

## Ryzyko i zagrożenie w polu elektromagnetycznym – krytyczna analiza pojęć

**Streszczenie.** W artykule przeprowadzono analizę pojęć, występujących w szeroko rozumianej ochronie życia i zdrowia człowieka, a mianowicie ryzyka i zagrożenia. Są to pojęcia wielokrotnie zamiennie używane, co może prowadzić do fałszywych interpretacji informacji o przewidywanym niebezpieczeństwie

**Abstract.** The analysis of terms, used in the area of health and life protection, namely the terms of hazard and risk is carried out in the article. Two terms are commonly misused, which can lead to false interpretation of information on possible danger. (*Risk and hazard in electromagnetic field – critical analysis of terms*)

**Słowa kluczowe:** ryzyko, zagrożenie, pole elektromagnetyczne

**Keywords:** risk, hazard, electromagnetic field

### Wprowadzenie

W przepisach, wyznaczających wartości pola elektromagnetycznego dopuszczalnego w środowisku publicznym, jak i środowisku pracy, a także w całej literaturze przedmiotu pojawiają się terminy ryzyko i zagrożenie. Te dwa terminy pojawiają się zamiennie w publicystyce pseudonaukowej, szczególnie wtedy, kiedy podawana jest lista chorób, generowanych wedle tej literatury przez pole elektromagnetyczne. Dla rzetelnej oceny doniesień medialnych dobrze jest poddać krytycznej analizie wspomniane wyżej terminy [1].

### Definicje terminów

#### Zagrożenie:

Zjawisko wywołane działaniem sił natury bądź człowieka, które powodują, że poczucie bezpieczeństwa maleje bądź zupełnie zanika. Zagrożenia dzielimy na naturalne (np. klęski żywiołowe) i związane z działalnością człowieka (te dzielimy na: cywilizacyjne, np. imprezy masowe, choroby; destrukcyjne, np. terrorizm, przestępczość, sabotaż; gospodarcze, np. zanieczyszczenia środowiska, wadliwe konstrukcje). Zagrożenie możemy jeszcze podzielić ze względu na terytorium, na którym ono zachodzi tzn. globalne, regionalne jak i lokalne.

#### Ryzyko:

Prawdopodobieństwo wydarzenia się czegoś co może posiadać niepożądany wpływ na ludzi, infrastrukturę, finanse, środowisko, rośliny i zwierzęta.

Koncepcja ryzyka zakłada istnienie trzech elementów:

- Prawdopodobieństwo, że coś może się wydarzyć
- Prawdopodobieństwo że to co się wydarzy ma wpływ na coś
- Prawdopodobieństwo konsekwencji wynikłych z tego wpływu

Jeśli któryś element tej triady jest równy zeru, wówczas ryzyko jest równe zeru.

Zagrożenie a ryzyko - choć oba te czynniki występują równolegle, to nie należy ich ze sobą utożsamiać, gdyż podobnie jak przyczyna i skutek są to dwa odrębne zjawiska. Przykładowo zagrożenie mogą stanowić zwisające z dachu sopele lodu, podczas gdy ryzykiem jest przebywanie lub przechodzenie w miejscu, w którym jest możliwe uderzenie przez lecący z dachu sopele.

Zagrożenie identyfikuje zjawiska bądź sytuacje, mogące być przyczyną nieoczekiwanego naruszenia *status quo*, Ryzyko jest ilościowym opisem zagrożenia w fazie jego realizacji.

Po zdefiniowaniu pojęć można przystąpić do oceny ryzyka ekspozycji w polu elektromagnetycznym. Zgodnie z definicją ryzyka mamy:

- Istnieje pole elektromagnetyczne
- Pole elektromagnetyczne wpływa w pewien sposób na organizm człowieka (element środowiska)
- Wpływ pola elektromagnetycznego ma charakter negatywny

Aby ryzyko nie było równe zeru trzeba udowodnić, że żaden z wymienionych trzech elementów ryzyka nie jest równy zeru, a zatem *musi* istnieć pole elektromagnetyczne i *musi* mieć wpływ na obiekty biologiczne, i wpływ ten *musi* być negatywny.

A zatem ocena ryzyka jest oceną prawdziwości powyższego zdania. Potwierdzenie bądź refutacja pierwszego elementu zdania nie budzi żadnych wątpliwości, pomijając subtelności metrologiczne co do dokładności oceny istniejącego pola EM. Drugi element jest już poważniejszy i udowodnienie tego, że pole elektromagnetyczne wpływa na człowieka jest znacznie trudniejsze, ale dające się przeprowadzić. Trzeci zaś element, wskazujący na szkodliwość pola elektromagnetycznego jest już bardzo trudny do udowodnienia. Można zatem mniemać, że ryzyko może być bardzo małe bądź równe zeru, jeśli ten ostatni element jest bardzo mały bądź równy zeru.

### Normy

Aby zmniejszyć ryzyko, wprowadza się jeszcze jeden element do tej dość prostej analizy, a mianowicie ustawowe ograniczenia poziomu emitowanego pola elektromagnetycznego w obszarze, w którym przebywają ludzie bądź urządzenia. Ograniczenia te mają na celu wyeliminowanie szkodliwości pola elektromagnetycznego (jeśli taka istnieje), a więc sprowadzenie ryzyka do zera. Jednakże trudność w potwierdzeniu tezy o szkodliwości pola elektromagnetycznego uniemożliwia też pełną falsyfikację tej tezy, a zatem żadne normy nie dają możliwości wyzerowania ryzyka. Nie jest to niczym dziwnym w świecie technicznym, a tym bardziej biologicznym – złożoność organizmu czy współczesnego urządzenia technicznego jest tak wielka, że są one w stanie około chaotycznym, a zatem uszkodzenie jakiegoś elementu może spowodować katastrofę. Jednak wszyscy godzimy się na takie ryzyko, biorąc pod uwagę niezmiernie korzyści i udogodnienia jakie płyną z zastosowania nowoczesnych technologii.

Aby wyeliminować zagrożenie, a zatem i ryzyko, związane z polem elektromagnetycznym należałoby postąpić wedle następującej alternatywy:

- zmniejszyć do zera emisję pola elektromagnetycznego, co wiązałoby się z eliminacją energii elektrycznej, lub
- uznać, że pole elektromagnetyczne nie wpływa w żaden sposób na człowieka i zlikwidować wszelkie unormowania – zniknie wtedy zagrożenie.

Oba człony tej alternatywy są nie do przyjęcia, a zatem trzeba zmagać się z zagrożeniem elektromagnetycznym i tworzyć obszary, poprzez wprowadzanie norm, mogące dawać poczucie bezpieczeństwa. Wprowadzenie norm, i późniejsze ich przestrzeganie, nie daje poczucia bezpieczeństwa, albowiem normy te są zasadniczo różne w różnych krajach. Patrząc na normy, dotyczące pola elektromagnetycznego wysokiej częstotliwości (Tabela 1).

Tabela 1 Ograniczenia pola elektromagnetycznego (gęstości mocy emitowanej -  $W/m^2$ ) w różnych państwach i organizacjach

państwo	900 MHz	1800 MHz	2100 MHz
ANSI - Norma w USA	6	12	14
Rekomendacja UE	4,5	9	10
Japonia	1	1,8	2,1
Polska	0,1	0,1	0,1
Federacja Rosyjska	0,1	0,1	0,1
Węgry	0,1	0,1	0,1

Jak łatwo spostrzec, normy te różnią się zasadniczo, a zatem przekonanie, że są one one wyrazem głębokiej analizy intelektualnej, poprzedzonej badaniami, jest przesadne. Co więcej zachodzi podejrzenie, że część tego unormowania ma ścisłe konotacje polityczno-społeczne. W artykule z 1969 roku znajdujemy zdanie [6]: *W trosce o zdrowie ludzi pracy korzysta się w Polsce przy opracowywaniu przepisów bezpieczeństwa z sugestii zawartych w już opracowanych przepisach w Związku Radzieckim, które są na ogół ostrzejsze od przepisów obowiązujących w USA i krajach zachodnich...*

### Opis zagrożenia i badania

Międzynarodowa Agencja Badań nad Nowotworami (*International Agency for Research on Cancer - IARC*) wprowadziła pole elektromagnetyczne wysokiej częstotliwości, emitowane głównie przez systemy telefonii mobilnej i składową magnetyczną 50 Hz do kategorii 2B. Kategoria obejmuje zjawiska i sytuacje, będące możliwymi kancerogennymi (ang. *Group 2B: "Possibly carcinogenic to humans"*). IARC opisuje tę kategorię w sposób następujący: są to sytuacje, co do których istnieją pewne przesłanki wskazujące na ich kancerogenność, ale obecnie jest daleko do ostatecznych konkluzji (*There is some evidence that it can cause cancer in humans but at present it is far from conclusive*). Takie sformułowanie wskazuje na to, że wskazane przez IARC sytuacje, stanowią sytuacje zagrożenia, a w żaden sposób nie wskazują na ryzyko choroby nowotworowej. Jednak dla wielu dziennikarzy, publicystów, lekarzy i polityków takie rozróżnienie nie jest oczywiste i w licznych wypowiedziach i artykułach budują atmosferę niepokoju związaną z polem elektromagnetycznym

Ryzyko takie oceniane jest w badaniach eksperymentalnych i epidemiologicznych na przestrzeni ostatnich trzydziestu lat.

Nie wchodząc zbyt głęboko w bogatą literaturę opisującą badania eksperymentalne można skupić się na badaniach epidemiologicznych, prowadzonych w ostatnich dwudziestu latach. Najważniejsze z nich to badania prowadzone w USA (SEER) i w Europie (INTERPHONE).

Badanie SEER zostały opisane w [2] i warto tutaj podkreślić jednoznaczność wyników, wskazujących na brak zależności między polem elektromagnetycznym, emitowanym przez telefonię mobilną a wzrostem zachorowań na choroby nowotworowe mózgu. Jeden z uczestników badań SEER podsumowuje ich rezultat [3]:

*Overall, these incidence data from the United States based on high-quality cancer registries do not provide support for the view that use of cellular phones causes brain cancer.*

Wynik ponaddziesięcioletnich badań w programie INTERPHONE, prowadzonym w 13 krajach przez 16 ośrodków badawczych jest podobny do wyniku badań w programie SEER. W publikacji [4], podsumowującej te badania można znaleźć zdanie:

*Overall, no increase in risk of either glioma or meningioma was observed in association with use of mobile phones.*

Badania prowadzone od lat na temat związku pomiędzy polem elektromagnetycznym a zdrowiem ludzkim nie wskazują na ich wzajemny związek, przynajmniej w obszarze, w którym przestrzegane są wielkości graniczne, z zastrzeżeniem do do ich wiarygodności (patrz rozdział Normy)

Czym innym są badania naukowe i ustalanie technicznych warunków emisji pola elektromagnetycznego, a zupełnie czym innym społeczna percepcja tego pola. Jest on poruszany w wielu publikacjach, ale jedna jest szczególnie godna polecenia – wydana przez WHO w roku 2003, a w języku polskim przez Polskie Towarzystwo Zastosowań Elektromagnetyzmu (PTZE), broszura wyjaśnia bardzo cennie społeczne elementy ryzyka, jak również podaje środki zaradcze w zmniejszaniu tego ryzyka [5]. W publikacji wskazano bardzo wyraźnie na indywidualną ocenę ryzyka:

*Decyzja jednostki o podjęciu lub odrzuceniu ryzyka jest wynikiem splotu wielu czynników. Ludzie postrzegają ryzyko jako nieistotne, jako akceptowalne lub nie do zaakceptowania, porównując je ze spodziewanymi korzyściami. Ich sposób postrzegania sytuacji zależy od cech osobowych, czynników zewnętrznych, jak też natury ryzyka. Cechy osobowe to przede wszystkim wiek, płeć, profil kulturowy i poziom wykształcenia. Niektórzy akceptują na przykład ryzyko związane z zazywaniem twardych narkotyków, podczas gdy inni nigdy i pod żadnym pozorem by się na to nie zgodzili. Zgoda danej osoby na podjęcie ryzyka niemal zawsze wiąże się ze zdolnością do jego kontrolowania.*

### Dyskusja

W poprzednich punktach artykułu wskazano na dużą rolę, jaką w społecznej ocenie ryzyka odgrywają czynniki polityczno-ekonomiczne, a zatem ich eliminacja musi mieć taki sam charakter – inwestorzy i politycy (najczęściej szczebla lokalnego) mogą tu działać najwięcej. Istotną rolę odgrywa też brak wiedzy na temat nowoczesnych technologii, ale też zwyczajnie brak znajomości podstaw fizyki. Łatwo jest przekonać ludzi, że ogromne urządzenie, jakim jest wysokonapięciowa linia przesyłowa, wystawia ich na działanie równie wielkiego pola elektromagnetycznego. A już instalacja domowa, niejednokrotnie generująca znacznie wyższe pole elektromagnetyczne w obszarze przebywania człowieka, nie jest postrzegana jak ryzyko. Identyfikacja jest ze stacjami bazowymi telefonii komórkowej: ich wielkość wywołuje strach, gdy tymczasem użytkownik telefonu komórkowego wystawiony jest na większe działanie pola elektromagnetycznego. Tego jednak przeciwnicy instalacji energetycznych jak i teletransmisyjnych nie wiedzą.

W ocenie ryzyka nie można przeoczyć faktu, iż wiele osób może odczuwać skutki pola elektromagnetycznego na zasadzie *placebo*. Nie ma to nic wspólnego z rzeczywistym wpływem pola elektromagnetycznego, tym niemniej skutki tego wpływu mogą być rzeczywiste. Wydaje się, że z efektu *placebo* wynikają nieswoiste objawy związane ze stresem, takie jak pocenie się, drżenie rąk *etc.*

#### **Wnioski**

1. Terminy „zagrożenie” i „ryzyko” powinny być jasno i precyzyjnie rozróżnialne.
2. Agencje i instytucje międzynarodowe powinny ogłaszać swoje dokumenty dotyczące pola elektromagnetycznego w sposób nie budzący niepokojów społecznych.
3. Można uznać na podstawie prowadzonych ostatnio badań epidemiologicznych, że pole elektromagnetyczne generowane przez systemy telefonii mobilnej, aczkolwiek może być rozpoznane jako zagrożenie, nie stanowi ryzyka dla zdrowia i życia ludzi.

#### **LITERATURA**

1. The role of evidence in risk characterization, (Peter M, Wiedemann, Holger Schutz, edytorzy), Wiley-VCH, 2008
2. Stankiewicz W. Krawczyk A., Kieliszek J., The Cellular Phone-Induced Electromagnetic Radiation as the Risk Factor in Brain

Cancer – a Survey of Recent Research, Przegląd Elektrotechniczny No.2b/2013, ss. 25-27

3. Inskip P.D., Hoover R.N, Devesa S.S. Brain cancer incidence trends in relation to cellular telephone use in the United States. *Neuro-Oncology*, No. 12(11), 2010, pp. 1147-51
4. Cardis E. et al., Brain tumour risk in relation to mobile telephone use: results of the INTERPHONE international case-control study. *International Journal of Epidemiology*, vol. 39, 2010, pp. 675-94
5. Wpływ pola elektromagnetycznego na zdrowie człowieka – płaszczyzny dialogu, WHO, Polskie Towarzystwo Zastosowań Elektromagnetyzmu, Warszawa, 2009
6. Manczarski S., Kucia H.: Ochrona pracowników przed szkodliwymi polami elektromagnetycznymi wielkiej częstotliwości. *Ochrona Pracy*, nr 7—8, 1969.

---

*Autorzy: prof. dr hab. inż. Andrzej Krawczyk, Politechnika Częstochowska, Wydział Elektryczny, Wojskowy Instytut Medyczny, Oddział Teleinformatyki, ul. Szaserów 128, 04-141 Warszawa, [ankra.new@gmail.com](mailto:ankra.new@gmail.com), dr inż. Katarzyna Ciosk, Politechnika Świętokrzyska, Wydział Elektrotechniki, Automatyki i Informatyki, [kciosk@tu.kielce.pl](mailto:kciosk@tu.kielce.pl), dr inż. Barbara Grochowicz, Politechnika Opolska, Wydział Elektrotechniki Automatyki i Informatyki, [b.grochowicz@po.opole.pl](mailto:b.grochowicz@po.opole.pl)*