

Józef ZON

BIOELEKTROMAGNETYKA I ETYKA. NIEKTÓRE KWESTIE MORALNE ZWIĄZANE ZE SKAŻENIEM ELEKTROMAGNETYCZNYM ŚRODOWISKA

[Bioelectromagnetics and ethics. Some moral questions related to the electromagnetic pollution of the environment]

Abstract

Environment is a common good. The process of the destruction of the primeval state of its electromagnetic component has been taking place on the scale of the whole Earth. It may well be claimed that the extent of it surpasses the destruction of the natural environment in the chemical domain. Therefore, there is a moral obligation not only closely follow the results of the investigation in the domain of science, but also - where the social and political context of scientific study is concerned - to trying hard to ensure that the discussion on the possible risk (or risk/benefit relation) is honestly conducted.

W pracach Włodzimierza Sedlaka [1970; 1973; 1980]¹ można znaleźć odniesienia do zagrożenia ludzi i innych organizmów ze strony środowiska elektromagnetycznego. Stworzone przez człowieka źródła pól elektromagnetycznych są nierzadko setki tysięcy czy miliony razy silniejsze niż naturalne, ale też często mają charakterystyki różniące się bardzo od charakterystyk pól naturalnych. Choć najbardziej na działanie takich pól narażeni są pracownicy pewnych grup zawodowych², trzeba brać także pod uwagę wpływ tych pól na duże skupiska ludności. Odnosi się to szczególnie do linii przesyłowych energii elektrycznej, do stacji radiowych i telewizyjnych oraz urządzeń elektrycznych i elektronicznych rozmaitego przeznaczenia.

Jeśli weźmie się więc pod uwagę skalę rozpowszechnienia sztucznego promieniowania elektromagnetycznego oraz przypuszczalne niekorzystne skutki jego oddziaływania, problem trzeba uznać za bardzo poważny, ale też i wielo-

¹ Ze względu na ograniczenie miejsca nie zamieszczono tu opisów bibliograficznych. Osoby zainteresowane ich otrzymaniem mogą je otrzymać od autora (Katedra Biologii Teoretycznej KUL, Al. Raławickie 14, 20-950 Lublin).

² Czasami mówi się o nich, że pracują w "zawodach elektrycznych".

aspekty. Jeden z jego wymiarów stanowią kwestie moralne, które już są okazj-
nie poruszane przez badaczy, lekarzy i publicystów.

Do podjęcia tych problemów konieczne są dwa, dotąd jeszcze niedostatecznie
sprzężone ze sobą, ciągi badań. Pierwszy z nich to badania bioelektroniczne
ukazujące organizmy jako układy generujące promieniowanie elektromagnetyczne
o niezwykle bogatym spektrum oraz receptywne w stosunku do różnych oddziały-
wań elektromagnetycznych ze względu na własności ich składników. Drugi nurt
stanowią badania bioelektromagnetyczne, pokazujące że pola elektromagnetyczne
o różnych charakterystykach wywołują niezwykle zróżnicowane zmiany struktur i
procesów biologicznych.

1. TŁO PROBLEMOWE: BIOELEKTRONIKA I BIOELEKTROMAGNETYKA

Do bogatego zespołu czynników, w jakim od samego początku przebiegał
rozwój biosfery, należy promieniowanie elektromagnetyczne. Jest ono nie tylko
jedną z podstawowych form energii, ale także nośnikiem różnorodnych sygnałów.
Promieniowanie elektromagnetyczne niosące duże kwanty energii jest niewąt-
pliwie istotnym czynnikiem wywołującym mutacje i zazwyczaj bardzo poważne ich
skutki. Zastanawiać się tylko można, czy promieniowanie elektromagnetyczne o
stosunkowo małych energiach kwantu i małych gęstościach strumienia przeno-
szonej energii może oddziaływać na organizmy.

Bioelektronika jest dziedziną nauki poszerzającą obraz organizmu jako
układu prawie wyłącznie chemicznego, o wymiar różnych oddziaływań fizycznych.
Są one jednak traktowane jako mało znaczące dopóty, dopóki ich natężenia nie są
tak duże, że powodują widoczne zaburzenia lub nawet niszczą układ. W
charakterystycznym dla bioelektroniki ujęciu organizmu jest on niezwykle subtel-
nym i złożonym układem elektrochemoelektronicznym. Równorzędną, jeśli nawet
nie nadrzędną, rolę w stosunku do czynników chemicznych odgrywają w nim pola
elektryczne, magnetyczne i promieniowanie elektromagnetyczne. Co więcej,
bioelektronika pokazuje, że w biostrukturach może zachodzić wzajemne przetwa-
rzanie oddziaływań mechanicznych, cieplnych i elektrycznych, wskutek czego orga-
nizm jest uwrażliwiony na fizyczne oddziaływania zewnętrzne wszelkiego typu.

Bioelektromagnetyka z kolei bada skutki oddziaływania pól elektrycznych,
magnetycznych i promieniowań elektromagnetycznych o najrozmaitszych charak-
terystrykach na organizmy, ich składniki oraz zespoły organizmów. Spektrum
celów tych badań jest szerokie: sięga bowiem od zadań czysto poznawczych, pop-
rzez kwestie ochrony ludzi na ich stanowiskach pracy i zastosowania w leczeniu,
do możliwości wykorzystania w działaniach policyjnych czy wojskowych³. W rezul-

³ W związku z tym R. O. Becker [1990 s. 304] przytacza fragmenty przeglądu bio-
technologii przygotowanego przez Amerykańską Marynarkę Wojenną w 1982 r. Stwierdza się
tam, że pola elektromagnetyczne o skrajnie niskiej częstotliwości są potencjalnie użyteczne dla
"radzenia sobie z grupami terrorystycznymi, sterowania tłumem [...], w technikach stosowanych
przeciw ludziom w wojnie taktycznej. [...] Systemy takie mogą być także użyteczne dla
wywoływania lekkich, a nawet ciężkich zakłóceń fizjologii albo też zaburzeń psychicznych lub
wywoływania dezorientacji. Ponieważ ich działanie jest ciche i niewidoczne, trudno będzie
przeciwko nim stworzyć skuteczne przeciwśrodki".

tacie obraz organizmu jako układu receptywnego w stosunku do wspomnianych pól został ubogacony o ogromną liczbę szczegółów.

2. ZNISZCZENIE PIERWOTNEGO ŚRODOWISKA ELEKTROMAGNETYCZNEGO

Pierwotnie istniejące, a więc naturalne, charakterystyki promieniowania elektromagnetycznego zostały przez współczesną cywilizację techniczną drastycznie zmienione przez stworzenie sztucznych źródeł promieniowania. Wszystkie te źródła promieniowania elektromagnetycznego można zmieścić w obrębie dwu bardzo ogólnych kategorii. Do pierwszej należą urządzenia, których zadaniem jest równomierne (albo też odpowiednio nakierowane) rozsiewanie energii elektromagnetycznej na możliwie największą odległość. Są to nadajniki radiowe i telewizyjne oraz systemy, gdzie informacja jest przenoszona w postaci elektromagnetycznej pomiędzy kolejnymi stacjami przekaźnikowymi. Niesłychanie bogatą kategorię sztucznych źródeł pola stanowią różne urządzenia przemysłowe, naukowe i medyczne oraz używane w biurach i gospodarstwie domowym, które w sposób nie zamierzony przez ich konstruktorów wysyłają w otaczającą przestrzeń część energii w postaci pól elektromagnetycznych o skomplikowanych charakterystykach. Promieniowanie to traktuje się jako potencjalny czynnik zakłócający działanie innych systemów elektronicznych [Strużak 1984] (stacji radiowych i telewizyjnych, komputerów stacjonarnych i lotniczych itp.).

Trzeba sobie uświadomić fakt, iż spośród wszystkich czynników, które współtworzą nasze otoczenie, działanie czynnika elektromagnetycznego sięga największych obszarów. Na jego działanie wystawione są więc ogromne grupy ludności, często bez ich wiedzy i świadomej zgody. Sieć elektroenergetyczna oplata wszystkie kontynenty - cała zatem biosfera znajduje się pod działaniem pól niskiej częstotliwości, które swym wpływem sięgają także jonosfery i magnetosfery, modyfikując także ich charakterystyki. Podobnie rzecz się przedstawia z generatorami fal radiowych, które zasięgiem swym także obejmują olbrzymie obszary.

Choć od promieniowania, teoretycznie rzecz rozpatrując, można się do pewnego stopnia izolować (klatki Faradaya), nie jest to jednak praktycznie możliwe w przypadku pól magnetycznych o bardzo niskiej częstotliwości. W przypadku fal krótszych izolacja taka w pewnym stopniu dokonuje się dzięki żelbetowej konstrukcji nowoczesnych budynków, jednak i te konstrukcje pod wpływem docierającego do nich promieniowania stają się wtórnym jego źródłem.

Nie wszystkie obszary są w jednakowym stopniu narażone na napromieniowanie. Najbardziej bogate w energię elektromagnetyczną są strefy w najbliższym otoczeniu nadajnika czy też innego generatora tego rodzaju pól. W większych natomiast odległościach od źródła większe natężenia⁴ występują w strefach, gdzie poprzez nakładanie się docierających bezpośrednio lub odbitych fal sumuje się energia elektromagnetyczna pochodząca z różnych źródeł. Szczególnym obszarem zwiększonego natężenia promieniowania mogą być "korytarze" łączące ze sobą stacje przekaźnikowe.

⁴ Ale oczywiście nie tak duże, jak w pobliżu źródła.

Jeśli chodzi o maszty antenowe radiostacji, to ich celem jest umożliwienie docierania przez emitowane promieniowanie do możliwie największej liczby odbiorców. I choć nie każdy rodzaj promieniowania ma zauważalną wartość natężenia w wielkiej odległości od źródła (np. fale ultrakrótkie docierają w zwykłych warunkach tylko do horyzontu), to jednak fale średnie, a zwłaszcza krótkie, w odpowiednich warunkach (dzięki odbiciom) docierają bardzo daleko. Promieniowanie wytwarzane przez źródła sztuczne ma rozmaite charakterystyki, z których część wprost podpada pod kategorię potencjalnie niebezpiecznych⁵. Często oddziaływanie promieniowania z materią ożywioną jest mało rozpoznane albo nawet zupełnie nierozpoznane od strony naukowej⁶.

3. ZAGROŻONE ZDROWIE LUDZI I INNYCH ORGANIZMÓW?

Ażeby można było zasadnie podnosić problem zagrożenia ze strony sztucznych pól elektromagnetycznych, należy dysponować rzetelnymi danymi naukowymi. Obecnie nie ma już wątpliwości, że pola elektromagnetyczne o określonych charakterystykach mogą oddziaływać bardzo silnie na organizmy żywe. Ogłoszono już na ten temat wyniki tysięcy prac naukowych. Szczególnie ważną ich grupę (jednak zdecydowanie mniej liczną) stanowią te, które wprost lub pośrednio dotyczą oddziaływania na ludzki organizm pól sztucznych o charakterystykach uznawanych dotąd za bezpieczne. Wykazano bowiem, że pola wytwarzane przez linie przesyłowe energii elektrycznej mogą być brane pod uwagę jako czynnik, jeśli nie inicjujący nowotwory, to przynajmniej wspomagający ich rozwój [Törnquist i wsp. 1991; Löscher 1993; Feychting, Ahlbom 1993] bądź wywołujący wady rozwojowe [Delgado i wsp. 1982; Cameron i wsp. 1993]. Zwraca się też uwagę, że bliska obecność źródeł tych pól koreluje ze zwiększoną częstością skargi na bóle głowy [Poole i wsp. 1993], a nawet częstszymi próbami samobójstw [Perry i wsp. 1981].

Ogłoszono też pewną liczbę prac wskazujących na możliwość szkodliwego oddziaływania sprzętu komputerowego, urządzeń elektrycznych i elektronicznych na zdrowie ludzi [Bergquist 1984; Bastuji-Garin i wsp. 1990; Savitz, Loomis 1990; Juutilainen i wsp. 1990]. Nie wszyscy badacze jednak akceptują wspomniane wyniki badań [Stone 1992].

4. BARDZO WYSOKA STAWKA

Można powiedzieć, iż społeczność badaczy zajmujących się bioelektromagnetyką także stoi w obliczu bardzo poważnych dylematów teoretycznych, moralnych i ekonomicznych (konflikt interesów) [Adair 1992]. Jeśliby bowiem okazało się, że promieniowanie omawianego tu zakresu należy uznać za szkodliwe już przy poziomach natężenia nie przekraczających obecnych norm dopuszczalnego

⁵ Zdarza się, że stacje UKF pracują na częstościach tak "dopasowanych" do rozmiarów organizmu ludzkiego, że następuje zwiększone (rezonansowe) pochłanianie docierającej do niego energii [Guy 1992].

⁶ Chodzi tu o różne typy modulacji, natężenia, polaryzacji oraz ich kombinacje.

napromieniowania pracowników i zbiorowisk komunalnych, to w pierwszej kolejności będzie musiała zostać dokonana stosowna korekta odpowiednich norm. W związku z tym badania w zakresie bioelektromagnetyki i dziedzin z nią związanych powinny być uznane za priorytetowe. Tego rodzaju trend występuje już od dziesięciu co najmniej lat. Warto więc odnotować, że obecnie, np. w USA, koszty badań prowadzonych w zakresie bioelektromagnetyki⁷ ocenia się na miliard dolarów rocznie i przewiduje się ich dalszy wzrost [Pool 1990c].

Bardziej zdecydowany sprzeciw wobec źródeł energii elektromagnetycznej spowodowałby również poważne reperkusje gospodarcze i strategiczne. Trzeba tu bowiem pamiętać o państwach, które dla celów obronności posługują się systemami niezwykle rozbudowanych i dalekosiężnych elektromagnetycznych urządzeń komunikacyjnych, zakłócających i lokalizujących, pracujących także w omawianych tu zakresach widma elektromagnetycznego. Koszty, jakie musiałyby być poniesione w związku z wymuszoną zmianą wojskowych systemów elektronicznych, byłyby olbrzymie.

Należy także wspomnieć o potencjalnych dodatkowych obciążeniach prywatnych, społecznych i państwowych dysponentów stacji radiowych, telewizyjnych i przekąźnikowych. Gdyby na ich nadajniki zostały nałożone dalsze ograniczenia wypromieniowywanej mocy lub gdyby zostali zmuszeni do wykupienia dodatkowych terenów w celu poszerzenia stref ochronnych, to ekonomiczne skutki tych zmian byłyby dla nich nie mniej dotkliwe. Ta zmiana nastawienia musiałaby też poważnie dotknąć wytwórców, dystrybutorów i użytkowników tak dziś "zelektronizowanego" przemysłu rozrywkowego, oraz użytkowników elektronicznego sprzętu biurowego (np. komputery) i domowego (np. kuchnie mikrofalowe).

Gwałtowna zmiana⁸ opinii publicznej odnośnie do sztucznie wytwarzanej energii elektromagnetycznej obecnej w środowisku, a w konsekwencji zmiana upodobań konsumentów mogłaby postawić w obliczu poważnych trudności nie przejawiających inwencji wytwórców sprzętu elektrycznego i elektronicznego i po prostu wyeliminować ich z rynku.

Skutki głębokiej rewizji dotychczasowych norm dopuszczalnego napromieniowania odbiłyby się też na firmach ubezpieczeniowych, a w końcu na stanie ekonomicznym państw, jeśli się okazało, że duża liczba osób będzie w stanie udowodnić, iż doznała uszczerbku na zdrowiu, czy to w miejscu pracy, czy też w miejscu zamieszkania [Florig 1992].

Wskazano tu jedynie na ekonomiczny aspekt zagadnienia. Zważywszy jednak na fakt, iż z zagadnieniem tym i sposobem jego rozstrzygnięcia związany jest ściśle problem zdrowia ludzkiego i integralności przyrody ożywionej, trzeba uznać, iż stawka w prowadzonej tu grze jest bardzo wysoka. Nic też dziwnego, że sytuacja ta musi rodzić poważne dylematy także natury moralnej [Florig 1992].

⁷ Na które ma wpływ - zauważmy - tocząca się debata na omawiany tu właśnie temat.

⁸ Już teraz w USA rekonstrukcje urządzeń, przeprojektowywanie usytuowania linii energetycznych oraz wygrywane sprawy sądowe o rekompensaty z tytułu poniesionych szkód na zdrowiu pociągają za sobą olbrzymie koszty - koszty wymuszone przez przekonaną o szkodliwości oddziaływania pól opinię publiczną [Moore 1991].

5. ASPEKTY MORALNE

Naszkieowane tu zostaną takie sytuacje, w których zaangażowane osoby mogą stawać w obliczu konfliktu sumienia, a także takie, gdzie bierne zachowanie się wobec już istniejącej sytuacji podlega osądowi moralnemu. Występuje to przynajmniej w czterech dziedzinach, ściśle zależnych od siebie: a) badań naukowych; b) ustanawiania norm dopuszczalnego narażenia na promieniowanie; c) informowania społeczeństwa o wynikach prowadzonych badań oraz d) podejmowania decyzji we własnej sprawie.

5.1 DZIEDZINA BADAŃ NAUKOWYCH: KONTROWERSJE WOKÓŁ REALNOŚCI ODDZIAŁYWANIA PÓL ELEKTROMAGNETYCZNYCH

Badania naukowe dotyczące kwestii społecznie i gospodarczo doniosłych są dziedziną tylko pozornie izolowaną od czynników zewnętrznych, zwłaszcza politycznych. W rzeczywistości sami badacze muszą często stawać w obliczu konieczności dokonywania rozstrzygnięć o charakterze moralnym.

Prócz wspomnianych wyżej danych o niekorzystnym oddziaływaniu pól, dostępne są także wyniki badań, w których nie potwierdzono wykrytych wcześniej korelacji [McDowall 1986; Lorimore i wsp. 1990; McCann i wsp. 1993; Gamberale 1990; Cox i wsp. 1993; Huuskonen i wsp. 1993]. Podobnie ma się też sprawa z oddziaływaniem na stan zdrowia pól wytwarzanych przez terminale komputerowe: wcześniejszym danym o możliwościach zaburzającego rozwój zarodkowy i poronnego oddziaływania przeciwstawiono prace, w których takich skutków się nie stwierdza [np. Nurminen, Kurppa 1988; Schorr i wsp. 1991; Kurppa i wsp. 1985], inni autorzy zaś [Slesin, Connelly 1991] oraz [Newcombe, Coles 1991] wskazują na metodologiczne niejasności tych badań.

Z całą pewnością zaobserwowanych skutków oddziaływania linii energetycznych nie można wytłumaczyć tylko jako podgrzewania tkanek spowodowanego przez pola ani też odwołanie się do mechanizmu rezonansu elektrycznego. Nie mają więc tu zastosowania dwa najpoważniejsze i uznane mechanizmy oddziaływania pól zakresu radiowego i mikrofalowego na organizmy. Trudno się więc dziwić, że zwłaszcza wokół wyników uprawdopodobniających tezę o możliwości szkodliwego oddziaływania na ludzi pól o częstościach sieciowych toczy się niezwykle ostra dyskusja.

Większość badań w zakresie bioelektromagnetyki jest finansowana przez instytucje zainteresowane ich wynikami, szczególnie wojskowe [Becker 1985, s. 317-326; Becker 1990, s. 297-304]. Wskazuje się na fakt, iż poważną część panelu, który wydał werdykt deprecjonujący wagę badań nad oddziaływaniem sieciowych pól elektromagnetycznych na ludzi, stanowili badacze z instytucji zainteresowanych akurat takim wynikiem werdyktu [Anderson 1992]. Nic dziwnego, że postuluje się podjęcie badań przez instytucje, które nie są zainteresowane ani materialnie, ani też prestiżowo⁹ [Dougherty 1991].

⁹ Czysto naukowym sporom w tej dziedzinie towarzyszy też otoczka erystyczna. Racje ekonomiczne, techniczne i wojskowe uznaje się często (choć nie zawsze wprost) za nadrzędne.

Szczególnie ostry atak kierowany jest na badania epidemiologiczne. Trzeba bowiem pamiętać, że badacz dysponujący zestawem danych o zapadalności na określone choroby i występowaniu pól elektromagnetycznych może w ten sposób prowadzić analizy statystyczne, że uzyska to, czego oczekiwał [Severson i wsp. 1990]. Bywa też czasem i tak, że badacz dysponujący określonymi danymi nie wydobędzie z nich informacji, jakie są na ich podstawie osiągalne [Archer 1990]. Jednak tego rodzaju zachowania można zaklasyfikować (wyłączając oczywiście brak kompetencji) albo jako niedbałość, której wynikiem jest nieefektywność badań, albo jako manipulowanie danymi. Obydwa te typy zachowania podlegają negatywnemu osądowi moralnemu.

Trzeba ponadto mieć świadomość, że badania statystyczne wykazujące nawet najbardziej ściśle korelacje pomiędzy występowaniem pól i występowaniem skutków biologicznych mają - przynajmniej z teoretycznego punktu widzenia - charakter wstępny. Najbardziej bowiem istotną sprawą jest ustalenie zachodzenia tutaj związku przyczynowego. Jeśli chce się poddać krytyce nawet najmocniej wyrażone korelacje, ich wartość poznawczą można odrzucać na wiele sposobów.

Podstawowa grupa tych sposobów to doszukiwanie się możliwych braków procedury: wskazywanie np. na - deprecjonujące uzyskany wynik - nastawienie badacza [Choi, Noseworthy 1992]. Subiektywne nastawienie, jeśli odgrywa zauważalną rolę w badaniach epidemiologicznych, może spowodować przecenienie wagi stwierdzonych współbieżności [Adair 1992] albo też przeciwnie - ich niedocenienie. Warto zauważyć, że sami badacze, którzy stwierdzali korelacje pomiędzy występowaniem nowotworów oraz pól, byli raczej skłonni pomniejszać skalę zagrożenia, niż ją powiększać [Calle, Savitz 1987].

Wsparta danymi statystycznymi błędna sugestia co do przyczyny obserwowanych zmian chorobowych może być skutkiem pominięcia współwystępowania z polami elektromagnetycznymi innych czynników (które są najczęściej natury chemicznej), mogących być prawdziwą przyczyną stwierdzonych znaczących w tym względzie korelacji [Moore 1991; Reiznstein 1993]. Są to tylko niektóre błędy i uchybienia w procedurach badawczych spotykane w epidemiologii.

Bogatą listę możliwych źródeł błędów w badaniach epidemiologicznych i w interpretacji uzyskanych na tej drodze wyników podaje Michaelson [Michaelson 1987; Michaelson 1991]. Należy tu podkreślić, że w toczącej się dyskusji akcentuje się poglądy i umacnia opinię, iż wszystkie badania, w których wykazuje się możliwość szkodliwego oddziaływania sztucznie wytworzonych pól, są obciążone poważnymi błędami metodycznymi i interpretacyjnymi. Opinie takie pośrednio [Moore 1991] lub bezpośrednio [Jauchem 1992a] dyskredytują wyniki poznawcze i

Dlatego badania naukowe nakierowane na wykrycie ewentualnego ryzyka związanego z oddziaływaniem pól elektromagnetycznych na układy żywe nazywa się kosztownym i odwracającym uwagę od poważnych kwestii zajmowaniem się zjawami [Foster 1991], a ostrą kontrowersję w tym względzie określa się mianem "szumu naukowego" [Foster 1986; Foster, Pickard 1987]. Piśmiennictwo zaś w tej dziedzinie ocenia się jako "przesiąknięte spekulacjami autorstwa nawet wybitnych badaczy" [Foster 1991]; wreszcie twierdzenia o istnieniu skutków biologicznych pól wytworzonych przez linie przesyłowe i elektryczny sprzęt domowego użytku - "Nowymi (magnetycznymi) szatami cesarza" [Moore 1991].

praktyczne tych badań. Dodatkowy problem stanowi nieunikniona doza subiektywności [Stuchly 1987], a więc i pewna dowolność w ocenie ryzyka negatywnego oddziaływania pól [Foster, Guy 1986] oraz nadużywanie niektórych metod statystycznych [Wartenberg, Savitz 1993].

Niebagatelny, tym razem już ściśle poznawczy, problem stanowi luka teoretyczna w zakresie - nie zaakceptowanych jeszcze szerzej w decydujących kręgach społeczności naukowej - mechanizmów, które mogą leżeć u podstaw oddziaływania pól elektromagnetycznych. Za poważny argument przeciw zagrożeniu ze strony pól uważa się brak dowodów za zachodzeniem proporcjonalności pomiędzy pochłoniętą dawką energii a wywołanymi tymi skutkami [Jauchem 1990; Shulman 1990; Anderson 1993]. Dla podważenia związku przyczynowego pomiędzy występowaniem pól a ich ujemnym wpływem na organizmy można po prostu z góry wykluczać wszystkie mechanizmy poza jedynym zazwyczaj niekwestionowanym, jakim jest mechanizm termiczny [Jauchem, Meritt 1991; Michaelson 1991]¹⁰. Jednak w przypadku pól o niskiej częstotliwości i o stosunkowo niewielkich wartościach natężenia nie może on wchodzić w grę. Ponadto, jeśli się porówna gradienty potencjału wytwarzane w organizmie przez omawiane pola z normalnymi fizjologicznymi gradientami na wskroś błon biologicznych, różnica jest kolosalna. Zewnętrzne pola generują niewielkie różnice potencjałów, nawet w porównaniu z tymi, jakie powstają w rezultacie ruchów cieplnych w bioukładach. Wszystkie więc mechanizmy, które wchodziłyby w grę przy tak subtelnych oddziaływaniach zewnętrznych, umieszcza się w deprecjonującej kategorii "jeżeliśtyki" [Pool 1990b]. Można zatem przyjąć postawę charakterystyczną dla wielu fizyków: skoro nie wiedzą oni jaki mechanizm mógłby powodować zwiększanie się częstości występowania nowotworów w pobliżu przesyłowych linii elektrycznych, odnośne badania epidemiologiczne nie mają dla nich większej wartości [Lindley 1990]. Można też uznać tę dziedzinę badań - przynoszącą tak kłopotliwe wyniki za mało ważną, nawet zbędną, sugerując wstrzymanie jej finansowania [Foster, Guy 1986].

Jest rzeczą zastanawiającą, że ostrym protestom badaczy (mających często mocną pozycję w świecie instytucji badawczych) występujących przeciw opiniom o szkodliwości słabych sztucznych pól elektromagnetycznych, można przeciwstawić poglądy i wyniki badań innych (daleko mniej licznych) badaczy o nie mniej uznanej pozycji, którzy wykazują, iż pola takie można z pożytkiem wykorzystywać w terapii [Basset 1993; Aaron i wsp. 1993]. Ubocznym skutkiem tej mocno konfliktowej sytuacji jest dobrze opłacane angażowanie się badaczy w spory sądowe, gdzie spełniają oni rolę świadków-ekspertów [Jauchem 1991b].

Obecnie sytuacja wygląda więc tak, że jeśli się nie chce przyjąć opinii, iż pola elektromagnetyczne należy traktować jako czynnik skażający środowisko, to można celowo żądać nie kończących się uzasadnień i precyzowania opisu sytuacji badawczej. Można też wyszukiwać różnorakie racje, które by mogły osłabić wymo-

¹⁰ Nie wszyscy jednak badacze powiązani z instytucjami wojskowymi są tak radykalni w żądaniu wskazania niekwestionowalnych w tym kontekście mechanizmów, na przykład [Guy 1992] stwierdza tylko, że znajomość mechanizmów oddziaływania stwarzałaby sytuację idealną.

wę uzyskanych potencjalnie niepokojących wyników. Takie działania niewątpliwie należy zaliczyć do kategorii zachowań problematycznych moralnie.

Jest komunałem stwierdzenie, że finansowanie badań przez instytucje państwowe powinno służyć dobru państwa, które to dobro winno z kolei pokrywać się nie tylko z jego własnym dobrem, ale także z dobrem ogólnoludzkim. Instytucje niższego rzędu, w tym także prywatne, zazwyczaj rządzą się zasadą egoizmu gospodarczego, a więc dbają wyłącznie o swoje przetrwanie i rozwój. Nic więc dziwnego, że nie można mieć zaufania do wyników badań, których głównymi sponсорami są instytucje żywotnie zainteresowane np. wytwarzaniem i przesyłaniem energii elektrycznej [Florin 1992].

Choć nie zawsze jest tak, że państwa lub bloki państw znajdują się w sytuacji konfliktowej, to jednak na co dzień trwa ostra rywalizacja, nie omijająca ani instytucji, ani państw i ich bloków. Zbyt szybka rezygnacja przez państwo na przykład z używania określonego typu promieniowania może osłabić jego potencjał obronny albo upośledzić w nim obieg informacji oraz zmniejszyć jego zdolność wpływania na kształtowanie opinii o nim samym¹¹.

Polityk podejmujący tego typu decyzje może stawać w obliczu konfliktu moralnego: czy w imię dość prawdopodobnych racji przemawiających za ograniczeniem promieniowania, ograniczać je z widoczną szkodą dla państwa, czy w imię jego dobra ignorować ewentualne zagrożenie? Nawet przyjęcie zasady wyboru mniejszego zła przy problemach tej skali nie jest jednoznaczne moralnie.

Warto też pamiętać, że środki jakie można przeznaczyć na jakiegokolwiek badania, są zawsze ograniczone. Odnosi się to również do bioelektromagnetyki. Politycy i administratorzy stają więc bardzo często przed mającymi także moralny kontekst decyzjami dotyczącymi priorytetów badawczych: czy posiadane środki przeznaczyć na omawianą tu dziedzinę, czy np. na badania nad HIV [Stone 1992], czy też na rozwiązanie innego jeszcze donioślejszego społecznie problemu [Weisburger 1990; Reizenstein 1993] albo nawet na program uśmierzenia niezdrowego zainteresowania problematyką bioelektromagnetyki. Widać więc, że także względy polityczne mają istotny wpływ na sposób finansowania badań i wybór dziedzin w tym względzie. Wpływy te mogą sięgać również w sferę kształtowania pewnych norm, o czym będzie mowa poniżej.

Finansujące badania instytucje niższego poziomu, o ile nie są powiązane z "producentami elektromagnetyczności", mogą pozwolić sobie na bardziej otwartą postawę. Kuriozalna, ale mająca też wymiar moralny, jest sytuacja, kiedy badacz wcześniej sceptycznie odnoszący się do kancerogenności oddziaływania pól częstotliwości sieciowej na dzieci, z chwilą uzyskania odpowiedniego stanowiska administracyjnego dającego możliwość kierowania projektem badawczym o budżecie kilku milionów dolarów, dopuszcza możliwość, iż od 30 do 40% tych nowotworów może być wynikiem oddziaływania pól [Pool 1990a]. Przykład ten pokazuje, jak w sytuacji niepewności poznawczej, obudowanej ostrą kontrowersją polityczną, także kwestią moralnego wyboru pozostaje przeznaczenie środków na wsparcie jednej ze stron sporu rozgrywającego się zarazem na płaszczyźnie naukowej.

¹¹ Przykładem takiej sytuacji jest spór toczący się wokół odbudowy i ponownego uruchomienia masztu radiowego w Gąbinie k. Płocka.

5.2. PŁASZCZYZNA NAUKOWO-PRAWNA I POLITYCZNA: TWORZENIE I USTANAWIANIE NORM OCHRONNYCH

Jeśli chodzi o tworzenie norm, procedury postępowania są tu w zasadzie standardowe. Standardowymi nie mogą być jednak niektóre krytyczne momenty, prowadzące do ustanawiania norm dopuszczalnego napromieniowania. Można bowiem, po pierwsze, w taki sposób formować opiniodawcze zespoły specjalistów, by przygotowali oni dokument o z góry zadanej zawartości. W formowaniu zespołu opiniodawczego pomijani będą wtedy badacze mający w swym dorobku publikacje z przyjętego punktu widzenia niepożądane. Ich pominięcie można uzasadnić na przykład tym, że są oni skłonni do nieuzasadnionego "faktami" stwarzania psychozy zagrożenia. Kryteria doboru członków takiego zespołu badawczo-opiniodawczego mogą być również nieobiektywne i nieuczciwe, jeśli np. preferuje się angażowanie badaczy powiązanych z lobby elektronicznym czy elektroenergetycznym.

Członkowie zespołów normotwórczych mogą również przeżywać rozterki moralne, czy to wynikające z konieczności sformułowania bezstronnej oceny posiadanej dokumentacji naukowej (której istotną częścią mogą być własne opracowania), czy to dotyczące głosowania nad ostatecznymi wnioskami, zwłaszcza gdy konsekwencje zajętogo stanowiska mogą być negatywne. Może bowiem to mieć wpływ na dalsze badania uczonego, a nawet na losy kierowanej przez niego instytucji badawczej [Anderson 1992]. Te - najczęściej uwarunkowane niejasną sytuacją badawczą - opinie, ekspertyzy, normy i zalecenia mogą mieć (i często mają) istotny ciężar moralny, o którym nie można tu nie wspomnieć.

Tworząc normy można, właśnie z pozapoznawczych powodów, w taki sposób określać zasady pomiarów pól, by pomijały one charakterystyki niewygodne. Przykładem może tu być pomijanie pomiaru wartości natężenia pola magnetycznego w normie odnoszącej się do pomiarów pól o częstości sieciowej. Wiadomo skądinąd, że pole magnetyczne - w odróżnieniu od elektrycznego - nie będąc ekranowane przez elektrolity tkankowe, wnika w nie indukując w nie prądy elektryczne. Zgromadzono wiele danych świadczących o skuteczności biologicznej bardzo nawet słabych pól magnetycznych [np. Wever 1968].

Mogą również wystąpić sytuacje, w których pojawiają się kwestie odpowiedzialności moralnej, pomimo iż (zgodnie z obowiązującymi przepisami) prawo formalnie nie zostało naruszone. Wobec takich problemów może stanąć badacz (lub osoba innego zawodu) posługujący się źródłem promieniowania o zupełnie nowych parametrach¹² czy kombinacjach parametrów¹³ albo też promieniowaniem oddziałującym łącznie z innymi czynnikami. Ma się tu więc do czynienia z brakiem stosownej normy prawnej.

¹² Przykładem może być tu promieniowanie, które charakteryzując się mocą w impulsie rzędu kilkuset megawatów, ma moc uśrednioną, która nie przekracza dopuszczalnych jej poziomów i może oddziaływać na kognitywne funkcje mózgu zwierząt [Raslear i wsp. 1993].

¹³ Zwraca się na to uwagę w opracowaniu [Mikołajczyk, Kameduła 1989], gdzie stosunkowo obszernie omówione zostały podstawowe systemy norm ochronnych oraz wskazane kierunki ich pożądanych modyfikacji.

Ważną rolę przy ustalaniu norm napromieniowania odgrywają czynniki ekonomiczne, społeczne i - w pewnym zakresie - wspomniane już wyżej polityczne. Należy też wiedzieć, iż uznanie w normie prawnej określonego typu promieniowania, w określonych warunkach, za bezpieczne, nie jest równoznaczne ze stwierdzeniem, że promieniowanie nie wywołuje żadnych skutków biologicznych. Uzasadnieniem bowiem dla wprowadzenia jakichkolwiek norm zabezpieczających jest uzgodniony przez normodawców stosunek uzyskiwanych korzyści (a te mogą być różnorodnej natury) do strat (ryzyka dla zdrowia) [Foster, Guy 1986; Grandolfo 1993]. Ponieważ obydwie te człony relacji często są trudne od dokładnego oszacowania, sprawą wycucia, wspartego fachową wiedzą, pozostaje ocena ich wagi. Jednym ze składników tej trudnej sytuacji decyzyjnej pozostaje uświadomienie sobie ciężaru odpowiedzialności za ewentualne dopuszczenie do szkód w bliższej i dalszej przyszłości.

Nie można też pominąć milczeniem stwierdzanego w badaniach statystycznych porównania ryzyka związanego z ekspozycją na omawiane pola z ryzykiem wynikającym z działania innych czynników. W przypadku nowotworów porównanie to wypada zdecydowanie "na korzyść" pól elektromagnetycznych. W ich przypadku współczynnik ryzyka zapadnięcia na nowotwór wynosi niewiele więcej niż 1, podczas gdy dla nałogowego palenia papierosów sięga on od 10 do 30 [Silverman, za: Jauchem, Meritt 1993].

Jeśli chodzi o diagnostykę medyczną, dobrym przykładem takiej sytuacji jest święcąca tryumfy tomografia komputerowa, wykorzystująca zjawisko jądrowego rezonansu magnetycznego. W terapii za przykład można wziąć mikrofalową hipertermię stosowaną w zwalczaniu nowotworów. Bezpośrednie korzyści wynikające ze stosowania tych metod są oczywiste; nie jest natomiast oczywiste występowanie przesuniętego w czasie ryzyka wynikającego z ekspozycji organizmu na pola magnetyczne o olbrzymim natężeniu (tomografia).

Z kolei jeśli chodzi o warunki pracy biurowej, można zwrócić uwagę na coraz powszechniejsze wykorzystywanie systemów komputerowych. Niekwestionowaną korzyścią wpływającą z ich zastosowania jest wzrost jakości i zwielokrotnienie wydajności pracy. Odbywa się to jednak być może za cenę zwiększonego ryzyka dla zdrowia, zwłaszcza tych pracowników, którzy przez wiele godzin w ciągu dnia znajdują się pod działaniem niezwykle złożonych pól elektromagnetycznych¹⁴ tych

¹⁴ Warto zauważyć, że nie jest to kwestia oddziaływania promieniowania jonizującego i składowej elektrycznej emitowanego pola, które to czynniki dają się stosunkowo skutecznie wytłumić za pomocą odpowiednich filtrów nakładanych na monitor. System ten i jego składniki (zwłaszcza okablowanie) jest w dalszym ciągu bardzo "wydajnym" źródłem pól elektromagnetycznych. Bardzo prostą, jakościową, próbą zapoznania się z tą sytuacją ekspozycyjną może być proste doświadczenie. Należy najpierw "przesłuchać" przy użyciu np. przenośnego radiodbiornika "luki" pomiędzy pracującymi stacjami na falach długich, średnich, krótkich i ultrakrótkich. Następnie można włączyć sam komputer i ponownie "przesłuchać podane luki". By obraz generowanego przez system komputerowy pola był pełniejszy, należy włączać kolejne urządzenia i słuchać, co dzieje się we wspomnianych "lukach", kiedy są one włączone lub kiedy następuje transmisja danych do lub od nich. Gdyby zachodziły wątpliwości co do tego, gdzie znajduje się źródło wykrywanych pól, wystarczy pokręcić odbiornikiem wokół osi pionowej. Kierunek długiej osi odbiornika w chwili najgłośniejszego odbioru wskaże na źródło

systemów. Jeżeli dyskusja nad możliwymi biologicznymi skutkami ekspozycji na te pola trwa jeszcze, jest kwestią osądu moralnego dopuszczanie do nadmiernej ekspozycji na promieniowanie radiowe pracowników pracujących bezpośrednio przy komputerach lub obok nich (np. za ścianą - skąd jakkolwiek komputery są niewidoczne - to jednak dociera od nich zazwyczaj w tylko w niewielkim stopniu osłabione promieniowanie elektromagnetyczne).

5.3. DZIEDZINA KOMUNIKACJI SPOŁECZNEJ: ODPOWIEDZIALNE INFORMOWANIE O STANIE ZAGROŻENIA LUB JEGO NIEISTNIENIU

Poważna doza odpowiedzialności moralnej ciąży na popularyzatorach nauki oraz dziennikarzach, którzy wyniki badań i ich znaczenie komunikują dużym grupom społecznym. Obawy usypiać można na wiele sposobów. Można w tym celu posługiwać się nawet tak prostym argumentem jak ten, że sztucznie wytworzone pola linii energetycznych absolutnie nie mogą szkodzić, gdyż daleko silniejsze pola wytwarzane są przez liczne urządzenia domowego użytku [Moore 1991]. Z kolei lęk można wzbudzać i nasilać twierdząc, że wszelkie promieniowanie jest szkodliwe, wskazując przy tym na skutki powodowane przez promieniowanie jonizujące. Czynnikiem wzmagającym społeczny niepokój będzie też częste publikowanie doniesień o szkodliwości pól elektromagnetycznych i tendencyjne porównywanie ich ze skutkami oddziaływania czynników o znanym szkodliwym wpływie [Jauchem 1991b]. Krótko mówiąc: można wzbudzać i wzmacniać stan "elektrofobii" [Osepchuk 1989].

W sytuacji ostrego konfliktu danych naukowych¹⁵, z jaką ma się obecnie do czynienia, odpowiedzialne zachowanie publicystów [Sibbison 1990; Jauchem 1992a] jest zadaniem stawiającym również ich w obliczu poważnych rozterek moralnych.

Już bowiem na etapie zapoznawania się z informacją źródłową trzeba się wykazać niemałą umiejętnością wstępnego wartościowania prac pod względem merytorycznym. Jeśli ten klucz nie jest wystarczający, a zazwyczaj wystarczający nie jest, trzeba umieć znaleźć badaczy i ośrodki, których właściwa postawa moralna jest dodatkowym gwarantem wiarygodności uzyskiwanych przez nich wyników.

Z drugiej strony, publicyści - to też trzeba mieć na uwadze - nie są zazwyczaj autonomiczni, gdyż zatrudniają ich prywatni lub państwowi wydawcy, którzy mogą preferować artykuły bagatelizujące sygnały o zagrożeniu, artykuły zaś o niezdecydowanej wymowie (nie mówiąc już o artykułach zawierających dane o zagrożeniu) mogą po prostu odrzucać. Lustrzane odbicie tej sytuacji może mieć miejsce w przypadku prasy bulwarowej, poszukującej sensacji za wszelką cenę.

Jeśli chodzi o poważne czasopisma naukowe, to sprawę komplikuje także

promieniowania.

¹⁵ Jauchem [Jauchem 1992a] przedstawia argumenty dobrze ilustrujące ten stan rzeczy. Prasie stawia się tam zarzut nieuzasadnionego danymi naukowymi wzbudzania niepokoju, nawet w związku z ekspozycją ludzi na niewielkie dawki takich czynników, jak np. promieniowanie jonizujące, azbest, dioksyna.

skłonność zespołów redakcyjnych do akceptowania raczej wyników badań potwierdzających oddziaływanie pól na organizmy, a odrzucania wyników badań negatywnych jako mniej interesujących [Adair 1992] bądź też zwlekanie z publikacją danych epidemiologicznych sprzecznych z danymi dotychczasowymi [Moore 1991].

Kolejny problem, z którym mogą stykać się publicyści, to udostępnianie danych odnoszących się z jednej strony do stanu zdrowia ludności okolic o zwiększonym poziomie sztucznego tła elektromagnetycznego, z drugiej natomiast - do charakterystyk źródeł pól. Jeśli dane o sytuacji zdrowotnej są rejestrowane, to w społeczeństwach demokratycznych (przynajmniej teoretycznie) nie ma poważnych trudności z uzyskaniem do nich dostępu. Dziennikarz jednak z racji społecznych lub politycznych może mieć utrudniony lub nawet odcięty dostęp do takich danych. Jeszcze trudniej się sprawa przedstawia, gdy weźmie się pod uwagę obiekty wojskowe, będące źródłem skażenia elektromagnetycznego. Tutaj dostęp do istotnych danych jest zazwyczaj niemożliwy.

5.4. DZIAŁALNOŚĆ PRAKTYCZNA: PODEJMOWANIE DECYZJI WE WŁASNYCH SPRAWACH

W obecnej sytuacji, kiedy od ponad dziesięciu lat toczy się burzliwa dyskusja wokół skutków skażenia środowiska przez pola elektromagnetyczne, można zidentyfikować kilka często spotykanych sytuacji wiążących się ze szczególną odpowiedzialnością moralną w tym względzie przedstawicieli niektórych grup zawodowych, jak też i pojedynczych ludzi. Pierwszą z nich stanowią wszelkie decyzje o zamieszkaniu w pobliżu uruchamianych właśnie nowych stacji radiowych i telewizyjnych, przesyłowych linii energetycznych i naziemnych stacji radio-przekazu. W przypadku istniejących już tego typu jednostek, jako bardzo poważny problem należy traktować lokalizowanie w ich pobliżu nowych budynków mieszkalnych, osiedli, biur czy zakładów pracy. Obecne normy dopuszczalnego napromieniowania mogą ulec rewizji; pochopne decyzje lokalizacyjne mogą być więc bardzo kosztowne społecznie i odbić się niekorzystnie na finansach regionu lub państwa.

Drugi ważny obszar to podejmowanie pracy na stanowiskach związanych z ekspozycją na słabe pola elektromagnetyczne. Tutaj również większość typowych sytuacji regulowanych jest przez odpowiednie normy bezpieczeństwa i higieny pracy, jednak dostępne dane naukowe wskazują na konieczność zachowania ostrożności, zwłaszcza w związanej z wykonywaną pracą ekspozycją na pola elektromagnetyczne kobiet w wieku reprodukcyjnym i ludzi o dziedzicznej skłonności do zapadania na choroby nowotworowe. Być może zagrożenie ze strony słabych sztucznie generowanych pól nie istnieje, lecz trudno w tej chwili wykluczyć możliwość zachodzenia takich oddziaływań, jeśli weźmie się pod uwagę badania wspomniane już wyżej oraz dane z zakresu bioelektroniki.

Trzeci obszar nie docenianego, jak się wydaje, potencjalnego zagrożenia to coraz bardziej upowszechniająca się technika diagnostyki posługującej się jądrowym rezonansem magnetycznym (NMR). Pola magnetyczne potrzebne do przeprowadzenia pomiarów sięgają tu od dziesiątek do setek ich tysięcy wartości ziemskiego pola magnetycznego. Badania prowadzone nad oddziaływaniem na organizm ludzki pól magnetycznych typowych dla medycznych urządzeń NMR

wykazały co prawda, że krótkotrwała ekspozycja nie powoduje zmian niekorzystnych [Buettner 1991; Prato i wsp. 1991], to jednak niektórzy lekarze wskazują na przypadki niekorzystnych oddziaływań wspomnianych urządzeń [Carney 1989; Carney 1990]. Skądinąd wiadomo też, że ziemskie pole magnetyczne i pola o podobnych mu charakterystykach odgrywają ważną rolę w normalnej aktywności życiowej wielu grup organizmów. Niewykluczone więc, że także ma ono istotne znaczenie dla normalnego działania organizmu ludzkiego [Wever 1968]. W dziedzinie terapii należy zwrócić uwagę na możliwość niezamierzonego inicjowania czy przyspieszania wzrostu komórek nowotworowych w rezultacie zabiegów diatermii mikro- czy też radiofalowej.

Ostatnia wreszcie dziedzina, gdzie należałoby zalecać umiar i ostrożność, to domowe urządzenia "elektromagnetyczne", takie na przykład, jak kuchenki mikrofalowe, radiotelefony czy koce elektryczne. Te pierwsze stają się źródłem zagrożenia, jeśli uległy uszkodzeniom (nieszczelność wnęki roboczej), drugie - gdy są tak używane, że antena znajduje się w bezpośrednim sąsiedztwie głowy. Koce elektryczne, prócz zapewniania komfortu cieplnego użytkownikowi, oddziałują na niego stosunkowo silnymi polami magnetycznymi i elektrycznymi.

UWAGI KOŃCOWE

Środowisko jest dobrem wspólnym. Destrukcja jego naturalnego stanu w zakresie składowej elektromagnetycznej zachodzi w skali całej Ziemi i prawdopodobnie przewyższa swoimi rozmiarami to, co już dokonało się w wymiarze chemicznym. Dlatego obowiązkiem moralnym jest nie tylko baczne śledzenie dyskusji wokół skutków biologicznych oddziaływania sztucznych pól elektromagnetycznych, ale dokładanie starań, by przebiegała ona w imię prawdy.

W sytuacji konfliktu wielu dóbr należy kierować się racjami zasadniczymi, takimi jak dobro osoby ludzkiej (jej życie, zdrowie, poczucie bezpieczeństwa - w takiej właśnie kolejności) oraz dbałość o dobro wspólne oceniane w długiej skali czasowej. Bardzo pouczającą lekcję można tu wyciągnąć z ewolucji społecznego nastawienia do (oraz ewolucji) norm ochronnych w odniesieniu do promieniowania jonizującego¹⁶.

Trzeba wobec tego brać pod uwagę, że nastawienie do promieniowania radiowego i niskoczęstotliwego pochodzącego ze źródeł sztucznych może przejść podobną ewolucję. Wskazany jest zatem umiar w eksponowaniu się na słabe sztuczne radiowe i niskoczęstotliwe pola elektromagnetyczne. Zasada stosowania źródeł o tak niskich poziomach promieniowanej mocy, jak tylko to jest w danych warunkach osiągalne¹⁷ [Mikołajczyk, Kameduła 1989; Horan 1990], także w tej dzie-

¹⁶ Okres po jego odkryciu obfitował w jego rozliczne zastosowania terapeutyczne, a nawet rozrywkowe (np. malowanie zębów substancjami zawierającymi radionuklidy). Niedługo potem publikowano coraz liczniejsze doniesienia o jego szkodliwości oraz identyfikowano wielorakie mechanizmy działania tego promieniowania na biostruktury. Dziś przeważa opinia o jego szkodliwym oddziaływaniu. Mimo to jest stosowane w diagnostyce i terapii. Rozstrzygające znaczenie ma tu bilans zysku i związanego z napromieniowaniem ryzyka.

¹⁷ Zasada ALARA: As Low As Reasonably Achievable (tak mało, jak to tylko jest rozsądnie

dzinie, podobnie jak w przypadku czynników chemicznych i promieniowania jonizującego, powinna stawać się zasadą coraz bardziej powszechną¹⁸.

Bibliografia

- Adair, R. K. 1992. Criticism of Lednev's mechanism for the influence of weak magnetic fields on biological systems. *Bioelectromagnetics* 13: 231-35.
- Anderson, C. 1992. EMF report draws fire. *Nature* 360: 288.
- Anderson, L. E. 1993. Biological Effects of Extremely Low-Frequency Electromagnetic Fields - In vivo Studies. *American Industrial Hygiene Association Journal* 54, 186-96.
- Archer, V. E. 1990. RE: The authors reply to 'RE: 'acute nonlymphocytic leukemia and residential exposure to power-frequency magnetic fields''. *Am J Epidemiol* 132, 584.
- Becker, R. O. 1990. *Cross Currents. The Promise of Eectromedicine. The Perils of Electropollution*. Los Angeles: Tarcher.
- Becker, R. O. 1985. A theory of the interaction between DC and ELF electromagnetic fields and living organisms. *J Bioelectricity* 4: 133-40.
- Bergquist, U. O. 1984. Video display terminals and health: A technical and medical appraisal of the state of the art. *Scand. J. Work. Environm. Health* 10, Suppl. 2: 62-67.
- Buettner, U. W. 1991. Human interactions with ultra high fields. *Ann NY Acad Sci* 641: 61-65.
- Calle, E. E., and David A. Savitz. 1987. Leukaemia and occupational exposure to electromagnetic fields: Review of epidemiologic surveys. *J Occup Med* 29, 47-51.
- Carney, A. L. 1990. Magnetic resonance imaging: Is it safe?: Response. *Clin. Electroencephalogr.* 21: xi-xii.

osiągalne). Znaczenie ostatniego słowa tego godnego ze wszech miar akceptacji sformułowania uwikłane jest jednak - jak wynika z przedstawionych wyżej uwag - w niesłuchanie bogaty kontekst gospodarczy, społeczny i moralny.

¹⁸ Autor uprzejmie dziękuje koledze Waławowi Muzyczce za uwagi krytyczne i sugestie.

- Choi, B. C. K., and Lynn A. Noseworthy. 1992. Classification, direction, and prevention of bias in epidemiologic research. *J Occup Med* 34, 265-71.
- Dougherty, G. 1991. Video display terminals. *Chem. Engineering News* 69: 5.
- Feychting, M., Ahlbom, A.. 1993. Magnetic Fields and Cancer in Children Residing Near Swedish High-Voltage Power Lines. *American Journal of Epidemiology* 138, 467-81.
- Florig, K.H. 1992. Containing the costs of the EMF problem. *Science* 257, 468-92.
- Foster, K. R. 1991. Health effects of low-level electromagnetic fields: phantom or not-so-phantom risk? *Health Phys* 62, 429-34.
- Foster, K. R. 1986. The VDT debate. *Am Sci*, March-April: 163-68.
- Foster, K. R., and Arthur W. Guy. 1986. The microwave problem. *Sci. Am* 254, no. 9: 32-39.
- Foster, K. R., and William F. Pickard. 1987. Microwaves: the risks of risk research. *Nature* 330, 531-32.
- Gamberale, F. 1990. Physiological and psychological effects of exposure to extremely low-frequency electric and magnetic fields on humans. *Scand. J. Work Environ. Health* 16, Suppl. 1 : 51-54.
- Grandolfo, M. 1993. Extremely Low Frequency Electromagnetic Fields - Environmental Exposure Levels, Epidemiological Studies and Risk Assessment. *Bioelectrochemistry and Bioenergetics* 30, 239-52.
- Guy, A. W. 1992. Electromagnetic Fields and Health - Some Thoughts About the Past and Future. *Bioelectromagnetics* 13, 601-4.
- Horan, J. R. 1990. Professional ethics for health physicists. *Health Phys* 58, 141-43.
- Jauchem, J. R. 1992. Epidemiologic studies of electric and magnetic fields and cancer: a case of distortions by the media. *J. Clin. Epidemiol.* 45: 1137-42.
- Jauchem, J. R. 1990. Electromagnetic fields and cancer. *Science* 250, 739.
- Jauchem, J. R. 1991. Electromagnetic fields and reproduction: Further evidence against an association. *Fertility and Sterility* 56, no. 2: 375-76.
- Lindley, D. 1990. Risky arguments over cause and effect. *Nature* 346, no. August: 507.
- McDowall, M. E. 1986. Mortality of persons resident in the vicinity of electricity

- transmission facilities. *Br Ind Med* 53: 271-79.
- Michaelson, M. 1991. Household magnetic fields and childhood leukemia: a critical analysis. *Pediatrics* 88, 630-635.
- Moore, G. E. 1991. The emperor's magnetic clothes. *Cancer* 68, 455-57.
- Nurminen, T, Kurppa, K.. 1988. Office employment, work with video display terminals, and course of pregnancy. *Scand J Work Environ Health* 14: 293-98.
- Osepchuk, J. M. 1989. Electrophobia. *J. Microwave Power & Electromag. Energy* 24: 24.
- Pool, R.. 1990. Is there an EMF-cancer connection? *Science* 249, 1096-98.
- Raslear, T. G., Y. Akyel, F. Bates, M. Belt, and S. T. Lu. 1993. Temporal Bisection in Rats - The Effects of High-Peak-Power Pulsed Microwave Irradiation. *Bioelectromagnetics* 14, 459-78.
- Reizenstein, P. 1993. Leukemia and Electromagnetic Fields. *Leukemia Research* 17, 197-98.
- Savitz, D. A., Loomis, D. P. 1990. Mortality from brain cancer and leukemia among electrical workers. *Brit J Industr Med* 47: 633-38.
- Sedlak, W. 1970. Biofizyczne aspekty ekologii. *Wiad. Ekol.* 16, no. 1: 43-53.
- Sedlak, W. 1973. Ochrona środowiska człowieka w zakresie niejonizującego promieniowania. *Wiad. Ekol.* 19, no. z. 3: 223-37.
- Sedlak, W. 1980. *Bioelektronika - Środowisko - Człowiek*. Wrocław: Zakład Narodowy im. Ossolińskich, Wydawnictwo PAN, Oddział w Krakowie, (Nauka dla wszystkich nr 318).
- Severson, R. K., Davis, S., Thomas, D. B., Stevens, R.G.. 1990. RE: Acute nonlymphocytic leukemia and residential exposure to power-frequency magnetic fields. *Am J Epidemiol* 132, 584-85.
- Shulman, S. 1990. All aboard the bandwagon. *Nature* 346, 597.
- Sibbison, J. B. 1990. USA: Danger from electromagnetic fields. *Lancet* 336: 106.
- Stone, R. 1992. Polarized debate: EMFs and cancer. *Science* 258: 1724-5.
- Stuchly, M. A. 1987. Proposed revision of the Canadian recommendations on radiofrequency-exposure protection. *Health Phys* 53, 649-65.
- Wartenberg, D., Savitz, D.A. 1993. Evaluating exposure cutpoint bias in epide-

miologic studies of electric and magnetic fields. *Bioelectromagnetics* 14, 237-45.

Wever, R. 1968. Einfluss schwacher elektromagnetischer Felder auf die circadiane Periodik des Menschen. *Naturwiss.* 55: 29-32.