

Marian Groszko

## POLSKIE PRZEPISY O NAJWYŻSZYCH DOPUSZCZALNYCH NATĘŻENIACH PÓL ELEKTRYCZNYCH I MAGNETYCZNYCH CZĘSTOTLIWOŚCI 50 Hz ORAZ WYTYCZNE WSPÓLNOTY EUROPEJSKIEJ W ZASTOSOWANIU DO ELEKTROENERGETYKI

POLISH REGULATION ON MAXIMUM ADMISSIBLE INTENSITIES FOR ELECTRIC AND MAGNETIC FREQUENCIES OF 50 Hz AND THE EUROPEAN UNION RECOMMENDATIONS FOR ELECTRICAL POWER ENGINEERING

Z Zakładu Pomiarowo-Badawczego Energetyki  
“ENERGOPOMIAR - ELEKTRYKA” Sp. z o.o. w Gliwicach  
Prezes spółki: inż. D. Pawłowski

**STRESZCZENIE** Pola elektryczne i magnetyczne 50 Hz, pochodzące od urządzeń elektroenergetycznych, z racji ich lokalizacji na obszarach prawie całego kraju, oddziałują nie tylko w środowisku pracy obsługi, ale przede wszystkim w środowisku ogólnie dostępnym dla ludzi w tym również w miejscach zamieszkiwania. Z tego też względu z racji miejsca ich występowania powstała dwoistość przepisów, dotyczących obowiązujących najwyższych dopuszczalnych natężeń NDN. W pracy przedstawiono te przepisy i szczegółowo omówiono zmiany wprowadzone w roku 2001. W oparciu o przepisy dokonano oceny higienicznej urządzeń elektroenergetycznych.

Na zakończenie porównano polskie przepisy dotyczące pól elektromagnetycznych 50 Hz z przepisami międzynarodowymi (CENELEC i zaleceniami Rady Unii Europejskiej), wskazując na dużą zgodność polskich unormowań z aktualnymi ustaleniami międzynarodowymi. Med. Pr. 2003; 54 (2): 175–179

**SŁOWA KLUCZOWE:** pole elektromagnetyczne o częstotliwości 50 Hz, ekspozycja na pola elektromagnetyczne, urządzenia elektroenergetyczne

**ABSTRACT** Electric and magnetic fields of 50 Hz from electric power devices affect not only workers, but also the general population, as these devices are also located in populated areas, hence the duality of regulations on maximum admissible intensities. This paper presents these regulations and discusses in detail the changes of 2001. Based on the Polish regulations, hygienic evaluation of electric power devices has been attempted.

The Polish regulations on the 50 Hz electromagnetic fields were compared with relevant international regulations of CENELEC and the European Union recommendations. Our maximum admissible intensities have been found to conform with the international standards. Med Pr 2003; 54 (2): 175–179

**KEY WORDS:** 50 Hz electromagnetic fields, exposure to electromagnetic fields, electric power devices

Nadesłano: 3.02.2003

Zatwierdzono: 10.05.2003

Adres autora: Świętokrzyska 2, 44-101 Gliwice, e-mail: marian.groszko@elektryka.com.pl

### CHARAKTERYSTYKA ŹRÓDEŁ PÓL ELEKTRYCZNYCH I MAGNETYCZNYCH 50 Hz W WYTWARZANIU, PRZESYLE I ROZDZIALE ENERGII ELEKTRYCZNEJ

Elementy urządzeń elektroenergetycznych, będące pod napięciem roboczym i przewodzące prądy robocze, są źródłem pola elektromagnetycznego o częstotliwości 50 Hz. Urządzenia stosowane w elektroenergetyce i będące źródłami pól elektromagnetycznych 50 Hz z racji budowy, lokalizacji oraz dostępności można podzielić na trzy główne grupy:

■ Grupa urządzeń służących do wytwarzania energii elektrycznej, to generatory i urządzenia pomocnicze, zlokalizowane w elektrowniach. Z uwagi na fakt, że źródłami znaczących pól elektrycznych są urządzenia pracujące na napięciu co najmniej 110 kV, liczą się tutaj tylko transformatory blokowe i krótkie odcinki napowietrznych linii blokowych wysokiego napięcia, znajdujące się na zamkniętych terenach elektrowni. Generatory są natomiast źródłami znaczących pól magnetycznych, szczególnie w części wyprowadzenia mocy szynoprzewodami pod generatorem w pobliżu zainstalowanych tam przekładników prądowych.

■ Druga grupa urządzeń to urządzenia przesyłowe w postaci napowietrznych lub kablowych linii elektroenergetycznych o napięciu co najmniej 110 kV. Napowietrzne linie mogą być źródłami pól elektrycznych o znaczących natęże-

niach i pól magnetycznych o natężeniach znacznie mniejszych od poziomu dopuszczalnego. Linie kablowe mogą być źródłami tylko pola magnetycznego i to o wartościach nieprzekraczających dopuszczalnych.

■ Trzecia grupa urządzeń to urządzenia rozdzielcze w postaci napowietrznych lub wewnętrznych rozdzielni wszystkich napięć w stacjach elektroenergetycznych, elektrowniach, zakładach przemysłowych oraz podstacje transformatorowo-rozdzielcze w budynkach mieszkalnych i użyteczności publicznej. Tylko urządzenia rozdzielcze o napięciu co najmniej 110 kV mogą być źródłem znaczących pól elektrycznych, czyli omawiany problem dotyczy rozdzielni w stacjach elektroenergetycznych. Natomiast urządzenia rozdzielcze niższych napięć są źródłami pól magnetycznych, jednak o wartościach rzadko przekraczających poziomy dopuszczalne i to tylko w dużych stacjach energetyki zawodowej.

### PODWÓJNY CHARAKTER ODDZIAŁYWANIA PÓL ELEKTROMAGNETYCZNYCH 50 Hz Z UWAGI NA MIEJSCE ICH WYSTĘPOWANIA

Pola elektryczne i magnetyczne 50 Hz, pochodzące od urządzeń elektroenergetycznych, z racji lokalizacji na obszarach prawie całego kraju, oddziałują nie tylko w środowisku

pracy obsługi, ale przede wszystkim w środowisku ogólnie dostępnym dla ludzi, w tym również w miejscach zamieszkiwania. Z tego też względu z racji miejsca ich występowania powstała dwoistość przepisów dotyczących obowiązujących najwyższych dopuszczalnych natężeń NDN – innych dla środowiska ogólnego i innych dla środowiska pracy. Jeśli chodzi o urządzenia wytwórcze to te urządzenia są dostępne tylko dla ludzi je obsługujących, do nich więc stosuje się przepisy dotyczące środowiska pracy.

Urządzenia przesyłowe, takie jak linie elektroenergetyczne napowietrzne i kablowe występują najczęściej na terenach ogólnodostępnych, stąd przeważnie stosuje się do nich przepisy dotyczące środowiska ogólnego. Jeśli chodzi o grupę urządzeń rozdzielczych w postaci napowietrznych lub wnetrzowych rozdzielni wszystkich napięć w stacjach elektroenergetycznych, elektrowniach, zakładach przemysłowych oraz podstacje transformatorowo-rozdzielcze w budynkach mieszkalnych i użyteczności publicznej to stosuje się do nich przepisy dotyczące środowiska pracy, z wyjątkiem terenów poza ogrodzeniem stacji napowietrznych lub pomieszczeniami stacji, podstacji lub rozdzielni wnetrzowych.

### **POLSKIE PRZEPISY DOTYCZĄCE NDN OBOWIĄZUJĄCE W ŚRODOWISKU OGÓLNIE DOSTĘPNYM I W ŚRODOWISKU PRACY**

W tym miejscu przytoczone będą unormowania prawne obowiązujące w Polsce, a dotyczące wartości dopuszczalnych pola elektrycznego i magnetycznego 50 Hz w środowisku. W naszym kraju regulowane są one Rozporządzeniem Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 11 sierpnia 1998 r. (1), w sposób następujący:

- natężenie pola elektrycznego:
  - w miejscach dostępnych dla ludzi  $E = 10 \text{ kV/m}$ ;
  - na obszarach zabudowy mieszkaniowej oraz lokalizacji szpitali, żłobków, przedszkoli, internatów  $E = 1 \text{ kV/m}$ ;

- natężenie pola magnetycznego  $H = 80 \text{ A/m} \equiv 0,1 \text{ mT}$ .

Dla środowiska pracy zagadnienie NDN reguluje Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 2 stycznia 2001 r. (2). To rozporządzenie ustaliło cztery strefy ochronne w otoczeniu źródeł pól elektromagnetycznych (zamiast dotychczasowych trzech, dodając strefę pośrednią między strefą zagrożenia a strefą bezpieczną). W zależności od wartości natężeń pola elektrycznego 50 Hz wyróżnia się trzy strefy ochronne w sposób następujący:

- strefa niebezpieczna – natężenie pola elektrycznego 50 Hz  $E > 20 \text{ kV/m}$  – jako obszar, w którym przebywanie pracowników jest zabronione;
- strefa zagrożenia – natężenie pola elektrycznego 50 Hz  $10 \text{ kV/m} < E < 20 \text{ kV/m}$  – jako obszar, w którym dopuszczone jest przebywanie pracowników zatrudnionych przy źródłach przez czas ograniczony, określony zależnością  $t [h] = 800 / E^2 [(kV/m)^2]$ ;
- strefa pośrednia – natężenie pola elektrycznego 50 Hz  $5 \text{ kV/m} < E < 10 \text{ kV/m}$  – jako obszar, w którym dopuszczone

jest przebywanie pracowników zatrudnionych przy źródłach w ciągu całej zmiany roboczej.

W zależności od wartości natężeń pola magnetycznego 50 Hz wyróżnia się trzy strefy ochronne w sposób następujący:

- strefa niebezpieczna –  $H > 2000 \text{ A/m}$  – rozumiana jako obszar, w którym przebywanie pracowników jest zabronione;
- strefa zagrożenia –  $200 \text{ A/m} < H < 2000 \text{ A/m}$  – rozumiana jako obszar, w którym dopuszczone jest przebywanie pracowników zatrudnionych przy źródłach przez czas ograniczony, określony zależnością  $t [h] = 0,32 / H^2 [(kA/m)^2]$ ;
- strefa pośrednia –  $67 \text{ A/m} < H < 200 \text{ A/m}$  – rozumiana jako obszar, w którym dopuszczone jest przebywanie pracowników w ciągu całej zmiany roboczej.

Obszary poza strefami ochronnymi należą do strefy bezpiecznej.

Ocena pól elektromagnetycznych 50 Hz pochodzących od urządzeń energetycznych zostanie przeprowadzona oddzielnie dla pól elektrycznego i magnetycznego z podziałem na grupy stosowanych urządzeń wytwórczych, przesyłowych i rozdzielczych.

### **Pola elektryczne**

Pola elektryczne 50 Hz o liczących się wartościach natężeń występują tylko w otoczeniu urządzeń pracujących co najmniej na napięciu 110 kV. Dotyczy to głównie linii napowietrznych i rozdzielni w stacjach elektroenergetycznych napowietrznych i wnetrzowych. Przedstawiane wartości natężeń pól dotyczą miejsc, w których może znaleźć się człowiek z zachowaniem warunków bezpiecznego wykonywania przebywania lub pracy, czyli z zachowaniem bezpiecznych odległości od części znajdujących się pod napięciem. Określane są one najczęściej na wysokości 1,8 m nad ziemią lub płaszczyzną przeznaczoną do przebywania człowieka.

Linie napowietrzne 110 kV są źródłem pól o natężeniu na ogół nieprzekraczającym 3 kV/m, stąd w ich otoczeniu nie ma zakazu przebywania ludzi postronnych i nie występują strefy ochronne w środowisku pracy. Dla linii napowietrznych o napięciu 220 i 400 kV natężenia pola mogą przyjmować wartości rzędu kilku, co najwyżej kilkunastu kV/m, stąd w ich otoczeniu mogą występować strefy pośrednie lub co najwyżej zagrożenia. Strefy zagrożenia w otoczeniu linii napowietrznych mogą występować bardzo rzadko gdyż polska norma dotycząca projektowania i budowy linii napowietrznych (3) nie dopuszcza dla tych linii wartości natężenia pola większych niż 10 kV/m z uwagi na fakt, że na obszarach ogólnie dostępnych, gdzie te linie są lokalizowane, istnieje zakaz przebywania ludzi w miejscach, gdzie natężenie pola elektrycznego przekracza 10 kV/m.

Elektroenergetyczne linie kablowe niezależnie od napięcia pracy nie są źródłami pola elektrycznego głównie z racji ich budowy, a nie bez znaczenia jest również sposób ich układania.

W rozdzielniach napowietrznych czy wewnętrznych o napięciach 110 i 220 kV występują z reguły strefy pośrednie, a strefy zagrożenia występują sporadycznie na niewielkich terenach. W rozdzielniach 400 kV powszechne są strefy pośrednie, a strefy zagrożenia występują najczęściej pod najniższym poziomem oszynowania aparatury rozdzielczej i stanowią znaczący teren rozdzielni z tym, że w strefach zagrożenia z reguły nie występuje przekroczenie wartości 15 kV/m. Wynika to z dotychczas stosowanej profilaktyki technicznej. Ta profilaktyka sprawia również, że dla urządzeń energetycznych nie występują strefy niebezpieczne w aspekcie pól elektrycznych.

Pozostałe nie omówione urządzenia energetyczne nie są źródłami znaczących pól elektrycznych stąd strefy ochronne nie mają dla nich znaczenia.

**Pola magnetyczne**

Spośród źródeł pól magnetycznych największymi natężeniami wśród urządzeń stosowanych w energetyce charakteryzują się szynoprzewody, wyprowadzające moc z generatorów prądowców w elektrowniach (na początkowym odcinku tych szynoprzewodów w okolicy zamontowanych tam przekładników prądowych), oraz dławiki kompensacyjne, jakie występują w niektórych stacjach 400/110 kV. Dla obu tych typów urządzeń największe wartości natężeń pola magnetycznego 50 Hz przekraczają granicę strefy niebezpiecznej, dochodząc nawet do 5000 A/m w bezpośrednim sąsiedztwie. Wartości natężenia pola dla szynoprzewodów ze zwiększeniem odległości maleją dużo szybciej niż dla dławików. Dla dławików do odległości kilku metrów występują jeszcze strefy zagrożenia.

Linie napowietrzne i kablowe są źródłami pól magnetycznych o natężeniach nieprzekraczających granicy strefy bezpiecznej, chociaż dla niektórych linii kablowych w okoli-

cy głowic mogą wystąpić wartości kwalifikujące się do strefy pośredniej lub nawet do dolnego obszaru strefy zagrożenia.

W rozdzielniach napowietrznych i wewnętrznych wszystkich napięć pole magnetyczne od urządzeń rozdzielczych kształtuje się najczęściej na poziomie strefy bezpiecznej lub strefy pośredniej. W nielicznych miejscach może osiągać wartości strefy zagrożenia. Nie dotyczy to jednak podstacji transformatorowo-rodzielczych w budynkach mieszkalnych i użyteczności publicznej, które emitują pola magnetyczne, należące do strefy bezpiecznej.

Porównując nowe i dotychczas obowiązujące przepisy w środowisku pracy rozumie się odpowiednio przepisy obowiązujące od 2001 r. i przepisy obowiązujące do 2000 r.

Do 2000 r. w dziedzinie ochrony pracowników przed oddziaływaniem pola elektromagnetycznego 50 Hz w środowisku pracy obowiązywały dwa akty prawne, ustalające wartości NDN dla pól tej częstotliwości. Zarządzenie Ministra Górnictwa i Energetyki z dnia 28 stycznia 1985 r. (4) regulowało to zagadnienie tylko w zakresie pola elektrycznego. Natomiast w zakresie pola magnetycznego 50 Hz zagadnienie NDN uregulowało Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 23 grudnia 1994 r. (5). Ustalenia tych NDN zostały powtórzone w nowelizującym rozporządzeniu Ministra z dnia 17 czerwca 1998 r. (6).

W celu pokazania jak zmieniły się strefy ochronne określone w przepisach do 2000 r. w porównaniu z nowymi przepisami z 2001 r. przedstawiono zakresy tych stref w tabeli I dla pola elektrycznego i w tabeli II dla pola magnetycznego.

Porównując nowe NDN dla pola elektrycznego z dotychczasowymi, należy zauważyć zaostrzenie przepisów w zakresie strefy pośredniej i strefy zagrożenia. Dolna granica strefy pośredniej została podniesiona z wartości 1 kV/m do wartości 5 kV/m, a górna granica tej strefy została obniżona o 5 kV/m w porównaniu ze stanem istniejącym. Natomiast

**Tabela I.** Zakresy wartości natężenia pola elektrycznego 50 Hz określające kategorie stref ochronnych wg starych i nowych przepisów o NDN

Wartości natężenia pola E		5-10 kV/m	10-15 kV/m	15-20 kV/m	>20 kV/m
Strefa pośrednia	do 2000 r.	xxxxxxx*	xxxxxxx		
	po 2000 r.	xxxxxxx			
Strefa zagrożenia	do 2000 r.			xxxxxxx	
	po 2000 r.		xxxxxxx	xxxxxxx	
Strefa niebezpieczna	do 2000 r.				xxxxxxx
	po 2000 r.				xxxxxxx

\* Obejmowała wartości 1-15 kV/m.

**Tabela II.** Zakresy wartości natężenia pola magnetycznego 50 Hz określające kategorie stref ochronnych wg starych i nowych przepisów o NDN

Wartości natężenia pola H		67-200 A/m	200-400 A/m	400-2000 A/m	2000-4000 A/m	>4000 A/m
Strefa pośrednia	do 2000 r.					
	po 2000 r.	xxxxxxx				
Strefa zagrożenia	do 2000 r.			xxxxxxx	xxxxxxx	
	po 2000 r.		xxxxxxx	xxxxxxx		
Strefa niebezpieczna	do 2000 r.					xxxxxx
	po 2000 r.				xxxxxxx	xxxxxx

dolna granica strefy zagrożenia została obniżona do 10 kV/m, powiększając tą strefę o dotychczasową strefę pośrednią. Wartości graniczne strefy niebezpiecznej nie uległy zmianie.

Jeszcze wyraźniejsze zaostrzenie niż dla pola elektrycznego można zauważyć w NDN pola magnetycznego. Została obniżona granica strefy niebezpiecznej z 4000 A/m na 2000 A/m, a w związku z tym obniżone zostały wartości graniczne strefy zagrożenia do przedziału 200–2000 A/m. Ustalono niewystępującą wcześniej strefę pośrednią w przedziale wartości dotychczas bezpiecznych 67–200 A/m.

W związku z generalnym obniżeniem wartości dotychczas obowiązujących NDN dla pola elektrycznego i magnetycznego 50 Hz, którego głównymi źródłami są urządzenia stosowane w energetyce, w zakładach prowadzących ich eksploatację musi zmienić się podejście do zagadnienia ekspozycji pracowników na pola. W przypadku pola elektrycznego znaczącą zmianą w kryteriach ekspozycji pracowników jest rozszerzenie strefy zagrożenia o przedział wartości 10–15 kV/m, dla której obecnie występują ograniczenia czasu przebywania od 8 do 3,5 godziny w ciągu roboczej zmiany. Upřednio był to obszar strefy pośredniej bez limitowania ekspozycji w ciągu zmiany roboczej. Druga część strefy zagrożenia obejmująca wartości 15–20 kV/m, wg dawnych przepisów ograniczała ekspozycję do 2 godzin dla całego przedziału wartości, a według nowych przepisów ogranicza ekspozycję od 3,5 do 2 godzin.

Jak wspomniano wyżej, strefy zagrożenia dla pola elektrycznego występują w rozdzielniach o napięciu roboczym większym od 110 kV. Dlatego w tych rozdzielniach może zachodzić potrzeba ograniczenia ekspozycji do co najwyżej 3,5 godzin, na obszarach o natężeniach 10–15 kV/m, gdzie dotychczas tego ograniczenia nie było. Z punktu widzenia organizacji pracy w stacjach elektroenergetycznych wymóg ten nie powinien sprawiać istotnych kłopotów. Można z tym problemem poradzić sobie również w sposób stosowany dotychczas w rozdzielniach 400 kV. W miejscach gdzie natężenie pola elektrycznego przekracza wartość 15 kV/m instaluje się przewody ekranujące pod oszynowaniem pól rozdzielczych, obniżając natężenia pola. Ten techniczny sposób ograniczenia ekspozycji pracowników jest na pewno środkiem wymagającym nakładów finansowych, ale w określonych sytuacjach opłacalnym i stosowanym.

W przypadku pola magnetycznego znaczącą zmianą w ocenie ekspozycji pracowników jest rozszerzenie strefy zagrożenia o przedział wartości 200–400 A/m, w którym obecnie występują ograniczenia czasu przebywania od 8 do 2 godzin w ciągu roboczej zmiany. Upřednio był to obszar strefy bezpiecznej. Druga część strefy zagrożenia obejmująca wartości 400–2000 A/m, wg dawnych przepisów ograniczała ekspozycję od 8 godzin do 19 minut, a według nowych przepisów ogranicza ekspozycję od 2 godzin do 5 minut. Strefy niebezpieczne i zagrożenia dla pola magnetycznego w pobliżu szynprzewodów wyprowadzenia mocy z generatorów oraz dla dławików kompensacyjnych w stacjach 400 kV są ograniczane przez ogradzanie barierkami ochronnymi, unie-

możliwiając ekspozycję pracowników. Natomiast strefy zagrożenia są oznaczane tablicami informacyjnymi. Obniżenie granicy strefy zagrożenia do 200 A/m i wprowadzenie strefy pośredniej dla pola magnetycznego wprowadzi konieczność wyznaczenia i oznakowania tych stref w wielu rozdzielniach elektroenergetycznych, w których dotychczas występowała tylko strefa bezpieczna. Profilaktyka techniczna w celu obniżenia ekspozycji w przypadku pola magnetycznego jest bardzo kosztowna lub czasami niemożliwa.

## ZGODNOŚĆ KRAJOWYCH PRZEPISÓW Z WYTYCZNYMI MIĘDZYNARODOWYMI

W dzisiejszym świecie normy, przepisy i zalecenia ograniczające występujące w środowisku wartości pól elektrycznych i magnetycznych 50 Hz pochodzących od urządzeń elektroenergetycznych, z uwagi na ochronę ludzi przed skutkami ich oddziaływań, mają bądź charakter państwowych aktów prawnych (tych jest stosunkowo niewiele), bądź zaleca się stosowanie wytycznych odpowiednich organizacji międzynarodowych, bądź brak jest jakichkolwiek unormowań. W celu zobrazowania poziomu tych ograniczeń zostaną przedstawione dane z dwóch najnowszych dokumentów międzynarodowych, uznawanych w świecie za najbardziej autorytatywne.

Pierwszy dokument to projekt normy europejskiej European Committee for Electrotechnical Standardization – CENELEC (7) dotyczący ekspozycji ludzi w polach elektromagnetycznych niskich częstotliwości (0–10 kHz). Według tego dokumentu maksymalne dopuszczalne wartości natężenia pola elektrycznego i magnetycznego wynoszą:

- dla ekspozycji środowiskowej:
  - dla pola elektrycznego 10 kV/m
  - dla pola magnetycznego 0,64 mT  $\equiv$  512 A/m;
- dla ekspozycji zawodowej:
  - dla pola elektrycznego 30 kV/m
  - t [h]  $\leq$  80/E (kV/m)
  - dla pola magnetycznego 1,6 mT

Drugi dokument, dla nas równie ważny z racji naszych starań o przyjęcie do Wspólnoty Europejskiej, to propozycja zalecenia Rady Unii Europejskiej „Propozycja zalecenia Rady (Wspólnoty Europejskiej dop. aut.) w sprawie ograniczenia napromieniowania ludności w polach elektromagnetycznych o częstotliwości w zakresie 0 Hz – 300 GHz” (8). Propozycja ta opracowana przez grupę roboczą przy Komisji Europejskiej na podstawie uchwały Parlamentu Europejskiego, zobowiązującej Komisję do zaproponowania środków zapewniających ograniczenie poddawania pracowników i ludności działaniu niejonizującego promieniowania elektromagnetycznego 0–300 GHz. Dokument ten podaje ograniczenia podstawowe i wartości referencyjne dla oceny możliwych oddziaływań zdrowotnych pól elektromagnetycznych. Ograniczenia podstawowe to ograniczenia ekspozycji w zmiennych w czasie polach elektrycznych, magnetycznych i elektromagnetycznych, polegające bezpośrednio na udowodnionych oddziaływaniach zdrowotnych i rozważaniach

opartych na zjawiskach biologicznych. Ograniczenia podstawowe ustala się w wartościach m.in. indukcji magnetycznej  $B$  i gęstości prądu  $J$ . Wartości referencyjne służą do praktycznej oceny ekspozycji w celu rozstrzygnięcia, czy mogłyby zostać przekroczone ograniczenia podstawowe. Wartości referencyjne zostały wyprowadzone na podstawie odpowiednich ograniczeń podstawowych za pomocą metod pomiarowych i obliczeniowych i/lub obserwacji oraz szkodliwych pośrednich oddziaływań ekspozycji w polach elektromagnetycznych. Należą do nich m.in. natężenie pola elektrycznego  $E$ , natężenie pola magnetycznego  $H$  i indukcja magnetyczna  $B$ . Dla pól elektrycznych i magnetycznych o częstotliwości 50 Hz podstawowym ograniczeniem jest gęstość prądu  $J = 2 \text{ mA/m}^2$ . Z tego wynikają następujące wartości referencyjne:

- natężenie pola elektrycznego  $E = 5000 \text{ V/m} = 5 \text{ kV/m}$
- natężenie pola magnetycznego  $H = 80 \text{ A/m}$
- indukcja magnetyczna  $B = 100 \mu\text{T} = 0,1 \text{ mT}$ .

Dotrzymanie wartości referencyjnych gwarantuje dotrzymanie ograniczeń podstawowych; przekroczenie wartości referencyjnych nie oznacza definitywnie, że zostały przekroczone także ograniczenia podstawowe. Należałoby wtedy sprawdzić, czy wartości ekspozycji leżą poniżej ograniczeń podstawowych.

Z porównania przedstawionych tu dokumentów wynika dość duża zgodność polskich unormowań z aktualnymi ustaleniami międzynarodowymi.

## PIŚMIENNICTWO

1. Rozporządzenie Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 11 sierpnia 1998 r. w sprawie szczegółowych zasad ochrony przed promieniowaniem szkodliwym dla ludzi i środowiska, dopuszczalnych poziomów promieniowania, jakie mogą występować w środowisku, oraz wymagań obowiązujących przy wykonywaniu pomiarów kontrolnych promieniowania. DzU nr 107, poz. 676, 1998.
2. Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 2 stycznia 2001 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. DzU nr 4, poz. 36, 2001.
3. PN-E-05100-1 1998: Elektroenergetyczne linie napowietrzne. Projektowanie i budowa. Polski Komitet Normalizacji i Miar, Warszawa 1998.
4. Zarządzenie Ministra Górnictwa i Energetyki z dnia 28 stycznia 1985 r. w sprawie szczegółowych wytycznych projektowania i eksploatacji urządzeń elektroenergetycznych w zakresie ochrony ludzi i środowiska przed oddziaływaniem pola elektromagnetycznego. MP nr 3, poz. 24, 1985.
5. Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 23 grudnia 1994 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. DzU nr 3, poz. 16, 1995.
6. Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 17 czerwca 1998 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. DzU nr 79, poz. 513, 1998.
7. Human exposure to electromagnetic fields: Low frequencies (0 to 10 kHz). Draft CENELEC pre ENV 50166-1, 1995. Wydawnictwo Weka, 1999.
8. Council recommendation of 12 July 1999 on the limitation of exposure of the general public to electromagnetic fields (0 Hz to 300 GHz). Off. J. Eur. Communities 1999/519/EC, L.199/59-61, 1999.