



Agencja Oceny Technologii Medycznych i Taryfikacji
Wydział Oceny Technologii Medycznych

**Wpływ pola elektromagnetycznego
100 kHz do 300 GHz na zdrowie**

Nr: -

Data ukończenia: 08.11.2019 r.

Spis treści

Spis treści	2
1. Poziomy referencyjne lub limity ekspozycji dla ogółu społeczeństwa dotyczące pola elektromagnetycznego na obszarach zamieszkałych	3
2. Streszczenie draftu wytycznych ICNIRP do konsultacji (wersja z 11 lipca 2018).....	5
2.1. Wstęp	5
2.2. Fizjologia i funkcjonowanie mózgu.....	5
2.2.1. Aktywność elektryczna mózgu i sprawność poznawcza mózgu	5
2.2.2. Objawy i dobre samopoczucie	5
2.2.3. Inne funkcje fizjologiczne mózgu i funkcje pokrewne	6
2.3. Funkcje słuchowe, równowagi, wzrokowe	6
2.4. Układ neuroendokryny	6
2.5. Choroby neurodegeneracyjne	7
2.6. System sercowo-naczyniowy, autonomiczny układ nerwowy i termoregulacja	7
2.7. Układ odpornościowy i hematologia.....	7
2.8. Płodność, reprodukcja i rozwój dziecka	7
2.9. Kancerogenność	8
3. Przegląd.....	9
3.1. Opis metodyki.....	9
3.2. Opis badań włączonych do przeglądu	9
3.2.1. Charakterystyka badań włączonych do przeglądu	9
4. Załączniki.....	12
4.1. Strategie wyszukiwania publikacji	12
4.2. Diagram selekcji badań	13

1. Poziomy referencyjne lub limity ekspozycji dla ogółu społeczeństwa dotyczące pola elektromagnetycznego na obszarach zamieszkałych

Poziomy referencyjne oraz limity ekspozycji dla ogółu społeczeństwa dotyczące pola elektromagnetycznego na obszarach zamieszkałych w wybranych państwach członkowskich Unii Europejskiej oraz wybranych krajach przemysłowych poza Unią Europejską zestawiono w poniższej tabeli.

Tabela 1. Poziomy referencyjne lub limity ekspozycji dla ogółu społeczeństwa dotyczące pola elektromagnetycznego na obszarach zamieszkałych (stan lipiec 2017 r.)

Kraj:	50 Hz		900 MHz			1800 MHz			2100 MHz		
	natężenie pola elektrycznego (V/m)	gęstość strumienia magnetycznego (μT)	natężenie pola elektrycznego (V/m)	gęstość strumienia magnetycznego (μT)	Ekwiwalent gęstości mocy fali płaskiej (W/m ²)	natężenie pola elektrycznego (V/m)	gęstość strumienia magnetycznego (μT)	Ekwiwalent gęstości mocy fali płaskiej (W/m ²)	natężenie pola elektrycznego (V/m)	gęstość strumienia magnetycznego (μT)	Ekwiwalent gęstości mocy fali płaskiej (W/m ²)
1999/519/EC	5000	100	41	0,14	4,5	58	0,20	9	61	0,20	10
Czechy	2000	200	41	0,14	4,5	58	0,20	9	61	0,20	10
Estonia	5000	100	41	0,14	4,5	58	0,20	9	61	0,20	10
Polska	1000	75	7	—	0,1	7	—	0,1	7	—	0,1
Szwecja	5000	100	41	0,14	4,5	58	0,20	9	61	0,20	10
Zjednoczone Królestwo	9000	360	41	0,14	4,5	58	0,20	9	61	0,20	10
Australia	—	—	41	0,14	4,5	58	0,20	9	61	0,20	10
Chiny	4000	100	12	0,04	0,4	12	0,04	0,4	12	0,04	0,4

Źródło: National Institute for Public Health and the Environment, RIVM, The Netherlands, *Comparison of international policies on electromagnetic fields (power frequency and radiofrequency fields)*.

Polska: W miejscach, które są publicznie dostępne, limity ekspozycji zależne od częstotliwości są niższe niż poziomy referencyjne w zaleceniu UE i są ustalone dla natężenia pola elektrycznego i gęstości mocy. Przy 900 MHz limit natężenia pola elektrycznego wynosi 17% poziomu referencyjnego zalecanego w UE (2% dla gęstości mocy).¹

Zjednoczone Królestwo: W odpowiedzi na wnioski z krajowego dialogu interesariuszy, rząd zauważył, że wytyczne ICNIRP dotyczące narażenia obowiązujące w Wielkiej Brytanii są nadal odpowiednie. Wspiera także wdrażanie tanich opcji, takich jak optymalne fazowanie w celu zmniejszenia pola magnetycznego napowietrznych linii energetycznych, ale uważa, że dodatkowe zmniejszenie ekspozycji poprzez utworzenie stref wykluczenia między domami a liniami energetycznymi jest nieproporcjonalne w świetle dowodów na potencjalne zagrożenia zdrowia. Rząd wspiera także badanie wzmocnienia najlepszych praktyk w zakresie okablowania obwodów dystrybucyjnych oraz przekazywanie spójnych, pomocnych i proporcjonalnych komunikatów dotyczących zdrowia publicznego w celu zwiększenia świadomości.¹

Australia: Obecnie nie obowiązują żadne oficjalne regulacje rządowe ani wytyczne dotyczące narażenia populacji ogólnej na oddziaływanie pól elektromagnetycznych o częstotliwościach poniżej 3 kHz. Australijska Agencja Ochrony przed Promieniowaniem i Bezpieczeństwa Jądrowego (ARPANSA) stwierdziła, że wytyczne ICNIRP dotyczące niskiej częstotliwości są spójne z interpretacją naukowej podstawy dla ochrony ogółu społeczeństwa przed narażeniem na oddziaływanie pól elektromagnetycznych niskiej częstotliwości. Operatorzy sieci energetycznych stosują politykę „ostrożnego unikania”, aby podejmować rozsądne kroki w celu ograniczenia ekspozycji z nowych obiektów (napowietrznych linii energetycznych, podziemnych kabli oraz podstacji) bez

¹ National Institute for Public Health and the Environment, RIVM, The Netherlands, *Comparison of international policies on electromagnetic fields (power frequency and radiofrequency fields)*.

żadnych lub bardzo niskich kosztów, nie naruszając przy tym nadmiernie innych kwestii, takich jak bezpieczeństwo pracowników, dostępność miejsc, niezawodność i wpływ na środowisko.¹

Chiny: Krajowe normy ochrony ludności na podstawie Ustawy o Ochronie Środowiska określa limity ekspozycji środowiskowej na działanie pól elektromagnetycznych, nie mają jednak zastosowania do urządzeń gospodarstwa domowego. Granice mocy częstotliwości pól magnetycznych są równe poziomom referencyjnym zalecanym w UE do 800 Hz, jednakże są niższe dla częstotliwości większych niż 800 Hz. W przypadku pól elektrycznych wartości graniczne są niższe niż poziomy referencyjne w zaleceniach UE dla wszystkich częstotliwości. Norma przytacza także zasadę ostrożności i zachęca właścicieli obiektów i urządzeń do podjęcia skutecznych działań w celu ograniczenia narażenia społeczeństwa.¹

2. Streszczenie draftu wytycznych ICNIRP (wersja do konsultacji z 11 lipca 2018)

Pytanie badawcze: Czy istnieją potwierdzone naukowo jednoznaczne dowody na szkodliwość oddziaływania na zdrowie człowieka pola elektromagnetycznego w radiowym zakresie częstotliwości o wartościach nieprzekraczających wartości granicznych zalecanych przez ICNIRP dla ogółu społeczeństwa?

2.1. Wstęp

Światowa Organizacja Zdrowia (WHO) podjęła się dogłębnego przeglądu literatury dotyczącej pól elektromagnetycznych o częstotliwości radiowej (PEM) i zdrowia, który zostanie wydany jako dokument techniczny. Ten niezależny przegląd jest najbardziej aktualną, kompleksową i dokładną oceną skutków pól elektromagnetycznych o częstotliwości radiowej. W celu uzupełnienia przeglądów WHO, SCENIHR (Scientific Committee On Emerging And Newly Identified Health Risks) uwzględnione zostały również badania, które pojawiły się w wyniku przeszukiwania systematycznego przez AOTMiT. W celu przedstawienia informacji na temat procesu, przedstawiono przegląd literatury i wniosków.

Przedstawione podsumowanie badań nad biologicznymi i zdrowotnymi skutkami PEM o częstotliwości radiowej uwzględnia wpływ na systemy ciała, procesy lub określone choroby. Rozważane dziedziny badawcze obejmują zakres od eksperymentalnych testów wpływu PEM o częstotliwości radiowej na komórki, do badań obserwacyjnych oceniających związki między PEM o częstotliwości radiowej a szeregiem potencjalnie związanych ze zdrowiem wyników..

Należy zauważyć, że ICNIRP opiera swoje wytyczne na uzasadnionych, niekorzystnych skutkach zdrowotnych. Badania nad wpływem PEM o częstotliwości radiowej na zdrowie koncentrowały się zazwyczaj na kilku obszarach będących przedmiotem szczególnego zainteresowania i troski, podczas gdy informacje dotyczące szeregu innych systemów organizmu są niewystarczające, aby przyczynić się do opracowania wytycznych. W szczególności brak jest wystarczających informacji na temat wpływu PAM o częstotliwości radiowej na układ kostny, mięśniowy, oddechowy, pokarmowy i wydalniczy. W związku z tym systemy te nie są dalej brane pod uwagę.

2.2. Fizjologia i funkcjonowanie mózgu

2.2.1. Aktywność elektryczna mózgu i sprawność poznawcza mózgu

Nie istnieją uzasadnione doniesienia o PEM o częstotliwości radiowej wpływającym negatywnie na wydajność, wyniki przepływu krwi przez mózgowie (ang. CBF) lub związane z wydarzeniami potencjalne środki funkcji poznawczych. Badania analizujące EEG wykazały, że 8-13 Hz pasmo alfa w budzeniu EEG i 1014 Hz "wrzeczono snu" zakres częstotliwości w sen EEG, są dotknięte narażeniem PEM częstotliwości radiowej z SARs <2 W kg⁻¹, ale nie ma dowodów, że odnoszą się one do niekorzystnych skutków zdrowotnych.

Badania epidemiologiczne dotyczące wyższych funkcji poznawczych są ograniczone. Pojawiły się doniesienia o subtelnych zmianach w pomiarach wydajności z PEM o częstotliwości radiowej, ale ustalenia są sprzeczne, a alternatywne wyjaśnienia obserwowanych skutków są wiarygodne.

Podsumowując, nie ma uzasadnionych eksperymentalnych lub epidemiologicznych dowodów na to, że narażenie na PEM o częstotliwości radiowej wpływa na wyższe funkcje poznawcze istotne dla zdrowia.

2.2.2. Objawy i dobre samopoczucie

Istnieją badania dotyczące potencjału PEM o częstotliwości radiowej do wpływania na nastrój, charakterystykę zachowania i objawy.

Niewielka część populacji przypisuje niespecyficzne objawy różnym typom ekspozycji na PEM o częstotliwości radiowej; jest to określane jako idiopatyczna nietolerancja środowiskowa przypisywana PEM. W podwójnie zaślepionym badaniu eksperymentalnym nie udało się zidentyfikować związku między narażeniem na PEM o częstotliwości radiowej, a objawami (w populacji z idiopatyczną nietolerancją środowiskową), jak również w próbkach zdrowej populacji. Te badania dostarczyły dowodów na to, że przekonanie o narażeniu (np. tzw. efekt nocebo), a nie samo narażenie, jest istotnym wyznacznikiem objawów.

Badania epidemiologiczne dotyczyły potencjalnego długoterminowego wpływu narażenia na EMF o częstotliwości radiowej pochodzącego od nadajników stacjonarnych i urządzeń stosowanych w pobliżu ciała na objawy i dobre samopoczucie, ale z kilkoma wyjątkami są to badania przekrojowe z samodzielnymi informacjami o objawach i narażeniu. W badaniach tych niepokój budzą błędy w doborze, błędy w raportowaniu i efekty nocebo. W badaniach nad przekaźnikami nie zaobserwowano żadnych spójnych związków między narażeniem a objawami lub dobrym samopoczuciem, gdy dokonywano obiektywnych pomiarów narażenia lub gdy informacje o narażeniu były gromadzone prospektywnie. W badaniach dotyczących korzystania z telefonów komórkowych zaobserwowano skojarzenia z objawami i problematycznymi zachowaniami. Jednakże badania te generalnie nie pozwalają na rozróżnienie między potencjalnymi skutkami narażenia na pola elektromagnetyczne o częstotliwości radiowej a innymi konsekwencjami korzystania z telefonu komórkowego, takimi jak brak snu u nastolatków korzystających z telefonu komórkowego w nocy. Ogólnie rzecz biorąc, badania epidemiologiczne nie dostarczają dowodów na istnienie przyczynowego wpływu narażenia na PEM o częstotliwości radiowej na objawy lub dobre samopoczucie.

Istnieją jednak dowody na to, że PEM o częstotliwości radiowej, przy wystarczająco wysokim poziomie, może powodować ból.

Nie ma zatem dowodów na to, że narażenie na PEM o wysokiej częstotliwości wpływa na objawy, z wyjątkiem bólu (i potencjalnie uszkodzenia tkanek) przy wysokim poziomie narażenia.

Podsumowując, nie udokumentowano żadnych doniesień o niekorzystnym wpływie na objawy i dobre samopoczucie, z wyjątkiem bólu, który jest związany z podwyższoną temperaturą przy wysokim poziomie narażenia. Progi dla nich nie zostały jasno określone, ale najlepsze szacunki znajdują się w pobliżu 10 i 20 mA dla pośrednich prądów kontaktowych, odpowiednio dla dzieci i dorosłych oraz 12,5 kW m⁻² dla bezpośredniej ekspozycji na fale milimetrowe.

2.2.3. Inne funkcje fizjologiczne mózgu i funkcje pokrewne

Pojawiły się doniesienia o zmianach morfologicznych w komórkach, ale nie zostały one replikowane, a ich znaczenie dla zdrowia nie zostało wykazane. Pojawiły się również doniesienia o polach o częstotliwości radiowej powodujących wyciek albumin przez barierę krew-mózg, ale ze względu na ograniczenia metodologiczne badań i nieudane próby samodzielnego odtworzenia wyników, nie ma dowodów na efekt.

Podsumowując, nie ma dowodów na wpływ PEM o częstotliwości radiowej na procesy fizjologiczne, które pogarszają zdrowie ludzi

2.3. Funkcje słuchowe, równowagi, wzrokowe

Wiele badań na populacji ludzkiej przetestowano pod kątem potencjalnego wpływu PEM o częstotliwości radiowej na funkcjonowanie i patologię tych systemów.

Submilisekundowe impulsy PEM o częstotliwości radiowej mogą powodować słyszalny dźwięk. W szczególności, w zakresie 200-3000 MHz mikrofalowy efekt słyszenia może wynikać z krótkich (około 100 μs) impulsów o częstotliwości radiowej, które powodują termoelastyczną ekspansję, wykrywaną przez komórki czuciowe w ślimaku za pomocą tych samych procesów, jakie zachodzą w normalnym słuchu. Nie ma dowodów na to, że efekt mikrofalowego słyszenia może mieć wpływ na zdrowie.

Istnieje bardzo niewiele badań epidemiologicznych dotyczących sensorycznych efektów działania urządzeń emitujących pola elektromagnetyczne o częstotliwości radiowej. Dostępne badania skupiają się na korzystaniu z telefonów komórkowych i nie dostarczają dowodów na to, że jest to związane ze zwiększonym ryzykiem wystąpienia szumów usznych, uszkodzenia słuchu, uszkodzenia przedsionków lub funkcji oczu.

Podsumowując, nie udowodniono żadnych skutków dla funkcji słuchowych, przedsionkowych lub wzrokowych istotnych dla zdrowia człowieka.

2.4. Układ neuroendokrynnny

Dwa badania epidemiologiczne dotyczące potencjalnego wpływu narażenia na PEM o częstotliwości radiowej na poziom melatoniny dały sprzeczne wyniki i oba miały ograniczenia metodologiczne, w tym możliwe efekty nocebo. W przypadku innych punktów końcowych dotyczących hormonów nie zidentyfikowano badań epidemiologicznych o wystarczającej jakości naukowej.

Podsumowując, najniższy poziom, na którym zaobserwowano wpływ PEM o częstotliwości radiowej na układ neuroendokrynnny wynosi 4 W kg^{-1} (u gryzoni i naczelnych), ale nie ma dowodów, że przekłada się to na ludzi lub ma znaczenie dla zdrowia ludzkiego. Nie udowodniono żadnych innych skutków.

2.5. Choroby neurodegeneracyjne

Nie istnieją badania eksperymentalne na ludziach w zakresie chorób neurodegeneracyjnych.

W duńskim epidemiologicznym badaniu kohortowym zbadano potencjalny wpływ używania telefonów komórkowych na zaburzenia neurodegeneracyjne i zgłoszono ograniczone szacunkowe ryzyko wystąpienia choroby Alzheimera, demencji naczyniowej i innych demencji oraz choroby Parkinsona. Wyniki te mogą być wynikiem odwróconego związku przyczynowego, ponieważ prodromalne objawy choroby mogą uniemożliwić osobom z wczesnymi objawami rozpoczęcie korzystania z telefonu komórkowego. Wyniki dotyczące stwardnienia rozsianego są niespójne, nie obserwuje się żadnego efektu u mężczyzn, i większą granicę ryzyka u kobiet, ale bez spójnego wzorca ekspozycji i reakcji.

Podsumowując, nie udowodniono żadnego wpływu na choroby neurodegeneracyjne.

2.6. System sercowo-naczyniowy, autonomiczny układ nerwowy i termoregulacja

Jak opisano powyżej, PEM o częstotliwości radiowej może indukować ogrzewanie organizmu. Chociaż ludzie mają bardzo skuteczny system termoregulacyjny, zbyt duża ilość ciepła naraża układ sercowo-naczyniowy na stres i może prowadzić do niekorzystnych skutków zdrowotnych.

Większość badań wskazuje, że nie ma wpływu na punkty końcowe regulowane przez autonomiczny układ nerwowy. Stosunkowo niewielka liczba zgłoszonych skutków narażenia była niewielka i nie miałyby wpływu na zdrowie. Zmiany te były również niespójne i mogą wynikać z ograniczeń metodologicznych lub przypadku.

Niewiele jest dostępnych badań epidemiologicznych dotyczących układu sercowonaczyniowego, autonomicznego układu nerwowego lub wyników termoregulacji. Te, które nie wykazały związku między narażeniem na pola elektromagnetyczne o częstotliwości radiowej, a środkami dotyczącymi zdrowia sercowo-naczyniowego.

Podsumowując, żaden wpływ na układ krążenia, autonomiczny układ nerwowy lub termoregulację, które zagrażają zdrowiu, nie został potwierdzony w przypadku narażenia na SAR dla całego ciała o średniej wartości poniżej około 1 W kg^{-1} ,

2.7. Układ odpornościowy i hematologia

Pojawiły się niespójne doniesienia o przemijających zmianach w funkcji immunologicznej i hematologii po narażeniu na PEM o częstotliwości radiowej. Zostały one zaczerpnięte przede wszystkim z badań in vitro, chociaż przeprowadzono również niektóre badania in vivo na zwierzętach. Obecnie nie ma dowodów na to, że takie zgłaszane skutki, jeśli są rzeczywiste, mają znaczenie dla zdrowia ludzkiego.

Kilka badań na ludziach nie wykazało żadnych dowodów na to, że PEM o częstotliwości radiowej wpływa na zdrowie ludzi poprzez układ odpornościowy lub hematologię.

2.8. Płodność, reprodukcja i rozwój dziecka

Niewiele jest badań eksperymentalnych na ludziach zajmujących się możliwymi skutkami narażenia na pola elektromagnetyczne o częstotliwości radiowej dla reprodukcji i rozwoju. Co jest dostępne koncentruje się na hormonach, które są istotne dla reprodukcji i rozwoju, a jak opisano w sekcji System Neuroendokrynnny powyżej, nie ma dowodów, że są one narażone na PEM o częstotliwości radiowej. Inne badania zajęły się tym zagadnieniem, analizując różne etapy rozwoju (w punktach końcowych, takich jak poznanie i aktywność elektryczna mózgu), w celu określenia, czy na tych etapach może występować większa wrażliwość na pola o częstotliwości radiowej. Obecnie nie ma dowodów na to, że faza rozwojowa ma znaczenie dla tej kwestii.

W badaniach epidemiologicznych badano różne aspekty niepłodności męskiej i żeńskiej oraz wyniki ciąży w odniesieniu do ekspozycji na PEM o częstotliwości radiowej. Niektóre badania epidemiologiczne wykazały związki między PEM o częstotliwości radiowej a jakością spermy lub męską niepłodnością, ale łącznie dostępne badania nie dostarczają mocnych dowodów na związek z narażeniem na PEM o częstotliwości radiowej, ponieważ wszystkie one cierpią z powodu ograniczeń w projektowaniu badań lub ocenie narażenia. Dostępnych jest kilka badań epidemiologicznych dotyczących korzystania z telefonu komórkowego przez matkę w czasie ciąży i potencjalnego wpływu na rozwój neurologiczny dziecka. Nie ma uzasadnionych dowodów na to, że narażenie na pola elektromagnetyczne o częstotliwości radiowej z telefonu komórkowego matki wpływa na rozwój poznawczy i psychomotoryczny dzieci lub powoduje opóźnienia w rozwoju.

Podsumowując, nie udowodniono żadnych niekorzystnych skutków narażenia na PEM o częstotliwości radiowej dla płodności, reprodukcji lub rozwoju istotnych dla zdrowia ludzkiego.

2.9. Kancerogenność

Istnieje duża ilość literatury dotyczącej procesów komórkowych i molekularnych, które mają szczególne znaczenie dla nowotworów. Obejmuje to badania nad proliferacją komórek, różnicowaniem i procesami związanymi z apoptozą, ekspresją protoonkogenów, genotoksycznością, zwiększonym stresem oksydacyjnym i przerwaniem włókien DNA. Chociaż istnieją doniesienia o wpływie PEM o częstotliwości radiowej na wiele z tych mechanizmów, nie ma uzasadnionych dowodów na występowanie skutków istotnych dla zdrowia.

Przeprowadzono również wiele badań epidemiologicznych dotyczących korzystania z telefonów komórkowych i ryzyka wystąpienia nowotworów. Większość z nich skupiła się na guzach mózgu, nerwiakach nerwu słuchowego i guzach ślinianki, ponieważ występują one w bliskiej odległości od typowego źródła ekspozycji z telefonów komórkowych. Zostały również przeprowadzone badania w kierunku innych typów nowotworów, takich jak białaczka, chłoniak, czerniak błony śluzowej, guzy przysadki mózgowej, rak jąder i czerniak złośliwy. Z kilkoma wyjątkami w badaniach wykorzystano koncepcję kontroli przypadków i oparto się na retrospektywnie zebranych, samodzielnie zgłoszonych informacjach na temat historii korzystania z telefonów komórkowych. Dostępne są tylko dwa badania kohortowe z informacjami dotyczącymi potencjalnego narażenia.

Duże, skoordynowane przez IARC badanie Interphone nie dostarczyło dowodów na zwiększone ryzyko wystąpienia guzów mózgu, nerwiaka nerwu słuchowego lub guza ślinianki wśród zwykłych użytkowników telefonów komórkowych, a szacowane ryzyko nie wzrosło wraz z wydłużeniem czasu od pierwszego użycia telefonu komórkowego (Interphone, 2010; 2011). Wnioski z tych badań stoją w kontrze do wyników analiz przypadków z grupy Hardell w Szwecji, które to wskazywały na znaczne zwiększenie ryzyka wystąpienia zarówno nerwiaka nerwu słuchowego, jak i złośliwych nowotworów mózgu już po niecałych pięciu latach od rozpoczęcia korzystania z telefonu komórkowego oraz na dość niskim poziomie skumulowanego czasu rozmów. Wyniki te nie są one jednak zgodne z tendencjami w zakresie zachorowalności na raka mózgu w wielu krajach lub regionach, w których nie odnotowano żadnego wzrostu zachorowalności od czasu wprowadzenia telefonów komórkowych.

Ponadto żadne badania kohortowe (na które, w przeciwieństwie do badań dotyczących kontroli przypadków, nie mają wpływu uprzedzenia związane z wycofaniem lub wyborem) nie informują o wyższym ryzyku wystąpienia glejaka, oponiaka lub nerwiaka n. VIII wśród abonentów telefonów komórkowych lub podczas szacowania korzystania z telefonów komórkowych za pomocą prospektywnie zebranych kwestionariuszy. Badania innych rodzajów nowotworów również nie dostarczyły dowodów na zwiększone ryzyko wystąpienia guza w związku z korzystaniem z telefonu komórkowego. Tylko jedno badanie jest dostępne na temat korzystania z telefonów komórkowych u dzieci i ryzyka wystąpienia guza mózgu. Nie zaobserwowano zwiększonego ryzyka wystąpienia guzów mózgu.

Badania narażenia na środowiskowe pola elektromagnetyczne o częstotliwości radiowej, na przykład z nadajników radiowych i telewizyjnych, nie dostarczyły dowodów na zwiększone ryzyko zachorowania na raka ani u dzieci, ani u dorosłych. Badania nad rakiem w związku z zawodową ekspozycją na pola elektromagnetyczne o częstotliwości radiowej EMF podlegają znacznym ograniczeniom metodologicznym i nie dostarczają wystarczających informacji do oceny rakotwórczości pól elektromagnetycznych o częstotliwości radiowej. Łącznie badania epidemiologiczne nie dostarczają dowodów rakotwórczego działania narażenia na pola elektromagnetyczne o częstotliwości radiowej na poziomach spotykanych w całej populacji.

Podsumowując, nie udowodniono żadnego wpływu PEM o częstotliwości radiowej na raka.

3. Przegląd

Przegląd dotyczy pytania zadanego przez MZ:

„Czy istnieją potwierdzone naukowo jednoznaczne dowody na szkodliwość oddziaływania na zdrowie człowieka pola elektromagnetycznego w radiowym zakresie częstotliwości o wartościach nieprzekraczających wartości granicznych zalecanych przez ICNIRP dla ogółu społeczeństwa?”

3.1. Opis metodyki

W celu odnalezienia badań zarówno pierwotnych, jak i wtórnych, dotyczących dowodów na szkodliwość oddziaływania na zdrowie człowieka pola elektromagnetycznego w radiowym zakresie częstotliwości o wartościach nieprzekraczających wartości granicznych zalecanych przez ICNIRP dla ogółu społeczeństwa, dokonano przeszukiwania w Medline via PubMed. Wyszukiwanie przeprowadzono dnia 6.11.2019 r. (Medline via PubMed). Zastosowane strategie wyszukiwania zostały przedstawione w załączniku. Ze względu na ograniczony czas na dokonanie przeglądu ograniczono się do poszukiwań przede wszystkim opracowań wtórnych.

Tabela 2. Kryteria włączenia publikacji do niniejszego opracowania.

Parametr	Kryteria włączenia	Kryteria wykluczenia
(P) Populacja	<ul style="list-style-type: none"> Populacja ogólna dzieci lub dorosłych 	<ul style="list-style-type: none"> Osoby pracujące z maszynami generującymi pole elektromagnetyczne. Osoby poddane terapiom związanym z emisją pola elektromagnetycznego.
(I) Interwencja	<ul style="list-style-type: none"> Fale radiowe w zakresie częstotliwości o wartościach nieprzekraczających wartości graniczne zalecane przez ICNIRP 100kHz-300GHz. 	<ul style="list-style-type: none"> Fale w zakresie częstotliwości o wartościach przekraczających wartości graniczne zalecane przez ICNIRP 100kHz-300GHz Wpływ leczniczy pola magnetycznego
(C) Komparator	<ul style="list-style-type: none"> Brak 	<ul style="list-style-type: none"> Brak
(O) Punkty końcowe	Wpływ pola elektromagnetycznego na: <ul style="list-style-type: none"> Fizjologię i funkcjonowanie mózgu, Funkcje słuchowe, przedsionkowe i oczne, Układ neuroendokryny, Choroby neurodegeneracyjne, Układ sercowo-naczyniowy, autonomiczny układ nerwowy i termoregulację, Układ odpornościowy i hematologia, Płodność, reprodukcja i rozwój dzieciństwa, Rozwój nowotworów. 	<ul style="list-style-type: none"> Brak wpływu
(S) Typy badań	<ul style="list-style-type: none"> Przeglądy systematyczne 	<ul style="list-style-type: none"> Brak

3.2. Opis badań włączonych do przeglądu

3.2.1. Charakterystyka badań włączonych do przeglądu

W poniższej tabeli dokonano zestawienia publikacji, w których odnaleziono dowody na możliwe negatywne skutki działania na człowieka pola elektromagnetycznego w radiowym zakresie częstotliwości o wartościach nieprzekraczających wartości granicznych zalecanych przez ICNIRP.

Tabela 3. Charakterystyka badań włączonych do przeglądu systematycznego

Badanie	Wnioski
Adams 2014 Effect of mobile telephones on sperm quality: a systematic review and meta-analysis.	Analizy wskazują na negatywne powiązania między korzystaniem z telefonów komórkowych a żywotnością i ruchliwością plemników. Konieczne są dalsze badania w celu dokładniejszego oszacowania tych skutków i oceny klinicznej znaczenia ryzyka, zarówno dla mężczyzn nieplodnych (o zmniejszonej płodności), jak i dla całej populacji.

Badanie	Wnioski
<p>Asl 2019 The possible global hazard of cell phone radiation on thyroid cells and hormones: a systematic review of evidences.</p>	<p>Celem przeglądu było zbadanie możliwego wpływu szkodliwości fal (450 do 3800 MHz) emitowanych podczas używania telefonu komórkowego lub przebywania w zasięgu telefonu komórkowego, na komórki tarczycy i hormony.</p> <p>Ekspozycja na mikrofałe negatywnie wpływa na pobór jodu przez tarczycę, oraz może zwiększać temperaturę tarczycy. Wraz z pojawianiem się nowych generacji technologii komunikacyjnych takich jak 5 G, konieczne są dalsze badania w celu wykazania związku między wpływem mikrofal a poziomem TSH i supresją hormonów tarczycy.</p>
<p>Balbani 2008 Mobile phones: influence on auditory and vestibular systems.</p>	<p>Celem przeglądu było zbadanie wpływu telefonów komórkowych na słuch i równowagę.</p> <p>Nie ma dowodów naukowych sugerujących, że mikrofałe emitowane przez telefony komórkowe powodują szkody termiczne dla ich użytkowników.</p> <p>Ostra ekspozycja na mikrofałe transmitowane przez telefony komórkowe nie wpływa na przewodnictwo elektryczne nerwu ślimakowego ani na funkcje błędnika przedsionkowego.</p> <p>Istnieją kontrowersyjne dane dotyczące zwiększonego ryzyka nerwiaka akustycznego użytkowników telefonów komórkowych.</p> <p>Analogowe aparaty słuchowe są bardziej podatne na zakłócenia elektromagnetyczne powodowane przez cyfrowe telefony komórkowe.</p> <p>Należy odnotować możliwe zakłócenia elektromagnetyczne powodowane używaniem telefonów komórkowych na wszczepionych rozrusznikach serca i sprzęcie medycznym/szpitalnym (monitory serca, pompy infuzyjne, pulsoksymetry, nieinwazyjne monitory ciśnienia tętniczego krwi itp.).</p>
<p>Bielsa-Fernandez 2016 Association between radiation from mobile phones and tumour risk in adults.</p>	<p>Wyniki przeglądu wskazują, że fale mikrofalowe emitowane przez telefony komórkowe mogą przyczyniać się do rozwoju nowotworów (w perspektywie powyżej 10 lat) oraz, że czynnikiem zwiększającym ryzyko jest narażenie jednostronne. Ponadto istnieje zwiększone ryzyko po skumulowanym czasie korzystania z telefonu komórkowego (1640 godzin lub około 5 godzin dziennie) oraz szczególne ryzyko zachorowania na raka skóry przy skumulowanym korzystaniu przez ponad 365 godzin (około 12 minut dziennie).</p> <p>Pomimo powyższego, potrzeba więcej badań, aby potwierdzić możliwy związek, nie tylko z guzami mózgu, które są najlepiej zbadane, ale także z guzami innych obszarów ciała, takich jak ślinianki, jądra i skóra, jak również z białaczkami i chłoniakami.</p>
<p>Bortkiewicz 2017 Mobile phone use and risk for intracranial tumors and salivary gland tumors - A meta-analysis.</p>	<p>Długotrwałe (ponad 10 lat) korzystanie z telefonów komórkowych zwiększa ryzyko nowotworów wewnątrzczaszkowych, szczególnie w przypadku ekspozycji (korzystania z telefonu) po tej samej stronie czaszki.</p> <p>Potrzebne są dalsze badania, aby potwierdzić, że pola elektromagnetyczne emitowane przez telefony komórkowe są rakotwórcze dla ludzi.</p>
<p>Carranza 2011 Patient safety and electromagnetic protection: a review</p>	<p>Badanie ujawnia liczne publikacje dotyczące zakłócenia w urządzeniach medycznych spowodowane przez pole elektromagnetyczne o częstotliwości radiowej. Potrzeba dalszej oceny na temat skuteczności oraz problemów z transmisją i pomiarów pola elektromagnetycznego.</p> <p>Odnaleziono kilka zgłoszonych przypadków poważnych ingerencji w instrumenty medyczne. Miary dotyczące pól elektromagnetycznych w</p>

Badanie	Wnioski
	opiece zdrowotnej zostały zgłoszone, dochodząc do wniosku, że należy podjąć specjalne środki ochronne przeciwko zakłóceniom elektromagnetycznym powodowanym przez fale radiowe.
Röösli 2008 Radiofrequency electromagnetic field exposure and non-specific symptoms of ill health: a systematic review.	Niektóre badania dostarczyły dowodów na występowanie efektów nocebo.
Röösli 2011 Wireless communication fields and non-specific symptoms of ill health: a literature review.	<p>Niektóre z badań dostarczyły dowodów na występowanie efektów nocebo wskazujących, że u uczestników wystąpiły objawy, gdy uważali się za narażonych na działanie mikrofal.</p> <p>Przegląd obejmujący 15 randomizowanych badań opublikowanych w latach 2008–2010 ujawnił niewiele dowodów na to, że krótkotrwała ekspozycja na mikrofałe powoduje niespecyficzne objawy i pogarsza jakość życia związaną ze zdrowiem.</p>

4. Załączniki

4.1. Strategie wyszukiwania publikacji

Tabela 4. Strategia wyszukiwania w bazie Medline via PubMed (data ostatniego wyszukiwania: 6.11.2019)

Nr	Kwerenda	Liczba rekordów
#42	Search (((("Electromagnetic Fields"[Mesh] OR Electromagnetic Fields[Title/Abstract] OR electromagnetic radiation [Mesh] OR electromagnetic radiation[Title/Abstract] OR EMF [Title/Abstract] OR EMFs [Title/Abstract]))) AND (((((((("Microwaves"[Mesh] OR "Radio Waves"[Mesh] OR "Radar"[Mesh] OR "Cell Phone"[Mesh] OR "Telephone"[Mesh] OR "Wireless Technology"[Mesh])) OR (((((((((((((((((((((((microwave*[Title/Abstract] OR "radio waves"[Title/Abstract] OR "radio wave"[Title/Abstract] OR radar*[Title/Abstract] OR "cellular phone"[Title/Abstract] OR "cellular phones"[Title/Abstract] OR "cellular telephone"[Title/Abstract] OR "cellular telephones"[Title/Abstract] OR "mobile telephone"[Title/Abstract] OR "mobile telephones"[Title/Abstract] OR "cell phone"[Title/Abstract] OR "cell phones"[Title/Abstract] OR mobilephone*[Title/Abstract] OR "mobile phone"[Title/Abstract] OR "mobile phones"[Title/Abstract] OR "cordless phone"[Title/Abstract] OR "cordless phones"[Title/Abstract] OR "wireless"[Title/Abstract] OR "wifi"[Title/Abstract] OR "wi fi"[Title/Abstract] OR WLAN[Title/Abstract] OR "mobile communication"[Title/Abstract] OR "mobile telecommunications networks"[Title/Abstract] OR "mobile telecommunications system"[Title/Abstract] OR "global system for mobile communication"[Title/Abstract] OR "global system for mobile communications"[Title/Abstract] OR GSM[Title/Abstract] OR "universal mobile telecommunications system"[Title/Abstract] OR UMTS[Title/Abstract] OR DECT[Title/Abstract] OR "Digital Enhanced Cordless Telephony"[Title/Abstract] OR "Digital Enhanced Cordless Telecommunications"[Title/Abstract] OR "long term evolution"[Title/Abstract] OR LTE[Title/Abstract]))) OR ("radio transmission"[Title/Abstract] OR "radio frequency radiation"[Title/Abstract] OR "radio-frequency radiation"[Title/Abstract] OR radiofrequency[Title/Abstract] OR radio-frequency[Title/Abstract] OR RF[Title/Abstract] OR "radio transmitter"[Title/Abstract] OR "radio transmitters"[Title/Abstract] OR "radio frequency energy"[Title/Abstract] OR "radio-frequency energy"[Title/Abstract] OR RFE[Title/Abstract]))) NOT (((("electric field therapy"[Title/Abstract] OR "electric field stimulation"[Title/Abstract] OR "magnetic field therapy"[Title/Abstract] OR "magnetic field cell"[Title/Abstract] OR "radiofrequency ablation"[Title/Abstract] OR "electromagnetic field therapy"[Title/Abstract] OR "electromagnetic field treatment"[Title/Abstract] OR "Radiofrequency Therapy"[Title/Abstract]))) OR (("Electric Stimulation Therapy"[Mesh] OR "Magnetic Field Therapy"[Mesh] OR "Radiofrequency Ablation"[Mesh] OR "Radiofrequency Therapy"[Mesh]))) Filters: Systematic Reviews; Humans	146
#41	Search (((("Electromagnetic Fields"[Mesh] OR Electromagnetic Fields[Title/Abstract] OR electromagnetic radiation [Mesh] OR electromagnetic radiation[Title/Abstract] OR EMF [Title/Abstract] OR EMFs [Title/Abstract]))) AND (((((((("Microwaves"[Mesh] OR "Radio Waves"[Mesh] OR "Radar"[Mesh] OR "Cell Phone"[Mesh] OR "Telephone"[Mesh] OR "Wireless Technology"[Mesh])) OR (((((((((((((((((((((((microwave*[Title/Abstract] OR "radio waves"[Title/Abstract] OR "radio wave"[Title/Abstract] OR radar*[Title/Abstract] OR "cellular phone"[Title/Abstract] OR "cellular phones"[Title/Abstract] OR "cellular telephone"[Title/Abstract] OR "cellular telephones"[Title/Abstract] OR "mobile telephone"[Title/Abstract] OR "mobile telephones"[Title/Abstract] OR "cell phone"[Title/Abstract] OR "cell phones"[Title/Abstract] OR mobilephone*[Title/Abstract] OR "mobile phone"[Title/Abstract] OR "mobile phones"[Title/Abstract] OR "cordless phone"[Title/Abstract] OR "cordless phones"[Title/Abstract] OR "wireless"[Title/Abstract] OR "wifi"[Title/Abstract] OR "wi fi"[Title/Abstract] OR WLAN[Title/Abstract] OR "mobile communication"[Title/Abstract] OR "mobile telecommunications networks"[Title/Abstract] OR "mobile telecommunications system"[Title/Abstract] OR "global system for mobile communication"[Title/Abstract] OR "global system for mobile communications"[Title/Abstract] OR GSM[Title/Abstract] OR "universal mobile telecommunications system"[Title/Abstract] OR UMTS[Title/Abstract] OR DECT[Title/Abstract] OR "Digital Enhanced Cordless Telephony"[Title/Abstract] OR "Digital Enhanced Cordless Telecommunications"[Title/Abstract] OR "long term evolution"[Title/Abstract] OR LTE[Title/Abstract]))) OR ("radio transmission"[Title/Abstract] OR "radio frequency radiation"[Title/Abstract] OR "radio-frequency radiation"[Title/Abstract] OR radiofrequency[Title/Abstract] OR radio-frequency[Title/Abstract] OR RF[Title/Abstract] OR "radio transmitter"[Title/Abstract] OR "radio transmitters"[Title/Abstract] OR "radio frequency energy"[Title/Abstract] OR "radio-frequency energy"[Title/Abstract] OR RFE[Title/Abstract]))) NOT (((("electric field therapy"[Title/Abstract] OR "electric field stimulation"[Title/Abstract] OR "magnetic field therapy"[Title/Abstract] OR "magnetic field cell"[Title/Abstract] OR "radiofrequency ablation"[Title/Abstract] OR "electromagnetic field therapy"[Title/Abstract] OR "electromagnetic field treatment"[Title/Abstract] OR "Radiofrequency Therapy"[Title/Abstract]))) OR (("Electric Stimulation Therapy"[Mesh] OR "Magnetic Field Therapy"[Mesh] OR "Radiofrequency Ablation"[Mesh] OR "Radiofrequency Therapy"[Mesh]))) Filters: Humans	28007
#40	Search (((("Electromagnetic Fields"[Mesh] OR Electromagnetic Fields[Title/Abstract] OR electromagnetic radiation [Mesh] OR electromagnetic radiation[Title/Abstract] OR EMF [Title/Abstract] OR EMFs [Title/Abstract]))) AND (((((((("Microwaves"[Mesh] OR "Radio Waves"[Mesh] OR "Radar"[Mesh] OR "Cell Phone"[Mesh] OR "Telephone"[Mesh] OR "Wireless Technology"[Mesh]))	63332

