

WKŁADKA TECHNICZNA

PROMIENIOWANIE ELEKTROMAGNETYCZNE (PEM)

Opracował: członek Zachodniopomorskiej Izby Inżynierów Budownictwa
mgr inż. Władysław Podgórski

SPIS TREŚCI

1. ŹRÓDŁA ODDZIAŁYWANIA POLA ELEKTROMAGNETYCZNEGO (PEM) NA ORGANIZM CZŁOWIEKA
 - 1.1 Bezprzewodowe sieci komputerowe (Wi-Fi)
 - 1.2 Bezprzewodowa komunikacja krótkiego zasięgu (Bluetooth)
 - 1.3 Telefony komórkowe
 - 1.4 Maszty antenowe
 - 1.5 Telewizory
 - 1.6 Komputery
 - 1.7 Inteligentne liczniki (Smart meters)
 - 1.8 Kuchenki mikrofalowe
 - 1.9 Transformatory
 - 1.10 Linie napowietrzne wysokich napięć
 - 1.11 Radary Wojskowe
 - 1.12 Program wojskowych badań naukowych HAARP
2. CZYM JEST PROMIENIOWANIE ELEKTROMAGNETYCZNE (PEM)
3. MECHANIZM DZIAŁANIA PROMIENIOWANIA ELEKTROMAGNETYCZNEGO
4. WPŁYW PROMIENIOWANIA ELEKTROMAGNETYCZNEGO NA EKSPRESJĘ GENÓW I BIOLOGIĘ
5. WPŁYW PROMIENIOWANIA ELEKTROMAGNETYCZNEGO NA ZDROWIE
6. PRAWNA OCHRONA ZDROWIA OD ODDZIAŁYWANIA POLA ELEKTROMAGNETYCZNEGO
7. PRAWNA OCHRONA ZDROWIA OD ODDZIAŁYWANIA POLA ELEKTROMAGNETYCZNEGO NA ŚWIECIE
8. NOWE PRAWODAWSTWO PRZECIWKO BEZPRZEWODOWYM SIECIOM WI-FI
9. SPOSOBY ZABEZPIECZANIA PRZED EMISJĄ PROMIENIOWANIA ELEKTROMAGNETYCZNEGO
10. MATERIAŁY ŹRÓDŁOWE



1. ŹRÓDŁA ODDZIAŁYWANIA POLA ELEKTROMAGNETYCZNEGO (PEM) NA ORGANIZM CZŁOWIEKA

1. 1. Bezprzewodowe sieci komputerowe (Wi-Fi)

Bezprzewodowe sieci komputerowe określa się potocznie jako Wi-Fi są stosowane się je do budowy sieci lokalnych (LAN) do komunikacji radiowej (WLAN). Ta powszechnie użytkowana technologia, nie była w ogóle badana przed wprowadzeniem jej na rynek w 1997 roku. Sieci Wi-Fi emitują mniejsze promieniowania niż maszyny antenowe i ze względu na walory technologiczne są intensywnie rozbudowywane. Obecnie liczba nadajników sieci Wi-Fi w budynkach miejskich i osiedlowych jest duża i stanowi poważne zagrożenie dla mieszkańców. Urządzenia Wi-Fi pracujące na częstotliwości 2.4 GHz mogą uszkadzać micro RNA, które jest odpowiedzialne za prawidłową replikację i rozwój genów. To z kolei rzutuje głównie na choroby neurodegeneracyjne. Aby korzystać z Internetu i utrzymać emisję promieniowania na niskim poziomie, należy korzystać z sieci kablowej DSL, bowiem ekranowane kable nie emitują prawie żadnego promieniowania. Sygnał Internetu jest przekazywany radiową transmisją WiMax (Worldwide Interoperability for Microwave Access) korzystającą z wysokiej częstotliwości radarowej, która jest szczególnie szkodliwa dla ludzi i środowiska.

1. 2. Bezprzewodowa komunikacja krótkiego zasięgu (Bluetooth)

Bluetooth jest technologią bezprzewodowej komunikacji krótkiego zasięgu pomiędzy różnymi urządzeniami elektronicznymi. Najczęściej takimi urządzeniami są: telefony komórkowe, klawiatury komputerowe, komputery (laptop, palmtop, notebook, netbook) i wiele innych. Technologia ta działa w zakresie 2.4 GHz częstotliwości i ma zasięg do 10 m, jednak na otwartej przestrzeni można uzyskać do 200 m. Urządzenia Bluetooth korzystają wyłącznie z pasma 2.4 GHz. Aby bezpiecznie korzystać z sieci bezprzewodowej, należy zwrócić uwagę na obsługiwane przez niego standardy sieci bezprzewodowej. Warto również zwrócić uwagę na to, żeby przynajmniej w nocy wyłączać tryb bezprzewodowy. Mimo zredukowanej mocy, stacje sieci Wi-Fi nadają bez przerwy, nawet gdy połączenie nie jest wykorzystywane. Wiele urządzeń oferuje możliwość dezaktywacji trybu radiowego w określonych godzinach, w niektórych modelach istnieje możliwość wyłączenia nadawania odpowiednim przyciskiem. Podobnie, jest wskazane wyłączanie wszelkich urządzeń z trybu stand-by, w ramach oszczędności energii. W przypadku sieci Bluetooth, szczególnie, jeśli używany jest nadajnik klasy 1 (zasięg do 100 m), emisja promieniowania jest równie wysoka jak w sieci Wi-Fi. Zestaw słuchawkowy ze złączem Bluetooth powinien być modelem z nadajnikiem klasy 3 (zasięg do 10 m), w którym moduł bezprzewodowy jest dezaktywowany podczas bezczynności. Nie należy nosić zestawu słuchawkowego przez cały czas w uchu, lecz zakładać go tylko wtedy gdy rozmawiamy przez telefon.

1. 3. Telefony komórkowe

Telefony komórkowe zdominowały współczesne życie do tego stopnia, że już używa się terminu *fonoholizm* na określenie uzależnienia od tego sprzętu. Już w 2012 roku w Polsce zanotowano u posiadaczy 54 milionów telefonów. Bezpieczeństwo używania telefonów komórkowych jest przedmiotem badań od lat. WHO umieściła telefony komórkowe w grupie 2B urządzeń, które mogą być rakotwórcze. Zagrożenia wzrosły z chwilą przejścia ze standardu GSM na UMTS (~10 razy). Powstało wiele sprzecznych analiz omawiających zagrożenie bezpieczeństwa komórek. Ponieważ przeprowadzono zbyt mało badań na ochotnikach, aby stwierdzić jakie efekty wywołuje długotrwałe korzystanie z telefonów komórkowych, należy sądzić, że istotne jest zaostrożenie obecnych norm bezpieczeństwa stosowanych wobec telefonów. Założenie, że korzystanie z telefonów komórkowych nie stanowi zagrożenia było przedwczesne. Tym bardziej, że badania laboratoryjne były dość prymitywne i skupiały się na efektach działania ciepłego. Przykładowo, analizowano zmiany temperatury wewnątrz materiału zespolonego symulującego ludzką głowę. Założona odległość telefonu komórkowego od głowy była równa 5 mm. Z uzyskanego wyniku wynika, że temperatura we wnętrzu głowy zmieniła się od 0.5°C do 1.5°C. Jednak trudno porównywać makietę do ludzkiej głowy, ponieważ, w mózgu znajdują się czułe struktury. Nawet woda, która jest głównym składnikiem tkanek, jest podatna na zmiany konfiguracji cząsteczek. Woda ma szereg tajemnic, co powinno dodatkowo być uwzględnione. Są to obecnie kwestie mało wymierne. Tylko MRI (obrazowanie rezonansu magnetycznego zwane również tomografią magnetyczną), jest precyzyjną techniką mierzącą wartość dawki promieniowania jaką otrzymuje użytkownik wewnątrz ludzkiej głowy, gdy telefon wysyła sygnał do sieci. Jest to wskaźnik pochłaniania energii promieniowania elektromagnetycznego SAR (Specific Absorption Rate). Mierzy się go w watach na 1 kg masy ciała. Modele dopuszczanych do sprzedaży komórek w USA muszą mieć poziom SAR nie przekraczający 1.6 W/kg, a w Europie 2 W/kg i wtedy dopiero uważane są za bezpieczne. Niektórzy eksperci uważają jednak, że także SAR to pomiar niemiarodajny, gdyż DNA może ulec uszkodzeniu nawet w niskich temperaturach, które przez SAR nie zostałyby nawet zarejestrowane. Aby naruszyć DNA konieczna jest pewna ilość energii, która może się wydzielać nawet zanim wzrośnie temperatura. Obecne

standardy są niewystarczające i niedostosowane do współczesnych realiów, tym bardziej że zostały ustalone 17 lat temu, gdy niewiele osób używało telefonów komórkowych. Obawy dotyczące promieniowania elektromagnetycznego emitowanego przez komórki, dotyczą głównie ryzyka powstawania guzów mózgu. Szwedzkim naukowcom udało się odnaleźć związek między wykorzystywaniem telefonów komórkowych a nowotworami mózgu. Okazało się, że guzy nowotworowe pojawiają się dużo częściej po tej stronie głowy, do której przykładany jest telefon. Zgodnie z badaniami izraelskich naukowców, emitowane przez telefony mikrofały mogą powodować nieodwracalne uszkodzenia oczu. W obecności mikrofal znakomicie rozwijają się grzyby na zewnątrz budynków, wewnątrz budynków na ścianach oraz w przewodzie pokarmowym człowieka. Parę włączonych telefonów komórkowych ustawionych wokół butelki z wodą spowoduje jej zagotowanie (jak kuchenka mikrofalowa). Jeżeli włączony telefon komórkowy położymy na mrowisko, to mrówki będą beładnie krążyć wokół aparatu.

1. 4. Maszty antenowe

Na budynkach mieszkalnych w miastach stawia się sektorowe maszty BTS (*Base Transceiver Station*) telefonii komórkowej, radiolinie, nadajniki bezprzewodowego przesyłu danych LTE, lokalne sieci Wi-Fi. Tego typu anteny usytuowane w bliskim otoczeniu zamieszkałych budynków (w obszarze stałego promieniowania) są szczególnie groźne dla zdrowia mieszkańców. Najczęściej nieobowiązujący biologicznie dopuszczalny poziom gęstości mocy około 100 nW/m² (miliwatów na m²) przekraczany jest wielokrotnie (np. 5 razy), mimo że nie przekracza normatywnej wielkości 0.1 W/m² (100 000 nW/m²) wymaganej ochrony przed poparzeniami ciała. Z tego względu nie ma podstaw prawnych do interwencji w instytucjach dotyczących ochrony środowiska. W szczególności zagrożenie wzrasta, w przypadku występowania nadajników sektora niepublicznego o większych mocach niż dla GSM, a także jeśli obsługują niskie częstotliwości (wymagają większych mocy), które z kolei wchodzą w oddziaływanie z budynkiem i mieszkańcami (np. wchodzą w rezonans z układem nerwowym). Obecnie nadajniki stawia się na wysokich biurowcach, kościołach albo na wydzielonych masztach. Istnieją badania rządowe przeprowadzone np. w Indiach, gdzie telefonia komórkowa rozwija się najszybciej na świecie, w kontekście alarmujących zachorowań ludzi na nowotwory. Efektem tych badań jest szereg informacji, z których wynika, że ludzie mieszkający w odległości do 300 m od zwykłego masztu przekątnikowego są 5-krotnie bardziej narażeni na zachorowanie, w porównaniu z osobami mieszkającymi dalej od takich masztów. Podobne wyniki badań zanotowano w Niemczech. Po 5 latach zaobserwowano lawinę przypadków ludzi chorujących na nowotwory, mieszkających w promieniu około 300 metrów od postawionego masztu. W Szwecji, we Francji i we Włoszech tworzone są obecnie strefy wolne od promieniowania radiomagnetycznego, wysokich częstotliwości.

1. 5. Telewizory

Już w 1995 roku, w pierwszym w Polsce opracowaniu dotyczącym ekotoksykologii [1] wyjaśniono mechanizm uszkodzenia komórek ludzkich przez pola elektromagnetyczne, związane z telewizorami, czy telefonami komórkowymi. Sprowadzano wtedy do Polski dużą ilość kolorowych telewizorów ze Związku Radzieckiego. Telewizory te miały transformatory o napięciu 27 kV i działały dodatkowo miękkim promieniowaniem rentgenowskim. Fakt ten nie spowodował jednak żadnej reakcji w instytucjach odpowiedzialnych za zdrowie człowieka, takie jak Stacje Sanitarne-Epidemiologiczne, Państwowe Zakłady Higieny, czy Inspekcje Pracy. Miękkie promieniowanie rentgenowskie indukuje białaczki. Najczęściej pokoiki jako sypialnie dziecięce były usytuowane w najmniejszych pomieszczeniach, łóżeczka stały przy ścianach, a po drugiej stronie ściany umieszczano z trudem zdobyty telewizor kolorowy. Dziecko było stale narażone na oddziaływanie tego pola. Jak wiadomo, czas snu dziecka wynosi od 8 do 12 godzin dziennie. Zasięg mierzonego pola elektromagnetycznego wynosił około 6 m. Wyniki pomiarów wykonywanych dokładnym sprzętem firmy Teksas Instruments wykazywały, że składowa magnetyczna pola elektromagnetycznego przekraczała dopuszczalne normy od 2 do 5 razy.

1. 6. Komputery

Odkąd monitory komputerowe i telewizory z ekranami kineskopowymi (CRT) zostały wyparte przez ekrany z diod elektroluminescencyjnych (LED), promieniowanie jonizujące, w tym również promieniowanie rentgenowskie, zostały znacznie zmniejszone. Nie oznacza to jednak, że od tej pory wszystko jest bezpieczne. Ze względu na ogromną różnicę między sygnałem maksymalnym a minimalnym, występującą w technologii cyfrowej. Obecnie coraz więcej osprzętu komputerowego działa na zasadzie komunikacji radiowej i promieni podczerwieni (myszki i trackboly oraz klawiatury bezprzewodowe), podobnie jak piloty telewizorów i innych urządzeń. Wśród sprzętów domowych, szczególnie niebezpieczne są telefony bezprzewodowe typu dect (działające z częstotliwością 15 Hz), które interferują się z częstotliwościami naszej pamięci i innych organów wewnętrznych.

1. 7. Inteligentne liczniki (Smart meters)

Inteligentny licznik to elektroniczne urządzenie, które zbiera i przekazuje sygnały o zużyciu ciepła, energii elektrycznej, wody, bez konieczności bezpośredniego sprawdzania odczytów. Liczniki takie rejestrują zużycie w ustalonych odstępach czasu i przekazują te informacje do urządzenia do monitorowania i rozliczania. Inteligentne liczniki umożliwiają dwukierunkową komunikację między miernikiem a centralnym systemem. To urządzenia, które zbierają i przekazują sygnały o zużyciu prądu, wody, urządzeń grzewczych bez konieczności bezpośredniego sprawdzania odczytów. Są to urządzenia instalowane coraz częściej w domach prywatnych i blokach mieszkalnych, w celu ułatwienia odczytów zużycia. Wysyłają co 8 sekund impulsy radiowe z informacją o stanie liczników, emitując około 10 000 impulsów na dobę. Według wielu badań mają one jednak niekorzystny wpływ na ludzi, gdyż wytwarzają fale radiowe i powodują wiele różnych dolegliwości zdrowotnych.

1. 8. Kuchenki mikrofalowe

Kuchenka mikrofalowa posługuje się promieniowaniem mikrofalowym i używa magnetronu do wytwarzania fal elektromagnetycznych EM o częstotliwości około 2.45 GHz, co pozwala na gotowanie potraw. Taka częstotliwość promieniowania działa na cząsteczki wody, które drgając wytwarzają ciepło. Mikrofałe nie są bezpieczne dla zdrowia człowieka, szczególnie narażone na ich negatywne działanie jest oko ludzkie i rozwijający się zarodek. Przeprowadzone niedawno badania pokazują, że potrawy przyrządzane w kuchenkach mikrofalowych doznają molekularnych uszkodzeń. Spożywanie wywołuje nienaturalne zmiany we krwi i układzie immunologicznym człowieka. Istnieje rozległa literatura naukowa dotycząca niebezpiecznego wpływu promieniowania mikrofalowego na żywe organizmy. Dlatego zadziwiające jest, jak niewiele zrobiono, aby zastąpić tę szkodliwą technologię inną, pozostającą w zgodzie z naturą. Jednak w Rosji już dawno wstrzymano produkcję mikrofalówek właśnie z tego względu. Nawet dobrej jakości kuchenki mikrofalowe przy nominalnej mocy 750 W generują tzw. wyciek mocy poza obudowę w wysokości od 5 %, w przypadku urządzeń dobrej klasy, oraz nawet do 25 % w przypadku urządzeń złej klasy. Inną kwestią jest znacznie gorsza wartość przygotowanej w ten sposób żywności.

1. 9. Transformatory

Natężenie pola elektromagnetycznego jest wokół transformatora dość znaczne. Obecnie zaleca się, aby stacje transformatorowe w aglomeracjach miejskich stawiane były w bezpiecznej odległości od domów mieszkalnych. Jeszcze bardzo wiele transformatorów średniego napięcia (15/0.4 kV) jest wbudowanych, szczególnie w starszych budynkach mieszkalnych. Spostrzega się również wpływ elektrosmogu na pszczoły (i inne owady zapylające), poprzez gwałtowne zmniejszanie się ich populacji. W czarnym scenariuszu grozi im zagłada, co w konsekwencji spowoduje po pewnym czasie zagładę ludzkiej populacji.

1. 10. Linie napowietrzne wysokich napięć

Jednymi z najstarszych źródeł promieniowania elektromagnetycznego EM niskiej częstotliwości (50 Hz) są linie napowietrzne najwyższych napięć, głównie 110 kV i 220 kV. Linie takie są powszechnie stosowane do zasilania energią elektryczną aglomeracji miejskich i dużych zakładów przemysłowych. Nieunikniony jest ich przebieg przez tereny zamieszkałe z zachowaniem odpowiednich obostrzeń i normatywnych odległości. Normatywne odległości ochronne zwykle są zbyt małe i nie zabezpieczają od szkodliwych wpływów na zdrowie ludzi w tym otoczeniu. Ludzie mieszkający przez dłuższy okres w pobliżu tych linii, nie tylko źle się czują, ale poważnie zapadają na zdrowiu. Chorobami najczęściej są białaczka lub inne nowotwory. Dla ochrony przed promieniowaniem elektromagnetycznym EM z linii napowietrznych wysokich napięć można stosować bardzo skuteczne białe farby absorpcyjne typu no-EM. Również elektroenergetyczne sieci kablowe 0.4 kV i 15 kV w czasie swych aktywności (to jest w okresach przepływu energii elektrycznej) wydzielają smog elektromagnetyczny szkodliwy dla środowiska. Smog ten nie jest tak szkodliwy, jak w przypadkach linii napowietrznych, ponieważ tłumiony jest w ziemi i przebiega głównie w obrębach pasów drogowych i chodników.

1. 11. Radary wojskowe

Architektura i wyposażenie radarów pozwalają na używanie ich w wojsku w zintegrowanym systemie dowodzenia artylerii, jak również w bezpośredniej współpracy z pojedynczymi jednostkami ogniowymi. Radar wykrywa pociski różnego typu i kalibru, w tym rakiety, a także potrafi wskazywać miejsce ich wystrzelenia. Radary wojskowe to jeszcze bardziej niebezpieczne urządzenia, które średnio co 8 sekund generują potężną dawkę promieniowania mikrofalowego, czyniąc spustoszenia w otoczeniu. Nie należy przebywać w zasięgu radaru.

1. 12. Program wojskowych badań naukowych HAARP

Program wojskowych badań naukowych HAARP (ang. High Frequency Active Auroral Research Program) prowadzonych wspólnie przez US Air Force, US Navy i DARPA oraz budowany przez BAE Systems. Broń elektromagnetyczna, która kumuluje energię elektromagnetyczną w niewielkim obszarze (wykorzystuje prace dotyczące bezprzewodowego przesyłu energii Nikoli Tesli). Znane jest wyłączenie prądu w Nowym Jorku w następstwie testów tej broni. HAARP to tajny projekt i zespół instalacji, który w sposób spójny generuje wiązki elektromagnetyczne wysokich częstotliwości. Wiazki mikrofalowe mogą dawać potężne interferencje w skali globalnej. Używanie tego typu instalacji może wywoływać różne zjawiska pogodowe, można sterować pogodą, klimatem, trzęsieniami ziemi, kataklizmami w różnych miejscach ziemi. HAARP oficjalnie przestał działać w 2013 roku, ale kilka państw na świecie ma jeszcze takie instalacje na jednostkach pływających. Istnieją i inne projekty o utajnionych parametrach i przeznaczeniu. Można przypuszczać, że są elementem broni elektromagnetycznej i geoinżynierijnej z możliwościami wywoływania kataklizmów. Osobnym szerokim tematem jest zdalne oddziaływanie na psychikę człowieka. Tajne technologie pod ogólną nazwą „mind control” wykorzystują oddziaływania elektromagnetyczne na mózg ludzki.

2. CZYM JEST PROMIENIOWANIE ELEKTROMAGNETYCZNE (PEM)

Pola elektromagnetyczne o częstotliwości radiowej są sztucznymi, stworzonymi przez człowieka polami, które są emitowane przez maszty antenowe, urządzenia Wi-Fi, telefony komórkowe, anteny telefonów komórkowych, telefony bezprzewodowe, komputery, elektroniczne nianie, inteligentne liczniki cyfrowe, przewody i urządzenia elektryczne, linie elektroenergetyczne, stacje transformatorowe, panele słoneczne, turbiny wiatrowe i inne pospolite urządzenia elektryczne. Wszystkie technologie bezprzewodowe emitują promieniowanie elektromagnetyczne. Do tych pól zalicza się także „brudna energia elektryczna”. Są to prądy elektryczne przepływające w ziemi i naukowcy udokumentowali ich negatywny wpływ na zdrowie zwierząt hodowlanych i rolników. Za fale elektromagnetyczne EM uznaje się promieniowanie o częstotliwości od 30 kHz do 300 GHz. Ponieważ mikrofały są również używane w łączności, fale radiowe i mikrofały znacząco nachodzą na siebie. Powszechnie uważa się, że energia mikrofalowa obejmuje pasmo częstotliwości radiowych widma elektromagnetycznego w zakresie od 300 MHz do 300 GHz. Wszystkie urządzenia elektroniczne, które mogą bezprzewodowo przesyłać głos, obraz lub dane do innego urządzenia lub sieci emitują promieniowanie mikrofalowe.

3. MECHANIZM DZIAŁANIA PROMIENIOWANIA ELEKTROMAGNETYCZNEGO

Bez wytłumaczenia działania promieniowania elektromagnetycznego trudno jest społeczności naukowej wyjaśnić, że dany czynnik może szkodzić. Promieniowanie jonizujące, azbest i dym tytoniowy są już sklasyfikowane jako kancerogeny grupy 1. Upłynęły lata, zanim naukowcy zrozumieli, w jaki sposób te czynniki powodują choroby nowotworowe i odkryli ich mechanizm działania. Promieniowanie jonizujące charakteryzuje się bezpośrednim mechanizmem działania, natomiast promieniowanie niejonizujące (EM) pośrednim. Wiadomo, że promieniowanie jonizujące, takie jak promieniowanie rentgenowskie i gamma, powoduje raka poprzez odłączenie ujemnego jonu - elektronu od struktury ludzkich komórek. Niejonizujące promieniowanie, takie jak kuchenki mikrofalowe, nie odłącza elektronów. Przeoczono jednak jeden kluczowy aspekt promieniowania niejonizującego. Promieniowanie jonizujące zwiększa liczbę wolnych rodników w organizmie bezpośrednio, zaś niejonizujące pośrednio, poprzez zakłócanie mechanizmów naprawczych, które neutralizują wolne rodniki. Wolne rodniki są rakotwórcze. Dlatego zakłócając zdolność organizmu do naprawy uszkodzeń powodowanych przez wolne rodniki, promieniowanie mikrofalowe jest również rakotwórcze. Promieniowanie jonizujące wibruje z bardzo wysoką częstotliwością i ma ogromną energię. Gdy promieniowanie jonizujące dociera do atomu, może wytrącić krążący wokół jądra elektron, przez co atom staje się dodatnio naładowanym jonem (elektron może następnie połączyć się z innym, stabilnym atomem, tworząc ujemnie naładowany jon). W ten sposób promieniowanie jonizujące powoduje, że atomy stają się naładowanymi jonami. Promieniowanie jonizujące wywołuje reakcje chemiczne, które powodują następnie uszkodzenia układów biologicznych (takich jak molekuly w organizmie). Ryzyko związane z promieniowaniem jonizującym jest rozpoznawane ze względu na tę zdolność zmiany ładunku elektrycznego atomów i tworzenie jonów. Uszkodzenia DNA powodowane przez promieniowanie elektromagnetyczne są uważane za jeden z mechanizmów prowadzących do negatywnych skutków dla zdrowia. Porównuje się ludzkie DNA do tego, co inżynierowie elektrycy nazywają anteną odbiorczą, która odbiera i przesyła promieniowanie elektromagnetyczne. Dlatego DNA jest bardzo wrażliwe na promieniowanie elektromagnetyczne EM, bardziej niż na przykład na duże cząsteczki w organizmie (takie jak

białka). Elektrony w DNA przewodzą prąd i są zwinięte w jądrze. DNA człowieka zawiera zróżnicowane zwoje, które odpowiadają na rozmaite częstotliwości pola elektromagnetycznego, dlatego reaguje ono w tak szerokim zakresie częstotliwości elektromagnetycznego spektrum. Komórki reagują na pola elektromagnetyczne, jako potencjalnie szkodliwe i nie ma co do tego wątpliwości. Badania wyraźnie dowodzą, że promieniowanie w zakresie niejonizującym może powodować pojedyncze lub podwójne przerwy w nici DNA, na co komórki reagują, wytwarzając białka stresu. Powodem, dla którego cząsteczka DNA może się rozpaść, mimo iż promieniowanie nie jest jonizujące, jest przewodność elektryczna wewnątrz cząsteczki DNA, co oznacza, że elektrony obecne w DNA mogą być przemieszczane. Wykazano także, że pole elektromagnetyczne może spowodować transfer elektronów w DNA. Tak więc pogląd, że promieniowanie niejonizujące EMF nie może wywołać efektu biologicznego, okazał się całkowicie błędny. Obecnie zidentyfikowano DNA, które reguluje reakcję na promieniowanie elektromagnetyczne EM. Sekwencja ta jest znana jako domena EM. Zmieniając tę część DNA można skutecznie wyeliminować reakcję na promieniowanie elektromagnetyczne. Zaangażowane jest w to białko stresu oznaczone symbolem Hsp70. W roku 2013 dr Martin Pall, emerytowany profesor biochemii i podstawowych nauk medycznych na Uniwersytecie Stanowym Waszyngtonu, otrzymał nagrodę Global Medical Discovery. Na podstawie przeglądu literatury naukowej i własnej metaanalizy wykazał, że jednym z głównych nietermicznych efektów jest aktywacja potencjałów zależnych kanałów wapniowych (voltage gated calcium channel, w skrócie VGCC) w błonie komórek. Gdy EM aktywuje te kanały, wytwarzane są duże ilości wewnątrzkomórkowego wapnia (Ca_2). Jego nadmiar w komórkach inicjuje ciąg reakcji chemicznych prowadzących do wytworzenia wolnych rodników i wywołania stresu oksydacyjnego. Wolne rodniki wieńczą swoją działalność uszkodzeniem DNA. Krótko mówiąc, nadmiar wapnia zwiększa ilość tlenku azotu (NO) w komórkach. Ta zwiększona ilość NO powoduje interakcje z nadtlenkiem, tworząc nadtlenoazotan. Stwierdzono, że gdy nadtlenoazotan się rozkłada, tworzy wolne rodniki i powoduje stres oksydacyjny w komórkach. Te wolne rodniki oraz stres oksydacyjny z nadtlenoazotanu uważa się za głównych winowajców w powstawaniu chorób i uszkodzeń DNA. O wystąpieniu stresu oksydacyjnego donoszono około wielokrotnie, w związku z czym jego występowanie jest dobrze udokumentowane. Mówiąc prościej, wolne rodniki mogą prowadzić do uszkodzenia DNA w komórkach i powodować choroby nowotworowe. Zbyt dużo wapnia w komórkach skutkuje stresem oksydacyjnym i przeciążeniem stanem zapalnym. Wapń jest bardzo ważną cząsteczką sygnalizacyjną w komórkach i normalnie jego ilość w komórce jest utrzymywana na bardzo niskim poziomie.

4. WPLYW PROMIENIOWANIA ELEKTROMAGNETYCZNEGO NA EKSPRESJĘ GENÓW I BIOLOGIĘ

W badaniach z roku 2007 zaobserwowano zmiany w ekspresji genów po kilkugodzinnej ekspozycji na sieci Wi-Fi hodowli ludzkich komórek w kontrolowanych warunkach laboratoryjnych - 221 genów zmieniło swoją ekspresję po dwugodzinnej ekspozycji a 759 genów po sześciogodzinnej ekspozycji, ludzkie geny zostały zmienione. Sieci Wi-Fi, inteligentne liczniki, bezprzewodowe telefony i elektroniczne nianie oraz kuchenki mikrofalowe działają na częstotliwości 2.45 GHz. Można posłużyć się analogią, w której pomieszczenie klasy przypomina wnętrze kuchenki mikrofalowej. Najprościej rzecz ujmując, z promieniowaniem mikrofalowym jest podobnie jak z tym, co dzieje się z pokarmem w kuchence mikrofalowej. Następuje destrukcja struktur mózgowych. Korzystając z bezprzewodowych elektronicznych nian, rodzice narażają swoje dziecko na nieprzerwane działanie promieniowania mikrofalowego, albowiem takie nianie są zwykle umieszczane stosunkowo blisko dziecka i rzeczywisty kontakt dziecka z promieniowaniem jest prawdopodobnie większy niż w przypadku z telefonu komórkowego. Małe dzieci mają szybko rozwijające się organizmy i ich komórki macierzyste są aktywniejsze i podatniejsze na uszkodzenia powodowane przez promieniowanie mikrofalowe, niż ma to miejsce u dorosłych. Telefon komórkowy naraża na negatywny wpływ promieniowania mikrofalowego ludzką głowę, komputer podłączony do sieci Wi-Fi naraża na nie całą górną część ciała, a komputer umiejscowiony na kolanach napromieniowuje narządy płciowe. Większość ludzi nie chce mieszkać w pobliżu anten telefonii komórkowej ani anten sieci Wi-Fi z powodu problemów zdrowotnych. Gdy routery bezprzewodowe Wi-Fi są stosowane w budynkach, efekt ich działania jest podobny do umieszczonej w nich anteny i jest potencjalnie znacznie gorszy ze względu na ekspozycję, ze względu na znaczną bliskość źródła emisji. Systemy sieci Wi-Fi na terenie szkoły mają zazwyczaj dużo większą moc, ponieważ są przeznaczone do obsługi setek komputerów jednocześnie, w przeciwieństwie do systemów domowych, gdzie działa tylko jeden lub kilka komputerów. Routery bezprzewodowe w klasach można porównać do mini wież telefonii komórkowej umieszczonych wewnątrz mieszkalnych pomieszczeń. Biologiczne efekty promieniowania obejmują zwiększenie przepuszczalności bariery krew - mózg, zwiększenie przepływu wapnia, wzrost liczby przypadków nowotworów i rozpadu DNA, indukowanie stresu białkowego i uszkodzeń nerwów. Wystawienie na działanie tej energii jest związane z sieciami Wi-Fi w klasach bombarduje dzieci radiowym promieniowaniem elektromagnetycznym ze zmianami w białych krwinkach uczniów, dziecięcą białaczką, zaburze-

niami funkcji motorycznych, czasu reakcji i pamięci, bólami głowy, zawrotami głowy, zmęczeniem, osłabieniem i bezsennością. Bariera krew - mózg odgrywa niezwykle ważną rolę w ochronie mózgu przed patogenami, toksynami i metalami ciężkimi.

5. WPŁYW PROMIENIOWANIA ELEKTROMAGNETYCZNEGO NA ZDROWIE

Obecnie dowody naukowe są jednoznaczne, że pola elektromagnetyczne o częstotliwości od 50 Hz do 60 Hz powodują, że ludzkie komórki nowotworowe trwale zwiększają tempo wzrostu nawet o 1600 % i rozwijają bardziej złośliwe cechy. Wyniki badań wskazują, że pola mocy o dużych częstotliwościach są promotorami, to znaczy promują wzrost ludzkich nowotworów. W efekcie tej promocji zostaje przyspieszony przebieg kliniczny wszelkich stwierdzonych nowotworów, co sprawia, że są one dużo trudniejsze do wyleczenia, po czym stwierdza, że jest całkiem możliwe, iż chroniczna ekspozycja na takie pola jest właściwą przyczyną powstania raka. Potwierdza się, że w obecności pól elektromagnetycznych wzrost agresywności komórek nowotworowych jest bardziej prawdopodobny. Obecnie wiadomo jest, że brudna energia elektryczna może być powszechnym czynnikiem rakotwórczym, podobnym do promieniowania jonizującego, które jest stwierdzoną przyczyną raka. Przypuszcza się, że nowotwory mogą być podatne na szczególne działanie nieustalonych wysokich częstotliwości promieniowania elektromagnetycznego. Czerniak złośliwy i rak tarczycy cechują się jedną z najwyższych stóp wzrostu w populacjach Zachodu. Międzynarodowa Agencja do Badań nad Rakiem zaklasyfikowała promieniowanie elektromagnetyczne do grupy czynników uważanych za rakotwórcze dla ludzi, z powodu zwiększonego ryzyka wystąpienia glejaka, złośliwe nowotwory mózgu będące następstwem korzystania z telefonów bezprzewodowych (na tej samej liście znajdują się także ołów i DDT). Ta diagnoza odnosi się do wszystkich rodzajów promieniowania w radiowej części widma elektromagnetycznego, w tym do promieniowania emitowanego przez anteny stacji bazowych, wieże radiowo-telewizyjne, radarowe i sieci Wi-Fi. Istnieje pogląd, że promieniowanie z telefonów bezprzewodowych, które są powszechnie używane w wielu domach, powoduje zaburzenia rytmu serca i tachykardię (przyspieszoną akcję serca) oraz zmienia współczulny i przywspółczulny układ nerwowy w podobny sposób do reakcji na stres. Wielu naukowców potwierdza, że telefony komórkowe, tablety, sieci Wi-Fi niszczą żywe komórki w naszym ciele i zabijają wiele osób przedwcześnie. Szczególnie przeraża fakt, że promieniowanie z telekomunikacji i linii wysokich napięć uszkadza DNA w komórkach człowieka. Dla wielu biologów jest oczywiste, że to może przyspieszać tempo wzrostu chorób nowotworowych. Najwyższy czas, aby zająć się szkodliwymi skutkami biologicznymi i zdrowotnymi. Według opublikowanych i recenzowanych badań pola elektromagnetyczne o niskim natężeniu powodują: zwiększone ryzyko powstania choroby nowotworowej, stres komórkowy, powstawanie wolnych rodników, zwiększoną przepuszczalność bariery krew - mózg i uszkodzenia genów. Inne potencjalne efekty obejmują deficyt zdolności uczenia się i pamięci, zaburzenia neurologiczne neuroprekaźników, negatywne efekty reprodukcyjne oraz ogólne pogorszenie samopoczucia. Co więcej, jest coraz więcej dowodów na ich szkodliwy wpływ na rośliny i zwierzęta. Nie zostały ewoluowane w ludzkim środowisku sztucznych pól elektromagnetycznych EM. Liczne badania wykazały, iż pola elektromagnetyczne niszczą i powodują mutacje w DNA. Potwierdza się również, że mutacje DNA są uważane za inicjujący czynnik w rozwoju nowotworów i wiążą je z ekspozycją na pola elektromagnetyczne. W The BiolInitiative 2012 Report doktorzy Zoreh Dayanipour i Eugene Sobel piszą: Są teraz dowody, że wysokie poziomy obwodowego beta-amyloidu są czynnikiem ryzyka powstaniem choroby Alzheimera (AD). Piszą też: Istnieje wiele dowodów pochodzących z badań prowadzonych in vitro i na zwierzętach, że melatonina chroni przed AD. Dlatego jest możliwe, że niski poziom melatoniny ma związek ze wzrostem ryzyka choroby Alzheimera". Istnieją solidne dowody na to, że długotrwała ekspozycja na EM jest związana ze spadkiem produkcji melatoniny. Dr Pall twierdzi, że takie choroby, jak stwardnienie zanikowe boczne (ALS) oraz choroby Parkinsona i Alzheimera są rezultatem nadmiaru wapnia w komórkach. Zauważono także, że przy przełamaniu bariery krew - mózg problemem numer jeden staje się oddziaływanie na neurony w mózgu. Istnieje również wiele doniesień na temat ludzi w wieku od 30 do 40 i więcej lat z rozwijającą się demencją. W swoim referacie z roku 2008 niezależny badacz EM dr Stephen J. Genuis z Wydziału Medycyny Uniwersytetu Alberta w Kanadzie opisuje następujące studium przypadku. Siedemnastoletni chłopiec cierpiał przez 3 lata na natręctwo myśli dotyczących religii. Sądził, że popełnił niewybaczalne grzechy, za co diabeł nieuchronnie wyśle go do piekła. Poza narastającymi objawami depresji przejawiał wzrost agresji w stosunku do swoich rodziców, którzy zaprowadzili go następnie do poradni religijnej, ale to nic nie dało. Psychiatryczne leczenie nie usunęło symptomów i co gorsze, wywołało liczne skutki uboczne. Badanie poziomu ekspozycji na promieniowanie wykazało bardzo wysoką indukcję magnetyczną (~200 mGs) u wezgłowia łóżka chłopca, ponieważ w bezpośrednim sąsiedztwie sypialni, tuż obok jego łóżka, usytuowane było elektryczne przyłącze do domu. W rezultacie chłopca przeniesiono do innego pokoju i dodatkowo ograniczono poziom emisji promieniowania

elektromagnetycznego z różnych źródeł. W ciągu 12 tygodni intensywność natrętnych myśli znacznie spadła, ponadto zmalały wahania nastroju i ostatecznie przerwano leczenie. Rodzice stwierdzili, że ich syn jest teraz przyjaznym, umotywowanym chłopcem. Jeden epizod zaostrzenia objawów wystąpił bezpośrednio po 4 godzinach pracy w laboratorium komputerowym liceum, objawy ustąpiły w ciągu 72 godzin po ograniczeniu ekspozycji na promieniowanie elektromagnetyczne EM. Wszystkie niekorzystne objawy całkowicie ustąpiły w ciągu 6 miesięcy i dobra kondycja chłopca utrzymywała się przez dalsze lata. W sprawie epidemii autyzmu dr Martha Herbert, neurołożka dziecięca w szpitalu Massachusetts General Hospital, oraz Cindy Sage, współredaktor raportów BioInitiative z lat 2007 i 2012, przedstawiły w roku 2013 szeroką gamę objawów tego schorzenia, które pokrywają się ze znanymi objawami ekspozycji na promieniowanie pochodzące z urządzeń bezprzewodowych, w tym uszkodzenia genetyczne plemników, mutacje kanałów wapniowych i stany zapalne. Dr Pall informuje, że istnieje co najmniej 10 różnych grup badawczych, które twierdzą, że promieniowanie elektromagnetyczne (EM) odgrywa ważną rolę w epidemii autyzmu. Twierdzi, że epidemia autyzmu jest spowodowana przez promieniowanie działające za pośrednictwem kanałów wapniowych i związków chemicznych poprzez receptory NMDA. W swojej pracy z roku 2016 poświęconej EM i efektom neuropsychiatrycznym dr Pall opisuje pięć kryteriów, które są wymagane do udowodnienia związku przyczynowo-skutkowego i pokazuje, że istniejące dane spełniają je. Dr Pall wyjaśnił mechanizm wpływu EM na naszą biologię poprzez efekty nietermiczne - uaktywnienie VGCC. Zauważa, że kluczowym dowodem jest to, że w różnych badaniach skutki tych mikrofalowych elektromagnetycznych pól niskiej częstotliwości zostały zablokowane lub znacznie zmniejszone przez blokery kanału wapniowego. Istnieje blisko 1000 badań przedstawiających działanie mikrofalowych pól elektromagnetycznych na przepływy wapnia oraz sygnalizację wapnia w komórkach, które mogą być wyjaśnione przez aktywację VGCC. Inne badania wykazały, że wzrost wewnątrzkomórkowego wapnia $[Ca^{2+}]$ wydaje się niemal natychmiastowy, co oznacza bezpośredni wpływ promieniowania elektromagnetycznego (EM).

6. PRAWNA OCHRONA ZDROWIA OD ODDZIAŁYWANIA POLA ELEKTROMAGNETYCZNEGO

Przepisy prawne dotyczące zasad przebywania ludzi w polach elektromagnetycznych w Polsce regulowane są za pomocą rozporządzeń, zgodnie z obowiązującą ustawą z dnia 27 kwietnia 2001 roku Prawo ochrony środowiska (Dz. U. Nr 62, poz. 627). Obecnie obowiązujące dopuszczalne poziomy promieniowania w środowisku oraz sposoby sprawdzania ich dotrzymania zawarte są w rozporządzeniu z dnia 30 października 2003 roku (Dz. U. Nr 192, poz. 1883). Wartości dopuszczalne poziomów pól zostały zróżnicowane i zależą od częstotliwości tych pól. Pierwsze dopuszczalne poziomy ustanowiono w rozporządzeniu Rady Ministrów w roku 1980. Dopuszczalna wartość gęstości powierzchniowej mocy (0.1 W/m^2), określona w tym rozporządzeniu była wtedy najniższą na świecie. Rozporządzenie z niewielkimi zmianami przetrwało do dzisiaj i w aktualnych przepisach ustanowiono dodatkowo maksymalną dopuszczalną wartość natężenia pola elektrycznego dla większej spójności z przepisami dotyczącymi ochrony pracowników w silnych polach elektromagnetycznych. Dopuszczalne poziomy promieniowania elektromagnetycznego dla populacji generalnej zamieszczono w tabeli 1, w której zaznaczono wartości obowiązujące dla systemów telefonii komórkowej (częstotliwości od 300 MHz do 300 GHz). Poszczególne dopuszczalne poziomy dla tego zakresu częstotliwości dotyczą wartości średnich gęstości mocy oraz wartości skutecznych natężenia pola elektrycznego.

Tabela 1. Zakres częstotliwości pól elektromagnetycznych, dla których określono dopuszczalne poziomy pól elektromagnetycznych w miejscach dostępnych dla ludności w Polsce

Lp.	Zakres częstotliwości pola elektromagnetycznego	Składowa elektryczna	Składowa magnetyczna	Gęstość mocy
1	2	3	4	5
1	50 Hz częstotliwość sieci elektroenergetycznej (dla terenów pod zabudowę mieszkaniową)	1 kV/m	60 A/m	-
2	0 Hz	10 kV/m	2 500 A/m	-
3	od 0.0 Hz do 0.5 Hz	-	2 500 A/m	-
4	od 0.5 Hz do 50 Hz	10 kV/m	60 A/m	-
5	od 0.05 kHz do 1 kHz	-	3/f A/m	-
6	od 0.001 MHz do 3 MHz	20 V/m	3 A/m	-

7	od 3 MHz do 300 MHz	7 V/m	-	-
8	od 300 MHz do 300 GHz	7 V/m	-	0.1 W/m ²

Przy ustalaniu dopuszczalnych wartości natężeń pól elektromagnetycznych w wielu krajach stosuje się tzw. filozofię NDN – Najwyższych Dopuszczalnych Natężeń. Zgodnie z nią powyżej dopuszczalnych wartości przebywanie ludzi jest zabronione, zaś dla wartości niższych przebywanie jest dozwolone bez ograniczeń. Prowadzi to do problemów w przypadku wartości będących na granicy wartości dopuszczalnych oraz powszechnej opinii, iż pole elektromagnetyczne jest zagrożeniem dla zdrowia i życia ludzi już minimalnie powyżej tej wartości. W Polsce rozwiązano to w prosty sposób określając dopuszczalne wartości dla pracowników przebywających w polach o wysokich poziomach ekspozycji. Wprowadzono podejście dozymetryczne mówiące, że im wyższe natężenie pola elektromagnetycznego lub gęstość mocy, tym odpowiedniemu skróceniu podlega czas przebywania w takim polu elektromagnetycznym. Wprowadzone zostało określenie doza pola, jako iloczyn gęstości mocy lub kwadratu natężenia pola elektrycznego i czasu przebywania w takim polu:

$$D_s = S \cdot t \cdot h = E^2 \cdot t \cdot h,$$

gdzie:

D_s	- dawka (doza) energii promieniowania,	S	- gęstość mocy W/m ² ,
E	- natężenie pola elektrycznego V/m,	h	- natężenie pola magnetycznego A/m,
t	- czas w godzinach.		

Zasady bezpiecznego przebywania pracowników w polu elektromagnetycznym regulowane są przez Ministra Pracy i Polityki Społecznej. Obowiązujące obecnie przepisy znajdują się w rozporządzeniu z 29 listopada 2002 roku, które reguluje prawnie zakres częstotliwości od 0 Hz do 300 GHz. W rozporządzeniu wprowadzono cztery strefy ochronne: strefę niebezpieczną, zagrożenia, pośrednią, obszar bezpieczny oraz dokładne granice pomiędzy tymi strefami: E2, E1 oraz E0 (tabela 2).

Tabela 2. Zasady przebywania pracowników w polach elektromagnetycznych o dużych wartościach natężenia pola elektrycznego/gęstości mocy DdE

Przepisy Polskie	Filozofia NDN
Strefa niebezpieczna – przebywanie pracowników zabronione	Przebywanie pracowników zabronione
GRANICA E2	GRANICA NDN
Strefa zagrożenia – czas przebywania pracowników ograniczony czasowo	Przebywanie pracowników bez ograniczeń
GRANICA E1	
Strefa pośrednia – przebywanie dozwolone w całym okresie zmiany roboczej	
GRANICA E0	
Obszar bezpieczny (obszar poza strefą ochronną) – przebywanie pracowników bez ograniczeń	

Dla strefy zagrożenia określono maksymalną wartość dozy dopuszczalnej pola elektrycznego DdE = 3200 V/m przy 2 h dla częstotliwości pola elektromagnetycznego od 15 Hz do 3000 MHz, w tym częstotliwości pracy stacji bazowych telefonii komórkowych. Dodatkowo dla poszczególnych granic określono graniczne wartości dopuszczalnego natężenia pola elektrycznego (Tabela 3).

Tabela 3. Dopuszczalne wartości natężenia pola elektrycznego na poszczególnych granicach stref ochronnych oraz dopuszczalna dawka pola elektrycznego DdE

Lp.	Zakres częstotliwości f	E1	DdE	E2	E0
		V/m	(V/m) • 2 h	V/m	V/m
1	2	3	4	5	6
1	300 MHz < f ≤ 3 GHz	20	200	E2 = 10 • E1	E0 = 1/3 • E1
2	3 GHz < f ≤ 300 GHz	0.16 • f + 19.5	($f/2$ + 55) • 2		

Dla częstotliwości od 300 MHz do 3 GHz określono także dopuszczalne wartości ochronne pola magnetycznego (tabela 4). Powyżej 3 GHz nie wskazano granicznych stref, ze względu na brak mierników natężenia pola magnetycznego w tak wysokich pasmach częstotliwości. Wówczas wykorzystywana jest zależność opisująca gęstość mocy przy użyciu skutecznej wartości natężenia pola elektrycznego:

$$H = \frac{E^2}{120 \cdot \pi} = \frac{E^2}{377}.$$

Tabela 4. Dopuszczalne wartości natężenia pola magnetycznego na poszczególnych granicach stref ochronnych oraz dopuszczalna dawka (doza) pola magnetycznego DdH

Zakres częstotliwości f	H1	DdH	H2	H0
	A/m	A/m • 2 h	A/m	A/m
1	2	3	4	5
300 MHz < f ≤ 3 GHz	0.053	0.022	H2 = 10 • H1	H0 = 1/3 • H1

Gdzie poszczególne natężenia pola magnetycznego wynoszą:

H0 – strefa pola magnetycznego = 0.053/3 A/m,

H1 – strefa pola magnetycznego = 0.053 A/m,

H2 – strefa pola magnetycznego = 0.53 A/m.

Dla pełnej ochrony pracowników oraz ludności w polu elektrycznym o charakterze impulsowym należy oprócz dopuszczalnej wartości średniej, dodatkowo zwrócić uwagę na maksymalne wartości gęstości mocy i natężenia pola elektromagnetycznego. W systemach GSM czas trwania jednego impulsu elektromagnetycznego wynosi $t = 577 \mu s$ o okresie repetycji $T_p = 4.6 ms$. Przy istniejących przepisach dla populacji generalnej średnia gęstość mocy $S_{sr} = 0.1 W/m^2$ oraz średnie natężenie pola elektrycznego $E_{sr} = 7 V/m$. Zgodnie z wartościami charakteryzującymi szczeliny czasowe w GSM, maksymalna wartość w impulsie $E_{imp} = 19.8 V/m$ oraz $S_{imp} = 0.8 W/m^2$. Nie są to zatem dużo większe wartości niż te obowiązujące w polskich normach i na pewno są mniejsze od średnich dopuszczalnych w przepisach Unii Europejskiej. Dopuszczalne wartości natężenia pola elektrycznego i gęstości mocy zostały jednak zapisane ze względu na ochronę pracowników przebywających w bardzo silnych polach o charakterze impulsowym. Spowodowane jest to występowaniem różnych efektów w tego typu polach elektromagnetycznych, takich jak między innymi efekt słuchowy. Obowiązujące dopuszczalne wartości praktycznie nie dotyczą jednak pracowników stacji bazowych telefonii komórkowej, gdyż natężenie pola elektrycznego w impulsie może być około 2.8 razy większe od wartości średniej. W przypadku telefonii komórkowej pierwsze obowiązują główne przepisy o dopuszczalnych poziomach gęstości mocy i natężenia pola elektrycznego dla pracowników.

7. PRAWNA OCHRONA ZDROWIA OD ODDZIAŁYWANIA POLA ELEKTROMAGNETYCZNEGO NA ŚWIECIE

Prace nad ochroną przed negatywnym skutkiem oddziaływania pola elektromagnetycznego są prowadzone od wielu lat przez większość krajów i dużą liczbę organizacji. Do najbardziej opiniotwórczych zespołów należą: organizacja ICNIRP (ang. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection) należąca do roku 1992 do IRPA (ang. International Radiation Protection Association), czy europejska organizacja normalizacyjna CENELEC (ang. European Committee for Electrotechnical). Ponadto na forum międzynarodowym działają takie organizacje jak: IEEE (ang. Institute of Electrical and Electronics Engineers) czy instytucja ustalająca normy techniczne obowiązujące w Stanach Zjednoczonych – ANSI (ang. American National Standards Institute). Na podstawie zaleceń i raportów różnych organizacji poszczególne kraje ustalają indywidualnie dopuszczalne wartości pól elektromagnetycznych. Pierwszym krajem, który wprowadził relatywnie duże wartości były Stany Zjednoczone. Zgodnie z normami z lat pięćdziesiątych XX wieku, maksymalna wartość gęstości mocy wynosiła $S = 100 W/m^2$, zaś natężenia pola elektrycznego $E = 194 V/m$, czyli kilkanaście razy większe niż obowiązujące aktualnie w Polsce i innych krajach Unii Europejskiej. Zgodnie z decyzją Rady Unii Europejskiej z lipca 1999 roku przyjęto maksymalne dopuszczalne wartości natężenia pól elektromagnetycznych zaproponowane przez ICNIRP. Grupa niezależnych naukowców i ekspertów, pracująca pod egidą Światowej Organizacji Zdrowia WHO (ang. World Health Organization), od wielu lat zajmowała się między innymi badaniem wpływu pól elektromagnetycznych na ludzi i środowisko. Efektem prac Unii Europejskiej jest także Dyrektywa 2004/40/WE wydana dnia 29 kwietnia 2004 roku dotycząca minimalnych wymagań

w zakresie ochrony zdrowia i bezpieczeństwa dotycząca narażenia pracowników na ryzyko związane z ekspozycją na pola elektromagnetyczne oraz określająca dopuszczalne wartości miar wewnętrznych i zewnętrznych ekspozycji na podstawie zaleceń Międzynarodowej Komisji Ochrony przed Promieniowaniem Niejonizującym (ICNIRP). Dyrektywa ta zobowiązywała do 30 kwietnia 2008 roku wszystkie kraje wspólnoty europejskiej do ograniczenia dopuszczalnych wartości natężeń pól elektromagnetycznych do poziomów co najmniej takich, jak zapisane w tym dokumencie. Dla ochrony zdrowia populacji generalnej w wyniku prac ICNIRP w roku 2002 określono dopuszczalne wartości natężeń pól elektromagnetycznych, które są wykorzystywane przy tworzeniu nowych przepisów ochrony ludzi w polach elektromagnetycznych (Tabela 5).

Tabela 5. Dopuszczalne wartości natężenia pola elektrycznego, magnetycznego i gęstości mocy zaproponowane przez ICNIRP

Lp.	Zakres częstotliwości f	Natężenie pola elektrycznego	Natężenie pola magnetycznego	Gęstość mocy
		V/m	A/m	W/m ²
1	2	3	4	5
1	od 10 MHz do 400 MHz	28	0.073	2
2	od 400 MHz do 2000 MHz	$1.375 \cdot f^{1/2}$	$0.0037 \cdot f^{1/2}$	$f/200$
3	od 2 GHz do 300 GHz	61	0.16	10

Z tabeli 5 wynika, iż dopuszczalne wartości natężenia pola elektrycznego, magnetycznego i gęstości mocy w pasmach częstotliwości wykorzystywanych w systemach telefonii komórkowej w Europie są funkcją częstotliwości. Wprowadza to spore problemy w sposobie pomiarów ekspozycji wokół wielosystemowych stacji bazowych, czy w przypadku, gdy z danej lokalizacji korzystają także inni operatorzy. Jak wynika z tabeli 5 różnice w dopuszczalnych wartościach gęstości mocy są nawet dwukrotne dla różnych systemów, mimo braku dowodów, iż np. system GSM 900 stwarza znacznie większe narażenie na ludzi i środowisko niż system UMTS 2100. Dla porównania, przepisy polskie w przypadku dopuszczalnych poziomów natężenia pola elektrycznego i gęstości mocy są dużo bardziej rygorystyczne i mają one stałą wartość dla wszystkich obecnie działających systemów telefonii komórkowej. W Polsce dopuszczalne wartości gęstości mocy są 100-krotnie mniejsze w przypadku systemu UMTS, a w przypadku systemu GSM 900 45-krotnie mniejsze, zaś dla systemu GSM 1800 90-krotnie mniejsze. W przypadku pola elektrycznego, polskie przepisy dopuszczają prawie 10-krotnie mniejsze wartości natężenia w porównaniu z zaleceniami ICNIRP.

Tabela 6. Dopuszczalne wartości natężenia pola elektrycznego, magnetycznego i gęstości mocy zaproponowane przez ICNIRP dla systemów telefonii komórkowych wykorzystywanych w Europie

Lp.	Zakres częstotliwości f	Natężenie pola elektrycznego	Natężenie pola magnetycznego	Gęstość mocy
		V/m	A/m	W/m ²
1	2	3	4	5
1	od 10 MHz do 400 MHz	28	0.073	2
2	od 400 MHz do 2000 MHz	$1.375 \cdot f^{1/2}$	$0.0037 \cdot f^{1/2}$	$f/200$
3	od 2 GHz do 300 GHz	61	0.16	10

W tabeli 6. zebrano dopuszczalne wartości gęstości mocy obowiązujące w wielu krajach dla populacji generalnej. Z tabeli wynika, iż wprowadzone w Polsce normy są jednymi z najbardziej rygorystycznych na świecie. Jedynie w Szwajcarii wprowadzone zostały ostrzejsze kryteria dla wartości gęstości mocy w miejscach dostępnych dla ludności. Dla pełniejszej ochrony populacji generalnej przed negatywnym wpływem pola elektromagnetycznego, głównie w celu ochrony przed efektami termicznymi wprowadzone zostały zalecenia ochronne dotyczące wielkości dopuszczalnej dawki promieniowania elektromagnetycznego SAR. Dopuszczalne wartości pojawiły się między innymi w zaleceniach ICNIRP, zaleceniach Rady Unii Europejskiej, normach IEEE czy zaleceniach brytyjskiej NRPB (ang. National Radiological Protection Board).

Tabela 7. Dopuszczalne wartości gęstości mocy dla populacji generalnej w Polsce i innych krajach świata

Lp.	Kraj / organizacja	900 MHz	1800 MHz	2100 MHz
1	2	3	4	5
1	ANSI	6	12	14
2	CENELEC	4.5	9.0	10.5
3	Australia	4.5	9.0	10.5
4	Austria	4.5	9.0	10.5
5	Belgia	1.125	2.25	2.625
6	Bulgaria	1	1	1
7	Czechy	4.5	9	10.5
8	Filipiny	4.5	9	10.5
9	Francja	4.5	9	10.5
10	Grecja	4.5	9	10.5
11	Hiszpania	4.5	9	10.5
12	Japonia	6	12	100
13	Kanada	6	10.5	10.5
14	Korea	4.5	9	10.5
15	Niemcy	4.5	9	10.5
16	Nowa Zelandia	4.5	4.5	4.5
17	Polska	0.1	0.1	0.1
18	Rosja	0.1	0.1	0.1
19	RPA	4.5	9	10.5
20	Słowenia	4.5	9	10.5
21	Szwajcaria	0.01	0.016	0.016
22	Turcja	4.5	9	10.5
23	Węgry	0.1	0.1	0.1
24	Wielka Brytania	4.5	9	10.5
25	Włochy (standard)	1	1	1
26	Włochy (miejsca pobytu stałego)	0.1	0.1	0.1

Przy ustalaniu ostatecznych norm przyjęto dodatkowy margines bezpieczeństwa, określając wielkość SAR = 0.4 W/kg jako graniczną wartość ekspozycji zawodowej pracowników, narażonych na wysokie wartości natężenia pola elektromagnetycznego jedynie w czasie pracy, czyli co najwyżej 8 godzin dziennie przez 5 dni w tygodniu. Ze względu na styczność z polem elektromagnetycznym populacji generalnej przez całą dobę, w tym osób wyjątkowo wrażliwych na negatywne działanie pola osób chorych, starszych oraz dzieci, dopuszczalna wartość SAR dla ogółu ludności została ustalona na dużo bardziej rygorystycznym poziomie 0.08 W/kg w normie europejskiej CENELEC PN-EN-50360 z 2001 roku. W tabeli 8 zebrano graniczne wartości SAR dla ogółu ludności, rekomendowane przez niektóre organizacje na świecie, w tym w ramach dyrektywy Unii Europejskiej 2004/40/WE.

W ramach dyrektywy 2004/40/WE Parlamentu Europejskiego i Rady określono zasady ochrony pracowników w silnych polach elektromagnetycznych. Wprowadzono w niej dwa nowe terminy dotyczące parametrów mierzalnych. Pierwszy z nich to DWMWE – Dopuszczalne Wartości Miar Wewnętrznych Ekspozycji (ang. exposure limit values), którego celem jest zapewnienie pracownikom odpowiedniego zabezpieczenia przed niekorzystnymi skutkami zdrowotnymi działania pola elektromagnetycznego, w tym zapobiegania nadmiernego przegrzewania się tkanek na powierzchni lub blisko powierzchni ciała.

Tabela 8. Dopuszczalne wartości dopuszczalnej dawki promieniowania elektromagnetycznego (SAR) dla populacji generalnej (* - tułów, ** - kończyny)

Lp.	Organizacja	Rok	Status	Wartości dopuszczalnej dawki promieniowania elektromagnetycznego SAR		Parametry uśredniania		Zakres częstotliwości
				wartość średnia dla całego ciała	wartość lokalna	czas	masa	
				W/kg		min	g	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	ICNIRP	1998	Zalecenie	0.08	2	6	10	od 10 MHz do 10 GHz
2	Rada Unii Europejskiej	1999	Zalecenie	0.08	2* / 4**	6	10	od 10 MHz do 10 GHz
3		2001	Norma					
4		2004	Dyrektywa					
5	IEEE	1999	Norma	0.08	1.6	30	1	od 30 MHz do 6 GHz
6	NRPB	1993	Zalecenie	0.40	10	15 (6) całe ciało (lokalnie)	10 (100) głowa, tułów, kończyny	od 10 MHz do 10 GHz

Wyszczególnione w tabeli 8 w kolumnie 4 dokumenty Rady Unii Europejskiej dotyczą:

- w poz. 2 z roku 1999 stanowią Zalecenie (1999/519/EC Annex II),
- w poz. 3 z roku 2001 są Normą CENELEC EN 50360,
- w poz. 4 z roku 2004 stanowią Dyrektywę (2004/40/WE).

Wartościami miar wewnętrznej ekspozycji jest głównie wielkości dopuszczalnej dawki promieniowania elektromagnetycznego (SAR). Termin DWMZE – Dopuszczalne Wartości Miar Zewnętrznych Ekspozycji (ang. action values) dotyczy wielkości parametrów mierzalnych, czyli natężenia pola elektrycznego (E), natężenia pola magnetycznego (H) oraz gęstości mocy (S), które powinny być przestrzegane. Po ich przekroczeniu zapewniona musi być ochrona związana z DWMWE. W takim przypadku pracodawca zobowiązany jest do zrealizowania pomiarów wartości SAR dla indywidualnego pracownika, dla różnych części ciała, takich jak głowa, kończyny, czy tułów, w danym polu elektromagnetycznym i zapewnienie nieprzekraczania wartości dopuszczalnych. Przy użyciu rozbudowanych, skomplikowanych, a co najważniejsze kosztownych symulacjach komputerowych obliczona wartość dopuszczalnej dawki promieniowania elektromagnetycznego (SAR) nie może wynosić więcej niż dopuszczalne wartości zapisane w dyrektywie. Do pracodawcy należy bowiem zagwarantowanie pracownikowi pełnego bezpieczeństwa przy bardzo silnych pola elektromagnetycznych, dlatego więc komputerowe programy powinny zawierać pełną informację o rozkładzie pola elektromagnetycznego wokół pracownika wraz z geometrią jego narządów wewnętrznych. Dopuszczalne wartości określone przez organizacje IEEE/ANSI są bardzo zbliżone z obowiązującymi w dyrektywie europejskiej 2004/40/WE normami. W przypadku, gdy wartości DWMZE nie są przekraczane (tabela 9), przebywanie pracowników dozwolone jest bez ograniczeń.

Pierwsze badania nad tempem pochłaniania energii pola elektromagnetycznego doprowadziły do wniosków, iż wielkość absorpcyjności dawki promieniowania elektromagnetycznego $AR = 4 \text{ W/kg}$ może spowodować wzrost temperatury ciała o 1°C i początkowo taką właśnie wartość absorpcyjności ustalono za graniczną.

Tabela 9. Dopuszczalne wartości dopuszczalnej dawki promieniowania elektromagnetycznego (SAR) Wewnętrznych Ekspozycji – DWMWE, dla pracowników telekomunikacji zgodnie z Dyrektywą 2004/40/WE

Lp.	Zakres częstotliwości f	Wartość SAR uśredniona względem całego ciała	Miejscowa wartość SAR (głównie i tułów)	Miejscowa wartość SAR (kończyny)	Gęstość mocy
		W/kg	W/kg	W/kg	W/m ²
1	2	3		4	5
1	od 10 MHz do 10 GHz	0.4	10	20	-
2	od 10 GHz do 300 GHz	-	-	-	50

Tabela 10. Dopuszczalne Wartości Miar Zewnętrznych Ekspozycji – DWMZE dla pracowników zgodnie z Dyrektywą Europejską 2004/40/WE

Lp.	Zakres częstotliwości f	Natężenie pola elektrycznego	Natężenie pola magnetycznego	Gęstość mocy
		V/m	A/m	W/m ²
1	2	3	4	5
1	od 110 MHz do 400 MHz	61	0.16	10
2	od 400 MHz do 2000 MHz	$3 \cdot f^{1/2}$	$0.008 \cdot f^{1/2}$	$f/40$
3	od 2 GHz do 300 GHz	137	0.36	50

W porównaniu do przepisów obowiązujących w Polsce, w Unii Europejskiej określono dodatkowe normy dotyczące maksymalnych wartości pola elektromagnetycznego w impulsie dla populacji generalnej jak i pracowników w ramach dyrektywy 2004/40/WE. Zgodnie z przepisami natężenie pola elektromagnetycznego nie może być większe niż $32 \cdot E_{sr}$, zaś gęstość mocy w impulsie nie może przekraczać $1000 \cdot S_{sr}$. W tabeli 11 przedstawiono dopuszczalne wartości pola elektromagnetycznego dla populacji generalnej w polu impulsowym.

Tabela 11. Dopuszczalne wartości natężenia pola elektrycznego i gęstości mocy dla populacji generalnej w polu impulsowym

Lp.	Zakres częstotliwości f	Natężenie pola elektrycznego	Gęstość mocy
		V/m	W/m ²
1	2	3	5
1	od 10 MHz do 400 MHz	0.9	2
2	od 400 MHz do 2 GHz	$0.044 \cdot f^{1/2}$	$f/200$
3	od 2 GHz do 300 GHz	1.95	10

W przypadku ochrony pracowników w polu elektromagnetycznym o charakterze impulsowym obowiązują podobne zasady, jak w przypadku populacji generalnej, natężenie pola elektromagnetycznego nie może być większe niż $32 \cdot E_{sr}$, zaś gęstość mocy w impulsie nie może przekraczać $1000 \cdot S_{sr}$. Dopuszczalne wartości pola elektromagnetycznego zapisano w tabeli 12. Sugeruje się także stosowanie dodatkowego zabezpieczenia, jakim jest kontrola swoistej absorpcji – SA, która dla 10 g żywej tkanki nie powinna przekraczać 10 mJ/kg.

Tabela 12. Dopuszczalne wartości natężenia pola elektrycznego i gęstości mocy dla ochrony pracowników w polu impulsowym przebywających w polach elektromagnetycznych

Lp.	Zakres częstotliwości f	Natężenie pola elektrycznego	Gęstość mocy
		V/m	W/m ²
1	2	3	5
1	od 110 MHz do 400 MHz	1.95	10
2	od 400 MHz do 2000 MHz	$0.097 \cdot f^{1/2}$	$f/40$
3	od 2 GHz do 300 GHz	4.38	50

Tabela 13. Dopuszczalne wartości natężenia pola elektrycznego i gęstości mocy dla ochrony przebywających ludzi w impulsowych polach elektromagnetycznych (porównanie)

Lp.	Zakres częstotliwości	Polska Norma z 30.10.2003 (Dz. U. nr 192) uwzględniająca działanie termiczne fal EM na organizm ludzki	Norma Biologiczna wg „Institut für Baubiologie” - działanie biologiczne fal EM na organizm ludzki
1	2	3	4
1	od 0 Hz do 5 Hz	10 kV/m 750 mGs (75 μT)	Brak danych
2	od 5 Hz do 50 Hz	10 kV/m 750 mGs (75 μT)	10 V/m 2 mGs (200 nT)

3	od 50 Hz (obszary mieszkalne) do 2 kHz	1 kV/m 750 mGs (75 μ T)	10 V/m 2 mGs (200 nT)
4	od 2 kHz do 3 MHz	20 V/m (od 100 kHz)	1 V/m 200 μ Gs (20 nT)
5	Od 3 MHz do 300 MHz	20 V/m	Brak danych
6	od 300 MHz do 300 GHz	100 mW/m ² (0.1 W/m ²)	<0.1 μW/m² – bezpieczne od 0.1 μW/m² do 10 μW/m² – względnie bezpieczne od 10 μW/m² do 100 μW/m² – czasowo dopuszczalne od 10 μW/m² do 1000 μW/m² – niebezpieczne dla zdrowia >1000 μW/m² – bardzo niebezpieczne dla zdrowia Firma EMFBusters.pl zaleca wartość 10 μW/m² wewnątrz pomieszczeń mieszkalnych i 1 μW/m² w sypialniach. Komunikacja bezprzewodowa jest całkowicie możliwa nawet przy poziomach sygnału 0.01 μW/m²

Legenda:

Hz - Hertz, kHz - kilohertz (1 kHz = 1000 Hz), MHz - megahertz (1 MHz = 1000 kHz), GHz - gigahertz (1 GHz = 1000 MHz), V - Volt, m - metr, μ Gs - mikrogauß, mGs - miligauss (1 mGs = 1000 μ G), nT - nanotesla, μ T - mikrottesla (1 mT = 1000 nT), μ W - mikrowat, mW - miliwat (1 mW = 1000 μ W), 1 Gs = 0.0001 T = 10 mT

8. NOWE PRAWODAWSTWO PRZECIWKO BEZPRZEWODOWYM SIECIOM WI-FI

W styczniu 2015 roku Francuskie Zgromadzenie Narodowe zapisało się w historii, uchwalając nowe krajowe prawa, których celem jest zmniejszenie narażenia na działanie radiowych pól elektromagnetycznych. Zgodnie z tym prawem, sieci Wi-Fi i urządzenia bezprzewodowe są obecnie zakazane w pomieszczeniach przeznaczonych na mieszkanie, odpoczynku i aktywność dzieci w wieku poniżej 3 lat. Sieci Wi-Fi muszą być zminimalizowane w szkołach dla dzieci do 11 lat, a routery Wi-Fi muszą być wyłączone, gdy nie są używane do celów edukacyjnych. Poza innymi środkami należy dostarczać dzieciom odpowiednie zabezpieczenia. Na życzenie kupującego muszą być udostępnione urządzenia zmniejszające narażenie głów dzieci poniżej 14 lat na promieniowanie telefonów komórkowych. Ponadto punkty dostępu (hotspoty) do sieci Wi-Fi muszą być oznaczone piktogramem. Wcześniej, w roku 2013, Ministerstwo Edukacji Izraela wydało nowe wytyczne dotyczące korzystania z bezprzewodowych sieci Wi-Fi w szkołach, głównie w celu wstrzymania instalacji sieci bezprzewodowych w młodszych klasach. W pierwszych i drugich klasach korzystanie z sieci Wi-Fi jest ograniczone do maksymalnie trzech godzin tygodniowo, a w trzeciej klasie do maksymalnie ośmiu godzin tygodniowo. Jeśli nauczyciel ma komputer w klasie, musi on być podłączony do Internetu przy wykorzystaniu kabla.

9. SPOSOBY ZABEZPIECZANIA PRZED EMISJĄ PROMIENIOWANIA ELEKTROMAGNETYCZNEGO

1. Należy przenieść sypialnię do pokoju nie przylegającego do sąsiadów, skąd mogą być generowane pola elektromagnetyczne np. z Wi-Fi.
2. Nie należy korzystać z routerów bezprzewodowych (radiowych) i urządzeń Wi-Fi, w zastępstwie warto zastosować dobrze ekranowane instalacje przewodowe.
3. Należy wyłączać zasilanie nieużywanych domowych urządzeń elektrycznych (np. telewizorów).
4. Nie należy korzystać z koców i podłóg elektrycznych, które generują pola elektromagnetyczne.
5. Należy starać się przebywać z dala od urządzeń, które podczas pracy mogą generować pole elektromagnetyczne EM (kuchnie elektryczne, kuchnie mikrofalowe, lodówki, suszarki itp.).
6. Nie należy pracować z laptopem czy podobnym urządzeniem elektronicznym na kolanach.
7. Nie należy nosić telefonu komórkowego w pobliżu serca, a przy noszeniu kierować go monitorem do ciała.
8. Rozmawiając przez telefon komórkowy, należy włączyć tryb głośnomówiący i trzymać telefon w odległości około 40 cm od ucha lub rozmawiać przez zestaw słuchawkowy podłączony przewodami.
9. W przypadku odczuwania zagrożenia oraz występowania kłopotów ze zdrowiem, należy zwrócić się do specjalistycznej firmy o wykonanie pomiarów kontrolnych i zabezpieczeń lub zaopatrzyć się w miernik pola elektromagnetycznego (np. TENMARS TM-195 w cenie około 600 zł).

10. W przypadku zamieszkiwania w pobliżu linii napowietrznej wysokich napięć (np. 110 kV), warto pomalować wnętrza mieszkań białą farbą podkładową antystatyczną No-EM Elektroprotekt 4 w 1, absorbującą promieniowanie elektromagnetyczne EM o częstotliwości od 1 Hz do 100 kHz (informacja: info@adr.com.pl).
11. W celu ochrony od promieniowania z masztu antenowego można zastosować farbę lub tynk na bazie grafitu (czarne), które pochłaniają promieniowanie elektromagnetyczne EM. Zastosowanie pod ocieplinę na ścianę zewnętrzną z kierunku stacji nadawczej (informacja <https://emfbusters.pl>).
12. W oknach należy zainstalować specjalne ochronne żaluzje lub szyby trzywarstwowe odbijające całkowicie promieniowanie elektromagnetyczne (okna BOHGLASEMS e-Magnetic, produkowane w Bydgoszczy).
13. Można sypiać w specjalnych ochronnych i uziemianych kołdrach oraz stosować w mieszkaniu specjalne tapety, włókniny, tkaniny z firmy specjalistycznej (informacja <https://emfbusters.pl>).
14. Przebywając dłuższy okres w strefach silnie napromieniowanych należy stosować nakrycia głowy wyłożone od wewnątrz folią aluminiową.
15. Można dokonać tzw. ekranizacji (np. w sypialni) od promieniowania z kierunku promieniowania masztu telefonii komórkowej przenośnymi lub stałymi osłonami z kartonów z naklejoną folią aluminiową od strony nadawczej.
16. Dla ochrony przed skutkami szkodliwego promieniowania elektromagnetycznego można wspomagać się tzw. polaryzatorem z magnesami neodymowymi, w celu przywracania odwróconej polaryzacji magnetycznej ciała do stanu normalnego.
17. Przy zainstalowaniu routera z przyłączem kablowym należy wyłączyć i nie używać funkcji Wi-Fi.
18. Do ochrony najczulszego organu jakim jest mózg można zastosować do spania specjalną osłonę głowy (kaptur ochronny) wyłożoną od wewnątrz folią aluminiową.
19. W przypadkach istniejącego szkodliwego promieniowania elektromagnetycznego pochodzącego od napowietrznych linii wysokich napięć, można stosować w pomieszczeniach mieszkalnych specjalne powłoki z podkładowej farby ochronnej, która ma również cechy farby elektrostatycznej. Tego typu farba ochronna jest dostępna pod nazwą no-FM i stanowi ochronę przed szkodliwym działaniem promieniowania elektromagnetycznego w zakresie częstotliwości od 1 Hz do 100 MHz. Autorem tego wynalazku jest dr inż. Stanisław Wosiński z Gdańska, który opracowuje również farbę o innych ulepszonych właściwościach, która będzie zabezpieczać przed promieniowaniem elektromagnetycznym o wyższych częstotliwości do 3 GHz (<http://www.noem.co/pl/noem-electro-protector/>).
20. Istniejący stan dotyczący problemu szkodliwego promieniowania wymaga ustanowienia nowej normy ochrony przed nadmiernym i szkodliwym promieniowaniem elektromagnetycznym wysokich częstotliwości. Obecnie obowiązuje dopuszczalny poziom gęstości mocy promieniowania elektromagnetycznego 0.1 W/m^2 ze względu na działanie termiczne na organizm ludzki, natomiast według najnowszej wiedzy dopuszczalna gęstość mocy nie powinna przekraczać $100 \mu\text{W/m}^2$, ze względu na ochronę biologiczną. Poziom promieniowania powinien być 1000 krotnie mniejszy!!!

9. MATERIAŁY ŹRÓDŁOWE

1. Zarys ekotoksykologii. Opracowania monograficzne. Praca zbiorowa pod red. Jacka Namieśnika i Jerzego Jaśkowskiego. Wydawnictwo EKO-Pharma, Gdańsk, 1995.
2. Dwumiesięcznik NEXUS: nr 3 (113) maj-czerwiec 2017 rok i nr 4 (114) lipiec-sierpień 2017 rok.
3. <http://malopolska.btsearch.pl/PM/index.php>.
4. <http://mapa.btsearch.pl/>.
5. http://www.orgon-polska.pl/promieniowanie_elektromagnetyczne.html.
6. <http://www.raczkujemy.pl/czy-wi-fi-jest-bezpieczne-dla-zdrowia/>.
7. <http://lepszeczdzrowie.info/elektrosmog.htm>.
8. <http://lepszeczdzrowie.info/elektrosmog.htm>.
9. <https://www.youtube.com/watch?v=UBLZfQEAbEI>, (-_G3a3dFsGI), (me7BaupMyVc), (5i8q1JBKik), (=xWwc1fDB_gg), (TWZ-YlbzuU&t=104s), (2YqH6Y83_5k).
10. Dyrektywa 2004/40/WE Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie minimalnych wymagań w zakresie zdrowia i bezpieczeństwa dotycząca narażenia pracowników na ryzyko spowodowane polami elektromagnetycznymi.
11. Polska Norma PN-EN 50360:01.2004. Określanie zgodności telefonów ruchomych z ograniczeniami podstawowymi dotyczącymi ekspozycji ludzi na pola elektromagnetyczne (od 300 MHz do 3 GHz).
12. Polska Norma PN-EN 50361:12.2003. Pomiary swoistego tempa pochłaniania energii związanego z ekspozycją ludzi na pola elektromagnetyczne o częstotliwościach od 300 MHz do 3 GHz, wytwarzane przez telefony ruchome. Norma podstawowa.