



# Rizika expozice člověka elektromagnetickému poli v pásmu centimetrových a milimetrových vln

Lukáš Jelínek

[elmag@szu.cz](mailto:elmag@szu.cz)

(1) Katedra elektromagnetického pole, ČVUT Praha

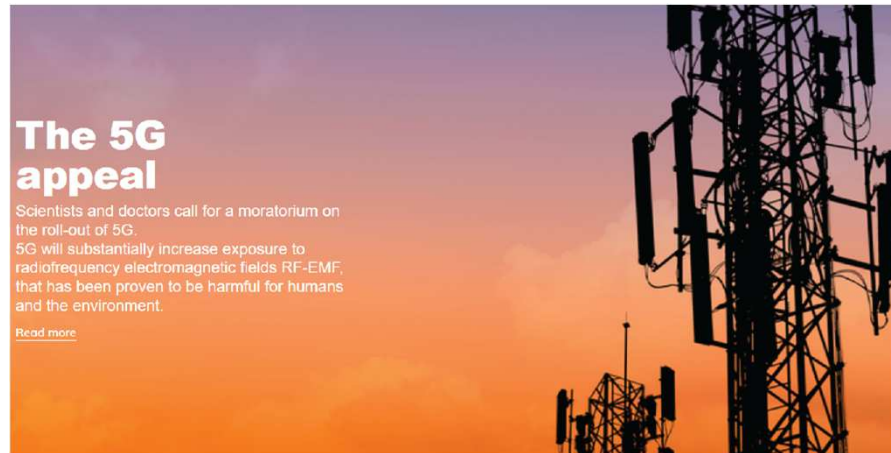
(2) NRL pro neionizující elektromagnetická pole a záření, SZÚ Praha

Ver. 2019/10/17



# 5G a internet (1/2)

www.5gappeal.eu



- Výzvu podepsalo 9229 vědců a inženýrů
- Škodlivé efekty byly prokázány už při intenzitách  $2 \times 10^{-10} \text{ Wm}^{-2}$

www.5gspaceappeal.org



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.*

stop5g.cz



## 5G a internet (2/2)

- Výkonovou hustotu  $2 \times 10^{-10} \text{ Wm}^{-2}$  vyzáří absolutně černé těleso o teplotě  $37 \text{ }^\circ\text{C}$  ve frekvenčním intervalu od 1 GHz do 1.5 GHz.
- Důležitý **příspěvatel** stránek české výzvy **se zabývá geopatogenními zónami a hledáním vody virgulí**
- Dle Eurostatu je jen **v EU** přibližně **17,2 miliónu vědců a inženýrů** (podepsalo 9229 na celém světě)



- **Kolik** z těch, co výzvu podepsali, **rozumí** tomu co podepsali?
- **Co je to za vědce a inženýry**, když věnují svůj podpis pod evidentní nesmysly?



# 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	$1 \text{ Wkg}^{-1}$	celotělový SAR	$0,08 \text{ Wkg}^{-1}$
srdeční sval	$60 \text{ Wkg}^{-1}$	lokální SAR	$2 \text{ Wkg}^{-1}$
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 buňečné 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 $10^5 \text{ Vm}^{-1}$		



# Expozice modulovanému elektromagnetickému poli (1/2)

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 elektrocitlivých buněk (rejnok, paúhoř)



# Expozice modulovanému elektromagnetickému poli (2/2)

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.

# Epidemiologický pohled (1/4)

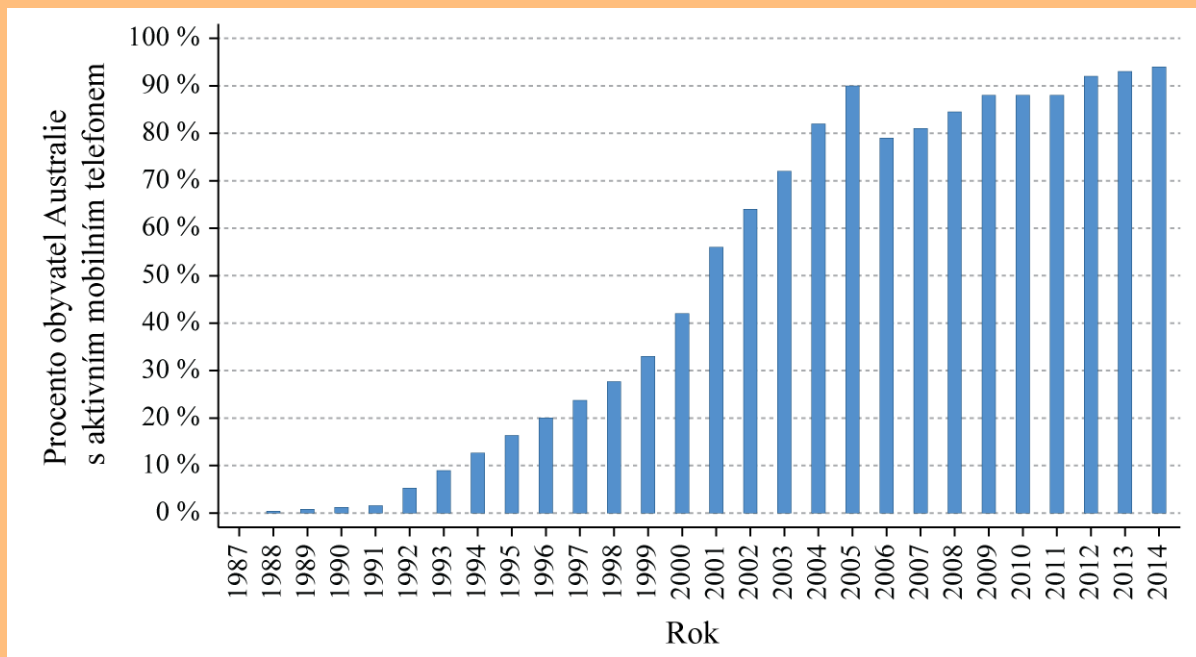
---

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



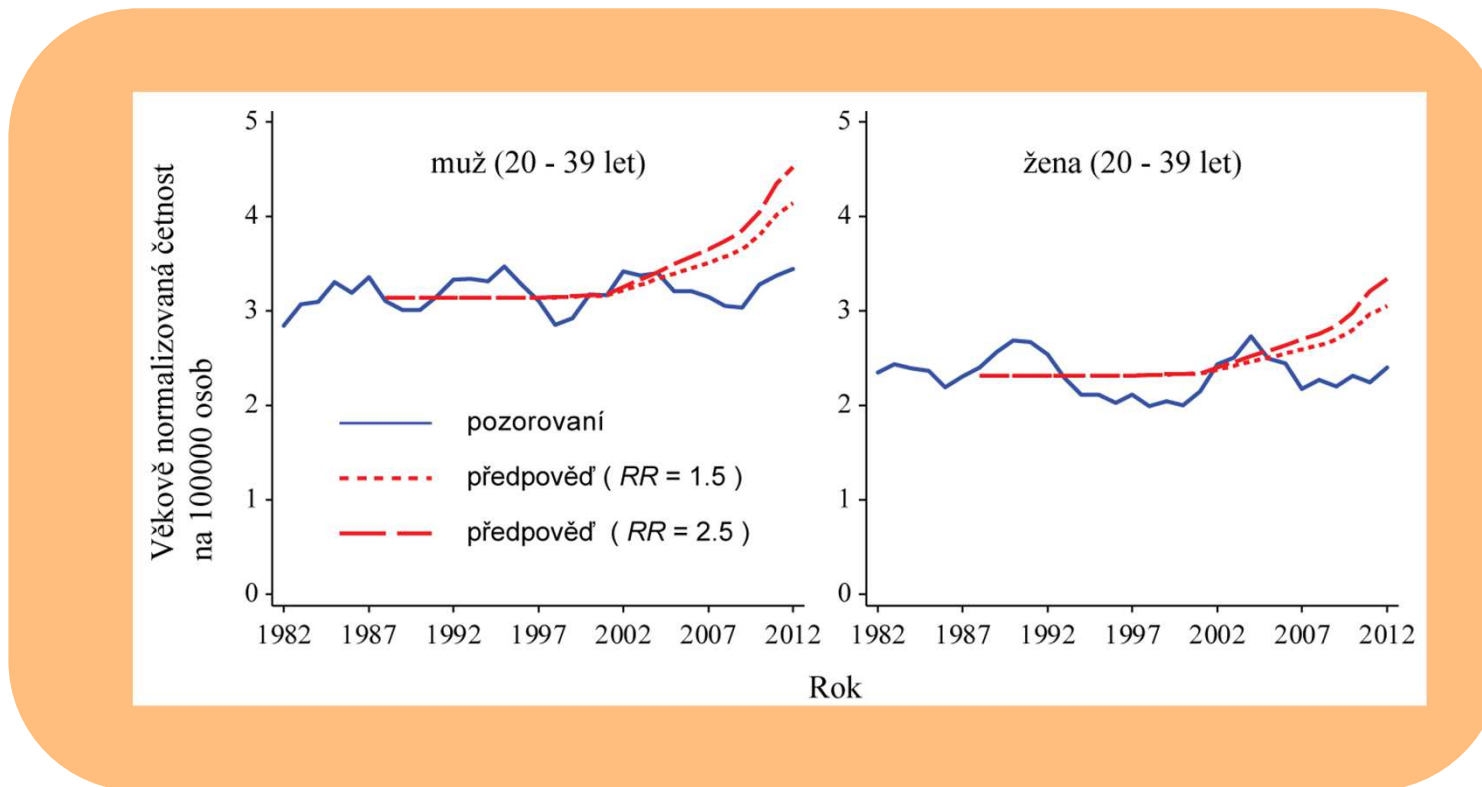


# Epidemiologický pohled (2/4)



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

# Epidemiologický pohled (3/4)



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



# Epidemiologický pohled (4/4)

---

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



Okamova břitva

Expozice je nízká



# Současné expoziční limity (1/4)

Známé zdravotní efekty jsou doprovázeny ohřevem.

Absolutní většina z nich je s ohřevem přímo spojena.



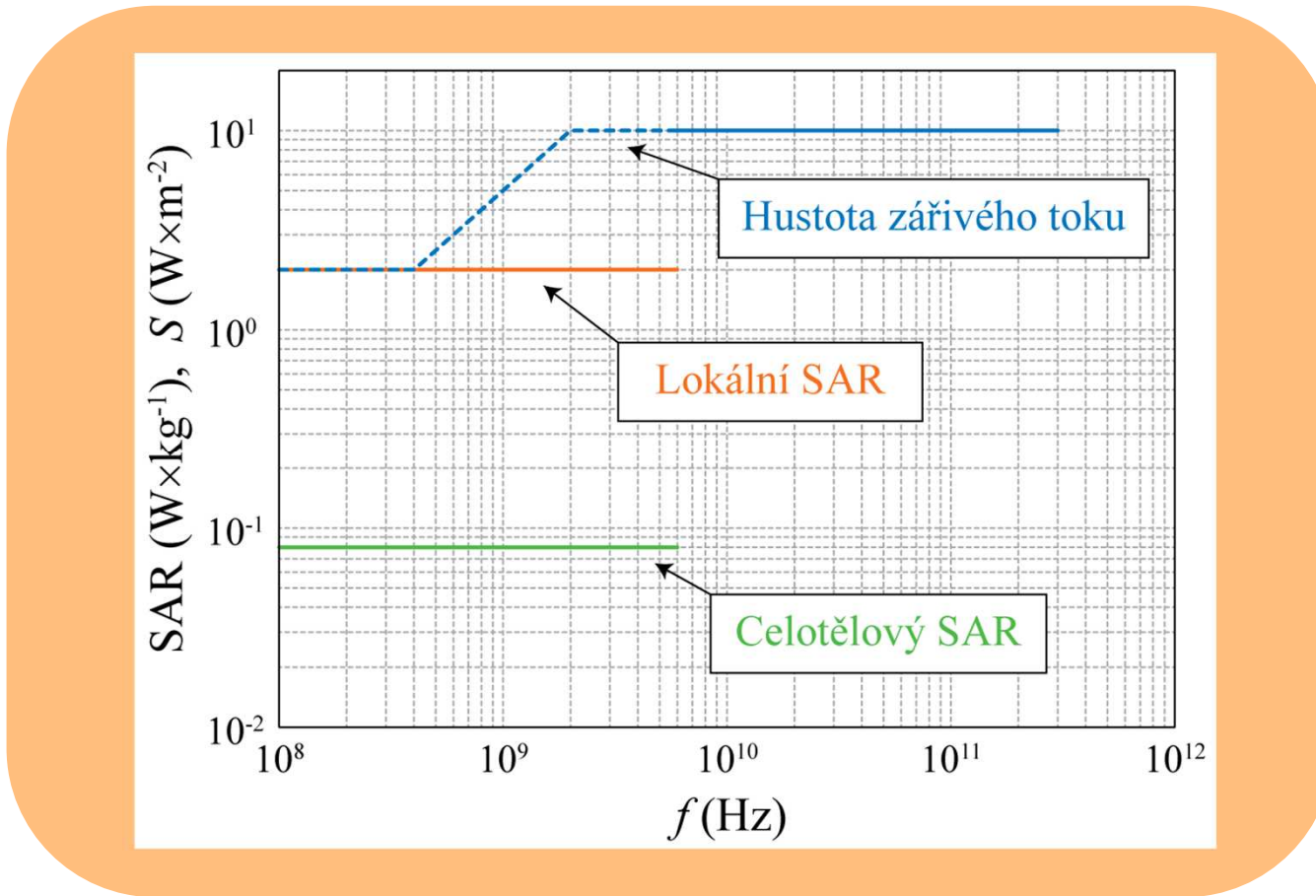
Současné limity omezují ohřev.

Je to pohodlné a dostačující

*Není pravdou, že by tzv. "termální" limity ignorovaly netermální působení.*



# Současné expoziční limity (2/4)



Sbírka zákonů české Republiky, "Nařízení vlády č. 291 / 2015 o ochraně zdraví před neionizujícím zářením", Částka 120, str. 3690-3710, 2015



# Současné expoziční limity (3/4)

Referenční hodnota  $61 \text{ Vm}^{-1}$

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.*

# Současné expoziční limity (4/4)

Expoziční limit **0,08 Wkg<sup>-1</sup>**

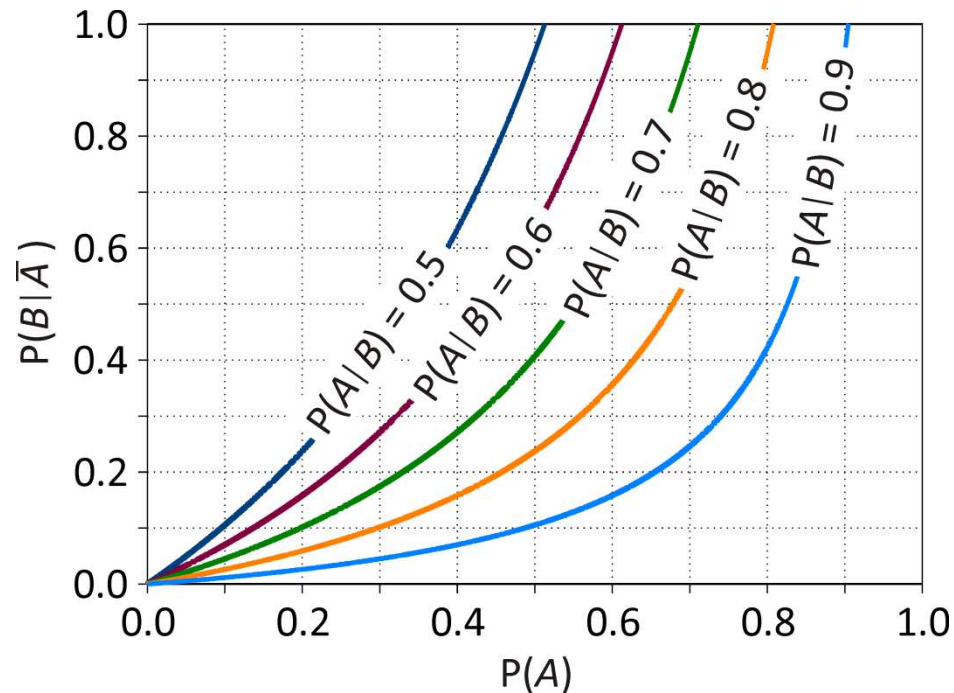
Dokonale izolovaný **led**



Led (0 °C) se **roztaví** na vodu (0 °C) za **48 dní**.



# Odvážná tvrzení vyžadují pádné důkazy



A – **existence** nového (dosud nepopsaného) efektu

B – experiment oznámí **pozitivní nález**

$P(A|B)$  - existence efektu podmíněná pozitivním nálezem v experimentu

$P(B|A)$  - experiment oznámí pozitivní nález za podmínky existence efektu (0.95)

$P(B|\bar{A})$  - experiment oznámí pozitivní nález při neexistenci efektu





# Riziko

---

Tyto otázky jsou nesmyslné.  
Přírodní vědy neumí předpovědět  
budoucnost.

- Je potravina bezpečná?
- Je expozice danému elektromagnetickému poli bezpečná?

*S určitou definitivou umíme pouze říci, že daný expoziční agens v dané koncentraci bezpečný není.*



# Hodnocení rizika vs. předběžná opatrnost

Každý den vychází Slunce



Fyzika říká, že pokud vyšlo slunce dnes, vyjde i zítra.



Dotčené zákony fyziky byly důkladně prověřeny



Ochrana před ne-východem Slunce se neprovádí

Každý den vychází Slunce



Fyzika říká, že pokud vyšlo slunce dnes, vyjde i zítra.



Zákony fyziky mohou být chybné



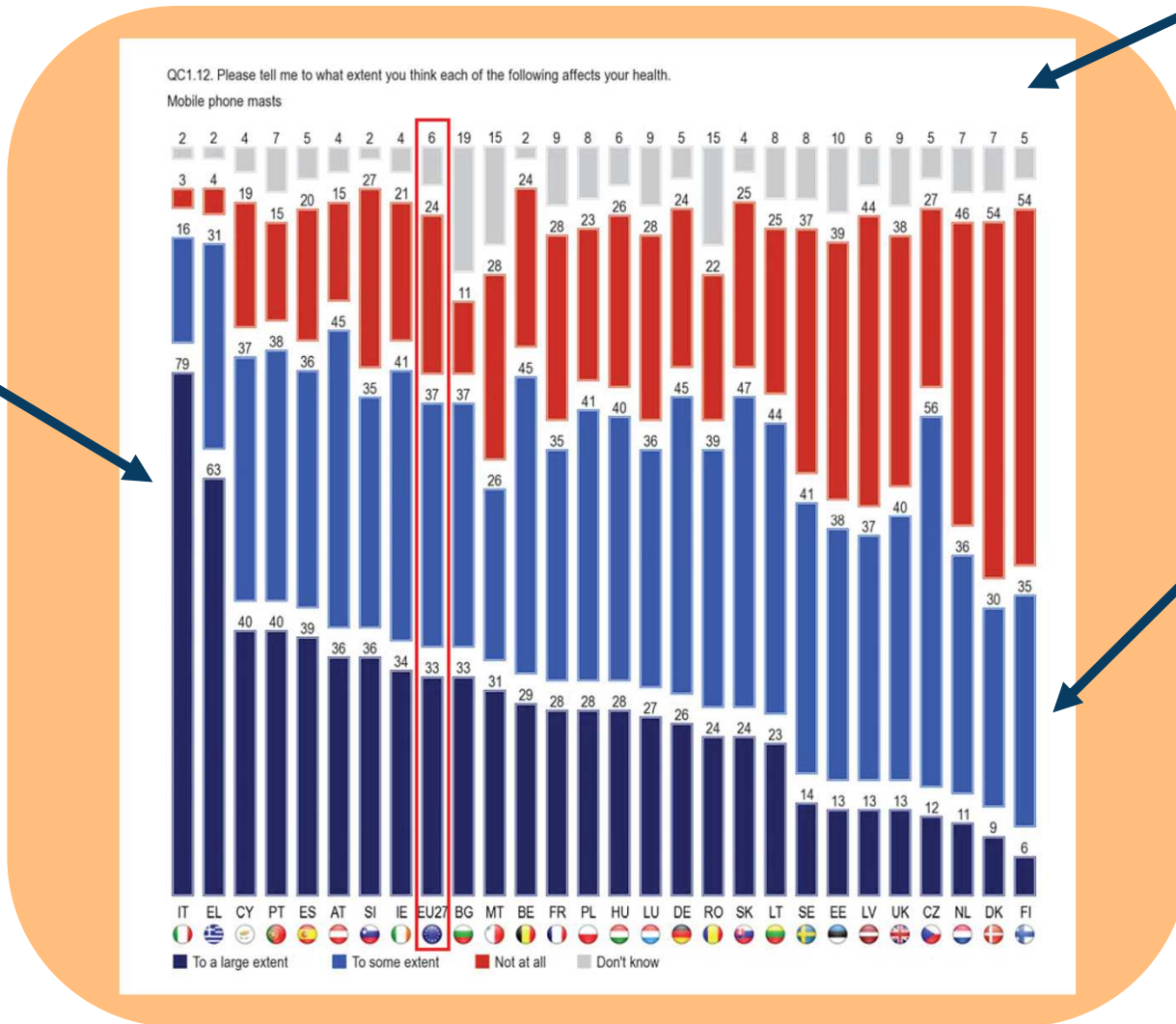
Ochrana před ne-východem Slunce se provádí



# Problémy předběžné opatrnosti (1/2)

Eurobarometr  
2010

Itálie měla  
nejpřísnější  
expoziční limity  
(používala  
předběžnou  
opatrnost)



Česká republika  
měla limity  
založené na vědě

## Problémy předběžné opatrnosti (2/2)



- „**elektromagnetická hypersenzitivita**“
- V roce **2004** byl problém **přejmenován** na „idiopatickou environmentální nesnášenlivost“
- Jedná se o **psychosomatický problém**, elektrofóbií (2008 Landgrebe)



# Otevřená otázka - THz frekvence

---

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





Lukáš Jelínek

elmag@szu.cz

(1) Katedra elektromagnetického pole, ČVUT Praha  
(2) NRL pro neionizující elektromagnetická pole a záření, SZÚ Praha

Ver. 2019/10/17

