

Główny Inspektorat Pracy

Zeszyty inspektora pracy

Bezpieczeństwo i higiena pracy w polach elektromagnetycznych

Informacje dla przeprowadzających kontrole
w zakładach pracy
stosujących źródła pól elektromagnetycznych

Opracowanie: **Grażyna Jarosiewicz**
Departament Warunków Pracy w GIP

Warszawa 2008

ISSN 1426-238X

WYDAWCA: Główny Inspektorat Pracy
Departament Prewencji i Promocji

Redakcja techniczna i opracowanie graficzne - Jan Klimczak

Druk: Centrum Obsługi Kancelarii Prezesa Rady Ministrów w Warszawie

SPIS TREŚCI

1. Wprowadzenie	5
2. Oddziaływanie pól elektromagnetycznych	7
2.1. Na człowieka	7
2.2. Na infrastrukturę techniczną	8
2.3. Nadzór nad warunkami pracy i ochroną zdrowia pracowników zatrudnionych w warunkach ekspozycji na pola elektromagnetyczne	9
3. Regulacje prawne w Polsce dotyczące bezpieczeństwa w polach elektromagnetycznych	10
4. Obowiązki pracodawcy zatrudniającego pracowników w warunkach narażenia na pola elektromagnetyczne stref ochronnych	13
5. Ocena ryzyka zawodowego związanego z ekspozycją na pola elektromagnetyczne	19
6. Dyrektywa europejska dotycząca ekspozycji pracowników na pola elektromagnetyczne	25
7. Metody prewencji i ograniczania zagrożeń elektromagnetycznych	28
7.1. Napowietrzne rozdzielnie wysokiego napięcia (110/15 kV)	28
7.2. Stacje transformatorowe 15/04 kV	29
7.3. Diatermie fizykoterapeutyczne	31
7.4. Urządzenia do elektrochirurgii (lancetrony, diatermie chirurgiczne)	32
7.5. Medyczne tomografy jądrowego rezonansu magnetycznego (NMR)	34
7.6. Urządzenia do magnetoterapii	35
7.7. Nagrzewnice indukcyjne stosowane w procesach obróbki plastycznej wyrobów metalowych	36
7.8. Piece łukowe	37
7.9. Spektroskopy jądrowego rezonansu magnetycznego (NMR)	38
7.10. Spawarki transformatorowe	38
7.11. Spawarki inwertorowe	39
7.12. Zgrzewarki dielektryczne	40
7.13. Zgrzewarki oporowe - punktowe, stacjonarne	41

1. Wprowadzenie

Pole elektromagnetyczne to przenikające się zmienne pola elektryczne i magnetyczne.

Pola elektromagnetyczne dzielimy na **naturalne lub wytwarzane sztucznie**. **Naturalne pole elektromagnetyczne** to m.in. pole geomagnetyczne Ziemi, pola związane ze zjawiskami zachodzącymi w atmosferze (np. wyładowania elektryczne w czasie burzy) oraz pola pochodzące z przestrzeni pozaziemskiej. **Sztuczne pola i promieniowanie elektromagnetyczne** wytwarzane są przez wszystkie urządzenia elektryczne i przewody zasilające.

Ekspozycja na pola elektromagnetyczne występuje wówczas, gdy człowiek jest poddawany oddziaływaniu pola oraz prądom kontaktowym, różnym od wynikających z procesów fizjologicznych w organizmie lub innych zjawisk naturalnych.

Ekspozycja zawodowa na pola elektromagnetyczne występuje wtedy, gdy pracownik znajduje się w polach o natężeniach ze stref ochronnych ustalonych w rozporządzeniu Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dn. 29 listopada 2002 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. Zał. 2, Część E. Pola i promieniowanie elektromagnetyczne z zakresu częstotliwości 0 Hz-300 GHz (Dz. U. Nr 217, poz. 1833) oraz w Polskiej Normie PN-T- 06580:2002.

Źródła pól elektromagnetycznych, najbardziej rozpowszechnione w środowisku pracy, to:

1. **urządzenia elektroenergetyczne**, takie jak linie wysokiego napięcia, stacje przesyłowo-rozdzielcze, transformatory, instalacje zasilające.

2. **urządzenia elektrotermiczne**, takie jak:

- piece łukowe i indukcyjne do topienia złomu,
- nagrzewnice indukcyjne do termicznej obróbki elementów stalowych (jak hartowanie, kucie), rafinacji półprzewodników,
- zgrzewarki dielektryczne do łączenia elementów z folii termoplastycznej,
- urządzenia do dielektrycznego suszenia i klejenia drewna.

3. **urządzenia radio- i telekomunikacyjne**, takie jak:

- stacje nadawcze radiowe i telewizyjne,
- obiekty radiolokacyjne,
- stacje bazowe telefonii komórkowych, telefonia ruchoma – radiotelefony, telefony komórkowe itp.

4. **urządzenia medyczne i laboratoryjne**, takie jak:

- diatermie fizykoterapeutyczne,
- urządzenia do elektrochirurgii (lancetrony, diatermie chirurgiczne),
- tomografy i spektrometry jądrowego rezonansu magnetycznego,
- urządzenia do magnetoterapii.

5. **zgrzewarki oporowe i spawarki do łączenia elementów metalowych**,

6. **urządzenia ultradźwiękowe**, takie jak myjki ultradźwiękowe, litytryptery,

7. **urządzenia elektrochemiczne i separatory magnetyczne**, takie jak kadzie elektrolityczne do elektrolizy i separatory do wychwytywania elementów metalowych z materiałów sypkich i rozdrobnionych,

8. **urządzenia kontroli dostępu (np. bramki magnetyczne), detektory metali**,

9. **urządzenia komputerowe i narzędzia elektryczne**.

Wytwarzanie pól elektromagnetycznych może być głównym przeznaczeniem urządzenia (np. nadajniki radiowe i telewizyjne, urządzenia elektrotermiczne, diatermie krótkofalowe, urządzenia do elektrochirurgii, tomografy NMR) albo ubocznym skutkiem jego działania (np. pole występujące wokół linii wysokiego napięcia czy typowej instalacji zasilającej urządzenia elektryczne).

Źródłami silnych pól elektromagnetycznych są głównie medyczne urządzenia diagnostyczne i terapeutyczne, spektrometry NMR, urządzenia radiowe oraz urządzenia elektrotermiczne, zgrzewarki dielektryczne i oporowe, urządzenia spawalnicze i elektrochemiczne. Z tego względu urządzenia te powinny być szczególnie nadzorowane.

2. Oddziaływanie pól elektromagnetycznych

2.1. Na człowieka

Skutek i sposób oddziaływania pól elektromagnetycznych na organizm człowieka są w bardzo dużym stopniu zależne od częstotliwości pola (promieniowania), jego natężenia oraz od czasu ekspozycji.

Pole elektromagnetyczne może oddziaływać na organizm człowieka:

- bezpośrednio (oddziaływanie energii pierwotnych źródeł pól),
- pośrednio (oddziaływanie energii wtórnych źródeł pól, tzn. energii pól zgromadzonej w obiektach ekspozycyjnych na pola e-m).

Ekspozycja na pola e-m o częstotliwości powyżej 100 kHz może wywołać w organizmie człowieka **efekt termiczny**, czyli podwyższenie temperatury całego ciała lub niektórych narządów i ewentualne ich uszkodzenie wskutek poparzenia. Natomiast przy ekspozycji na pola e-m o częstotliwości poniżej 100 kHz mogą występować **efekty pozatermiczne** wywołane przez prądy indukowane wewnątrz organizmu lub prądy kontaktowe przy dotknięciu konstrukcji metalowej odbierającej energię pola elektromagnetycznego. Najczęściej zgłaszane przez pracowników problemy zdrowotne to dolegliwości o charakterze subiektywnym w postaci bólów i zawrotów głowy, zaburzeń snu, ogólnego osłabienia i szybkiego męczenia się pracą umysłową, ospałości, dolegliwości sercowo-naczyniowych (obniżenie ciśnienia krwi, kołatanie serca, zmiany w zapisie EKG), zaburzeń pamięci (najczęściej szybkie zapominanie), dolegliwości ze strony układu pokarmowego, zmian w układzie nerwowym (np. nerwica wegetatywna, stany neurasstyczne, chwiejność emocjonalna) zaburzeń miesiączkowania, zaburzeń potencji płciowej.

Wnioskowanie o ewentualnych skutkach zdrowotnych i ryzyku pracy w zasięgu pól e-m jest trudne i w wielu aspektach musi być oparte na własnym doświadczeniu i nie w pełni udowodnionych przesłankach [2]. Lekarze medycyny przemysłowej i medycyny pracy są natomiast zgodni, że ryzyko zdrowotne jest większe u pracowników narażonych przez wiele lat na pola e-m o dużych intensywnościach. Nadal jednak brak jednoznacznych

dowodów na zależność dawka-efekt [2]. Generalnie należy unikać ekspozycji zbędnej i jak najszerzej stosować rozwiązania techniczne i organizacyjne, ograniczające ekspozycję (**zasada ALARA**).

Pola elektromagnetyczne w przeciwieństwie do innych czynników szkodliwych środowiska, np. hałasu, nie są z reguły rejestrowane przez zmysły człowieka, dlatego niemożliwe jest intuicyjne dostosowanie sposobu postępowania człowieka do stopnia zagrożenia [1].

Przeciwwskazaniem do zatrudnienia w ekspozycji na pola elektromagnetyczne są choroby ośrodkowego układu nerwowego, choroby psychiczne, nerwice o znacznym stopniu nasilenia, choroby układu krążenia przebiegające z zaburzeniami rytmu serca, choroby, w których dochodzi do zmiany przezierności soczewek, niektóre choroby układu dokrewnego.

2.2. Na infrastrukturę techniczną

Oprócz oddziaływania na organizm pracownika, silne pola elektromagnetyczne mogą oddziaływać na materialne elementy środowiska pracy i być przyczyną m.in.:

- zakłóceń pracy automatycznych urządzeń sterujących i elektronicznej aparatury medycznej (w tym elektrostymulatorów serca oraz innych elektronicznych implantów medycznych),
- detonacji urządzeń elektrowybuchowych (detonatorów),
- pożarów i eksplozji związanych z zapaleniem się materiałów łatwopalnych od iskier wywoływanych przez pola indukowane lub ładunki elektrostatyczne.

Silne pola elektromagnetyczne mogą zatem powodować zjawiska niebezpieczne dla bezpieczeństwa ludzi przebywających w pobliżu źródeł pól, a nawet przyczynić się do powstania wypadków.

W celu zapobiegania takim zjawiskom urządzenia muszą spełniać wymogi odpowiednich przepisów o kompatybilności elektromagnetycznej. Stan kompatybilności elektromagnetycznej osiągnięty jest wtedy, gdy oba urządzenia działają poprawnie w swojej obecności, tj. każde z nich:

- nie wywołuje w swoim środowisku zaburzeń elektromagnetycznych o wartościach przekraczających odporność na te zaburzenia innego urządzenia występującego w tym środowisku,
- posiada wymaganą odporność na zaburzenia elektromagnetyczne.

2.3. Nadzór nad warunkami pracy i ochroną zdrowia pracowników zatrudnionych w warunkach ekspozycji na pola elektromagnetyczne

Nadzór nad warunkami pracy i ochroną zdrowia pracowników zatrudnionych we wszystkich zakładach pracy stosujących źródła pól elektromagnetycznych prowadzony jest przez Państwową Inspekcję Sanitarną, stacje sanitarno-epidemiologiczne oraz Państwową Inspekcję Pracy.

Z upoważnienia Głównego Inspektora Sanitarnego prowadzony jest w Instytucie Medycyny Pracy w Łodzi, przy współpracy ze stacjami sanitarno-epidemiologicznymi, rejestr urządzeń i instalacji wytwarzających pola i promieniowanie elektromagnetyczne zakresu 0 Hz-300 GHz (**Centralny Rejestr Źródeł Emisji Pól Elektromagnetycznych, tzw. Baza Danych o Źródłach PEM**).

3. Regulacje prawne w Polsce dotyczące bezpieczeństwa w polach elektromagnetycznych

Pole elektromagnetyczne to jeden z czynników szkodliwych dla zdrowia występujących w środowisku pracy i odnoszą się do niego postanowienia Kodeksu pracy oraz rozporządzeń wykonawczych ustanowionych przez ministra właściwego do spraw pracy i ministra zdrowia, a także Polskie Normy.

Zasady dopuszczalnej ekspozycji pracowników na pola elektromagnetyczne zakresu częstotliwości 0 Hz-300 GHz określone są w rozporządzeniu Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dn. 29 listopada 2002 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. Zał. 2, Część E. Pola i promieniowanie elektromagnetyczne z zakresu częstotliwości 0 Hz-300 GHz (Dz. U. Nr 217, poz. 1833) oraz w Polskiej Normie PN-T-06580:2002.

Przepisy te wprowadzają zasadę stref ochronnych:

- **niebezpiecznej** – rozumianej jako obszar, w którym pracownikom nie wolno przebywać (dozwolone jest przebywanie jedynie w specjalnych kombinizonach ekranujących, ograniczających narażenie),

- **zagrożenia** – rozumianej jako obszar, w którym dopuszczone jest przebywanie pracowników zatrudnionych przy źródłach przez czas krótszy od 8 godzin na dobę, zależny od natężenia pola, tak aby wskaźnik ekspozycji był < 1 ,

- **pośredniej** – rozumianej jako obszar, w którym dopuszczone jest przebywanie pracowników zatrudnionych przy źródłach w ciągu całej zmiany roboczej.

Strefy ochronne pełnią rolę analogiczną do wartości NDN i NDS, stosowanych przy rozpatrywaniu narażenia na inne czynniki fizyczne i chemiczne [1].

NDN pól elektromagnetycznych to wartości natężenia pola elektrycznego i magnetycznego (E, H) dopuszczalne przy 8-godzinnej ekspozycji pracowników. Są to wartości graniczne natężenia pola e-m strefy zagrożenia i strefy pośredniej.

Obszar poza strefami ochronnymi jest obszarem strefy bezpiecznej, w którym można przebywać bez ograniczeń.

Ww. rozporządzenie w sprawie NDS i NDN określa szczegółowo parametry charakteryzujące pole e-m dla celów ochronnych:

- środowiskowe:
 - widmo częstotliwości,
 - natężenie pola magnetycznego o ogólnym działaniu na organizm człowieka,
 - natężenie pola elektrycznego, natężenie pola magnetycznego o działaniu miejscowym na kończyny pracownika – w zakresie częstotliwości od 0 Hz do 800 kHz
- do oceny ryzyka:
 - dozę rzeczywistą pola magnetycznego strefy zagrożenia,
 - dozę rzeczywistą pola elektrycznego strefy zagrożenia,
 - wskaźnik ekspozycji w strefie zagrożenia (W).

Rozporządzenie nakłada na pracodawcę obowiązek oznakowania urządzeń wytwarzających pola elektromagnetyczne i obszarów występowania silnych pól jako zasięgu stref ochronnych.

Zasady oznakowania znakami ostrzegawczymi stref ochronnych i źródeł promieniowania elektromagnetycznego określają Polskie Normy:

- PN-74/T-06260 Źródła promieniowania elektromagnetycznego. Znaki ostrzegawcze.
- PN-93/N-01256/03 Znaki bezpieczeństwa. Ochrona i higiena pracy.

Klasyfikacja ekspozycji zawodowej pracowników na pola elektromagnetyczne ze względu na wielkość narażenia zawarta jest w normie PN-T-06580-1: 2002 Ochrona pracy w polach i promieniowaniu elektromagnetycznym w zakresie częstotliwości od 0 Hz do 300 Hz [13].

Norma ta wyróżnia ekspozycję:

- **niebezpieczną** – ekspozycja na pola ze strefy niebezpiecznej, niezależnie od wartości wskaźnika ekspozycji W,
- **nadmierną** – ekspozycja na pola ze strefy zagrożenia, jeżeli wskaźnik ekspozycji $W > 1$,

- **dopuszczalną** – ekspozycja na pola ze strefy pośredniej lub zagrożenia, jeżeli wskaźnik ekspozycji W nie przekracza 1,
- **pomijalną** – ekspozycja pracowników na pola ze strefy bezpiecznej.

Zasady ekspozycji pracowników młodocianych i kobiet w ciąży określone są w:

– rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 24 sierpnia 2004 r. w sprawie wykazu prac wzbronionych młodocianych i warunków ich zatrudniania przy niektórych z tych prac (Dz. U. Nr 200, poz. 2047 ze zm.).

– rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 10 września 1996 r. w sprawie wykazu prac szczególnie uciążliwych lub szkodliwych dla zdrowia kobiet (Dz. U. z 1996 r., Nr 114, poz. 545, zm.: Dz. U. z 2002 r., Nr 127, poz. 1092).

Zgodnie z ww. przepisami wzbronione jest zatrudnianie kobiet w ciąży i młodocianych przy pracach w zasięgu pól elektromagnetycznych o natężeniach przekraczających wartości dla strefy bezpiecznej.

4. Obowiązki pracodawcy zatrudniającego pracowników w warunkach narażenia na pola elektromagnetyczne stref ochronnych

Pracodawca (art. 207 Kodeksu pracy) ponosi odpowiedzialność za stan bezpieczeństwa i higieny pracy w zakładzie pracy. Obowiązany jest m.in.:

- zawiadomić w terminie 30 dni właściwego okręgowego inspektora pracy i właściwego państwowego inspektora sanitarnego o rozpoczętej działalności (tu: związanej z wytwarzaniem pól elektromagnetycznych) – art. 209 Kp,
- stosować maszyny i urządzenia zabezpieczające pracownika przed promieniowaniem – art. 215 Kp,
- wyposażać maszyny lub urządzenia (tu: będące źródłem pól e-m) w dodatkowe zabezpieczenia, w przypadku, gdy konstrukcja zabezpieczenia maszyny lub urządzenia jest uzależniona od warunków lokalnych – art. 216 Kp,
- wyposażać stanowiska pracy wyłącznie w maszyny i urządzenia spełniające wymagania dot. oceny zgodności* – art. 217 Kp,

***Uwaga:**

- 1. Wyroby będące źródłem pól e-m muszą być zgodne z dyrektywami nowego podejścia (m.in. maszynową, niskonapięciową, dotyczącą kompatybilności elektromagnetycznej) i normami z nimi zharmonizowanymi.**
- 2. Znak „CE” na urządzeniu będącym źródłem pola e-m nie gwarantuje spełnienia wymagań odnośnie do ekspozycji pracowników na pola. Nierzadko do oceny narażenia wymagane są np. pomiary natężenia pól wokół źródła**

- ustalić stopień szkodliwości dla zdrowia pracowników stosowanych procesów technologicznych i podjąć środki profilaktyczne – art. 220 Kp,

– oceniać i dokumentować ryzyko zawodowe związane z wykonywaną pracą (tu: ekspozycją na pola e-m) oraz stosować niezbędne środki profilaktyczne zmniejszające ryzyko – art. 226 Kp,

– informować pracowników o ryzyku zawodowym związanym z wykonywaną pracą (tu ekspozycją na pola e-m) i zasadach ochrony przed zagrożeniami oraz stosować środki ograniczające ich oddziaływanie – art. 226 Kp,

– przeprowadzać na swój koszt badania i pomiary czynników szkodliwych dla zdrowia występujących w środowisku pracy (tu: pola e-m), rejestrować i przechowywać wyniki tych badań i pomiarów oraz udostępniać je pracownikom – art. 227 Kp,

– zapewnić pracownikom odpowiednie: profilaktyczne badania lekarskie (Art. 229 Kp), szkolenie w zakresie bezpiecznego wykonywania pracy (Art. 237³ Kp), środki ochrony indywidualnej (art. 237⁶ Kp),

– wydawać szczegółowe instrukcje i wskazówki dot. bezpieczeństwa na stanowiskach pracy (tu: związane z ekspozycją na pola e-m) - art. 237⁴ Kp.

Obowiązki pracodawcy zawarte w Kodeksie pracy sprecyzowane są w odpowiednich przepisach wykonawczych do ustawy (rozporządzeniach).

Są to:

1) rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 20 kwietnia 2005 r. w sprawie badań i pomiarów czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (Dz. U. Nr 73, poz. 645).

Zgodnie z rozporządzeniem:

■ Pracodawca przed wykonaniem badań i pomiarów czynników szkodliwych dokonuje rozeznania w celu ich wytypowania do oznaczenia w środowisku pracy. Rozeznanie to obejmuje:

→ procesy technologiczne,

→ organizację i sposób wykonywania pracy (§ 4).

■ Badania i pomiary pól e-m przeprowadza się, jeżeli w wyniku rozeznania wykazano, że wokół źródła pola występują strefy ochronne pola elektromagnetycznego.

■ Pracodawca przeprowadza badania i pomiary czynnika szkodliwego (tu: pola i promieniowania elektromagnetycznego) – nie później niż 30 dni od rozpoczęcia działalności (tu: związanej z wytwarzaniem pól elektromagnetycznych) – § 5.

■ Badania i pomiary przeprowadza się wg Polskich Norm, tj. PN-T-06580: 2002, która jest zharmonizowana w rozporządzeniu w sprawie NDS i NDN.

- Częstotliwość badań i pomiarów pól – w zależności od poziomu pól (§ 2):
 - co najmniej raz w roku – H lub $E > 0,5$ NDN,
 - co najmniej raz na dwa lata – $0,1 < H$ lub $E < 0,5$ NDN,
 - każdorazowo w razie zmiany warunków eksploatacji źródeł pól, które mogą wpływać na rozkład stref ochronnych.

NDN – wartość E1 i H1 z rozporządzenia Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dn. 29 listopada 2002 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. Zał. 2, Część E. Pola i promieniowanie elektromagnetyczne z zakresu częstotliwości 0 H-300 GHz.

- Badań nie przeprowadza się, jeżeli wyniki dwóch ostatnio przeprowadzonych badań i pomiarów (H lub E) $< 0,1$ NDN.

- Badania i pomiary mogą przeprowadzać jedynie laboratoria uprawnione lub akredytowane, o potwierdzonych kompetencjach technicznych do pomiarów.

- Pracodawca niezwłocznie informuje pracowników o wynikach badań i pomiarów pól (§ 8).

- Pracodawca prowadzi karty pomiarów, rejestruje i przechowuje wyniki badań i pomiarów pól (§ 9). Rejestry oraz karty należy przechowywać przez okres 40 lat, licząc od daty ostatniego wpisu. W przypadku likwidacji zakładu pracy, pracodawca niezwłocznie przekazuje rejestry oraz karty właściwemu miejscowo Państwowemu Inspektorowi Sanitarnemu.

- Pracodawca na pisemne żądanie pracownika (byłego pracownika, jego przedstawiciela ustawowego lub pełnomocnika) niezwłocznie udostępnia mu dokumenty dotyczące badań i pomiarów pól (§ 10).

2) rozporządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 30 maja 1996 r. w sprawie przeprowadzenia badań lekarskich pracowników, zakresu profilaktycznej opieki zdrowotnej nad pracownikami oraz orzeczeń lekarskich wydawanych do celów przewidzianych w Kodeksie pracy (Dz. U. Nr 69, poz. 332 z późn. zm).

Zgodnie z rozporządzeniem:

■ Badania profilaktyczne wykonywane są wyłącznie przez lekarzy profilaktyków.

■ Skierowanie wystawione przez pracodawcę na badania profilaktyczne pracownika zatrudnionego w ekspozycji na pole elektromagnetyczne powinno zawierać:

→ określenie rodzaju badania profilaktycznego (wstępne, okresowe, kontrolne),

→ określenie stanowiska pracy,

→ informacje o występującej na stanowisku pracy ekspozycji na pola,

→ wyniki badań i pomiarów pól na stanowisku.

We „Wskazówkach do badań profilaktycznych” (załącznik do rozporządzenia) określono narządy krytyczne dla oddziaływania pól. Są to: układ nerwowy, układ bódźoprzewodzący serca, soczewki i układ hormonalny.

Rozporządzenie określa także zakres badań i częstotliwość badań profilaktycznych pracowników zatrudnionych w ekspozycji na pola e-m.

3) rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 27 lipca 2004 r. w sprawie szkolenia w dziedzinie bezpieczeństwa i higieny pracy (Dz. U. Nr 180, poz. 1860 ze zmianami).

Zgodnie z rozporządzeniem pracodawca obowiązany jest:

■ zapewnić pracownikowi odbycie odpowiedniego do rodzaju wykonywanej pracy szkolenia (wstępnego i okresowego), w tym przekazać mu informacje i instrukcje dotyczące zajmowanego stanowiska pracy,

■ w razie wykonywania pracy na terenie zakładu pracy pracodawcy przez pracownika innego pracodawcy – zapewnić poinformowanie tego pracownika o zagrożeniach dla bezpieczeństwa i zdrowia podczas pracy na tym terenie. Uzyskanie tych informacji pracownik powinien potwierdzić podpisem.

Ramowe programy szkoleń pracodawców wykonujących zadania służby bezpieczeństwa i higieny pracy i pracowników służby bhp i osób wykonujących zadania tej służby obejmują w swoim zakresie:

– metody identyfikacji, analizy i oceny zagrożeń oraz oceny ryzyka związanego z tymi zagrożeniami, w tym polami elektromagnetycznymi,

– metody likwidacji lub ograniczenia oddziaływania na pracowników czynników szkodliwych dla zdrowia, uciążliwych i niebezpiecznych występujących w procesach pracy.

4) rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 2 września 1997 r. w sprawie służby bezpieczeństwa i higieny pracy (Dz. U. Nr 109, poz. 704 z późn. zm.).

Z zakresu działania służby bhp (§ 2 ust. 1 rozp.) wynika m.in. obowiązek:

- współpracy z laboratoriami upoważnionymi do dokonywania badań i pomiarów pól elektromagnetycznych występujących w środowisku pracy, w zakresie organizowania tych badań i pomiarów oraz sposobów ochrony pracowników przed tym czynnikiem,

- przechowywania wyników badań i pomiarów pól elektromagnetycznych występujących w środowisku pracy,

- udział w dokonywaniu oceny ryzyka zawodowego związanego z wykonywaniem pracy w polach elektromagnetycznych,
- doradztwo w zakresie organizacji i metod pracy na stanowiskach pracy, na których występuje pole elektromagnetyczne oraz doboru najwłaściwszych środków ochrony zbiorowej i indywidualnej.

5) rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dn. 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (Dz. U. z 2003 r. Nr 169. poz. 1650 – tekst. jedn. z późn. zm.).

Zgodnie z rozporządzeniem pracodawca obowiązany jest:

§ 39

- oceniać i dokumentować ryzyko zawodowe związane z wykonywaną pracą;

- stosować niezbędne środki profilaktyczne zmniejszające ryzyko;

- zapewnić organizację pracy zabezpieczającą pracowników przed zagrożeniami;

- zapewnić likwidację zagrożeń.

§ 41

- udostępnić pracownikom, do stałego korzystania, aktualne instrukcje bezpieczeństwa i higieny pracy dotyczące:

- stosowanych w zakładzie procesów technologicznych oraz wykonywania prac związanych z zagrożeniem czynnikiem szkodliwym lub niebezpiecznym;

- obsługi maszyn i innych urządzeń technicznych;

- udzielania pierwszej pomocy.

§ 51

- zapewnić aby maszyny i inne urządzenia techniczne spełniały wymagania bezpieczeństwa i higieny pracy, przez cały okres ich użytkowania.

§ 57

● zapewnić aby maszyny oraz ich urządzenia ochronne były utrzymywane w stanie sprawności technicznej.

§ 61

● zapewnić aby czynności związane z obsługą, naprawą, remontem lub konserwacją maszyn wykonywane były przez pracowników upoważnionych i posiadających odpowiednie przygotowanie.

§ 80 § 81

● w przypadku występowania w zakładzie prac szczególnie niebezpiecznych:

- ustalić i aktualizować wykaz tych prac;
- określić szczegółowe wymagania bezpieczeństwa i higieny pracy przy wykonywaniu tych prac.

Zagadnienia terminologii, pomiarów i oceny ekspozycji zawodowej są uregulowane kompleksowo przez Polskie Normy:

■ PN-T-06580-1:2002 Ochrona pracy w polach i promieniowaniu elektromagnetycznym w zakresie częstotliwości od 0 Hz do 300 GHz Część 1 Terminologia.

■ PN-T-06580-3:2002 Ochrona pracy w polach i promieniowaniu elektromagnetycznym w zakresie częstotliwości od 0 Hz do 300 GHz Część 3 Metody pomiaru i oceny pola na stanowisku pracy.

5. Ocena ryzyka zawodowego związanego z ekspozycją na pola elektromagnetyczne

Zgodnie z przepisami bhp [3,12] pracodawca obowiązany jest oceniać i dokumentować ryzyko zawodowe występujące przy określonych pracach oraz stosować niezbędne środki profilaktyczne zmniejszające ryzyko.

Ryzyko zawodowe może być oceniane różnymi metodami (np. wg normy PN-N-18002: 2000 Systemy zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy. Ogólne wytyczne do oceny ryzyka zawodowego, metodą Risc Score i in.).

Poniżej przedstawiono sposób oceny ryzyka zawodowego związanego z ekspozycją na pola zaproponowany przez Centralny Instytut Ochrony Pracy [1].

Jest to metoda spełniająca kryteria normy PN-N-18002: 2000 Systemy zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy. Ogólne wytyczne do oceny ryzyka zawodowego.

Zgodnie z ww. normą ocena ryzyka zawodowego powinna być przeprowadzona w celu:

- sprawdzenia, czy występujące na stanowiskach pracy zagrożenia wynikające z ekspozycji na pole e-m zostały zidentyfikowane i czy jest znane związane z nią ryzyko zawodowe,
- wykazania zarówno pracownikom i/lub ich przedstawicielom, jak i organom nadzoru i kontroli, że przeprowadzono analizę zagrożeń i zastosowano właściwe środki ochronne,
- dokonania odpowiedniego wyboru wyposażenia stanowisk pracy, materiałów oraz organizacji pracy,
- ustalenia priorytetów w działaniach zmierzających do eliminowania lub ograniczania ryzyka zawodowego związanego z ekspozycją na pola,
- zapewnienia ciągłej poprawy bezpieczeństwa i higieny pracy.

Ocena ryzyka zawodowego powinna być przeprowadzona przez zespół składający się z ludzi, którzy znają i rozumieją zasady oceny, mają wiedzę niezbędną do identyfikowania zagrożeń, potrafią formułować propozycje

działań korygujących i zapobiegawczych, a także oceniać ich skuteczność. Ocena taka powinna być przeprowadzana okresowo i zawsze wtedy, gdy wykorzystane do jej sporządzenia informacje straciły swą aktualność, a w szczególności w następujących sytuacjach:

- przy tworzeniu nowych miejsc pracy,
- przy wprowadzaniu zmian na stanowiskach pracy (np. technologicznych lub organizacyjnych),
- po wprowadzeniu zmian w stosowanych środkach ochronnych,
- po zmianie obowiązujących wymagań, odnoszących się do ocenianych stanowisk pracy.

Proces oceny ryzyka zawodowego wynikającego z zatrudnienia w polach elektromagnetycznych powinien obejmować następujące etapy:

1. **identyfikację źródła pól elektromagnetycznych** i ich charakterystyki, głównie ustalenie częstotliwości (lub widma częstotliwości) wytwarzanego pola, decydującej o wartościach dopuszczalnych wielkości charakteryzujących ekspozycję, występujących w kryteriach oceny oraz w metodzie pomiarów;

2. **wybranie kryteriów oceny;**

3. **przeprowadzenie pomiarów** wielkości charakteryzujących ekspozycję (natężenia pól elektrycznych i magnetycznych);

4. **określenie rzeczywistego czasu ekspozycji, doz i wskaźnika ekspozycji** (w przypadku zlokalizowania stanowiska w strefie zagrożenia);

5. **oszacowanie ryzyka** – porównanie dopuszczalnych warunków ekspozycji z warunkami rzeczywistymi;

6. **wyznaczenie dopuszczalności ryzyka** – ocena wg skali trzystopniowej.

Oszacowanie ryzyka zawodowego można przeprowadzać w różny sposób, w zależności od potrzeb pracodawcy. Zaleca się przede wszystkim takie sposoby, których zastosowanie nie wymaga wiedzy specjalistycznej i które mogą być w prosty sposób wykorzystywane przez osoby przeprowadzające ocenę. Istotne jest, aby otrzymane wyniki oszacowania ryzyka były w pełni wystarczające do wyznaczenia jego dopuszczalności i właściwego planowania działań korygujących i zapobiegawczych [1].

W normie zaleca się, aby tam, gdzie to jest możliwe, ryzyko zawodowe oszacować na podstawie wielkości charakteryzujących narażenie.

W odniesieniu do ekspozycji na pola e-m, system oceny ryzyka zawodowego opiera się na uzależnieniu dopuszczalności ekspozycji od dwóch parametrów, które ją charakteryzują:

- natężeń pól elektrycznych E i magnetycznych H (porównywanych z wartościami granicznymi stref ochronnych – NDN),
- wskaźnika ekspozycji – W.

Do oszacowania ryzyka wykorzystano klasyfikację ekspozycji na: niebezpieczną, nadmierną, dopuszczalną i pomijalną [13].

Poniżej przedstawiono sposób oszacowania ryzyka zawodowego w skali trzystopniowej, na podstawie wielkości charakteryzujących narażenie:

ryzyko duże – występuje w przypadku przekroczenia dozwolonych prawem warunków dopuszczalnej ekspozycji (stanowisko w strefie niebezpiecznej – ekspozycja niebezpieczna lub przekroczony dopuszczalny dla poszczególnych pracowników czas pracy w polach strefy zagrożenia – ekspozycja nadmierna, wskaźnik ekspozycji $W > 1$),

ryzyko średnie – występuje wtedy, kiedy stanowisko pracy znajduje się w obrębie stref ochronnych (pośredniej lub zagrożenia) i dozwolone prawem warunki ekspozycji są zachowane (ekspozycja dopuszczalna, wskaźnik ekspozycji $W < 1$),

ryzyko małe – występuje wtedy, kiedy stanowisko pracy znajduje się poza zasięgiem stref ochronnych pola elektromagnetycznego (ekspozycja pomijalna, ograniczenia mogą dotyczyć jedynie osób z implantami medycznymi).

Dla pól magnetycznych o częstotliwości do 800 kHz – należy uwzględnić również warunki ekspozycji kończyn. **Dla pól impulsowych o częstotliwości powyżej 100 MHz** – dodatkowo wartość maksymalną natężenia pola elektrycznego w impulsie i jako ostateczną ocenę wybrać najgorszy przypadek.

Dla pracowników młodocianych i kobiet w ciąży skala jest dwustopniowa:

Oszacowanie ryzyka: duże – występuje w przypadku przekroczenia dozwolonych prawem warunków dopuszczalnej ekspozycji – stanowisko pracy w strefie ochronnej,

Oszacowanie ryzyka: małe – występuje wtedy, kiedy stanowisko pracy znajduje się poza zasięgiem stref ochronnych pola elektromagnetycznego.

Ocena dopuszczalności ryzyka zawodowego związanego z ekspozycją na pole elektromagnetyczne

A. RYZYKO NIEDOPUSZCZALNE

Oszacowanie ryzyka: **DUŻE**, tzn. ekspozycja niebezpieczna lub nadmierna

Obowiązki pracodawcy:

- działania techniczne i organizacyjne w celu ograniczenia narażenia i zmniejszenia ryzyka do co najmniej średniego;
- nadzór medyczny nad pracownikami;
- oznakowanie granic stref i źródła pola.

B. RYZYKO DOPUSZCZALNE

1. Oszacowanie ryzyka: **ŚREDNIE**, tzn. ekspozycja dopuszczalna

Obowiązki pracodawcy:

- nadzór medyczny nad pracownikami;
- oznakowanie granic stref i źródła pola;
- działania techniczne i organizacyjne w celu ograniczenia narażenia.

Zgodnie z zasadą ALARA – ograniczenie narażenia.

2. Oszacowanie ryzyka: **MAŁE**, tzn. ekspozycja pomijalna

3. **DZIAŁANIA KORYGUJĄCE NIE SĄ KONIECZNE.**

Zgodnie z zasadą ALARA – ograniczenie narażenia;

Zgodnie z zaleceniami normy PN-N-18002 – niezwiększanie narażenia.

Przy planowaniu i podejmowaniu działań korygujących lub zapobiegawczych w celu eliminacji lub ograniczenia zagrożeń i związanego z nimi ryzyka zawodowego zaleca się stosowanie środków ochronnych w następującej kolejności:

- środki techniczne eliminujące lub ograniczające zagrożenie u źródła,
- środki ochrony zbiorowej,
- środki organizacyjne i proceduralne (procedury lub instrukcje bezpiecznej pracy),
- środki ochrony indywidualnej.

Środki techniczne ograniczania ryzyka zawodowego związanego z ekspozycją na pola elektromagnetyczne:

- ekranowanie (lokalizujące lub osłaniające),
- zmniejszanie mocy wyjściowej urządzeń,
- stosowanie podajników i automatyzacja obsługi,
- stosowanie przez pracowników ubiorów ochronnych,
- zmniejszenie wymiarów geometrycznych źródeł pól,
- izolowanie stanowiska pracy oraz samych pracowników w celu ograniczenia przepływającego przez nich prądu indukowanego lub kontaktowego, poprzez stosowanie siedzisk, przełączników rękojeści z materiałów izolujących, chodników dielektrycznych itp.,
- usunięcie ze stanowiska pracy zbędnych metalowych przedmiotów,
- w przypadku pól elektrostatycznych: zwiększenie wilgotności powietrza, zastosowanie jonizacji powietrza, stosowanie przewodzących materiałów antyelektrostatycznych na podłogach, noszenie przez pracowników obuwia i ubrań z surowców naturalnych.

Środki organizacyjne ograniczania ryzyka zawodowego związanego z ekspozycją na pola elektromagnetyczne:

- uwzględnienie wymagań bezpieczeństwa elektromagnetycznego na możliwie najwcześniejszym etapie inwestycji – określenie wymagań dla projektantów, konstruktorów i dostawców urządzeń będących źródłem pola,
- dokonanie właściwego wyboru urządzenia (niestwarzającego potencjalnych zagrożeń dla pracowników obsługi),
- dokonanie właściwego wyboru miejsca eksploatacji źródła tak, aby w zasięgu stref ochronnych nie znajdowały się stanowiska pracowników, którzy bezpośrednio nie obsługują źródła pola,
- lokalizowanie urządzeń w sposób wykluczający zachodzenie na siebie stref ochronnych pól elektromagnetycznych wytwarzanych przez sąsiednie urządzenia,
- przy planowaniu rozmieszczenia stanowiska pracy dążenie do tego, aby obsługa urządzenia odbywała się ze strefy bezpiecznej (lub pośredniej) pola elektromagnetycznego,
- w przypadku wykonywania pracy w strefie zagrożenia i wystąpienia ekspozycji nadmiernej, ograniczenie narażenia poprzez skrócenie czasu ekspozycji (np. przez wprowadzenie rotacji pracowników),
- odsunięcie pracownika na większą odległość od źródła pola,
- dokonanie zmiany przeznaczenia pomieszczenia pracy, kiedy nie można zastosować środków technicznych ograniczających poziomy pól,

- nielocalizowanie stanowiska pracy na kierunku, gdzie występują największe natężenia pól (np. w osi induktora),
- oznakowanie urządzeń będących źródłem pola i miejsc pracy, w których występują zagrożenia, znakami ostrzegawczymi. Oznakowanie granic stref,
- stosowanie znaków informujących o możliwości niekorzystnego oddziaływania pól elektromagnetycznych na infrastrukturę techniczną, które może powodować istotne zagrożenia dla ludzi,
- każdorazowe – po przeprowadzonych badaniach kontrolnych pól poinformowanie pracowników o stwierdzonych zmianach poziomów wytwarzanych pól i zmianach zasięgów stref ochronnych,
- właściwy nadzór medyczny nad pracownikami,
- odpowiednie szkolenie pracowników z dziedziny bhp.

6. Dyrektywa europejska dotycząca ekspozycji pracowników na pola elektromagnetyczne

W dniu 24 maja 2004 roku opublikowana została nowa **dyrektywa 2004/40/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 29 kwietnia 2004 r. w sprawie minimalnych wymagań w zakresie ochrony zdrowia i bezpieczeństwa dotyczącego narażenia pracowników na ryzyko spowodowane polami elektromagnetycznymi o częstotliwości od 0 Hz do 300 GHz** (osiemnasta szczegółowa do Dyrektywy Ramowej).

Dyrektywa ta ustanawia minimalne wymagania bezpieczeństwa, a zatem daje państwom członkowskim możliwość zachowania lub przyjęcia bardziej rygorystycznego stopnia ochrony pracowników, szczególnie zaś ustalenia mniejszych wartości parametrów definiujących dopuszczalne warunki ekspozycji na pola e-m.

Dyrektywa:

1. precyzuje obowiązki pracodawców w zakresie:

- określenia ekspozycji i oceny ryzyka wynikającego z ekspozycji pracowników na pola elektromagnetyczne,
- informowania i szkolenia pracowników narażonych na ryzyko oddziaływania pól elektromagnetycznych w miejscu pracy,
- zapewnienia pracownikom odpowiedniego nadzoru medycznego.

2. ustala dopuszczalne wartości miar zewnętrznych i miar wewnętrznych ekspozycji na pola elektromagnetyczne.

Wartości dopuszczalne miar zewnętrznych to wartości natężenia pola elektrycznego i magnetycznego, indukcji magnetycznej i gęstości mocy, które można zmierzyć na rzeczywistych stanowiskach pracy.

Wartości dopuszczalne miar wewnętrznych to gęstość prądu indukowanego w głowie i tułowie, szybkość pochłaniania właściwego (SAR) – średnia dla całego ciała oraz ekspozycja miejscowa (głowa, tułów oraz kończyny) i gęstość mocy. Według wymagań dyrektywy w czasie ekspozycji pracowników dopuszczalne wartości miar wewnętrznych nie mogą być przekro-

czone. Wielkości tych nie można zmierzyć na stanowiskach pracy (nie ma takich możliwości technicznych). Można je jedynie wyznaczyć na drodze obliczeń numerycznych i modelowych (np. z użyciem modeli fantomowych na podstawie wielkości natężenia pola elektrycznego i magnetycznego). W dyrektywie wielkości te przyjęto na podstawie zaleceń ICNIRP (*International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection*). Wielkości te ustalone są odnośnie do poziomu ekspozycji bezwzględnie zabronionej.

Oceny, pomiary, obliczenia muszą być wykonywane z odpowiednią częstotliwością i przez kompetentne służby, a ich wyniki archiwizowane. Dokonując oceny ryzyka, zgodnie z dyrektywą 89/391/EWG pracodawca jest obowiązany zwrócić szczególną uwagę na: poziom, widmo częstotliwości, czas trwania i rodzaj ekspozycji, dopuszczalne wartości miar wewnętrznych i zewnętrznych ekspozycji, wszelkie skutki pośrednie (np. zakłócenia sprzętu elektronicznego itd.), wszelkie skutki zdrowotne dla pracowników, istnienie sprzętu zastępczego zaprojektowanego w celu zmniejszania poziomu ekspozycji na pola elektromagnetyczne, odpowiednie informacje uzyskane w wyniku nadzoru medycznego, wielorakie źródła ekspozycji, jednoczesną ekspozycję na pola o różnych częstotliwościach.

Pracodawca obowiązany jest:

1. Udokumentować ocenę ryzyka zawodowego.
2. Określić środki, jakie powinien podjąć w celu uniknięcia lub ograniczenia ryzyka (wg ogólnych zasad zapobiegania, określonych w dyrektywie 89/391/EWG).
3. Systematycznie aktualizować ocenę ryzyka, w szczególności, jeśli nastąpiły istotne zmiany, które mogły spowodować, że ocena stała się nieaktualna lub jeśli wyniki nadzoru medycznego wykażą konieczność jej aktualizacji.
4. W przypadku stwierdzenia przekroczenia dopuszczalnych wartości miar zewnętrznych ekspozycji, opracować i wykonać plan działań ochronnych i zapobiegawczych (środki techniczne i/lub organizacyjne) w celu zmniejszenia ekspozycji poniżej dopuszczalnych wartości.
5. Oznakować miejsca pracy, w których pracownicy mogą być narażeni na działanie pól, przekraczających dopuszczalne wartości.
6. Zapewnić pracownikom narażonym na ryzyko oddziaływania pól wszelkie niezbędne informacje na temat zagrożenia.
7. Poinformować o wynikach oceny ryzyka i środkach jakie zostały podjęte w celu ochrony przed zagrożeniem.

8. Zapoznać z wynikami ocen, pomiarów i/lub obliczeń poziomu ekspozycji na pola.

9. Poinformować o sposobach wykrywania i zgłaszania niekorzystnych skutków ekspozycji.

10. Poinformować o bezpiecznych sposobach wykonywania pracy minimalizujących zagrożenia związane z ekspozycją.

Wymagania dyrektywy zalecają zmniejszanie ekspozycji zawodowej, przede wszystkim przez:

→ ograniczanie emisji ze źródła pola (stosowanie środków technicznych zmniejszających emisję pól elektromagnetycznych ze źródeł, w razie potrzeby zastosowanie blokad, ekranów lub podobnych mechanizmów ochrony zdrowia już na etapie projektowania i organizowania stanowisk pracy, zapewnienie prawidłowej eksploatacji i właściwej konserwacji urządzeń wytwarzających pola elektromagnetyczne),

→ zmniejszanie czasu ekspozycji zawodowej pracownika,

→ właściwy dobór procedur i metod pracy,

→ udostępnienie pracownikowi odpowiednich środków ochrony indywidualnej.

Wymagania dyrektywy dotyczące obowiązku oszacowania, zmierzenia lub obliczenia przez pracodawcę poziomu ekspozycji pracowników muszą być zgodne z zasadami, które będą określone przez normy europejskie, zharmonizowane z dyrektywą. Do czasu opracowania nowych norm, państwa członkowskie UE mogą stosować inne uzasadnione naukowo normy lub wytyczne, zgodnie z art. 3 pkt. 3 dyrektywy.

W dniu 26 października 2007 r. Komisja Europejska przedstawiła Parlamentowi i Radzie propozycję przesunięcia o 4 lata – do 30 kwietnia 2012 roku terminu wprowadzenia przez państwa członkowskie UE do prawa krajowego dyrektywy 2004/40/WE, która miała wejść w życie w kwietniu 2008 r. Odłożenie daty transpozycji zdaniem Komisji wynika z konieczności dokonania przeglądu obowiązującej dyrektywy i nowelizacji postanowień, które okazały się problematyczne w świetle najnowszych badań naukowych, głównie jeśli chodzi o stosowanie technologii jądrowego rezonansu magnetycznego (MRI) w placówkach ochrony zdrowia, jak również z nieopracowania do chwili obecnej przez CENELEC norm zharmonizowanych z dyrektywą, zgodnie z delegacją mandatu M/351.

7. Metody prewencji i ograniczania zagrożeń elektromagnetycznych

7.1. Napowietrzne rozdzielnie wysokiego napięcia (110/15 kV)

Wokół urządzeń stanowiących wyposażenie rozdzielni WN 110/15 kV występują pola elektryczne i magnetyczne o częstotliwości 50 Hz. Źródłem pól w rozdzielni WN są:

- szyny i kable średniego napięcia 15 kV odchodzące od transformatora do rozdzielni 15 kV (główne źródło pola magnetycznego),
- wyposażenie elektroenergetyczne rozdzielni WN (m.in. przewody, odłączniki i przełączniki szynowe, odgromniki, przekładniki napięciowe) – główne źródło pola elektrycznego,
- transformator (źródło stosunkowo słabego pola elektromagnetycznego).

Praca w rozdzielniach napowietrznych nie wymaga stałego nadzoru. Ekspozycja pracowników na pola 50 Hz występuje jedynie w przypadku kontroli warunków pracy urządzeń stanowiących wyposażenie rozdzielni, ich konserwacji, napraw i przełączeń.

Badania przeprowadzone przez Centralny Instytut Ochrony Pracy [10] wskazują, że w większości typowych rozdzielni, w miejscach gdzie mogą przebywać pracownicy podczas wykonywania typowych czynności zawodowych, występują jedynie pola magnetyczne o poziomach ze strefy bezpiecznej lub pośredniej.

Natężenie pola elektrycznego w miejscach rutynowego przebywania pracowników może osiągać wartości strefy pośredniej lub zagrożenia. Maksymalne pole występuje w miejscach, w których przewody znajdują się najbliżej ziemi (przy odgromnikach, sprzęgłach, odłącznikach, przełącznikach).

Typowa rozdzielnia WN zlokalizowana jest w zamkniętym terenie, dostępnym jedynie dla pracowników upoważnionych do obsługi urządzeń elektrycznych i jeżeli po jej wybudowaniu wykonano pomiary sprawdzające czy pola elektryczne nie przekraczają wartości 10 kV/m, to jeśli nie wykonuje się przebudowy urządzeń, okresowe pomiary wielkości pól elektrycznych i magnetycznych nie są wymagane. Znaczy to, że nie ma konieczności wyzna-

czenia zasięgu stref ochronnych, ponieważ można przyjąć, że jest nim cały ogrodzony teren rozdzielni i wyznaczania wskaźnika ekspozycji, ponieważ pracownicy przebywają jedynie krótkotrwale w obszarze strefy pośredniej.

Główne zagrożenia dla pracowników rozdzielni WN to:

- możliwość poparzenia łukiem elektrycznym,
- możliwość porażenia prądem elektrycznym.

Działania prewencyjne w celu ograniczania ekspozycji [10]:

■ postępowanie pracowników zgodnie z procedurami w ramach ochrony przeciwporażeniowej (np. niezbliżanie się pracowników do niez izolowanych elementów będących pod wysokim napięciem, usytuowanie odpowiednio wysoko elementów rozdzielni),

■ instalowanie siatek ekranujących np. nad przejściami lub podwyższenie miejsca zainstalowania urządzeń pracujących pod wysokim napięciem (w miarę możliwości technicznych),

■ prowadzenie torów wysokonapięciowych w zamkniętych konstrukcjach lub izolowanymi ekranowanymi przewodami (ze względu na koszty stosowane zwykle w obiektach zamkniętych),

■ szkolenia pracowników nt. zagrożeń elektromagnetycznych występujących w środowisku pracy,

■ ograniczenie dostępu osób z elektrostymulatorami serca do obszaru silnego pola elektrycznego na terenie rozdzielni WN, na którym występują pola elektryczne o natężeniu przekraczającym 1 kV/m.

7.2. Stacje transformatorowe 15/04 kV

Źródłem pola elektromagnetycznego w stacji transformatorowej 15/04 kV są: [10]:

- transformator (stosunkowo słabe źródło pola),
- szyny i kable niskiego napięcia 0,4 kV (główne źródło pola magnetycznego),
- rozdzielnice niskiego napięcia 0,4 kV (stosunkowo słabe źródło pola),
- szyny lub kable średniego napięcia 15 kV (główne źródło pola elektrycznego).

Badania Centralnego Instytutu Ochrony Pracy [10] wykazały, że w większości typowych stacji transformatorowych, w miejscach gdzie mogą prze-

bywać pracownicy podczas normalnej pracy transformatorów, występują jedynie pola magnetyczne o poziomach ze strefy bezpiecznej i pośredniej. Jedynie w stacjach o mocach 1000 kVA i 630 kVA, przy maksymalnym obciążeniu, możliwe jest występowanie strefy zagrożenia dla ekspozycji całego ciała w odległościach do ok. 0,5 m od szyn prądowych niskiego napięcia. Pola elektryczne w miejscach możliwego przebywania pracowników nie przekraczają wartości natężenia ze strefy bezpiecznej.

Zdarza się, że w pomieszczeniach pracy zlokalizowanych w sąsiedztwie stacji transformatorowych słyszalny jest hałas powodowany przez transformatory, odczuwalne są drżenia konstrukcji budynku lub można obserwować pogorszenie jakości obrazu na ekranie monitora komputerowego lub telewizora (deformacje obrazu i drżenie linii). Zjawiska te są przyczyną obaw pracowników, czy przebywanie w tych pomieszczeniach jest bezpieczne ze względu na narażenie na pola. Z badań CIOP wynika, że zależnie od sposobu prowadzenia kabli czy szyn prądowych, indukcja magnetyczna w pomieszczeniach sąsiadujących ze stacjami transformatorowymi najczęściej nie przekracza kilku μT i jest wielokrotnie mniejsza od wartości dopuszczalnych dla narażenia zawodowego (strefa bezpieczna). Ekspozycję na pola o takich wartościach można traktować jako pomijalną w środowisku pracy, chociaż w miarę możliwości technicznych i organizacyjnych warto ją zmniejszać. Pole elektryczne jest natomiast ekranowane przez ściany budynku – ekspozycję na nie również można traktować jako pomijalną.

Główne zagrożenia dla pracowników stacji transformatorowej rozdzielnii to:

- możliwość poparzenia łukiem elektrycznym,
- możliwość porażenia prądem elektrycznym.

Działania prewencyjne w celu ograniczania ekspozycji [10]:

- postępowanie pracowników zgodnie z procedurami w ramach ochrony przeciwporażeniowej (np. niezbliżanie się do niez izolowanych elementów będących pod napięciem), ogrodzenie stacji barierką, oznakowanie tablicą ostrzegawczą,

- ograniczanie wielkości pól magnetycznych wnikających do pomieszczeń sąsiadujących ze stacjami można osiągnąć przez zbliżenie do siebie elementów instalacji elektrycznej, kabli i szyn prądowych (przy braku możliwości technicznych można je zastąpić kablami izolowanymi) umożliwiające wzajemną kompensację pola magnetycznego występującego wokół przewodów z prądem o różnych fazach,

- ograniczenie dostępu osób z elektrostymulatorami serca do obszaru silnego pola magnetycznego, bezpośrednio w otoczeniu przewodów niskiego napięcia, w którym występują pola magnetyczne o indukcji przekraczającej 100 μT ,

- jeżeli obawy ze strony użytkowników sprzętu komputerowego wzbudza widoczne drżenie obrazu na ekranie monitorów z lampą kineskopową, powodowane przez zwiększone pole magnetyczne 50 Hz występujące w miejscu ustawienia monitora, w pobliżu stacji transformatorowej – poprawę można uzyskać przez przestawienie monitora w inne miejsce, gdzie pole magnetyczne jest mniejsze od 0,5 μT (dalej od źródła pola, którym są zwykle energetyczne przewody zasilające 50 Hz) lub użycie monitora ciekłokrystalicznego (LCD).

Jeżeli stacja transformatorowa zlokalizowana jest w zamkniętym pomieszczeniu, dostępnym jedynie dla pracowników upoważnionych do obsługi urządzeń elektrycznych, okresowe pomiary wielkości pól elektrycznych i magnetycznych nie są wymagane (nie ma konieczności wyznaczenia zasięgu stref ochronnych, ponieważ można przyjąć, że jest nim całe, zamknięte pomieszczenie stacji transformatorowej i wyznaczenia wskaźnika ekspozycji, ponieważ pracownicy przebywają jedynie krótkotrwale w obszarze strefy pośredniej).

7.3. Diatermie fizykoterapeutyczne

Diatermia krótkofalowa jest stosowana w fizykoterapii do głębokiego nagrzewania tkanek. Dominującym źródłem pola w diatermii fizykoterapeutycznej są:

- przewody łączące generator z elektrodami zabiegowymi,
- elektrody zabiegowe,

- generator w przypadku nieszczelności jego obudowy stanowiącej ekran elektromagnetyczny (np. z powodu zdemontowania lub niewłaściwego zamontowania jego metalowej obudowy).

W otoczeniu diatermii występują pola o natężeniach ze stref ochronnych, z niebezpieczną włącznie. Zasięg stref ochronnych pola elektrycznego może dochodzić do 1-2 metrów, a stref ochronnych pola magnetycznego do kilkadziesiąt cm od elektrod i zasilających je kabli.

Podczas zabiegu, kiedy włączone jest pole elektromagnetyczne, pracownik powinien znajdować się w miejscu, w którym występuje strefa bezpiecz-

na lub pośrednia obu składowych pola elektromagnetycznego. Nie ma potrzeby przebywania pracownika w strefie zagrożenia. Pola elektromagnetyczne wytwarzane w czasie zabiegów mogą powodować zakłócenia w pracy urządzeń kontrolno-pomiarowych eksploatowanych w pobliżu diatermii.

Zalecane metody skutecznego ograniczania ekspozycji [10]:

- stosowanie ekranów z siatki metalowej lub w postaci kurtyn i zasłon z włókien przewodzących,
- wyznaczenie zasięgu stref ochronnych i podanie do wiadomości pracowników,
- ustawienie diatermii fizykoterapeutycznej w takim miejscu, aby w czasie włączenia pola, fizykoterapeuta nie przebywał w zasięgu stref ochronnych.

Inne działania prewencyjne [10]:

- przeprowadzanie okresowych pomiarów kontrolnych pól e-m,
- poddawanie pracowników okresowym badaniom lekarskim i szkoleniom ze względu na zatrudnienie w polach elektromagnetycznych,
- udostępnienie pracownikom do stałego korzystania instrukcji bezpiecznej pracy z diatermią.

7.4. Urządzenia do elektrochirurgii (lancetrony, diatermie chirurgiczne)

Źródłami ekspozycji pracowników są:

- przewody łączące generator z elektrodami (czynną, trzymaną przez chirurga i bierną, przymocowaną do ciała pacjenta, w celu zamknięcia obwodu elektrycznego dla prądu przepływającego przez operowane tkanki),
- elektroda zabiegowa.

Wartości natężenia pola elektrycznego i magnetycznego zależą od rodzaju pracy (cięcie, koagulacja lub cięcie z koagulacją) i od rodzaju stosowanych elektrod. W przypadku używania elektrod monopolarnych i nieekranowanych przewodów, przy mocy rzędu 100-150 W, w otoczeniu elektrody zabiegowej i przewodów występują zazwyczaj strefy ochronne pola elektrycznego:

- strefa zagrożenia – do ok. 40 cm od przewodów,
- strefa pośrednia – do ok. 70 cm od przewodów, może też wystąpić strefa niebezpieczna – do ok. 5-10 cm od przewodów.

Pole magnetyczne strefy zagrożenia nie występuje, lecz strefa pośrednia może wystąpić – do 15-20 cm od przewodów. Przy mocy mniejszej od 50 W lub

użyciu elektrod bipolarnych stwierdza się jedynie występowanie strefy pośredniej pola elektrycznego. Jeżeli generator jest właściwie zekranowany wokół niego występuje jedynie strefa pośrednia pola elektrycznego, o zasięgu do 30 cm od obudowy. **Przy mocy mniejszej od 50 W lub użyciu elektrod bipolarnych stwierdza się jedynie występowanie strefy pośredniej pola elektrycznego [10].**

W zależności od tego, w jaki sposób ułożone są lub przypięte przewody zasilające przy ciele chirurga-operatora, na działanie silnego pola elektrycznego mogą być narażone tylko dłoń i ramię lekarza, albo także jego tułów i głowa. Na rozkład pola i zasięg obu stref wpływ mają też metalowe przedmioty znajdujące się w sali operacyjnej, np. stoły, lampy. Jeżeli przewody zasilające ułożone są wzdłuż metalowego stołu operacyjnego, to staje się on wtórnym źródłem pola elektrycznego oddziałującego na wszystkich członków zespołu operacyjnego [10].

Zalecane metody ograniczania ekspozycji [10]:

- stosowanie podczas zabiegów możliwie najmniejszych mocy urządzeń elektrochirurgicznych,
- unikanie pracy z zapalonym łukiem elektrycznym pod elektrodą zabiegową,
- tam, gdzie jest to możliwe, wykonywanie zabiegów elektrodami bipolarnymi zamiast monopolarnymi,
- układanie kabli zasilających elektrody w możliwie dużej odległości, zarówno od operatora, jak i od pozostałych pracowników wykonujących zabieg oraz od metalowego wyposażenia sali operacyjnej stanowiących tzw. wtórne źródła pól elektromagnetycznych.

Inne metody prewencyjne [10]:

- z uwagi na kontakt ciała lekarza – operatora ze źródłem silnego pola elektromagnetycznego (elektrodą/nożem elektrochirurgicznym) niezbędna jest ocena poziomu jego narażenia na pola z wykonaniem analizy miar wewnętrznych skutków ekspozycji, np. przy wykorzystaniu wymagań dyrektywy europejskiej,
- poddawanie pracowników okresowym badaniom lekarskim i szkoleniom ze względu na zatrudnienie w polach elektromagnetycznych,
- przeprowadzanie okresowych pomiarów kontrolnych pól elektromagnetycznych.

7.5. Medyczne tomografy magnetycznego rezonansu jądrowego (NMR)

W medycznych tomografach NMR, oznaczanych też MRI, wykorzystuje się zjawisko rezonansu magnetycznego zachodzącego w jednorodnym silnym polu magnetostaticznym, w celu uzyskania przestrzennego obrazu tkanek pacjenta.

Tomografy NMR są źródłem silnego pola magnetostaticznego o indukcji najczęściej rzędu (0,15-2,0) T. W tomografach z elektromagnesem nadprzewodzącym pole magnetostaticzne włączone jest na stałe, nawet w czasie gdy badania pacjentów nie są prowadzone. W nielicznych tomografach NMR stosowane są zwykłe elektromagnesy. Tego typu urządzenie po wyłączeniu zasilania elektromagnesu nie stwarza zagrożenia.

Ekspozycja pracowników na silne pole magnetostaticzne zachodzi w czasie trwającego kilka minut przygotowania pacjenta do badania, a przy magnesach nadprzewodzących również w czasie czynności niezwiązanych z diagnozowaniem np. sprzątania, przeglądów i konserwacji tomografu [10].

Przy tomografach 1,5 i 2 T występuje możliwość ekspozycji niebezpiecznej, a przy wszystkich tomografach ekspozycji nadmiernej, jeżeli pracownik nie zachowuje dostatecznej odległości od źródła pola lub jeżeli nadmiernie przedłuży się czas ekspozycji związany z przygotowaniem pacjenta do badania.

Pola magnetostaticzne o indukcji powyżej 1 mT mogą niekorzystnie oddziaływać na zegarki analogowe, magnetyczne karty kredytowe, magnetyczne nośniki informacji (m.in. taśmy magnetofonowe, dyskietki i dyski komputerowe), powodując ich uszkodzenie. Pole magnetostaticzne może zakłócać pracę urządzeń technicznych, m.in. oscyloskopów. W każdym przypadku wokół tomografu występuje obszar ograniczonego dostępu dla osób z elektrostymulatorami serca.

Zalecane metody ograniczania ekspozycji [10]:

- skracanie czasu ekspozycji poszczególnych pracowników (rotacja),
- oddalanie stanowiska pracownika od źródła pola (obudowy magnesu),
- stosowanie automatycznych strzykawek przy badaniach kontrastowych.
- oznakowanie zasięgu stref ochronnych wokół urządzenia.

Inne działania prewencyjne [10]:

- przeprowadzanie okresowych pomiarów kontrolnych pól,
- poddawanie pracowników okresowym badaniom lekarskim i szkoleniom ze względu na zatrudnienie w polach elektromagnetycznych,

- ograniczenie dostępu do obszaru silnego pola magnetostatycznego osób z elektrostymulatorami serca,
- przeciwdziałanie przypadkowemu wniesieniu przedmiotów z materiałów magnetycznych lub magnetycznych nośników informacji do obszaru silnego pola magnetostatycznego (np. zainstalowanie bramkowego wykrywacza metalu).

7.6. Urządzenia do magnetoterapii

Urządzenia do magnetoterapii wykorzystują pole magnetyczne w procesach leczniczych. Źródłem pola magnetycznego są zazwyczaj cewki (aplikatory) szpulowe o różnych średnicach. W zależności od nastawionych parametrów pracy urządzenia, w otoczeniu aplikatorów występują pola magnetyczne stref ochronnych o wartościach indukcji ze strefy pośredniej, zagrożenia i niebezpiecznej oraz obszar ograniczonego dostępu dla osób ze stymulatorami serca.

W zależności od konstrukcji urządzenia i wybranego rodzaju zabiegu, cewki zasilane są prądem o regulowanej częstotliwości od 1 Hz do 50 Hz i różnych przebiegach. Przy zasilaniu prądem wyprostowanym w otoczeniu aplikatorów występuje też pole magnetostatyczne. We wszystkich przypadkach przy aplikatorach występują pola magnetyczne zmienne.

Urządzenia do magnetoterapii nie wytwarzają pól elektrycznych o natężeniach ze stref ochronnych.

Poziom ekspozycji pracownika w polach magnetycznych zależy od miejsca jego przebywania, kiedy jest włączone zasilanie aplikatorów. Zasięg stref ochronnych pola magnetycznego zmiennego może dochodzić do kilkudziesięciu cm od obudowy aplikatora. Z reguły indukcja magnetyczna pola magnetostatycznego w otoczeniu aplikatorów jest ze strefy bezpiecznej. W czasie trwania zabiegu pracownik powinien znajdować się w miejscu, w którym występuje strefa bezpieczna lub pośrednia pola magnetycznego zmiennego. Nie ma potrzeby przebywania pracownika w strefie zagrożenia.

Pole magnetyczne 50 Hz o indukcji powyżej 100 μT i pole magnetostatyczne o indukcji powyżej 0,5 mT może powodować zakłócenia w pracy elektrostymulatorów serca.

Zalecane metody skutecznego ograniczania ekspozycji [10]:

- ustawienie urządzenia do magnetoterapii w takim miejscu, aby w czasie włączenia pola elektromagnetycznego pracownicy nie przebywali w zasięgu stref ochronnych,

- wyznaczenie zasięgu stref ochronnych i podanie do wiadomości pracowników.

Inne działania prewencyjne [10]:

- poddawanie pracowników okresowym badaniom lekarskim i szkoleniom ze względu na zatrudnienie w polach elektromagnetycznych,
- ograniczenie dostępu osób z elektrostymulatorami serca do obszaru silnego pola magnetycznego o indukcji przekraczającej 100 μT .

7.7. Nagrzewnice indukcyjne stosowane w procesach obróbki plastycznej wyrobów metalowych

Dominującym źródłem pola w tego typu nagrzewnicach jest uzwojenie induktora (wzbudnika), w znacznie mniejszym stopniu przewody zasilające i generator. Pole elektromagnetyczne jest wytwarzane jedynie w czasie trwania procesu technologicznego. Wokół większości nagrzewnic indukcyjnych mogą występować stosunkowo silne pola magnetyczne stref ochronnych. Narażenie pracowników na pola uzależnione jest od sposobu podawania wsadu do wzbudnika i stopnia automatyzacji tych czynności. W większości przypadków również stanowisko pracy związane z obsługą nagrzewnicy znajduje się w obrębie stref ochronnych. Pola magnetyczne strefy niebezpiecznej występują zwykle do odległości ok. 0,3-1,5 m od wzbudnika, pola strefy zagrożenia do ok. 0,3-4,5 m, a pola strefy pośredniej do ok. 0,7-10 m od wzbudnika. Pola elektryczne na stanowisku pracy są z reguły z zakresu strefy bezpiecznej. Bezpośrednio przy wzbudniku może występować strefa pośrednia lub zagrożenia pola elektrycznego do ok. 0,3-0,5 m. Narażone na ekspozycję są głównie ręce pracownika [1].

Istnieje także zagrożenie silnego nagrzewania przez prądy wirowe metalowych obiektów, znajdujących się w pobliżu induktora (blacha obudowy nagrzewnicy, barierki metalowe itp.) i możliwość poparzenia pracownika przy dotknięciu do tych elementów. Aby temu zapobiec zaleca się osłonięcie nagrzewanych elementów materiałem izolującym [1].

Metody ograniczania ekspozycji [1]:

W przypadkach występowania ekspozycji niebezpiecznej lub nadmiernej niezbędne jest m.in.:

- ekranowanie induktorów lub przestrzeni, w której przebywają pracownicy,
- zmiana technologii i zmniejszenie natężenia prądu zasilającego induktor,

- oddalenie pracowników od nagrzewnicy przez zastosowanie zdalnego sterowania lub podajników i manipulatorów,
- skrócenie czasu ekspozycji przez wprowadzenie rotacji obsługi urządzeń przez wymieniający się przy nich zespół pracowników i zmniejszenie wskaźnika ekspozycji na pole magnetyczne przez skrócenie zmianowego czasu pracy w zasięgu strefy zagrożenia lub skrócenie dziennego czasu pracy nagrzewnicy.

Należy zabronić dostępu do obszaru silnego pola magnetycznego osób z pasywnymi lub aktywnymi implantami medycznymi, z uwagi na możliwość wystąpienia zjawiska ich nagrzewania prądami wirowymi.

Inne działania prewencyjne:

- oznaczenie nagrzewnic i przewodów zasilających jako źródeł pola elektromagnetycznego,
- wyznaczenie i podanie do wiadomości pracowników obszaru występowania stref ochronnych,
- poddawanie pracowników okresowym badaniom lekarskim i szkoleniom ze względu na zatrudnienie w polach elektromagnetycznych.

7.8. Piece łukowe

Pieca łukowe wykorzystywane są w zakładach metalurgicznych w procesie produkcji stali i różnorodnych stopów. Pracownicy w czasie wykonywania rutynowych czynności związanych z obsługą pieców (załączanie zasilania, kontrola warunków pracy, spust surówki) narażeni są na pola magnetyczne ze strefy bezpiecznej lub pośredniej. Ekspozycja pracowników na pola ze strefy zagrożenia może wystąpić jedynie sporadycznie. Pola magnetyczne o natężeniach odpowiadających wartościom ze strefy pośredniej, zagrożenia i niebezpiecznej mogą natomiast występować w otoczeniu torów prądowych zasilających elektrody. Strefy te mają zasięg zwykle pojedynczych metrów od kabli zasilających. Wokół pieca możliwe jest występowanie strefy pośredniej pola magnetycznego, w przypadku dużych mocy zasilających (powyżej kilkunastu MVA) [10].

Zalecane metody ograniczania ekspozycji [10]:

- nielokalizowanie stanowisk pracy w pobliżu torów zasilających,
- zagrodzenie dostępu do strefy niebezpiecznej,
- oznaczenie pieców łukowych i przewodów zasilających jako źródeł pola elektromagnetycznego,

– wyznaczenie i podanie do wiadomości pracowników obszaru występowania stref ochronnych.

Inne działania prewencyjne:

– przeprowadzanie okresowych pomiarów kontrolnych pól,
– poddawanie pracowników okresowym badaniom lekarskim i szkoleniom ze względu na zatrudnienie w polach elektromagnetycznych.

7.9. Spektroskopy jądrowego rezonansu magnetycznego (NMR)

Spektroskopy przeznaczone są do badania składu chemicznego substancji z wykorzystaniem zjawiska jądrowego rezonansu magnetycznego zachodzącego w silnym jednorodnym polu magnetostaticznym. Źródłem tego pola jest elektromagnes nadprzewodzący, wytwarzający bardzo silne pole magnetostaticzne – do ok. 12 T. Ekspozycja pracowników obsługujących spektroskopy zachodzi bezpośrednio przy obudowie elektromagnesu w czasie ładowania próbki z badaną substancją do obszaru wewnątrz elektromagnesu oraz w czasie wykonywania niezbędnych regulacji i zestrojeń. Ekspozycja dotyczy głównie dłoni.

Zalecane metody ograniczania ekspozycji [10]:

– oznakowanie zasięgu stref ochronnych wokół urządzenia,
– lokalizacja stałego stanowiska pracy poza obszarem stref ochronnych pola magnetostaticznego (w odległości kilku metrów od obudowy elektromagnesu spektroskopu).

7.10. Spawarki transformatorowe

Spawarki transformatorowe stosowane są zazwyczaj w procesach spawania łukiem elektrycznym elektrodami topliwymi otulonymi.

Źródłami ekspozycji pracowników są:

– kable łączące elektrody z generatorem,
– elektroda spawalnicza.

W zależności od nastaw prądu spawania, wokół elektrod spawarek transformatorowych i zasilających elektrody kabli występują pola o wartościach indukcji ze strefy pośredniej i zagrożenia oraz obszar ograniczonego dostępu dla osób ze stymulatorami serca. Poziom ekspozycji spawacza zależy od zasięgów stref ochronnych oraz organizacji stanowiska pracy i sposobu wykonywania spawania. Pola elektromagnetyczne wytwarzane w czasie spa-

wania mogą powodować zakłócenia w pracy urządzeń kontrolno-pomiarowych eksploatowanych w pobliżu spawarek [1].

Metody ograniczania ekspozycji:

- odsuwanie pracownika na możliwie maksymalną odległość od kabli zasilających,
- wyznaczenie zasięgu stref ochronnych i podanie do wiadomości pracowników.

Inne działania prewencyjne [10]:

- ograniczenie dostępu osób z elektrostymulatorami serca do obszaru silnego pola magnetycznego o indukcji przekraczającej 100 μT oraz do obszaru pola magnetostaticznego o indukcji przekraczającej 0,5 mT,
- okresowe pomiary kontrolne pól elektromagnetycznych,
- przy spawaniu prądem przemiennym ocenę ekspozycji można ograniczyć do częstotliwości 50 Hz, natomiast przy spawaniu prądem wyprostowanym do częstotliwości 300 Hz, bez konieczności szczegółowej identyfikacji częstotliwości wytwarzanych pól.
- poddawanie pracowników okresowym badaniom lekarskim i szkoleniom ze względu na zatrudnienie w polach elektromagnetycznych.

7.11. Spawarki inwertorowe

Spawarki inwertorowe stosowane są w procesach spawania łukiem elektrycznym, m.in. przy:

- spawaniu elektrodami topliwymi otulonymi;
- spawaniu elektrodami topliwymi w osłonie gazów obojętnych, spawaniu w osłonie gazów aktywnych;
- spawaniu elektrodą nietopliwą w osłonie gazowej.

Źródłami ekspozycji pracowników na pola są:

- kable łączące elektrody z generatorem,
- elektroda spawalnicza.

W otoczeniu elektrod spawalniczych i zasilających je kabli występują pola magnetyczne o wartościach natężeń ze strefy pośredniej, zagrożenia i niebezpiecznej oraz obszar ograniczonego dostępu dla osób ze stimulatorami serca. Zasięg stref ochronnych zależy od natężenia i częstotliwości prądu spawania.

Spawarki inwertorowe nie wytwarzają pól elektrycznych o natężeniach ze stref ochronnych. Poziom ekspozycji spawacza zależy od zasięgów stref

ochronnych oraz organizacji stanowiska pracy i sposobu wykonywania spawania. Pola elektromagnetyczne wytwarzane w czasie spawania mogą powodować zakłócenia w pracy urządzeń kontrolno-pomiarowych eksploatowanych w pobliżu spawarek.

Metody ograniczania ekspozycji [10]:

- odsuwanie pracownika na możliwie maksymalną odległość od kabli zasilających,
- wyznaczenie zasięgu stref ochronnych i podanie do wiadomości pracowników.

7.12. Zgrzewarki dielektryczne

Zgrzewarki dielektryczne (pojemnościowe) wykorzystywane do łączenia materiałów termoplastycznych wytwarzają pola elektryczne, którego źródłem są elektrody zgrzewające i zasilające je linie przesyłowe. Najsilniejsze pola występują przed elektrodą. Natężenie pola elektrycznego na stanowisku pracy może osiągać wartości ze strefy niebezpiecznej, zagrożenia i pośredniej. Poziom ekspozycji pracowników w polu elektrycznym uzależniony jest od usytuowania stanowiska pracy względem zgrzewarki oraz zastosowanych środków ochronnych, np. ekranowania elektrod zasilanych wysokim potencjałem w. cz. Największa ekspozycja występuje przy ręcznym przytrzymaniu zgrzewanego materiału przy włączonym polu. Dotyczy ona w szczególności dłoni i przedramion. Przy dotykaniu konstrukcji zgrzewarki przy załączaniu pola w. cz., przez ciało pracownika może przepływać także prąd kontaktowy, a zawsze w czasie zgrzewów prąd indukowany (pojemnościowy). Impulsowe pola elektromagnetyczne wytwarzane w czasie zgrzewów mogą powodować zakłócenia w pracy urządzeń kontrolno-pomiarowych eksploatowanych w pobliżu zgrzewarek.

Metody ograniczania ekspozycji [10]:

- ekranowanie,
- dielektryczne krzesło (np. drewniane) w sytuacji, gdy pracownik obsługuje urządzenie na siedząco,
- izolowanie pracownika od podłoża i przewodzących elementów zgrzewarki,
- odsuwanie pracownika od elektrod w czasie załączonego napięcia zgrzewa np. przez umieszczanie włączników oburęcznych w miejscu wymuszającym odchylenie się pracownika od elektrod na czas trwania zgrzewania.

Z uwagi na niejednorodną przestrzennie ekspozycję pracownika i zwiększone narażenie dłoni przy zbliżaniu ich do elektrod zgrzewarki podczas ręcznego przytrzymywania zgrzewanych materiałów, a nawet bezpośredni kontakt ciała pracownika ze źródłem pola elektromagnetycznego, niezbędne jest uzupełnienie oceny poziomu pola elektrycznego na stanowisku pracy, analizą miar wewnętrznych skutków ekspozycji (prądów kontaktowych i indukowanych lub SAR), np. przy wykorzystaniu wymagań dyrektywy europejskiej.

7.13. Zgrzewarki oporowe – punktowe, stacjonarne

Zgrzewarki oporowe stosowane są w procesach termicznego łączenia elementów metalowych przez rezystancyjne nagrzewanie miejsca styku przepływającym prądem. Rutynowe operacje wykonywane przez pracownika polegają na przesuwaniu pomiędzy elektrodami łączonych elementów metalowych, precyzyjnego ich ustawiania oraz kontroli wzrokowej wykonywanych czynności. Wiele zgrzewarek rezystancyjnych punktowych jest obsługiwanych ręcznie w pozycji siedzącej lub stojącej.

Zgrzewarki oporowe wytwarzają pola magnetyczne o różnych częstotliwościach i przebiegach w czasie, w zależności od budowy układu zasilającego elektrody. Ze względu na znaczne prądy elektrod, natężenie pola magnetycznego w otoczeniu elektrod i zasilających zgrzewarki kabli może osiągać poziom pół strefy niebezpiecznej, zagrożenia i pośredniej. Pole magnetyczne, na jakie ekspozycyjni są pracownicy, w zależności od natężenia prądu zgrzewającego i rodzaju zgrzewarki może przy elektrodach osiągać poziom kilku mT. Pole elektryczne jest pomijalne (pola strefy bezpiecznej).

Zmienne pole magnetyczne 50 Hz-300 Hz, o indukcji powyżej 100 μ T oraz pole magnetostatyczne, o indukcji powyżej 0,5 mT, może powodować zakłócenia w pracy elektrostymulatorów serca. Pole magnetostatyczne, o indukcji powyżej 3 mT może powodować poruszanie się obiektów metalowych wykonanych z ferromagnetyków. Impulsowe pola wytwarzane przez zgrzewarki mogą powodować zakłócenia w pracy urządzeń kontrolno-pomiarowych eksploatowanych w pobliżu zgrzewarek.

Zalecane metody ograniczania ekspozycji [10]:

Przy występowaniu ekspozycji niebezpiecznej lub nadmiernej niezbędne jest jej zmniejszanie przez m.in.:

- zmniejszenie – w miarę możliwości – natężenia prądów zgrzewania przy wydłużeniu długości impulsów poszczególnych zgrzewów,

- stosowanie – w miarę możliwości – zgrzewania prądem przemien-
nym 50 Hz zamiast prądu wyprostowanego, w przypadku konieczności uży-
cia do zgrzewania prądów o dużych natężeniach,
- wykonywanie przez pracowników czynności produkcyjnych w najwięk-
szej odległości od elektrod zgrzewarek oraz stosowanie fizycznych barier
uniemożliwiających zbliżanie się do elektrod,
- oznaczenie zgrzewarek jako źródeł pola elektromagnetycznego,
- wyznaczenie zasięgu stref ochronnych i podanie do wiadomości pra-
cowników,
- ograniczenie dostępu pracowników do strefy niebezpiecznej.

Inne działania prewencyjne:

- poddawanie pracowników okresowym badaniom lekarskim i szkole-
niom ze względu na zatrudnienie w polach elektromagnetycznych,
- ograniczenie dostępu osób z elektrostymulatorami serca do obszaru sil-
nego pola magnetycznego w otoczeniu zgrzewarek, w którym występują po-
la magnetyczne zmienne o indukcji przekraczającej 100 μ T lub pola magne-
tostatyczne o indukcji przekraczającej 0,5 mT,
- okresowe pomiary kontrolne pól elektromagnetycznych, które wymaga-
ją specjalistycznego wyposażenia do pomiarów pól impulsowych – typowe
mierniki wartości skutecznej nie mogą być stosowane do pomiarów pól wy-
twarzanych przez zgrzewarki rezystancyjne punktowe.

**W świetle aktualnych wyników badań naukowych bezsporne wydaje się rozsądne korzystanie z urządzeń emitujących pola elektromagne-
tyczne. Źródła pola należy zawsze traktować jako potencjalnie szkodli-
we i minimalizować ryzyko zmian zdrowotnych poprzez odpowiednie
ich używanie.**

Piśmiennictwo:

1. Krzysztof Gryz, Jolanta Karpowicz Pola elektromagnetyczne w środowisku pracy, monografia z serii „Zarządzanie bezpieczeństwem i higieną pracy” Red. nauk. D. Koradecka Warszawa, CIOP, 2000.

2. [http. www/wypadek. pl](http://www.wypadek.pl)

3. rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 24 sierpnia 2004 r. w sprawie wykazu prac wzbronionych młodocianych i warunków ich zatrudniania przy niektórych z tych prac (Dz. U. Nr 200, poz. 2047 ze zm.).

3. rozporządzenie Rady Ministrów 10 września 1996 r. w sprawie wykazu prac szczególnie uciążliwych lub szkodliwych dla zdrowia kobiet (Dz. U. z 1996 r., Nr 114, poz. 545, zm.: Dz. U. z 2002 r., Nr 127, poz. 1092).

4. rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dn. 29 listopada 2002 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy Zał. 2, Część E. Pola i promieniowanie elektromagnetyczne z zakresu częstotliwości 0 Hz – 300 GHz (Dz. U. Nr 217, poz. 1833).

5. rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 20 kwietnia 2005 r. w sprawie badań i pomiarów czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (Dz. U. Nr 73, poz. 645).

6. rozporządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dn. 30 maja 1996 r. w sprawie przeprowadzenia badań lekarskich pracowników, zakresu profilaktycznej opieki zdrowotnej nad pracownikami oraz orzeczeń lekarskich wydawanych do celów przewidzianych w Kodeksie pracy (Dz. U. Nr 69, poz. 332 z późn. zm.).

7. rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 27 lipca 2004 r. w sprawie szkolenia w dziedzinie bezpieczeństwa i higieny pracy (Dz. U. Nr 180, poz. 1860 ze zmianami).

8. rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 2 września 1997 r. w sprawie służby bezpieczeństwa i higieny pracy (Dz. U. Nr 109, poz. 704 z późn. zm.).

9. rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dn. 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bhp (Dz. U. z 2003 r. Nr 169, poz. 1650 – tekst. jedn.).

10. PN-T-06580-1:2002 Ochrona pracy w polach i promieniowaniu elektromagnetycznym w zakresie częstotliwości od 0 Hz do 300 GHz Część 1 Terminologia.

11. PN-T-06580-3:2002 Ochrona pracy w polach i promieniowaniu elektromagnetycznym w zakresie częstotliwości od 0 Hz do 300 GHz Część 3 Metody pomiaru i oceny pola na stanowisku pracy.

12. PN-74/T-06260 Źródła promieniowania elektromagnetycznego. Znaki ostrzegawcze.

13. PN-93/N-01256/03 Znaki bezpieczeństwa, Ochrona i higiena pracy.

14. PN-N-18001:1999 Systemy zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy. Wymagania.

15. PN-N-18002:2000 Systemy zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy. Ogólne wytyczne do oceny ryzyka.

Notatki

Notatki

Notatki

