

# «Elektromagnētisko lauku fizikālas īpašības un ietekme uz cilvēka veselību»

Māris Dambis,  
Darba drošības un vides veselības institūts,  
Rīgas Stradiņa universitāte  
Rīga, 09.04.2019.



RĪGAS STRADIŅA  
UNIVERSITĀTE



Darba drošības un vides veselības  
institūts

# Prezentācijas saturs

- 1. EML fizikāla daba**
- 2. EML ietekme uz cilvēka veselību**
- 3. Informācijas avotu saraksts**

# Kurās darba vietās EML ir riska faktors?

## ■ Jūsu uzņēmums?



Images from PIXABAY. License type: CC0 Public Domain

# EML fizikāla daba

- **ELEKTRISKAIS lauks** (*angl. E-field*) veidojas apkārt jebkurai el. lādiņam. Lauka intensitāte mērīta voltos uz metru V/m
- **MAGNĒTISKAIS lauks** (*angl. H- vai B-field*) veidojas apkārt jebkurai **kustīgam** el. lādiņam. Lauka intensitāte mērīta ampēros uz metru A/m

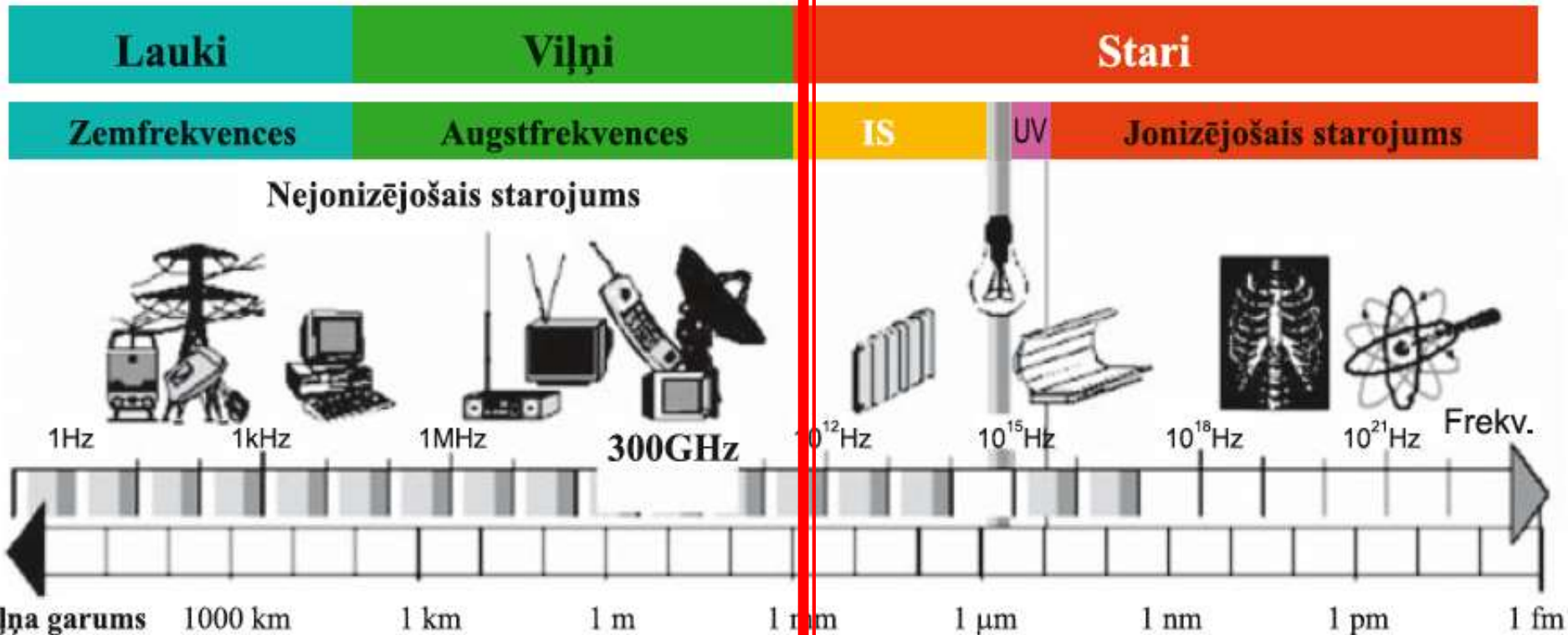
Ar magnētisko lauku saistīts lielums **magnētiskā indukcija**, mērīta teslās T:  $1 \text{ A/m} \approx 1.25 \mu\text{T}$

# EML fizikāla daba

- Gan E-lauks, gan B-lauks var periodiski mainīt savu virzienu, t.i. svārstīties ar noteiktu **frekvenci**, ko mēra hercos **Hz** (jeb svārstību skaits sekundē)
- Elektrotīkla maiņstrāvas frekvence ir **50 Hz**. Tīkla vadi un pieslēgtas ierīces rada 50 Hz EML
- Pie augstām frekvencēm E- un B-lauki ir cieši saistīti un kopā veido **elektromagnētiskos viļņus**



# EML fizikāla daba



Darba aizsardzības vadlīnijas: darba aizsardzības prasības nodarbināto aizsardzībai pret elektromagnētiskā lauka radīto risku darba vidē. RSU DDVVI, SIA Darba Medicīna; Rīga, 2006.

# EML fizikāla daba

- EML avoti:
  - » **Dabiskie (Zemes  $B = 25-65 \mu\text{T}$ ;  $E = 100-400 \text{ V/m}$ )**
  - » **Jebkurš** elektroaprīkojums
  - » Elektriskie vadi un kontaktligzdas
  - » Magneti
  - » Mikroviļņu un radiosakaru antenas un uztvērēji
- EML var pastāvēt **pat ja aprīkojums nav ieslēgts**, bet parasti sasniedz lielāko intensitāti, kad aprīkojums darbojas ar **maksimālo jaudu**

# EML fizikāla daba

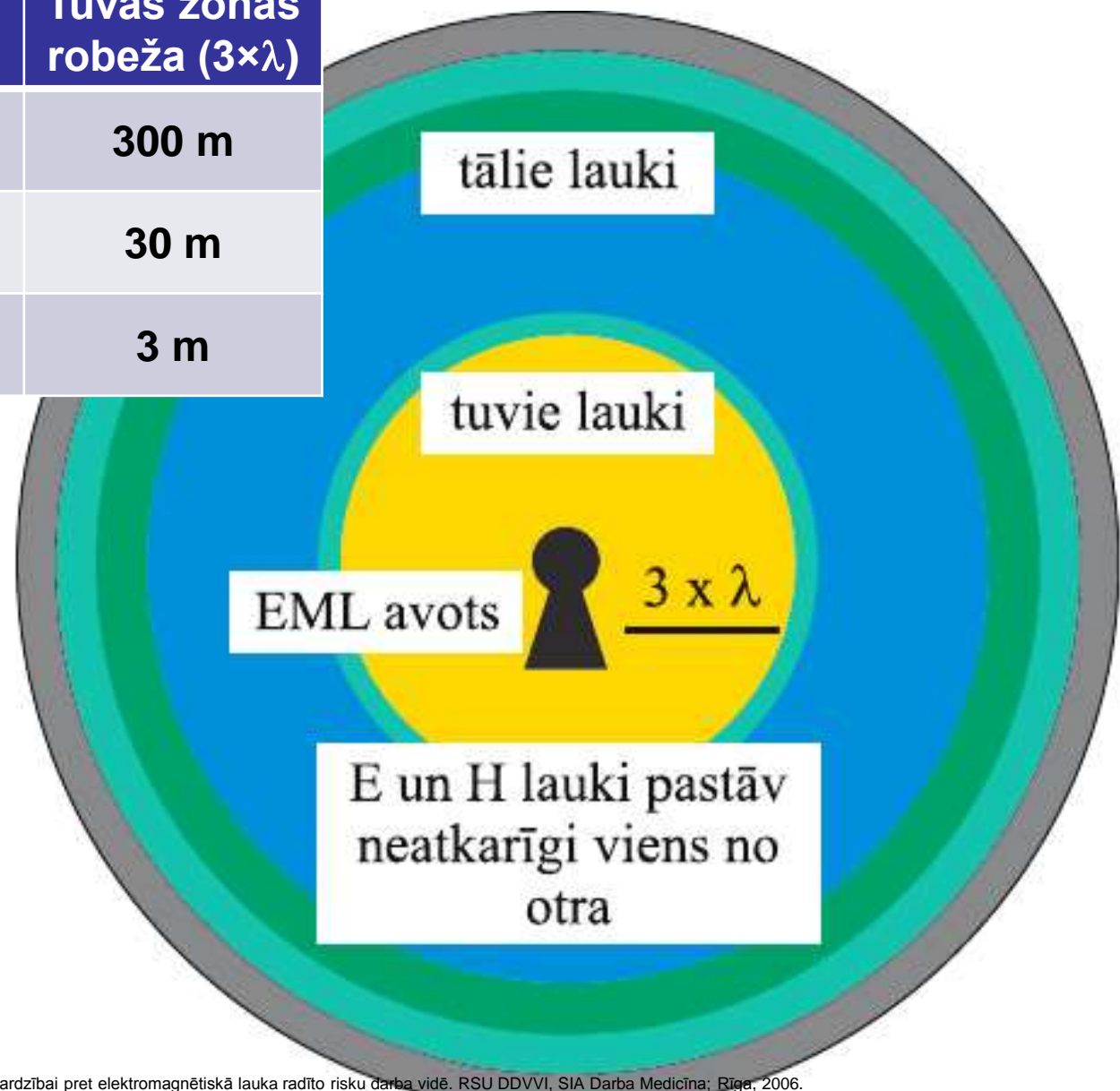
- Parasti EML izplatās visos virzienos, bet radiosakaru signālus var koncentrēt vienā noteiktā virzienā
- **EML intensitāte strauji samazinās ar attālumu!**  
Tāpēc bieži risks var pastāvēt tuvu EML avotam un to var novērst palielinot attālumu vai ierobežojot pieeju EML avotam
- **E-laukus** relatīvi labi ekranē būvmateriāli, ļoti labi – slēgtas metāla kastes/būri
- **B-laukus** ekranē tikai ar īpašiem materiāliem (Ni-Fe sakausējumi: *mu-metāls*, *permalojs*)



# EML fizikāla daba

- Augstas frekvences viļņu avotiem izdala «**tuvo**» un «**tālo**» zonu. Tuvajā zonā (attālums no avota  $<3 \times \lambda$ ) E- un B-lauki ir **neprognozējami nevienmērīgi** sadalīti telpā: intensitāte var **pieaugt** attālinoties no avota, E- un B- komponentes nav saistītas un jāmēra atsevišķi
- Tālajā zonā var pieņemt, ka
$$E/H = 377 \text{ } (\Omega)$$
$$S = EH = E^2/377 = 377 \cdot H^2 \text{ (W/m}^2\text{)}$$

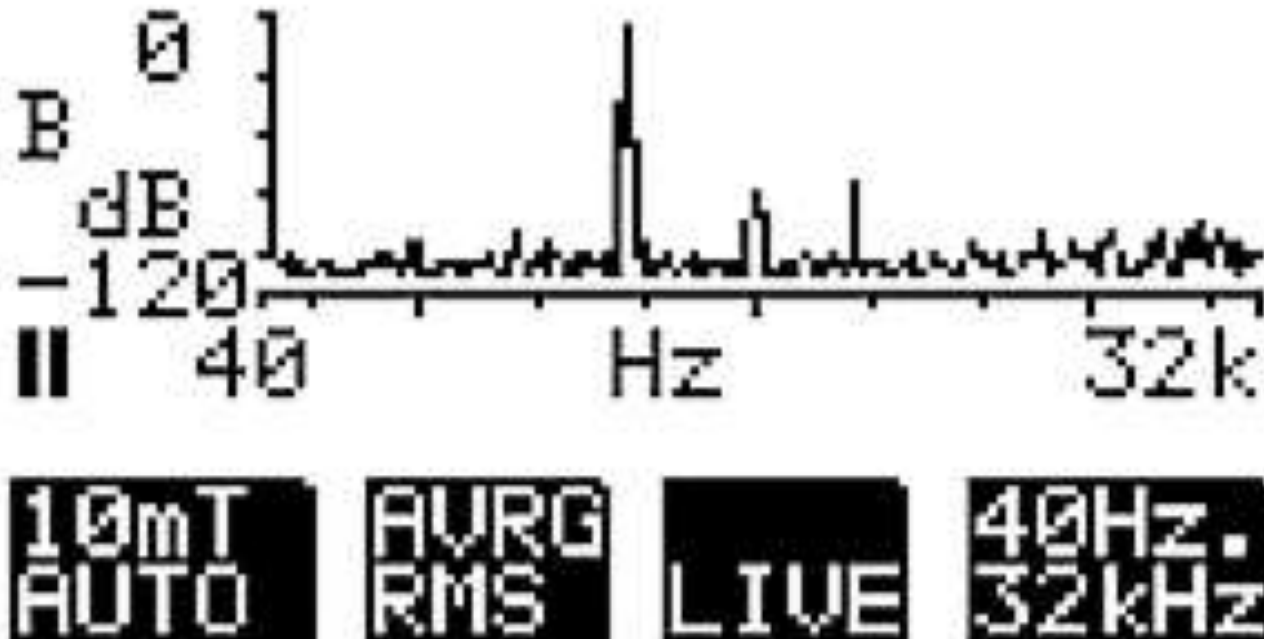
Frekvence (v)	Viļņa garums ( $\lambda$ )	Tuvās zonas robeža ( $3 \times \lambda$ )
3 MHz	100 m	300 m
30 MHz	10 m	30 m
300 MHz	1 m	3 m



Darba aizsardzības vadlīnijas: darba aizsardzības prasības nodarbināto aizsardzībai pret elektromagnētiskā lauka radīto risku darba vidē. RSU DDVVI, SIA Darba Medicīna; Rīga, 2006.

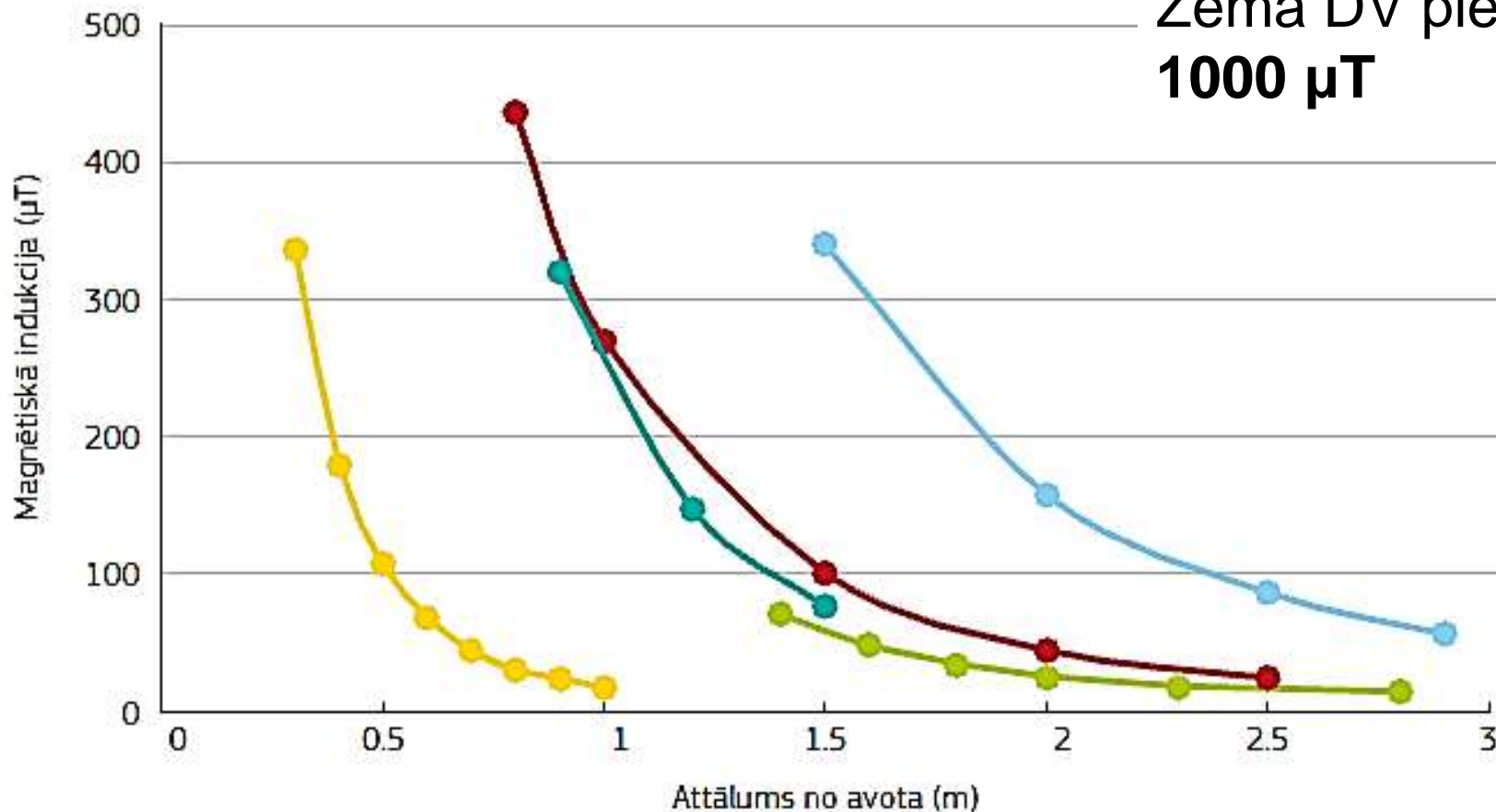
# EML fizikāla daba

- Bieži telpā nav tikai vienas frekvences EML avots, bet ir **vairāku frekvenču EML** no viena vai vairākiem avotiem



**3.2. attēls. Magnētiskās indukcijas samazināšanās, pieaugot attālumam no dažādiem avotiem: punkmetināšanas ierīce (●—●); 0,5 m atmagnetizēšanas spole (●—●); 180 kW indukcijas krāsns (●—●); 100 kVA kontaktšuvju metināšanas ierīce (●—●); 1 m atmagnetizēšanas spole (●—●)**

Zema DV pie 50 Hz:  
**1000  $\mu\text{T}$**

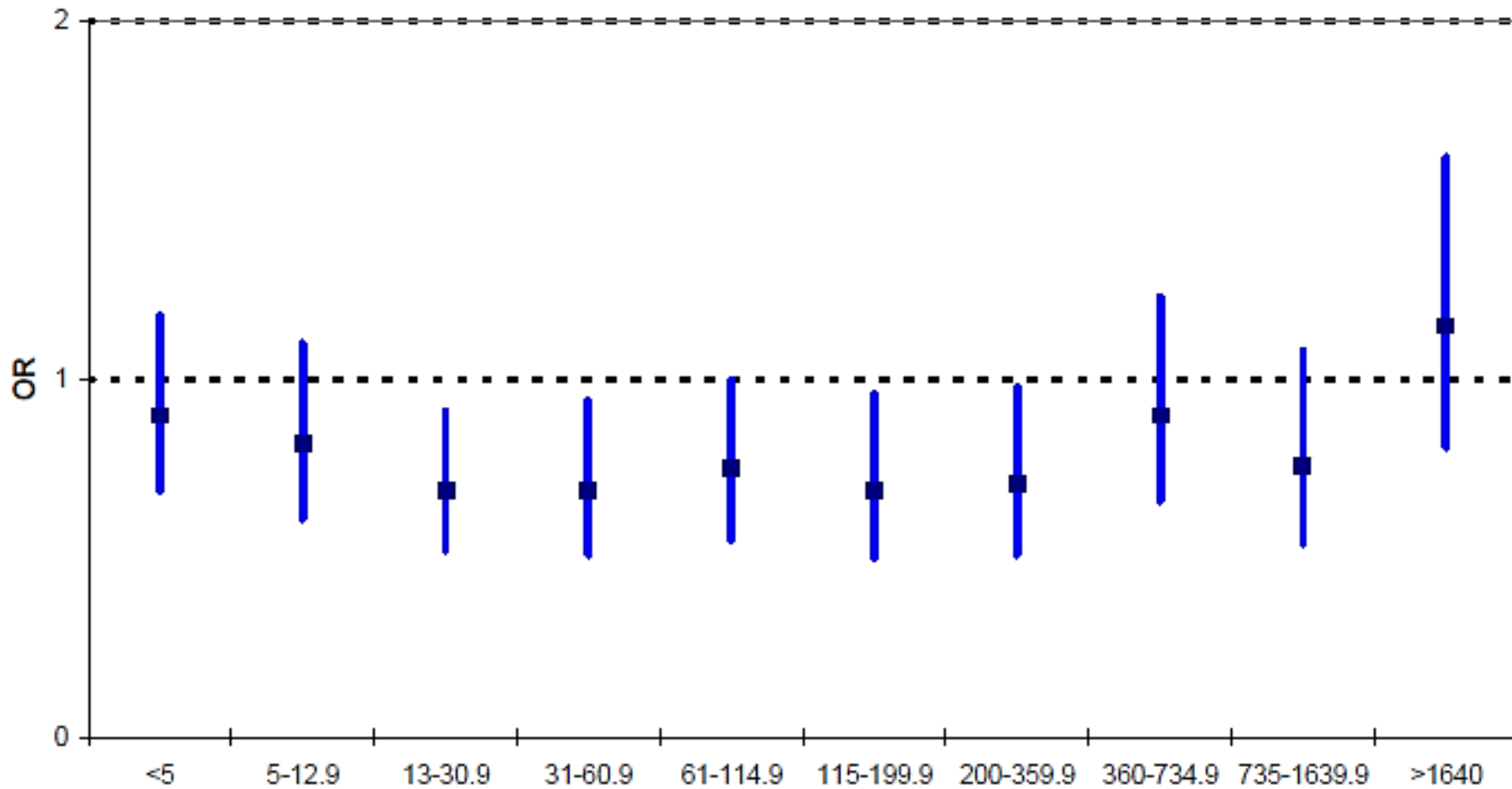


# EML ietekme uz veselību

- EML ietekmi uz cilvēka var iedalīt **tiešajā** un **netiešajā**, kā arī **īstermiņa** un **ilgtermiņa**
- **Tiešā ilgtermiņa** iedarbība tiek plaši pētīta ar īpašu fokusu uz leikēmijas saistības ar elektrotīkla frekvences EML un smadzeņu audzējiem no mobilo tālruņu frekvences EML, **bet...**

# EML ietekme uz veselību

- Pārsvarā šie pētījumi ir uzskatīti par **nepārlicinošiem**, jo
  - » Bieži aprēķinātā risku vai izredžu attiecības ticamības intervāla zemākā robeža ir  $< 1.0$
  - » Bieži EML ekspozīcija ir **ļoti vispārīgi novērtēta** izmantojot subjektu aptaujas/intervijas
  - » Dažos pētījumos (darba ekspozīcija) nav ņemti vērā **citi kancerogēni vai rezultātu ietekmējoši faktori** (piem. ilgāk strādā ar metināšanas aparātu => lielāka EML ekspozīcija UN dūmu/tvaiku ekspozīcija)
  - » Dalībnieku atlase mēdz būt pakļauta «aizsprieduma» efektam
  - » Joprojām nav noteikts zemo EML līmeņu ilgtermiņa iedarbības **bioloģiskais mehānisms** uz organisma šūnām



*Figure 2: Odds ratios (OR) and 95% confidence intervals for meningioma in dependence on cumulative call time in hours (based on INTERPHONE 2010)*

Comparative Assessment of the Evidence of Cancer Risks from Electromagnetic Fields and Radiation. Statement by the German Commission on Radiological Protection with Scientific Reasoning. Adopted at the 248th meeting of the German Commission on Radiological Protection on 14/15 April 2011

# EML ietekme uz veselību

- MK noteikumos, EP Direktīvā un ICNIRP (Starptautiska komisija aizsardzībai pret nejonizējošo starojumu) vadlīnijās ir apskatīti **tikai tiešie īstermiņa efekti bez ekspozīcijas devas «uzkrāšanās» laikā**. Citās valstīs ārpus ES var būt atšķirīga pieeja, piem. Krievijas Federācijas likumos ir minēts arī ekspozīcijas laiks (skat. avotu sarakstu)
- Tiešā **ilgtermiņa** ietekme uz veselību vēl nav pietiekami labi izpētīta un pierādīta, tāpēc **MK noteikumi uz to neattiecās (p. 3.1.)**

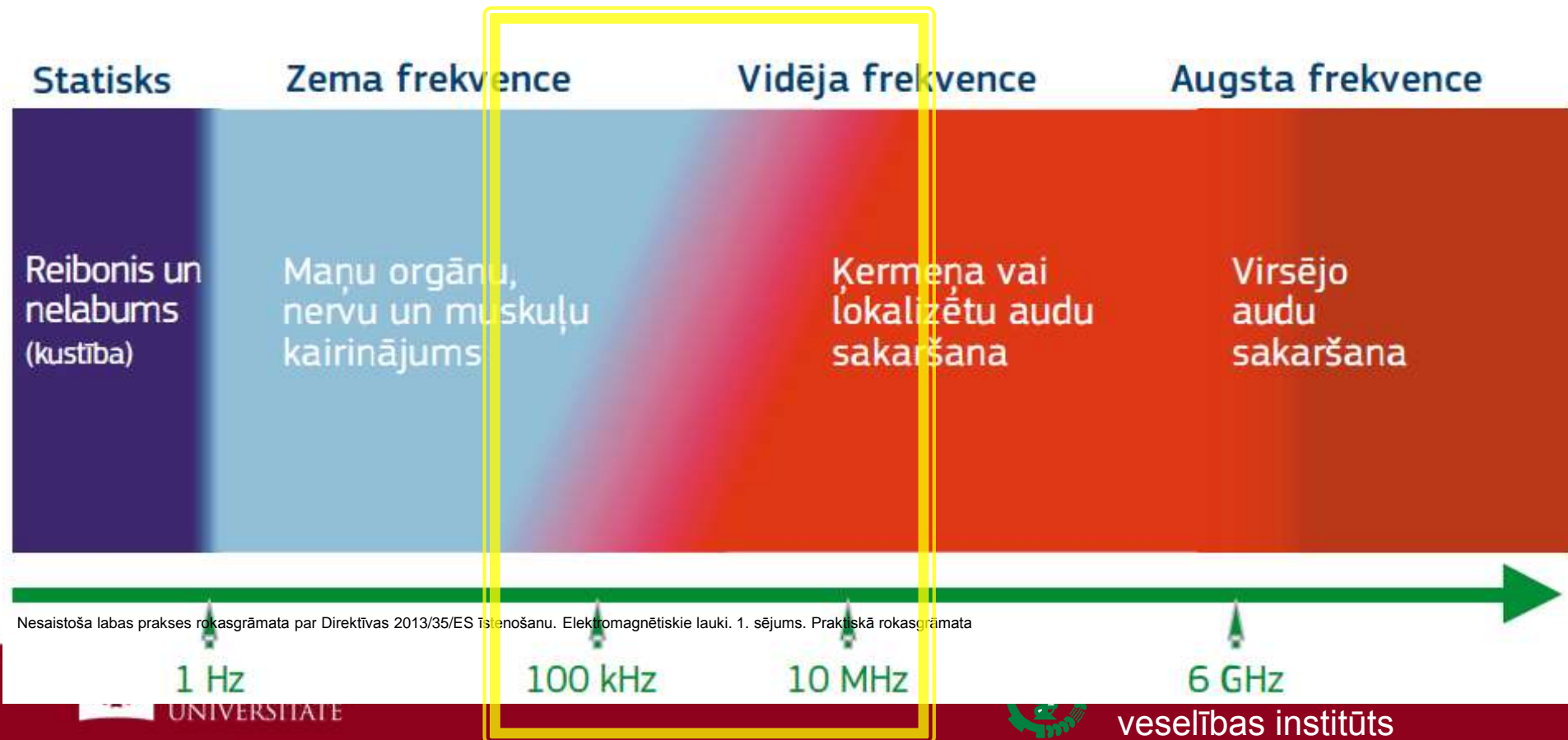


# EML ietekme uz veselību

- Atkarībā no EML iedarbībai pakļautās ķermeņa daļas, īstermiņa tiešo ietekmi iedala **maņas** un **veselības** efektos:
  - » **Maņas** efekti ir saistīti ar **galvas** (maņu orgāni) ekspozīciju EML un parādās pie **zemākām** EML intensitātēm
  - » **Veselības** efekti ir saistīti ar **visa ķermeņa** (muskuli, nervi, asinsvadi) ekspozīciju EML un parādās pie **augstākām** EML intensitātēm

# EML ietekme uz veselību

- Atkarībā no EML frekvences, izdala **netermālas** un **termālas** iedarbības reģionus:



# EML ietekme uz veselību

Lauka frekvence	Maņas efekti	Veselības efekti
<b>Statistsks <u>magnētiskais</u> lauks</b> [0 – 1 Hz]	Reibonis, slikta dūša, metāliska garša	Izmaiņas ekstremitāšu asinsritē, smadzeņu un sirds darbībā
<b>Zemas frekvences lauki</b> [1 Hz – 10 MHz]	Fotopsijas, nelielas izmaiņas smadzeņu darbībā	Tirpšanas sajūta vai sāpes (nervu stimulācija), muskuļu krampji, traucēts sirds ritms
<b>Vidējas frekvences lauki</b> [100 kHz – 10 MHz]	<i>Zemas un augstas frekvences lauku efektu kombinācija</i>	
<b>Augstas frekvences lauki</b> [100 kHz – 6 GHz]	Mikroviļņu dzirdēšanas efekts	Pārmērīga visa ķermeņa vai lokāla pārkaršana vai apdegumi
<b>Augstas frekvences lauki</b> [6 – 300 GHz]		Lokalizēti karstuma bojājumi acīs vai uz ādas


# EML ietekme uz veselību

## ■ Netiešie EML efekti:

» Traucējoša ietekme uz **medicīnisko un citu aparāturu**

 » Traucējoša ietekme uz **aktīvām implantētām ierīcēm** un medicīnas iekārtām (elektrokardiostimulatori, defibrilatori, insulīna sūkņi u.c.)

 » Ietekme uz **pasīvajiem implantiem** (metāla locītavas, plāksnes u.tml.), kā arī šķembām, pīrsingu, tetovējumiem

 » Nepiestiprinātu feromagnētisko objektu «izšaušanas» (stipras pievilkšanās) risks statiska magnētiskā lauka avota virzienā

» Nejauša **detonatoru palaišana**, viegli uzliesmojošo vai eksplozīvo vielu **aizdeģšanās** (no dzirksteļizlādēm, sasilšanas)

» Strāvas triecieni vai apdegumi no kontaktstrāvām, kad cilvēks pieskarās vadošam objektam, un viens ir iezemēts, bet otrs – nē

# Informācijas avotu saraksts

- » [Brain tumour risk in relation to mobile telephone use: results of the INTERPHONE international case-control study. Int. J. Epidemiol. \(2010\) 39 \(3\): 675-694 \[EN\]](#)
- » [Risk analysis of human exposure to electromagnetic fields \(revised\) Deliverable Report D2 of EHFRAN project. European Health Risk Assessment Network on Electromagnetic Fields Exposure. Revised in 2012 \[EN\]](#)
- » [Comparative Assessment of the Evidence of Cancer Risks from Electromagnetic Fields and Radiation. Statement by the German Commission on Radiological Protection with Scientific Reasoning. Adopted at the 248th meeting of the German Commission on Radiological Protection on 14/15 April 2011 \[EN\]](#)
- » [MK noteikumi nr. 584 «Darba aizsardzības prasības nodarbināto aizsardzībai pret elektromagnētiskā lauka radīto risku darba vidē» \[LV\]](#)
- » [Eiropas Parlamenta un Padomes direktīva 2013/35/ES par minimālajām veselības aizsardzības un drošuma prasībām attiecībā uz darba ņēmēju pakļaušanu riskam, ko rada fizikāli faktori \(elektromagnētiskie lauki\) \[LV\] vai \[EN\]](#)
- » [СанПиН 2.2.4.1191-03 «Электромагнитные поля в производственных условиях» \[RU\]](#)
- » [ICNIRP vadlīnijas par ekspozīcijas laikā mainīgiem elektriskiem, magnētiskiem un elektromagnētiskiem laukiem ierobežošanu \(līdz 300 GHz\) \[EN\] vai \[RU\]](#)
- » [ICNIRP vadlīnijas par ekspozīcijas laikā mainīgiem elektriskiem un magnētiskiem laukiem ierobežošanu \(1 Hz – 100 kHz\) \[EN\]](#)
- » [Vadlīnijas: darba aizsardzības prasības nodarbināto aizsardzībai pret elektromagnētiskā lauka radīto risku darba vidē \[LV\]](#)
- » [Pasaules Veselības organizācijas \(PVO\) informācijas materiāli par EML \[EN\]](#)

