



**Jubileuszowa Sesja Naukowa Polskiego
Towarzystwa Badań Radiacyjnych im.
Marii Skłodowskiej-Curie
„Promieniowanie w nauce, technologii,
medycynie i środowisku naturalnym”**



**BIOELEKTROMAGNETYZM. BADANIA BIOLOGICZNEGO
DZIAŁANIA NIEJONIZUJĄCYCH PÓŁ
ELEKTROMAGNETYCZNYCH I ICH ZASTOSOWANIE**

Prof. dr hab. n. med. Marek Zmyślony
Zakład Ochrony Radiologicznej
Instytutu Medycyny Pracy w Łodzi

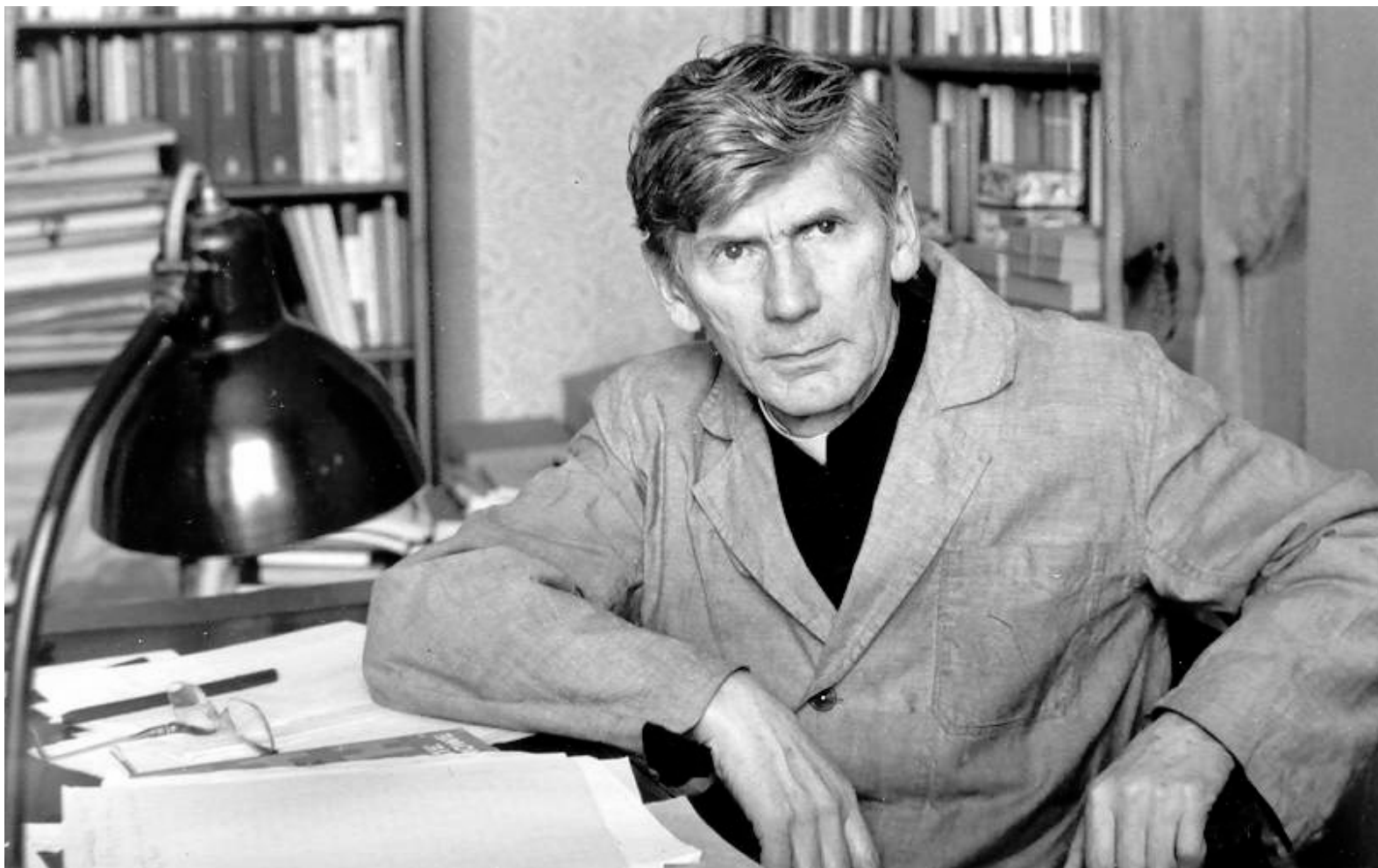
29 czerwca 2017





Wever R.: The effects of electric fields on circadian rhythmicity in men. *Life Sci Space Res.* 1970;8:177-87.

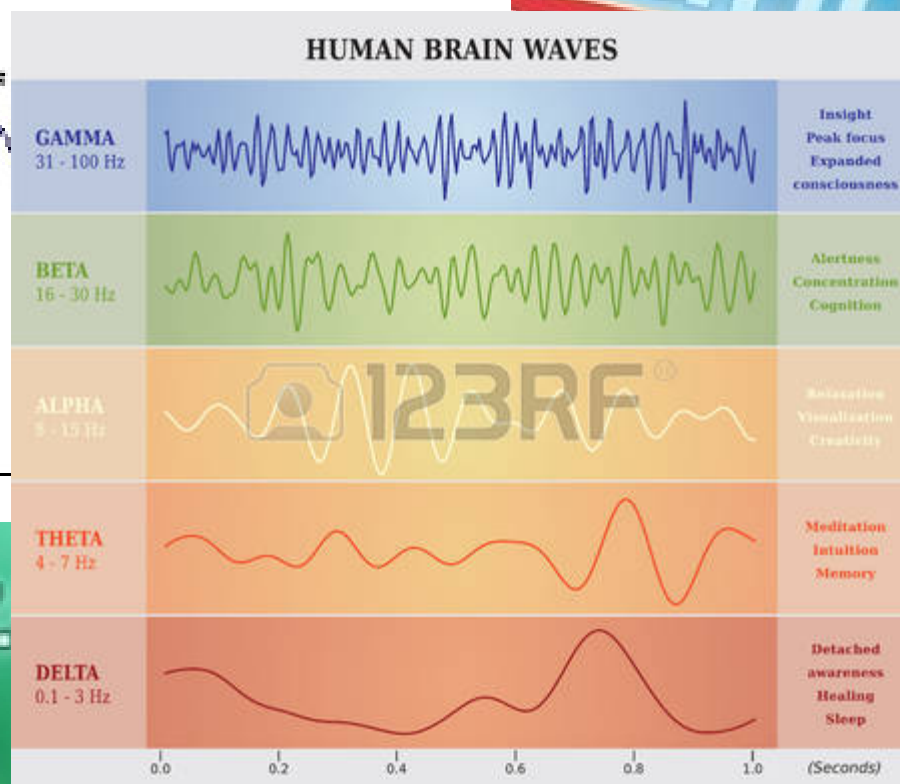
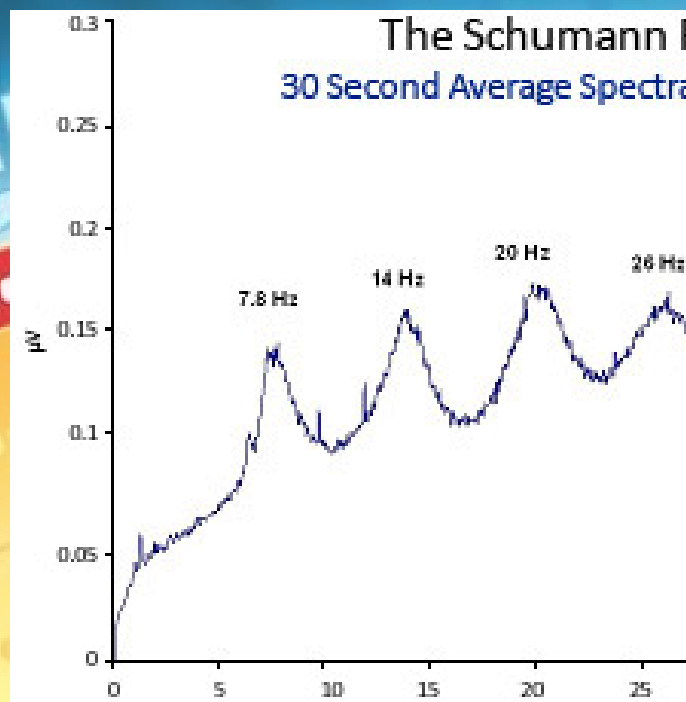
- ▶ wydłużenie średniego okresu endogennych rytmów biologicznych z 24,84 godz. do 25,26 godziny
- ▶ osobnicy przebywający w naturalnym polu magnetycznym wykazywali znacznie mniejsze różnice osobnicze w długości trwania okresu wszystkich badanych rytmów okołodobowych, w porównaniu do ludzi przebywających w bunkrach ekranowanych przed polem magnetycznym
- ▶ w grupie żyjącej w warunkach obniżonego pola magnetycznego stwierdzano również znacznie częstsze występowanie desynchronizacji rytmów czynności fizjologicznych, szczególnie pogłębiające się różnice fazy między rytmem okołodobowym wydalania nerkowego i rytmem aktywności i snu



▶ **Jubileuszowa Sesja Naukowa PTBR, Warszawa 29 czerwca 2017 r.**

Presman A.S. Pola elektromagnetyczne a żywa przyroda. Warszawa, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, 1971

- ▶ **wpływ naturalnych PEM środowiskowych na regulację procesów życiowych;**
- ▶ **udział wewnętrznych pól organizmu w koordynacji procesów fizjologicznych;**
- ▶ **wzajemne oddziaływanie między organizmami za pośrednictwem PEM.**



Działanie słabych PEM (?)

- ▶ **Mechanizmy rezonansowe**
 - rezonans cyklotronowy
 - rezonans parametryczny
 - wpływ na precesję jonów w molekuale
 - magnetyczny rezonans jądrowy
- ▶ **Działanie pola magnetycznego na reakcje wolnorodnikowe (na pary rodników)**
- ▶ **Wpływ na cząstki ferromagnetyczne**

Badania laboratoryjne

- ▶ **transport jonów wapnia**
- ▶ **cytotoksyczność**
- ▶ **wpływ na proces wzrostu i podziału komórki**
- ▶ **ekspresja genów stresu**
- ▶ **apoptoza**
- ▶ **genotoksyczność**
- ▶ **wydzielanie melatoniny**





Białaczki u dzieci eksponowanych na podwyższone sieciowe pola magnetyczne

- ▶ [Greenland i wsp. 2000] meta - analiza 15 badań. Stwierdzono: $OR=1,7$; 95% CI 1,2-2,3 ($B>0,3 \mu T$)
- ▶ [Ahlbom i wsp. 2000] meta - analiza 9 badań. Stwierdzono: $OR=2$; 95% CI 1,27-3,13 ($B>0,4 \mu T$)

W normalnych domach stwierdza się występowanie pola magnetycznego o średniej indukcji
 $0,1 - 0,2 \mu T$

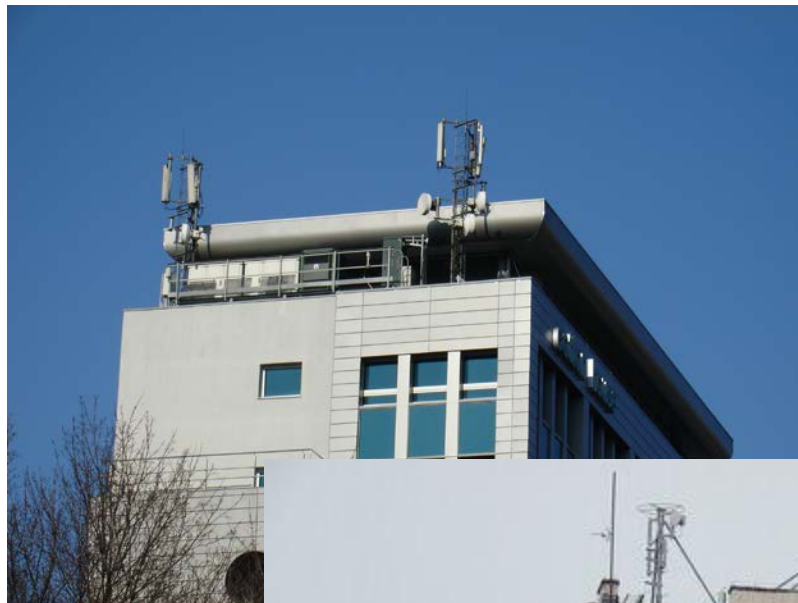
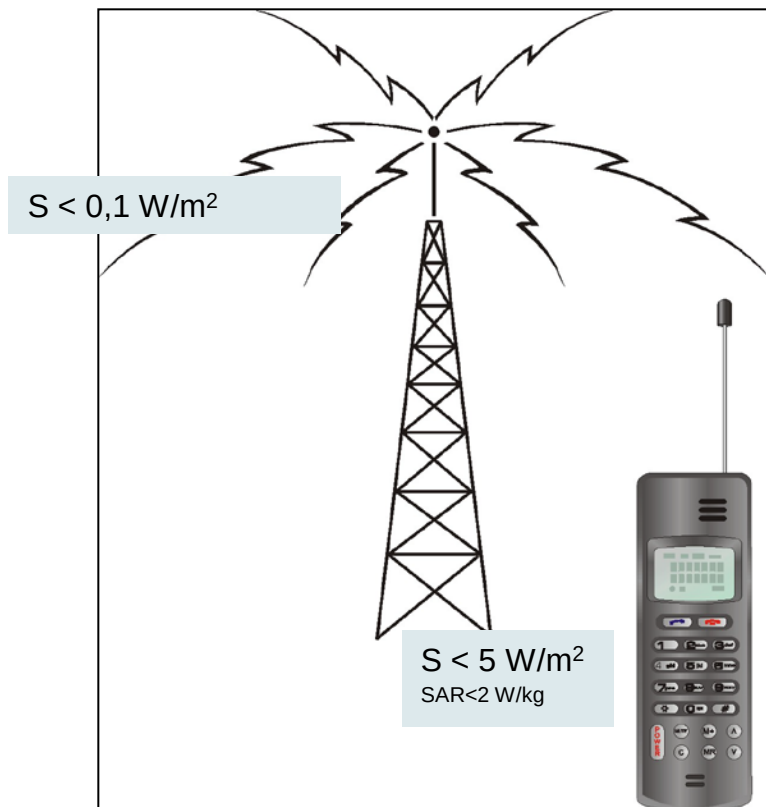
W 2002 roku Międzynarodowa Agencja Badań Nad Rakiem (IARC) uznała pole magnetyczne zakresu ELF (3 - 3000 Hz) za przypuszczalnie rakotwórcze dla ludzi (grupa 2B)

grupa 2B: istnieje ograniczony dowód działania rakotwórczego u ludzi przy braku wystarczającego dowodu rakotwórczości u zwierząt doświadczalnych



Nienowotworowe skutki zdrowotne działania pól sieciowych (niepotwierdzone)

- ▶ **Wpływ sieciowych pól magnetycznych na układ sercowo-naczyniowy**
 - ▶ ryzyko względne zgonu z powodu zaburzeń rytmu i zawału serca wzrasta wraz ze stażem pracy
 - ▶ wzrost odsetka osób z podwyższonym ciśnieniem tętniczym i zaburzoną dziennie-nocną regulacją ciśnienia krwi u pracowników stacji elektroenergetycznych 110 - 400 kV
 - ▶ nocna ekspozycja na sieciowe pole magnetyczne 10 μ T powodowała istotne statystycznie zaburzenia zmienności rytmu serca
- ▶ **Wpływ sieciowych pól magnetycznych na ośrodkowy układ nerwowy**
 - ▶ stwardnienie boczne zanikowe
 - ▶ choroba Alzheimerera
- ▶ **Wpływ sieciowych pól magnetycznych na funkcje rozrodcze**
 - ▶ nieprawidłowy wynik ciąży u kobiet narażonych na silne pola
 - ▶ zaburzenie stosunku płci wśród potomstwa mężczyzn zatrudnionych w stacjach elektroenergetycznych o napięciu 400 kV
 - ▶ zwiększona częstość zaburzeń płodności mężczyzn zatrudnionych w stacjach elektroenergetycznych o napięciu 400 kV



Stacje nadawcze radiowe i telewizyjne

- ▶ **brytyjskie badania korelacyjne wokół wieży radiowo-telewizyjnej w Sutton Coldfield**

Stwierdzono, że w promieniu do 2 km wzrasta ryzyko zachorowania na białaczkę u dorosłych. Jednak badania rozciągnięte na wszystkie stacje radiowe i telewizyjne w Anglii, bardzo słabo potwierdziły obserwacje dla Sutton Coldfield.

- ▶ **szwedzkie badania korelacyjne wokół wież radiowych i telewizyjnych w kilku krajach**

Stwierdzono istnienie korelacji pomiędzy częstością występowania czerniaka w liczbie stacji w danym kraju.

- ▶ **australijskie badania korelacyjne wokół wież stacji telewizyjnych**

Stwierdzono występowanie związku pomiędzy częstością dziecięcych białaczek oraz zmniejszenie zdolności do przeżycia chorych dzieci a odległością od wieży stacji telewizyjnych.

- ▶ **ekologiczne badanie koreańskie wokół masztów radiowych AM,**

Stwierdzono zwiększoną umieralność na wszystkie nowotwory i białaczki w niektórych grupach wiekowych, zwłaszcza w młodszych.



INTERPHONE, 2010 (2006)

Badanie typu case–control, przeprowadzone według jednakowego protokołu w 13 krajach (Australia, Kanada, Dania, Finlandia, Francja, Niemcy, Izrael, Włochy, Japonia, Nowa Zelandia, Norwegia, Szwecja i Wielka Brytania):

- ▶ nie ma wzrostu ryzyka zachorowania na oba nowotwory;
- ▶ nie ma wzrostu ryzyka zachorowania dla osób używających telefonu 10 lat i więcej;
- ▶ **wzrost ryzyka zachorowania dla osób używających telefonu najintensywniej**

W 2011 roku Międzynarodowa Agencja Badań Nad Rakiem (IARC) uznała radiofalowe pole elektromagnetyczne (bazując na wynikach badań nad telefonami komórkowymi) za przypuszczalnie rakotwórcze dla ludzi (grupa 2B)

Działanie na centralny układ nerwowy

- ▶ Wpływ PEM doręcznych telefonów komórkowych
 - ▶ objawy subiektywne (uczucie ciepła w okolicy ucha, ból głowy, pieczenie skóry, zawroty głowy, uczucie zmęczenia, uczucie dyskomfortu)
 - ▶ wpływ na funkcje poznawcze i pamięć operacyjną (roboczą) człowieka (*obserwacja uznana za potwierdzoną*)
 - ▶ wpływ na EEG (*obserwacja uznana za potwierdzoną*)
- ▶ mieszkańców okolic stacji bazowych (badanie francuskie, austriackie i hiszpańskie), w których stwierdzono wpływ PEM emitowanych przez stacje bazowe na częstotliwość występowania niektórych objawów subiektywnych. Coraz popularniejsza jest hipoteza „efektu placebo”....

PODSUMOWANIE 1

- ▶ w chwili obecnej nie ma wystarczających dowodów na uznanie PEM jako czynnika szkodliwego (może poza związkiem magnetycznego pola sieciowego z niektórymi nowotworami, a zwłaszcza białaczkami u dzieci)
- ▶ nie do końca znane są mechanizmy mogące takie ewentualne szkodliwe działanie PEM wyjaśnić. Wszelkie dotychczas udowodnione, a nawet hipotetyczne mechanizmy działania PEM zewnętrznych o wartościach spotykanych w praktyce (a więc raczej słabych) zarówno w zakresie pól stałych i niskich częstotliwości nie są w stanie wyjaśnić obserwowanych efektów biologicznych
- ▶ w chwili obecnej jedynie pola magnetyczne zakresu ELF (do którego wchodzi również PEM o częstotliwości 50 Hz) oraz pola emitowane przez komórkowe telefony doręczne są uznane za przypuszczalnie rakotwórcze dla ludzi
- ▶ doniesienia na temat wpływu PEM na powstawanie innych chorób uważane są za nieudowodnione
- ▶ oczywiście wątpliwości co do szkodliwości nie dotyczą bardzo silnych PEM

ZASTOSOWANIA

ekstremalnie niska częstotliwość	ELF	0 – 300 Hz		obrazowanie rezonansem jądrowym, generatory w elektrowniach, linie i stacje elektroenergetyczne, urządzenia elektryczne powszechnego użytku, piece indukcyjne
częstotliwość akustyczna	VF	0,3 – 3 kHz		przemysłowe urządzenia do lutowania
bardzo niska częstotliwość	VLF	3 – 30 kHz		monitory komputerowe, urządzenia radionawigacyjne
niska częstotliwość	LF	30 – 100 kHz		
		100 – 300 kHz	RADIO FALE	piece indukcyjne, nadajniki długofalowe
średnia częstotliwość	MF	0,3 – 3 MHz		nadajniki średniofalowe
wysoka częstotliwość	HF	3 – 30 MHz		diatermie krótkofalowe, zgrzewarki dielektryczne, aparaty do elektrochirurgii, nadajniki krótkofalowe, urządzenia do suszenia w. cz.
bardzo wysoka częstotliwość	VHF	30 – 300 MHz		nadajniki UKF, nadajniki telewizyjne, urządzenia telefonii komórkowej
ultra wysoka częstotliwość	UHF	0,3 – 3 GHz	MIKRO FALE	nadajniki telewizyjne, urządzenia telefonii komórkowej, urządzenia do teletransmisji, kuchnie mikrofalowe, diatermie mikrofalowe
super wysoka częstotliwość	SHF	3 – 30 GHz		urządzenia do teletransmisji, urządzenia do telekomunikacji satelitarnej, radary meteorologiczne, alarmy przeciw włamaniom
ekstremalnie wysoka częstotliwość	EHF	30 – 300 GHz		radary, urządzenia telekomunikacji satelitarnej, linie radiowe, urządzenia radionawigacyjne



WOJNA ELEKTROMAGNETYCZNA

- ▶ wykorzystanie impulsów EM do niszczenia urządzeń elektronicznych;
- ▶ wykorzystanie pól i promieniowania EM do bezpośredniego działania na człowieka.



© Public Domain



HAARP (High Frequency Active Auroral Research Program)

Spośród wszystkich czynników fizycznych i chemicznych działających na człowieka pola elektromagnetyczne stanowią chyba najbardziej tajemniczy i pobudzający wyobraźnię...



DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ