



Andrzej Roman, Maciej Drabik
Akademia im. Jana Długosza w Częstochowie

ODDZIAŁYWANIA PÓL ELEKTROMAGNETYCZNYCH NA ŚRODOWISKO CZŁOWIEKA

Streszczenie. W pracy przedstawiono podział oddziaływań elektrotechnicznych. Przedstawiono oddziaływania pól elektromagnetycznych różnych częstotliwości na organizm człowieka. Omówiono oddziaływania pól elektromagnetycznych komórki oraz przedstawiono możliwości wykorzystania oddziaływania pól elektromagnetycznych w diagnostyce i leczeniu.

Słowa kluczowe: pole elektromagnetyczne, oddziaływania elektromagnetyczne, telefon komórkowy, diagnostyka i terapia

Wstęp

Promieniowanie elektromagnetyczne w zakresie częstotliwości 0–300 GHz [4] jest promieniowaniem niejonizującym, tzn. atom czy cząsteczka, absorbując energię fali elektromagnetycznej, nie rozpada się na jony. Właściami jonizującymi charakteryzuje się promieniowanie elektromagnetyczne powyżej 300 GHz, czyli promieniowanie nadfioletowe, rentgenowskie oraz gamma.

W zależności od częstotliwości, fale elektromagnetyczne mają różne właściwości generacji, propagacji i pochłaniania. Właściwości te pozwalają ocenić zagrożenie, jakie fale te stwarzają dla ludzi i środowiska naturalnego. Zakresy częstotliwości fal elektromagnetycznych (w zakresie promieniowania niejonizującego) można podzielić na:

- zakres częstotliwości przemysłowej – 50 Hz, promieniowanie elektromagnetyczne jest generowane w urządzeniach i liniach przesyłowych, w których płynie prąd elektryczny o częstotliwości sieciowej 50 Hz,
- zakres fal radiowych obejmujący promieniowanie o częstotliwości od 0,1 MHz do 300 GHz (długości fal mieszczą się granicach od 3 km do 1 mm),
- zakres mikrofalowy stanowi promieniowanie powyżej 300 MHz do 300 GHz (długości fal od 1 m do 1 mm),

- zakres promieniowania podczerwonego i widzialnego. Duże moce tego promieniowania wytwarzane są w urządzeniach laserowych. Zagrożenie dla środowiska ze strony promieniowania laserowego jest pomijalne.

W praktyce najczęściej ludzie mają do czynienia z falami elektromagnetycznymi o częstotliwości sieciowej [3] i radiowej.

Podział oddziaływań elektrotechnicznych na środowisko

Energia elektromagnetyczna jest najstarszą formą energii występującą we wszechświecie. Wszystkie źródła promieniowania elektromagnetycznego można podzielić na:

- źródła naturalne występujące na kuli ziemskiej i we wszechświecie,
- źródła sztuczne wytworzone w sposób przypadkowy lub celowy przez człowieka.

Oddziaływania naturalne można podzielić na oddziaływanie kosmosu, Ziemi i przyrody. Oddziaływania sztuczne dzieli się na bezpośrednie (przepływ prądu) i pośrednie.

W atmosferze ziemskiej występuje elektryczność statyczna w postaci jonów kilku wielkości będących nośnikami ładunków ujemnych lub dodatnich, występuje pole elektryczne i pole magnetyczne, promieniowanie: jonizujące ze źródeł radioaktywnych, promieniowanie ultrafioletowe, światło widzialne, promieniowanie podczerwone oraz promieniowanie elektromagnetyczne o częstotliwościach rzędu od ułamka herca do wielu gigaherców. Ponadto do Ziemi dociera promieniowanie kosmiczne z przestrzeni międzygwiazdnych. Źródłem większości wymienionych rodzajów promieniowania i jonów jest Słońce. Zmienne pola elektromagnetyczne docierają do Ziemi z przestrzeni kosmicznej i pochodzą np. od Słońca,

Sztuczne źródła pola elektromagnetycznego wytwarzane są przez wszystkie urządzenia i instalacje elektryczne, nadajniki radiowe, telewizyjne, telefonii komórkowej, aparaturę medyczną i inne. Wielkość skutków biologicznych poniesionych przez obiekt biologiczny zależy od: rodzaju, mocy i częstotliwości promieniowania, od czasu działania pola oraz od kondycji obiektu i rodzaju jego ochrony.

Pola elektromagnetyczne niskiej częstotliwości mogą powodować:

- zmiany przepływu jonów przez błony komórkowe,
- aktywizację enzymów i hormonów,
- aktywność immunologiczną komórek,
- wpływ na systemy endokrynologiczne (wewnętrznego wydzielania),
- zmiany w budowie kwasów nukleinowych,
- zmiany w syntezie białek.

Oddziaływanie pól elektromagnetycznych wysokiej częstotliwości

Pola elektromagnetyczne wysokiej częstotliwościowe pochodzą głównie od urządzeń nadawczych oraz od urządzeń indukcyjnych silnoprządowych.

Przyjmuje się, że jako pola wysokoczęstotliwościowe uważa się pola od 30 kHz; emisja technicznych urządzeń kończy się w obszarze GHz, to jest w obszarze promieniowania podczerwonego, a również w obszarze pól THz charakterystycznego dla światła widzialnego i ultrafioletu.

Z badań ankietowych ludzi przebywających przez określony czas w kontrolowanych polach elektromagnetycznych pól wielkoczęstotliwościowych wynika, że oceniają oni ich oddziaływanie jako powodujące:

- ogólne osłabienie, symptomy stanów przedchorobowych,
- bezsenność i trudności z zasypianiem,
- brak apetytu,
- brak aktywności,
- stan niepokoju i pobudzenia,
- osłabienie wzroku oraz widoczne „błyski” i inne.

Najczęściej spotykanymi urządzeniami wytwarzającymi pola wysokoczęstotliwościowe w otoczeniu człowieka są kuchenka mikrofalowa i telefon komórkowy [1, 2], dlatego też należy poświęcić im więcej uwagi.

Częstotliwość promieniowania w kuchenkach mieści się w zakresie promieniowania mikrofalowego i może wynosić około 2,5 GHz. Im wyższa częstotliwość promieniowania, tym mniejsza głębokość wnikania fali. Szkodliwość promieniowania jest tym wyższa, im wyższa jest częstotliwość. Kuchenka mikrofalowa w odległości 5 cm wytwarza strumień energii około 10 W/m². Używana mikrofalówka może wytwarzać strumień energii nawet pięciokrotnie większy. Należy jednak zauważyć, że przy prawidłowej eksploatacji kuchenki szkodliwe promieniowanie występuje wewnątrz obudowy. Wytwarzane promieniowanie mikrofalowe może mieć wpływ na osłabienie systemu odpornościowego.

Pierwszy ogólnodostępny system telefonii komórkowej uruchomiono w Japonii w 1979 roku. W Polsce telefonia komórkowa uruchomiona została w 1996 roku i ma na koniec 2010 roku około 47 mln abonentów. Ten niespotykany, burzliwy rozwój telefonii komórkowej spowodował wzrost zainteresowania tematyką oddziaływania na środowisko człowieka pola elektromagnetycznego wytwarzanego przez te urządzenia. Wiele ośrodków badawczych zajmuje się problematyką oddziaływania telefonii komórkowej na zdrowie. Do chwili obecnej nie udało się jednoznacznie potwierdzić szkodliwego wpływu na zdrowie. Jest to technologia nowa i skutki zdrowotne, które mogą występować, mogą się ujawniać po latach. Promieniowanie elektromagnetyczne do 300 GHz jest promieniowaniem niejonizującym. W telefonii komórkowej występują częstotliwości 450, 900 i 1800 MHz. Przy oddziaływaniu silnych pól promieniowania

elektromagnetycznego na organizmy żywe rozróżnia się efekty termiczne i efekty biologiczne nietermiczne. Skutkami efektów termicznych jest podwyższenie temperatury tkanek i płynów ustrojowych. Wnikanie pola elektromagnetycznego wysokiej częstotliwości w głąb organizmu powoduje zamianę energii pola na ciepło i podwyższenie temperatury tkanek. Ocenę zagrożenia wywołanego przez pola wysokiej częstotliwości określa absorpcyjność SAR (Specific Absorption Rate). Zdefiniowany on jest jako:

$$SAR = \frac{\sigma E^2}{\rho}$$

gdzie: σ – konduktywność tkanki, ρ – gęstość właściwa tkanki, E – skuteczna wartość natężenia pola elektromagnetycznego w tkance.

Za dopuszczalną moc absorbowaną przez człowieka przyjmuje się 4 W na kg masy ciała. Ma to na celu ograniczenie lokalnego przegrzewania się tkanek. Współczynnik SAR dla większości telefonów komórkowych zawiera się w granicach 0,1–1,5 W/kg. Może to spowodować podgrzanie tkanek o 0,1°C po kilku minutach rozmowy. Bezpośredni pomiar absorpcyjności jest niemożliwy. Do oceny zagrożenia pochodzącego od pól elektromagnetycznych stosuje się pomiary na fantomach odwzorowujących człowieka bądź metody numeryczne [1]. Przy stosowaniu metody pomiarowej trudno jest odwzorować mocno niejednorodną budowę ciała człowieka. Bardziej precyzyjne obliczenia można przeprowadzić w symulacjach komputerowych.

Zalecenia mające na celu ograniczenie wpływu szkodliwego promieniowania elektromagnetycznego to: stosowanie słuchawek bądź zestawów głośno mówiących w celu zmniejszenia promieniowania w okolicy głowy, niekorzystanie z telefonu komórkowego na granicy zasięgu oraz trzymanie telefonu komórkowego możliwie jak najdalej od ciała. Efekty nietermiczne to reakcje biologiczne na promieniowanie elektromagnetyczne. Wymienia się tutaj takie reakcje organizmu, jak: zaburzenia rytmu serca, zmiany morfologiczne w krwi, zaburzenia snu, uczucie ogólnego zmęczenia, bóle głowy i inne.

Ochrona przed polami elektromagnetycznymi

Ochronę przed szkodliwym działaniem pól elektromagnetycznych można zapewnić metodami organizacyjnymi bądź metodami technicznymi. Metody organizacyjne mają na celu takie usytuowanie urządzeń i źródeł pól, aby wykluczyć zachodzenie na siebie obszarów oddziaływań silnych pól wytwarzanych przez sąsiednie urządzenia, oraz ograniczenie czasu przebywania pracowników w zasięgu działania pól. Jeżeli jest to możliwe, należy maksymalnie odsunąć ludzi od źródeł pól oraz zapoznać pracowników przebywających w pobliżu

źródeł z zasięgiem występowania silnych pól. Ograniczenie skutków promieniowania można osiągnąć poprzez np. zmniejszenie mocy wyjściowej urządzeń do poziomu zapewniającego normalną jego eksploatację. Można także stosować zdalne sterowanie urządzenia spoza obszaru występowania silnych pól lub automatyzację obsługi, zwiększenie wilgotności powietrza lub jonizację powietrza (w przypadku pól elektrostatycznych). Stosuje się także ekranowanie samych urządzeń lub ekranowanie przestrzeni, w której przebywają ludzie. W przypadku pól o częstotliwości 50 Hz i zakresu mikrofalowego można stosować ubiory ochronne ekranujące człowieka przed polem elektromagnetycznym.

Można także ograniczyć wytwarzane pola elektromagnetyczne przez takie działania techniczne, jak np. zmniejszenie mocy nadajników radiowych, zwiększenie kąta podniesienia anten stacji radiolokacyjnych, zastosowanie wyższego zawieszenia przewodów linii elektroenergetycznych, użycie ekranów w formie uziemionego przewodu umieszczonego pod przewodem linii, wykorzystanie naturalnego ekranowania (krzewy, drzewa), stosowanie linii elektroenergetycznych o maksymalnie zmniejszonych odstępach pomiędzy przewodami fazowymi i nowych konstrukcji słupów nośnych.

Wszystkie te rozwiązania mają na celu ograniczenie do minimum wielkości pól i wyeliminowanie ich potencjalnej szkodliwości na zdrowie człowieka.

Korzystne aspekty sztucznego promieniowania elektromagnetycznego

Promieniowanie elektromagnetyczne nie zawsze wywiera niekorzystne działanie. Tego typu promieniowanie ze źródeł naturalnych wpływa regulująco na niektóre funkcje organizmów żywych i z tego punktu widzenia jest to korzystne działanie promieniowania. Działanie lecznicze sztucznie wytworzonego promieniowania elektromagnetycznego, jak w zabiegach diatermicznych, świadczy o tym, że nawet stosunkowo duże natężenie promieniowania może przynosić korzystne skutki biologiczne [5]. W przypadku promieniowania o dużym natężeniu i długim okresie ekspozycji należy się jednak zawsze liczyć z niekorzystnymi następstwami dla zdrowia. Wpływ promieniowania elektromagnetycznego na żywe ustroje jest bardzo zróżnicowany, tak w funkcji czasu ekspozycji, jak i długości fali oraz zależy od typu budowy samego ustroju żywego i od fizycznych i chemicznych czynników w środowisku rozchodzenia się energii tego promieniowania. Zastosowania te są następujące:

1. ciągła, bezinwazyjna diagnostyka,
2. niszczenie tkanek,
3. nagrzewanie i stymulacja organów i tkanek,
4. elektro- i magnetoterapia.

Mało jest metod diagnostyki niewykorzystującej pośrednio lub bezpośrednio elektryczności lub magnetyzmu. Od lat stosowana jest elektroencefalografia (EEG). Inne przykłady wykorzystania oddziaływań elektrotechnicznych to: ultrasonografia czy tomografia komputerowa. Do niszczenia organów konieczne jest doprowadzenie energii, która poprzez koagulację białka doprowadza do zniszczenia tkanki. Źródło mocy wysokiej częstotliwości doprowadza energię punktowo do tkanki, co powoduje jej elektrokoagulację. Jest to stosowane przy niszczeniu nowotworów lub elektrokonizacji, która ogranicza krwawienie ran. Dużo większe moce stosowane są w diatermii i terapiach pochodnych. Ich przyłożenie do większych powierzchni powoduje efekt nagrzewania i stosowane jest przy leczeniu przewlekłych zapaleń stawów, nerwobólach i szeregu innych chorób.

Podsumowanie

Oddziaływania elektrotechniczne na środowisko człowieka należy rozpatrywać w dwóch aspektach: jednych – stanowiących zagrożenie dla zdrowia i życia ludzkiego, i drugich – leczących schorzenia ludzkie. Granica między tymi działaniami jest mała, dlatego tak istotne jest poznanie zagrożeń pochodzących od oddziaływań elektrotechnicznych.

Literatura

- [1] Karwowski A., Ochrona ludzi przed promieniowaniem urządzeń telefonii komórkowej, Krajowa Konferencja Radiokomunikacji, Radiofonii i Telewizji, Gdańsk 2002, s. 1–11.
- [2] Krawczyk A. (red.), Elektromagnetyczne oddziaływania na obiekty biologiczne, Instytut Naukowo-Badawczy ZTUREK, Warszawa 2001.
- [3] Szuba M., Oddziaływanie pól elektromagnetycznych na organizmy żywe. Elektro Info 2004 nr 1, s. 60–65.
- [4] Korniewicz H., Karpowicz J., Gryz K., Aniołczyk H., Zmyślony M., Kubacki R., Ciołek Z., Pola i promieniowanie elektromagnetyczne z zakresu częstotliwości 0–300 GHz. PIŁOŚ, nr 2, Warszawa 2001.
- [5] Hryniewicz A., Rokita E., Fizyczne metody diagnostyki medycznej i terapii, PWN, Warszawa 2000.

Andrzej Roman, Maciej Drabik
Akademia im. Jana Długosza w Częstochowie

INFLUENCE OF ELECTROMAGNETIC FIELDS ON LIVING ORGANISM

Abstract

This paper presents the division of electromagnetic interactions. It presents the influence of electromagnetic fields of various frequencies on the human body. It discusses the interaction of electromagnetic fields of mobile phone oven as well as describes the possibility of utilizing the interaction of electromagnetic fields in diagnostics and therapeutics.

Keywords: electromagnetic fields, electromagnetic interactions, mobile phone, diagnostic and therapy

