

Co z tym polem elektromagnetycznym?

Autor: Prof. dr hab. inż. Andrzej Krawczyk - prezes Polskiego Towarzystwa Zastosowań Elektromagnetyzmu; pracownik naukowy Centralnego Instytut Ochrony Pracy – Państwowego Instytutu Badawczego w Warszawie

(„Urządzenia dla energetyki” – nr 3/2010)

Z różnych stron docierają do nas informacje o spustoszeniach czynionych w naszych organizmach przez pole elektromagnetyczne -telefony komórkowe podgrzewają mózg, linie wysokonapięciowe obniżają mleczność krów... A co na to nauka?

Jest problem z polem elektromagnetycznym. Media co pewien czas alarmują: „Niebezpieczeństwo - telefony komórkowe mogą ‘zagotować’ twój mózg”. W Internecie pojawiają się filmy, pokazujące gotowanie jajka (alternatywnie: prażenie popcornu) za pomocą telefonów komórkowych. Lokalne społeczności protestują przeciwko instalacjom stacji bazowych telefonii komórkowej. Z mniejszą częstotliwością niż przed laty, ale jednak nadal pojawiają się protesty przeciwko instalacjom elektroenergetycznym. Wylicza się różne choroby wywołane polem elektromagnetycznym - jak dla przykładu: **nowotwory**, zmiany w centralnym układzie nerwowym, zakłócenia ciśnienia krwi, zaburzenia hormonalne, zakłócenia snu itp.

Wiele organizacji ekologicznych uważa, że pole elektromagnetyczne wpływa negatywnie na środowisko. Czy w związku z tym należy ograniczać poziom pola elektromagnetycznego w środowisku? Skoro jest to czynnik zagrażający środowisku, podobnie jak czynniki chemiczne, pyłowe, akustyczne etc, to może rzeczywiście należy dążyć do jego minimalizacji, a może i do zupełnej likwidacji?

David Bodanis w swojej książce „*Electric Universe*” rysuje obraz świata współczesnego pozbawionego zasilania w energię elektryczną. To, że obraz ten jest obrazem apokaliptycznym jest sprawą oczywistą - w ostatnich kilkudziesięciu latach społeczeństwa różnych państw doświadczały krótszych i dłuższych zaciemnień i mają już świadomość strat i niebezpieczeństw, jakie te wyłączenia energii ze sobą niosą. Nie można już żyć bez energii elektrycznej, a zatem musimy pogodzić się z faktem, że wszędzie wokół nas występują prądy elektryczne. A z kursu fizyki szkoły średniej wiemy, że wokół prądu elektrycznego powstaje pole magnetyczne, które, jeśli zmienia się w czasie, tworzy pole elektryczne, a to, z kolei, pole magnetyczne...itd. Ten ciąg wydarzeń jest właśnie istotą pola elektromagnetycznego. Powstawanie pola elektromagnetycznego z płynących wokół nas prądów elektrycznych to jeden aspekt całej sprawy. Drugi to wytwarzanie pola elektromagnetycznego przez specjalne anteny (tak naprawdę to też prądy w tych antenach płyną) i to z kolei dotyczy tzw. fali elektromagnetycznej będące nośnikiem informacji: radiowej i telewizyjnej, osobistej w telefonach mobilnych czy identyfikującej obiekty, jak w radarach. I czy tutaj można wyobrazić sobie współczesny świat wyłączony z tych możliwości? Odpowiedź jest oczywista – nie wstrzyma się rozwoju elektrotechniki ani telekomunikacji. A zatem skazani jesteśmy pole elektromagnetyczne i ważne jest wiedzieć, jaki jest rzeczywisty jego wpływ na zdrowie i życie ludzi.

Jeśli jakiś czynnik występujący w środowisku jest uznawany dla niego za niebezpieczny to podjęte muszą być działania w dwóch kierunkach: oceny tego niebezpieczeństwa (prace

badawcze) oraz jego ograniczania (prace normatywne).

Efekt grzania

Nie było przypadku, żeby komuś się od jakiegokolwiek pola elektromagnetycznego „mózg zagotował” – może się to wydarzyć się tylko w powieściach i filmach *science fiction*. Jeśliby poważnie potraktować możliwość wystąpienia takiego efektu termicznego, o takiej skali - to energia potrzebna do takiego procesu „gotowania” mózgu musiałaby w ogromnym stopniu przekroczyć ten poziom energii, z którym mamy do czynienia w przypadku telefonu komórkowego. Rozmiłowany w fizyce absolwent szkoły średniej potrafi wyliczyć poziom tej energii. Ale taki tytuł prasowy brzmi dobrze i zapada w pamięci. Podobnie jest z gotowaniem jajka czy prażeniem popcornu. **Żeby zweryfikować film wystarczy prosty eksperyment: rodzina kilkoma telefonami komórkowi zbiera się w kuchni i próbuje ugotować jajko włączając na tryb rozmowy swoje telefony.** Nietrudno przewidzieć efekt takiego eksperymentu, powiedzmy jednak dla uniknięcia szkód, aby „ugotowanego” w ten sposób jajka nie próbować obierać nad czystym obrusem. Może lepiej zrobić eksperyment z popcornem?

Skutki biologiczne pola elektromagnetycznego

Boimy się nie tylko „grzania” polem elektromagnetycznym, ale też dolegliwości i chorób nim wywołanych. Lista chorób podejrzanych o etiologię elektromagnetyczną jest na tyle obszerna, że można zaryzykować twierdzenie, że pole elektromagnetyczne szkodzi na wszystko. Ale jeśli na wszystko to, zgodnie z prawami logiki, może na nic. Pole elektromagnetyczne, mówiąc skrótowo, składa się z pola elektrycznego i magnetycznego, które zmieniają się z określoną częstotliwością. Właśnie ona jest parametrem, różnicującym efektu biologiczne. W przypadku pola EM wysokiej częstotliwości (100 MHz do 10 GHz) efektem biologicznym, brany pod uwagę w przygotowaniu norm (ograniczeń) jest wydzielanie się ciepła. A zatem możliwym efektem biologicznym jest zakłócenie równowagi termicznej w ekspozowanej na pole elektromagnetyczne części organizmu. Ograniczeniu podlega tzw. gęstość mocy promieniowania. W krajach świata ogranicza się też inną wielkość, a mianowicie tzw. współczynnik pochłaniania energii elektromagnetycznej.

Gęstość prądu [mA/m ²]	Przewidywane efekty
Mniej niż 1	Brak efektów
1-10	Nieistotny wpływ
10-100	Udokumentowane efekty: magnetofosfeny, możliwy wpływ na centralny system nerwowy, możliwy wpływ na peryferyjny system nerwowy, przyspieszenie w gojeniu złamań
100-1000	Zmiany w wzbudzeniach w centralnym układzie nerwowym, stymulacja tkanek, możliwości zagrożenia zdrowia
Więcej niż 1000	Zagrożenie życia

Tam gdzie jest wprowadzony współczynnik pochłaniania (Specific Absorption Rate - SAR) przyjmuje się, że wzrost temperatury o 1 stopień Celsjusza nie powoduje negatywnych skutków biologicznych. Inaczej niż pole EM wysokiej częstotliwości, pole EM niskiej częstotliwości (najczęściej spotykana częstotliwość to 50 lub 60 Hz) może wpływać na procesy biochemiczne w komórkach, które mogą mieć określone skutki zdrowotne. Około **20 lat temu podane zostały relacje wartości pola EM i stanu organizmu**, wskazujące na to co może wydarzyć się w organizmie człowieka wystawionego na działanie pola elektromagnetycznego (*JH Bernhardt, Ra-diation and Environmental Biophysics, No. 27,1988*). Warto przytoczyć te relacje, bo choć wiele lat minęło, to stanowią one podstawę unormowań w Polsce i na świecie.

Podane wyżej wartości i zależności wskazują na to, że bezpieczne przebywanie w polu EM o takiej wartości, że w jego wyniku wytworzy się prąd o gęstości nie przekraczającej 1 A/m².

I kilka słów o normach

Efekty biologiczne są podstawą do unormowań – mechanizm tworzenia norm jest oparty jest na dość elementarnych wzorach z elektromagnetyzmu i dość prostych modelach geometrycznych, ale najistotniejszym elementem tego tworzenia jest przyjęty współczynnik bezpieczeństwa. A to skutkuje bardzo dużą rozbieżnością norm. I na przykład dla częstotliwości mikrofalowej 2,1 GHz mamy następujące normy: UE (rekomendacja) – 10 W/m², Niemcy – 10.5, USA – 14, Japonia 2.1 i Polska 0,1. Różnice są bardzo duże a Polska, i parę innych krajów z dawnej strefy radzieckiej, wyraźnie „przodują” w ochronie środowiska. Przyczyny takiego stanu rzeczy były zarówno ekonomiczne (odszkodowania z prac w warunkach szkodliwych) jak i polityczne (większa dbałość o człowieka niż to miało miejsce w krajach kapitalistycznych). Teraz przyczyny w dużej mierze ustały, ale wartości pozostały... Ale przy takich normatywnych ograniczeniach wszelkie protesty przy lokalizacjach stacji bazowych telefonii komórkowej nie mają sensu, jeśli wziąć pod uwagę na co narażeni są obywatele innych krajów. Popatrzmy też na normy w obszarze niskich częstotliwości. Dla przykładu, Japonia nie ma unormowania składowej magnetycznej pola EM, a zatem istnieje pełna dowolność w ekspozycji na pole magnetyczne 50/60 Hz (w Japonii istnieją dwie częstotliwości sieci energetycznych). Jest to zrozumiałe, jeśli popatrzmy na typową ulicę w japońskim mieście. Nad którą wiszą dziesiątki linii elektrycznych, i przypomnimy sobie opisany na początku artykułu sposób powstawania pola elektromagnetycznego (prąd w przewodzie generuje pole magnetyczne). Patrząc na tę liczbę przewodów można poczuć się zaniepokojonym o stan zdrowotności Japończyków. Ale dane statystyczne są jednoznaczne: średnia długość życia w Japonii jest największa w świecie. Oczywiście jest wiele innych powodów takiego stanu rzeczy, ale można postawić tezę, że pole magnetyczne w osiągnięciu długowieczności nie przeszkadza.

Czy jest zatem bezpiecznie?

Ustawodawstwo polskie w dziedzinie pola EM jest takie, że obywatele naszego kraju powinni czuć się bezpiecznie. Ale nie normy, których niespójność została wskazana wyżej, są istotne dla ludzi i dla uspokojenia ich obaw i niepokojów. Poza tym normy mogą też być gdzieś przekraczane, przebywanie w polu EM może być wyjątkowo długie, mogą wystąpić jakieś okoliczności, które są powodem owych obaw i niepokojów. Aby

odpowiedzieć na te obawy wykonywane są w całym świecie badania naukowe, zarówno biofizyczne jak i epidemiologiczne, które stawiają sobie za cel pokazanie czy i w jakich okolicznościach, w układach realnie istniejących, pole EM może być niebezpieczne. Poszukiwane są takie wartości pola EM, które, niezależnie od standardów, dają gwarancję bezpieczeństwa. Takie badania są prowadzone w świecie od kilkudziesięciu lat, zarówno dla pola EM niskiej częstotliwości (linie przesyłowe elektryczne, urządzenia gospodarstwa domowego), jak i dla pola EM wysokiej częstotliwości (telefonii komórkowej, łączność bezprzewodowa). Wykonano dziesiątki, jeśli nie setki takich badań i ich wyniki w przeważającej większości **nie wskazują na niekorzystny wpływ pola EM na zdrowie ludzi, nawet przy wartościach podanych w najbardziej liberalnych normach.**

W czołowym czasopiśmie naukowym z tej dziedziny *Bioelectromagnetics* większość artykułów kończy się wnioskami, w których powtarzają się frazy: *nie stwierdzono zależności, wpływ pola EM jest niezauważalny, nie ma związku*, itp. Dr Kheifets z uniwersytetu kalifornijskiego podsumowuje w ostatnim numerze tego czasopisma (*Bioelectro-magnetics* 1/2010) wyniki wieloletnich badań prowadzonych nad oddziaływaniem pola elektrycznego niskiej częstotliwości na zdrowie ludzi w nim przebywających: „...nie istnieje rzeczywisty związek pomiędzy polem elektrycznym a badanymi chorobami nowotworowymi”. Poszczególne badania prowadzone dla pola magnetycznego prowadzą do zbliżonych wniosków. EJ Carstensen (*Biological effects of transmission line fields*. New York: Elsevier, 1987) pisze: „...jawny wniosek (...) Jest taki, że pole magnetyczne o umiarkowanym poziomie wielkości nie ma związku z powstawaniem nowotworu...”. Oprócz badań na ludziach prowadzi się też badania na zwierzętach. Szwedzcy naukowcy badali populację jałówek przebywających 120 dni w obszarze oddziaływania linii wysokiego napięcia 400 kV – nie zauważono żadnego efektu pola EM na parametry rozrodcze zwierząt (*Preventive Veterinary Medicine*, 1987). Jako podsumowanie w obszarze wysokich częstotliwości można przytoczyć wyniki programu badawczego INTER-PHONE, w którym uczestniczyło kilkanaście ośrodków badawczych z wielu krajów świata. Badano wpływ telefonów komórkowych na zdrowie ludzi, a w szczególności na indukowanie specjalnego rodzaju nowotworów w głowie osoby, używającej telefonu komórkowego. Po dziesięciu latach badań opublikowano w ubiegłym roku raport, z którego warto przytoczyć zdanie jednego z liderów tych badań, Andersa Ahlborna: „...W sumie prowadzone dotąd badania nie wskazały w czasie około 10 lat użytkowania telefonów komórkowych na wzrost ryzyka powstawania guzów mózgu ani żadnych innych nowotworów głowy” (*Epidemiology* 5/2009). Kenneth J. Rothman, uczestnik wspomnianych badań, pisze w artykule opublikowanym też w 2009 roku, że badania dotyczyły wyłącznie wpływu pola EM od telefonów komórkowych, a nie innych zagrożeń związanych z ich używaniem – zwiększonej możliwości wypadków samochodowych związanych z użytkowaniem telefonów podczas jazdy. Ten aspekt nie wywołuje jednak społecznych emocji.

Również w Polsce prowadzone są badania na temat bezpieczeństwa pola elektromagnetycznego. Wadą ich jest duże rozproszenie – każda z grup badawczych prowadzi swoje badania. Pozytywnym przykładem badań skoordynowanych był cykl badawczy, mający na celu zbadanie wpływu pola EM na kardiostymulatory. Badania, koordynowane przez Polskie Towarzystwo Zastosowań Elektromagnetyzmu, dotyczyły różnego rodzaju pola elektromagnetycznego, ale najbardziej spektakularne wyniki uzyskano w badaniu wpływu anteny bazowej na funkcjonowanie kardiostymulatorów implantowanych w organizmie pacjenta. Wyniki badań kohortowych prowadzonych w Centralnym Szpitalu Klinicznym Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego **nie wskazują na jakikolwiek związek pomiędzy pracującą anteną bazową a funkcjonowaniem kardiostymulatora (Przegląd**

Elektrotechniczny, 12/ 2004).

Potrzeba wiedzy

Cyprian Kamil Norwid twierdził, że „*bojaźnie wynikają z niewiedzy*”. M. Bielski, przytaczał we wrześniu 2009 na I Kongresie Elektryków Polskich znamienne wyniki badań socjologicznych, otóż na pytanie: *czy promieniowanie stacji bazowej jest szkodliwe, aż 75% respondentów odpowiedziało, że tak. Ale na pytanie, czy dysponujesz wystarczającą wiedzą do wygłaszania opinii o szkodliwości promieniowania elektromagnetycznego odpowiedzi pozytywnej udzieliło zaledwie 19% pytanych. (Oddziaływanie pól elektromagnetycznych na środowisko, SEP, 2009)*. Potrzebę informowania ludzi o wpływie pola EM na środowisko widzi bardzo mocno Światowa Organizacja Zdrowia - w opublikowanej właśnie w Polsce broszurze tej organizacji (*Wpływ pola elektromagnetycznego na zdrowie człowieka - płaszczyzny dialogu, PTZE, 2009*) możemy przeczytać: *niepokój społeczny związany z nowymi technologiami bierze się często z braku wiedzy i z poczucia zagrożenia ze strony sił, na które nie ma się wpływu. Jako naturalną metodę zmiany tej sytuacji WHO zaleca dialog z lokalnymi społecznościami oraz większe angażowanie się środowisk naukowych: ... społeczność naukowa (...) dostarcza informacji technicznej, a przy tym uważa się, że jest niezależna i apolityczna. Naukowcy mogą ułatwić społeczeństwu zrozumienie korzyści i ryzyka związanego z polem EM, a także pomóc organom nadzorującym ocenić sposoby zarządzania ryzykiem i oszacować konsekwencje różnych.*



Od kilkudziesięciu lat pole EM jest czynnikiem wykorzystywanym w medycynie, zarówno w terapii jak i diagnostyce. Ale to już jest zupełnie inna historia, warta osobnej prezentacji.