

«Elektromagnētiskie lauki kā riska faktors darba vidē»

Vitalijs Rodins, M.Sc.,
Žanna Martinsone, Dr.med.,
Darba drošības un vides veselības institūts,
Rīgas Stradiņa universitāte
Smiltene, 05.04.2016.



RĪGAS STRADIŅA
UNIVERSITĀTE



Darba drošības un vides veselības
institūts

Prezentācijas saturs

- 1. Kas ir EML?**
- 2. EML ietekme uz veselību**
- 3. EML regulējošie normatīvi**
- 4. Kā jārikojas darba devējam?**
- 5. Kā mērīt EML?**
- 6. Informācijas avotu saraksts**

Kur EML ir riska faktors?

■ Jūsu uzņēmums?



Images from PIXABAY. License type: CC0 Public Domain

Kas ir EML?

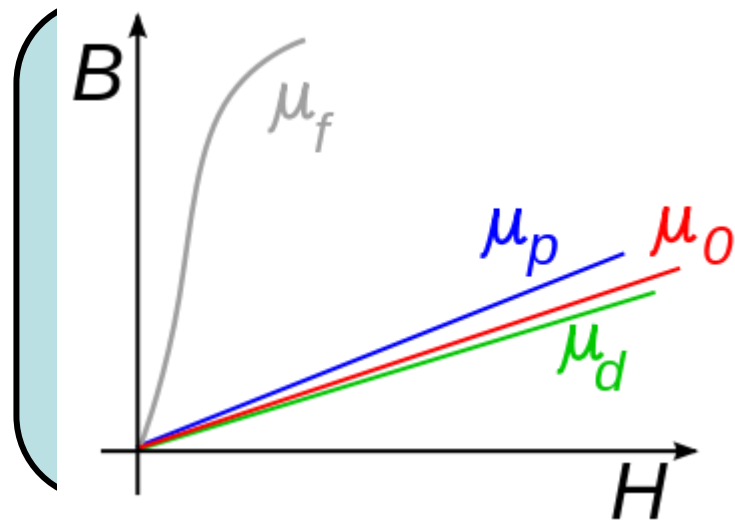
■ Pastāv divu veidu pamata lauki:

- » **ELEKTRISKAIS lauks** (*angl. E-field*), mērīts voltos uz metru V/m
- » **MAGNĒTISKAIS lauks** (*angl. H- vai B-field*), mērīts ampēros uz metru A/m

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

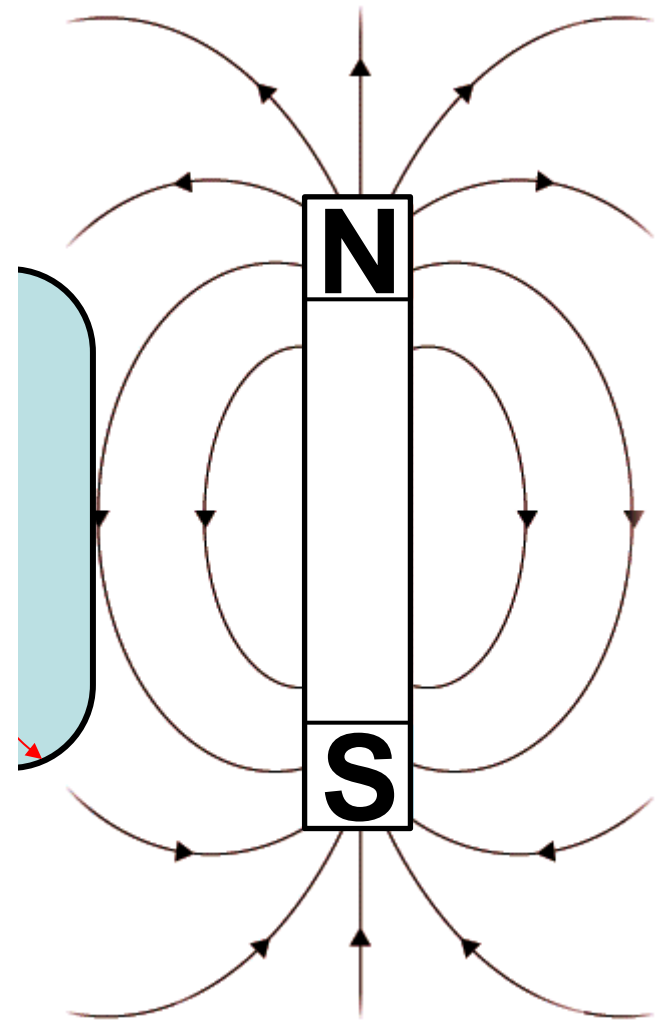
Kas ir EML?

Para- vai diamagnētiķis
(t.i. viss izņemot magnētiskus materiālus)
ar magn. caurlaidību μ



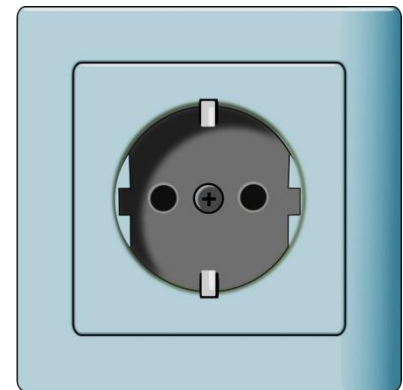
$$\mathbf{B} = \mu_0 \mathbf{H}$$

Magn. lauka intensitāte \mathbf{H}

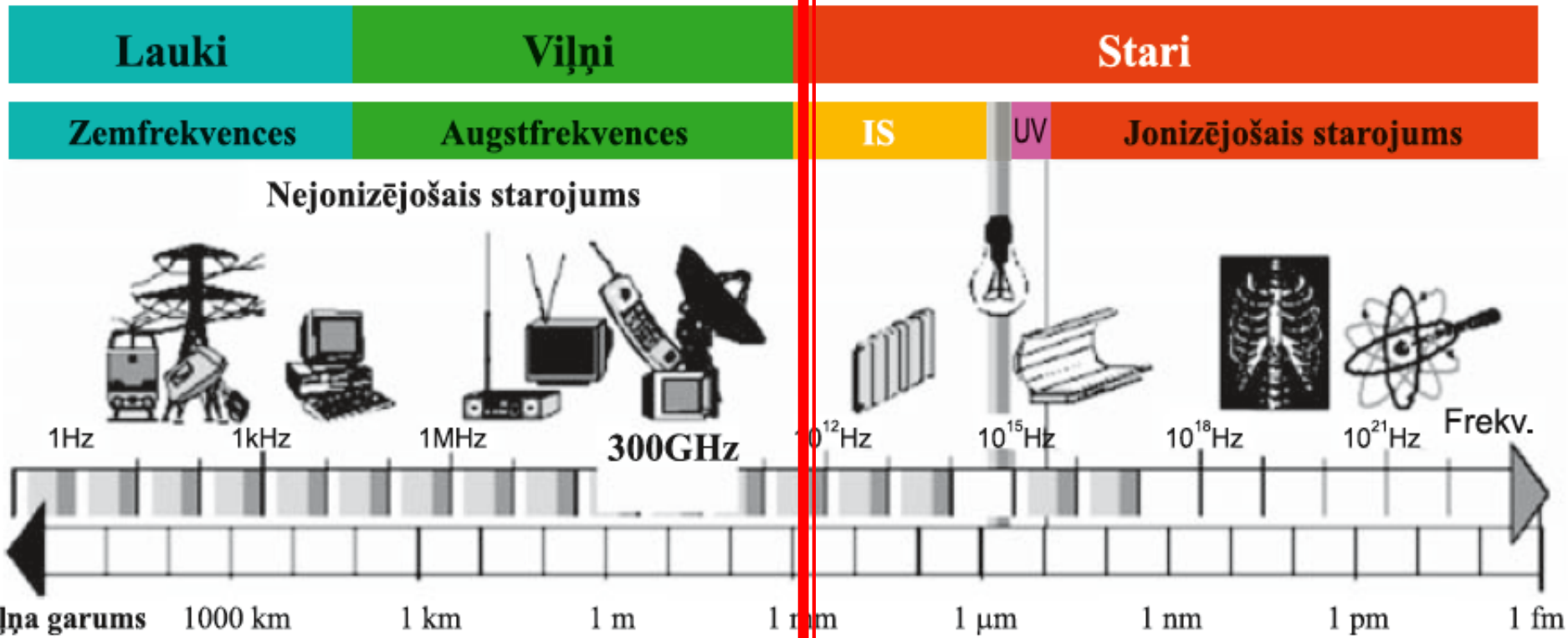


Kas ir EML?

- 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 pārsvarā rada 50 Hz EML
- Pie augstām frekvencēm E- un B-lauki ir cieši saistīti un kopā veido **elektromagnētiskos viļņus**



Kas ir EML?



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

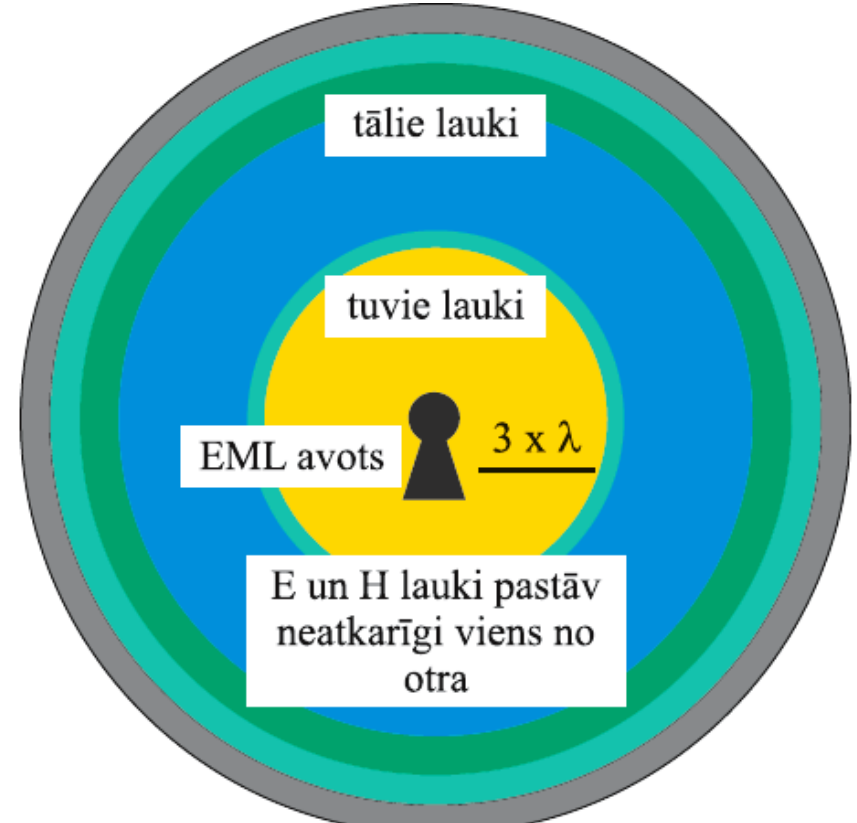
Kas ir EML?

- 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

Kas ir EML?

- 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 (mu-
metāls, permalojs)

Kas ir EML?

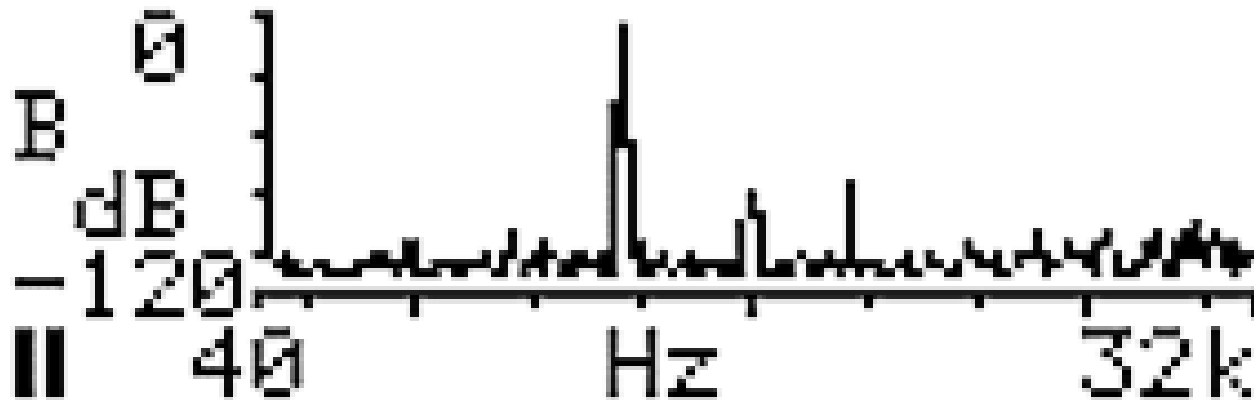


- Augstas frekvences viļņiem izdala «**tuvo**» un «**tālo**» zonu. Tuvajā zonā (attālums no avota $< 3 \times \lambda$) E- un B-lauki ir **neprognozējami nevienmērīgi** sadalīti telpā: intensitāte var **pieaugt** attālinoties no avota, E- un B-komponentes nav saistītas un jāmēra atsevišķi

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

Kas ir EML?

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



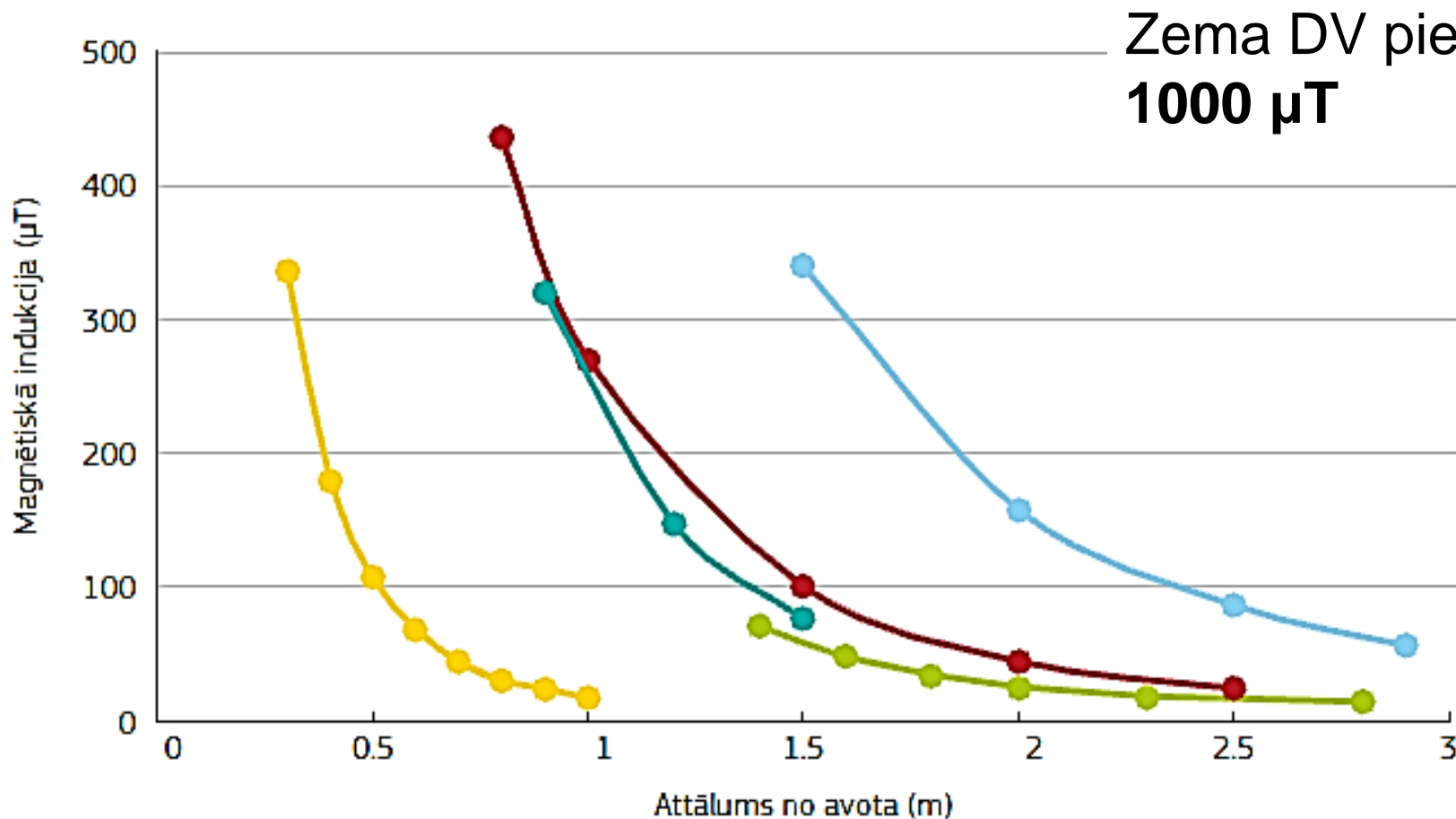
10mT
AUTO

AVRG
RMS

LIVE

40Hz.
32kHz

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



EML ietekme uz veselību

- EML ietekmi uz cilvēka var iedalīt **tiešajā** un **netiešajā**, kā arī **īstermiņa** un **ilgtermiņa**
- Tālāk no tiešās EML ietekmes tiks apskatīti tikai **tiešie īstermiņa efekti**: tiešā ilgtermiņa ietekme uz veselību vēl nav pietiekami labi izpētīta un pierādīta, tāpēc **MK noteikumi uz to neattiecas**

ICNIRP vadlīnijas 1998

Table 1. Electric, magnetic, electromagnetic, and dosimetric quantities and corresponding SI units.

| Quantity | Symbol | Unit |
|---------------------------------|------------|---|
| Conductivity | σ | siemens per meter ($S\ m^{-1}$) |
| Current | I | ampere (A) |
| Current density | J | ampere per square meter ($A\ m^{-2}$) |
| Frequency | f | hertz (Hz) |
| Electric field strength | E | volt per meter ($V\ m^{-1}$) |
| Magnetic field strength | H | ampere per meter ($A\ m^{-1}$) |
| Magnetic flux density | B | tesla (T) |
| Magnetic permeability | μ | henry per meter ($H\ m^{-1}$) |
| Permittivity | ϵ | farad per meter ($F\ m^{-1}$) |
| Power density | S | watt per square meter ($W\ m^{-2}$) |
| Specific energy absorption | SA | joule per kilogram ($J\ kg^{-1}$) |
| Specific energy absorption rate | SAR | watt per kilogram ($W\ kg^{-1}$) |

more difficult to specify, because both E and H fields must be measured and because the field patterns are more complicated; in this situation, power density is no longer an appropriate quantity to use in expressing exposure restrictions (as in the far field).

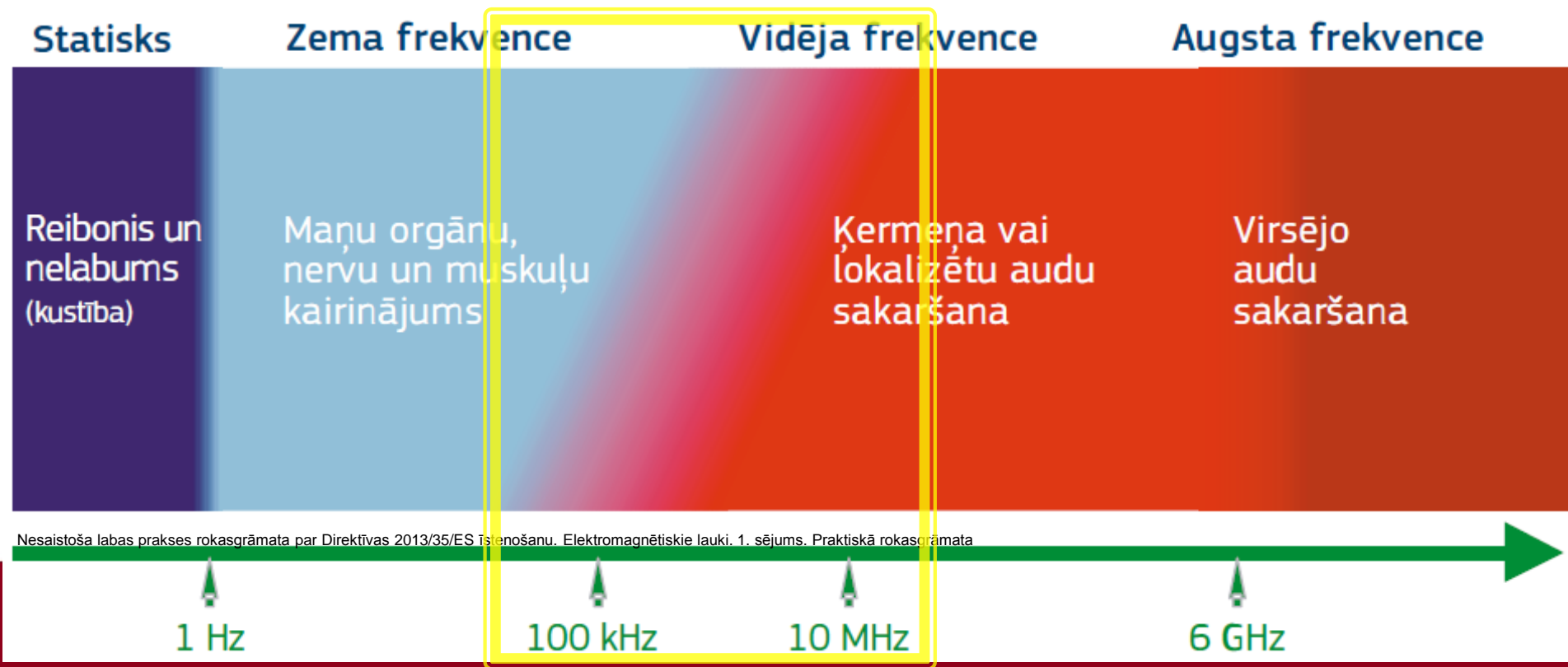
Exposure to time-varying EMF results in internal body currents and energy absorption in tissues that are related to the coupling mechanisms and the

these guidelines are based on short-term, immediate health effects such as stimulation of peripheral nerves and muscles, shocks and burns caused by touching conducting objects, and elevated tissue temperatures resulting from absorption of energy during exposure to EMF. In the case of potential long-term effects of exposure, such as an increased risk of cancer, ICNIRP concluded that available data are insufficient to provide a basis for setting exposure restrictions, although epidemiological research has provided suggestive, but unconvincing, evidence of an association between possible carcinogenic effects and exposure at levels of 50/60 Hz magnetic flux densities substantially lower than those recommended in these guidelines.

In-vitro effects of short-term exposure to ELF or ELF amplitude-modulated EMF are summarized. Transient cellular and tissue responses to EMF exposure have been observed, but with no clear exposure-response relationship. These studies are of limited value in the assessment of health effects because many of the responses have not been demonstrated in *in-vitro* studies that are not directly related to the exposure conditions that exist in the real world.

EML ietekme uz veselību

- Atkarībā no EML intensitātes tā īstermiņa tiešo ietekmi iedala **maņas** un **veselības** efektos
- Atkarībā no EML frekvences, izdala **netermālas** un **termālas** iedarbības reģionus:



EML ietekme uz veselību

| Lauka frekvence | Maņas efekti | Veselības efekti |
|---|---|---|
| Statisks magnētiskais lauks [0 – 1 Hz] | Reibonis, slikta dūša, metāliska garša | Izmaiņas ekstremitāšu asinsritē, smadzeņu un sirds darbībā |
| Zemas frekvences lauki [1 Hz – 10 MHz] | Fotopsijas, nelielas izmaiņas smadzeņu darbībā | Tirpšanas sajūta vai sāpes (nervu stimulācija), muskuļu krampji, traucēts sirds ritms |
| Vidējas frekvences lauki [100 kHz – 10 MHz] | <i>Zemas un augstas frekvences lauku efektu kombinācija</i> | |
| Augstas frekvences lauki [100 kHz – 6 GHz] | Mikroviļņu dzirdēšanas efekts | Pārmērīga visa ķermeņa vai lokāla pārkaršana vai apdegumi |
| Augstas frekvences lauki [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» risks statistiskā magnētiskajā laukā

» Nejauša **detonatoru palaišana**, viegli uzliesmojošo vai eksplozīvo vielu **aizdeģšanās**

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

EML regulējošie normatīvi

- **Ministru kabineta noteikumi Nr. 584** «Darba aizsardzības prasības nodarbināto aizsardzībai pret elektromagnētiskā lauka radīto risku darba vidē» (pieņemti 2015. gada 13. oktobrī, **stājas spēkā 2016. gada 1. jūlijā**)
 - » Pamatojas uz **Eiropas Parlamenta un Padomes direktīvas 2013/35/ES** (pieņemta 2013. gada 26. jūnijā), kura, savukārt, balstīta uz **Starptautiskās komisijas aizsardzībai pret nejonizējošo starojumu (ICNIRP)** rekomendācijām

EML regulējošie normatīvi



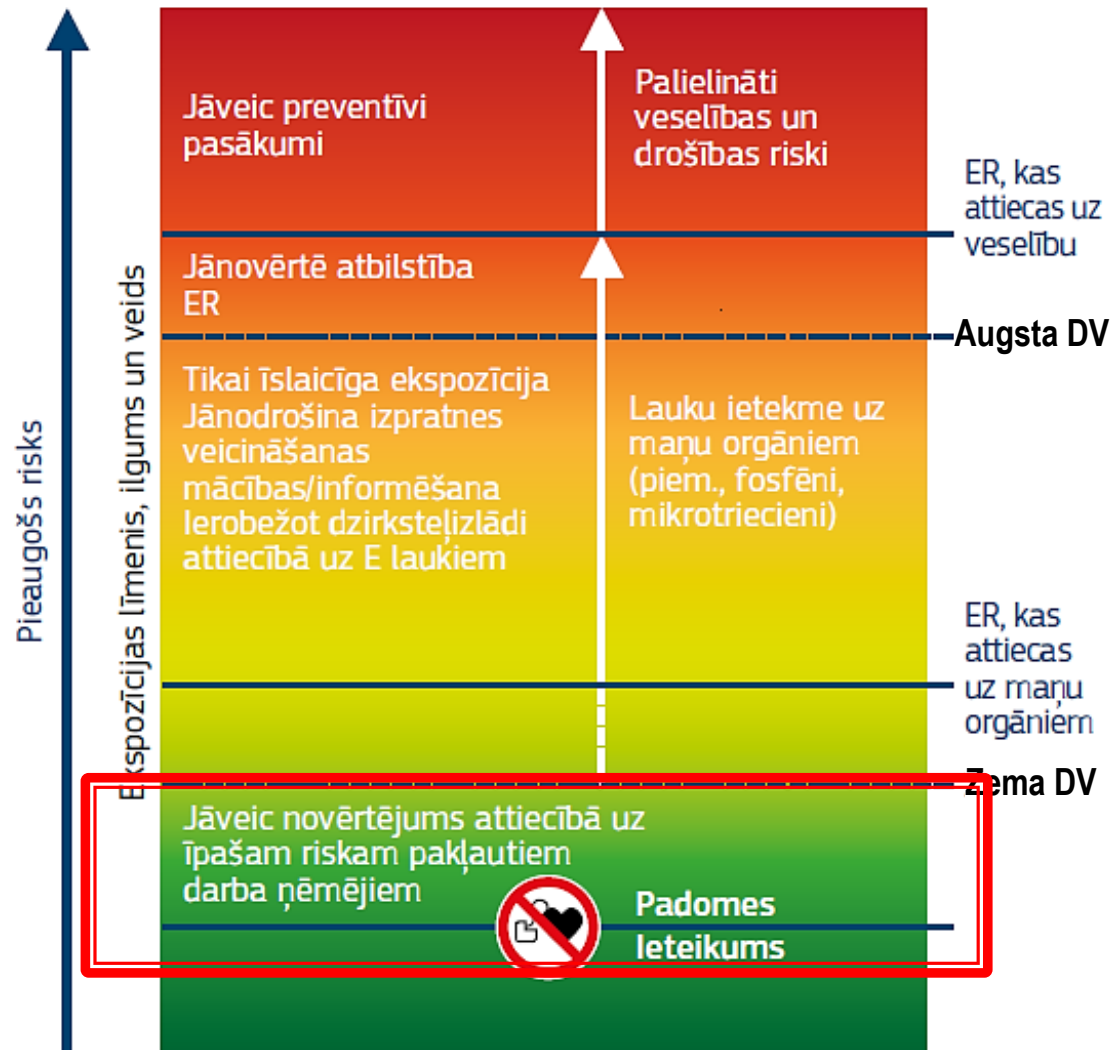
- **Nesaistoša labas prakses rokasgrāmata par Direktīvas 2013/35/ES īstenošanu** – satur praktisko rokasgrāmatu un riska novērtēšanas piemērus
- **Eiropas Padomes rekomendācija 1999/519/EC «Par plašās publikas ekspozīcijas ierobežošanu elektromagnētiskajiem laukiem (0 Hz to 300 GHz)»**
– **dotie atsauces līmeņi ir piemērojami arī īpašā riska grupas nodarbinātajiem (grūtnieces, nodarbinātie ar aktīviem vai pasīviem implantiem)**

EML regulējošie normatīvi

■ MK noteikumu robežvērtību struktūra:

- » **Ekspozīcijas robežas (ER)**
Izteiktas kā iekšējais lauks/inducētā strāva utt.
- » **Darbības vērtības (DV)**
(jeb *Rīcības līmeņi (RL)* pēc Direktīvas)
Izteiktas kā ārējais lauks, enerģija vai strāva – vieglāk kontrolēt

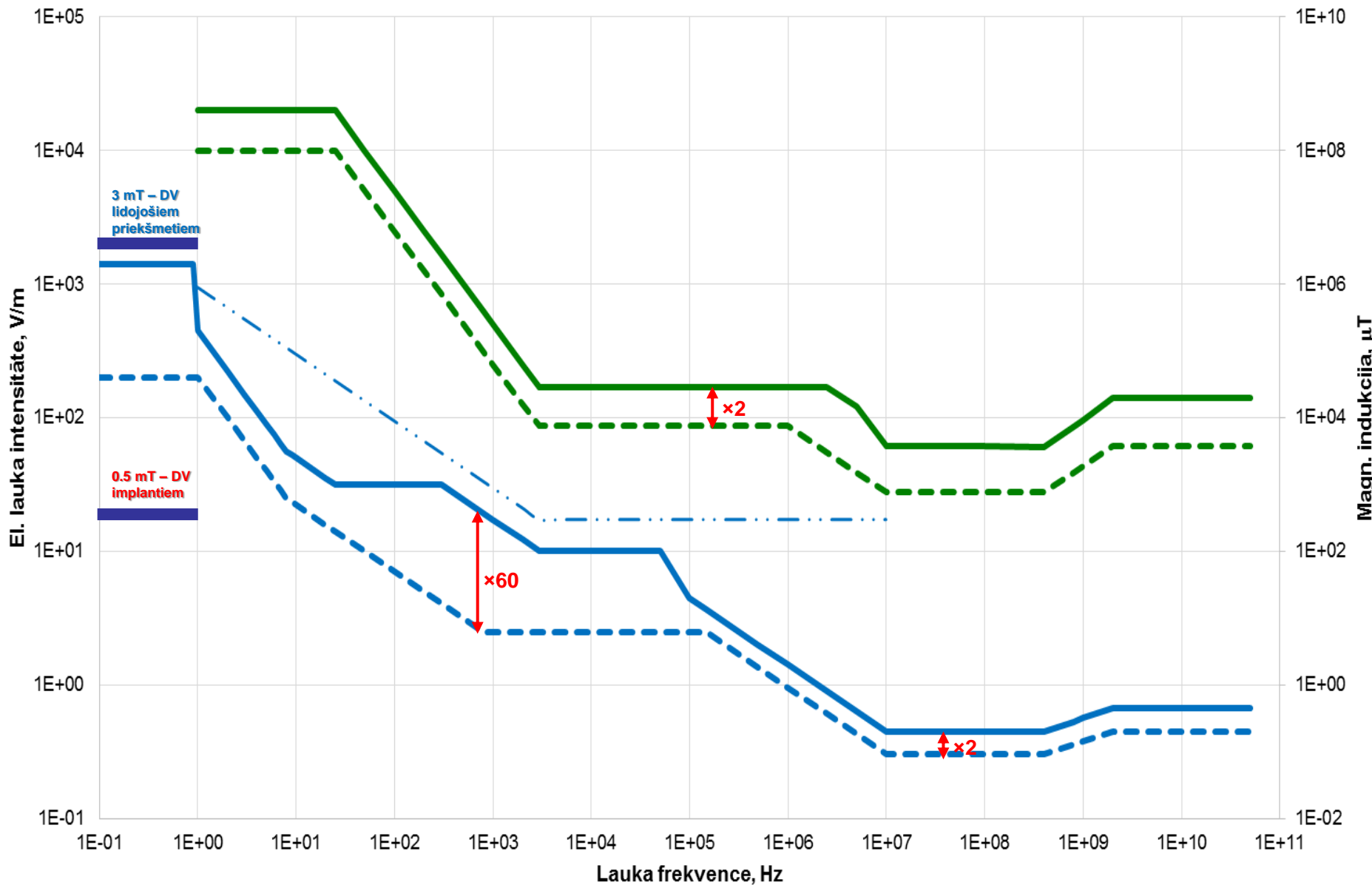
6.3. attēls. Shematisks ekspozīcijas robežvērtību un rīcības līmeņu saistības attēlojums



EML regulējošie normatīvi

- Frekvencēm < 10 MHz (**netermāla ietekme**) ER ir dotas iekšējā elektriskā lauka intensitātes (V/m) un ārējās magnētiskās indukcijas (T – tikai statistiskajam B-laukam!) vienības
- Pie frekvencēm > 0.3 GHz (radio/mikroviļņi – **termāla ietekme**) ER saistībā ar ietekmi uz veselību un māņu orgāniem ir izteiktas jaudas blīvuma (W/m), enerģijas īpatnējās absorbcijas (mJ/kg) un enerģijas īpatnējās absorbcijas ātruma (W/kg) vienībās

MK noteikumu prasību (darba ņemēji) un EP rekomendācijas (īpaša riska grupas + publika) salīdzinājums



— E, MK. - - - E, rek. — B, MK. - - - B, rek. - · - B ekstr., MK

Kā jārikojas darba devējam?

1. Pārbaudīt **visas darba vietas** uz EML avotiem, kas varētu izraisīt kaitējumu nodarbināto veselībai
2. Ja tādi konstatēti, darba devējs nodrošina EML radītā **riska novērtēšanu** (saskaņā ar normatīvajiem aktiem)
3. Ja ER ievērošanu nevar ticami noteikt, jāveic **EML mērījumus vai aprēķinus**

3.2. tabula. Ipašu EML novērtējumu prasības attiecībā uz izplatītiem darbiem, aprīkojumu un darba vietām

Aprīkojuma vai darba vietas veids

Novērtējums jāveic attiecībā uz

| darba ņēmējiem, kas nav pakļauti īpašam riskam* | īpašam riskam pakļautiem darba ņēmējiem (izņemot tos, kuriem ir aktīvi implanti)** | darba ņēmējiem, kuriem ir aktīvi implanti*** |
|--|--|--|
| (1) | (2) | (3) |

Bezvadu sakari

Tālruņi, bezvadu (arī *DECT* bezvadu tālruņu bāzes stacijas) — izmantošana

nē

nē

jā

Tālruņi, bezvadu (arī *DECT* bezvadu tālruņu bāzes stacijas) — atrodas darba vietā

nē

nē

nē

Tālruņi, mobilie — izmantošana

nē

nē

jā

Tālruņi, mobilie — atrodas darba vietā

nē

nē

nē

Bezvadu saziņas ierīces (piem., *Wi-Fi* vai *Bluetooth*), tostarp *WLAN* piekļuves punkti — izmantošana

nē

nē

jā

Bezvadu saziņas ierīces (piem., *Wi-Fi* vai *Bluetooth*), tostarp *WLAN* piekļuves punkti — atrodas darba vietā

nē

nē

Birojs

Nesaistoša labas prakses rokasgrāmata par Direktīvas 2013/35/ES īstenošanu. Elektromagnētiskie lauki. 1. sējums. Praktiskā rokasgrāmata

Kā jārikojas darba devējam?

- Ja pārsniegtas **ER**, darba devējs nekavējoties veic pasākumus, lai samazinātu EML iedarbību zem ER līmeņa
- Ja pārsniegtas **DV** un darba devējs nevar pierādīt risku vērtējumā, ka ER nav pārsniegtas, izstrādā darba aizsardzības pasākumu plānu
- Ja nav pārsniegtas **DV**, uzskata, ka nav pārsniegtas arī attiecīgas **ER**

Kā jārikojas darba devējam?

- BET ir izņēmumi, kad **var pārsniegt** DV vai ER saistība ar māņu orgāniem, ja ir ievēroti **papildus noteikumi** (skat. MK noteikumu tekstu)
- Piemēram:

10. Šo noteikumu 1. un 2. pielikumā norādīto elektromagnētisko lauku iedarbību var pārsniegt:

10.1. zemas darbības vērtības elektriskajiem laukiem (1. pielikuma 3. tabulas 1. punkts), ja:

10.1.1. to pamato prakse vai process, ar noteikumu, ka nav pārsniegtas ekspozīcijas robežvērtības saistībā ar ietekmi uz māņu orgāniem (1. pielikuma 2. tabulas 2. punkts);

10.1.2. nav pārsniegtas ekspozīcijas robežvērtības saistībā ar ietekmi uz veselību (1. pielikuma 2. tabulas 1. punkts);

10.1.3. izmantojot tehniskos aizsardzības līdzekļus un lietojot individuālos aizsardzības līdzekļus, ir novērsta pārmērīga dzirkstejlāde un kontaktstrāva (1. pielikuma 4. tabulas 1. punkts);

10.1.4. nodarbinātajiem sniegta informācija par situācijām, kas minētas šo noteikumu 33.9. apakšpunktā;

Kā jārikojas darba devējam?

■ Darba aizsardzības pasākumu plāns (1)

- » izmanto **citas darba metodes**, kas saistītas ar elektromagnētisko lauku mazāku iedarbību;
- » izvēlas **darba aprīkojumu**, kam ir mazākas intensitātes elektromagnētiskie lauki;
- » nodrošina atbilstošu darba vietas iekārtojuma un darba aprīkojuma **apkopi un uzturēšanu**;
- » ierobežo elektromagnētisko lauku iedarbības **ilgumu un intensitāti**;
- » ja ir elektrisko lauku iedarbība, nodrošina pasākumus un procedūras **dzirksteļizlādes un kontaktstrāvu** kontrolei, izmantojot tehniskus līdzekļus un apmācot nodarbinātos.

Kā jārikojas darba devējam?

■ Darba aizsardzības pasākumu plāns (2)

- » Darba aizsardzības pasākumus pielāgo arī **īpašā riska grupai**
- » Darba vietās ar EML risku **izvieto drošības zīmes** vai ierobežo piekļuvi bīstamajai zonai



Brīdinājums: magnētiskais lauks!



Brīdinājums: nejonizējošs starojums!



Jāvalkā aizsargapavi!



Jāvalkā aizsargcimdi!



Cilvēkiem, kuru ķermenī implantētas aktīvas sirdsdarbību stimulējošas ierīces, piekļuve aizliegta!



Cilvēkiem, kuru ķermenī ir metāla implanti, piekļuve aizliegta!



Jāvalkā acu aizsargi!



Vispārīga obligātas rīcības zīme

Nesaistoša labas prakses rokasgrāmata par Direktīvas 2013/35/ES īstenošanu. Elektromagnētiskie lauki. 1. sējums. Praktiskā rokasgrāmata

Kā jārikojas darba devējam?

■ Darba aizsardzības pasākumu plāns (3)

- » Nožogojums/piekļuves ierobežošana
- » Bloķējošās ierīces (izslēdz avotu kad cilvēks iekļūst bīstamajā zonā)
- » Organizatoriski pasākumi:
 - nodarbināto un apmeklētāju (apakšuzņēmēju un klientu) informēšana un apmācība
 - **darba vietu un darba staciju plānojums un izvietojums**
 - drošības zīmes
 - rakstiskas procedūras
- » EML avota ekranēšana
- » Individuālie aizsardzības līdzekļi



■ Darba vietu un darba staciju plānojums un izvietojums



Nesaistoša labas prakses rokasgrāmata par Direktīvas 2013/35/ES īstenošanu. Elektromagnētiskie lauki. 1. sējums. Praktiskā rokasgrāmata

Darba vietu un darba staciju plānojums un izvietojums



Labā prakse

Lai samazinātu ekspozīciju, kabelis ir novirzīts prom no darba ņēmēja ķermeņa.

Barošanas un atgriezeniskās strāvas kabeļi ir novietoti pēc iespējas tuvu, lai lauku dzēšanās mazinātu darba vides lauku apmēru.



Kabelis pārlikts pār plecu

Slikta prakse

Šajā piemērā darba ņēmējs balsta metināšanas kabeļa svaru, pārliedot kabeli pār plecu. Taču tādā veidā kabelis nonāk galvas un ķermeņa tuvumā, palielinot ekspozīciju.



Kabelis apliekts ap kaklu

Slikta prakse

Šajā piemērā darba ņēmējs balsta metināšanas kabeļa svaru, pārliedot kabeli pār plecu un izveidojot cilpu. Taču tādā veidā kabelis nonāk galvas un ķermeņa tuvumā, palielinot ekspozīciju.

Nesaistoša labas prakses rokasgrāmata par Direktīvas 2013/35/ES īstenošanu. Elektromagnētiskie lauki. 1. sējums. Praktiskā rokasgrāmata

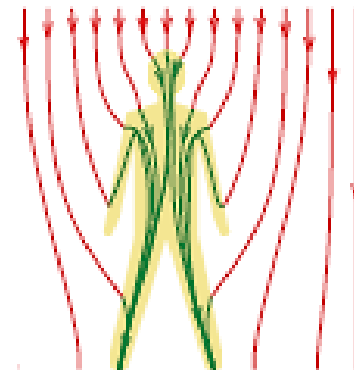
Kā mērīt EML?

- DDVVI Higiēnas un arodslimību laboratorija piedāvā veikt **E- un B-lauku mērījumus** frekvenču diapazonā **5 Hz – 32 kHz**. Tas iekļauj lielāko daļu no sadzīves, biroja un rūpnieciskā aprīkojuma, **izņemot statiskos laukus (magnēti, līdzstrāvas aprīkojums) un radio/mikroviļņu starojumu**
- Rezultāti tiek izteikti kā kopēja lauka intensitāte un **% no MK noteikumu zemas DV sasniegšanas** (*papildus: % no augstas DV un/vai EP rekomendācijas – pēc pieprasījuma*)

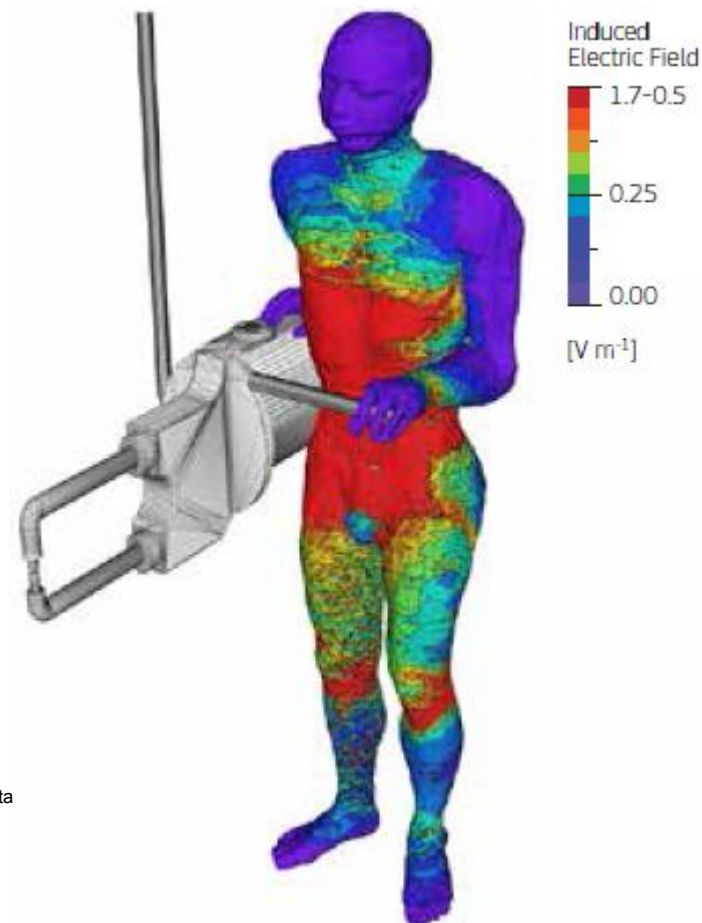


DDVVI Higiēnas un arodslimību laboratorija

Kā mērīt EML?



- Ir svarīgi atcerēties, ka cilvēku un lielu iezemētu objektu klātbūtne ietekmē **elektriskā lauka** mērījumus. Tāpēc, ja to nav iespējams novērst, iegūtie rezultāti jāizvērtē kā **kvalitatīvi** (t.i. orientējoši)
- Cita iespēja ir lauka intensitātes darba vietā vai cilvēka ķermenī **modelēšana** ar speciālo programmu palīdzību



Informācijas avotu saraksts

- » [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 \[EN\]](#)
- » [Nesaistoša labas prakses rokasgrāmata par Direktīvas 2013/35/ES īstenošanu. 1. sējums. Praktiskā rokasgrāmata \[LV\] vai \[EN\]](#)
- » [Nesaistoša labas prakses rokasgrāmata par Direktīvas 2013/35/ES īstenošanu. 2. sējums. Gadījumu analīzes \[LV\] vai \[EN\]](#)
- » [Eiropas Padomes rekomendācija 1999/519/EC «Par plašās publikas ekspozīcijas ierobežošanu elektromagnētiskajiem laukiem \(0 Hz to 300 GHz\)» \[EN\]](#)
- » [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 \[EN\]](#)
- » [RSU DDVVI Higiēnas un arodslimību laboratorija](#)



Darbā neriskē –
ievēro darba drošību!

VADLĪNIJAS

DARBA AIZSARDZĪBAS
PRASĪBAS NODARBINĀTO
AIZSARDZĪBAI PRET
ELEKTROMAGNĒTISKĀ
LAUKA RADĪTO RISKU
DARBA VIDĒ

DARBA AIZSARDZĪBA

Pateicos par Jūsu uzmanību!