

Jolanta Karpowicz  
Krzysztof Gryz  
Patrik Zradziński

# Urządzenia fizykoterapeutyczne

## Ocena i ograniczanie zagrożeń elektromagnetycznych

CIOP  PIB 75 LAT

---

Seria: ZAGROŻENIA ELEKTROMAGNETYCZNE W ŚRODOWISKU PRACY  
pod redakcją Jolanty Karpowicz

---

## Urządzenia fizykoterapeutyczne

Ocena i ograniczanie zagrożeń elektromagnetycznych  
Poradnik

Jolanta Karpowicz, Krzysztof Gryz, Patryk Zradziński

**CIOP**  **PIB**

Warszawa 2026

---

----- ●●●● -----

Opracowano na podstawie wyników programu wieloletniego „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy” (2011-2025), finansowanego w zakresie zadań służb państwowych ze środków ministra właściwego ds. pracy.

Koordinator Programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

Autorzy:

dr hab. inż. Jolanta Karpowicz, dr hab. inż. Krzysztof Gryz, dr hab. inż. Patryk Zradziński  
– Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

Projekt okładki – Jolanta Maj

Opracowanie redakcyjne – CIOP-PIB

Opracowanie graficzne – CIOP-PIB

Opracowano bez użycia generatywnej sztucznej inteligencji (AI)

© Copyright by Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

Warszawa 2026

Wydanie II zmienione

ISBN 978-83-7373-177-6

**CIOP**  **PIB**

Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

ul. Czerniakowska 16, 00-701 Warszawa

tel. (48-22) 623 46 50, fax (48-22) 623 36 93, [www.ciop.pl](http://www.ciop.pl)

---



## Spis treści

---

1. Cel i zakres poradnika	5
2. Urządzenie fizykoterapeutyczne = źródło <b>pola-EM</b>	7
3. Użytkowanie urządzeń fizykoterapeutycznych = Z-EM	17
4. Ochrona przed Z-EM w przestrzeni pracy	19
5. Narażenie na pole-EM urządzeń fizykoterapeutycznych	21
6. Ograniczanie Z-EM przy urządzeniach fizykoterapeutycznych	27
7. Podsumowanie	35
8. Piśmiennictwo uzupełniające	37
9. Wymagania prawne i normalizacyjne	39
<b>Załączniki</b> - Ochrona przed zagrożeniami elektromagnetycznymi ( <b>Z-EM</b> ) w środowisku pracy	40
Z.1. Kluczowe wymagania dotyczące ochrony ogółu pracujących	40
Z.2. Miary skutków oddziaływania bezpośredniego pola-EM na ludzi	47
Z.3. Ochrona kobiet w ciąży i pracowników młodocianych	48
Z.4. Program Stosowania Środków Ochronnych ( <b>PSSO</b> )	49
Z.5. Wyznaczenie i oznakowanie zasięgów PSSO oraz rodzajów Z-EM	51
Z.6. Oznakowanie źródeł pola-EM	52
Z.7. Okresowa kontrola warunków narażenia na pole-EM	52
Z.8. Rozpoznanie źródeł pola-EM i Z-EM występujących w przestrzeni pracy	55
Z.9. Statystyka publiczna dotycząca warunków pracy	57
Z.10. Okresowe badania lekarskie pracowników	57
Z.11. Okresowe szkolenia na temat pracy w polu-EM i informowanie o rozpoznanych Z-EM	59
Z.12. Ocena ryzyka zawodowego związanego z narażeniem na pole-EM	60

---

----- ●●●● -----

## Urządzenia fizykoterapeutyczne wykorzystujące aplikatory elektromagnetyczne:

---

Diatermia krótkofalowa  
Diatermia długofalowa  
Diatermia mikrofalowa  
Diatermia fizykoterapeutyczna  
Urządzenie do magnetoterapii  
Urządzenie do sonoterapii  
Urządzenie do głębokiej stymulacji magnetycznej

---

## Słowniczek

<b>ekspozycja pomijalna</b>	oddziaływanie pola-EM strefy bezpiecznej (poza PPSO)
<b>narażenie</b>	oddziaływanie pola-EM stref ochronnych (w PPSO)
<b>narażenie kontrolowane</b>	oddziaływanie pola-EM stref ochronnych, pośredniej lub zagrożenia
<b>narażenie niebezpieczne</b>	oddziaływanie pola-EM strefy niebezpiecznej
<b>osoba potencjalnie narażona</b>	każda osoba mająca dostęp do miejsca narażenia, mimo że nie wykonuje prac przy użytkowaniu źródła pola-EM
<b>osoba szczególnie chroniona</b>	osoba podlegająca ograniczeniom dotyczącym przebywania w PPSO: kobieta w ciąży, młodociany, użytkownik aktywnych lub pasywnych implantów medycznych, osoba, u której stwierdzono przeciwwskazania do wykonywania pracy w warunkach narażenia
<b>poziom ekspozycji lub narażenia</b>	poziom niezaburzonego pola-EM w przestrzeni pracy, charakteryzowany w danym miejscu wartościami miejscowymi natężenia pola-E lub natężenia pola-M
<b>pracujący</b>	osoba wykonująca prace przy użytkowaniu źródła pola-EM: pracownik, osoba fizyczna wykonująca prace na innej podstawie niż stosunek pracy albo osoba prowadząca działalność gospodarczą na własny rachunek
<b>środki ochronne</b>	środki ochrony zbiorowej, środki ochrony indywidualnej i inne techniczne środki ochronne stosowane w celu ograniczenia poziomu emisji lub narażenia albo działania techniczno-organizacyjne podejmowane w celu zapobiegania Z-EM
<b>użytkowanie źródła pola-EM</b>	wszystkie prace wykonywane przy obiekcie lub w jego otoczeniu, podczas których może on stać się pierwotnym lub wtórnym źródłem pola-EM, o parametrach zależnych od rodzaju tych prac
<b>użytkownik</b>	pracodawca użytkujący źródła pola-EM lub przestrzeń pracy, w której występuje pole-EM emitowane ze źródła znajdującego się w tej przestrzeni lub poza nią
<b>zagrożenia elektromagnetyczne (Z-EM)</b>	szkodliwe dla zdrowia, niebezpieczne lub uciążliwe skutki bezpośredniego lub pośredniego oddziaływania pola-EM powstające w przestrzeni pracy

---

# 1. Cel i zakres poradnika

---

Nieuniknionym skutkiem korzystania z elektryczności jest rozpraszanie w środowisku energii elektromagnetycznej, czyli emisja tzw. **pola elektromagnetycznego (pola-EM)**.

Urządzenia fizykoterapeutyczne, wykorzystywane powszechnie w różnego typu zabiegach medycznych polegających na oddziaływaniu polem-EM na pacjenta, zaliczają się do najliczniejszych źródeł pola-EM w środowisku pracy (rys. 1). Prawo pracy wymaga, aby oceniać i ograniczać oddziaływanie tego pola-EM na pracujących i inne materialne obiekty oraz związane z takim oddziaływaniem **zagrożenia elektromagnetyczne (Z-EM)**.



Rys. 1. Przykładowe wykorzystanie urządzenia do głębokiej stymulacji magnetycznej podczas zabiegu terapeutycznego [zdjęcie: [pl.freepik.com/autor/pvproductions](http://pl.freepik.com/autor/pvproductions)]

Niniejszy Poradnik należy do serii przybliżającej czytelnikom charakterystyki Z-EM występujących w środowisku pracy wskutek użytkowania różnego typu urządzeń i instalacji. Celem Poradnika jest przedstawienie okoliczności powstawania Z-EM podczas użytkowania w placówkach opieki zdrowotnej i pomocy społecznej urządzeń fizykoterapeutycznych w zabiegach medycznych oraz możliwości skutecznego ich ograniczania.

Scharakteryzowano: (i) urządzenia fizykoterapeutyczne jako źródło pola-EM; (ii) wytwarzane przez nie pole-EM i związane z jego oddziaływaniem Z-EM; (iii) zasady oceny narażenia na pole-EM wytwarzane przez te urządzenia; (iv) wymagania prawne, dotyczące ochrony przed niepożądanymi skutkami oddziaływania pola-EM na pracujących i materialne środowisko

---

pracy; (v) środki ochronne i dobre praktyki służące ograniczaniu Z-EM podczas użytkowania urządzeń, stosowane w ramach wymagań prawa pracy.

Poradnik przeznaczony jest dla: pracodawców, pracowników i specjalistów **bezpieczeństwa i higieny pracy (BHP)**, w których obszarze aktywności zawodowej występują Z-EM związane z użytkowaniem urządzeń fizykoterapeutycznych oraz organów administracji państwowej i instytucji biorących udział w organizacji, prowadzeniu i kontroli systemowych działań z zakresu BHP. Prezentowana tematyka może być użyteczna również dla innych osób zainteresowanych Z-EM w placówkach opieki zdrowotnej i pomocy społecznej.

Prezentowane w Poradniku informacje merytoryczne charakteryzujące Z-EM omówiono na podstawie recenzowanych publikacji, spełniających wymagania prawa pracy [DzU 2018/331; załącznik 3, cz. I, pkt. 8.3], które określają, że:

*„...w procesie rozpoznania i oceny Z-EM dopuszcza się wykorzystanie danych z recenzowanych publikacji, opracowanych przez kompetentne laboratoria instytutów naukowo-badawczych lub uniwersytetów technicznych, o udokumentowanej umiejętności wykonania oceny oddziaływania pola-EM w środowisku pracy i związanych z nim Z-EM, jeżeli można wykazać jednoznaczne powiązanie ich z charakterystyką Z-EM rozpoznanych w przestrzeni pracy i spełnienie minimalnych wymagań dotyczących oceny zagrożeń, określonych w części II lub III niniejszego załącznika...”*

Posługując się danymi zaprezentowanymi w Poradniku na potrzeby realizacji wymagań prawa pracy, można rozpoznać charakterystyki Z-EM występujących podczas typowego użytkowania urządzeń fizykoterapeutycznych i określić program stosowania najistotniejszych działań ograniczające te zagrożenia w środowisku pracy.

Jednak zachęcamy Czytelników do rozważania zagadnień omówionych w Poradniku w kontekście nieuniknionej ewolucji parametrów technicznych urządzeń użytkowanych w środowisku pracy i procedur ich medycznego wykorzystania oraz dotyczących ich wymagań prawnych.

*Autorzy dziękują za wszechstronną pomoc, udzieloną przez kierownictwo i pracowników licznych placówek medycznych, podczas badań dotyczących omawianych w niniejszym Poradniku zagadnień elektromagnetycznych, a także za cenne uwagi przekazane w trakcie jego opracowania przez wnikliwych czytelników, w tym przez pracowników z pionu higieny radiacyjnej Państwowej Inspekcji Sanitarnej, które w nieocenionym stopniu zwiększyły walory praktyczne opracowania.*

*Autorzy*



## 2. Urządzenia fizykoterapeutyczne = źródła pola-EM

---

Fizykoterapia to jedna z form fizjoterapii w ramach medycyny fizykalnej, obejmującej zespół metod leczniczych wykorzystujących zróżnicowane reakcje organizmu człowieka na bodźce, którymi są rozmaite naturalne czynniki fizyczne (np. promieniowanie widzialne) lub czynniki wytwarzane sztucznie przez różnego rodzaju urządzenia – w celach leczniczych lub zapobiegawczych.

### 2.1. Metody fizykoterapii wykorzystujące pole-EM

Fizykoterapia wykorzystuje m.in.:

- stymulowanie tkanek pobudliwych (nerwowych i mięśniowych) wskutek przepływu w organizmie pacjenta prądu elektrycznego, wywołanego bezpośrednio (galwanicznie) przez przyłożenie do ciała elektrod o różnym potencjale elektrycznym (tzw. elektroterapia i stymulacja prądowa) lub pośrednio, tzn. zaindukowanego przez pole-EM, w którym umieszczono pacjenta (tzw. magnetostymulacja i magnetoterapia);
- oddziaływanie pola magnetostatycznego lub quasi-statycznego (oznaczanych w prawie pracy skrótami PMS i PQS) na procesy biochemiczne zachodzące w organizmie;
- ogrzewanie tkanek wskutek oddziaływania termicznego pola-EM wnikałego do organizmu pacjenta (tzw. diatermia);
- ogrzewanie tkanek wskutek zamiany energii fali ultradźwiękowej wnikałej do organizmu pacjenta na energię cieplną (tzw. terapia ultradźwiękami – sonoterapia).

Urządzenia fizykoterapeutyczne wytwarzają pole-EM z różnych pasm częstotliwości (od PMS, poprzez PQS, do pola-EM wielkiej częstotliwości (PWCZ) i promieniowania mikrofalowego (PMF)), z różną modulacją ich przebiegów (zmienności w czasie) – dopasowane do ich przeznaczenia medycznego, np. do łagodzenia dolegliwości bólowych.

**W elektroterapii i stymulacji prądowej** wykorzystuje się zasilanie elektrod zabiegowych niskim napięciem bezpiecznym (o wartości międzyszczytowej mniejszej od 72 V), zapewniającym galwaniczne aplikowanie prądów o natężeniu nie przekraczającym kilkudziesięciu miliamperów, o różnych przebiegach i częstotliwościach (prądy stałe lub małej i średniej częstotliwości). W otoczeniu takich układów występuje pole-EM o tak niskim poziomie (słabe), że jego oddziaływanie na wykonujących zabiegi fizjoterapeutów nie wymaga oceny ze względu na

---

wymagania prawa pracy dotyczące Z-EM (podobnie jak w przypadku użytkowania zgodnie z przeznaczeniem sprzętu elektrycznego powszechnego użytku).

**Do zabiegów magnetoterapeutycznych lub diatermicznych** konieczne jest wytworzenie i zaaplikowanie pacjentowi znacznie silniejszego (o wysokim poziomie) pola-EM.

**W przypadku sonoterapii** do wytworzenia fali ultradźwiękowej wykorzystuje się przetworniki piezoelektryczne zasilane wysokim napięciem elektrycznym, co związane jest również z emisją pola-EM podczas użytkowania takich aplikatorów.

Wyniki badań ankietowych oraz wizyt studialnych, przeprowadzonych przez autorów w placówkach ochrony zdrowia, wykazały, że diatermie fizykoterapeutyczne oraz urządzenia do magnetoterapii i sonoterapii stanowią typowe wyposażenie gabinetów fizykoterapeutycznych. W ok. 75% gabinetów użytkowane były wszystkie wymienione rodzaje urządzeń.

## 2.2. Urządzenia do magnetoterapii

### 2.2.1. Charakterystyka pola-EM i jego źródeł

W urządzeniach do magnetoterapii i stymulacji magnetycznej pierwotnymi źródłami pola-EM, o dominującej składowej magnetycznej (**pole magnetyczne (pole-M)**), są aplikatory (rys. 2):

- szpulowe – cewki o średnicach rzędu 20-70 cm i szerokości do ok. 30 cm;
- płaskie – cewki o różnych wymiarach (pojedyncze lub w zestawach), montowane np. w materacach lub w poduszkach przykładanych pacjentowi.



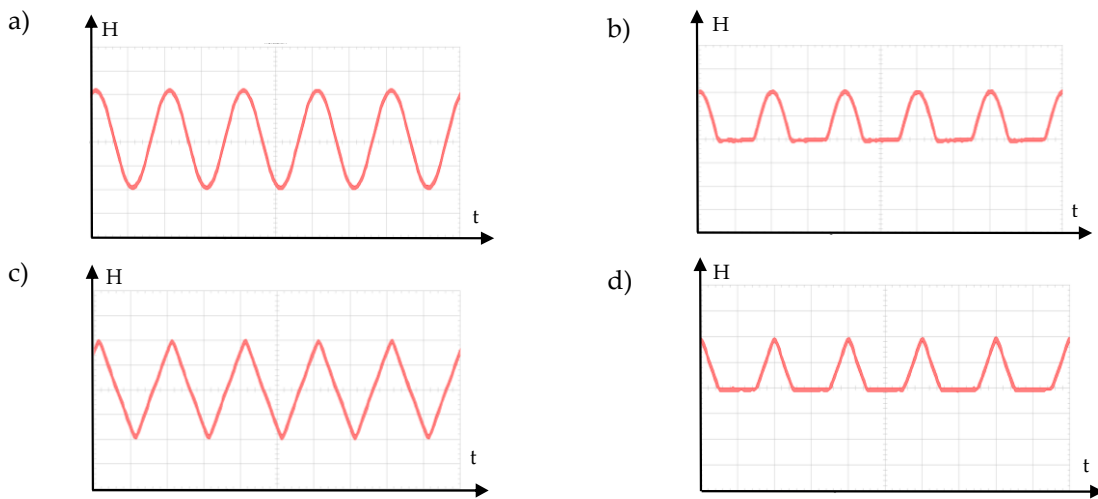
**Rys. 2.** Przykładowe aplikatory urządzeń do magnetoterapii (od lewej): szpulowy przesuwany poziomo i płaski zamontowany w leżance; szpulowy przesuwany pionowo na stojaku; płaskie zamontowane w poduszce; płaski kołowy urządzenia do głębokiej stymulacji magnetycznej (źródło: *archiwum własne*)



Generator zasilający aplikatory i kable łączące go z nimi nie są źródłem pola-EM w rozumieniu wymagań prawa pracy. W otoczeniu kabla i generatora podczas zabiegu występuje pole-EM pochodzące od aplikatorów.

W magnetoterapii wykorzystuje się w Polsce pole-EM o różnych częstotliwościach i rodzajach modulacji, najczęściej z pasma 1-100 Hz: o przebiegu zmiennym przy stałej częstotliwości (np. z modulacją amplitudową); o kształcie zmiennym z jednoczesną zmianą częstotliwości; o przebiegu sinusoidalnym, prostokątnym lub trójkątnym: pełnym (przeziennym) lub z prostowaniem dwupołówkowym (tzw. zasilanie prądem stałym), (rys. 3).

Stosuje się także oddziaływanie na pacjenta pola-EM o częstotliwości przekraczającej 100 Hz, np. w urządzeniach do tzw. głębokiej stymulacji magnetycznej, wytwarzających pole-EM o częstotliwości kilku kHz (PQS), modulowane impulsowo z częstotliwością kilkudziesięciu Hz. Źródłem pola-EM są w takich urządzeniach najczęściej aplikatory płaskie o średnicy do ok. 20 cm, umożliwiające terapię wybranego miejsca (rys. 2 po prawej stronie).



**Rys. 3.** Przykładowe przebiegi pola-EM wytwarzanego przez urządzenie do magnetoterapii: a) sinusoidalny; b) sinusoidalny prostowany jednapołówkowo; c) trójkątny; d) trójkątny prostowany jednapołówkowo (H – natężenie pola-M, podstawa czasu (t) na oscylogramach: 10 ms/dz), (źródło: archiwum własne)

---

----- ●●●● -----

Parametry pracy urządzenia do magnetoterapii dostosowuje się do wskazań medycznych – terapia prowadzona jest z wykorzystaniem pola-EM o różnych częstotliwościach i rodzajach modulacji. Na pulpicie generatora ustawiane są: poziom i rodzaj pola-EM oraz czas zabiegu. Podczas zabiegu fizjoterapeutycznego w otoczeniu aplikatora występuje silne pole-M. Przy zasilaniu prądem przemiennym aplikatory są źródłem PQS o dominującym polu-M, a przy ich zasilaniu prądem wyprostowanym są one źródłem złożonego pola-EM – związanego z tętnieniem prądu wyprostowanego (PQS) i jego składową stałą (PMS).

Ze względu na zasilanie cewek niskim napięciem elektrycznym, składowa elektryczna pola-EM (**pole elektryczne (pole-E)**) przy urządzeniach do magnetoterapii nie wymaga oceny ze względu na wymagania prawa pracy dotyczące Z-EM.

### 2.2.2. Warunki narażenia na pole-EM

Obsługa urządzeń do magnetoterapii przez pracującego (fizjoterapeutę) polega na odpowiednim ułożeniu pacjenta wewnątrz aplikatora lub umieszczeniu aplikatora przy jego ciele, ustawieniu odpowiednich parametrów aplikowanego pola-M dla poszczególnych zabiegów i uruchomieniu jego wytwarzania na pulpicie generatora, do którego za pośrednictwem kilkumetrowych kabli są podłączane aplikatory (rys. 4). Z reguły do jednego generatora można podłączyć kilka aplikatorów, które mogą być wykorzystywane jednocześnie.

W urządzeniu do tzw. głębokiej stymulacji magnetycznej aplikatory mocowane są na ruchomym wysięgniku o długości 1–1,5 m i łączone z generatorem za pomocą kabla (rys. 1).



**Rys. 4.** Przykładowe rozmieszczenie generatora i aplikatora urządzenia do magnetoterapii w gabinecie fizjoterapeutycznym (źródło: archiwum własne)



Narażenie pracujących zależy od organizacji sposobu i przestrzeni pracy. Podczas typowego zabiegu nie jest wymagane przebywanie pracującego bezpośrednio przy aktywnych aplikatorach i pacjencie, chyba że konieczne są tam czynności, takie jak skorygowanie ułożenia pacjenta (typowo nie muszą być wykonywane przy aktywnym urządzeniu).

Podchodzenie do pacjenta podczas zabiegu lub przechodzenie/przebywanie w pobliżu aktywnych aplikatorów powoduje narażenie na silne pole-M.

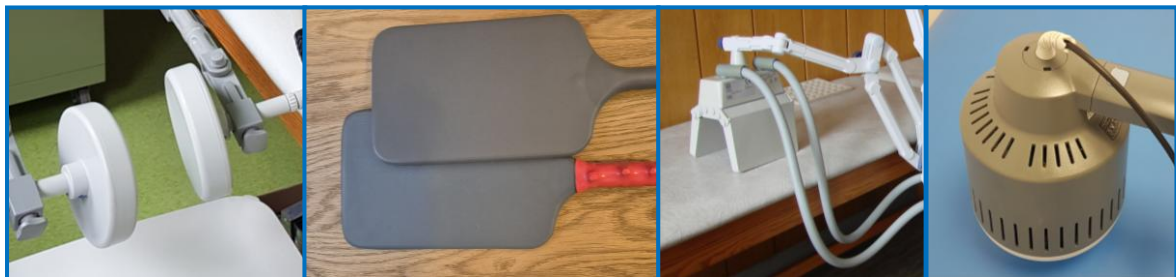
#### **Pole-EM podczas zabiegu oddziałuje m.in. na:**

- pracujących (fizjoterapeutów) – w przypadku podchodzenia do aktywnych aplikatorów (na przykład ze względu na konieczną opiekę nad pacjentem podczas zabiegu – może to dotyczyć m.in. dzieci lub osób o ograniczonej sprawności);
- pracujących wykonujących prace serwisowe urządzenia;
- osoby przebywające w sąsiednich pomieszczeniach (jeśli znajdują się w zasięgu pola-EM stref ochronnych, niezależnie od rodzaju aktywności).

## **2.3. Diatermie fizykoterapeutyczne**

### **2.3.1. Charakterystyka pola-EM i jego źródeł**

Urządzenia do diatermii fizykoterapeutycznej przeznaczone są do terapii polem-EM, które podczas zabiegu ma wywołać w organizmie pacjenta skutki termiczne (rys. 5 i 6).



**Rys. 5.** Przykłady aplikatorów diatermii krótkofalowych (od lewej): aplikatory pojemnościowe płaskie sztywne kołowe; aplikatory pojemnościowe płaskie miękkie; aplikator pojemnościowy specjalnego kształtu; aplikator indukcyjny (źródło: *archiwum własne*)



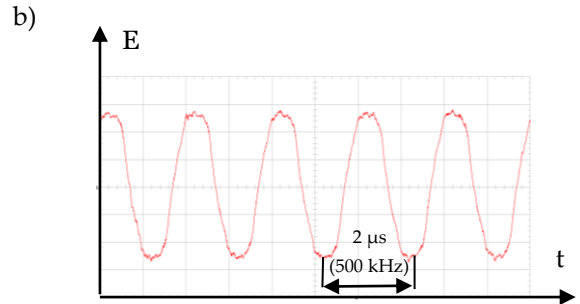
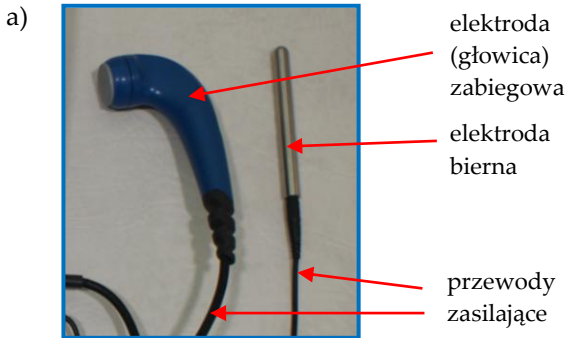
W diatermiach krótkofalowych stosowane są aplikatory zabiegowe ustawiane przy pacjencie (rys. 5):

- pojemnościowe, np. kondensatory płaskie sztywne o okładkach kołowych o średnicy kilkunastu centymetrów, kondensatory płaskie miękkie oraz kondensatory specjalnego kształtu;
- indukcyjne, sztywne kołowe o średnicy kilkunastu centymetrów.

W diatermiach mikrofalowych stosowane są ustawiane przy pacjencie aplikatory (głowice zabiegowe) zawierające anteny z promiennikiem (rys. 6), a w diatermiach długofalowych aplikator zabiegowy (pojemnościowy) trzymany przez fizjoterapeutę w dłoni podczas zabiegu (rys. 7) .



Rys. 6. Przykład aplikatora diatermii mikrofalowej: antena z promiennikiem (źródło: archiwum własne)



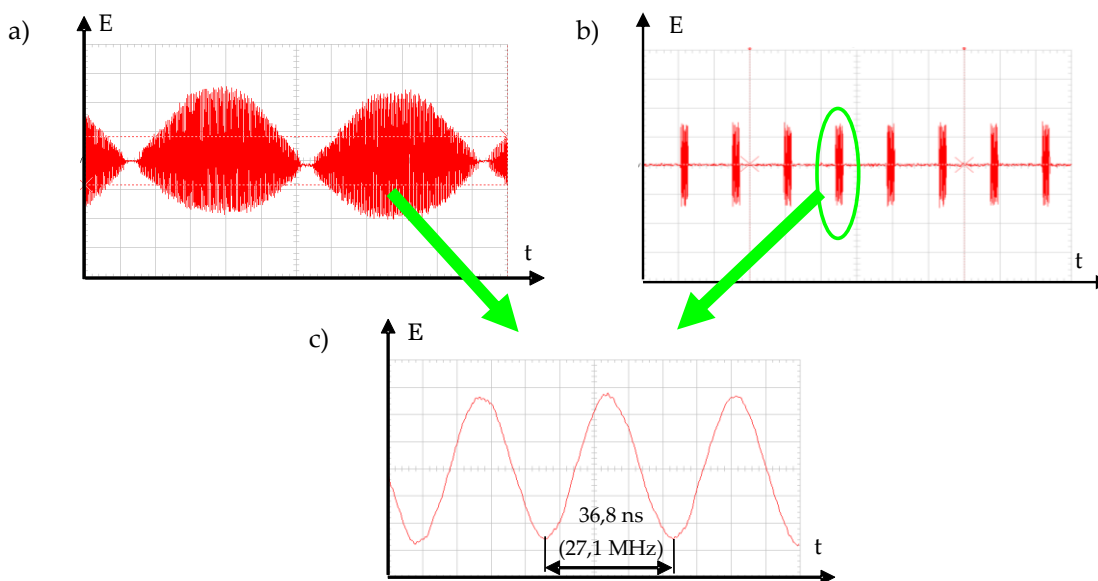
Rys. 7. Przykładowe elektrody diatermii długofalowej: a) zabiegowa i bierna; oraz b) przykładowy przebieg pola-EM wytwarzanego przez urządzenie ( $E$  – natężenie pola-E, podstawa czasu ( $t$ ) na oscylogramie:  $1 \mu s/dz$ ), (źródło: archiwum własne)



Urządzenia do diatermii wytwarzają pole-EM o częstotliwościach przypisanych administracyjnie w ramach gospodarki widmem elektromagnetycznym do zastosowań medycznych:

- (0,5–1) MHz (PWCZ) – diatermie długofoalowe;
- 13,56 MHz; 27,12 MHz (najczęściej) lub 40,68 MHz (PWCZ) – diatermie krótkofalowe – najpopularniejsze w placówkach medycznych (pasma ISM – ang. *Industrial, Science, Medicine*);
- 434 MHz (0,4 GHz); 915 MHz (90,9 GHz) lub 2450 MHz (2,4 GHz), (PMF) – diatermie mikrofalowe (pasma ISM).

Wykorzystywanie wysokiego napięcia w układzie zasilania aplikatorów diatermii fizykoterapeutycznych jest przyczyną emisji silnego pola-EM podczas zabiegu. Urządzenia te wytwarzają pole-EM o przebiegu sinusoidalnym ciągłym lub modulowanym amplitudowo, z różną głębokością (aż do przebiegu impulsowego, kluczowanego), o parametrach modulacji predefiniowanych fabrycznie albo regulowanych płynnie lub skokowo przez użytkownika (rys. 8).



**Rys. 8.** Przykładowe przebiegi zmienności w czasie pola-EM wytwarzanego przez diatermię fizykoterapeutyczną krótkofalową: a) w trybie pracy z modulacją amplitudy; b) w trybie pracy przebieg impulsowy; c) przebieg „w impulsie” z rys. (a) lub (b), (E – natężenie pola-E, podstawa czasu (t) na oscylogramach (a) i (b): 2 ms/dz, (c): 10 ns/dz), (źródło: *archiwum własne*)

---

----- ●●●● -----

### Pierwotnymi źródłami pola-EM są:

- aplikator lub zespół aplikatorów (określane również jako głowica lub elektroda zabiegowa);
- nieekranowane przewody zasilające, łączące aplikatory z generatorem;
- generator jeśli obudowa nie pełni funkcji ekranu elektromagnetycznego.

Ekranowane (koncentryczne) przewody łączące generator z aplikatorem indukcyjnym diatermii krótkofalowej lub promiennikiem diatermii mikrofalowej zwykle nie są pierwotnym źródłem pola-EM w rozumieniu wymagań prawa pracy. W otoczeniu takiego przewodu występuje pole-EM emitowane z aplikatora.

**Wtórnymi źródłami pola-EM** w pomieszczeniu, w którym użytkowane jest urządzenie lub w pomieszczeniach sąsiednich, może być ich metalowe wyposażenie, np. elementy instalacji centralnego ogrzewania, wodno-kanalizacyjnej lub elektrycznej, stelaże mebli, oprawy okienne lub drzwiowe, itp.

Zależnie od zaleceń lekarskich dobierane są: rodzaj zabiegu fizykoterapeutycznego, tj. rodzaj pola-EM, aplikatory oraz parametry zasilającego je potencjału elektrycznego (moc zasilania i przebieg wytwarzanego pola-EM, jego częstotliwość i modulacja).

**W zabiegach z diatermiami krótkofalowymi** typowo wykorzystuje się pole-EM ciągle lub kluczone o częstotliwości powtarzania w przedziale 15–1125 Hz i czasie trwania pojedynczych impulsów 0,06–2 ms, przy mocy wyjściowej dla przebiegu ciągłego kilkadziesiąt W (maksymalnie kilkaset W), a mocy średniej dla przebiegu impulsowego do 100 W (w impulsie do 1000 W).

**W zabiegach z diatermiami mikrofalowymi** typowo wykorzystuje się ciągle lub kluczone pole-EM, przy mocy wyjściowej dla przebiegu ciągłego do 200 W, a dla przebiegu impulsowego do 600 W.

**W zabiegach z diatermiami długofalowymi** najczęściej wykorzystuje się pole-EM o przebiegu sinusoidalnym ciągłym lub modulowanym impulsowo (przebieg kluczowany), przy średniej mocy wyjściowej rzędu 10–25 W (maksymalnie do 50 W).



### 2.3.2. Warunki narażenia na pole-EM

**Podczas obsługi diatermii krótkofalowej i mikrofalowej** podstawowe czynności pracującego (fizjoterapeuty) polegają na ułożeniu przy pacjencie aplikatorów umocowanych na wysięgnikach o długości ok. 0,8–1 m, ustawieniu parametrów aplikowanego pacjentowi pola-EM na konsoli generatora i uruchomieniu jego wytwarzania.

Podczas typowego zabiegu nie jest wymagane przebywanie pracującego bezpośrednio przy aplikatorach i pacjencie, chyba że konieczne są tam różne czynności, takie jak: skorygowanie ułożenia pacjenta (typowo nie muszą być wykonywane przy aktywnej diatermii).

**Podczas obsługi diatermii długofalowej** podstawowe czynności pracującego polegają na ustawieniu parametrów aplikowanego pacjentowi pola-EM na konsoli generatora oraz uruchomieniu jego wytwarzania. Elektroda zabiegowa (aplikator) trzymana jest w dłoni przez pracującego, który masuje przy jej użyciu poddawaną zabiegowi część ciała pacjenta. Elektroda bierna trzymana jest w ręku przez pacjenta. Pracujący obsługujący urządzenie przebywa cały czas w PWCZ o poziomie i rozkładzie przestrzennym uzależnionym od ułożenia przewodów łączących generator z elektrodami.

#### **Pole-EM podczas zabiegu oddziałuje m.in. na:**

- pracujących (fizjoterapeutów) – w przypadku podchodzenia do aktywnych aplikatorów diatermii krótkofalowej lub mikrofalowej (na przykład ze względu na konieczną opiekę nad pacjentem podczas zabiegu – może to dotyczyć m.in. dzieci lub osób o ograniczonej sprawności);
- pracujących wykonujących zabieg z użyciem diatermii długofalowej;
- pracujących wykonujących prace serwisowe każdego urządzenia;
- **osoby przebywające w sąsiednich pomieszczeniach (jeśli znajdują się w zasięgu pola-EM stref ochronnych źródeł pierwotnych lub wtórnych, niezależnie od rodzaju ich aktywności).**

---

----- ●●●● -----

## 2.4. Urządzenia do terapii ultradźwiękowej – sonoterapii

### 2.4.1. Charakterystyka pola-EM i jego źródeł

Urządzenia do terapii ultradźwiękowej wykorzystują zjawisko oddziaływania fali ultradźwiękowej, która wskutek pochłaniania we wnętrzu organizmu pacjenta jest zamieniana na energię ciepłą. Urządzenia te wykorzystuje się w zabiegach fizykoterapeutycznych, kiedy wymagana jest selektywna terapia miejsca objętego procesem chorobowym. Fala ultradźwiękowa wytwarzana jest zwykle przez przetwornik piezoelektryczny, umieszczony w aplikatorze zabiegowym (rys. 9).



Rys. 9. Przykładowy aplikator zabiegowy urządzenia do terapii ultradźwiękowej (źródło: *archiwum własne*)

Ze względu na wysokonapięciowe zasilanie przetwornika piezoelektrycznego emitującego ultradźwięki znajdującego się w głowicy, przetwornik jest źródłem pierwotnego pola-EM. Generator zasilający głowicę i kabel łączące go z głowicą nie są źródłami pola-EM w rozumieniu wymagań prawa pracy.

Terapii ultradźwiękowej towarzyszy emisja z aplikatora PWCZ o częstotliwości rzędu 1–3 MHz, o przebiegu ciągłym sinusoidalnym lub impulsowym (przebieg kluczowany) i częstotliwości powtarzania impulsów do 100 Hz, z wypełnieniem przebiegu impulsowego od 5 do 20%. Podczas użytkowania urządzeń do terapii ultradźwiękowej w ich otoczeniu nie stwierdzono wtórnych źródeł pola-EM w rozumieniu wymagań prawa pracy.

Moce zasilania głowic zabiegowych mogą dochodzić do 10 W.

### 2.4.2. Warunki ekspozycji na pole-EM

Podczas obsługi urządzenia do terapii ultradźwiękowej i trwania całego zabiegu fizjoterapeuta trzyma elektrodę zabiegową w dłoni i masuje nią część ciała pacjenta poddawaną zabiegowi.

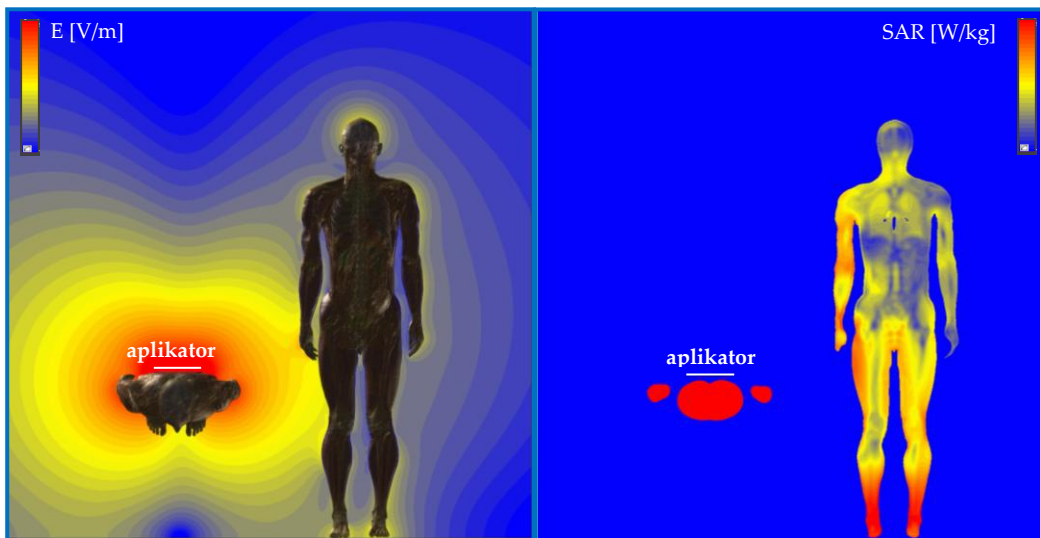
#### **Pole-EM podczas zabiegu oddziałuje m.in. na:**

- pracujących (fizjoterapeutów) – wykonujący zabieg;
- pracujących wykonujących prace serwisowe urządzenia.

### 3. Użytkowanie urządzeń fizykoterapeutycznych = Z-EM

Skutkiem oddziaływania elektromagnetycznego (oddziaływania pola-EM) na ludzi i obiekty materialne są zaindukowane w nich potencjały elektryczne, których zróżnicowanie w obiektach przewodzących (lub grupach obiektów tworzących zamknięty obwód elektryczny) powoduje przepływanie w nich prądów indukowanych. W związku z tym pole-EM może wpływać na ludzi **bezpośrednio** (oddziałując na organizm człowieka) oraz **pośrednio** (poprzez skutki absorpcji energii elektromagnetycznej w innych obiektach materialnych).

Ponieważ najistotniejszymi źródłami pola-EM urządzeń fizykoterapeutycznych są aplikatory i łączące je z generatorem kable (jeśli są nieekranowane), najsilniejsze skutki narażenia występują lokalnie w organizmie pracującego, w miejscach które znajdują się najbliżej tych elementów – np. w organizmie fizjoterapeuty od strony aplikatora (rys. 10).



Rys. 10. Przykładowa wizualizacja pola-EM w otoczeniu aplikatora indukcyjnego diatermii fizykoterapeutycznej (natężenie pola-E, E) i skutków termicznych jego oddziaływania na fizjoterapeutę i pacjenta, (współczynnik SAR), widok 2D, skala kolorów logarytmiczna: 0,1–100 %, model pracującego Duke, uziemiony (źródło: archiwum własne)

---

----- ●●●● -----

Podczas oddziaływania pola-EM emitowanego przez urządzenia fizykoterapeutyczne mogą powstawać jego szkodliwe dla zdrowia, niebezpieczne lub uciążliwe skutki, określane łącznie jako **Z-EM** występujące w przestrzeni pracy, obejmujące [DzU 2018/331 (t.j.), par. 3.12] (patrz Załącznik):

**a) skutki biofizyczne bezpośredniego oddziaływania pola-EM na organizm człowieka;**

**b) skutki pośredniego oddziaływania pola-EM na inne obiekty znajdujące się wraz z człowiekiem w polu-EM.**

Wśród Z-EM zależnych od skutków pośrednich bardzo istotne może być niepożądane oddziaływanie pola-EM na urządzenia elektroniczne, w tym **aktywne implanty medyczne (AIMD)**, powodujące zakłócenia w ich funkcjonowaniu oraz zwiększone skutki termiczne w pobliżu wszystkich implantów (również pasywnych, np. endoprotez).

Obserwowanymi zakłóceniami w funkcjonowaniu AIMD są np. [Tikkaja i wsp. 2013, Zradziński i wsp. 2018]: w przypadku kardiostymulatorów i defibrylatorów – zaprzestanie stymulacji, wyzwolenie szybkiej lub przedwczesnej stymulacji, powrót do trybu pracy *noise*, fałszywe wykrywanie arytmii; w przypadku pomp insulinowych – nieprecyzyjne podawanie insuliny, awaria podzespołów elektronicznych (np. procesora, pamięci), tymczasowe zatrzymanie pracy z ponownym uruchomieniem z podstawowymi ustawieniami fabrycznymi; w przypadku implantów ślimakowych słuchu – słyszenie zniekształconego dźwięku.

Wyniki badań biomedycznych (epidemiologicznych i laboratoryjnych) wskazują, że również narażenie chroniczne na pole-EM należy traktować jako czynnik związany ze zróżnicowanymi zagrożeniami zdrowia, np. Międzynarodowa Agencja Badań nad Rakiem (IARC) zaliczyła pole-EM do grupy 2B, tj. do czynników środowiskowych przypuszczalnie rakotwórczych dla ludzi.

Wyniki badań dotyczących stanu zdrowia pracowników, m.in. fizjoterapeutów, narażonych na różne czynniki środowiska pracy występujące w gabinetach fizykoterapeutycznych (pole-EM, promieniowanie podczerwone, nadfioletowe i optyczne) wskazują na takie objawy somatyczne, jak: zaburzenia układu sercowo-naczyniowego (szczególnie nadciśnienie), objawy alergiczne skóry, przypadki nowotworów, osteoporozy, paradontozy [Vesselinowa, 2012, 2013]. U fizjoterapeutek stwierdzono również częściej niż w populacji zaburzenia miesiączkowania, poronienia i deformacje płodu. Wyniki badań innych grup zawodowych (nie fizjoterapeutów) eksponowanych na pole-EM, o częstotliwościach wykorzystywanych w fizykoterapii (np. 50 Hz, 1 MHz, 30–800 MHz), także wskazują na różne zagrożenia zdrowia, m.in. zaburzenia funkcjonowania układu krążenia i regulacji neurowegetatywnej [Bortkiewicz i wsp. 2013].

## 4. Ochrona przed Z-EM w przestrzeni pracy

---

Aby zapewnić bezpieczne i higieniczne warunki pracy, w przypadku użytkowania źródeł pola-EM wymagane jest przeprowadzenie oceny Z-EM w przestrzeni pracy i na podstawie jej wyników podjęcie odpowiednich działań ochronnych. **W przestrzeni pracy** wyróżnia się [DzU 2018/331]:

- **przestrzeń pola-EM stref ochronnych (PPSO)**, w której obowiązuje stosowanie środków ochronnych dostosowanych do charakterystyki narażenia na pole-EM i rozpoznanych Z-EM;
- **przestrzeń pola-EM strefy bezpiecznej (PPSB)**, poza PPSO, w której nie stosuje się środków ochronnych dotyczących Z-EM (z wyjątkiem dobrych praktyk zmierzających do ograniczania oddziaływania pola-EM na pracujących, jeśli nie jest konieczne ze względu na wykonywaną pracę).

Składowymi pola-EM są:

- pole elektryczne (**pole-E**), charakteryzowane przez natężenie pola-E ( $E$ ), wyrażone w woltach na metr (V/m),
- pole magnetyczne (**pole-M**), charakteryzowane przez natężenie pola-M ( $H$ ), wyrażone w amperach na metr (A/m).

Alternatywną wielkością charakteryzującą pole-M jest indukcja magnetyczna ( $B$ ), wyrażona w teslach (T). Na potrzeby działań związanych z bezpieczeństwem i higieną pracy można w przybliżeniu przyjąć, że pole-M o natężeniu około 1 A/m charakteryzuje indukcja magnetyczna zbliżona do 1  $\mu$ T (mikrotesli).

Do rozgraniczenia przestrzeni pola-EM poszczególnych stref ochronnych określono wartości limitów **Interwencyjnych Poziomów Narażenia (IPN)** dotyczące natężenia pola-E i pola-M [DzU 2018/1286 z późn. zm.]. Określono również obowiązujące łącznie limity **Granicznych Poziomów Oddziaływania (GPO)**, dotyczących oceny skutków biofizycznych narażenia na pole-EM [DzU 2018/331].

Ponadto określono wymagania dotyczące **wskaźnika narażenia (W)**, którego oszacowanie umożliwia ocenę tymczasowości narażenia w PPSO podczas dnia pracy [DzU 2018/331].

Na rysunku 11 scharakteryzowano wymagania dotyczące warunkowości przebywania w PPSO.

---



Przestrzeń pracy w otoczeniu źródła pola-EM:				
<b>PPSB – przestrzeń pola-EM strefy bezpiecznej</b> (przestrzeń poza strefami ochronnymi) <b>EKSPOZYCJA POMIJAŁNA (EP)</b> (nie określono warunków ograniczających ekspozycję)	<b>PPSO – przestrzeń pola-EM stref ochronnych</b> <b>NARAŻENIE NA POLE-EM</b> (jeśli narażenie jest tymczasowe, to przebywanie jest dopuszczane warunkowo)			
	<b>Narażenie kontrolowane</b>	<b>PPSP</b> - przestrzeń pola-EM strefy pośredniej		Tymczasowość nie wymaga weryfikacji ( $W < 1$ )
		<b>PPSZ</b> - przestrzeń pola-EM strefy zagrożenia	$< IPNob$	
	<b>Narażenie niebezpieczne</b>	<b>PPSN</b> - przestrzeń pola-EM strefy niebezpiecznej	$W < 5$	Tymczasowość wymaga weryfikacji
			$W > 5$ $> GPO$	

Rys. 11. Schemat wymagań dotyczących warunkowości przebywania w PPSO (zgodnie z wymaganiami prawa pracy określonymi w DzU 2018/331 i DzU 2018/1286 z późn. zm.)

**Wymagania dotyczące ograniczania Z-EM w środowisku pracy nie dotyczą narażenia pacjentów**  
 Szczegółowe wymagania dotyczące ochrony przed Z-EM w środowisku pracy przedstawiono w Załącznikach.



## 5. Narazenie na pole-EM urządzeń fizykoterapeutycznych

Parametry narażenia pracujących na pole-EM oraz skutków jego oddziaływania w organizmie narażonego człowieka uzależnione są od złożonych okoliczności użycia danego urządzenia fizykoterapeutycznego:

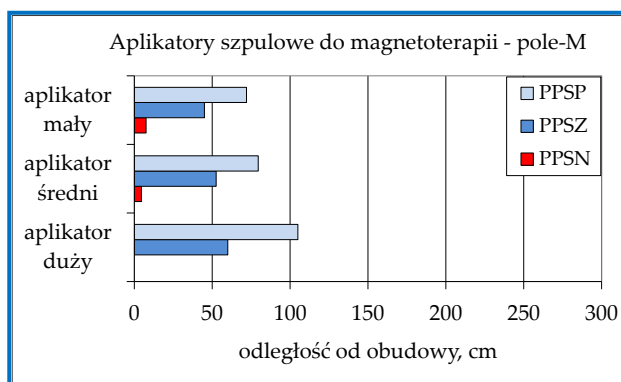
- trybu pracy (takich nastaw urządzenia jak: indukcja magnetyczna czy moc wyjściowa, rodzaj aplikatorów zabiegowych, częstotliwość i przebieg emitowanego pola-EM);
- wyposażenia technicznego kabin, w których przeprowadzane są zabiegi;
- odległości pracujących od pierwotnych lub wtórnych źródeł pola-EM.

Urządzenia i procedury fizykoterapeutyczne stosowane w różnych placówkach są zbliżone. Poniżej omówiono typowe warunki narażenia pracujących wykorzystując wyniki badań własnych.

Warunki narażenia pracujących przy poszczególnych urządzeniach użytkowanych w placówkach ochrony zdrowia i pomocy społecznej należy zweryfikować wykorzystując wyniki pomiarów lub dokumentację, określone wymaganiami prawa pracy.

### 5.1. Narazenie na pole-EM urządzeń do magnetoterapii

Przy maksymalnych nastawach indukcji magnetycznej wytwarzanego pola-M o częstotliwości z zakresu 5–100 Hz, w otoczeniu aplikatorów szpulowych urządzeń do magnetoterapii występuje przestrzeń pola-EM stref ochronnych: pośredniej, zagrożenia i niebezpiecznej, (PPSO) (rys. 12).



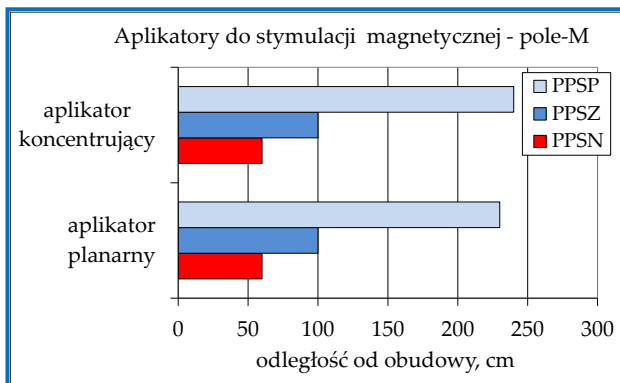
Rys. 12. Typowe zasięgi PPSO w otoczeniu aplikatorów szpulowych do magnetoterapii, pole-EM o częstotliwości z pasma 5–100 Hz: PPSN – przestrzeń pola-EM strefy niebezpiecznej; PPSZ – przestrzeń pola-EM strefy zagrożenia; PPSP – przestrzeń pola-EM strefy pośredniej (źródło: archiwum własne)

Poziom natężenia pola-E w otoczeniu aplikatorów, zasilających je kabli i generatorów nie wykracza poza pole-E strefy bezpiecznej i jest podobny, jak przy urządzeniach elektrycznych biurowych i powszechnego użytku – nie wymaga oceny w środowisku pracy.

Maksymalne poziomy pola-M wewnątrz oraz przy powierzchni aplikatorów zależą od nastaw urządzenia i mogą dochodzić do poziomu strefy niebezpiecznej. Poziom narażenia pracujących uzależniony jest głównie od miejsca ich przebywania podczas zabiegu.

Stosunkowo niewielka rozległość przestrzeni pola-EM stref ochronnych sprawia, że podczas obsługi klasycznych (szpulowych) urządzeń do magnetoterapii, pracujący zwykle przebywają w polu-EM strefy bezpiecznej. W przypadku zbliżania się bezpośrednio do aplikatorów, może dochodzić do narażenia pracujących na pole-M strefy pośredniej, zagrożenia lub niebezpiecznej. Właściwa organizacja pracy i stanowiska pracy może wyeliminować narażenie na PPSO przy takich urządzeniach.

Natomiast w otoczeniu aplikatorów urządzeń do głębokiej stymulacji magnetycznej, wytwarzających pole-EM o częstotliwości kilku kHz, narażenie na PPSO jest bardziej prawdopodobne w związku ze znacznie rozleglejszymi jej zasięgami – oprócz fizjoterapeutów możliwe jest też narażenie innych osób przebywających w kabinach lub pomieszczeniach sąsiednich (rys. 13). W przypadku pola-M o częstotliwości kilku kHz z przyczyn technicznych nie stosuje się ekranowania pomieszczeń zabiegowych.



Rys. 13. Typowe zasięgi PPSO w otoczeniu urządzeń do głębokiej stymulacji magnetycznej, pole-EM o częstotliwości z pasma 1–10 kHz (źródło: archiwum własne)

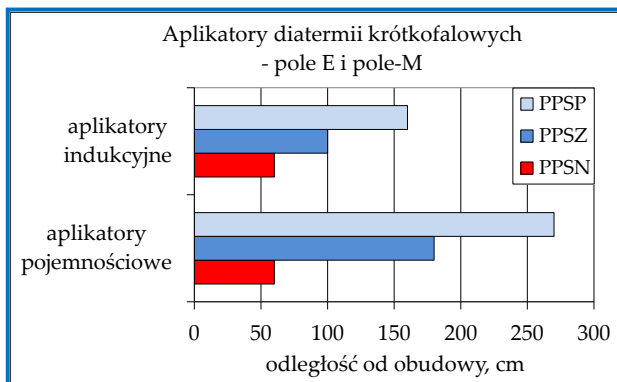


## 5.2. Narazenie na pole-EM diatermii krótkofalowych

Podczas zabiegu w otoczeniu aplikatorów i kabli łączących generator z aplikatorami diatermii krótkofalowych zazwyczaj występuje silne pole-EM stref ochronnych. Zależnie od rodzaju aplikatora i mocy wyjściowej generatora, użytej w czasie zabiegu, zasięg PPSO w otoczeniu aplikatorów i zasilających je kabli może wynosić nawet do kilku metrów (rys. 14).

Poziom narazenia pracujących w PPSO w otoczeniu diatermii fizykoterapeutycznych krótkofalowych uzależniony jest od poziomu emitowanego przez urządzenie pola-EM, miejsca przebywania pracujących w otoczeniu aktywnych aplikatorów zabiegowych, oraz zastosowanych ochronnych rozwiązań technicznych (np. ekranowanie elektromagnetyczne pomieszczenia, w którym użytkowane jest urządzenie). Znaczna rozległość PPSO (szczególnie w przypadku diatermii z aplikatorami pojemnościowymi) sprawia, że podczas zabiegów pracujący mogą być narażeni na pole-EM stref ochronnych (np. podchodząc do pacjenta lub urządzenia podczas zabiegu, kiedy emitowane jest pole-EM). Przy dotykaniu obudowy aktywnych aplikatorów zabiegowych lub łączących je z generatorem kabli, przez ciało pracującego przepływa także prąd kończynowy kontaktowy, a zawsze prąd kończynowy indukowany. Podczas dotykania aktywnych aplikatorów pojemnościowych natężenie prądów kończynowych kontaktowych oraz skutki termiczne (współczynnik SAR) zwykle przekraczają limity GPO określone w prawie pracy (narazenie niezgodne z wymaganiami prawa pracy).

Obiekty metalowe znajdujące się w sąsiedztwie diatermii (np. meble, instalacja centralnego ogrzewania i wodociągowa), mogą zwiększać zasięgi pola-EM o określonych poziomach (w stosunku do użytkowania diatermii w pustym pomieszczeniu). A ponadto w sąsiednich pomieszczeniach, w otoczeniu znajdującego się tam metalowego wyposażenia (w odległości do kilkudziesięciu cm), możliwe jest lokalne występowanie PPSO (tzw. wtórne źródła pola-EM).



Rys. 14. Typowe zasięgi PPSO w otoczeniu aplikatorów pojemnościowych i indukcyjnych krótkofalowych diatermii fizykoterapeutycznych, pole-EM o częstotliwości 27 MHz (źródło: *archiwum własne*)

---

●●●●

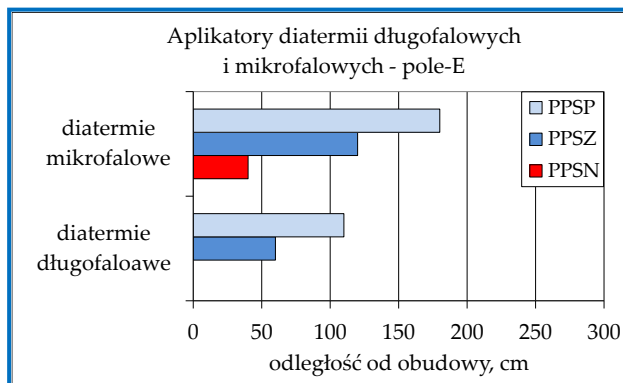
### 5.3. Narazenie na pole-EM diatermii fizykoterapeutycznych mikrofalowych

W otoczeniu aplikatorów zabiegowych diatermii fizykoterapeutycznych mikrofalowych może występować silne pole-EM stref ochronnych. Zasięgi PPSO, podobnie jak w przypadku diatermii krótkofalowych, uzależnione są od poziomu mocy wyjściowej, i mogą dochodzić do kilkudziesięciu centymetrów w przypadku pola-EM strefy zagrożenia oraz do pojedynczych metrów w przypadku pola-EM strefy pośredniej (rys. 15).

Narazenie pracującego na pole-EM uzależnione jest od organizacji przestrzennej stanowiska pracy i sposobu wykonywania pracy. Ze względu na rozległość PPSO, przebywanie fizjoterapeuty podczas zabiegu w kabinie zabiegowej, podchodzenie do czynnego aplikatora, aby np. skorygować jego ustawienia przy ciele pacjenta, może powodować narazenie na pole-EM – podobnie jak w przypadku omówionego w rozdziale 5.2. narazenia na pole-EM diatermii krótkofalowych.

Obiekty metalowe znajdujące się w sąsiedztwie diatermii (np. meble, instalacja centralnego ogrzewania i wodociągowa), mogą zwiększać zasięgi pola-EM o określonych poziomach (w stosunku do użytkowania diatermii w pustym pomieszczeniu).

A ponadto w sąsiednich pomieszczeniach, w otoczeniu znajdującego się tam metalowego wyposażenia (w odległości do kilkudziesięciu cm), możliwe jest lokalne występowanie PPSO (tzw. wtórne źródła pola-EM).



**Rys. 15.** Typowe zasięgi PPSO w otoczeniu aplikatorów diatermii mikrofalowych (pole-EM o częstotliwości 2450 MHz) i długofalowych (pole-EM o częstotliwości 500 kHz), (źródło: archiwum własne)



#### **5.4. Narazenie na pole-EM diatermii fizykoterapeutycznych długofalowych**

W otoczeniu aplikatorów zabiegowych i zasilających je kabli diatermii fizykoterapeutycznych długofalowych, w zależności od nastaw parametrów pracy urządzenia, może występować PWCZ stref ochronnych. Zasięg PPSO może przekraczać nawet jeden metr (rys. 15).

Obiekty metalowe znajdujące się w sąsiedztwie diatermii (np. meble, instalacja centralnego ogrzewania i wodociągowa), mogą zwiększać zasięgi pola-EM o określonych poziomach (w stosunku do użytkowania diatermii w pustym pomieszczeniu). O rozkładzie pola-EM i rozległości stref ochronnych decyduje ułożenie przewodów łączących generator z elektrodami – ułożenie przewodów w mniejszej odległości od siebie powoduje zmniejszenie zasięgów PPSO.

#### **5.5. Narazenie na pole-EM urządzeń do terapii ultradźwiękowej (sonoterapii)**

Urządzenia do terapii ultradźwiękowej nie wytwarzają pola-EM stref ochronnych. W związku z tym pracownik obsługujący urządzenie przebywa w polu-EM strefy bezpiecznej (ekspozycja pomijalna).

#### **5.6. Narazenie na pole-EM innych urządzeń fizykoterapeutycznych**

Inne urządzenia fizykoterapeutyczne, np. urządzenia do elektroterapii nie wytwarzają pola-EM stref ochronnych.

Pracujący przebywając w otoczeniu takich urządzeń podczas zabiegów znajdują się w polu-EM strefy bezpiecznej (ekspozycja pomijalna).

---



## Notatki

---

---

---

---



## 6. Ograniczanie Z-EM przy urządzeniach fizykoterapeutycznych

---

### 6.1. Ogólne wymagania

**Środki ochronne** stosowane są, aby zamierzony rezultat pracy z wykorzystaniem źródła pola-EM uzyskać przy najniższym narażeniu pracujących na pole-EM i najmniejszym zagrożeniu ich bezpieczeństwa i zdrowia. Korzystanie z urządzeń fizykoterapeutycznych, w razie występowania w ich otoczeniu silnego pola-EM (PPSO) wymaga takiego zorganizowania pracy, aby narażenie pracujących i związane z nim zagrożenia bezpieczeństwa i zdrowia (Z-EM) ograniczać w racjonalnie możliwym zakresie poprzez zastosowanie odpowiednich środków ochronnych (*omówionych szerzej w załącznikach*).

Wyniki badań (*zaprezentowane szerzej w publikacjach wymienionych w rozdziale 8*) wskazują, że parametry narażenia na pole-EM podczas użytkowania urządzeń fizykoterapeutycznych są istotnie uzależnione od konfiguracji przestrzennej rozkładu potencjałów elektrycznych obiektów materialnych w otoczeniu źródła pola-EM. Z tego względu parametry niezaburzonego pola-EM oceniane w pustej przestrzeni otaczającej urządzenie fizykoterapeutyczne (zgodnie z podstawowymi wymaganiami rozporządzenia ministra ds. pracy [DzU 2018/331, załącznik 3]), należy traktować głównie jako element uproszczonego prognozowania parametrów Z-EM występujących w środowisku pracy – **wskazówki do opracowania Programu stosowania środków ochronnych (PSSO)**, a nie rozstrzygnięcie czy spełnione są wymagania prawa pracy.

Typowe środki ochronne stosowane ze względu na eliminowanie lub ograniczanie Z-EM to:

- środki ochrony zbiorowej i inne techniczne środki ochronne stosowane w celu ograniczenia poziomu emisji pola-EM z jego źródeł lub narażenia na pole-EM w otoczeniu takich źródeł;
- działania techniczno-organizacyjne podejmowane w celu zapobiegania Z-EM, niezależnie od parametrów pracy źródeł pola-EM.

Diatermie krótkofalowe i mikrofalowe są wśród urządzeń fizykoterapeutycznych źródłami najistotniejszych Z-EM z punktu widzenia przepisów BHP (najrozleglejszych PPSO). Słabsze narażenie na pole-EM występuje przy diatermiach długofalowych i urządzeniach do magnetoterapii, a pomijalne przy urządzaniach do terapii ultradźwiękami i elektroterapii.

W tabeli 1 scharakteryzowano okoliczności sprzyjające osłabieniu narażenia na pole-EM urządzeń fizykoterapeutycznych, uwzględniające specyfikę Z-EM występujących podczas użytkowania takich urządzeń i typowe warunki przeprowadzania zabiegów medycznych.

W razie narażenia o poziomie przekraczającym wartość limitu IPNob, środki ochronne dotyczące Z-EM powinny uwzględniać również konieczność dopasowania organizacji pracy do wymagań dotyczących parametrów narażenia kontrolowanego i niebezpiecznego, a także odpowiedniego udokumentowania okoliczności uzasadniających możliwość narażenia niebezpiecznego [DzU 2018/331 (t.j.)] i oceny spełniania wymagań dotyczących limitów GPO.

Systematyczne stosowanie środków ochronnych może istotnie zmniejszyć narażenie pracujących (chwilowe i skumulowane podczas wielu lat pracy) na pole-EM emitowane przez urządzenia fizykoterapeutyczne i związane z nim zagrożenia bezpieczeństwa i zdrowia.

**W dalszej części poradnika scharakteryzowano środki ochronne sprzyjające ograniczeniu narażenia pracujących na pole-EM, a w załącznikach wymagania dotyczące odpowiednich administracyjno-organizacyjnych środków ochronnych.**

**Tabela 1. Okoliczności (dobre praktyki) sprzyjające osłabieniu narażenia na pole-EM urządzeń fizykoterapeutycznych**

- odpowiednie ustawienie generatora oraz aplikatorów względem wejścia do pomieszczenia zabiegowego: generator jak najbliżej, a aplikatory jak najdalej od wejścia,
- ograniczanie oddziaływania silnego pola-EM na pracujących (oraz pacjentów i inne osoby w sąsiednich pomieszczeniach) przez umieszczenie urządzeń w wydzielonym pomieszczeniu o dostatecznie dużej powierzchni (**separacja przestrzenna** PPSO w otoczeniu urządzenia),
- skuteczne zaekranowanie pomieszczeń z diatermiami fizykoterapeutycznymi (**separacja elektromagnetyczna** PPSO – **stosowana przy diatermiach krótkofalowych i mikrofalowych**),
- unikanie umieszczania diatermii fizykoterapeutycznych (zwłaszcza diatermii krótkofalowych pojemnościowych) w sąsiedztwie takich obiektów, jak instalacje wodociągowe, centralnego ogrzewania, instalacje elektryczne, metalowe meble (tworzących wtórne źródła pola-EM),
- izolowanie pracującego od podłoża (odpowiednim materiałem izolującym w paśmie PWCZ/PMF) celem ograniczenia prądów kończynowych indukowanych w organizmie człowieka w otoczeniu aktywnej diatermii fizykoterapeutycznej (np. drewniane meble, pokrycie podłogi itp.),
- izolowanie pracującego od przewodzących elementów diatermii i wtórnych źródeł PWCZ/PMF celem ograniczenia prądów kończynowych kontaktowych – w przypadku konieczności dotykania elementów aktywnej diatermii (np. podczas poprawiania ułożenia elektrod przy ciele pacjenta) - **okoliczności uzasadniające konieczność wykonania tego typu czynności bez wyłączenia zasilania aplikatorów powinny zostać udokumentowane [zgodnie z wymaganiami [DzU 2018/331 (t.j.)].**

## 6.2. Wyznaczenie zasięgów PPSO i ich oznakowanie

Podczas prowadzenia zabiegów pracownicy nie powinni przebywać w zasięgu oddziaływania pola-EM stref ochronnych. Aby pracownicy mogli świadomie i skutecznie unikać narażenia na silne pole-EM, konieczne jest rozpoznanie źródeł pola, a wyznaczony (lub oszacowany) zasięg PPSO powinien być podany do wiadomości pracującym [DzU 2018/331 (t.j.); Dzu 2023, poz. 419]. Do oznakowania źródeł pola-EM i zasięgów PPSO można stosować symbole podane w normach (rys. 16), lub inne oznakowanie graficzno-tekstowe.



Rys. 16. Znaki ostrzegawcze dotyczące źródeł pola-EM (wg PN-7T-06260-1974 lub PN-EN ISO 7010:2012)

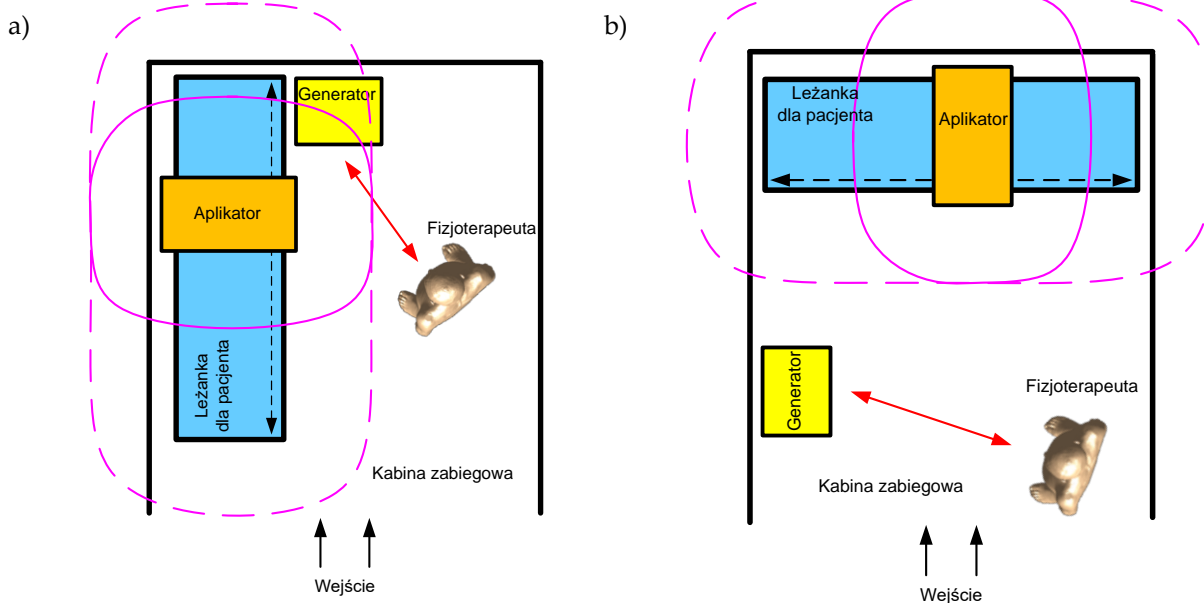
## 6.3. Organizacja przestrzenna przestrzeni pracy (separacja przestrzenna)

Typowe ściany budynków i ścianki działowe kabin w gabinetach fizykoterapeutycznych nie osłabiają natężeń pola-M wytwarzanego przez urządzenia do magnetoterapii, a natężeń pola-E i pola-M diatermii fizykoterapeutycznych mogą jedynie nieznacznie osłabić. Należy to uwzględnić przy rozmieszczeniu urządzenia w gabinecie zabiegowym, bowiem PPSO może przenikać do sąsiednich kabin zabiegowych i pomieszczeń oddziałując podczas zabiegu na wszystkie przebywające tam osoby, m.in. fizjoterapeutów dozorujących zdalnie przebieg zabiegu. W przypadku urządzeń do magnetoterapii, problem ten może być łatwo rozwiązany przez odsunięcie aplikatorów od ścian kabin lub gabinetów zabiegowych na odległość przekraczającą maksymalne zasięgi PPSO (czyli ok. jednego metra) – **separacja przestrzenna**.

Ze względu na PPSO w otoczeniu aplikatorów diatermii krótkofalowych i mikrofalowych oraz urządzeń magnetoterapeutycznych – przy braku możliwości włączania pola zdalnie (lub z opóźnieniem) pracujący podlega często narażeniu na pole-EM stref ochronnych podczas każdej operacji na pulpicie sterującym urządzenia (włączenia/wyłączenia).

Jednak narażenie fizjoterapeuty na pole-EM wytwarzane przez takie urządzenie można ograniczyć poprzez odpowiednią organizację przestrzenną środowiska pracy.

Narażenia na PPSO pracujących podchodzących do generatora urządzenia lub przebywających przy nim można uniknąć lub można je ograniczyć przez właściwe ustawienie generatora względem aplikatorów i wejścia do kabiny zabiegowej (rys. 17).



Rys. 17. Oddziaływanie pola-EM na fizjoterapeutę podczas użycia pulpitu sterowniczego generatora aktywnego urządzenia do magnetoterapii (linia przerywana symbolizuje zasięg PPSO w otoczeniu aplikatora): a) niewłaściwe ustawienie – pracujący przebywa w PPSO przy każdym podejściu do generatora; b) właściwe ustawienie – pracujący w otoczeniu generatora przebywa tylko w polu-EM strefy bezpiecznej (źródło: *archiwum własne*)

Dotykanie aplikatorów i kabli zasilających aplikatory diatermii krótkofalowych i mikrofalowych przy włączonym polu-EM może powodować narażenie niebezpieczne (na pole-EM strefy niebezpiecznej) lub przepływ prądu w kończynie pracującego znacznie przekraczającej odpowiedni limit. Z tego powodu jeśli podczas zabiegu przy wykorzystaniu takich urządzeń zachodzi potrzeba wykonania krótkotrwałych czynności przy aplikatorze (np. skorygowanie ułożenia pacjenta) zaleca się, aby wcześniej wyłączyć zasilanie aplikatorów.

### 6.3. Separacja elektromagnetyczna urządzeń fizykoterapeutycznych

W przypadku diatermii krótkofalowych i mikrofalowych zasięgi PPSO są stosunkowo rozległe. Dlatego też dobrą praktyką jest ograniczanie oddziaływania silnego pola-EM na pracujących oraz pacjentów z sąsiednich gabinetów zabiegowych – przez umieszczenie diatermii w odpowiedniej wielkości pomieszczeniu (z powodu rozległych PPSO wymagane są w takim przypadku rozległe kabiny do zabiegów – separacja przestrzenna). Alternatywą w przypadku takich urządzeń jest zaekranowanie elektromagnetyczne pomieszczeń z diatermiami fizykoterapeutycznymi (**separacja elektromagnetyczna**), (rys. 18).

Poprawnie wykonany ekran elektromagnetyczny pozwala ograniczyć zasięg silnego pola-EM do wnętrza obszaru osłoniętego. Stosowanie ekranów wymaga jednak bezwzględnie okresowego, pomiarowego sprawdzania ich skuteczności i dozorowania ich stanu technicznego.



Rys. 18. Przykład ekranowania elektromagnetycznego kabiny zabiegowej z diatermią fizykoterapeutyczną (źródło: archiwum własne)

---

----- ●●●● -----

## 6.5. Informowanie o Z-EM użytkowników implantów medycznych

Z uwagi na możliwość oddziaływania pola-EM na implanty medyczne, zarówno aktywne (np. kardiostymulatory i defibrylatory, pompy insulinowe), jak i pasywne (np. endoprotezy), należy ograniczać narażenie na silne pole-EM użytkowników tego rodzaju urządzeń. W dokumentacjach technicznych urządzeń fizykoterapeutycznych lub w publikacjach specjalistycznych dotyczących zasad prowadzenia zabiegów fizjoterapeutycznych podano wiele zaleceń na temat konieczności ograniczania zabiegów takim pacjentom lub zachowania szczególnej ostrożności przy ich aplikacji. **Należy jednak pamiętać, że zagrożenie dotyczy również pracujących, innych pacjentów i osób towarzyszących pacjentom, przebywającym w pobliżu źródła pola-EM.** Zagrożenia dla poszczególnych użytkowników implantów medycznych powinny być oceniane indywidualnie [Tikkaja i wsp. 2013]. **Z-EM związane z zakłóceniami działania urządzeń elektronicznych, w szczególności aktywnych implantów medycznych, mogą wystąpić w polu-EM strefy pośredniej, a zagrożenia dotyczące użytkowników o implantów pasowych w pole-EM strefy niebezpiecznej.**

Ze względu na brak percepcji pola-EM zmysłami człowieka, ważnym środkiem zapewnienia bezpieczeństwa użytkownikom implantów medycznych jest czytelne i jednoznaczne oznakowanie miejsc, w których mogą wystąpić dotyczące ich zagrożenia związane z oddziaływaniem pola-EM - znaki ostrzegawcze umożliwiają takim osobom unikanie przebywania w tych miejscach (rys. 19).

a)



zagrożenia dla  
użytkowników aktywnych  
implantów medycznych



zagrożenia dla  
użytkowników implantów  
pasywnych (metalowych)

b)



**Rys. 19.** Znaki ostrzegawcze dla użytkowników implantów medycznych według PN-EN ISO 7010:2012 (a) oraz przykład oznakowania aplikatora urządzenia do magnetoterapii z podaniem zasięgów ograniczonego dostępu dla użytkowników implantów aktywnych (b), (źródło: archiwum własne)



## 6.5. Eliminacja metalowego wyposażenia z otoczenia urządzeń fizykoterapeutycznych

Ponieważ metalowe elementy infrastruktury gabinetów zabiegowych odbierają energię pola-EM, a szczególnie pola-E diatermii fizykoterapeutycznych, dlatego należy unikać lokalizacji urządzeń fizykoterapeutycznych (a szczególnie diatermii krótkofalowych pojemnościowych) w sąsiedztwie obiektów takich jak: instalacje wodociągowe, centralnego ogrzewania, elektryczne, metalowe meble, a także zrezygnować z umieszczania dużych metalowych przedmiotów obok diatermii (np. wyposażenia terapeutycznego do innych zabiegów, takich jak zbiorniki ciekłych gazów do krioterapii). Skutkiem absorpcji silnego pola-EM przez wspomniane obiekty metalowe może być zwiększone narażenie ludzi na wtórne pole-EM indukowane w ich otoczeniu i prądy pojemnościowe przepływające w kończynach osób dotykających do nich, a także zakłócenia powodowane prądami indukowanymi w pracy urządzeń elektrycznych i elektronicznych.

## 6.6. Inne ograniczenia

W ramach profilaktycznych badań lekarskich mogą zostać zidentyfikowane również indywidualne dysfunkcje stanu zdrowia pracujących, powodujące przeciwwskazania do przebywania w polu-EM stref ochronnych. Zalecenia dotyczące zakresu badań podają wymagania prawa pracy [DzU 2023/607 (t.j.)]. Ze względu na bezpieczeństwo takich pracujących, w tym pracujących i pacjentów użytkujących implanty, oraz kobiet w ciąży i pracowników młodocianych, konieczne jest wspomniane wcześniej oznakowanie miejsc występowania silnego pola-EM (PPSO). Oznakowanie takie pełni również istotną rolę ze względu na ostrzeganie o miejscach, gdzie możliwe są zakłócenia pracy urządzeń elektronicznych, wynikające z oddziaływań elektromagnetycznych, które może być istotne również ze względu na inne urządzenia i użytkujące je osoby.

---

----- ●●●● -----

## Notatki

---

---



## 7. Podsumowanie

---

Pole-EM może negatywnie wpływać na stan zdrowia i zdolność do pracy ludzi. Liczne badania naukowe dotyczą rozpoznawania skutków narażenia, szczególnie wieloletniego. Z tego powodu narażenie na pole-EM powinno być ograniczane i nadzorowane, zgodnie z postanowieniami krajowych przepisów BHP.

**Wymagania dotyczące ograniczania Z-EM w środowisku pracy nie dotyczą oceny narażenia pacjentów.**

Z uwagi na powszechność stosowania medycznych technologii terapeutycznych, związanych z aplikowaniem pacjentom pola-EM, urządzenia fizykoterapeutyczne stanowią znaczny odsetek źródeł pola-EM w środowisku pracy, a pracownicy ochrony zdrowia są w kraju najliczniejszą z grup pracujących przy silnych źródłach pola-EM.

Uwzględniając istotne okoliczności społeczno-gospodarcze, **prawo pracy dopuszcza warunkowo oddziaływanie silnego pola-EM w środowisku pracy (tzn. przebywanie w polu-EM stref ochronnych), jeśli spełnione są odpowiednie wymagania dotyczące rozpoznania, oceny i ograniczania narażenia na pole-EM na pracujących (tzn. osób wykonujących prace jako: pracownik, osoba fizyczna wykonująca te prace na innej podstawie niż stosunek pracy albo osoba prowadząca na własny rachunek działalność gospodarczą) [DzU 2018, poz. 331 (t.j)].**

**Szczególnie chronione przed Z-EM w środowisku pracy powinny być:**

1. kobiety w ciąży;
2. użytkownicy aktywnych lub pasywnych implantów medycznych;
3. młodociani pracownicy;
4. osoby, u których stwierdzono przeciwwskazania medyczne do wykonywania pracy w narażeniu na pole-EM.

Najrozsleglejsze zasięgi PPSO występują przy urządzeniach do magnetoterapii oraz diatermii fizykoterapeutycznych krótko- i mikrofalowych. Przy odpowiednim rozmieszczeniu tych urządzeń w gabinecie zabiegowym, a także przy właściwej organizacji ich obsługi i wykonywania zabiegów możliwe jest skuteczne wyeliminowanie lub znaczne ograniczenie narażenia pracujących. Przykłady skutecznych działań w tym zakresie zaprezentowano w niniejszym poradniku.

---

----- ●●●● -----

Rozpoznanie i ocenę parametrów narażenia na pole-EM emitowane przez urządzenia fizykoterapeutyczne oraz Z-EM wynikających z jego oddziaływania (poprzez ocenę czy spełnione są limity GPO i odpowiednie wykorzystanie limitów IPN do rozpoznania Z-EM) można prowadzić poprzez odpowiednie pomiary parametrów pola-EM w środowisku pracy, lub z wykorzystaniem danych poza-pomiarowych (np. w oparciu o publikacje renomowanych ośrodków naukowych), o ile brak dokładniejszych danych pomiarowych.

Limity GPO nie są parametrami środowiska pracy [DzU 2018, poz. 331, § 10. 3] – w konsekwencji ich ocena nie podlega pomiarom wykonywanym w trybie określonym w rozporządzeniu Ministra Zdrowia w sprawie badań i pomiarów czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy [DzU 2023/419]. Badania dotyczące oceny limitów GPO (metodami symulacji komputerowych z uwzględnieniem niepewności i reprezentatywności wyników badań), prowadzą kompetentne laboratoria instytutów naukowo-badawczych lub uniwersytetów technicznych, o udokumentowanej umiejętności wykonania oceny bezpośredniego oddziaływania pola-EM w środowisku pracy i związanych z nim Z-EM.

Biorąc pod uwagę, że skutki oddziaływania pola-EM dotyczą zarówno pacjentów, jak i pracowników, pomimo różnic w zakresie ich formalnej ochrony przed Z-EM, niewątpliwie większa świadomość pracujących o naturze pola-EM powstającego podczas użytkowania urządzeń fizykoterapeutycznych, skutkach jego oddziaływania na ludzi i obiekty materialne oraz Z-EM, które mogą wynikać z takiego oddziaływania, przyczynia się do poprawienia bezpieczeństwa zarówno pracowników, jak i pacjentów. W konsekwencji można spodziewać się lepszej ochrony pracowników i pacjentów przed niepożądanymi skutkami użytkowania takich urządzeń.



## 8. Piśmiennictwo uzupełniające

---

- Bortkiewicz A., Gadzicka E., Szymczak W., Zmysłony M. Ekspozycja na pola elektromagnetyczne a funkcjonowanie układu krążenia – badania własne. *Bezpieczeństwo Pracy*, 2013;9(504):30-32.
- Gedliczka A. Atlas miar człowieka. Dane do projektowania i oceny ergonomicznej. CIOP, 2001, Warszawa.
- Gryz K., Leszko W., Karpowicz J. Narażenie na pole elektromagnetyczne w otoczeniu aplikatorów urządzeń magnetoterapeutycznych. *Problemy Higieny i Epidemiologii*, 2015;96(3):578–585.
- Gryz K., Karpowicz J. Ocena zagrożeń elektromagnetycznych przy fizykoterapeutycznych diatermiach krótkofalowych – badania pól elektrycznych, magnetycznych i prądu dłoni u narażonych pracowników. *Bezpieczeństwo Pracy*, 2013;9(504):16-18.
- Gryz K., Karpowicz J. Zasady oceny zagrożeń elektromagnetycznych związanych z występowaniem prądów indukowanych i kontaktowych. *Podstawy i Metody Oceny Środowisko Pracy*. 2008;4(58):137-171.
- IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Non-ionizing radiation, Part 1: Static and extremely low-frequency (ELF) electric and magnetic fields. *IARC Monogr Eval Carcinog Risks Hum*. 2002;80:1-395.
- IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Non-ionizing radiation, Part 2: Radiofrequency electromagnetic fields. *IARC Monogr Eval Carcinog Risks Hum*. 2013;102(Pt 2):1-460.
- Karpowicz J., Zagrożenia związane z medycznym wykorzystaniem źródeł pola elektromagnetycznego. [W]: *Bezpieczeństwo radiacyjne – promieniowanie jonizujące i niejonizujące*, Red. P. Ulański, M. Długosz-Lisiecka, E. Nowosielska, Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa, 2023:243-259.
- Karpowicz J. Environmental and Safety Aspects of the use of EMF in Medical Environment. [W]: M. Markov, Red. *Electromagnetic Fields in Biology and Medicine*. CRC Press – Taylor & Francis Group, 2015: 341-362.
- Karpowicz J., Gryz K., Rozdz. 10A. Pole elektromagnetyczne, [W:] *Czynniki szkodliwe w środowisku pracy – wartości dopuszczalne*, wydanie XIV zmienione, Red. M. Pośniak, J. Skowroń, CIOP-PIB, Warszawa, 2024:219-244.
- Karpowicz J., Aniołczyk H., Bieńkowski P., Gryz K., Kieliszek J., Politański P., Zmysłony M., Zradziński P. Narażenie na pole elektromagnetyczne w przestrzeni pracy podczas użytkowania urządzeń do magnetoterapii lub magnetostymulacji. Metoda pomiaru pola elektromagnetycznego *in situ* – wymagania szczegółowe, *Podstawy i Metody Oceny Środowiska Pracy*, 2016;4(90):151-180.
- Karpowicz J., Gryz K. An Assessment of Hazards Caused by Electromagnetic Interaction on Humans Present near Short-Wave Physiotherapeutic Devices of Various Types Including Hazards for Users of Electronic Active Implantable Medical Devices (AIMD). *BioMed Research International*, 2013, Vol. 2013, article ID 150143, s. 8.

---

----- ●●●● -----

Karpowicz J., Gryz K. Bezpieczeństwo pacjentów i pracowników przy wykorzystaniu pól elektromagnetycznych w diagnostyce i terapii medycznej. *Inżynier Medyczny*, 2012; 1:25-28.

Karpowicz J., Gryz K., Zradziński P. (2008) *Pola elektromagnetyczne przy urządzeniach do magnetoterapii - ocena ryzyka zawodowego*. *Bezpieczeństwo Pracy*, 2008;9:21-25.

Karpowicz J., Gryz K., Zradziński P. Pola elektromagnetyczne w otoczeniu urządzeń fizykoterapeutycznych - aplikatory do terapii zmiennym polem magnetycznym. *Inżynieria Biomedyczna. Acta Bio-Optica et Informatca Medica*, 2009, 15(1):60-63.

Karpowicz J., Gryz K., Zradziński P. Zasady wykorzystania symulacji komputerowych do oceny zgodności z wymaganiami dyrektywy 2004/40/WE dotyczącej bezpieczeństwa i higieny pracy w polach elektromagnetycznych. *Podstawy i Metody Oceny Środowisko Pracy*. 2008;4(58):103-135.

Karpowicz J., Gryz K. Ocena zagrożeń elektromagnetycznych w placówkach medycznych w kontekście wymagań polskiego prawa pracy i dyrektywy 2013/35/UE. [W]: *Ochrona przed promieniowaniem jonizującym i niejonizującym. Nowe uregulowania prawne, źródła, problemy pomiarowe*. Red. M. Zmysłony, E. M. Nowosielska, Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa, 2015:227-247.

Tikkaja M., Hietanen M., Alanko T., Lindholm H. Możliwość powrotu do pracy w polach elektromagnetycznych po implantacji stymulatora serca. *Bezpieczeństwo Pracy*, 2013;9:8-9.

Vangelova K., Deyanov C., Israel M. Cardiovascular risk in operators under radiofrequency electromagnetic radiation. *Int. J. Hyg. Environ. Health*, 2006, 209(2):133-138.

Vesselinova L. Electromagnetic fields in clinical practice of physical and rehabilitation medicine: a health hazard assessment of personnel. *Environmentalist*, 2012,32:249-255.

Vesselinova L. Biosomatic effects of the electromagnetic fields on view of the physiotherapy personnel health. *Electromagnetic Biology and Medicine*, 2013, 32(2):192-199.

Zradziński P., Leszko W., Karpowicz J. i wsp. Ocena bezpieczeństwa użytkowników aktywnych implantów medycznych w polach elektromagnetycznych systemów radiokomunikacyjnych. *Materiały Krajowej Konferencji Radiofonii i Telewizji*; 27-29.06.2016; Kraków.

Zradziński P. Uwarunkowania wykorzystania numerycznych modeli pracowników do oceny zagrożeń bezpośrednich wynikających z narażenia na pole elektromagnetyczne. *Podstawy i Metody Oceny Środowiska Pracy*. 2016;4(90):75-89.

Zradziński P., Karpowicz J., Gryz K. i wsp. Evaluation of the safety of users of active implantable medical devices (AIMD) in the working environment in terms of exposure to electromagnetic fields – Practical approach to the requirements of European Directive 2013/35/EU. *Int J Occup Med Environ Health*. 2018;31(6):795-808.

Zradziński P., Karpowicz J., Gryz K., Leszko W., Ocena zagrożeń wynikających z oddziaływania pola magnetycznego emitowanego przez aplikator magnetoterapeutyczny dla użytkowników protez słuchu wykorzystujących przewodnictwo kostne. *Medycyna Pracy*, 2017;68(4):469-477.

---



## 9. Wymagania prawne i normalizacyjne

---

Rozporządzenie Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 29 czerwca 2016 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy pracach związanych z narażeniem na pole elektromagnetyczne. DzU 2018, poz. 331 (t.j.).

Rozporządzenie Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 12 czerwca 2018 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. Załącznik 2. Część E: „Pole elektromagnetyczne”. DzU 2018, poz. 1286 z późn. zm.

Obwieszczenie Ministra Zdrowia z dnia 1 marca 2023 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej w sprawie przeprowadzania badań lekarskich pracowników, zakresu profilaktycznej opieki zdrowotnej nad pracownikami oraz orzeczeń lekarskich wydawanych do celów przewidzianych w Kodeksie pracy. DzU 2023, poz. 607.

Obwieszczenie Ministra Zdrowia z dnia 6 lutego 2023 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Zdrowia w sprawie badań i pomiarów czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. DzU 2023, poz. 419.

Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 27 lipca 2004 r. w sprawie szkolenia w dziedzinie bezpieczeństwa i higieny pracy. DzU 2004, poz. 1860, z późn. zm.

Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 3 kwietnia 2017 r. w sprawie wykazu prac uciążliwych, niebezpiecznych lub szkodliwych dla zdrowia kobiet w ciąży i kobiet karmiących dziecko piersią. DzU 2017, poz. 796.

Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 19 czerwca 2023 r. w sprawie wykazu prac wzbronionych młodocianym i warunków ich zatrudniania przy niektórych z tych prac. DzU 2023, poz. 1240.

Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy. DzU 2003, poz. 1650, z późn. zm.

Ustawa o statystyce publicznej. DzU 2020, poz. 443 (t.j.).


Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2013/35/UE z dnia 26 czerwca 2013 r. w sprawie minimalnych wymagań w zakresie ochrony zdrowia i bezpieczeństwa dotyczących narażenia pracowników na zagrożenia spowodowane czynnikami fizycznymi (polami elektromagnetycznymi) (dwudziesta dyrektywa szczegółowa w rozumieniu art. 16 ust. 1 dyrektywy 89/391/EWG) i uchylająca dyrektywę 2004/40/WE. DzUrz UE L 179/1 z 29.6.2013 r.

PN-EN ISO 7010:2012. Symbole graficzne. Barwy bezpieczeństwa i znaki bezpieczeństwa. Zarejestrowane znaki bezpieczeństwa.

PN-T-06260:1974 (PN-74/T-06260). Źródła promieniowania elektromagnetycznego. Znaki ostrzegawcze.

PN-EN 50527-1:2017. Procedura oceny ekspozycji pracowników z wszczepionymi aktywnymi implantami medycznymi w polach elektromagnetycznych – Część 1: Informacje ogólne.

---



## Załączniki – Ochrona przed zagrożeniami elektromagnetycznymi (Z-EM) w środowisku pracy<sup>1</sup>

### Z.1. Kluczowe wymagania dotyczące ochrony ogółu pracujących

Uwzględniając istotne okoliczności społeczno-gospodarcze, prawo pracy dopuszcza warunkowo oddziaływanie silnego pola-EM w środowisku pracy (tzn. przebywanie w polu-EM stref ochronnych podczas pracy), jeśli spełnione są odpowiednie wymagania dotyczące rozpoznania, oceny i ograniczania oddziaływania pola-EM na pracujących (tj. na osoby wykonujące prace jako: pracownik, osoba fizyczna wykonująca te prace na innej podstawie niż stosunek pracy albo osoba prowadząca na własny rachunek działalność gospodarczą). Odpowiednie wymagania określono wykorzystując limity dotyczące wielkości stosowanych do oceny zagrożeń elektromagnetycznych (Z-EM) i narażenia pracujących [t.j.: DzU 2018, poz. 331, par. 3]:

- **Graniczne Poziomy Oddziaływania (GPO)**, rozumiane jako limity dotyczące wybranych **miar Z-EM**, związanych ze **skutkami oddziaływania bezpośredniego** pola-EM na ludzi (tj. ze skutkami oddziaływania termicznego, występującymi pod wpływem oddziaływania pola-EM wielkiej częstotliwości i mikrofal oraz mogącymi w organizmie wywołać uszkodzenia termiczne, lub z potencjałami elektrycznymi indukowanymi przez pole-EM quasi-statyczne mogącymi wywołać elektrostymulację w różnych strukturach organizmu),
- **Interwencyjne Poziomy Narażenia (IPN)**, rozumiane jako limity dotyczące wybranych **miar narażenia na pole-EM w miejscu pracy**, określające poziomy operacyjne umożliwiające uproszczoną ocenę, czy narażenie spełnia wymagania określone przez limity GPO, oraz w celu określenia zasięgu tzw. przestrzeni pola-EM stref ochronnych (PPSO) i zastosowania w niej odpowiednich środków ochronnych – zmniejszających zagrożenie wspomnianymi **skutkami oddziaływania bezpośredniego** pola-EM i jego oddziaływania **pośredniego** (obejmującymi m.in.: zakłócenia działania urządzeń elektrycznych, w szczególności aktywnych implantów medycznych, spowodowane wrażliwością takich urządzeń na oddziaływanie pola-EM) [t.j.: DzU 2018, poz. 331, par. 3, pkt 12].

---

<sup>1</sup> Wyróżnienia i skróty w tekście pochodzą od Autorów.



Wspomniane limity narażenia i oddziaływania pola-EM w środowisku pracy określono, uwzględniając różnorodne **Z-EM** (czyli szkodliwe dla zdrowia, niebezpieczne lub uciążliwe skutki bezpośredniego lub pośredniego oddziaływania pola-EM), powstające w przestrzeni pracy w wyniku indukowania pola-E i prądu elektrycznego podczas oddziaływania pola-EM na objekty materialne. Z-EM, których ograniczania wymaga prawo pracy, określono ze względu na:

a) **bezpośrednie skutki biofizyczne** oddziaływania pola-EM na organizm człowieka, tj.:

- **skutki termiczne** powstające w polu-EM wielkiej częstotliwości lub mikrofalowym – obciążenie termiczne organizmu przez pochłoniętą energię pola-EM i w konsekwencji, w razie niedostatecznej wydolności procesów termoregulacji w organizmie, wzrost temperatury tkanek zagrażający ich termicznym uszkodzeniem – różnego stopnia i różnej rozległości (uszkodzenia te mogą wystąpić zarówno na powierzchni, jak i wewnątrz organizmu, zależnie od częstotliwości i polaryzacji oddziałującego pola-EM),
- **skutki pozatermiczne** powstające w polu-EM małych lub średnich częstotliwości – **zakłócenia naturalnych procesów elektrofizjologicznych** prowadzące do elektrostymulacji mięśni, nerwów lub narządów zmysłów, które mogą mieć szkodliwy wpływ na zdrowie psychiczne lub fizyczne (pobudzenie narządów zmysłów może prowadzić do przejściowych objawów, takich jak zawroty głowy czy wrażenia wzrokowe, mogące powodować przejściowe uciążliwości lub wpływać na funkcje poznawcze lub inne funkcje mózgu lub mięśni), przez co mogą wpływać na zdolność do bezpiecznego wykonywania pracy,
- **prądy kończynowe indukowane** – prądy indukowane bezpośrednio w organizmie, przepływające w kończynach,

b) **pośrednie skutki oddziaływania** pola-EM na inne objekty, tj.:

- **zakłócenia działania urządzeń elektronicznych**, powodowane przez potencjały i prądy elektryczne indukowane w urządzeniach i instalacjach elektrycznych oraz spowodowane wrażliwością urządzeń na oddziaływanie pola-EM (tj. ich niewystarczającą odpornością elektromagnetyczną) – w szczególności zakłócenia elektronicznego sprzętu medycznego i elektronicznych wyrobów medycznych przeznaczonych do wprowadzenia w całości lub w części do ludzkiego ciała (implantowanych), takich jak: stymulatory serca, pompy insulinowe i inne aktywne implanty medyczne lub **urządzenia ubieralne (nasobne)**,
- **termiczne oddziaływanie na mechaniczne struktury implantów**, w szczególności endoprotez ortopedycznych lub wszczepów naczyniowych i innych pasywnych i aktywnych implantów medycznych,
- zagrożenie balistyczne, rozumiane jako zagrożenie powodowane przez gwałtowne przemieszczanie się przedmiotów ferromagnetycznych w polu magnetostatycznym,
- uruchomienie elektrycznych urządzeń (sieci strzałowe, zapalniki) inicjujących detonację materiałów wybuchowych,



- wyładowania elektrostatyczne, iskrzenie w obiektach technicznych spowodowane prądem indukowanym w tych obiektach lub wyładowania iskrowe spowodowane prądem kontaktowym stanu przejściowego, które mogą spowodować zapłon materiałów łatwopalnych lub atmosfer wybuchowych,
- **prądy kończynowe kontaktowe** przepływające w kończynach podczas dotykania obiektu, o innym potencjale elektrycznym jeśli jest to wskutek oddziaływania pola-EM (prądy kontaktowe stanu ustalonego, gdy osoba ma ciągłą styczność z obiektem, lub prądy kontaktowe stanu przejściowego, występujące podczas rozpoczęcia lub przerwania styczności z obiektem).

W przestrzeni pracy wyróżnia się przestrzeń PPSO, w której obowiązuje stosowanie środków ochronnych dostosowanych do charakterystyki narażenia na pole-EM i rozpoznanych Z-EM [t.j.: DzU 2018, poz. 331, załącznik 3, cz. I, pkt 3]:

- przestrzeń **pola-EM strefy niebezpiecznej (PPSN)** – w której przebywanie w ramach codziennej praktyki jest zabronione, a każde **tymczasowe przebywanie w niej musi spełniać szczególne wymagania** ochronne określone prawem pracy [t.j.: DzU 2018, poz. 331, załącznik 3, cz. I, pkt 11],
- przestrzeń **pola-EM strefy zagrożenia (PPSZ)** – w której tymczasowe przebywanie jest dopuszczane w ramach codziennej praktyki, kiedy stosowane są środki ochronne, dostosowane do rozpoznanych Z-EM, wynikających z **bezpośrednich lub pośrednich skutków oddziaływania pola-EM**,
- przestrzeń **pola-EM strefy pośredniej (PPSP)** – w której tymczasowe przebywanie jest dopuszczane, kiedy stosowane są środki ochronne, dostosowane do rozpoznanych Z-EM, wynikających z **pośrednich skutków oddziaływania pola-EM**.

Natomiast przestrzeń **pola-EM strefy bezpiecznej (PPSB)** jest określona jako przestrzeń poza strefami ochronnymi, dla której w prawie pracy nie określono warunków ograniczających ekspozycję (rys. Z1).

Ze względu na poziom oddziaływania pola-EM określone zostały również:

- **ekspozycja pomijalna** – przebywanie w przestrzeni pola-EM strefy bezpiecznej [PPSB],
- **narażenie kontrolowane** – przebywanie w przestrzeni pola-EM strefy zagrożenia lub pośredniej [PPSZ lub PPSP],
- **narażenie niebezpieczne** – przebywanie w przestrzeni pola-EM strefy niebezpiecznej [PPSN].

Wartości limitów IPN rozumiane są jako poziom natężenia, odpowiednio pola-E (IPN-E) i pola-M (IPN-H), rozgraniczający przestrzenie pola-EM poszczególnych stref ochronnych:

- IPNog-E, IPNog-H – limity operacyjne górne rozgraniczające PPSZ i PPSN,
- IPNod-E, IPNod-H – limity operacyjne dolne rozgraniczające PPSZ i PPSP,
- IPNp-E, IPNp-H – limity pomocnicze rozgraniczające PPSP i PPSB.



Przestrzeń pracy w otoczeniu źródła pola-EM:				
<b>PPSB – przestrzeń pola-EM strefy bezpiecznej</b> (przestrzeń poza strefami ochronnymi) <b>EKSPOZYCJA POMIJAŁNA (EP)</b> (nie określono warunków ograniczających ekspozycję)	<b>PPSO – przestrzeń pola-EM stref ochronnych</b> <b>NARAŻENIE NA POLE-EM</b> (jeśli narażenie jest tymczasowe, to przebywanie jest dopuszczane warunkowo)			
	<b>PPSP</b> - przestrzeń pola-EM strefy pośredniej		Tymczasowość nie wymaga weryfikacji ( $W < 1$ )	<b>NARAŻENIE KONTROLOWANE (NK)</b> [DzU 2018, poz. 331, Zał. 3., Cz. I, pkt 3] Narażenie tymczasowe podczas dnia pracy, jeśli $W < 1$ <b>Dopuszczane, jeśli:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>stosowane są standardowe środki ochronne, dostosowane do rozpoznanych Z-EM, wynikających z pośrednich skutków oddziaływania pola-EM</li> </ul>
	<b>PPSZ</b> - przestrzeń pola-EM strefy zagrożenia	$< IPNob$		$> IPNob$
	<b>PPSN</b> - przestrzeń pola-EM strefy niebezpiecznej	$W < 5$	$W > 5$ $> GPO$	Tymczasowość wymaga weryfikacji

Rys. Z1. Schemat wymagań dotyczących warunkowości przebywania w PPSO

W razie narażenia w PPSO:

- pracujących (tj. osób wykonujących pracę przy użytkowaniu źródła pola-EM, bez względu na formę zatrudnienia),
- osób potencjalnie narażonych (tj. wszystkich osób mających dostęp do miejsca narażenia, mimo że nie wykonują one prac przy użytkowaniu źródła pola-EM),

wymagane jest stosowanie **środków ochronnych** (tj. **środków ochrony zbiorowej i innych technicznych środków ochronnych**, stosowanych w celu ograniczenia poziomu emisji lub narażenia albo działań

---

----- ●●●● -----

techniczno-organizacyjnych podejmowanych w celu zapobiegania Z-EM, np. ograniczenia czasu narażenia podczas dnia pracy w PPSZ lub PPSN) dostosowanych do rozpoznanych zagrożeń elektromagnetycznych [t.j.: DzU 2018, poz. 331, par. 10].

**Indywidualna ocena zagrożeń elektromagnetycznych wymagana jest ze względu na bezpieczeństwo i higienę pracy osób szczególnie chronionych** (tj. osób, które mogą podlegać indywidualnym ograniczeniom dotyczącym przebywania w polu-EM stref ochronnych, takich jak: kobieta w ciąży, młodociany, użytkownik aktywnych lub pasywnych implantów medycznych, osoba, u której stwierdzono przeciwwskazania do wykonywania pracy w narażeniu na pole-EM). Warto także zwrócić uwagę na to, że wieloletnia praca w polu-EM może być związana również z zagrożeniami wynikającymi z nadmiernego narażenia wypadkowego (np. spowodowanego uszkodzeniem zabezpieczeń chroniących przed oddziaływaniem pola-EM powstającego podczas użytkowania urządzeń elektrycznych), narażenia skumulowanego lub narażenia podczas przejściowych problemów zdrowotnych (zmieniających wrażliwość na oddziaływanie pola-EM, np. podczas przyjmowania leków pogarszających funkcjonowanie mechanizmów termoregulacji w organizmie).

---

**Narażenie w PPSO dopuszcza się pod następującymi warunkami:**

- źródła pola-EM i poziom ekspozycji na pole-EM w przestrzeni pracy zostały rozpoznane, ocenione i oznakowane,
- wyznaczono i oznakowano zasięgi PPSO w otoczeniu jego źródeł,
- rozpoznano i oceniono Z-EM, a rozpoznane zagrożenia zostały wyeliminowane lub ograniczone przez stosowanie środków ochronnych,
- w przypadku stwierdzonego narażenia na pole-EM, opracowano i wprowadzano w życie Program Stosowania Środków Ochronnych (PSSO),
- pracownicy uczestniczyli w szkoleniu (powtarzonym okresowo) dotyczącym zasad bezpiecznego wykonywania pracy w polu-EM oraz zostali poinformowani o rozpoznanych Z-EM i zapoznani z zastosowanymi środkami ochronnymi,
- u pracowników w wyniku profilaktycznych badań lekarskich nie stwierdzono przeciwwskazań do narażenia na pole-EM,
- warunki narażenia pracowników podlegają okresowej ocenie.

[t.j.: DzU 2018, poz. 331, par. 5-10, 12-14, Załącznik 3., Część I]

---

W PPSO ocenia się również wskaźnik narażenia (W), który jest kryterium oceny tymczasowości narażenia na pole-EM podczas dnia pracy – podczas tymczasowego oddziaływania pola-EM strefy zagrożenia 1 lub pośredniej wskaźnik narażenia pracującego nie przekracza wartości równej jeden ( $W < 1$ ). W razie oddziaływania pola-EM strefy niebezpiecznej stosuje się szczególne wymagania ochronny i wyższy limit wskaźnika narażenia ( $W < 5$ ).



Oddziaływanie pola-EM strefy pośredniej nie wymaga weryfikacji czy  $W < 1$ . W razie oddziaływania pola-EM strefy zagrożenia wskaźnik narażenia ( $W$ ) szacowany jest w oparciu o poziom oddziaływania obu składowych pola-EM na pracującego:

$$W = T_g \left( \frac{E}{IPN_{ob-E}} \right)^2 + T_g \left( \frac{H}{IPN_{ob-H}} \right)^2$$

gdzie:

$T_g$  – bezwymiarowy współczynnik krotności czasu narażenia ogólnego w stosunku do 8 godzin,  
 $E$  i  $H$  – wartości natężenia pola-E i pola-M, maksymalne w punktach pomiarowych odpowiadających narażeniu głowy i tułowia podczas narażenia quasi-stacjonarnego,  
 $IPN_{ob-E}$  i  $IPN_{ob-H}$  – wartości odpowiednich bazowych limitów IPN.

Limity IPN stosowane do oceny pola-EM emitowanego przez urządzenia fizykoterapeutyczne zebrano w tabelach Z1 i Z2.

---

**Okoliczności, które mogą uzasadniać narażenie niebezpieczne oraz środki ochronne podejmowane w takim przypadku ze względu na Z-EM:**

- udokumentowano okoliczności przemawiające za koniecznością wykonania prac związanych z narażeniem na pole-EM strefy niebezpiecznej,
- skutki oddziaływania pola-EM w organizmie nie przekroczą górnego limitu bezpośredniego oddziaływania pola-EM (GPO),
- ocena poziomu narażenia na pole-EM i Z-EM przeprowadzona zgodnie z odpowiednimi wymaganiami prawa pracy [DzU 2018, poz. 331 (t.j.): § 6-8] wykazała, że zostały przekroczone górne limity IPN lub dolne limity GPO,
- zastosowano wszystkie techniczne i organizacyjne środki ochronne, z uwzględnieniem najnowszego stanu wiedzy, w szczególności dotyczące prac szczególnie niebezpiecznych i stwarzających możliwość wystąpienia szczególnego zagrożenia dla zdrowia lub życia ludzkiego (w rozumieniu § 225 i 237 Kodeksu pracy),
- uwzględniono charakterystykę miejsca pracy, sprzętu roboczego lub praktyk roboczych,
- użytkownik wykaże, że pracujący lub osoby potencjalnie narażone są w dalszym ciągu chronieni przed niekorzystnymi skutkami dla zdrowia i zagrożeniami bezpieczeństwa, a wskaźnik ich narażenia nie przekracza wartości 5 ( $W < 5$ ),
- w ramach profilaktycznej opieki medycznej lekarz medycyny pracy informowany jest o tym, że pracownika dotyczy narażenie w przestrzeni pola-EM strefy niebezpiecznej.

[t.j.: DzU 2018, poz. 331, Załącznik 3., Część I, pkt. 11]

**Tabela Z1. Limity Interwencyjnych Poziomów Narażenia (IPN) dotyczące pola-E o częstotliwościach typowych dla emisji urządzeń fizykoterapeutycznych [DzU 2018, poz. 1286 z późn. zm.]**

Zakres częstotliwości	Wartości natężenia pola rozgraniczające pole-E stref ochronnych, WRE, V/m <sup>(1)</sup>			
	PPSB i PPSP (IPN <sub>p-E</sub> )	PPSP i PPSZ (IPN <sub>od-E</sub> )	--- IPN <sub>ob-E</sub>	PPSZ i PPSN (IPN <sub>og-E</sub> )
5–25 Hz	1000	6600	20000	20000
25–100 Hz	1000	166000 / $f_{Hz}$	500000 / $f_{Hz}$	20000
100–2500 Hz	50000 / $f_{Hz}$	166000 / $f_{Hz}$	500000 / $f_{Hz}$	2000000 / $f_{Hz}$
0,5–3 MHz	20	66	200	800
13–2450 MHz	7	20	60	240

$f_{Hz}$  – częstotliwość wyrażona w Hz;  
 Wartości IPN dotyczą wartości równoważnej natężenia pola-E, obliczanej jako wartość międzyszczytowa podzielona przez 2,82 (w przypadku przebiegu sinusoidalnie zmiennego równa wartości skutecznej RMS).

**Tabela Z2. Limity Interwencyjnych Poziomów Narażenia (IPN) dotyczące pola-M o częstotliwościach typowych dla urządzeń fizykoterapeutycznych [DzU 2018, poz. 1286 z późn. zm.]**

Zakres częstotliwości	Wartości natężenia pola rozgraniczające pole-M stref ochronnych, WRE, A/m <sup>(1)</sup>			
	PPSB i PPSP (IPN <sub>p-H</sub> )	PPSP i PPSZ (IPN <sub>od-H</sub> )	--- IPN <sub>ob-H</sub>	PPSZ i PPSN (IPN <sub>og-H</sub> )
$f < 5$ Hz (w tym pole magnetostaticzne)	400	2400	160000	320000
5–50 Hz	60	530	16000	32000
50–1000 Hz	3000 / $f_{Hz}$	26000 / $f_{Hz}$	80000 / $f_{Hz}$	160000 / $f_{Hz}$
1000–2500 Hz	3	26	80	160
0,5–3 MHz	0,06 / $f_{MHz}$	0,53 / $f_{MHz}$	1,6 / $f_{MHz}$	3,2 / $f_{MHz}$
13–2450 MHz	0,02	0,053	0,16	0,32

$f_{Hz}$  – częstotliwość wyrażona w Hz;  $f_{MHz}$  – częstotliwość wyrażona w MHz;  
 Wartości IPN dotyczą wartości równoważnej natężenia pola-M, obliczanej jako wartość międzyszczytowa podzielona przez 2,82 (w przypadku przebiegu sinusoidalnie zmiennego równa wartości skutecznej RMS).



## Z.2. Miary skutków oddziaływania bezpośredniego pola-EM na ludzi

Jeżeli w przestrzeni pracy, przy obsługiwanym ręcznie lub znajdującym się w pobliżu źródle pola-EM występuje pole-EM strefy niebezpiecznej (PPSN) lub strefy zagrożenia (PPSZ) – jak w przypadku aplikatora urządzenia do magnetoterapii lub aplikatora diatermii fizykoterapeutycznej i kabli łączących je z jej generatorem – konieczna jest **szczegółowa ocena Z-EM odnosząca się do bezpośrednich skutków oddziaływania pola-EM** na pracujących (tj. ocena odnosząca się do **dotrzymania wymagań określających limity GPO** – dotyczące współczynnika SAR i natężenia pola elektrycznego indukowanego w organizmie pracującego).

Do oceny bezpośrednich skutków oddziaływania pola-EM o częstotliwości z zakresu od 100 kHz do 10 GHz, do którego zaliczają się pola-EM emitowane przez omawiane diatermie fizykoterapeutyczne (27–2450 MHz), stosowany jest **współczynnik szybkości pochłaniania właściwego energii (SAR)**, służący do oceny zagrożeń wynikających ze skutków termicznego oddziaływania pola-EM (pochłoniętego w organizmie), wyrażany w watach na kilogram (W/kg) i uśredniony w okresie dowolnych 6 minut ekspozycji.

Wartości SAR określane są najczęściej poprzez symulacje numeryczne wykorzystujące modele źródła pola-EM oraz anatomiczne i wysokorozdzielcze modele człowieka, odzwierciedlające jego budowę anatomiczną oraz parametry dielektryczne.

**W prawie pracy (w odniesieniu do ochrony pracowników przed Z-EM) określono limity GPO-SAR:**

- SAR<sub>cc</sub> (wartość SAR uśredniana względem całego ciała) – 0,4 W/kg,
- SAR<sub>gt</sub> (miejscowa wartość SAR w głowie i tułowiu, uśredniona w 10 g tkanki) – 10 W/kg,
- SAR<sub>k</sub> (miejscowa wartość SAR w kończynach, uśredniona w 10 g tkanki) – 20 W/kg.

Do oceny bezpośrednich skutków oddziaływania pola-EM o częstotliwości poniżej 10 MHz, do którego również zalicza się pola-EM emitowane przez urządzenia magnetoterapeutyczne, zastosowanie ma również ocena dotycząca zagrożeń wynikających ze skutków pozatermicznych oddziaływania pola-EM (oddziaływania na obwodowy i ośrodkowy układ nerwowy oraz narządy zmysłów wskutek indukowania w organizmie potencjałów elektrycznych), poprzez ocenę **natężenia pola elektrycznego indukowanego w organizmie (E<sub>w</sub>)**, wyrażanego w woltach na metr (V/m) [uwaga: nie mylić z natężeniem pola-E oddziałującego na organizm (E)].

Podobnie jak SAR, wartości E<sub>w</sub> określane są przez symulacje numeryczne z zastosowaniem odpowiednich modeli człowieka i źródła pola-EM.

**W prawie pracy określono limity GPO-E<sub>w</sub> dotyczące ochrony pracowników następująco:**

- E<sub>w</sub> = 1,1 V/m, w paśmie częstotliwości 0,001–3 kHz lub
- E<sub>w</sub> = 380 × f<sub>MHz</sub> V/m, w paśmie częstotliwości 0,003–10 MHz, gdzie: f<sub>MHz</sub> – częstotliwość wyrażona w MHz.

---

----- ●●●● -----

---

### Ocena zgodności poziomu bezpośredniego oddziaływania pola-EM z limitami GPO

Jeżeli prace przy źródle pola-EM wymagają dotykania obiektów, które są pierwotnym albo wtórnym źródłem pola-EM strefy zagrożenia lub niebezpiecznej, to pomiary natężeń pola-E i pola-M nie mogą być jedynym kryterium oceny bezpośrednich skutków oddziaływania pola-EM. Wymagana jest dodatkowa ocena **na podstawie udokumentowanych wyników badań, obliczeń lub ekspertyz, uwzględniających warunki ekspozycji i zasady oceny dotrzymania limitów GPO.**

[t.j.: DzU 2018, poz. 331, Załącznik 3., cz. 2, pkt 4]

---

Zgodnie z wymaganiami prawa pracy [DzU 2018/331 (t.j.)], w badaniach dotyczących miar bezpośredniego oddziaływania pola-EM na człowieka, powiązanych z odpowiednimi dla charakterystyki narażenia na pole-EM limitami GPO, stosuje się metody symulacji komputerowych:

1. algorytmy i metody numeryczne symulacji komputerowych odpowiednie do oceny miar ustalonych dla GPO, uznane przez kompetentne gremia międzynarodowe, w szczególności zalecane przez normy europejskie lub międzynarodowe;
2. realistyczne modele rozpoznanych źródeł pola-EM i przestrzeni pracy, reprezentatywne dla sposobu użytkowania źródła i zwalidowane doświadczalnie;
3. odpowiednie dla ocenianych limitów GPO fantomy ciała człowieka, reprezentatywne dla populacji polskich pracowników.

Wyniki oceny zgodności poziomu oddziaływania pola-EM na narażone osoby z limitami GPO wymagają zwalidowania doświadczalnego oraz interpretacji wyników uwzględniającej niepewność i reprezentatywność zastosowanej procedury oceny, uwzględniającej wpływ czynników, takich jak: błędy metod numerycznych, modelowania źródeł, geometrii fantomów oraz właściwości elektrycznych tkanek i materiałów – określone zgodnie z odpowiednią dobrą praktyką w tej dziedzinie.

Badania dotyczące limitów GPO prowadzą kompetentne laboratoria instytutów naukowo-badawczych lub uniwersytetów technicznych, o udokumentowanej umiejętności wykonania oceny bezpośredniego oddziaływania pola-EM w środowisku pracy i związanych z nim Z-EM.

### Z.3. Ochrona kobiet w ciąży i pracowników młodocianych

**Kobiety w ciąży i pracownicy młodociani zaliczani są do osób szczególnie chronionych przed Z-EM** [t.j.: DzU 2018, poz. 331, par. 3]. Prace w zasięgu PPSO zostały zakwalifikowane do prac uciążliwych, niebezpiecznych lub szkodliwych dla zdrowia kobiet w ciąży [DzU 2017, poz. 796]. Pracownicy młodociani podczas pracy powinni przebywać poza przestrzenią pola-EM stref ochronnych [DzU 2023, poz. 1240].

## Z.4. Program Stosowania Środków Ochronnych (PSSO)

**Program Stosowania Środków Ochronnych (PSSO)** powinien uwzględniać działania dostosowane do rozpoznanych zagrożeń elektromagnetycznych w przestrzeni pracy i ich poziomie, w celu zapobiegania możliwości przekroczenia limitów GPO oraz wystąpienia bezpośrednich i pośrednich zagrożeń elektromagnetycznych związanych z [t.j.: DzU 2018, poz. 331, par. 10]:

- bezpośrednimi skutkami oddziaływania pola-EM na organizm człowieka,
- pośrednimi skutkami oddziaływania pola-EM na inne obiekty (takimi jak: zakłócenie działania urządzeń elektrycznych i elektronicznych, w szczególności aktywnych implantów medycznych, spowodowane wrażliwością urządzeń na oddziaływanie pola-EM; zapłon materiałów łatwopalnych lub atmosfer wybuchowych, którego źródło mogą stanowić zmienne w czasie prądy indukowane).

PSSO powinien dotyczyć zarówno narażenia na pole-EM podczas użytkowania urządzeń fizykoterapeutycznych w zabiegach medycznych, jak i podczas innych prac, np. serwisowych lub pomiarów pola-EM w środowisku pracy.

Na podstawie charakterystyki Z-EM związanych z użytkowaniem urządzeń fizykoterapeutycznych, omówionych w niniejszym Poradniku, można prognozować, że bardzo efektywną ochronę pracujących przed oddziaływaniem pola-EM – które nie jest konieczne do wykonania zamierzonych zadań w środowisku pracy – można osiągnąć w ramach realizacji Programów SSO, konsekwentnie stosując kluczowe zalecenia dotyczące:

- doboru urządzeń o możliwie najniższej emisji pola-EM, zapewniających osiągnięcie zamierzonych wyników ich użytkowania,
- projektowania miejsc pracy i rozmieszczania stanowisk pracy w sposób umożliwiający izolowanie ich od źródeł pola-EM oraz ograniczający jednoczesne narażenie na pola-EM emitowane przez różne źródła,
- przestrzegania instrukcji producentów sprzętu, w szczególności w zakresie bezpiecznego użytkowania, zapobiegającego powstawaniu szkodliwych emisji pola-EM lub nadmiernych poziomów narażenia.

Jednakże na specjalną uwagę zasługuje fakt, że dane odnoszące się do zagrożeń elektromagnetycznych – jakie są udostępniane przez producentów w związku z wymaganiami dotyczącymi kompatybilności elektromagnetycznej – mogą nie obejmować pełnego zróżnicowania okoliczności, w jakich zachodzi narażenie pracowników (np. podczas prac serwisowych).

Ponadto deklarowane przez producentów charakterystyki zagrożeń dotyczą urządzeń nowych – wskutek długotrwałej eksploatacji możliwe jest znaczne zwiększenie poziomu pola-EM oddziałującego na pracownika (np. wskutek degradacji technicznej ekranów elektromagnetycznych). W związku z tym obowiązkowe jest okresowe powtarzanie rozpoznania, oceny i ograniczania zagrożeń elektromagnetycznych – nawet jeśli inne okoliczności wykonywania pracy nie uległy zmianie.

---

----- ●●●● -----

---

**PSSO powinien uwzględnić działania polegające m.in. na:**

- wprowadzaniu metod pracy ograniczających poziom narażenia na pole-EM;
- doborze urządzeń o możliwie najniższej emisji pola-EM, zapewniających osiągnięcie zamierzonych wyników ich użytkowania;
- ograniczaniu emisji pola-EM środkami technicznymi, w przypadkach koniecznych przez stosowanie urządzeń ochronnych, w szczególności: blokad, obudów, osłon, ekranów i innych środków ochrony zbiorowej;
- wyznaczaniu zasięgów pola-EM stref ochronnych oraz ograniczeniu do nich dostępu i odpowiedniemu oznakowaniu źródeł pola-EM, miejsc narażenia i rozpoznanych rodzajów zagrożeń; **jeżeli dostęp do tych źródeł lub miejsc narażenia jest**, z powodu innych zagrożeń, odpowiednio **ograniczony za pomocą środków technicznych**, a pracujący lub osoby potencjalnie narażone **zostali poinformowani o Z-EM**, nie są wymagane znaki i ograniczenie dostępu specyficzne dla pola-EM;
- stosowaniu środków technicznych ograniczających wyładowania iskrowe i prądy kończynowe oraz zapoznaniu pracujących ze środkami ochronnymi stosowanymi w zakresie tych zagrożeń;
- właściwej konserwacji źródeł pola-EM i ich wyposażenia, stosowanych urządzeń ochronnych i środków ochrony zbiorowej oraz wyposażenia miejsc i stanowisk pracy;
- projektowaniu miejsc pracy i rozmieszczaniu stanowisk pracy w sposób umożliwiający izolowanie ich od źródeł pola-EM oraz ograniczający jednocześnie narażenie na pola-EM emitowane przez różne źródła;
- ograniczaniu czasu trwania i poziomu narażenia;
- zapewnieniu prawidłowo dobranych środków ochrony indywidualnej;
- przestrzeganiu instrukcji producentów sprzętu, w szczególności w zakresie bezpiecznego użytkowania, zapobiegającego powstawaniu szkodliwych emisji pola-EM lub nadmiernych poziomów narażenia.

[t.j.: DzU 2018, poz. 331, par. 10]

---

## Z.5. Wyznaczenie i oznakowanie zasięgów PPSO oraz rodzajów Z-EM

Jeżeli rozpoznanie występujących w środowisku pracy zagrożeń wskazuje, że dane urządzenie/installacja może być źródłem pola-EM stref ochronnych, **to zasięg przestrzeni pola-EM tych stref powinien zostać wyznaczony na podstawie posiadanych przez użytkownika i odpowiednio udokumentowanych informacji** (np. zawartych w dokumentacji urządzenia czy w recenzowanych publikacjach opracowanych przez kompetentne laboratoria instytutów naukowo-badawczych lub uniwersytetów technicznych, o udokumentowanej umiejętności wykonania oceny oddziaływania pola-EM w środowisku pracy i związanych z nim zagrożeń elektromagnetycznych), **a w przypadku braku albo niedostatecznego zakresu informacji – na podstawie pomiarów wykonywanych w trybie określonym w rozporządzeniu ministra zdrowia** [t.j.: DzU 2018, poz. 331, par. 5-8].

Zasięg PPSO w przestrzeni pracy oraz rodzaje występujących tam Z-EM powinny zostać oznakowane, aby uświadomić pracownikom rodzaje i lokalizację zagrożeń oraz ułatwić im skuteczne ich unikanie.

W instrukcji obsługi i w tzw. Deklaracji Zgodności z wymaganiami UE (powiązanej z oznakowaniem urządzeń znakiem CE – deklarującym, że urządzenie spełnia wymagania odpowiednich przepisów europejskich), często zawarte są informacje dotyczące tzw. kompatybilności elektromagnetycznej (EMC) urządzeń elektronicznych (m.in. poziomu testowego pola-EM, przy którym zbadano ich wrażliwość na zakłócenia elektromagnetyczne) wraz z ostrzeżeniami o Z-EM (np. o możliwym zakłócaniu implantów medycznych) oraz zaleceniami bezpieczeństwa dotyczącymi ograniczania wspomnianych zagrożeń (np. przez zachowanie dla bezpieczeństwa minimalnej odległości między pracującym urządzeniem fizykoterapeutycznym a implantem).

Do oznakowania zasięgów PPSO i rodzajów Z-EM można stosować symbole określone w normach PN-T-06260:1974 oraz PN-EN ISO 7010:2012 [t.j.: DzU 2018, poz. 331, Załącznik 3., Część I] – rys. Z2 i Z3.

**Informacje o zasięgach PPSO oraz rozpoznanych Z-EM** podaje się przy źródłach pola-EM **w formie słowno-graficznej lub w komunikatach tekstowych** umieszczonych w widocznym miejscu przy źródłach pola-EM.

W przypadku urządzeń fizykoterapeutycznych, informacje dotyczące Z-EM zawarte w ich dokumentacji technicznej często są nieprecyzyjne lub niepełne.



**Rys. Z2.** Oznakowanie Z-EM: ostrzeżenie dotyczące użytkowników aktywnych (a) i pasywnych (b) implantów medycznych; zakazu wnoszenia przedmiotów metalowych i zegarków (c) (wg PN-EN ISO 7010:2012); informacje o polu-EM strefy niebezpiecznej i zagrożenia (d), (wg PN-T-06260:1974)

---

---

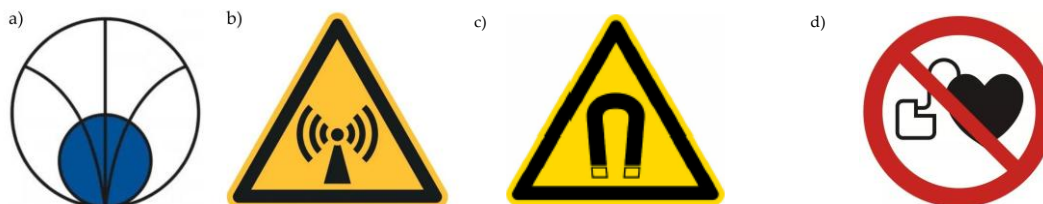
----- ●●●● -----

## Z.6. Oznakowanie źródeł pola-EM

Rozpoznane źródła pola-EM stref ochronnych (pierwotne i wtórne) oraz występujące w ich otoczeniu Z-EM powinny zostać oznakowane, aby uświadomić pracownikom rodzaje i lokalizację zagrożeń oraz ułatwić im skuteczne ich unikanie (rys. Z3).

**Informacje o Z-EM podaje się w widocznym miejscu w otoczeniu powodujących je źródeł pola-EM.**

W tym celu można stosować symbole określone w normach PN-EN ISO 7010:2012 lub PN-T-06260:1974 [t.j.: DzU 2018, poz. 331, par. 10, ust. 3 oraz załącznik 3, cz. I] lub inne, jednoznaczne oznakowanie słowno-graficzne (np. określone w innych normach lub zaleceniach).



**Rys. Z3.** Przykładowe oznakowanie źródeł pola-EM i Z-EM: a) źródło pola-EM (wg PN-T-06260:1974), b) promieniowanie niejonizujące, c) silne pole magnetyczne, d) ostrzeżenie dotyczące użytkowników aktywnych implantów medycznych (wg PN-EN ISO 7010:2012)

## Z.7. Okresowa kontrola warunków narażenia na pole-EM

**W razie braku możliwości zlikwidowania metodami technicznymi lub organizacyjnymi występowania w miejscach wykonywania pracy pola-EM stref ochronnych,** badania i pomiary pola-EM wykonuje się okresowo zgodnie z wymaganiami ministra zdrowia [aktualne wymagania: t.j. DzU 2023, poz. 419]:

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

---

### Miejsce wykonywania pracy w polu-EM

Do określenia w przestrzeni jakiej strefy pola-EM jest zlokalizowane miejsce wykonywania pracy, przyjmuje się maksymalne miejscowe wartości natężenia pola-E i natężenia pola-M w pionie pomiarowym odpowiadającym położeniu osi głównej ciała.

[t.j.: DzU 2018, poz. 331, Załącznik 3. Część I]

---



Badania i pomiary pola-EM powinny być wykonywane również **każdorazowo, jeżeli nastąpiły zmiany w wyposażeniu technicznym, procesie technologicznym lub warunkach wykonywania pracy**, które mogły mieć wpływ na zmianę poziomu emisji, poziomu narażenia albo wystąpiły niepożądane skutki dla zdrowia u pracowników wskutek narażenia na pole-EM.

**Ocena Z-EM jest przeprowadzana w regularnych odstępach czasu**, uzależnionych od rodzaju i poziomu zagrożeń, **nie rzadziej niż co 4 lata** [t.j.: DzU 2018, poz. 331, par. 8, ust. 3].

Rozpoznanie źródeł pola-EM, poziomu ekspozycji i narażenia na pole-EM, wyznaczenie zasięgu PPSO, rozpoznanie i ocena Z-EM w miejscach narażenia są **wykonywane każdorazowo, jeżeli wystąpiły okoliczności, które mogły spowodować nieaktualność danych dotyczących ww. działań, np. spowodowane procesami zużycia technicznego źródeł pola-EM i ich wyposażenia** (blokad, obudów, osłon lub ekranów) [t.j.: DzU 2018, poz. 331, par. 5-9].

---

#### **Rozpoznanie źródeł pola-EM i warunków wykonywania pracy**

Pracodawca wskazuje czynniki szkodliwe dla zdrowia w środowisku pracy, dla których wykonuje się badania i pomiary, po przeprowadzeniu rozpoznania źródeł ich emisji oraz warunków wykonywania pracy, które mają wpływ na poziom stężeń i natężeń tych czynników lub na poziom narażenia na oddziaływanie tych czynników, ze szczególnym uwzględnieniem:

- rodzaju tych czynników oraz ich właściwości,
- procesów technologicznych i ich parametrów,
- wyposażenia technicznego, w tym maszyn, urządzeń, instalacji i narzędzi, które mogą być źródłem emisji czynników szkodliwych dla zdrowia, z **uwzględnieniem wyników pomiarów tej emisji dostarczanych przez producentów**,
- środków ochrony zbiorowej i danych dotyczących ich użytkowania,
- organizacji pracy i sposobu wykonywania pracy,
- rzeczywistego czasu narażenia na oddziaływanie czynników szkodliwych dla zdrowia, z uwzględnieniem obowiązującego u pracodawcy systemu i rozkładu czasu pracy.

[t.j. DzU 2023, poz. 419, Załącznik, par. 2, ust.1]

---

**Badania i pomiary pola-EM stanowią jedynie jeden z elementów PPSO, który opracowuje się i wprowadza w życie w środowisku pracy** [t.j.: DzU 2018, poz.331, par. 10, ust.1-3].

Przeprowadzenie badań i pomiarów pola-EM nie przyczynia się do ochrony pracujących przed Z-EM, jeśli wyniki takich badań i pomiarów nie zostaną wykorzystane w planowaniu i wprowadzaniu w życie odpowiedniego PPSO.

---

Najbardziej pożądane ze względu na ochronę bezpieczeństwa i zdrowia pracujących, a także racjonalizację zakresu działań związanych ze spełnieniem wymagań prawa pracy jest **opracowanie i wprowadzenie w życie takiego PSSO, który pozwoli całkowicie wyeliminować występowanie pola-EM stref ochronnych w miejscach wykonywania pracy** – nawet jeśli w środowisku pracy pozostają zabezpieczone źródła pola-EM. Wymagania prawa pracy wskazują jednoznacznie, że  **pomiary pola-EM wykonywane ze względu na realizację obowiązku okresowej oceny Z-EM w środowisku pracy powinny być zorganizowane w taki sposób, aby umożliwić miarodajną ocenę parametrów narażenia pracujących na pole-EM stref ochronnych i oszacowanie jego tymczasowość oraz opracowanie PSSO.**

Wymagana przez prawo pracy ocena warunków narażenia użytkowników urządzeń fizykoterapeutycznych obejmuje analizę wyników pomiarów niezaburzonego pola-EM. **Ocena narażenia pracujących podczas użytkowania urządzeń do magnetoterapii** powinna być dokonywana przy zastosowaniu rekomendowanej metody [Karpowicz i wsp., 2016]. Rekomendowana metoda uproszczona dopuszcza pomiar wartości skutecznej natężenia pola-M przy przebiegu sinusoidalnym i częstotliwości 50 Hz (PQS), lub mniejszej (jeśli przy częstotliwości mniejszej urządzenie emituje przy maksymalnych nastawach mocy wyjściowej silniejsze pole-EM niż przy częstotliwości 50 Hz), a do oceny wyników pomiarów zastosowanie kryteriów dotyczących pola-M o częstotliwości 100 Hz (ze względu na zróżnicowanie kształtu przebiegów PQS stosowanych w zabiegach).

W przypadku wymaganej oceny parametrów narażenia pracujących podczas użytkowania diatermii fizykoterapeutycznych konieczna jest weryfikacja doświadczalna (pomiarowa) charakterystyki amplitudowo-częstotliwościowej i modulacji w czasie pola-EM emitowanego przez urządzenie.

**Wymagania ogólne dotyczące reprezentatywnej, pomiarowej oceny Z-EM dotyczących pracowników podczas użytkowania diatermii fizykoterapeutycznych** – pomiary pola-EM powinny dotyczyć:

- narażenia w przestrzeni pracy przy diatermii fizykoterapeutycznej przy nastawach mocy wyjściowej sięgających co najmniej 70% wartości maksymalnych; w przypadku pomiarów przy mocach niższych niezbędne jest doświadczalne określenie zależności natężenia pola-E i pola-M w przestrzeni pracy od nastaw mocy diatermii fizykoterapeutycznej (od minimalnej do maksymalnej);
- wartości równoważnej natężenia pola (**WR**) niezaburzonego pola-EM, aby ocenić czy narażenie spełnia warunek:  $WR < IPN_n$ , w odniesieniu do poszczególnych limitów  $IPN_n$  rozgraniczających zakres stosowania poszczególnych wymagań prawa pracy;
- zależnie od wyposażenia technicznego wykonawcy pomiarów:
  - a) jeśli dostępna jest aparatura umożliwiająca miarodajny pomiar WR – pole-EM mierzy się podczas emisji zmodulowanego przebiegu;
  - b) jeśli nie jest dostępna aparatura do miarodajnego pomiaru WR – wartości WR wyznacza się na podstawie oceny wartości skutecznej natężenia pola-E lub pola-M (RMS) przy przebiegu ciągłym lub na podstawie szacunkowej oceny wartości skutecznej natężenia pola (RMS) zmierzonej – ale z zastosowaniem współczynnika korekcyjnego do odpowiedniego zwiększenia wyników pomiarów RMS, wynikającego z parametrów mierzonego pola-EM i właściwości metrologicznych użytego przyrządu pomiarowego.



## Z.8. Rozpoznanie źródeł pola-EM i Z-EM występujących w przestrzeni pracy

**Pracodawca powinien rozpoznać znajdujące się w przestrzeni pracy lub poza nią źródła pola-EM** (pierwotne i wtórne), a także poziom ekspozycji, a w przypadku wykazania możliwości wystąpienia narażenia pracujących (tj. przestrzeni pola-EM stref ochronnych w miejscach, gdzie przebywają pracujący) **opracować i wdrożyć PSSO** [t.j.: DzU 2018, poz. 331, par. 5-10, 12-14]. Takie rozpoznanie powinno dotyczyć m.in. źródeł pola-EM i wspomnianego wyznaczenia zasięgów przestrzeni pola-EM stref ochronnych w ich otoczeniu.

**Każde urządzenie elektryczne jest źródłem pola-EM** – strefy bezpiecznej lub stref ochronnych.

Przy rozpoznawaniu **urządzeń fizykoterapeutycznych** jako źródeł pola-EM i występujących podczas ich użytkowania zagrożeń elektromagnetycznych można wykorzystać dane z rozporządzenia ministra rodziny, pracy i polityki społecznej [t.j.: DzU 2018, poz. 331, Załącznik 1.], prezentujące przykładowe charakterystyki ekspozycji lub narażenia na pole-EM przy wybranych źródłach (tabela Z2). Dane te nie uwzględniają prac przy zwiększonym poziomie emisji ze źródeł pola-EM, w szczególności podczas napraw przy zdjętych zabezpieczeniach lub obudowach urządzeń, w przypadku których warunki narażenia należy oceniać zgodnie z wymaganiami określonymi w par. 5-9 rozporządzenia.

W procesie rozpoznania źródeł pola-EM stref ochronnych można wykorzystać **ustalenia dotyczące warunków użytkowania urządzeń** oraz dostępne informacje zawarte np. w:

- rozporządzeniu ministra ds. pracy,
- **dokumentacji technicznej urządzeń,**
- **recenzowanych publikacjach opracowanych przez kompetentne laboratoria instytutów naukowo-badawczych** lub uniwersytetów technicznych, o udokumentowanej umiejętności wykonania oceny oddziaływania pola-EM w środowisku pracy i związanych z nim zagrożeń elektromagnetycznych.



Tabela Z2. Charakterystyka elektromagnetyczna wybranego typu źródeł pola-EM w środowisku pracy								
Lp.	Źródło pola-EM	Charakterystyka emitowanego pola-EM					Charakterystyka oddziaływania na pracujących	
		PES	PMS	PQS	PWCZ	PMF	SEN*)	SN
9.	Diatermie fizykoterapeutyczne	-	-	-	T	T	MT	T
10.	Urządzenia do magnetoterapii	-	MT	T	-	-	T	MT

Uwagi [wg wymagań DzU 2018, poz. 331 (t.j.), Załącznik 1.]:

- PES, PMS, PQS, PWCZ, PMF – rodzaj pola-EM, odpowiednio: elektrostatyczne, magnetostatyczne, quasi-statyczne, wielkiej częstotliwości, promieniowanie mikrofalowe;
- SEN – 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 (to znaczy zgodnie z zaleceniami podanymi w dokumentacji urządzenia);**
- SN – silne narażenie; **konieczne są: szczegółowa ocena poziomu narażenia i zagrożeń elektromagnetycznych oraz zastosowanie odpowiednich środków ochronnych;**
- T – typowe częstotliwości emitowanego pola-EM; najbardziej typowe/prawdopodobne warunki ekspozycji/narażenia na pole-EM przy źródle;
- MT – inne (lub alternatywne) częstotliwości emitowanego pola-EM; mniej typowe warunki ekspozycji/narażenia na pole-EM przy źródle.

\*) Środki ochronne stosuje się co najmniej w zakresie wskazanym w zaleceniach producentów urządzeń.

### Rozpoznanie poziomu ekspozycji na pole-EM

Zgodnie z wymaganiami prawa pracy:

ust. 1.: Użytkownik rozpoznaje źródła pola-EM znajdujące się w przestrzeni pracy lub poza nią oraz poziom ekspozycji w przestrzeni pracy, wykorzystując w tym celu dane dotyczące:

- 1) **parametrów technicznych źródła pola-EM** określonych przez producenta w **instrukcji eksploatacji lub innej dokumentacji technicznej;**  
(...)
- 5) zakresu użytkowania źródła pola-EM oraz wpływu wykonywanych prac na poziom emisji lub poziom ekspozycji.  
(...)

[t.j.: DzU 2018, poz. 331, par. 5, ust. 1 i 2]



## Z.9. Statystyka publiczna dotycząca warunków pracy

Narażenie na pole-EM stref ochronnych jest objęte badaniami statystycznymi GUS, dotyczącymi zagrożenia czynnikami szkodliwymi i niebezpiecznymi dla zdrowia na stanowiskach pracy (wg formularza Z-10) [DzU 2020 poz. 443]. W formularzu podaje się liczbę pracowników podlegających narażeniu na pole-EM stref ochronnych, ze szczególnym wyróżnieniem pracowników, których dotyczy narażenie niebezpieczne.

## Z.10. Okresowe badania lekarskie pracowników

Zakres wstępnych i okresowych profilaktycznych badań lekarskich, które dotyczą pracowników wykonujących pracę w PPSO, tzn. pracowników podlegających narażeniu kontrolowanemu lub niebezpiecznemu, powinien uwzględniać oddziaływanie tego czynnika w środowisku pracy i być uzależniony od wykonywanych czynności zawodowych i stanu zdrowia pracowników oraz charakterystyki ich narażenia.

W skierowaniu na profilaktyczne badania lekarskie **pracodawca przekazuje m.in. odpowiednie informacje dotyczące charakterystyki pola-EM i poziomu narażenia w przestrzeni pracy dostępnej dla pracownika** [t.j.: DzU 2018, poz. 331, par. 13, ust. 1].

**W przypadku pracowników przebywających w pobliżu pacjenta** podczas użytkowania urządzeń fizykoterapeutycznych w czasie emisji pola-EM najbardziej typowa charakterystyka, o której mowa, jest następująca:

pole-EM w przestrzeni pracy dostępnej dla pracownika:	pole-EM quasi-statyczne (PQS) lub pole-EM wielkiej częstotliwości (PWCZ)
źródło pola-EM:	- urządzenie magnetoterapeutyczne (aplikatory zabiegowe) - diatermia fizykoterapeutyczna (aplikatory zabiegowe i kable łączące aplikatory z generatorem)
poziom narażenia:	narażenie kontrolowane/niebezpieczne (zależnie od rodzaju prowadzonych zabiegów i roli pełnionej przy nich przez pracownika)

Uwaga:

Podczas typowych zabiegów nie jest wymagane przebywanie pracownika bezpośrednio przy aplikatorach i pacjencie. Wykonanie przy aplikatorach podczas zabiegu czynności, takich jak skorygowanie ułożenia ciała pacjenta, nie powinno odbywać się przy aktywnych urządzeniach (tzn. podczas emisji pola-EM).

---

----- ●●●● -----

O zakresie badań poszczególnych pracowników decyduje lekarz medycyny pracy, który na ich podstawie orzeka o zdolności do wykonywania pracy w polu-EM stref ochronnych. Badania powinny być wykonywane okresowo [t.j.: DzU 2023, poz. 607].

Użytkownik zapewnia przeprowadzenie badań lekarskich poza terminami wynikającymi z częstotliwości wykonywania badań okresowych:

- 1) pracownikowi – w przypadku zgłoszenia niepożądanych skutków dla zdrowia,
- 2) pracującemu – w przypadku podejrzenia, że skutkiem narażenia mogło być przekroczenie górnych limitów GPO [t.j.: DzU 2018, poz. 331, par. 13, ust. 2].

**Ze względu na wymagania dotyczące bezpieczeństwa osób szczególnie chronionych** wzmożonej uwagi wymagają również Z-EM **dotyczące użytkowników implantów medycznych** i możliwe przeciwskazania do ich przebywania w polu-EM stref ochronnych. Ze względu na istotne zróżnicowanie wrażliwości implantów na oddziaływanie pola-EM konieczne mogą być uzupełniające konsultacje specjalistyczne. Aby można było je przeprowadzić, konieczne są szczegółowe informacje o rodzaju, typie i producencie implantu oraz jego trybie pracy (informacje takie powinny być dostępne w dokumentacji medycznej posiadanej przez pracownika i lekarza, pod którego opieką jest ze względu na przyczyny użytkowania implantu).

**Prawo pracy nie ogranicza przebywania w PPSO pracowników użytkujących implanty medyczne, jeśli z oddziaływania na nich pola-EM nie wynikają zagrożenia bezpieczeństwa i zdrowia tych pracowników lub innych osób.** Jednak możliwość podjęcia (lub kontynuowania) pracy w narażeniu na pole-EM powinna zostać rozpatrzona, oceniona i udokumentowana w ramach profilaktycznej opieki zdrowotnej nad pracownikami (ze względu na poufność danych medycznych, jakie w takim przypadku należy przeanalizować – w razie konieczności w porozumieniu z lekarzem specjalistą, pod którego opieką przebywa pracownik ze względu na korzystanie z implantu, a nawet w kontakcie z producentem tego implantu, który może dysponować bardziej dokładnymi informacjami na temat poziomu jego kompatybilności elektromagnetycznej niż informacje zawarte w dokumentacji technicznej i instrukcji obsługi tego urządzenia lub wyrobu medycznego).

---

#### **Zalecany zakres profilaktycznych badań lekarskich pracowników narażonych na pole-EM**

- badanie lekarskie, morfologia krwi, EKG, (co 4 lata do 45. roku życia, a co 2 lata powyżej 45. roku życia),
- na podstawie decyzji lekarza przeprowadzającego badania profilaktyczne mogą one zostać poszerzone o dodatkowe specjalistyczne badania konsultacyjne oraz badania dodatkowe, jeśli jest to niezbędne w celu przeprowadzenia prawidłowej oceny stanu zdrowia osoby przyjmowanej do pracy lub pracownika (w szczególności: otolaryngologiczne, neurologiczne, okulistyczne, dermatologiczne, alergologiczne lub psychologiczne).

[t.j.: DzU 2023, poz. 607]



## Z.11. Okresowe szkolenia na temat pracy w polu-EM i informowanie o rozpoznanych Z-EM

Obligatoryjne szkolenia wstępne i okresowe pracowników dotyczące zasad BHP zapewnia pracodawca. Tryb ich przeprowadzania określono w rozporządzeniu ministra gospodarki i pracy w sprawie szkolenia w dziedzinie BHP [DzU 2004, poz. 1860].

W odniesieniu do pracowników, którzy **przebywają w polu-EM stref ochronnych (niezależnie od tego, czy obsługują źródła pola-EM, czy znajdują się tam z innego powodu)**, w ramach szkoleń w dziedzinie BHP użytkownik źródła pola-EM zapewnia wszelkie niezbędne informacje dotyczące wyników oceny zagrożeń elektromagnetycznych [t.j.: DzU 2018, poz. 331, par. 12]. Powinni oni zostać także poinformowani przez pracodawcę o aktualnych wynikach przeprowadzonych badań i pomiarów pola-EM. Wyniki te powinny być im udostępnione wraz z objaśnieniem ich znaczenia [t.j.: DzU 2023, poz. 419, Załącznik, par. 17, ust. 2].

Ważnym elementem tych szkoleń jest instruktaż stanowiskowy, który powinien umożliwić pracownikom zapoznanie się z właściwościami pola-EM oraz zagrożeniami bezpieczeństwa i zdrowia, jakie może ono spowodować (w tym z ryzykiem zawodowym związanym z wykonywaną pracą), a także ze sposobami ochrony przed zagrożeniami specyficznymi na danym stanowisku pracy oraz metodami bezpiecznego wykonywania pracy na tym stanowisku. Użytkownik jest obowiązany **dostarczyć analogiczne informacje** dotyczące zagrożeń elektromagnetycznych **również innym osobom mającym dostęp do PPSO**: pracownikom zatrudnianym przez różnych (innych) pracodawców, osobom fizycznym wykonującym prace na innej podstawie niż stosunek pracy lub osobom prowadzącym na własny rachunek działalność gospodarczą [t.j.: DzU 2018, poz. 331, par. 12 ust. 3].

### Szkolenia BHP pracowników narażonych na pole-EM obejmują m.in. następującą tematykę:

- środki ochronne oraz zasady ograniczania poziomu narażenia lub ograniczania zagrożeń, które należy stosować na podstawie rozporządzenia z uwagi na rozpoznane Z-EM,
- limity IPN i limity GPO oraz możliwe bezpośrednie skutki oddziaływania pola-EM na organizm człowieka, w tym objawy przejściowe,
- możliwe skutki pośrednie oraz stwarzane przez nie zagrożenia dla BHP,
- występowanie PPSO oraz potencjalne skutki dla BHP wynikające z poziomów pola-E i pola-M rozpoznanych w przestrzeni pracy,
- sposoby wykrywania i zgłaszania niekorzystnych dla zdrowia skutków narażenia oraz zakresu profilaktycznej opieki zdrowotnej,
- bezpieczne sposoby pracy ograniczające zagrożenia wynikające z oddziaływania pola-EM,
- prawidłowe stosowanie odpowiednio dobranych środków ochronnych,
- ograniczenia dotyczące oddziaływania pola-EM na osoby szczególnie chronione.

[t.j.: DzU 2018, poz. 331, par. 12, ust. 1]

---

----- ●●●● -----

## Z.12. Ocena ryzyka zawodowego związanego z narażeniem na pole-EM

Użytkownik źródeł pola-EM obowiązany jest m.in. do przeprowadzenia oceny ryzyka zawodowego wynikającego z oddziaływania pola-EM na pracowników. Wprawdzie brak jednolitych wymagań dotyczących kryteriów oceny takiego ryzyka, jednak **jeśli wnioski z jej przeprowadzenia mają być użyteczne w procesie planowania, wdrażania i oceny skuteczności PSSO, to kryteria oceny ryzyka muszą być powiązane z omówionymi wcześniej wymaganiami BHP dotyczącymi ochrony pracujących przed bezpośrednimi i pośrednimi skutkami oddziaływania pola-EM oraz miarami charakteryzującymi parametry narażenia na pole-EM w przestrzeni pracy.**

Przy ocenie ryzyka zawodowego ogółu pracowników narażonych na pole-EM można wykorzystać najprostszą trzystopniową skalę oceny (zgodnie z PN-N-18002), opartą na ocenie poziomu pola-E i pola-M oddziałującego na pracowników oraz wartości wskaźnika narażenia ( $W$ ), związanego z poziomem i czasem dziennego przebywania poszczególnych pracowników w polu-EM:

- **ryzyko duże** – kiedy na pracującego oddziałuje pole-EM strefy niebezpiecznej (**narażenie niebezpieczne**) lub wskaźnik narażenia na pole-EM strefy zagrożenia przekracza limit,  $W > 1$  (**narażenie kontrolowane długotrwałe**), tj. kiedy **organizacja pracy** w polu-EM strefy zagrożenia o poziomach przekraczających odpowiednie limity IPNob (trzykrotnie wyższe od limitów IPNod) jest nieprawidłowa,
- **ryzyko średnie** – kiedy na pracującego oddziałuje pole-EM strefy pośredniej lub zagrożenia i wskaźnik narażenia nie przekracza limitu,  $W < 1$  (**narażenie kontrolowane tymczasowe**), na przykład kiedy pracujący nie przebywa w polu-EM o poziomach przekraczających odpowiednie limity IPNob,
- **ryzyko małe** – podczas ekspozycji pomijalnej na pole-EM strefy bezpiecznej.

Oceny ryzyka dla pracowników młodocianych i kobiet w ciąży powinna być dwustopniowa:

- **ryzyko duże** – gdy ci pracownicy przebywają w polu-EM stref ochronnych,
- **ryzyko małe** – gdy ci pracownicy przebywają podczas całego dnia pracy poza zasięgiem PPSO.

W razie stwierdzenia ryzyka dużego lub średniego niezbędne jest podjęcie działań zmniejszających to ryzyko przez ograniczenie parametrów narażenia – metodami technicznymi lub organizacyjnymi. W miarę możliwości zalecane jest stosowanie środków technicznych do ograniczenia emisji pola-EM u jego źródła lub ograniczające narażenie na pole-EM jako mniej zawodne niż organizacyjne. **Działania te powinny być związane z opracowaniem i wprowadzaniem w życie PSSO** [t.j.: DzU 2018, poz. 331, par. 10].

Odnośnie do działań praktycznych w określonym środowisku pracy – ze względu na specyfikę użytkowanych tam źródeł pola-EM, pracujących w ich otoczeniu osób oraz możliwych w takich okolicznościach zagrożeń – można rozważyć uzupełnienie zaproponowanych kryteriów oceny o dodatkowe wskaźniki, np. w przypadku znaczącej rotacji pracowników podwyższenie poziomu ryzyka o jeden, gdy w przestrzeni pracy przebywają osoby, które nie przeszły ostatnio szkoleń nt. bezpiecznego użytkowania źródeł pola-EM lub badań lekarskich potwierdzających brak przeciwwskazań zdrowotnych do przebywania w polu-EM stref ochronnych.