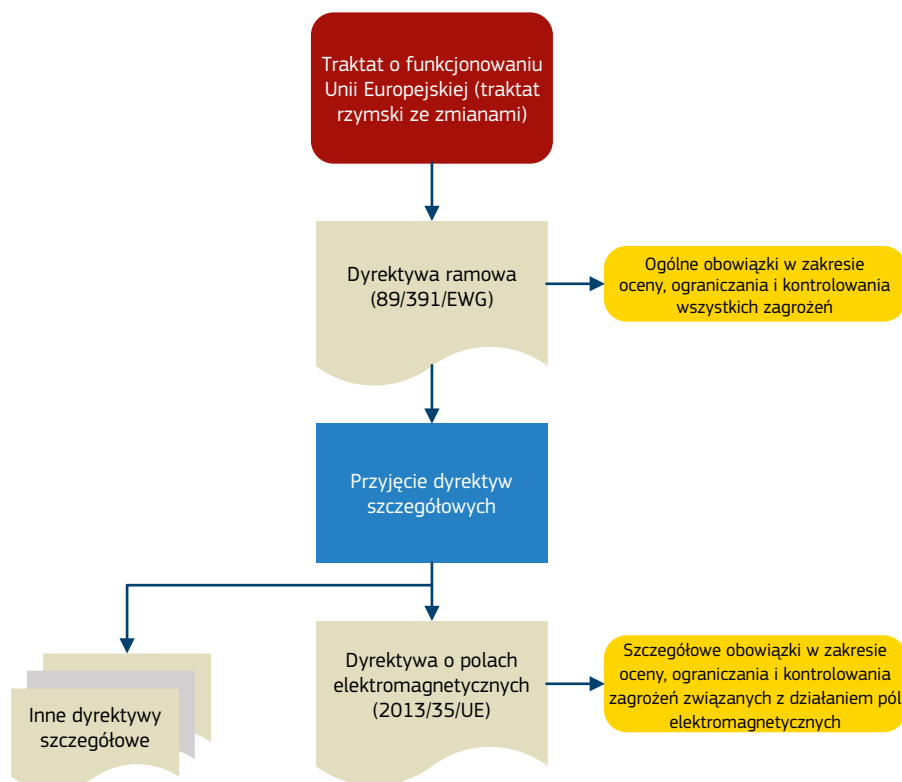
**PODJĘCIE DECYZJI
O TYM, CZY NALEŻY
PODJAĆ DALSZE
DZIAŁANIA**

4. STRUKTURA DYREKTYWY O POLACH ELEKTROMAGNETYCZNYCH

Pełny tekst dyrektywy o polach elektromagnetycznych (2013/35/UE) znajduje się w dodatku L do niniejszego poradnika. W niniejszym rozdziale wyjaśniono, w jaki sposób i dlaczego wprowadzono dyrektywę o polach elektromagnetycznych, oraz podsumowano jej kluczowe wymogi.

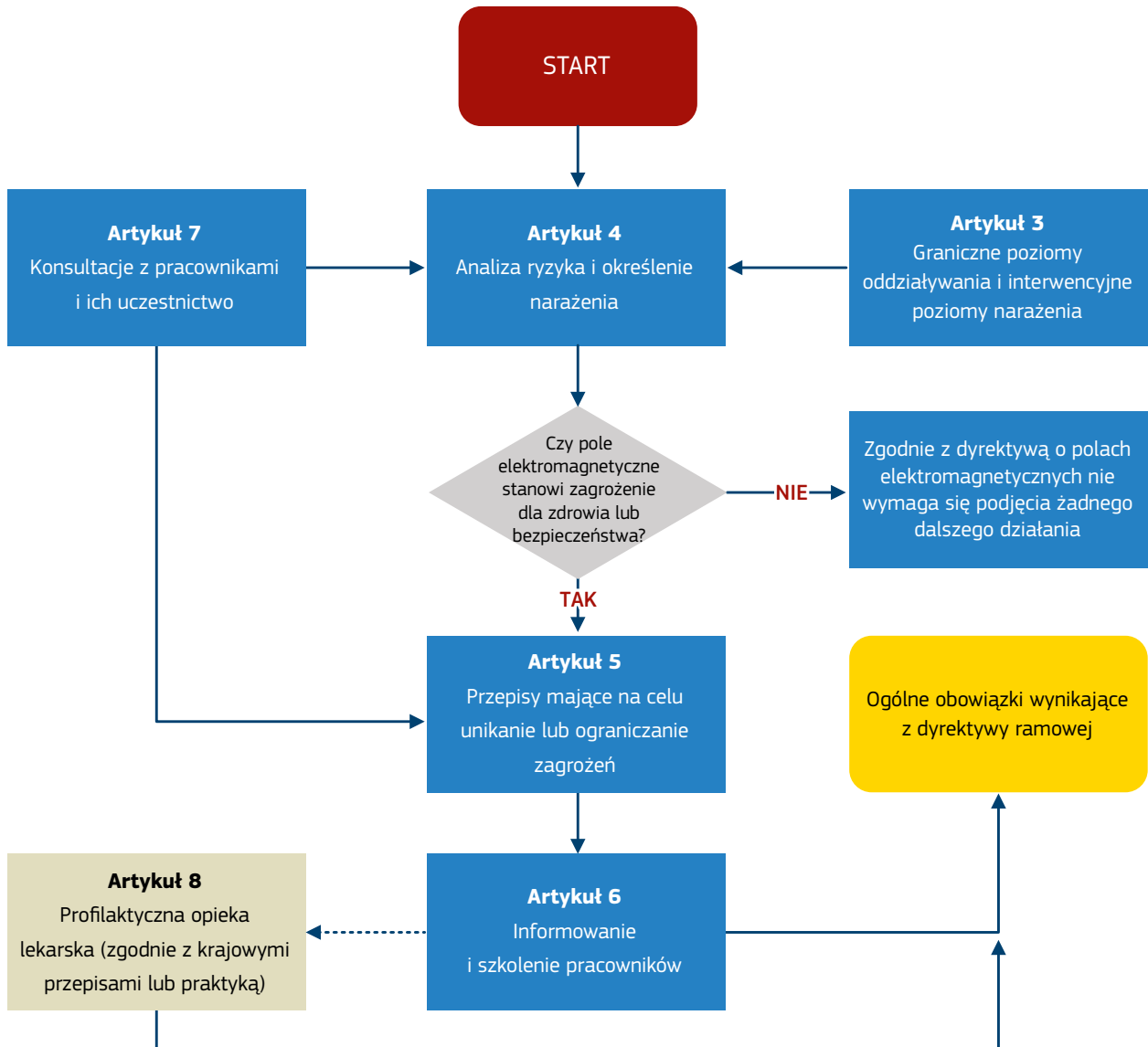
W traktacie rzymskim (obecnie Traktacie o funkcjonowaniu Unii Europejskiej) określono cel polegający na wsparciu ulepszeń w środowisku pracy pod względem zdrowia i bezpieczeństwa pracowników. Aby wspomóc realizację tego celu, traktat zezwala na wprowadzanie dyrektyw określających minimalne wymogi. W 1989 r. wprowadzono w życie dyrektywę ramową (89/391/EWG) jako dyrektywę o charakterze nadrzędnym w tym obszarze. W dyrektywie ramowej określono ogólne wymogi dotyczące oceny i ograniczania zagrożeń, gotowości na wypadek wystąpienia zagrożeń, informowania i szkolenia pracowników oraz ich uczestnictwa, obowiązków pracowników oraz profilaktycznej opieki lekarskiej. W dyrektywie przewidziano również możliwość wprowadzania w życie dyrektyw szczegółowych, które zasadniczo zawierają dodatkowe szczegółowe informacje na temat sposobów pozwalających na realizowanie celów dyrektywy ramowej w określonych sytuacjach. Dyrektywa o polach elektromagnetycznych jest dwudziestą taką dyrektywą szczegółową. Na rys. 4.1 przedstawiono sposób, w jaki wpisuje się ona w szerszy kontekst prawodawczy.

Rysunek 4.1 – Schemat otoczenia prawnego dotyczącego dyrektywy o polach elektromagnetycznych



Na rys. 4.2 przedstawiono przegląd najważniejszych artykułów dyrektywy o polach elektromagnetycznych, które mają znaczenie dla pracodawców, oraz występujące między nimi współzależności.

Rysunek 4.2 – Schemat przedstawiający współzależności występujące między artykułami dyrektywy o polach elektromagnetycznych



Jak wyjaśniono powyżej, celem dyrektywy o polach elektromagnetycznych jest zapewnienie pracodawcom pomocy w wypełnianiu ciężących na nich obowiązków wynikających z dyrektywy ramowej w odniesieniu do szczególnej sytuacji w miejscu pracy, która wiąże się z narażeniem na oddziaływanie pola elektromagnetycznego. Z powyższego wynika, że wiele wymogów określonych w dyrektywie o polach elektromagnetycznych stanowi odzwierciedlenie wymogów zawartych w bardziej ogólnej dyrektywie ramowej, zatem te dwie dyrektywy należy stosować łącznie. W dyrektywie o polach elektromagnetycznych główny nacisk położono na ocenę zagrożeń spowodowanych działaniem pól elektromagnetycznych w miejscu pracy i kolejno na wdrażanie, w stosownych przypadkach, środków mających na celu ich ograniczenie. Jednym z rezultatów takiego powiązania między dwoma wspomnianymi dyrektywami jest fakt, że większość pracodawców, którzy wypełniają już swoje obowiązki wynikające z dyrektywy ramowej, powinno stwierdzić, że już niewiele mają do zrobienia, aby zapewnić zgodność z dyrektywą o polach elektromagnetycznych.

Dyrektywa o polach elektromagnetycznych ma na celu wprowadzenie minimalnych wymogów w zakresie zdrowia i bezpieczeństwa w odniesieniu do pracy w warunkach narażenia na działanie pól elektromagnetycznych. Zgodnie z Traktatem o funkcjonowaniu Unii Europejskiej poszczególne państwa członkowskie mogą podjąć decyzję o zachowaniu istniejących przepisów lub o wprowadzeniu nowych przepisów nakładających bardziej restrykcyjne wymogi od wymogów określonych w dyrektywie o polach elektromagnetycznych.

4.1 Artykuł 3 – graniczne poziomy oddziaływania i interwencyjne poziomy narażenia

Artykuł 3 przewiduje ograniczenie maksymalnych poziomów oddziaływania poprzez określenie górnych i dolnych granicznych poziomów oddziaływania (GPO). Poziomy te określono w załącznikach II (skutki nietermiczne) i III (skutki termiczne) do dyrektywy o polach elektromagnetycznych. Należy zawsze zachowywać zgodność z górnymi granicznymi poziomami oddziaływania. Dopuszczalne jest jednak tymczasowe przekroczenie dolnych granicznych poziomów oddziaływania pod warunkiem, że zapewniono pracownikom odpowiednie informacje oraz wdrożono inne środki określone w art. 3.



Główne przesłanie: definicje

Definicje wielu terminów używanych w dyrektywie o polach elektromagnetycznych znajdują się w art. 2. Niektóre terminy, takie jak „tymczasowy” lub „uzasadniony”, nie są jednak zdefiniowane i można je stosować w różnych znaczeniach w zależności od kontekstu. W przypadku gdy terminy nie są wyraźnie zdefiniowane w dyrektywie o polach elektromagnetycznych, państwa członkowskie zdefiniują je w trakcie wdrażania w prawodawstwie lub w inny sposób.

W większości przypadków GPO są podane w przeliczeniu na ilości wchłonięte przez ciało ludzkie, których nie można bezpośrednio zmierzyć czy po prostu obliczyć. Z tego powodu art. 3 wprowadza interwencyjne poziomy narażenia (IPN), wyrażone jako ilościowe wartości pola zewnętrznego, które można łatwiej uzyskać za pomocą pomiarów lub obliczeń. IPN określono w załącznikach II i III do dyrektywy o polach elektromagnetycznych. Jeżeli IPN nie ulegają przekroczeniu, można założyć, że poziomy narażenia będą zgodne z GPO i przeprowadzenie dalszej oceny nie jest konieczne. W pewnych okolicznościach przekroczenie niektórych IPN może być dopuszczalne, a przepisy dotyczące tych okoliczności określono w art. 3.

Praktyczne zastosowanie IPN i GPO jest skomplikowane i zostało szerzej omówione w rozdziale 6 niniejszego poradnika.

4.2 Artykuł 4 – analiza ryzyka i określenie narażenia

Pierwszym krokiem do stworzenia bezpieczniejszego miejsca pracy jest przeprowadzenie oceny występujących w nim zagrożeń. Rozdział 5 niniejszego poradnika zawiera dalsze informacje na temat dokonywania oceny zagrożeń polem elektromagnetycznym w miejscu pracy. Informacje te obejmują również omówienie kwestii, które wymagają rozpatrzenia w celu zapewnienia zgodności z art. 4. Należy zauważyć, że nie wystarczy po prostu wykazać zgodności z IPN lub GPO, ponieważ może to nie być wystarczające do zapewnienia odpowiedniej ochrony pracowników szczególnie zagrożonych lub uniknięcia zagrożeń bezpieczeństwa spowodowanych skutkami pośrednimi.

Przy dokonywaniu oceny zagrożeń polem elektromagnetycznym w miejscu pracy niezbędne jest zrozumienie charakteru występujących pól. W związku z powyższym

art. 4 zobowiązuje również pracodawców do identyfikowania i dokonywania oceny pola elektromagnetycznego w miejscu pracy. W artykule tym przewidziano jednak możliwość uwzględniania przez pracodawców informacji dostarczonych przez inne osoby i zobowiązano ich do przeprowadzania oceny pól we własnym zakresie jedynie w przypadkach, w których nie jest możliwe wykazanie zgodności w inny sposób.

Możliwość wykorzystywania danych dostarczanych przez producentów lub opublikowanych w bazach danych dotyczących ocen ogólnych ma duże znaczenie, ponieważ dla wielu pracodawców będzie to stanowiło najprostszy sposób oceny pola elektromagnetycznego w miejscu pracy. Wykorzystywanie informacji dostarczanych przez inne osoby omówiono szerzej w rozdziale 7 niniejszego poradnika i zobrazowano w niektórych studiach przypadku przedstawionych w tomie 2.

Nawet jeżeli istnieje konieczność przeprowadzenia oceny pól przez pracodawców we własnym zakresie, art. 4 zapewnia im możliwość zdecydowania, czy dokonają tego w drodze pomiaru czy obliczeń. Taka swoboda umożliwi pracodawcom dokonanie wyboru najłatwiejszego podejścia dostosowanego do ich szczególnej sytuacji. Istnieje wiele czynników mających wpływ na przyjmowane podejście – zostały one szerzej omówione w rozdziale 8 niniejszego poradnika, natomiast dodatkowe wytyczne są dostępne w dodatku D.

4.3 Artykuł 5 – przepisy mające na celu unikanie lub ograniczanie zagrożeń

Jeżeli IPN nie ulegają przekroczeniu i można wykluczyć występowanie innych skutków, pracodawcy nie muszą podejmować żadnych dalszych działań oprócz działań zapewniających dalsze wypełnianie przez nich obowiązków wynikających z dyrektywy ramowej. Działania te będą obejmowały dokonywanie okresowego przeglądu oceny zagrożeń w celu zapewnienia jej aktualności.

Jeżeli IPN ulegają przekroczeniu, pracodawca może podjąć próbę wykazania zgodności z GPO oraz braku występowania innych zagrożeń dla bezpieczeństwa spowodowanych działaniem pola elektromagnetycznego, o ile jest to możliwe. W wielu przypadkach łatwiejsze i mniej kosztowne od wykazania zgodności z GPO może być jednak wprowadzenie środków służących zapobieganiu zagrożeniom. Jeżeli chodzi o inne aspekty dyrektywy o polach elektromagnetycznych, ogólne podejścia do unikania i ograniczania zagrożeń powinny odpowiadać podejściom określonym w dyrektywie ramowej. Większość pracodawców będzie mogła skorzystać z szeregu możliwych wariantów, a te najbardziej odpowiednie będą zależały od szczególnej sytuacji, w jakiej się znajdują. Wspólne podejścia omówiono w rozdziale 9 niniejszego poradnika, w którym uwzględniono również niektóre środki właściwe dla zagrożeń polem elektromagnetycznym.

Jak wspomniano w sekcji 4.1 powyżej, art. 3 przewiduje możliwość tymczasowego przekroczenia dolnych IPN lub dolnych GPO w zależności od warunków. W art. 5 określono środki ostrożności, które należy wdrażać w takich sytuacjach.

Nawet jeżeli IPN nie uległy przekroczeniu, pracodawca będzie musiał wziąć pod uwagę fakt, że może to nie zapewniać odpowiedniej ochrony pracowników szczególnie zagrożonych lub eliminować zagrożeń bezpieczeństwa spowodowanych skutkami pośrednimi. Także w tym przypadku często dostępnych jest wiele różnych możliwości w zakresie kontrolowania tych zagrożeń, które omówiono szerzej również w rozdziale 9.

4.4 Artykuł 6 – informowanie i szkolenie pracowników

Podobnie jak w przypadku innych aspektów dyrektywy o polach elektromagnetycznych wymogi zawarte w art. 6 są w dużym stopniu zbliżone do odpowiadających mu artykułów dyrektywy ramowej. W przypadkach, w których zagrożenia zostały zidentyfikowane, należy zapewnić odpowiednie informacje i szkolenie. Uznaje się jednak,

że wielu pracowników może nie znać charakteru zagrożeń związanych z działaniem pola elektromagnetycznego, ewentualnych objawów czy pojęć, takich jak GPO i IPN, w związku z czym kwestie te powinny być uwzględniane bardzo szczegółowo w szkoleniach. Pracownicy muszą również uzyskać szczegółowe informacje na temat wyników ocen dotyczących ich konkretnego miejsca pracy.

Równie ważne jest postrzeganie zagrożeń z perspektywy czasu. Pracownicy powinni być świadomi faktu, że wiele źródeł pól elektromagnetycznych w ich miejscu pracy nie stanowi zagrożenia dla ich zdrowia lub bezpieczeństwa. Co więcej, wiele z tych źródeł, jak np. telefony komórkowe lub urządzenia podnośnikowe, może przyczyniać się do ich dobrego samopoczucia lub w znacznym stopniu ułatwiać ich pracę. Kwestie związane z informowaniem i szkoleniem zostały szerzej omówione w rozdziale 9 niniejszego poradnika.

4.5 Artykuł 7 – konsultacje z pracownikami i ich uczestnictwo

Artykuł 7 dyrektywy o polach elektromagnetycznych odnosi się bezpośrednio do art. 11 dyrektywy ramowej.

4.6 Artykuł 8 – profilaktyczna opieka lekarska

Artykuł 8 dyrektywy o polach elektromagnetycznych bazuje na wymaganiach zawartych w art. 14 dyrektywy ramowej. Państwa członkowskie mają wyraźną możliwość dostosowania tych wymogów do systemów przez nie już stosowanych, a zatem wdrażanie tego artykułu w praktyce będzie prawdopodobnie różniło się w zależności od państwa. Pewne wytyczne dotyczące profilaktycznej opieki lekarskiej zawarto w rozdziale 11 niniejszego poradnika.

4.7 Artykuł 10 – odstępstwa

Artykuł 10 przewiduje jedno odstępstwo nieuznaniowe i dwa odstępstwa uznaniowe. Odstępstwo stanowi złagodzenie wymogu określonego w prawodawstwie. W tym przypadku oznacza to, że w określonych okolicznościach pracodawcy nie muszą spełniać niektórych wymogów określonych w dyrektywie o polach elektromagnetycznych pod warunkiem, że pracownicy są nadal odpowiednio chronieni.

Odstępstwo nieuznaniowe dotyczy instalacji, prób, użytkowania, działalności rozwojowej, remontów lub działalności badawczej związanymi ze stosowaniem sprzętu do obrazowania metodą rezonansu magnetycznego w sektorze zdrowia. W ramach odstępstwa dopuszcza się, aby poziomy narażenia przekroczyły GPO, jeżeli spełnione są pewne warunki. Warunki te zostały szerzej omówione w dodatku F do niniejszego poradnika, w którym zawarto również wytyczne dla pracodawców dotyczące sposobów wykazywania zgodności.

W ramach pierwszego odstępstwa uznaniowego państwa członkowskie mogą dopuścić stosowanie alternatywnego systemu ochrony pracowników pracujących przy urządzeniach wojskowych lub biorących udział w działaniach wojskowych lub we wspólnych międzynarodowych ćwiczeniach wojskowych. Z tego odstępstwa można skorzystać pod warunkiem, że zapobieżono niepożądanym skutkom dla zdrowia i zagrożeniom bezpieczeństwa.

Drugie odstępstwo uznaniowe stanowi ogólne odstępstwo, w ramach którego państwa członkowskie mogą zezwolić na tymczasowe przekroczenie GPO w określonych sektorach lub, pod pewnymi warunkami, w przypadku określonych działań.

Wspomniane odstępstwa omówiono szerzej w sekcji 6.4 niniejszego poradnika.

4.8 Podsumowanie

Dyrektywa o polach elektromagnetycznych ma na celu pomóc pracodawcom w zapewnieniu zgodności z wymogami dyrektywy ramowej w odniesieniu do szczególnych zagrożeń związanych z działaniem pola elektromagnetycznego. Większość pracodawców wypełnia już swoje zobowiązania wynikające z dyrektywy ramowej i w ten sposób wywiązuje się z obowiązków wynikających z przepisów dyrektywy o polach elektromagnetycznych. W przypadku niektórych miejsc pracy, w których oddziaływanie pól może być silniejsze, pracodawcy mogą być jednak zobowiązani do przeprowadzania bardziej szczegółowych ocen i wprowadzania dodatkowych środków ostrożności w celu uniknięcia lub zmniejszenia zagrożeń. Pracodawcy będą również zobowiązani do zapewniania swoim pracownikom informacji i szkoleń, angażowania pracowników w proces zarządzania zagrożeniami oraz postępowania zgodnie z krajową praktyką w zakresie profilaktycznej opieki lekarskiej.

Obrazowanie metodą rezonansu magnetycznego w sektorze opieki zdrowotnej podlega odstępstwu nieuznaniowemu. Dalsze odstępstwa umożliwiają państwom członkowskim przyjęcie alternatywnego systemu ochrony w odniesieniu do działań wojskowych i pozwalają na tymczasowe przekraczanie GPO w innych sektorach na określonych warunkach.

5. ANALIZA RYZYKA W KONTEKŚCIE DYREKTYWY O POLACH ELEKTROMAGNETYCZNYCH

Analiza ryzyka stanowi podstawowy wymóg dyrektywy ramowej, co znajduje odzwierciedlenie w art. 4 dyrektywy o polach elektromagnetycznych. Wymóg ten wprowadza szereg szczegółowych kwestii, które należy uwzględnić przy dokonywaniu oceny zagrożeń związanych z działaniem pola elektromagnetycznego. Poniższy rozdział zawiera wytyczne dotyczące sposobu, w jaki należy podchodzić do oceny zagrożeń związanych z działaniem pól elektromagnetycznych. Poszczególni pracodawcy mogą dostosowywać te wskazówki do swoich aktualnie stosowanych systemów oceny zagrożeń.

Ogólnie nie istnieją żadne sztywne zasady dotyczące sposobu przeprowadzania oceny zagrożeń, chociaż zawsze warto jest skontaktować się z organami krajowymi w celu ustalenia, czy istnieją szczegółowe wymogi krajowe. Najskuteczniejsze będzie zazwyczaj stosowanie zorganizowanego podejścia, ponieważ umożliwi ono systematyczną identyfikację zagrożeń i zagrożonych pracowników. Pomoże to uniknąć nieumyślnego pomijania zagrożeń. Złożoność oceny będzie zależała od charakteru zadań, które należy poddać ocenie, jednak z doświadczenia wynika, że w większości sytuacji najlepiej jest dokonywać oceny w jak najbardziej uproszczonej formie.

Podobnie jak nie istnieją sztywne zasady dotyczące przeprowadzania oceny zagrożeń, tak też stosowane terminy mogą być różne. W tym rozdziale stosowane są terminy i definicje zalecane przez Europejską Agencję Bezpieczeństwa i Zdrowia w Pracy (tabela 5.1).

Tabela 5.1 – Pojęcia i definicje stosowane w niniejszym poradniku w odniesieniu do oceny zagrożenia

Zagrożenie	Swoista właściwość lub zdolność czegoś, co może potencjalnie wyrządzić szkodę
Ryzyko	Prawdopodobieństwo wystąpienia potencjalnej szkody w warunkach stosowania lub narażenia oraz ewentualny zakres szkód
Analiza ryzyka	Proces oceny zagrożeń dla zdrowia i bezpieczeństwa pracowników podczas pracy wynikających z okoliczności wystąpienia zagrożenia w miejscu pracy

Pełna analiza ryzyka musi uwzględniać wszystkie zagrożenia związane z pracą. Na potrzeby niniejszego poradnika omówione zostanie jednak tylko zagrożenie polem elektromagnetycznym. Kilka przykładów oceny zagrożeń polem elektromagnetycznym przedstawiono w studiach przypadku w tomie 2 niniejszego poradnika. W przypadku niektórych urządzeń producent udzieli odpowiednich informacji pozwalających stwierdzić, że zagrożenia są właściwie kontrolowane. W związku z tym proces oceny zagrożeń nie będzie szczególnie uciążliwy. Zgodnie z krajowymi przepisami i praktyką wyniki oceny należy zachować.

Analiza ryzyka należy do obowiązków kierownictwa, lecz należy ją przeprowadzać w porozumieniu z pracownikami, którzy powinni otrzymać informacje na temat wyników oceny.

5.1 Interaktywna platforma on-line do oceny ryzyka (OiRA)

W ramach inicjatywy na rzecz wsparcia mikroprzedsiębiorstw i małych przedsiębiorstw Europejska Agencja Bezpieczeństwa i Zdrowia w Pracy stworzyła interaktywną platformę on-line do oceny ryzyka (OiRA). Platforma znajduje się na specjalnej stronie internetowej (www.oiraproject.eu) zapewniającej dostęp do narzędzi OiRA. Narzędzia te są oferowane bezpłatnie i zostały opracowane, aby ułatwić pracodawcom wdrożenie procesu oceny zagrożeń krok po kroku. Ponieważ narzędzia są dostosowane do specyfiki sektorów, pomagają pracodawcom identyfikować zagrożenia, które najczęściej występują w ich sektorach.

Proces OiRA składa się z pięciu głównych etapów przedstawionych w tabeli 5.2 poniżej.

Tabela 5.2 – Etapy procesu OiRA

Przygotowanie	Na tym etapie można uzyskać ogólny zarys konkretnej oceny, do której Państwo zamierzacie przystąpić, oraz dokonać dalszego dostosowania oceny do szczególnego charakteru prowadzonej działalności.
Identyfikacja	Narzędzie OiRA wskaże serię potencjalnych zagrożeń dla zdrowia i bezpieczeństwa lub problemów, które mogą występować w danym miejscu pracy. Udzielając odpowiedzi „TAK” lub „NIE” na stwierdzenia/pytania, stwierdzicie Państwo obecność zagrożeń lub problemów. Można również pozostawić pytanie bez odpowiedzi, aby wrócić do niego na późniejszym etapie.
Ocena	Na tym etapie możliwe jest określenie poziomu ryzyka związanego z każdym elementem zidentyfikowanym jako „wymagający podjęcia działań” na etapie identyfikacji.
Plan działania	Na czwartym etapie oceny można podjąć decyzję o podjęciu kroków w celu wyeliminowania zidentyfikowanych wcześniej zagrożeń oraz o wymaganych w tym celu zasobach. Na tej podstawie na kolejnym etapie zostanie wygenerowany raport.

Opisane poniżej wytyczne są zgodne z procesem OiRA i powinny być przydatne dla osób korzystających z narzędzi OiRA. Należy jednak zdawać sobie sprawę, że nie wszyscy pracodawcy będą chcieli skorzystać z narzędzi OiRA. Niektórzy z nich mogą już mieć wdrożone systemy oceny zagrożeń, natomiast inni mogą korzystać z systemów zarządzania BHP, takich jak OHSAS 18001. W związku z tym celem porad udzielonych w niniejszym rozdziale jest ich przydatność we wszystkich tych sytuacjach.

5.2 Etap 1 – przygotowanie

Pierwszym krokiem każdej oceny zagrożeń jest zgromadzenie informacji dotyczących pracy, w tym obejmujących:

- opis zadań;
- osoby wykonujące pracę;
- sposób wykonywania pracy;
- urządzenia stosowane do wykonywania zadań.

Na tym etapie szczególne znaczenie mają konsultacje z pracownikami i obserwowanie wykonywanych zadań. Sposób wykonywania danego zadania w praktyce może różnić się od sposobu jego wykonywania w teorii.

Istotne jest również, aby ocena uwzględniała zarówno czynności rutynowe, jak i czynności nierutynowe lub wykonywane sporadycznie. Mogą one obejmować:

- sprzątanie;
- konserwację;
- obsługę techniczną;
- naprawy;
- nowe instalacje;
- rozruch eksploatacyjny;
- wycofanie z eksploatacji.

5.3 Etap 2 – identyfikacja zagrożeń i osób zagrożonych

5.3.1 Identyfikacja zagrożeń

Pierwszym krokiem w kierunku zidentyfikowania zagrożeń związanych z polem elektromagnetycznym jest ustalenie, które czynności i urządzenia prowadzą do wytwarzania pól elektromagnetycznych w miejscu pracy. Pomocne będzie porównanie sporządzonego wykazu z tabelą 3.2 zawartą w rozdziale 3, ponieważ w wielu przypadkach charakter czynności lub konstrukcja urządzenia będą prowadziły do wytwarzania jedynie słabych pól elektromagnetycznych. Słabe pola nie będą niebezpieczne, nawet jeśli w pobliżu będzie wykonywanych wiele czynności lub będzie znajdowało się wiele urządzeń.

W dyrektywie o polach elektromagnetycznych stwierdzono, że niektóre miejsca pracy, które są ogólnie dostępne, mogły już wcześniej zostać ocenione zgodnie z przepisami zalecenia Rady dotyczącymi ograniczenia narażenia ogółu społeczeństwa na działanie pól elektromagnetycznych (1999/519/WE). Jeżeli wspomniane miejsca pracy są zgodne z przepisami zalecenia Rady (1999/519/WE) i można wykluczyć zagrożenia dla zdrowia i bezpieczeństwa, wówczas dalsza ocena narażenia nie jest już wymagana. Uznaje się, że warunki te są spełnione, w przypadku gdy:

- urządzenia do użytku publicznego są wykorzystywane zgodnie z przeznaczeniem;
- urządzenia spełniają wymogi przepisów dyrektyw dotyczących produktów, w których ustalono bardziej rygorystyczne poziomy bezpieczeństwa niż podane w dyrektywie o polach elektromagnetycznych;
- nie są używane żadne inne urządzenia.

Tabela 3.2 w rozdziale 3 ułatwi również ustalenie, które czynności i urządzenia prawdopodobnie wymagają szczegółowej oceny.

Niektóre źródła będą wytwarzać silniejsze pola, do których nie ma dostępu podczas zwykłego użytkowania ze względu na obudowę urządzeń lub osłonę stref pracy. W takich sytuacjach istotne będzie rozważenie, czy pracownicy mogą uzyskać dostęp do silnych pól podczas wykonywania czynności w zakresie konserwacji, obsługi technicznej lub naprawy.

Producenci i osoby zajmujące się instalacją urządzeń będą musieli wziąć pod uwagę fakt, że badanie urządzeń, których konstrukcja nie została w całości ukończona, może umożliwić pracownikom uzyskanie dostępu do stref silnych pól elektromagnetycznych, które normalnie byłyby niedostępne.

5.3.2 Identyfikacja istniejących środków zapobiegawczych i środków ostrożności

W większości zakładów pracy będzie już wdrożony szereg środków zapobiegawczych i środków ostrożności w celu wyeliminowania lub zmniejszenia zagrożeń w miejscu pracy. Takie środki mogą być wdrożone w szczególności w odniesieniu do pól elektromagnetycznych. W innych przypadkach wspomniane środki mogą być wdrożone w odniesieniu do innych zagrożeń, lecz również mają na celu ograniczenie dostępu do stref występowania pola elektromagnetycznego.

W związku z tym istotne jest zidentyfikowanie istniejących środków zapobiegawczych i środków ostrożności, co będzie stanowiło wkład w proces oceny zagrożeń.

5.3.3 Identyfikacja osób zagrożonych

Konieczna jest identyfikacja osób, które mogą zostać poszkodowane w wyniku ustalonych zagrożeń. Ważne jest przy tym uwzględnienie wszystkich pracowników w zakładzie pracy. Wskazanie osób wykonujących czynności lub korzystających z urządzeń, które mogą wytwarzać silne pola elektromagnetyczne, powinno być proste. Istotne jest jednak uwzględnienie osób, które wykonują inne zadania lub korzystają z innych urządzeń, ale również mogą być narażone na działanie takich pól. Przykładowo z oceny pól wytwarzanych przez stołową zgrzewarkę punktową w studium przypadku dotyczącym zakładu produkcji (tom 2 niniejszego poradnika) wynika, że pole nie jest najsilniejsze w miejscu, w którym znajduje się operator, a tuż obok samego urządzenia. Gdyby zgrzewarka znajdowała się w pobliżu wyznaczonego przejścia, wówczas inni pracownicy przechodzący obok byłiby narażeni na działanie silniejszych pól niż operator.

Istotne jest również uwzględnienie ryzyka, na które narażone są osoby niebędące bezpośrednio zatrudnionymi pracownikami, ale które mimo to mogą przebywać w miejscu pracy. Do takich osób mogą należeć osoby odwiedzające, pracownicy obsługi, inni wykonawcy i dostawcy.

5.3.4 Pracownicy szczególnie zagrożeni

Istnieje wymóg uwzględniania osób, które mogą być szczególnie zagrożone, i w dyrektywie o polach elektromagnetycznych wskazano cztery grupy pracowników objętych tą kategorią (aby uzyskać więcej informacji szczegółowych, zob. tabela 3.1):

- pracownicy z wszczepionymi aktywnymi wyrobami medycznymi;
- pracownicy z wszczepionymi pasywnymi wyrobami medycznymi;
- pracownicy korzystający z wyrobów medycznych przeznaczonych do wprowadzenia w części do ludzkiego ciała;
- pracownice w ciąży.

Pracownicy zaliczający się do którejkolwiek z wymienionych grup mogą być narażeni na większe ryzyko oddziaływania pól elektromagnetycznych niż ogół osób zatrudnionych i powinni zostać poddani szczegółowej ocenie zagrożenia (zob. sekcja 5.4.1.3 poniżej). Czasami z takiej oceny może wynikać, że poziom zagrożenia jest dopuszczalny, lecz w pozostałych przypadkach konieczne może być dostosowanie warunków, w których osoby te pracują, aby zagrożenie uległo zmniejszeniu.

5.4 Etap 3 – analiza ryzyka oraz hierarchia zagrożeń pod względem ważności

5.4.1 Ocena stopnia zagrożenia

Ocena stopnia zagrożenia może wiązać się z różnymi poziomami złożoności – od prostego osądu, czy stopień zagrożenia jest niski, średni lub wysoki, do złożonej analizy ilościowej. Prosta ocena będzie zazwyczaj odpowiednia, jeśli natężenie pól jest niskie, jak ma to miejsce w przypadku, gdy w odniesieniu do wszystkich czynności lub urządzeń we *wszystkich* kolumnach tabeli 3.2 widnieje „Nie”. Jeżeli jednak oczekuje się, że pola będą silniejsze, wówczas istnieje prawdopodobieństwo, że ocena będzie bardziej złożona i może obejmować element oceny ilościowej w celu określenia wielkości zagrożenia.

W ocenie stopnia zagrożenia należy uwzględnić zarówno stopień dotkliwości związany z niebezpiecznym zdarzeniem, jak i prawdopodobieństwo jego wystąpienia.

Przypisana ocena stopnia dotkliwości powinna odzwierciedlać oczekiwany rezultat wystąpienia niebezpiecznego zdarzenia. Z interakcji z polami elektromagnetycznymi w miejscu pracy może wiązać się szereg różnych możliwych rezultatów o różnym stopniu dotkliwości. Przykłady niektórych ewentualnych rezultatów i stopni dotkliwości przedstawiono poniżej. W praktyce przypisanie stopnia dotkliwości może być kwestią wymagającą oceny osoby oceniającej i będzie zależało od siły natężenia dostępnego pola i innych okoliczności na poziomie lokalnym.

Tabela 5.3 – Przykłady ewentualnych rezultatów i stopni dotkliwości wynikających z oddziaływania pola elektromagnetycznego w miejscu pracy

Rezultat	Stopień dotkliwości
Zawroty głowy i mdłości Zaburzenia widzenia (fosfeny) Uczucie mrowienia lub bólu (stymulacja nerwów) Niewielki wzrost temperatury tkanek Styszalność mikrofali	Niski
Gwałtowne przemieszczanie się przedmiotów ferromagnetycznych w polach magnetostatycznych Zakłócenia pracy wyrobów medycznych do implantacji Znaczący wzrost temperatury tkanek	Wysoki
Zapłon łatwopalnych gazów Uruchomienie detonatorów	Śmiertelny w skutkach

W ocenie prawdopodobieństwa wystąpienia należy uwzględnić szereg czynników, w tym dostęp do pola i charakter wykonywanych zadań. Często dostęp do silnych pól jest ograniczony z innych powodów, np. związanych z zagrożeniem mechanicznym lub zagrożeniem porażenia prądem elektrycznym. W takich okolicznościach wprowadzenie dalszych ograniczeń nie będzie konieczne. W takim samym stopniu w ocenie prawdopodobieństwa należy uwzględnić proces pracy. Przykładowo piec indukcyjny może pracować z pełną mocą w początkowej fazie nagrzewania, lecz pracownicy zazwyczaj nie będą przebywali w jego pobliżu w trakcie tej części cyklu. Później, po roztopieniu ładunku, piec może pracować ze zmniejszoną mocą, czyli natężenie pól będzie znacznie niższe.

W ocenie stopnia zagrożenia będzie należało uwzględnić wszelkie istniejące i wdrożone środki zapobiegawcze i środki ostrożności (zob. sekcja 5.3.2).

Pola elektromagnetyczne mogą powodować zagrożenia w wyniku zarówno bezpośredniego, jak i pośredniego oddziaływania, a zagrożenia te należy oceniać oddzielnie. Ponadto niektórzy pracownicy mogą być szczególnie zagrożeni (zob. sekcja 5.3.4 powyżej), a zagrożenia dla tych pracowników należy poddawać szczegółowej ocenie.



Główne przesłanie: ocena stopnia zagrożenia

Ocena stopnia zagrożenia nie musi być skomplikowana, a pracodawcy mogą skorzystać z tabeli 3.2, która pomoże im podjąć decyzję co do wymaganego poziomu szczegółowości. W ocenie należy wziąć pod uwagę zarówno stopień dotkliwości związany z niebezpiecznym zdarzeniem, jak i prawdopodobieństwo jego wystąpienia.

5.4.1.1 Skutki bezpośrednie

W ocenie zagrożeń wynikających z bezpośredniego kontaktu pracowników z polami elektromagnetycznymi należy uwzględnić właściwości łatwo dostępnych pól. Do głównych czynników mających wpływ na wielkość każdego zagrożenia należą częstotliwość (lub częstotliwości) i natężenie pola. Istotne mogą być jednak również inne czynniki, takie jak kształt fali, jednorodność przestrzenna oraz zmiany natężenia pola w czasie.

Kluczowe w tym aspekcie oceny jest określenie, czy pracownicy mogą być narażeni na poziomy oddziaływania przekraczające GPO (zob. rozdział 6). W przypadkach, w których graniczne poziomy oddziaływania nie mogą ulec przekroczeniu, nie wystąpią żadne skutki bezpośrednie zagrożenia.

Ogólnie w przypadku zmiennych w czasie pól o częstotliwościach w zakresie 1 Hz – 6 GHz zmierzenie lub obliczenie GPO nie jest łatwe, i większość pracodawców uzna, że wygodniej jest ocenić, czy dostępne pola przekraczają interwencyjne poziomy narażenia dla skutków bezpośrednich (IPN). GPO nie mogą ulec przekroczeniu, jeżeli nie są przekroczone interwencyjne poziomy narażenia.

Dyrektywa o polach elektromagnetycznych nie zobowiązuje pracodawców do wykonywania obliczeń lub pomiarów celem ustalenia, czy interwencyjne poziomy narażenia nie są przekroczone, chyba że takich informacji nie można uzyskać z innych źródeł. Wielu pracodawców zauważy, że w odniesieniu do całej ich działalności i stosowanych urządzeń we wszystkich trzech kolumnach tabeli 3.2 widnieje opcja „NIE”. W takim przypadku interwencyjne poziomy narażenia nie zostaną przekroczone, nawet jeżeli w ich pobliżu będzie wykonywanych wiele czynności lub będzie znajdowało się wiele urządzeń. Nawet w przypadku gdy czynności lub urządzenia nie są wymienione w tabeli 3.2, informacje potwierdzające, że interwencyjne poziomy narażenia nie zostały przekroczone, mogą być dostępne z innych źródeł (zob. rozdział 7).

Jeżeli pracodawcy nie mogą wykazać zgodności z IPN albo GPO na podstawie łatwo dostępnych informacji, wówczas mogą przeprowadzić bardziej szczegółową ocenę (zob. rozdział 8) albo rozważyć możliwość wprowadzenia środków mających na celu ograniczenie dostępu do pól (zob. rozdział 9).

5.4.1.2 Skutki pośrednie

Pola elektromagnetyczne mogą powodować zagrożenia dla bezpieczeństwa i zdrowia w wyniku oddziaływania na przedmioty znajdujące się w polu. Dyrektywa o polach elektromagnetycznych zawiera wymóg, aby zagrożenia te były również poddawane ocenie oraz aby były poddawane ocenie niezależnie od zagrożeń związanych ze skutkami bezpośrednimi.

W dyrektywie o polach elektromagnetycznych wskazano szereg skutków pośrednich, które mogą wymagać oceny:

- zakłócenie działania elektronicznego sprzętu medycznego i elektronicznych wyrobów medycznych, takich jak rozruszniki serca i inne implanty lub wyroby medyczne przeznaczone do wprowadzenia w części do ludzkiego ciała;
- zagrożenie gwałtownym przemieszczaniem się przedmiotów ferromagnetycznych w polach magnetostatycznych;
- uruchomienie urządzeń elektrowybuchowych (detonatorów);
- pożary i wybuchy w wyniku zapalenia materiałów łatwopalnych od iskier wywołanych przez pola indukowane, prądy kontaktowe lub wyładowania iskrowe;
- prądy kontaktowe.

Wiele z tych skutków pośrednich będzie występowało wyłącznie w określonych sytuacjach, w związku z czym dla większości pracodawców pierwszym krokiem będzie rozważenie, czy w ogóle istnieje prawdopodobieństwo wystąpienia wspomnianych zagrożeń w ich miejscu pracy.

W dyrektywie o polach elektromagnetycznych wyszczególniono IPN, aby pomóc pracodawcom w ocenie zagrożeń związanych z następującymi skutkami pośrednimi: gwałtownym przemieszczaniem się przedmiotów ferromagnetycznych w polach magnetostatycznych oraz prądami kontaktowymi. Jeżeli IPN nie został przekroczony, wówczas zagrożenie jest niewielkie i nie ma konieczności wprowadzenia dodatkowych środków zapobiegawczych i środków ostrożności.

W odniesieniu do pozostałych skutków pośrednich nie określono IPN, lecz normy europejskie zapewniają dodatkowe wytyczne dotyczące oceny zagrożeń. Zagadnienie to omówiono szerzej w dodatku E do niniejszego poradnika.

5.4.1.3 Pracownicy szczególnie zagrożeni

W przypadku pracowników szczególnie zagrożonych (zob. tabela 3.1) ocena jest na ogół bardziej skomplikowana. IPN dotyczące skutków bezpośrednich mogą nie zapewniać tym pracownikom odpowiedniej ochrony i wymagane jest przeprowadzenie oddzielnej oceny.

Pracownicy z wszczepionymi implantami medycznymi lub korzystający z wyrobów medycznych przeznaczonych do wprowadzenia w części do ludzkiego ciała mogą posiadać szczegółowe informacje na temat bezpiecznych natężeń pól. W takim przypadku informacje te zapewnią kryteria oceny i powinny mieć pierwszeństwo nad jakimikolwiek ogólniejszymi informacjami, które mogą być dostępne. Przykładowo w ocenie dotyczącej pracownika z rozrusznikiem w studium przypadku dotyczącym urządzeń wytwarzających plazmę częstotliwości radiowej (tom 2) wykorzystano dane dostarczone przez producenta.

W przypadku braku szczegółowych informacji w odniesieniu do implantów medycznych lub wyrobów medycznych przeznaczonych do wprowadzenia w części do ludzkiego ciała oraz pracownic w ciąży pracodawcy powinni odnieść się do wytycznych przedstawionych w dodatku E do niniejszego poradnika.



Główne przesłanie: kwestie, które należy uwzględnić

Przy przeprowadzaniu oceny zagrożeń związanych z działaniem pola elektromagnetycznego pracodawcy powinni uwzględnić zagrożenia związane ze skutkami zarówno bezpośrednimi, jak i pośrednimi. Niektórzy pracownicy mogą być szczególnie narażeni na oddziaływanie pola elektromagnetycznego (zob. tabela 3.1), co również należy wziąć pod uwagę.

5.5 Etap 4 – wybór działania zapobiegawczego

Pierwszym krokiem po zidentyfikowaniu zagrożeń jest zadanie sobie pytania, czy można je wyeliminować. Czy istnieje możliwość zmniejszenia natężenia pola do poziomu, który nie stanowiłby zagrożenia, lub czy istnieje możliwość uniemożliwienia dostępu do pola?

W stosownych przypadkach decyzje dotyczące działań zapobiegawczych należy podejmować na etapie projektowania lub zakupu nowych procesów lub urządzeń.

Rozdział 9 niniejszego poradnika zawiera wytyczne dotyczące środków zapobiegawczych i środków ochronnych, które można zastosować w celu ograniczenia zagrożeń związanych z działaniem pól elektromagnetycznych do minimum. Ochrona zbiorowa powinna zawsze mieć pierwszeństwo w stosunku do ochrony indywidualnej.

5.6 Krok 5 – podjęcie działania

Jeżeli podjęcie działania jest konieczne, ważne jest nadanie charakteru priorytetowego wdrożeniu środków zapobiegawczych lub ochronnych. Zazwyczaj charakter priorytetowy należy nadawać na podstawie wielkości zagrożenia i stopnia dotkliwości rezultatu w przypadku wystąpienia niebezpiecznego zdarzenia. Może okazać się, że natychmiastowe wdrożenie wszystkich nowych środków jest niewykonalne. W takiej sytuacji należy ocenić, czy można wdrożyć pewne środki tymczasowe, które umożliwią kontynuację prac do czasu wdrożenia stałych środków zapobiegawczych. Ewentualnie można podjąć decyzję o wstrzymaniu prac do momentu wdrożenia nowych środków.

5.7 Dokumentowanie oceny zagrożenia

Należy rejestrować wyniki oceny zagrożenia. Powinno to umożliwić wskazanie kluczowych elementów oceny zagrożenia, w tym zidentyfikowanych zagrożeń, potencjalnie zagrożonych pracowników oraz rezultatu oceny. W przypadku wskazania pracowników szczególnie zagrożonych należy to również zarejestrować. Należy dokumentować wymogi dotyczące wszelkich nowych środków zapobiegawczych lub środków ostrożności wraz z ustaleniami w odniesieniu do kolejnego przeglądu oceny.

5.8 Monitorowanie i dokonywanie regularnego przeglądu oceny zagrożenia

Istotne jest dokonywanie okresowego przeglądu oceny ryzyka w celu ustalenia, czy była ona skuteczna i czy środki zapobiegawcze lub ochronne były skuteczne. Przegląd powinien uwzględniać wyniki każdej rutynowej kontroli stanu urządzeń, ponieważ wszelkie pogorszenie może mieć wpływ na wnioski oceny zagrożenia. Zasadnicze znaczenie ma ponadto dokonanie przeglądu oceny ryzyka w przypadku wymiany użytkowanego urządzenia lub modyfikacji metod pracy.

Pracodawcy powinni również pamiętać, że zmianie może ulec status pracownika. Przykładowo pracownikowi może zostać wszczepiony implant medyczny lub pracownica może zająć w ciążę. Taka zmiana powinna pociągać za sobą przegląd oceny zagrożenia celem określenia, czy jest wciąż aktualna.

W przypadku gdy pracownicy są okresowo narażeni na przekroczenie wartości dolnego IPN dla pól magnetycznych (tabela B2 załącznika II do dyrektywy o polach elektromagnetycznych) lub wartości dolnych GPO, mogą wystąpić przejściowe objawy. Objawy te mogą obejmować:

- zawroty głowy i mdłości spowodowane narażeniem na działanie pól magnetostatycznych i pól magnetycznych o niskiej częstotliwości;
- zaburzenia postrzegania zmysłowego, takie jak zaburzenia widzenia (fosfeny) lub niewielkie zmiany funkcji mózgu spowodowane narażeniem na pole elektromagnetyczne o niskiej częstotliwości;
- zaburzenia postrzegania zmysłowego w postaci „słyszenia mikrofal” spowodowane narażeniem na pola impulsowej częstotliwości radiowej w szczególnych warunkach (zob. sekcja B5).

Jeżeli pracownicy zgłaszają takie objawy, pracodawca powinien dokonać przeglądu oraz, w razie potrzeby, aktualizacji oceny zagrożenia. Może to prowadzić do wyboru dodatkowych środków zapobiegawczych lub środków ochronnych.

SEKCJA 3

**OCENA
ZGODNOŚCI**

6. STOSOWANIE GRANICZNYCH POZIOMÓW ODDZIAŁYWANIA I INTERWENCYJNYCH POZIOMÓW NARAŻENIA

Jak wskazano w rozdziale 2, narażenie na pola elektromagnetyczne może wywołać różne skutki w zależności od częstotliwości. W rezultacie w dyrektywie o polach elektromagnetycznych przewidziano graniczne poziomy oddziaływania (GPO) dla:

- skutków nietermicznych (0–10 MHz) w załączniku II;
- skutków termicznych (100 kHz – 300 GHz) w załączniku III.

Wynika z tego, że przed wyborem odpowiedniego GPO zasadniczo niezbędna jest znajomość częstotliwości (jednej lub kilku) pola elektromagnetycznego. Jak widać, te dwa zakresy nakładają się na siebie. W związku z tym w zakresie częstotliwości pośredniej (100 kHz – 10 MHz) mogą występować zarówno skutki termiczne, jak i nietermiczne, więc należy uwzględnić oba GPO.

W przypadku częstotliwości 1 Hz – 6 GHz GPO określa się w kontekście ilości wchłoniętych przez ciało ludzkie, których nie można łatwo zmierzyć lub obliczyć. W ramach dyrektywy o polach elektromagnetycznych wprowadzone zostały interwencyjne poziomy narażenia (IPN), wyrażone jako wartości dotyczące pola zewnętrznego, które można stosunkowo łatwo zmierzyć lub obliczyć. Te IPN zostały wyprowadzone z GPO przy zastosowaniu ostrożnych założeń, więc zgodność z odpowiednim IPN zawsze będzie gwarancją zgodności z odpowiednim GPO. Możliwe jest jednak przekroczenie IPN i utrzymanie dalszej zgodności z GPO. Kwestia ta jest dalej omawiana w sekcji 6.1. Rysunek 6.1 przedstawia proces podejmowania decyzji o przeprowadzeniu oceny zgodności z IPN lub GPO.

Porównanie z IPN lub GPO stanowi wkład w proces analizy ryzyka. Jeżeli zgodność z IPN nie jest możliwa do wykazania, w zamian pracodawcy mogą zdecydować o przeprowadzeniu oceny według GPO. Taka analiza może jednak okazać się bardziej złożona i w rezultacie droższa. W wielu przypadkach może okazać się możliwe wdrożenie dodatkowych środków w celu osiągnięcia zgodności z IPN lub GPO. Po wykazaniu przez pracodawcę zgodności lub po wykorzystaniu przez niego wszystkich możliwych wariantów lub dodatkowych środków, należy kontynuować proces oceny zagrożenia (zob. rozdział 5).

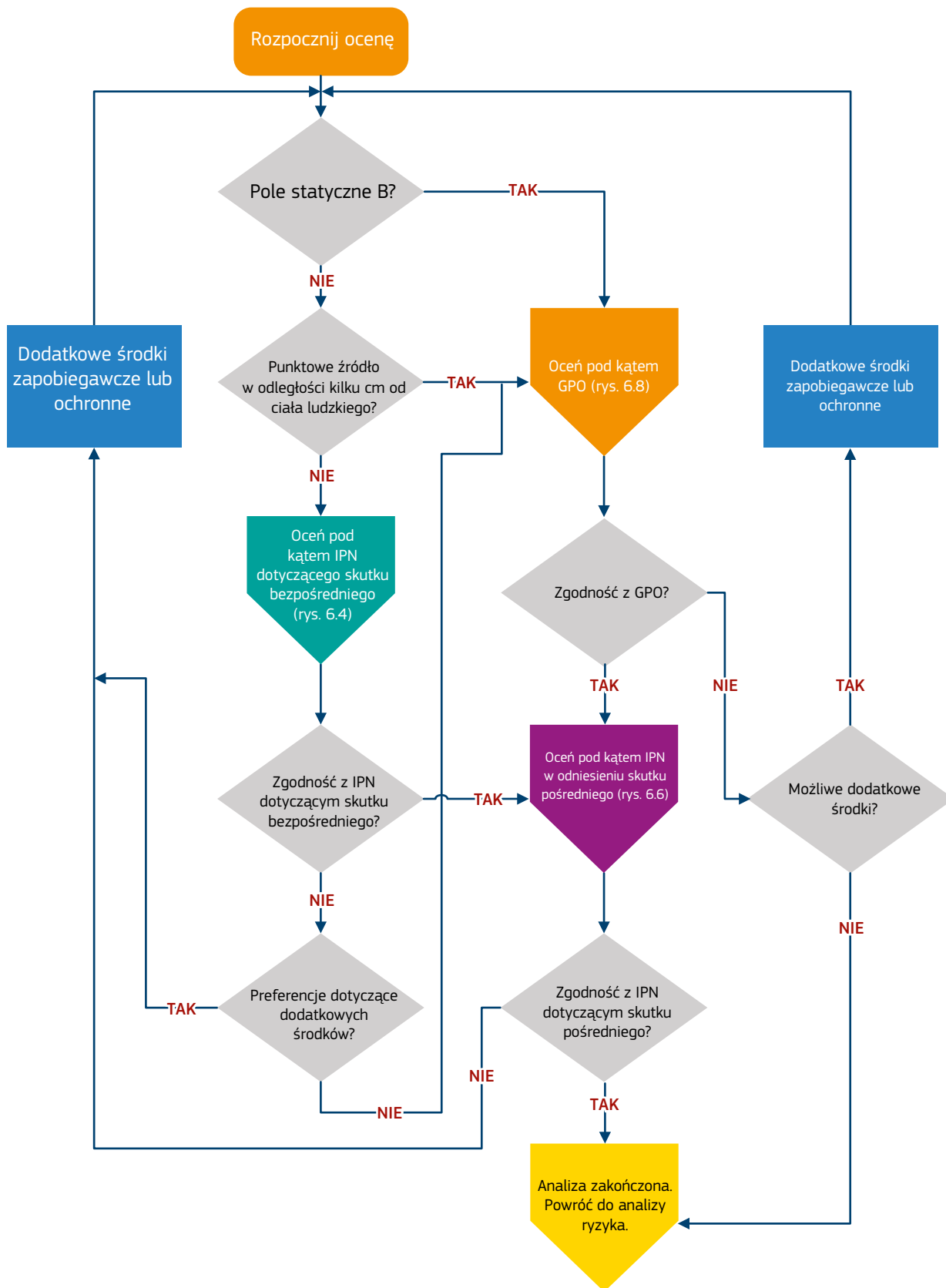
Pełna ocena narażenia pracowników i porównanie z GPO mogą być złożone i wykraczać poza zakres niniejszego poradnika. Więcej informacji dotyczących ocen podano w dodatku D do niniejszego poradnika. Informacje podane w niniejszym rozdziale miały przede wszystkim przyczynić się do wyjaśnienia sposobu praktycznego działania systemu GPO i IPN, aby pracodawcy mogli zdecydować, czy podejmą się tego na własną rękę, czy skorzystają z pomocy specjalisty.

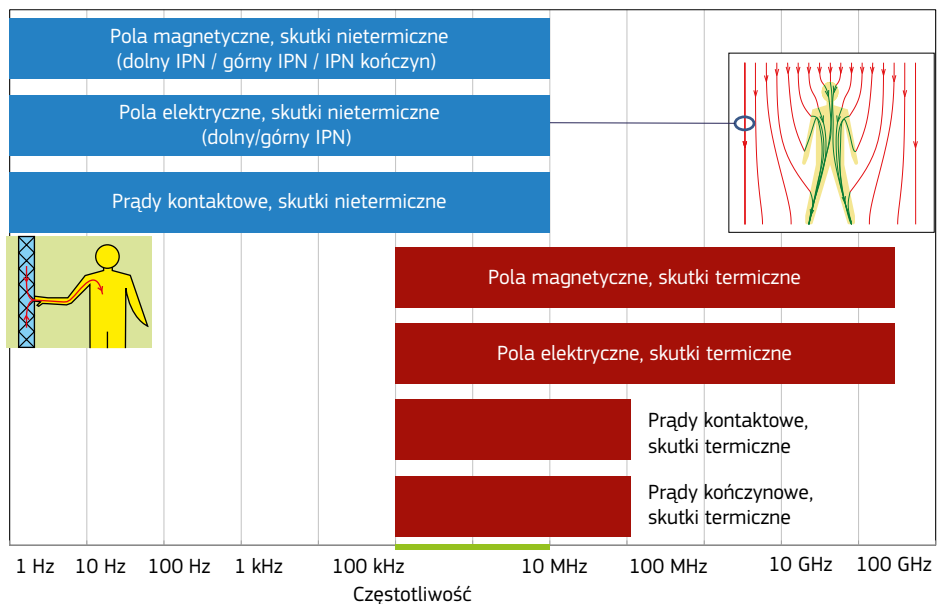
W dyrektywie określono szereg różnych IPN, spośród których można równocześnie stosować więcej niż jeden. IPN odnoszą się do skutków bezpośrednich lub pośrednich. Pola elektryczne i pola magnetyczne o niskich częstotliwościach można uznać za niezależne (tzw. quasi-statyczne przybliżenie) i oba wzbudzają pola elektryczne w ciele ludzkim. W związku z tym przy niskich częstotliwościach obowiązują IPN w odniesieniu do pól elektrycznych i magnetycznych. Istnieją również IPN dotyczące prądu kontaktowego.

Wraz ze wzrostem częstotliwości pola są coraz ściślej ze sobą sprzężone i oddziaływanie na ciało ludzkie ulega zmianie, skutkując nagromadzeniem energii prowadzącym do skutków termicznych. W przypadku tych częstotliwości obowiązują IPN dla pól elektrycznych i magnetycznych. Przy częstotliwościach powyżej 6 GHz obowiązuje dodatkowy IPN dotyczący gęstości mocy, który odnosi się do natężeń pola elektrycznego i magnetycznego. Istnieją również

IPN dotyczące indukowanych prądów kończynowych, które również odnoszą się do skutków termicznych, oraz dotyczące prądów kontaktowych. System IPN przedstawiono na rys. 6.2.

Rysunek 6.1 – Proces podejmowania decyzji o przeprowadzeniu oceny zgodności z IPN lub GPO



Rysunek 6.2 – Zakres częstotliwości, w jakim mają zastosowanie różne IPN

Niebieskie paski oznaczają skutki nietermiczne, a czerwone paski oznaczają skutki termiczne. Jeżeli zakres częstotliwości jest zaznaczony kolorem zielonym, wymagana jest zgodność zarówno ze skutkami nietermicznymi (pole elektryczne, pole magnetyczne i prądy kontaktowe), jak i skutkami termicznymi (pole elektryczne i magnetyczne).

GPO i związane z nimi IPN opierają się na wytycznych opublikowanych przez Międzynarodową Komisję Ochrony przed Promieniowaniem Niejonizującym (ICNIRP). Dodatkowe informacje dotyczące odnośnych przesłanek można znaleźć we wspomnianych wytycznych dostępnych na stronie internetowej www.icnirp.org (zob. źródła w dodatku I).

Dyrektywa o polach elektromagnetycznych nakłada na państwa członkowskie obowiązek wdrożenia GPO do ich przepisów krajowych, w wyniku czego pracodawcy są prawnie zobowiązani do ich przestrzegania. Dyrektywa o polach elektromagnetycznych zawiera przepisy umożliwiające w razie potrzeby dokonanie przez Komisję przeglądu IPN.



Główne przesłanie: interwencyjne poziomy narażenia i graniczne poziomy oddziaływania

Dla większości pracodawców łatwiej byłoby wykazać zgodność z interwencyjnymi poziomami narażenia niż z granicznymi poziomami oddziaływania, chociaż w pierwszym przypadku niezgodność może być dużo większa niż w drugim. Interwencyjne poziomy narażenia określa się również dla niektórych, ale nie wszystkich, skutków pośrednich. Interwencyjne poziomy narażenia i graniczne poziomy oddziaływania zwykle nie zapewniają odpowiedniej ochrony dla pracowników szczególnie zagrożonych.

6.1 Interwencyjne poziomy narażenia w przypadku skutków bezpośrednich

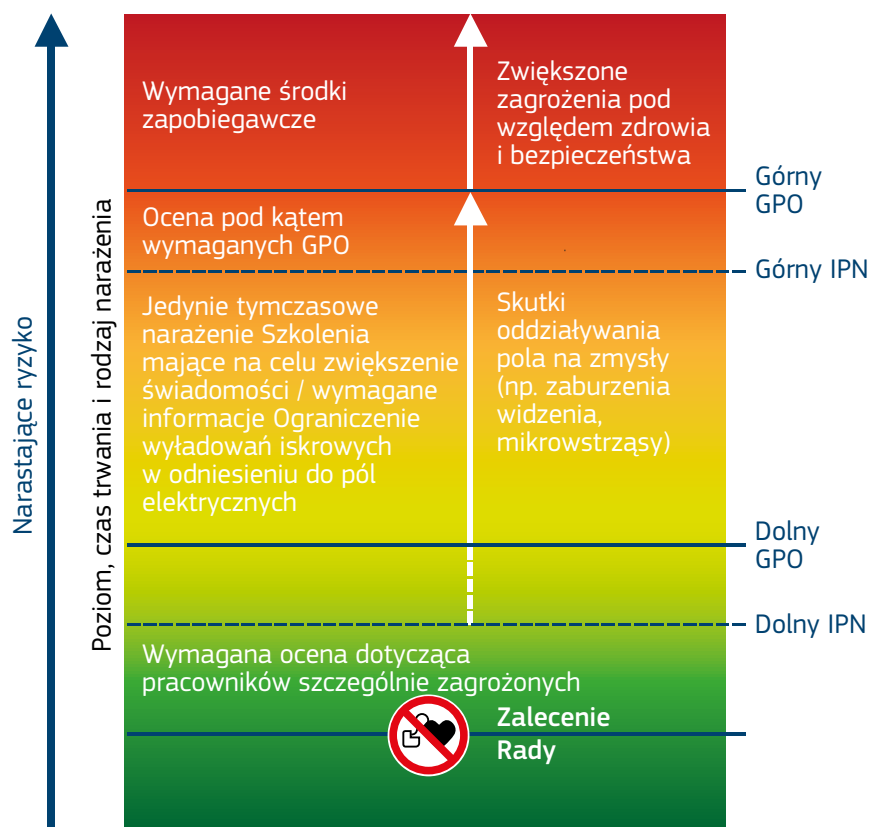
Jak wskazano powyżej, IPN w odniesieniu do skutków bezpośrednich zostały wyprowadzone z odpowiednich GPO drogą modelowania komputerowego przy założeniu najbardziej niekorzystnych oddziaływań. Oznacza to, że zgodność z IPN gwarantuje zgodność z odpowiednim GPO. W wielu przypadkach będzie jednak możliwe przekroczenie IPN i zachowanie zgodności z odpowiednim GPO. Związek między IPN a GPO przedstawiono na rys. 6.3. W odniesieniu do większości pracodawców i większości przypadków IPN w odniesieniu do skutków bezpośrednich umożliwiają wykazanie zgodności z podstawowym GPO w dość łatwy sposób.

Wszystkie IPN są podawane w odniesieniu do pól niezakłóconych przez obecność ciała pracownika.

Jeżeli nie jest możliwe wykazanie zgodności z IPN, pracodawcy mogą wybrać między wdrożeniem środków ochronnych lub zapobiegawczych a przeprowadzeniem bezpośredniej oceny zgodności z GPO. Podejmując tę decyzję, pracodawcy będą musieli uwzględnić fakt, że wynikiem oceny z wykorzystaniem GPO nadal może być wymóg wdrożenia środków ochronnych i zapobiegawczych.

Proces wyboru interwencyjnych poziomów narażenia w odniesieniu do skutków bezpośrednich przedstawiono na schemacie na rys. 6.4.

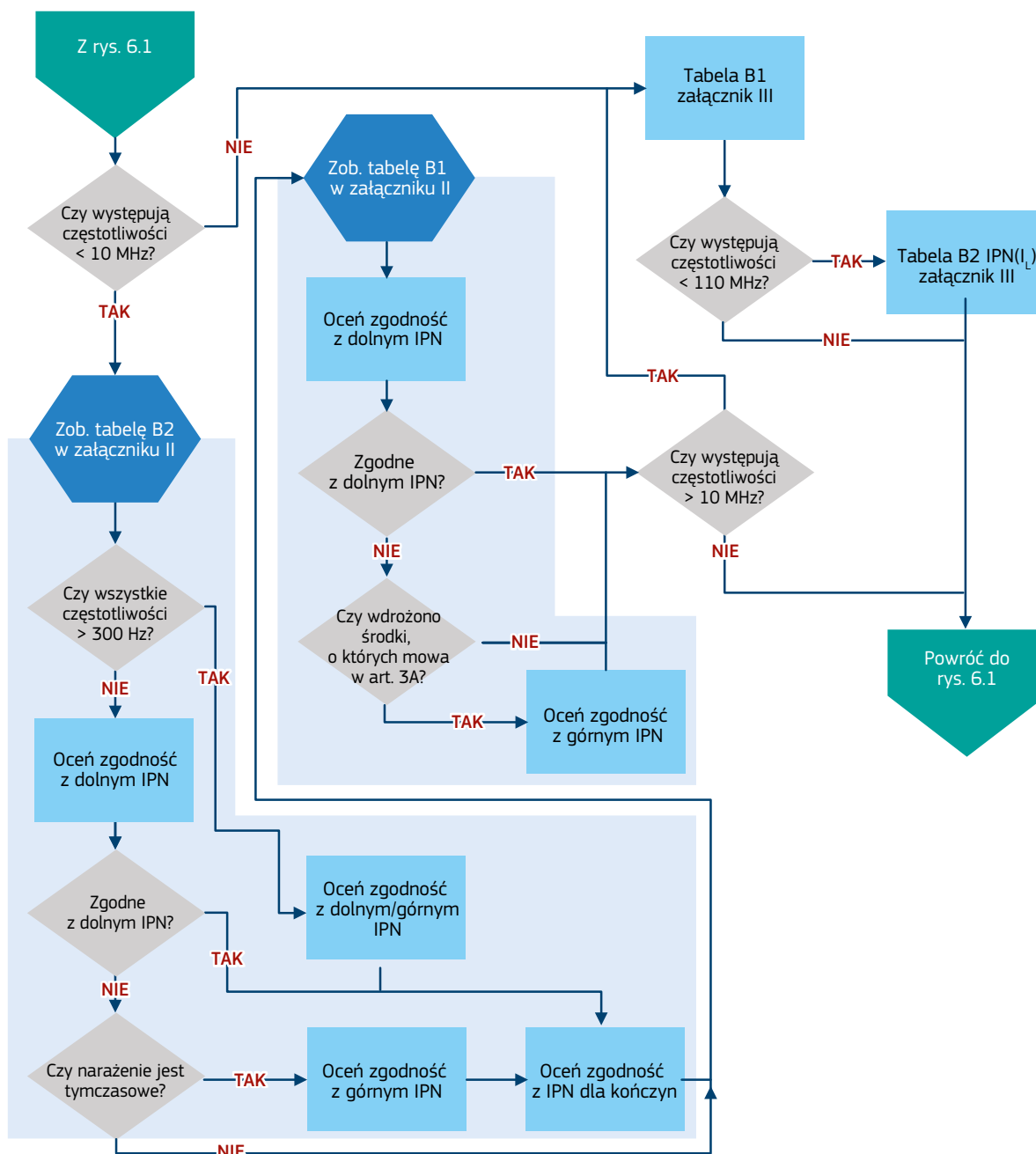
Rysunek 6.3 – Schemat przedstawiający związek między granicznymi poziomami oddziaływania a interwencyjnymi poziomami narażenia



6.1.1 Interwencyjne poziomy narażenia w przypadku pola elektrycznego (1 Hz – 10 MHz)

W dyrektywie o polach elektromagnetycznych określono dwa IPN w odniesieniu do pól elektrycznych niskiej częstotliwości – dolne i górne. Koncepcję dolnych i górnych IPN przedstawiono na powyższym rys. 6.3. Dzięki zgodności z dolnym IPN żaden z obowiązujących GPO nie zostanie przekroczony, a także wyeliminowane zostaną uciążliwe wyładowania iskrowe w środowisku pracy.

Rysunek 6.4 – Schemat wyboru IPN w odniesieniu skutku bezpośredniego („załącznik” odnosi się do załączników do dyrektywy EMF)



Jeżeli natężenia pola elektrycznego nie przekraczają dolnego IPN, żaden z obowiązujących GPO nie zostanie przekroczony. Jeżeli jednak natężenia pola elektrycznego przekroczą dolny IPN, sama zgodność z górnym IPN nie wystarczy, aby wyeliminować uciążliwe wyładowania iskrowe. W tej sytuacji niezbędne jest zatem

wdrożenie dodatkowych środków technicznych, organizacyjnych i, w stosownych przypadkach, środków ochrony indywidualnej w celu ograniczenia wyładowań iskrowych.

6.1.2 Interwencyjne poziomy narażenia pola magnetycznego (1 Hz – 10 MHz)

W dyrektywie o polach elektromagnetycznych określono trzy IPN w odniesieniu do pól magnetycznych o niskiej częstotliwości – dolne i górne oraz dla kończyn.

Dolne IPN zostały wyprowadzone z dolnych granicznych poziomów oddziaływania (zob. sekcja 6.3.1) w taki sposób, aby zgodność gwarantowała zgodność zarówno z dolnymi granicznymi poziomami oddziaływania, jak i z górnymi granicznymi poziomami oddziaływania. Dolne IPN mają taką samą wartość jak górne IPN w przypadku częstotliwości powyżej 300 Hz.

Zgodność z górnymi IPN zagwarantuje zgodność z górnymi GPO, z których zostały wyprowadzone, ale nie zapewni zgodności z dolnymi GPO przy częstotliwościach poniżej 300 Hz. W dyrektywie o polach elektromagnetycznych dopuszcza się przekroczenie dolnych IPN, jeżeli można wykazać, że dolne GPO nie są przekroczone lub, jeżeli są przekroczone, ma to tylko tymczasowy charakter. Górne GPO nie mogą jednak zostać przekroczone. Ponadto pracownicy muszą otrzymać informacje o możliwych przejściowych objawach i doznaniach. W przypadku zgłoszenia objawów przejściowych pracodawca podejmuje w razie potrzeby działania mające na celu aktualizację oceny zagrożenia i środków zapobiegawczych.

Zgodność z IPN dla kończyn zapewni zgodność z górnymi GPO, z których zostały wyprowadzone. IPN dla kończyn uwzględniają słabsze sprzężenie pola z kończynami i w rezultacie są mniej rygorystyczne niż górne IPN. Stosowanie IPN dla kończyn jest uzasadnione jedynie w przypadku gdy nie występuje prawdopodobieństwo narażenia ciała przy takim samym natężeniu pola. Ich stosowanie będzie zatem uzasadnione w przypadku gdy pracownik trzyma narzędzie generujące pole elektromagnetyczne, ale nie wtedy gdy narzędzie trzymane jest blisko ciała podczas użytkowania (rys. 6.5). W przypadku dokonania oceny narażenia pod kątem interwencyjnego poziomu narażenia kończyn, zwykłą praktyką będzie również ocena narażenia ciała pod kątem, odpowiednio, dolnego lub górnego IPN.

Rysunek 6.5 – Pracownik z elektronarzędziem trzymany blisko ciała. W takim przypadku narażenie ciała i kończyn będzie podobne, a zgodność z dolnymi/górnymi IPN będzie miała charakter ograniczający



6.1.3 Interwencyjny poziom narażenia w przypadku pola elektrycznego i magnetycznego (100 kHz – 300 GHz)

W przypadku zakresu częstotliwości 100 kHz – 6 GHz w dyrektywie o polach elektromagnetycznych określono IPN dla natężenia pola elektrycznego i indukcji magnetycznej, wyprowadzone z górnego GPO. Ponieważ bazowe GPO są wartościami uśrednionymi względem czasu, wartość GPO podniesiona do drugiej potęgi powinna być uśredniona względem dowolnego okresu sześciu minut.

W przypadku częstotliwości większych niż 6 GHz w dyrektywie o polach elektromagnetycznych określono IPN dla natężenia pola elektrycznego, indukcji magnetycznej i gęstości mocy. IPN dla gęstości mocy powinien być uśredniony względem dowolnych 20 cm² narażonej powierzchni, pod warunkiem że maksymalne przestrzenne wartości uśrednione dla 1 cm² nie powinny przekroczyć dwudziestokrotnej wartości IPN(S). IPN dla gęstości mocy (S) są również uśredniane względem czasu dla dowolnych sześciu minut w odniesieniu do częstotliwości do 10 GHz i dowolnego czasu $68/f^{1,05}$ minut w odniesieniu do wyższych częstotliwości (gdzie f jest częstotliwością w GHz). Ponadto czas uśredniania maleje wraz ze wzrostem częstotliwości, odzwierciedlając malejącą głębokość wnikania.

W odniesieniu do częstotliwości przekraczającej 6 GHz IPN dla natężenia pola elektrycznego i indukcji magnetycznej wyprowadzone zostały z GPO dla gęstości mocy. Chociaż więc w dyrektywie o polach elektromagnetycznych nie określono tego w jasny sposób, w celu osiągnięcia zgodności warunki dotyczące uśredniania przestrzeni i czasu w odniesieniu do IPN(S) również powinny mieć zastosowanie do $[IPN(E)]^2$ i $[IPN(B)]^2$ przy częstotliwościach przekraczających 6 GHz.

6.1.4 Interwencyjne poziomy narażenia w przypadku prądu indukowanego w kończynach (10–110 MHz)

W dyrektywie o polach elektromagnetycznych określono IPN dla wielkości prądu częstotliwości radiowych indukowanego w kończynach pracownika narażonego na oddziaływanie pola częstotliwości radiowej. Ponieważ IPN odnosi się do nagrzewania tkanek, wartość IPN podniesiona do drugiej potęgi powinna zostać uśredniona względem dowolnych sześciu minut.

6.2 Interwencyjne poziomy narażenia w przypadku skutków pośrednich

W dyrektywie o polach elektromagnetycznych określono IPN w celu zapewnienia ochrony przed niektórymi skutkami pośrednimi związanymi z polem elektromagnetycznym. Proces wyboru interwencyjnych poziomów narażenia w przypadku skutków pośrednich przedstawiono na schemacie na rys. 6.6.

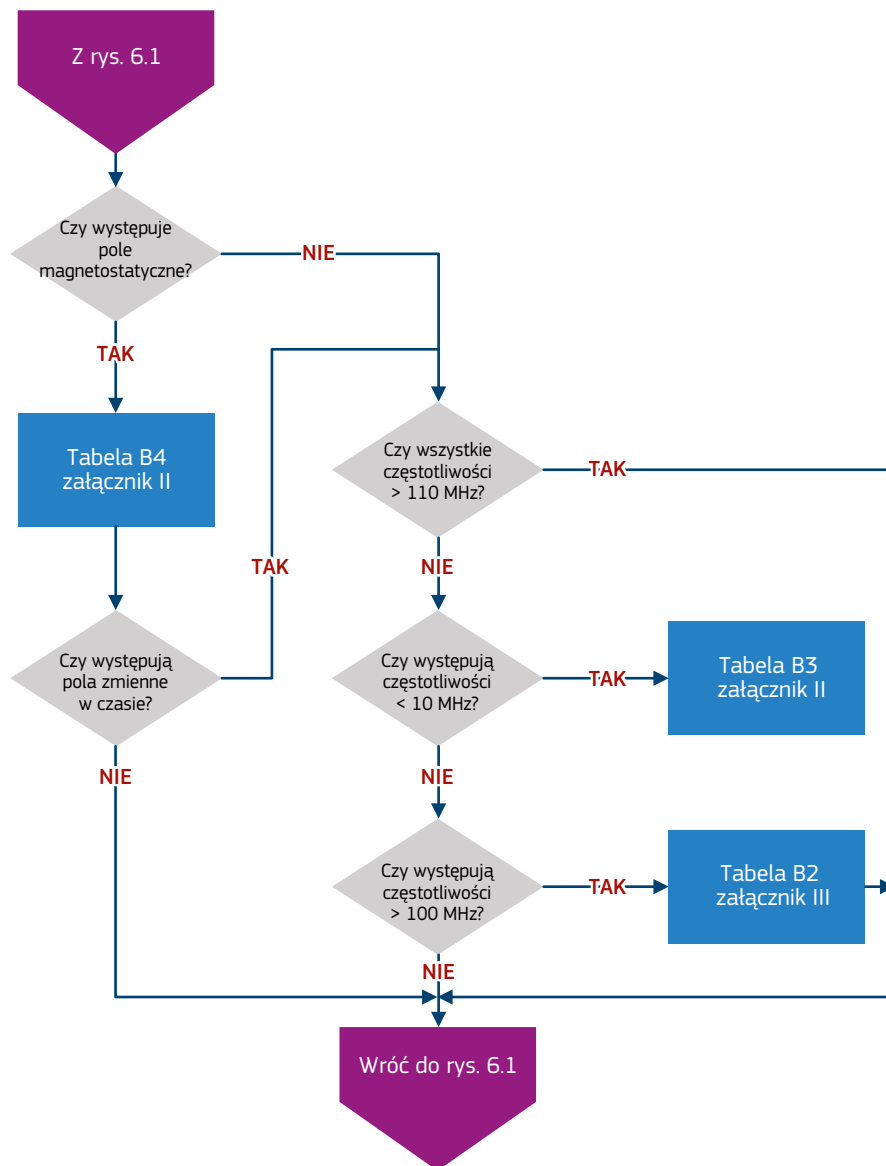
6.2.1 Interwencyjne poziomy narażenia w przypadku pola magnetostatycznego

Wyznaczono IPN równy 0,5 mT w celu ograniczenia zakłócenia działania aktywnych wyrobów medycznych do implantacji. W dyrektywie o polach elektromagnetycznych przewidziano również IPN wynoszący 3 mT w celu ograniczenia zagrożenia gwałtownym przemieszczaniem się przedmiotów w polu rozproszonym wytwarzanym przez silne źródła (> 100 mT).

6.2.2 Interwencyjne poziomy narażenia w przypadku prądu kontaktowego (do 110 MHz)

W dyrektywie o polach elektromagnetycznych określono IPN dla ustalonego prądu kontaktowego w celu ograniczenia zagrożenia porażeniem lub oparzeniem w przypadku gdy dana osoba dotyka przedmiotu przewodzącego prąd, znajdującego się w polu, i jedno z nich jest uziemione, a drugie nie.

Rysunek 6.6 – Schemat wyboru IPN dotyczących skutków pośrednich („Załącznik” odnosi się do załączników do dyrektywy EMF)



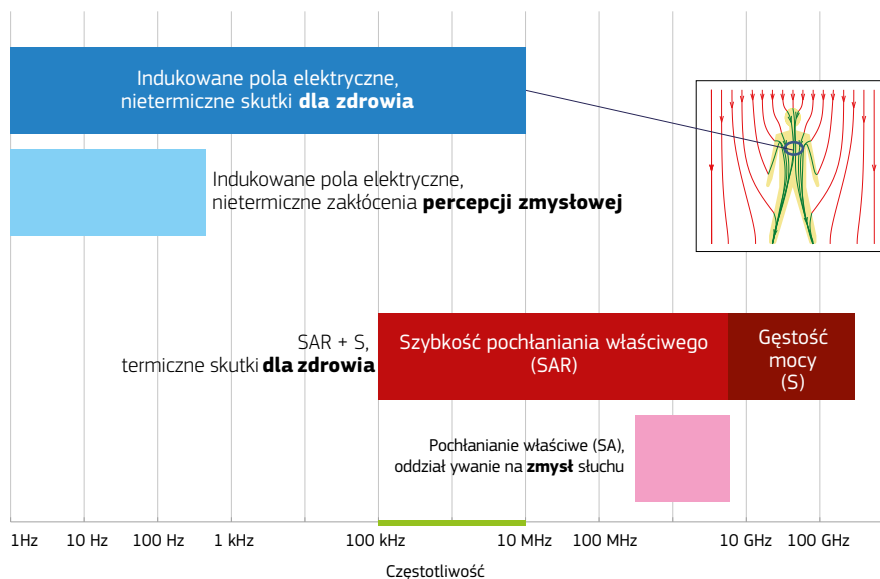
6.3 Graniczne poziomy oddziaływania

6.3.1 Dolne i górne graniczne poziomy oddziaływania

W dyrektywie o polach elektromagnetycznych określono oddzielne GPO w odniesieniu do zakłóceń percepcji zmysłowej i niewielkich zmian funkcji mózgu (dolne) i niekorzystnych

skutków dla zdrowia (górne) (rys. 6.7). Dolne graniczne poziomy oddziaływania mają zastosowanie jedynie do konkretnych zakresów częstotliwości (0–400 Hz i 0,3–6 GHz). W przypadku niskich częstotliwości percepcja pola występuje przy niższych poziomach narażenia niż poziomy powodujące niekorzystne skutki dla zdrowia. Termiczne skutki dolnego GPO są oparte na unikaniu efektu „słyszenia mikrofal”, który występuje tylko w określonych warunkach (zob. dodatek B). Natomiast górne GPO mają zastosowanie do wszystkich częstotliwości. Ogólnie rzecz ujmując, dozwolone jest tymczasowe przekroczenie dolnych GPO na krótkie okresy czasu, pod warunkiem że spełnione są określone warunki.

Rysunek 6.7 – Zakres częstotliwości, w którym stosowane są różne GPO



Niebieskie paski oznaczają skutki nietermiczne, a czerwone oznaczają skutki termiczne.

6.3.2 Graniczne poziomy oddziaływania (0-1 Hz)

GPO dla zakresu częstotliwości 0–1 Hz są wyznaczone indukcyjnością magnetyczną pola pierwotnego (tabela A1 w załączniku II do dyrektywy o polach elektromagnetycznych). Dolne graniczne poziomy oddziaływania zostały ustalone, aby zapobiegać zawrotom głowy i innemu zakłóceniu percepcji zmysłowej. Mogą one być następstwem oddziaływania pól elektrycznych indukowanych w tkankach, gdy ciało przemieszcza się w silnym polu magnetostatycznym, chociaż istnieją obecnie dowody, że mogą one występować przy braku ruchu. W związku z tym w odniesieniu do kontrolowanego środowiska pracy, gdzie ruch w polu jest ograniczony, a pracownikom przekazywane są informacje, może być dopuszczalne tymczasowe przekroczenie dolnych GPO, pod warunkiem że jest to uzasadnione praktyką lub procesem. W tym przypadku narażenia nie mogą przekraczać górnego GPO.

6.3.3 Graniczne poziomy oddziaływania (1 Hz – 10 MHz)

GPO w zakresie częstotliwości 1 Hz – 10 MHz są określone zgodnie z polem elektrycznym indukowanym w ciele ludzkim (tabela A2 i tabela A3 w załączniku II do dyrektywy o polach elektromagnetycznych).

W przypadku częstotliwości nie wyższych niż 400 Hz obowiązują zarówno dolne GPO, jak i górne GPO. Dolne GPO mają na celu zapobieganie fosfonom w siatkówce

i niewielkim przejściowym zmianom funkcji mózgu. W rezultacie mają one zastosowanie jedynie do tkanek ośrodkowego układu nerwowego głowy narażonego pracownika.

Górne GPO mają zastosowanie do wszystkich częstotliwości w zakresie 1 Hz – 10 MHz i mają zapobiegać pobudzeniu obwodowych i ośrodkowych nerwów. Wspomniane GPO mają zatem zastosowanie do wszystkich tkanek ciała narażonego pracownika.

6.3.4 Graniczne poziomy oddziaływania (100 kHz – 300 GHz)

W przypadku zakresu częstotliwości 100 kHz – 6 GHz stopień ogrzania wynikającego z narażenia zależy od szybkości, z jaką tkanki wchłaniają energię. Wyznacza to szybkość pochłaniania właściwego energii (SAR), którą wykorzystuje się do określenia górnego GPO, przy czym określone są oddzielne wartości dla całego ciała i dla narażeń miejscowych (tabela A1 w załączniku III do dyrektywy o polach elektromagnetycznych). Wartości dotyczące całego ciała chronią przed stresem cieplnym i udarem cieplnym i mają zastosowanie do SAR uśrednionej względem całego ciała. Miejscowe wartości chronią przed obrażeniami termicznymi konkretnych tkanek i mają zastosowanie do SAR uśrednionej względem 10 g zwartej (lub spójnej) tkanki. Zarówno SAR względem całego ciała, jak i miejscowa SAR są uśrednione dla okresu sześciu minut.

W przypadku zakresu częstotliwości 300 MHz – 6 GHz istnieją również dolne GPO, które mają zapobiegać zjawiskom „słyszenia mikrofal” wynikającym z narażenia na pola impulsowe (tabela A2 w załączniku III do dyrektywy o polach elektromagnetycznych). Są one określone w funkcji pochłaniania właściwego (SA) uśrednionego względem 10 g tkanki głowy.

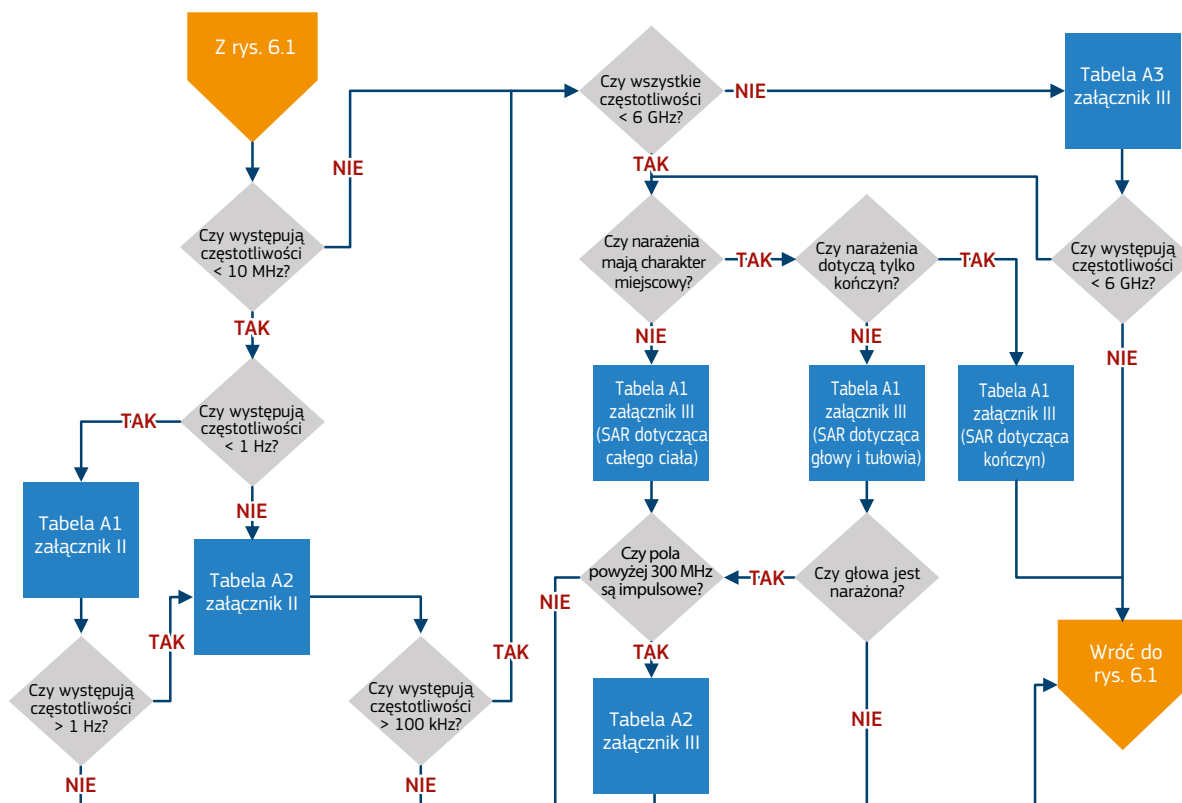
Przenikanie pola elektromagnetycznego do ciała maleje wraz z częstotliwością w zakresie częstotliwości radiowej, tak że w przypadku częstotliwości powyżej 6 GHz pole jest pochłaniane głównie na powierzchni ciała. Oznacza to, że w przypadku tych częstotliwości o wiele bardziej istotne jest ograniczenie gęstości mocy docierającej do powierzchni ciała niż szybkości, z jaką energia jest pochłaniana przez masę tkanki. Gęstość mocy jest uśredniona względem powierzchni 20 cm² i ograniczona do maksymalnej uśrednionej wartości względem 1 cm². W przypadku zakresu częstotliwości 6–10 GHz gęstość mocy jest uśredniona dla dowolnego okresu sześciu minut. Powyżej tego zakresu czas uśredniania maleje wraz ze wzrostem częstotliwości, odzwierciedlając malejącą głębokość wnikania (tabela A3 w załączniku III do dyrektywy o polach elektromagnetycznych).

6.4 Odstępstwa

Artykuł 10 dyrektywy o polach elektromagnetycznych przewiduje warunkowe odstępstwo od art. 3 (GPO i IPN) w trzech przypadkach. Artykuł 10 nie ma wpływu na spoczywający na pracodawcach ogólny obowiązek zapewnienia eliminacji zagrożenia wynikającego z pola elektromagnetycznego w miejscu pracy lub ograniczenia go do minimum, wynikający z art. 5 ust.1.

Pierwsze odstępstwo dotyczące stosowania obrazowania metodą rezonansu magnetycznego (MRI) w opiece zdrowotnej jest nieuznaniowe. Pozostałe odstępstwa pozostawia się do uznania państwu członkowskim.

Rysunek 6.8 – Schemat wyboru GPO



6.4.1 Odstępstwo dotyczące obrazowania metodą rezonansu magnetycznego

Narażenia dotyczące instalacji, prób, użytkowania, rozwoju, obsługi technicznej lub działalności badawczej związanych z obrazowaniem metodą rezonansu magnetycznego dla pacjentów w sektorze opieki zdrowotnej mogą przekraczać GPO, jeżeli spełnione są następujące warunki:

- (i) analiza ryzyka wykazała, że GPO zostały przekroczone;
- (ii) zastosowano wszystkie środki techniczne lub organizacyjne wynikające z najnowszego stanu techniki;
- (iii) okoliczności należyście uzasadniają przekraczanie GPO;
- (iv) uwzględniono charakterystykę miejsca pracy, sprzętu roboczego lub praktyk roboczych;
- (v) pracodawca wykaże, że pracownicy są w dalszym ciągu chronieni przed niepożądanymi skutkami dla zdrowia i zagrożeniami bezpieczeństwa, w tym dzięki zapewnieniu przestrzegania instrukcji bezpiecznego użytkowania dostarczonej przez producenta.

Dalsze wytyczne dla pracodawców dotyczące zgodności z odstępstwami z zakresu obrazowania metodą rezonansu magnetycznego znajdują się w dodatku F do niniejszego poradnika.

6.4.2 Odstępstwo dotyczące wojska

Państwa członkowskie mogą dopuścić stosowanie równoważnego systemu ochrony dotyczącego osób pracujących przy urządzeniach wojskowych lub biorących udział w działaniach wojskowych. Z tego odstępstwa można skorzystać pod warunkiem, że nie dopuszcza się do niepożądanych skutków dla zdrowia i zagrożeń bezpieczeństwa.

6.4.3 Ogólne odstępstwo

Państwa członkowskie mogą dopuścić, w należyście uzasadnionych okolicznościach, tymczasowe przekroczenie GPO w szczególnych sektorach i w ramach szczególnych działań nieobjętych zakresem dwóch pozostałych odstępstw. Aby okoliczności były należyście uzasadnione, muszą zostać spełnione następujące warunki:

- (i) analiza ryzyka wykazała, że GPO zostały przekroczone;
- (ii) zastosowano wszystkie środki techniczne lub organizacyjne wynikające z najnowszego stanu techniki;
- (iii) uwzględniono charakterystykę miejsca pracy, sprzętu roboczego lub praktyk roboczych;
- (iv) pracodawca wykaże, że pracownicy są w dalszym ciągu chronieni przed niepożądanymi skutkami dla zdrowia i zagrożeniami bezpieczeństwa, w tym z zastosowaniem porównywalnych, bardziej szczegółowych i uznanych międzynarodowych norm i wytycznych.

7. WYKORZYSTYWANIE BAZ DANYCH I DANYCH DOTYCZĄCYCH EMISJI GENEROWANYCH PRZEZ PRODUCENTÓW

Informacje dotyczące narażeń mogą być udostępniane przez producentów sprzętu. Ponadto instytucje rządowe, organy zawodowe lub organizacje branżowe mogą opracowywać i prowadzić bazy danych dotyczące ogólnych ocen narażenia. Jeżeli tego typu informacje są dostępne i odpowiednie, zapewnią pracodawcom najprostszyspóób wykazania zgodności z dyrektywą o polach elektromagnetycznych. Wynika z tego, że większość pracodawców będzie zainteresowana skorzystaniem z tej opcji przed rozważeniem oceny narażeń za pomocą pomiarów lub obliczeń.

7.1 Wykorzystanie informacji dostarczonych przez producentów

Istotne jest, aby pracodawcy przyjęli do wiadomości, że ich obowiązki wynikające z dyrektywy o polach elektromagnetycznych dotyczą całkowitego narażenia pracownika, a nie narażenia pochodzącego od konkretnego elementu sprzętu. W ramach oceny należy zatem uwzględnić narażenie wynikające ze wszystkich źródeł w środowisku pracy. Jeżeli natomiast producenci udzielą informacji, będą one dotyczyły konkretnego elementu sprzętu przez nich produkowanego.

W odniesieniu do większości rodzajów sprzętu natężenia pola bardzo szybko maleją wraz z odległością od źródła (zob. rys. 3.2). Oznacza to, że w wielu przypadkach przeważać będzie narażenie pracownika przez jeden lub, w najgorszym przypadku, przez kilka elementów sprzętu znajdujących się w bezpośrednim sąsiedztwie stanowiska pracy. W rezultacie pracodawcy będą często żądali informacji dotyczących sposobu, w jaki pola słabną wraz z odległością od sprzętu. Biorąc pod uwagę udział wielu źródeł w narażeniu pracownika, pracodawcy nie powinni zapominać o polach generowanych przez dodatkowe instalacje, takie jak kable zasilające, systemy zasilania i aparatura rozdzielcza.

Choć informacje dostarczone przez producentów mogą umożliwić proste rozwiązanie problemu oceny narażenia, pracodawcy muszą jednak zachować pewną ostrożność w ich wykorzystaniu. Istnieje wiele powodów, dla których producenci przekazują informacje dotyczące pola elektromagnetycznego związanego z ich sprzętem. Na przykład producent może przekazać informacje dotyczące natężenia pola generowanego przez sprzęt, ponieważ jest to istotne dla działania tego urządzenia i w rezultacie jest częścią specyfikacji. Przekazanie informacji może również służyć wykazaniu zgodności z wymogami dotyczącymi zgodności elektromagnetycznej objętymi europejskimi dyrektywami dotyczącymi produktów (zob. dodatek G). Chociaż informacje te mogą mieć znaczenie dla kwestii bezpieczeństwa pod kątem zakłóceń, nie będą one przydatne do celów oceny narażenia.

Z punktu widzenia pracodawcy najbardziej przydatną informacją byłaby ocena typowych narażeń pracownika podczas zwykłego użytkowania sprzętu wraz ze wskazaniem, w jakim stopniu pola słabną wraz z odległością. Ewentualnie wskazanie natężeń pola odpowiadających interwencyjnym poziomom narażenia na różnych dostępnych stanowiskach wokół sprzętu umożliwi pracodawcom przeprowadzenie własnej oceny zgodności podczas użytkowania.



Główne przesłanie: informacje uzyskane z baz danych i od producentów

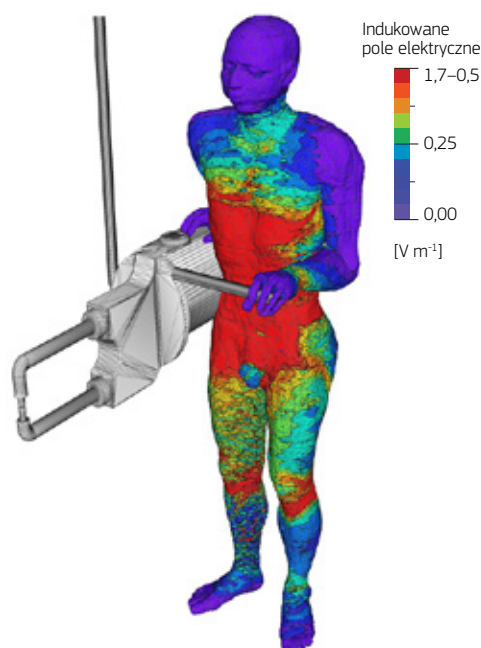
Jeżeli dostępne są informacje z baz danych i od producentów, pracodawcy mają możliwość łatwiejszego wykazania zgodności niż przeprowadzanie oceny szczegółowej. Dostawcy maszyn mają prawny obowiązek zapewnienia braku zagrożenia dla ludzi ze strony emisji (zob. dodatek H). Są również zobowiązani do przekazania informacji dotyczących ryzyka szczytkowego i prawdopodobnych emisji, które mogą być szkodliwe dla ludzi, również osób używających wszczepionych wyrobów medycznych.

7.1.1 Podstawy oceny producentów

Niektórzy producenci mogą publikować oceny dotyczące użytkowanych urządzeń, stosując znormalizowane procedury. Wiele norm dotyczących pomiarów opracowuje się jednak pod kątem emisji, a nie narażenia ludzi. Te normy emisji są opracowywane w celu zapewnienia znormalizowanych procedur na potrzeby badań laboratoryjnych poziomu pola elektromagnetycznego wytworzonego przez określone rodzaje urządzeń elektrycznych. Koncentrują się one na wartości pola w konkretnym punkcie w przestrzeni i są przydatne do porównywania różnych urządzeń lub przyrządów. Mogą jednak mieć ograniczoną wartość z punktu widzenia oceny narażenia dotyczącej IPN lub GPO w trakcie normalnego użytkowania.

Na przykład w ramach obecnej zharmonizowanej normy dotyczącej badania zgodności urządzeń spawalniczych zaleca się wykonanie pomiaru pola w odległości 20 cm od kabla spawalniczego, ponieważ zapewnia to pomiar o większej powtarzalności. W codziennym użytkowaniu kabel może stykać się z ciałem pracownika i może znajdować się blisko wrażliwych tkanek głowy pracownika. Rysunek 7.1 przedstawia zgrzewadło punktowe trzymane blisko ciała pracownika i dokładnie w obrębie podanej odległości 20 cm. Należy założyć, że ten słaby punkt zostanie wyeliminowany w przyszłych wersjach normy.

Rysunek 7.1 – Rozkład indukowanego pola elektrycznego w modelu ciała ludzkiego spowodowanego narażeniem spowodowanym przenośną zgrzewarką punktową. Jest to przykład, w którym źródło pola elektromagnetycznego znajduje się w znacznie mniejszej odległości niż 20 cm od ciała



Uwaga: Przykład przedstawiony na tym rysunku ma jedynie charakter poglądowy i nie powinien być ekstrapolowany na żadną konkretną sytuację.

Oznacza to, że przed wykorzystaniem danych opublikowanych przez producentów ważne jest, aby wiedzieć, którą normę zastosowano i do jakich celów wygenerowano te dane.

7.2 Bazy danych dotyczące oceny

Bazy danych dotyczące ogólnych ocen w poszczególnych sektorach przemysłowych mogą być bardzo przydatne. Mogą one być tworzone przez instytucje rządowe, organy zawodowe lub organizacje branżowe. We wszystkich przypadkach podstawowym względem jest zaoszczędzenie przez pracodawcę czasu i wydatków na przeprowadzenie szczegółowych ocen. Jeżeli urządzenia i metody pracy są dość standardowe jest to pragmatyczne, oszczędne rozwiązanie.

Planując wykorzystanie informacji otrzymanych z baz danych, pracodawcy powinni sprawdzić, czy urządzenia są użytkowane zgodnie z przeznaczeniem zarówno według oceny bazy danych, jak i w ich zakładzie pracy. Ponadto dane dotyczące oceny mogą być nieistotne, jeżeli wiek urządzeń jest zupełnie inny lub jeżeli urządzenia nie były odpowiednio konserwowane.

Komisja Europejska wsparła prace mające na celu opracowanie pakietu oprogramowania mającego pomóc pracodawcom w przeprowadzaniu oceny procesów spawania i pokrewnych. Więcej informacji dotyczących tego projektu znajduje się na stronie internetowej dotyczącej pól elektromagnetycznych w procesach spawania (www.emfweld.com).

7.3 Dostarczanie informacji przez producentów

Producenci dostarczający sprzęt objęty zakresem zastosowania dyrektywy w sprawie maszyn (zob. dodatek G) mają szczególne obowiązki w zakresie udzielania informacji. W szczególności, aby spełnić zasadnicze wymogi, producenci muszą dostarczyć informacje dotyczące ryzyka szczytkowego i wszelkich środków ochronnych, które ma wdrożyć użytkownik.

Mówiąc dokładniej, w przypadku gdy maszyny mogą emitować promieniowanie niejonizujące, które może być szkodliwe, w szczególności dla osób z implantami medycznymi, producent jest zobowiązany dostarczyć informacje dotyczące emisji w odniesieniu do operatorów i wszystkich innych narażonych osób.

7.3.1 Normy oceny

Komitety normalizacyjne aktywnie opracowują normy umożliwiające producentom przejście przez proces oceny emisji w stosunku do IPN i GPO określonych w dyrektywie o polach elektromagnetycznych. W niektórych przypadkach w ramach tych norm określany jest również sposób informowania nabywców urządzeń o wynikach oceny.

W związku z tym na pierwszym etapie producenci powinni sprawdzać, czy odpowiednia norma została opublikowana oraz czy odnosi się do aktualnej dyrektywy o polach elektromagnetycznych. Jeżeli istnieje odpowiednia norma i zapewnia porady w zakresie informowania o wynikach oceny, producent powinien jej przestrzegać.

Producenci mogą również zdecydować o dostarczeniu dodatkowych informacji niewyszczególnionych w normie w przypadku gdy uważają, że będzie to przydatne dla nabywcy.

7.3.2 Brak odpowiedniej normy

W przypadku gdy nie istnieje żadna odpowiednia norma zapewniająca producentowi wskazówki, poniższe informacje dotyczące oceny powinny umożliwić nabywcom przeprowadzenie odpowiedniej oceny w ich miejscach pracy.

Trzy pierwsze pozycje zapewniają nabywcy dostęp do niektórych podstawowych informacji dotyczących rodzaju oczekiwanych rezultatów i sposobu przeprowadzenia oceny. W szczególności istotne będzie, aby nabywca wiedział, czy warunki działania dotyczące oceny będą odzwierciedlać sposób użytkowania przez nich urządzenia.

Kolejne dwie pozycje pomogą zrozumieć prawdopodobieństwo narażenia operatorów oraz rozstrzygnąć kwestię wyboru między wdrożeniem ograniczeń a szkoleniem pracowników.

Dwie ostatnie pozycje mogą być wykorzystywane do zwykłej oceny skutków umieszczenia wielu elementów sprzętu w tym samym obszarze. Pracodawcy mogą wykorzystać linie wyznaczające procentową wartość IPN i procentowe poziomy odniesienia określone w zaleceniu Rady (1999/519/WE), aby ułatwić przeprowadzenie oceny łącznych skutków umieszczenia urządzenia w małej odległości.

Metoda ta będzie prowadziła często do zawyżania wynikowych natężeń pola. Wynika to stąd, że nie wszystkie źródła mogą funkcjonować w tym samym czasie i często może dochodzić do redukcji pól z powodu różnic w fazach. Metoda ta jest jednak prosta w zastosowaniu i ułatwi większości nabywców wykazanie zgodności.

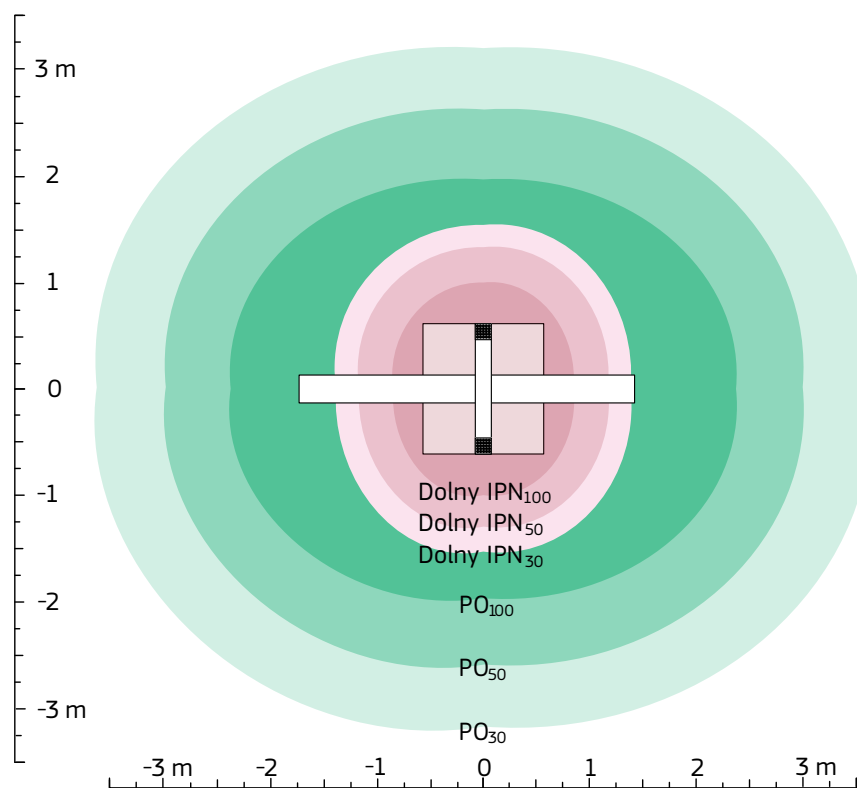
Tabela 7.1 – Propozycje informacji, które podawaliby producenci

Kwestie, jakie należy uwzględnić w ocenie miejsca pracy:	<ul style="list-style-type: none"> • skutki nietermiczne • skutki termiczne • skutki pośrednie (określić)
Warunki pracy, w jakich przeprowadza się ocenę:	<ul style="list-style-type: none"> • maksymalna wydajność źródła zasilania • ustawienia dotyczące skrajnego przypadku (określić) • typowe ustawienia (określić)
Uśrednianie zastosowane do wyniku oceny:	
<ul style="list-style-type: none"> • przestrzenne • czasu 	
Czy w przypadku wykorzystania zgodnego z przeznaczeniem narażenie na normalnym stanowisku operatora przekracza:	
<ul style="list-style-type: none"> • dolny IPN • górny IPN • IPN kończyn 	<p style="text-align: center;">LUB</p> <ul style="list-style-type: none"> • dolny GPO • górny GPO
Czy w przypadku wykorzystania zgodnego z przeznaczeniem narażenie na normalnym stanowisku operatora przekracza odpowiednie wartości określone w zaleceniu Rady (1999/519/WE) w odniesieniu do:	
<ul style="list-style-type: none"> • poziomu odniesienia 	<p style="text-align: center;">LUB</p> <ul style="list-style-type: none"> • podstawowego ograniczenia
Jeżeli natężenia mogą przekroczyć co najmniej jeden IPN należy zapewnić maksymalne odległości lub, co jest szczególnie zalecane, plan linii wyznaczających obszar dla następujących procentowych części IPN:	
<ul style="list-style-type: none"> • 100% • 50% • 30% 	
Jeżeli natężenia mogą przekroczyć co najmniej jeden poziom odniesienia należy zapewnić maksymalne odległości lub, co jest szczególnie zalecane, plan linii wyznaczających obszar dla następujących procentowych części poziomu odniesienia:	
<ul style="list-style-type: none"> • 100% • 50% • 30% 	

Na ogół ze względów fizycznych liczba jednostek, które można umieścić w małej odległości od siebie, będzie ograniczona. Ponieważ pola zwykle szybko słabną wraz z odległością (zob. rozdział 3), bardziej oddalone urządzenie prawdopodobnie nie przyczyni się znacząco do narażenia.

Rysunek 7.2 przedstawia plany linii wyznaczających obszary, które można wykonać dla urządzeń.

Rysunek 7.2 – Rysunek przedstawiający mapy warstwowe, które mogłyby być dostarczane przez producentów użytkownikom, aby zapewnić, że łączny skutek wielu urządzeń znajdujących się w miejscu pracy nie spowoduje przekroczenia IPN



Przykład ukazuje ogólny widok urządzenia wraz z liniami wskazującymi odległości, w jakich pole odpowiada 100%, 50% i 30% (wskazane w indeksie dolnym) odpowiedniego IPN. Równoważne linie wyznaczające obszary są podane dla poziomów odniesienia zawartych w zaleceniu Rady (1999/519/WE) (wskazane przez PO), aby pomóc w ocenie dotyczącej pracowników szczególnie zagrożonych.

8. OBLICZENIA LUB POMIARY NARAŻENIA

Ocena narażenia na pole elektromagnetyczne jest specjalistycznym zagadnieniem i tylko nieliczni pracodawcy będą dysponowali wiedzą fachową niezbędną do przeprowadzenia tych ocen na własną rękę. Alternatywa zatrudnienia zewnętrznego wykonawcy może jednak być kosztowna. Zasadniczo pracodawcy będą musieli porównać ten koszt z kosztem wdrożenia zwykłych środków ochronnych lub zapobiegawczych (zob. rozdział 9). Biorąc pod uwagę dostępne warianty, istotne jest, by pamiętać, że wynik każdej oceny może i tak stanowić wymóg wdrożenia środków ochronnych lub zapobiegawczych. Jak wskazano wcześniej w niniejszym poradniku, pola często szybko słabną wraz z odległością, więc ograniczenie dostępu do bezpośredniego otoczenia sprzętu może stanowić tani i skuteczny środek.

8.1 Wymogi zawarte w dyrektywie o polach elektromagnetycznych

Dyrektywa o polach elektromagnetycznych zawiera jednoznaczny wymóg przeprowadzenia przez pracodawców oceny zagrożeń ich pracowników ze strony pól elektromagnetycznych w miejscu pracy. W ramach oceny zagrożenia pracodawcy są zobowiązani do zidentyfikowania i oceny pól elektromagnetycznych w zakładzie pracy. Nie musi to wiązać się jednak z wykonywaniem pomiarów i obliczeń, ponieważ pracodawcy są uprawnieni do uwzględnienia danych dotyczących emisji i innych danych dotyczących bezpieczeństwa dostarczonych przez producenta lub dystrybutora. Jedynie w przypadku gdy nie można w sposób wiarygodny wykazać zgodności z GPO w inny sposób, pracodawcy są zobowiązani do wykonania obliczeń i pomiarów.

Jeżeli producenci dostarczyli danych dotyczących narażenia lub oceny zagrożeń, na ogół pozwoli to w łatwiejszy i tańszy sposób wykazać zgodność. Podobnie w przypadku udostępnienia odpowiednich danych dotyczących ogólnej oceny przez instytucje rządowe, organy zawodowe i organizacje branżowe, zwykle łatwiej będzie pracodawcom je wykorzystać niż przeprowadzać ocenę narażenia. Oba warianty omówiono bardziej szczegółowo w rozdziale 7.

8.2 Ocena stanowiska pracy

Jeżeli pracodawcy zdecydują, że istnieje potrzeba przeprowadzenia oceny narażenia w miejscu pracy, zwykle dostępnych jest szereg wariantów. Pierwsza decyzja będzie dotyczyła tego, czy narażenie należy ocenić za pomocą obliczeń, czy pomiarów. Obie metody są dopuszczalne, aby wykazać zgodność z dyrektywą o polach elektromagnetycznych, i obie mogą obejmować szereg innych wariantów różniących się poziomem złożoności.

Zwykle metody oceny są często oparte na założeniach lub przybliżeniach, w wyniku których narażenie będzie zawyżone. W rezultacie prawdopodobne jest, że bardziej złożone metody oceny zapewnią większą zgodność, ale na pewno będą wymagały większego nakładu czasu i pieniędzy. Wynika z tego, że ostateczny wybór będzie uwarunkowany szczególnymi okolicznościami w zakładzie pracy i na stanowisku pracy. Dla wielu pracodawców stosunkowo prosta ocena będzie jednak zupełnie odpowiednia.

Oceny narażenia na pole elektromagnetyczne są często złożone. W rezultacie pracodawcy zamierzający przeprowadzić ocenę narażeń sami będą musieli przeanalizować kompetencje osób wykonujących pracę. Pewna niewielka liczba pracodawców będzie posiadała niezbędną wewnętrzną wiedzę i umiejętności, ale dla większości zdobycie tych umiejętności będzie wiązało się ze znaczącymi inwestycjami.

W odniesieniu do oceny opartej na pomiarach pojawią się dodatkowe nakłady na zakup niezbędnych instrumentów i ich kalibrowanie. Osoby przeprowadzające ocenę będą musiały dysponować wiedzą w zakresie parametrów technicznych, które instrumenty muszą spełniać, aby zakupić odpowiednie urządzenia. Muszą też wiedzieć, w jaki sposób stosować instrumenty „w terenie”, i muszą zdawać sobie sprawę z problemów z tym związanych. Osoby te muszą być świadome, że w czasie badania pomiary dają „wycinkowy obraz” zależny od parametrów roboczych urządzeń. Jeżeli oceny nie przeprowadza się często, pracodawcy mogą uznać, że wynajęcie instrumentów od renomowanego dostawcy stanowi najbardziej korzystną opcję.

Ponadto istotne jest, aby uświadomić sobie, że przeprowadzenie oceny nie jest jedynie kwestią dokonania pomiarów pól. Istotne jest, aby ocenić charakter wykonywanej pracy, tak by można było określić miejsca zajmowane przez pracowników. W odniesieniu do częstotliwości, w przypadku których dozwolone jest uśrednianie czasu, niezbędne jest również rejestrowanie aktywności urządzenia i oszacowanie czasu obecności człowieka w obszarach oddziaływania.

8.3 Szczególne przypadki

Istnieje wiele przypadków, w których narażenia mogą być wyjątkowo skomplikowane. Niektóre z nich omówiono w dodatku D, jak wskazano w tabeli 8.1.

Tabela 8.1 – Dodatkowe wytyczne dotyczące złożonych ocen narażenia

Scenariusz oceny	Dodatek
Niejednorodne narażenie	D2
Narażenie na pola o zakresie częstotliwości 100 kHz – 10 MHz	D3
Jednoczesne narażenie na składowe różnych częstotliwości	D3
Narażenie na niesinusoidalne pola	D3
Ocena pól o częstotliwościach 0–1 Hz	D4

8.4 Dodatkowe wsparcie

Jeżeli pracodawcy nie dysponują jeszcze wiedzą fachową, a w przypadku pomiarów, instrumentami niezbędnymi do przeprowadzenia oceny, potrzebna będzie znacząca inwestycja, aby ją pozyskać. Dla niektórych pracodawców może być to opłacalne, ale dla większości nie będzie.

Pracodawcy szukający zewnętrznego wsparcia powinni pamiętać, że udzielić go może szereg różnych dostawców usług. Następujące rodzaje organizacji mogą dysponować wiedzą fachową i instrumentami niezbędnymi do udzielenia pomocy:

- krajowe instytucje ds. bezpieczeństwa i ochrony zdrowia;
- niektóre lokalne lub krajowe organy oferują pracodawcom na swoim terenie niedrogie usługi w zakresie oceny;

- instytucje badawcze (takie jak szkoły wyższe);
- producenci instrumentów pomiarowych lub ich przedstawiciele;
- specjalistyczne konsultacje handlowe.

Zwracając się o pomoc do zewnętrznego dostawcy usług pracodawca będzie chciał mieć pewność, że posiada on kompetencje wymagane do świadczenia wymaganej usługi. Pracodawcy powinni szukać potwierdzenia, że dostawca usług:

- zapewnia pracowników posiadających wiedzę i doświadczenie w zakresie stosowania odpowiednich GPO i IPN i wszelkich wymaganych metod obliczeniowych;
- zapewnia pracowników posiadających wiedzę i doświadczenie w zakresie wymaganego rodzaju oceny;
- stosuje instrumenty nadające się do wykonywania pomiarów pól będących przedmiotem zainteresowania, pamiętając o czynnikach takich jak elementy składowe częstotliwości, charakterystyka impulsowa i kształty fali;
- jest w stanie wykazać identyfikowalność kalibracji według odpowiedniej normy krajowej;
- jest w stanie ocenić niepewność wszelkich wykonanych pomiarów.

Pracodawca jest zależny od zewnętrznego dostawcy usług pod względem wyboru odpowiednich IPN lub GPO i generowania danych, które są właściwe dla potrzeb porównania. Dostawcy usług będą potrzebować systemu oceny jakości, aby zapewnić wiarygodność danych. Będą również musieli przedstawić pisemne sprawozdanie wyjaśniające pracodawcy znaczenie oceny i zawierające jednoznaczne wnioski. W stosownych przypadkach sprawozdanie powinno również zawierać zalecenia dotyczące dalszych działań.



Główne przesłanie: pomiary i obliczenia dotyczące narażenia

Ocena narażenia wykonana w oparciu o pomiary lub obliczenia jest na ogół skomplikowana i należy jej unikać, jeżeli dostępne są informacje z innych źródeł, takich jak producenci lub dystrybutorzy. Jeżeli zachodzi konieczność przeprowadzenia oceny, pracodawcy powinni starannie rozważyć, czy są zdolni do podjęcia się jej we własnym zakresie.

Dla wielu pracodawców otrzymanie pomocy zewnętrznej może być bardziej opłacalne, ale w takich przypadkach chcieliby mieć pewność, że dostawcy usług dysponują odpowiednimi instrumentami, kompetencjami i doświadczeniem, potrzebnymi do przeprowadzenia oceny.

SEKCJA 4

CZY NALEŻY PODJAĆ DODATKOWE DZIAŁANIA?

9. ŚRODKI OCHRONNE I ZAPOBIEGAWCZE

O wyborze odpowiednich środków ochronnych lub zapobiegawczych w każdej konkretnej sytuacji powinien decydować wynik oceny zagrożenia. Ocena dostarcza informacji dotyczących stopnia narażenia, jakie może mieć miejsce. W ramach wyboru środków kontroli zagrożenia należy również uwzględnić charakter prowadzonych prac.

Jak wskazano w rozdziale 6, jeżeli można stwierdzić, że interwencyjne poziomy narażenia (IPN) lub graniczne poziomy oddziaływania (GPO) nie zostaną przekroczone i nie istnieją żadne znaczące zagrożenia związane ze skutkami pośrednimi lub dla pracowników szczególnie zagrożonych, wdrożenie dalszych środków nie będzie konieczne.

W odniesieniu do obszarów, na których istnieje ryzyko przekroczenia IPN lub GPO lub wystąpienia skutków pośrednich, pracodawca będzie musiał rozważyć, czy może istnieć dostęp do obszaru występowania pól. Jeżeli dostęp do obszaru jest już ograniczony z innych powodów (np. z powodu wysokich napięć), dodatkowe środki nie będą z reguły konieczne. W innym przypadku pracodawca będzie musiał wdrożyć dodatkowe środki.

Jeżeli wdrożono dodatkowe środki ochronne i zapobiegawcze, należy dokonać przeglądu aspektów powiązanych z oceną zagrożenia, aby ustalić, czy wyeliminowano lub ograniczono do minimum wszystkie zagrożenia.

Zasadniczo wdrożenie środków ochronnych lub zapobiegawczych w trakcie projektowania miejsc pracy lub instalowania urządzeń może przynieść znaczne korzyści pod względem bezpieczeństwa i obsługi. Wdrożenie ich w późniejszym terminie może pociągnąć za sobą znaczne koszty.

9.1 Zasady zapobiegania

Na wypadek konieczności zastosowania środków ochronnych i zapobiegawczych, w art. 6 dyrektywy ramowej określono zasady zapobiegania, które należy stosować do wszystkich zagrożeń (zob. tabela 9.1).

Tabela 9.1 – Zasady zapobiegania określone w dyrektywie ramowej

Zasady zapobiegania:
Zapobieganie zagrożeniom
Ocena rodzajów ryzyka, których nie można uniknąć
Eliminowanie ryzyka u źródła
Dostosowanie pracy do możliwości osoby wykonującej ją, w szczególności pod względem rozplanowania miejsca pracy, wyboru narzędzi pracy i doboru metod pracy oraz metod produkcji
Dostosowanie do postępu technicznego
Zastąpienie czynności niebezpiecznych czynnościami, które nie są niebezpieczne lub są mniej niebezpieczne
Opracowanie spójnej polityki prewencyjnej, która uwzględniałaby zagadnienia techniczne, sposoby organizacji pracy, warunki pracy, relacje społeczne i czynniki związane ze środowiskiem pracy
Stawianie środków ochrony zbiorowej przed indywidualnymi środkami ochronnymi
Wydawanie pracownikom odpowiednich instrukcji

9.2 Usunięcie zagrożenia

Najskuteczniejszym sposobem kontroli zagrożeń jest ich całkowita eliminacja. Może to obejmować zastosowanie alternatywnego procesu, który nie skutkuje generowaniem silnego pola elektromagnetycznego. Za przykład może służyć przejście z elektrycznego zgrzewania oporowego na zgrzewanie laserowe. Należy jednak przyznać, że nie zawsze jest to wykonalne. Często nie istnieje żaden odpowiedni alternatywny proces albo dostępne alternatywy mogą stać się źródłem innych rodzajów zagrożenia (obecność wiązki laserowej o dużej mocy, o której mowa w powyższym przykładzie) prowadzących do takiego samego lub większego ryzyka dla pracowników.

Wylimitowanie zagrożeń często obejmuje przeprojektowanie całego procesu i znaczne nakłady na nowe urządzenia. W związku z tym często jest to wykonalne jedynie podczas początkowej konfiguracji lub podczas większej wymiany narzędzi i oprzyrządowania. W takich przypadkach należy jednak zwrócić uwagę na alternatywne środki służące osiągnięciu tego samego celu bez generowania silnego pola elektromagnetycznego.

9.3 Zastąpienie mniej niebezpiecznym procesem lub mniej niebezpiecznym urządzeniem

Skuteczną metodą ograniczenia zagrożeń polem elektromagnetycznym jest zastąpienie istniejących procesów lub urządzeń ich odpowiednikami generującymi słabsze pole elektromagnetyczne. Na przykład spawanie dielektryczne tworzyw sztucznych w najprostszej formie może obejmować wysoki poziom narażenia operatora na wypromieniowane pole elektromagnetyczne o częstotliwości radiowej, a nawet zagrożenie oparzeniami w wyniku kontaktu z nieosłoniętymi elektrodami. Zwykle możliwe jest zaprojektowanie urządzeń z wbudowanym ekranowaniem ograniczającym wielkość wypromieniowanego pola, często w połączeniu z automatyzacją procesu w celu zwiększenia odległości między operatorem a elektrodami.

Chociaż zastąpienie istniejących urządzeń wysoce zautomatyzowanymi urządzeniami z lepszymi ekranami zwykle poprawia skuteczność procesu, to wiąże się ze znacznymi nakładami kapitału. W związku z tym ten wariant jest zwykle opłacalny jedynie jako część normalnego cyklu wymiany sprzętu.



Główne przesłanie: środki służące ograniczeniu zagrożeń

Jeżeli zagrożeń nie można ograniczyć w wyniku eliminacji lub zastąpienia, konieczne będzie wprowadzenie dodatkowych środków. Istnieje wiele dostępnych dla pracodawców możliwości aby osiągnąć ten cel i zasadniczo środki techniczne i organizacyjne są wskazane, ponieważ zapewniają ochronę zbiorową. Wiele środków, które można wykorzystać w celu ograniczenia zagrożeń związanych z polem elektromagnetycznym, podobnych jest do środków stosowanych w odniesieniu do innych zagrożeń w miejscu pracy.

9.4 Środki techniczne

Jeżeli zagrożeń nie można ograniczyć w wyniku eliminacji lub zastąpienia, konieczne będzie wprowadzenie dodatkowych środków. Istnieje wiele dostępnych dla pracodawców możliwości aby osiągnąć ten cel i zasadniczo środki techniczne i organizacyjne są wskazane, ponieważ zapewniają ochronę zbiorową. Wiele środków, które można wykorzystać w celu ograniczenia zagrożeń związanych z polem elektromagnetycznym, podobnych jest do środków stosowanych w odniesieniu do innych zagrożeń w miejscu pracy.

9.4.1 Ekranowanie

Ekranowanie może stanowić skuteczny sposób osłabienia pola elektromagnetycznego wytworzonego przez źródło i często będzie stanowić element konstrukcji urządzeń w celu ograniczenia emisji. Dobry przykład stanowią kuchenki mikrofalowe. Siatka w szybie jest połączona z metalową obudową kuchenki, tworząc ciągły ekran ograniczający emisję promieniowania mikrofal. Ekran można również stosować w pomieszczeniach, aby uzyskać słabe elektromagnetyczne środowisko, chociaż zwykle stosuje się je, aby chronić wrażliwe urządzenia elektryczne, a nie ludzi.

W praktyce ekrany chroniące przed polami o częstotliwości radiowej i polami elektrycznymi niskiej częstotliwości mają zamykać źródła w obrębie powierzchni przewodzącej (klatka Faradaya). Są one zwykle wykonane z blachy lub siatki metalowej, chociaż można wykorzystać również inne materiały, takie jak ceramikę, tworzywo sztuczne i szkło z co najmniej jedną powłoką metalową lub siatką metalową. Te ostatnie są przydatne w przypadku okien w sytuacjach, gdy konieczna jest obserwacja procesu. Jeżeli niezbędny jest przepływ powietrza, np. w celu chłodzenia, można to uzyskać przez zastosowanie siatek metalowych lub materiałów o strukturze plastra miodu.

Aby ekran skutecznie chronił, musi zostać zachowana jego faktyczna ciągłość. Wszelkie szczeliny lub spoiny muszą być mniejsze niż długość fali (zob. dodatek A) pola elektromagnetycznego. Z tego względu wszystkie panele wchodzące w skład ekranu będą zwykle zamocowane rozmieszczonymi blisko siebie wkrętami lub śrubami. Jeżeli zachodzi konieczność demontażu panelu, należy go ponownie zamontować, umieszczając wszystkie elementy mocujące na swoim miejscu, aby zminimalizować wyciek. Drzwi i panele umożliwiające dostęp będą zwykle posiadały na krawędziach listwę stykową. Poza wszelkimi szczelinami i spoinami, skuteczność ekranów zależy od materiału, z którego są wykonane, jego grubości, kształtu ekranu i częstotliwości pola.

Kable i inne falowody wykorzystane do transmisji pól częstotliwości radiowej są standardowo ekranowane. Ma to na celu głównie zapobieganie promieniowaniu energii o częstotliwości radiowej, co prowadziłoby do dużych strat, ale również ograniczenie wielkości pól w otoczeniu. Każda utrata ciągłości ekranu może prowadzić do wycieku i w związku z tym należy pamiętać o ewentualnym pogorszeniu stanu złączy lub odcinków na zmianach kierunku (łukach).

Ekranowanie statycznych pól magnetycznych i pól magnetycznych o niskich częstotliwościach (poniżej 100 kHz) jest trudniejsze. Możliwe jest ekranowanie takich pól za pomocą stopów metalu, takich jak mumetal, ale istnieje wiele ograniczeń i z reguły dotyczy to specjalistycznych zastosowań.

Ponieważ bierne ekranowanie pól magnetycznych jest trudne, zamiast niego stosuje się często ekranowanie aktywne, w szczególności w odniesieniu do pól statycznych (zob. studium przypadku dotyczące urządzeń do NMR (magnetycznego rezonansu jądrowego) w tomie 2 niniejszego poradnika). W przypadku aktywnego ekranowania stosuje się dodatkową cewkę, zazwyczaj w postaci solenoidu, aby wytworzyć przeciwstawne pole magnetyczne. Redukcja obu pól skutkuje szybkim ograniczeniem indukcji magnetycznej poza źródłem.

9.4.2 Zabezpieczenia

Zabezpieczenia mogą stanowić tani i skuteczny sposób ograniczenia dostępu do obszarów silnego pola. Jak wskazano w rozdziale 3, natężenia pola zwykle szybko maleją wraz z odległością od źródła pola, więc stosowanie zabezpieczeń w celu ograniczenia dostępu do bezpośredniego otoczenia często będzie praktycznym rozwiązaniem. Każda osoba posiadająca wiedzę dotyczącą rozkładu pola i kompetencje w zakresie konstrukcji i instalowania zabezpieczeń maszyn powinna być w stanie zapewnić skuteczne rozwiązanie.

Instalując zabezpieczenia w silnych polach należy uwzględnić sprzężenie pola z materiałem systemów. W związku z tym właściwe może okazać się zastosowanie materiałów niemetalowych, np. barier z tworzywa sztucznego w urządzeniach NMR generujących silne pola magnetostatyczne. Ponadto instalowanie metalowych zabezpieczeń może wymagać uwzględnienia wyładowań iskrowych i prądów kontaktowych, a także odpowiedniego uziemienia (sekcja 9.4.7 i 9.4.8).

Jeżeli nie ma potrzeby uzyskania dostępu do obszaru o ograniczonym dostępie w trakcie normalnej pracy urządzenia, stałe zabezpieczenia będą często najprostszym i najtańszym rozwiązaniem. Zabezpieczenia są mocowane w taki sposób, aby ich demontaż wymagał użycia narzędzi.

W związku z wymogiem zastosowania narzędzi do ich demontażu, stałe zabezpieczenia nie będą nadawały się w obszarach, do których wymagany jest częsty dostęp. W takim przypadku odpowiednie rozwiązanie mogą stanowić ruchome zabezpieczenia. Zazwyczaj blokowałyby one dostęp do źródła pola, chociaż dopuszczalne może być zabezpieczenie (rys. 9.1) bez blokady, gdy zagrożenie jest stosunkowo małe.

Rysunek 9.1 – Przykład zwykłego zdejmowalnego zabezpieczenia używanego w celu ograniczenia dostępu do silnego pola magnetycznego. W tym przypadku zabezpieczenie nie ma blokady, ale umieszczono na nim dodatkowe znaki ostrzegawcze i zastosowano środki organizacyjne



Jeżeli dostęp do silnych pól można uzyskać jedynie za pośrednictwem stałych pionowych drabin, jak w przypadku anten o dużej mocy instalowanych na dachu (zob. studium przypadku w tomie 2 niniejszego poradnika), zabezpieczenie drabiny może stanowić tani i skuteczny sposób ograniczenia dostępu (rys. 9.2).

Rysunek 9.2 – Wykorzystanie zabezpieczenia drabiny w celu ograniczenia dostępu do silnych pól na dachu



9.4.3 Blokady

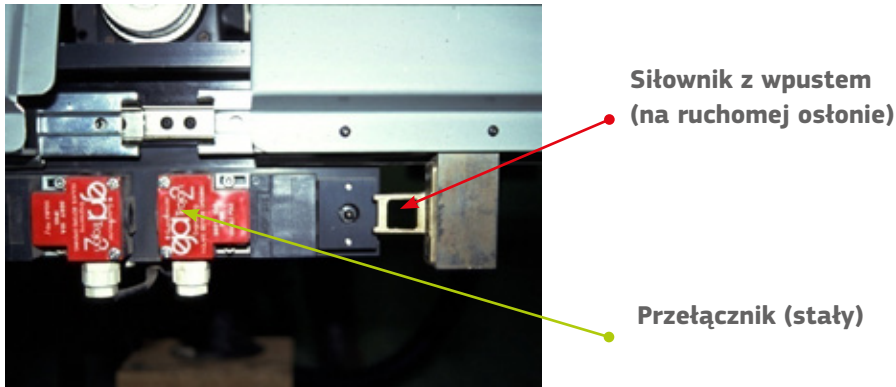
Jeżeli w celu ograniczenia dostępu do silnych pól są stosowane ruchome zabezpieczenia, powinny one być zablokowane ze źródłem pola elektromagnetycznego. Urządzenie blokujące będzie monitorowało położenie zabezpieczenia i będzie zapobiegało wytwarzaniu pola elektromagnetycznego ilekroć zabezpieczenie nie będzie w położeniu całkowicie zamkniętym.

Istnieje wiele różnych rodzajów urządzeń blokujących i każde z nich ma wady i zalety (zob. tabela 9.2). Wybór odpowiedniego urządzenia będzie zależał od konkretnych okoliczności i powinien opierać się na wyniku analizy ryzyka.

Tabela 9.2 – Przykłady różnych rodzajów blokad

Rodzaj	Opis	Przykłady
1	Mechanicznie uruchamiany przełącznik bez kodowania	Pokrętny przełącznik krzywkowy na zabezpieczeniu osadzonym zawiasowo Liniowy przełącznik krzywkowy uruchamiany przez szynę na przesuwanym zabezpieczeniu Przełącznik zainstalowany wewnątrz zawiasu
2	Mechanicznie uruchamiany przełącznik z kodowaniem	Przełącznik uruchamiany za pomocą wpustu System z blokowanym kluczem
3	Bezdotykowy przełącznik bez kodowania	Przełącznik zbliżeniowy oparty na wykrywaniu indukcyjnym, magnetycznym, pojemnościowym, ultradźwiękowym lub optycznym
4	Bezdotykowy przełącznik z kodowaniem	Przełącznik zbliżeniowy z zakodowanym wykrywaniem magnetycznym Przełącznik zbliżeniowy z wykrywaniem RFID

Rysunek 9.3 – Przetącnik uruchamiany za pomocą mowy, przykład 2. rodzaju urządzenia blokującego



Biorąc pod uwagę obecność silnych pól elektromagnetycznych, należy uwzględnić zagrożenie zakłócenia w funkcjonowaniu urządzenia blokującego i wszelkich innych powiązanych z nim obwodów. Urządzenia mechaniczne są mniej podatne na zakłócenia elektromagnetyczne.

Blokady powinny spełniać wymogi odpowiednich norm europejskich i powinny być mocowane za pomocą elementów mocujących, które wymagają użycia narzędzi do ich demontażu.

Ponieważ zazwyczaj otwarcie osłony powinno wiązać się z natychmiastowym zanikiem silnego pola, blokowanie osłony (w przypadku gdy osłona pozostaje zamknięta do czasu zaniku zagrożenia) nie będzie zazwyczaj wymagane.

9.4.4 Wrażliwe wyposażenie ochronne

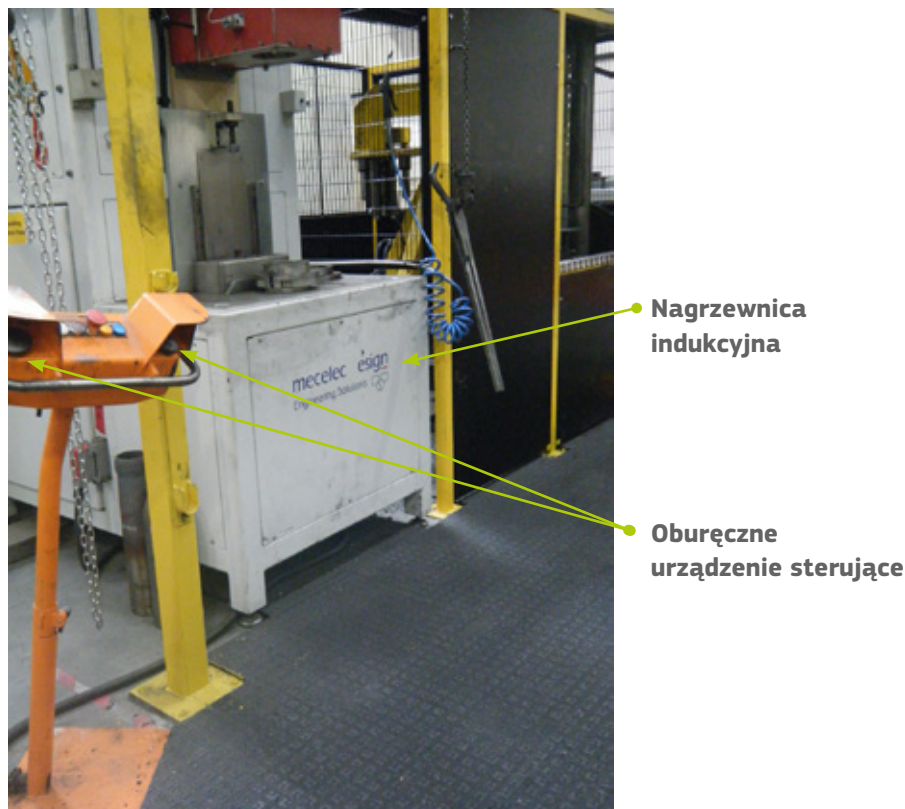
Jeżeli nie ma możliwości zainstalowania stałych lub ruchomych zabezpieczeń, innym rozwiązaniem może być zastosowanie wrażliwego wyposażenia ochronnego. Obejmuje to sprzęt taki jak kurtyny świetlne, urządzenia skanujące i maty czułe na nacisk. Sprzęt ten umożliwia wykrycie czyjeś wejścia w obszar silnych pól lub czyjeś obecności w obszarze silnych pól i może wstrzymać działanie urządzenia wytwarzającego pola elektromagnetyczne.

W przypadku wrażliwego wyposażenia ochronnego wykorzystywany jest szeroki wachlarz technologii wykrywania, które różnią się przydatnością w konkretnej sytuacji. Pracodawcy powinni zasięgnąć rady dotyczącej wyboru odpowiednich systemów u kompetentnych osób. W szczególności należy uwzględnić zagrożenie zakłóceniami wywołanymi przez silne pola elektromagnetyczne.

9.4.5 Oburęczne urządzenie sterujące

Można zastosować urządzenie sterujące (rys. 9.4) uruchamiane oburęcznie przez operatora. Dzięki temu uzyska się pewność, że operator będzie znajdował się na konkretnym stanowisku lub trzymał ręce z dala od obszaru silnego pola. Urządzenie nie zapewnia jednak żadnej ochrony innym pracownikom.

Rysunek 9.4 – Oburęczne urządzenie sterujące stosowane w celu odseparowania pracownika od nagrzewnicy indukcyjnej



9.4.6 Urządzenia do zatrzymania awaryjnego

Jeżeli pracownicy mogą mieć dostęp do potencjalnie niebezpiecznego otoczenia, konieczne jest zapewnienie urządzeń do zatrzymania awaryjnego. Czerwone grzybkowe przyciski zatrzymania awaryjnego są dobrze znane większości osób. Urządzenie do zatrzymania awaryjnego musi reagować natychmiast, odcinając wszelkie instalacje w danym obszarze i uniemożliwiając ponowne uruchomienie przed zresetowaniem.

W sąsiedztwie obszaru powinna być rozmieszczona odpowiednia liczba przycisków zatrzymania awaryjnego, tak aby jeden z nich zawsze był łatwo dostępny i aby w żadnym wypadku nie zachodziła konieczność przechodzenia przez bardziej niebezpieczny obszar, aby do któregoś z nich dotrzeć. Podczas zabezpieczania dużego obszaru często właściwe jest użycie wyłączników linkowych zatrzymania awaryjnego zamiast przycisków.

9.4.7 Środki techniczne służące zapobieganiu wyładowań iskrowych

Wyładowania iskrowe mogą występować w silnych polach elektrycznych, gdy dana osoba dotyka przewodzącego prąd przedmiotu o innym potencjale elektrycznym, ponieważ jedno z nich jest uziemione, a drugie nie. Wyładowaniom iskrowym można zapobiec dbając aby nie występowały takie różnice w potencjale. Można to osiągnąć za pomocą środków technicznych, takich jak uziemianie przedmiotów przewodzących prąd i łączenie elektryczne pracowników z przedmiotami przewodzącymi prąd (łączenie ekwipotencjalne).

W praktyce kompleksowe wdrożenie wspomnianych środków technicznych może być trudne z powodu problemów z uzyskaniem skutecznego uziemienia lub łączenia przedmiotów ruchomych. W związku z tym zazwyczaj konieczne będzie jednoczesne stosowanie środków technicznych i odpowiednich środków organizacyjnych, w szczególności takich jak szkolenie pracowników, i ewentualnie stosowanie środków ochrony indywidualnej.

9.4.8 Środki techniczne służące zapobieganiu prądom kontaktowym

Jeżeli dana osoba dotknie przedmiotu przewodzącego prąd w polu częstotliwości radiowej i jedno z nich jest nieuziemione, prąd o częstotliwości radiowej może przepływać przez osobę do podłoża. Rezultatem takiego zdarzenia może być porażenie lub oparzenie. Aby ograniczyć występowanie prądów kontaktowych, można wdrożyć szereg środków. Zmniejszenie natężenia rozproszonych pól przyczyni się do obniżenia natężenia prądu o częstotliwości radiowej, który może przepływać, natomiast dalsze usprawnienia mogą polegać na izolowaniu i uziemianiu. Ponadto należy zauważyć, że środki organizacyjne, takie jak usunięcie zbędnych przedmiotów przewodzących prąd, w szczególności dużych, pozwolą ograniczyć możliwość dotknięcia przedmiotu.

9.5 Środki organizacyjne

W pewnych sytuacjach zminimalizowanie zagrożenia spowodowanego polem elektromagnetycznym za pomocą środków technicznych może okazać się niewykonalne. W takich przypadkach kolejnym krokiem będzie rozważenie możliwości wykorzystania środków organizacyjnych. Powinny one w dalszym ciągu zapewniać ochronę zbiorową, ale ponieważ z reguły opierają się na działaniach ludzkich wynikających z otrzymanych informacji, będą skuteczne na tyle, na ile skuteczne będą działania podejmowane przez tych ludzi. Środki organizacyjne odgrywają jednak istotną rolę i mogą stanowić najważniejszy środek kontroli w pewnych okolicznościach, na przykład podczas rozruchu eksploatacyjnego i czynności związanych z obsługą.

Wybór środków organizacyjnych zależy od charakteru zagrożenia i sposobu, w jaki wykonywane są prace. Środki mogą obejmować wytyczanie obszarów i ograniczenie dostępu, znaki, sygnały i etykiety, wyznaczanie osób do nadzoru obszarów lub wykonywanych prac oraz procedury pisemne.

9.5.1 Wytyczanie granic i ograniczanie dostępu

W pewnych sytuacjach ograniczenie dostępu do obszarów o silnych polach za pomocą środków technicznych, takich jak zabezpieczenia, może okazać się niewykonalne. W takich przypadkach można zastosować szereg środków organizacyjnych w celu wytyczenia obszarów i wprowadzenia ograniczeń w dostępie lub działaniach. Zasadniczo obejmują one znaki ostrzegawcze i powiadomienia ostrzegające pracowników przed zagrożeniem, często w połączeniu z oznakowaniem na podłodze służącym oznaczeniu obszarów o silnych polach.

Tabela 9.3 – Przykłady ograniczeń dostępu lub innych ograniczeń, które mogą być wymagane w przypadku obszarów, w których występują silne pola elektromagnetyczne

Kryteria	Ograniczenia
Skutki nietermiczne Przekroczenie górnego GPO Przekroczenie górnego IPN Przekroczenie IPN dla kończyn	Brak dostępu w przypadku występowania pola
Skutki termiczne Przekroczenie górnego GPO Przekroczenie IPN Przekroczenie IPN dla indukowanego prądu końcowego	Ograniczenia dostępu w celu ograniczenia narażenia uśrednionego względem czasu
Tymczasowe przekroczenie dolnego GPO Tymczasowe przekroczenie dolnego IPN	Dostęp ograniczony tylko do wyszkolonych pracowników Mogą mieć zastosowanie inne ograniczenia
Zagrożenie gwałtownym przemieszczaniem się przedmiotów w silnych polach magnetostatycznych	Ograniczenia dotyczące materiałów ferromagnetycznych wnoszonych do obszaru
Rodzaj ryzyka w przypadku pracowników szczególnie zagrożonych	Ograniczenia dostępu do obszarów o silnych polach Informacje dotyczące wstępu na teren zakładu
Zagrożenie wylądowaniami iskrowymi na skutek występowania silnych pól elektrycznych	Dostęp ograniczony tylko do wyszkolonych pracowników
Zagrożenie prądami kontaktowymi	Dostęp ograniczony tylko do wyszkolonych pracowników Zakaz dotyczący zbędnych przedmiotów przewodzących prąd

W pewnych sytuacjach, jeżeli na podłodze są już oznaczenia ostrzegające przed innymi zagrożeniami lub ograniczeniami, dopuszczalne jest wykorzystanie alternatywnych środków do wyznaczania obszarów, takich jak oznakowania na ścianach lub wywieszenie planów z zaznaczonymi obszarami.

W przypadku gdy pola elektromagnetyczne występują jedynie na określonych etapach cyklu pracy urządzeń, pomocne może być wskazanie, kiedy pola występują, za pomocą wizualnych (np. światło ostrzegawcze) lub dźwiękowych (np. syrena) sygnałów ostrzegawczych.

W przypadku gdy dostęp jest ograniczony do określonej liczby pracowników, potrzebna jest procedura formalnego upoważnienia osób posiadających dostęp.

W niektórych przypadkach konieczne może być ustanowienie tymczasowych ograniczeń dostępu. Byłoby to właściwe w przypadku tymczasowej instalacji lub podczas rozruchu eksploatacyjnego stałej instalacji, ale przed zainstalowaniem stałych zabezpieczeń. W takich przypadkach dopuszcza się zwykle rozmieszczenie tymczasowych barier. Zwykle na barierach umieszczane są znaki ostrzegawcze. W przypadku krótkotrwałego wysokiego zagrożenia właściwe może okazać się wyznaczenie pracowników do nadzoru granic obszaru, aby nikt nie przekraczał barier.

Rysunek 9.5 – Tymczasowe bariery i znaki ostrzegawcze ograniczające dostęp do silnych pól wytwarzanych przez tymczasową instalację



W przypadku ryzyka zapłonu łatwopalnych atmosfer lub uruchomienia urządzeń elektrowybuchowych normalną praktyką jest wydzielenie obszaru, w którym występuje największe ryzyko (łatwopalna atmosfera lub urządzenie elektrowybuchowe), a następnie wprowadzenie ograniczeń dotyczących wszystkich źródeł zapłonu lub uruchamiających urządzenia elektrowybuchowe, w tym pola elektromagnetycznego, na tym obszarze.

9.5.2 Znaki bezpieczeństwa i ostrzeżenia

Stanowią one ważną część każdego systemu środków organizacyjnych. Znaki bezpieczeństwa i ostrzeżenia są skuteczne wyłącznie wówczas, gdy są zrozumiałe i jednoznaczne. Powinny być umieszczane na wysokości oczu w celu zwiększenia ich widoczności. Należy wyraźnie wskazać charakter zagrożenia. Przykładowe piktogramy odpowiadające polu elektromagnetycznemu przedstawiono na rys. 9.6–9.8 wraz z ich przyjętymi znaczeniami. Na ogół właściwe byłoby dodanie uzupełniającego tekstu powiadomienia, aby ułatwić zrozumienie. Jest to szczególnie istotne w odniesieniu do znaków nakazu dotyczących stosowania obuwia lub rękawic mających właściwości izolacyjne lub przewodzące.

Rysunek 9.6 – Standardowe znaki ostrzegawcze pojawiające się często w związku z polem elektromagnetycznym



Uwaga: pole magnetyczne



**Uwaga: promieniowanie
niejonizujące**

Rysunek 9.7 – Standardowe znaki zakazu pojawiające się często w związku z polem elektromagnetycznym



Zakaz wstępu dla osób, które mają wszczepione aktywne kardiostymulatory



Zakaz wstępu dla osób, które posiadają metalowe implanty

Rysunek 9.8 – Standardowe znaki nakazu, które mogą pojawić się w związku z polem elektromagnetycznym



Stosować obuwie ochronne



Stosować rękawice ochronne



Stosować ochronę oczu



Znak ogólnych obowiązkowych czynności

Jeżeli pole elektromagnetyczne występuje jedynie okresowo, wówczas znaki ostrzegawcze muszą być widoczne, gdy pole jest aktywne – w przeciwnym wypadku nie ma konieczności ich wizualizacji. W praktyce można to osiągnąć poprzez odwrócenie znaku (na haku lub perforowanej podstawie) pustą stroną po ustaniu zagrożenia.

Normalną praktyką jest umieszczanie etykiet ostrzegawczych z tym samym piktogramem na każdym urządzeniu wytwarzającym pole elektromagnetyczne.

9.5.3 Procedury pisemne

W przypadku konieczności stosowania środków organizacyjnych do celów zarządzania zagrożeniami związanymi z polem elektromagnetycznym należy udokumentować te środki w analizie ryzyka, tak aby wszystkie osoby dobrze wiedziały, jakie środki są wymagane. Środki te powinny obejmować:

- opis wszystkich obszarów objętych ograniczeniem dostępu lub czynności wykonywanych na tych obszarach;
- szczegółowe informacje dotyczące wszystkich warunków wstępu na dany obszar lub realizacji danej czynności;
- szczegółowe wymogi w zakresie szkoleń dla pracowników (takich jak szkolenia wymagane w odniesieniu do czasowego przekroczenia dolnego IPN);
- imiona i nazwiska osób upoważnionych do wejścia na dane obszary;
- imiona i nazwiska pracowników odpowiedzialnych za nadzorowanie prac lub egzekwowanie ograniczeń dostępu;
- wskazanie wszystkich grup wyraźnie wyłączonych z dostępu do poszczególnych obszarów, takich jak pracownicy szczególnie zagrożeni;
- w stosowanych przypadkach szczegółowe informacje dotyczące procedur na wypadek sytuacji nadzwyczajnych.

Kopie procedur pisemnych powinny być dostępne do konsultacji w obszarach, których dotyczą, i powinny być wydawane wszystkim osobom, których mogą dotyczyć.

9.5.4 Informacje dotyczące bezpieczeństwa w zakładzie

Powszechną praktyką jest udzielanie osobom wchodzącym po raz pierwszy na teren zakładu pracy informacji dotyczących bezpieczeństwa lub krótkiego instruktażu w zakresie bezpieczeństwa. Jeżeli na terenie zakładu znajdują się zidentyfikowane obszary o ograniczonym dostępie lub obszary, na których realizacja zadań ogranicza się do konkretnych czynności, dobrą praktyką byłoby wyjaśnienie tego w informacjach dotyczących bezpieczeństwa na terenie zakładu.

Rysunek 9.9 – Informacje dotyczące bezpieczeństwa na terenie zakładu przekazywane osobom odwiedzającym powinny obejmować opis ograniczeń wstępu na obszary, a w szczególności zagrożeń pracowników szczególnie zagrożonych



Ma to szczególne znaczenie jeżeli w zakładzie są obszary, w których pracownicy szczególnie zagrożeni mogą być szczególnie narażeni. Należy zidentyfikować uznane grupy „ryzyka” i należy zalecić wszystkim osobom, które wchodzą w zakres tych grup, aby zgłosiły to kierownictwu zakładu. Informacja powinna obejmować ostrzeżenie osób z tych grup, zalecające im czujność jeżeli chodzi o dodatkowe znaki ostrzegawcze.

9.5.5 Nadzór i zarządzanie

Bezpieczeństwem pod kątem oddziaływania pól elektromagnetycznych należy zarządzać w ramach tej samej struktury zarządzania zdrowiem i bezpieczeństwem co dla innych potencjalnie niebezpiecznych działań. Stopień szczegółowości ustaleń organizacyjnych może się różnić w zależności od wielkości i struktury organizacji.

W przypadkach, w których pola są na tyle silne, że wymagają szczególnego zarządzania, zwykle stosowne jest wyznaczenie pracownika posiadającego wiedzę do nadzorowania bieżących aspektów bezpieczeństwa pod względem oddziaływania pól elektromagnetycznych w miejscu pracy.

9.5.6 Instrukcje i szkolenia

Artykuł 6 dyrektywy o polach elektromagnetycznych dotyczy w szczególności zapewniania informacji i szkoleń pracownikom, którzy mogą być narażeni na zagrożenia związane z działaniem pola elektromagnetycznego w miejscu pracy. Wymaganą treść szkoleń przedstawiono w tabeli 9.4.

Poziom zapewnianych informacji lub szkoleń powinien być proporcjonalny do zagrożeń związanych z działaniem pola elektromagnetycznego w miejscu pracy. Jeżeli wstępna ocena (zob. rozdział 3) wykazała, że oddziaływanie dostępnych pól jest na tyle niskie, że nie wymaga się podjęcia żadnych konkretnych działań, wystarczające powinno być potwierdzenie, że ma to miejsce. Nawet w takiej sytuacji ważne będzie jednak ostrzeżenie pracowników lub ich przedstawicieli o możliwości występowania szczególnego zagrożenia dla niektórych pracowników. Należy zachęcać wszystkich pracowników należących do jednej z grup „ryzyka” do zgłaszania o tym kierownictwu.

Tabela 9.4 – Zawartość informacji i szkoleń określona w dyrektywie o polach elektromagnetycznych

Środki podjęte w ramach wykonania dyrektywy o polach elektromagnetycznych
Wartości i zasady dotyczące GPO i IPN oraz związane z nimi możliwe zagrożenia i podjęte środki zapobiegawcze
Możliwe pośrednie skutki narażenia
Wyniki ocen, pomiarów lub obliczeń poziomu narażenia na pola elektromagnetyczne, przeprowadzone zgodnie z art. 4 dyrektywy o polach elektromagnetycznych
Sposób wykrywania i zgłaszania skutków narażenia niekorzystnych dla zdrowia
Możliwość wystąpienia objawów i doznań przejściowych związanych ze skutkami w ośrodkowym lub obwodowym układzie nerwowym
Okoliczności uprawniające pracowników do profilaktycznej opieki lekarskiej
Bezpieczne sposoby pracy, minimalizujące zagrożenia wynikające z narażenia
Pracownicy szczególnie zagrożeni

Jeżeli konieczne było wdrożenie konkretnych technicznych lub organizacyjnych środków w związku z polem elektromagnetycznym, zwykle odpowiednim działaniem będzie przeprowadzenie pewnej części bardziej formalnego szkolenia. Jeżeli zagrożenia zostały zlikwidowane lub zminimalizowane w całości dzięki środkom technicznym, powinno wystarczyć przeprowadzenie takiego szkolenia na zasadzie instruktażu w zakresie bezpieczeństwa lub szkolenia stanowiskowego. Będzie to miało na celu ostrzeżenie pracowników przed zagrożeniami i wyjaśnienie środków technicznych, które zostały wprowadzone na potrzeby ochrony. W ramach szkolenia należy podkreślać znaczenie zgłaszania wszelkich widocznych błędów lub braków w środkach ochronnych, po to żeby można było im zaradzić.

Jeżeli zarządzanie zagrożeniami związanymi z działaniem pola elektromagnetycznego zależy od istotnego elementu środków organizacyjnych lub zastosowania środków ochrony indywidualnej, szkolenie powinno zwykle mieć bardziej formalny charakter i obejmować bardziej szczegółowe informacje.

Przy określaniu poziomu szczegółowości, zakresu i czasu trwania wymaganego szkolenia pracodawca powinien wziąć pod uwagę kwestie przedstawione w tabeli 9.5. Ważne jest, aby w ramach szkolenia zagrożenia związane z działaniem pola elektromagnetycznego były rozpatrywane w kontekście innych zagrożeń w miejscu pracy.

Tabela 9.5 – Kwestie, jakie należy uwzględnić przy określaniu poziomu wymaganego szkolenia

Wynik oceny zagrożenia
Aktualny stan wiedzy fachowej pracowników i wiedzy o zagrożeniach związanych z polem elektromagnetycznym
Poziom zaangażowania pracowników w zarządzanie zagrożeniami związanymi z działaniem pola elektromagnetycznego
Charakter środowiska pracy i to, czy jest to środowisko stabilne, czy zmienne
Czy jest to szkolenie dla nowych pracowników, czy też szkolenie przypominające dla pracowników już zatrudnionych

Jeżeli istnieją zagrożenia związane z wyładowaniem iskrowym lub prądami kontaktowymi, w ramach szkolenia należy wskazać w szczególności te zagrożenia. Trzeba będzie także uzasadnić środki wdrożone w celu ograniczenia tych zagrożeń, zwłaszcza gdy wymagają one podjęcia działań przez pracowników.

Przeprowadzenie szkolenia należy udokumentować.

9.5.7 Projektowanie i rozmieszczenie miejsc pracy i stanowisk pracy

Zagrożenia związane z działaniem pola elektromagnetycznego można często ograniczyć małym kosztem lub bez ponoszenia żadnych kosztów: wystarczy dobrze przemyśleć ogólne rozmieszczenie miejsc pracy i rozmieszczenie poszczególnych stanowisk pracy.

Przykładowo często istnieje możliwość umieszczenia urządzeń wytwarzających silne pola z dala od często uczęszczanych przejść i innych często uczęszczanych obszarów. W każdym razie należy dołożyć starań w celu zapewnienia, aby urządzenia zostały rozmieszczone w taki sposób, by dostęp do nich mógł zostać odpowiednio ograniczony w przypadku gdy nie można zapewnić zgodności z GPO.

Urządzenia wytwarzające silne pola powinny zostać tak ustawione, aby pracownicy szczególnie zagrożeni nie musieli przechodzić przez pola, które mogą stwarzać dla nich zagrożenie. Dlatego też pola takie nigdy nie powinny rozciągać się na często uczęszczane przejścia ani na inne obszary, chyba że dopuszczalne będzie wyłączenie takich pracowników z dostępu do tych obszarów.

Analizując rozmieszczenie miejsc pracy pracodawcy powinni pamiętać, że ściany działowe na ogół nie osłabiają działania pól magnetycznych, i w związku z tym będą musieli wziąć pod uwagę dostęp do obszarów sąsiadujących. Problem ten został omówiony w odniesieniu do wykorzystywanych urządzeń do proszkowej defektoskopii magnetycznej w studium przypadku dotyczącym warsztatu mechanicznego przedstawionym w tomie 2 niniejszego poradnika.

Często ważne jest także rozmieszczenie stanowisk pracy. W przykładzie przedstawionym na rys. 9.10 pole działające na stanowisku pracy operatora zlokalizowanym naprzeciwko zgrzewarki punktowej jest słabsze od pola z boku zgrzewarki. Zatem w tego rodzaju sytuacji należy zorganizować stanowisko pracy w taki sposób, aby operator siedział lub stał w prawidłowym miejscu (rys. 9.10), oraz zastanowić się nad miejscem stanowisk pracy pracowników wykonujących inne zadania.

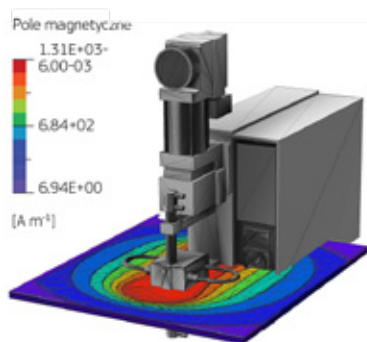
Rysunek 9.10 – Ilustracje dobrej praktyki i złej praktyki przy organizacji stanowiska pracy przy zgrzewarce punktowej i rozważaniu umiejscowienia operatora



Dobra praktyka:
Po bokach zgrzewarki punktowej pole jest silniejsze niż naprzeciwko niej. Przy tym rozmieszczeniu w trakcie zgrzewania pracownik stoi naprzeciwko urządzenia. Dzięki temu narażenie pracownika utrzymuje się na niskim poziomie.



Zła praktyka:
Przy tym rozmieszczeniu w trakcie zgrzewania pracownik musi stać z boku urządzenia. Skutkuje to większym narażeniem pracownika.



Informacja:
Ilustracja obrazuje rozmieszczenie obrysów pola magnetycznego w większych odstępach po bokach zgrzewarki.

9.5.8 Przyjęcie dobrych praktyk w zakresie pracy

Często istnieje możliwość, aby pracownicy zminimalizowali wytwarzanie silnych pól lub ograniczyli narażenie poprzez wprowadzenie prostych zmian do swojej pracy. Przykładowo, jeżeli w ramach zasilania prądem i powrotu prądu prąd przepływa przez oddzielne przewody, to o ile istnieje taka możliwość, przewody te powinny znajdować się blisko siebie. Będzie to zwykle skutkowało znacznym ograniczeniem wytwarzanego pola, ponieważ przepływy prądu w przeciwnych kierunkach wyeliminują pole.

Pracownicy powinni dążyć do tego, aby w ramach możliwości prowadzić kable z dala od swoich ciał, w szczególności jeżeli urządzenie jest wyposażone w oddzielne kable

zasilające i powrotne. Zdjęcia na rys. 9.11 pokazują przykłady dobrej i złej praktyki w zakresie spawania. Kable spawalnicze są ciężkie i zwykle ograniczają ruchy zgrzewadła. W rezultacie powszechną praktyką jest przewieszenie kabla przez osoby wykonujące prace spawalnicze przez ramię lub nawet na szyi. Takie postępowanie nieuchronnie prowadzi do tego, że źródło silnego pola znajduje się w pobliżu mózgu i rdzenia kręgowego. Podparcia kabla w inny sposób nie tylko ograniczyłoby narażenie, ale również byłoby lepszym rozwiązaniem pod względem ergonomicznym.

Rysunek 9.11 – Przykłady dobrej i złej praktyki w zakresie trzymania kabla do spawania łukowego



Dobra praktyka:
Kabel jest trzymany z dala od ciała pracownika, dzięki czemu narażenie utrzymuje się na niskim poziomie.

Kable zasilania i powrotu prądu są w miarę możliwości trzymane razem, dzięki czemu redukcja pola spowoduje ograniczenie wielkości pól w środowisku pracy.



Zła praktyka:
W tym przykładzie pracownik pomaga sobie w utrzymaniu ciężaru kabla spawalniczego, opierając go na ramieniu. Przez to jednak kabel znajduje się w pobliżu głowy i ciała, co prowadzi do większego narażenia.

Kabel przewieszony przez ramię



Zła praktyka:
W tym przykładzie pracownik pomaga sobie w utrzymaniu ciężaru kabla spawalniczego, przewieszając go przez ramiona, tak by tworzył pętlę. Przez to jednak kabel znajduje się w pobliżu głowy i ciała, co prowadzi do większego narażenia.

Kabel zawieszony na szyi

Podobnie w przypadku proszkowej defektoskopii magnetycznej powszechną praktyką jest kończenie zadania poprzez uruchomienie cyklu rozmagnesowania, który zwykle wytwarza silniejsze pole początkowe niż cykl kontroli. Inaczej jednak niż w przypadku cyklu kontroli nie ma konieczności, aby kontroler znajdował się w pobliżu obrabianego przedmiotu w czasie rozmagnesowywania, i w związku z tym dobrą praktyką byłoby, aby na tym etapie procesu kontrolerzy trzymali się z dala od takiego przedmiotu.

W niektórych sytuacjach rozmagnesowanie zostanie przeprowadzone za pomocą cewki rozmagnesowującej (zob. studium przypadku dotyczące warsztatu mechanicznego przedstawione w tomie 2 niniejszego poradnika). Takie cewki są zwykle dostarczane razem z szyną i małym wózkiem do montażu badanego przedmiotu. Zastosowanie popychacza do przepchnięcia badanego przedmiotu i wózka przez cewkę zminimalizuje narażenie operatora.

9.5.9 Programy konserwacji profilaktycznej

Urządzenia wytwarzające pole elektromagnetyczne powinny być objęte normalnym programem konserwacji zapobiegawczej i, w stosownych przypadkach, kontroli w celu zapewnienia ich dalszej prawidłowej pracy. Odpowiednia konserwacja jest wymogiem określonym w dyrektywie w sprawie użytkowania sprzętu roboczego (zob. dodatek G) i będzie miała na celu minimalizację wszelkich wzrostów emisji wynikających ze zniszczenia urządzeń.

Środki techniczne mające na celu zmniejszenie emisji lub ograniczenie dostępu do silnych pól również powinny być poddawane bieżącej konserwacji, kontroli i badaniom w celu zapewnienia, że pozostaną one w pełni skuteczne.

Częstotliwość przeprowadzania takich działań w zakresie konserwacji i kontroli zależy od rodzaju urządzenia, sposobu jego wykorzystywania i środowiska, w jakim jest zainstalowane. Na ogół producenci urządzeń będą zalecali odpowiednie odstępy czasu między kolejnymi przeglądami konserwacyjnymi i w większości przypadków będzie to stanowiło zadowalającą wytyczną. Niezwykle trudne warunki lub intensywne użytkowanie urządzeń mogą jednak przyspieszyć pogarszanie się stanu urządzeń i w tych przypadkach zwykle uzasadnione będą częstsze konserwacje i kontrole.

9.5.10 Ograniczenie poruszania się w polu magnetostatycznym

Poruszanie się w polu magnetostatycznym może skutkować indukcją pól elektrycznych niskiej częstotliwości w ciele ludzkim, co prowadzi do szeregu skutków. Skutki te można zminimalizować ograniczając zakres i prędkość poruszania się na obszarze oddziaływania pól. Ma to szczególne znaczenie dla ruchów części ciała, takich jak obracanie głową. Poprzez szkolenia lub praktykę pracownicy mogą nauczyć się ograniczać swoje ruchy, a dzięki temu minimalizować wszelkie skutki.

9.5.11 Koordynacja i współpraca między pracodawcami

Jeżeli pracownicy zatrudnieni przez większą liczbę pracodawców muszą wykonywać swoje zadania w tym samym zakładzie, powinna istnieć wymiana informacji między pracodawcami, aby wszyscy pracownicy byli odpowiednio chronieni. Taka sytuacja ma często miejsce podczas instalacji, eksploatacji i obsługi urządzeń, ale może również występować w innych przypadkach. Na przykład praktyką stosowaną powszechnie przez pracodawców jest zlecanie podmiotom zewnętrznym realizacji wielu funkcji pomocniczych, takich jak sprzątnięcie, zarządzanie obiektami, składowanie i logistyka, promocja zdrowia w miejscu pracy i usługi IT.

Jeżeli chodzi o pole elektromagnetyczne, wspomniana wymiana informacji powinna obejmować szczegółowe informacje dotyczące wszystkich ograniczeń, których wprowadzenie może być wymagane w odniesieniu do dostępu do konkretnego obszaru lub zadań realizowanych na tym obszarze, oraz wszystkich zagrożeń dla pracowników szczególnie zagrożonych. Ograniczenia takie będą musiały zostać uzgodnione między pracodawcami i każdy pracodawca powinien zapewnić, aby były one przestrzegane przez jego pracowników.

9.6 Środki ochrony indywidualnej

Zasady zapobiegania określone w dyrektywie ramowej (zob. tabela 9.1) wyraźnie stanowią, że przyznawanie ochrony zbiorowej zawsze powinno mieć pierwszeństwo przed środkami ochrony indywidualnej. Niekiedy jednak wdrożenie środków technicznych lub organizacyjnych zapewniających odpowiednią ochronę zbiorową może być niepraktyczne. W takich sytuacjach konieczne może być wykorzystanie środków ochrony indywidualnej.

Jak zauważono powyżej w sekcji dotyczącej środków technicznych, ekranowanie pola elektrycznego jest stosunkowo łatwe, ale uzyskanie skutecznej ochrony przed polami magnetycznymi jest trudnym zadaniem. Zatem zastosowanie ochrony indywidualnej lub zapewnienie ochrony przed polami magnetycznymi nie jest rozwiązaniem sprawdzającym się we wszystkich przypadkach. Skuteczność ochrony indywidualnej zależy od częstotliwości pola, w związku z czym środki ochrony odpowiednie dla jednego zakresu częstotliwości prawdopodobnie nie będą odpowiednie dla innych zakresów.

Wybór odpowiednich środków będzie zależał od konkretnej sytuacji i charakteru zagrożeń, w odniesieniu do których stosuje się dane środki ochrony. Dlatego też w różnych sytuacjach zagrożenie może być skutecznie ograniczane dzięki obuwii, butom z wysokimi cholewami lub rękawicom mającym właściwości izolacyjne lub przewodzące. Jeżeli wymagane jest izolujące obuwie, stosowne może być zaopatrzenie się w solidne obuwie z wysokimi cholewami lub obuwie z grubą gumową podeszwą. Jeżeli ocena wykazuje, że takie obuwie będzie niewystarczające, może zajść potrzeba znalezienia bardziej wyspecjalizowanego źródła dostarczającego wyposażenie bezpieczeństwa.

Okulary ochronne mogą być wykorzystywane do zapewniania ochrony oczu przed polami wysokich częstotliwości. W niektórych sytuacjach konieczne może być założenie całego kombinezону ochronnego, ale należy zauważyć, że może to stwarzać nowe zagrożenia na skutek ograniczenia ruchów lub utraty ciepła przez osobę ubraną w taki kombinezon.

Środki ochrony indywidualnej powinny być poddawane odpowiedniej konserwacji i regularnej kontroli, aby zawsze nadawały się do użytku.

Należy zastanowić się, czy środki ochrony indywidualnej stosowane w celu ochrony przed innymi zagrożeniami nadają się do stosowania na obszarach, na których występują silne pola elektromagnetyczne. Przykładowo stosowanie obuwia ochronnego ze stalowymi noskami może nie być dobrym rozwiązaniem w środowisku, w którym występują silne pola magnetostaticzne, z kolei pola magnetyczne niskich częstotliwości, jeżeli są wystarczająco silne, ogrzeją stalową wkładkę. Niektóre kombinezony ochronne są wyposażone w elementy elektroniczne, których działanie może być zakłócanie na obszarach występowania silnych pól. Podobne problemy mogą wystąpić w przypadku aktywnych ochronników słuchu.

10. GOTOWOŚĆ NA WYPADEK SYTUACJI WYJĄTKOWEJ

W przypadku gdy pracodawcy zajmują się obsługą urządzeń lub realizacją zadań, które mogłyby powodować zdarzenia niepożądane, powinni wprowadzić plany działania w sytuacjach wyjątkowych, które pomogą im w eliminowaniu konsekwencji. W tym kontekście do niepożądanych zdarzeń należą sytuacje, w których jakaś osoba dozna urazu lub zachoruje, oraz zdarzenia potencjalnie wypadkowe lub niepożądane okoliczności. Zdarzenia niepożądane mogą obejmować sytuacje, w których graniczny poziom oddziaływania (GPO) został przekroczony, ale nikt nie doznał urazu (i nie ma żadnego mającego zastosowanie odstępstwa). Przykładem może być pracownik odpowiedzialny za instalację, konserwację i naprawę anteny, który nieświadomie wchodzi do strefy wyłączzonej oddziaływania nadajnika dużej mocy zanim zasilanie nadajnika zostanie wyłączone.

Zdarzenia niepożądane mogą także wynikać ze skutków pośrednich, takich jak zakłócenie działania wszczepionego wyrobu medycznego lub zapłon atmosfery wybuchowej. Kolejnym przykładem jest przedmiot ferromagnetyczny wciągnięty do otworu urządzenia NMR przez silne pole magnetostatyczne (tak zwany „efekt gwałtownego przemieszczania się”).

Tabela 10.1 – Scenariusze, które należy uwzględnić w planach awaryjnych

Plany awaryjne powinny dotyczyć działań i odpowiedzialności w przypadku:
rzeczywistego narażenia pracownika przekraczającego GPO (brak mającego zastosowanie odstępstwa)
rzeczywistego zdarzenia niepożądanego wynikającego ze skutku pośredniego
podejrzenia dotyczącego narażenia pracownika przekraczającego GPO
zdarzenia potencjalnie wypadkowego lub niepożądanych okoliczności wynikających ze skutku pośredniego

10.1 Przygotowywanie planów

Analiza ryzyka przygotowana zgodnie z art. 4 dyrektywy o polach elektromagnetycznych powinna umożliwiać pracodawcy zidentyfikowanie zdarzeń niepożądanych, które można w sposób uzasadniony przewidzieć (zob. rozdział 5 niniejszego poradnika). Po zidentyfikowaniu i zrozumieniu charakteru tych potencjalnych zdarzeń niepożądanych przez pracodawcę możliwe będzie opracowanie planów usuwania konsekwencji. W niektórych przypadkach producenci mogą określać w swojej dokumentacji procedury na wypadek sytuacji wyjątkowej i procedury te powinny mieć pierwszeństwo.

Większość pracodawców będzie już miała wprowadzone ogólne plany działania na wypadek sytuacji wyjątkowej i może istnieć możliwość objęcia potencjalnych zdarzeń niepożądanych wynikających z działania pól elektromagnetycznych za pośrednictwem tych istniejących ustaleń. Plany działania na wypadek sytuacji wyjątkowej mogą obejmować ustalenia dotyczące udzielania pierwszej pomocy i późniejszego badania lekarskiego (zob. rozdział 11 niniejszego poradnika). W każdym przypadku poziom szczegółowości i złożoności planów będzie zależał od zagrożenia. Ogólnie rzecz biorąc, dobrą praktyką jest przeprowadzenie prób z planami działania na wypadek sytuacji wyjątkowej w celu zidentyfikowania braków i przypomnienia sobie procedur.

10.2 Reagowanie na zdarzenia niepożądane

Rekcja na każde zdarzenie niepożądane z pewnością będzie dynamiczna i będzie zależała od charakteru i stopnia dotkliwości zdarzenia. Rysunek 10.1 ilustruje typowy ciąg wydarzeń w reakcji na zdarzenie niepożądane. Niekoniecznie wszystkie działania będą odpowiednie w odniesieniu do każdego zdarzenia niepożądanego.

Wstępne zgłoszenie zdarzenia niepożądanego powinno obejmować możliwie najwięcej informacji, które będą przydatne w badaniu przeprowadzonym w wyniku zdarzenia. Zgłoszenie powinno zwykle zawierać:

- opis charakteru zdarzenia niepożądanego;
- wyjaśnienie w jaki sposób doszło do wystąpienia zdarzenia niepożądanego;
- szczegółowe informacje dotyczące wszystkich pracowników, których to dotyczy, i miejsca ich przebywania w momencie zdarzenia niepożądanego;
- szczegółowe informacje dotyczące wszelkich doznanych obrażeń;
- cechy charakterystyczne źródła pola elektromagnetycznego uczestniczącego w zdarzeniu:
 - częstotliwość,
 - zasilanie,
 - prądy robocze i napięcia,
 - aktywność nadajnika (w stosownych przypadkach).

Rysunek 10.1 Ciąg wydarzeń w ramach typowej reakcji na zdarzenie



Więcej informacji na temat zarządzania przypadkowym narażeniem na pola o częstotliwości radiowej można znaleźć w sprawozdaniu Fińskiego Instytutu Zdrowia w Pracy (Alanko i in., 2014 r.). W załączniku do tego sprawozdania zamieszczono formularz na potrzeby wstępnego zgłaszania zdarzenia oraz formularz sprawozdania technicznego.

11. ZAGROŻENIA, OBJAWY I PROFILAKTYCZNA OPIEKA LEKARSKA

Artykuł 8 dyrektywy o polach elektromagnetycznych dotyczy profilaktycznej opieki lekarskiej nad pracownikami, która powinna być zgodna z wymogami zawartymi w art. 14 dyrektywy ramowej. Ustalenia dotyczące profilaktycznej opieki lekarskiej z uwagi na występowanie pól elektromagnetycznych prawdopodobnie będą przyjęte w ramach systemów istniejących już w państwach członkowskich. Dostarczanie dokumentacji medycznej i jej dostępność powinny spełniać wymogi prawa krajowego i praktyki.

11.1 Zagrożenia i objawy

W rozdziale 2 podsumowano skutki narażenia na pola elektromagnetyczne oraz przedstawiono dalsze szczegółowe informacje dotyczące skutków dla zdrowia opisanych w dodatku B. Narażenia przekraczające graniczne poziomy oddziaływania (GPO) mogą spowodować skutki dla tkanek nerwowych i mięśni przy polach niskich częstotliwości lub ogrzanie przy polach wysokich częstotliwości. Dotykane przedmiotów metalowych może wywołać wstrząsy i oparzenia przy obu zakresach częstotliwości. Ogólnie rzecz biorąc, pola lub narażenia znacznie przekraczające interwencyjne poziomy narażenia (IPN) lub GPO muszą skutkować obrażeniami fizycznymi. IPN i GPO obejmują margines bezpieczeństwa, dzięki czemu pojedyncze, krótkie narażenie przekraczające wskazany poziom w niewielkim stopniu nie musi wywoływać niepożądanych konsekwencji.

11.1.1 Pola magnetostatyczne (0–1 Hz) ⁽¹⁾

Pola magnetostatyczne o gęstości strumienia powyżej 0,5 mT mogą powodować zakłócenia działania aktywnych wyrobów medycznych do implantacji, takich jak rozruszniki serca i defibrylatory, lub wyroby medyczne przeznaczone do wprowadzenia w części do ludzkiego ciała, takie jak pompy insulinowe. Takie zakłócenie mogłyby mieć bardzo poważne konsekwencje.

Narażenie na pola magnetostatyczne przekraczające górne GPO może skutkować zmianami w przepływie krwi w kończynach lub zmianami tętna. Skutki te nie są aktualnie dobrze znane i mogą nie stwarzać zagrożenia dla zdrowia.

Przebywanie lub poruszanie się w silnych polach magnetostatycznych może powodować zawroty głowy, mdłości i inne skutki zakłócające percepcję zmysłową. Mogą występować także mniej oczywiste zmiany w poziomie uwagi, koncentracji lub innych funkcjach intelektualnych, które mogą wywierać negatywny wpływ na wydajność pracy i bezpieczeństwo. Może istnieć możliwość wywołania stymulacji nerwów i mimowolnych skurczy mięśni podczas szybkich ruchów, gdy narażenie całego ciała przekracza 8 T, lub w sytuacjach gwałtownej zmiany gęstości strumienia. Skutki te są odwracalne, dlatego objawy raczej nie będą utrzymywały się po ustaniu narażenia.

⁽¹⁾ Z naukowego punktu widzenia pola magnetostatyczne mają częstotliwość 0 Hz, ale do celów dyrektywy o polach elektromagnetycznych określa się je jako pola o częstotliwości 0–1 Hz.

11.1.2 Pola magnetyczne niskich częstotliwości (1 Hz – 10 MHz)

Narażenie na pola niskiej częstotliwości nieprzekraczające dolnego interwencyjnego poziomu narażenia (IPN) może spowodować zakłócenie normalnego działania aktywnych wyrobów medycznych do implantacji lub wyrobów medycznych przeznaczonych do wprowadzenia w części do ludzkiego ciała. Każde wadliwe działanie może mieć poważne konsekwencje. Obecność pasywnych implantów metalowych może skutkować powstaniem w ciele bardzo ograniczonych obszarów o silniejszych polach elektrycznych, natomiast sam implant może zostać indukcyjnie ogrzany, co może grozić obrażeniem termicznym.

Pierwsza oznaka nadmiernego narażenia u innych pracowników może wystąpić, gdy pracownik zgłasza, że widzi mgliste, migoczące obrazy (fosfeny), które mogą go rozpraszać lub denerwować. Wrażliwość szczytowa występuje jednak przy 16 Hz, a do powstania zaburzeń widzenia przy innych częstotliwościach potrzeba pól o bardzo dużym natężeniu, przekraczającym znacznie poziomy, z którymi zwykle mają do czynienia pracownicy. Ponadto pracownicy mogą odczuwać mdłości lub zawroty głowy, a ich rozumowanie, umiejętność rozwiązywania problemów i podejmowania decyzji mogą być delikatnie zmienione, co może prowadzić do powstania negatywnych skutków dla wydajności pracy i bezpieczeństwa. Podobnie jak w przypadku narażenia na pola magnetostatyczne skutki te są odwracalne, dlatego raczej nie będą utrzymywały się po ustaniu narażenia.

Może dojść do stymulacji nerwów, prowadzącej do uczucia mrowienia lub bólu, i mogą także wystąpić niekontrolowane skurcze mięśni, które w bardzo silnych polach zewnętrznych mogą również skutkować wpływem na pracę serca (arytmia). W praktyce skutki te mogą powstać jedynie przy natężeniach pól w znacznym stopniu przekraczających natężenia występujące powszechnie w miejscach pracy.

Ponadto skutki ogrzania wystąpią przy narażeniach związanych z górną granicą tego zakresu częstotliwości (sekcja 11.1.4).

11.1.3 Pola elektryczne niskich częstotliwości (1 Hz – 10 MHz)

Pola elektryczne niskich częstotliwości będą powodować dla tkanki nerwowej i mięśni podobne skutki jak pola magnetyczne. Pierwszymi oznakami silnych pól elektrycznych może jednak być poruszanie się lub drżenie małych włosów na ciele lub wstrząsy elektryczne doznane przez pracowników w wyniku dotknięcia nieuziemiających, przewodzących przedmiotów, które leżą w polu. Drżenie włosów może być rozpraszające i denerwujące, a wstrząsy elektryczne mogą być irytujące, nieprzyjemne lub bolesne w zależności od intensywności pola. Dotykание przedmiotów znajdujących się w silnych polach może również spowodować oparzenia.

11.1.4 Pola wysokich częstotliwości (100 kHz – 300 GHz)

Narażenie na pola wysokiej częstotliwości nieprzekraczające odnośnego interwencyjnego poziomu narażenia (IPN) może spowodować zakłócenie normalnego działania aktywnych wyrobów medycznych do implantacji lub wyrobów medycznych przeznaczonych do wprowadzenia w części do ludzkiego ciała. Każde wadliwe działanie może mieć poważne konsekwencje. Pasywne implanty medyczne, które są zrobione z metalu, mogą służyć jako anteny pochłaniające, prowadząc do lokalnego wzrostu narażenia tkanek na częstotliwości radiowe i możliwego obrażenia.

Pierwszą oznaką narażenia na pola wysokich częstotliwości może być uczucie ciepła, gdy pracownik lub części jego ciała są ogrzewane przez pole. Nie zawsze jednak ma to miejsce, dlatego uczucie ciepła nie jest wiarygodnym sygnałem ostrzegawczym. Istnieje

także możliwość „usłyszenia” impulsowych pól o częstotliwości 300 kHz – 6 GHz, zatem narażeni pracownicy mogą słyszeć dźwięki przypominające pstrykanie, brzęczenie lub syczenie.

Utrzymujące się przez dłuższy czas narażenie całego ciała może skutkować wzrostem jego temperatury. Wzrost temperatury tylko o kilka stopni może prowadzić do wystąpienia zaburzeń psychicznych, zmęczenia, bólu głowy i innych objawów stresu cieplnego. Wysokie obciążenie pracą fizyczną lub praca w gorących i wilgotnych warunkach zwiększy prawdopodobieństwo wystąpienia tych skutków. Nasilenie objawów zależy również od stanu fizycznego pracownika, od tego, czy jest on odwodniony, czy nie, i od jego ubioru.

Częściowe narażenie ciała może prowadzić do bardzo ograniczonego miejscowo ogrzania lub powstania tzw. „gorących punktów” w mięśniach lub narządach wewnętrznych i powoduje także powierzchniowe oparzenia pojawiające się natychmiast w przypadku narażenia. Możliwe jest wystąpienie poważnego obrażenia wewnętrznego bez wyraźnych oparzeń na skórze. Silne miejscowe nadmierne narażenie może wywołać uszkodzenia mięśni i otaczających tkanek w narażonych kończynach (zespół ciasnoty środkowego przedziału powięziowego), które rozwija się natychmiast lub maksymalnie w ciągu kilku dni. Ogólnie rzecz biorąc, większość tkanek może tolerować krótkookresowe wzrosty temperatury bez szkody dla nich, ale utrzymywanie się temperatury 41°C przez ponad 30 minut będzie skutkowało ich uszkodzeniem.

Przy narażeniach powodujących znaczne ogrzanie jąder może dojść do czasowego spadku ilości plemników. Ogrzanie może zwiększyć zagrożenie poronienia na wczesnym etapie ciąży.

Wiadomo, że oczy są wrażliwe na ciepło, i w związku z tym bardzo wysokie narażenie, które znacznie przekracza GPO, może spowodować zapalenie twardówki, tęczówki lub spojówki. Do objawów mogą należeć zaczerwienienia i bóle oczu, wrażliwość na światło i zwężenie źrenicy. Zaćma (zmętnienie soczewki) jest rzadkim, ale możliwym późnym skutkiem narażenia, a choroba ta może się rozwijać przez kilka tygodni lub miesięcy od narażenia. Nie odnotowano żadnych skutków pojawiających się po upływie kilku lat od narażenia.

W przypadku pól wyższych częstotliwości (około 6 GHz i powyżej) pochłanianie energii staje się coraz bardziej powierzchniowe. Pola te będą pochłaniane przez rogówkę oka, ale do wywołania oparzeń potrzebne będą narażenia znacznie przekraczające GPO. Także skóra będzie pochłaniała te pola wysokich częstotliwości i przy wystarczająco wysokich narażeniach może to skutkować bólem i oparzeniami.

Pracownicy mogą doznać wstrząsu elektrycznego lub oparzeń w wyniku kontaktu za pośrednictwem dotyku z pracującymi antenami lub dużymi metalowymi nieuziemiałymi przedmiotami, takimi jak samochody, znajdującymi się w polu. Podobne skutki mogą wystąpić, gdy nieuziemiał pracownik dotyka uziemionego metalowego przedmiotu. Oparzenia te mogą być powierzchniowe lub głębokie. Implanty metalowe, w tym wypełnienia stomatologiczne i kolczyki w ciele (oraz biżuteria i niektóre pigmenty do tatuaży), mogą koncentrować pole, prowadząc do ogrzania ograniczonych obszarów i oparzeń termicznych. Wysokie narażenie dłoni może także skutkować uszkodzeniem nerwów.

Część zgłoszeń przypadków dotyczących nadmiernego narażenia pracowników wynika, że możliwe są również inne objawy. Obejmują one bóle głowy, dolegliwości jelit, letarg i długo utrzymujące się uczucie mrowienia w narażonych tkankach.

Reakcje stresowe mogą być powiązane z faktycznym lub podejrzanym nadmiernym narażeniem.

Tabela 11.1 – Skutki i objawy powiązane z narażeniem przekraczającym górne GPO

Pole	Częstotliwość	Możliwe skutki i objawy
Pola magnetostatyczne	0–1 Hz	Zakłócenie działania wyrobów medycznych Mdłości i zawroty głowy. Skutki dla przepływu krwi, tętna, funkcji mózgu (możliwe przy ponad 7 T) Stymulacja nerwów i skurcze mięśni (szybkie ruchy)
Pola magnetyczne niskich częstotliwości	1 Hz – 10 MHz	Zakłócenie działania wyrobów medycznych Wrażenia wzrokowe Stymulacja nerwów prowadząca do uczucia mrowienia lub bólu Skurcze mięśni, arytmia serca
Pola elektryczne niskich częstotliwości	1 Hz – 10 MHz	Wstrząs elektryczny i oparzenia powierzchniowe (dotykanie przedmiotów)
Pola wysokich częstotliwości	100 kHz i wyższa	Zakłócenie działania wyrobów medycznych Uczucie ciepła Stres cieplny Wstrząs i oparzenia powierzchniowe lub głębokie (dotykanie przedmiotów) Inne możliwe objawy

Pola częstotliwości pośrednich (100 kHz – 10 MHz) wywołują różne objawy powstające na skutek niskich i wysokich częstotliwości.

11.2 Profilaktyczna opieka lekarska

Należy przeprowadzać rutynową profilaktyczną opiekę lekarską, jeżeli jest ona wymagana prawem krajowym lub praktyką. W przypadku braku znanego zagrożenia lub objawów wynikających z narażenia na pola elektromagnetyczne nieprzekraczającego GPO nie ma jednak żadnej podstawy do przeprowadzania regularnych badań lekarskich. Profilaktyczną opiekę można uzasadnić innymi względami.

Do pracowników szczególnie zagrożonych w związku z narażeniem na działanie pól elektromagnetycznych należą kobiety w ciąży i osoby z wszczepionymi aktywnymi lub pasywnymi wyrobami medycznymi lub korzystające z wyrobów przeznaczonych do wprowadzenia w część do ludzkiego ciała. Pracownicy ci powinni okresowo konsultować się ze świadczeniodawcą usług w zakresie medycyny pracy, aby mieli pełną świadomość wszelkich dodatkowych ograniczeń, które mogą być na nich nałożone w ich środowisku pracy. Konsultacje te zapewnią pracownikowi także możliwość zgłaszania wszelkich niepożądanych lub nieoczekiwanych skutków dla zdrowia i kontrolowania sytuacji.

Przeprowadzenie badania lekarskiego może być także odpowiednie w przypadku pracowników, którzy doznali nieoczekiwane bądź niepożądanego skutku dla zdrowia.

11.3 Badania lekarskie

Przypadkowe nadmierne narażenia powodujące uraz lub szkodę należy traktować jak inne wypadki przy pracy zgodnie z krajowym prawem i praktyką.

Wymagane może być natychmiastowe objęcie pracownika opieką przez odpowiedniego pracownika służby zdrowia, jeżeli doznał on wstrząsów lub oparzeń, odczuwa bóle lub ma podwyższoną temperaturę. Skutki te należy traktować w zwykły sposób, zgodnie z istniejącym systemem, który obowiązuje w zakładzie pracy danego pracownika. Pracownicy, którzy doznali wstrząsów lub oparzeń, powinni zostać zbadani przez lekarza

posiadającego odpowiednią wiedzę fachową. Inni pracownicy mogą być badani pod kątem występujących u nich objawów przez swojego lekarza ogólnego lub lekarza medycyny pracy.

Nie istnieją żadne szczegółowe badania, które należy przeprowadzić w następstwie nadmiernego narażenia na jakiegokolwiek pole elektromagnetyczne. Przykładowo nie ma dowodów na to, że narażenie na pole elektromagnetyczne powoduje zmianę parametrów krwi takich jak liczba krwinek, mocznika i elektrolitów lub funkcji wątroby. Badanie wzroku może być jednak stosowne w przypadku nadmiernego narażenia na pola wysokich częstotliwości i zwykle powtarza się je nie później niż trzy miesiące po pierwszej kontroli. Takie badanie wykonuje zwykle okulista..

11.4 Dokumentacja

Badania lekarskie powinny być dostępne dla pracowników, którzy byli lub uważa się, że byli narażeni na poziomy oddziaływania przekraczające GPO. Pracownik nie powinien mieć obowiązku ponoszenia opłat za te badania, które powinny być mu udostępniane w godzinach pracy. Prowadzenie dokumentacji powinno odbywać się zgodnie z krajowym prawem i praktyką.

Dokumentacja powinna zawierać podsumowanie przeprowadzonych działań i być prowadzona w odpowiedniej formie, umożliwiającej późniejsze konsultacje, z uwzględnieniem wymogów wszelkiej poufności. Poszczególni pracownicy powinni na żądanie mieć dostęp do swojej dokumentacji.

Szczegółowe informacje dotyczące jakiegokolwiek nadmiernego narażenia lub podejrzenia nadmiernego narażenia, o ile są dostępne, powinny zostać zgłoszone możliwie najszybciej po wystąpieniu zdarzenia. Zgłoszenie to powinno obejmować stopień intensywności i czas trwania narażenia oraz częstotliwość pola (na potrzeby oszacowania wnikania pola do ciała). Ważne jest także określenie, czy narażenie dotyczyło całego ciała, czy tylko jego konkretnych części, i czy pracownik miał wszczepiony rozrusznik lub korzystał z innego wyrobu medycznego. Przykłady takich zgłoszeń przedstawiono w sprawozdaniu Fińskiego Instytutu Zdrowia w Pracy dotyczącym wykonywania pracy na obszarze działania pól elektromagnetycznych przez pracowników z wszczepionym rozrusznikiem serca (Alanko i in., 2013 r.).

SEKCJA 5

**MATERIAŁ
REFERENCYJNY**

DODATEK A

CHARAKTER PÓL ELEKTROMAGNETYCZNYCH

Najlepiej znanymi polami elektromagnetycznymi są pola występujące w naturze. Uważa się, że pole magnetyczne Ziemi, które można wykryć na powierzchni ziemi, jest wytwarzane przez prądy elektryczne generowane głęboko w płynnym jądrze ziemi. Chociaż jego pochodzenie nie jest dokładnie znane, sposób, w jaki pole to oddziałuje na materiały magnetyczne stosowane w kompasach, jest od wieków wykorzystywany w nawigacji. Podobnie ładunek elektryczny wytworzony w chmurach burzowych skutkuje powstaniem bardzo wysokich napięć między chmurami a powierzchnią ziemi. Rezultatem tych napięć są pola elektryczne między chmurami a ziemią, które mogą prowadzić do dużych gwałtownych wyładowań prądu elektrycznego między chmurą a ziemią, znanych jako pioruny.

Rysunek A1 – Naturalne źródła pól elektromagnetycznych: a) kompas wykorzystywany do określania kierunku pola magnetostatycznego Ziemi i b) wyładowania wysokich napięć między chmurą a ziemią znane jako „pioruny”



A.1 Odkrycie elektromagnetyzmu

Ludzie mieli świadomość wpływu elektryczności statycznej i magnetyzmu od czasów starożytnych. Postęp w kierunku zrozumienia zjawisk elektromagnetycznych rozpoczął się jednak prawdopodobnie wraz z dokonaniem przez Luigiego Galvaniego w 1780 r. odkryciem, że można wywołać drżenie kończyn żab przy pomocy prądu elektrycznego wytwarzanego przez dwa różne metale. Zasadę tę wykorzystał dekadę później Alessandro Volta w ogniwie Volty.

Odkrycia nabierały tempa w Europie i w 1820 r. Hans Christian Oersted wykazał związek między prądami elektrycznymi a polami magnetycznymi, gdy udało mu się odchylić igłę kompasu przy użyciu przewodu przewodzącego prąd elektryczny. André Marie Ampère odkrył, że przewody przewodzące prąd oddziałują na siebie nawzajem, a Michael Faraday zbadał indukcje magnetyczną.

Kilka lat później James Clerk Maxwell sformułował teorię elektromagnetyzmu w kontekście matematycznym i opublikował swój „Traktat o elektryczności i magnetyzmie” w 1873 r. Teorie Maxwella dotyczące fal elektromagnetycznych są do dziś wykorzystywane jako podstawa teorii elektromagnetycznej.

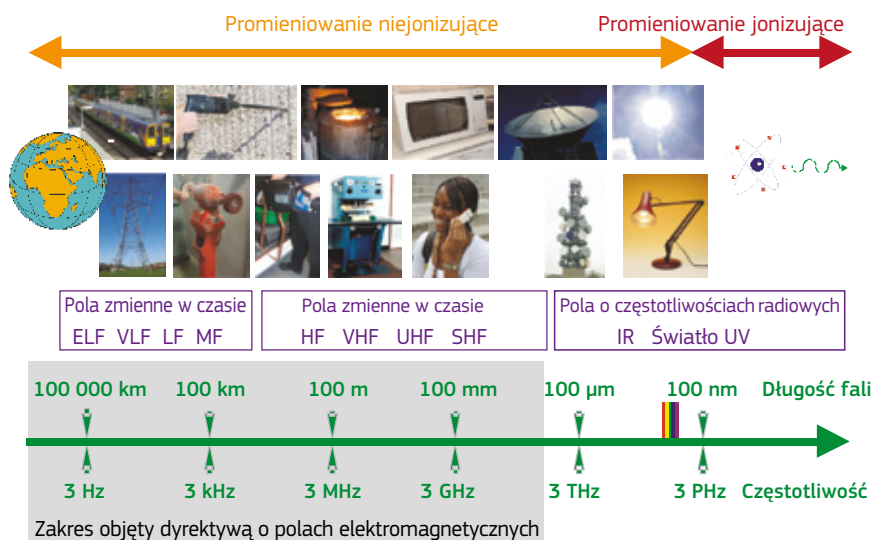
Heinrich Hertz potwierdził teorie Maxwella, wytwarzając i wykrywając fale elektromagnetyczne w 1885 r., a dekadę później Guglielmo Marconi wykorzystał to odkrycie do przesyłania wiadomości na duże odległości za pośrednictwem sygnałów radiowych. Duże znaczenie dla generowania energii elektrycznej miało zbudowanie przez Nikolę Teslę pierwszego generatora prądu w 1892 r.

Pola elektromagnetyczne są powszechnym zjawiskiem w nowoczesnym świecie. Trudno wyobrazić sobie nowoczesne społeczeństwo bez urządzeń elektrycznych. W XX w. nastąpił gwałtowny wzrost wykorzystania energii elektrycznej na użytek przemysłowy i domowy. Podobne wzrosty odnotowano w odniesieniu do wykorzystania radia i telewizji, natomiast pod koniec tego wieku i na początku XXI w. miała miejsce rewolucja w telekomunikacji, dzięki której aktualnie powszechne jest korzystanie z telefonów komórkowych i innych bezprzewodowych urządzeń. Pola elektromagnetyczne są także powszechnie wykorzystywane w wyspecjalizowanych urządzeniach, takich jak urządzenia do nawigacji radiowej i urządzenia medyczne.

A.2 Widmo elektromagnetyczne

Widmo elektromagnetyczne zilustrowane na rys. A2 obejmuje szeroki zakres promieniowań o różnych częstotliwościach i długościach fal. Związek między częstotliwością a długością fali został wyjaśniony w dodatku C. Część tego widma objęta dyrektywą o polach elektromagnetycznych obejmuje zakres od pól statycznych (0 Hz) do zmiennych w czasie pól elektromagnetycznych o częstotliwościach do 300 GHz (0,3 THz). W tym zakresie może występować promieniowanie powszechnie znane jako pola statyczne, pola zmienne w czasie i fale radiowe (w tym mikrofałe). Inne sekcje widma elektromagnetycznego nieobjęte dyrektywą o polach elektromagnetycznych obejmują zakres optyczny (podczerwieni, widoczny i nadfioletu) i zakres jonizujący. Sekcje te są objęte odpowiednio dyrektywą dotyczącą sztucznego promieniowania optycznego (2006/25/WE) i dyrektywą w sprawie podstawowych norm bezpieczeństwa (2013/59/Euratom).

Rysunek A2 – Widmo elektromagnetyczne



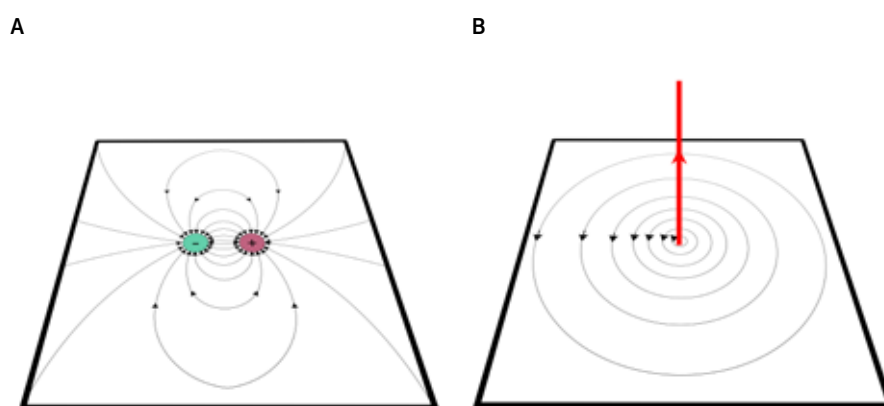
Promieniowanie elektromagnetyczne w zakresie częstotliwości objętym dyrektywą o polach elektromagnetycznych nie ma wystarczającej energii do wyrzucenia elektronów z atomów danego materiału i jest w związku z tym sklasyfikowane jako promieniowanie niejonizujące. Promieniowanie rentgenowskie i promieniowanie gamma są

promieniowaniami elektromagnetycznymi o dużej energii, które mogą wyrzucić elektrony orbitalne i w związku z tym są sklasyfikowane jako promieniowanie jonizujące.

A.3 Wytwarzanie pól elektromagnetycznych

Ładunki elektryczne wytwarzają pole elektryczne. Kiedy się poruszają, wytwarzając prąd elektryczny, powstaje także pole magnetyczne. Dyrektywa o polach elektromagnetycznych służy eliminacji zagrożeń dla zdrowia i bezpieczeństwa w miejscu pracy powstałych na skutek oddziaływania tych pól elektrycznych i magnetycznych.

Rysunek A3 – Przedstawienie linii pól wokół: a) ładunków elektrycznych oraz b) przepływającego prądu elektrycznego oznaczonego kolorem czerwonym



Do wytwarzania pola magnetycznego wokół magnesu trwałego dochodzi dzięki połączeniu wszystkich pól magnetycznych wytwarzanych poprzez dostosowanie ruchu elektronów w materiale. W przypadku materiału niebędącego magnesem takie dostosowanie nie występuje i w związku z tym bardzo małe pola magnetyczne generowane wokół każdego atomu zanikają.

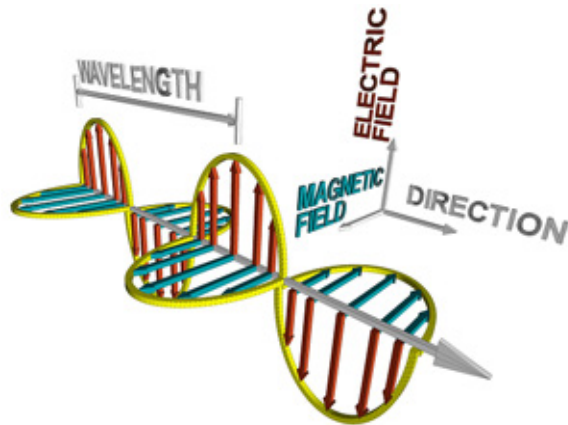
A.3.1 Pola magnetyczne zmienne w czasie

Jeżeli ładunek elektryczny na przedmiocie zmienia się w czasie lub przepływ ładunku (prądu) ulega zmianie, generowane będą pola zmienne w czasie. O charakterze pól zmiennych w czasie stanowi częstotliwość oscylacji. Przy niskich częstotliwościach można stwierdzić, że pola elektryczne i magnetyczne są niezależne. Wraz ze wzrostem częstotliwości w kierunku zakresu częstotliwości radiowych pola są coraz bardziej ze sobą związane: pole elektryczne zmienne w czasie wywołuje pole magnetyczne i odwrotnie. To właśnie to wzajemne oddziaływanie między polami elektrycznymi i magnetycznymi pozwala promieniowaniu elektromagnetycznemu na przemierzanie dużych odległości.

A.3.2 Promieniujące pola elektromagnetyczne

Interakcja między polami elektrycznymi i magnetycznymi przy częstotliwościach radiowych pozwala energii na promieniowanie z dala od punktu, w którym powstaje. W polu dalekim oba komponenty, czyli pole elektryczne i pole magnetyczne, oscylują, tworząc kąty proste względem siebie i kąty proste względem kierunku, w którym przemieszcza się fala. Fala ta przemieszcza się z prędkością światła. Konstrukcja nadajnika umożliwi emisję promieniowania we wszystkich kierunkach lub ukierunkowanie tej emisji w jednym konkretnym kierunku.

Rysunek A4 – Promieniowanie elektromagnetyczne obejmuje komponent pola magnetycznego i komponent pola elektrycznego, które oscylują, tworząc kąt prosty względem siebie, i przemieszczają się z prędkością światła



DODATEK B

SKUTKI PÓL ELEKTROMAGNETYCZNYCH DLA ZDROWIA

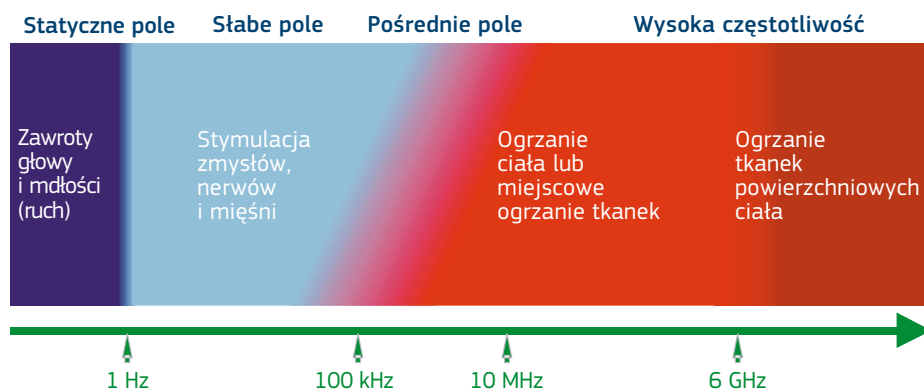
B.1 Wprowadzenie

Charakter każdej reakcji wywoływanej przez narażenie na działanie pola elektromagnetycznego zależy przede wszystkim od częstotliwości wykorzystywanego pola. Wynika to stąd, że różne częstotliwości w różny sposób oddziałują na siebie w ciele, czego konsekwencją jest to, że skutki oddziaływania pól o niskiej częstotliwości nie są takie same, jak skutki oddziaływania pól o wyższych częstotliwościach: pola o niskiej częstotliwości pobudzają nerwy i mięśnie, natomiast pola o wysokiej częstotliwości powodują ogrzanie.

Na podstawie sposobu oddziaływania pól elektromagnetycznych na ludzi można je podzielić na cztery szerokie zakresy (rys. B1): pola o częstotliwościach w zakresie 0–1 Hz (pola statyczne); pola o częstotliwościach w zakresie 1 Hz – 100 kHz (pola niskich częstotliwości); pola o częstotliwościach w zakresie 100 kHz – 10 MHz (pola częstotliwości pośrednich); oraz pola o częstotliwości powyżej 10 MHz (pola wysokich częstotliwości). Powyżej kilku GHz ogrzanie jest coraz bardziej ograniczone do powierzchni ciała.

W dyrektywie o polach elektromagnetycznych określono, że skutki powstające w wyniku oddziaływania na układ nerwowy to skutki nietermiczne, natomiast skutki ogrzania powstające w wyniku narażenia na działanie pól o częstotliwościach powyżej 100 kHz to skutki termiczne.

Rysunek B1 – Schemat najważniejszych skutków bezpośrednich działania pola elektromagnetycznego przedstawiający główne wartości graniczne częstotliwości wykorzystane do określenia granicznych poziomów oddziaływania i interwencyjnych poziomów narażenia w dyrektywie o polach elektromagnetycznych



Wielkość reakcji przy jakiegokolwiek określonej częstotliwości zależy od natężenia pola – słabsze pola wywołują głównie skutki zakłócające postrzeganie lub percepcję zmysłową,

a silniejsze pola powodują poważniejsze reakcje. Aby miała miejsce jakakolwiek reakcja, przy dowolnej częstotliwości konieczne jest przekroczenie wartości progowej narażenia.

Dyrektywa o polach elektromagnetycznych chroni narażonych pracowników, zapewniając serię granicznych poziomów oddziaływania (GPO). W odniesieniu do każdego zakresu częstotliwości określono niższą wartość ograniczającą skutki zakłócające percepcję zmysłową i wyższą wartość pozwalającą na ograniczenie skutków dla zdrowia (zob. tabela B1). Wartości te określono na podstawie zaleceń Międzynarodowej Komisji Ochrony przed Promieniowaniem Niejonizującym (ICNIRP) i uwzględniają one jedynie krótkotrwałe skutki narażenia oparte na solidnych mechanizmach oddziaływania biofizycznego.

Tabela B1 – Podsumowanie istotnych skutków dla zdrowia i skutków zakłócających percepcję zmysłową, które posłużyły do celów ograniczenia poziomów narażenia w różnych zakresach częstotliwości

Pole i częstotliwość	Skutki zakłócające percepcję zmysłową	Skutki dla zdrowia
Pole magnetostatyczne 0–1 Hz	Zawroty głowy, mdłości, metaliczny posmak w ustach	Zmiany przepływu krwi w kończynach, zmiany funkcji mózgu Zmiany czynności serca
Pola niskich częstotliwości 1 Hz – 10 MHz	Fosfeny (postrzegane jako błyski światła) (niewielkie zmiany funkcji mózgu 1–400)	Uczucie mrowienia lub bólu (stymulacja nerwów) Drżenie mięśni Zakłócony rytm serca
Pola wysokich częstotliwości 100 kHz – 6 GHz	Efekt słyszenia mikrofali (200 MHz – 6,5 GHz)	Przeżranie lub oparzenia całego ciała lub jego części
Pola wysokich częstotliwości 6 – 300 GHz		Miejscowe uszkodzenie oczu lub skóry przez wysoką temperaturę

Uwaga: skutki oddziaływania pól częstotliwości pośrednich (100 kHz – 10 MHz) stanowią połączenie skutków oddziaływania pól niskiej i wysokiej częstotliwości.

Mimo że zawsze istnieje możliwość, że powtarzające się, długotrwałe narażenie może powodować pewne niezidentyfikowane jeszcze zagrożenia dla zdrowia, dyrektywa o polach elektromagnetycznych stanowi, że nie obejmuje żadnych sugerowanych skutków odległych.

B.2 Pole magnetostatyczne (0–1 Hz)

Osoby pozostające w bezruchu ogólnie nie są narażone na działanie pól magnetostatycznych, może z wyjątkiem przypadków oddziaływania bardzo wysokiego natężenia, gdy może wystąpić wpływ na pracę serca lub mózgu (zob. tabela B1). Skutki występują jednak, gdy osoby poruszają się w obrębie działania tych pól. Ruch skutkuje wytwarzaniem się pól elektrycznych w tkankach, które mogą wywierać wpływ na tkanki układu nerwowego. Pewne ostatnie wyniki sugerują, że skutki te mogą również występować u osób przebywających w bezruchu. Wielkość indukowanych pól elektrycznych zależy od gradientów czasowych i przestrzennych.

Szczególnie wrażliwe są znajdujące się w uchu narządy odpowiadające za równowagę; przechodzenie przez obszar oddziaływania pola lub wykonywanie szybkich ruchów głową w czasie przebywania w polu powoduje zawroty głowy. Narażony może być również język i mogą być odczuwane wrażenia smakowe; podczas pracy w pobliżu działającego sprzętu do obrazowania metodą rezonansu magnetycznego

odnotowywano przypadki wystąpienia mdłości i innych objawów. Wszystkie wspomniane skutki są przejściowe i ustępują, gdy ruch zostanie zatrzymany lub zwolniony.

Nie istnieją żadne dowody potwierdzające, że narażenie powoduje jakiegokolwiek trwałe uszkodzenia lub poważne niekorzystne skutki. Wykonywanie powolnych ruchów w polu pomoże zapobiec wystąpieniu wspomnianych skutków, a ograniczenie indukcji magnetycznej pola pierwotnego do 2 T zapewni pracownikowi ochronę.

B.3 Pola niskich częstotliwości (1 Hz – 100 kHz)

B.3.1 Pola elektryczne niskich częstotliwości

Oddziaływanie pól elektrycznych niskich częstotliwości na powierzchnię ciała może wytworzyć pola elektryczne w tkankach ciała. Powierzchnia ciała ludzkiego zapewnia jednak wysoki stopień ochrony, dzięki czemu natężenie pola indukowanego w ciele jest znacznie niższe niż natężenie pola zewnętrznego.

Zasadniczo indukowane pola elektryczne mogą wywoływać podobne skutki jak pola indukowane poprzez narażenie na pola magnetyczne niskich częstotliwości (zob. sekcja B3.2). W wyniku ekranowania indukowane pole elektryczne jest jednak zazwyczaj zbyt niskie, aby wywoływać niekorzystne skutki w przypadku oddziaływania typowych pól elektrycznych występujących w miejscu pracy.

Ponadto pola elektryczne niskich częstotliwości wywołują inny skutek niezobserwowany w przypadku pól magnetycznych. Pracownik może doświadczyć uczucia kłucia lub mrowienia na skórze stojąc w polu elektrycznym o wystarczającym natężeniu; tego samego uczucia można czasami doznać stojąc pod linią wysokiego napięcia w suchy dzień. Dzieje się tak, ponieważ pole elektryczne niskich częstotliwości powoduje wystąpienie ładunku elektrycznego na powierzchni ciała, a taki ładunek elektryczny sprawia, że włoski na skórze poruszają się i drgają (z częstotliwością dwukrotnie wyższą niż pole niskiej częstotliwości). Podobne odczucia mogą wystąpić podczas drgań włosków przy styczności z ubraniem.

B.3.2 Pola magnetyczne niskich częstotliwości

Pola magnetyczne niskich częstotliwości wywołują powstawanie w ciele człowieka pól elektrycznych, które mogą powodować stymulację narządów zmysłów przy niższych natężeniach pól lub stymulację nerwów i mięśni (w szczególności w ramionach i nogach) w silniejszych polach. Skutki dla narządów zmysłów nie są szkodliwe, lecz mogą być denerwujące lub rozprasające dla pracowników, natomiast skutki oddziaływania silniejszych pól mogą być nieprzyjemne, a nawet bolesne.

Różne tkanki wykazują szczytową wrażliwość na różne częstotliwości, w związku z czym odczuwane skutki zmieniają się wraz z częstotliwością.

Tabela B2 – Miejsca oddziaływania i wartości szczytowej wrażliwości w odniesieniu do różnych skutków

Skutek	Miejsce działania	Wrażliwość szczytowa (Hz)
Metaliczny posmak w ustach	Receptory w języku	< 1Hz
Zawroty głowy, mdłości Stymulacja nerwów i mięśni	Ucho wewnętrzne (układ przedsionkowy) Indukowane przepływem krwi pola elektryczne w tkankach	< 0,1–2 Hz
Fosfeny	Komórki siatkówki oka	~ 20 Hz
Wrażenie dotykowe i uczucie bólu Wywołanie skurczu mięśni Wpływ na pracę serca	Nerwy obwodowe Nerwy obwodowe i mięśnie Serce	~ 50 Hz

Oczy wydają się bardzo wrażliwe na skutki oddziaływania indukowanych pól elektrycznych, a najczęściej zgłaszanym skutkiem są fosfeny, czyli przelotne, migotliwe wrażenia wzrokowe na krawędzi pola widzenia (nieco podobny skutek może wywoływać delikatne masowanie zamkniętych oczu). Ograniczenie oddziaływania indukowanego pola elektrycznego w układzie nerwowym przyczyni się do zapobieżenia tym skutkom i zapewni ochronę pracownika.

Takie skutki związane z naładowaniem powierzchni nie ograniczają się jednak do ludzi; wszelkie przedmioty metalowe lub przewodzące, takie jak pojazdy lub ogrodzenia, które nie są elektrycznie uziemione, również mogą zostać naładowane przez pole elektryczne. Każda osoba, która dotknie tych przedmiotów, dozna lekkiego elektrowstrząsu. Podczas gdy jeden elektrowstrząs może być zaskoczeniem, doznawanie powtarzalnych elektrowstrząsów na skutek dotykania przedmiotu może być co najmniej denerwujące. Porażenie prądem jest również możliwe wtedy, gdy osoba nieuziemiona dotknie przedmiotu uziemionego. W celu zapewnienia odpowiedniej ochrony konieczne może być zorganizowanie specjalnych szkoleń dla osób pracujących w takich warunkach, jak również wprowadzenie stosownych kontroli uziemienia przedmiotów i pracowników oraz stosowanie obuwia i rękawic wykonanych z materiałów izolacyjnych oraz odzieży ochronnej.

B.4 Pola częstotliwości pośrednich

Pola częstotliwości pośrednich stanowią strefę przejściową między polami niskiej częstotliwości a polami wysokiej częstotliwości. W tym zakresie zachodzi stopniowa zmiana od skutków zakłócających pracę układu nerwowego do skutków ogrzania, przy czym te pierwsze występują przeważnie przy częstotliwości 100 kHz, a te drugie przy częstotliwości 10 MHz.



Główne przesłanie: pola częstotliwości pośrednich

W niniejszym poradniku pola częstotliwości pośrednich określa się jako pola o częstotliwościach w zakresie 100 kHz – 10 MHz, które mogą wywoływać zarówno skutki nietermiczne, jak i skutki termiczne.

Gdzie indziej mogą być stosowane inne definicje pól częstotliwości pośrednich. Przykładowo Światowa Organizacja Zdrowia definiuje pola częstotliwości pośrednich jako pola o częstotliwościach w przedziale 300 Hz – 10 MHz.

B.5 Pola wysokich częstotliwości

Narażenie osób na pola o częstotliwościach powyżej 100 kHz powoduje ogrzanie na skutek pochłaniania energii. W zależności od sytuacji może to powodować ogrzanie całego ciała lub miejscowe ogrzanie części ciała, np. kończyn lub głowy.

Zdrowe osoby dorosłe zazwyczaj są w stanie bardzo skutecznie regulować ogólną temperaturę ciała i zachowywać równowagę między mechanizmami wytwarzania ciepła a mechanizmami utraty ciepła. Normalne mechanizmy utraty ciepła mogą jednak nie być w stanie radzić sobie w sytuacji, w której szybkość, z jaką energia jest pochłaniana, jest zbyt duża, co prowadzi do stopniowego i stałego wzrostu temperatury ciała o około 1°C lub więcej, wywołując stres cieplny. Będzie to miało nie tylko szkodliwy wpływ na zdolność pracownika do bezpiecznego wykonywania pracy – długotrwałe podwyższenie temperatury wewnątrz ciała o kilka stopni lub więcej może być także bardzo niebezpieczne.

Ograniczenie szybkości pochłaniania energii (szybkości pochłaniania właściwego energii – SAR) pozwoli zapobiec wszelkim zaburzeniom związanym z ciepłem i zapewnić ochronę pracownika. Ponieważ ogrzanie nie jest natychmiastowe, a ciało może radzić sobie z wyższymi temperaturami przez krótkie okresy, graniczne poziomy oddziaływania są uśrednione w okresie sześciu minut. Dzięki temu pracownicy mogą być narażeni na wyższe wartości SAR przez krótkie okresy pod warunkiem, że średnia wartość nie jest przekroczona.

Ponadto graniczne poziomy oddziaływania są dostatecznie ostrożnie określone, aby uwzględnić inne czynniki, które mogą wpłynąć na regulację temperatury, takich jak wysoki udział pracy ręcznej lub praca w wysokich temperaturach i w otoczeniu o podwyższonej wilgotności, nie było konieczne.

W wielu sytuacjach przemysłowych poziom narażenia nie będzie jednakowy, a energia będzie pochłaniana tylko przez niektóre części ciała, takie jak dłonie i nadgarstki. Jeśli w takich sytuacjach zastosować poziom dotyczący całego ciała, wówczas istnieje możliwość wystąpienia termicznego uszkodzenia w narażonych miejscach (ponieważ pochłonięta energia będzie skoncentrowana w znacznie mniejszej masie tkanki). W związku z tym w dyrektywie o polach elektromagnetycznych określono również wartości graniczne poziomów narażenia części ciała.

Wartości te określono w celu zapobieżenia nadmiernemu ogrzewaniu części ciała wrażliwych na ciepło, tj. (siatkówki) oka i jąder (u mężczyzn). Wiadome jest również, że rozwijający się płód jest szczególnie wrażliwy na skutki hipertermii występującej u matki, zatem pracownicy w ciąży należy traktować jako osoby szczególnie zagrożone.

Przy najwyższych częstotliwościach, tj. 6 GHz i powyżej, pola nie przenikają w znaczącym stopniu w głąb ciała, a ogrzewanie w dużej mierze ogranicza się do skóry. Ochronę zapewnia się poprzez ograniczenie energii pochłanianej przez niewielkie obszary skórne.

Pulsacyjne pola częstotliwości radiowych mogą powodować zakłócenie percepcji zmysłowej polegające na „słyszaniu mikrofal”. Osoby dobrze słyszające mogą wyczuwać pola z modulacją impulsów o częstotliwościach w przedziale około 200 MHz – 6,5 GHz. Takie odczucia zazwyczaj można opisać jako brzęczenie, klikanie lub trzaski, w zależności od parametrów modulacji pola. Czas trwania impulsów umożliwiających wycucie pola zazwyczaj sięga kilkudziesięciu mikrosekund.

Podobnie jak w przypadku pól elektrycznych wysokich częstotliwości, istnieje ryzyko porażenia prądem lub oparzenia, jeśli osoba przebywająca w polu wysokich częstotliwości dotknie przewodzącego przedmiotu. Ryzyko to również zostało uwzględnione w dyrektywie o polach elektromagnetycznych.

DODATEK C

WIELKOŚCI I JEDNOSTKI POLA ELEKTROMAGNETYCZNEGO

Zagrożenia związane z oddziaływaniem pól elektromagnetycznych zależą przede wszystkim od częstotliwości i natężenia pola. W celu dokonania oceny zagrożenia związanego z oddziaływaniem konkretnego pola elektromagnetycznego konieczne jest zapewnienie możliwości określenia cech tego pola pod względem ustalonych wielkości fizycznych. Wielkości użyte w dyrektywie o polach elektromagnetycznych opisano w poniższych sekcjach.

Wielkości dotyczące pola elektromagnetycznego mogą być wyrażone w różny sposób. W szczególności ma to miejsce w przypadku wyświetlaczy przyrządów pomiarowych, na których miejsce jest czasami ograniczone. Zapoznanie się z różnymi formami prezentacji jednostek pozwoli na lepsze wykorzystywanie wszelkich dostarczanych informacji. Poniżej przedstawiono kilka przykładów:

- do celów określania skali wielkości jednostki można stosować przedrostki, zatem wielkości 1 volt, 1 V, 1000 mV i 1 000 000 μ V reprezentują tę samą wartość. Najczęściej stosowane przedrostki przedstawiono w tabeli C1;
- stosowanie liczbowego indeksu górnego lub znaku potęgi po liczbie lub jednostce oznacza potęgę, do której dana wartość jest podniesiona. W związku z tym przykładowo „m²” oznacza metry kwadratowe i zastosowanie tej jednostki wskazuje na fakt, że mierzona jest powierzchnia;
- jednostki mogą być wyrażone w różny sposób. Dlatego też wielkości 100 woltów na metr, 100 V/m, 100 V·m⁻¹ 100 Vm⁻¹ i 100 Vm⁻¹ reprezentują tę samą wartość.

Tabela C1 – Przedrostki stosowane w przypadku jednostek SI

Nazwa	Symbol	Współczynnik skalowania
Tera	T	10 ¹² lub 1 000 000 000 000
Giga	G	10 ⁹ lub 1 000 000 000
Mega	M	10 ⁶ lub 1 000 000
Kilo	k	10 ³ lub 1 000
Mili	m	10 ⁻³ lub 0,001
Mikro	μ	10 ⁻⁶ lub 0,000 001
Nano	n	10 ⁻⁹ lub 0,000 000 001



Główne przesłanie: zapis stosowany w dyrektywie o polach elektromagnetycznych

Jednostki mogą być wyrażone przy zastosowaniu różnych formatów. W dyrektywie o polach elektromagnetycznych jednostki są wyrażone w formacie Vm⁻¹. Zapis ten jest również stosowany w niniejszym poradniku.

W dyrektywie o polach elektromagnetycznych odstąpiono od przyjętej w nauce konwencji, stosując przecinek do oddzielania części dziesiętnych.

C.1 Częstotliwość (f)

Interwencyjne poziomy narażenia (IPN) i graniczne poziomy oddziaływania (GPO) podane w dyrektywie o polach elektromagnetycznych określono zgodnie z częstotliwością pola elektromagnetycznego. Częstotliwość zazwyczaj oznacza się literą f .

Częstotliwość pola elektromagnetycznego określa ile razy grzbiet fali elektromagnetycznej przejdzie przez określony punkt w ciągu sekundy. Oznacza liczbę cykli na sekundę i stanowi podstawową właściwość fali.

Jednostką częstotliwości jest herc (Hz).

Częstotliwość jest ściśle powiązana z długością fali pola elektromagnetycznego, oznaczanej symbolem λ . Długość fali jest mierzona w metrach (m).

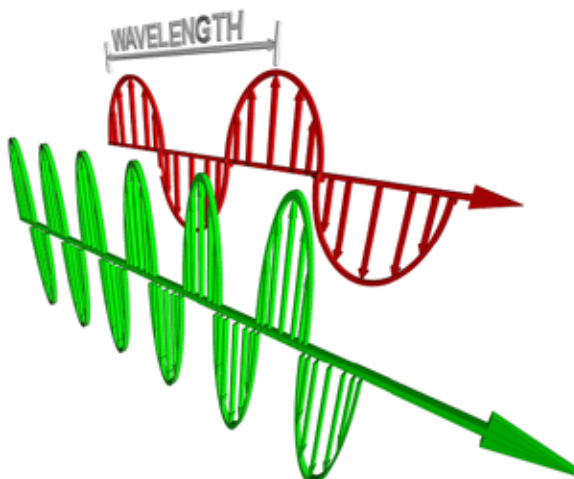
Liczba grzbietów fali przechodzących przez dany punkt w ciągu sekundy zależy od długości fali, ponieważ w próżni wszystkie fale elektromagnetyczne rozchodzą się z taką samą prędkością. W związku z tym pola o dłuższych falach będą miały niższe częstotliwości (rys. C1).

Częstotliwość jest powiązana z długością fali w wyrażeniu:

$$f = \frac{c}{\lambda}$$

gdzie c oznacza prędkość światła w próżni ($3,0 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$).

Rysunek C1 – Fale elektromagnetyczne z zaznaczoną długością fali. Dłuższa fala ma niższą częstotliwość (czerwona), a krótsza fala ma wyższą częstotliwość (zielona)



C.2 Natężenie pola elektrycznego (E)

Natężenie pola elektrycznego w danym punkcie jest równe sile działającej na jednostkowy dodatni ładunek umieszczony w tym punkcie. Jest to wielkość wektorowa posiadająca zarówno skalę, jak i kierunek. Natężenie pola elektrycznego można porównać do zbocza wzgórza. Im większe pochylenie, tym większa siła powodująca staczanie się przedmiotów. W przypadku pola elektrycznego, im większe natężenie pola elektrycznego, tym większa siła będzie oddziaływała na naładowaną cząsteczkę.

Natężenie pola elektrycznego zazwyczaj oznacza się literą E i wyraża się w voltach na metr (Vm^{-1}).

Pola elektromagnetyczne mogą występować zarówno na zewnątrz, jak i wewnątrz ciała. IPN dotyczące pól elektrycznych o częstotliwościach poniżej 10 MHz i pól elektromagnetycznych o częstotliwościach powyżej 100 kHz są określone w przeliczeniu na zewnętrzne natężenie pola elektrycznego. GPO dotyczące skutków nietermicznych przedstawionych w załączniku II do dyrektywy o polach elektromagnetycznych są określone w przeliczeniu na natężenie pola elektrycznego wewnątrz ciała.

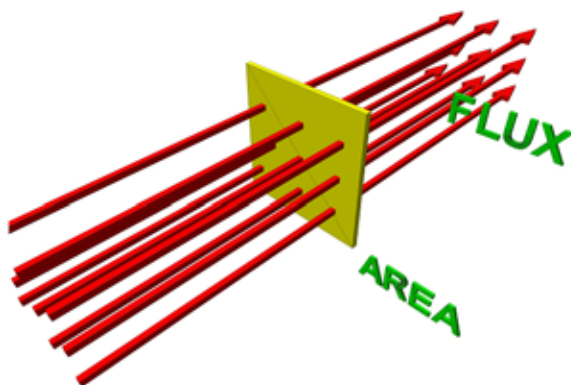
C.3 Indukcja magnetyczna (B)

Indukcja magnetyczna jest miarą strumienia indukcji magnetycznej przechodzącego przez dany obszar (rys. C2). Indukcja magnetyczna jest większa, jeżeli w danym obszarze występuje więcej linii pola, tj. gęstość linii strumienia jest wysoka. Wynikiem indukcji magnetycznej jest siła działająca na ładunki w ruchu.

Indukcja magnetyczna jest miarą „wielkości magnetyzmu”. Jest wielkością skalarną, która uwzględnia natężenie i zakres pola magnetycznego.

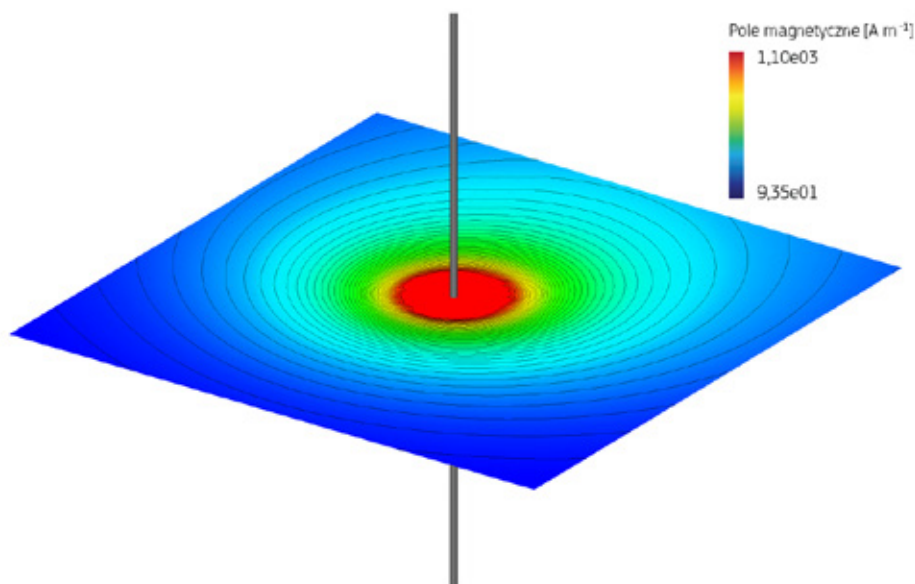
Indukcję magnetyczną zazwyczaj oznacza się literą B i wyraża się w teslach (T).

Rysunek C2 – Strumień indukcji magnetycznej (czerwony) przechodzący przez określony obszar (żółty). Indukcja magnetyczna określa liczbę strumieni indukcji magnetycznej na jednostkę powierzchni, a jej jednostką jest tesla



GPO dotyczące narażenia na oddziaływanie pól o częstotliwościach w zakresie 0–1 Hz są określone w przeliczeniu na wartości indukcji magnetycznej, podobnie jak IPN dla pól magnetycznych o częstotliwościach w zakresie 1 Hz – 10 MHz i pól elektromagnetycznych o częstotliwościach powyżej 100 kHz.

Rysunek C3 – Rozkład przestrzenny natężenia pola magnetycznego kabla o częstotliwości 50 Hz przewodzącego prąd o natężeniu 70 A



C.4 Natężenie pola magnetycznego (H)

Podobnie jak indukcja magnetyczna, natężenie pola magnetycznego jest miarą wielkości pola magnetycznego. Natężenie pola magnetycznego oznacza się literą H i wyraża się w amperach na metr (Am^{-1}). Chociaż natężenie pola magnetycznego nie jest stosowane w dyrektywie o polach elektromagnetycznych, jest wielkością stosowaną w wytycznych ICNIRP i wiele urzędów do pomiaru pola magnetycznego podaje wyniki wyrażone za pomocą tej wielkości.

W swobodnej przestrzeni wartość natężenia pola magnetycznego można przeliczyć na odpowiadającą jej wartość indukcji magnetycznej za pomocą następującego wzoru:

$$B [\mu\text{T}] \approx H \times 1,25 [\text{Am}^{-1}]$$

Zatem, jeśli H wynosi 800 Am^{-1} ,

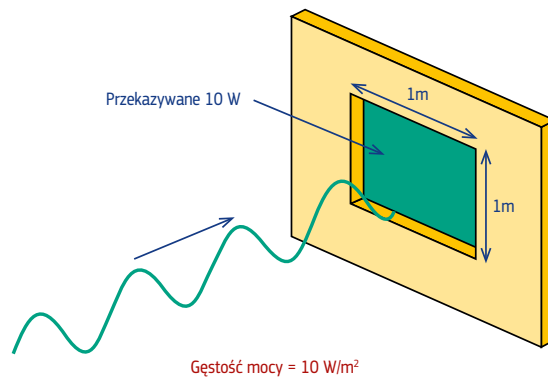
wówczas B jest równe około $800 \times 1,25 \mu\text{T} = 1000 \mu\text{T} = 1 \text{ mT}$

C.5 Gęstość mocy częstotliwości radiowych (S)

Przy bardzo wysokich częstotliwościach (powyżej 6 GHz), przy których głębokość wnikania do ciała jest mała, zarówno GPO, jak i IPN są przedstawione jako gęstość mocy i mają taką samą wartość liczbową. Gęstość mocy określa się jako moc promieniowania mierzona w watach, docierająca do powierzchni mierzonej w metrach kwadratowych. Gęstość mocy oznacza się symbolem S i wyraża w watach na metr kwadratowy (Wm^{-2}).

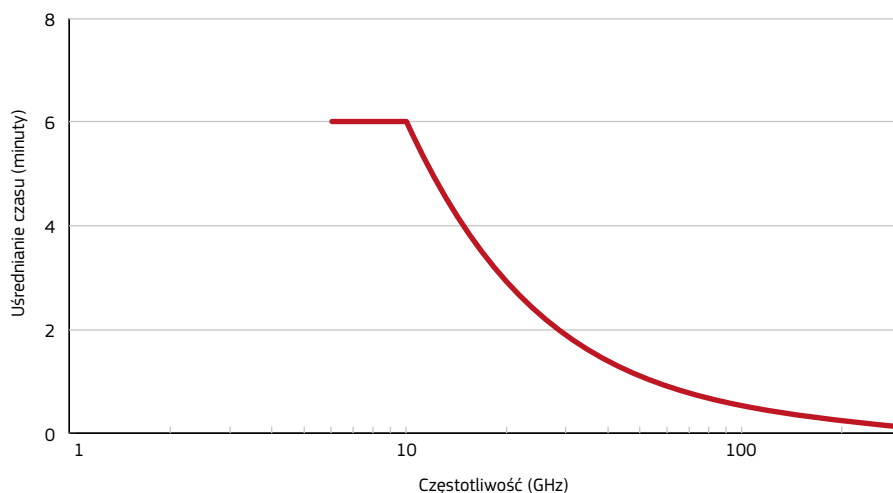
Przy dokonywaniu porównania gęstości mocy z odpowiednim GPO i IPN, jej wartość można uśrednić na dowolnych 20 cm^2 narażonej powierzchni, przy czym wartość gęstości mocy uśredniona na każdym 1 cm^2 narażonej powierzchni nie powinna przekraczać 20-krotnej wartości GPO lub IPN (tj. 1000 Wm^{-2}).

Rysunek C4 – Gęstość mocy jako moc promieniowania na jednostkę powierzchni



Wartość gęstości mocy można również uśrednić w okresie zależnym od częstotliwości promieniowania. Wzór do obliczenia takiego okresu zawarto w uwagach A3-1 i B1-4 w załączniku III do dyrektywy o polach elektromagnetycznych i przedstawiono graficznie na rys. C5.

Rysunek C5 – Wykres przedstawiający w jaki sposób uśrednianie czasu w odniesieniu do gęstości mocy zależy od częstotliwości



C.6 Szybkość pochłaniania właściwego energii (SAR)

Szybkość pochłaniania właściwego energii (SAR) pozwala na ilościowe określenie szybkości, z jaką jednostka masy tkanki w ciele pochłania energię pochodzącą z promieniowania elektromagnetycznego. Szybkość pochłaniania energii wiąże się ze skutkami termicznymi oddziaływania pola elektromagnetycznego.

Szybkość pochłaniania właściwego energii jest wyrażona w watach na kilogram (Wkg^{-1}).

Szybkość pochłaniania właściwego energii jest przydatna do szacowania wzrostów temperatury ciała wynikających z narażenia całego ciała. W tym przypadku SAR jest uśredniana względem masy całego ciała pracownika. W miarę jak SAR się zwiększa, zwiększa się również możliwość ogrzania tkanek, a zatem wystąpienia niepożądanych skutków dla zdrowia. SAR uśredniony względem całego ciała jest zazwyczaj najwyższy

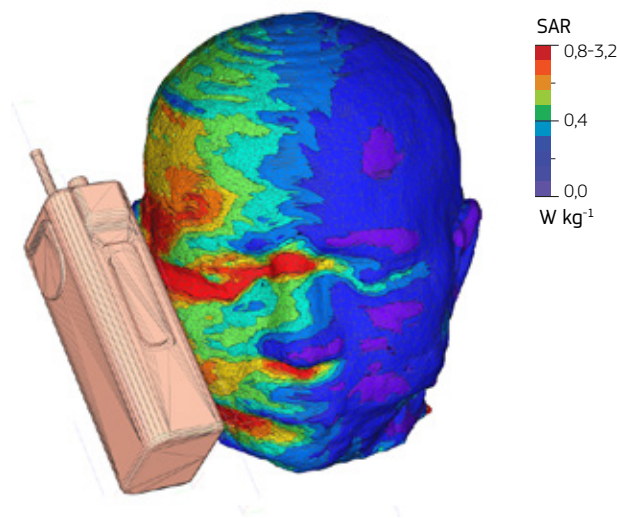
przy częstotliwości rezonansowej ciała pracownika. Częstotliwość rezonansowa zależy od rozmiarów i kształtu ciała człowieka oraz jego położenia względem docierającego do nich pola elektromagnetycznego. W przypadku pracownika o średnim wzroście i średniej wadze rezonans występuje przy częstotliwości około 65 MHz, w momencie gdy pracownik jest odizolowany od uziemienia elektrycznego, a pola docierające są spolaryzowane pionowo.

Miejscowy SAR ma zastosowanie w przypadku gdy pochłanianie docierającego pola elektromagnetycznego zachodzi na niewielkim obszarze ciała, np. w głowie, wystawionym na działanie słuchawki radiowego systemu TETRA (rys. C6). Wartość miejscowego SAR jest uśredniona względem 10 g masy zwartej lub spójnej tkanki w ciele ludzkim. SAR uśredniony względem 10 g zwartej tkanki dokładniej odwzorowuje miejscowe pochłanianie energii i stanowi lepszą miarę rozkładu SAR w ciele ludzkim.

Gdy tkanki ciała pochłaniają energię pochodzącą z promieniowanego pola, mija pewien czas, zanim osiągną równowagę cieplną. Z tego powodu zarówno SAR dotyczący całego ciała, jak i SAR miejscowy są uśrednione w określonym okresie (sześciu minut).

Górne graniczne poziomy oddziaływania dotyczące narażenia na działanie pola elektromagnetycznego o częstotliwości w zakresie 100 kHz – 6 GHz są określone w przeliczeniu na wartości SAR dotyczącego całego ciała i SAR miejscowego.

Rysunek C6 – Rozkład szybkości pochłaniania właściwego energii (SAR) w głowie w wyniku narażenia na oddziaływanie słuchawki radiowego systemu TETRA (Terrestrial Trunked Radio) o częstotliwości 380 MHz



C.7 Energia pochłonięta (SA)

Energię pochłoniętą (SA) definiuje się jako energię pochłoniętą w jednostce masy tkanki biologicznej, wyrażoną w dżulach na kilogram (Jkg^{-1}). W dyrektywie o polach elektromagnetycznych wielkość ta jest używana w celu określenia wartości granicznych dotyczących skutków impulsowego promieniowania mikrofalowego.

Dolne graniczne poziomy oddziaływania dotyczące narażenia na działanie pola elektromagnetycznego o częstotliwości w zakresie 300 MHz – 6 GHz są przedstawione w dyrektywie jako wartości miejscowej SA uśrednionej względem 10 g tkanki.

C.8 Prąd kontaktowy (I_C)

Kontakt z pasywnymi przedmiotami przewodzącymi w polach elektromagnetycznych może skutkować powstawaniem prądów w ciele, które mogą spowodować porażenie i oparzenia lub miejscowe ogrzanie. Aby ograniczyć możliwości wystąpienia tego skutku ustalono interwencyjne poziomy narażenia. Prądy kontaktowe oznacza się jako I_C i wyraża w miliamperach (mA).

C.9 Prąd kończynowy (I_L)

Indukowany prąd kończynowy jest to prąd elektryczny odprowadzany do ziemi od osoby narażonej na działanie pola elektrycznego, lecz niedotykającej przedmiotu przewodzącego. Prąd ten może być mierzony za pomocą oporowego miernika cęgowego wokół kończyny (rys. C7) lub poprzez dokonanie pomiaru prądu przepływającego do ziemi. Prąd kończynowy oznacza się jako I_L i wyraża w miliamperach (mA).

Rysunek C7 – Zastosowanie amperomierza cęgowego do pomiaru prądu kończynowego podczas używania zgrzewarki dielektrycznej pracującej na częstotliwości 27 MHz



DODATEK D

OCENA NARAŻENIA

Niniejszy dodatek zapewnia pracodawcom przegląd procesu oceny narażenia zawodowego w odniesieniu do dyrektywy o polach elektromagnetycznych z uwzględnieniem szczególnych ustaleń związanych z narażeniem na działanie różnych częstotliwości i narażeniem niejednorodnym. Celem tego dodatku nie jest określenie szczegółowych protokołów oceny dotyczących badania konkretnych elementów urządzeń lub procesów w miejscu pracy. W odpowiednim czasie CENELEC i inne organy normalizacyjne opracują standardy techniczne do tych celów.

Pola elektromagnetyczne są złożonymi czynnikami fizycznymi zależnymi od czasu i przestrzeni. W zależności od konkretnej sytuacji w miejscu pracy narażenie może być zdominowane przez część fali będącą polem elektrycznym lub magnetycznym. Fala może oscylować z jedną częstotliwością lub składać się z wielu częstotliwości o nieregularnych oscylacjach lub impulsach. Częstotliwość i amplituda mogą również zmieniać się w czasie w trakcie cyklu operacyjnego.

W pewnych sytuacjach przemysłowych konieczne będzie dokonywanie pomiarów na potrzeby porównania z interwencyjnymi poziomami narażenia (IPN) określonymi w dyrektywie o polach elektromagnetycznych, a w nielicznych sytuacjach konieczne będzie odwołanie się do zastosowania technik obliczeniowych w celu przeprowadzenia oceny narażenia w odniesieniu do granicznych poziomów oddziaływania (GPO) określonych w dyrektywie o polach elektromagnetycznych. Ogólnie bardziej skomplikowane metody oceny wymagają więcej czasu i są bardziej kosztowne, lecz zapewniają lepsze dane szacunkowe dotyczące narażenia, które mogą pozwolić na zmniejszenie odległości gwarantujących zgodność.

Niezależnie od sytuacji w ocenie będzie należało uwzględnić najgorszy scenariusz narażenia w celu ustalenia, czy dane miejsce jest zgodne z przepisami dyrektywy o polach elektromagnetycznych.

D.1 Ocena narażenia – zasady ogólne

Rysunki D1 (skutki nietermiczne) i D2 (skutki termiczne) oraz sekcje D1.1–D1.3 przedstawiają możliwe podejście do oceny zgodności obejmującej trzy główne etapy. W odniesieniu do pól elektromagnetycznych niskich częstotliwości i wysokich częstotliwości wymaga się zastosowania różnych podejść, aby uwzględnić różne sposoby oddziaływania tych pól na ludzi.

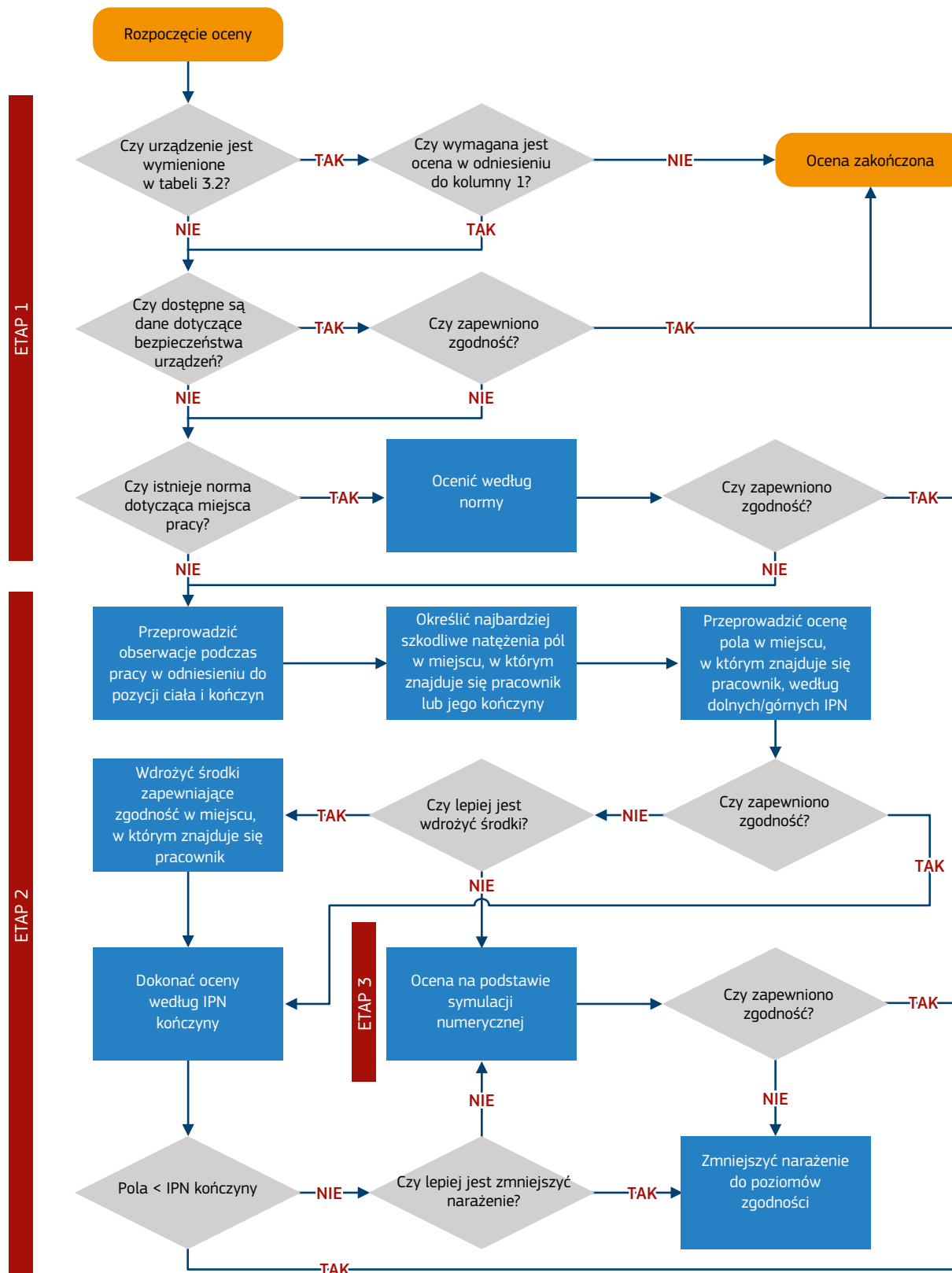
D.1.1 Etap 1 – ocena wstępna

W celu wykazania zgodności z przepisami dyrektywy o polach elektromagnetycznych pracodawcy są uprawnieni do korzystania z danych lub baz danych producentów dotyczących ocen ogólnych, jeśli takie informacje są dostępne. Ogólnie powinno to umożliwić pracodawcom przeprowadzanie ocen we własnym zakresie, minimalizując potrzebę korzystania ze specjalistycznych źródeł pomocy, takich jak organizacje ds. bezpieczeństwa, firmy doradcze i instytucje badawcze.

Pierwszym krokiem jest zidentyfikowanie i sporządzenie wykazu wszystkich urządzeń, sytuacji i czynności w miejscu pracy, które mogą powodować wytwarzanie pól elektromagnetycznych. Następnie należy zastanowić się, które z nich są zgodne z przepisami dyrektywy o polach elektromagnetycznych i które wymagają bardziej szczegółowej (etap 2 lub etap 3) oceny. Można to zrobić poprzez dokonanie porównania z tabelą w rozdziale 3.

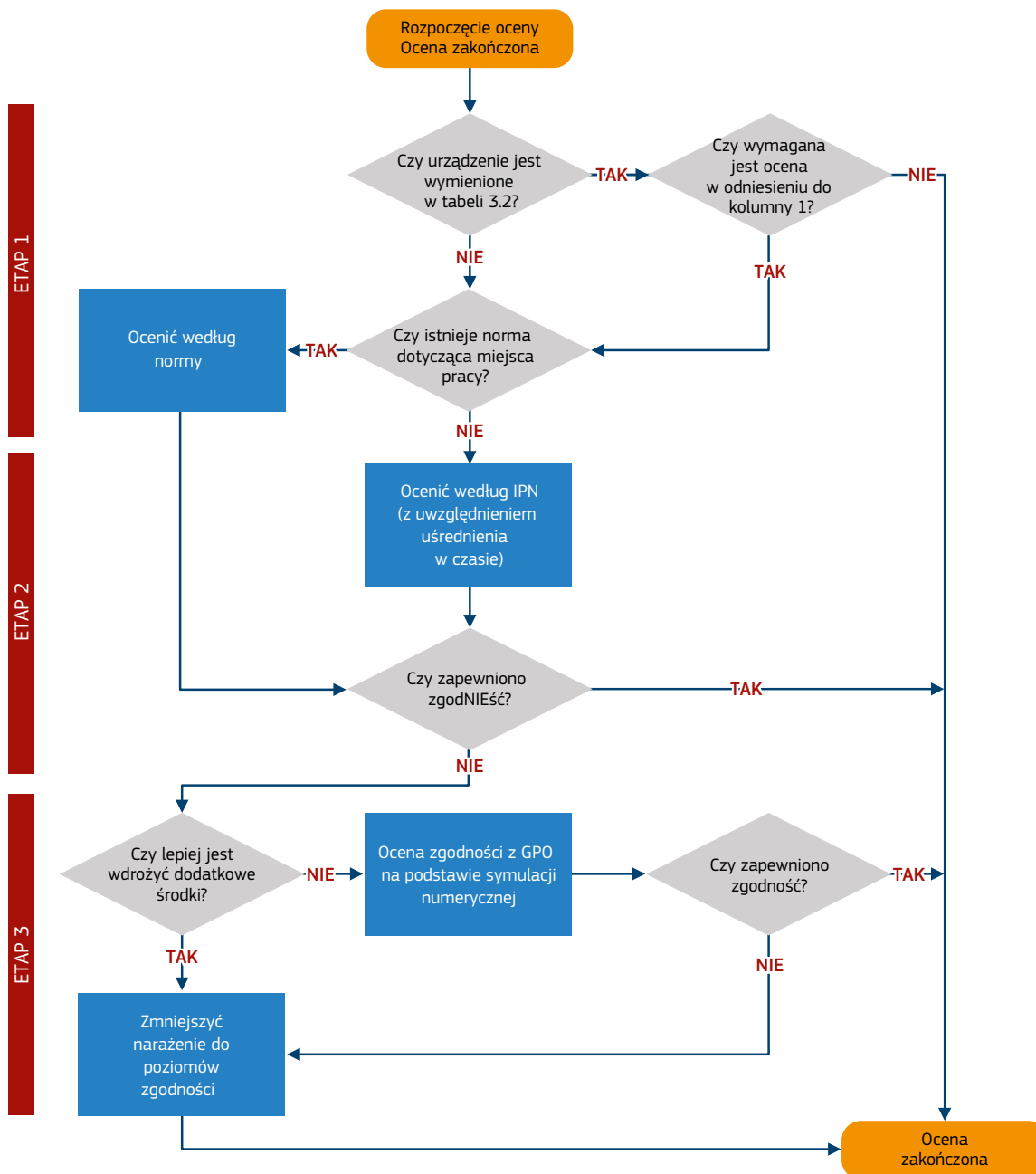
Większość urządzeń, czynności i sytuacji nie będzie wymagała oceny na etapie 2 lub 3, ponieważ pola nie będą wytwarzane w ogóle lub poziomy ich natężenia będą bardzo niskie.

Rysunek D1 – Schemat przedstawiający różne etapy oceny pól elektromagnetycznych w miejscu pracy w odniesieniu do skutków nietermicznych



Uwaga: Powyższy schemat odnosi się do IPN i GPO dotyczących skutków nietermicznych określonych w załączniku II do dyrektywy o polach elektromagnetycznych. Ocenę należy przeprowadzić oddzielnie w odniesieniu do pól elektrycznych i magnetycznych.

Rysunek D2 – Schemat przedstawiający różne etapy oceny pól elektromagnetycznych w miejscu pracy w odniesieniu do skutków termicznych



Uwaga: Powyższy schemat odnosi się do skutków termicznych określonych w załączniku III do dyrektywy o polach elektromagnetycznych. Ocenę należy przeprowadzić oddzielnie w odniesieniu do pól elektrycznych i magnetycznych.

Producenci maszyn mają określone obowiązki wynikające z dyrektywy w sprawie maszyn (zob. dodatek G) polegające na dostarczaniu informacji o potencjalnie niebezpiecznych polach wytwarzanych przez produkowane przez nich urządzenia. Producenci urządzeń nie mają jednak żadnego obowiązku wykazywania zgodności w ramach dyrektywy o polach elektromagnetycznych. Mimo to wielu producentów prawdopodobnie dostrzeże korzyść

handlową w dostarczaniu informacji, jakich potrzebują ich klienci, aby umożliwić im wykazanie zgodności z przepisami dyrektywy o polach elektromagnetycznych.

Prawdopodobne jest, że w przyszłości zostaną opracowane standardy do celu wykazywania zgodności z przepisami dyrektywy o polach elektromagnetycznych. Chociaż standardy te będą miały charakter raczej informacyjny niż normatywny, powinny zapewnić podstawę w odniesieniu do informacji dostarczanych przez producentów. Informacje dostarczane przez producentów zazwyczaj będą zawarte w instrukcjach dołączanych do urządzeń. Jeżeli nie, wówczas konieczne może być zwrócenie się do producenta lub dostawcy urządzeń z prośbą o przekazanie wszelkich dostępnych informacji.

Aby dane urządzenie można było uznać za spełniające wymogi etapu 1, musi być zainstalowane, wykorzystywane i konserwowane zgodnie z zaleceniami producenta. Należy również wziąć pod uwagę, czy sytuacja narażenia może być inna podczas wykonywania czynności w zakresie konserwacji / obsługi technicznej / naprawy, w którym to przypadku konieczne może być przeprowadzenie bardziej szczegółowej oceny na etapie 2.

Miejsca pracy spełniające wymogi etapu 1 nie wymagają przeprowadzenia żadnej dalszej oceny poza udokumentowaniem ustaleń w ramach ogólnej oceny zagrożenia. W przypadku gdy nie można wykazać, że miejsce pracy spełnia wymogi etapu 1, konieczne będzie przeprowadzenie oceny na etapie 2 i ewentualnie na etapie 3.

D.1.2 Etap 2 – ocena zgodności z interwencyjnymi poziomami narażenia

Niektóre rodzaje urządzeń, czynności i sytuacji, jak np. te, przy których w kolumnie 1 w tabeli 3.2 wskazano „Tak”, będą wymagały przeprowadzenia dalszej bardziej szczegółowej oceny. Jest to możliwe dzięki informacjom dostarczonym przez producentów lub dostępnych z innych źródeł. Jeżeli jednak takie informacje nie są łatwo dostępne, wówczas zazwyczaj konieczne będzie zbadanie zgodności przy zastosowaniu technik pomiarowych lub obliczeniowych. Ogólnie podejścia oparte na pomiarach stosuje się do oceny zgodności z IPN, natomiast do oceny zgodności z GPO są wymagane bardziej złożone techniki modelowania numerycznego.

D.1.2.1 Etap przygotowawczy

W procesie przygotowań do przeprowadzania oceny na etapie 2 w pierwszej kolejności należy uwzględnić znane informacje na temat urządzenia, czynności lub sytuacji. Należy zarejestrować szczegółowe informacje dotyczące sposobu wykonywania pracy oraz informacje dostarczone przez producenta lub dostawcę, jeżeli są dostępne.

Kluczem do określenia prawidłowego podejścia do oceny jest wyraźne zrozumienie sposobu wykonywania pracy oraz zrozumienie właściwości urządzenia wytwarzającego pola. Właściwości te będą zazwyczaj obejmowały informacje na temat częstotliwości, napięcia, mocy i aktywności nadajnika.

- Należy sprawdzić instrukcję użytkownika i specyfikacje techniczne dostarczone przez producenta wraz z urządzeniem, aby zapoznać się z urządzeniem i sposobem jego prawidłowego użytkownika.
- Należy uwzględnić sposób wykonywania pracy oraz miejsce, w jakim znajdują się operator i inni pracownicy przebywający w miejscu pracy. Należy również wziąć pod uwagę miejsca, w jakich znajdują się pracownicy podczas wykonywania czynności w zakresie konserwacji i naprawy, mogące wymagać oddzielnej oceny.
- Należy zastanowić się, kto będzie obecny w strefie pracy; czy którakolwiek pracownica zgłosiła, że jest w ciąży lub czy którykolwiek z pracowników zgłosił, że ma wszczepiony implant medyczny lub że korzysta z wyrobów medycznych przeznaczonych do wprowadzania w części do ludzkiego ciała?

D.1.2.2 Etap pomiarów ustalających zakres

W większości przypadków konieczne będzie dokonanie pomiarów ustalających zakres lub pomiarów pilotażowych w miejscu pracy w celu zbadania charakteru pola, które zostanie poddane ocenie. Pomiarów tych dokonuje się na początku badania i pomagają one w określeniu rodzajów pomiarów i przyrządów potrzebnych w celu prawidłowego przeprowadzenia oceny pól. W tabeli D1 przedstawiono pewne przykłady czynników, które należy wziąć pod uwagę na etapie ustalania zakresu.

Tabela D1 – Czynniki, które należy wziąć pod uwagę na etapie 2 dotyczącym pomiarów ustalających zakres

Cecha pola elektromagnetycznego	Przykładowe rozważania	Znaczenie dla oceny
Właściwość fizyczna będąca przedmiotem zainteresowania	Czy pole jest magnetyczne, elektryczne czy elektromagnetyczne?	Określenie rodzaju przyrządu wymaganego do przeprowadzenia pomiarów.
Częstotliwość i amplituda	Czy pole zmienia się jak ciągła fala z jedną częstotliwością czy ma postać złożonej fali o różnych częstotliwościach?	Określenie rodzaju przyrządu wymaganego do przeprowadzenia pomiarów. Fale o prostym kształcie sinusoidy o jednej konkretnej częstotliwości można oceniać za pomocą prostych instrumentów szerokopasmowych, a wyniki można bezpośrednio porównywać z IPN. Złożone fale mogą wymagać zastosowania zaawansowanych metod widmowych w celu zidentyfikowania różnych składników częstotliwości oraz skomplikowanych analiz, takich jak RMS lub podejść polegających na stosowaniu wartości szczytowych lub średniej ważonej do celów porównania z IPN (zob. sekcja D3).
Charakterystyka przestrzenna	Czy poziomy natężenia pola w miejscu będącym przedmiotem zainteresowania są różne, w którym to przypadku istnieje prawdopodobieństwo, że narażenie nie jest jednorodne?	Należy wziąć pod uwagę wielkość sondy i miejsce oraz liczbę pomiarów. Należy dokonać pomiarów, aby uwzględnić najgorsze scenariusze narażenia (zob. sekcja D2).
Charakterystyka czasowa	Czy w trakcie cyklu działania pole zmienia się pod względem częstotliwości lub natężenia?	Określenie wymaganego oprzyrządowania oraz harmonogramu i czasu trwania pomiarów. Przyrządy pomiarowe do rejestrowania danych mogą być dostępne, w którym to przypadku należy uwzględnić częstotliwość pobierania próbek i okres integracji w odniesieniu do pomiaru. Należy dokonać pomiarów, aby uwzględnić najgorsze scenariusze narażenia. Wyzwanie stanowi rejestrowanie pola przez wystarczająco długo i przy dostatecznej szybkości pobierania próbek, aby uchwycić maksymalną wartość pola.

D.1.2.3 Właściwość fizyczna będąca przedmiotem zainteresowania

Przy niskich częstotliwościach konieczne jest dokonanie oddzielnej oceny zarówno pola elektrycznego, jak i magnetycznego. W wielu rodzajach procesów przemysłowych wykorzystuje się urządzenia zasilane prądem o wysokim natężeniu, które wytwarzają pola magnetyczne. Silne pola elektryczne występują zazwyczaj rzadziej w miejscu pracy, ponieważ stosunkowo niewiele urządzeń wykorzystuje wysokie napięcia lub nieizolowane (nieosłonięte) przewody. Znacznie trudniej analizuje się pola magnetyczne.

Istotne jest również ustalenie, czy narażenie ma miejsce w dalekim polu, tj. w miejscu oddalonym od źródła, czy w pobliżu oddziaływania pola. Pole dalekie – obszar w pobliżu

granicy pola – jest regulowane głównie przez długość fali pola i wielkość źródła. W polu dalekim istnieje prosty związek między polem elektrycznym a polem magnetycznym definiowany przez impedancję fal, w związku z czym w celu określenia ogólnego poziomu narażenia można dokonać oceny pola elektrycznego albo magnetycznego.

Znacznie trudniej jest przewidzieć związek między polem magnetycznym a polem elektrycznym w pobliżu oddziaływania pola, ponieważ pola mogą znacznie różnić się od siebie na bardzo krótkich odległościach do tego stopnia, że należy je oceniać oddzielnie. Dokonywanie pomiarów w polu bliskim jest ogólnie trudne, ponieważ poziomy natężenia pól mogą różnić się na bardzo małych odległościach, a ponadto może nastąpić sprzężenie samego czujnika z polem, wywierając wpływ na pomiar. W sytuacjach przemysłowych związanych z przesyłaniem energii elektrycznej i procesami grzewczymi wielkość źródła i częstotliwość sygnału decydują o tym, że pola elektryczne i pola magnetyczne należy oceniać oddzielnie.

Dokonanie wiarygodnych pomiarów w polu bliskim może nie być możliwe, w którym to przypadku alternatywnym trybem postępowania jest przeprowadzenie oceny na etapie 3, która opiera się na modelowaniu numerycznym.

D.1.2.4 Zmiany przestrzenne

Na wczesnym etapie badania istotne jest określenie rozkładu natężenia pola w odniesieniu do miejsca, w którym znajduje się pracownik, oraz zróżnicowania natężenia pola w stanowisku pracy. Przy dokonywaniu oceny należy wziąć pod uwagę miejsce, w którym natężenie pola jest najwyższe względem miejsca zajmowanego przez pracownika, a w wielu przypadkach natężenie pola zmniejszy się gwałtownie wraz z wzrostem odległości od jego źródła.

Jeżeli na małych odległościach występują znaczne różnice natężenia pola, należy dokładnie przyjrzeć się wielkości sondy, ponieważ duże sondy mogą w takich przypadkach nie zapewnić prawidłowych odczytów. Ponadto w takich okolicznościach bardziej odpowiednie może być zastosowanie interwencyjnych poziomów narażenia dotyczących narażenia kończyn, w zależności od narażonej części ciała; są one mniej restrykcyjne niż pozostałe interwencyjne poziomy narażenia.

Podjęcia do uśredniania przestrzennego i wykazywania zgodności w sytuacjach narażenia niejednorodnego omówiono w sekcji D2 niniejszego dodatku.

D.1.2.5 Charakterystyka kształtu fali

Wiele pól elektromagnetycznych występujących w miejscu pracy zmienia się jak fala ciągła tej samej częstotliwości i w takim przypadku można zastosować prostą ocenę wiążącą się z użyciem stosunkowo prostych instrumentów szerokopasmowych. Niektóre rodzaje urządzeń przemysłowych wytwarzają złożone fale obejmujące szereg częstotliwości i w takich przypadkach konieczne jest zastosowanie specjalistycznych przyrządów, takich jak analizator widma lub przyrządy do wychwytywania fal, aby pobrać próbkę sygnału.

Oceny związane z różnymi częstotliwościami i złożonymi kształtami fal omówiono szczegółowo w sekcji D3 niniejszego dodatku.

D.1.2.6 Zmiany w czasie

Istotne jest określenie sposobu, w jaki częstotliwość lub natężenie (amplituda) pola zmienia się w czasie. W niektórych przypadkach pole może zmienić się w trakcie cyklu operacyjnego, a w takim przypadku przy dokonywaniu oceny konieczne będzie uwzględnienie zmian natężenia i częstotliwości pola oraz określenie czasu, w jakim występują maksymalne lub szczytowe wartości pola.

Zmiany w czasie mogą być celowe, np. sposób modulowania sygnałów do celów przekazywania informacji w systemach telekomunikacyjnych, lub przypadkowe – np. sygnały harmoniczne wytwarzane w procesach nagrzewania indukcyjnego lub w przypadku prostowania napięcia stałego lub gwałtownego przelączania prądu do celów sterowania zasilaniem niektórych rodzajów urządzeń przemysłowych. Istotne jest identyfikowanie sygnałów harmonicznych gdy się pojawiają, ponieważ IPN i GPO zmieniają się w zależności od częstotliwości. Sposób, w jaki należy traktować narażenie przy różnych częstotliwościach w ramach oceny narażenia, omówiono w sekcji D3.

Wiele nowoczesnych przyrządów ma możliwość rejestrowania danych, dzięki czemu wartości dotyczące pola mogą być rejestrowane w określonych wcześniej odstępach czasu próbkowania przez okresy do kilku godzin. Częstotliwość próbkowania wybiera się na podstawie tego, jak szybko pole zmienia się w czasie. Jeżeli częstotliwość próbkowania jest zbyt niska w odniesieniu do zmian pola, wówczas można pominąć poziom szczytowy, co skutkuje niedoszacowaniem poziomu narażenia. Okres integracji przyrządu, tj. czas potrzebny na przetworzenie i zarejestrowanie sygnału przez przyrząd pomiarowy, również należy dokładnie przeanalizować, ponieważ gwałtowne zmiany pola w okresie integracji mogą skutkować przeszacowaniem lub niedoszacowaniem poziomu narażenia. Najnowocześniejsze przyrządy wymagają okresu integracji trwającego co najmniej sekundę, dlatego jeśli zmiany pola następują szybciej, wówczas zaleca się wychwycenie sygnału szczytowego całego kształtu fali.

D.1.2.7 Pola magnetostatyczne

W dyrektywie o polach elektromagnetycznych określono GPO dotyczące pól magnetycznych o częstotliwości 0–1 Hz. Ruch w polach magnetostatycznych powoduje powstawanie indukowanych pól elektrycznych w ciele człowieka, które są podobne do pól wytwarzanych przez zmienne w czasie pola niskich częstotliwości. Ocenę pola elektromagnetycznego konieczną w tym przypadku omówiono w sekcji D4.

D.1.2.8 Główny etap badania

Kwestie bezpieczeństwa związane z dokonywaniem pomiarów

Oprócz zwykłych względów bezpieczeństwa w zakładach pracy należy wziąć pod uwagę fakt, iż osoba dokonująca pomiarów sama nie jest narażona na działanie pól elektromagnetycznych przekraczających IPN lub GPO ani na ryzyko wystąpienia skutków pośrednich. Dobrą praktyką jest rozpoczęcie pomiarów w pewnej odległości od źródła pól. Dzięki temu osoba przeprowadzająca badanie nie będzie narażona na działanie pól przekraczających IPN lub GPO, a przyrząd będzie chroniony przed uszkodzeniem w polach o dużym natężeniu, które mogą występować w pobliżu silnego źródła.

Szczególną ostrożność należy zachować w polach magnetostatycznych, aby uniknąć ryzyka wystąpienia skutków oddziaływania pocisków, oraz w silnych polach elektrycznych, w przypadku których należy unikać zbyt częstych mikrowstrząsów i prądów kontaktowych.

Należy z wyprzedzeniem przeprowadzić odpowiednią ocenę zagrożenia i wdrożyć właściwe środki ochronne i zapobiegawcze. Środki te mogą mieć charakter głównie organizacyjny.

Podjęcie badawcze

Szczególnie starannie należy określić miejsce, harmonogram i czas trwania pomiarów. Zazwyczaj rozpoczyna się od przeprowadzenia rozmów z pracownikami w celu dowiedzenia się, jakie zadania wykonują, oraz obserwowania ich przez jakiś czas przy pracy, aby zidentyfikować na potrzeby pomiarów miejsca, w jakich znajdują się ich ciała

i kończyny. W ocenie należy uwzględnić szereg zazwyczaj wykonywanych czynności, w tym zwykłą obsługę, sprzątanie, usuwanie przeszkód, konserwację oraz czynności związane z obsługą techniczną / naprawami, jeżeli są przeprowadzane we własnym zakresie.

Najczęściej stosowanym podejściem do badania jest dokonywanie pomiarów miejscowych w określonych lokalizacjach w miejscu pracy lub w określonych lokalizacjach wokół źródeł pola elektromagnetycznego. Przy dokonywaniu pomiarów należy uwzględnić miejsca, w których znajduje się pracownik podczas wykonywania swoich zadań, jak omówiono powyżej. Należy jednak zauważyć, że IPN określone w dyrektywie są wartościami nieuwzględniającymi obecności pracownika, zatem nie powinien on być obecny podczas dokonywania faktycznych pomiarów (zob. poniżej). W celu uwzględnienia ewentualnych zmian pola w czasie przyrządy pomiarowe do rejestrowania danych można ustawić tak, aby rejestrowały pole w różnych lokalizacjach podczas przeprowadzania pomiarów miejscowych.

Dobłą praktyką jest powtarzanie pomiarów w tej samej lokalizacji w różnych odstępach czasu w trakcie oceny, aby upewnić się, że pomiary są stabilne, a przyrządy pomiarowe działają prawidłowo.

Trudniej jest dokonać pomiarów pól elektrycznych niż pól magnetycznych, ponieważ oddziaływanie pól elektrycznych daje się łatwo zaburzyć przez otaczające przedmioty, a nawet ciało człowieka. W dyrektywie o polach elektromagnetycznych określono niezaburzone IPN, zatem należy dopilnować, aby ciała pracowników lub osób przeprowadzających badanie znajdowały się z dala od sondy pomiarowej (a sonda z dala od metalowych przedmiotów) przy dokonywaniu pomiarów.

Oprzyrządowanie

Aby ocena była ważna, istotne jest zastosowanie odpowiednich przyrządów do przeprowadzenia pomiarów, a ich wybór zależy od specyfiki pola elektromagnetycznego poddawanego ocenie. W celu upewnienia się, że przyrząd nadaje się do pomiaru danego sygnału, należy zapoznać się z jego specyfikacjami technicznymi. W niektórych sytuacjach może zająć konieczność wykonania pomiaru zarówno pól elektrycznych, jak i magnetycznych. Jeżeli wiadomo, że dane źródło pracuje w zakresie częstotliwości powyżej kilkudziesięciu MHz, a operator znajduje się w polu dalekim, wartości natężenia pola elektrycznego i magnetycznego można przeliczać w oparciu o wartość impedancji falowej swobodnej przestrzeni ($Z_0 = 377$ omów (Ω)). Innym ważnym wymogiem jest konieczność kalibracji przyrządów zgodnie z identyfikowalnymi wzorcami, aby zapewnić ich prawidłowe działanie. Przystępując do badania należy zawsze ustawić najwyższy zakres pomiarowy przyrządu, aby ograniczyć do minimum ryzyko jego przeciążenia.

Przyrządy posiadające jednoosiowy czujnik będą mierzyły tylko jedną składową pola, a zatem podczas stosowania tego rodzaju czujnika ważne jest ustawienie go w miejscu pomiaru w trzech prostopadłych do siebie kierunkach, tak aby można było obliczyć wypadkowe pole magnetyczne. Bardziej skomplikowane przyrządy posiadają trzy prostopadłe do siebie czujniki, które umożliwiają pomiar wypadkowego pola magnetycznego. Ważne jest również uwzględnienie wielkości sondy, ponieważ sonda musi być mniejsza niż przestrzeń, względem której pole ulega zmianom. Więcej informacji na temat odpowiedniej wielkości sond można znaleźć w normie IEC 61786 1.

Wiele nowoczesnych przyrządów można ustawić w taki sposób, aby mierzyły wartości szczytowe lub wartości skuteczne (RMS), co umożliwia bezpośrednie porównanie z granicznymi poziomami określonymi w dyrektywie o polach elektromagnetycznych. Podane w dyrektywie IPN zazwyczaj podaje się jako wartości skuteczne. Urządzenia służące do pomiaru wartości skutecznej mogą jednak nie nadawać się do pomiaru pól wytwarzanych przez zgrzewarkę punktową lub urządzenie służące do identyfikacji radiowej (RFID), w przypadku których sygnał może mieć charakter pulsacyjny, a zmiany pola są dużo szybsze niż czas uśredniania przyrządu. W sytuacjach związanych

z występowaniem złożonych sygnałów wskazane jest stosowanie ważonych szczytowych ocen narażenia (zob. sekcja D3).

Niektóre z głównych czynników, które należy uwzględnić przy wybieraniu odpowiednich przyrządów, zestawiono w tabeli D2.

Tabela D2 – Czynniki, które należy uwzględnić przy wybieraniu odpowiednich przyrządów

Oceniana właściwość pola elektromagnetycznego	Wymogi dotyczące przyrządów
Częstotliwość	Przyrząd musi być w stanie reagować na pełen zakres częstotliwości sygnału poddawanego ocenie.
Amplituda	Przyrządy powinny cechować się wystarczająco dużym zakresem dynamiki, aby umożliwić wykonanie pomiarów natężeń pola, które mogą występować.
Charakterystyka modulacji	Przyrząd musi umożliwiać wykrywanie różnych schematów modulacji.
Czasowe odchylenie / aktywność nadajnika	Należy uwzględnić częstotliwość pobierania próbek i czas integracji przyrządu oraz czas rejestracji danych.
Zróżnicowanie przestrzenne	Sonda musi być mniejsza niż przestrzeń, względem której pole ulega zmianom.
Lokalizacja: wewnątrz / na zewnątrz / wewnątrz i na zewnątrz Ciężar/trwałość przyrządu	W przypadku badań przeprowadzanych na zewnątrz z dala od źródła zasilania sieciowego konieczna może być bateria o wystarczającej trwałości. Czy przyrząd jest dostosowany do przeprowadzania badań na zewnątrz?

Parametry podawane w sprawozdaniu

Przykłady kluczowych parametrów, które należy zarejestrować w ramach oceny miejsca pracy, przedstawiono w tabeli D3.

Jeżeli na 2 etapie oceny okaże się, że pola w otoczeniu są poniżej IPN, miejsce pracy jest zgodne z dyrektywą o polach elektromagnetycznych i ocenę można zakończyć (rysunek D1).

Jeżeli GPO lub IPN w polu statycznym mogą zostać przekroczone, pracodawca będzie musiał wdrożyć odpowiednie środki zapobiegawcze lub ochronne.

Jeżeli w przypadku niskich częstotliwości przekroczone zostaną dolne IPN, pracodawca będzie musiał przeprowadzić dalszą ocenę w odniesieniu do górnych IPN. Jeżeli wyniki pomiarów kształtują się poniżej górnego IPN, pracodawca może zdecydować się na wdrożenie środków zapobiegawczych lub ochronnych, w tym szkoleń pracowników, lub przeprowadzenie 3 etapu oceny w celu wykazania zgodności z dolnymi GPO.

Tabela D3 – Przykłady parametrów, które należy zamieścić w karcie badania

Parametr	Uwaga
Data i czas badania	Odniesienie
Nazwisko osoby kontaktowej / szczegółowe informacje dotyczące lokalizacji / obiekty	Odniesienie
Miejsce pracy poddane ocenie	Szczegółowe informacje dotyczące zainstalowanych urządzeń, w tym specyfikacja techniczna ich działania
Zadanie lub czynność pracownika poddane ocenie	Rutynowo wykonywane czynności, konserwacja lub prace porządkowe

Właściwość fizyczna będąca przedmiotem zainteresowania	Pole elektryczne, pole magnetyczne lub gęstość mocy
Szczegółowe informacje o przyrządach pomiarowych	Miernik szerokopasmowy lub wąskopasmowy, odpowiedź częstotliwościowa, zakres dynamiki, częstotliwość próbkowania, data kalibracji i niepewność
Strategia pomiaru	Wartość szczytowa/skuteczna (RMS) Wypadkowa x, y, z Pomiary punktowe lub rozszerzone Miejsca próbkowania (w stosownych przypadkach z załączonym schematem lub mapą) Częstotliwość próbkowania

Jeżeli w mierzonych polach następuje przekroczenie górnego IPN, wówczas przestrzenny zasięg pola należy analizować w odniesieniu do narażonej części ciała pracownika, a w stosownych przypadkach porównać pola z IPN kończyn. Jeżeli narażenie nie ma charakteru miejscowego lub miejscowe narażenie przekracza IPN kończyn, pracodawca ma do wyboru dwie opcje. Może wdrożyć środki ochronne lub zapobiegawcze albo przejść do 3 etapu oceny w celu dokonania oceny zgodności z GPO (zob. sekcja D1.3).

W przypadku wysokich częstotliwości, jeżeli pola w otoczeniu przekraczają IPN, pracodawca może ponownie podjąć decyzję o wdrożeniu środków ochronnych lub zapobiegawczych albo przejść do 3 etapu oceny.

Jeżeli przekroczone zostaną IPN dla prądu kontaktowego, pracodawca będzie musiał wdrożyć odpowiednie środki ochronne lub zapobiegawcze.

D.1.3 Etap 3 – Ocena pod kątem granicznych poziomów oddziaływania (GPO)

D.1.3.1 Wprowadzenie

Dyrektywa o polach elektromagnetycznych określa GPO, które mają na celu przede wszystkim ograniczenie indukowanych pól elektrycznych i szybkości pochłaniania właściwej energii (SAR) w ciele. Takich wartości nie można w łatwy sposób zmierzyć i w związku z tym ocena na 3 etapie zazwyczaj polega na stosowaniu skomplikowanych numerycznych technik modelowania w celu określenia zgodności z GPO, jakkolwiek dostępnych jest kilka metod pomiaru.

IPN stanowią ostrożne szacunkowe wielkości maksymalnych pól w otoczeniu, na które narażone może być całe ciało pracownika, nieprzekraczające odpowiednich GPO. Jeżeli pomiary wskazują, że w przypadku danej sytuacji narażenia IPN może ulec przekroczeniu, konieczne może być przeprowadzenie dozymetrycznej oceny w celu określenia zgodności z GPO.

Do oceny, czy pola elektromagnetyczne wytworzone przez dane urządzenie spowodują przekroczenie GPO, można wykorzystać symulacje numeryczne. Symulacje i zastosowanie dozymetrii obliczeniowej zapewniają dane na temat powiązania między IPN (mierzonymi zewnątrznie niezakłóconymi polami elektromagnetycznymi) a GPO (modelowanymi wielkościami dawek przedstawiającymi interakcję między polem elektromagnetycznym a ludzkim ciałem). Symulacje te stosuje się w celu przełożenia wartości pola elektromagnetycznego (mierzonych, gdy w jego zasięgu nie ma ciała ludzkiego) na wielkości dawek wchłoniętych przez ciało ludzkie.

Wielkości dawek mieszczące się w zakresie GPO obejmują natężenia indukowanego pola elektrycznego, szybkość pochłaniania właściwego energii (SAR) i gęstość mocy. Skutki dla zdrowia i w związku z tym wielkości dawek zależą od częstotliwości docierającego pola. W przypadku niskich częstotliwości w dyrektywie określono GPO w odniesieniu do natężeń indukowanego pola elektrycznego, natomiast w przypadku wyższych częstotliwości stosuje się SAR i gęstości mocy (tabela D4).

Tabela D4 – Potencjalne negatywne skutki biologiczne, wielkości GPO i IPN

Częstotliwość	Potencjalny negatywny skutek biologiczny	Wielkość dawki dla GPO (określona w drodze symulacji numerycznej)	Wielkość dla IPN (mierzona w zwykły sposób)
1 Hz – 10 MHz	Wpływ na ośrodkowy układ nerwowy i obwodowy układ nerwowy	Indukowane pola elektryczne w stymulowanych tkankach w V/m	Natężenie pola elektrycznego, indukcja magnetyczna, prąd indukowany i kontaktowy
100 kHz – 6 GHz	Ogrzanie tkanki	SAR w W/kg SA w J/kg	(Natężenie pola elektrycznego) ² , (indukcja magnetyczna) ² , prąd indukowany i kontaktowy
6–300 GHz	Ogrzanie tkanek na powierzchni ciała	Gęstość mocy w W/m ²	(Natężenie pola elektrycznego) ² , (indukcja magnetyczna) ² i gęstość mocy

D.1.3.2 Wzajemne oddziaływanie pól elektromagnetycznych i tkanki ludzkiej

Pola niskiej częstotliwości

W przypadku niskich częstotliwości pola elektryczne i pola magnetyczne można uznać za rozdzielone (przybliżenie quasi-statyczne) i w związku z tym można rozpatrywać je oddzielnie.

Zewnętrzne pole elektryczne

Ludzkie ciało będzie w znacznym stopniu zakłócać docierające do niego pole elektryczne o niskiej częstotliwości. W większości sytuacji narażenia zewnętrzne pole elektryczne ma kierunek pionowy w stosunku do uziemienia. Ciało ludzkie jest dobrym przewodnikiem przy niskich częstotliwościach, a wewnętrzne pola elektryczne indukowane w ciele ludzkim są wielokrotnie słabsze niż pole działające na zewnątrz.

Rozkład ładunków indukowanych na powierzchni ciała narażonego na działanie zewnętrznego pola elektrycznego jest niejednorodny. Skutkuje to najczęściej pionowym kierunkiem przepływu wewnętrznych prądów indukowanych w ciele. Kolejnym czynnikiem mającym duży wpływ na wielkość i rozkład przestrzenny indukowanych pól elektrycznych w ciele jest kontakt między człowiekiem a uziemieniem elektrycznym. Najsilniejsze wewnętrzne pola elektryczne indukowane są wówczas, gdy obie stopy człowieka stykają się w pełni z uziemieniem. Im bardziej ciało jest odizolowane od uziemienia elektrycznego, tym słabsze są indukowane pola elektryczne w tkankach. Dlatego też stosowanie obuwia wykonanego z materiałów izolacyjnych może w niektórych sytuacjach zapewniać pewien poziom ochrony przed skutkami działania pól o niskiej częstotliwości.

Zewnętrzne pole magnetyczne

W przeciwieństwie do przyłożonych pól elektrycznych, ludzkie ciało nie zakłóca przyłożonego pola magnetycznego. Pole magnetyczne w tkance ludzkiej jest takie samo

jak zewnętrzne pole magnetyczne. Wynika to z faktu, że przenikalność magnetyczna tkanek jest taka sama jak powietrza. W tkankach znajdować się mogą materiały magnetyczne (na przykład magnetyt), jednak są to tak niewielkie ilości, że ze względów praktycznych można pominąć ich wpływ.

Głównym wynikiem oddziaływania między zewnętrznym polem magnetycznym a ciałem ludzkim jest indukcja Faradaya związana z przepływami prądu w tkankach ludzkich przewodzących prąd. W heterogenicznych tkankach, w których występują obszary o różnej przewodności, prąd przepływa również między powierzchniami rozdziału tych obszarów.

Pola wysokich częstotliwości

Przy wysokich częstotliwościach ludzkie ciało można uznać za niedoskonałą antenę przewodzącą. Pola i prądy elektryczne będą indukowane w tkankach ciała. Jeżeli człowiek stoi na płaszczyźnie uziemienia, indukowany prąd przepłynie przez ciało w kierunku pionowym przez stopy do uziemienia. Indukowane pola i prądy elektryczne wywołają skutki termiczne w obrębie tkanek ludzkich, zarówno miejscowe, jak i w całym ciele. Wielkość i rozkład przestrzenny tych indukowanych pól elektrycznych w znacznym stopniu zależą od konfiguracji i częstotliwości narażenia.

Ciało ludzkie posiada naturalną częstotliwość rezonansową związaną ze wzrostem. Pola elektromagnetyczne radiofale są skuteczniej pochłaniane przy częstotliwościach zbliżonych wspomnianej częstotliwości rezonansowej. Przy częstotliwościach niższych niż około 1 MHz ludzkie ciało pochłania bardzo niewielkie ilości energii fal radiowych. Znaczne pochłanianie występuje przy częstotliwości rezonansowej 60–80 MHz w przypadku odizolowania ciała ludzkiego i 30–40 MHz w przypadku uziemienia ciała ludzkiego. Dodatkowo części ciała mogą również posiadać swój rezonans. Częstotliwość rezonansowa głowy dorosłego człowieka wynosi około 400 MHz. Jeżeli ciało ludzkie przyjmie pozycję siedzącą, częstotliwości rezonansowe górnej i dolnej połowy ciała mogą być różne. W związku z tym częstotliwość pochłaniania maksymalnej ilości energii fal radiowych zależy od rozmiarów ciała i przyjętej pozycji. Zasadniczo ilość ciepła wytwarzanego przez fale radiowe maleje w miarę wzrastania częstotliwości powyżej obszaru częstotliwości rezonansowej. W miarę spadku głębokości wnikania pola padającego ogrzewanie przy wyższych częstotliwościach z reguły koncentruje się jednak w większym stopniu na powierzchni ciała.

D.1.3.3 Graniczne poziomy oddziaływania

GPO oznacza wielkości dawek wchłoniętych przez ciało ludzkie, które nie powodują niepożądanych skutków dla zdrowia spowodowanych narażeniem człowieka na pola elektromagnetyczne. Zastosowane GPO zależą od częstotliwości badanego pola.

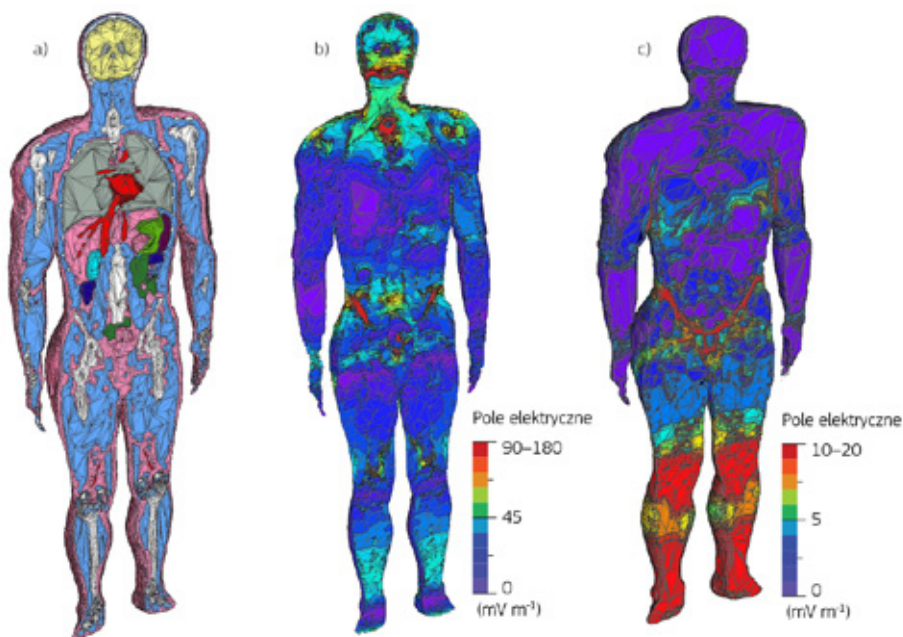
Niska częstotliwość

Przy niskich częstotliwościach (1 Hz – 10 MHz) podstawową wielkością dozymetryczną jest wewnętrzne pole elektryczne indukowane w ciele ludzkim. Wynika to stąd, że progi stymulacji ludzkiej tkanki nerwowej są wyznaczone przez wielkość i zmienność przestrzenną tych wewnętrznych pól elektrycznych. Jednostką indukowanego pola elektrycznego jest volt na metr (Vm^{-1}).

W przypadku narażenia na pola elektryczne o niskiej częstotliwości w ciele powstają wewnętrzne pola elektryczne znacznie zakłócające pole padające. W wyniku działania zewnętrznych pól elektrycznych na powierzchni ciała indukowane są niejednorodne ładunki, a w ciele powstają wewnętrzne pola elektryczne, które mogą wytwarzać w nim prądy.

W przypadku narażenia na pola magnetyczne o niskich częstotliwościach powstają wewnętrzne pola elektryczne w wyniku działania pola magnetycznego indukującego w tkance ludzkiej pole elektryczne i związane z nim prądy. Pola wytwarzane są również przez prąd przepływający między obszarami o różnej przewodności tkanki w ciele. Na rys. D3 przedstawiono w jaki sposób te indukowane pola elektryczne są pochłaniane przez ciało wskutek narażenia na elektryczne i magnetyczne pola o niskich zewnętrznych częstotliwościach.

Rysunek D3 – Narazenie na niskie częstotliwości: przekroje ludzkiego ciała przedstawiające: a) wewnętrzne ograny w ciele; b) wewnętrzne pola elektryczne wytwarzane w wyniku narażenia na zewnętrzne pole magnetyczne o niskiej częstotliwości oraz c) wewnętrzne pola elektryczne powstające w wyniku narażenia na pole elektryczne o niskiej częstotliwości

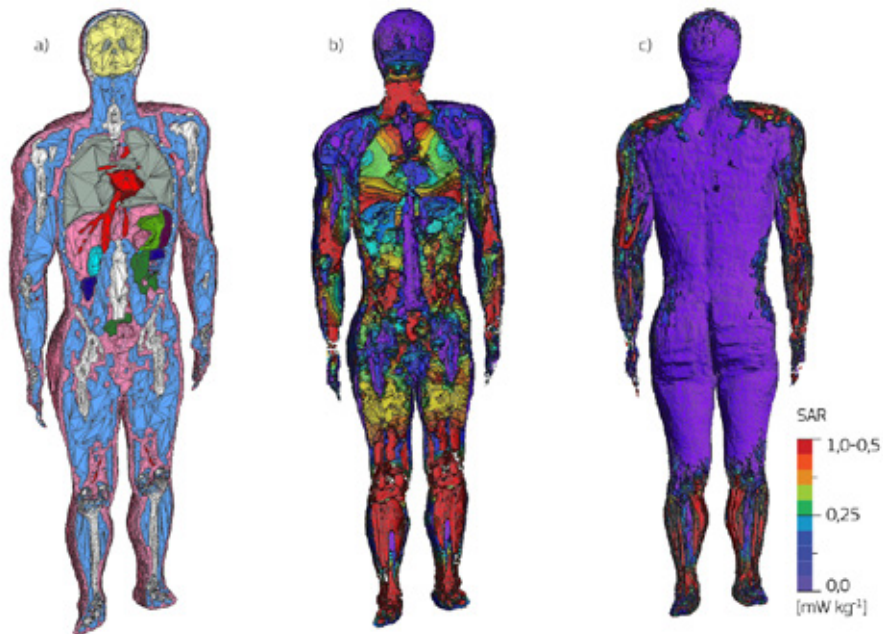


Wysoka częstotliwość

Przy wysokich częstotliwościach (100 kHz – 300 GHz) podstawową miarą pochłaniania pola elektromagnetycznego w dozymetrii jest szybkość pochłaniania właściwego energii (SAR). Wynika to stąd, że najbardziej negatywne skutki biologiczne narażenia na pola elektromagnetyczne o takich częstotliwościach spowodowane są wzrostem temperatury w tkankach.

SAR można zdefiniować jako energię pochłoniętą w jednostce masy. Wyraża się ją w watach na kilogram (Wkg^{-1}). W dyrektywie o polach elektromagnetycznych stosuje się ją jako wielkość dawki, ponieważ jest ściśle skorelowana ze wzrostem temperatury w tkance ludzkiej. Na rys. D4 przedstawiono sposób rozmieszczenia SAR w ciele ludzkim w przypadku narażenia na pole elektromagnetyczne o wysokiej częstotliwości.

Rysunek D4 – Narażenie na wysokie częstotliwości: przekroje ludzkiego ciała przedstawiające: a) wewnętrzne ograny w ciele; b) SAR wytwarzane w tkankach w wyniku narażenia na pole elektromagnetyczne o częstotliwości 40 MHz oraz c) SAR wytwarzane w tkankach w wyniku narażenia na pole elektromagnetyczne o częstotliwości 2 GHz



Nie można dokładnie ocenić wewnętrznych wielkości dawek (pola elektryczne i SAR) wykorzystywanych w celu określenia GPO na podstawie pomiaru, ponieważ natężenia pola w ciele ludzkim nie można zmierzyć w sposób nieinwazyjny. Wielkości dawek GPO zmierzono u zwierząt, jednak ilość danych na ten temat jest ograniczona, a dokładność tych pomiarów jest stosunkowo niska. Ponadto nie można bezpośrednio ekstrapolować na ludzi wyników badań na zwierzętach ze względu na różnice fizjologiczne między gatunkami w wielu obszarach. Numeryczna symulacja pochłaniania energii elektromagnetycznej u ludzi, a więc zgodność z GPO określonymi w dyrektywie o polach elektromagnetycznych, umożliwia bezpośrednio zbadanie wewnętrznych wielkości dawek.

D.1.3.4 Ocena zgodności z GPO

Aby obliczyć wielkości dawek w ciele, które należy porównać z GPO, konieczna jest numeryczna metoda umożliwiająca modelowanie wzajemnego oddziaływania pola elektromagnetycznego i tkanek biologicznych oraz odzwierciedlanie źródła pola elektromagnetycznego.

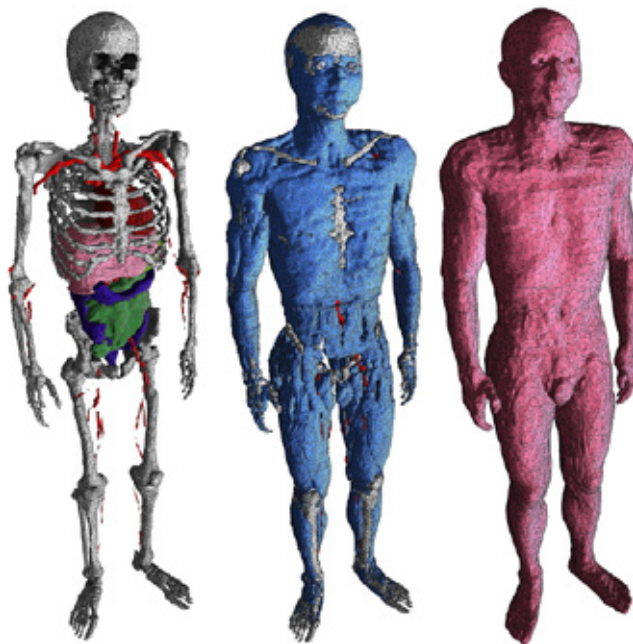
Model ciała ludzkiego

W przypadku narażenia na działanie pól elektromagnetycznych ludzkie ciało można uznać za antenę odbiorczą. W związku z tym właściwości anatomiczne, geometryczne i elektryczne odgrywają niezwykle istotną rolę podczas oceniania zgodności z GPO.

Do obrazowania ciała ludzkiego do celów oceny wewnętrznych wielkości dawek zawsze wykorzystywano proste jednorodne struktury, takie jak kule, elipsoidy obrotowe, cylindry, dyski i sześciiany. W przypadku tych jednorodnych kształtów stosuje się jedną wartość przewodności i przenikalności, odpowiadającą średniej wartości względem całego ciała, która nie zależy zazwyczaj od częstotliwości. Dzięki zastosowaniu takich prostych struktur symulacja numeryczna narażenia na pola elektromagnetyczne jest łatwiejsza.

Wyniki takich procedur są jednak niedokładne, co skutkuje znacznym zawyżeniem faktycznego narażenia.

Rysunek D5 – Model ciała ludzkiego: przykład niejednorodnego, realistycznego pod względem anatomicznym modelu mężczyzny. Przedstawia on szkielet i organy wewnętrzne (po lewej), warstwę mięśniową (w środku) i warstwę skóry (po prawej)



Aby ocenić narażenie na pola elektromagnetyczne, zaleca się stosowanie niejednorodnego, realistycznego pod względem anatomicznym modelu ludzkiego ciała. Obecnie szereg organizacji dysponuje różnorodnymi niejednorodnymi modelami ciała ludzkiego (mężczyzn, kobiet, kobiet w ciąży, osób przyjmujących różne postawy itd.), posiadającymi realistyczną anatomię i wiele zidentyfikowanych tkanek. Ze względu na nakłady potrzebne do stworzenia takiego modelu, z jego stosowaniem będą zazwyczaj wiązać się koszty. Ponadto między różnymi dostępnymi modelami nieuchronnie istnieć będą różnice, istnieje więc prawdopodobieństwo uzyskania nieznacznie odmiennych wyników.

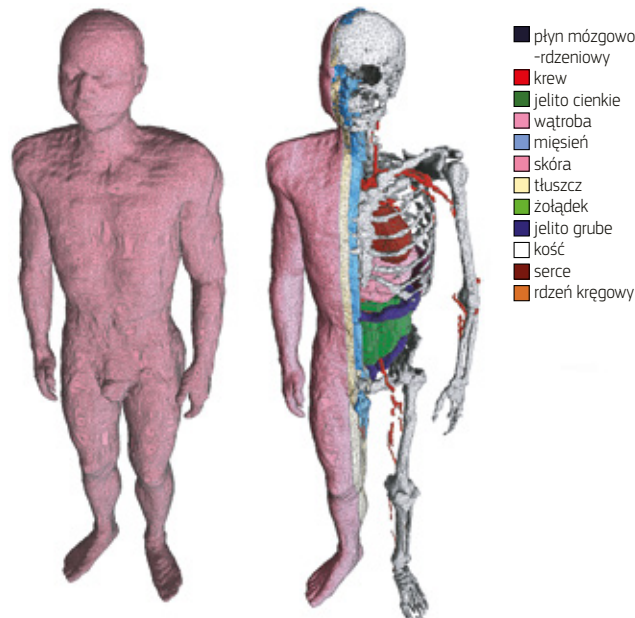
Modele realistyczne pod względem anatomicznym zwykle opracowuje się przy pomocy komputerowego rozdziału danych obrazowania ciała metodą rezonansu magnetycznego na różne rodzaje tkanek. Szczególną uwagę zwraca się na fakt, aby modele te były realistyczne pod względem anatomicznym. Przykładowe niejednorodne modele dorosłych mężczyzn przedstawiono na rys. D5 i D6. Modele te zazwyczaj składają się z ponad 30 różnych tkanek i organów. Model może być stworzony w oparciu o woksele (piksele z dodanym trzecim wymiarem) lub mieć charakter powierzchniowy.

W przypadku wykorzystania w symulacjach z wykorzystaniem metody numerycznej, takiej jak metoda różnic skończonych w dziedzinie czasu, model ciała ludzkiego zazwyczaj przedstawia się w formie sześciennych komórek (wokseli) o wymiarach 1 na 2 mm. Wokselom przypisuje się wartość przewodności i przenikalności na podstawie zmierzonych wartości w odniesieniu do różnych organów i tkanek.

W celu obliczenia wielkości dawek na podstawie przedstawionych modeli ciała ludzkiego, należy określić właściwości dielektryczne tkanek tworzących te modele. Jeżeli zakłada się, że różne tkanki są w dużej mierze jednorodne, właściwości elektryczne można opisać za pomocą dwóch parametrów, mianowicie przewodności (σ)

i przenikalność (ϵ). W przypadku biologicznych tkanek właściwości te zmieniają się w zależności od częstotliwości. Zasadniczo przy wzroście częstotliwości przewodność tkanki zwiększa się, a przenikalność zmniejsza się.

Rysunek D6 – Model ciała ludzkiego: przekrojowy obraz niejednorodnego modelu ciała ludzkiego przedstawiającego wybrane rodzaje tkanek



Poszczególne tkanki różnią się znacząco właściwościami dielektrycznymi (zob. <http://niremf.ifac.cnr.it/tissprop/>). Tkanki o wysokiej zawartości wody, np. płyny ustrojowe, nie wykazują prawie żadnej zależności od częstotliwości poniżej 100 kHz. Zawartość wody lub płynów ustrojowych w tkance ludzkiej ma znaczenie w odniesieniu do wykazywanych właściwości dielektrycznych i sposobu, w jaki zmieniają się one wraz z częstotliwością. W rezultacie tkanki, które zachowują się w podobny sposób w wyniku narażenia na działanie pól elektromagnetycznych, można pogrupować według zawartości wody. Na przykład krew i płyn mózgowo-rdzeniowy zawierają dużo wody i mogą stosunkowo dobrze przewodzić prąd. Płuca, skóra i tłuszcz są stosunkowo słabymi przewodnikami, natomiast wątroba, śledziona i mięśnie mają średnią przewodność.

Metody numeryczne

Do oceny pochłaniania pola elektromagnetycznego w niejednorodnych, realistycznych pod względem anatomicznym modelach ludzkiego ciała stosuje się różne metody numeryczne. Wybór odpowiednich metod numerycznych ograniczają wysoce niejednorodne elektryczne właściwości ludzkiego ciała oraz równie złożone kształty organów zewnętrznych i wewnętrznych.

Metody, które z powodzeniem stosowano w przypadku wysokorozdzielczej dozymetrii pola elektromagnetycznego, obejmują metodę różnic skończonych w dziedzinie częstotliwości i czasu, metodę elementów skończonych oraz metodę FIT (ang. *finite integration technique*).

Metody te umożliwiają bezpośrednie rozwiązanie równań Maxwella. Umożliwiają one podział domeny obliczeniowej na trójwymiarową siatkę komórek lub powierzchni, którym przypisuje się dyskretne właściwości elektryczne. W przypadku metod różnic skończonych kod obliczeniowy dokonuje iteracji w czasie i przestrzeni, oceniając wartości pola w każdej komórce aż do uzyskania konwergencji rozwiązania.

Każda z metod niesie ze sobą pewne korzyści i ograniczenia. Wszystkie metody i niektóre kody obliczeniowe poddano szczegółowej weryfikacji, porównując je z rozwiązaniami analitycznymi i wynikami eksperymentalnymi, aby zapewnić reprezentatywność wyników, które uzyskano dzięki tym metodom, w odniesieniu do szerokiej gamy różnych sytuacji narażenia na działanie pola elektromagnetycznego.

D.1.3.5 Uśrednianie: 99. percentyl indukowanego pola elektrycznego, WBSAR i miejscowa SAR

99. percentyl indukowanego pola elektrycznego

Ograniczając negatywne skutki pola elektrycznego in situ indukowanego w organizmie pracownika, istotne jest, aby określić obszar, na którym pole magnetyczne zostaje uśrednione. Jako praktyczny kompromis pozwalający na spełnienie wymogów odnoszących się do solidnych podstaw biologicznych i ograniczeń w obliczeniach, zaleca się określenie pola elektrycznego in situ jako średniej wektorowej pola elektrycznego w małej objętości zwartej tkanki o wymiarach $2 \times 2 \times 2 \text{ mm}^3$.

W przypadku metod numerycznych używanych do obliczania indukowanego pola elektrycznego w organizmie często stosuje się model ciała ludzkiego podzielony na komórki lub woksele. Jeżeli jednak stosowana jest metoda, w której nie wykorzystuje się komórek, należy przygotować odpowiedni uśredniający algorytm, przy pomocy którego można obliczyć natężenie pola elektrycznego na powierzchni $2 \times 2 \times 2 \text{ mm}^3$, stosując kod numeryczny. W odniesieniu do konkretnej tkanki stosowaną wartością, którą należy porównać z granicznym poziomem oddziaływania, jest wartość 99. percentyla pola elektrycznego (ICNIRP 2010).

SAR uśredniona względem całego ciała (WBSAR)

Określenie wartości GPO WBSAR ma na celu ochronę przed skutkami ogrzania całego ciała. W celu obliczenia SAR dotyczącej całego ciała sumuje się szybkość pochłaniania we wszystkich woksela modelu ciała ludzkiego, a następnie otrzymany wynik dzieli się przez masę ciała.

Miejscowa SAR

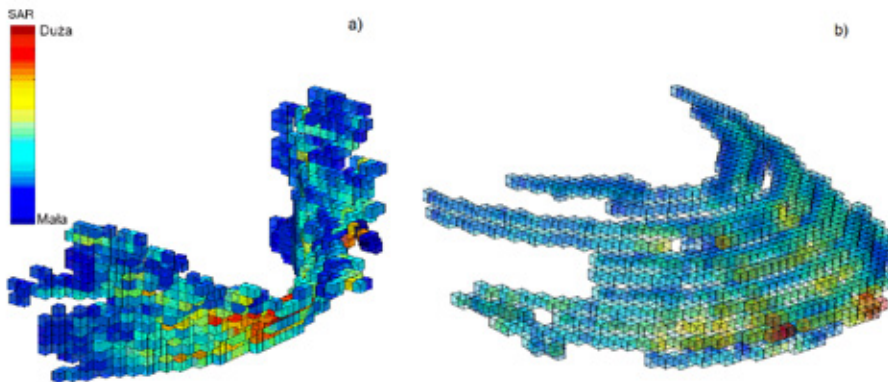
W dyrektywie o polach elektromagnetycznych wyszczególniono wartości GPO miejscowej SAR w celu ochrony przed miejscowym ogrzaniem ludzkiego ciała, a w szczególności przed narażeniem na pole bliskie źródeł promieniowania elektromagnetycznego.

W dyrektywie o polach elektromagnetycznych wskazano, że w przypadku narażenia na działanie pola elektromagnetycznego o natężeniu 100 kHz – 6 GHz, przy obliczaniu miejscowej SAR należy ją uśrednić względem dowolnych 10 g zwartej (tj. spójnej) tkanki. W celu oszacowania narażenia należy użyć największej wartości miejscowej SAR w organizmie.

Procedura obliczania miejscowej SAR względem 10 g zwartego obszaru jest następująca. Należy wybrać komórkę o największej wartości SAR z poziomej części modelu ciała ludzkiego. Następnie należy sprawdzić która z sześciu sąsiednich komórek przylegających do ścian pierwotnej komórki ma najwyższą szybkość pochłaniania. Po znalezieniu takiej komórki należy zsumować wartości mocy i masy. Następnie należy zbadać powierzchnię odpowiadających sąsiednich komórek, tak by otrzymać połączony obszar komórek, którego masa jest równa 10 g, i obliczyć SAR na takim połączonym obszarze. Przy takiej procedurze wykorzystuje się około 1000 komórek (w zależności od zawartości rodzaju tkanki) przy rozdzielczości woksela wynoszącej 2 mm, gdyż każda komórka jest rozmiaru $0,008 \text{ cm}^3$. Procedurę tę powtarza się w odniesieniu do każdej poziomej części i ostatecznie wybiera się najwyższą wartość SAR każdego spójnego obszaru na całym modelu ciała ludzkiego.

Przykłady miejscowej SAR uśrednionej w 10 g zwartego obszaru przedstawiono na rys. D7. Ukazano na nim 10 g zwartego obszaru o szczytowej wartości SAR obliczonej w modelu ciała ludzkiego narażonego na płaskie fale elektromagnetyczne o natężeniu 100 MHz i 3,4 GHz.

Rysunek D7 – Zwarte obszary: SAR uśredniona względem 10 g zwartych (spójnych) obszarów z modelu ciała ludzkiego narażonego na pole elektromagnetyczne o natężeniu: a) 100 MHz oraz b) 3,4 GHz. Mapa kolorów rozciąga się od ciemnego niebieskiego (mała SAR) do ciemnej czerwieni (duża SAR)



D.2 Wykazanie zgodności w odniesieniu do narażenia na pole niejednorodne

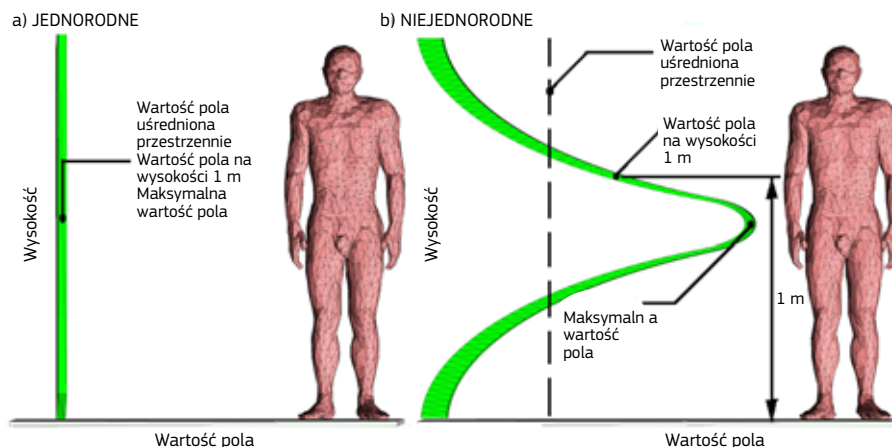
D.2.1 Wprowadzenie

Narażenie na działanie pól elektromagnetycznych można określić jako jednorodne lub niejednorodne. Jednorodne pole elektromagnetyczne o wysokich częstotliwościach definiuje się jako falę, która na powierzchni prostopadłej do jej kierunku rozpościera się tak, aby w każdym punkcie mieć taką samą amplitudę. Jednorodne pole jest idealizacją pozwalającą na wyjaśnienie zjawiska fali jako całości zmierzającej w jednym kierunku. Przy niskich częstotliwościach jednorodne pole to takie pole, które pozostaje jednakowe na całej określonej powierzchni, na przykład pole elektryczne pomiędzy dwiema nieskończonymi równoległymi płaszczyznami.

Łatwo jest określić wartość pola na użytek oceny zgodności z IPN w przypadku jednorodnego pola elektromagnetycznego, gdyż wartość ta będzie taka sama na całej długości linii prostopadłej do kierunku fali (rys. D8). Jeżeli pole jest jednorodne lub stosunkowo jednorodne (w granicach 20%) w tym sensie, wystarczający powinien być pomiar pola w jednej lokalizacji w miejscu zajmowanym przez pracowników.

Urządzenia wytwarzające promieniowanie elektromagnetyczne mogą stwarzać niejednorodne warunki narażenia względem wysokości ciała, jeżeli znajdują się blisko danej osoby lub w środowisku, w którym występują zmiany wytwarzanego pola z uwagi na odbicia od powierzchni / rozproszenie względem pobliskich przedmiotów.

Rysunek D8 – Przykłady jednorodnego i niejednorodnego narażenia: zmiana pola w zależności od odległości od podłoża w odniesieniu do: a) pola jednorodnego; b) typowego dipola. Oznaczono wartość pola uśrednioną przestrzennie, maksymalną wartość pola i wartość pola na wysokości 1 m



W przypadku gdy pole w obszarze zajmowanym przez pracownika różni się znacząco, oznaczenie jednej wartości pola, którą można porównać z IPN, nie należy do łatwych. W takiej sytuacji narażenia można zastosować maksymalną wartość pola w miejscu, w którym znajduje się pracownik, będzie to jednak zachowawcza ocena. Niektóre organizacje zalecają stosowanie jednej wartości pola na wysokości 1 m; wartość ta jest jednak często niereprezentatywna.

W takich niejednorodnych sytuacjach należy określić odpowiednią metodę uzyskiwania jednej wartości pola. W dyrektywie ustanowiono, że w takich przypadkach można zastosować uśrednianie przestrzenne pola. Zaleca się stosowanie pomiarów lub obliczeń uśrednionych przestrzennie z tego względu, że dostarczają one bardziej reprezentatywnego wskazania narażenia w sytuacjach, gdy pole jest różne na poszczególnych wysokościach ludzkiego ciała.

D.2.2 Kwestie związane z narażeniem na pole niejednorodne

W dyrektywie wyszczególniono wartości IPN jako pojedyncze wartości odnoszące się do poszczególnych częstotliwości. Wielkość takich IPN ustala się, aby stwierdzić zgodność ze stosownymi GPO lub aby ustalić jakie należy podjąć środki ochronne lub zapobiegawcze wyszczególnione w art. 5.

Jeżeli pole w obszarze, w którym znajduje się pracownik jest jednak niejednorodne (jak na rys. D8 b)), natężenie pola elektrycznego lub indukcja magnetyczna różnią się w zależności od pozycji, na której pole podlega ocenie. Należałoby zadać istotne pytanie, którą jedną wartość pola należy porównać z IPN.

W dyrektywie zaleca się, aby w takich sytuacjach narażenia zmierzyć maksymalne natężenie pola na danym obszarze lub przeprowadzić uśrednianie przestrzenne. W przypadkach, gdy bardzo miejscowe źródło znajduje się blisko ciała, należy określić dozymetrycznie zgodność z GPO.

W uwagach B1-3 i B2-3 załącznika II do dyrektywy ustanowiono w odniesieniu do skutków nietermicznych:

„Wartości IPN oznaczają najwyższe obliczone lub zmierzone wartości w miejscu, w którym znajduje się pracownik. Daje to w wyniku zachowawczą ocenę narażenia i automatyczną zgodność z GPO we wszystkich warunkach narażenia niejednorodnego. Aby uprościć

ocenę zgodności z GPO, przeprowadzaną zgodnie z art. 4, w szczególnych warunkach narażenia niejednorodnego, w praktycznych przewodnikach, o których mowa w art. 14, z wykorzystaniem ustaleń dozymetrycznych zostaną ustanowione kryteria uśredniania przestrzennego mierzonych pól. Dla bardzo miejscowego źródła, w odległości do kilku centymetrów od ciała, indukowane pole elektryczne jest określone dozymetrycznie, indywidualnie dla każdego przypadku”.

W uwadze B1-3 załącznika III do dyrektywy ustanowiono w odniesieniu do skutków termicznych:

„Wartości IPN(E) i IPN(B) stanowią najwyższe obliczone lub zmierzone wartości w miejscu, w którym znajduje się ciało pracownika. Daje to w wyniku zachowawczą ocenę narażenia i automatyczną zgodność z GPO we wszystkich warunkach narażenia niejednorodnego. Aby uprościć ocenę zgodności z GPO, przeprowadzaną zgodnie z art. 4, w szczególnych warunkach narażenia niejednorodnego, w praktycznych przewodnikach, o których mowa w art. 14, z wykorzystaniem ustaleń dozymetrycznych zostaną ustanowione kryteria uśredniania przestrzennego mierzonych pól. Dla bardzo miejscowego źródła, w odległości do kilku centymetrów od ciała, zgodność z GPO jest określana dozymetrycznie, indywidualnie dla każdego przypadku”.

D.2.2.1 Maksymalna wartość pola

Jest to najprostszy sposób oceny zgodności z wartościami granicznymi przedstawionymi w dyrektywie; metoda ta przedstawia jednak najbardziej zapobiegawcze oszacowanie pola narażenia pracownika. Nie stosuje się w tym przypadku uśredniania przestrzennego. Pomiar lub obliczanie niezakłóconego pola, tj. takiego pola, w którym nie znajduje się aktualnie pracownik, należy przeprowadzać w obszarze, w którym normalnie znajduje się pracownik, w miejscu o maksymalnej wartości pola. Pole podlega ocenie w momencie, gdy nie przebywa w nim pracownik, gdyż jego obecność może w pewnych określonych okolicznościach zakłócić wartość pola. Należy zauważyć, że w przypadku niskich częstotliwości obecność pracownika zakłóca wyłącznie pole elektryczne. Ludzie nie mają właściwości magnetycznych, a indukowany prąd nie ma takiego natężenia, które mogłoby mieć wpływ na pole.

W sekcji „Uśrednianie przestrzenne zewnętrznych pól elektrycznych i pól magnetycznych” ICNIRP (2010) określono:

„Określono poziomy odniesienia w stosunku do warunków narażenia, w których zmiana pola elektrycznego lub magnetycznego na obszarze, w którym przebywa pracownik, jest stosunkowo mała. W większości przypadków odległość od źródła pola jest jednak tak niewielka, że rozkład pola jest niejednorodny lub zlokalizowany w niewielkiej części ciała. W takich przypadkach pomiar najwyższego natężenia pola w miejscu obszaru, w którym znajduje się pracownik, dostarcza zawsze bezpiecznej, choć zapobiegawczej oceny narażenia”.

D.2.2.2 Uśrednianie przestrzenne

Uśrednianie przestrzenne pola w odniesieniu do narażenia niejednorodnego można przeprowadzić na różne sposoby. Trzy najczęściej stosowane podejścia, zaczynając od najwyższego stopnia złożoności, polegają na uśrednieniu przestrzennym na:

- przestrzeni, w której przebywa pracownik lub część ciała pracownika;
- powierzchni przekroju obszaru, w którym przebywa pracownik lub część ciała pracownika;
- linii w obszarze, na którym przebywa pracownik lub część ciała pracownika.

Szczegółowe informacje dotyczące powyższych podejść można znaleźć w różnych międzynarodowych standardach i wytycznych, np. IEEE C95.3 (2002), CENELEC EN 50357 (2001), IEC 62226 (2001), IEC 62233 (2005), IEC 62110 (2009). Im bardziej złożona procedura uśredniania, tym większe można uzyskać przybliżenie niejednorodnego pola.

Przyjmuje się jednak, że na potrzeby oceny zgodności oznaczenie wartości pola na przewidywanej przestrzeni lub powierzchni może okazać się trudne, gdyż w przypadku takich podejść wymagane jest wiele punktów pobierania próbek. Stosowanie metod polegających na uśrednianiu na linii może dostarczyć rzetelnego odwzorowania niejednorodnego pola elektromagnetycznego, jest zatem zalecane w kolejnych sekcjach.

a) Narażenie na pola elektryczne i magnetyczne o natężeniu między 1 Hz a 10 MHz

Uśrednione przestrzennie wartości natężenia pola elektrycznego (E_{avg}) lub indukcji magnetycznej (B_{avg}) należy obliczać, stosując następujące wzory:

$$E_{avg} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n E_i \quad \text{(Równanie 1)}$$

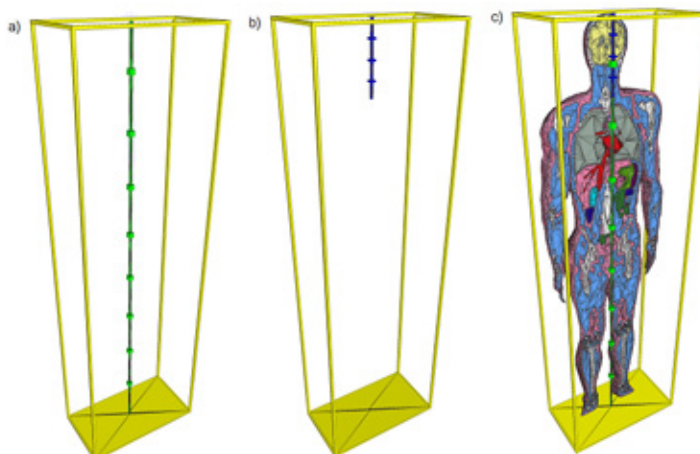
$$B_{avg} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n B_i \quad \text{(Równanie 2)}$$

gdzie n oznacza liczbę lokalizacji, E_i oraz B_i oznaczają odpowiednio natężenie pola elektrycznego i indukcję magnetyczną mierzone w lokalizacji i .

Pozycja linii, na której należy dokonać uśrednienia pola, zależy od tego, czy obliczona uśredniona przestrzennie wartość będzie porównywana z dolnym IPN, górnym IPN, czy IPN kończyn. Górne IPN określa się w celu ochrony przed pobudzeniem nerwów obwodowych w głowie i tułowie. W związku z tym jeżeli planuje się porównanie E_{avg} lub B_{avg} z górnym IPN, zazwyczaj wystarczy prosty liniowy skan pól na wysokości głowy i tułowia przez środek przewidywanego obszaru. Dolne IPN przedstawia się w celu ochrony przed skutkami zakłócającymi percepcję zmysłową w ośrodkowym układzie nerwowym w głowie. W związku z tym jeżeli planuje się porównanie E_{avg} lub B_{avg} z dolnym IPN, zazwyczaj wystarczy prosty liniowy skan pól na wysokości głowy przez środek przewidywanego obszaru. Ponadto IPN kończyn określa się w celu ochrony przed pobudzeniem nerwów w kończynach. W związku z tym jeżeli planuje się porównanie B_{avg} z dolnym IPN, zazwyczaj wystarczy prosty liniowy skan pól na wysokości kończyny przez środek przewidywanego obszaru.

Zaleca się, aby średnią wyciągniętą z serii co najmniej trzech pomiarów, wykonanych w jednakowych odstępach, na potrzeby uśredniania przestrzennego na obszarze, w którym znajduje się głowa, głowa i tułów lub kończyna, traktować jako wystarczającą. Dopuszcza się wykonanie dodatkowych pomiarów pola, np. przy zastosowaniu rejestratora danych lub sprzętu do uśredniania przestrzennego, które dostarczyłyby bardziej szczegółowych informacji na temat rozkładu przestrzennego pola.

Rysunek D9 – a) uśrednianie przestrzenne pola na linii pionowej w obszarze, w którym przebywa pracownik; b) uśrednianie przestrzenne pola na linii pionowej w obszarze, na którym znajduje się głowa pracownika; c) punkty uśredniające przedstawione w przekroju pracownika przebywającego w badanej przestrzeni



b) *Narażenie na pola elektryczne i magnetyczne o natężeniu między 100 kHz a 300 GHz*

Uśrednione przestrzennie wartości natężenia pola elektrycznego (E_{avg}), indukcji magnetycznej (B_{avg}) i gęstości mocy (W_{avg}) należy obliczać stosując następujące wzory:

$$E_{avg} = \frac{1}{\sqrt{n}} \left[\sum_{i=1}^n E_i^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad \text{(Równanie 3)}$$

$$B_{avg} = \frac{1}{\sqrt{n}} \left[\sum_{i=1}^n B_i^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad \text{(Równanie 4)}$$

$$W_{avg} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n W_i \quad \text{(Równanie 5)}$$

gdzie n oznacza liczbę lokalizacji, E , B , oraz W , oznaczają odpowiednio natężenie pola elektrycznego, indukcję magnetyczną i gęstość mocy mierzone w lokalizacji i .

IPN dotyczący narażenia na pola elektryczne i magnetyczne o natężeniu między 100 kHz a 300 GHz przedstawia się w celu ochrony przed niepożądanymi skutkami dla zdrowia wynikającymi z ogrzania ciała. W związku z tym jeżeli planuje się porównanie E_{avg} lub B_{avg} z IPN dotyczącym skutków termicznych, wystarczy prosty liniowy skan pół wykonany w linii pionowej w jednakowych odstępach, zaczynając od poziomu podłoża, aż do wysokości 2 m przez środek przewidywanego obszaru.

Zaleca się, aby średnią wyciągniętą z serii co najmniej dziesięciu pomiarów uśredniania przestrzennego, wykonanych w jednakowych odstępach, na wysokości pracownika, traktować jako wystarczającą w odniesieniu do większości sytuacji narażenia. Lokalizacja punktów pomiaru natężenia pola przedstawiona jest na rys. D9 a) w postaci zielonych sześciątów. Dopuszcza się wykonanie dodatkowych pomiarów natężenia pola, np. przy zastosowaniu rejestratora danych lub sprzętu do uśredniania przestrzennego, które dostarczyłyby bardziej szczegółowych informacji na temat rozkładu przestrzennego pola.

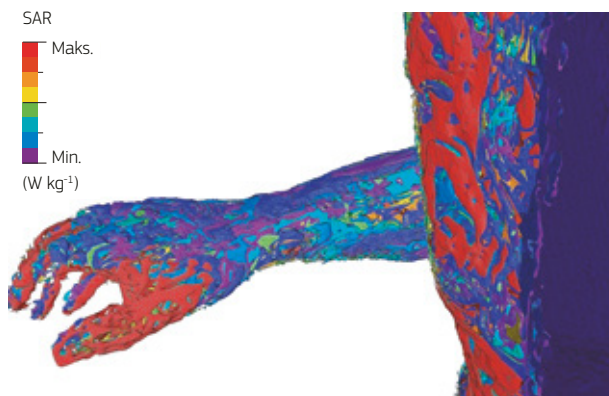
W takich sytuacjach należy dokonywać pomiarów z zastosowaniem czujników pola umieszczonych co najmniej 0,2 m od przedmiotu lub od człowieka, aby uniknąć efektu sprzęgania się pól. Należy zauważyć, że wartości uśrednione przestrzennie będą również zależęły od charakterystyki przestrzennej pól częstotliwości radiowych w stosunku do postawy narażonego pracownika.

D.2.2.3 Ocena dozymetryczna w odniesieniu do bezpośredniego porównania z GPO

W dyrektywie zaleca się, aby w przypadku, gdy źródło pola elektromagnetycznego znajduje się w odległości do kilku centymetrów od ciała, określać zgodność bezpośredniego porównania z GPO dozymetrycznie.

Indukowane pola elektryczne w ciele przy niskich częstotliwościach lub SAR i gęstość mocy przy wysokich częstotliwościach można dokładnie określić wyłącznie przy pomocy obliczeń numerycznych. Procedurę stosowaną do obliczania wewnętrznej wielkości dawek przedstawiono we wcześniejszych sekcjach niniejszego dodatku. Przykład dozymetrycznej oceny z zastosowaniem obliczeń numerycznych przedstawiono na rys. D10.

Rysunek D10 – Określanie wielkości dawek, w tym przypadku SAR w ręce i tułowi w odniesieniu do narażenia pochodzącego z nieekranowanego kabla, służących do bezpośredniego porównania z GPO. W dyrektywie zaleca się stosowanie tego podejścia w celu przedstawienia zgodności w odniesieniu do bardzo miejscowego źródła pola elektromagnetycznego w odległości do kilku centymetrów od ciała



D.2.2.3.1 Podstawowe pojęcia dozymetryczne

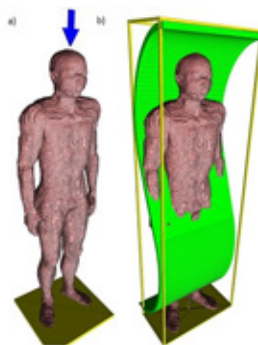
Pojęcie i dokładność technik oceny narażenia niejednorodnego można omówić przy pomocy przykładów.

a) Przykład 1: uśrednianie przestrzenne pola przed narażeniem na działanie odbitej fali płaskiej

Jeżeli odbita fala elektromagnetyczna wywołuje zakłócenia w stosunku do biegnącej fali, może powstać fala stojąca. W niektórych lokalizacjach natężenie pola zostaje zredukowane, zaś w miejscach, gdzie fala stojąca osiąga maksima, pole elektryczne ulega podwojeniu. Sytuację taką przedstawiono na rys. D11.

Pracownik jest tu narażony na działanie pola spolaryzowanego poziomo od góry oraz pola skierowanego od przodu ku tyłowi. Fala odbija się od przewodzącego płaskiego podłoża z powrotem do obszaru, w którym przebywa pracownik. Dokonując pojedynczego pomiaru w tym obszarze, otrzymano by wynik o wartości między zero a najwyższą wartością pola. Jest zatem bardzo prawdopodobne, że taka wartość pochodząca z pojedynczego pomiaru pola nie byłaby reprezentatywna w stosunku do sytuacji narażenia. Na rys. D12 przedstawiono rezultat narażenia pracownika na taką falę stojącą o natężeniu 200 MHz. Można zauważyć, że lokalizacja pochłaniania jest głównie określona przez pozycje wartości szczytowych fali stojącej i miejsca jej przechodzenia.

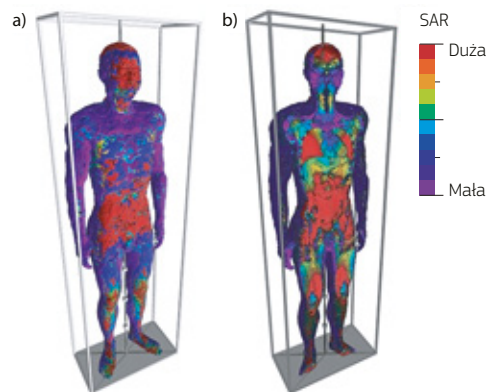
Rysunek D11 – Przykład 1: model ciała ludzkiego narażony na działanie pola elektromagnetycznego odbitego z powrotem do obszaru, w którym przebywa człowiek. Region ten przedstawiono jako żółty prostopadłościan. Falę stojącą przedstawiono zielonym kolorem



$$E_{spa} = \left[\frac{\int E^2(z) dz}{\int dz} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (\text{Równanie 6})$$

Całka przedstawiona w równaniu 6 dostarcza precyzyjną wartość pola uśrednionego liniowo w obszarze, w którym przebywa pracownik.

Rysunek D12 – Wykresy SAR dotyczące przykładu 1: rozkład SAR: a) w całym ciele oraz b) ukazany w widokach sekcji modelu ciała ludzkiego z narażenia na działanie pola elektrycznego spolaryzowanego poziomo zorientowanego od przodu ku tyłowi, pochodzącego z promieniowania fali płaskiej o natężeniu 200 MHz biegnącej od góry w warunkach uziemienia



Ponieważ w celu obliczenia uśrednionego przestrzennie pola stosuje się skończoną liczbę pomiarów, można się spodziewać, że im więcej wykona się pomiarów, tym otrzymana wartość będzie bliższa dokładnemu wynikowi obliczonemu przy zastosowaniu całki. Zasadniczo jest to zgodne z prawdą; na potrzeby oceny zgodności wystarczy jednak przeprowadzić dziesięć pomiarów. Różnice między dokładną wartością uśrednionego przestrzennie pola elektrycznego a wartością obliczoną przy zastosowaniu x pomiarów są zazwyczaj niskie, nawet jeżeli przeprowadzi się zaledwie kilka pomiarów. Wyjątek stanowi sytuacja, w której wierzchołek fali stojącej zlokalizowany jest w pobliżu mierzonej wartości.

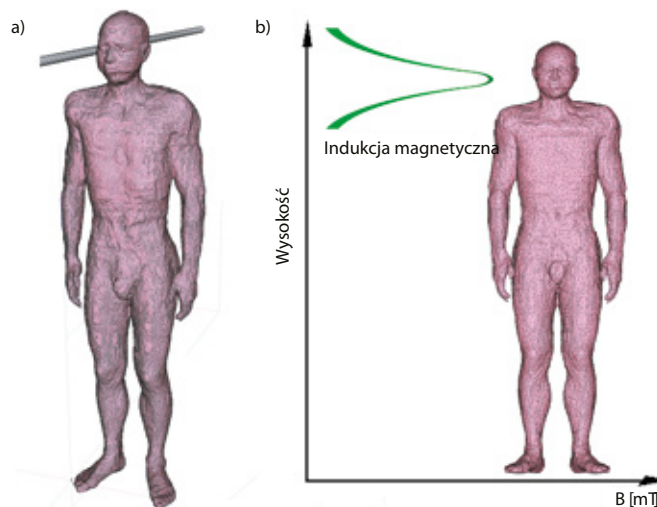
Chociaż uśrednione przestrzennie pole można przedstawić przy pomocy dziesięciu pomiarów, większa ich liczba pozwoli na uzyskanie dokładniejszej wartości uśrednionego przestrzennie pola. W związku z tym zaleca się, aby w miarę możliwości stosować nowoczesny sprzęt do prowadzenia badań, przy pomocy którego można wykonać ok. 200–300 pomiarów na całej długości ciała (np. sonda poruszająca się przez 10 sekund, której prędkość rejestracji wynosi 32 punkty zbierania danych na sekundę, dostarczy 320 pomiarów), gdyż zasadniczo więcej pomiarów przekłada się na większy stopień dokładności.

Jeżeli źródło pola elektromagnetycznego znajduje się blisko ciała, pole padające w obszarze, w którym znajduje się ciało, może być niejednorodne. Przykład takiej sytuacji stanowi przewód umieszczony blisko głowy (rys. D13).

b) Przykład 2: uśrednianie przestrzennie pola, w którym występuje narażenie na działanie prądu o natężeniu 50 Hz płynącego w przewodzie

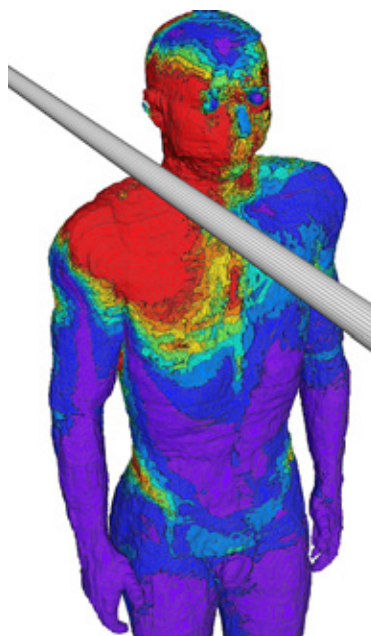
Na rys. D14 przedstawiono rozkład indukowanego pola elektrycznego w przypadku narażenia na działanie pola o natężeniu 50 Hz wytworzonego przez prosty przewód na poziomie głowy. Jak można zauważyć, pochłanianie pola elektromagnetycznego jest raczej zlokalizowane na obszarze głowy i ramienia.

Rysunek D13 – Przykład 2: a) model ciała ludzkiego narażony na działanie pola wytworzonego przez prosty przewód; b) zmiana natężenia pola względem wysokości



Badania wykazały, że w przypadku źródeł miejscowych w zakresie ELF zalecenie dotyczące wykonywania trzech pomiarów jest wystarczające. W przypadku niniejszego przykładu, w którym rozpatruje się natężenie w wysokości 50 Hz, różnica między wynikiem pomiaru, w którym stosuje się trzy punkty na obszarze głowy, a wynikiem pomiaru, w którym stosuje się nieskończoną liczbę punktów, wynosi ok. 8%. Różnicę tę można zmniejszyć, jeżeli zajdzie taka potrzeba, wykonując więcej pomiarów w linii pionowej, zachowując równe odstępy.

Rysunek D14 – Przykład 2: rozkład indukowanego pola elektrycznego wytworzonego przez prosty przewód, w którym płynie prąd o częstotliwości 50 Hz, znajdujący się blisko głowy





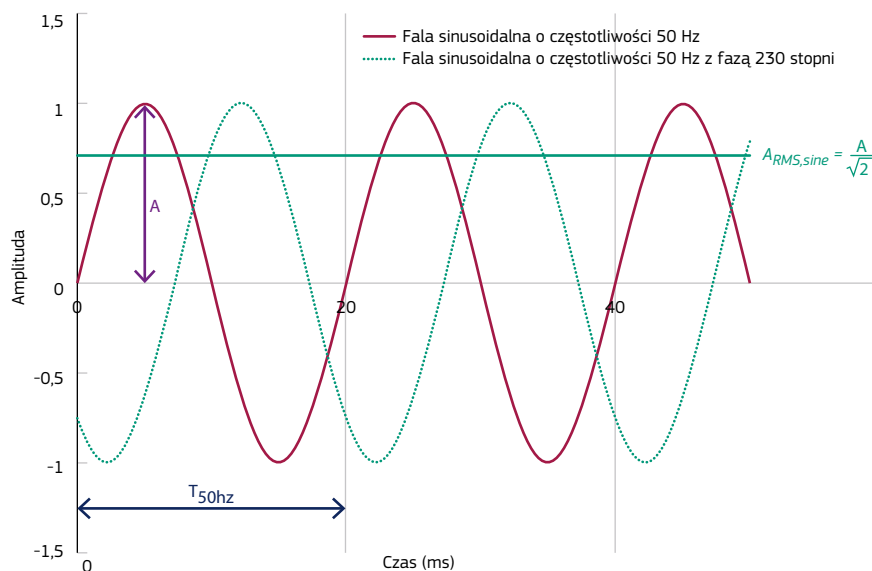
Główne przesłanie: uśrednianie przestrzenne

Na potrzeby uśredniania przestrzennego zwykle wystarczą trzy punkty pomiarowe dla ocen narażenia w przypadku niskiej częstotliwości lub dziesięć punktów pomiarowych w przypadku badań częstotliwości radiowej. Poprawa dokładności staje się coraz mniejsza z każdym dodatkowym punktem pomiarowym, tak że na ogół nie jest konieczne stosowanie więcej niż dziesięć punktów. Jeżeli w przypadku danej sytuacji narażenia uśrednianie przestrzenne po linii jest trudne, należy wykorzystać jedno maksymalne zmierzone natężenie pola.

D.3 Ocena narażenia na działanie różnych częstotliwości

Jak wspomniano w rozdziale 3 i dodatku A, zewnętrzne zmienne w czasie elektryczne i magnetyczne pola o niskiej częstotliwości indukują wewnętrzne pola elektryczne. Zmienność pola w czasie jest opisana kształtem fali. W przypadku pola zewnętrznego opisanego zwykłą falą sinusoidalną (rys. D15) indukowane pole elektryczne w organizmie jest proporcjonalne do amplitudy pola zewnętrznego i jego częstotliwości.

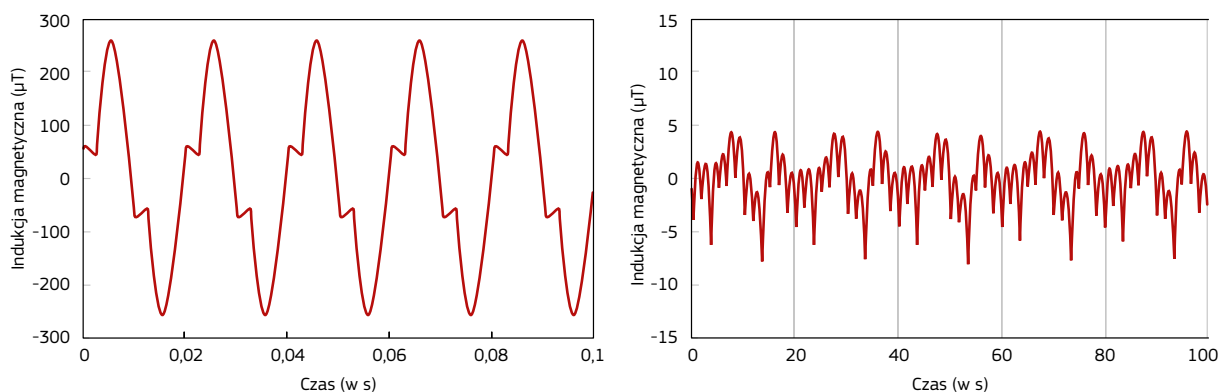
Rysunek D15 – Fala sinusoidalna o częstotliwości 50 Hz. Fale sinusoidalne są okresowe i mają częstotliwość f wyrażoną jako $1/T$, gdzie T jest okresem kształtu fali (np. $T = 20$ ms dla fali sinusoidalnej o częstotliwości 50 Hz). Wartość skuteczną fali sinusoidalnej daje amplituda szczytowa podzielona przez $\sqrt{2}$. Oddziaływaniem fazy fali sinusoidalnej jest przesunięcie jej wzdłuż osi czasu.



Źródła pola elektrycznego i magnetycznego o częstotliwości poniżej 10 MHz dość często wykazują kształty fali, które różnią się (niekiedy znacznie) od idealnej fali sinusoidalnej (rys. D15), niemniej jednak są okresowe (rys. D16). Oznacza to, że kształt fali powtarza się w czasie. Tego rodzaju złożone kształty fali odpowiadają sumie serii fal sinusoidalnych o różnych częstotliwościach, zwykle nazywanych składowymi widmowymi. Dla danego kształtu fali każda z tych składowych widmowych opisana jest amplitudą i fazą. Analogicznie dany kolor można rozłożyć na różne ilości podstawowych kolorów (czerwonego, zielonego i niebieskiego). Kolor jest kształtem fali, czerwony, zielony i niebieski są składowymi widmowymi, a intensywność każdego

podstawowego koloru jest amplitudą każdej składowej widmowej. Widmo kształtu fali zapewnia informacje widmowe (częstotliwości, amplitudy, fazy). Otrzymuje się je zwykle przez poddanie kształtu fali analizie Fouriera lub bezpośredni pomiar przyrządami wąskopasmowymi (choć ta druga metoda może nie dostarczyć informacji o fazach).

Rysunek D16 – Przykład złożonych kształtów fal indukcji magnetycznej wokół systemów wykrywania pęknięć. Po prawej stronie pionowymi przerywanymi liniami siatki podkreślono okresowość wynoszącą 20 ms



D.3.1 Skutki nietermiczne (> 1 Hz do 10 MHz)

Ocenę zgodności z IPN (i GPO) i w obszarze niskich częstotliwości (poniżej 10 MHz) można przeprowadzać na różne sposoby, przy czym niektóre metody są bardziej zachowawcze niż inne, ale łatwiejsze do zastosowania.



Główne przesłanie: ocena różnych częstotliwości

Metoda ważonej wartości szczytowej w dziedzinie czasu jest metodą odniesienia zalecaną w dyrektywie o polach elektromagnetycznych, chociaż można stosować inne metody, pod warunkiem że dają zasadniczo takie same (lub bardziej zachowawcze) wyniki, takie jak metoda różnych częstotliwości opisana w sekcji D3.1.2.

D.3.1.1 Metoda ważonej wartości szczytowej

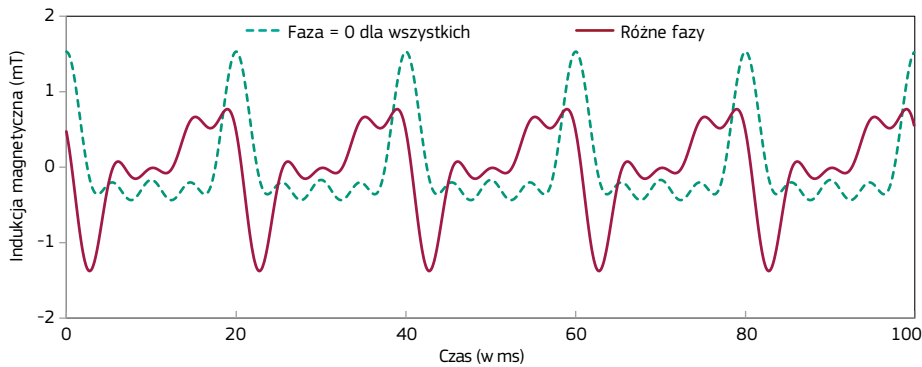
Metoda ważonej wartości szczytowej (ang. *weighted peak method, WPM*) to metoda, w której uwzględnia się zarówno amplitudę, jak i fazy składowych widmowych, które składają się na sygnał (zob. rys. D17 – oddziaływanie faz widmowych na kształt fali i wskaźnik narażenia). Metoda ta nosi nazwę metody ważonej wartości szczytowej, ponieważ kształt fali jest ważony IPN zależnymi od częstotliwości, a amplituda szczytowa ważonego kształtu fali daje wskaźnik narażenia. Ważenie (lub filtrację) można przeprowadzać w dziedzinie częstotliwości albo w dziedzinie czasu. Metoda ta jest również odpowiednia do oceny zgodności zarówno z dolnymi, jak i z górnymi granicznymi poziomami oddziaływania (GPO).



Główne przesłanie: wskaźnik narażenia

Wskaźnik narażenia (ang. *exposure index, EI*) przedstawia obserwowane narażenie podzielone przez poziom graniczny. Jeżeli wskaźnik narażenia wynosi mniej niż jeden, narażenie spełnia wymogi.

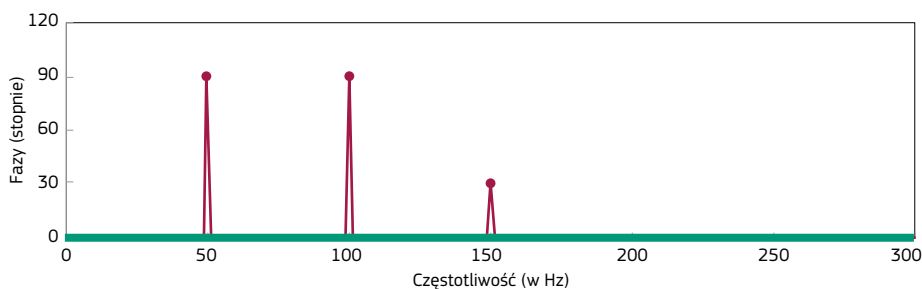
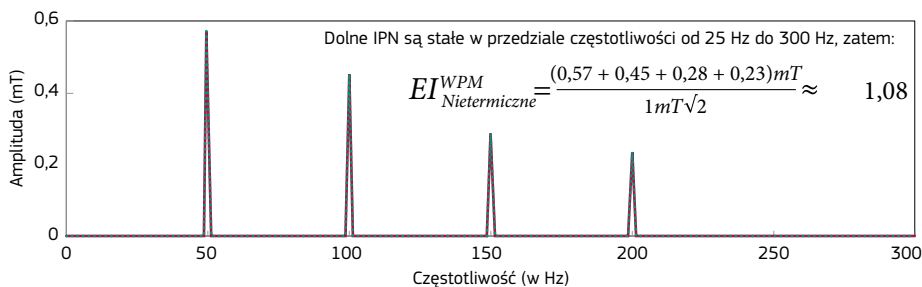
Rysunek D17 – Przykład oddziaływania faz składowych widmowych na kształt fali (wykres górny). Na oba kształty fali składają się fale sinusoidalne z przesunięciem fazowym o częstotliwości 50 Hz, 100 Hz, 150 Hz i 200 Hz (wykres dolny). Jedyna różnica między tymi dwoma kształtami fali polega na tym, że dla jednej fali wyzerowano wszystkie fazy czterech składowych widmowych (przerywana linia zielona), natomiast fazy trzech składowych widmowych drugiego kształtu fali (czerwona linia ciągła) zostały zmienione (wykres środkowy)



Dolne IPN są stałe w przedziale częstotliwości od 25 Hz do 300 Hz, zatem dla dolnych IPN:

$$\text{Wszystkie fazy 0: } EI_{\text{Nietermiczne}}^{\text{WPM}} = \frac{1,53mT}{1mT\sqrt{2}} \approx 1,08 \Rightarrow \text{Niezgodne z wymogami}$$

$$\text{Różne fazy: } EI_{\text{Nietermiczne}}^{\text{WPM}} = \frac{1,38mT}{1mT\sqrt{2}} \approx 0,97 \Rightarrow \text{Zgodne z wymogami}$$

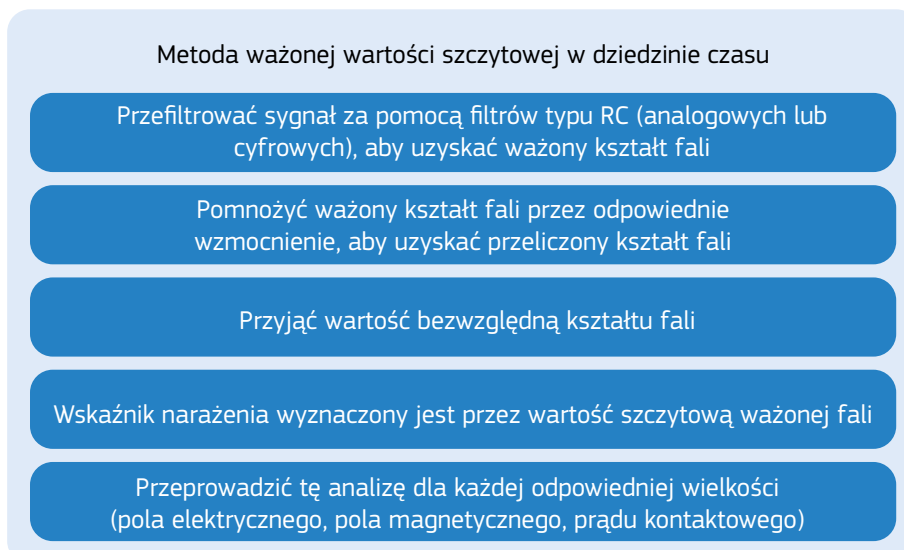


Metoda ważonej wartości szczytowej w dziedzinie czasu

Przy stosowaniu metody ważonej wartości szczytowej w dziedzinie czasu ważenie przeprowadza się za pomocą filtrów RC z zależnymi od częstotliwości wzmocnieniami, które odzwierciedlają amplitudę IPN i zależność częstotliwości (rys. D18). Przy stosowaniu filtrów RC występują pewne niewielkie różnice w amplitudzie i fazie filtra w porównaniu z wartościami odcinkowymi podanymi w dyrektywie ⁽¹⁾ (rys. D19 i D20), jednak filtry RC odzwierciedlają bardziej realistyczne zachowanie biologiczne, a ICNIRP uważa te różnice za dopuszczalne [ICNIRP 2010, Jokela 2000].

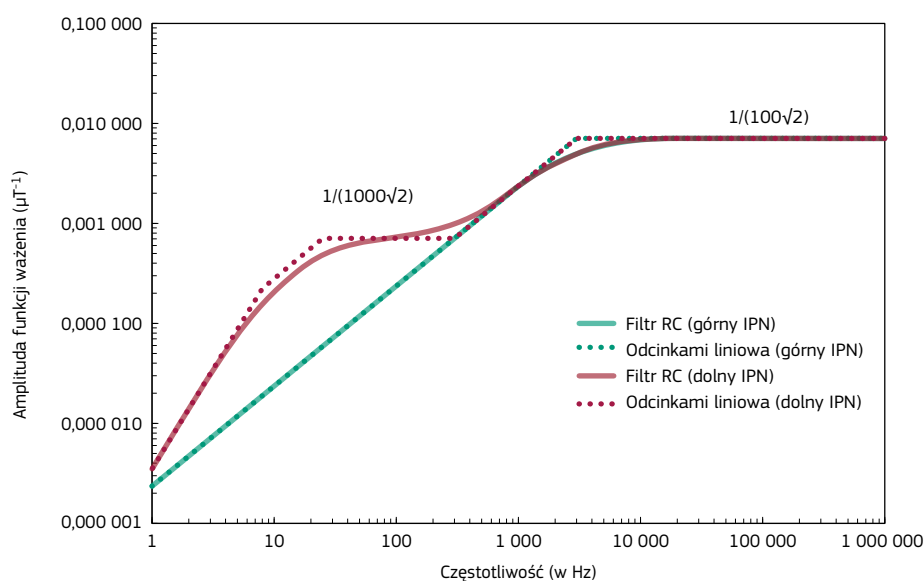
⁽¹⁾ Amplitudą odcinkową filtra jest odwrotność IPN, natomiast fazę odcinkową filtra oblicza się według równania 7.

Rysunek D18 – Etapy obliczeń na potrzeby metody ważonej wartości szczytowej w dziedzinie czasu

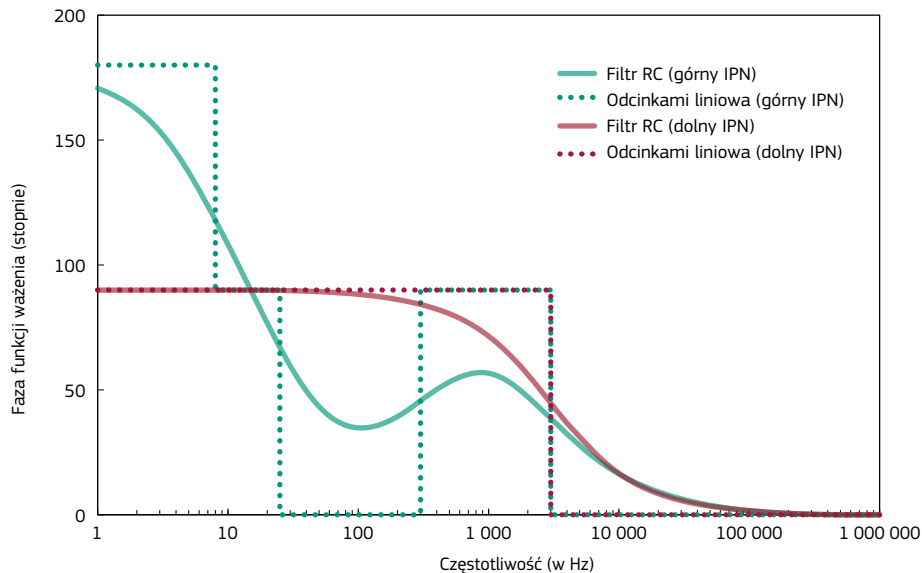


Filtrację w dziedzinie czasu można przeprowadzić poprzez późniejsze przetworzenie zmierzonego kształtu fali lub cyfrowo, na przykład za pomocą pewnych dostępnych na rynku urządzeń z funkcją takiej filtracji (funkcja ta jest czasami nazywana ukształtowaną dziedziną czasu (ang. *shaped time domain*, STD)). Jeżeli użytkownik korzysta z dostępnych na rynku urządzeń, powinien zapewnić, aby wykorzystywano w nich odpowiedni zbiór IPN (w przeciwieństwie do innych standardów lub metod dotyczących narażenia).

Rysunek D19 – Amplituda funkcji ważenia na potrzeby metody ważonej wartości szczytowej: wartości odcinkami liniowe stosowane w dziedzinie częstotliwości (jak określono w podsekcji poniżej) oraz przybliżone wartości (filtr RC) stosowane w dziedzinie czasu



Rysunek D20 – Faza funkcji ważenia na potrzeby metody ważonej wartości szczytowej: wartości odcinkami liniowe stosowane w dziedzinie częstotliwości (jak określono w podsekcji poniżej) oraz przybliżone wartości (filtr RC) stosowane w dziedzinie czasu



Metoda ważonej wartości szczytowej w dziedzinie częstotliwości

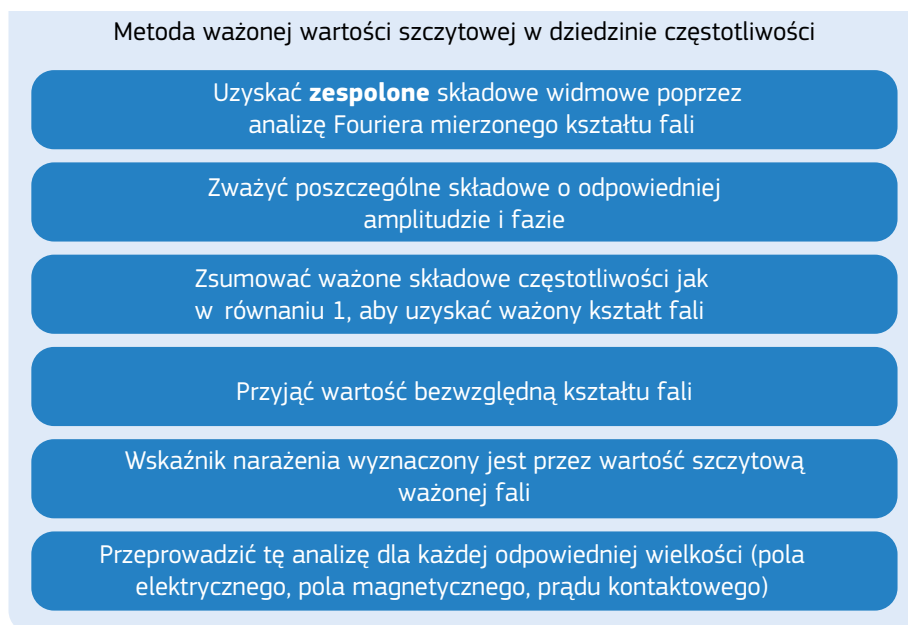
Etapy stosowania metody ważonej wartości szczytowej w dziedzinie częstotliwości są przedstawione na rys. D21 i opisane w wytycznych ICNIRP z 2010 r. (ICNIRP 2010). W celu obliczenia ważonego kształtu fali amplitudę każdej składowej widmowej dzieli się przez odpowiednie IPN (lub GPO, jeżeli badane amplitudy są wewnętrznymi polami elektrycznymi), a fazę φ_f dodaje się do fazy każdej składowej widmowej. Ważone informacje widmowe są następnie z powrotem przeliczane na dziedzinę czasu w następujący sposób:

$$EI_{non-thermal}^{WP} = \text{Maximum} \left\{ \left| \sum_f \frac{|A_f|}{AL_f \sqrt{2}} * \cos(2\pi f t + \theta_f + \varphi_f) \right| \right\} \quad \text{Równanie 7}$$

Gdzie $|A_f|$ and θ_f są odpowiednio amplitudą szczytową (natężenie pola elektrycznego lub indukcja magnetyczna) i fazą składowej widmowej przy częstotliwości f a AL_f jest odpowiednim IPN przy tej częstotliwości. Faza φ_f jest funkcją częstotliwości i jest zdefiniowana w dodatku do wytycznych ICNIRP z 2010 r. (ICNIRP 2010):

$$\varphi_f = \begin{cases} 180^\circ, f \text{ or } AL_f \propto 1/f^2 \\ 90^\circ, f \text{ or } AL_f \propto 1/f \\ 0^\circ, f \text{ or } AL_f = \text{constant} (\propto f^0) \\ -90^\circ, f \text{ or } AL_f \propto f \end{cases} \quad \text{Równanie 8}$$

Rysunek D21 – Etapy obliczeń na potrzeby metody ważonej wartości szczytowej w dziedzinie częstotliwości



Są to wartości odcinkowe przywołane na rys. D20. Jak wspomniano powyżej, metoda ta jest odpowiednia do oceny zgodności zarówno z dolnymi, jak i z górnymi granicznymi poziomami oddziaływania (GPO). Na potrzeby oceny zgodności z GPO $|A_f|$ i θ_f są amplitudą i fazą indukowanych (wewnętrznych) pól elektrycznych, a w równaniach 7 i 8 IPN są zastąpione GPO. Podobnie jak w obliczeniach dotyczących skutków nietermicznych $\sqrt{2}$ usuwa się z równania, jeżeli stosowane są GPO, gdyż są one zdefiniowane jako wartości szczytowe, a nie RMS.

D.3.1.2 Metoda alternatywna: zasada wielu częstotliwości

Metodą inną niż metoda ważonej wartości szczytowej jest zasada wielu częstotliwości (ang. *multiple frequency rule*, MFR), która jest prostsza do stosowania, ale bardziej zachowawcza niż metoda ważonej wartości szczytowej. Jeżeli prawdopodobnie narażenie będzie zbliżone do IPN (lub GPO) przy niskich częstotliwościach, metoda ta może nie być odpowiednia, ponieważ często prowadzi do bardzo zachowawczej oceny, gdyż nie uwzględnia się w niej faz składowych widmowych, a zakłada się że fale sinusoidalne składowych widmowych zbiegają się w tym samym czasie, tak że pole całkowite gwałtownie zmienia się w czasie [ICNIRP 2010].

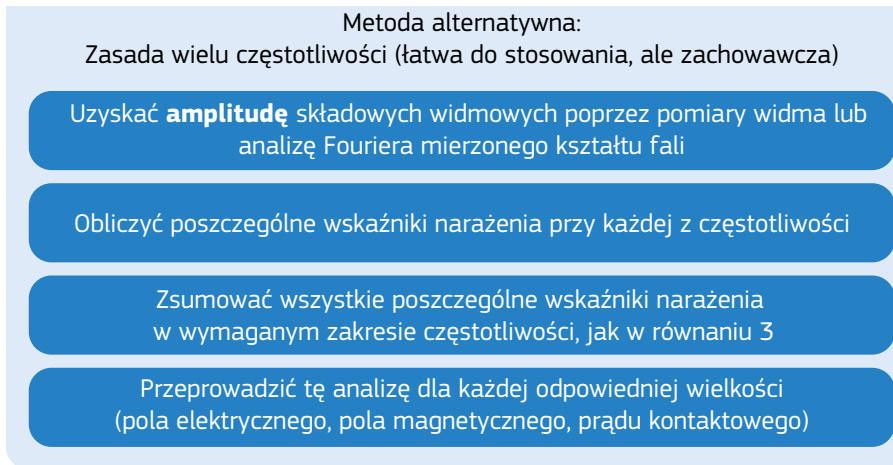
Zasada wielu częstotliwości jest metodą opisaną w równaniach 3–6 w wytycznych ICNIRP [ICNIRP 2010], przy czym zamiast poziomu odniesienia i podstawowych ograniczeń trzeba użyć odpowiednio IPN i GPO:

$$EI_{non-thermal, X}^{MFR} = \sum_{f=1 \text{ Hz}}^{10 \text{ MHz}} \frac{X_f}{AL(X)_f} \quad \text{Równanie 9}$$

gdzie X_f jest amplitudą (RMS), przy częstotliwości f , zewnętrznej wartości zmierzonej (lub obliczonej), a $AL(X)_f$ jest odpowiednim interwencyjnym poziomem narażenia przy częstotliwości f . Odpowiedni IPN oznacza IPN przy częstotliwości składowej widmowej, lecz również rodzaj IPN wymagany na potrzeby oceny (natężenie pola elektrycznego, indukcja magnetyczna, dolny IPN, górny IPN, prąd kontaktowy), jak określono w tabeli B2 w załączniku II do dyrektywy. Przy ocenie zgodności z GPO X_f staje się amplitudą

natężenia indukowanego pola elektrycznego (szczytowa, nie RMS) przy częstotliwości f a $AL(X)_f$ zastępuje się ELV_f . Na rys. D22 przedstawiono etapy obliczania wskaźnika narażenia przy użyciu metody sumowania różnych częstotliwości.

Rysunek D22 – Etapy obliczeń na potrzeby zasady różnych częstotliwości



Metoda sumowania różnych częstotliwości jest dość prosta i istnieje szereg urządzeń, które mogą przeprowadzić tę ocenę automatycznie na potrzeby wytycznych ICNIRP. Urządzenia te nadają się do oceny zgodności z IPN, o ile na dane urządzenie przesłano odpowiedni zbiór IPN. Metoda ta jest również odpowiednia do oceny zgodności zarówno z dolnymi, jak i z górnymi granicznymi poziomami oddziaływania (GPO).

W tabelach 5a–5d przedstawiono porównanie wskaźników narażenia otrzymanych przy zastosowaniu metody ważonej wartości szczytowej w dziedzinie częstotliwości, metody opartej na zasadzie różnych częstotliwości oraz bezpośrednio przy użyciu funkcji ukształtowanej dziedziny czasu (metoda ważonej wartości szczytowej w dziedzinie czasu) próbnika dostępnego na rynku.

Tabela D5a – Zgrzewarka punktowa, 50 Hz (50 kVA). Pomiarów dokonano w odległości 0,3 m na wysokości punktu zgrzewania

Metoda	Dolne IPN	Górne IPN	IPN kończyn
Zasada wielu częstotliwości ^a	3,18	Górne IPN	0,57
Metoda ważonej wartości szczytowej ^a	0,94	0,45	0,15
Ukształtowana dziedzina czasu ^b	0,83	0,34	0,13

^a Obliczenia przeprowadzono w dziedzinie częstotliwości od śladu przy $N = 4096$, $T = 0,84$ s (tj. maksymalna uwzględniona częstotliwość wynosiła około 2 kHz).

^b Pomiary ukształtowanej dziedziny czasu przeprowadzono za pomocą urządzeń o zakresie częstotliwości od 1 Hz do 400 kHz.

Tabela D5b – Zgrzewarka, 2 kHz (pomiarów dokonano w odległości 0,33 m od środka uchwytu spawalniczego mocującego)

Metoda	Dolne IPN	Górne IPN	IPN kończyn
Zasada wielu częstotliwości ^a	4,52	3,44	1,15
Metoda ważonej wartości szczytowej ^a	1,08	0,81	0,27
Ukształtowana dziedzina czasu ^b	-	1,00	-

^a Obliczenia przeprowadzono w dziedzinie częstotliwości od śladu przy N = 4096, T = 0,5 s (tj. maksymalna uwzględniona częstotliwość wynosiła 4 kHz).

^b Pomiaru ukształtowanej dziedziny czasu przeprowadzono za pomocą urządzeń o zakresie częstotliwości od 1 Hz do 400 kHz.

Tabela D5c – Przeczaszkowy stymulator magnetyczny (TMS)

Metoda	Dolne IPN	Górne IPN	IPN kończyn
Zasada wielu częstotliwości ^a	21,88	21,81	7,27
Metoda ważonej wartości szczytowej ^a	13,43	13,23	4,41
Ukształtowana dziedzina czasu ^b	-	12,22	4,11

^a Obliczenia przeprowadzono w dziedzinie częstotliwości od śladu przy T = 5 ms (tj. maksymalna uwzględniona częstotliwość wynosiła 409 kHz).

^b Pomiaru ukształtowanej dziedziny czasu przeprowadzono za pomocą urządzeń o zakresie częstotliwości od 1 Hz do 400 kHz.

Tabela D5d – Zgrzewarka liniowa, 100 kVA (pomiarów dokonano w odległości 28 cm od frontu maszyny i poniżej punktu zgrzewania)

Metoda	Dolne IPN	Górne IPN	IPN kończyn
Zasada wielu częstotliwości ^a	4,30	2,59	0,86
Metoda ważonej wartości szczytowej ^a	1,09	0,61	0,20
Ukształtowana dziedzina czasu ^b	1,13	0,59	0,16

^a Obliczenia przeprowadzono w dziedzinie częstotliwości od śladu przy T = 333 ms (tj. maksymalna uwzględniona częstotliwość wynosiła 6,1 kHz).

^b Pomiaru ukształtowanej dziedziny czasu przeprowadzono za pomocą urządzeń o zakresie częstotliwości od 1 Hz do 400 kHz.

Jeżeli istnieją znaczące składowe widmowe o częstotliwości powyżej 100 kHz, trzeba wziąć pod uwagę skutki termiczne i ocenić je niezależnie od skutków nietermicznych. Zagadnienie to omówiono w następnej podsekcji.

D.3.1.3 Metoda alternatywna: prosta ocena na podstawie fizjologii

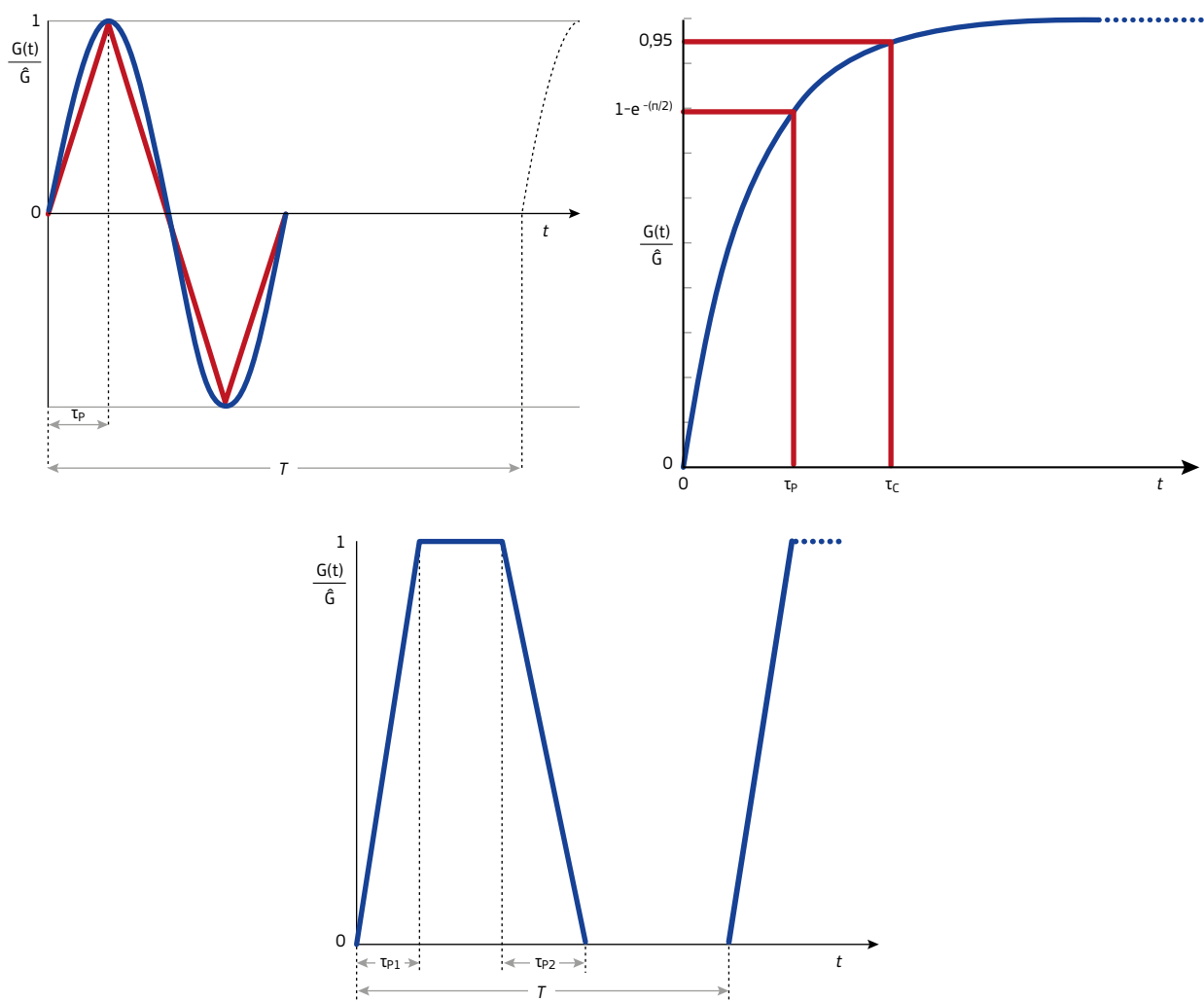
W dziedzinie czasu pola impulsowe można podzielić na części sinusoidalnych, trapezoidalnych, trójkątnych lub wykładniczych pojedynczych i wielokrotnych lub stałych

składowych pola (zob. rys. D23). Z tego względu można przeprowadzić uproszczoną ocenę w obszarze niskich częstotliwości, wykorzystując parametry opisane poniżej (Heinrich, 2007). Metoda ta oparta jest na fizjologii, zwłaszcza na mechanizmie pobudzenia:

- 1) skutki pobudzenia mają miejsce tylko wtedy, gdy przekroczony jest precyzyjnie określony próg;
- 2) impulsy poniżej tego progu nie mogą wywołać żadnego bodźca, nawet gdy są bardzo długie;
- 3) jeżeli impulsy są bardzo krótkie, potrzebne jest wyższe natężenie.

Procedura oceny zawarta jest w rozporządzeniu w sprawie zapobiegania wypadkom niemieckiego zakładu ubezpieczeń społecznych w zakresie wypadków (BGV B11, 2001). Należy jednak zwrócić uwagę, że w rozporządzeniu tym od 2001 r. nie stosuje się interwencyjnych poziomów narażenia i granicznych poziomów oddziaływania określonych w nowej dyrektywie 2013/35/UE.

Rysunek D23 – Krzywe sygnału (impulsy) o kształcie sinusoidalnym (na górze po lewej), wykładniczym (na górze po prawej) i trapezoidalnym lub trójkątnym (na dole)



Pola związane z tymi rodzajami krzywych sygnału (rys. D23) opisane są następującymi parametrami dodatkowymi:

G	Zamiast wielkości G należy użyć natężenia pola elektrycznego, E , natężenia pola magnetycznego, H , lub indukcji magnetycznej, B . $G(t)$ oznacza funkcję czasu, \hat{G} oznacza wartość szczytową
T	Czas trwania impulsu lub szerokość impulsu z następującą przerwą
τ_p	Czas trwania zmiany pola dla sinusoidalnych, trójkątnych lub trapezoidalnych krzywych sygnału odpowiednio od zera do dodatniej lub ujemnej wartości szczytowej lub od dodatniej lub ujemnej wartości szczytowej do zera. Badanie τ_p w przypadku wykładniczych krzywych sygnału przeprowadza się zgodnie z powyższym wykresem. Jeżeli poszczególne czasy trwania τ_{pi} różnią się, to wszystkie te wartości τ_{pi} uwzględnia się w dalszych obliczeniach.
T_I	Czas integracji, gdzie $T_I = \begin{cases} T & \text{gdzie } T \leq 1 \text{ s} \\ 1 \text{ s} & \text{we wszystkich pozostałych przypadkach} \end{cases}$
τ_{pmin}	Najmniejsza wartość dla wszystkich czasów trwania τ_{pi} : $\tau_{pmin} = \min_i(\tau_{pi})$
τ_c	Wielkość pomocnicza na potrzeby określenia wykładniczych krzywych sygnału. Jeżeli poszczególne czasy trwania τ_{ci} różnią się, to wszystkie te wartości τ_{ci} uwzględnia się w dalszych obliczeniach.
τ_D	Suma czasu wszystkich zmian pola i w przedziale czasu T_I w przypadku: – sinusoidalnych, trójkątnych, trapezoidalnych krzywych sygnału: $\tau_D = \sum_i \tau_{pi}$ – wykładniczych krzywych sygnału: $\tau_D = \sum_i \tau_{ci}$
f_p	Częstotliwość zmiany pola, gdzie: $f_p = \frac{1}{4 \cdot \tau_{pmin}}$
V, V_{max}	Współczynnik ważenia, maksymalny współczynnik ważenia $V = \begin{cases} \sqrt{\frac{T_I}{\tau_D}} & \text{gdzie } \sqrt{\frac{T_I}{\tau_D}} \leq V_{max} \\ V_{max} = 2,6 & \text{we wszystkich pozostałych przypadkach} \end{cases}$
$\left. \frac{dB(t)}{dt} \right _{p,max}$	Pochodna maksymalnego czasu indukcji magnetycznej $\left. \frac{dB(t)}{dt} \right _{p,max} = \omega \hat{B} \cdot V = 2\pi \cdot f_p \sqrt{2} \cdot B \cdot V$
$\left. \frac{dB(t)}{dt} \right _{p,mean}$	Pochodna średniego czasu indukcji magnetycznej $\left. \frac{dB(t)}{dt} \right _{p,mean} = \frac{\omega \hat{B} \cdot V}{\pi/2} = 4 \cdot f_p \sqrt{2} \cdot B \cdot V$

Tabela D6 – Interwencyjne poziomy narażenia dotyczące pochodnej maksymalnego czasu indukcji magnetycznej $\left| \frac{dB(t)}{dt} \right|_{p,mean}$ w (T/s) według tabeli B2 dyrektywy 2013/35/UE

Zakres częstotliwości	Dolny interwencyjny poziom narażenia	Górny interwencyjny poziom narażenia	Interwencyjny poziom narażenia dotyczący narażenia kończyn na miejscowe pole magnetyczne
1 Hz < f_p < 8 Hz	$1,8 \cdot V/f_p$	$2,7 \cdot V$	$8 \cdot V$
8 Hz < f_p < 25 Hz	$0,2 \cdot V$	$2,7 \cdot V$	$8 \cdot V$
25 Hz < f_p < 300 Hz	$0,01 \cdot f_p \cdot V$	$2,7 \cdot V$	$8 \cdot V$
300 Hz < f_p < 3 kHz	$2,7 \cdot V$	$2,7 \cdot V$	$8 \cdot V$
3 kHz < f_p < 10 MHz	$0,001 \cdot f_p \cdot V$	$0,001 \cdot f_p \cdot V$	$0,003 \cdot f_p \cdot V$

Tabela D7 – Interwencyjne poziomy narażenia dotyczące pochodnej średniego czasu indukcji magnetycznej $\left| \frac{dB(t)}{dt} \right|_{p,mean}$ w (T/s) według tabeli B2 w dyrektywie 2013/35/UE, uśrednione w przedziale czasu τ_p

Zakres częstotliwości	Dolny interwencyjny poziom narażenia	Górny interwencyjny poziom narażenia	Interwencyjny poziom narażenia dotyczący narażenia kończyn na miejscowe pole magnetyczne
1 Hz < f_p < 8 Hz	$1,15 \cdot V/f_p$	$1,7 \cdot V$	$5,1 \cdot V$
8 Hz < f_p < 25 Hz	$0,13 \cdot V$	$1,7 \cdot V$	$5,1 \cdot V$
25 Hz < f_p < 300 Hz	$6 \cdot 10^{-3} \cdot f_p \cdot V$	$1,7 \cdot V$	$5,1 \cdot V$
300 Hz < f_p < 3 kHz	$1,7 \cdot V$	$1,7 \cdot V$	$5,1 \cdot V$
3 kHz < f_p < 10 MHz	$6 \cdot 10^{-4} \cdot f_p \cdot V$	$6 \cdot 10^{-4} \cdot f_p \cdot V$	$2 \cdot 10^{-3} \cdot f_p \cdot V$

Zgodność z granicznymi poziomami oddziaływania określonymi w dyrektywie 2013/35/UE zostanie osiągnięta, gdy na potrzeby tej procedury zastosowane zostaną interwencyjne poziomy narażenia.

Współczynniki ważenia V , V_{max} oraz tabele dotyczące interwencyjnych poziomów narażenia na potrzeby tej procedury oceny są dostosowane do wymogów dyrektywy 2013/35/UE.

D.3.2 Skutki termiczne (100 kHz – 300 GHz)

D.3.2.1 Ocena zgodności z IPN

W przypadku pól elektromagnetycznych o znaczących składowych widmowych o częstotliwości powyżej 100 kHz istotne są skutki termiczne, a całkowity wskaźnik narażenia w odniesieniu do skutku termicznego oblicza się w następujący sposób [ICNIRP 1998]:

$$EI_{thermal,X} = \sum_{f=100 \text{ kHz}}^{300 \text{ GHz}} \frac{X_f^2}{AL(X)_{thermal,X}^2} \quad \text{Równanie 10}$$

gdzie X_f jest amplitudą (RMS) przy częstotliwości f , and X oznacza natężenie pola elektrycznego, indukcję magnetyczną lub prąd kontaktowy. Wartość $AL(X)_{thermal,f}$ jest interwencyjnym poziomem narażenia w odniesieniu do skutków termicznych przy częstotliwości f , określonym w tabelach B1, B2 i B3 w załączniku III do dyrektywy. W przypadku porównań z natężeniem pola wartość X_f^2 musi być uśredniona w okresie sześciu minut w odniesieniu do częstotliwości poniżej 6 GHz lub w czasie trwania wyrażonym jako $\tau = 68/f^{1.05}$ minut (gdzie f podaje się w jednostkach GHz) w odniesieniu do częstotliwości powyżej 6 GHz. W przypadku prądów kontaktowych sumowanie przeprowadza się tylko dla przedziału od 100 kHz do 110 MHz, a uśrednianie w czasie nie jest wymagane.

Nachylenie kształtu fali pola elektromagnetycznego nie wpływa na ogrzanie tkanek i dlatego metoda ważonej wartości szczytowej nie jest stosowana do oceny zgodności z interwencyjnymi poziomami narażenia ustalonymi w celu uniknięcia skutków termicznych.

W przypadku impulsów częstotliwości radiowej o częstotliwościach nośnych powyżej 6 GHz szczytowa gęstość mocy uśredniona w czasie trwania impulsu musi wynosić mniej niż 50 kWm^{-2} , co stanowi tysiąckrotną wartość IPN w odniesieniu do gęstości mocy (tabela B1, załącznik III do dyrektywy).

Podobnie jak w obliczeniach dotyczących skutków nietermicznych, w przypadku gdy pola zewnętrzne na ciele pracownika znacznie się różnią, konieczne może być uśrednienie przestrzenne poziomów stężenia, odpowiednio do tej części ciała, której dotyczy dany IPN. Omówiono to w poprzedniej sekcji (sekcja D2).

Ocena zgodności z IPN dotyczącym prądów kończynowych (10 MHz – 110 MHz)

W ocenie prądów kończynowych używa się tego samego równania, co w przypadku pól elektrycznych i magnetycznych, ale uwzględnia się tylko częstotliwości od 10 MHz do 110 MHz. Należy zauważyć, że wartość $I_{L,f}^2$ oznaczającą prąd kończynowy do kwadratu przy częstotliwości f , musi być uśredniona w okresie sześciu minut.

D.3.2.2 Ocena zgodności z GPO

Ocena zgodności z górnymi GPO (100 kHz – 300 GHz)

Jak opisano w [ICNIRP 1998], wskaźnik narażenia dotyczący termicznych skutków dla zdrowia oblicza się w następujący sposób:

$$EI_{thermal,ELV} = \frac{1}{ELV(SAR)} \sum_{f=100 \text{ kHz}}^{6 \text{ GHz}} W_i \langle SAR_f \rangle + \frac{1}{ELV(S)} \sum_{f>6 \text{ GHz}}^{300 \text{ GHz}} \langle S_f \rangle \quad \text{Równanie 11}$$

gdzie,

$\langle SAR_f \rangle$ jest szybkością pochłaniania właściwego energii (SAR) przy częstotliwości f , w W/kg, uśrednioną w okresie sześciu minut;

$ELV(SAR)$ jest GPO dotyczącym szybkości pochłaniania właściwego energii (SAR), w Wkg^{-1} , określonym w tabeli A1 w załączniku III do dyrektywy;

$\langle S_p \rangle$ jest gęstością mocy przy częstotliwości f , w Wm^{-2} , uśrednioną na dowolnych 20 cm^2 narażonej powierzchni i w okresie wyrażonym jako $\tau = 68/f^{1.05} \text{ minutes}$ (gdzie f podaje się w jednostkach GHz);

$ELV(S)$ jest GPO dotyczącym gęstości mocy, równym 50 Wm^{-2} , jak określono w tabeli A1 w załączniku III do dyrektywy.

Na potrzeby oceny miejscowego SAR – w przeciwieństwie do średniej dla całego ciała – miejscowy SAR trzeba uśrednić w dowolnych 10 g zwartej tkanki; maksymalna wartość SAR otrzymana w ten sposób powinna być wartością stosowaną w równaniu 10. Sekcja D2 zawiera więcej informacji na temat uśredniania.

Ocena zgodności z dolnymi GPO (300 MHz – 6 GHz)

Skutki zakłócające percepcję słuchową mogą wynikać z narażenia głowy na impulsowe promieniowanie mikrofalowe o częstotliwości od 300 MHz do 6 GHz. Aby uniknąć takich skutków, trzeba osiągnąć zgodność z GPO dotyczącym pochłaniania właściwego energii, gdzie wskaźnik narażenia oblicza się w następujący sposób:

$$EI_{\text{auditory ELV}} = \frac{1}{ELV(SA)} \sum_{f=300 \text{ MHz}}^{6 \text{ GHz}} SA_f \quad \text{Równanie 12}$$

gdzie,

SA_f oznacza pochłanianie właściwe energii (SA) przy częstotliwości f w głowie, wyrażone w J kg^{-1} , w odniesieniu do którego przyjmuje się, że jest równe wartości maksymalnej spośród uśrednionych wartości w 10 g tkanki, a $ELV(SA)$ jest równe 10 mJ kg^{-1} .

D.3.3 Ocena pól elektromagnetycznych o częstotliwościach między 100 kHz a 10 MHz

W przypadku występowania sygnałów o częstotliwości radiowej między 100 kHz a 10 MHz, w tym harmonicznych sygnałów podstawowych o częstotliwości poniżej 100 kHz, trzeba wykazać zgodność z wartościami granicznymi dla skutków zarówno termicznych, jak i nietermicznych. Można to przeprowadzić poprzez porównanie poziomów pola wewnętrznego ze stosownymi GPO, chociaż zwykle stosuje się porównanie poziomów pola zewnętrznego z odpowiednim IPN.

Na rys. 6.2 i 6.7 przedstawiono, jaka ocena jest wymagana w zależności od zakresu częstotliwości źródła (na potrzeby zgodności odpowiednio z IPN i GPO). W wielu przypadkach ze względu na charakterystykę częstotliwości źródła istotny jest tylko jeden rodzaj skutków (termiczne lub nietermiczne), ale w przypadku, gdy źródło znajduje się w zakresie częstotliwości od 100 kHz do 10 MHz (zaznaczone kolorem czerwonym na rys. 6.2 i 6.7), istotne są oba rodzaje skutków, dlatego wymagana jest zgodność z oboma wymogami, co podkreślono w tabeli D8 (w odniesieniu do IPN).

Na przykład weźmy pod uwagę środowisko, w którym wykazano narażenie pracownika obejmujące sygnał podstawowy o częstotliwości 75 kHz wraz z istotną zawartością harmonicznych o częstotliwości 225 kHz, 375 kHz i 525 kHz. Jako że wszystkie te częstotliwości są niższe niż 10 MHz, muszą być uwzględnione w ocenie wskaźnika narażenia na skutki nietermiczne w odniesieniu do pól elektrycznych, pól magnetycznych oraz w stosownych przypadkach prądu kontaktowego we wszystkich zidentyfikowanych częstotliwościach w zakresie częstotliwości od 1 Hz do 10 MHz. Może to obejmować sygnały zasilania (o częstotliwości 50/60 Hz) i odpowiadające im harmoniczne. Ponadto w przypadku tego środowiska trzeba uwzględnić w ocenie wskaźnika narażenia na skutki termiczne

sygnały o częstotliwości 225 kHz, 375 kHz i 525 kHz, ponieważ częstotliwości te wchodzą w zakres częstotliwości od 100 kHz do 300 GHz. Wszystkie pozostałe częstotliwości zidentyfikowane w tym zakresie również muszą być uwzględnione w obliczeniach wskaźnika narażenia na skutki termiczne. Zgodność termiczną z IPN można ocenić za pomocą wartości natężenia zewnętrznego pola elektrycznego albo magnetycznego, ale w stosownych przypadkach należy przeprowadzić ocenę wskaźnika narażenia w odniesieniu do prądu kontaktowego. Wszystkie wskaźniki narażenia (na skutki nietermiczne, termiczne oraz w odniesieniu do prądu kontaktowego) muszą mieć wartość mniejszą niż 1. W innym przypadku trzeba wprowadzić ograniczenia wobec pracownika lub źródła, aby zapewnić zgodność. W przypadku gdy nie można wykazać zgodności z IPN wykazanie zgodności z GPO może mimo to być możliwe, chociaż koszt tego podejścia może być znaczny.

Tabela D8 – Niewyczerpujący wykaz przykładów i związanych z nimi wymogów zgodności z IPN na podstawie zakresu częstotliwości źródła. Skróty i równania objaśniono w dalszych podsekcjach

Zakres częstotliwości źródła	Wymagany pomiar	Równania, które należy zastosować	Wymogi zgodności z IPN	Przykład źródła
1 Hz – 100 kHz	B, E, I_c	Równanie 6 lub 8	$E I_{non-thermal, X}^M \leq 1$ $X = \{B, E, I_c\}$ i $M = \{(1) \text{ lub } (2)\}$	Energetyczne linie przesyłowe, indukcja magnetyczna cząstek
100 kHz – 10 MHz	B, E, I_c	Równanie 6 lub 8 oraz równanie 9	Te same, co powyżej, oraz: $E I_{thermal, X} \leq 1$ Dla $X = \{B, E, I_c\}$	System elektronicznej ochrony towarów, bazowe nadawcze stacje radiowe AM, systemy komunikacji po sieci elektrycznej
10 MHz – 110 MHz	B, E, I_c, I_L	Równanie 9	$E I_{thermal, X} \leq 1$ Dla $X = \{B, E, I_c, I_L\}$	Bazowe nadawcze stacje radiowe FM, urządzenia do zgrzewania tworzyw sztucznych
110 MHz – 300 GHz	B, E (jeżeli w polu dalekim, wówczas B lub E)	Równanie 9	$E I_{thermal, X} \leq 1$ Dla $X = \{B, E\}$ (jeżeli w polu dalekim, wówczas $X = \{B \text{ lub } E\}$)	Stacje bazowe systemu łączności ruchomej, radary wojskowe

Należy podkreślić, że skutki nietermiczne są natychmiastowe, natomiast procesy termoregulacyjne w ciele oznaczają, że skutki termiczne zależą od czasu trwania lub współczynnika trwania narażenia. Zatem na potrzeby oceny nietermicznych skutków dla zdrowia wykorzystuje się maksymalne natychmiastowe narażenie, natomiast w przypadku oceny termicznych skutków dla zdrowia w dyrektywie o polach elektromagnetycznych dopuszcza się uśrednienie narażenia w czasie dla okresu wynoszącego powyżej sześciu minut oraz dla okresu wynoszącego $\tau = 68/f^{1.05}$ minutes (gdzie f jest wyrażone w GHz) dla częstotliwości odpowiednio poniżej i powyżej 10 GHz. W przypadku porównania względem natężenia pola, gęstości strumienia lub IPN dotyczących prądu końcowego uśrednienie czasu należy wykonać dla wartości podniesionych do kwadratu.

D.4 Ocena narażenia na pola magnetostatyczne

D.4.1 Wprowadzenie

Głównymi skutkami wynikającymi z poruszania się ciała lub części ciała w polu magnetostatycznym są stymulacja obwodowego układu nerwowego i przejściowe skutki

zakłócające percepcję zmysłową, takie jak: zawroty głowy, mdłości, metaliczny posmak w ustach i wrażenia wzrokowe, np. fosfeny w siatkówce.

W dyrektywie o polach elektromagnetycznych określono limity dla pól magnetostatycznych w odniesieniu do dwóch rodzajów warunków pracy:

- normalnych (niekontrolowanych) oraz
- kontrolowanych, w których zostały wdrożone środki zapobiegawcze, takie jak kontrola poruszania się i przekazanie informacji pracownikom.

W przypadku poruszania się w polu magnetostatycznym ocena zgodności zależna jest od środowiska pracy – czy jest ono normalne, czy kontrolowane – i konieczne może okazać się wzięcie pod uwagę różnych skutków. Proces ten został przedstawiony na schemacie na rys. D24. Zgodność w normalnych warunkach pracy zapewnia zgodność w kontrolowanych warunkach pracy. W kontrolowanym środowisku pracy trzeba jednak wykazać wyłącznie zgodność z GPO i IPN w odniesieniu do stymulacji obwodowego układu nerwowego.

Wartości GPO podane w tabeli A1 w załączniku II do dyrektywy o polach elektromagnetycznych odnośnie do indukcji magnetycznej pola pierwotnego mają zastosowanie do pól magnetostatycznych. Przemieszczanie się w gradiencie pola magnetostatycznego wzbudza w ciele pola elektryczne o niskiej częstotliwości. W takim przypadku jako podstawę w ocenie narażenia należy zastosować GPO podane w tabelach A2 i A3 oraz IPN z tabeli B2 w załączniku II do dyrektywy o polach elektromagnetycznych. Opublikowano dalsze wytyczne dotyczące ograniczania narażenia na pola elektryczne wzbudzone przez poruszanie się w polach magnetostatycznych (ICNIRP, 2014). Wytyczne te opierają się na najlepszych dostępnych dowodach, ale w chwili przygotowywania niniejszego poradnika nie zostały jeszcze włączone do dyrektywy o polach elektromagnetycznych. Podsumowanie wartości znajduje się w tabeli D9.

Wytyczne ICNIRP nie są wiążące i stosuje się w nich inną terminologię niż w dyrektywie o polach elektromagnetycznych. Podstawowymi ograniczeniami są wielkości, których nie należy przekraczać, a które pod względem koncepcyjnym odpowiadają GPO z dyrektywy o polach elektromagnetycznych. Poziomy odniesienia zachowawczo określono w oparciu o podstawowe ograniczenia, ale wyrażono je w wielkościach, które łatwiej ocenić. Poziomy odniesienia pod względem koncepcyjnym odpowiadają interwencyjnym poziomom narażenia z dyrektywy o polach elektromagnetycznych.

Tabela D9 – Podstawowe ograniczenia i poziomy odniesienia na potrzeby ograniczenia narażenia zawodowego wskutek poruszania się w polach magnetostatycznych (z ICNIRP, 2014)

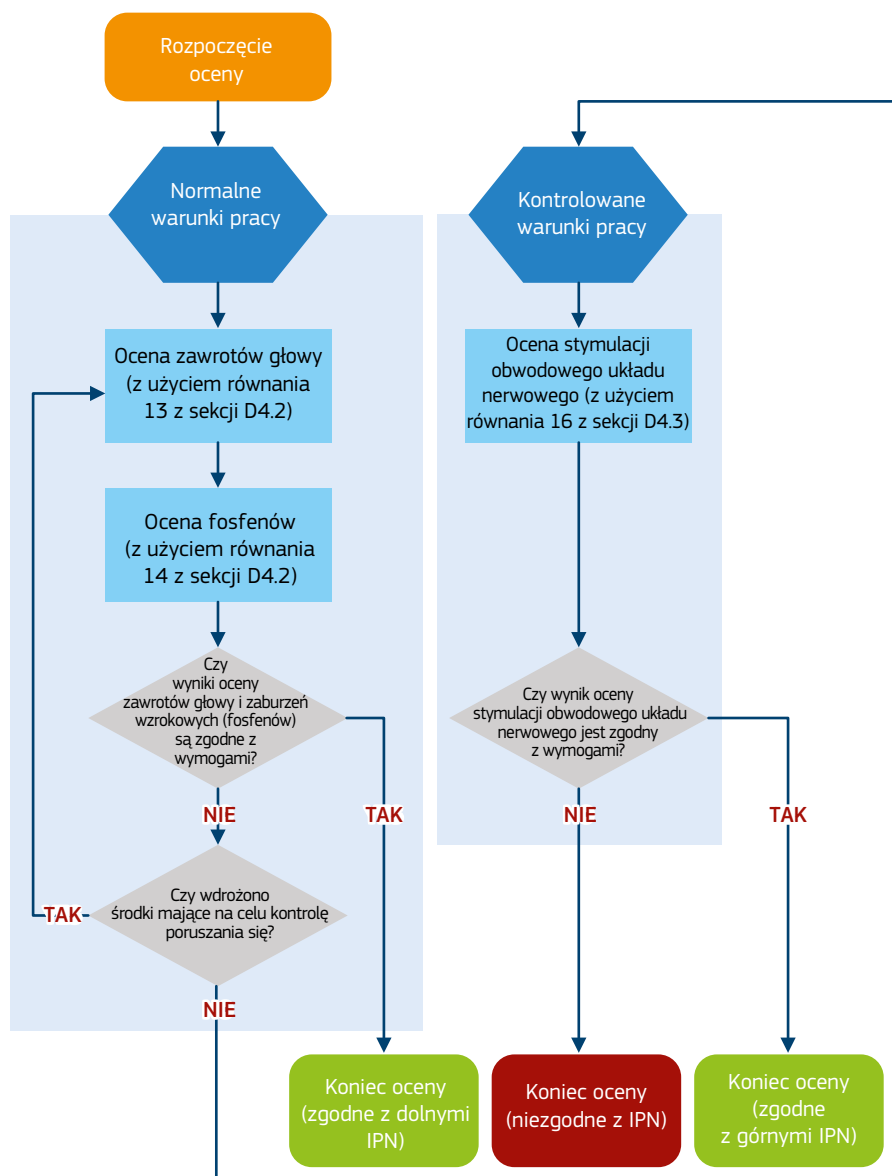
Częstotliwość [w Hz]	Podstawowe ograniczenia Natężenie wewnętrznego pola elektrycznego (Vm^{-1} (szczytowa))		Poziomy odniesienia Pochodna czasu indukcji magnetycznej (Ts^{-1} (szczytowa))	
	Skutki zakłócające percepcję zmysłową ¹	Skutki dla zdrowia ²	Skutki zakłócające percepcję zmysłową ¹	Skutki dla zdrowia ²
0–0,66	1,1	1,1	2,7	2,7
0,66–1	0,7/f	1,1	1,8/f	2,7

Uwaga: 1 – Ograniczenia przewidziane w celu zminimalizowania odczuwania fosfenów w normalnych warunkach pracy.

2 – Ograniczenia przewidziane w celu zminimalizowania występowania skutków dla obwodowego układu nerwowego w kontrolowanych warunkach pracy.

3 – Aby zapobiegać zawrotom głowy wskutek poruszania się w polu magnetostatycznym, maksymalna zmiana indukcji magnetycznej ΔB w dowolnym okresie trzech sekund nie powinna przekraczać 2 T. W kontrolowanych warunkach pracy wartość tę można przekroczyć (ICNIRP, 2014).

Rysunek D24 – Proces oceny zgodności w przypadku poruszania się w polach magnetostatycznych



D.4.2 Normalne warunki pracy

W normalnych warunkach pracy ograniczenia narażenia wskutek poruszania się w polach magnetostatycznych opierają się na skutkach zakłócających percepcję zmysłową, takich jak zawroty głowy, mdłości i fosfeny. Widmo pól wzbudzanych poruszaniem się wynosi do 25 Hz i należy je brać pod uwagę przy wyborze dolnych GPO (tabela A3 w załączniku II do dyrektywy o polach elektromagnetycznych) i podstawowych ograniczeń ICNIRP (tabela D9). Na ogół właściwe będzie porównanie narażeń z dolnymi IPN (tabela B2 w załączniku II do dyrektywy o polach elektromagnetycznych) i poziomami odniesienia ICNIRP (tabela D9).

Minimalizowanie zawrotów głowy

Występowanie skutków zakłócających percepcję zmysłową, takich jak zawroty głowy i mdłości, wskutek poruszania się w polu magnetostatycznym można zminimalizować poprzez możliwie wolne poruszanie się w tym polu. Aby zatem zminimalizować prawdopodobieństwo wystąpienia zawrotów głowy i mdłości, zmiana indukcji magnetycznej ΔB w dowolnym okresie trzech sekund nie powinna przekraczać 2 T:

$$|\Delta B|_{3s} \leq 2 \text{ T}$$

Równanie 13

Minimalizowanie fosfenów

Aby zminimalizować odczuwanie fosfenów, należy zastosować dolne GPO (załącznik II, tabela A3) i podstawowe ograniczenia (tabela D9) w odniesieniu do natężenia wewnętrznego pola elektrycznego E_i . Jako że natężenia wewnętrznego pola elektrycznego nie można łatwo ustalić, zasadniczo praktyczniej jest ocenić zgodność przy użyciu poziomów odniesienia (tabela D9) i pochodnej czasu dolnych IPN (załącznik II, tabela B2).

Pole elektryczne wzbudzone poruszaniem się w polu magnetostatycznym jest niesinusoidalne, a jego widmo ma wartość do 25 Hz. Dlatego konieczne jest uwzględnienie istniejących składowych częstotliwości za pomocą metody ważonej wartości szczytowej (zob. dodatek D3).

Wskaźnik narażenia dla dB/dt uzyskuje się z poniższego równania w oparciu o funkcję ważenia zależną od częstotliwości i związaną z fazą:

$$EI_{ruch}^{fosfeny} = \text{Maximum} \left\{ \left(\sum_{f=0}^{25 \text{ Hz}} \frac{|A_f|}{RL_f} * \cos(2\pi f t + \theta_f + \varphi_f) \right) \right\} \quad \text{Równanie 14}$$

gdzie $|A_f|$ and θ_f są odpowiednio amplitudą i fazą składowej widmowej pochodnej czasu indukcji magnetycznej dB/dt przy częstotliwości f , a RL_f jest poziomem odniesienia dotyczącym skutków zakłócających percepcję zmysłową przy tej częstotliwości. Faza φ_f (tzw. kąt fazowy filtra) jest funkcją zależności częstotliwościowej RL_f i ma wartość 90° , 180° and 90° w zakresach częstotliwości odpowiednio 0–0,66 Hz, 0,66–8 Hz i 8–25 Hz, gdzie zależność częstotliwościowa RL_f ma wartość f^0 , $1/f$ i f^0 . Wartości fazy funkcji filtra dla dB/dt są określone w dodatku do wytycznych ICNIRP z 2010 r. (ICNIRP, 2010) i wyjaśnione w dodatku D3.

Przy stosowaniu powyższego równania do obliczania wskaźnika narażenia dotyczącego dB/dt należy zwrócić uwagę na fakt, że poziomy odniesienia dla *szczytowej wartości* dB/dt podane są tylko dla częstotliwości poniżej 1 Hz. Powyżej 1 Hz podane są IPN (załącznik II, tabela B2) jako wartości skuteczne (rms) indukcji magnetycznej, ale nie jako pochodne czasu. Można jednak wykorzystać te IPN do obliczenia równoważnego RL_f dla szczytowej wartości dB/dt przy częstotliwości powyżej 1 Hz:

$$\left(\frac{dB}{dt} \right)_{RL,peak} = 2 \sqrt{2} \pi f B_{lowAL,rms} \quad \text{Równanie 15}$$

gdzie $B_{lowAL,rms}$ jest wartością skuteczną dolnego IPN w odniesieniu do indukcji magnetycznej przy częstotliwości f , a $\left(\frac{dB}{dt} \right)_{RL,peak}$ jest przeliczoną wartością RL_f dla szczytowej wartości dB/dt przy tej częstotliwości.

D.4.3 Kontrolowane warunki pracy

Jak omówiono w sekcji D4.2 powyżej, indukowane pole elektryczne zawiera składowe o częstotliwościach do 25 Hz, co trzeba wziąć pod uwagę przy wyborze odpowiednich górnych GPO (załącznik II, tabela A2) i podstawowych ograniczeń (tabela D9). Również w tym przypadku na ogół właściwsze będzie porównanie narażeń z górnymi IPN (załącznik II, tabela B2) i poziomami odniesienia dotyczącymi skutków dla zdrowia (tabela D9).

Zapobieganie stymulacji obwodowego układu nerwowego (PNS)

Na potrzeby zapobiegania stymulacji obwodowego układu nerwowego zarówno podstawowe ograniczenia ICNIRP, jak i górny GPO ograniczają natężenie wewnętrznego pola elektrycznego E_i do $1,1 \text{ Vm}^{-1}$. Odpowiadające im poziomy odniesienia ICNIRP oraz pochodna czasu górnego IPN mają wartość $2,7 \text{ Ts}^{-1}$. Ponieważ zarówno poziom odniesienia, jak i pochodna czasu górnego IPN mają wartość stałą w zakresie częstotliwości będącym przedmiotem zainteresowania, wskaźnik narażenia uzyskuje się poprzez zsumowanie składowych widmowych przy częstotliwościach do 25 Hz bez rozkładu widmowego amplitudy (faza filtra φ_f wynosi zero dla wszystkich składowych widmowych), ale z uwzględnieniem faz składowych widmowych dB/dt:

$$EI_{ruch}^{PNS} = \frac{1}{2.7} * \text{Maximum} \left\{ \sum_{f=0}^{25 \text{ Hz}} |A_f| * \cos(2\pi f t + \theta_f) \right\} \quad \text{Równanie 16}$$

gdzie $|A_f|$ and θ_f są amplitudą i fazą składowej widmowej dB/dt przy częstotliwości f . Wyrażenie w nawiasach w równaniu 16 odpowiada wartości bezwzględnej kształtu fali dB/dt (zatem wszystkie wartości dB/dt są dodatnie). Wskaźnik narażenia oblicza się następnie poprzez podzielenie wartości szczytowej (*peak*) dla tego kształtu fali przez $2,7 \text{ Ts}^{-1}$.

D.5 Uwagi dotyczące niepewności

Celem pomiaru lub obliczeń jest ustalenie „wartości prawdziwej” ⁽¹⁾ badanej wielkości, a wszelkie odchylenia wynikają z niepewności.

W dyrektywie wymaga się od pracodawców uwzględniania niepewności i odnotowywania jej w ramach ogólnej oceny narażenia. Artykuł 4 stanowi, że „ocena uwzględnia niepewność pomiarów lub obliczeń – taką jak błędy metod numerycznych, modelowania źródeł, geometrii fantomów i właściwości elektrycznych tkanek i materiałów – określoną zgodnie z odpowiednią dobrą praktyką w tej dziedzinie”.

Jednym z głównych wyzwań dla pracodawcy związanym z przeprowadzaniem oceny zgodności jest wykazanie dokładności pomiarów lub obliczeń w odniesieniu do IPN i GPO określonych w dyrektywie. Na uzyskanie takiej pewności pozwala zidentyfikowanie źródeł niepewności, ilościowe określenie ich wpływu i wykazanie, że wpływ ten mieści się w dopuszczalnych granicach.

Normy międzynarodowe takie jak ISO/IEC Guide 98-3:2008 stanowią dobre źródło praktycznych porad dotyczących niepewności pomiaru, a CENELEC i inne organy normalizacyjne opublikowały normy, w których opisano różne najlepsze praktyki w zakresie uwzględniania niepewności przy porównywaniu wielkości narażenia na działanie pola elektromagnetycznego z poziomami granicznymi (zob. dodatek H).

Najlepiej byłoby, gdyby całkowita niepewność była mała w stosunku do różnicy między wartością zmierzoną lub obliczoną a IPN lub GPO. Jeżeli niepewność jest bardzo duża, prawdopodobnie pewność co do oceny zgodności lub niezgodności wartości narażenia z poziomem granicznym jest mniejsza i być może należy powtórzyć ocenę przy zastosowaniu dokładniejszych metod lub przyrządów zmniejszających niepewność.

Istnieją dwa ogólne podejścia do uwzględniania niepewności w ocenie zgodności, przy czym każde z nich ma swoje wady i zalety. Pierwsze podejście to bezpośrednie porównanie lub podejście oparte na „podziale ryzyka”, w którym wartość zmierzoną lub obliczoną porównuje się bezpośrednio z IPN lub GPO. Drugie podejście to podejście addytywne, w ramach którego niepewność dodaje się do wartości zmierzonej lub obliczonej, zanim zostanie ona porównana z odpowiednim IPN lub GPO. Chociaż oba

⁽¹⁾ Sama wartość prawdziwa jest powiązana z niepewnością, ponieważ stanowi oszacowanie oparte na aktualnej wiedzy i danych.

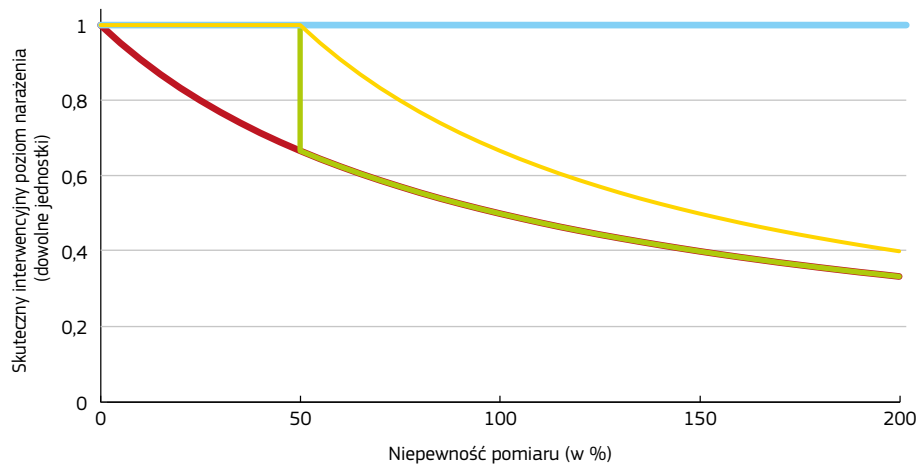
rodzaje podejścia wiążą się z dokładną oceną niepewności, drugie podejście ze względu na swój charakter wiąże się z większą przejrzystością.

Można stosować różne kombinacje tych dwóch rodzajów podejścia. Wybór konkretnego rodzaju podejścia prawdopodobnie będzie zależał od takich czynników, jak krajowe zwyczaje i praktyki lub okoliczności narażenia. Skutek przyjęcia różnych rodzajów podejścia przedstawiono na rys. D25. Różne rodzaje podejścia mogą być uzasadnione w przypadku, gdy niepewność nie jest zbyt duża, ze względu na to, że IPN i GPO są określone na podstawie ograniczeń, które obejmują współczynniki pomniejszenia, co ma na celu zapewnienie wystarczającego marginesu „bezpieczeństwa”, aby zapobiec skutkom zakłócającym percepcję zmysłową i skutkom dla zdrowia.

D.5.1 Niepewność pomiarów

Niepewność w każdym systemie pomiarów zwykle wynika z kombinacji czynników, w tym z *błędów systematycznych* związanego z działaniem przyrządu pomiarowego i z *błędów losowych*, który może wynikać ze sposobu dokonywania pomiaru. Trzeba zdawać sobie sprawę z tego, że można zidentyfikować potencjalne źródła błędów i określić ilościowo maksymalną niepewność związaną z każdym z tych źródeł. Na ogół ilościowych szacunków niepewności dokonuje się na dwa sposoby. Szacunki można otrzymać w oparciu o ocenę statystyczną powtarzanych pomiarów (znaną jako ocena typu A) lub przy użyciu różnych innych informacji, takich jak: dotychczasowe doświadczenia, certyfikaty kalibracji, specyfikacje producenta, opublikowane informacje, obliczenia i zdrowy rozsądek (ocena typu B).

Rysunek D25 – Porównanie różnych rodzajów podejścia do niepewności. Niebieska linia przedstawia skutek ignorowania niepewności. Czerwona linia przedstawia skutek zastosowania podejścia addytywnego. Zielona linia przedstawia przykład podejścia opartego na „podziale ryzyka” – w tym przypadku zmierzona wartość jest porównywana bezpośrednio, pod warunkiem że niepewność jest mniejsza niż 50% – jeżeli niepewność przekracza tę wartość, następuje zmiana podejścia na addytywne. Żółta linia przedstawia alternatywne podejście oparte na „podziale ryzyka” – jeżeli niepewność przekracza 50%, od tego momentu stosowane jest podejście addytywne



Kiedy wszystkie poszczególne źródła błędów zostaną zidentyfikowane, a wynikające z nich niepewności określone ilościowo, wówczas można obliczyć kumulacyjny skutek, postępując zgodnie z ustalonymi zasadami dotyczącymi „propagacji niepewności”. Pozwoli to uzyskać oszacowanie całkowitej niepewności związanej z pomiarem,

które można wyrazić jako „przedział ufności”. Procentową wartość ufności związaną z przedziałem ufności uzyskuje się poprzez zastosowanie współczynnika rozszerzenia, k , który jest związany z krzywą prawdopodobieństwa w kształcie dzwonu. Współczynnik rozszerzenia k równy 1 odpowiada ufności na poziomie 68%, $k = 2$ oznacza ufność na poziomie 95%, $k = 3$ oznacza ufność na poziomie 99,7%.

W wielu środowiskach pracy ocena niepewności pomiaru może być skomplikowana i nie ma jednego podejścia, które miałyby zastosowanie do wszystkich sytuacji. Istnieją jednak różne powszechnie przyjęte dobre praktyki, takie jak korzystanie z przyrządów o niskiej niepewności pomiaru i zapewnienie, aby kalibracja przyrządów odbywała się w sposób identyfikowalny (co zmniejsza błąd systematyczny). W celu zmniejszenia błędu losowego można stosować odpowiednie techniki pomiarowe, takie jak powtarzanie i uśrednianie pomiarów w trakcie oceny.

W wielu normach CENELEC dotyczących produktów zazwyczaj przyjmuje się podejście mieszane, w którym pomiar może być bezpośrednio porównywany z wartościami granicznymi, pod warunkiem że określony maksymalny poziom niepewności nie jest przekroczony. Jeżeli maksymalny poziom jest przekroczony, niepewność uwzględnia się bezpośrednio w pomiarach lub wartościach granicznych, aby kryteria zgodności były bardziej rygorystyczne i żeby zrekompensować nadmierną niepewność.

Ogólnie rzecz biorąc, maksymalne dopuszczalne wartości niepewności w odniesieniu do pomiarów pola elektromagnetycznego są tego samego rzędu wielkości co wartości dokładności i precyzji, które są osiągalne przy korzystaniu z powszechnie stosowanych rodzajów urządzeń pomiarowych i procedur kalibracji.

Normy techniczne stanowią użyteczne źródła informacji na temat łączenia różnych elementów niepewności w celu uzyskania ogólnych szacunków. Budżety niepewności mogą być przydatnym narzędziem w ocenie niepewności w odniesieniu do narażenia na pole elektromagnetyczne. Są omówione w różnych normach dotyczących produktów związanych z polami elektromagnetycznymi. Dobry przykład znajduje się w normie EN 50413 – ogólnej normie dotyczącej pomiarów, którą można stosować w sytuacji, gdy niedostępna jest norma dotycząca określonej technologii lub branży.

W celu zapewnienia, aby narażenie pracownika nie przekraczało IPN lub GPO przewidzianych w dyrektywie, należy zachować ostrożność podczas stosowania dopuszczalnego zakresu niepewności. Jak stanowi art. 5 dyrektywy: „Pracownicy nie mogą być narażeni ponad górne GPO i dolne GPO, chyba że spełnione zostały warunki określone w art. 10 ust. 1 lit. a) lub c) albo w art. 3 ust. 3 lub 4. Jeżeli pomimo środków podjętych przez pracodawcę górne GPO i dolne GPO zostaną przekroczone, pracodawca niezwłocznie podejmuje działania w celu zmniejszenia narażenia do poziomu nieprzekraczającego tych GPO”.

D.5.2 Niepewność obliczeń narażenia

W przypadku obliczeń narażenia wewnętrznego i zewnętrznego źródeł błędów metod numerycznych może być wiele, jeżeli modele nie są opracowane prawidłowo. Dlatego ważne jest, aby zbadać niepewność związaną z dozymetrią. Różne źródła niepewności można podzielić na 3 kategorie, które opisano w poniższych sekcjach.

D.5.2.1 Niepewność związana z metodami numerycznymi

Przykładem mogą być błędy związane z obliczaniem wewnętrznej wielkości dawki, np. SAR. Wartość SAR wymaga prawidłowego obliczenia pola elektrycznego w organizmie zarówno pod względem wielkości, jak i rozkładu SAR. Jeżeli wymagane jest uśrednienie przestrzennej wartości szczytowej w określonej masie, takiej jak 10 g zwartego obszaru, jak przewidziano w załączniku III do dyrektywy, dojdzie do wprowadzenia błędów, jeżeli wartość SAR będzie oceniana na przykład w sześcianie.

Jeżeli warunki brzegowe dla symulacji numerycznych są nieprawidłowo określone, do rozwiązania zostaną wprowadzone błędy na skutek przedmiotowego odzwierciedlenia pola elektromagnetycznego w domenie obliczeniowej. Dodatkowo dyskretyzacja rozwiązania, np. przedstawienie sytuacji narażenia w odniesieniu do sześciianu, może prowadzić do piętujących się błędów, które mogą powodować poważne problemy przy obliczeniach dotyczących niskiej częstotliwości.

D.5.2.2 Niepewność związana z modelem urządzenia elektromagnetycznego

Na potrzeby symulacji sytuacji narażenia trzeba opracować reprezentatywny model urządzenia wytwarzającego pole elektromagnetyczne. W takich przypadkach może dojść do wprowadzenia błędów do rozwiązania, jeżeli wymiary, położenie, moc urządzenia, charakterystyka emisji itp. są nieprawidłowo przedstawione. Umieszczenie urządzenia jest szczególnie istotne, jeżeli źródło pola znajduje się w pobliżu ciała, ponieważ pole wytwarzane przez większość urządzeń zmniejsza się szybko wraz ze wzrostem odległości.

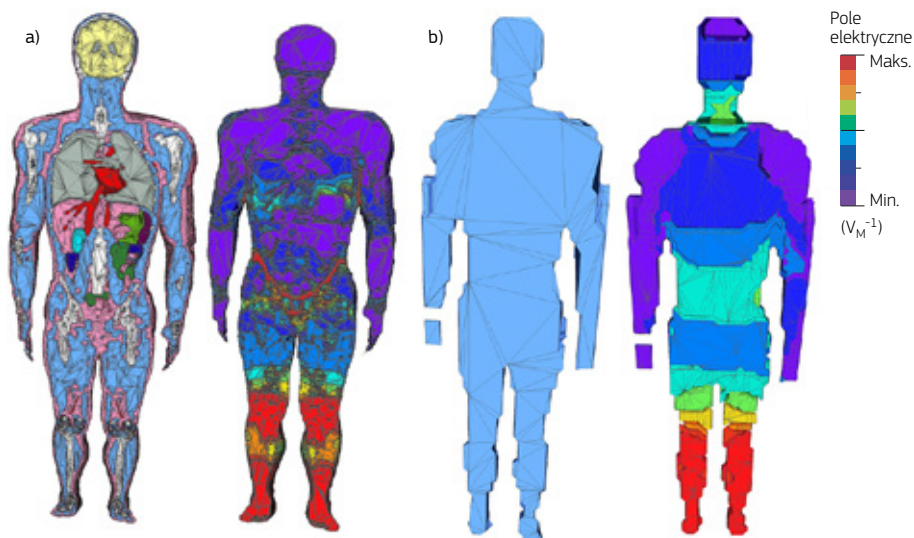
D.5.2.3 Niepewność związana z modelem ciała ludzkiego

Jeżeli model ciała nie jest reprezentatywny dla narażonego pracownika pod względem anatomii, postawy itp., może dojść do wprowadzenia błędów do wyników. Na przykład prosty, homogeniczny model ciała może dawać znacznie odmienne wartości wewnętrznych wielkości dawek, takich jak wartości indukowanego pola elektrycznego i SAR, w porównaniu z obliczeniami przeprowadzonymi przy użyciu anatomicznie realistycznych modeli heterogenicznych. Ponadto te proste modele ciała ludzkiego mogą wywoływać zjawiska sztuczne, na przykład wskazywać na pojawianie się maksymalnego miejscowego SAR lub indukowanych pól elektrycznych w głębi ciała, kiedy modele te są wykorzystywane w symulacjach numerycznych (rys. D26).

Zalecane praktyki mające na celu ograniczenie występowania nieścisłości w obliczeniach wielkości dawek obejmują:

- porównanie wyników uzyskanych przy zastosowaniu innych metod numerycznych dla tej samej sytuacji narażenia. Jeżeli uzyskane zostaną podobne wyniki, może to stanowić walidację symulacji numerycznej stosowanej w konkretnej konfiguracji parametrów narażenia;
- porównanie wyników liczbowych z pomiarami. Symulacje wielkości pól zewnętrznych, takich jak natężenia pola elektrycznego i magnetycznego, należy porównać z wartościami zmierzonymi, w przypadku gdy takie istnieją, aby sprawdzić poprawność modelu źródła pola elektromagnetycznego;
- porównanie wyników z różnych organizacji (porównania międzylaboratoryjne). Porównania wyników liczbowych z innymi opublikowanymi danymi dotyczącymi tej samej lub podobnej konfiguracji parametrów narażenia mogą zapewnić oceniającym wyższy stopień ufności w odniesieniu do trafności otrzymanych wyników;
- testy konwergencji. Metody numeryczne stosowane do obliczania wewnętrznych wielkości dawek wchłoniętych przez ciało ludzkie często mają charakter iteracyjny (np. metoda FDTD, metoda SPFD, FEM itp.) i dlatego zwykle prowadzą do rozwiązania. Jeżeli konwergencja i stabilność rozwiązania są niskie, to jest wysoce prawdopodobne, że wyniki uzyskane z symulacji są niedokładne.

Rysunek D26 – Rozkład indukowanego pola elektrycznego w przypadku narażenia na zewnętrzne pole elektryczne o częstotliwości 50 Hz w: a) wysokiej jakości niejednorodnym modelu ciała ludzkiego o rozdzielczości 2 mm; b) niskiej jakości jednorodnym modelu ciała ludzkiego o rozdzielczości 16 mm. Korzystanie z niskiej jakości homogenicznych modeli ciała ludzkiego o niskiej rozdzielczości może prowadzić do błędów w obliczonych wartościach



Główne przesłanie: niepewność

Niepewność dotyczy wszystkich pomiarów i obliczeń. Należy ją zawsze określać ilościowo i uwzględniać przy interpretacji wyników. Podejście do uwzględniania niepewności będzie różniło się w zależności od prawodawstwa krajowego i praktyki. Często będzie to wymagało podejścia opartego na „podziale ryzyka”, ale niektóre organy mogą wymagać stosowania podejścia addytywnego.

DODATEK E

SKUTKI POŚREDNIE I PRACOWNICY SZCZEGÓLNIE ZAGROŻENI

W dyrektywie o polach elektromagnetycznych wymaga się od pracodawców, żeby podczas dokonywania oceny ryzyka wzięli pod uwagę zarówno skutki pośrednie, jak i pracowników szczególnie zagrożonych. W dyrektywie tej nie określono jednak – z trzema wyjątkami wymienionymi w tabeli E1 poniżej (zob. dalsze szczegóły w sekcji 6.2) – interwencyjnych poziomów narażenia (IPN) ani innych wytycznych dotyczących tego, co stanowi warunek bezpiecznego pola. Niniejszy dodatek zawiera dalsze wyjaśnienia na temat trudności związanych z określaniem warunków bezpiecznego pola i zapewnia dodatkowe wytyczne adresowane do tych pracodawców, którzy muszą oceniać ryzyko w odniesieniu do tych sytuacji.

Tabela E1 – Skutki pośrednie IPN – odniesienia do dalszych szczegółowych informacji w niniejszym poradniku

Skutki pośrednie IPN	Sekcja
Zakłócenia działania aktywnych wyrobów medycznych do implantacji spowodowane przez pole magnetostatyczne	6.2.1
Zagrożenie przyciąganiem i gwałtownym przemieszczaniem przedmiotów wskutek pól magnetostatycznych	6.2.1
Prądy kontaktowe wywołane polami zmiennymi w czasie o częstotliwości < 110 MHz	6.2.2

E.1 Skutki pośrednie

Skutki pośrednie pojawiają się, gdy obiekt obecny w polu elektromagnetycznym może spowodować zagrożenie bezpieczeństwa lub zdrowia. W dyrektywie o polach elektromagnetycznych określono pięć skutków pośrednich, które należy uwzględnić w każdej ocenie zagrożenia:

- zakłócenie działania elektronicznego sprzętu medycznego i elektronicznych wyrobów medycznych;
- zagrożenie gwałtownym przemieszczaniem się przedmiotów ferromagnetycznych w polach magnetostatycznych;
- uruchomienie urządzeń elektrowybuchowych (detonatorów);
- zapłon łatwopalnych gazów;
- prądy kontaktowe.

Należy również wziąć pod uwagę wszelkie inne skutki pośrednie, które mogą wystąpić (zob. sekcja E1.6).

Na ogół skutki pośrednie będą występowały tylko w określonych warunkach i często będzie łatwo ustalić, że w danym miejscu pracy warunki te nie istnieją, co oznacza, że zagrożenie jest już minimalne. Czasami jednak sytuacja będzie odmienna – w takim przypadku konieczna będzie bardziej szczegółowa ocena.

E.1.1 Zakłócenie działania elektronicznego sprzętu medycznego i elektronicznych wyrobów medycznych

Pole elektromagnetyczne może zakłócać prawidłowe funkcjonowanie elektronicznego sprzętu medycznego w taki sam sposób, w jaki może zakłócać działanie każdego innego sprzętu elektronicznego. Ponieważ jednak taki sprzęt może pełnić istotną funkcję w opiece medycznej, skutki zakłóceń mogą być poważne.

Od dnia 30 czerwca 2001 r. cały elektroniczny sprzęt medyczny wprowadzany do obrotu lub oddawany do użytku w Unii Europejskiej musi spełniać *wymogi zasadnicze* dyrektywy dotyczącej wyrobów medycznych (93/42/EWG z późniejszymi zmianami). W rzeczywistości wiele sprzętu oddanego do użytku po dniu 1 stycznia 1995 r. również spełnia wymogi dyrektywy dotyczącej wyrobów medycznych.

Te wymogi zasadnicze obejmują warunek polegający na tym, że wyroby muszą być projektowane i produkowane w taki sposób, aby jak najbardziej usunąć lub zminimalizować zagrożenia związane z dającymi się w sposób racjonalny przewidzieć warunkami środowiska, takimi jak pola magnetyczne, zewnętrzne oddziaływania elektryczne i wyładowania elektrostatyczne.

W praktyce producenci osiągają zgodność z wymogami zasadniczymi dyrektywy dotyczącej wyrobów medycznych poprzez produkowanie swoich produktów zgodnie z odpowiednią normą zharmonizowaną. W odniesieniu do odporności na zakłócenia główną normą jest EN 60601-1-2, chociaż szczególne normy również mogą zawierać wymogi. Chociaż zasadnicze wymogi w zakresie odporności na pole elektromagnetyczne są takie same zarówno w dyrektywie dotyczącej wyrobów medycznych, jak i w dyrektywie dotyczącej aktywnych wyrobów medycznych do implantacji (zob. poniżej), interpretacja w normach zharmonizowanych nie była identyczna. Wersje normy EN 60601-1-2 do wydania trzeciego (2007) włącznie zawierały wymóg, w myśl którego podstawowe funkcje sprzętu nie mogą być zakłócone przez narażenie na:

- pola magnetyczne o częstotliwości prądu zasilania do 3 A/m (3,8 μ T);
- natężenie pola elektrycznego do 3 V/m przy częstotliwości od 80 MHz do 2,5 GHz (pola są zwykle modulowane amplitudą przy częstotliwości 1 kHz);
- w przypadku sprzętu podtrzymującego funkcje życiowe odporność na oddziaływanie pola elektrycznego o częstotliwości od 80 MHz do 2,5 GHz jest zwiększona do 10 V/m.

Wartości te stanowią podstawę do oceny możliwości zakłócania działania elektronicznego sprzętu medycznego.

W wydaniu 4 (2014) normy EN 60601-1-2 uwzględniono kwestię spójności dyrektywy dotyczącej wyrobów medycznych i dyrektywy dotyczącej aktywnych wyrobów medycznych do implantacji. Norma ta zawiera wymóg, w myśl którego producent musi określić odpowiednie warunki użytkowania danego urządzenia. Podniesiono w niej także poziom odporności w odniesieniu do urządzeń przeznaczonych do użytkowania w środowisku domowej opieki medycznej.

W normie tej uznaje się również, że osiągnięcie tych poziomów odporności byłoby trudne w przypadku urządzeń przeznaczonych do monitorowania parametrów fizjologicznych. Dopuszcza się więc niższy poziom odporności tych urządzeń w nadziei, że będą one użytkowane w środowisku o niskim natężeniu pola.

E.1.2 Zagrożenie gwałtownym przemieszczaniem się przedmiotów ferromagnetycznych w polach magnetostatycznych

W silnych polach magnetostatycznych na przedmioty ferromagnetyczne mogą oddziaływać duże siły przyciągania, które mogą powodować przemieszczanie się przedmiotu. W odpowiednich okolicznościach ruch ten może stanowić zagrożenie

gwałtownym przemieszczaniem się takiego przedmiotu. Zagrożenie przemieszczaniem się przedmiotu zależy od szeregu czynników, w tym gradientu pola magnetycznego, masy i kształtu przedmiotu oraz materiału, z którego jest wykonany.

W dyrektywie o polach elektromagnetycznych określono również IPN równy 3 mT w celu ograniczenia zagrożenia gwałtownym przemieszczaniem się przedmiotów ferromagnetycznych w polu rozproszonym przy źródłach silnego pola magnetostaticznego (> 100 mT).

E.1.3 Uruchomienie urządzeń elektrowybuchowych (detonatorów)

Powszechnie uznanym faktem jest to, że w odpowiednich warunkach pole elektromagnetyczne może spowodować uruchomienie urządzeń elektrowybuchowych (detonatorów). Skutek ten zależy od obecności w miejscu pracy zarówno urządzeń elektrowybuchowych, jak i natężeń pola wystarczających do ich uruchomienia. Jest zatem mało prawdopodobne, aby problem ten dotyczył większości miejsc pracy, ale kwestia ta może wymagać rozważenia przez niektórych pracodawców, na przykład w sektorze obrony.

Ponieważ urządzenia elektrowybuchowe mogą stwarzać zagrożenie nawet w przypadku braku silnych pól elektromagnetycznych, ich przechowywanie i użytkowanie jest zazwyczaj ściśle kontrolowane i istnieją ograniczenia dotyczące czynności, które mogą odbywać się w pobliżu, w tym wytwarzania pola elektromagnetycznego.

Europejskie sprawozdanie techniczne (CLC/TR 50426) zawiera wytyczne dotyczące analizy ryzyka uruchomieniem zapłonników mostkowych. W sprawozdaniu tym określono rodzaje podejścia do oceny zagrożenia sytuacją, że z pola można uzyskać energię wystarczającą do spowodowania uruchomienia urządzenia.

Innym europejskim sprawozdaniem technicznym, które może być przydatne, jest sprawozdanie CLC/TR 50404, które zawiera wytyczne dotyczące analizy ryzyka oraz środków mających na celu uniknięcie odpalenia materiałów wybuchowych przez elektryczność statyczną.

E.1.4 Pożary lub wybuchy w wyniku zapłonu łatwopalnych gazów

Powszechnie uznanym faktem jest to, że oddziaływanie pól elektromagnetycznych z obiektami może powodować wyładowania iskrowe, które są w stanie zapalić łatwopalne gazy. Ponieważ wymaga to obecności zarówno łatwopalnych gazów, jak i natężeń pola wystarczających do zapalenia tych gazów, jest mało prawdopodobne, aby problem ten dotyczył większości miejsc pracy, ale kwestia ta może wymagać rozważenia przez pracodawców w niektórych sektorach.

Łatwopalne gazy mogą być zagrożone zapłonem z wielu źródeł, a więc zwykłe podejście do tego problemu polega na określeniu obszarów, w których takie gazy mogą istnieć, i wprowadzeniu ograniczeń dotyczących czynności odbywających się na tych obszarach. Ograniczenia te zwykle obejmują ograniczenia dotyczące wytwarzania pól elektromagnetycznych na danym obszarze.

Europejskie sprawozdanie techniczne (CLC/TR 50427) zawiera wytyczne dotyczące analizy ryzyka niezamierzonego zapłonu łatwopalnych gazów przez pole elektromagnetyczne o częstotliwościach radiowych. W sprawozdaniu tym określono rodzaje podejścia do oceny energii, którą można uzyskać z pola, i porównania jej z energią potrzebną do zapalenia różnych klas materiałów łatwopalnych.

Innym europejskim sprawozdaniem technicznym, które może być przydatne, jest sprawozdanie CLC/TR 50404, które zawiera wytyczne dotyczące analizy ryzyka oraz środków mających na celu uniknięcie zapalenia łatwopalnych gazów przez elektryczność statyczną.

E.1.5 Prądy kontaktowe

Kontakt między osobą a przewodzącym prąd przedmiotem znajdującym się w polu elektromagnetycznym, gdy jedno z nich jest uziemione, a drugie nie, może prowadzić do przepływu prądu do ziemi przez miejsce kontaktu. Rezultatem tego mogą być porażenia i oparzenia.

W dyrektywie o polach elektromagnetycznych określono IPN dotyczące prądu kontaktowego, które mają na celu uniknięcie bolesnego porażenia. Możliwe jest, że w przypadku prądów kontaktowych poniżej IPN osoba dotykająca przedmiotu może mimo to odczuwać oddziaływanie. Chociaż nie będzie ono szkodliwe, może być irytujące. Można je zminimalizować, stosując się do porad zawartych w sekcji 9.4.8.

E.1.6 Nieokreślone skutki pośrednie

Należy również wziąć pod uwagę wszelkie inne skutki pośrednie, które mogą wystąpić. Oddziaływania, które należy uwzględnić, obejmują:

- oddziaływanie pól z ekranami lub elementami metalowymi w środowisku pracy prowadzące do ogrzania i zagrożeń termicznych;
- oddziaływanie pól z systemami elektronicznymi i kontrolnymi w miejscu pracy prowadzące do zakłóceń i awarii;
- oddziaływanie pól z przedmiotami lub elementami metalowymi noszonymi lub znajdującymi się blisko ciała;
- oddziaływanie pól z urządzeniami lub elementami elektronicznymi noszonymi lub znajdującymi się blisko ciała.

E.2 Pracownicy szczególnie zagrożeni

W dyrektywie o polach elektromagnetycznych określono następujące cztery grupy pracowników, którzy mogą być szczególnie zagrożeni polami elektromagnetycznymi w miejscu pracy:

- pracownicy z wszczepionymi aktywnymi wyrobami medycznymi;
- pracownicy z wszczepionymi pasywnymi wyrobami medycznymi;
- pracownicy korzystający z wyrobów medycznych przeznaczonych do wprowadzenia w części do ludzkiego ciała;
- pracownice w ciąży.

Pracodawcy powinni również być świadomi możliwości istnienia szczególnych zagrożeń dla obecnie niesprecyzowanych grup pracowników (zob. sekcja E2.5).

Dla takich pracowników IPN i GPO określone w dyrektywie o polach elektromagnetycznych mogą nie stanowić wystarczającej ochrony. W przypadku gdy pracodawcy stwierdzą, że mogą istnieć zagrożenia dla tych grup pracowników, należy udzielić personelowi informacji za pośrednictwem szkolenia wprowadzającego oraz udzielać informacji osobom odwiedzającym. Powinno to obejmować zachęty dla pracowników należących do tych grup, żeby zgłosili się do kierownictwa, tak aby można było przeprowadzić szczegółową analizę ryzyka.

E.2.1 Pracownicy, którzy mają wszczepione aktywne wyroby medyczne

E.2.1.1 Kontekst

Istnieje wiele aktywnych wyrobów, które mogą być wszczepiane ludziom w celach medycznych. Należą do nich:

- rozruszniki serca;
- defibrylatory;
- implanty ślimakowe;
- implanty pniowe;
- protezy ucha wewnętrznego;
- neurostymulatory;
- pompy infuzyjne do leków;
- kodery siatkówki.

Ogólnie rzecz biorąc, wyroby mające elektrody podłączane do pacjenta w celu rejestrowania lub pobudzania będą zwykle bardziej wrażliwe na zakłócenia niż urządzenia, które nie są wyposażone w takie elektrody. Jest tak, ponieważ elektrody tworzą pętlę, która może sprzęgać się z polem elektromagnetycznym. Nawet w przypadku wyrobów z elektrodami czułość może różnić się w zależności od funkcji i ustawień. Wyroby przeznaczone do wykrywania sygnałów neurofizjologicznych w organizmie są prawdopodobnie najbardziej podatne na zakłócenia, ponieważ są one zaprojektowane w taki sposób, aby były wrażliwe na niewielkie zmiany napięcia na elektrodach. Takie zmiany napięcia mogą być łatwo wywoływane przez oddziaływanie z polami, ale wielkość indukowanego napięcia będzie zależała od długości i rodzaju elektrod oraz ich rozmieszczenia w ciele. Na ogół wyroby z jedną elektrodą, która może tworzyć dużą skuteczną pętlę, będą silnie sprzęgały się z polem, natomiast wyroby dwubiegunowe są zwykle mniej wrażliwe, ponieważ tworzą znacznie mniejsze skuteczne pętle.

Rozruszniki serca zazwyczaj są wyposażone w kontaktron (rodzaj łącznika magnetycznego), który może być uruchamiany silnymi polami magnetycznymi, aby przełączyć wyrób z trybu pracy „na żądanie” na tryb „stymulacji”. Niektóre aktywne wyroby medyczne do implantacji służą do wykrywania częstotliwości radiowej lub indukcyjnie sprzężonych sygnałów na potrzeby programowania, natomiast inne, takie jak implanty ślimakowe, mogą wykorzystywać sprzężenie indukcyjne w ramach normalnego działania. Wszystkie te wyroby są tak zaprojektowane, aby były wrażliwe na pola zewnętrzne i w rezultacie są podatne na zakłócenia w obecności określonych pól.

Od dnia 1 stycznia 1995 r. wszystkie aktywne wyroby medyczne do implantacji wprowadzane do obrotu w Unii Europejskiej muszą spełniać *zasadnicze wymogi* dyrektywy dotyczącej aktywnych wyrobów medycznych do implantacji (90/385/EWG z późniejszymi zmianami). Te zasadnicze wymogi obejmują warunek, że wyroby muszą być projektowane i produkowane w taki sposób, aby jak najbardziej usunąć lub zminimalizować zagrożenia związane z dającymi się w sposób racjonalny przewidzieć warunkami środowiska, takimi jak pola magnetyczne, zewnętrzne oddziaływania elektryczne i wyładowania elektrostatyczne.

W praktyce producenci osiągają zgodność z zasadniczymi wymogami dyrektywy dotyczącej aktywnych wyrobów medycznych do implantacji poprzez produkcję swoich produktów zgodnie z odpowiednią normą zharmonizowaną. Odpowiednie zharmonizowane normy obejmują serię szczególnych norm EN 45502-1 i EN 45502-2-X. Określone w tych normach wymogi dotyczące odporności oparte są na poziomach odniesienia określonych w zaleceniu Rady 1999/519/WE, lecz z wyłączeniem uśredniania w czasie w przypadku pól o częstotliwości radiowej i przy założeniu, że wyrób jest wszczepiony w ramach dobrej praktyki medycznej.

E.2.1.2 Wytyczne dotyczące oceny

Podjęcie podstawowe

Pierwszym krokiem jest zastanowienie się, jakie urządzenia i czynności występują w miejscu pracy i czy wiadomo, czy któryś z pracowników ma wszczepiony aktywny wyrób medyczny. Należy zauważyć, że nie wszyscy pracownicy zgłaszają, że mają wszczepiony aktywny wyrób medyczny. Istnieją dowody na to, że aż 50% pracowników może odmówić ujawnienia tej informacji ze strachu, że może to mieć wpływ na ich zatrudnienie. Przy poszukiwaniu informacji pracodawca będzie musiał uwzględnić tę niechęć.

Jeżeli obecne są tylko wyroby i czynności wymienione w kolumnie 1 tabeli 3.2, to dalsze działania zwykle nie są konieczne, chyba że zostanie stwierdzone, że jakiś pracownik ma wszczepiony niezwykle podatny aktywny wyrób medyczny (zob. poniżej).

Jeżeli nie jest możliwe zidentyfikowanie pracowników z wszczepionymi aktywnymi wyrobami medycznymi, to dalsze działania zwykle nie będą konieczne, ale pracodawcy powinni zdawać sobie sprawę z możliwości, że nowi pracownicy lub odwiedzający mogą mieć wszczepione aktywne wyroby medyczne lub że obecni pracownicy mogą mieć wszczepione takie wyroby.

W przypadku zidentyfikowania pracowników, którzy mają wszczepione aktywne wyroby medyczne, pracodawca powinien następnie zebrać jak najwięcej informacji o tych urządzeniach. Pracownik powinien współpracować w tym procesie. Jeżeli istnieje taka możliwość, należy zwrócić się o pomoc do lekarza medycyny pracy lub przedstawiciela zawodu medycznego odpowiedzialnego za opiekę nad danym pracownikiem.

Jeżeli pracownik ma wszczepiony starszy wyrób lub otrzymał szczególne ostrzeżenie, że jego wszczepiony aktywny wyrób medyczny jest ustawiony w taki sposób, że będzie niezwykle podatny, konieczne będzie przeprowadzenie oceny szczegółowej. Powinna być ona oparta na znanych właściwościach danego wyrobu.

W większości innych sytuacji powinno być możliwe przeprowadzenie oceny ogólnej, o której mowa poniżej. Jeżeli ocena ta wykazuje, że zwykłe czynności wykonywane przez pracownika w ramach pracy mogą spowodować stan zagrożenia, to najprostszym rozwiązaniem będzie zwykle dostosowanie stanowiska pracy lub zakresu zadań. Jeżeli jest to trudne, pracodawca może zechcieć rozważyć przeprowadzenie oceny szczegółowej.

Starsze aktywne wyroby medyczne do implantacji

Starsze aktywne implanty, tj. sprzed dnia 1 stycznia 1995 r., mogą nie cechować się taką samą odpornością na zakłócenia wywołane przez pole elektromagnetyczne jak nowoczesne wyroby. Nie wiadomo dokładnie, ile tych starszych wyrobów pozostaje w użyciu. Baterie zasilające aktywne wyroby medyczne do implantacji mają ograniczoną żywotność, a wraz z bateriami może być wymieniany cały wyrób lub jego elementy. Na przykład w przypadku rozruszników serca normalną praktyką jest wymienianie całego generatora impulsów wraz z bateriami, chociaż inne elementy, takie jak elektrody, zwykle pozostają na miejscu. Rozruszniki serca wciąż stanowią większość implantów, a na pewno stanowiły przed 1995 r. Jest mało prawdopodobne, aby działanie tych starszych rozruszników serca było zakłócone polami magnetostatycznymi poniżej 0,5 mT, niskiej częstotliwości polami elektrycznymi poniżej 2 kV/m oraz niskiej częstotliwości polami magnetycznymi poniżej 20 μ T.

Ostrzeżenia szczególne

Wszyscy pacjenci, którzy mają wszczepione aktywne wyroby medyczne, otrzymują ogólne ostrzeżenia, aby unikać sytuacji, które mogą prowadzić do zakłóceń. Do ostrzeżeń tych należy się stosować, ale nie mają one wpływu na analizę ryzyka z wykorzystaniem podejścia do oceny ogólnej opisanego poniżej. Czasami jednak istnieją powody medyczne do wszczepienia aktywnego wyrobu medycznego do implantacji w konfiguracji niestandardowej lub do stosowania niestandardowych ustawień, co może uzasadniać szczególne ostrzeżenia. Powodem ostrzeżeń może być również stan kliniczny pacjenta. Jeżeli udzielono ostrzeżeń szczególnych, konieczne będzie przeprowadzenie oceny szczegółowej.

Ocena ogólna

Podejście do oceny ogólnej jest zgodne z podejściem opisanym w normie EN 50527-1 i jest oparte na wymogach odporności przewidzianych w zharmonizowanych normach dotyczących aktywnych wyrobów medycznych do implantacji. W związku z tym zakłócenia nie powinny wystąpić, pod warunkiem że pola – poza polami magnetostatycznymi – nie przekraczają wartości natychmiastowych poziomów odniesienia określonych w zaleceniu Rady 1999/519/WE. Pola magnetostatyczne poniżej 0,5 mT również nie powinny mieć wpływu na aktywne wyroby medyczne do implantacji.

Ocena szczegółowa

W niektórych sytuacjach konieczne może być przeprowadzenie oceny szczegółowej. Taka konieczność może zajść, w przypadku gdy:

- pracownicy mają wszczepione starsze aktywne wyroby medyczne (zob. powyżej);
- pracownikom udzielono ostrzeżeń szczególnych;
- trudno jest dostosować stanowisko pracy lub czynności zawodowe, tak aby zapewnić, że narażenie nie przekroczy poziomów odniesienia określonych w zaleceniu Rady 1999/519/WE.

Więcej informacji dotyczących ocen szczegółowych podano w załączniku A do normy EN 50527-1. Dalsze wytyczne dostępne są również w dokumencie BGI/GUV-I 5111 opracowanym przez Niemiecki Zakład Ubezpieczeń Społecznych w zakresie Wypadków.

E.2.2 Pracownicy, którzy mają wszczepione pasywne wyroby medyczne

Wiele implantów medycznych może być wykonanych z metalu. Obejmuje to sztuczne stawy, gwoździe, płytki, śruby, klipsy chirurgiczne, klipsy do tętniaków, stenty, protezy zastawki serca, pierścienie do annuloplastyki, metalowe implanty antykoncepcyjne, niektóre aktywne wyroby medyczne do implantacji oraz wypełnienia stomatologiczne.

W przypadku gdy wyroby te są wykonane z materiałów ferromagnetycznych, mogą na nie oddziaływać momenty obrotowe i siły w obecności silnych pól magnetostatycznych. Dotychczasowe dowody wskazują na to, że indukcja magnetostatyczna o wartości 0,5 mT lub mniejszej nie będzie wywierała wystarczającego wpływu, aby stanowić zagrożenie dla zdrowia (ICNIRP, 2009). Jest to zgodne z IPN określonym w dyrektywie o polach elektromagnetycznych w celu zapobiegania zakłóceniom działania aktywnych wyrobów medycznych do implantacji w polach magnetostatycznych.

W polach zmiennych w czasie implanty metalowe mogą zakłócać indukowane pole elektryczne w ciele, skutkując powstaniem w ciele silnych pól o ograniczonym obszarze. Ponadto implanty metalowe mogą zostać indukcyjnie ogrzane, co prowadzi do ogrzania i spowodowanego nim obrażenia termicznego otaczających tkanek. Może to ostatecznie prowadzić do awarii implantu.

Istnieje niewiele danych, na których można oprzeć ocenę zagrożeń dla osób z wszczepionymi implantami pasywnymi. Jednym z czynników, które należy uwzględnić, jest częstotliwość pola elektromagnetycznego, ponieważ penetracja pola w ciało zmniejsza się wraz ze wzrostem częstotliwości, więc oddziaływanie pomiędzy polami wysokiej częstotliwości a większością implantów, które znajdują się w masie otaczającej tkanki, może być bardzo małe lub może nie występować.

Ogrzewanie indukcyjne wystarczające do spowodowania obrażenia termicznego otaczających tkanek będzie zależało od uzyskania wystarczającej mocy z pola. Będą na to miały wpływ rozmiary i masa implantu, jak również siła i częstotliwość dostępnego

poła. Można jednak oczekiwać, że w normalnych warunkach zgodność z zaleceniem Rady 1999/519/WE zapewnia odpowiednią ochronę, natomiast w niektórych okolicznościach uzasadnione mogą być silniejsze pola.

E.2.3 Pracownicy korzystający z wyrobów medycznych przeznaczonych do wprowadzenia w części do ludzkiego ciała

Wyroby medyczne przeznaczone do wprowadzenia w części do ludzkiego ciała wchodzi w zakres stosowania dyrektywy dotyczącej wyrobów medycznych (93/42/EWG z późniejszymi zmianami). W związku z tym w przypadku braku bardziej szczegółowych informacji czynniki, które należy wziąć pod uwagę w ocenie, są takie same jak w odniesieniu do zakłócania działania innego elektronicznego sprzętu medycznego, co omówiono w sekcji E1.1.

Na ogół jednak wyroby medyczne przeznaczone do wprowadzenia w części do ludzkiego ciała nie powinny być bardziej wrażliwe niż aktywne wyroby medyczne do implantacji, zaś wyroby, które nie służą do wykrywania parametrów fizjologicznych, mogą być mniej wrażliwe niż niektóre aktywne wyroby medyczne do implantacji. Dlatego zawsze wskazane jest skontaktowanie się z producentem w celu poproszenia go o informacje na temat odporności na zakłócenia.

E.2.4 Pracownice w ciąży

Istnieją doniesienia o niekorzystnych skutkach spowodowanych narażeniem matek na oddziaływanie pól magnetycznych niskiej częstotliwości. Ogólnie rzecz biorąc, dowody na istnienie związku między takimi skutkami a narażeniem na pola niskiej częstotliwości uważa się jednak za bardzo słabe (ICNIRP, 2010). Niemniej jednak grupa ekspertów uznała, że rozwijający się układ nerwowy płodu może być potencjalnie podatny na indukowane pola elektryczne zmienne w czasie (NRPB, 2004). Ta sama grupa stwierdziła, że ograniczenie natężenia indukowanego pola elektrycznego do około 20 mV/m powinno zapewnić odpowiednią ochronę rozwijającego się układu nerwowego płodu. Obliczono, że można to osiągnąć poprzez przestrzeganie poziomów odniesienia dotyczących pól niskiej częstotliwości, które to poziomy określono w zaleceniu Rady 1999/519/WE.

Istnieją przekonujące dowody, że podwyższona temperatura ciała matki niekorzystnie wpływa na przebieg ciąży, przy czym ośrodkowy układ nerwowy płodu jest szczególnie podatny. Stwierdzono, że ograniczenie SAR uśrednionej względem całego ciała do 0,1 W/kg w przypadku kobiet w ciąży powinno zapewnić odpowiednią ochronę (NRPB, 2004). Jest to podobne do podstawowego ograniczenia narażenia na częstotliwości radiowe do 0,08 W/kg, które przewidziano w zaleceniu Rady 1999/519/WE.

W przypadku większości pracodawców pragmatyczne podejście polegałoby zatem na ograniczeniu narażenia pracownic w ciąży poprzez zastosowanie poziomów odniesienia określonych w zaleceniu Rady 1999/519/WE. To powinno zapewnić odpowiednią ochronę w odniesieniu zarówno do niskich, jak i wysokich częstotliwości.

E.2.5 Niesprecyzowane grupy pracowników szczególnie zagrożonych

Pracodawcy powinni zdawać sobie sprawę z tego, że mogą istnieć aktualnie niesprecyzowane grupy pracowników, którzy mogą być szczególnie zagrożeni, takie jak pracownicy przyjmujący określone leki na stwierdzone schorzenia.

DODATEK F

WYTYCZNE DOTYCZĄCE OBRAZOWANIA METODĄ REZONANSU MAGNETYCZNEGO

Obrazowanie metodą rezonansu magnetycznego (MRI) jest ważną technologią medyczną, która zyskała zasadnicze znaczenie dla diagnostyki i leczenia chorób oraz stanowi cenne narzędzie w badaniach medycznych. Technika ta jest powszechnie stosowana w całej Unii Europejskiej – rocznie wykonuje się dziesiątki milionów badań tą metodą. Polega ona na celowym narażeniu pacjentów lub ochotników na silne pola elektromagnetyczne w celu wygenerowania szczegółowych obrazów, w tym mapy metabolizmu i aktywności mózgu. Chociaż obrazowanie metodą rezonansu magnetycznego stanowi uzupełnienie innych technologii obrazowania, takich jak tomografia komputerowa, ma tę zaletę, że nie wiąże się z narażeniem na promieniowanie jonizujące i nie ma znanych długotrwałych skutków dla zdrowia.

Narażenie pacjentów i wolontariuszy na pole elektromagnetyczne w skanerze nie wchodzi w zakres stosowania dyrektywy o polach elektromagnetycznych. Rozkład pola elektromagnetycznego w skanerze jest podyktowany przede wszystkim względami efektywności skanowania i jakości obrazu. Ponadto producenci dokładają starań, aby zminimalizować pola rozproszone poza skanerem, a tym samym zmniejszyć narażenie personelu pracującego w pobliżu urządzenia. Pola magnetostatyczne mogą przekraczać interwencyjne poziomy narażenia (IPN) dotyczące skutków pośrednich (zob. rozdział 6). Ponadto w pewnych okolicznościach pracownicy i tak mogą być narażeni na pola przekraczające graniczny poziom oddziaływania (GPO) (zob. tabela F1). GPO ustalany jest jednak z marginesem bezpieczeństwa, co oznacza, że narażenie powyżej GPO może nie wywoływać skutków u pracowników. Uznaje się, że rutynowe narażanie pacjentów i ochotników na intensywne pola wewnątrz skanera MRI jest bezpieczne (ICNIRP 2004, 2009).

Wartość obrazowania metodą rezonansu magnetycznego jako niezbędnej technologii w sektorze opieki zdrowotnej jest powszechnie uznana i w art. 10 dyrektywy o polach elektromagnetycznych przewidziano w tym kontekście warunkowe odstępstwo od wymogu zgodności z GPO. Niniejsze wytyczne zostały przygotowane w porozumieniu z zainteresowanymi stronami ze środowiska zajmującego się obrazowaniem metodą rezonansu magnetycznego, co ma na celu zapewnienie pracodawcom praktycznych wytycznych dotyczących osiągnięcia zgodności z tymi warunkami, w przypadku gdyby było to konieczne. Pracownicy służby zdrowia oferujący obrazowanie metodą rezonansu magnetycznego będą mieli dostęp do ekspertów z dziedziny radiografii, radiologii i fizyki medycznej, z którymi powinni skonsultować się co do osiągnięcia zgodności z wymogami. Producenci i instytuty badawcze będą mieli dostęp do podobnych ekspertów i również powinni zasięgać ich opinii.

F.1 Projekt i konstrukcja urządzeń do obrazowania metodą rezonansu magnetycznego

Skanery MRI służą do wytwarzania złożonego środowiska elektromagnetycznego w komorze urządzenia, które to środowisko ma trzy główne elementy:

- pola magnetostatyczne – w większości systemów do zastosowania klinicznego indukcja magnetyczna wynosi 1,5 T albo 3 T, chociaż otwarte systemy, które są preferowane w procedurach interwencyjnych, zwykle pracują przy niższej indukcji magnetycznej (0,2–1 T), a istnieje również niewielka liczba skanerów wytwarzających

silne pola, o indukcji magnetycznej wynoszącej do 9,4 T, które są wykorzystywane głównie w celach badawczych;

- pola magnetyczne niskiej częstotliwości o przełączanym gradiencie – w skanerach wykorzystywane są trzy prostopadle położone gradienty, które są szybko włączane i wyłączane w celu wygenerowania informacji o położeniu dotyczących mierzonych sygnałów rezonansu magnetycznego. Są to złożone impulsowe kształty fali, które różnią się w zależności od rodzaju przeprowadzanego obrazowania. Impulsowe kształty fali odpowiadają częstościom w przedziale 0,5–5 kHz;
- pola częstotliwości radiowej stosowane przy częstotliwości kątowej precesji Larmora, która zależy od indukcji magnetostaticznej (62–64 MHz i 123–128 MHz w skanerach o indukcji wynoszącej odpowiednio 1,5 T i 3 T).

Tabela F1 – Porównanie narażenia pracownika wskutek obrazowania metodą rezonansu magnetycznego z poziomami granicznymi i powodowanymi skutkami

Przykładowe narażenie pracownika	Poziomy graniczne	Zgłaszane skutki
Pole magnetostaticzne		
1,0 T, 1,5 T, 3,0 T, 7,0 T	2 T, 8 T	Zawroty głowy w bezruchu
< 2 m/s co odpowiada < 3 T/s 0,3 V/m (pk) w mózgu lub 2 V/m (pk) w ciele	0,05 V/m (wartość skuteczna) (dolny GPO) 0,8 V/m (wartość skuteczna) (górną GPO)	Zawroty głowy i mdłości
Pola o przełączanym gradiencie		
100–1500 Hz Ograniczone przez wartości dotyczące stymulacji obwodowego układu nerwowego pacjenta, które odpowiadają szacunkowym wartościom dB/dt i indukowanym polem elektrycznym o wartości skutecznej w mózgu i tułowiu W zwykłych lokalizacjach pacjenta < 40 T/s (wartość skuteczna) = 4 V/m w mózgu < 40 T/s (wartość skuteczna) = 8 V/m w tułowiu W lokalizacjach dostępnych dla pracowników interwencyjnych w najgorszym przypadku < 120 T/s (pk) = 8 V/m w mózgu < 40 T/s (pk) = 2 V/m w tułowiu	0,8 V/m (wartość skuteczna)	Mrowienie, bóle lub skurcze mięśni, jeżeli przekracza się granice stymulacji obwodowego układu nerwowego w trybie kontrolowanym. Pracownicy zajmujący się obrazowaniem metodą rezonansu magnetycznego nigdy nie zgłosili działania na ośrodkowy układ nerwowy; znane dane pochodzą z TMS przy wartościach > 500 T/s lub > 50–100 V/m
Pola częstotliwości radiowej		
42, 64, 128, 300 MHz SAR dotycząca całego ciała ograniczona do < 4 W/kg w izocentrum odpowiada SAR dotyczącej całego ciała < 0,4 W/kg w połowie wnętrza << 0,1 W/kg przy aperturze	0,4 W/kg	Uczucie ciepła i pocenie się przy narażeniu > 2 W/kg

Dane przekazane przez COCIR – więcej danych dotyczących narażenia pracownika można znaleźć w: Stam, 2014.

Wszystkie skanery MRI przeznaczone do diagnostyki lub leczenia ludzi i wprowadzane do obrotu lub oddawane do użytku w Unii Europejskiej od dnia 30 czerwca 2001 r. muszą spełniać *wymogi zasadnicze* dyrektywy dotyczącej wyrobów medycznych

(93/42/EWG), które to wymogi obejmują wymóg ogólny, w myśl którego urządzenia te nie mogą zagrażać bezpieczeństwu i zdrowiu użytkowników lub w stosownych przypadkach innych osób. Przy projektowaniu i wykonaniu wyrobów producenci mają obowiązek wybierać rozwiązania z uwzględnieniem stanu techniki, które wyeliminują lub w jak największym stopniu zmniejszą ryzyko. W celu wsparcia producentów w osiągnięciu zgodności z wymogami zasadniczymi oraz działając na mocy mandatu udzielonego mu przez Komisję Europejską, Europejski Komitet Normalizacyjny Elektrotechniki (CENELEC) opublikował normę produktu dotyczącą urządzeń do rezonansu magnetycznego na potrzeby diagnostyki medycznej (EN 60601-2-33).

Aktualna wersja normy EN 60601-2-33 zawiera wymóg, żeby producenci dostarczali informacji na temat rozkładu przestrzennego pól. Informacje te zazwyczaj powinny się znajdować w instrukcji obsługi urządzenia. Te informacje są dostępne dla wszystkich systemów opartych na rezonansie magnetycznym i powinny pomagać pracodawcom w identyfikowaniu tych obszarów, w których GPO można przekroczyć. Ponadto przed rozpoczęciem każdego badania urządzenia muszą wyświetlać informacje na temat gradientu oraz szybkości pochłaniania właściwego energii (SAR) o częstotliwości radiowej. Urządzenia muszą również być wyposażone w zabezpieczenia zapewniające ochronę przed nadmiernym narażeniem. Możliwe jest, że wymogi, o których mowa w niniejszym ustępie, nie mają zastosowania w przypadku starszych, tzw. „zastanych” urządzeń.

F.2 Narażenie pracownika podczas obsługi urządzenia do obrazowania metodą rezonansu magnetycznego w sektorze opieki zdrowotnej

Urządzenia do obrazowania metodą rezonansu magnetycznego służą do wytwarzania silnych, ale dokładnie kontrolowanych pól w komorze urządzenia przy jednoczesnym minimalizowaniu pól rozproszonych poza miejscem znajdowania się urządzenia. Dlatego też siła pól bardzo szybko maleje wraz z odległością od apertury urządzenia, przez co zazwyczaj w pobliżu urządzenia tworzą się gradienty silnych pól przestrzennych, a w większej odległości znacznie słabsze pola. Dostępne dane wskazują na to, że tylko praca w komorze skanera lub w bezpośrednim sąsiedztwie apertury prowadzi do narażenia przekraczającego GPO.

Ponieważ narażenie pracowników, którzy nie muszą zbliżać się do apertury urządzenia, zawsze będzie zgodne z wymogami, nie ma konieczności oceniania tego narażenia. Ocena narażenia pracowników, którzy muszą zbliżać się do apertury lub wchodzić do komory skanera, będzie złożona. Wymaga szczegółowej wiedzy na temat rozkładu przestrzennego pól wewnątrz i na zewnątrz urządzenia oraz na temat tego, jak personel porusza się względem urządzenia podczas wykonywania pracy, co ogromnie zależy od zadań wykonywanych przez pracowników. Ponadto najlepiej byłoby, gdyby oceny były oparte na technikach modelowania numerycznego, tak aby narażenie można było porównać bezpośrednio z GPO. Takie oceny wykraczają poza możliwości większości instytucji wykonujących rutynowe procedury obrazowania metodą rezonansu magnetycznego.

W celu zapewnienia informacji na temat narażenia pracownika spowodowanego wieloma typowymi procedurami i różnymi rodzajami urządzeń Komisja Europejska sfinansowała ocenę w czterech placówkach zajmujących się obrazowaniem metodą rezonansu magnetycznego i mieszczących się w różnych państwach. W ramach tego szczegółowego projektu oceniono ruchy i pozycje personelu podczas różnych procedur wraz z tworzeniem mapy pola i dozymetrią obliczeniową (Capstick i in., 2008). Wyniki tego badania oraz badań wcześniejszych (których przeglądu dokonano w Stam, 2008) są bogate w informacje, choć szczegółowe wnioski należy traktować z pewną ostrożnością. Wyniki odnoszą się do poprzedniej dyrektywy o polach elektromagnetycznych i zastosowane są w nich inne miary narażenia. Ponadto są one ograniczone do stosunkowo małej liczby urządzeń i scenariuszy narażenia. Najnowsze analizy wskazują na to, że GPO mogą być przekraczane w pewnych okolicznościach (Stam, 2014; McRobbie, 2012).

Dane pomiarowe dotyczące pól o przełączanym gradiencie należy traktować ze szczególną ostrożnością, ponieważ w wielu przypadkach interwencyjne poziomy narażenia określone w obecnej dyrektywie o polach elektromagnetycznych są mniej restrykcyjne niż te omówione we wcześniejszych badaniach narażenia. Ogólnie rzecz biorąc, porównanie z interwencyjnymi poziomami narażenia prowadzi do zachowawczej oceny w stosunku do stosowania GPO, tak więc preferowane są GPO, ale na ogół wymagają wiedzy specjalistycznej w zakresie złożonej dozymetrii obliczeniowej.

F.2.1 Narażenie w stosunku do GPO

F.2.1.1 Pola magnetostatyczne

W przypadku wszystkich skanerów niskopoloowych (pracujących przy natężeniu poniżej 2 T) i większości rutynowych procedur przeprowadzanych przy użyciu skanerów pracujących przy natężeniu powyżej 2 T narażenie na pole magnetostatyczne będzie zgodne z dolnym GPO. W przypadku wszystkich innych procedur przeprowadzanych przy użyciu skanerów pracujących przy natężeniu do 8 T narażenie na pole magnetostatyczne będzie zgodne z górnym GPO.

F.2.1.2 Poruszanie się w polach magnetostatycznych

Poruszanie się w silnych polach magnetostatycznych wytwarzanych przez skanery MRI będzie indukowało pola elektryczne w tkankach ciała mogące przekraczać GPO określone w dyrektywie o polach elektromagnetycznych. Przy normalnej prędkości poruszania się będzie do tego dochodziło tylko w komorze skanera oraz w niewielkiej odległości od apertury (z dostępnych informacji wynika, że jest to zwykle odległość nie większa niż 1 m), w szczególności podczas układania pacjenta, co może wiązać się ze skomplikowanymi ruchami obrotowymi głowy operatora.

F.2.1.3 Pola o przełączanym gradiencie

W przypadku większości rutynowych procedur narażenie na pola o przełączanym gradiencie nie będzie przekraczało ani dolnego, ani górnego GPO. Jeżeli jednak chodzi o niektóre procedury, w których pracownicy muszą zbliżyć się do apertury skanera (zwykle na odległość mniejszą niż 1 m), może istnieć ryzyko przekroczenia GPO, zaś w przypadku bardzo małej liczby procedur GPO najprawdopodobniej zostaną przekroczone, szczególnie jeśli pracownik musi pochylić się do wnętrza skanera. Rzeczywiste narażenie będzie zależało od szeregu czynników, w tym liczby gradientów, które są równocześnie aktywne, oraz charakterystyki gradientów, przy czym duża prędkość obrazowania na ogół prowadzi do większego narażenia. W tabeli F2 przedstawiono przykłady procedur należących do każdej z tych kategorii.

F.2.1.4 Pola częstotliwości radiowej

GPO dotyczące częstotliwości radiowej są uśrednione w okresie sześciu minut, a w przypadku gdy pracownik musi pochylić się do wnętrza skanera (na przykład w celu monitorowania pacjenta), narażenie będzie na ogół zgodne z GPO, pod warunkiem że pracownik pozostanie w tej pozycji tylko kilka minut. Dłuższe narażenia często również są zgodne z GPO.

F.3 Odstępstwo dotyczące obrazowania metodą rezonansu magnetycznego

Znaczenie obrazowania metodą rezonansu magnetycznego jako niezbędnej technologii w sektorze opieki zdrowotnej jest powszechnie uznane i w art. 10 dyrektywy o polach

elektromagnetycznych przewidziano w tym kontekście nie uznaniowe, a warunkowe odstępstwo od wymogu zgodności z GPO. Odstępstwo to ma zastosowanie do narażenia pracownika związanego z instalacją, testowaniem, użytkowaniem, rozwojem technologii, obsługą techniczną lub działalnością badawczą w zakresie obrazowania metodą rezonansu magnetycznego, o ile spełnione są następujące warunki:

- (i) analiza ryzyka przeprowadzona zgodnie z art. 4 wykazała, że zostały przekroczone GPO;
- (ii) zastosowano wszystkie środki techniczne lub organizacyjne wynikające z najnowszego stanu techniki;
- (iii) okoliczności należyte uzasadniają przekraczanie GPO;
- (iv) uwzględniono charakterystykę miejsca pracy, sprzętu roboczego lub praktyk roboczych;
- (v) pracodawca wykaże, że pracownicy są w dalszym ciągu chronieni przed niekorzystnymi skutkami dla zdrowia i zagrożeniami bezpieczeństwa, w tym poprzez zapewnienie przestrzegania instrukcji bezpiecznego użytkowania dostarczonych przez producenta zgodnie z dyrektywą dotyczącą wyrobów medycznych (93/42/EWG).

Tabela F2 – Ryzyko przekroczenia odpowiedniego GPO dotyczącego narażenia na pola gradientowe podczas różnych rodzajów obrazowania metodą rezonansu magnetycznego

Ryzyko przekroczenia GPO	Procedura
Duże	Umieszczenie przewodnika (podczas skanowania w czasie rzeczywistym) Techniki interwencyjne, takie jak interwencyjne badanie układu krążenia za pomocą obrazowania metodą rezonansu magnetycznego Funkcjonalne obrazowanie metodą rezonansu magnetycznego (fizyczna stymulacja pacjenta wewnątrz skanera) Regulacja elektrod EEG (działalność badawcza)
Średnie	Znieczulenie ogólne (monitorowanie z bliska stanu pacjenta podczas skanowania) Test wysiłkowy (monitorowanie z bliska stanu pacjenta podczas skanowania) Czyszczenie / kontrola zakażeń wewnątrz skanera (bez skanowania) Uspokajanie dziecka podczas skanowania (osoba uspokajająca pozostaje na zewnątrz skanera, ale w odległości 1 m od jego apertury)
Małe	Rutynowe skanowanie (personel nie jest obecny w pomieszczeniu) Biopsja (pacjent nie znajduje się w skanerze / bez skanowania) Ręczne podanie środka kontrastowego (bez skanowania)

Należy zauważyć, że odstępstwo ma zastosowanie jedynie w odniesieniu do GPO, które mają zapobiegać bezpośrednim skutkom pól elektromagnetycznych dla ludzi. Obsługa urządzeń do obrazowania metodą rezonansu magnetycznego może wiązać się z innymi zagrożeniami, które mogą powodować zagrożenia bezpieczeństwa o potencjalnie poważnych skutkach. Operatorzy powinni zapewnić właściwie uwzględnienie tych zagrożeń. Te inne zagrożenia mogą obejmować zakłócenie działania:

- aktywnych lub pasywnych wyrobów medycznych do implantacji;
- wyrobów medycznych przeznaczonych do wprowadzenia w części do ludzkiego ciała;
- elektronicznego sprzętu medycznego;
- implantów do celów estetycznych lub leczniczych.

Inne zagrożenia obejmują również:

- zagrożenie gwałtownym przemieszczaniem się przedmiotów ferromagnetycznych w silnym polu magnetycznym;
- hałas;
- ciekły hel.

F.4 Spełnianie warunków odstępstwa

Niniejsza sekcja zawiera wytyczne dla pracodawców w zakresie zgodności z warunkami odstępstwa.

F.4.1 Ocena zagrożenia w celu ustalenia, czy GPO zostały przekroczone

Szczegółowe wytyczne dotyczące przeprowadzania oceny zagrożeń w kontekście dyrektywy o polach elektromagnetycznych znajdują się w rozdziale 5. W urządzeniach do obrazowania metodą rezonansu magnetycznego wykorzystuje się silne pola w celu wytwarzania obrazów, a zatem w ich przypadku często będzie istniała możliwość, że GPO są przekroczone. Na ogół jednak natężenia pola elektrycznego będą przekraczały GPO tylko wewnątrz skanera lub bardzo blisko apertury (zob. sekcja F1), a większość procedur obrazowania metodą rezonansu magnetycznego (około 97%) nie wymaga obecności personelu w tych miejscach podczas skanowania.

Ze względu na fakt, że ocena narażenia prawdopodobnie będzie wykraczała poza możliwości większości instytucji wykonujących rutynowe procedury obrazowania metodą rezonansu magnetycznego, zwykle dopuszczalne będzie poleganie na danych opublikowanych oraz na dostarczanych przez systemy skanera informacjach na temat przewidywanego narażenia.

Kluczowe znaczenie przy ocenie ryzyka będzie miało zatem ustalenie, czy personel musi wchodzić na obszary, na których GPO może być przekroczone (zwykle w odległości 1 m od apertury). W trakcie rutynowej obsługi skanera i opieki nad pacjentem operatorzy zbliżają się do tego obszaru, ale zazwyczaj nie w trakcie skanowania. W przypadku gdy personel musi zbliżyć się do apertury na odległość mniejszą niż 1 m, powolne poruszanie się powinno wystarczyć, żeby utrzymać indukowane poruszaniem się pola elektryczne poniżej odpowiedniego GPO. Przystudiowanie tabeli F2 i opublikowanych danych dotyczących narażenia (zob. sekcja F2) powinno pomóc pracodawcom w określeniu, które ewentualnie procedury mogą zwiększać narażenie ze strony pól o przelączanym gradiencie do poziomu przekraczającego GPO.

W miarę możliwości personel powinien unikać wchodzenia do komory skanera (zob. sekcja F6.4). Należy jednak zauważyć, że jeżeli personel zmuszony jest wejść do komory skanera, aby wykonać takie czynności, jak na przykład te związane z kontrolą zakażeń, powinien to robić przy wyłączonym gradiencie i wyłączonych polach o częstotliwości radiowej, dlatego należy brać pod uwagę wyłącznie narażenie spowodowane polem magnetostatycznym. Jak wskazano w sekcji F2, w przypadku skanerów pracujących przy indukcji magnetycznej do 8 T górny GPO nie zostanie przekroczone. Jeżeli podjęte zostały środki mające na celu informowanie pracowników i zapobieganie zagrożeniom bezpieczeństwa, dopuszczalne jest czasowe przekraczanie dolnego GPO.

F.4.2 Stosowanie środków technicznych i organizacyjnych z uwzględnieniem stanu techniki

F.4.2.1 Środki techniczne

Środki techniczne służące ograniczaniu pól w komorze skanera są nieodłącznym elementem jego projektu i konstrukcji wraz z trybami pracy ograniczającymi moc wyjściową urządzenia. Producenci stale rozwijają i udoskonalają swoje urządzenia, w tym środki służące ograniczaniu pól, w ramach procesu osiągania zgodności z wymogami dyrektywy dotyczącej wyrobów medycznych. Z tych wymogów zgodności wynika, że w momencie produkcji i instalacji środki techniczne zastosowane w skanerach powinny uwzględniać stan techniki. Poinstalacyjne modyfikacje urządzeń do rezonansu magnetycznego byłyby trudne technicznie i zazwyczaj wymagałyby przeprowadzenia ponownej oceny w odniesieniu do zgodności z dyrektywą dotyczącą wyrobów medycznych, co na ogół przekracza możliwości instytucji korzystających z takich urządzeń.

W zasadzie możliwe byłoby wybranie parametrów roboczych (takich jak charakterystyka gradientu lub natężenie pola o częstotliwości radiowej) ograniczających narażenie, gdy personel musi znajdować się w komorze skanera lub w pobliżu jego apertury. W praktyce jednak o wyborze parametrów roboczych przesądza głównie potrzeba kliniczna, a procedury wymagające pochylania się personelu do wnętrza skanera (takie jak procedury interwencyjne) często będą procedurami wiążącymi się z szybkim skanowaniem skutkującym dużym narażeniem. Możliwości ograniczenia narażenia poprzez zastosowanie tego podejścia prawdopodobnie będą zatem niewielkie, ale w przypadku gdy istnieje pewna elastyczność, technicy radiografii powinni wybierać wolniejsze skanowanie i narażenie na niższą częstotliwość radiową, jeżeli personel prawdopodobnie będzie musiał zbliżyć się do skanera. Wybór odpowiednich ustawień skanera musi jednak pozostać kwestią oceny klinicznej.

F.4.2.2 Środki organizacyjne

Pracodawcy korzystający ze skanerów MRI powinni postępować zgodnie z zaleceniami zawartymi w sekcjach F5 i F6 poniżej.

F.4.3 Okoliczności należycie uzasadniające przekraczanie GPO

Okoliczności należycie uzasadniające przekraczanie GPO zależą od określonych zastosowań. W przypadku diagnostyki i leczenia wymóg przeprowadzania konkretnych procedur zawsze będzie kwestią oceny klinicznej. W przypadku gdy procedury wiążą się z wchodzeniem pracowników na obszar w pobliżu apertury określonej na planie (zob. sekcja F5.3 poniżej), wówczas pracodawca powinien skonsultować się z właściwymi pracownikami służby zdrowia, aby rozważyć, czy istnieją jakiegokolwiek dopuszczalne sposoby uzyskania pożądanego wyniku, biorąc pod uwagę potrzeby kliniczne i bezpieczeństwo pacjenta.

Producenci powinni uwzględniać podobne kwestie przy organizowaniu swojej pracy, szczególnie potrzebę zapewnienia, aby urządzenie generowało obrazy o jakości odpowiedniej dla zastosowań klinicznych. Instytucje badawcze powinny postępować zgodnie z procesem analogicznym do tego, który dotyczy bezpośredniej opieki nad pacjentem, biorąc pod uwagę jakość uzyskanych danych oraz bezpieczeństwo wolontariuszy.

F.4.4 Charakterystyka miejsca pracy, sprzętu roboczego lub praktyk roboczych

Pracodawcy powinni zwrócić uwagę na treść sekcji F1 powyżej i zastosować się do zaleceń zawartych w sekcjach F5 i F6 poniżej.

F.4.5 Ochrona pracowników i bezpieczne użytkowanie

Jak wyjaśniono w sekcji F1, urządzenia do obrazowania metodą rezonansu magnetycznego zgodne z normą EN 60601-2-33 posiadają zabezpieczenia chroniące przed nadmiernym narażeniem. Niemniej jednak gdy GPO są przekroczone, istnieje ryzyko, że pracownicy, którzy są najbardziej wrażliwi na oddziaływanie pól, mogą odczuwać tego skutki. Z tego powodu ważne jest, aby pracownicy, którzy muszą wejść na teren kontrolowany (zob. sekcja F5.1) otrzymali informacje o możliwych konsekwencjach narażenia, tak żeby mogli je rozpoznać w razie wystąpienia oraz podjąć odpowiednie działania, aby ograniczyć swoje narażenie. Wszystkie takie zdarzenia trzeba zgłaszać kierownikowi jednostki lub osobie odpowiedzialnej, która powinna podjąć odpowiednie działania.

Skanery MRI są złożonymi i zaawansowanymi technicznie urządzeniami medycznymi lub badawczymi, a ich operatorzy są kompleksowo przeszkoleni. Urządzenia posiadają liczne systemy zabezpieczające, w tym zabezpieczenia chroniące przed nadmiernym narażeniem i automatyczne systemy ostrzegania. Urządzenia powinny być bezpieczne dla pacjentów i pracowników zgodnie z wymogami dyrektywy dotyczącej wyrobów medycznych (93/42/EWG), o ile pracodawcy wprowadzili systemy zapewniające, aby operatorzy użytkowali urządzenia zgodnie z instrukcją producenta, a także uwzględniali wskazania automatycznych systemów ostrzegania.

F.4.6 Pracownice w ciąży

Kiedy pracownica zdeklaruje, że jest w ciąży, pracodawca powinien dokonać przeglądu istniejącej analizy ryzyka, aby sprawdzić, czy spełnia ona swoje zadanie. Jeżeli konieczne są zmiany, należy przeprowadzić szczegółową analizę ryzyka. Dalsze wytyczne dostępne są w rozdziale 5 i dodatku E do niniejszego poradnika.

F.5 Organizacja pracowni MRI

Instytucje mogą zminimalizować narażenie pracownika poprzez przyjęcie odpowiedniego podejścia do organizacji pracowni MRI, a w szczególności poprzez podzielenie obszaru według natężeń pól, które prawdopodobnie będą na nim występowały. Ułatwia to ograniczenie dostępu do obszarów, na których istnieje wyższe ryzyko narażenia przekraczającego GPO. Na ogół w większości pracowni MRI już funkcjonuje system ograniczania dostępu w oparciu o inne zagrożenia (zob. wypunktowana lista w sekcji F3). Niżej opisane podejście opiera się na propozycjach dobrych praktyk opublikowanych w innych dokumentach, a obecne podejścia rozbudowano w nim w kontekście dyrektywy o polach elektromagnetycznych.

F.5.1 Teren kontrolowany

Norma EN 60601-2-33 zawiera definicję pojęcia terenu kontrolowanego i stanowi, że będzie on wymagany w odniesieniu do dowolnego urządzenia do obrazowania metodą rezonansu magnetycznego, które wytwarza pole rozproszone o natężeniu powyżej 0,5 mT poza jego zamocowaną na stałe obudową lub które jest niezgodne z poziomem zakłóceń elektromagnetycznych określonym w normie EN 60601-1-2. Wyznaczenie terenu kontrolowanego jest już zatem standardową praktyką w sektorze opieki zdrowotnej.

Na terenie kontrolowanym będzie istniało zagrożenie zakłóceniem działania aktywnych wyrobów medycznych do implantacji oraz innych wyrobów medycznych. Będzie również istniało zagrożenie spowodowane przyciąganiem materiałów ferromagnetycznych lub oddziaływaniem momentów obrotowych na takie materiały.

Dostęp do tego terenu będzie musiał być ograniczony – najlepiej za pomocą odpowiednio oznakowanych drzwi z kontrolą dostępu. W celu kontrolowania wstępu na teren konieczne będą odpowiednie rozwiązania organizacyjne (zob. sekcja F6 poniżej).

F.5.2 Pomieszczenie skanera

Wstęp do pomieszczenia skanera powinien być ograniczony do pracowników, którzy muszą tam przebywać z powodów związanych z obsługą urządzenia. Osoby wchodzące do pomieszczenia nie powinny w nim przebywać dłużej niż to konieczne do wykonania ich obowiązków.

Gradient przestrzenny pola magnetycznego ma maksymalną wartość w obszarze bezpośrednio wokół apertury skanera. Pola o przełączanym gradiencie na tym obszarze również mogą być wystarczająco silne, aby stwarzać ryzyko przekroczenia GPO podczas pracy skanera. Obszar ten należy zatem określić na planie wywieszonym w pomieszczeniu skanera. Obszar będzie określony w oparciu o najbardziej restrykcyjne pola gradientu przestrzennego i pola z przełączanym gradientem i zwykle będzie wskazany przez producenta. W przypadku gdy ta konkretna informacja nie jest dostępna (na przykład w odniesieniu do starych skanerów), domyślnie należy wyznaczyć obszar w obrębie 1 m od apertury (mierzony od środkowej osi), ponieważ zwykle będzie on wystarczający. Plan powinien służyć do alarmowania pracowników o wyższym zagrożeniu podczas pracy na tym obszarze. Pracownicy nie powinni wchodzić na wyznaczony obszar, o ile nie jest to konieczne do wykonania ich obowiązków, i nie powinni przebywać na tym obszarze dłużej niż to konieczne. Każdy pracownik, który musi wejść na wyznaczony obszar, powinien upewnić się, że przemieszcza się wystarczająco wolno, aby uniknąć niekorzystnych skutków.

F.5.3 Rozkład pomieszczenia skanera

Rozkład pomieszczenia skanera należy zaprojektować tak, aby w miarę możliwości unikać konieczności pracy personelu w pobliżu skanera. Środki znieczulające oraz inne ruchome wyposażenie należy zatem umieścić możliwie daleko od skanera, o ile jest to zgodne z dobrą praktyką medyczną. Podobnie podawanie leków i środków kontrastowych powinno być w miarę możliwości zautomatyzowane, chociaż uważa się, że nie zawsze może to być bezpieczne: jest to kwestia oceny klinicznej. W szczególności ręczne wstrzyknięcie często uznaje się za bezpieczniejsze rozwiązanie w przypadku pacjentów młodych lub ciężko chorych i zawsze będzie to kwestia oceny klinicznej.

F.6 Organizacja pracy

F.6.1 Teren kontrolowany

Teren kontrolowany powinien być objęty odpowiednimi rozwiązaniami organizacyjnymi, które należy udokumentować. Czynności wykonywane na tym terenie powinny podlegać bezpośredniemu nadzorowi ze strony pracownika sprawującego zwierzchnictwo, takiego jak główny technik radiograf dyżurujący danego dnia.

Personel medyczny i odwiedzający na terenie kontrolowanym powinni być stale nadzorowani przez pracownika obsługującego urządzenie do rezonansu magnetycznego.

Kluczowym elementem wspomnianych rozwiązań będzie kontrola mająca na celu zidentyfikowanie osób zagrożonych w związku z obecnością aktywnych lub pasywnych implantów lub ze względu na inne czynniki ryzyka, takie jak piercing lub tatuaże z dużą zawartością żelaza. Kryteria kontroli będą takie same jak w przypadku pacjentów i opiekunów.

Trzeba będzie również wprowadzić rozwiązania w zakresie kontrolowania dostępu poza normalnymi godzinami pracy (np. dla osób sprzątających, pracowników ochrony, straży pożarnej lub konserwatorów budynku).

Kontrolę należy również rozciągnąć na przedmioty wnoszone na teren, co ma na celu zapewnienie, aby wyroby ferromagnetyczne zostały odpowiednio oznaczone jako bezpieczne lub warunkowo bezpieczne w środowisku rezonansu magnetycznego. Kwestia ta powinna być uwzględniona w procedurach lokalnych.

F.6.2 Szkolenie personelu

Personel zobowiązany do pracy na terenie kontrolowanym powinien przejść szkolenie dotyczące bezpieczeństwa w kontekście obrazowania metodą rezonansu magnetycznego. Szkolenie to powinno obejmować:

- wiedzę na temat możliwych skutków poruszania się w silnym polu magnetostaticznym;
- wiedzę na temat skutków silnych pól o przelączanym gradiencie;
- wiedzę na temat skutków pól o częstotliwości radiowej;
- wiedzę na temat zagrożenia gwałtownym przemieszczaniem się materiałów ferromagnetycznych spowodowanym przyciąganiem oraz zagrożenia spowodowanego ruchami obrotowymi działającymi na te materiały;
- wiedzę na temat zagrożenia zakłóceniem działania aktywnych wyrobów medycznych do implantacji;
- wiedzę na temat zagrożenia zakłóceniem działania elektronicznego sprzętu medycznego;
- znaczenie ograniczenia dostępu i kontrolowania osób wchodzących na teren kontrolowany lub przedmiotów wnoszonych na ten teren;
- znaczenie powolnego przemieszczania się w pobliżu skanera i w jego wnętrzu;
- wiedzę na temat rozkładu przestrzennego pól wokół skanera;
- wiedzę na temat innych zagrożeń, w tym hałasu i gazów kriogenicznych;
- procedury ewakuacyjne w przypadku schłodzenia magnesów nadprzewodzących;
- wiedzę na temat procedur w przypadku sytuacji wyjątkowej.

Szkolenie zwykle powinno być dostosowane do potrzeb konkretnej pracowni i dlatego będzie prowadzone na miejscu przez osobę mającą odpowiednią wiedzę i doświadczenie. Oczekuje się, że właściwe europejskie organy zawodowe opracują dalsze wytyczne dotyczące wymogów w zakresie szkolenia.

Jeżeli pozostały personel, taki jak osoby sprzątające, pracownicy ochrony, straż pożarna i konserwatorzy budynku, może mieć dostęp do terenu kontrolowanego, również powinien odbyć szkolenie stosownie do obszarów, na które musi wchodzić, chociaż nie musi ono być tak szczegółowe jak w przypadku pracowników przeprowadzających rezonans magnetyczny.

F.6.3 Pomieszczenie skanera

Pracownicy, którzy muszą wchodzić na obszar wokół apertury określony na planie, będą musieli upewnić się, że poruszają się wystarczająco powoli, żeby wszelkie skutki przejściowe były dopuszczalne dla danej osoby. Opublikowano dalsze wytyczne

dotyczące ograniczania poruszania się w polach magnetostatycznych (ICNIRP, 2014). Bardziej szczegółowo omówiono je w sekcji D4. Pracownicy będą musieli mieć wiedzę na temat skutków wywoływanych przez pola o przelączanym gradiencie oraz znaczenia niezblizania się do obszaru określonego na planie, o ile nie jest to konieczne przy danej procedurze, oraz niepozostawania na tym obszarze dłużej niż to konieczne.

Kiedy trwa aktywne skanowanie, a pracownicy znajdują się w komorze skanera lub w jej pobliżu, mogą doświadczać stymulacji obwodowego układu nerwowego. Nowoczesne skanery są zaprojektowane w sposób ograniczający stymulację obwodowego układu nerwowego u większości ludzi, ale mimo to najbardziej wrażliwe osoby mogą odczuwać pewne skutki i powinny mieć wiedzę na temat ich objawów, aby można było podjąć działania ograniczające te skutki. Jeżeli pracownicy odczuwają skutki narażenia, powinni to zgłosić kierownictwu pracowni, które w stosownych przypadkach powinno uaktualnić ocenę zagrożenia i środki zapobiegawcze.

Bezpośrednie skutki dla pracowników mogą skutkować zagrożeniem bezpieczeństwa innych osób. Na przykład zawroty głowy lub zaburzenia widzenia, których doświadczają pracownicy wskutek szybkiego poruszania się w polu statycznym, mogą wpłynąć na ich zdolność zapewnienia pacjentowi odpowiedniej opieki.

F.6.4 Wejście do skanera

Personelowi nie należy nakazywać wchodzenia do komory skanera, chyba że jest to absolutnie konieczne. Wejście do komory skanera, na przykład aby wyczyścić skaner lub uspokoić pacjenta, powinno być ograniczone do minimum niezbędnego do wykonania zadania. Personel powinien zastanowić się, czy dana procedura jest konieczna lub czy możliwe byłoby osiągnięcie tego samego celu bez wchodzenia do komory. Pracownicy, którzy nie są obeznani ze skutkami poruszania się w silnym polu magnetostatycznym, mogą być narażeni na większe ryzyko.

W wielu przypadkach można zastosować proste rozwiązania, takie jak podgląd zdalny (przy użyciu na przykład lustra), na potrzeby takich działań, jak monitorowanie pacjentów w trakcie skanowania lub kontrola komory skanera. Podobnie narzędzia z długimi uchwytyami mogą być odpowiednie do niektórych procedur czyszczenia. Rozsądne korzystanie z tych rozwiązań zminimalizuje potrzebę wchodzenia przez pracowników do wnętrza skanera.

Jeżeli konieczne jest wejście pracownika do skanera, wówczas pola o częstotliwości radiowej i o przelączanym gradiencie powinny być wyłączone, chyba że są one absolutnie niezbędne. Jeżeli konieczne są pola o przelączanym gradiencie, w miarę możliwości powinny być ograniczone do pojedynczego gradientu, a skanowanie powinno odbywać się z mniejszą prędkością, aby ograniczyć wielkość narażenia. Podobnie jeżeli konieczne są pola o częstotliwości radiowej, powinny być utrzymywane na minimalnym poziomie mocy pozwalającym na osiągnięcie celu wykonywanej pracy.

F.7 Obrazowanie metodą rezonansu magnetycznego w środowisku naukowo-badawczym

Uważa się, że praca w środowisku naukowo-badawczym prawdopodobnie jest mniej rutynowa i może z konieczności wiązać się z większą aktywnością pracownika w pobliżu skanera. Niemniej jednak na ogół powinno być możliwe przestrzeganie ogólnych zasad opisanych powyżej w odniesieniu do skanowania pacjentów, w razie potrzeby dostosowując je tak, żeby spełniały określone wymogi badania. Szczegółowe porady dotyczące bezpiecznego obrazowania metodą rezonansu magnetycznego w środowisku naukowo-badawczym zostały opracowane przez Międzynarodowe Towarzystwo Rezonansu Magnetycznego w Medycynie (Calamante i in., 2014).

DODATEK G

WYMOGI ZAWARTE W INNYCH REGULACJACH UNIJNYCH

G.1 Podstawa prawna prawodawstwa europejskiego

Prawo europejskie ukształtowane jest przez trzy podstawowe traktaty:

- Traktat o Unii Europejskiej (Traktat UE);
- Traktat o funkcjonowaniu Unii Europejskiej (TFUE);
- Traktat ustanawiający Europejską Wspólnotę Energii Atomowej.

TFUE (dawniej traktat rzymski) stanowi podstawę ustawodawczą dyrektyw omówionych poniżej.

G.2 Dyrektywy w sprawie ochrony zdrowia i bezpieczeństwa

W TFUE określono cel polegający na wsparciu ulepszeń w środowisku pracy pod względem zdrowia i bezpieczeństwa pracowników. Aby wspomóc realizację tego celu, traktat zezwala na wprowadzanie dyrektyw określających minimalne wymogi.

G.2.1 Dyrektywa ramowa

W 1989 r. wprowadzono w życie dyrektywę ramową (89/391/EWG) jako dyrektywę o charakterze nadrzędnym w tym obszarze. W dyrektywie ramowej określono ogólne zasady ochrony pracowników przed wypadkami i chorobami zawodowymi oraz zapobiegania takim wypadkom i chorobom. Nałożono na pracodawców obowiązki w zakresie:

- analizy ryzyka (zob. rozdział 5);
- zapobiegania ryzyku (zob. rozdział 9);
- rozwiązań dotyczących pierwszej pomocy w nagłych wypadkach, zwalczania pożarów, ewakuacji oraz działań w wypadku wystąpienia poważnego i bezpośredniego zagrożenia;
- prowadzenia rejestrów wypadków;
- informowania, udziału i szkolenia pracowników;
- profilaktycznej opieki lekarskiej zgodnie z krajowymi zwyczajami i praktyką;
- szczególnej ochrony grup zwiększonego ryzyka.

W dyrektywie ramowej nakłada się także obowiązki na pracowników w zakresie:

- właściwego korzystania z urządzeń, substancji i środków ochrony indywidualnej;
- informowania pracodawcy o każdej sytuacji, która pociągałaby za sobą poważne i bezpośrednie zagrożenie, oraz o niedostatkach w przedsięwzięciach ochronnych;
- współpracy z pracodawcą wdrażającym środki ochrony zdrowia i bezpieczeństwa.

W dyrektywie ramowej przewidziano również możliwość wprowadzania w życie dyrektyw szczegółowych, które zasadniczo zawierają dodatkowe szczegółowe informacje na temat sposobów pozwalających na realizowanie celów dyrektywy ramowej w określonych sytuacjach. Dyrektywa o polach elektromagnetycznych jest tylko jedną z wielu dyrektyw szczegółowych, które uzupełniają wymogi ogólne dyrektywy ramowej. Niektóre z tych innych dyrektyw mogą mieć znaczenie dla pracy z polami elektromagnetycznymi. Pokróćce omówiono je poniżej. Aby uzyskać pełne informacje o którejkolwiek z tych dyrektyw, należy odwołać się do nich samych, do prawodawstwa krajowego, które je wdraża, oraz do wszelkich oficjalnych wytycznych, które mogą być dostępne.

G.2.2 Dyrektywa w sprawie użytkowania sprzętu roboczego

W dyrektywie w sprawie użytkowania sprzętu roboczego (2009/104/WE) nałożono na pracodawców obowiązek zapewnienia, aby sprzęt roboczy udostępniany pracownikom był bezpieczny i odpowiedni dla miejsca pracy, w którym ma być wykorzystywany. Nałożono na pracodawcę również obowiązek zapewnienia, aby sprzęt roboczy był właściwie konserwowany i zachowywał zgodność z przepisami w ciągu całego czasu pracy. Pracodawca musi przeprowadzać kontrole lub badania w celu zapewnienia, aby sprzęt był prawidłowo zainstalowany i działał we właściwy sposób, oraz musi rejestrować ich wyniki.

W przypadku gdy sprzęt roboczy może powodować powstanie szczególnego zagrożenia, pracodawca ma obowiązek ograniczyć jego użytkowanie do osób, które muszą z niego korzystać, oraz zapewnić, aby naprawy, modernizacje, konserwacja lub obsługa przeprowadzane były wyłącznie przez wyznaczony personel.

Pracodawcy są zobowiązani do zapewnienia pracownikom informacji na temat warunków użytkowania sprzętu roboczego, przewidywanych sytuacji nietypowych oraz grożącego im niebezpieczeństwa. Pracownicy powinni również zostać odpowiednio przeszkoleni.

G.2.3 Dyrektywa w sprawie wymagań w miejscu pracy

W dyrektywie w sprawie wymagań w miejscu pracy (89/654/EWG) nałożono na pracodawców obowiązek zapewnienia bezpiecznego, czystego i odpowiednio konserwowanego miejsca pracy.

G.2.4 Dyrektywa w sprawie znaków bezpieczeństwa lub zdrowia

W dyrektywie w sprawie znaków bezpieczeństwa lub zdrowia (92/58/EWG) nałożono na pracodawców obowiązek zapewnienia znaków bezpieczeństwa lub zdrowia w przypadku, gdy nie można uniknąć lub zmniejszyć zagrożeń. Pracownikom i ich przedstawicielom trzeba zapewnić instrukcje dotyczące znaczenia znaków oraz działań, które należy podjąć w przypadku ukazania się tych znaków.

Minimalne wymagania dotyczące tych znaków są wyszczególnione w załącznikach do tej dyrektywy.

G.2.5 Dyrektywa w sprawie pracownic w ciąży

W dyrektywie w sprawie pracownic w ciąży (92/85/EWG) nałożono na pracodawców obowiązki w zakresie przeprowadzania analizy ryzyka w odniesieniu do bezpieczeństwa i zdrowia wynikających z narażenia na szereg czynników fizycznych, biologicznych i chemicznych, w tym promieniowanie niejonizujące. Wyniki oceny i wszelkie środki, które należy podjąć, muszą być udostępnione pracownikom w ciąży, pracownikom, które niedawno rodziły lub karmiącym piersią, oraz pracownikom, które mogą znaleźć się w jednej z tych sytuacji. W przypadku stwierdzenia zagrożeń pracodawca ma obowiązek

ich unikać poprzez dostosowanie warunków pracy, przeniesienie pracownicy do innej pracy lub udzielenie urlopu.

W dyrektywie zapewniono również ciężarnym pracownicom ochronę przed pracą na nocne zmiany, jeżeli istnieją do tego przeciwwskazania medyczne, przyznano prawo do urlopu macierzyńskiego oraz zapewniono ochronę przed zwolnieniem z powodu ciąży lub urlopu macierzyńskiego.

G.2.6 Dyrektywa w sprawie młodych pracowników

W dyrektywie w sprawie młodych pracowników (94/33/WE) ustanowiono system ochrony każdej osoby w wieku poniżej 18 lat. Poza pewnymi określonymi wyjątkami państwa członkowskie zobowiązane są zakazać wykonywania pracy przez dzieci podlegające powszechnemu obowiązkowi szkolnemu (a w każdym przypadku przez dzieci w wieku poniżej 15 lat).

Pracodawcy zobowiązani są do przeprowadzania analizy ryzyka, w której zwraca się szczególną uwagę na ryzyko wynikające z braku doświadczenia, braku świadomości istniejącego lub potencjalnego ryzyka lub z faktu, że młode osoby nie są jeszcze w pełni dojrzałe. Pracodawcy mają także obowiązek wprowadzić środki ochrony bezpieczeństwa i zdrowia osób młodych. Analiza ryzyka musi zostać dokonana zanim młode osoby rozpoczną pracę oraz gdy ma miejsce jakakolwiek większa zmiana warunków pracy. Młodzi pracownicy i ich przedstawiciele muszą zostać poinformowani o wynikach oceny i przyjętych środkach.

G.2.7 Dyrektywa w sprawie stosowania środków ochrony indywidualnej

W dyrektywie w sprawie stosowania środków ochrony indywidualnej (89/656/EWG) nakłada się na pracodawców obowiązek zapewnienia, aby środki ochrony indywidualnej były używane w sytuacjach, gdy nie można uniknąć zagrożeń lub nie można ich wystarczająco ograniczyć za pomocą środków technicznych lub organizacyjnych. Wszelkie zapewnione środki ochrony indywidualnej muszą być zgodne z przepisami UE dotyczącymi projektowania i produkcji, jak również muszą:

- być odpowiednie do istniejącego zagrożenia i nie powodować same w sobie zwiększenia ryzyka;
- odpowiadać warunkom panującym na danym stanowisku pracy;
- odpowiadać wymaganiom ergonomicznym i wymaganiom zdrowotnym pracownika;
- być dopasowane do użytkownika w każdy niezbędny sposób.

Środki ochrony indywidualnej muszą być udostępniane pracownikom bezpłatnie, a pracodawca musi także zapewnić ich dobry stan techniczny i higieniczny. Pracodawca musi przeprowadzić ocenę w celu zapewnienia, aby środki te były odpowiednie i w stosownych przypadkach zgodne z innymi środkami ochrony indywidualnej.

Pracownicy muszą zostać odpowiednio przeszkoleni w zakresie korzystania z wydanych im środków ochrony indywidualnej.

G.3 Dyrektywy dotyczące produktów

W TFUE zakazuje się ilościowych ograniczeń handlu między państwami członkowskimi Unii Europejskiej oraz środków mających podobny skutek. Orzecznictwo wskazuje na to, że ograniczenia swobodnego przepływu towarów w obrębie Unii Europejskiej można uzasadnić wyłącznie na podstawie niezgodności z *zasadniczymi wymaganiami*. To

z kolei prowadzi do potrzeby możliwości *zdefiniowania zasadniczych* wymagań oraz znormalizowania oceny zgodności.

Kwestie te początkowo rozwiązano poprzez przyjęcie *nowego podejścia* do regulacji prawnych dla produktów, w ramach którego określono następujące zasady:

- harmonizacja ustawodawstw powinna być ograniczona do zasadniczych wymagań, które produkty wprowadzane do obrotu w UE muszą spełniać, jeżeli mają korzystać ze swobodnego przepływu w obrębie UE;
- specyfikacje techniczne produktów służące spełnianiu zasadniczych wymagań powinny być określone w zharmonizowanych normach;
- produkty wytworzone zgodnie ze zharmonizowanymi normami są objęte domniemaniem zgodności z odpowiednimi zasadniczymi wymaganiami;
- stosowanie zharmonizowanych lub innych norm pozostaje dobrowolne; producenci zawsze mogą stosować inne specyfikacje techniczne, aby spełnić wymagania, ale wówczas muszą wykazać, że to zrobili.

Obecnie nowe podejście zastąpiono nowymi ramami prawnymi, w których zrewidowano i wzmocniono aspekty wcześniejszego systemu.

Ten system prawodawstwa dotyczącego produktów umożliwia regulację szeroko zakrojonych grup produktów, które charakteryzują się wspólnymi zasadniczymi wymaganiami. Jak dotąd w ramach tego systemu przyjęto 27 dyrektyw, ale tylko kilka z nich może mieć jakiegokolwiek znaczenie dla bezpieczeństwa pod względem oddziaływania pól elektromagnetycznych w miejscu pracy. Omówiono je poniżej.

G.3.1 Sprzęt elektryczny

Sprzęt elektryczny udostępniony na rynku Unii Europejskiej podlega wymogom dyrektywy o niskim napięciu (2006/95/WE). Dyrektywa ta została przekształcona w 2014 r., a państwa członkowskie miały obowiązek wprowadzić przepisy krajowe wdrażające nową dyrektywę o niskim napięciu (2014/35/UE) do dnia 20 kwietnia 2016 r. Poza określonymi wyjątkami dyrektywy o niskim napięciu mają zastosowanie do sprzętu elektrycznego przeznaczonego do zasilania prądem przemiennym o napięciu od 50 do 1000 V lub prądem stałym o napięciu od 75 do 1500 V.

W dyrektywach o niskim napięciu wymaga się, aby sprzęt nie zagrażał zdrowiu i bezpieczeństwu osób ani zwierząt domowych oraz mieniu, po tym jak został właściwie zainstalowany, jest właściwie utrzymywany i użytkowany zgodnie z przeznaczeniem. W kontekście niniejszego poradnika szczególne znaczenie ma obecność wymogu stosowania środków technicznych w celu zapewnienia, aby sprzęt nie wytwarzał promieniowania, które mogłoby spowodować zagrożenie.

G.3.2 Maszyny

Maszyny udostępnione na rynku Unii Europejskiej podlegają wymogom dyrektywy w sprawie maszyn (2006/42/WE). Ogólnie rzecz biorąc, dyrektywa ta ma zastosowanie do każdego zespołu składającego się ze sprzężonych części lub elementów, z których przynajmniej jedna wykonuje ruch, wyposażonego lub przeznaczonego do wyposażenia w mechanizm napędowy. Z zakresu stosowania tej dyrektywy wyłączony jest sprzęt zasilany wyłącznie siłą mięśni ludzkich lub zwierzęcych, z wyjątkiem maszyn podnoszących. Istnieje szereg określonych wyłączeń i dodatków do tego szerokiego zakresu.

Dyrektywa w sprawie maszyn służy zapewnieniu, aby maszyny nie stanowiły zagrożenia dla zdrowia i bezpieczeństwa. Istnieją określone wymogi zapewniające eliminację

niepożądanych emisji promieniowania lub ograniczenie ich do poziomów, które nie mają niebezpiecznych skutków dla ludzi. Emisje promieniowania niejonizującego związane z funkcjonowaniem podczas ustawiania, działania i czyszczenia muszą być ograniczone do takiego poziomu, aby nie miały niekorzystnego wpływu na osoby.

Producenci maszyn mają obowiązek przekazać informacje dotyczące ryzyka resztkowego w instrukcji dostarczanej z maszyną. Są również zobowiązani do przekazania informacji dotyczących prawdopodobnych emisji promieniowania niejonizującego, które mogą być szkodliwe dla ludzi, w tym osób używających wszczepionych wyrobów medycznych.

G.3.3 Urządzenia radiowe

Urządzenia radiowe wprowadzane do obrotu w Unii Europejskiej podlegają wymogom dyrektywy w sprawie urządzeń radiowych i końcowych urządzeń telekomunikacyjnych (1999/5/WE). Od dnia 13 czerwca 2016 r. dyrektywa ta zostanie jednak uchylona i zastąpiona dyrektywą w sprawie urządzeń radiowych (2014/53/UE). Na mocy przepisów przejściowych urządzenia radiowe spełniające wymogi dyrektywy 1999/5/WE nadal można wprowadzać do obrotu do dnia 13 czerwca 2017 r. Dyrektywa w sprawie urządzeń radiowych ma zastosowanie do wszelkich urządzeń służących do celowego emitowania lub odbierania fal radiowych na potrzeby radiokomunikacji lub radiolokacji (z wykorzystaniem fal radiowych do określania położenia, prędkości lub innych charakterystyk obiektu lub uzyskiwania informacji dotyczących tych parametrów). Dyrektywa w sprawie urządzeń radiowych i końcowych urządzeń telekomunikacyjnych ma szerszy zakres stosowania i na przykład obejmuje również wszelkie urządzenia przeznaczone do łączenia się z siecią publiczną.

Obie dyrektywy zawierają takie same wymogi w odniesieniu do zdrowia i bezpieczeństwa jak dyrektywy o niskim napięciu (zob. sekcja G3.1), ale bez ograniczeń dotyczących napięcia prądu elektrycznego.

G.3.4 Sprzęt medyczny

Elektroniczny sprzęt medyczny wprowadzany do obrotu w Unii Europejskiej podlega wymogom dyrektywy dotyczącej wyrobów medycznych (93/42/EWG) albo dyrektywy dotyczącej aktywnych wyrobów medycznych do implantacji (90/385/EWG). Obie dyrektywy dokładniej omówiono w sekcjach E2.1.1 (dyrektywa dotycząca aktywnych wyrobów medycznych do implantacji) i E2.3 (dyrektywa dotycząca wyrobów medycznych).

G.3.5 Środki ochrony indywidualnej

Środki ochrony indywidualnej wprowadzane do obrotu w Unii Europejskiej podlegają wymogom dyrektywy w sprawie wyposażenia ochrony osobistej (89/686/EWG). Z zastrzeżeniem określonych wyłączeń środki ochrony indywidualnej ogólnie zdefiniowano jako każde urządzenie lub przyrząd przewidziany do noszenia bądź trzymania przez osobę w celu ochrony przed jednym lub wieloma zagrożeniami zdrowia lub bezpieczeństwa.

W dyrektywie w sprawie wyposażenia ochrony osobistej wymaga się, aby środki ochrony indywidualnej były wprowadzane na rynek i dopuszczane do użycia jedynie wtedy, gdy chronią zdrowie oraz zapewniają bezpieczeństwo użytkownikom, przy założeniu prawidłowej obsługi, a także użytkowaniu zgodnie z przeznaczeniem. Środki ochrony indywidualnej nie mogą szkodzić zdrowiu ani bezpieczeństwu innych osób, zwierząt domowych lub towarów.

G.3.6 Ogólne bezpieczeństwo produktów

Celem dyrektywy w sprawie ogólnego bezpieczeństwa produktów (2001/95/WE) jest zapewnienie bezpieczeństwa produktów przeznaczonych do stosowania przez konsumentów. W przypadku gdy takie produkty wchodzą w zakres stosowania jednej z dyrektyw nowego podejścia lub nowych ram prawnych, wymogi dyrektywy szczegółowej zazwyczaj będą miały pierwszeństwo przed wymogami zawartymi w dyrektywie w sprawie ogólnego bezpieczeństwa produktów. Chociaż celem dyrektywy w sprawie ogólnego bezpieczeństwa produktów jest ochrona konsumentów, ma ona zastosowanie do produktów kupowanych do stosowania przez przedsiębiorstwa, pod warunkiem że dany produkt jest przeznaczony do stosowania przez konsumentów.

Dyrektywa w sprawie ogólnego bezpieczeństwa produktów zawiera wymóg, aby produkty nie przedstawiały żadnego zagrożenia lub jedynie minimalne zagrożenie związane z ich użytkowaniem, uważane za dopuszczalne (odpowiadające wysokiemu poziomowi ochrony bezpieczeństwa i zdrowia). Wymogi te mają zastosowanie we wszystkich możliwych do przewidzenia warunkach stosowania, w tym w trakcie instalacji, oddania do użytku i konserwacji.

G.3.7 Kompatybilność elektromagnetyczna

Urządzenia, które mogą wywoływać zakłócenia elektromagnetyczne lub na których działanie takie zakłócenia mogą mieć wpływ i które są wprowadzane do obrotu lub oddawane do użytku w Unii Europejskiej, podlegają wymogom dyrektywy w sprawie kompatybilności elektromagnetycznej (2004/108/WE). Dyrektywa ta niedawno została przekształcona, przy czym nowa dyrektywa w sprawie kompatybilności elektromagnetycznej (2014/30/UE) wejdzie w życie dnia 20 kwietnia 2016 r. i tego samego dnia dotychczasowa dyrektywa zostanie uchylona. Każde urządzenie wprowadzane do obrotu przed dniem 20 kwietnia 2016 r. i spełniające wymogi dyrektywy 2004/108/WE może nadal być udostępniane na rynku po tej dacie. Istnieją określone wyjątki od zakresu stosowania tych dyrektyw, między innymi dotyczące urządzeń wchodzących w zakres stosowania dyrektywy w sprawie urządzeń radiowych i końcowych urządzeń telekomunikacyjnych (zob. G3.3) i sprzętu aeronautycznego. Wymogi dotyczące kompatybilności elektromagnetycznej w odniesieniu do statków powietrznych uwzględnione są w rozporządzeniu (WE) nr 216/2008, natomiast pojazdy czterokołowe i pojazdy o większej liczbie kół objęte są przepisami rozporządzenia (WE) nr 661/2009.

Dyrektywy w sprawie kompatybilności elektromagnetycznej nie zawierają żadnych przepisów odnoszących się konkretnie do zapewniania zdrowia i bezpieczeństwa ludzi. Zawierają jednak wymogi dotyczące ograniczenia zakłóceń elektromagnetycznych, tak aby zapobiegać zakłócaniu działania innych urządzeń, ponadto urządzenia muszą charakteryzować się poziomem odporności na zakłócenia, który zapewni ich działanie w zamierzonym środowisku bez niedopuszczalnego pogorszenia jakości ich użytkowania. Wymogi te mogą mieć konsekwencje dla bezpieczeństwa w odniesieniu do niektórych skutków pośrednich.

G.4 Zalecenie Rady Europejskiej

Aby chronić ogół społeczeństwa, Rada Unii Europejskiej wydała zalecenie w sprawie ograniczenia narażenia ogółu ludności na pola elektromagnetyczne (1999/519/WE). Zalecenie to stanowi ramy ochrony ogółu ludności przed ustalonymi niepożądanymi skutkami dla zdrowia, które mogą wynikać z narażenia na pola elektromagnetyczne. Nie odnosi się do ochrony pracowników.

Zalecenie Rady nie jest wiążące, ale określono w nim system podstawowych ograniczeń – wielkości, których nie należy przekraczać, a które pod względem koncepcyjnym odpowiadają GPO z dyrektywy o polach elektromagnetycznych.

Ponieważ podstawowe ograniczenia określone są przede wszystkim w kategoriach wewnętrznych wielkości w ciele, których nie można łatwo zmierzyć, w zaleceniu Rady określono również system poziomów odniesienia wyrażonych jako wartości dotyczące pola zewnętrznego, które można łatwiej ocenić. Poziomy odniesienia oparte są na podstawowych ograniczeniach i zachowawczych rodzajach podejścia, tak więc jeśli poziomy odniesienia nie jest przekroczony, odnośne ograniczenie podstawowe nie zostanie przekroczone. Ponieważ jednak poziomy odniesienia opierają się na założeniach najgorszego przypadku, często możliwe jest przekroczenie poziomów odniesienia bez przekraczania ograniczeń podstawowych. W tym kontekście poziomy odniesienia pod względem koncepcyjnym odpowiadają interwencyjnym poziomom narażenia z dyrektywy o polach elektromagnetycznych.

Przy stosowaniu systemów ograniczeń podstawowych i poziomów odniesienia zalecono państwom członkowskim rozważenie zagrożeń i korzyści wynikających z technologii wytwarzających pola elektromagnetyczne. Państwom członkowskim zalecono również przekazywanie informacji ogółowi społeczeństwa oraz promowanie i analizowanie badań naukowych dotyczących skutków pól elektromagnetycznych dla zdrowia.

W zaleceniu Rada wzywa też Komisję Europejską, aby włączyła się w ochronę ogółu ludności. Komisję wezwano do działania na rzecz ustanowienia europejskich norm służących wspieraniu opisanego systemu ochrony, do promowania badań nad długo- i krótkotrwałymi skutkami narażenia, do wspierania kształtowania międzynarodowego porozumienia w tym obszarze, a także do poddania zagadnień objętych zaleceniem przeglądowi.

System ochrony opisany w zaleceniu Rady został powszechnie przyjęty jako ramy ochrony ogółu ludności. W szczególności poziomy odniesienia określone w zaleceniu Rady były stosowane jako podstawa zarządzania narażeniami w wielu obszarach ogólnodostępnych. Ponadto poziomy odniesienia wykorzystano przy opracowywaniu norm dotyczących odporności elektromagnetycznej aktywnych wyrobów medycznych do implantacji.

DODATEK H

NORMY EUROPEJSKIE I MIĘDZYNARODOWE

Normy techniczne dotyczące pól elektromagnetycznych zostały opracowane przez takie organy, jak Międzynarodowa Komisja Elektrotechniczna, Europejski Komitet Normalizacyjny Elektrotechniki (CENELEC) i inne organy normalizacyjne.

CENELEC opracował już szereg norm dotyczących narażenia zawodowego związanych z oceną pól elektromagnetycznych. Normy te opracowano jednak na potrzeby osiągnięcia zgodności z poprzednią dyrektywą o polach elektromagnetycznych. Dlatego nie powinno się korzystać z norm z 2013 r. i starszych do oceny zgodności z aktualną dyrektywą o polach elektromagnetycznych.

Niektóre istniejące normy umożliwiają jednak ocenę zgodności z zaleceniem Rady (1999/519/WE). Na mocy art. 4 ust. 6 dyrektywy o polach elektromagnetycznych pracodawca nie musi przeprowadzać ocen narażenia w miejscach pracy, które są dostępne publicznie i w odniesieniu do których ocena wykazuje, że są zgodne z zaleceniem Rady (1999/519/WE). Klauzula ta jest uwarunkowana zgodnością poziomu narażenia pracowników z wymogami dotyczącymi narażenia w odniesieniu do ogółu ludności oraz brakiem zagrożenia zdrowia i bezpieczeństwa.

CENELEC opublikował również normy produktów zharmonizowane z różnymi dyrektywami dotyczącymi produktów (zob. sekcja G3). Wykazy norm zharmonizowanych z każdą dyrektywą dotyczącą produktów publikowane są na stronie internetowej Komisji Europejskiej w dziale dotyczącym przedsiębiorstw. Producenci i dostawcy mogą stosować te normy w celu wykazania zgodności z wymogami bezpieczeństwa w zakresie pól elektromagnetycznych. W przypadku gdy urządzenie przeznaczone jest do użytku publicznego i odpowiada bardziej rygorystycznym poziomom bezpieczeństwa wymaganym dla takich urządzeń, i pod warunkiem, że nie jest używane żadne inne urządzenie, miejsce pracy uznaje się za zgodne z zaleceniem Rady (1999/519/WE).

Jak wspomniano powyżej, jeżeli opracowano normy, zasadniczo będą się one dzieliły na dwa rodzaje: normy emisji i normy narażenia:

- normy emisji dotyczą emisji z urządzeń i stanowią dla producentów sposób wykazania, że pole emitowane przez produkt nie przekroczy pewnego poziomu. Poziomem tym zazwyczaj będą IPN lub GPO przewidziane w dyrektywie o polach elektromagnetycznych lub wartości podane w zaleceniu Rady (1999/519/WE). Co ważne, oceny te będą oparte na użytkowaniu urządzenia zgodnie z jego przeznaczeniem. Jeśli urządzenie nie jest użytkowane w sposób przewidziany przez producenta, wówczas ocena może być nieważna;
- normy oceny narażenia zasadniczo stanowią znormalizowane sposoby oceny narażenia w określonych sektorach przemysłu lub w przypadku określonych rodzajów technologii. Przy ocenach miejsca pracy należy rozważyć sposób, w jaki urządzenie jest użytkowane, i uwzględnić wszystkie aspekty pracy z tym urządzeniem, w tym jego czyszczenie i konserwację.

Ogólnie rzecz biorąc, celem norm emisji jest zapewnienie zagregowanego narażenia na emisję z urządzenia, które będzie na tyle małe, aby użytkowanie tego urządzenia, nawet w pobliżu innych urządzeń emitujących pole elektromagnetyczne, nie powodowało przekroczenia poziomów narażenia.

Należy zauważyć, że normy te odnoszą się do oceny pojedynczych urządzeń, podczas gdy dyrektywa o polach elektromagnetycznych odnosi się do narażenia pracowników ze wszystkich źródeł. Istnieje możliwość, że narażenie na więcej niż jedno źródło, które samo w sobie jest zgodne z wymogami, może powodować łączne narażenie osoby przekraczające IPN lub GPO. Na ogół jednak natężenia pól szybko maleją wraz ze wzrostem odległości, tak więc jeśli urządzenia rozmieszczone są w dużej odległości od siebie, wytwarzane pola zwykle będą zgodne z wymogami.

W CENELEC trwają prace nad opracowaniem nowych norm technicznych, które będą poświęcone osiągnięciu zgodności z obecną dyrektywą o polach elektromagnetycznych. Normy te zostaną opublikowane po ich przyjęciu, ale prawdopodobnie minie pewien czas, zanim kompleksowy zestaw norm zostanie opracowany. Niemniej jednak każdy, kto potrzebuje przeprowadzić ocenę, powinien sprawdzić, czy dostępna jest norma istotna dla obecnej dyrektywy o polach elektromagnetycznych.

W CENELEC prace nad nowymi normami oceny narażenia prowadzi komitet techniczny CLC/TC 106X: pola elektromagnetyczne w środowisku człowieka. Postępy prac nad nowymi normami można sprawdzić na stronie internetowej CENELEC w dziale dotyczącym TC 106X.

DODATEK I

ŹRÓDŁA

I.1 Organy doradcze/regulacyjne

I.1.1 Unia Europejska

Państwo	Organizacja	Strona internetowa
Austria	Bundesministerium für Arbeit, Soziales und Konsumentenschutz	www.bmask.gv.at/site
Belgia	Federalna Służba Publiczna ds. Zatrudnienia, Pracy i Dialogu Społecznego	www.employment.belgium.be
Bułgaria	Krajowe Centrum Zdrowia Publicznego i Analiz	ncphp.government.bg/en
Chorwacja	Ministerstwo Pracy i Systemu Emerytalnego	www.mrms.hr
Cypr	Ministerstwo Pracy i Ubezpieczeń Społecznych	www.mlsi.gov.cy
Czechy	Ministerstwo Pracy i Spraw Społecznych	www.mpsv.cz/cs
Dania	Duński Urząd Inspekcji Pracy	www.at.dk
Estonia	Estoński Inspektorat Pracy	www.ti.ee
Finlandia	Ministerstwo Spraw Społecznych i Zdrowia	www.riskithaltuun.fi
Francja	Ministère du Travail, de l'Emploi, et du Dialogue social	www.travail.gouv.fr
Niemcy	Federalne Ministerstwo Pracy i Spraw Społecznych	www.bmas.bund.de
Grecja	Ministerstwo Pracy i Spraw Społecznych	www.mathra.gr
Węgry	Narodowy Instytut Badawczy Radiobiologii	www.osski.hu
Irlandia	Urząd ds. Zdrowia i Bezpieczeństwa	www.hsa.ie
Włochy	Państwowy Zakład Ubezpieczeń od Wypadków przy Pracy	www.inail.it
Łotwa	Państwowa Inspekcja Pracy Republiki Łotewskiej	www.vdi.gov.lv
Litwa	Departament Pracy, Ministerstwo Ubezpieczeń Społecznych i Pracy	www.socmin.lt/en
Luksemburg	Inspection du Travail et des Mines	www.itm.lu/de/home.html
Malta	Urząd Bezpieczeństwa i Higieny Pracy	www.ohsa.org.mt
Holandia	Krajowy Instytut Zdrowia Publicznego i Środowiska (RIVM)	www.rivm.nl
Polska	Centralny Instytut Ochrony Pracy	www.ciop.pl
Portugalia	Autoridade para as Condições de Trabalho	www.act.gov.pt
Rumunia	Krajowy Instytut Badań i Rozwoju w dziedzinie Bezpieczeństwa	www.protectiamuncii.ro
Słowacja	Ministerstwo Pracy, Spraw Socjalnych i Rodziny	www.employment.gov.sk/en
Słowenia	Ministerstwo Pracy, Rodziny i Spraw Społecznych	www.gov.si
Hiszpania	Krajowy Instytut Bezpieczeństwa i Higieny Pracy	www.meyss.es
Szwecja	Szwedzki Urząd ds. Bezpieczeństwa i Higieny Pracy	www.av.se
Wielka Brytania	Organ Wykonawczy ds. Zdrowia i Bezpieczeństwa Instytucja na rzecz Zdrowia Publicznego w Anglii	www.hse.gov.uk www.gov.uk/government/organisations/public-health-england

I.1.2 Organizacje międzynarodowe

Organizacja	Strona internetowa
Międzynarodowa Komisja Ochrony przed Promieniowaniem Niejonizującym	www.icnirp.de
Światowa Organizacja Zdrowia	www.who.int
Europejska Konfederacja Związków Zawodowych	www.etuc.org
Europejski Sojusz na rzecz Zdrowia Publicznego	www.ephra.org
Europejska Agencja Bezpieczeństwa i Zdrowia w Pracy	osha.europa.eu
Międzynarodowa Komisja Zdrowia Zawodowego	www.icohweb.org

I.2 Stowarzyszenia branżowe

Organizacja	Strona internetowa
Rada Europejskich Pracodawców Przemysłu Metalowego, Inżynieryjnego oraz Technologicznego	www.ceemet.org
Europejskie Stowarzyszenie Producentów Samochodów	www.acea.be
Euro Chlor	www.eurochlor.org
Europejska Sieć Operatorów Systemów Przesyłowych Energii Elektrycznej – ENTSO-E	www.entsoe.eu
Europejski Komitet Koordynacyjny Przemysłu Medycznego – COCIR	www.cocir.org
Europejska Unia Przemysłu Elektroenergetycznego – EURELECTRIC	www.eurelectric.org

I.3 Wytyczne krajowe

Państwo	Dokumenty
Belgia	Rozporządzenie nr 7 w sprawie minimalnych wymogów dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy, Dz.U. nr 88 z 1999 r.
Dania	Dekret nr 559 – „Wykonywanie pracy” Dekret nr 513 zmieniający dekret nr 559 – „Wykonywanie pracy” Ikke-ioniserende stråling, Vejledning om ikke-ioniserende stråling med frekvenser under 300 GHz D.6.1.1, maj 2002 r. At-VEJLEDNING, ARBEJDSSTEDETS INDRETNING – A.1.8, Gravide og ammendes arbejdsmiljø
Estonia	Töökeskkonna füüsikaliste ohutegurite piirnormid ja ohutegurite parameetrite mõõtmise kord
Finlandia	Toimintamalli RF-kenttien aiheuttamissa tapaturmaisissa ylialtistustilanteissa, Tommi Alanko, Harri Lindholm, Soile Jungewelter, Maria Tiikkaja, Maila Hietanen (2013), ISBN 978-952-261-349-3 (PDF, FI), ISBN 978-952-261-393-6 (PDF, EN) Sydäntahdistimen häiriötön toiminta työympäristön sähkömagneettisissa kentissä, Maria Tiikkaja, Maila Hietanen, Tommi Alanko, Harri Lindholm (2012), ISBN 978-952-261-212-0 (wersja drukowana) ISBN 978-952-261-213-7 (PDF, FI), ISBN 978-952-261-295-3 (PDF, EN) Turvallinen työskentely tukiasemien lähellä, Tommi Alanko, Maila Hietanen (2006), ISBN (vihko) 951-802-707-2, ISBN (PDF) 951-802-708-0 Sähkömagneettiset kentät työympäristössä – Opaskirja työntekijöiden altistumisen arvioimiseksi, Maila Hietanen, Patrick von Nandelstadh, Tommi Alanko, ISBN 951-802-614-9, ISSN 1458-9311 Työntekijöiden altistuminen tukiasemien radiotaajuisille kentille, Tommi Alanko, Maila Hietanen, Patrick von Nandelstadh (2006), ISBN 951-802-667-X, ISSN 1458-9311 Sydäntahdistinpotilaan työhön paluun tukeminen – Sähkömagneettisten häiriöriskien hallinta, Maria Tiikkaja, Maila Hietanen, Tommi Alanko ja Harri Lindholm (2012), ISBN 978-952-261-204-5 (j. niderlandzki), ISBN 978-952-261-205-2 (PDF)
Francja	Hygiène et sécurité du travail no 233 Décembre 2013 (zgrzewanie oporowe) INRS, Exposition des travailleurs aux risques dus aux champs électromagnétiques, Guide d'évaluation des risques
Niemcy	BGV B11, Unfallverhütungsvorschrift, Elektromagnetische Felder BGR B11, Berufsgenossenschaftliche Regel, Elektromagnetische Felder BGI 5011, Beurteilung magnetischer Felder von Widerstandsschweißeinrichtungen BGI/GUV-I 5111, Beeinflussung von Implantaten durch elektromagnetische Felder IFA Report 4/2013, Elektromagnetische Felder an handgeführten Mittelfrequenz-/Inverter-Punktschweißzangen IFA-Report 5/2011, Elektromagnetische Felder an Anlagen, Maschinen und Geräten IFA-Report 2/2009, Electromagnetic fields at handheld spot-welding guns Hannah Heinrich (2007). Assessment of non-sinusoidal, pulsed, or intermittent exposure to low frequency electric and magnetic fields, <i>Health Physics</i> , 92, (6) BMAS-Forschungsbericht FB 400-E, Electromagnetic fields at workplace, ISSN 0174-4992

Grecja	ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΤΑΤΙΚΟΥ ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΥ ΠΕΔΙΟΥ ΣΤΑ ΠΛΑΙΣΙΑ ΤΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ ΣΤΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ ΤΟΥ ΠΥΡΗΝΙΚΟΥ ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΥ ΣΥΝΤΟΝΙΣΜΟΥ (NMR), 50 Τακτικό Εθνικό Συνέδριο Μετρολογίας, Εθνικό Ίδρυμα Ερευνών, Αθήνα, 9-10 Μαΐου 2014
Łotwa	Atgādne par elektromagnētisko lauku, Aktualizēts 2011.gada jūnijā
Litwa	<p>Litewska norma higieny (HN) 110: 2001 Pole elektromagnetyczne o częstotliwości 50 Hz w miejscach pracy. Dopuszczalne wartości parametrów i wymogi dotyczące pomiarów, zatwierdzona zarządzeniem Ministra Zdrowia i Pracy nr 660/174 z dnia 21 grudnia 2001 r.</p> <p>Litewska norma higieny (HN) 80: 2011 Pole elektromagnetyczne w miejscach pracy i środowisku życia. Dopuszczalne wartości parametrów i wymogi dotyczące pomiarów w zakresie częstotliwości radiowej od 10 kHz do 300 GHz, zatwierdzona zarządzeniem Ministra Zdrowia i Pracy nr V-199 z dnia 2 marca 2011 r.</p> <p>Zasady ustalania dozwolonych poziomów natężenia pola elektrostatycznego w miejscach pracy, zatwierdzone zarządzeniem Ministra Zdrowia i Pracy nr 28 z 18 stycznia 2001 r.</p>
Luxembourg	Conditions d'exploitation pour les émetteurs d'ondes électromagnétiques à haute fréquence, ITM-CL 179.4
Polska	<p>EU Directive, ICNIRP Guidelines and Polish Legislation on Electromagnetic Fields, <i>International Journal of Occupational Safety and Ergonomics</i> (JOSE), 12(2), 125–136</p> <p>Exposure of Workers to Electromagnetic Fields. A Review of Open Questions on Exposure Assessment Techniques, <i>International Journal of Occupational Safety and Ergonomics</i> (JOSE), 15(1), 3–33</p>
Rumunia	MONITORUL OFICIAL AL ROMANIEI Anul 175 (XIX) – Nr. 645, Vineri, 21 septembrie 2007

I.4 Wytyczne branżowe

Organizacja	Wytyczne
Euro Chlor	Electromagnetic Fields in the Chlorine Electrolysis Units: Health Effects, Recommended Limits, Measurement Methods and Possible Prevention Actions. HEALTH 3. Wyd. trzecie, 2014

DODATEK J

GLOSARIUSZ I SKRÓTY

J.1 Glosariusz

Bezpieczny w razie uszkodzenia	Część zapewniająca bezpieczeństwo w razie uszkodzenia to taki element, który w przypadku awarii nie zwiększa zagrożenia, czyli ulega uszkodzeniu w kierunku bezpiecznym. W trybie awaryjnym system przestaje działać lub nie stwarza zagrożenia.
Blokada (zob. blokada bezpieczeństwa)	Urządzenie mechaniczne, elektryczne lub inne, którego celem jest uniemożliwienie działania sprzętu w określonych warunkach.
Blokada bezpieczeństwa	Urządzenie mechaniczne, elektryczne lub inne, którego celem jest uniemożliwienie działania sprzętu w określonych warunkach.
Częstotliwość	Liczba cykli na jednostkę czasu oscylacji. Symbol: f. Jednostka: Hz.
Czynnik ryzyka	Iloczyn prawdopodobieństwa wystąpienia niebezpiecznego zdarzenia i skutków lub szkód, które powstają w jego wyniku.
Dielektryk	Izolator elektryczny, który można spolaryzować przyłożonym polem elektrycznym
Dipol	Antena składająca się z przewodzącego pręta z przewodem połączeniowym wyprowadzeniowym w jego środku.
Długość fali	Odległość między podobnymi punktami w kolejnych cyklach fali. Jednostka: metr; symbol: m.
Dozymetria	Obliczenie lub ocena nagromadzenia energii w ciele człowieka.
Dżul	Jednostka energii, odpowiadająca pracy wykonanej przez siłę jednego niutona przy przesunięciu obiektu o jeden metr. Symbol: J.
Elektroliza przemysłowa	Wykorzystywany na dużą skalę proces, w którym prąd stymuluje reakcję chemiczną, która w innym razie byłaby reakcją niespontaniczną.
Fosfeny	Wrażenie błysków światła odczuwane przez osobę, kiedy światło nie pada na jej oczy.
Gęstość mocy	Moc promieniowania docierającego do jednostki powierzchni (Wm^{-2}).
Gęstość prądu	Prąd elektryczny lub przepływ ładunku elektrycznego przez ośrodek przewodzący, taki jak tkanka, na jednostkę powierzchni przekroju obszaru. Jednostka: amper na metr kwadratowy. Symbol: A/m^2 .
Indukcja	Indukcja (elektromagnetyczna) to wytwarzanie napięcia na przewodniku elektrycznym pod wpływem pola magnetycznego zmiennego w czasie.
Kontrola techniczna	Środki bezpieczeństwa w ramach przemyślanego projektu technicznego, które powinny być wykorzystywane jako podstawowa metoda ograniczania narażenia na promieniowanie. Fizyczny sposób zapobiegania dostępowi do promieniowania.
Krótkofalówka	Podręczne urządzenie do komunikacji dwukierunkowej, które działa w pasmach częstotliwości radiowych niewymagających pozwolenia. Formalnie nazywane podręcznym nadajniko-odbiornikiem.
Międzynarodowa Komisja Ochrony przed Promieniowaniem Niejonizującym (ICNIRP)	Organ złożony z niezależnych ekspertów naukowych, który ma na celu rozpowszechnianie informacji i porad na temat potencjalnych zagrożeń dla zdrowia wiążących się z narażeniem na promieniowanie niejonizujące.
Napięcie	Jednostka różnicy potencjałów elektrycznych, symbol: V.
Norma produktu	Dokument, w którym określono podstawowe cechy produktu, co zapewnia jednorodność produkcji i interoperacyjność.
Norma techniczna	Dokument, w którym określono znormalizowane podejście do procesu.

Obrazowanie metodą rezonansu magnetycznego	Technika obrazowania medycznego, w której wykorzystuje się silne pola magnetyczne i pola elektromagnetyczne wysokiej częstotliwości w celu wywołania szczegółowych obrazów w ciele.
Odstępstwo	Częściowe uchylene przepisów ustawowych lub wykonawczych w określonych okolicznościach
Prąd kontaktowy	Prąd elektryczny przepływający w człowieku, kiedy dotyka obiektu przewodzącego w polu elektromagnetycznym.
Promieniowanie elektromagnetyczne	Promieniowanie elektromagnetyczne jest formą promieniowania, na które składają się elementy zarówno pola elektrycznego, jak i pola magnetycznego, które można opisać jako fale rozchodzące się z prędkością światła. W pewnych okolicznościach można traktować promieniowanie elektromagnetyczne jako istniejące w postaci cząstek zwanych fotonami.
Promieniowanie niejonizujące	Promieniowanie, które nie powoduje jonizacji w tkance biologicznej. Przykładami są promieniowanie ultrafioletowe, światło, promieniowanie podczerwone i promieniowanie związane z częstotliwościami radiowymi.
Promieniowanie związane z częstotliwościami radiowymi	Promieniowanie elektromagnetyczne często definiowane jako mające częstotliwość od 100 kHz do 300 GHz.
Prostopadły	Pod kątem prostym (90 stopni).
Proszkowa defektoskopia magnetyczna	Metoda wykrywania pęknięć i innych wad w materiale magnetycznym przy użyciu proszku magnetycznego i pól magnetycznych.
Ryzyko	Prawdopodobieństwo urazu, szkody lub uszkodzenia.
Sinusoidalny	Zmienny w taki sposób, który można odzwierciedlić trygonometryczną funkcją sinus.
Środki administracyjne	Środki bezpieczeństwa o charakterze nietechnicznym, takie jak: kluczowe kontrole, szkolenia w zakresie bezpieczeństwa i ostrzeżenia.
Transmisja	Przejęcie promieniowania przez ośrodek. Jeżeli nie jest pochłaniane całe promieniowanie, o części przepuszczanej mówi się, że jest transmitowana. Zależy od długości fali, polaryzacji, natężenia promieniowania i materiału transmitującego.
Wat	Jednostka mocy równoważna jednemu dżulowi energii na sekundę. Symbol: W.
Widmo elektromagnetyczne	Widmo elektromagnetyczne to zakres wszystkich możliwych częstotliwości promieniowania elektromagnetycznego. Widmo obejmuje różne długości fal – od krótkich, takich jak promieniowanie rentgenowskie, przez promieniowanie widzialne po promieniowanie o większej długości fali, takie jak mikrofałe oraz fale radiowe i telewizyjne.
Wi-Fi	System służący do łączenia urządzeń elektronicznych takich jak komputery z lokalną siecią komputerową za pomocą komunikacji o częstotliwości radiowej.
Wskaźnik narażenia	Obserwowane narażenie podzielone przez poziom graniczny. Jeżeli wskaźnik narażenia wynosi mniej niż jeden, narażenie spełnia wymogi.
Zagrożenie	Coś, co może potencjalnie wyrządzić szkodę. Zagrożenie może dotyczyć osób, mienia lub środowiska.
Zapłoniki mostkowe	Detonator, który wykorzystuje prąd elektryczny do odparowania drutu: wywołane wstrząs i ciepło prowadzą do detonacji materiału wybuchowego otaczającego detonator.
Zdarzenie dające się przewidzieć w sposób racjonalny	Wystąpienie zdarzenia, które w danych okolicznościach można przewidzieć dość dokładnie, przy czym prawdopodobieństwo wystąpienia zdarzenia lub jego częstotliwość nie są niskie ani bardzo niskie.

J.2 Skróty

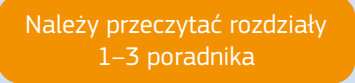

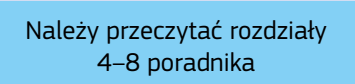
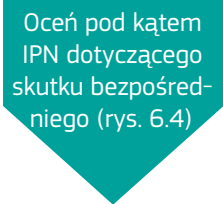
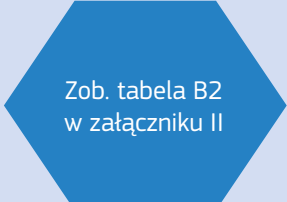
AIMD	Aktywny wyrób medyczny do implantacji
IPN	Interwencyjny poziom narażenia
AM	Modulacja amplitudy
BSS	Podstawowe normy bezpieczeństwa

CENELEC	Europejski Komitet Normalizacyjny Elektrotechniki
CNS	Ośrodkowy układ nerwowy
DECT	Cyfrowy udoskonalony system telekomunikacji bezsznurowej
DVD	Uniwersalny dysk wideo
EI	Wskaźniki narażenia
ELF (skrajnie mała częstotliwość)	Skrajnie niska częstotliwość
GPO	Graniczny poziom oddziaływania
EMF	Pola elektromagnetyczne
ERP	Moc promieniowania skuteczna
FD	Różnica skończona
FDTD	Różnica skończona w dziedzinie czasu
FEM	Metoda elementów skończonych
HF (wysoka częstotliwość)	Wysoka częstotliwość
ICNIRP	Międzynarodowa Komisja Ochrony przed Promieniowaniem Niejonizującym
IR (promieniowanie podczerwone)	Podczerwień
IT	Technologia informacyjna
LF (fale długie)	Niska częstotliwość
MF (fale średnie)	Średnia częstotliwość
MFR	Zasada wielu częstotliwości
MRI	Obrazowanie metodą rezonansu magnetycznego
NMR	Magnetyczny rezonans jądrowy
OIRA	Interaktywna platforma on-line do oceny ryzyka
RC	Kondensator-rezystor
RF	Częstotliwość radiowa
RFID	Identyfikacja radiowa
RMS	Wartość skuteczna
SA	Pochłanianie właściwe
SAR	Szybkość pochłaniania właściwego energii
SHF (częstotliwość superwysoka)	Superwysoka częstotliwość
SPFD	Różnica skończona potencjału skalarnego
STD	Ukształtowana dziedzina czasu
TETRA	Naziemna łączność z grupowym wykorzystaniem kanałów radiowych
TV	Telewizja
UHF (częstotliwość ultrawysoka)	Ultrawysoka częstotliwość

UV	Promieniowanie ultrafioletowe
VHF (bardzo wysoka częstotliwość)	Bardzo wysoka częstotliwość
VLF (fale bardzo długie)	Bardzo niska częstotliwość
WBSAR	SAR uśredniona względem całego ciała
WLAN	Bezprzewodowa lokalna sieć komputerowa
WPM	Metoda ważonej wartości szczytowej

J.3 Symbole stosowane na schematach

Tabela J3 – Symbole stosowane na schematach w poradniku

Symbol	Opis	Znaczenie w poradniku
 Należy przeczytać rozdziały 1–3 poradnika	Zakończenie	Wskazuje początek i koniec procedury
 Czy wykazano zgodność?	Decyzja	Pytanie zadane, aby poprowadzić użytkownika jedną z dwóch ścieżek, które oznaczone są „tak” i „nie”
 Należy przeczytać rozdziały 4–8 poradnika	Proces	Wskazany proces, który należy przeprowadzić w celu osiągnięcia postępów
 Oceń pod kątem IPN dotyczącego skutku bezpośredniego (rys. 6.4)	Połączenie poza obszarem strony	Stosowane w celu połączenia z innym schematem. Oznaczone kolorami, aby wskazać punkty wejścia i wyjścia
 Zob. tabela B2 w załączniku II	Przygotowanie	Wskazówka dla użytkownika dotycząca konieczności wykonania prac przygotowawczych na potrzeby tej części schematu. Odnosi się do pola oznaczonego kolorem

DODATEK K

BIBLIOGRAFIA

K.1 Rozdział 5 – Analiza ryzyka w kontekście dyrektywy o polach elektromagnetycznych

Occupational Health and Safety Management Systems – Guidelines for the implementation of OHSAS 18001. PHSAS 18002:2000.

Forschungs Bericht 400-E, Electromagnetic fields at workplaces – A new scientific approach to occupational health and safety. ISSN 0174-4992.

K.2 Rozdział 9 – Środki ochronne i zapobiegawcze

ISO (Międzynarodowa Organizacja Normalizacyjna) (2011). Symbole graficzne – Barwy bezpieczeństwa i znaki bezpieczeństwa – Zarejestrowane znaki bezpieczeństwa. ISO7010.

Melton, G., i Shaw, R. (2014), *Electromagnetic fields in the welding environment*, RR1018, HSE, Londyn.

K.3 Rozdział 11 – Zagrożenia, objawy i profilaktyczna opieka lekarska

Alanko, T., Lindholm, H., Jungewelter, S., Tiikkaja, M., i Hietanen, M. (2014), *Operating model for managing accidental overexposure to RF fields*, Helsinki, Fiński Instytut Zdrowia w Pracy. ISBN 978-952-261-393-6.

K.4 Dodatek D – Ocena narażenia

De Santis, V., Chen, X. L., Laakso, I., i Hirata, A. (2013), „On the issues related to compliance of LF pulsed exposures with safety standards and guidelines”, *Phys Med Biol*, t. 58, s. 8597–8607.

HVBG (2001), Unfallverhütungsvorschrift – Elektromagnetische Felder. BGV B11 <http://publikationen.dguv.de/dguv/pdf/10002/v-b11.pdf>

Heinrich, H. (2007), „Assessment of non-sinusoidal, pulsed, or intermittent exposure to low frequency electric and magnetic fields”, *Health Phys*, t. 92, nr 6, s. 541–6.

ICNIRP (1998), „ICNIRP guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic fields and electromagnetic fields (up to 300 GHz)”, *Health Phys*, t. 74, nr 4, s. 494–522.

ICNIRP (2010), „ICNIRP guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1 Hz – 100 kHz)”, *Health Phys*, t. 99, nr 6, s. 818–836.

ICNIRP (2014), „ICNIRP guidelines for limiting exposure to electric fields induced by movement of the human body in a static magnetic field and by time-varying magnetic fields below 1 Hz”, *Health Phys*, t. 106, nr 3, s. 418–425.

ISO/IEC Guide 98-3:2008, Uncertainty of measurement – Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995).

Jokela, K. (2000), „Restricting exposure to pulsed and broadband magnetic fields”, *Health Phys*, t. 79, nr 4, s. 373–88

K.5 Dodatek E – Skutki pośrednie i pracownicy szczególnie zagrożeni

Niemiecki Zakład Ubezpieczeń Społecznych w zakresie Wypadków (2012). Beeinflussung von implantaten durch elektromagnetische felder. BGI/GUV-I 5111.

NRPB (2004), „Review of the scientific evidence for limiting exposure to electromagnetic fields (0 – 300 GHz)”, Documents of the *NRPB*, t. 15, nr 3.

K.6 Dodatek F – Obrazowanie metodą rezonansu magnetycznego

Calamante, F., Faulkner, WH Jr, Ittermann, B., Kanal, E., Kimbrell, V., Owman, T., Reeder, S.B., Sawyer, A.M., Shellock, F.G., i van den Brink, J.S. na zlecenie Komitetu ds. Bezpieczeństwa ISMRM (2014), „MR system operator: minimum requirements for performing MRI in human subjects in a research setting”, *Journal of Magnetic Resonance Imaging*, doi: 10.1002/jmri.24717.

Capstick, M., McRobbie, D., Hand, J., Christ, A., Kühn, S., Hansson Mild, K., Cabot, E., Li, Y., Melzer, A., Papadaki, A., Prüssmann, K., Quest, R., Rea, M., Ryf, S., Oberle, M., i Kuster, N. (2008), „An investigation into occupational exposure to electromagnetic fields for personnel working with and around medical magnetic resonance imaging equipment”, sprawozdanie z projektu VT/2007/017.

CENELEC (Europejski Komitet Normalizacyjny Elektrotechniki) (2010). Medical electrical equipment – Part 2-33: Particular requirements for the basic safety and essential performance of magnetic resonance equipment for medical diagnosis. EN 60601-2-33.

ICNIRP (Międzynarodowa Komisja Ochrony przed Promieniowaniem Niejonizującym) (2004), „Medical magnetic resonance (MR) procedures: protection of patients”, *Health Phys*, t. 87, s. 197–216.

ICNIRP (2009), „Amendment to the ICNIRP »statement on medical magnetic resonance (MR) procedures: protection of patients«, *Health Phys*, t. 97, nr 3, s. 259–261.

McRobbie, DW (2012), „Occupational exposure in MRI”, *Br J Radiol*, t. 85, s. 293–312.

MRI Working Group (2008), *Using MRI safely – practical rules for employees*, RIVM, Bilthoven, Holandia.

Stam, R. (2008), *The EMF Directive and protection of MRI workers*, sprawozdanie RIVM 610703001/2008, RIVM, Bilthoven, Holandia.

Stam, R. (2014), „The revised electromagnetic fields directive and worker exposure in environments with high magnetic flux densities”, *Ann Occup Hyg*, t. 58, nr 5, s. 529–541.

DODATEK L

DYREKTYWA 2013/35/UE

I

(Akty ustawodawcze)

DYREKTYWY

DYREKTYWA PARLAMENTU EUROPEJSKIEGO I RADY 2013/35/UE

z dnia 26 czerwca 2013 r.

w sprawie minimalnych wymagań w zakresie ochrony zdrowia i bezpieczeństwa dotyczących narażenia pracowników na zagrożenia spowodowane czynnikami fizycznymi (polami elektromagnetycznymi) (dwudziesta dyrektywa szczegółowa w rozumieniu art. 16 ust. 1 dyrektywy 89/391/EWG) i uchylająca dyrektywę 2004/40/WE

PARLAMENT EUROPEJSKI I RADA UNII EUROPEJSKIEJ,

uwzględniając Traktat o funkcjonowaniu Unii Europejskiej, w szczególności jego art. 153 ust. 2,

uwzględniając wniosek Komisji Europejskiej,

po przekazaniu projektu aktu ustawodawczego parlamentom narodowym,

uwzględniając opinię Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego ⁽¹⁾,

po konsultacji z Komitetem Regionów,

stanowiąc zgodnie ze zwykłą procedurą ustawodawczą ⁽²⁾,

a także mając na uwadze, co następuje:

- (1) Na podstawie Traktatu Parlament Europejski i Rada mogą przyjąć w drodze dyrektyw minimalne wymagania w zakresie wspierania poprawy warunków, w szczególności środowiska pracy, w celu zagwarantowania lepszego poziomu ochrony zdrowia i bezpieczeństwa pracowników. Takie dyrektywy nie powinny nakładać ograniczeń administracyjnych, finansowych i prawnych, które utrudniłyby tworzenie i rozwój małych i średnich przedsiębiorstw.
- (2) Art. 31 ust. 1 Karty praw podstawowych Unii Europejskiej stanowi, że każdy pracownik ma prawo do warunków pracy szanujących jego zdrowie, bezpieczeństwo i godność.
- (3) Po wejściu w życie dyrektywy 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) ⁽³⁾ zainteresowane strony, w szczególności ze środowisk medycznych, wyraziły poważne obawy co do potencjalnego wpływu wdrożenia tej dyrektywy na stosowanie procedur medycznych opartych na obrazowaniu medycznym. Zgłoszono również obawy dotyczące wpływu dyrektywy na niektóre formy działalności przemysłowej.

- (4) Komisja uważnie przeanalizowała argumenty przedstawione przez zainteresowane strony i po przeprowadzeniu szeregu konsultacji postanowiła ponownie szczegółowo rozpatrzyć niektóre przepisy dyrektywy 2004/40/WE w oparciu o nowe informacje naukowe przedstawione przez ekspertów o międzynarodowej renomie.
- (5) Dyrektywa 2004/40/WE została zmieniona dyrektywą Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/46/WE ⁽⁴⁾, w wyniku czego termin transpozycji dyrektywy 2004/40/WE został odroczony o cztery lata, a następnie dyrektywą Parlamentu Europejskiego i Rady 2012/11/UE ⁽⁵⁾, w wyniku czego termin ten został odroczony do dnia 31 października 2013 r. Miało to pozwolić Komisji na przedłożenie nowego wniosku, a współustawodawcom na przyjęcie nowej dyrektywy opartej na nowszych i bardziej rzetelnych dowodach.
- (6) Dyrektywę 2004/40/WE należy uchylić i wprowadzić bardziej odpowiednie i proporcjonalne środki chroniące pracowników przed zagrożeniami związanymi z polami elektromagnetycznymi. Dyrektywa ta nie dotyczyła skutków odległych, w tym możliwych skutków rakotwórczych narażenia na zmienne w czasie pola elektryczne, magnetyczne i elektromagnetyczne, odnośnie do których nie ma obecnie jednoznacznych dowodów naukowych na istnienie związku przyczynowego. Celem

⁽¹⁾ Dz.U. C 43 z 15.2.2012, s. 47.

⁽²⁾ Stanowisko Parlamentu Europejskiego z dnia 11 czerwca 2013 r. (dotychczas nieopublikowane w Dzienniku Urzędowym) oraz decyzja Rady z dnia 20 czerwca 2013 r.

⁽³⁾ Dz.U. L 159 z 30.4.2004, s. 1.

⁽⁴⁾ Dz.U. L 114 z 26.4.2008, s. 88.

⁽⁵⁾ Dz.U. L 110 z 24.4.2012, s. 1.

niniejszej dyrektywy jest uwzględnienie wszystkich znanych bezpośrednich skutków biofizycznych i skutków pośrednich, wywołanych przez pola elektromagnetyczne, nie tylko po to, aby zapewnić zdrowie i bezpieczeństwo każdego indywidualnego pracownika, lecz także stworzyć minimalne podstawy ochrony wszystkich pracowników w Unii, przy jednoczesnym ograniczeniu ewentualnych zakłóceń konkurencji.

- (7) Niniejsza dyrektywa nie dotyczy sugerowanych skutków odległych narażenia na pola elektromagnetyczne, ponieważ nie ma obecnie ugruntowanych dowodów naukowych istnienia związku przyczynowego w tym zakresie. Jednak w przypadku pojawienia się takich ugruntowanych dowodów naukowych Komisja powinna rozważyć najbardziej odpowiednie środki służące uwzględnieniu tych skutków i w drodze sprawozdania dotyczącego praktycznego wdrażania niniejszej dyrektywy informować o nich Parlament Europejski i Radę. Wykonując ten obowiązek, Komisja powinna wziąć pod uwagę nie tylko odpowiednie informacje otrzymane od państw członkowskich, ale również najnowsze dostępne wyniki badań i nową wiedzę naukową wynikającą z danych w tej dziedzinie.
- (8) Należy ustanowić minimalne wymagania, pozostawiając w ten sposób państwom członkowskim możliwość utrzymania lub przyjęcia bardziej korzystnych przepisów w zakresie ochrony pracowników, w szczególności poprzez ustalenie niższych interwencyjnych poziomów narażenia (IPN) lub granicznych poziomów oddziaływania (GPO) dla pól elektromagnetycznych. Wdrożenie niniejszej dyrektywy nie powinno jednak służyć uzasadnieniu jakiegokolwiek pogorszenia w stosunku do dotychczasowej sytuacji w poszczególnych państwach członkowskich.
- (9) System ochrony przed polami elektromagnetycznymi powinien ograniczać się do określenia, bez nadmiernej szczegółowości, celów, jakie należy osiągnąć, zasad, jakich należy przestrzegać, i podstawowych wartości, jakie należy stosować, tak aby umożliwić państwom członkowskim równorzędne spełnienie minimalnych wymagań.
- (10) W celu ochrony pracowników narażonych na pola elektromagnetyczne konieczne jest przeprowadzenie skutecznej i efektywnej oceny zagrożeń. Obowiązek ten powinien być jednak proporcjonalny do sytuacji w miejscu pracy. Należy zatem stworzyć system ochronny grupujący różne zagrożenia w prosty, stopniowany i łatwy do zrozumienia sposób. W konsekwencji odniesienie do różnych wskaźników i typowych sytuacji, które powinno być zawarte w praktycznych przewodnikach, może w użyteczny sposób pomóc pracodawcom w wypełnianiu ich obowiązków.
- (11) Niepożądane skutki dla organizmu człowieka zależą od częstotliwości pola elektromagnetycznego lub promieniowania, na które jest on narażony. Dlatego też systemy

ograniczania narażenia muszą być oparte na charakterystyce narażenia i częstotliwości, tak aby mogły odpowiednio chronić pracowników narażonych na pola elektromagnetyczne.

- (12) Poziom narażenia na pola elektromagnetyczne może być skuteczniej obniżony poprzez uwzględnienie środków zapobiegawczych przy projektowaniu miejsc pracy oraz poprzez przyznanie pierwszeństwa ograniczaniu zagrożeń u źródła ich powstawania przy doborze sprzętu, procedur i metod pracy. W ten sposób przepisy dotyczące sprzętu i metod pracy przyczyniają się do ochrony pracowników, których to dotyczy. Należy jednak unikać powielania ocen, w przypadku gdy sprzęt roboczy spełnia wymogi odnośnych przepisów Unii dotyczących produktów, ustanawiających surowsze poziomy bezpieczeństwa niż te przewidziane w niniejszej dyrektywie. Pozwala to w wielu przypadkach na uproszczoną ocenę.
- (13) W celu poprawy bezpieczeństwa i ochrony zdrowia pracowników pracodawcy powinni dokonywać niezbędnych zmian w świetle postępu technicznego i wiedzy naukowej dotyczącej zagrożeń związanych z narażeniem na pola elektromagnetyczne.
- (14) Ponieważ niniejsza dyrektywa jest dyrektywą szczegółową w rozumieniu art. 16 ust. 1 dyrektywy Rady 89/391/EWG z dnia 12 czerwca 1989 r. w sprawie wprowadzenia środków w celu poprawy bezpieczeństwa i zdrowia pracowników w miejscu pracy⁽¹⁾, w konsekwencji dyrektywa 89/391/EWG ma zastosowanie w odniesieniu do narażenia pracowników na pola elektromagnetyczne niezależnie od bardziej rygorystycznych lub szczegółowych przepisów niniejszej dyrektywy.
- (15) Wielkości fizyczne, GPO i IPN określone w niniejszej dyrektywie są oparte na zaleceniach Międzynarodowej Komisji Ochrony przed Promieniowaniem Niejonizującym (ICNIRP) i należy je brać pod uwagę zgodnie z zasadami ICNIRP, o ile niniejsza dyrektywa nie stanowi inaczej.
- (16) W celu zapewnienia aktualności niniejszej dyrektywy, należy przekazać Komisji uprawnienia do przyjęcia aktów zgodnie z art. 290 Traktatu o funkcjonowaniu Unii Europejskiej w odniesieniu do czysto technicznych zmian w załącznikach, w celu uwzględniania rozporządzeń i dyrektyw przyjmowanych w dziedzinie harmonizacji technicznej i normalizacji, postępu technicznego, zmian najbardziej właściwych norm lub specyfikacji oraz nowych wyników badań naukowych dotyczących zagrożeń związanych z polami elektromagnetycznymi, a także w celu dostosowania IPN. Szczególnie ważne jest, aby w czasie prac przygotowawczych Komisja prowadziła stosowne konsultacje, w tym z ekspertami. Przygotowując i opracowując akty delegowane, Komisja powinna zapewnić jednocześnie, terminowe i odpowiednie przekazywanie stosownych dokumentów Parlamentowi Europejskiemu i Radzie.

⁽¹⁾ Dz.U. L 183 z 29.6.1989, s. 1.

- (17) Jeżeli wprowadzenie czysto technicznych zmian w załącznikach okaże się konieczne, Komisja powinna ściśle współpracować z Komitetem Doradczym ds. Bezpieczeństwa i Ochrony Zdrowia w Miejscu Pracy ustanowionym w decyzji Rady z dnia 22 lipca 2003 r. ⁽¹⁾.
- (18) W wyjątkowych przypadkach, gdy będzie to uzasadnione szczególnie pilną potrzebą, taką jak możliwe bezpośrednie zagrożenia zdrowia i bezpieczeństwa pracowników wynikające z narażenia na pola elektromagnetyczne, należy przewidzieć możliwość zastosowania trybu pilnego do aktów delegowanych przyjmowanych przez Komisję.
- (19) Zgodnie ze wspólną deklaracją polityczną państw członkowskich i Komisji z dnia 28 września 2011 r. dotyczącą dokumentów wyjaśniających ⁽²⁾ państwa członkowskie zobowiązały się do załączenia, w uzasadnionych przypadkach, do powiadomienia o środkach transpozycji jednego lub więcej dokumentów wyjaśniających związek między elementami dyrektywy a odpowiadającymi im częściami krajowych instrumentów transpozycyjnych. W odniesieniu do niniejszej dyrektywy ustawodawca uznaje, że przekazanie takich dokumentów jest uzasadnione.
- (20) System obejmujący GPO i IPN, w stosownych przypadkach, powinien być postrzegany jako środek ułatwiający zapewnienie wysokiego poziomu ochrony przed niekorzystnymi skutkami dla zdrowia i zagrożeniami bezpieczeństwa, które mogą wynikać z narażenia na pola elektromagnetyczne. System taki może być jednak sprzeczny ze szczególnymi warunkami prowadzenia niektórych rodzajów działalności, takich jak stosowanie techniki rezonansu magnetycznego w sektorze medycznym. Należy zatem wziąć pod uwagę te szczególne warunki.
- (21) Zważywszy na specyfikę sił zbrojnych i aby umożliwić im skuteczne działanie i interoperacyjność, w tym podczas wspólnych międzynarodowych ćwiczeń wojskowych, państwa członkowskie powinny mieć możliwość zastosowania równoważnych lub bardziej szczegółowych systemów ochrony, takich jak uzgodnione w skali międzynarodowej normy, np. normy NATO, pod warunkiem zapobieżenia niekorzystnym skutkom dla zdrowia i zagrożeniom bezpieczeństwa.
- (22) Pracodawcy powinni być zobowiązani do zapewnienia, aby zagrożenia spowodowane polami elektromagnetycznymi w pracy zostały wyeliminowane lub ograniczone do minimum. Możliwe jest jednak, że w niektórych szczególnych przypadkach i w należycie uzasadnionych okolicznościach dojdzie jedynie tymczasowo do przekroczenia GPO określonych w niniejszej dyrektywie. W takim przypadku pracodawcy powinni być zobowiązani do podjęcia niezbędnych działań w celu jak najszybszego przywrócenia zgodności z GPO.
- (23) System zapewniający wysoki poziom ochrony przed niekorzystnymi skutkami dla zdrowia i zagrożeniami bezpieczeństwa, które mogą wynikać z narażenia na pola elektromagnetyczne, powinien należycie uwzględniać szczególne grupy pracowników szczególnie zagrożonych i zapobiegać zakłócaniu lub wpływaniu na dzia-

łanie wyrobów medycznych, takich jak protezy metalowe, stymulatory serca i defibrylatory, implanty ślimakowe i inne implanty lub wyroby medyczne przeznaczone do wprowadzenia w części do ludzkiego ciała. Zakłócenia, zwłaszcza w pracy stymulatorów, mogą wystąpić przy poziomie nieprzekraczającym IPN, a zatem powinny być one przedmiotem stosownych środków zapobiegawczych i ochronnych,

PRZYJMUJĄ NINIEJSZĄ DYREKTYWĘ:

ROZDZIAŁ I

PRZEPISY OGÓLNE

Artykuł 1

Przedmiot i zakres zastosowania

1. Niniejsza dyrektywa, będąca dwudziestą dyrektywą szczegółową w rozumieniu art. 16 ust. 1 dyrektywy 89/391/EWG, ustanawia minimalne wymagania w zakresie ochrony pracowników przed zagrożeniami zdrowia i bezpieczeństwa wynikającymi lub mogącymi wynikać z narażenia na pola elektromagnetyczne w czasie pracy.

2. Zakres zastosowania niniejszej dyrektywy obejmuje wszystkie znane bezpośrednie skutki biofizyczne oraz skutki pośrednie wywołane przez pola elektromagnetyczne.

3. Graniczne poziomy oddziaływania (GPO) określone w niniejszej dyrektywie obejmują wyłącznie poparte ugruntowanymi dowodami naukowymi powiązania między natychmiastowymi bezpośrednimi skutkami biofizycznymi a narażeniem na pola elektromagnetyczne.

4. Zakres zastosowania niniejszej dyrektywy nie obejmuje sugerowanych skutków odległych.

Komisja śledzi najnowsze osiągnięcia naukowe. W przypadku pojawienia się ugruntowanych dowodów naukowych dotyczących sugerowanych skutków odległych Komisja rozważa odpowiednią reakcję polityczną, w tym, w stosownym przypadku, przedstawienie wniosku ustawodawczego dotyczącego takich skutków. W sprawozdaniu, o którym mowa w art. 15, Komisja informuje Parlament Europejski i Radę o sytuacji w tym zakresie.

5. Zakres zastosowania niniejszej dyrektywy nie obejmuje zagrożeń wynikających z kontaktu z przewodami pod napięciem.

6. Bez uszczerbku dla bardziej rygorystycznych lub szczegółowych przepisów niniejszej dyrektywy, dyrektywa 89/391/EWG ma w dalszym ciągu pełne zastosowanie do całego obszaru określonego w ust. 1.

Artykuł 2

Definicje

Do celów niniejszej dyrektywy stosuje się następujące definicje:

- a) „pola elektromagnetyczne” oznaczają pola elektrostatyczne, pola magnetostaticzne oraz zmienne w czasie pola elektryczne, magnetyczne i elektromagnetyczne o częstotliwości do 300 GHz;

⁽¹⁾ Dz.U. C 218 z 13.9.2003, s. 1.

⁽²⁾ Dz.U. C 369 z 17.12.2011, s. 14.

b) „bezpośrednie skutki biofizyczne” oznaczają skutki w organizmie ludzkim bezpośrednio spowodowane jego przebywaniem w polu elektromagnetycznym, włączając w to:

(i) skutki termiczne, takie jak ogrzanie tkanki przez pochłoniętą w niej energię pól elektromagnetycznych;

(ii) skutki nietermiczne, takie jak pobudzenie mięśni, nerwów lub narządów zmysłów. Skutki te mogą mieć szkodliwy wpływ na zdrowie psychiczne i fizyczne narażonych pracowników. Ponadto pobudzenie narządów zmysłów może prowadzić do przejściowych objawów, takich jak zawroty głowy czy wrażenia wzrokowe. Skutki te mogą powodować przejściowe uciążliwości lub wpływać na funkcje poznawcze lub inne funkcje mózgu lub mięśni, przez co mogą wpływać na zdolność pracownika do bezpiecznego wykonywania pracy, tj. zagrożenia bezpieczeństwa; oraz

(iii) prądy kończynowe;

c) „skutki pośrednie” oznaczają skutki wywołane obecnością obiektu w polu elektromagnetycznym, które mogą spowodować zagrożenie bezpieczeństwa lub zdrowia, takie jak:

(i) zakłócenie działania elektronicznego sprzętu medycznego i elektronicznych wyrobów medycznych, w tym stymulatorów serca i innych implantów lub wyrobów medycznych przeznaczonych do wprowadzenia w części do ludzkiego ciała;

(ii) zagrożenie gwałtownym przemieszczaniem się przedmiotów ferromagnetycznych w polach magnetostatycznych;

(iii) uruchomienie urządzeń elektrowybuchowych (detonatorów);

(iv) pożary i wybuchy w wyniku zapalenia materiałów łatwopalnych od iskier wywołanych przez pola indukowane, prądy kontaktowe lub wyładowania iskrowe; oraz

(v) prądy kontaktowe;

d) „graniczne poziomy oddziaływania (GPO)” oznaczają wartości określone na podstawie względów biofizycznych i biologicznych, w szczególności popartych ugruntowanymi naukowymi dowodami istnienia natychmiastowych i ostrych skutków bezpośrednich, tj. skutków termicznych i pobudzenia elektrycznego tkanek;

e) „górne GPO (GPOg)” oznaczają takie GPO, po przekroczeniu których pracownicy mogą doznawać niekorzystnych skutków dla zdrowia, takich jak ogrzanie tkanek lub pobudzenie tkanki nerwowej i mięśniowej;

f) „dolne GPO (GPOd)” oznaczają takie GPO, po przekroczeniu których pracownicy mogą doznawać przejściowych zakłóceń percepcji zmysłowej i niewielkich zmian funkcji mózgu;

g) „interwencyjne poziomy narażenia (IPN)” oznaczają poziomy operacyjne ustalone w celu uproszczenia procesu wykazywania zgodności z odnośnymi GPO lub, w odpowiednich przypadkach, w celu podjęcia odpowiednich środków ochronnych lub zapobiegawczych wyszczególnionych w niniejszej dyrektywie.

W załączniku II użyto następującej terminologii dotyczącej IPN:

(i) dla pól elektrycznych „dolne IPN (IPNd)” i „górne IPN (IPNg)” oznaczają poziomy odnoszące się do szczególnych środków ochronnych lub zapobiegawczych wyszczególnionych w niniejszej dyrektywie; oraz

(ii) dla pól magnetycznych „dolne IPN (IPNd)” oznaczają poziomy, które odnoszą się do dolnych GPO, a „górne IPN (IPNg)” – do górnych GPO.

Artykuł 3

Graniczne poziomy oddziaływania i interwencyjne poziomy narażenia

1. Wielkości fizyczne odnoszące się do narażenia na pola elektromagnetyczne zostały przedstawione w załączniku I. Górne GPO, dolne GPO oraz IPN są określone w załącznikach II i III.

2. Państwa członkowskie nakładają na pracodawców wymóg zapewnienia, aby narażenie pracowników na pola elektromagnetyczne nie przekraczało górnych GPO i dolnych GPO określonych w załączniku II, w odniesieniu do skutków nietermicznych i w załączniku III, w odniesieniu do skutków termicznych. Przestrzeganie górnych GPO i dolnych GPO musi być ustanowione za pomocą odpowiednich procedur oceny narażenia, o których mowa w art. 4. W przypadku gdy narażenie pracowników na pola elektromagnetyczne przekracza GPO, pracodawca podejmuje natychmiastowe działania zgodnie z art. 5 ust. 8.

3. Do celów niniejszej dyrektywy, w przypadku gdy wykazano, że odnośne IPN określone w załącznikach II i III nie zostały przekroczone, uznaje się, że pracodawca przestrzega górnych GPO i dolnych GPO. W przypadku gdy narażenie przekracza IPN, pracodawca podejmuje działania zgodnie z art. 5 ust. 2, chyba że ocena przeprowadzona zgodnie z art. 4 ust. 1, 2 i 3 wykaże, że nie przekroczone odnośnych GPO oraz że można wykluczyć zagrożenia bezpieczeństwa.

Niezależnie od akapitu pierwszego, narażenie może przekroczyć:

a) dolne IPN dla pól elektrycznych (załącznik II, tabela B1) w przypadkach uzasadnionych stosowaną praktyką lub technologią, pod warunkiem że nie zostały przekroczone dolne GPO (załącznik II, tabela A3); albo

(i) górne GPO (załącznik II, tabela A2) nie zostały przekroczone;

- (ii) nadmierne wyładowania iskrowe i prądy kontaktowe (załącznik II, tabela B3) zostały uniemożliwione za pomocą szczególnych środków ochronnych określonych w art. 5 ust. 6; oraz
 - (iii) poinformowano pracowników na temat sytuacji, o których mowa w art. 6 lit. f);
- b) dolne IPN dla pól magnetycznych (załącznik II, tabela B2) w przypadkach uzasadnionych stosowaną praktyką lub technologią, również w okolicy głowy i tułowia, podczas dnia pracy, pod warunkiem że nie zostały przekroczone dolne GPO (załącznik II, tabela A3); albo
- (i) dolne GPO zostały przekroczone jedynie tymczasowo;
 - (ii) górne GPO (załącznik II, tabela A2) nie zostały przekroczone;
 - (iii) podjęto działania zgodnie z art. 5 ust. 9, w przypadku wystąpienia objawów przejściowych zgodnie z lit. a) tego ustępu; oraz
 - (iv) poinformowano pracowników na temat sytuacji, o których mowa w art. 6 lit. f).

4. Niezależnie od ust. 2 i 3, narażenie może przekroczyć:

- a) dolne GPO (załącznik II, tabela A1) podczas dnia pracy, w przypadku gdy jest to uzasadnione stosowaną praktyką lub technologią, pod warunkiem że:
- (i) zostały przekroczone jedynie tymczasowo;
 - (ii) górne GPO (załącznik II, tabela A1) nie zostały przekroczone;
 - (iii) przyjęto szczególne środki ochronne zgodnie z art. 5 ust. 7;
 - (iv) podjęto działania zgodnie z art. 5 ust. 9, w przypadku wystąpienia objawów przejściowych zgodnie z lit. b) tego ustępu; oraz
 - (v) poinformowano pracowników na temat sytuacji, o których mowa w art. 6 lit. f);
- b) dolne GPO (załącznik II, tabela A3 i załącznik III, tabela A2) podczas dnia pracy, w przypadku gdy jest to uzasadnione stosowaną praktyką lub technologią, pod warunkiem że:
- (i) zostały przekroczone jedynie tymczasowo;
 - (ii) górne GPO (załącznik II, tabela A2 i załącznik III, tabele A1 i A3) nie zostały przekroczone;

- (iii) podjęto działania zgodnie z art. 5 ust. 9, w przypadku wystąpienia objawów przejściowych zgodnie z lit. a) tego ustępu; oraz
- (iv) poinformowano pracowników na temat sytuacji, o których mowa w art. 6 lit. f).

ROZDZIAŁ II

OBOWIĄZKI PRACODAWCÓW

Artykuł 4

Ocena zagrożeń i określenie narażenia

1. Wypełniając obowiązki określone w art. 6 ust. 3 i art. 9 ust. 1 dyrektywy 89/391/EWG, pracodawca ocenia wszystkie rodzaje zagrożeń, na które pracownicy są narażeni w miejscu pracy z powodu pól elektromagnetycznych oraz, w razie potrzeby, dokonuje pomiaru lub obliczeń poziomu pól elektromagnetycznych, na które narażeni są pracownicy.

Bez uszczerbku dla art. 10 dyrektywy 89/391/EWG i art. 6 niniejszej dyrektywy, ocena ta może zostać na żądanie podana do publicznej wiadomości zgodnie z odnośnymi przepisami prawa Unii i prawa krajowego. W szczególności, w przypadku przetwarzania danych osobowych pracowników w trakcie takiej oceny, jakkolwiek publikacja musi spełniać wymogi dyrektywy 95/46/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 24 października 1995 r. w sprawie ochrony osób fizycznych w zakresie przetwarzania danych osobowych i swobodnego przepływu tych danych⁽¹⁾ oraz prawa krajowego państw członkowskich wykonującego tę dyrektywę. Z zastrzeżeniem przypadku gdy za ujawnieniem oceny przemawia nadrzędny interes publiczny, organy władz publicznych posiadające kopię oceny mogą odmówić dostępu do niej lub odrzucić żądanie o podanie jej do publicznej wiadomości, w przypadku gdy jej ujawnienie mogłoby naruszyć ochronę interesów handlowych pracodawcy, w tym dotyczących własności intelektualnej. Pracodawca może odmówić ujawnienia oceny lub podania jej do publicznej wiadomości na takich samych warunkach, zgodnie z odnośnymi przepisami Unii i prawa krajowego.

2. Do celów oceny, o której mowa w ust. 1 niniejszego artykułu, pracodawca rozpoznaje i ocenia pola elektromagnetyczne w miejscu pracy, uwzględniając odpowiednie praktyczne przewodniki, o których mowa w art. 14, i inne odpowiednie normy lub wytyczne zapewnione przez dane państwo członkowskie, w tym bazy danych dotyczących narażeń. Niezależnie od obowiązków pracodawcy określonych w niniejszym artykule, w stosownych przypadkach pracodawca jest również uprawniony do uwzględniania poziomów emisji i innych właściwych danych odnoszących się do bezpieczeństwa, dostarczonych dla sprzętu przez producenta lub dystrybutora zgodnie z odpowiednimi przepisami Unii, w tym oceny zagrożeń, jeżeli mają one zastosowanie do warunków narażenia w miejscu pracy lub w miejscu instalacji.

3. Jeżeli na podstawie ogólnie dostępnych informacji nie można wiarygodnie stwierdzić zgodności z GPO, ocena narażenia jest przeprowadzana na podstawie pomiarów lub obliczeń. W takim przypadku ocena uwzględnia niepewność pomiarów lub obliczeń – taką jak błędy metod numerycznych, modelowania źródeł, geometrii fantomów i właściwości elektrycznych tkanek i materiałów – określoną zgodnie z odpowiednią dobrą praktyką w tej dziedzinie.

⁽¹⁾ Dz.U. L 281 z 23.11.1995, s. 31.

4. Ocena, pomiar lub obliczenia, o których mowa w ust. 1, 2 i 3 niniejszego artykułu, są planowane i przeprowadzane przez kompetentne służby lub osoby w należytych odstępach czasu, z uwzględnieniem wskazówek udzielonych na podstawie niniejszej dyrektywy i szczególnym uwzględnieniem przepisów art. 7 i 11 dyrektywy 89/391/EWG dotyczących koniecznych kompetentnych służb lub osób oraz konsultacji z pracownikami i ich uczestnictwa. Dane uzyskane z oceny, pomiarów lub obliczeń poziomu narażenia zachowuje się w odpowiedniej możliwej do odtworzenia postaci, umożliwiającej zapoznanie się z nimi na późniejszym etapie, zgodnie z prawem krajowym i krajową praktyką.

5. Dokonując oceny ryzyka zgodnie z art. 6 ust. 3 dyrektywy 89/391/EWG, pracodawca zwraca szczególną uwagę na:

- a) górne GPO, dolne GPO oraz IPN, o których mowa w art. 3 i załącznikach II i III do niniejszej dyrektywy;
- b) częstotliwość, poziom, czas trwania i rodzaj narażenia, w tym jego rozkład w organizmie pracownika i w przestrzeni miejsca pracy;
- c) wszelkie bezpośrednie skutki biofizyczne;
- d) wszelkie skutki dotyczące zdrowia i bezpieczeństwa pracowników szczególnie zagrożonych, w szczególności pracowników używających aktywnych lub pasywnych wszczepionych wyrobów medycznych, takich jak stymulatory serca, pracowników używających wyrobów medycznych przeznaczonych do wprowadzenia w części do ludzkiego ciała, takich jak pompy insulinowe, oraz pracownic w ciąży;
- e) wszelkie skutki pośrednie;
- f) istnienie sprzętu zastępczego przeznaczonego do zmniejszenia poziomu narażenia na pola elektromagnetyczne;
- g) odpowiednie informacje uzyskane w wyniku profilaktycznej opieki lekarskiej, o której mowa w art. 8;
- h) informacje dostarczone przez producenta sprzętu;
- i) inne odpowiednie informacje związane ze zdrowiem lub bezpieczeństwem;
- j) wielorakie źródła narażenia;
- k) jednoczesne narażenie na pola o różnych częstotliwościach.

6. Ocena narażenia nie jest konieczna w miejscach pracy, które są dostępne dla ogółu ludności, jeżeli dokonano już oceny zgodnie z przepisami dotyczącymi ograniczenia narażenia ogółu ludności na pola elektromagnetyczne, jeżeli przestrzegane są przewidziane w tych przepisach ograniczenia w odniesieniu do pracowników oraz jeżeli wykluczono zagrożenia zdrowia i bezpieczeństwa. Uznaje się, że warunki te są spełnione, w przypadku gdy sprzęt powszechnego użytku jest użytkowany zgodnie z przeznaczeniem i spełnia przepisy Unii

dotyczące produktów, ustalające bardziej rygorystyczne poziomy bezpieczeństwa niż podane w niniejszej dyrektywie oraz nie jest używany żaden inny sprzęt.

7. Pracodawca posiada ocenę ryzyka zgodnie z art. 9 ust. 1 lit. a) dyrektywy 89/391/EWG i rozpoznaje, jakie środki muszą być podjęte zgodnie z art. 5 niniejszej dyrektywy. Ocena ryzyka może zawierać powody, dla których pracodawca uważa, że rodzaj i stopień zagrożeń związanych z polami elektromagnetycznymi nie czynią dalszej szczegółowej oceny ryzyka konieczną. Ocena ryzyka jest regularnie aktualizowana, w szczególności jeśli nastąpiły istotne zmiany, które mogły spowodować jej nieaktualność, lub jeśli wyniki profilaktycznej opieki lekarskiej, o której mowa w art. 8, wykażą konieczność jej aktualizacji.

Artykuł 5

Przepisy mające na celu unikanie lub ograniczenie zagrożeń

1. Uwzględniając postęp techniczny i dostępność środków ograniczających wytwarzanie pól elektromagnetycznych u źródła, pracodawca podejmuje niezbędne działania zapewniające eliminację lub ograniczenie do minimum zagrożeń w miejscu pracy z powodu pól elektromagnetycznych.

Ograniczenie zagrożeń wynikających z narażenia na pola elektromagnetyczne opiera się na ogólnych zasadach zapobiegania określonych w art. 6 ust. 2 dyrektywy 89/391/EWG.

2. Na podstawie oceny zagrożeń, o której mowa w art. 4, w przypadku przekroczenia odpowiednich IPN, o których mowa w art. 3 i w załącznikach II i III, pracodawca opracowuje i wdraża plan działań obejmujący środki techniczne lub organizacyjne mające zapobiec przekroczeniu górnych GPO i dolnych GPO, chyba że ocena przeprowadzona zgodnie z art. 4 ust. 1, 2 i 3 dowodzi, że odpowiednie GPO nie zostały przekroczone oraz że można wykluczyć zagrożenia bezpieczeństwa; plan działań uwzględnia w szczególności:

- a) inne metody pracy, które wiążą się z mniejszym narażeniem na pola elektromagnetyczne;
- b) wybór sprzętu emitującego słabsze pola elektromagnetyczne, z uwzględnieniem pracy, którą należy wykonać;
- c) środki techniczne mające zmniejszać emisję pól elektromagnetycznych, w tym, w razie potrzeby, zastosowanie blokad, ekranów lub podobnych mechanizmów ochrony zdrowia;
- d) odpowiednie środki dotyczące dostępu i wytyczenia granic, takie jak sygnały, etykiety, oznakowanie na podłodze, ogrodzenia, w celu ograniczenia lub kontroli dostępu;
- e) w przypadku narażenia na pola elektryczne – środki i procedury kontroli wyładowań iskrowych i prądów kontaktowych za pomocą środków technicznych i szkolenia pracowników;

- f) właściwe programy konserwacji sprzętu roboczego, miejsc pracy i systemów stanowisk pracy;
- g) projektowanie i rozmieszczenie miejsc pracy i stanowisk pracy;
- h) ograniczenia czasu i poziomu narażenia; oraz
- i) dostępność odpowiednich środków ochrony indywidualnej.

3. Na podstawie oceny zagrożeń, o której mowa w art. 4, pracodawca opracowuje i wdraża plan działań obejmujący środki techniczne lub organizacyjne służące zapobieganiu wszelkim zagrożeniom dla pracowników szczególnie zagrożonych, oraz wszelkim zagrożeniom spowodowanym skutkami pośrednimi, o których mowa w art. 4.

4. Poza zapewnieniem informacji określonych w art. 6 niniejszej dyrektywy, zgodnie z art. 15 dyrektywy 89/391/EWG pracodawca dostosowuje środki, o których mowa w niniejszym artykule, do wymagań pracowników szczególnie zagrożonych oraz, jeśli ma to zastosowanie, do indywidualnych ocen zagrożenia, w szczególności wobec pracowników, którzy zadeklarowali, że używają aktywnych lub pasywnych wszczepionych wyrobów medycznych, takich jak stymulatory serca, lub wyrobów medycznych przeznaczonych do wprowadzenia w części do ludzkiego ciała, takich jak pompy insulinowe, lub wobec pracownic w ciąży, które poinformowały o swoim stanie pracodawcę.

5. Na podstawie oceny zagrożeń, o której mowa w art. 4, miejsca pracy, w których pracownicy mogliby być narażeni na pola elektromagnetyczne, których poziomy przekraczają IPN, są odpowiednio oznakowywane zgodnie z załącznikami II i III oraz z dyrektywą Rady 92/58/EWG z dnia 24 czerwca 1992 r. w sprawie minimalnych wymagań dotyczących znaków bezpieczeństwa i/lub zdrowia w miejscu pracy (dziewiąta dyrektywa szczegółowa w rozumieniu art. 16 ust. 1 dyrektywy 89/391/EWG) ⁽¹⁾. Obszary te są rozpoznane, a dostęp do nich w stosownych przypadkach ograniczony. Jeżeli dostęp do tych obszarów jest odpowiednio ograniczony z innych powodów, a pracownicy zostali poinformowani o zagrożeniach spowodowanych polami elektromagnetycznymi, nie są wymagane znaki i ograniczenia dostępu specyficzne dla pól elektromagnetycznych.

6. W przypadkach gdy zastosowanie ma art. 3 ust. 3 lit. a) podejmuje się szczególne środki ochronne, takie jak szkolenie pracowników zgodnie z art. 6 oraz stosowanie środków technicznych i ochrony osobistej, na przykład uziemianie przedmiotów roboczych, łączenie elektryczne pracowników z przedmiotami roboczymi (łączenie ekwipotencjalne) oraz, w odpowiednich przypadkach i zgodnie z art. 4 ust. 1 lit. a) dyrektywy Rady 89/656/EWG z dnia 30 listopada 1989 r. w sprawie minimalnych wymagań w dziedzinie bezpieczeństwa i ochrony zdrowia pracowników korzystających z wyposażenia ochronnego (trzecia dyrektywa szczegółowa w rozumieniu art. 16 ust. 1 dyrektywy 89/391/EWG) ⁽²⁾, stosowanie obuwia i rękawic izolacyjnych oraz odzieży ochronnej.

7. W przypadkach gdy zastosowanie ma art. 3 ust. 4 lit. a), podejmuje się szczególne środki ochronne, takie jak kontrola poruszania się.

8. Pracownicy nie mogą być narażeni ponad górne GPO i dolne GPO, chyba że spełnione zostały warunki określone w art. 10 ust. 1 lit. a) lub c) albo w art. 3 ust. 3 lub 4. Jeżeli pomimo środków podjętych przez pracodawcę górne GPO i dolne GPO zostaną przekroczone, pracodawca niezwłocznie podejmuje działania w celu zmniejszenia narażenia do poziomu nieprzekraczającego tych GPO. Pracodawca rozpoznaje i rejestruje przyczyny przekroczenia górnych GPO i dolnych GPO oraz odpowiednio dostosowuje środki ochrony i środki zapobiegawcze, tak aby zapobiec ponownemu przekroczeniu tych wartości. Dostosowane środki ochrony i środki zapobiegawcze zachowuje się w odpowiedniej możliwej do odtworzenia postaci, tak aby umożliwić zapoznanie się z nimi na późniejszym etapie, zgodnie z prawem krajowym i krajową praktyką.

9. W przypadkach gdy zastosowanie ma art. 3 ust. 3 i 4 i gdy pracownik zgłasza wystąpienie przejściowych objawów, pracodawca w razie konieczności aktualizuje ocenę zagrożeń i środki zapobiegawcze. Przejściowe objawy mogą obejmować:

- a) percepcję zmysłową i objawy w funkcjonowaniu ośrodkowego układu nerwowego w głowie, spowodowane zmianami w czasie polami elektromagnetycznymi; oraz
- b) skutki oddziaływania pola magnetostatycznego, takie jak zawroty głowy i mdłości.

Artykuł 6

Informowanie i szkolenie pracowników

Bez uszczerbku dla art. 10 i 12 dyrektywy 89/391/EWG, pracodawca zapewnia pracownikom, których może dotyczyć narażenie na zagrożenia związane z polami elektromagnetycznymi w pracy, lub ich przedstawicielom, wszelkie niezbędne informacje i szkolenia w zakresie wyników oceny zagrożeń przewidzianej w art. 4 niniejszej dyrektywy, dotyczące w szczególności:

- a) środków podjętych w ramach wykonania niniejszej dyrektywy;
- b) wartości i zasad dotyczących GPO i IPN oraz związanych z nimi możliwych zagrożeń i podjętych środków zapobiegawczych;
- c) możliwych pośrednich skutków narażenia;
- d) wyników ocen, pomiarów lub obliczeń poziomu narażenia na pola elektromagnetyczne, przeprowadzonych zgodnie z art. 4 niniejszej dyrektywy;
- e) sposobów wykrywania i zgłaszania skutków narażenia niekorzystnych dla zdrowia;
- f) możliwości wystąpienia objawów i doznań przejściowych związanych ze skutkami w ośrodkowym lub obwodowym układzie nerwowym;

⁽¹⁾ Dz.U. L 245 z 26.8.1992, s. 23.

⁽²⁾ Dz.U. L 393 z 30.12.1989, s. 18.

- g) okoliczności uprawniających pracowników do profilaktycznej opieki lekarskiej;
- h) bezpiecznych sposobów pracy, minimalizujących zagrożenia wynikające z narażenia;
- i) pracowników szczególnie zagrożonych, o których mowa w art. 4 ust. 5 lit. d) oraz w art. 5 ust. 3 i 4 niniejszej dyrektywy.

Artykuł 7

Konsultacje z pracownikami i ich uczestnictwo

Konsultacje z pracownikami lub ich przedstawicielami oraz ich uczestnictwo odbywają się zgodnie z art. 11 dyrektywy 89/391/EWG.

ROZDZIAŁ III

PRZEPISY RÓŻNE

Artykuł 8

Profilaktyczna opieka lekarska

1. W celu zapobieżenia wszelkim niekorzystnym dla zdrowia skutkom narażenia na pola elektromagnetyczne oraz ich wczesnego zdiagnozowania prowadzona jest odpowiednia profilaktyczna opieka lekarska zgodnie z art. 14 dyrektywy 89/391/EWG. Dokumentację medyczną i jej dostępność zapewnia się zgodnie z prawem krajowym lub praktyką krajową.

2. Zgodnie z prawem krajowym i krajową praktyką wyniki uzyskane w skutek profilaktycznej opieki lekarskiej są zachowywane w odpowiedniej formie, aby umożliwić wgląd do nich w późniejszym terminie, pod warunkiem spełnienia wymogów zachowania poufności. Poszczególni pracownicy mają dostęp do swojej dokumentacji medycznej na żądanie.

W przypadku zgłoszenia przez pracownika jakichkolwiek niepożądanych lub nieoczekiwanych skutków dla zdrowia lub w przypadku stwierdzenia jakiegokolwiek narażenia przekraczającego GPO, pracodawca zapewnia, aby temu pracownikowi (pracownikom) udostępniono odpowiednie badania lekarskie lub indywidualną profilaktyczną opiekę lekarską, zgodnie z prawem krajowym i krajową praktyką.

Takie badania lub opieka lekarska są dostępne w godzinach wybranych przez pracownika, przy czym pracownik nie ponosi żadnych związanych z tym kosztów.

Artykuł 9

Sankcje

Państwa członkowskie wprowadzają odpowiednie sankcje mające zastosowanie w przypadku naruszenia przepisów krajowych przyjętych zgodnie z niniejszą dyrektywą. Sankcje te muszą być skuteczne, proporcjonalne i odstraszające.

Artykuł 10

Odstępstwa

1. W drodze odstępstwa od art. 3, lecz bez uszczerbku dla art. 5 ust. 1, zastosowanie ma co następuje:

- a) narażenie może przekraczać GPO, jeżeli jest związane z instalacją, próbami, użytkowaniem, działalnością rozwojową, remontami lub działalnością badawczą związanymi ze sprzętem do obrazowania techniką rezonansu magnetycznego przeznaczonym dla pacjentów w sektorze zdrowia, pod warunkiem że spełnione są wszystkie następujące warunki:
 - (i) ocena zagrożeń przeprowadzona zgodnie z art. 4 wykazała, że zostały przekroczone GPO;
 - (ii) zastosowano wszystkie środki techniczne lub organizacyjne, z uwzględnieniem najnowszego stanu wiedzy;
 - (iii) okoliczności należyście uzasadniają przekraczanie GPO;
 - (iv) uwzględniono charakterystykę miejsca pracy, sprzętu roboczego lub praktyk roboczych; oraz
 - (v) pracodawca wykaze, że pracownicy są w dalszym ciągu chronieni przed niekorzystnymi skutkami dla zdrowia i zagrożeniami bezpieczeństwa, w tym poprzez zapewnienie przestrzegania instrukcji bezpiecznego użytkowania dostarczonych przez producenta zgodnie z dyrektywą Rady 93/42/EWG z dnia 14 czerwca 1993 r. dotyczącą wyrobów medycznych (!);
- b) państwa członkowskie mogą dopuścić stosowanie równoważnego lub bardziej szczegółowego systemu ochrony dotyczącego personelu pracującego przy urządzeniach wojskowych lub biorącego udział w działaniach wojskowych, w tym we wspólnych międzynarodowych ćwiczeniach wojskowych, pod warunkiem że zapobiegnięto niekorzystnym skutkom dla zdrowia i zagrożeniom bezpieczeństwa;
- c) państwa członkowskie mogą dopuścić, w należyście uzasadnionych okolicznościach i jedynie dopóty, dopóki pozostają one należyście uzasadnione, tymczasowe przekroczenie GPO w szczególnych sektorach lub w ramach szczególnych działań nieobjętych zakresem stosowania lit. a) i b). Do celów niniejszej litery „należyście uzasadnione okoliczności” oznaczają okoliczności, w których spełnione są następujące warunki:
 - (i) ocena zagrożeń przeprowadzona zgodnie z art. 4 wykazała, że zostały przekroczone GPO;
 - (ii) zastosowano wszystkie środki techniczne lub organizacyjne, z uwzględnieniem najnowszego stanu wiedzy;
 - (iii) uwzględniono charakterystykę miejsca pracy, sprzętu roboczego lub praktyk roboczych; oraz
 - (iv) pracodawca wykaze, że pracownicy są w dalszym ciągu chronieni przed niekorzystnymi skutkami dla zdrowia i zagrożeniami bezpieczeństwa, w tym z zastosowaniem porównywalnych, bardziej szczegółowych i uznanych w skali międzynarodowej norm i wytycznych.

(!) Dz.U. L 169 z 12.7.1993, s. 1.

2. W sprawozdaniu, o którym mowa w art. 15, państwa członkowskie informują Komisję o wszelkich odstępstwach na mocy ust. 1 lit. b) i c) oraz o ich uzasadnieniu.

Artykuł 11

Zmiany techniczne załączników

1. Komisja jest upoważniona do przyjęcia aktów delegowanych zgodnie z art. 12, wprowadzających czysto techniczne zmiany do załączników w celu:

- a) uwzględnienia rozporządzeń i dyrektyw przyjmowanych w dziedzinie harmonizacji technicznej i normalizacji w odniesieniu do projektowania, budowy, produkcji lub konstrukcji sprzętu roboczego lub miejsc pracy;
- b) uwzględnienia postępu technicznego, zmian w najbardziej odpowiednich normach lub specyfikacjach i nowych ustaleniach naukowych w dziedzinie pól elektromagnetycznych;
- c) zmiany IPN, w przypadku gdy istnieją nowe dowody naukowe, pod warunkiem że pracodawcy pozostają związani obecnymi GPO, określonymi w załącznikach II i III.

2. Komisja przyjmuje akt delegowany zgodnie z art. 12 w celu dodania do załącznika II wytycznych ICNIRP dotyczących ograniczania narażenia na pola elektryczne indukowane w ciele człowieka przy poruszaniu się w polu magnetostatycznym oraz przy oddziaływaniu zmiennych w czasie pól magnetycznych o częstotliwości poniżej 1 Hz, jak tylko wytyczne te będą dostępne.

3. W przypadku zmian, o których mowa w ust. 1 i 2, gdy jest to uzasadnione szczególnie pilną potrzebą, do aktów delegowanych przyjmowanych na podstawie niniejszego artykułu ma zastosowanie procedura przewidziana w art. 13.

Artykuł 12

Wykonywanie przekazanych uprawnień

1. Powierzenie Komisji uprawnień do przyjęcia aktów delegowanych podlega warunkom określonym w niniejszym artykule.

2. Uprawnienia do przyjęcia aktów delegowanych, o których mowa w art. 11, powierza się Komisji na okres pięciu lat od dnia 29 czerwca 2013 r. Komisja sporządza sprawozdanie dotyczące przekazania uprawnień nie później niż dziewięć miesięcy przed końcem tego pięcioletniego okresu. Przekazanie uprawnień zostaje automatycznie przedłużone na takie same okresy, chyba że Parlament Europejski lub Rada sprzeciwią się takiemu przedłużeniu nie później niż trzy miesiące przed końcem każdego okresu.

3. Przekazanie uprawnień, o którym mowa w art. 11, może zostać w dowolnym momencie odwołane przez Parlament Europejski lub przez Radę. Decyzja o odwołaniu kończy przekazanie określonych w niej uprawnień. Decyzja o odwołaniu staje się skuteczna następnego dnia po jej opublikowaniu w *Dzienniku Urzędowym Unii Europejskiej* lub w określonym w tej decyzji późniejszym terminie. Nie wpływa ona na ważność jakichkolwiek już obowiązujących aktów delegowanych.

4. Niezwłocznie po przyjęciu aktu delegowanego Komisja przekazuje go równocześnie Parlamentowi Europejskiemu i Radzie.

5. Akt delegowany przyjęty na podstawie art. 11 wchodzi w życie tylko wówczas, gdy ani Parlament Europejski, ani Rada nie wyraziły sprzeciwu w terminie dwóch miesięcy od przekazania tego aktu Parlamentowi Europejskiemu i Radzie lub gdy, przed upływem tego terminu, zarówno Parlament Europejski, jak i Rada poinformowały Komisję, że nie wniosą sprzeciwu. Termin ten przedłuża się o dwa miesiące z inicjatywy Parlamentu Europejskiego lub Rady.

Artykuł 13

Tryb pilny

1. Akty delegowane przyjęte w trybie niniejszego artykułu wchodzi w życie niezwłocznie i mają zastosowanie dopóki nie zostanie wyrażony sprzeciw zgodnie z ust. 2. Przekazując akt delegowany Parlamentowi Europejskiemu i Radzie, podaje się powody zastosowania trybu pilnego związane ze zdrowiem i ochroną pracowników.

2. Parlament Europejski albo Rada mogą wyrazić sprzeciw wobec aktu delegowanego zgodnie z procedurą, o której mowa w art. 12 ust. 5. W takim przypadku Komisja uchyla dany akt niezwłocznie po doręczeniu przez Parlament Europejski lub Radę decyzji o sprzeciwie.

ROZDZIAŁ IV

PRZEPISY KOŃCOWE

Artykuł 14

Praktyczne przewodniki

W celu ułatwienia wdrażania niniejszej dyrektywy najpóźniej sześć miesięcy przed dniem 1 lipca 2016 r. Komisja udostępnia niewiążące praktyczne przewodniki. Te praktyczne przewodniki odnoszą się w szczególności do następujących kwestii:

- a) określania narażenia z uwzględnieniem odpowiednich norm europejskich lub międzynarodowych, w tym:
 - metod obliczeniowych stosowanych w ocenie GPO,
 - uśredniania przestrzennego zewnętrznych pól elektrycznych i pól magnetycznych,
 - wytycznych dotyczących niepewności pomiarów i obliczeń;
- b) wytycznych dotyczących wykazywania zgodności w przypadku szczególnych rodzajów niejednorodnego narażenia w szczególnych sytuacjach, w oparciu o ustaloną dozymetrię;
- c) opisu „metody ważonej wartości szczytowej” w odniesieniu do pól małej częstotliwości i „metody sumowania pól wieloczęstotliwościowych” w odniesieniu do pól wielkiej częstotliwości;

- d) przeprowadzania oceny zagrożeń i, w miarę możliwości, zasad uproszczonych technik, z uwzględnieniem w szczególności potrzeb MSP;
- e) środków służących eliminacji lub ograniczaniu zagrożeń, w tym szczególnych środków zapobiegawczych w zależności od poziomu narażenia i charakterystyki miejsca pracy;
- f) ustanowienia udokumentowanych procedur roboczych oraz szczególnych środków dotyczących informacji i szkolenia dla pracowników narażonych na pola elektromagnetyczne przy wykonywaniu czynności związanych z obrazowaniem techniką rezonansu magnetycznego objętych zakresem art. 10 ust. 1 lit. a);
- g) oceny narażenia w przedziale częstotliwości od 100 kHz do 10 MHz, w którym należy uwzględnić zarówno skutki termiczne, jak i nietermiczne;
- h) wytycznych dotyczących badań lekarskich i profilaktycznej opieki lekarskiej, za które odpowiada pracodawca zgodnie z art. 8 ust. 2.

Komisja działa w ścisłej współpracy z Komitetem Doradczym ds. Bezpieczeństwa i Ochrony Zdrowia w Miejscu Pracy. Parlament Europejski jest na bieżąco informowany.

Artykuł 15

Przegląd i sprawozdawczość

Z uwzględnieniem art. 1 ust. 4 sprawozdanie dotyczące praktycznego wdrażania niniejszej dyrektywy sporządza się zgodnie z art. 17a dyrektywy 89/391/EWG.

Artykuł 16

Transpozycja

1. Państwa członkowskie wprowadzają w życie przepisy ustawowe, wykonawcze i administracyjne niezbędne do wykonania niniejszej dyrektywy do dnia 1 lipca 2016 r.

Przepisy przyjęte przez państwa członkowskie zawierają odniesienie do niniejszej dyrektywy lub odniesienie takie towarzyszy ich urzędowej publikacji. Metody dokonywania takiego odniesienia określane są przez państwa członkowskie.

2. Państwa członkowskie przekazują Komisji tekst podstawowych przepisów prawa krajowego przyjętych w dziedzinie objętej niniejszą dyrektywą.

Artykuł 17

Uchylenie

1. Dyrektywa 2004/40/WE traci moc z dniem 29 czerwca 2013 r.

2. Odesłania do uchylonej dyrektywy traktuje się jako odesłania do niniejszej dyrektywy, zgodnie z tabelą korelacji znajdującą się w załączniku IV.

Artykuł 18

Wejście w życie

Niniejsza dyrektywa wchodzi w życie z dniem jej opublikowania w *Dzienniku Urzędowym Unii Europejskiej*.

Artykuł 19

Adresaci

Niniejsza dyrektywa skierowana jest do państw członkowskich.

Sporządzono w Brukseli dnia 26 czerwca 2013 r.

W imieniu Parlamentu
Europejskiego
M. SCHULZ
Przewodniczący

W imieniu Rady
A. SHATTER
Przewodniczący

ZAŁĄCZNIK I

WIELKOŚCI FIZYCZNE ODNOŚĄCE SIĘ DO NARAŻENIA NA POLA ELEKTROMAGNETYCZNE

Do opisu narażenia na pola elektromagnetyczne używa się następujących wielkości fizycznych:

Natężenie pola elektrycznego (E) jest to wielkość wektorowa, która odpowiada sile wywieranej na naładowaną cząstkę niezależnie od jej ruchu w przestrzeni. Wyraża się je w voltach na metr (Vm^{-1}). Należy odróżnić pole elektryczne w otoczeniu oraz pole elektryczne obecne w organizmie (*in situ*) w wyniku narażenia na pole elektryczne w otoczeniu.

Prąd końcowy (I_1) jest to prąd w kończynach osoby narażonej na pola elektromagnetyczne w przedziale częstotliwości od 10 MHz do 110 MHz w wyniku kontaktu z obiektem w polu elektromagnetycznym lub przepływu prądów pojemnościowych indukowanych w narażonym organizmie. Wyraża się go w amperach (A).

Prąd kontaktowy (I_C) jest to prąd, który pojawia się w przypadku, gdy dana osoba dotyka do obiektu, przebywając w polu elektromagnetycznym. Wyraża się go w amperach (A). Prąd kontaktowy stanu ustalonego występuje, gdy osoba ma ciągłą styczność z obiektem w polu elektromagnetycznym. W chwili dotykania może nastąpić wyładowanie iskrowe, któremu towarzyszą prądy stanu przejściowego.

Ładunek elektryczny (Q) jest odpowiednią wielkością stosowaną w odniesieniu do wyładowania iskrowego i wyraża się go w kulombach (C).

Natężenie pola magnetycznego (H) jest to wielkość wektorowa, która wraz z indukcją magnetyczną określa pole magnetyczne w dowolnym punkcie w przestrzeni. Wyraża się je w amperach na metr (Am^{-1}).

Indukcja magnetyczna (B) jest to wielkość wektorowa, której wynikiem jest siła działająca na ładunki w ruchu; wyraża się ją w teslach (T). W swobodnej przestrzeni i w materiałach biologicznych indukcja magnetyczna i natężenie pola magnetycznego są wzajemnie wymienne, przy czym można stosować równoważność natężenia pola magnetycznego $H = 1 Am^{-1}$ oraz indukcji magnetycznej $B = 4\pi \cdot 10^{-7} T$ (około 1,25 mikrotiesla).

Gęstość mocy (S) to odpowiednia wielkość używana odnośnie do bardzo wielkich częstotliwości, przy których głębokość wnikania do ciała jest mała. Jest to moc promieniowania padającego pod kątem prostym do powierzchni podzielona przez pole powierzchni. Wyraża się ją w watach na metr kwadratowy (Wm^{-2}).

Energia pochłonięta (SA) to energia pochłonięta w jednostce masy tkanki biologicznej, wyrażona w dżulach na kilogram (Jkg^{-1}). W niniejszej dyrektywie wielkość ta używana jest w celu określenia wartości granicznych dotyczących skutków impulsowego promieniowania mikrofalowego.

Szybkość pochłaniania właściwego energii (SAR), uśredniona względem całego ciała lub części ciała, to szybkość, z jaką energia jest pochłaniana w jednostce masy tkanki ciała; wyraża się ją w watach na kilogram (Wkg^{-1}). SAR dotyczący całego ciała jest powszechnie przyjętą wielkością służącą powiązaniu niekorzystnych skutków termicznych z narażeniem przy częstotliwościach radiowych (RF). Oprócz uśrednionej względem całego ciała wartości SAR, konieczne jest wykorzystanie miejscowych wartości SAR do oceny i ograniczania nadmiernego nagromadzenia energii w niewielkich częściach ciała, wynikającego ze szczególnych warunków narażenia. Takie przykładowe warunki obejmują: osobę narażoną na radiofale o częstotliwości z przedziału niskich megaherców (np. emitowane przez zgrzewarki dielektryczne) i osoby narażone na pole bliskie anteny.

Pośród podanych wielkości indukcję magnetyczną (B), prąd kontaktowy (I_C), prąd końcowy (I_1), natężenie pola elektrycznego (E), natężenie pola magnetycznego (H) oraz gęstość mocy (S) można zmierzyć bezpośrednio.

ZAŁĄCZNIK II

SKUTKI NIETERMICZNE

GRANICZNE POZIOMY ODDZIAŁYWANIA I INTERWENCYJNE POZIOMY NARAŻENIA DOTYCZĄCE PRZEDZIAŁU CZĘSTOTLIWOŚCI OD 0 Hz DO 10 MHz

A. GRANICZNE POZIOMY ODDZIAŁYWANIA (GPO)

Wartości GPO o częstotliwości poniżej 1 Hz (tabela A1) dotyczą pól magnetostatycznych, które nie są zakłócone przez ciało człowieka.

Wartości GPO dla częstotliwości od 1 Hz do 10 MHz (tabela A2) dotyczą pól elektrycznych indukowanych w organizmie wskutek narażenia na zmienne w czasie pola elektryczne i pola magnetyczne.

Wartości GPO dotyczące indukcji magnetycznej pola pierwotnego o częstotliwości od 0 do 1 Hz

Dolne GPO (GPOd) dotyczą normalnych warunków pracy (tabela A1) i są związane z zawrotami głowy i innymi skutkami fizjologicznymi związanymi z zaburzeniem ludzkiego narządu równowagi wynikającymi głównie z poruszenia się w polu magnetostatycznym.

Górne GPO (GPOg) dotyczące kontrolowanych warunków pracy (tabela A1) mają tymczasowe zastosowanie podczas dnia pracy, jeżeli jest to uzasadnione stosowaną praktyką lub technologią, pod warunkiem że zostały wdrożone środki zapobiegawcze, takie jak kontrola poruszania się i przekazanie informacji pracownikom.

Tabela A1

Wartości GPO dotyczące indukcji magnetycznej pola pierwotnego (B_0) o częstotliwościach od 0 do 1 Hz

	GPOd
Normalne warunki pracy	2 T
Miejscowe narażenie kończyn	8 T
	GPOg
Kontrolowane warunki pracy	8 T

Wartości GPOg dotyczące natężenia indukowanego pola elektrycznego o częstotliwościach od 1 Hz do 10 MHz

Wartości GPOg (tabela A2) są związane z pobudzeniem elektrycznym wszystkich tkanek obwodowego i ośrodkowego układu nerwowego w organizmie, w tym w głowie.

Tabela A2

Wartości GPOg dotyczące natężenia indukowanego pola elektrycznego o częstotliwościach od 1 Hz to 10 MHz

Przedział częstotliwości	Wartości GPOg
$1 \text{ Hz} \leq f < 3 \text{ kHz}$	$1,1 \text{ Vm}^{-1}$ (szczytowe)
$3 \text{ kHz} \leq f \leq 10 \text{ MHz}$	$3,8 \times 10^{-4} f \text{ Vm}^{-1}$ (szczytowe)

Uwaga A2-1: f oznacza częstotliwość w hercach (Hz).

Uwaga A2-2: Wartości GPOg dotyczące indukowanego pola elektrycznego są wartościami maksymalnymi w przestrzeni w całym ciele narażonej osoby.

Uwaga A2-3: Wartości GPO są wartościami szczytowymi w czasie, dla pól sinusoidalnych równymi wartościom skutecznym (RMS) pomnożonym przez $\sqrt{2}$. W przypadku pól niesinusoidalnych ocena narażenia przeprowadzana zgodnie z art. 4 jest oparta na metodzie ważonej wartości szczytowej (filtracja w dziedzinie czasu), wyjaśnionej w praktycznych przewodnikach, o których mowa w art. 14, ale można też stosować inne naukowo sprawdzone i zwalidowane procedury oceny narażeń, pod warunkiem że dają one w przybliżeniu równoważne i porównywalne wyniki.

Wartości GPOd dotyczące natężenia indukowanego pola elektrycznego o częstotliwościach od 1 Hz to 400 Hz

Wartości GPOd (tabela A3) są związane ze skutkami oddziaływania pól elektrycznych na ośrodkowy układ nerwowy w głowie, takimi jak wrażenia wzrokowe w siatkówce i niewielkie przejściowe zmiany pewnych funkcji mózgu.

Tabela A3

Wartości GPOd dotyczące natężenia indukowanego pola elektrycznego o częstotliwościach od 1 Hz to 400 Hz

Przedział częstotliwości	Wartości GPOd
$1 \text{ Hz} \leq f < 10 \text{ Hz}$	$0,7/f \text{ Vm}^{-1}$ (szczytowe)
$10 \text{ Hz} \leq f < 25 \text{ Hz}$	$0,07 \text{ Vm}^{-1}$ (szczytowe)
$25 \text{ Hz} \leq f \leq 400 \text{ Hz}$	$0,0028 f \text{ Vm}^{-1}$ (szczytowe)

Uwaga A3-1: f oznacza częstotliwość w hercach (Hz).

Uwaga A3-2: Wartości GPOd dotyczące indukowanego pola elektrycznego są wartościami maksymalnymi w przestrzeni w głowie narażonej osoby.

Uwaga A3-3: Wartości GPO są wartościami szczytowymi w czasie, dla pól sinusoidalnych równymi wartościom skutecznym (RMS) pomnożonym przez $\sqrt{2}$. W przypadku pól niesinusoidalnych ocena narażenia przeprowadzana zgodnie z art. 4 jest oparta na metodzie ważonej wartości szczytowej (filtracja w dziedzinie czasu), wyjaśnionej w praktycznych przewodnikach, o których mowa w art. 14, ale można też stosować inne naukowo sprawdzone i zwalidowane procedury oceny narażeń, pod warunkiem że dają one w przybliżeniu równoważne i porównywalne wyniki.

B. INTERWENCYJNE POZIOMY NARAŻENIA (IPN)

Następujące wielkości i wartości fizyczne są wykorzystywane do określenia interwencyjnych poziomów narażenia, których wielkość ustala się, aby przy pomocy uproszczonej oceny stwierdzić zgodność z odnośnymi GPO lub w przypadku których należy podjąć odpowiednie środki ochronne lub zapobiegawcze wyszczególnione w art. 5:

- IPNd(E) i IPNg(E) dotyczące natężenia pola elektrycznego E zmiennych w czasie pól elektrycznych, jak określono w tabeli B1,
- IPNd(B) i IPNg(B) dotyczące indukcji magnetycznej B zmiennych w czasie pól magnetycznych, jak określono w tabeli B2,
- IPN(I_c) dotyczące prądów kontaktowych, jak określono w tabeli B3,
- IPN(B₀) dotyczące indukcji magnetycznej pól magnetostaticznych, jak określono w tabeli B4.

IPN odpowiadają obliczonym lub zmierzonym wartościom pola elektrycznego i pola magnetycznego w miejscu pracy pod nieobecność pracownika.

Interwencyjne poziomy narażenia (IPN) dotyczące narażenia na pole elektryczne

Wartości IPNd (tabela B1) dotyczące zewnętrznych pól elektrycznych są oparte na ograniczaniu indukowanego pola elektrycznego poniżej GPO (tabele A2 i A3) oraz ograniczaniu wyładowań iskrowych w środowisku pracy.

Poniżej IPNg indukowane pole elektryczne nie przekracza GPO (tabele A2 i A3) i wyeliminowane zostają uciążliwe wyładowania iskrowe, pod warunkiem że podjęto środki ochronne przewidziane w art. 5 ust. 6.

Tabela B1

Wartości IPN dotyczące narażenia na pole elektryczne o częstotliwości od 1 Hz do 10 MHz

Przedział częstotliwości	Natężenie pola elektrycznego dolne IPN(E) [Vm ⁻¹] (RMS)	Natężenie pola elektrycznego górne IPN(E) [Vm ⁻¹] (RMS)
$1 \leq f < 25 \text{ Hz}$	$2,0 \times 10^4$	$2,0 \times 10^4$
$25 \leq f < 50 \text{ Hz}$	$5,0 \times 10^5/f$	$2,0 \times 10^4$
$50 \text{ Hz} \leq f < 1,64 \text{ kHz}$	$5,0 \times 10^5/f$	$1,0 \times 10^6/f$

Przedział częstotliwości	Natężenie pola elektrycznego dolne IPN(E) [V m^{-1}] (RMS)	Natężenie pola elektrycznego górne IPN(E) [V m^{-1}] (RMS)
$1,64 \leq f < 3$ kHz	$5,0 \times 10^5/f$	$6,1 \times 10^2$
3 kHz $\leq f \leq 10$ MHz	$1,7 \times 10^2$	$6,1 \times 10^2$

Uwaga B1-1: f oznacza częstotliwość w hercach (Hz).

Uwaga B1-2: Wartości IPNd(E) i IPNg(E) są wartościami skutecznymi (RMS) natężenia pola elektrycznego, dla pól sinusoidalnych równymi wartościami szczytowym podzielonym przez $\sqrt{2}$. W przypadku pól niesinusoidalnych ocena narażenia przeprowadzana zgodnie z art. 4 jest oparta na metodzie ważonej wartości szczytowej (filtracja w dziedzinie czasu), wyjaśnionej w praktycznych przewodnikach, o których mowa w art. 14, ale można też stosować inne naukowo sprawdzone i zwalidowane procedury oceny narażeń, pod warunkiem że dają one w przybliżeniu równoważne i porównywalne wyniki.

Uwaga B1-3: Wartości IPN oznaczają najwyższe obliczone lub zmierzone wartości w miejscu, w którym znajduje się pracownik. Daje to w wyniku zachowawczą ocenę narażenia i automatyczną zgodność z GPO we wszystkich warunkach narażenia niejednorodnego. Aby uprościć ocenę zgodności z GPO, przeprowadzaną zgodnie z art. 4, w szczególnych warunkach narażenia niejednorodnego, w praktycznych przewodnikach, o których mowa w art. 14, z wykorzystaniem ustaleń dozymetrycznych zostaną ustanowione kryteria uśredniania przestrzennego mierzonych pól. Dla bardzo miejscowego źródła, w odległości do kilku centymetrów od ciała, indukowane pole elektryczne jest określane dozymetrycznie, indywidualnie dla każdego przypadku.

Interwencyjne poziomy narażenia (IPN) dotyczące narażenia na pola magnetyczne

Wartości IPNd (tabela B2) dotyczące częstotliwości poniżej 400 Hz wywodzą się z GPOd (tabela A3), a dotyczące częstotliwości powyżej 400 Hz – z GPOg dotyczących indukowanego pola elektrycznego (tabela A2).

Wartości IPNg (tabela B2) wywodzą się z GPOg dotyczących indukowanego pola elektrycznego związanego z pobudzeniem elektrycznym tkanek obwodowego i autonomicznego układu nerwowego w głowie i tułowiu (tabela A2). Zgodność z IPNg gwarantuje, że GPOg nie są przekroczone, choć możliwe są skutki w postaci wrażeń wzrokowych w siatkówce i niewielkich przejściowych zmian aktywności mózgu, jeżeli narażenie głowy o częstotliwości do 400 Hz przekracza IPNd. W takich przypadkach zastosowanie ma art. 5 ust. 6.

Wartości IPN dotyczące narażenia kończyn wywodzą się z GPOg dotyczących indukowanego pola elektrycznego związanego z pobudzeniem elektrycznym tkanek w kończynach z uwzględnieniem faktu, że pole magnetyczne spręża się słabiej z kończynami niż z całym ciałem.

Tabela B2

Wartości IPN dotyczące narażenia na pola magnetyczne o częstotliwości od 1 Hz do 10 MHz

Przedział częstotliwości	Indukcja magnetyczna IPNd(B) [μ T] (RMS)	Indukcja magnetyczna IPNg(B) [μ T] (RMS)	Indukcja magnetyczna IPN dotyczące narażenia kończyn na miejscowe pole magnetyczne [μ T] (RMS)
$1 \leq f < 8$ Hz	$2,0 \times 10^5/f^2$	$3,0 \times 10^5/f$	$9,0 \times 10^5/f$
$8 \leq f < 25$ Hz	$2,5 \times 10^4/f$	$3,0 \times 10^5/f$	$9,0 \times 10^5/f$
$25 \leq f < 300$ Hz	$1,0 \times 10^3$	$3,0 \times 10^5/f$	$9,0 \times 10^5/f$
300 Hz $\leq f < 3$ kHz	$3,0 \times 10^5/f$	$3,0 \times 10^5/f$	$9,0 \times 10^5/f$
3 kHz $\leq f \leq 10$ MHz	$1,0 \times 10^2$	$1,0 \times 10^2$	$3,0 \times 10^2$

Uwaga B2-1: f oznacza częstotliwość w hercach (Hz).

Uwaga B2-2: Wartości IPNd i IPNg są wartościami skutecznymi (RMS), dla pól sinusoidalnych równymi wartościami szczytowym podzielonym przez $\sqrt{2}$. W przypadku pól niesinusoidalnych ocena narażenia przeprowadzana zgodnie z art. 4 jest oparta na metodzie ważonej wartości szczytowej (filtracja w dziedzinie czasu), wyjaśnionej w praktycznych przewodnikach, o których mowa w art. 14, ale można też stosować inne naukowo sprawdzone i zwalidowane procedury oceny narażeń, pod warunkiem że dają one w przybliżeniu równoważne i porównywalne wyniki.

Uwaga B2-3: Wartości IPN w przypadku narażenia na pola magnetyczne oznaczają najwyższe wartości w miejscu, w którym znajduje się pracownik. Daje to w wyniku zachowawczą ocenę narażenia i automatyczną zgodność z GPO we wszystkich warunkach narażenia niejednorodnego. Aby uprościć ocenę zgodności z GPO, przeprowadzaną zgodnie z art. 4, w szczególnych warunkach narażenia niejednorodnego, w praktycznych przewodnikach, o których mowa w art. 14, z wykorzystaniem ustaleń dozymetrycznych zostaną ustanowione kryteria uśredniania przestrzennego mierzonych pól. Dla bardzo miejscowego źródła, w odległości do kilku centymetrów od ciała, indukowane pole elektryczne jest określone dozymetrycznie, indywidualnie dla każdego przypadku.

Tabela B3

Wartości IPN dotyczące prądu kontaktowego I_C

Częstotliwość	IPN(I_C) dotyczące prądu kontaktowego stanu ustalonego [mA] (RMS)
Do 2,5 kHz	1,0
$2,5 \leq f < 100$ kHz	0,4 f
$100 \text{ kHz} \leq f \leq 10\,000$ kHz	40

Uwaga B3-1: f oznacza częstotliwość wyrażoną w kilohercach (kHz).

Interwencyjne poziomy narażenia (IPN) dotyczące indukcji magnetycznej pól magnetostatycznych

Tabela B4

Wartości IPN dotyczące indukcji magnetycznej pól magnetostatycznych

Zagrożenia	IPN (B_0)
Zakłócenia działania wszczepionych aktywnych wyrobów, np. stymulatorów serca	0,5 mT
Zagrożenie przyciąganiem i gwałtownym przemieszczaniem przedmiotów w polu rozproszonym przy źródłach silnego pola (> 100 mT)	3 mT

ZAŁĄCZNIK III

SKUTKI TERMICZNE

GRANICZNE POZIOMY ODDZIAŁYWANIA I INTERWENCYJNE POZIOMY NARAŻENIA DOTYCZĄCE PRZEDZIAŁU CZĘSTOTLIWOŚCI OD 100 kHz DO 300 GHz

A. GRANICZNE POZIOMY ODDZIAŁYWANIA (GPO)

Górne GPO (GPOg) dotyczące częstotliwości od 100 kHz do 6 GHz (tabela A1) stanowią wartości graniczne energii i mocy pochłoniętej przez jednostkę masy tkanki ciała wskutek narażenia na pola elektryczne i pola magnetyczne.

Dolne GPO (GPOd) dotyczące częstotliwości od 0,3 do 6 GHz (tabela A2) stanowią wartości graniczne energii pochłoniętej przez niewielką masę tkanki w głowie wskutek narażenia na pola elektromagnetyczne.

Górne GPO (GPOg) dotyczące częstotliwości powyżej 6 GHz (tabela A3) stanowią wartości graniczne gęstości mocy fali elektromagnetycznej padającej na powierzchnię ciała.

Tabela A1

Wartości GPOg dotyczące narażenia na pola elektromagnetyczne od 100 kHz do 6 GHz

GPOg	Wartości SAR uśrednione w dowolnym okresie sześciu minut
GPO związane ze stresem cieplnym całego ciała wyrażonym jako SAR uśredniony w ciele	0,4 Wkg ⁻¹
GPO związane z miejscowym stresem cieplnym w głowie i tułowie, wyrażonym jako miejscowy SAR w ciele	10 Wkg ⁻¹
GPO związane z miejscowym stresem cieplnym w kończynach wyrażonym, jako miejscowy SAR w ciele	20 Wkg ⁻¹

Uwaga A1-1: Miejscowy SAR jest uśredniany w dowolnych 10 g zwartej tkanki; maksymalna wartość SAR otrzymana w ten sposób powinna być stosowana do oszacowania narażenia. Te 10 g tkanki ma stanowić masę zwartej tkanki o w przybliżeniu jednorodnych właściwościach elektrycznych. Precyzując zwartą masę tkanki stwierdzono, że pojęcie to jest użyteczne w dozymetrii obliczeniowej, ale może nastęrczać trudności przy bezpośrednich pomiarach fizycznych. Można posłużyć się prostym modelem geometrycznym, jak np. sześcian lub kula tkanki.

Wartości GPOd dotyczące częstotliwości od 0,3 GHz do 6 GHz

Te wartości GPOd (tabela A2) są związane z eliminacją skutków słuchowych spowodowanych narażeniem głowy na impulsowe promieniowanie mikrofalowe.

Tabela A2

Wartości GPOd dotyczące narażenia na pola elektromagnetyczne o częstotliwości od 0,3 do 6 GHz

Przedział częstotliwości	Miejscowa energia pochłonięta (SA)
0,3 ≤ f ≤ 6 GHz	10 mJkg ⁻¹

Uwaga A2-1: Masa tkanki dotycząca uśredniania miejscowego SA wynosi 10 g.

Tabela A3

Wartości GPOg dotyczące narażenia na pola elektromagnetyczne o częstotliwości od 6 GHz do 300 GHz

Przedział częstotliwości	GPOg dotyczące gęstości mocy
6 GHz ≤ f ≤ 300 GHz	50 Wm ⁻²

Uwaga A3-1: Gęstość mocy uśrednia się na dowolnych 20 cm² narażonej powierzchni. Maksymalne w przestrzeni gęstości mocy uśrednione na 1 cm² nie powinny przekroczyć dwudziestokrotnej wartości 50 Wm⁻². Gęstości mocy w przedziale od 6 do 10 GHz uśredniane są w dowolnym okresie sześciu minut. Powyżej 10 GHz gęstość mocy uśrednia się w dowolnym okresie $68/f^{1,05}$ minut (gdzie f jest częstotliwością w GHz), aby skompensować stopniowe zmniejszanie głębokości wnikań wraz ze wzrostem częstotliwości.

B. INTERWENCYJNE POZIOMY NARAŻENIA (IPN)

Następujące wielkości i wartości fizyczne są wykorzystywane do określenia interwencyjnych poziomów narażenia (IPN), których wielkość ustala się, aby przy pomocy uproszczonej oceny stwierdzić zgodność z odpowiednimi GPO lub w przypadku których muszą być podjęte odpowiednie środki ochronne lub zapobiegawcze wyszczególnione w art. 5:

- IPN(E) dotyczące natężenia pola elektrycznego E zmiennego w czasie pola elektrycznego, jak określono w tabeli B1,
- IPN(B) dotyczące indukcji magnetycznej B zmiennego w czasie pola magnetycznego, jak określono w tabeli B1,
- IPN(S) dotyczące gęstości mocy fal elektromagnetycznych, jak określono w tabeli B1,
- IPN(I_c) dotyczące prądów kontaktowych, jak określono w tabeli B2,
- IPN(I_l) dotyczące prądów kończynowych, jak określono w tabeli B2.

Wartości IPN odpowiadają obliczonym lub zmierzonym wartościom pól w miejscu pracy pod nieobecność pracownika – jako maksymalna wartość w miejscu, w którym znajduje się pracownik lub jego określona część ciała.

Interwencyjne poziomy narażenia (IPN) dotyczące narażenia na pola elektryczne i pola magnetyczne

Wartości IPN(E) i IPN(B) wywodzą się z GPO dotyczących wartości SAR lub gęstości mocy (tabele A1 i A3) opartych na progach związanych z wewnętrznymi skutkami termicznymi spowodowanymi narażeniem na (zewnętrzne) pole elektryczne i pole magnetyczne.

Tabela B1

Wartości IPN dotyczące narażenia na pola elektryczne i pola magnetyczne o częstotliwości od 100 kHz do 300 GHz

Przedział częstotliwości	Natężenie pola elektrycznego IPN(E) [Vm ⁻¹] (RMS)	Indukcja magnetyczna IPN(B) [μT] (RMS)	Gęstość mocy IPN(S) [Wm ⁻²]
100 kHz ≤ f < 1 MHz	6,1 × 10 ²	2,0 × 10 ⁶ /f	—
1 ≤ f < 10 MHz	6,1 × 10 ⁸ /f	2,0 × 10 ⁶ /f	—
10 ≤ f < 400 MHz	61	0,2	—
400 MHz ≤ f < 2 GHz	3 × 10 ⁻³ f ^{1/2}	1,0 × 10 ⁻⁵ f ^{1/2}	—
2 ≤ f < 6 GHz	1,4 × 10 ²	4,5 × 10 ⁻¹	—
6 ≤ f ≤ 300 GHz	1,4 × 10 ²	4,5 × 10 ⁻¹	50

Uwaga B1-1: f oznacza częstotliwość w hercach (Hz).

Uwaga B1-2: Wartości [IPN(E)]² i [IPN(B)]² uśrednia się w okresie sześciu minut. Dla impulsów częstotliwości radiowej szczytowa gęstość mocy uśredniona w czasie trwania impulsu nie może przekraczać tysiąc-krotności odpowiedniej wartości IPN(S). Dla pól wieloczęstotliwościowych analiza oparta jest na sumowaniu, jak wyjaśniono w praktycznych przewodnikach, o których mowa w art. 14.

Uwaga B1-3: Wartości IPN(E) i IPN(B) stanowią najwyższe obliczone lub zmierzone wartości w miejscu, w którym znajduje się ciało pracownika. Daje to w wyniku zachowawczą ocenę narażenia i automatyczną zgodność z GPO we wszystkich warunkach narażenia niejednorodnego. Aby uprościć ocenę zgodności z GPO, przeprowadzaną zgodnie z art. 4, w szczególnych warunkach narażenia niejednorodnego, w praktycznych przewodnikach, o których mowa w art. 14, z wykorzystaniem ustaleń dozymetrycznych zostaną ustanowione kryteria uśredniania przestrzennego mierzonych pól. Dla bardzo miejscowego źródła, w odległości do kilku centymetrów od ciała, zgodność z GPO jest określana dozymetrycznie, indywidualnie dla każdego przypadku.

Uwaga B1-4: Gęstość mocy uśrednia się na dowolnych 20 cm² narażonej powierzchni. Maksymalne w przestrzeni gęstości mocy uśrednione na 1 cm² nie powinny przekroczyć dwudziestokrotnej wartości 50 Wm⁻². Gęstości mocy w przedziale od 6 do 10 GHz uśredniane są w dowolnym okresie sześciu minut. Powyżej 10 GHz gęstość mocy uśrednia się w dowolnym okresie $68/f^{1,05}$ minut (gdzie f jest częstotliwością w GHz), aby skompensować stopniowe zmniejszanie głębokości wnikania wraz ze wzrostem częstotliwości.

Tabela B2

Wartości IPN dotyczące prądu kontaktowego stanu ustalonego i indukowanych prądów kończynowych

Przedział częstotliwości	IPN(I _c) dotyczące prądu kontaktowego stanu ustalonego [mA] (RMS)	IPN(I _i) dotyczące indukowanego prądu kończynowego w dowolnej kończynie [mA] (RMS)
100 kHz ≤ f < 10 MHz	40	—
10 MHz ≤ f ≤ 110 MHz	40	100

Uwaga B2-1: Wartości [IPN(I_i)]² uśrednia się w okresie sześciu minut.

ZAŁĄCZNIK IV

Tabela korelacji

Dyrektywa 2004/40/WE	Niniejsza dyrektywa
art. 1 ust. 1	art. 1 ust. 1
art. 1 ust. 2	art. 1 ust. 2 i 3
art. 1 ust. 3	art. 1 ust. 4
art. 1 ust. 4	art. 1 ust. 5
art. 1 ust. 5	art. 1 ust. 6
art. 2 lit. a)	art. 2 lit. a)
—	art. 2 lit. b)
—	art. 2 lit. c)
art. 2 lit. b)	art. 2 lit. d), e) i f)
art. 2 lit. c)	art. 2 lit. g)
art. 3 ust. 1	art. 3 ust. 1
art. 3 ust. 2	art. 3 ust. 1
—	art. 3 ust. 2
art. 3 ust. 3	art. 3 ust. 2 i 3
—	art. 3 ust. 4
art. 4 ust. 1	art. 4 ust. 1
art. 4 ust. 2	art. 4 ust. 2 i 3
art. 4 ust. 3	art. 4 ust. 3
art. 4 ust. 4	art. 4 ust. 4
art. 4 ust. 5 lit. a)	art. 4 ust. 5 lit. b)
art. 4 ust. 5 lit. b)	art. 4 ust. 5 lit. a)
—	art. 4 ust. 5 lit. c)
art. 4 ust. 5 lit. c)	art. 4 ust. 5 lit. d)
art. 4 ust. 5 lit. d)	art. 4 ust. 5 lit. e)
art. 4 ust. 5 lit. d) ppkt (i)	—
art. 4 ust. 5 lit. d) ppkt (ii)	—
art. 4 ust. 5 lit. d) ppkt (iii)	—

Dyrektywa 2004/40/WE	Niniejsza dyrektywa
art. 4 ust. 5 lit. d) ppkt (iv)	—
art. 4 ust. 5 lit. e)	art. 4 ust. 5 lit. f)
art. 4 ust. 5 lit. f)	art. 4 ust. 5 lit. g)
—	art. 4 ust. 5 lit. h)
—	art. 4 ust. 5 lit. i)
art. 4 ust. 5 lit. g)	art. 4 ust. 5 lit. j)
art. 4 ust. 5 lit. h)	art. 4 ust. 5 lit. k)
—	art. 4 ust. 6
art. 4 ust. 6	art. 4 ust. 7
art. 5 ust. 1	art. 5 ust. 1
art. 5 ust. 2 zdanie wprowadzające	art. 5 ust. 2 zdanie wprowadzające
art. 5 ust. 2 lit. a)–c)	art. 5 ust. 2 lit. a)–c)
—	art. 5 ust. 2 lit. d)
—	art. 5 ust. 2 lit. e)
art. 5 ust. 2 lit. d)–g)	art. 5 ust. 2 lit. f)–i)
—	art. 5 ust. 4
art. 5 ust. 3	art. 5 ust. 5
—	art. 5 ust. 6
—	art. 5 ust. 7
art. 5 ust. 4	art. 5 ust. 8
—	art. 5 ust. 9
art. 5 ust. 5	art. 5 ust. 3
art. 6 zdanie wprowadzające	art. 6 zdanie wprowadzające
art. 6 lit. a)	art. 6 lit. a)
art. 6 lit. b)	art. 6 lit. b)
—	art. 6 lit. c)
art. 6 lit. c)	art. 6 lit. d)
art. 6 lit. d)	art. 6 lit. e)
—	art. 6 lit. f)

Dyrektywa 2004/40/WE	Niniejsza dyrektywa
art. 6 lit. e)	art. 6 lit. g)
art. 6 lit. f)	art. 6 lit. h)
—	art. 6 lit. i)
art. 7	art. 7
art. 8 ust. 1	art. 8 ust. 1
art. 8 ust. 2	—
art. 8 ust. 3	art. 8 ust. 2
art. 9	art. 9
—	art. 10
art. 10 ust. 1	art. 11 ust. 1 lit. c)
art. 10 ust. 2 lit. a)	art. 11 ust. 1 lit. a)
art. 10 ust. 2 lit. b)	art. 11 ust. 1 lit. b)
art. 11	—
—	art. 12
—	art. 13
—	art. 14
—	art. 15
art. 13 ust. 1	art. 16 ust. 1
art. 13 ust. 2	art. 16 ust. 2
—	art. 17
art. 14	art. 18
art. 15	art. 19
załącznik	załącznik I, załącznik II i załącznik III
—	załącznik IV

Dyrektywa 2013/35/UE ustanawia minimalne wymogi w zakresie bezpieczeństwa dotyczące narażenia pracowników na zagrożenia związane z polami elektromagnetycznymi. Niniejszy poradnik został przygotowany, aby pomóc pracodawcom, szczególnie małym i średnim przedsiębiorstwom, w zrozumieniu, co powinni zrobić, aby spełnić wymogi dyrektywy. Może on jednak również być przydatny dla pracowników, przedstawicieli pracowników i organów regulacyjnych w państwach członkowskich. Składa się on z dwóch części i specjalnego poradnika dla MŚP.

W części I poradnika zawarto porady dotyczące przeprowadzania oceny ryzyka oraz dalsze porady dotyczące opcji, które mogą mieć zastosowanie, gdy pracodawcy muszą wdrożyć dodatkowe środki ochronne i zapobiegawcze.

W części II przedstawiono dwanaście analiz konkretnych przypadków, w których pokazano pracodawcom, jak przeprowadzać ocenę, oraz przedstawiono niektóre ze środków ochronnych i zapobiegawczych, które mogliby oni wybrać i stosować. Analizy konkretnych przypadków zostały przedstawione w kontekście typowych miejsc pracy, ale oparte są na rzeczywistych sytuacjach.

Poradnik dla MŚP pomoże Państwu w przeprowadzaniu wstępnej oceny ryzyka wynikającego z narażenia na działanie pola elektromagnetycznego na stanowisku pracy. Na podstawie wyników tej oceny będą Państwo mogli łatwiej zdecydować, czy konieczne jest podjęcie dalszych działań zgodnie z dyrektywą o polach elektromagnetycznych.

Niniejsza publikacja jest dostępna w formie elektronicznej we wszystkich językach urzędowych UE.

Nasze publikacje mogą Państwo pobrać bezpłatnie na stronie:

<http://ec.europa.eu/social/main.jsp?catId=93&langId=pl>

Jeżeli chcieliby Państwo regularnie otrzymywać nowe informacje na temat Dyrekcji Generalnej ds. Zatrudnienia, Spraw Społecznych i Włączenia Społecznego, zaprenumerujcie Państwo bezpłatną publikację Social Europe e-newsletter na stronie

<http://ec.europa.eu/social/e-newsletter>



<https://www.facebook.com/socialeurope>



https://twitter.com/EU_Social

