

wysoce hipotetyczne. Odnosi się to przede wszystkim do analiz pochodzenia zachowanych we fragmentach pism Plutarcha (*De stoicorum Repugnantiis*) stoickich (pochodzących głównie od Chryzypa) definicji pojęcia przestrzeni oraz oceny doksograficznych świadectw koncepcji Posejdoniosa pozaświatowej próżni.

*Zenon Eugeniusz Roskal*

K u s t e r N., B a l z a n o Q., L i n J. C. (eds), *Mobile Communications Safety*, Chapman & Hall, London–Weinheim 1997, ss. xiv + 279.

Początki telekomunikacji bezprzewodowej datują się na lata pięćdziesiąte obecnego stulecia, a od kilku lat następuje wręcz lawinowy jej rozwój. Z jednej strony gwałtownie wzrasta liczba aparatów telefonicznych (teraz w samych tylko USA używa się ok. 10 mln takich bądź zbliżonych aparatów [s. 65]), będących w istocie przenośnymi radiostacjami, a także liczba rozwiązań konstrukcyjnych i funkcjonalnych, doprowadzających do powstawania dużej różnorodności typów tych aparatów. Zwiększa się też znaczenie lokalnych (w niektórych zaś sytuacjach przemieszczających się) stacji przekaźnikowych, służących łączności między nimi. Zagęszczają się również pasma widma fal elektromagnetycznych przeznaczone do tego typu łączności. Szczególnie zmiany ostatniego typu dokonują się przy istotnym udziale międzynarodowych i państwowych ciał prowadzących działalność kontrolną i regulacyjną, a więc działalność o charakterze prawnym.

Rozwój telekomunikacji wspomnianego typu dokonuje się także przy udziale i w kontekście innych typów działalności. W pierwszej kolejności należy wyliczyć prace konstrukcyjne, inżynierskie, które mają za cel poprawę jakości połączeń (niezawodności, jakości przesyłanego sygnału), kompatybilność z innymi urządzeniami (technicznymi i pozatechnicznymi), optymalizację wymiarów i masy aparatów oraz mocy promieniowania elektromagnetycznego, używanego do przesyłania komunikatów. Nie bez znaczenia jest też minimalizacja kosztu pracy określonego systemu łączności, co jest wymuszane przez ostrą konkurencję w tym sektorze rynku, już teraz przynoszącym ogromne zyski, które w najbliższej przyszłości mają wzrosnąć wielokrotnie. W następnej kolejności trzeba wspomnieć o bardzo skomplikowanym i ważnym dziale kompatybilności elektromagnetycznej. Chodzi tu o niepowodowanie przez przenośne aparaty telefoniczne zakłóceń pracy innych urządzeń technicznych oraz niestwarzanie zagrożenia dla organizmów żywych, przede wszystkim dla ludzi, którzy są użytkownikami omawianych aparatów.

Oprócz zawierającej tylko jeden artykuł części pierwszej (*Mobile and personal communications in the 90s*), omawiana książka składa się z trzech innych części, nierównych pod względem liczby artykułów oraz obszerności. Pierwszy artykuł ma charakter przeglądowy. Zawiera on bardzo wiele istotnych informacji odnoszących się do rozlicznych niestacjonarnych systemów łączności działających przy wykorzystaniu promieniowania mikrofalowego. Pośrednio są to bardzo ważne informacje odnoszące się do stanu skażenia składowej elektromagnetycznej środowiska. Okazuje się, że w 1994 roku było na świecie ok. 52 milionów użytkowników telefonów komórkowych i ok. 50 milionów użytkowników radiowych systemów przywoławczych (*paging*). Roczne tempo przyrostu liczby użytkowników tych systemów jest bardzo wysokie: 58% w przypadku telefonii komórkowej i 40% – w przypadku łączności przywoławczej. Obecnie jest ono największe w rozwiniętych przemysłowo krajach Zachodu i Dalekiego Wschodu, jednak w najbliższym czasie przewiduje się jego gwałtowny wzrost w krajach mniej rozwiniętych, m. in. w państwach Europy Środkowej. Trzeba sobie uświadomić, że środowisko jest nasycane promieniowaniem elektromagnetycznym sztucznego pochodzenia nie tylko wskutek wzrastającej liczby aparatów nadawczo-odbiorczych, ale także wskutek przyrostu liczby obsługujących je stacji przekaźnikowych oraz przyrostu mocy tych urządzeń wymuszanej przez te i inne sztuczne źródła promieniowania elektromagnetycznego. Jednym ze sposobów osłabienia tego samonapędzającego się już procesu „tłoczenia” energii elektromagnetycznej do środowiska jest stosowanie rozmaitych systemów modulacji i kodowania przekazywania sygnałów. Tej potrzebie wychodzi też naprzeciw, stosowane zresztą od dawna, przydzielanie poszczególnych zakresów widma użytkownikom rozmaitych systemów łączności. Pomiędzy te systemy porozdzielano już prawo użytkownika widma w zakresie fal decymetrowych 810–960 MHz ( $\lambda = 31\text{--}37$  cm) oraz 1,4–2,1 GHz ( $\lambda = 14\text{--}21$  cm). Trzeba tu zwrócić uwagę, że nasycanie środowiska promieniowaniem o długościach fali pokrywających się z rozmiarami niektórych części ciała ludzkiego może prowadzić do bardzo skutecznej absorpcji energii elektromagnetycznej z otoczenia. Możliwość taką można uznać za potencjalne poważne zagrożenie dla stanu zdrowia ludzi i innych organizmów, zwłaszcza jeśli się weźmie pod uwagę wskazane wyżej tempo narastania liczby źródeł, natężenia i różnorodności generowanych pól.

Część druga (*State of knowledge*), najobszerniejsza, jest poświęcona omówieniu aktualnego stanu wiedzy. Zawiera ona 5 artykułów, z których dwa pierwsze, choć zajmują ponad połowę tej części, można potraktować jako pośrednio odnoszące się do zagadnienia wpływu pól elektromagnetycznych na organizmy, generowanych przez systemy zdalnej łączności. Trzy pozostałe artykuły dotyczą wprost tej problematyki.

Autorami pierwszego (*Experimental and numerical dosimetry*) są Niels Kuster i Quirino Balzano, badacze o uznanym dorobku w dziedzinie dozymetrii pól elektromagnetycznych. W rozdziale tym techniczność i przeglądowość korzystnie oddziałują na siebie. Jednym z ważnych skutków tego jest utrzymanie opisu stanu badań na po-

ziomie szczególności wystarczającym, by przekazywane informacje były jednoznaczne, drugim – objęcie tak szerokiego zakresu zadań, problemów, metod i wyników dozymetrii, że można uznać, iż problematyka została wyczerpująco scharakteryzowana (m. in. jest tu mowa o pojęciu mocy dawki energii pochłanianej przez jednostkę masy ekspozowanego na promieniowanie układu, pochłanianiu energii przez układy jednorodnie lub niejednorodnie, zgodności wyników pomiarów z normami bezpieczeństwa, o urządzeniach i materiałach stosowanych w dozymetrii, rozmaitych sposobach modelowania żywych tkanek, narządów i ciała ludzkiego, źródłach możliwych błędów pomiarowych i interpretacyjnych czy też dozymetrii numerycznej). Jak podkreślają autorzy w zakończeniu tego artykułu, badania w dziedzinie dozymetrii mają podstawowe znaczenie także dla konstruktorów sprzętu telekomunikacyjnego. Trzeba bowiem umieć możliwie dokładnie scharakteryzować jakościowo i ilościowo pola elektromagnetyczne generowane przez urządzenie i stwierdzić, czy przypadkiem określone jego parametry nie przekraczają jeszcze dopuszczalnych wartości.

Szczególnie ważnym problemem z zakresu kompatybilności elektromagnetycznej jest oddziaływanie sztucznie generowanych pól elektromagnetycznych na diagnostyczne czy też wspomagające urządzenia medyczne, takie jak elektroniczne defibrylatory i rozruszniki serca, układy automatyki sterującej elektrycznymi wózkami inwalidzkimi, układami sztucznego płuca czy elektronicznymi układami kompensującymi upośledzenie słuchu. Kwestie te zostały wyczerpująco omówione w rozdziale napisanym przez Howarda I. Bassena. Tutaj również podjęto kwestię technik pomiarów pól generowanych przez różnego rodzaju niestacjonarne źródła pól elektromagnetycznych oraz wyznaczania wrażliwości wspomnianych urządzeń na zewnętrzne pola elektromagnetyczne. Nie trzeba tu nikogo specjalnie przekonywać, że źródła takie, oddziałując na rozrusznik serca czy układ sterujący, mogą doprowadzić do śmierci człowieka (w pierwszym wypadku do zatrzymania serca, w drugim – do śmiertelnego wypadku, np. wskutek niespodzianego wjechania oczekującego na krawędzi ulicy wózka pod koła rozpędzonego samochodu). Niestety, zagrożenie to nie jest tylko teoretyczne. Co więcej, większość stosowanych obecnie niestacjonarnych urządzeń telekomunikacyjnych generuje pola o natężeniu przekraczającym dopuszczalne normy (s. 71, 84, 86), co w najbliższych latach każe przedsięwziąć odpowiednie zabezpieczenia techniczne lub administracyjne, w celu wyeliminowania bezpośredniego czy pośredniego zagrożenia ludzkiego życia.

Trzy ściśle odnoszące się do bioelektromagnetyki artykuły zostały wyróżnione według dość niejasnego kryterium. Dość obszerny artykuł W. Ross Adeya (*Bioeffects of mobile communications fields*) oraz krótkie opracowanie Craiga V. Byusa i Leo Hawela, III (*Additional considerations about bioeffects*) pozornie się dopełniają, ale w istocie zmierzają do nieco odmiennych konkluzji. Podczas gdy Adey zdecydowanie opowiada się za traktowaniem niejonizującego promieniowania elektromagnetycznego jako czynnika zagrożenia w środowisku, dwaj pozostali autorzy zajmują znacznie mniej radykalne stanowisko. Nie wykluczają, że pola generowane przez mobilne

urządzenia telekomunikacyjne mogą powodować niekorzystne skutki biologiczne (np. nowotwory, działając jako czynnik promujący lub współpromujący). Postulują jednak prowadzenie dalszych badań, uwzględniających np. niskoczęstotliwościową modulację amplitudową sygnału czy jego spójność. Adey z kolei wskazuje, że przeprowadzone zwłaszcza w ostatnich 15 latach badania w zakresie bioelektromagnetyki każą spojrzeć na układ żywy w inny sposób niż poprzez „zakotwiczoną” w biochemii fizjologię. Ważną rolę odgrywają tu próby zrozumienia materii żywej na poziomie atomowym, przy wykorzystaniu termodynamiki nierównowagowej oraz uwzględnianiu zjawisk elektrodynamicznych o charakterze nieliniowym (s. 122). Opinia tego badacza jest tu o tyle miarodajna, że w ostatnich 25 latach opublikował on wiele prac przeglądowych z zakresu bioelektromagnetyki. Mniej miejsca zajmuje omówienie skutków wywoływanych przez pola na poziomie narządów i tkanek, więcej zaś – rozmaitych mechanizmów, dzięki którym na poziomie komórkowym i subkomórkowym niejonizujące pola elektromagnetyczne w ogóle mogą oddziaływać na procesy życiowe, szczególnie na sygnalizację. Jednym ze skutków takiego właśnie oddziaływania są częściej pojawiające się nowotwory (w tym głównie nowotwory mózgu) w populacji osób ekspozowanych na pola sztuczne.

Bardzo istotne znaczenie mają w rozpatrywanej dziedzinie badania epidemiologiczne. Ich celem jest poszukiwanie korelacji pomiędzy współwystępowaniem pól radiowych o określonych charakterystykach a występowaniem rozmaitych chorób i zaburzeń. Najwięcej uwagi poświęcono tutaj nowotworom u ludzi, skutkom oddziaływania pól radiowych na narząd wzroku oraz na układ nerwowy. Ostatni artykuł drugiej części książki, którego autorem jest Ulf Bergquist (*Review of epidemiological studies*), omawia właśnie te zagadnienia.

Warto tu zauważyć, że autor zwrócił szczególną uwagę na wyniki badań zamieszczone niedawno w artykule Stanisława Szmigielskiego („Journal of the Total Environment”, 1996). Autor ten w przeprowadzonych badaniach epidemiologicznych wykazał znaczny wzrost częstości zachorowań na różne nowotwory personelu wojskowego obsługującego w latach 1971-1985 stacje radiowe i radarowe. Przyrost ten – mierzony stosunkiem przypadków stwierdzonych do częstości zachorowań w populacji kontrolnej – był znaczny: od półtorakrotnego do prawie czternastokrotnego! Pomimo tak znaczących różnic, Szmigielski nie wyciąga wniosku o związku przyczynowym pomiędzy napromieniowaniem a zapadalnością na nowotwory: wskazuje zaledwie na konieczność dokładniejszego zajęcia się tym problemem. Bergquist (widocznie dysponujący kopią artykułu przeznaczonego do publikacji) wskazuje na prawdopodobne luki metodyczne w dokumentacji przedstawionych wyników (s. 154). Sam zresztą w podsumowaniu swojego artykułu dochodzi do podobnego wniosku: badania na temat zwiększonej zachorowalności na wspomniane wyżej choroby zarówno dzieci, jak i ludzi dorosłych nie są przekonujące – należy jednak w dalszym ciągu prowadzić prace wykorzystujące coraz bardziej wyrafinowaną metodykę i odpowiednie grupy ekspozowane oraz kontrolne.

Część trzecia (*Biological research activities*) zorganizowana jest według kryterium geograficznego. Omówiono w nim stan badań w Ameryce Północnej (A. Sheppard), w Europie (B. Veyert, P. Semm) oraz w obszarze Azji i Pacyfiku (M. Repacholi, M. Taki). Jej konstrukcja jest nadzwyczaj niejednorodna: podczas gdy przegląd badań prowadzonych w Ameryce dotyczy badań nad powiązaniem między polami elektromagnetycznymi a nowotworami, przegląd badań europejskich jest dokonywany według funkcji życiowych, typów chorób i zaburzeń, dziedzin badań biologicznych i jako równorzędny im punkt nawet badania prowadzone w ramach programu COST, badania prowadzone w Azji i w krajach obszaru Pacyfiku omówiono w porządku chronologicznym, wyróżniając trzy kraje: Australię, Chiny i Japonię.

Przedostatnia część książki została poświęcona bardzo ważnemu problemowi uregulowań prawnych (*Regulation activities and standards*). Składa się z trzech artykułów, które odnoszą się do wyliczonych poprzednio obszarów kuli ziemskiej. W zakończeniu książki omówiono kryteria oceny literatury dotyczącej oddziaływania pól elektromagnetycznych na organizmy (*Criteria for the assessment of the EMF literature*). Jest to bardzo ważny, ale też niezwykle trudny problem. Zaskoczenie budzi fakt, że poświęcono mu tak mało miejsca – zaledwie 3 strony!

Książka została wydana jako czwarty tom w serii „Telecommunications Technology and Applications”. Dwa pierwsze poświęcone zostały technologii komunikacji za pomocą światła spójnego (t. I) oraz koncepcjom i narzędziom zarządzania siecią (t. II). Tom trzeci zaś jest podręcznikiem informatyki zorientowanej na potrzeby komunikacji multimedialnej i dokonującej się za pośrednictwem telekomunikacji antenowej („rozsiewnej”). Jak już wcześniej wspomniano, tom czwarty tej serii jest bardzo heterogenny pod względem zawartości. Sprawia wrażenie, jakby był przygotowywany w pośpiechu, o czym by mogło świadczyć choćby pominięcie w zamieszczonym w początkowej części książki wykazie autorów nazwisk N. Kustera i Q. Balzano, nie tylko autorów artykułów, ale także redaktorów tomu. Najważniejszym jednak powodem wspomnianej niejednorodności i dysproporcji jest fakt w dalszym ciągu trwającego, niezwykle burzliwego rozwoju telekomunikacji bezprzewodowej. Jej skutkiem są bardzo znaczne zmiany charakterystyk fizycznych środowiska. Nic dziwnego, że słusznie stało się to powodem uwzględniania w tym, oraz innych opracowaniach, kwestii z zakresu niedawno powstałej i niezwykle szybko rozwijającej się dziedziny, jaką jest bioelektromagnetyka.

Józef Zon