



Expozice člověka neionizujícímu záření *současné znalosti* (*ICNIRP 2020, SCEEHR 2022, MOBI-Kids*)

Lukáš Jelínek

elmag@szu.cz

NRL pro neionizující elektromagnetická pole a záření, SZÚ Praha

Ver. 2022/10/18



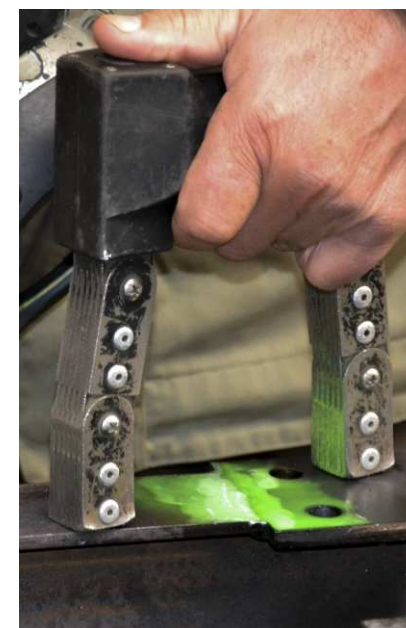
Příklady expozice – optické záření



Příklady expozice – radiové frekvence



Příklady expozice – nízké frekvence



- Téměř neomezené množství **fyzikálních účinků** (většina nezajímavá pro ochranu zdraví - statistika)
- Velké množství **biologických účinků** (většina nezajímavá pro ochranu zdraví – samoopravné mechanismy organismu)
- Velmi malý počet **zdravotních účinků**



Externí vs. interní elektromagnetické pole (1/2)

- Všechny **biologické procesy** jsou **elektromagnetické** povahy.
- Pokud **není** externí elektromagnetické pole **přijímáno synchronně**, je třeba ho vždy **porovnávat** s elektromagnetickými poměry **uvnitř tkáně**.



Externí vs. interní elektromagnetické pole (2/2)

Interní elektromagnetické pole		Interakce s vnějším polem Expoziční limit (ICNIRP, IEEE / ICES)	
bazální metabolismus	1 Wkg^{-1}	celotělový SAR	$0,08 \text{ Wkg}^{-1}$
srdeční sval	60 Wkg^{-1}	lokální SAR	2 Wkg^{-1}
nejslabší vodíková vazba	$\approx 0,05 \text{ eV}$	interakční energie na frekvenci $f = 10 \text{ GHz}$	$hf \approx 0,00004 \text{ eV}$
střední srážková energie	$3 k T / 2 \approx 0,04 \text{ eV}$ $T = 310 \text{ K}$		
elektrické pole uvnitř buňkové membrány	$\approx 70 \text{ mV na } 7 \text{ nm} = 10^7 \text{ Vm}^{-1}$	referenční hodnota	$E_{\text{lim}} = 61 \text{ Vm}^{-1}$
dipólové elektrické pole mezi molekulami	řádově 10^5 Vm^{-1}		



- **M. Repacholi, koordinátor EMF projektu světové zdravotnické organizace:** „*Výzkumu biologických efektů neionizujícího záření a ochraně zdraví před expozicí neionizujícímu záření bylo věnováno více úsilí než kterémukoli jinému potenciálně rizikovému faktoru.*“
- <https://www.emf-portal.org/en> (Aachen University) obsahuje více než **40 000 publikací** na toto téma - jednotlivé práce mají většinou jen malý význam. **Všechny** práce je třeba vzít jako jeden celek a jejich výsledky **musí být detailně a kriticky zhodnoceny.**



Koncept ochrany zdraví

Současný stav
vědeckého poznání



Pouze bezpečně
prokázané působení

Předpoklad **bezprahového působení** (i bez důkazu)



- **ALARA (As Low As Reasonably Achievable)**
- **ALATA (As Low As Technically Achievable)**
- **PP (Precaution Principle)**

Ve roce 2002 Evropská Komise označila princip **ALARA** pro expozici elektromagnetickým polím jako **těžko použitelný**.

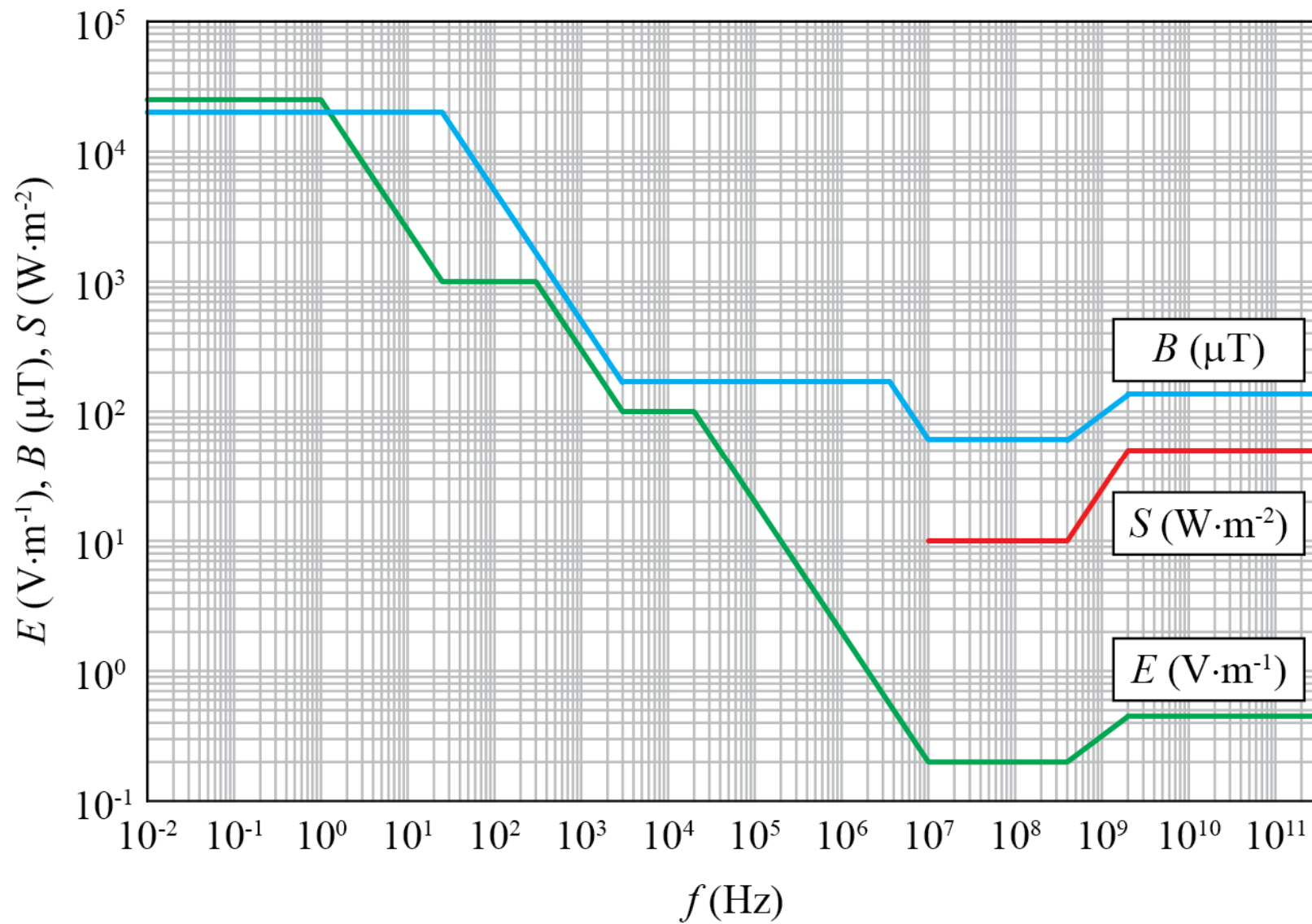
Vědecky prokázané efekty

NEIONIZUJÍCÍ ZÁŘENÍ									
$f = 0 \text{ Hz} - 300 \text{ GHz}$ Elektromagnetické záření					$\lambda = 1 \text{ mm} - 180 \text{ nm}$ Optické záření				
$f = 0 \text{ Hz}$	300 Hz	100 kHz	10 MHz	300 GHz $\lambda = 1 \text{ mm}$	1400 nm	780 nm	400 nm	180 nm	
Stimulace nervu					Fotochemické reakce				
Nervová soustava (okamžité působení)					Sítnice oka		Povrch těla		
					(okamžité i dlouhodobé)				
Ohřev tkáně									
Veškerá tkáň (okamžité až 6 minut)					povrch těla a sítnice oka (okamžité i dlouhodobé)				
závrať, fosfeny, svalová křeč					popálení, úpal, katarakta		úžeh, riziko rakoviny kůže, katarakta, fotokeratitida		
přehřátí těla					snížení barvocitu				
má práh působení					nemá práh				

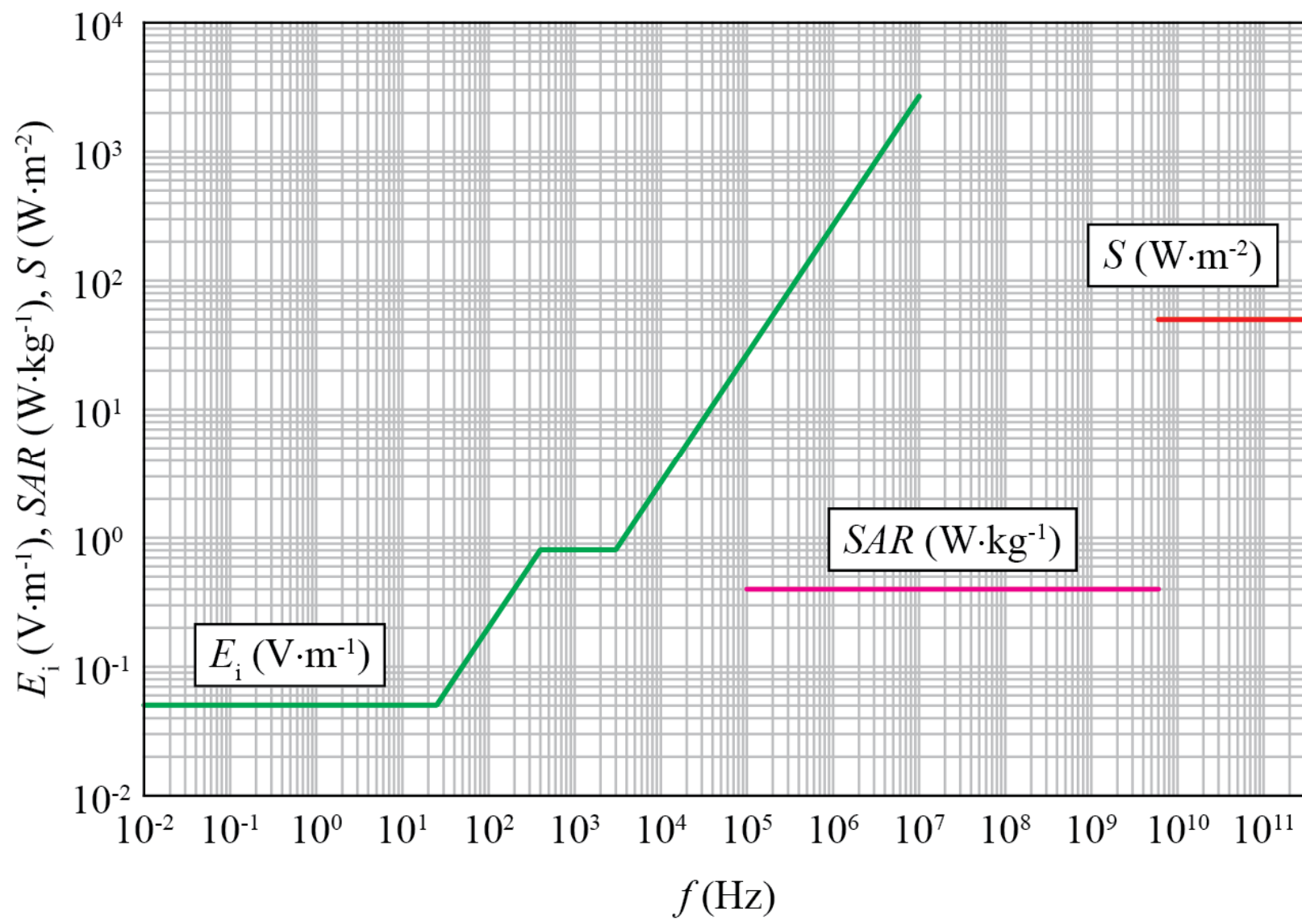
- Nervová stimulace
- Ohřev
- Fotochemické reakce



Referenční hodnoty (0 Hz – 300 GHz)



Nejvyšší přípustné hodnoty (0 Hz – 300 GHz)



Content of the opinion:

The results of current scientific research show that there are **no evident adverse health effects** if exposure remains **below the levels recommended by the EU legislation**.

Overall, the epidemiological studies on radiofrequency EMF exposure **do not show an increased risk of brain tumours**. Furthermore, they **do not indicate an increased risk for other cancers of the head and neck** region.

Epidemiological studies associate exposure to **Extremely Low Frequency** (ELF) fields, from long-term living in close proximity to power lines to a higher rate of **childhood leukaemia**. No mechanisms have been identified and no support from experimental studies could explain these findings, which, together with shortcomings of the epidemiological studies **prevent a causal interpretation**.



Content of the opinion:

The SCHEER **could not identify** moderate or strong level of evidence for **adverse health effects** resulting from chronic or acute RF EMF exposure at levels **below the limits** set in the annexes of Council Recommendation **1999/519/EC** and Directive **2013/35/EU**.

The SCHEER advises positively on the **need of a technical revision** of the annexes in Council Recommendation 1999/519/EC and Directive 2013/35/EU with regard to radiofrequency electromagnetic fields (100 kHz to 300 GHz), because there is a need to recognize the recently introduced dosimetric quantities and establish limits for them.



Vysokofrekvenční expoziční limity (1/2)

Referenční hodnota 61 Vm^{-1}

Náboj o hodnotě $100e$

Bude dále snížena
průchodem tkání.

Síla $\approx 10^{-3} \text{ pN}$

Síla potřebná k natažení DNA o 10% je přibližně 20 pN.



Vysokofrekvenční expoziční limity (2/2)

Expoziční limit **2 Wkg⁻¹**

Dokonale izolovaný **led**



Led (0 °C) se **roztaví** na vodu (0 °C) za **2 dni**.



Karcinogenita VF polí (1/7)

- Neexistuje ověřitelný **biofyzikální mechanismus**
- **Interakční energie vs. Termální excitace**
- **Nešťastné řazení dle IARC (2B karcinogen)**
- **Řada epidemiologických studií – žádný důkaz o karcinogenitě**

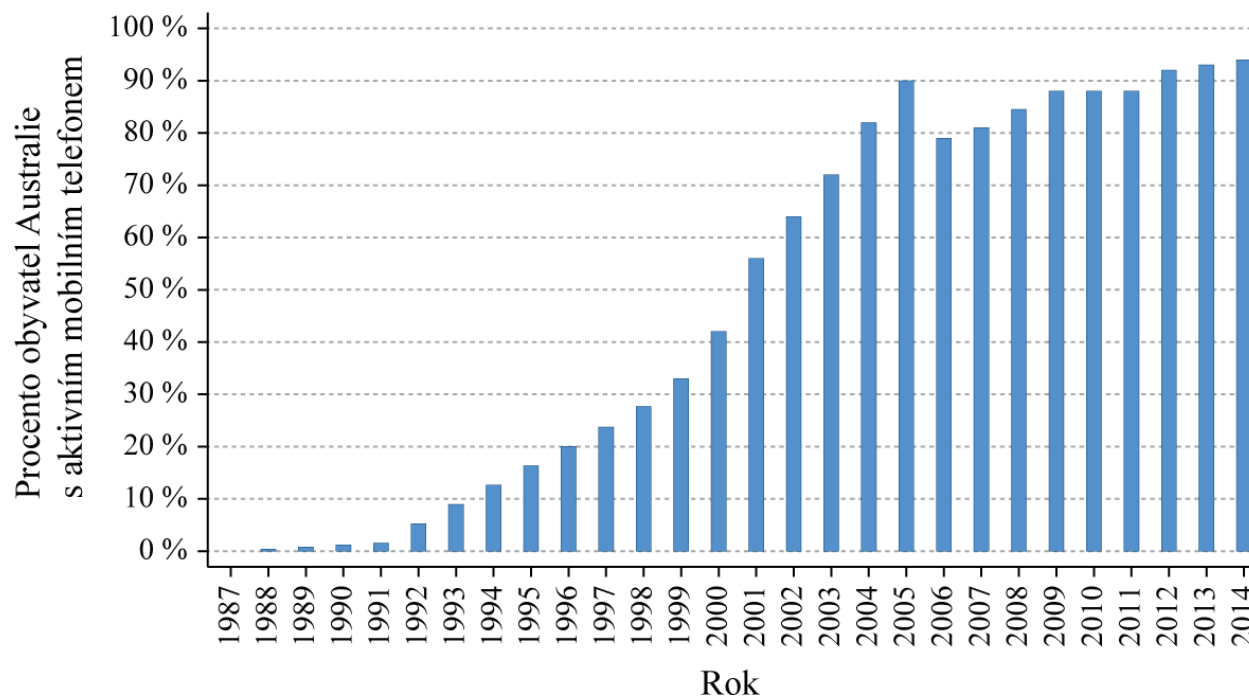


Karcinogenita VF polí (2/7)

- **Milióny lidí každý rok** podstupují klinickou diatermii.
- **Rozhlasové a televizní vysílání** je celoplošné již více než **60 let**.
- **Počet uživatelů mobilní telekomunikace** mezi roky **1990 – 2010** celosvětově prudce rostl.

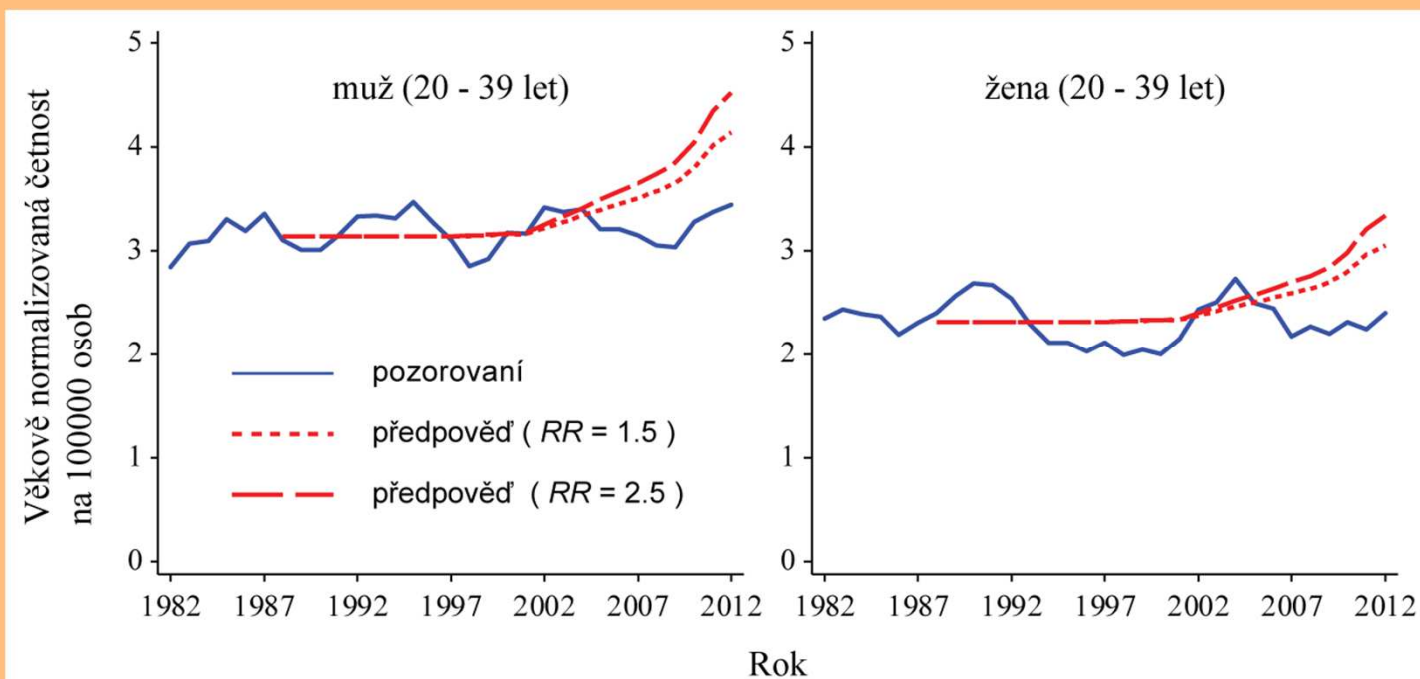


Karcinogenita VF polí (3/7)



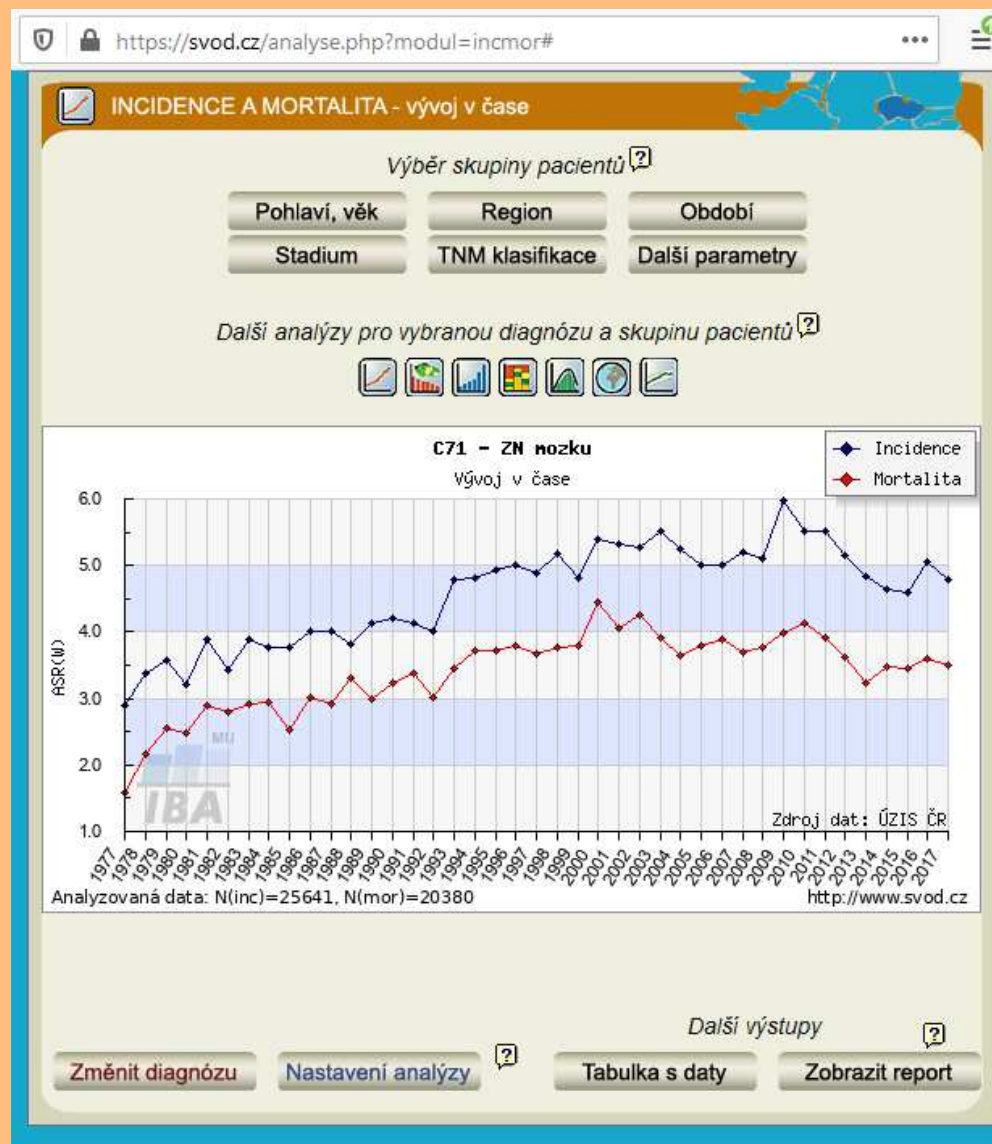
Převzato z: Chapman, S., Azizia, L., Luo, Q., Sitasa, F., Cancer Epidemiology 42, 199 (2016)

Karcinogenita VF polí (4/7)



Převzato z: Chapman, S., Azizia, L., Luoa, Q., Sitasa, F. , Cancer Epidemiology 42, 199 (2016)

Karcinogenita VF polí (5/7)



Data pro Českou republiku jsou volně ke stažení: „<https://svod.cz/>“

Karcinogenita VF polí (6/7)

Nevidíme razantní nárůst onemocnění na hlavu, u kterých bychom neměli jiná vysvětlení.



Okamova břitva

Karcinogenní potenciál je nízký nebo neexistující



MOBI-Kids

- **Zaslepenost** experimentů **hlídána** až s armádní opatrností
- **899** osob s diagnostikovaným mozkovým nádorem, **1910** věkově párovaných kontrolních osob
- střední věk 16.5 roku, 57 % chlapců
- „study provides **no evidence of a causal association** between wireless phone use and brain tumours in young people“

G. Castano-Vinyals, et al., "Wireless phone use in childhood and adolescence and neuroepithelial brain tumours: Results from the international MOBI-Kids study", Environment International, Vol. 160, 107069, 2022

Hypersensitivita



- „**elektromagnetická hypersenzitivita**“
- Představa, vznikla **před třiceti lety** (Švédský profesor U. Bergqvist), počítačové monitory
- V roce 2004 byl problém přejmenován na „idiopatická environmentální nesnášenlivost“
- V roce 2008 Landgrebe udělal za problémem definitivní tečku pomocí funkční MRI – **psychosomatický problém, strach z expozice (nocebo)**
- Experimenty se dělají **dodnes, se stejným výsledkem** (SCENIHR 2015, SCHEER 2022)

Dětská leukémie

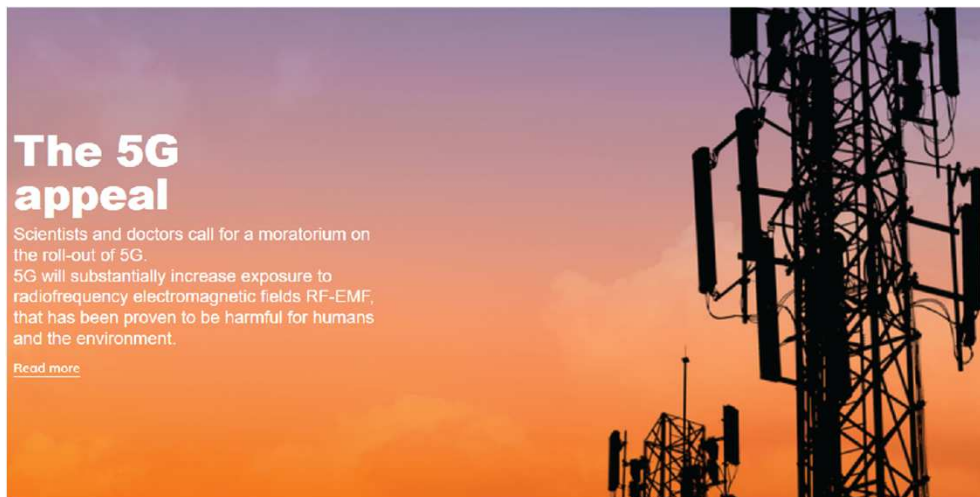


- $B = 0.4 \mu\text{T}$, tedy asi 1/1000 expozičního limitu
- Statistickou korelaci mezi těmito dvěma parametry ohlásili v roce 1979 N. Wertheimer a E. Leeper
- Nikdy se nepodařilo navrhnout plausibilní mechanismus
- Celý problém ukončila další statistická studie, G. Draper 2005



Zdravotní riziko 5G (1/8)

www.5gappeal.eu



Toto už snad máme za sebou

www.5gspaceappeal.org



stop5g.cz



Adresováno OSN, WHO, EU, Evropské Radě a vládám všech národů,

My, níže podepsaní vědečtí pracovníci, doktoři věd, lékaři, členové organizací pro ochranu přírodního prostředí a další z mnoha zemí světa, důrazně apelujeme na zastavení projektu zavádění bezdrátového pokrytí páté generace (5G) na Zemi a ve vesmíru. Toto účinnější pokrytí zvyšuje expozici radiofrekvenčnímu (RF) záření daleko nad hodnoty 2G, 3G a 4G sítí, které jsou nyní pro telekomunikaci k dispozici. Je průkazné, že toto záření je škodlivé pro lidstvo a životní prostředí. Zavedení 5G projektu představuje nebezpečný experiment zaměřený proti veškerému životu na Zemi a podle mezinárodního práva je definováno jako trestný čin.

Škodlivé účinky 5G



HLEDÁNÍ

Hledejte...

POSLEDNÍ PŘÍSPĚVKY

• Záření z mobilních telefonů 5G. Jak, tak komunikace! Společnost proti zdraví!

ZÁVĚR

26 / XXX

Expozice člověka neionizujícímu záření a její rizika

ČVUT Praha, SZU Praha



Zdravotní riziko 5G (2/8)

Jsou potřeba **nové zákony** pro ochranu zdraví?



zákon č. 258/2000 Sb., § 35, (2a)

- Osoba, která používá, popřípadě provozuje **stroj nebo zařízení**, které je **zdrojem neionizujícího záření** včetně laserů (dále jen "zdroj neionizujícího záření"), je **povinna** činit taková technická a organizační opatření, **aby expozice fyzických osob** v rozsahu upraveném prováděcím právním předpisem **nepřekračovaly nejvyšší přípustné hodnoty** neionizujícího záření ...

zákon č. 258/2000 Sb., § 35, (2c)

- Před zahájením používání nebo provozu** stacionárního **zdroje** neionizujícího záření sítě elektronických komunikací v obytné zástavbě **vypracovat dokumentaci**, ve které bude **doloženo** výpočtem nebo měřením **dodržení nejvyšších přípustných hodnot** neionizujícího záření z hlediska možné expozice fyzických osob ...



Expozice modulovanému elektromagnetickému poli (3/8)

Má-li modulace nějaký vliv,
pak v organismu:

Buněčná membrána je velmi
zatlumený a pomalý
mechanický systém.

- jsou prvky **dost rychlé** na to, aby přímo reagovaly na změny nosné vlny.
- existují prvky **nelineární** i **při velmi nízkých intenzitách** pole.

Podle současných znalostí
člověk takové buňky nemá*.

*Při velmi silných dopadajících polích je možné usměrnění (nelineární režim) a následná detekce AM modulace pomocí electrocitlivých buněk (rejnok, paúhoř)

Expozice modulovanému elektromagnetickému poli (4/8)

Datová komunikace se vyznačuje malou mírou koherence časového signálu.

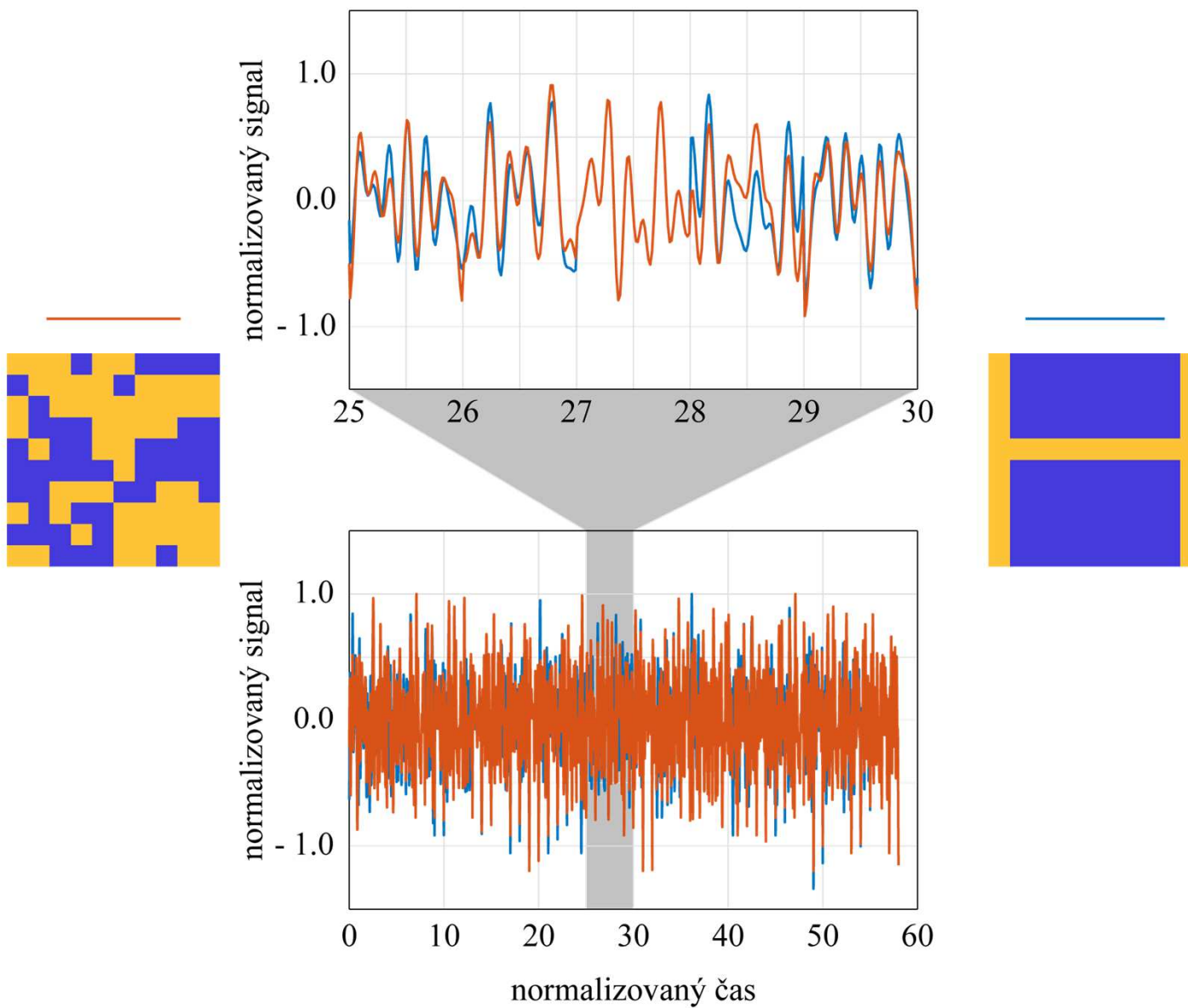
fragmentace, kódování, kombinace nesynchronních zdrojů

Bez synchronizace je signál podobný šumu.

Organismy nemají synchronní detektory

Tělo je exponováno značně nekoherentnímu poli, které je možné srovnávat s polem existujícím v tkáni.

Expozice modulovanému elektromagnetickému poli (5/8)



Zahušťování sítě (6/8)

Nízká zpoždění a vysoké přenosové rychlosti



Zvýšení hustoty buňkové sítě a snížení výkonu vysílačů.



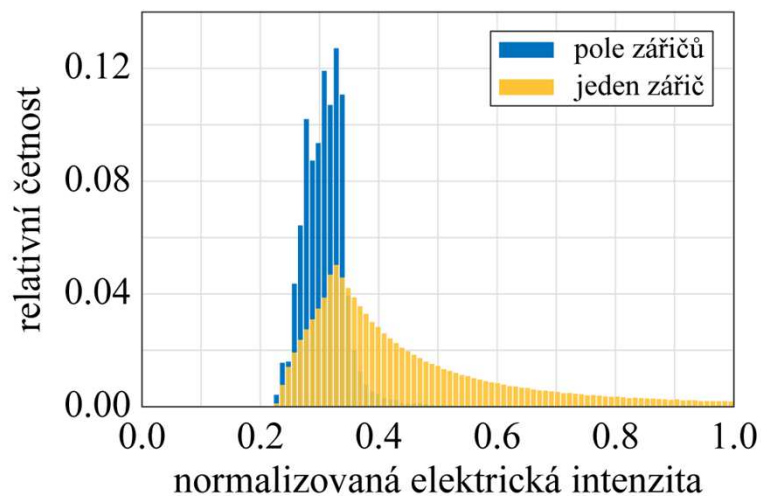
I u koncových zařízení



Homogenizace a obecné snížení expozice

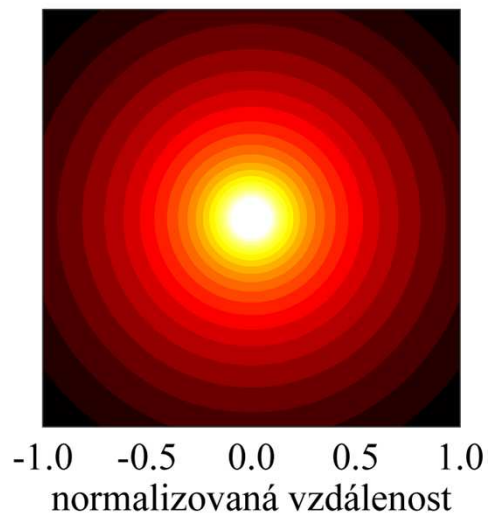
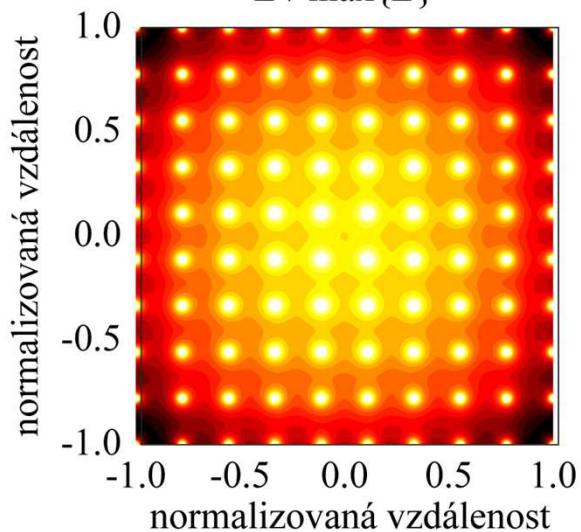


Zahušťování sítě (7/8)



$E / \max\{E\}$

$E / \max\{E\}$



$$\frac{\min\{E^{\text{array}}\}}{\min\{E^{\text{single}}\}} = 1$$

$$\frac{P_{\text{tot}}^{\text{array}}}{P_{\text{tot}}^{\text{single}}} \approx 0.5$$

$$\frac{\max\{E^{\text{array}}\}}{\max\{E^{\text{single}}\}} \approx 0.02$$

$$\frac{\text{avg}\{E^{\text{array}}\}}{\text{avg}\{E^{\text{single}}\}} \approx 0.6$$

Co nás čeká ?

- Dokážeme, že podlimitní pole **neškodí**.
- Dokážeme, že podlimitní pole **škodí**.
- O téma se přestanou zajímat **média**.

to asi nejde

nepravděpodobné

dočasné (6G, 7G, ...)

Elektrosmog

- Představa o prostoru homogenně vyplněném elektromagnetickým polem – **podobá se smogem z výfuků aut a komínů**
- Představa, že pole **zůstává** v prostoru i **po vypnutí zdroje**
- Termín má a priori negativní význam – **používá se ke strašení**
- Je zajímavé, že se nikdy **netýká optického záření**
- Velmi často **spojen s nabídkou** rozličných odrušovacích a stínících prvků (nátěry, nálepky na mobilní telefony, textilie proti elektrosmogu)
- **Konspirační teorie**



„mikrovlnná“ voda



- Mikrovlnnému ohřevu se přisuzují neexistující účinky
- Fundamentální nepochopení mikroskopické struktury hmoty – i běžný ohřev je elektromagnetický jev
- Na internetu se objevující důkazy jsou naivní až hloupé
- [Velmi citovaná „studie“ je očividný podvod](#)

„mikrovlnná“ voda



- Mikrovlnnému ohřevu se přisuzují neexistující účinky
- Fundamentální nepochopení mikroskopické struktury hmoty – i běžný ohřev je elektromagnetický jev
- Na internetu se objevující důkazy jsou naivní až hloupé
- [Velmi citovaná „studie“ je očividný podvod](#)

Otevřená otázka - THz frekvence

- **Málo prozkoumaná** oblast (nejsou zdroje ani detektory, $P(A)$)
- **Aplikačně perspektivní** oblast
- **Interakční energie** přibližně rovna **termální energii**

