

doi:10.15199/48.2020.12.53

Kontrowersje wokół skutków oddziaływania pola elektromagnetycznego na obiekty biologiczne w świetle post-normalnej nauki

Streszczenie. Celem artykułu jest prezentacja kontrowersji i sposobów jej eliminacji w badaniu oddziaływania pola elektromagnetycznego na człowieka. Omówiona została koncepcja nauki post-normalnej, która gromadzi w sobie kontrowersyjne badania i niejednoznaczne wyniki. Wykazano, że koncepcja nauki post-normalnej nie prowadzi do eliminacji kontrowersyjnych koncepcji i nie stymuluje badaczy do znajdowania konkluzyjnych rozwiązań. Wskazano na potrzebę eliminacji luk w wiedzy, poprzez ich katalogizację. Podano przykłady takich luk.

Abstract. The paper aims at the presentation of controversies and methods of their elimination in bioelectromagnetic research. The concept of post-normal science that gathers the controversial research and non-univocal results, has been described. It was proved that the concept of post-normal science does not lead neither to the eliminating controversies nor to stimulation of researchers to finding the conclusive results. As the panacea for the controversies the filling gaps in our knowledge is proposed. The exemplary gaps have been quoted. (Controversies about the impact of electromagnetic field on biological objects in the light of post-normal science).

Słowa kluczowe: badania bioelektromagnetyczne, nauka post-normalna, niepewność badawcza.

Keywords: bioelectromagnetic research, post-normal science, research uncertainty.

Wstęp

Ponad pół wieku badań naukowych na temat bezpieczeństwa pola elektromagnetycznego, zarówno niskiej jak i wysokiej częstotliwości nie doprowadziło do zaprzestania negowania wyników tych badań. Wśród osób, instytucji, czy grup społecznych, negujących wyniki większości badań, które wskazują na nieszkodliwość pola elektromagnetycznego, można z łatwością wskazać na postawy, nie mające obiektywnych powodów do wypowiedziania się w tym temacie. Jest tak z powodu braku wiedzy. Istnieje jednak wcale niemała grupa badaczy, którzy prowadzą swoje badania, potwierdzające szkodliwy wpływ pola elektromagnetycznego na ludzki organizm. Czyżby nauka nie była w stanie jednoznacznie ocenić stan faktyczny? Co prawda nie jest to wyjątkowa sytuacja we współczesnym świecie i współczesnych – podobne kontrowersje spotyka się w sprawie zmiany klimatu, stosowania inżynierii genetycznej w rolnictwie i hodowli, zanieczyszczenie powietrza, czy rozwój energetyki (energetyka jądrowa!). We wszystkich tych sprawach istnieje wyraźna dychochotomia w gronie ekspertów. W obszarze badania poziomu ryzyka wystąpienia choroby nowotworowej mózgu na skutek długotrwałego używania telefonu komórkowego można podać jako przykład dwie grupy publikacji, reprezentujące przeciwne opinie na temat tegoż ryzyka. Pierwsza grupa artykułów, optujących za dużym ryzykiem to publikacje:

Hardell L, Carlberg M and Hansson Mild K, (2005). *Neuroepidemiology* 25: 120–28.
Hardell L and Carlberg M (2009). *International Journal of Oncology* 35: 5–17.

Druga grupa, reprezentująca opinie przeciwną to publikacje: Benson, V. S., et al., (2013). *Int J Epidemiol*, 42(3), 792–802
Schuz, J., et al. (2011). *Am J Epidemiol*, 174(4), 416–422
U.S. Food & Drug Administration, Review of Published Literature between 2008 and 2018 of Relevance to Radiofrequency Radiation and Cancer, February 2020
ICNIRP recommendation. Guidelines for Limiting Exposure to Electromagnetic Fields (100 kHz to 300 GHz, Health Physics, May 2020, vol.118' 5, pp. 483–524

Aby jakoś zapanować nad tą dychochotomią wprowadzono w połowie lat dziewięćdziesiątych dwudziestego wieku pojęcie nauki post-normalnej (*post-normal science - PNS*), jako stanu kryzysowego nauki normalnej.

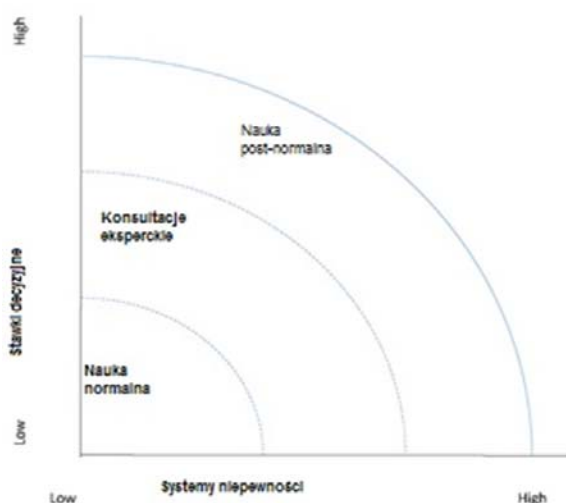
Koncepcja nauki post-normalnej

Koncepcję nauki post-normalnej wprowadzili amerykańscy metodolodzy Funtowicz i Ravetz [1]. Koncepcja ta w pewien sposób nawiązuje do teorii rewolucji naukowych T. Kuhna [2], pochodzące z lat sześćdziesiątych XX wieku. Kuhn wprowadził do nauki pojęcie paradygmatu, który jest zbiorem przekonań naukowych, udowodnionych teorii i hipotez w ramach przyjętego w świecie naukowym porozumienia. Kiedy istniejące teorie i przekonania podważane są przez nowe eksperymenty, wówczas następuje owa rewolucja kuhnowska, czyli okres niepewności i pewnego rodzaju chaosu i po pewnym czasie społeczność naukowa przyjmuje nowy paradygmat. Koncepcja post-normalnej nauki nie wprowadza naprzemiennych okresów paradygmatu i rewolucji, a przyjmuje, że nauka normalna (paradygmat) nie jest w stanie rozwiązać postawionych przed nią zadań i popada w stan permanentnej rewolucji/kryzysu. Jest to dosyć niebezpieczne dla rozwoju nauki, albowiem zwalnia badaczy z intensywnych poszukiwań wyjścia z kryzysu. Najogólniej rzecz ujmując, nauka post-normalna działa w obszarze niepewności i społecznych niepokojów, czyli tam gdzie skutki decyzji badaczy mogą być trudne do akceptacji. (Rys.1)

Rys. 1 wskazuje w sposób poglądowy na związek między stopniem niepewności a stawką w podejmowaniu decyzji. W obszarze nauki normalnej zarówno stopień niepewności jak i stawka decyzyjna są nieduże. Łatwo zatem podejmować wtedy szybkie i jednoznaczne decyzje administracyjne. W obszarze nauki post-normalnej jest odwrotnie – zarówno stopień niepewności jak i stawka decyzyjna są wysokie. Może to prowadzić do podejmowania nietrafnych decyzji administracyjnych lub istotnego opóźniania ich wprowadzania.

Australijski badacz Wood [3] włącza badania bioelektromagnetyczne do obszaru nauki post-normalnej. Takie rozwiązanie pozwala na umieszczenie kontrowersji, których przykłady podane zostały w poprzednim rozdziale, w obszarze nauki post-normalnej. To z kolei stwarza

możliwość usprawiedliwienia decyzji administracyjnych, dotyczących w tym przypadku procesu normowania PEM, nietrafnych, bądź opóźnionych.



Rys.1. Obszar działania "nauki post-normalnej" w relacji do "nauki normalnej" oraz obszaru działania ekspertów [1]

Przyjęcie takiej koncepcji jest usprawiedliwieniem dla instytucji normodawczych, na różnych szczeblach organizacyjnych, które utrzymują nietrafne systemy normatywne. Należy zatem postawić pytanie, czy rzeczywiście postępowanie, włączające badania bioelektromagnetyczne do nauki post-normalnej są uzasadnione. A zatem przyjrzeć się należy bliżej źródłom niepewności w tych badaniach.

Źródła niepewności

Można podać elementy procedur badawczych, które prowadzą do źródeł niepewności.

Problem odtwarzalności wyników badań.

Brak odtwarzalności badań jest jednym z najistotniejszych i najczęściej spotykanych źródeł niepewności. Środkiem zaradczym jest precyzyjny opis w publikacjach czy raportach z programów badawczych przyjętej metodyki badań z dokładnym określeniem warunków przeprowadzenia pomiarów.

Brak przejrzystości w przyjętej metodyce badawczej.

Jest to nie tylko, zasygnalizowany wyżej, problem powtarzalności wyników ale często taka niejasna metodyka ma na celu manipulacje wynikami badań. Tutaj mogą pojawić się aspekty patologii naukowej, gdzie wyniki badań ustala ich sponsor.

Błędy badawcze.

W skomplikowanej materii badawczej jaką jest związanie biologii i elektromagnetyzmu mogą pojawić się niezamierzone błędy badawcze. Można zapobiegać tym błędom poprzez tworzenie zespołów badawczych interdyscyplinarnych, a przynajmniej rzetelne recenzowanie wyników takich badań przez eksperta z właściwego obszaru badawczego. Tak postępuje już wiele czasopism, które dopraszają do oceny publikacji recenzenta, reprezentującego dopełniający obszar wiedzy. Przykładem pracy opublikowanej bez wspomnienia ze strony specjalistów od elektromagnetyzmu, jest głośna ze względu na rozgłos medialny praca o wpływie pola elektromagnetycznego na koncentrację kleszczy. Błędy metodyczne zostały omówione w [4].

Wymienione wyżej trzy cechy post-normalności nauki wskazują na fakt, że skutecznie realizowana dyscyplina badawcza może zapobiegać negatywnym skutkom wywołanym przez niepewności.

W takim podejściu, jakie wprowadza nauka post-normalna, nie istnieją naturalne stymulacje badaczy do zwiększania wiarygodności badań poprzez zastosowanie skuteczniejszych metod badawczych. Włączanie badań bioelektromagnetycznych do obszaru nauki post-normalnej powoduje zwiększanie się wpływu czynnika społecznego na wyniki badań. Szczególnie dotyczy to budowania meta-analiz, czy prac przeglądowych. W wielu przypadkach to właśnie „zaniepokojenie opinii publicznej” skłania autorów takich opracowań do akcentowania w wynikach takich analiz tych elementów, które wspomniane zaniepokojenie potwierdzają.

Istnieją zjawiska lub technologie, które generują zaniepokojenie opinii publicznej i taki fakt należy brać pod uwagę w prezentacji przez naukę normalną wyników badań. Sięgając do historii nauki i techniki można znaleźć wiele takich sytuacji, w których opinia społeczna nastawiona była negatywnie do wprowadzanych właśnie technologii. Dobrym przykładem z dziedziny elektrotechniki jest prowadzona na przełomie XIX i XX wieku „wojna prądów”. Gdyby wówczas decydenci w Stanach Zjednoczonych, planujący elektryfikację kraju, kierowali się niepokojami społecznymi to zapewne do dzisiaj byłibyśmy użytkownikami systemu elektrycznego opartego na prądzie stałym. Zwyciężyło wtedy uznanie kompetencji tych inżynierów i badaczy, którzy przedstawili korzyści techniczne i ekonomiczne związane z użytkowaniem prądu zmiennego.

Nauka post-normalna a bioelektromagnetyzm

Należy postawić pytanie, czy włączenie problemów bioelektromagnetyzmu do koncepcji post-normalnej nauki jest uzasadnione? Jest, bo natura nauki w obszarze biologii, medycyny i generalnie nauki o materii ożywionej, jest zawsze obciążona elementem niepewności. I żeby pozbyć się tych niepewności wprowadza się to oceny wyników badań narzędzia statystyczne, różnego rodzaju estymatory, które przybliżają do rzeczywistości. Widać to wyraźnie w naukach medycznych, w których dla osiągnięcia pewności, co do stosowania tej czy innej terapii, bądź tej czy innej szczepionki, potrzebne są badania statystyczne na bardzo licznej próbie pacjentów/ochotników. Ale w momencie osiągnięcia takiej pewności prowadzone badania wychodzą z obszaru nauki post-normalnej i wchodzi w obszary nauki stosowanej. I to prowadzi do konkluzji, że włączanie badań bioelektromagnetycznych do nauki post-normalnej powinno być czasowo ograniczone. Stąd przekonanie niektórych ekspertów i naukowców o stałej przynależności badań bioelektromagnetycznych wydaje się nieuprawnione. Podobnie nieuprawnione wydają się być „zaniepokojenie opinii publicznej”, budowane właśnie na niepewności nauki i kontrowersjach w gronie ekspertów.

Powyższe rozważania nie mają na celu budowania poczucia pewności rozstrzygnięć naukowych – nauka rozwija się na bazie sprzeczności – a prowadzą jedynie do przekonania, że w pewnym zakresie metodycznym (założenia, ograniczenie aparatu badawczego, jakość badań statystycznych) i na pewnym etapie rozwoju danej dziedziny wiedzy nauka może generować sądy rozstrzygające. Co więcej, przy takim podejściu, można wyznaczyć luki w danym obszarze wiedzy, w których wyjaśnianie należy skierować aparat poznawczy.

Prezentowane opinii publicznej wyniki badań, wskazujących na brak związku pomiędzy PEM a indukowaniem różnych chorób, nie hamują wzrostu liczby

osób i grup nacisk, usiłujących szerzyć w społeczeństwie „wiedzę” o czymś wręcz przeciwnym, czyli o związku PEM i nasilania się chorób o różnej etiologii. W związku z tym powinny być kontynuowane badań naukowych, a w tym badań epidemiologicznych. Należy zwrócić uwagę na te obszary, które są nie do końca przebadane. Takie luki w wiedzy mogą stanowić inspirację dla środowisk antyelektromagnetycznych w formułowaniu petycji, protestów, oskarżeń i innych form przekazu o szkodliwości PEM.

Badania epidemiologiczne

Przed badaniami epidemiologicznymi w obszarze oddziaływania PEM na biosferę stoją zatem nowe wyzwania, które można sprowadzić do czterech punktów [5]:

1. brak jednoznacznych opinii co do mechanizmów biologicznych w oddziaływaniu bioelektromagnetycznym,
2. wpływ bardzo niskiej wszechobecnej ekspozycji PEM z szerokiego spektrum częstotliwościowego, emitowanego przez różne źródła,
3. szybkie zmiany w technologii i zmiany w intensywności ekspozycji użytkowników na PEM,
4. wiele jednoczesnych, czasami skorelowanych ze sobą ekspozycji.

Ośrodki badawcze i poszczególni badacze, zaangażowani w badania bioelektromagnetyczne formułują propozycje tematyki badawczej. Można tutaj zacytować jednego z najbardziej zaangażowanych w analizę runku badawczego w sferze PEM, dra Dariusza Leszczyńskiego z Finlandii, który na swoim blogu przedstawia następujący zestaw tematów: [6].

1. Zmiany genetyczne i białkowe u ochotników poddanych działaniu PEM
2. Nadwrażliwość osobnicza
3. Badania epidemiologiczne prowadzone w warunkach realnej ekspozycji
4. Efekty oddziaływania PEM na DNA
5. Bariera mózg-krew (Blood-Brain Barrier, BBB effect)
6. Biologiczne i zdrowotne efekty wpływu technologii 5G na skórę
7. Rozwój standardowych metod testowania

Nie wszystkie badania mają charakter badań epidemiologicznych ale można z pewnością do badań tego typu zaliczyć badania 1, 3 i 6.

Japońskie centrum informacyjne PEM, które koordynuje badania na temat bioelektromagnetyzmu w Japonii, uruchomiło 13 tematów badawczych realizowanych w uniwersytetach i instytutach badawczych [7]. Warto przypatrzeć się tym tematom – część z nich, wymieniona niżej, może być przypisana do grupy badań epidemiologicznych:

1. Badanie efektów biologicznych w organizmie ludzkim przy oddziaływaniach fal elektromagnetycznych milimetrowych i submilimetrowych,

2. Wpływ ekspozycji PEM średnich częstotliwości ma organizm ,
3. progi bólowe w stymulacji elektromagnetycznej przy średniej częstotliwości
4. Wpływ efektu wieku i warunków zewnętrznych na progi termiczne przy milimetrowych PEM
5. Poziom wytrzymałości cieplnej na PEM o częstotliwościach radiowych
6. Walidacja wyników badań wykonanych w Narodowym Instytucie Toksykologii w USA
7. Efekt oddziaływania PEM częstotliwości radiowej na zdrowie dzieci

Wnioski

Badania epidemiologiczne, ale też prowadzone równolegle nadania in vivo and in vitro, mogą przyczynić się do powiększenia wiedzy na temat wpływu PEM na organizm ludzki i dlatego powinny być prowadzone, nawet jeśli na pewnym etapie wskazują na brak szkodliwości PEM. I taki powinien być cel badań: poznanie mechanizmów biologicznych, co z kolei pozwoli na dopasowanie technologii telekomunikacyjnych do warunków biologicznych. Wyniki badań powinny prowadzić do przekonania, że w pewnym zakresie metodycznym (założenia, ograniczenie aparatu badawczego, jakość badań statystycznych) i na pewnym etapie rozwoju danej dziedziny wiedzy nauka może, i powinna, generować sądy rozstrzygające. Nie istnieje zatem możliwość, aby o tego typu problemach dyskutowały osoby nie posiadające wiedzy ani kompetencji do wypowiedzenia się w dziedzinie oddziaływania PEM na organizm ludzki.

Autorzy: prof. dr hab. inż. Andrzej Krawczyk, Wyższa Szkoła Ekonomii i Innowacji, Wydział Transportu i Informatyki, ul. Projektowa 4, Lublin email: ankra.new@gmail.com
dr hab. inż. Ewa Korzeniewska, prof. uczelni Instytut Systemów Inżynierii Elektrycznej, Politechnika Łódzka ul. Stefanowskiego 18/22, 90-924 Łódź, e-mail: ewakorz@matel.p.lodz.pl;

LITERATURA

- [1] Ravetz J, Funtowicz S. 2015. The future of public trust in science. *Nature* 524:161
- [2] Kuhn T. 1962. *Structure of scientific revolutions*. University Chicago Press
- [3] Wood AW. 2019. Post-normal science and the management of uncertainty in bioelectromagnetic controversies. *Bioelectromagnetics* 40:201–206
- [4]<http://elektrofakty.pl/2020/05/08/czy-promieniowanie-elektromagnetyczne-naprawde-przyciaga-kleszcze/>
- [5] *Epidemiology of Electromagnetic Fields* (ed. Martin Roosli), CRC Press, 2014
- [6] Leszczyński D. 2017. Brief Report on Gaps in the Knowledge, <https://betweenrockandhardplace.wordpress.com/tag/dariusz-leszczyński/>
- [7] informacja prywatna