

Promieniowanie elektro- magnetyczne

(zarys wymagań bhp)

Wiodąca podstaw prawna

Rozporządzenia Ministra Rodziny, Pracy i Polityki
Społecznej

z dnia 29 czerwca 2016r.

**w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy
pracach związanych z narażeniem na pole
elektromagnetyczne**

(Dz.U. z 2018r. poz. 331)

Pola elektromagnetyczne – wpływ i ochrona człowieka

Przepisy prawne regulujące bhp w PEM

- Dział X ustawy z dnia 26 czerwca 1974r. - Kodeks pracy
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 2 lutego 2011 r. w sprawie badań i pomiarów czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy
- Załącznik nr 2 pkt. E rozporządzenia Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 6 czerwca 2014r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy

Pole elektromagnetyczne (PEM)

Pole elektromagnetyczne związane jest z propagacją energii w przestrzeni i może charakteryzować się dowolną częstotliwością zmian w czasie. Ze względu na właściwości biofizyczne, na potrzeby m.in. bezpieczeństwa i higieny pracy, terminem tym określa się pola statyczne (niezmienne w czasie: $f = 0$ Hz) i zmienne o częstotliwościach: $f < 300\,000\,000\,000$ Hz (300 GHz), które nie bezpośrednio rejestrowane przez zmysł wzroku człowieka i nie wywołują jonizacji ośrodka, przez który przechodzą.

Właściwości pola elektromagnetycznego są najczęściej prezentowane odnośnie do dwóch jego składowych: pola elektrycznego E i pola magnetycznego M (stosowane oznaczenie H).

Pole elektromagnetyczne

Energia pól elektrycznych oddziałuje zarówno na ładunki ruchome, jak i nieruchome, a pól magnetycznych - jedynie na ładunki ruchome.

Wokół ładunków nieruchomych występuje pole elektrostatyczne, a wokół ładunków tworzących prąd stały występuje stałe pole magnetyczne (magnetostatyczne PMS).

Pola zmienne są wytwarzane przez prądy i napięcia zmienne w czasie.

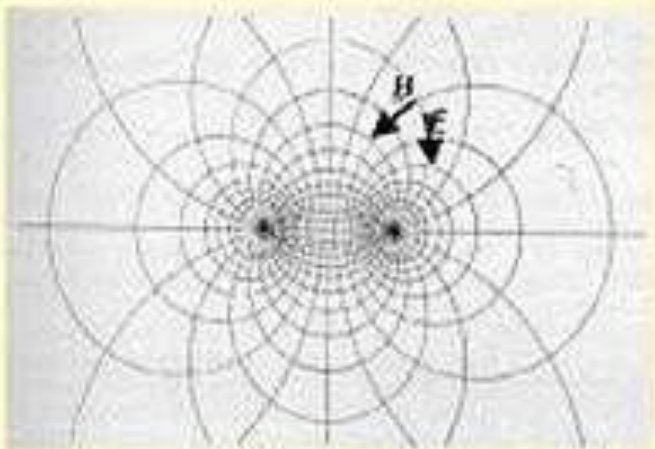
Pola elektromagnetyczne – wpływ i ochrona człowieka

PEM zmienne

Jeżeli natężenie pola okresowo zmiennego w czasie ma przebieg sinusoidalny to jest ono nazywane polem harmonicznym. Pola harmoniczne są wytwarzane m.in. przez prądnice prądu przemiennego i występują w otoczeniu instalacji elektroenergetycznych. Pole o częstotliwości 50 Hz klasyfikowane jest jako pole quasi statyczne i rozpatruje się z punktu widzenia narażenia człowieka wyłącznie składową elektryczną (pole-E).

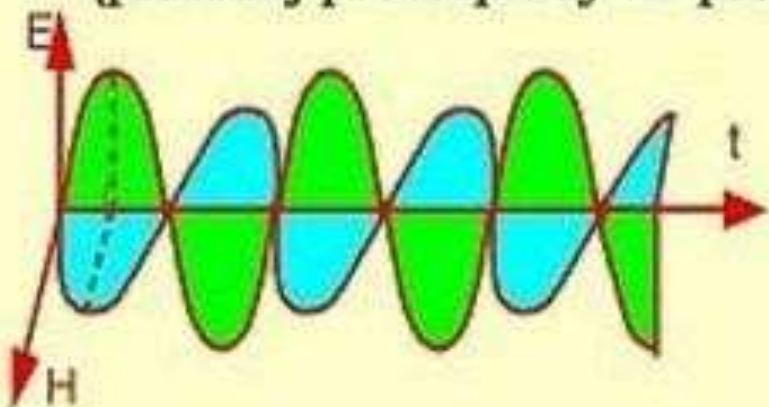
Zmienne pola elektryczne i magnetyczne tworzą promieniowanie elektromagnetyczne rozchodzące się w próżni (i praktycznie w powietrzu) z prędkością światła.

Pole elektromagnetyczne



- magnetostatyczne
- elektrostatyczne
- magnetyczne zmienne
- elektryczne zmienne

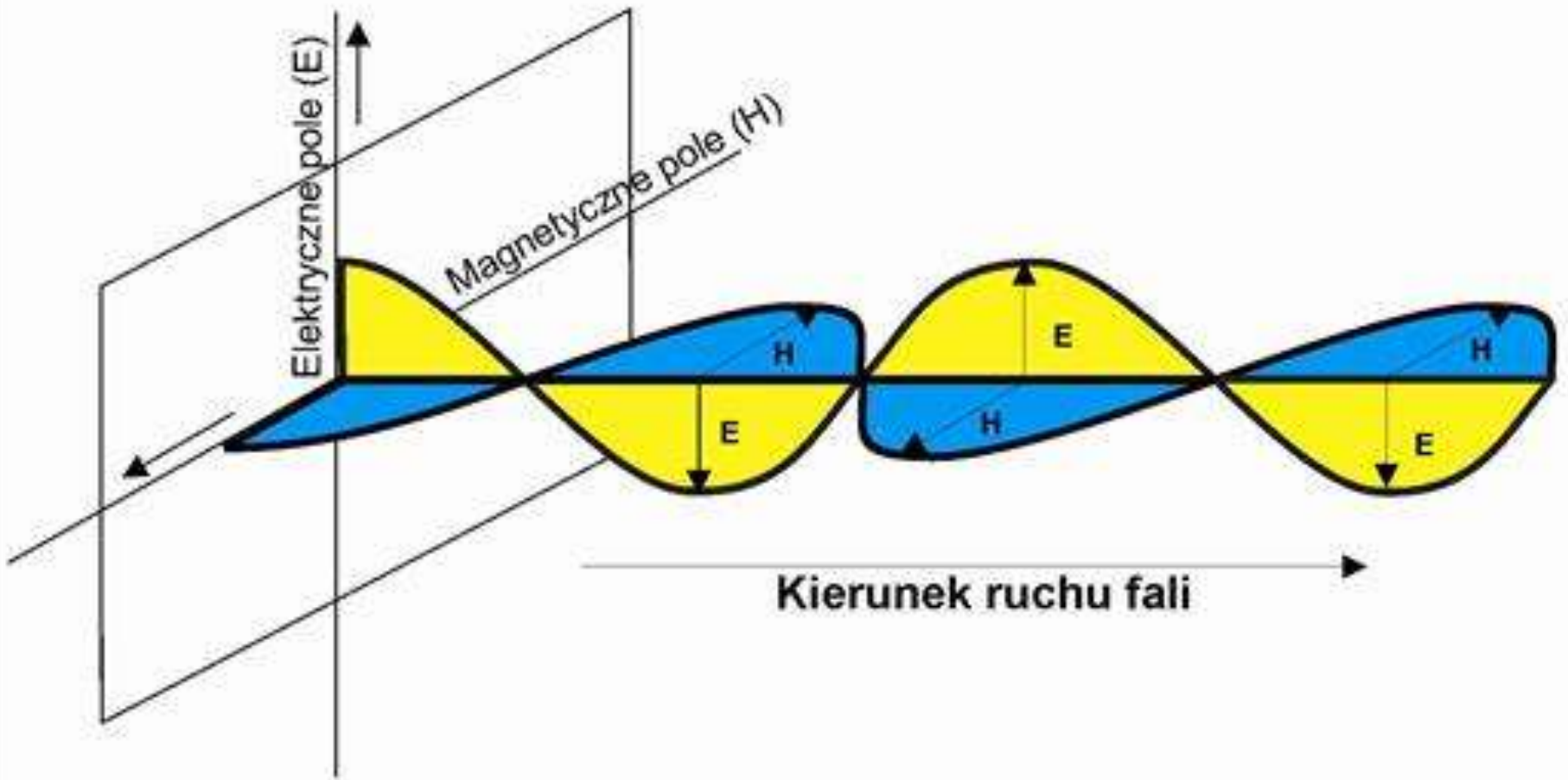
Pola wokół przewodów z prądem
(przekrój prostopadły do przewodów)



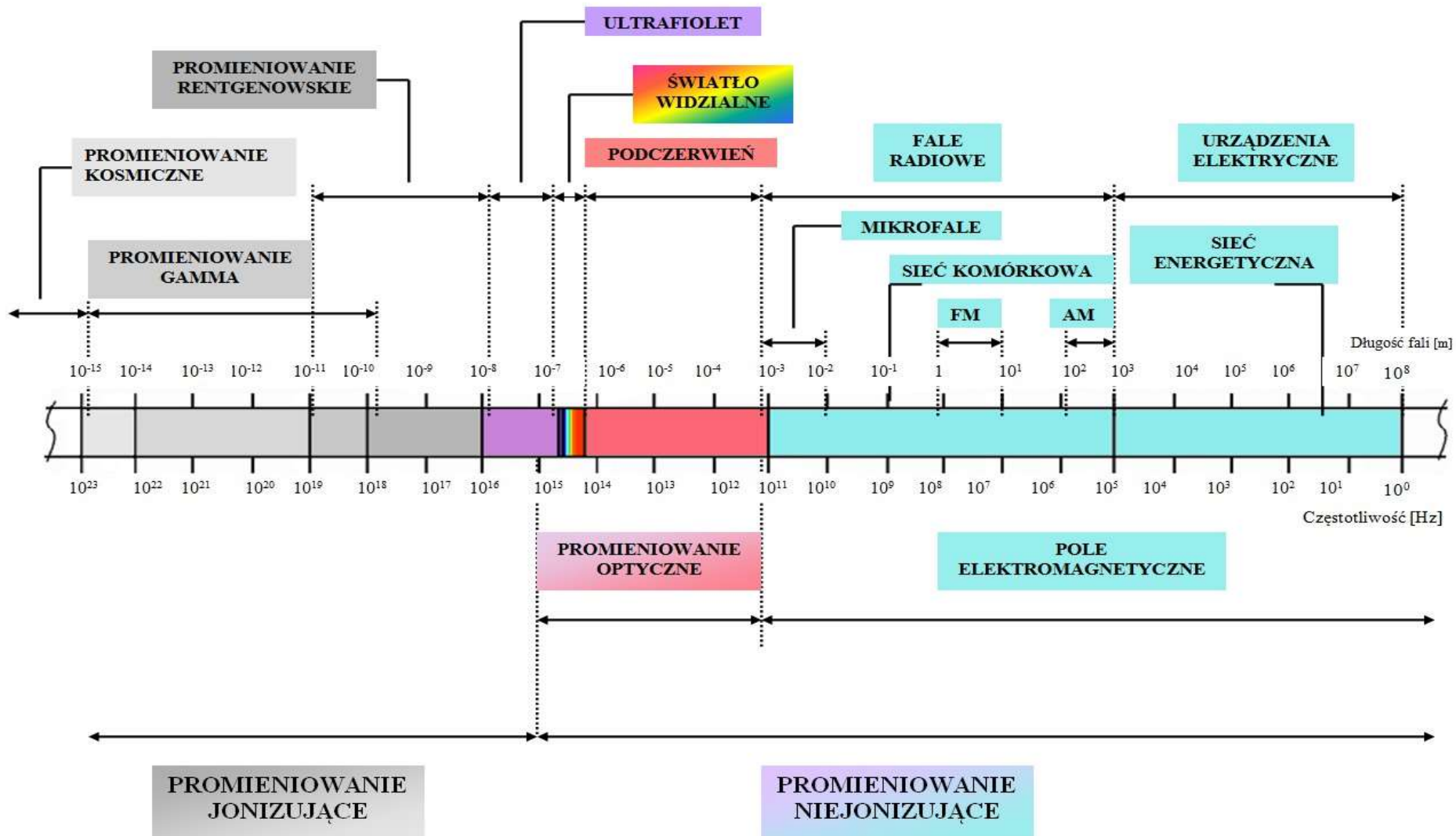
(promieniowanie
elektromagnetyczne
w tzw. strefie dalekiej)

Pola elektromagnetyczne – wpływ i ochrona człowieka

Fala elektromagnetyczna



Widmo PEM



Pola elektromagnetyczne – wpływ i ochrona człowieka

Parametry PEM

Wartości charakterystyczne pola elektromagnetyczne określają następujące parametry:

- natężenie pola magnetycznego H [A/m],
- natężenie pola elektrycznego E [V/m],
- indukcja magnetyczna B [T],
- gęstość mocy promieniowania S [W/m²],
- częstotliwość [Hz, MHz, GHz].

Parametry PEM

- Pole elektromagnetyczne na potrzeby oceny ekspozycji lub narażenia w przestrzeni pracy oznacza czynnik fizyczny w środowisku pracy, w postaci pola lub promieniowania elektromagnetycznego o częstotliwości z zakresu **$0 \text{ Hz} \leq f \leq 300 \times 10 \text{ GHz}$** .
- Pole elektryczne może występować jako pole elektrostatyczne, albo zmienne w czasie pole elektryczne, tworzące składową elektryczną PEM.
- Pole magnetyczne może występować jako pole magnetostatyczne, albo zmienne w czasie pole magnetyczne, tworzące składową magnetyczną PEM.

Parametry PEM

W zależności od częstotliwości, na potrzeby oceny ekspozycji lub narażenia w przestrzeni pracy, PEM określa się jako:

- pole elektrostatyczne – rozumiane jako pole-E o częstotliwości z zakresu $f \leq 5$ Hz, występujące wokół ładunków elektrycznych lub obwodów wysokonapięciowych,
- pole magnetostatyczne, rozumiane jako pole-M o częstotliwości z zakresu $f \leq 5$ Hz, występujące wokół magnesów trwałych lub obwodów wysokoprądowych,
- zmienne w czasie pole-EM, czyli zmienne pole-E i pole-M, występujące wokół obiektów technicznych zasilanych energią elektryczną.

Parametry PEM

Zmienne PEM:

- pole-EM quasi-statyczne, zwane dalej PQS, rozumiane jako pole-EM o częstotliwości z zakresu $5 \text{ Hz} < f \leq 100 \times 10^3 \text{ Hz}$,
- pole-EM wielkiej częstotliwości, zwane dalej PWCZ, rozumiane jako pole-EM o częstotliwości z zakresu $100 \times 10^3 \text{ Hz} < f \leq 300 \times 10^6 \text{ Hz}$,
- promieniowanie mikrofalowe, zwane dalej PMF, rozumiane jako PEM o częstotliwości z zakresu $300 \times 10^6 \text{ Hz} < f < 300 \times 10^9 \text{ Hz}$.

Definicje

- miejsce narażenia – część przestrzeni pracy (terenu, obiektu budowlanego lub pomieszczenia), w której występuje PEM stref ochronnych,
- narażenie – **oddziaływanie PEM stref ochronnych,**
- osoba potencjalnie narażona – każdą osobę mającą dostęp do miejsca narażenia, mimo że nie wykonuje prac przy użytkowaniu źródła PEM,
- poziom ekspozycji lub narażenia – poziom natężenia niezaburzonego PEM w przestrzeni pracy, charakteryzowany w danym miejscu wartościami miejscowymi natężenia pola-E lub natężenia pola-M,

Definicje

- środki ochronne – środki ochrony zbiorowej, środki ochrony indywidualnej i inne techniczne środki ochronne stosowane w celu ograniczenia poziomu emisji lub narażenia lub działania techniczno-organizacyjne podejmowane w celu zapobiegania zagrożeniom elektromagnetycznym,
- użytkowanie źródła PEM – wszystkie prace wykonywane przy obiekcie lub w jego otoczeniu, podczas których może on stać się pierwotnym lub wtórnym źródłem PEM, o parametrach zależnych od rodzaju tych prac,

Definicje

- użytkownik – pracodawcę, który użytkuje źródła PEM lub przestrzeń pracy, w której występuje PEM emitowane ze źródła znajdującego się w tej przestrzeni lub poza nią,
- zagrożenia elektromagnetyczne – szkodliwe dla zdrowia, niebezpieczne lub uciążliwe skutki bezpośredniego lub pośredniego oddziaływania PEM, powstające w przestrzeni pracy.

Oddziaływanie PEM na człowieka

PEM w przeciwieństwie do wielu fizycznych czynników środowiska, takich jak hałas, nie jest z reguły rejestrowane przez zmysły człowieka, dlatego niemożliwe jest uniknięcie zagrożenia powodowanego przez PEM dzięki samodzielnemu rozpoznaniu zagrożenia i dostosowaniu do niego sposobu postępowania.

Do wyjątków należy odczuwanie wrażeń wzrokowych (tzw. magneto- lub elektrofosfenów) w silnym bądź magnetycznym lub elektrycznych (tj. o częstotliwości z zakresu do kilkudziesięciu Hz) oraz wrażeń słuchowych (tzw. zjawisko Frey'a) w impulsowym polu mikrofalowym.

Oddziaływanie PEM na człowieka

Oddziaływanie pola elektromagnetycznego, zarówno bezpośrednio na organizm człowieka, jak i na materialne środowisko pracy, może być przyczyną licznych zagrożeń bezpieczeństwa lub zdrowia pracowników, które mogą prowadzić zarówno do utrudnionego wykonywania pracy lub pogorszenia stanu zdrowia, jak i nawet do wypadków śmiertelnych.

Oddziaływania te można podzielić tak jak wyżej to wskazano na dwie zasadnicze grupy:

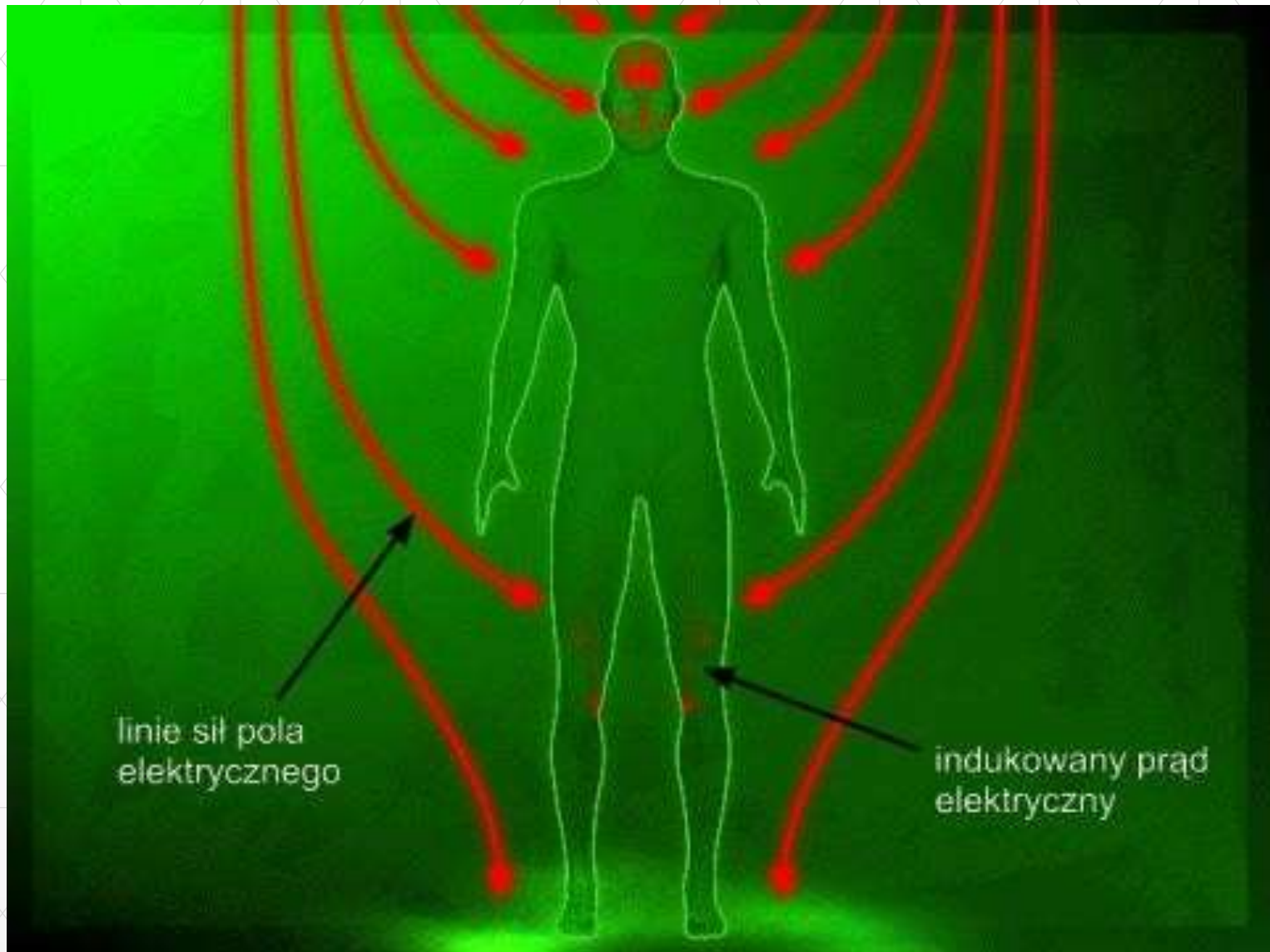
- bezpośrednie oddziaływanie na organizm ekspozowanego człowieka na PEM,
- pośrednie oddziaływanie na skutek oddziaływania na organizm energii PEM przekazanej i zgromadzonej w ekspozowanych obiektach środowiska pracy.

Oddziaływanie PEM na człowieka

Pole elektryczne powoduje w tkankach człowieka deformacje strukturalne wynikające z działania siły Coulomba, w tym przepływ indukowanego prądu elektrycznego.

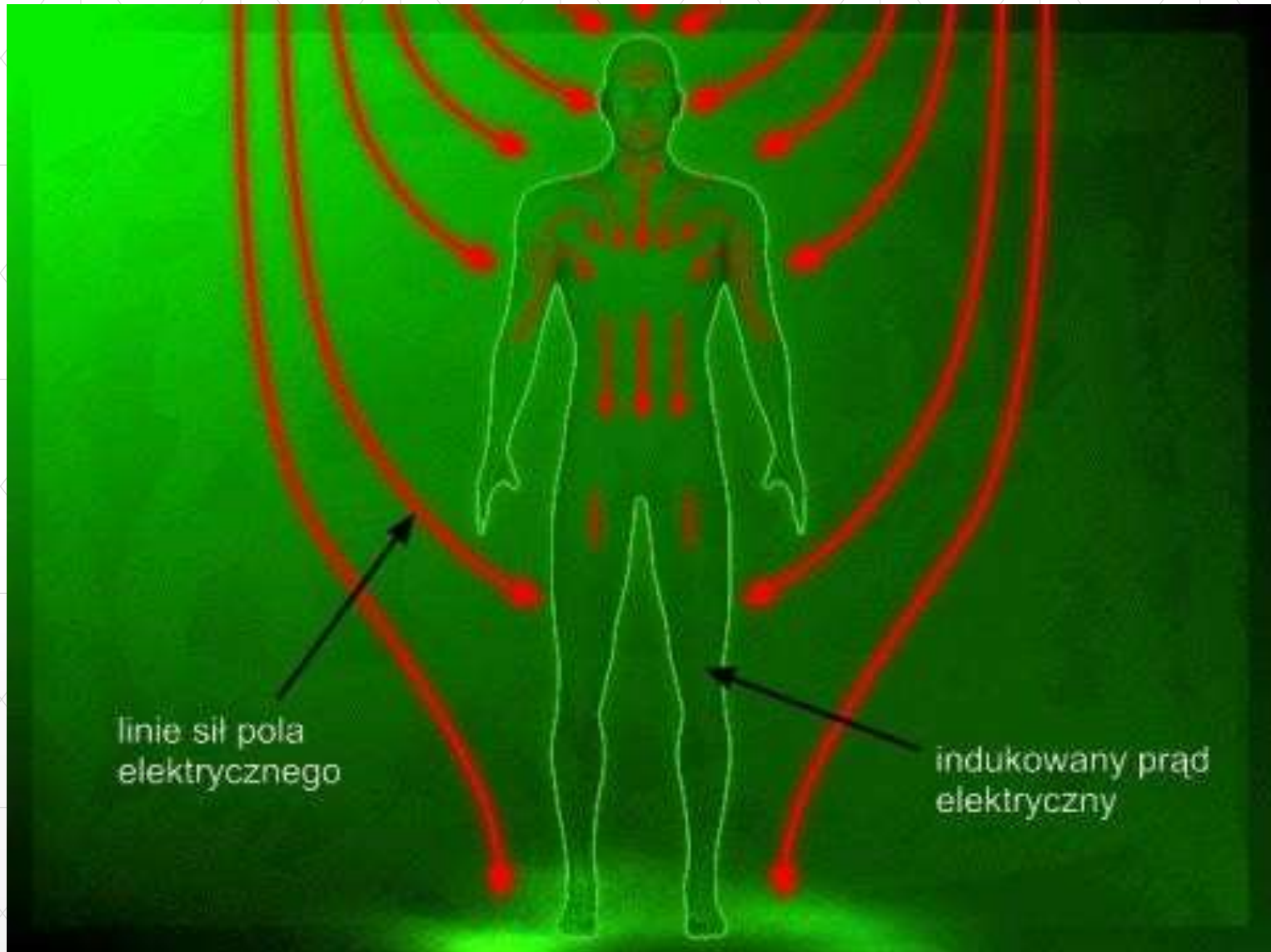
Pole magnetyczne powoduje zaburzenia strukturalne w tkankach, wynikające z oddziaływania związanego z występowaniem siły Lorentza i siły elektromotorycznej indukcji opisanej prawem Faradaya, prowadzące również do przepływu indukowanego prądu elektrycznego, w tym przypadku prądu wirowego.

Oddziaływanie PE na człowieka



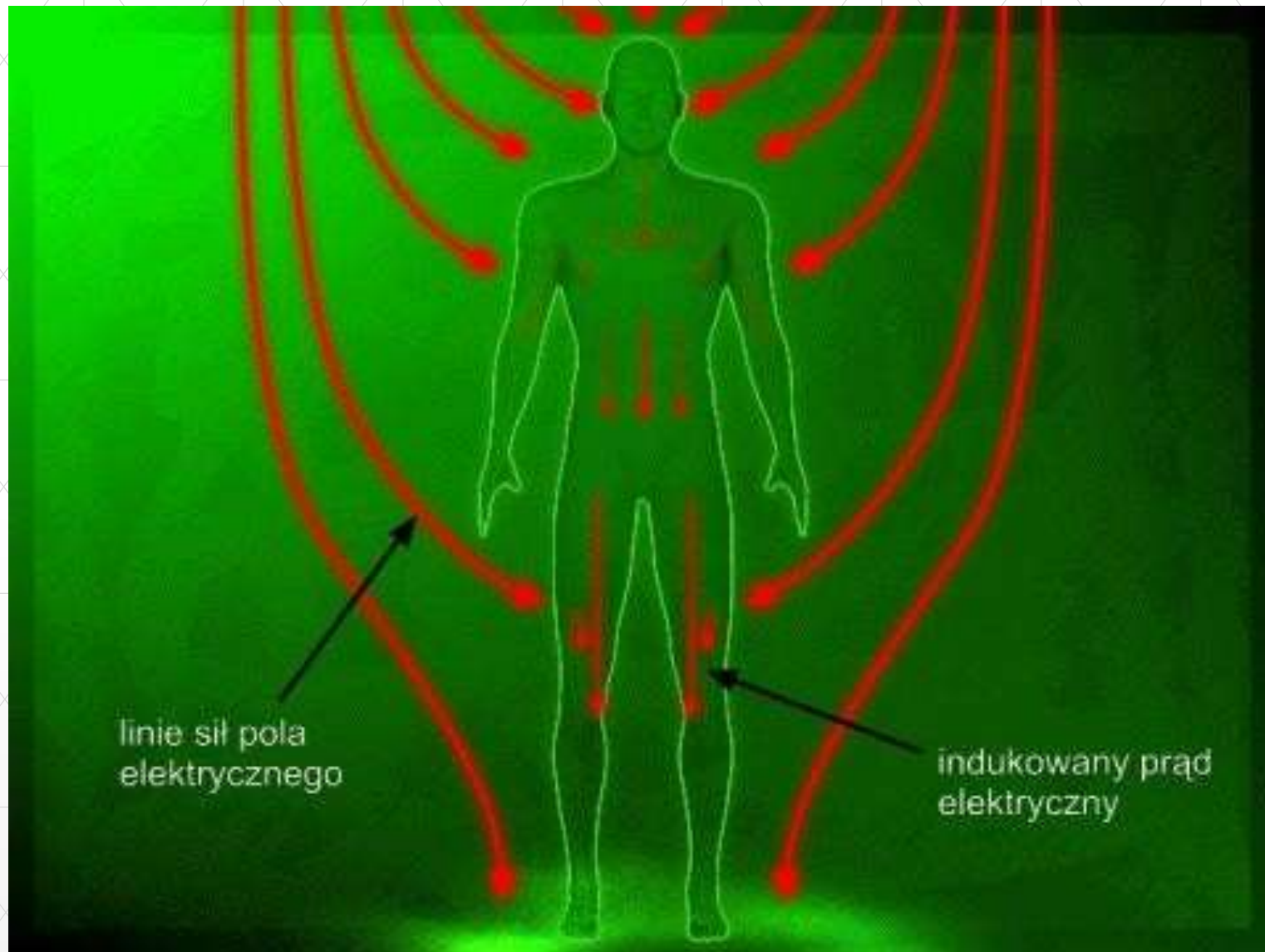
Pola elektromagnetyczne – wpływ i ochrona człowieka

Oddziaływanie PE na człowieka



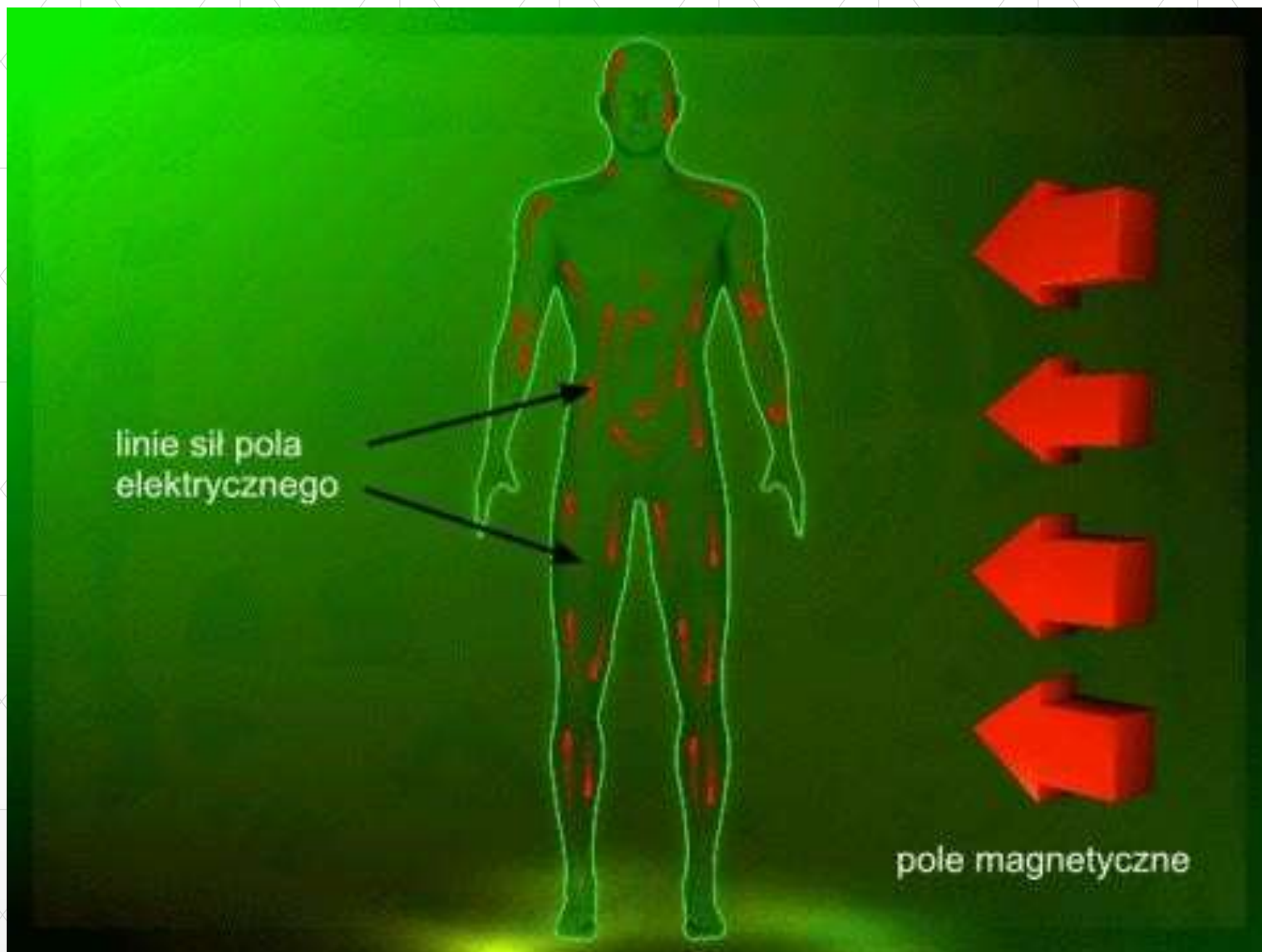
Pola elektromagnetyczne – wpływ i ochrona człowieka

Oddziaływanie PE na człowieka



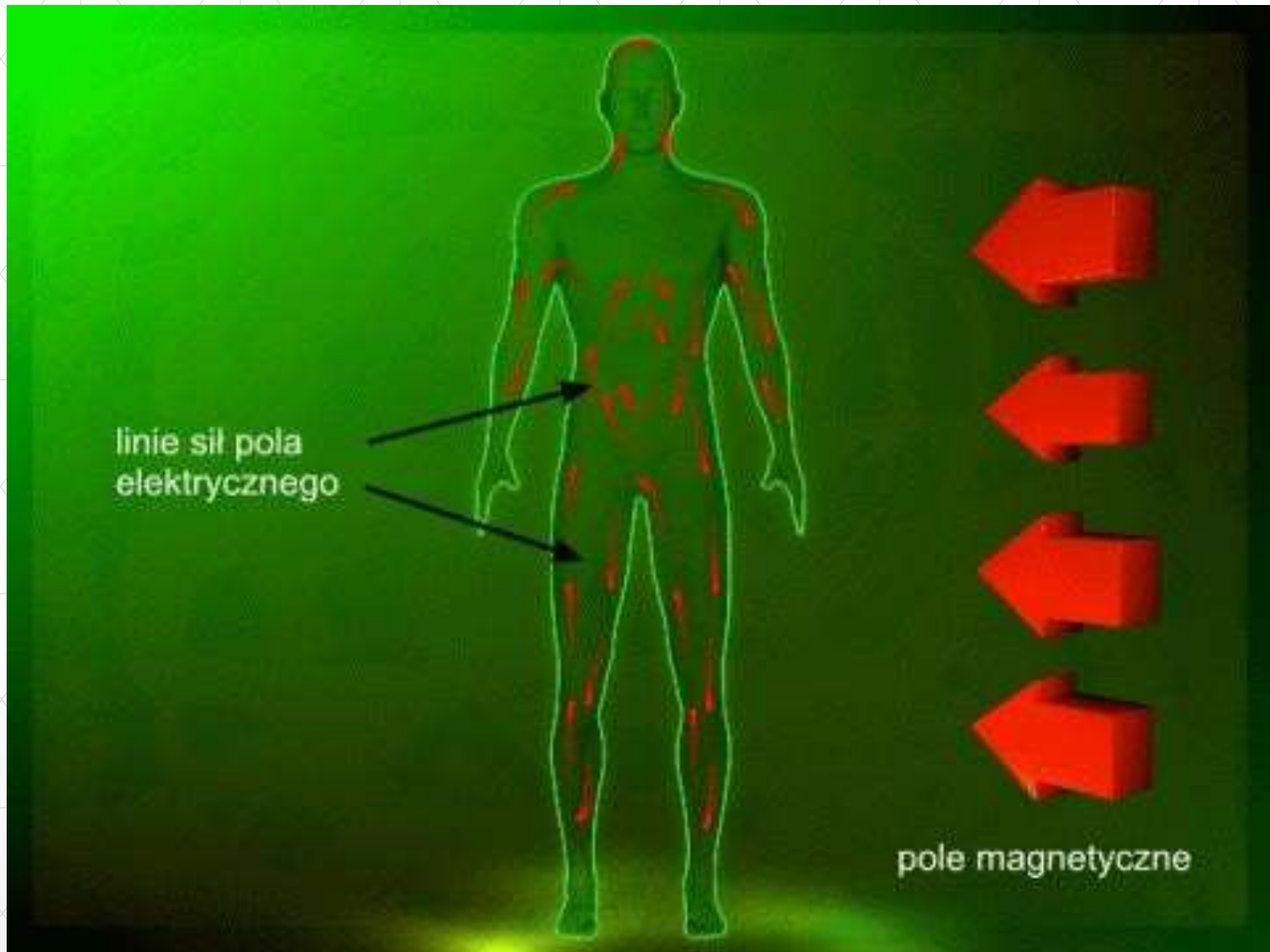
Pola elektromagnetyczne – wpływ i ochrona człowieka

Oddziaływanie PM na człowieka



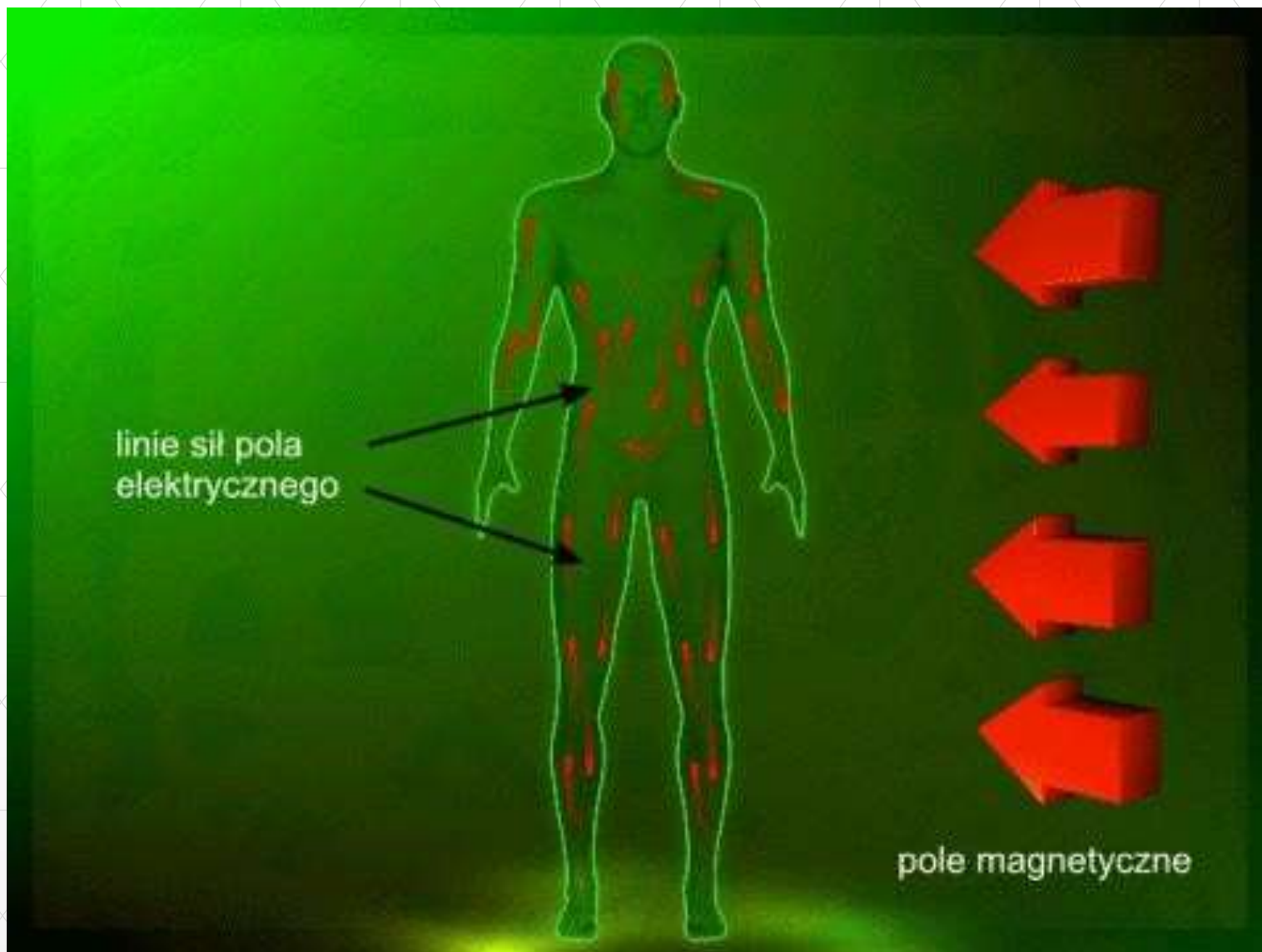
Pola elektromagnetyczne – wpływ i ochrona człowieka

Oddziaływanie PM na człowieka



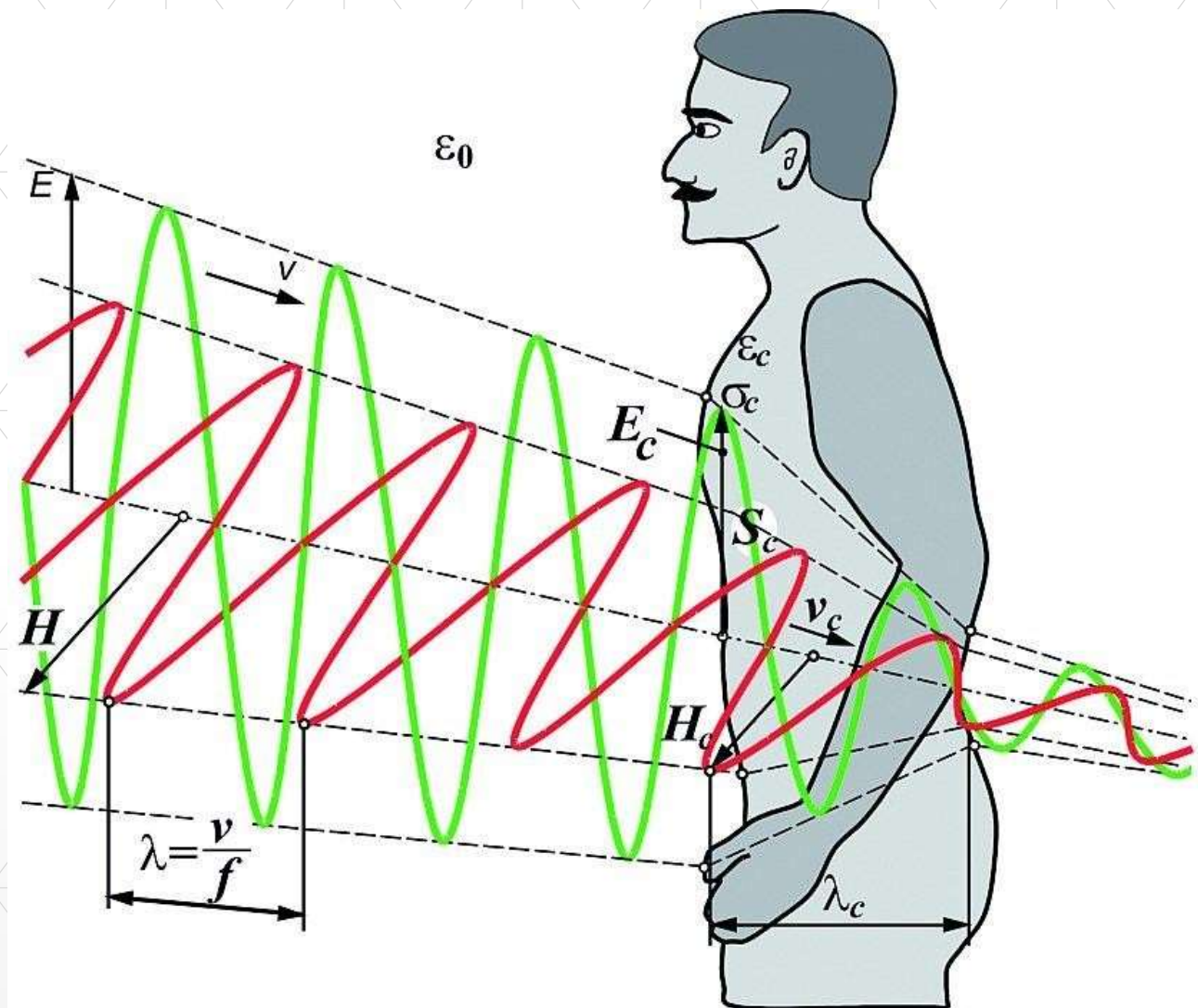
Pola elektromagnetyczne – wpływ i ochrona człowieka

Oddziaływanie PM na człowieka



Pola elektromagnetyczne – wpływ i ochrona człowieka

Oddziaływanie PEM wcz. na człowieka



Pola elektromagnetyczne – wpływ i ochrona człowieka

Oddziaływanie PEM na człowieka

W czasie kiedy człowiek przebywa w PEM, w wyniku przepływu zaindukowanych prądów w jego organizmie, mogą w związku z tym wystąpić niepożądane zjawiska biofizyczne takie jak:

- pobudzenie tkanki nerwowej lub mięśniowej (w przypadku oddziaływania pól o częstotliwościach nie przekraczających kilku megaherców)
- wzrost temperatury tkanek (w przypadku oddziaływania pól o częstotliwościach mega- lub gigahercowych)
- jądrowy rezonans magnetyczny
- zjawisko magnetohydrodynamiczne
- oddziaływanie na procesy przemiany wolnych rodników.

Oddziaływanie PEM na człowieka

Względna wielkość skutków oddziaływania PEM zależy od właściwości elektrycznych ciała - tzn. przewodności elektrycznej i przenikalności elektrycznej tkanek ciała, które są zależne od częstotliwości oddziałującego PEM i są różne dla różnych tkanek.

Wyżej wskazane zjawiska zachodzące w organizmie człowieka mogą być przyczyną niepożądanych skutków biologicznych i w konsekwencji niepożądanych zmian stanu zdrowia (czasowych lub trwałych).

Oddziaływanie PEM na człowieka

Skutki oddziaływania PEM na organizm (skutki biologiczne lub zdrowotne) uzależnione są od:

- częstotliwości PEM oddziałującego na organizm
- natężenia pola-E i pola-M oddziałujących na organizm
- parametrów elektrycznych (przewodności i przenikalności elektrycznej) elementów środowiska, w którym oddziałuje PEM (głównie jakości izolacji elektrycznej organizmu od tzw. obiektów uziemionych elektrycznie)
- wymiarów i kształtu ciała
- ustawienia ciała względem polaryzacji PEM

Oddziaływanie PEM na człowieka

Prądy indukowane przez PEM zmienne o częstotliwości do kilkuset kiloherców mogą zakłócać pracę organizmu na skutek zaburzenia różnych naturalnych procesów elektrofizjologicznych w komórkach nerwowych lub mięśniowych, a odczuwalne skutki takiego oddziaływania uzależnione są od częstotliwości PEM.

Oddziaływanie PEM na człowieka

Poruszanie się w polu magnetostatycznym wywołuje przepływ w organizmie prądów zaindukowanych (podobnie jak oddziaływanie pola zmiennego w czasie) i może powodować takie odczucia jak:

- zawroty głowy
- nudności
- utrudnioną koordynację wzrokowo-ruchową.

Ustają one po oddaleniu się od źródła pola magnetostatycznego i mają nieustalony dotychczas wpływ na stan zdrowia przy narażeniu wieloletnim, natomiast mogą istotnie ograniczać zdolność do wykonywania precyzyjnej pracy.

Oddziaływanie PEM na człowieka

Absorpcja energii PEM wcz. lub PEM z zakresu mikrofalowego może wywołać uszkodzenia termiczne różnego stopnia i rozległości.

Oddziaływanie termiczne PMF o częstotliwości przekraczającej kilka GHz występuje głównie przy powierzchni ciała i zagrożenie dotyczy głównie skóry i oczu.

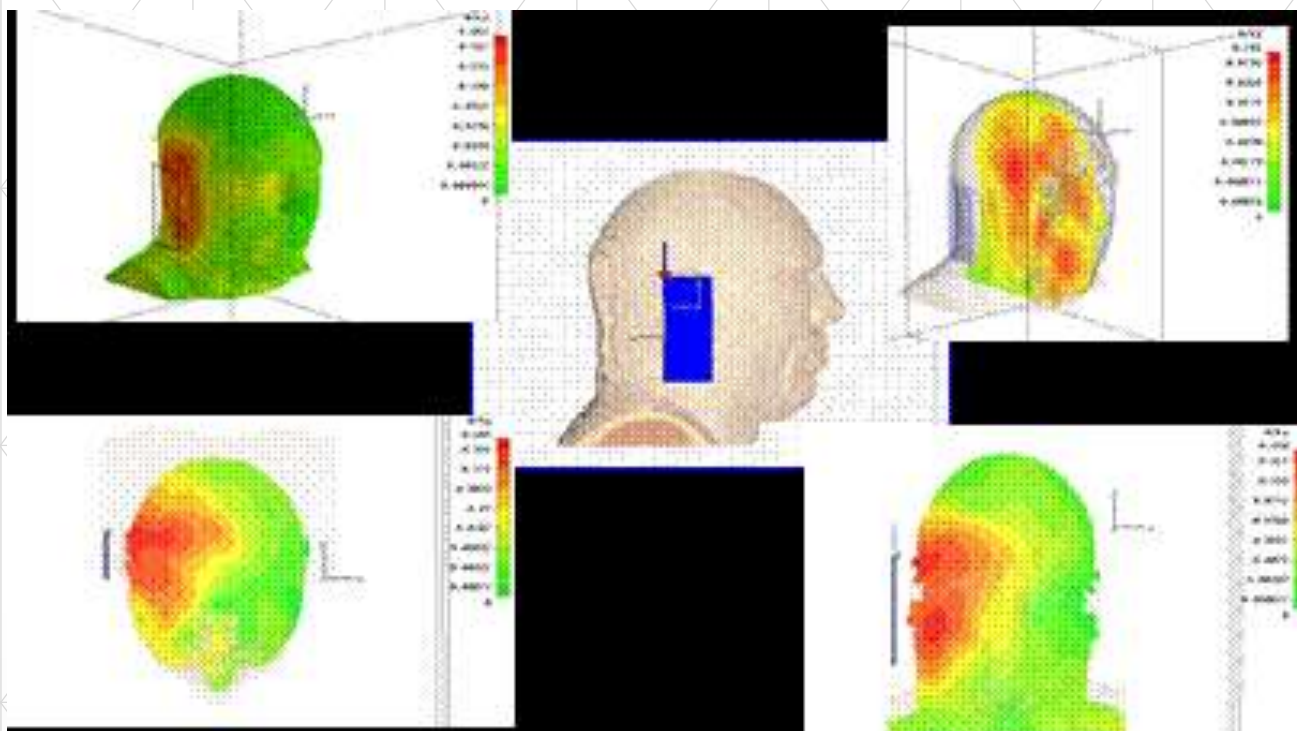
Przy mniejszych częstotliwościach uszkodzenia termiczne mogą wystąpić w różnych tkankach znajdujących się wewnątrz organizmu.

Różni to skutki oddziaływania PEM od oddziaływania termicznego promieniowania podczerwonego, które występuje przy powierzchni ciała.

Oddziaływanie PEM na człowieka

Ze względu na zaliczanie PEM do promieniowań niejonizujących dotychczas przyjmuje się najczęściej, że nie mają one zdolności bezpośredniego wywoływania zmian genetycznych w organizmach żywych, jednakże rezultaty uzyskane z użyciem subtelnych technik badań laboratoryjnych wskazują, że oddziaływania tego typu **nie należy uznawać za wykluczone**.

Wchłanianie PEM telefonu komórkowego



Wzrost temperatury tkanek na wskutek absorpcji energii pola elektromagnetycznego o częstotliwościach mega- lub gigahercowych (używanie telefonu komórkowego i wzrost temperatury w obrębie głowy).

Pola elektromagnetyczne – wpływ i ochrona człowieka

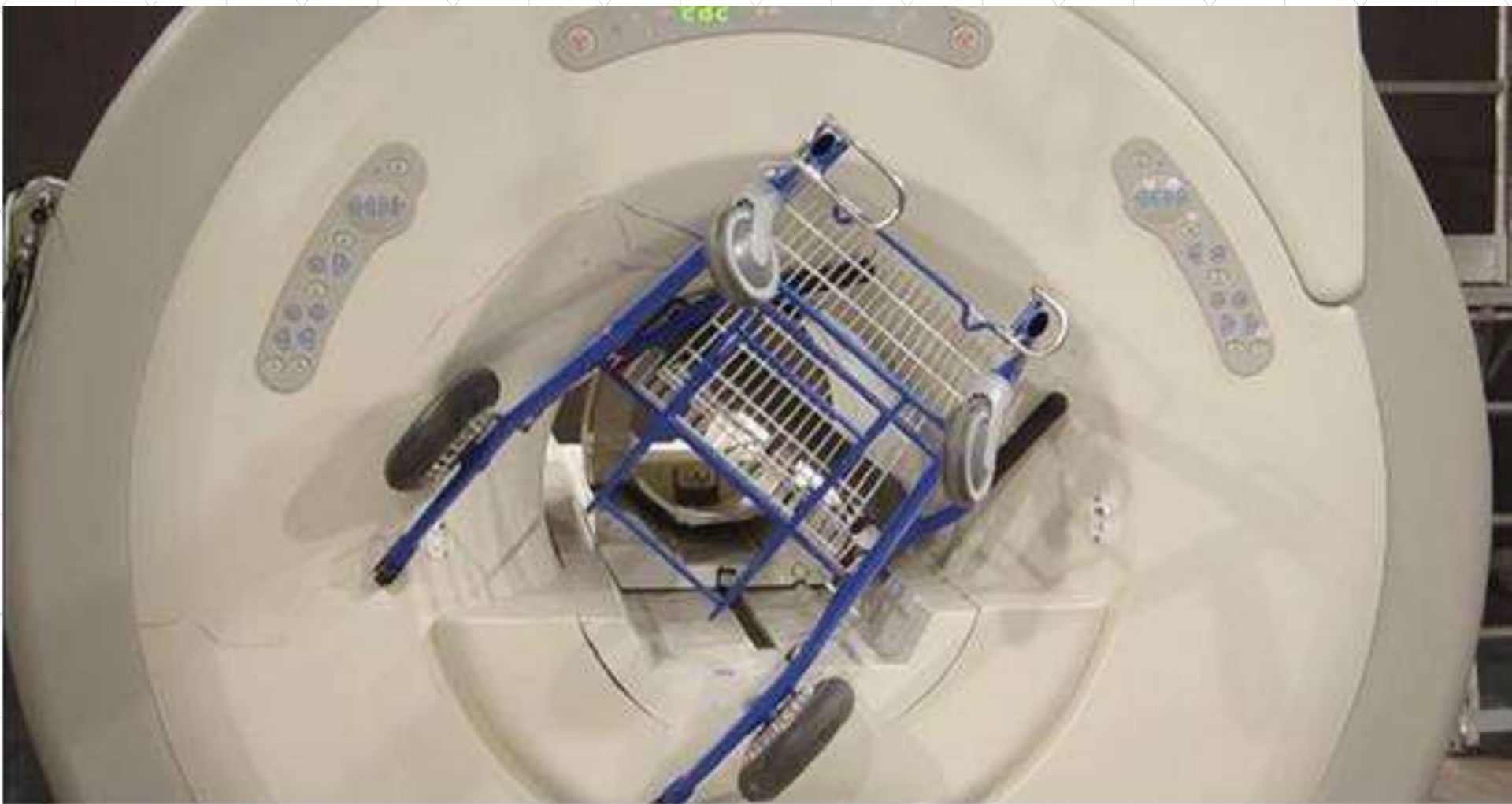
Oddziaływanie PEM na otoczenie człowieka



„Rezonans magnetyczny krzesła”.







Wymagane działania pracodawcy - skrót

Krok 1 - rozpoznanie źródła pola-EM

[§5]



Krok 2 - ocena poziomu ekspozycji w przestrzeni pracy [§ 6]



Krok 3 - wyznaczenie zasięgu stref ochronnych wokół zidentyfikowanych źródeł pola-EM [§ 7]



Krok 4 - rozpoznanie i ocena zagrożeń elektromagnetycznych w miejscach narażenia [§ 8]

Wymagane działania pracodawcy - skrót

Krok 5 - udokumentowanie oceny zagrożeń elektromagnetycznych (sporządzenie dokumentacji w wymaganym zakresie) [§ 8.2]



Krok 6 – opracowanie i wdrożenie programu stosowanie środków ochronnych, w przypadku możliwości oddziaływania pól-EM stref ochronnych na pracowników [§ 10.2]



Krok 7 - okresowa ponowna ocena zagrożeń elektromagnetycznych (co najmniej raz na 4 lata) [§8.3] lub ponowienie kroków 1, 2, 3 i 4 w przypadku zmiany danych nt. rozpoznanych źródeł pól-EM [§ 9]

Wymagane działania pracodawcy - skrót

Krok 8 – przekazanie pracownikom niezbędnych informacji w trakcie szkoleń z zakresu bhp [§ 12]



Krok 9 – poinformowanie lekarza sprawującego opiekę lekarską nad pracownikami informacje nt. charakterystyki pola-EM i poziomu narażenia [§ 13]



Krok 10 – przekazanie informacji w zakresie bhp pracownikom innych pracodawców, zleceniobiorcą i przedsiębiorcom w myśl art. 207¹ Kp [§ 12.3]

Wymagania prawne dotyczące PEM – obowiązki pracodawcy

Ustalenie wpływu PEM na pracowników odbywa się poprzez:

- rozpoznanie źródła PEM znajdującego się w przestrzeni pracy lub poza nią oraz poziomu ekspozycji w przestrzeni pracy
- ocenienie poziomu narażenia na PEM źródeł pierwotnych i wtórnych
- wyznaczenie zasięgów PEM stref ochronnych
- rozpoznanie i ocenę zagrożenia elektromagnetyczne w miejscach narażenia
- udokumentowanie oceny zagrożeń elektromagnetycznych

Wymagania prawne dotyczące PEM – obowiązki pracodawcy

Ponadto do obowiązków użytkownika (pracodawcy) źródła PEM należy:

- ocena zagrożeń elektromagnetycznych w regularnych odstępach czasu uzależnionych od rodzaju i poziomu zagrożeń, **nie rzadziej niż co 4 lata**
- sporządzenie, przechowywanie i udostępnianie dokumentacji dotyczącej rozpoznania i oceny zagrożeń elektromagnetycznych (domyślnie oceny ryzyka zawodowego na stanowisku pracy gdzie występuje PEM).

Źródła PEM

Pierwotne źródło PEM, to obiekt techniczny zasilany energią elektryczną, naelektryzowany lub magnes trwały, emitujący pole-EM w trakcie użytkowania i obejmują:

- źródło zamierzone, z którego emisja PEM jest skutkiem przewidywanego działania tego obiektu w różnych celach użytkowych,
- źródło niezamierzone, z którego emisja PEM towarzyszy procesom zachodzącym w tym obiekcie, w szczególności przepływowi prądu elektrycznego.

Wtórne źródło PEM, rozumiane jako obiekt metalowy, podlegający oddziaływaniom zewnętrznego PEM, emitowanego z innego źródła.

Źródła PEM

W naturalnym środowisku występują m.in. statyczne i wolnozmiennie pole magnetyczne i elektryczne ziemskie.

Pracownicy obsługujący różnorodne urządzenia mogą być narażeni są na PEM o stosunkowo wysokich natężeniach. Większość stanowisk pracy znajduje się w **słabych polach elektromagnetycznych** (m.in. wytwarzanych przez instalację elektryczną zasilającą odbiorniki energii elektrycznej oraz przez systemy radiowo-telewizyjne i telefonii bezprzewodowej oraz urządzenia elektryczne eksploatowane na stanowiskach pracy, np. sprzęt biurowy).

Źródła PEM

W przestrzeni pracy przeważają **PEM strefy bezpiecznej, co nie wymaga specjalnego postępowania ze strony pracodawcy i pracowników**, jednak ze względu na znaczne zróżnicowanie urządzeń lub instalacji, przy których mogą występować lokalnie silne PEM istotne jest rozpoznanie ich typowych parametrów.

Źródła PEM

Wokół linii przesyłowych wysokiego napięcia występują pola elektryczne o znacznych natężeniach, natomiast w otoczeniu instalacji zasilających niskiego napięcia dominują pola magnetyczne.

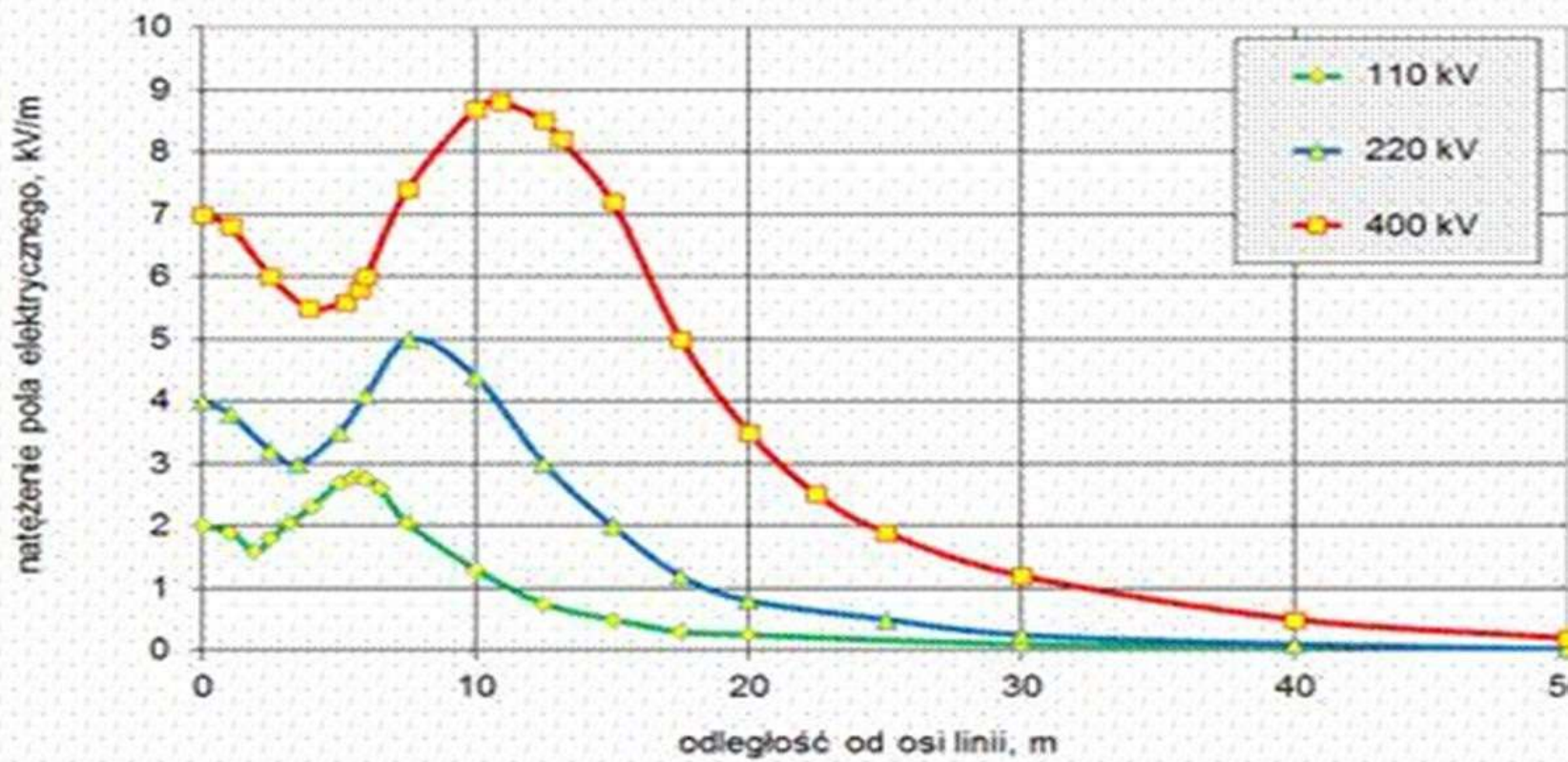
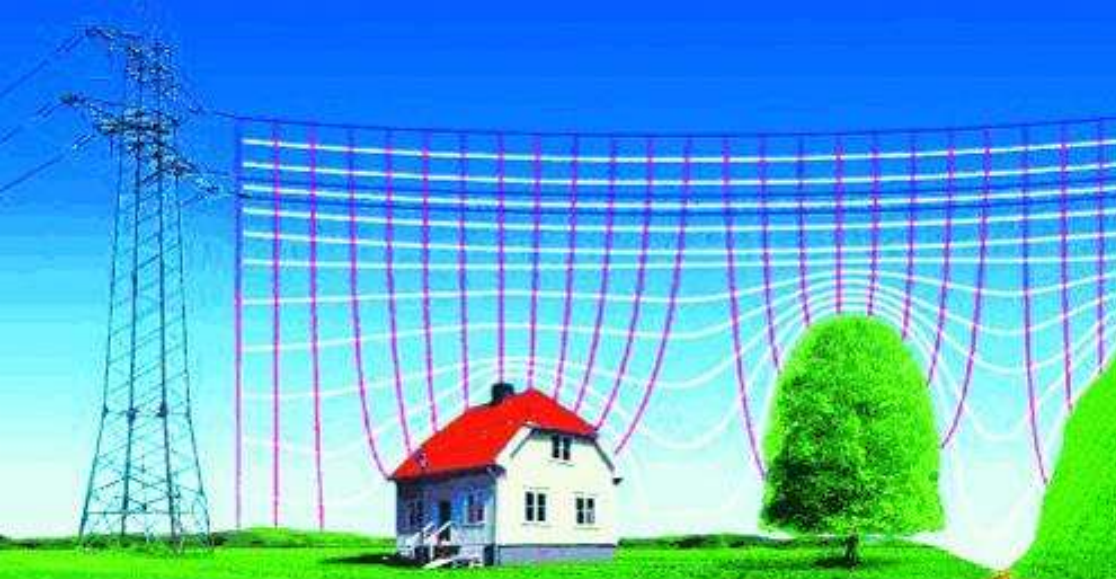
Pole elektromagnetyczne występujące wokół tych urządzeń oraz wszelkiego rodzaju odbiorników energii elektrycznej jest niezamierzonym skutkiem wykorzystania energii elektrycznej.

Źródła PEM

Źródłami pola-EM są m.in.:

- elektroenergetyczne urządzenia przesyłowo-rozdzielcze oraz elektryczne instalacje zasilające i elektrolityczne,
- terapeutyczny i diagnostyczny sprzęt medyczny, taki jak: diatermie fizykoterapeutyczne i elektrochirurgiczne oraz skanery rezonansu magnetycznego,
- przemysłowe urządzenia elektrotermiczne, takie jak: piece i nagrzewnice indukcyjne, zgrzewarki rezystancyjne i dielektryczne oraz piece mikrofalowe,
- urządzenia radionadawcze, takie jak: anteny radiowe i telewizyjne, stacje bazowych telefonii komórkowej, systemy radarowe, mobilne terminale wykorzystujące łączność bezprzewodową, w tym telefony komórkowe i bezprzewodowe.

Pola elektromagnetyczne – wpływ i ochrona człowieka



Rozpoznanie źródeł PEM

W celu rozpoznania źródeł PEM pracodawca może wykorzystać dane dotyczące:

- parametrów technicznych źródła PEM określonych przez producenta w instrukcji eksploatacji lub innej dokumentacji technicznej,
- środków ochronnych zastosowanych w celu ograniczania emisji ze źródła PEM stanowiących jego stałe wyposażenie, w szczególności: blokad, obudów, osłon lub ekranów,

Rozpoznanie źródeł PEM

W celu rozpoznania źródeł PEM pracodawca może wykorzystać dane dotyczące:

- poziomu emisji ze źródła PEM do środowiska lub poziomu PEM w jego otoczeniu, dostępne na podstawie wymagań określonych w odrębnych przepisach
- zakresu użytkowania źródła PEM oraz wpływu wykonywanych prac na poziom emisji lub poziom ekspozycji.

Objaśnienie tabeli w załączniku nr 1 do [1]

- SEN - słaba ekspozycja (lub słabe narażenie). Szczegółowa **ocena zagrożeń elektromagnetycznych** i środki ochronne dotyczące zapobiegania skutkom bezpośrednim **nie są konieczne** podczas użytkowania zgodnie z przeznaczeniem, pod warunkiem właściwego funkcjonowania źródeł pola-EM i organizacji pracy.
- SN - silne narażenie. Konieczne jest **szczegółowa ocena poziomu narażenia** i zagrożeń elektromagnetycznych oraz zastosowanie środków ochronnych.
- T- typowe częstotliwości pola-EM emitowanego przez źródła oraz najbardziej typowe (prawdopodobne warunki ekspozycji/narażenia) na pole-EM przy źródle.
- MT- inne (lub alternatywne) częstotliwości pola-EM emitowanego przez źródła oraz mniej typowe warunki ekspozycji/narażenia na pole-EM przy źródle.

Lp.	Źródła PEM	Charakterystyka PEM przy źródle					Poziom oddziaływania PEM przy źródle	
		PMS	PES	PQS	PWCZ	PMF	SEN	SN
1.	Elektryczny sprzęt powszechnego użytku	-	-	T	-	-	T	MT
2.	Systemy elektroenergetyczne i elektryczna instalacja zasilająca	MT	-	T	-	-	T	MT
3.	Telefony komórkowe, bezprzewodowe i urządzenia bezprzewodowe krótkiego zasięgu (WLAN, WiFi, bluetooth, itp.)	-	-	-	T	T	T	-
4.	Stacje bazowe systemów telefonii komórkowej	-	-	-	T	T	T	MT
5.	Nadawcze systemy tele- i radiokomunikacyjne (radio, telewizja, itp.)	-	-	-	T	T	T	MT
6.	Pojazdy elektryczne (pociągi, tramwaje, trolejbusy, metró)	T	-	T	-	-	T	MT
7.	Systemy antykradzieżowe oraz elektronicznej kontroli obiektów	-	-	T	T	T	T	MT
8.	Diatermie chirurgiczne	-	-	-	T	-	MT	T
9.	Diatermie fizykoterapeutyczne	-	-	-	T	T	MT	T

10.	Urządzenia do magnetoterapii	MT	-	T	-	-	T	MT
11.	Skanery rezonansu magnetycznego	T	-	T	T	-	MT	T
12.	Urządzenia do spawania łukowego	T	-	T	-	-	T	MT
13.	Urządzenia do grzania dielektrycznego (suszenia lub zgrzewania)	-	-	-	T	MT	-	T
14.	Urządzenia do grzania indukcyjnego	-	-	T	MT	-	MT	T
15.	Zgrzewarki rezystancyjne	-	-	T	-	-	MT	T
16.	Przemysłowe magnetyzatory i demagnetyzatory	T	-	T	-	-	MT	T
17.	Instalacje elektrolityczne	T	-	MT	-	-	T	MT
18.	Przemysłowe piece, nagrzewnice i suszarki mikrofalowe	-	-	-	-	T	T	MT
19.	Spektrometry NMR	T	-	-	T	T	T	MT
20.	Systemy radarowe	-	-	-	MT	T	MT	T
21.	Urządzenia techniki wojskowej	-	-	-	T	MT	T	MT
22.	Urządzenia do wytwarzania i przetwarzania tworzyw sztucznych	-	T	-	MT	MT	MT	T

Objaśnienie tabeli w załączniku nr 1 do [1]

W tabeli zaprezentowano charakterystyki wybranych źródeł PEM i poziomów ekspozycji/ narażenia, występujące najczęściej w przestrzeni pracy przy takich źródłach, ułatwiające rozeznanie, gdzie niezbędne jest wdrożenie oceny poziomu narażenia i zagrożeń elektromagnetycznych oraz stosowanie środków ochronnych.

Nie zaprezentowano wszystkich urządzeń i instalacji elektrycznych stanowiących źródła PEM, których może dotyczyć konieczność rozpoznania poziomów narażenia na PEM podczas ich użytkowania, zgodnie z wymaganiami określonymi w § 5-9 rozporządzenia.

Objaśnienie tabeli w załączniku nr 1 do [1]

W tabeli nie uwzględniono prac przy zwiększonym poziomie emisji ze źródeł PEM, w szczególności w czasie:

- napraw przy zdjętych zabezpieczeniach lub obudowach urządzeń,
- prac technicznych w pobliżu aktywnych anten nadawczych albo kontroli automatycznych linii produkcyjnych przy działających urządzeniach będących źródłami PEM, dla których warunki narażenia należy oceniać zgodnie z wymaganiami określonymi w § 5-9 rozporządzenia.

Rozpoznanie źródeł PEM

Z dyspozycji § 5.2.2 przepisu [1] wynika , że użytkownik **nie rozpatruje pola-EM jako czynnika szkodliwego dla zdrowia** w przestrzeni pracy gdy ekspozycja w przestrzeni pracy wynika wyłącznie z oddziaływania pola-EM emitowanego przez elektryczny sprzęt powszechnego użytku, rozumiany jako **sprzęt o znamionowym napięciu zasilania nie przekraczającym 250 V (dla sprzętu jednofazowego) lub 480 V (dla innego sprzętu), przeznaczony do użytkowania w gospodarstwach domowych lub w warunkach podobnych, w szczególności w biurach, sklepach lub hotelach.**

Działanie pracodawcy - dokumentacja

Ocenę zagrożeń elektromagnetycznych dokumentuje się w zakresie określonym w ust. 1, z uwzględnieniem danych dotyczących działań i ocen, wykonywanych zgodnie z załącznikiem nr 3 do rozporządzenia [1].

Do sporządzania, przechowywania i udostępniania dokumentacji dotyczącej rozpoznania i oceny zagrożeń elektromagnetycznych stosuje się rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy.

Działanie pracodawcy - dokumentacja

Ocenę zagrożeń elektromagnetycznych dokumentuje się w zakresie:

- miar narażenia i limitów IPN (wyniki pomiarów i mierzonych wielkości),
- rodzaju PEM w danym miejscu oraz jego zmienności w czasie i częstotliwości, czasu i poziomu narażenia oraz jego rozkładu w przestrzeni,
- bezpośrednich skutków biofizycznych oddziaływania PEM oraz ich miar i limitów GPO,
- wszelkich skutków pośrednich oddziaływania PEM mających wpływ na bezpieczeństwo i higienę pracy,
- skutków dla zdrowia osób szczególnie chronionych,
- dostępności środków technicznych ograniczających emisję lub poziom narażenia,

Działanie pracodawcy - dokumentacja

Ocenę zagrożeń elektromagnetycznych dokumentuje się w zakresie:

- informacji uzyskanych w wyniku profilaktycznych badań lekarskich pracowników,
- informacji technicznych dostarczanych przez producenta źródła PEM,
- innych dostępnych informacji dotyczących ochrony zdrowia i bezpieczeństwa pracy,
- narażenia na PEM emitowane przez więcej niż jedno źródło PEM,
- jednoczesnego narażenia na PEM o różnych częstotliwościach, wywołujących różne skutki bezpośrednie i pośrednie,

Działanie pracodawcy - pomiary

Jeżeli nie zachodzą okoliczności, które mogły spowodować nieaktualność danych dotyczących rozpoznania źródeł PEM, oceny poziomu narażenia lub oceny zagrożeń elektromagnetycznych (określone w § 9 nowego rozporządzenia), sporządzona przed 1 lipca 2016 r. dokumentacja w zakresie wyników badań i pomiarów czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy, oraz wykonana na ich podstawie ocena zagrożeń elektromagnetycznych i zastosowane środki ochronne, zachowują ważność:

- przez okres **2 lat** od ostatniego pomiaru, podczas którego stwierdzono występowanie tylko **strefy pośredniej**
- przez okres **1 roku** od ostatniego pomiaru, podczas którego stwierdzono występowanie strefy **zagrożenia albo strefy zagrożenia i strefy niebezpiecznej**.

Działanie pracodawcy - pomiary

Badania i pomiary pól lub promieniowania elektromagnetycznego o częstotliwości z zakresu 0 Hz-300 GHz wykonuje się w przypadku występowania w miejscach wykonywania pracy stref ochronnych:

- co najmniej **raz na dwa lata** - jeżeli podczas ostatniego pomiaru stwierdzono występowanie tylko **strefy pośredniej**;
- co najmniej **raz w roku** - jeżeli podczas ostatniego pomiaru stwierdzono występowanie również strefy zagrożenia albo **strefy zagrożenia i strefy niebezpiecznej**.

Jeżeli podczas dwóch ostatnich badań i pomiarów pól lub promieniowania elektromagnetycznego, wykonanych w odstępie dwóch lat, nie stwierdzono występowania stref ochronnych w miejscach wykonywania pracy, pracodawca, może odstąpić od wykonywania badań pomiarów.



Określenie stref ochronnych

Zasięg stref ochronnych ustala się na podstawie wartości składowych elektrycznej (E) i magnetycznej (H) pola w danym miejscu.

Pole-EM strefy **niebezpiecznej** występuje, jeżeli:

- $E \geq \text{IPNog-E}$ lub $H \geq \text{IPNog-H}$ albo $E \geq \text{IPNm-E}$ lub $H \geq \text{IPNm-H}$, w przypadku pola-EM modulowanego.

Pole-EM strefy **zagrożonej** występuje, jeżeli:

- $\{E \geq \text{IPNod-E}$ lub $H \geq \text{IPNod-H}\}$ i $\{E < \text{IPNog-E}$ i $H < \text{IPNog-H}\}$.

Pole-EM strefy **pośredniej** występuje, jeżeli:

- $\{E \geq \text{IPNp-E}$ lub $H \geq \text{IPNp-H}\}$ i $\{E < \text{IPNod-E}$ i $H < \text{IPNod-H}\}$.

Określenie stref ochronnych

Pole-EM strefy **bezpiecznej** występuje, jeżeli:

- w danym miejscu: $E < \text{IPNp-E}$ i $H < \text{IPNp-H}$, tj. poza ww. strefami ochronnymi.

Limity Interwencyjnych Poziomów Narażenia, zwane dalej "limitami IPN,, są określone jako:

- *limity operacyjne: bazowe (IPNob), górne (IPNog) i dolne (IPNod),*
- *limity uzupełniające: pomocnicze (IPNp), szczytowe (IPNm) i miejscowe (IPNk).*

Określenie stref ochronnych

Strefa ochronna (przestrzeń pola-EM strefy ochronnej): rozumiana jest jako przestrzeń pracy, w której natężenie pola-E lub natężenie pola-M przekracza limit dolnej granicy strefy pośredniej, odpowiednio IPNp-E lub IPNp-H, określony w rozporządzeniu Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 6 czerwca 2014 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy.

Strefa niebezpieczna – (przestrzeń pola-EM strefy niebezpiecznej): przebywanie w której, określane jako narażenie niebezpieczne, w ramach codziennej praktyki jest zabronione.

Określenie stref ochronnych

Strefa zagrożenia (przestrzeń pola-EM strefy zagrożenia): przebywanie w której jest dopuszczane pod warunkiem stosowania środków ochronnych określonych ze względu na rozpoznane zagrożenia elektromagnetyczne wynikające z bezpośrednich lub pośrednich skutków oddziaływania pola-EM.

Strefa pośrednia (przestrzeń pola-EM strefy pośredniej): przebywanie w której jest dopuszczane pod warunkiem stosowania środków ochronnych ze względu na rozpoznane zagrożenia elektromagnetyczne wynikające z pośrednich skutków oddziaływania pola-EM.

Przebywanie w przestrzeni pola-EM strefy zagrożenia lub pośredniej określane jest jako narażenie kontrolowane.

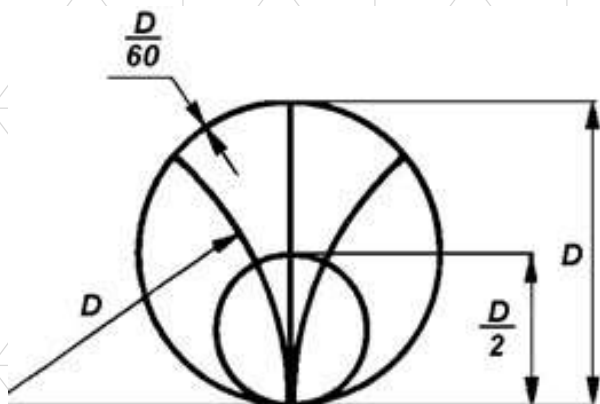
Określenie stref ochronnych

Strefa bezpieczna (przestrzeń pola-EM strefy bezpiecznej): określona jest jako przestrzeń poza strefami ochronnymi, do której nie określono warunków ograniczających ekspozycję.

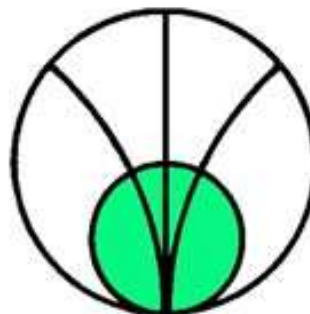
Przebywanie w przestrzeni pola-EM strefy bezpiecznej określane jest jako ekspozycja pomijalna.

Na podstawie rozpoznania lub oceny zagrożeń elektromagnetycznych dla rozpoznanych w przestrzeni pracy źródeł pola-EM wyznacza się zasięgi pola-EM stref ochronnych.

Oznakowanie źródeł PEM i stref



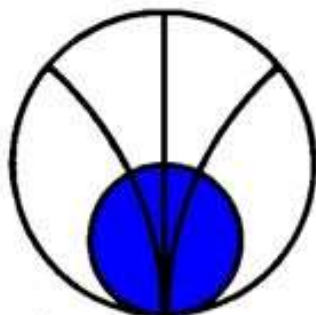
Wymiary znaku



Strefa bezpieczna



Strefa zagrożenia



Źródło promieniowania
elektromagnetycznego



Strefa pośrednia



Strefa niebezpieczna

Oznakowanie ostrzegawcze



Ostrzeżenie przed polem elektromagnetycznym
(niejonizującym).

Pola elektromagnetyczne – wpływ i ochrona człowieka

Oznakowanie ostrzegawcze



Ostrzeżenie przed silnym polem magnetycznym.

Pola elektromagnetyczne – wpływ i ochrona człowieka

Oznakowanie związane z PEM



Zakaz wstępu dla osób z rozrusznikiem serca
(elektrostymulatorem).

Pola elektromagnetyczne – wpływ i ochrona człowieka

Oznakowanie związane z PEM



Zakaz wstępu dla osób z metalowymi
implantami.

Pola elektromagnetyczne – wpływ i ochrona człowieka

Oznakowanie związane z PEM



Zakaz wstępu z metalowymi przedmiotami.

Oznakowanie związane z PEM



Nakaz uziemienia, połączenia zacisku z uziomem.

Pola elektromagnetyczne – wpływ i ochrona człowieka

Przykłady źródeł PEM

Źródła PEM w elektroenergetyce

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

- linie wysokiego napięcia,
- stacje przesyłowo-rozdzielcze,
- Transformatory,
- telefonia ruchoma - radiotelefony, telefony komórkowe, łączność dyspozytorska TETRA itp.,
- urządzenia komputerowe i inny sprzęt biurowy,
- narzędzia elektryczne.

Przemysłowe źródła PEM

W szeroko rozumianej działalności przemysłowej i innej źródłami PEM są:

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,
- zgrzewarki oporowe i spawarki do łączenia elementów metalowych,

Inne źródła PEM

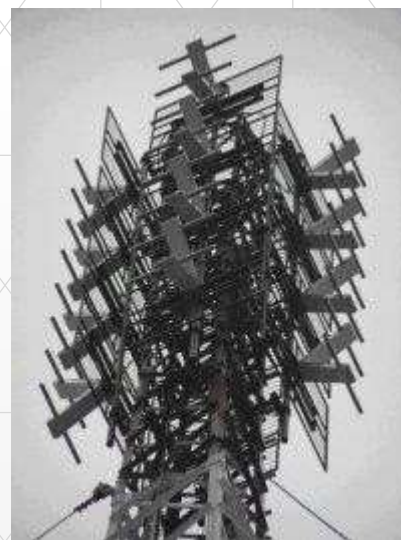
Urządzenia przemysłowe

- urządzenia ultradźwiękowe, takie jak myjki ultradźwiękowe, litotryptery,
- urządzenia elektrochemiczne i separatory magnetyczne, takie jak kadzie elektrolityczne do elektrolizy i separatory do wychwytywania elementów metalowych z materiałów sypkich i rozdrobnionych,
- urządzenia do dielektrycznego suszenia i klejenia drewna,
- urządzenia kontroli dostępu (np. bramki magnetyczne), detektory metali,
- urządzenia komputerowe i narzędzia elektryczne.

Inne źródła PEM

Urządzenia radio- i telekomunikacyjne, takie jak:

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



Pola elektromagnetyczne – wpływ i ochrona człowieka

Inne źródła PEM

Urządzenia medyczne i laboratoryjne, takie jak:

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



Pola elektromagnetyczne – wpływ i ochrona człowieka

Charakterystyka wybranych źródeł PEM

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).

Charakterystyka wybranych źródeł PEM

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).

Charakterystyka wybranych źródeł PEM

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).

Charakterystyka wybranych źródeł PEM

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 kilku-dziesięciu cm od elektrod i zasilających je kabli.

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

Charakterystyka wybranych źródeł PEM

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. 140 cm od przewodów, może też wystąpić strefa niebezpieczna - do ok. 5-10 cm od przewodów.

Pola elektromagnetyczne – wpływ i ochrona człowieka

Charakterystyka wybranych źródeł PEM

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.



Charakterystyka wybranych źródeł PEM

Ekspozycja pracowników na silne pole magnetostatyczne 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 przedłuża się czas ekspozycji związany z przygotowywaniem pacjenta do badania.

Charakterystyka wybranych źródeł PEM

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.

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

Charakterystyka wybranych źródeł PEM

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.

Charakterystyka wybranych źródeł PEM

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.



Charakterystyka wybranych źródeł PEM

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 niebez-piecznej 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.

Charakterystyka wybranych źródeł PEM

Piece 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 zagrożenie może wystąpić jedynie sporadycznie.

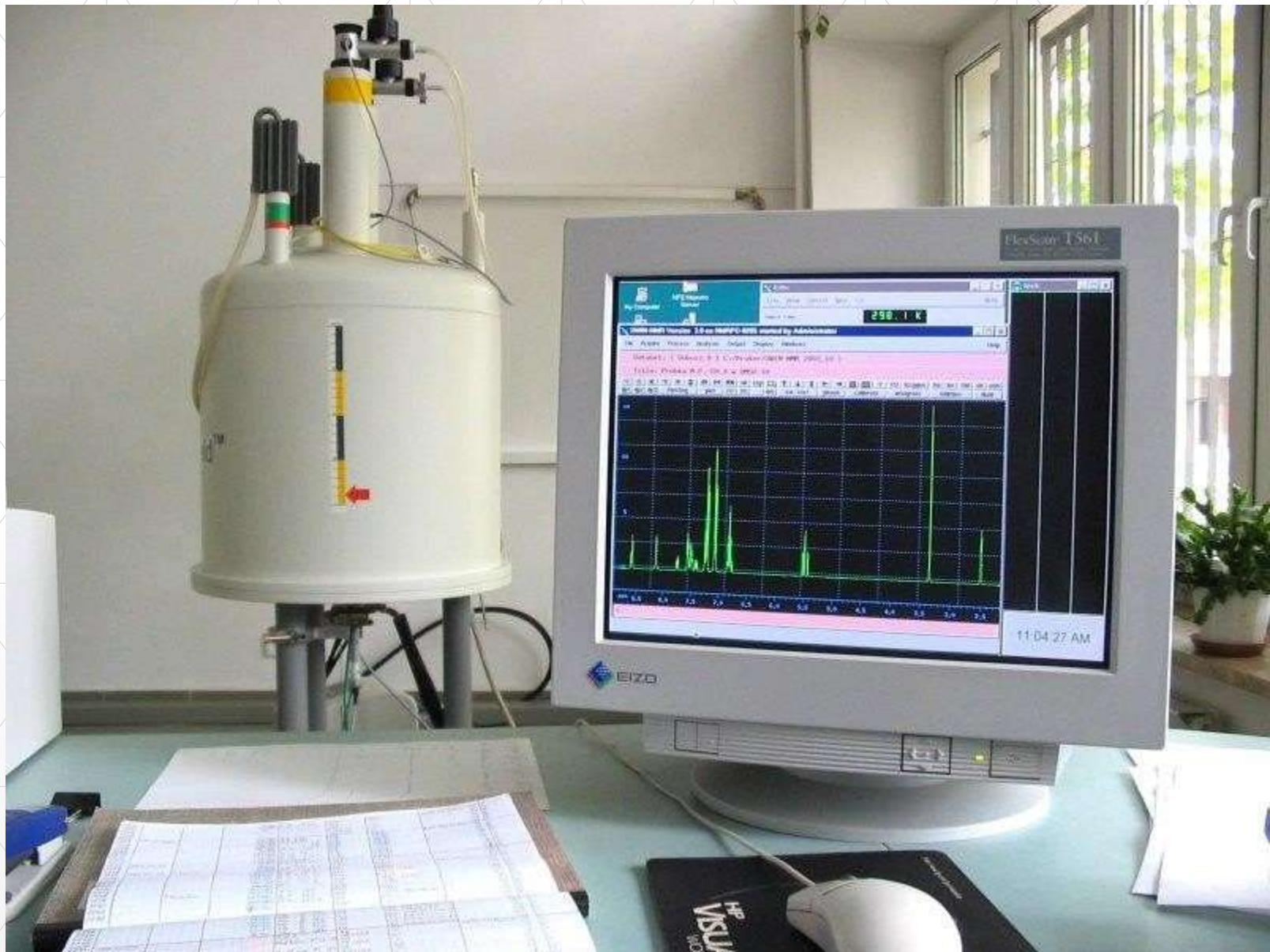


Charakterystyka wybranych źródeł PEM

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).

Charakterystyka wybranych źródeł PEM

Spektroskopy jądrowego rezonansu magnetycznego (NMR) - 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 próbówki z badaną substancją do obszaru wewnątrz elektromagnesu oraz w czasie wykonywania niezbędnych regulacji i zestrojeń. Ekspozycja dotyczy głównie dłoni.



Charakterystyka wybranych źródeł PEM

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.



Charakterystyka wybranych źródeł PEM

Spawarki inwerterowe 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.



Charakterystyka wybranych źródeł PEM

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 stymulatorami 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.

Charakterystyka wybranych źródeł PEM

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.



Charakterystyka wybranych źródeł PEM

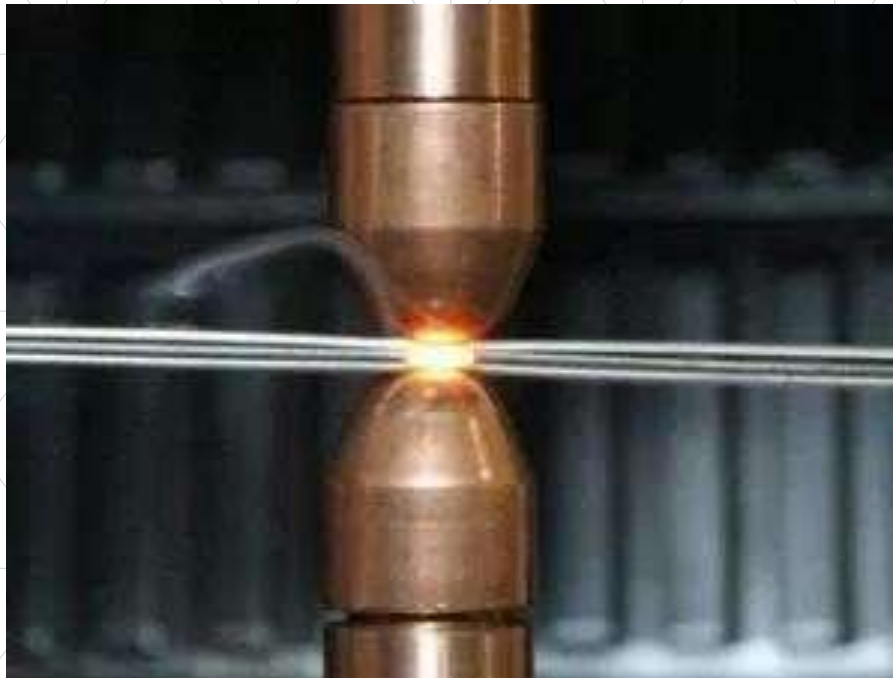
Poziom ekspozycji pracowników w polu elektrycznym uzależniony jest od usytuowania stanowiska pracy względem zgrzewarki oraz zastosowanych środków ochronnych, np. ekranowania elektrod zasilanych wysokim potencjałem w. cz.

Największa ekspozycja występuje przy ręcznym przytrzymywaniu 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).

Charakterystyka wybranych źródeł PEM

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.



Charakterystyka wybranych źródeł PEM

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 pól strefy niebezpiecznej, zagrożenia i pośredniej. Pole magnetyczne, na jakie ekspozycjonowani 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).

Dziękuję za uwagę

