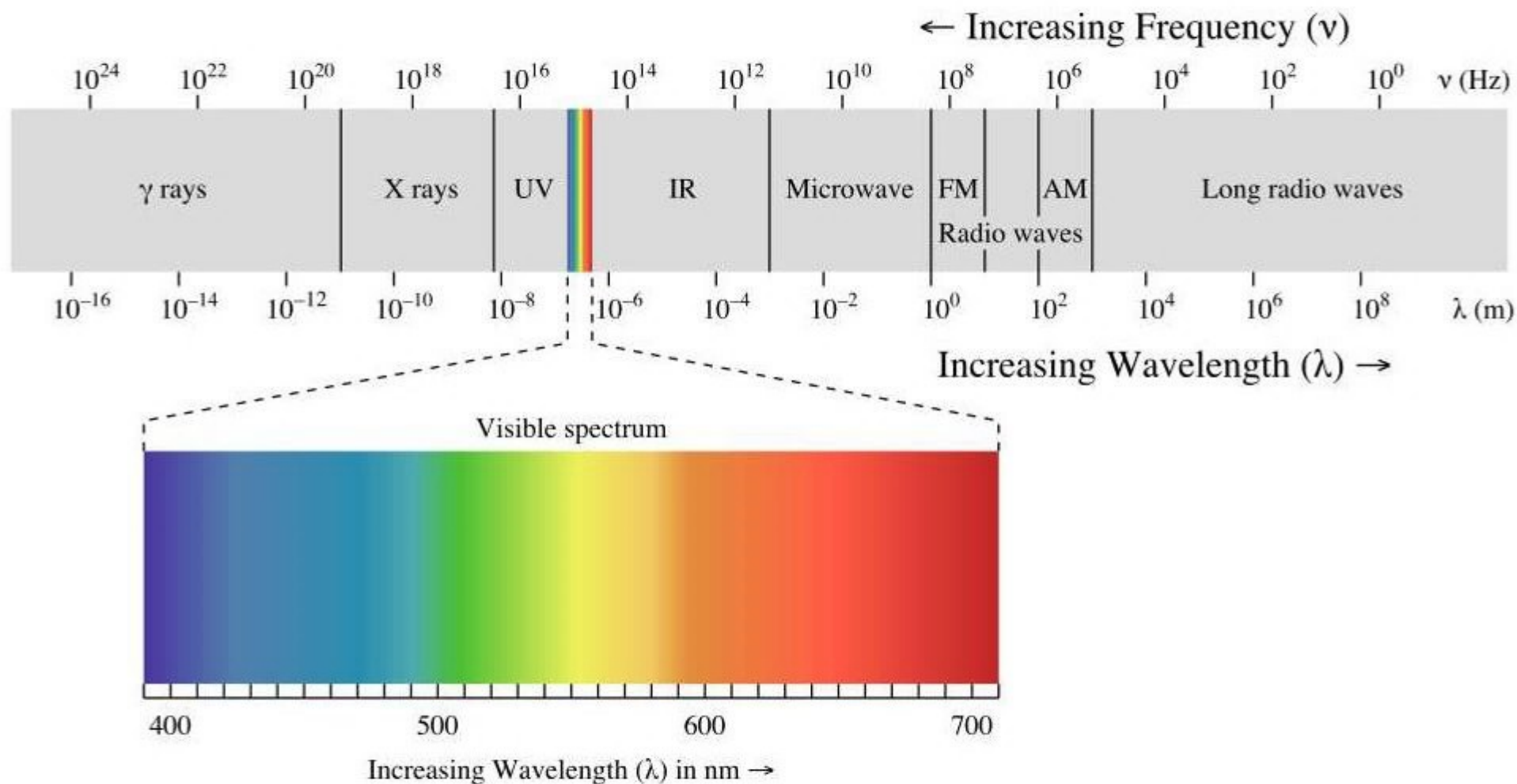


# Studijos ir darbo sauga

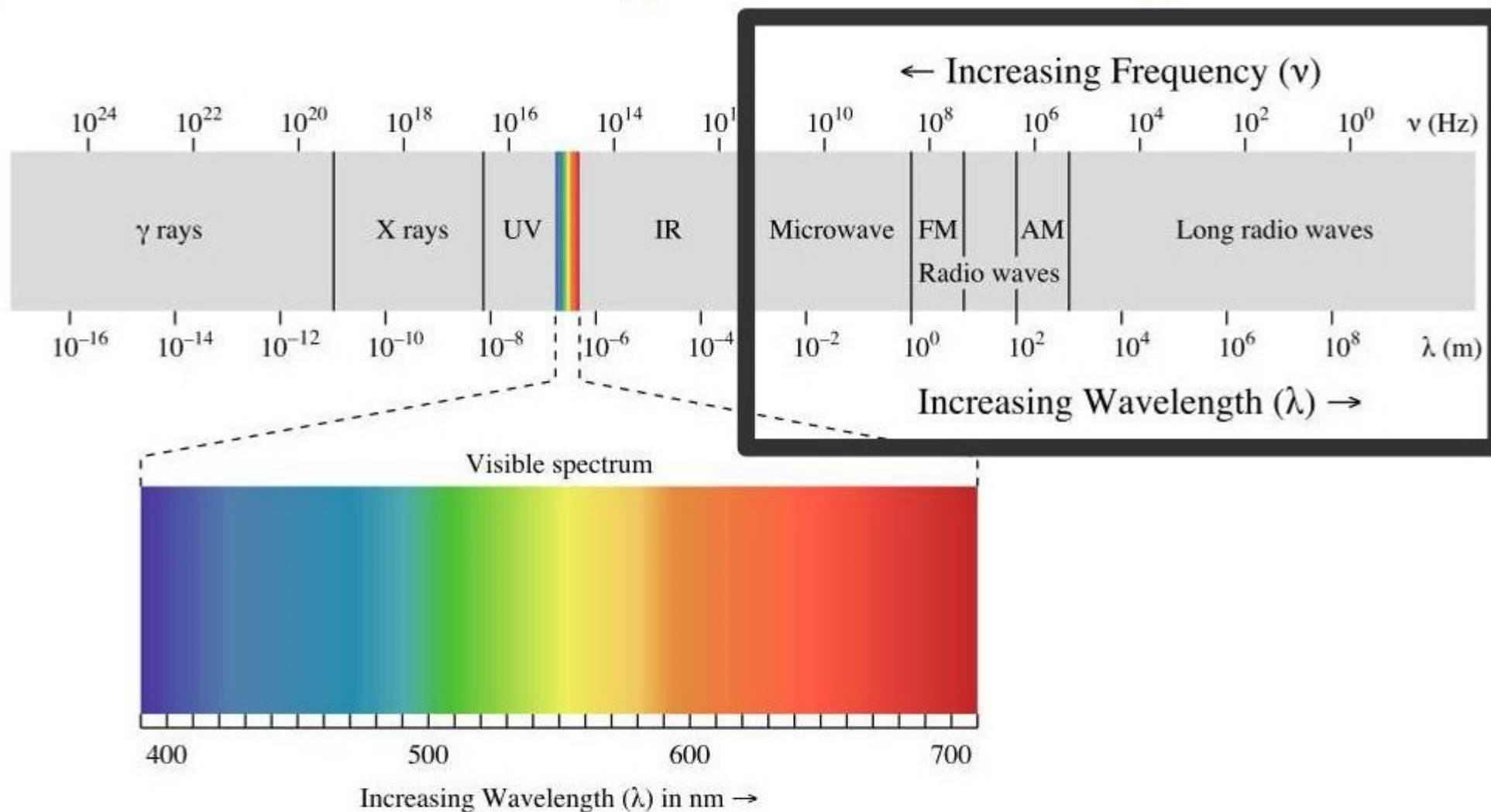
Elektromagnetinė spinduliuotė

Parengė dr. G.Sliaužys

# Elektromagnetinės bangos



# Elektromagnetinės bangos



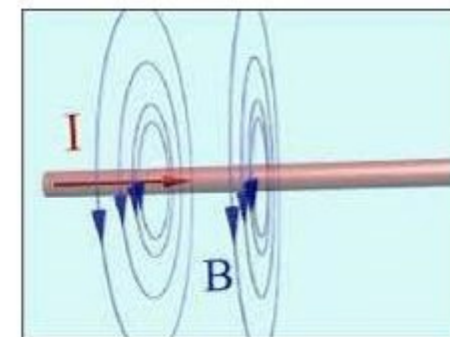
# Elektromagnetinės spinduliuotės samprata

Erdvėje aplink nejudančius elektros krūvius yra **elektrinis laukas**, o aplink judančius krūvius (elektros srovę) atsiranda **magnetinis laukas**. Kintantys laiko atžvilgiu elektriniai ir magnetiniai laukai tarpusavyje susiję.

Elektromagnetinė spinduliuotė apibūdinama šiais parametrais:

- 1) dažniu  $f$ , Hz;
- 2) bangos ilgiu  $\lambda$ , m;
- 3) bangos sklidimo greičiu  $c$ , m/s.

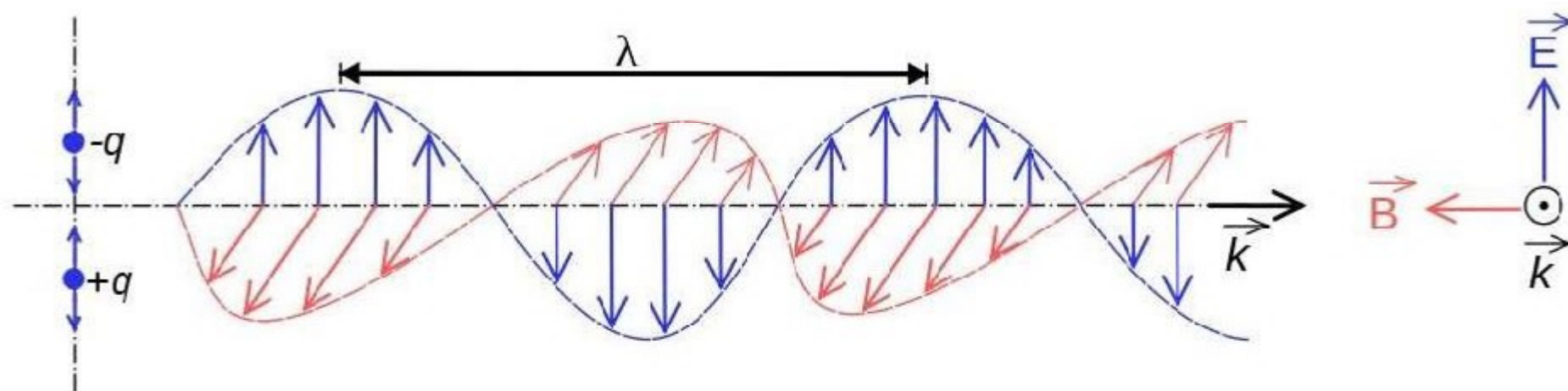
$$f = \frac{c}{\lambda}$$



Elektromagnetinės bangos greitis vakuume  $3 \times 10^8$  m/s

# Elektromagnetinės bangos

Elektromagnetinis laukas turi energiją, elektromagnetinė banga sklisdama erdvėje, perneša šią energiją. Elektromagnetinis laukas turi elektrinę ir magnetinę dedamąsias.



# Elektromagnetinės bangos

Elektromagnetinės bangos elektrinė dedamoji yra elektrinio lauko stipris  $E$ , matavimo vienetai V/m.

Elektromagnetinės bangos magnetinė dedamoji yra magnetinio lauko stipris  $H$ , matavimo vienetai A/m.

Elektromagnetinės bangos energiją charakterizuoja energijos srauto tankiu  $S$ , matavimo vienetas  $W/m^2$ .

# Elektromagnetinės spinduliuotės energija

CLASS	FREQUENCY	WAVELENGTH	ENERGY
γ	300 EHz	1 pm	1.24 MeV
HX	30 EHz	10 pm	124 keV
SX	3 EHz	100 pm	12.4 keV
EUV	300 PHz	1 nm	1.24 keV
NUV	30 PHz	10 nm	124 eV
	3 PHz	100 nm	12.4 eV
NIR	300 THz	1 μm	1.24 eV
MIR	30 THz	10 μm	124 meV
FIR	3 THz	100 μm	12.4 meV
EHF	300 GHz	1 mm	1.24 meV
SHF	30 GHz	1 cm	124 μeV
UHF	3 GHz	1 dm	12.4 μeV
VHF	300 MHz	1 m	1.24 μeV
HF	30 MHz	10 m	124 neV
MF	3 MHz	100 m	12.4 neV
LF	300 kHz	1 km	1.24 neV
VLF	30 kHz	10 km	124 peV
VF/ULF	3 kHz	100 km	12.4 peV
SLF	300 Hz	1 Mm	1.24 peV
ELF	30 Hz	10 Mm	124 feV
	3 Hz	100 Mm	12.4 feV

Šiluminė energija  $kT \sim 25,6 \text{ meV}$   
 $k$  – Bolcmano konstanta  
 $T$  - temperatūra

Bangos energija  $E = h\nu$   
 $h$  - Planko konstanta  
 $\nu$  - bangos dažnis

Radio ryšio tarybos

- Fiksotai
- Palydovinė fiksuotai
- Mėgėjų
- Palydovinė mėgėjų
- Radiolokacijos
- Radionavigacija
- Palydovinė radionavigacija
- Jūrų radionavigacija
- Ornyviškos radionavigacijos
- Meteorologinė
- Palydovinė meteorologijos
- Radioastronomijos
- Kosmoso tyrimo
- Kosmoso tyrimo (aktyviai)
- Kosmoso tyrimo (pasyviai)
- Kosmoso tyrimo (bolimajam kosmos)
- Jūriniai
- Palydovinė jūriniai
- Jūriniai, išskyrus ornyviškos jūriniai
- Jūriniai, išskyrus ornyviškos jūriniai R
- Saugomos jūriniai
- Palydovinė saugomos jūriniai
- Jūrų jūriniai
- Ornyviškos jūriniai IR
- Ornyviškos jūriniai OR
- Ornyviškos jūriniai
- Standartinis dažnių šaltinio signalų
- Palydovinė Žemės tyrimo
- Palydovinė Žemės tyrimo (aktyviai)
- Palydovinė Žemės tyrimo (pasyviai)
- Transliavimo
- Palydovinė transliavimo

Radio dažnių skyrimas

- Civiliniam naudojimui
- Civiliniam naudojimui ir valstybės reikiams
- Valstybės reikiams

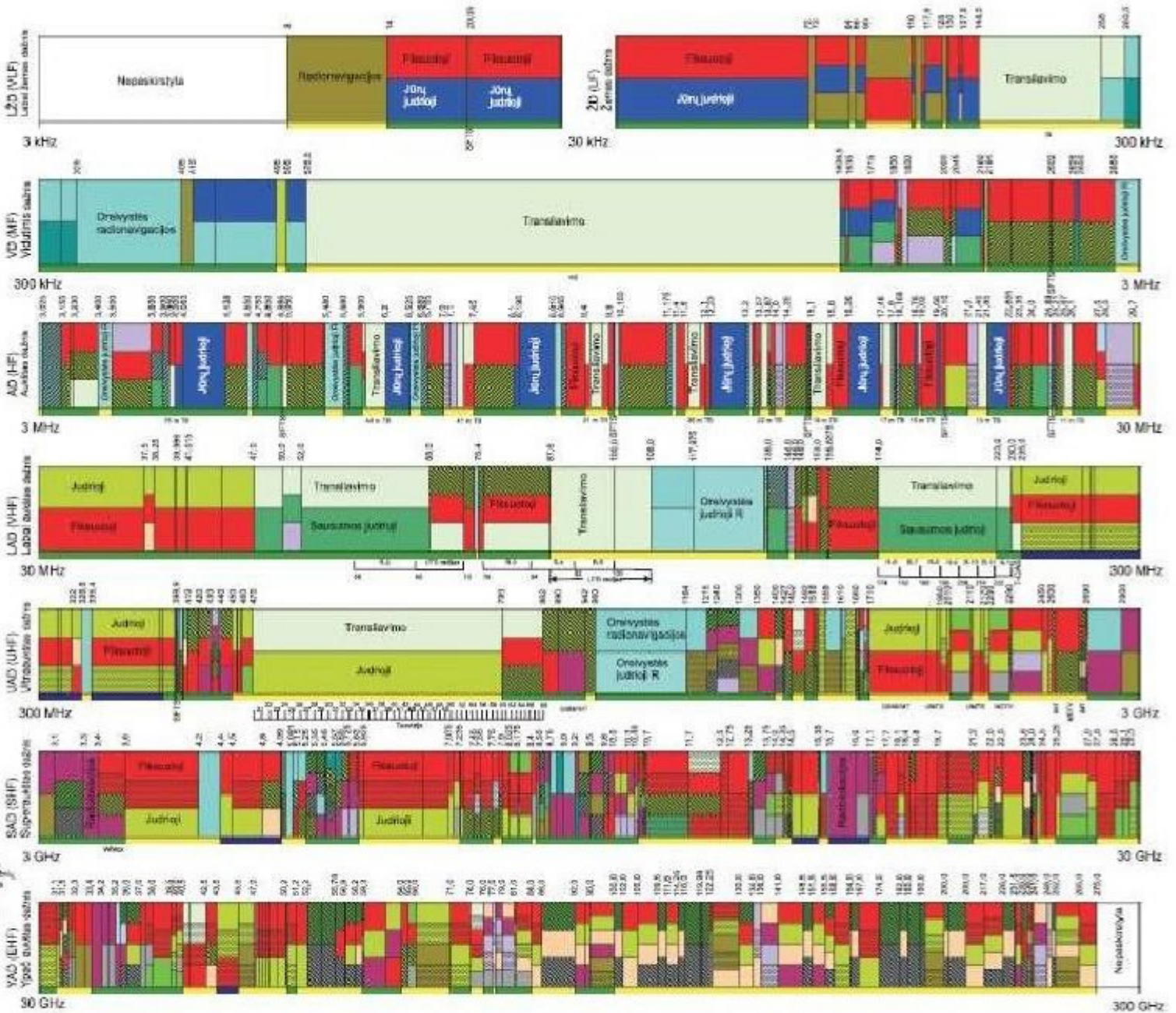
Santrumpos

- QED-T - antrinė skaitmeninė televizija
- QDM - skaitmeninė tradicinio ryšio sistema
- IS - apsaugos langas
- MT - specialiosios jūrinės radio ryšio
- MDTx - mikrobangų daugiklėnės skaitmeninė
- STTS - standartiniai dažnių šaltinio signalai
- TS - transpozicinis langas
- T-DAB - antrinė skaitmeninis radijo
- UMTS - universali mobilioji ryšio sistema
- UTS - ultratrumpųjų bangų
- WS - radijo bangos
- WLAN - vsp. Wireless LAN (compatibility for Microwave Access)

Nacionalinė radio dažnių paskirstymo lentelė yra Lietuvos Respublikos ryšių reguliavimo tarnybos patvirtintas dokumentas, kuriame nurodomi radio dažnių, galios ir kitos techninės sąlygos, skirtos radijo ryšio, radiolokacijos, radijo, televizijos, radijo ir kitos komunikacijos priemonėms.

Lentelės paragraftai sudaryti iš Lietuvos Respublikos esančių radio dažnių, kuriems taikoma techninė specifikacija, kurią parengė ir patvirtino radijo ryšio reguliavimo tarnyba, ir Europos Sąjungos radijo ryšio reguliavimo tarnybos patvirtintų radio dažnių, kuriems taikoma techninė specifikacija, kurią parengė ir patvirtino Europos Sąjungos radijo ryšio reguliavimo tarnyba.

Radio dažnių skyrimas ir naudojimas atitinka Europos Sąjungos radijo ryšio reguliavimo tarnybos patvirtintą radio dažnių, kuriems taikoma techninė specifikacija, kurią parengė ir patvirtino Europos Sąjungos radijo ryšio reguliavimo tarnyba.





# Lietuvos radio dažnių paskirstymo lentelė

Dažnis	Pavadinimas	Bangos ilgis	Pavadinimas
Iki 30 kHz	labai žemas dažnis (LŽD)	daugiau nei 10 km	super ilgos bangos
Nuo 30 kHz iki 300 kHz	žemas dažnis (ŽD)	nuo 10 km iki 1 km	ilgosios bangos
Nuo 300 kHz iki 3 MHz	vidutinis dažnis (VD)	nuo 1 km iki 100 m	vidutinės bangos
Nuo 3 MHz iki 30 MHz	aukštas dažnis (AD)	nuo 100 m iki 10 m	trumposios bangos
<b>Ultratrumposios</b>			
Nuo 30 MHz iki 300 MHz	labai aukštas dažnis (LAD)	nuo 10 iki 1 m	metrinės bangos
Nuo 300 MHz iki 3 GHz	ultraaukštas dažnis (UAD)	nuo 1 m iki 10 cm	decimetrinės bangos
Nuo 3 GHz iki 30 GHz	superaukštas dažnis (SAD)	nuo 10 iki 1 cm	centimetrinės bangos
Nuo 30 GHz iki 300 GHz	ypač aukštas dažnis (YAD)	nuo 1 cm iki 1 mm	milimetrinės bangos

# Elektromagnetinės spinduliuotės šaltiniai

- Gaminiai specialiai sukurti spinduliuoti elektromagnetines bangas
- Įrenginiai neskirti spinduliuoti elektromagnetines bangas, tačiau kuriuose teka elektros srovės ir spinduliuoja parazitines bangas

# Elektromagnetinės spinduliuotės šaltiniai



Studijos ir darbo sauga



Elektromagnetinė spinduliuotė

# Elektromagnetinės spinduliuotės šaltiniai



Studijos ir darbo sauga

Elektromagnetinė spinduliuotė

# Elektrostatiniai laukai

- Nejudantis elektrinis krūvis
  - elektrostatinis rūdų ir metalų atskyrimas
  - elektrostatinis dažymas
  - elektrostatiniai laukai susidaro šlifuojant, poliruojant ir t.t.
  - kopijavimo aparatuose
  - Elektrostatinis krūvis susidaro judant dielektriniam skysčiams vamzdžiuose

# Magnetiniai laukai

- Sukuriami elektromagnetais
- Solenoidais
- Išlietais magnetais
- Metalo karamikiniais magnetais

# Elektromagnetinis laukas

Elektromagnetinis laukas skirstomas į tris zonas:

- Indukcijos zona (artimoji zona)
- Interferencijos zona (tarpinė zona)
- Banginė zona (tolimoji zona)

# Indukcinė zona

- Ši zona prasideda ties spinduliuojančiu šaltiniu ir baigiasi  $\lambda/2\pi$  atstumu
- Šioje zonoje dar elektromagnetinė banga nesusidarė, magnetinis ir elektrinis laukai tarpusavyje nesusieti ir veikia atskirai



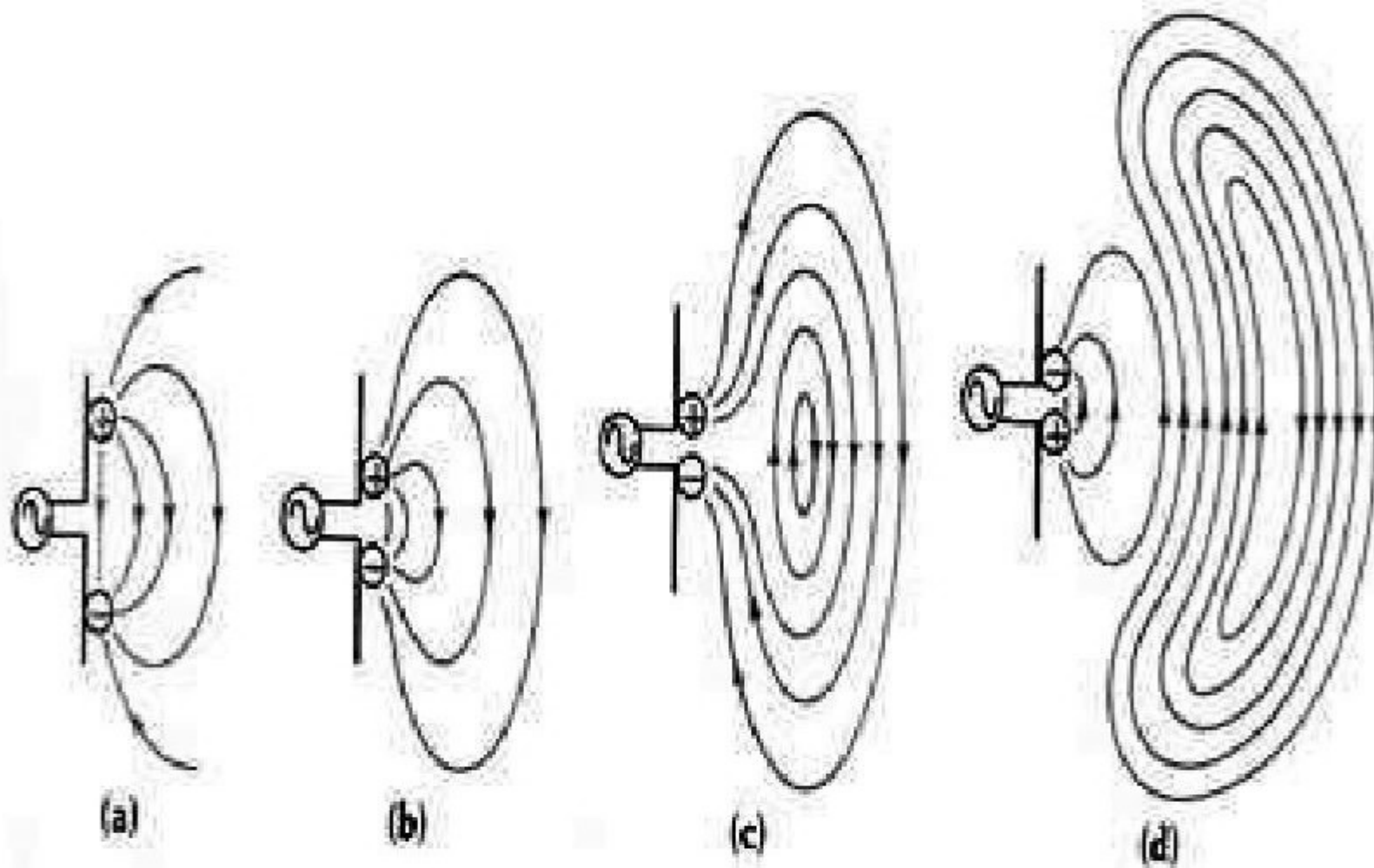
# Interferencijos zona

- Nuo  $\lambda/2\pi$  iki  $2\pi\lambda$
- Šioje zonoje formuojasi elektromagnetinė banga
- Žmogų veikia elektrinis ir magnetinis laukai

# • Banginė zona

- Nuo  $\lambda 2\pi$  ir tolyn
- Susiformavusi elektromagnetinė banga
- Žmogų veikia elektromagnetinės bangos energija

# Elektromagnetinės bangos susiformavimas



# Elektromagnetinės spinduliuotės poveikis žmogui

- Elektromagnetiniai laukai yra biologiškai aktyvūs, gyvi organizmai reaguoja į jų poveikį.
- Žmogus neturi specialaus jutimo organo kuris jaustų elektromagnetinius laukus ( išskyrus regimą diapazoną)
- Nervų, širdies, hormonų ir reprodukcijos sistemos jautriausios elektromagnetiniam laukams

# Elektromagnetinės spinduliuotės poveikis žmogui

- Ilgalaikis pramoninio dažnio (50 Hz) poveikis pasireiškia:
  - Galvos skausmu
  - Silpnumu
  - Sutrikusiu miegu
  - Atminties pablogėjimu
  - Padidėjusiu dirglumu
  - Širdies skausmais
  - Širdies ritmo sutrikimais
  - Gali būti stebimi centrinės nervų sistemos sutrikimai

# Elektrostatinio lauko poveikis

- Sąlygotas silpnos srovės pratekėjimu per kūną, nors elektros traumų nebūna. Tačiau dėl refleksinės reakcijos į srovę galimos mechaninės traumos į aplinkui esančius daiktus ir t.t.
- Elektrostatiniam laukui jautriausia centrinė nervų sistema, širdies ir kraujagyslių sistemos.
- Žmonės dirbantys elektrostatinio lauko aplinkoje skundžiasi:
  - Dirglumu,
  - Galvos skausmais,
  - Miego sutrikimais.

# Magnetinio lauko poveikis

- Didžiausias poveikis nervų, širdies, kraujagyslių ir kvėpavimo sistemoms, virškinimo traktui.
- Esant lokaliai poveikiui (visų pirma rankoms), pasireiškia niežulys, odos pabalimas, pamėlynavimas ar paburkimas.

# Radijo dažnių elektromagnetinė spinduliuotės poveikis

- Poveikis apibūdinamas:
  - Energijos srauto tankiu
  - Spinduliavimo dažniu
  - Poveikio trukme
  - Spinduliavimo pobūdžiu (nuolatinis, trūkūs ir impulsinis)
  - Apspinduliuojamo kūno plotu
  - Organizmo ypatumais
- Žmogaus kūnas sugerdamas elektromagnetinę šyla
- Nuo tam tikros ribos žmogaus organizmas nesugeba nuvesti šilumos ir organizmo temperatūra gali pakilti.
- Todėl elektromagnetinės spinduliuotės sugertis ypač pavojinga organams su nepakankamai intensyvia kraujo apytaka (akys, smegenys, inkstai, skrandis, tulžies ir šlapimo pūslės)



# Radijo dažnių elektromagnetinė spinduliuotės poveikis

- Esant ilgalaikiam nestipriam elektromagnetinės spinduliuotės poveikiui gali atsirasti nervų sistemos sutrikimai, plaukų slinkimas ar nagų lūžinėjimas.
- Pradinėse stadijose šie sutrikimai grįžtami, tačiau vėlesnėse stadijose negrįžtami.

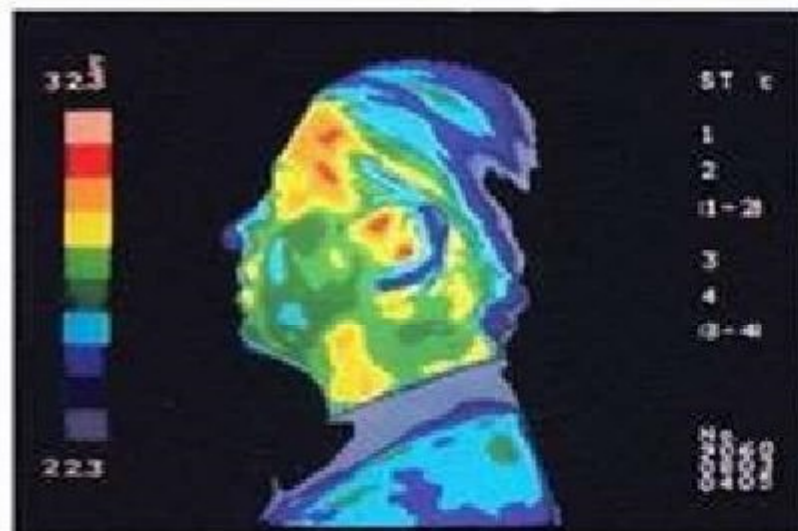
# Radio dažnių elektromagnetinė spinduliuotės poveikis

<b>mW/cm<sup>2</sup></b>	<b>Stebimi pokyčiai</b>
600	Juntamas skausmas poveikio metu
200	Oksidacijos-redukcijos procesų slopinimas audinyje
100	Kraujospūdžio padidėjimas
40	Juntama šiluma
20	Oksidacijos-redukcijos procesų skatinimas audinyje
10	Poveikis smegenų bioelektrinei veiklai po 15min poveikio
8	Kraujo krešėjimo pokyčiai po 150 h poveikio
6	Kardiologiniai pokyčiai receptoriuose
4-5	Kraujospūdžio pokyčiai esant daugkartiniam poveikui
3-4	Širdies elektrolaidumo sulėtėjimas
2-3	Ryškus kraujospūdžio sumažėjimas, širdies ritmo padažnėjimas
0,4	Poveikis klausai, kai veikia impulsinė spinduliuotė
0,3	Pokyčiai nervų sistemoj, kai poveikis 5 – 10 metų
0,1	Pokyčiai kardiogramoje

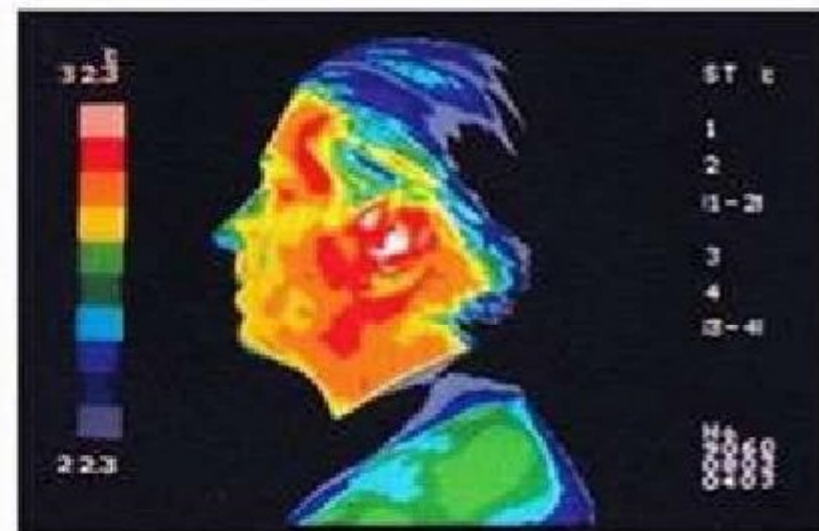
# Elektromagnetinių bangų poveikis

## Thermal Effects

Heat generated on the face by 15 minutes of cell phone use due to their electromagnetic radiation

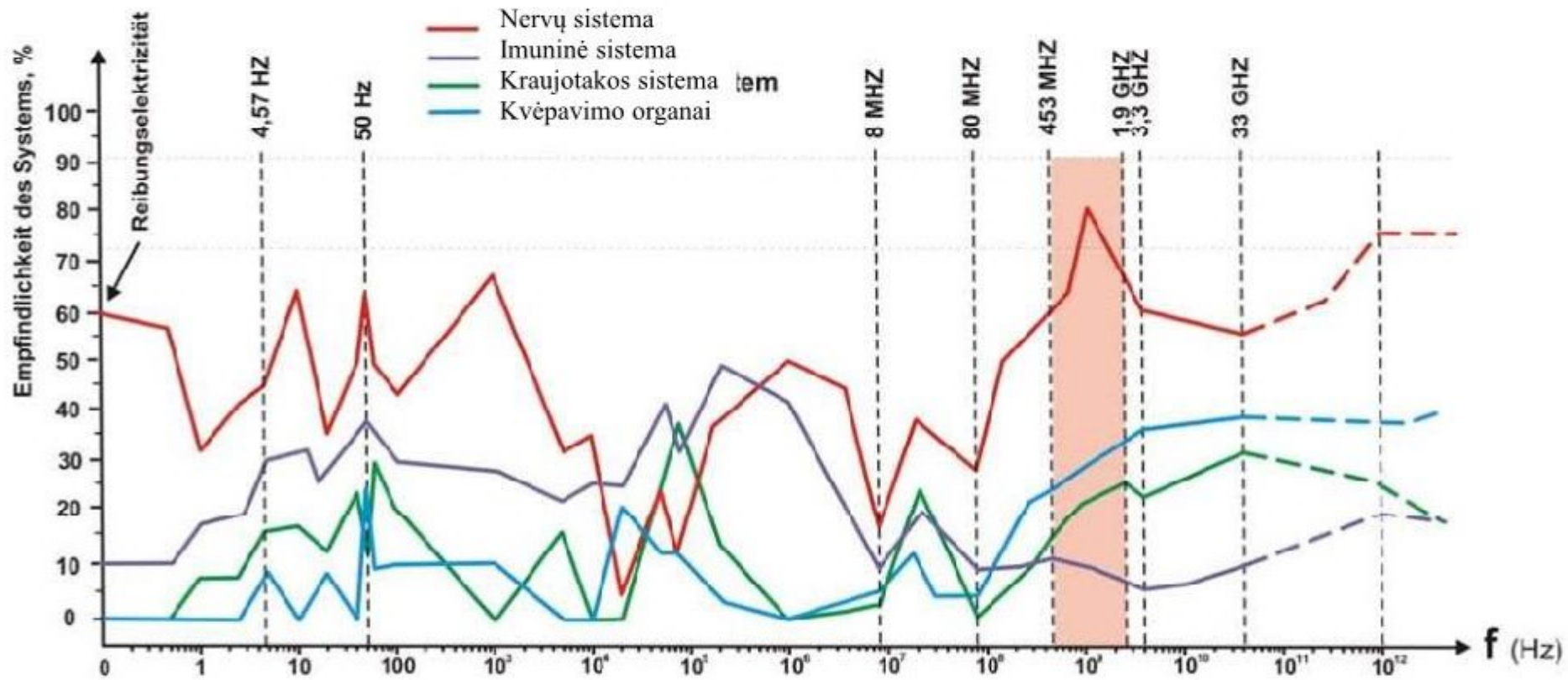


Before using mobile phone



After using 15 minute mobile phone

# Organų jautrio priklausomybė nuo elektromagnetinės spinduliuotės dažnio



**LIETUVOS RESPUBLIKOS SVEIKATOS APSAUGOS MINISTRAS**

**ĮSAKYMAS**

**DĖL LIETUVOS HIGIENOS NORMOS HN 80:2015 „ELEKTROMAGNETINIS LAUKAS GYVENAMOJOJE APLINKOJE. PARAMETRŲ NORMUOJAMOS VERTĖS IR MATAVIMO REIKALAVIMAI 10 KHZ–300 GHZ RADIJO DAŽNIŲ JUOSTOJE“ PATVIRTINIMO**

2011 m. kovo 2 d. Nr. V-199  
Vilnius

Vadovaudamasis Lietuvos Respublikos visuomenės sveikatos priežiūros įstatymo 16 straipsnio 1 dalimi:

1. T v i r t i n u Lietuvos higienos normą HN 80:2015 „Elektromagnetinis laukas gyvenamojoje aplinkoje. Parametrų normuojamos vertės ir matavimo reikalavimai 10 kHz–300 GHz radijo dažnių juostoje“ (pridedama).

2. P r i p a ž į s t u netekusiais galios:

...

SVEIKATOS APSAUGOS MINISTRAS

RAIMONDAS ŠUKYS

**LIETUVOS HIGIENOS NORMA HN 80:2011 „ELEKTROMAGNETINIS LAUKAS  
DARBO VIETOSE IR GYVENAMOJOJE APLINKOJE. PARAMETRŲ  
NORMUOJAMOS VERTĖS IR MATAVIMO REIKALAVIMAI 10 KHZ – 300 GHZ  
RADIJO DAŽNIŲ JUOSTOJE“**

**I. TAIKymo SRITIS**

1. Ši higienos norma nustato radiotechniniams objektams taikomus visuomenės sveikatos saugos reikalavimus, elektromagnetinio lauko intensyvumo parametrų leidžiamas vertes bei matavimo reikalavimus:

1.1. gyvenamojoje aplinkoje;

1.2. darbo vietose, kuriose įrengti elektromagnetinės spinduliuotės šaltiniai, bei nurodo apsaugos priemonės, skirtas mažinti elektromagnetinės spinduliuotės poveikį darbuotojų sveikatai.

2. Ši higienos norma privaloma visiems Lietuvos Respublikos ar kitos Europos Sąjungos valstybės narės piliečiams, kitiems fiziniams asmenims, kurie naudojami Lietuvos Respublikos ar Europos Sąjungos teisės aktų jiems suteiktomis judėjimo Lietuvos Respublikoje ar kitose Europos Sąjungos valstybėse narėse teisėmis, Lietuvos Respublikoje įsteigtiems juridiniams asmenims, kitų Europos Sąjungos valstybių narių juridiniams asmenims, organizacijoms ar jų filialams, kitose Europos Sąjungos valstybėse narėse ar kitose užsienio valstybėse įsteigtų juridinių asmenų ar organizacijų registruotiems filialams Lietuvos Respublikoje:

2.1. kurie projektuoja didesnės negu 25 W efektyviosios spinduliuotės galios radiotechninius objektus ūkinei komercinei veiklai vykdyti, atlieka šių objektų elektromagnetinės spinduliuotės matavimus, skaičiavimus, stato (įrengia) šiuos objektus ar juos eksploatuoja arba eksploatuos (operatorius);

2.2. kurie projektuoja, įrengia bei eksploatuoja elektromagnetinės spinduliuotės šaltinius darbo vietose (netaikoma vertinant medicinos įrangos bei videoterminalų displėjų išspinduliuojamos elektromagnetinės spinduliuotės intensyvumo parametrus).

## II. SAŲOKOS IR JŲ APIBRĖŽIMAI

- **Efektyvioji spinduliuotės galia** – siųstuvo galios, perduodamos į anteną, ir šios antenos stiprinimo koeficiento, nustatyto pasirinkta kryptimi pusbangio dipolio atžvilgiu, sandauga, išreiškiama vatais (W);
- **Elektromagnetinio lauko intensyvumo parametru leidžiamos vertės** – elektromagnetinės spinduliuotės parametru vertės, kurios veikdamos neribotą laiką nesukelia žmonių sveikatos sutrikimų ar ligų;
- **Elektrinio lauko stipris** – vektorinis dydis (E), lygus jėgai, kuri veikia vienetinio teigiamo krūvio įelektrintą dalelę nepriklausomai nuo dalelės judėjimo erdvėje, išreiškiamas voltais metrui (V/m);

## II. SAŲOKOS IR JŲ APIBRĖŽIMAI

- **Elektromagnetinės spinduliuotės šaltiniai** – įrenginiai, skleidžiantys elektromagnetinę spinduliuotę 10 kHz – 300 GHz radijo dažnių juostoje;
- **Elektromagnetinės spinduliuotės stebėsenos planas** – dokumentas, skirtas sistemingam aplinkos elektromagnetinės spinduliuotės kitimo stebėjimui;
- **Energijos srauto tankis ( $S$ )** – spinduliuojamos energijos srautas, tenkantis statmenai veriamam paviršiaus ploto vienetui, išreiškiamas vatais kvadratiniam metrui ( $W/m^2$ );



## II. SAŲVOKOS IR JŲ APIBRĖŽIMAI

- **Gyvenamoji aplinka** – gyvenamųjų pastatų ir visuomeninės paskirties pastatų patalpos (įskaitant balkonus, lodžijas ir terasas) bei šių pastatų aplinka, apimanti nurodytiems pastatams priklausančių žemės sklypų ribas, kuriuose žmones veikia arba gali veikti elektromagnetinis laukas;
- **Gyvenamasis pastatas** – gyventi pritaikytas pastatas, kuriame daugiau kaip pusė naudingojo ploto yra gyvenamosios patalpos;
- **Magnetinio lauko stipris** – vektorinis dydis ( $H$ ), kuris kartu su magnetinio srauto tankiu apibūdina magnetinį lauką bet kuriame erdvės taške, išreiškiamas amperais metrui ( $A/m$ );

## II. SAŲOKOS IR JŲ APIBRĖŽIMAI

- **Magnetinio srauto tankis** – vektorinis dydis ( $B$ ), lygus jėgai, veikiančiai vienetiniu greičiu judantį teigiamą vienetinį krūvį, išreiškiamas teslomis (T);
- **Radiotechninio objekto radiotechninės dalies projektas** – normatyvinių statybos techninių dokumentų nustatytos sudėties dokumentų bei radiotechninio objekto sukuriamų elektromagnetinių laukų energijos srauto tankio ar elektrinio lauko stiprio pasiskirstymo elektromagnetinės spinduliuotės skaičiavimų (toliau – skaičiavimai), skirtų radiotechninių objektų statybai ir įrengimui, visuma;

## II. SAŲVOKOS IR JŲ APIBRĖŽIMAI

- **Visuomeninės paskirties pastatas** – pastatas, skirtas visuomenės poreikiams tenkinti ir atsižvelgiant į statybos techninio reglamento STR 1.01.09:2003 „Statinių klasifikavimas pagal jų naudojimo paskirtį“, patvirtinto Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2003 m. birželio 11 d. įsakymu Nr. 289 (Žin., 2003, Nr. 58-2611), nuostatas priklausančias viešbučių, mokslo (išskyrus mokslinio tyrimo institutus, observatorijas, meteorologijos stotis, laboratorijas), gydymo, poilsio, specialiosios paskirties pastatų, susijusių su apgyvendinimu, kitos (sodų) pogrupiui.

# 1 lentelė. Elektromagnetinio lauko intensyvumo parametrų leidžiamos vertės

Radio dažnių juosta	Elektrinio lauko stipris (E), V/m	Magnetinio lauko stipris (H), A/m	Magnetinio srauto tankis (B), $\mu\text{T}$	Energijos srauto tankis (S), $\text{W/m}^2$
1	2	3	4	5
10 kHz–150 kHz	25,0	1,45	1,80	-
0,15 MHz–1 MHz	15,0	0,12	0,16	-
1 MHz–10 MHz	10,0	0,013	0,016	-
10 MHz–400 MHz	-	-	-	0,2
400 MHz–2000 MHz	-	-	-	$f/2000$
2 GHz–300 GHz	-	-	-	1

1 pastaba.  $f$  – dažnis, MHz (megahercais).

2 pastaba. 100 kHz–10 GHz radio dažnių juostoje S,  $E^2$ ,  $H^2$  ir  $B^2$  vertės apskaičiuojamos kaip vidurkiai per bet kurį 6 minučių laikotarpį.

3 pastaba. Esant aukštesniam nei 10 GHz dažniui S vertės apskaičiuojamos kaip vidurkiai per bet kurį minučių laikotarpį,  $f$  išreikštas GHz (gigahercais).

4 pastaba. Impulsinių moduluotų elektromagnetinių laukų didžiausios akimirkinės vertės, kai radio dažniai viršija 10 MHz, nustatomos taip, kad vieno impulso pločio vidutinis energijos srauto tankis neviršytų energijos srauto tankio verčių daugiau nei 1000 kartų.

5 pastaba. Į radio dažnių juostą, nurodytą lentelės 1 skilties kiekvienoje eilutėje, viršutinė radio dažnių juostos riba yra įskaitytina, o apatinė – ne.

## IV. ELEKTROMAGNETINIO LAUKO INTENSIVUMO PARAMETRŲ MATAVIMO REIKALAVIMAI

12. Kai radiotechniniai objektai spinduliuoja kelių radijo dažnių juostose, kuriose nustatytos tos pačios elektromagnetinio lauko intensyvumo parametrų leidžiamos vertės, elektromagnetinio lauko parametrų suma nustatoma prietaisais su izotropiniais davikliais arba atskirai matuojant kiekvieno šaltinio sukuriamo elektromagnetinio lauko parametrus ir apskaičiuojant elektromagnetinio lauko parametrų sumines vertes pagal šias formules:

$$\sqrt{(E_1)^2 + (E_2)^2 + \dots + (E_i)^2} = E_{\text{sum}} \leq E_{\text{LV}} \quad (1)$$

$$\sqrt{(H_1)^2 + (H_2)^2 + \dots + (H_j)^2} = H_{\text{sum}} \leq H_{\text{LV}} \quad (2)$$

$$\sqrt{(B_1)^2 + (B_2)^2 + \dots + (B_k)^2} = B_{\text{sum}} \leq B_{\text{LV}} \quad (3)$$

$$(S_1) + (S_2) + \dots + (S_n) = S_{\text{sum}} \leq S_{\text{LV}} \quad (4)$$

čia:

$E_i$  – i-ojo normuojamos radijo dažnių juostos elektrinio lauko stiprio vertė;  $H_j$  – j-ojo normuojamos radijo dažnių juostos magnetinio lauko stiprio vertė;  $B_k$  – k-ojo normuojamos radijo dažnių juostos magnetinio lauko tankio vertė;  $S_n$  – n-ojo normuojamos radijo dažnių juostos energijos srauto vertė;  $E_{\text{sum}}$ ,  $H_{\text{sum}}$ ,  $B_{\text{sum}}$ ,  $S_{\text{sum}}$  – suminės elektromagnetinio lauko parametrų vertės;  $E_{\text{LV}}$ ,  $H_{\text{LV}}$ ,  $B_{\text{LV}}$ ,  $S_{\text{LV}}$  – elektromagnetinio lauko parametrų leidžiamos vertės.

Suminės elektromagnetinio lauko parametrų vertės neturi būti didesnės nei elektromagnetinio lauko parametrų leidžiamos vertės, nurodytos šios higienos normos 1 lentelėje, (4) formulė netaikoma tais atvejais, kai elektromagnetinės spinduliuotės šaltinis veikia impulsiniu

## IV. ELEKTROMAGNETINIO LAUKO INTENSYVUMO PARAMETRŲ MATAVIMO REIKALAVIMAI

13. Kai elektromagnetinės spinduliuotės šaltiniai spinduliuoja tose radijo dažnių juostose, kuriose nustatytos skirtingos leidžiamos vertės, matuojami kiekvieno elektromagnetinės spinduliuotės šaltinio sukuriamo elektromagnetinio lauko parametrai ir apskaičiuojama suminė elektromagnetinio lauko intensyvumo parametrų vertė pagal šią formulę:

$$\left(\frac{E_i}{E_{LV_i}}\right)^2 + \left(\frac{H_j}{H_{LV_j}}\right)^2 + \left(\frac{S_k}{S_{LV_k}}\right) = \text{EML}_{\text{sum}} \leq 1 \quad (5)$$

čia:  $E_i$  – i-ojo normuojamos radijo dažnių juostos elektrinio lauko vertė;  $H_j$  – j-ojo normuojamos radijo dažnių juostos magnetinio lauko vertė;  $S_k$  – k-ojo normuojamos radijo dažnių juostos energijos srauto tankio vertė,  $E_{LV_i}$ ,  $H_{LV_j}$ ,  $S_{LV_k}$  – i, j, k normuojamų radijo dažnių juostų elektromagnetinio lauko parametrų leidžiamos vertės;  $\text{EML}_{\text{sum}}$  – elektromagnetinio lauko parametrų suminė vertė. Suminė santykinė elektromagnetinio lauko parametrų vertė neturi viršyti vieneto.

# Magnetinio lauko poveikis organizmui

Magnetinio lauko tankis mT	Indukuotos srovės tankis mA/m <sup>2</sup>	Poveikis
0,5 - 5	1 - 10	Minimalus biologinis efektas
5 - 50	10 - 100	Poveikis regėjimui ir nervų sistemai
50 - 500	100 - 1000	Pavojus gyvybei
> 500	>1000	Stiprus poveikis gyvybei

# Apsaugos nuo elektromagnetinės spinduliuotės priemonės

- Organizacinės:
  - 1) privalomi išankstiniai ir periodiniai sveikatos tikrinimai dirbantiems su elektromagnetinės spinduliuotės šaltiniais;
  - 2) įspėjamieji ženklai darbo vietose;
  - 3) tinkamas darbų organizavimas, leidžiantis mažinti elektromagnetinės spinduliuotės srautus darbo vietose ir poveikio laiką.
- Techninės:
  - 1) EML spinduliuotės srautų nukreipimas nuo žmonių;
  - 2) įrengimų ir darbo vietų ekranavimas;
  - 3) saugus atstumas iki spinduliuotės šaltinių;
  - 4) asmeniniai apsauginiai kostiumai, akiniai ir t.t.



# Ekranavimas

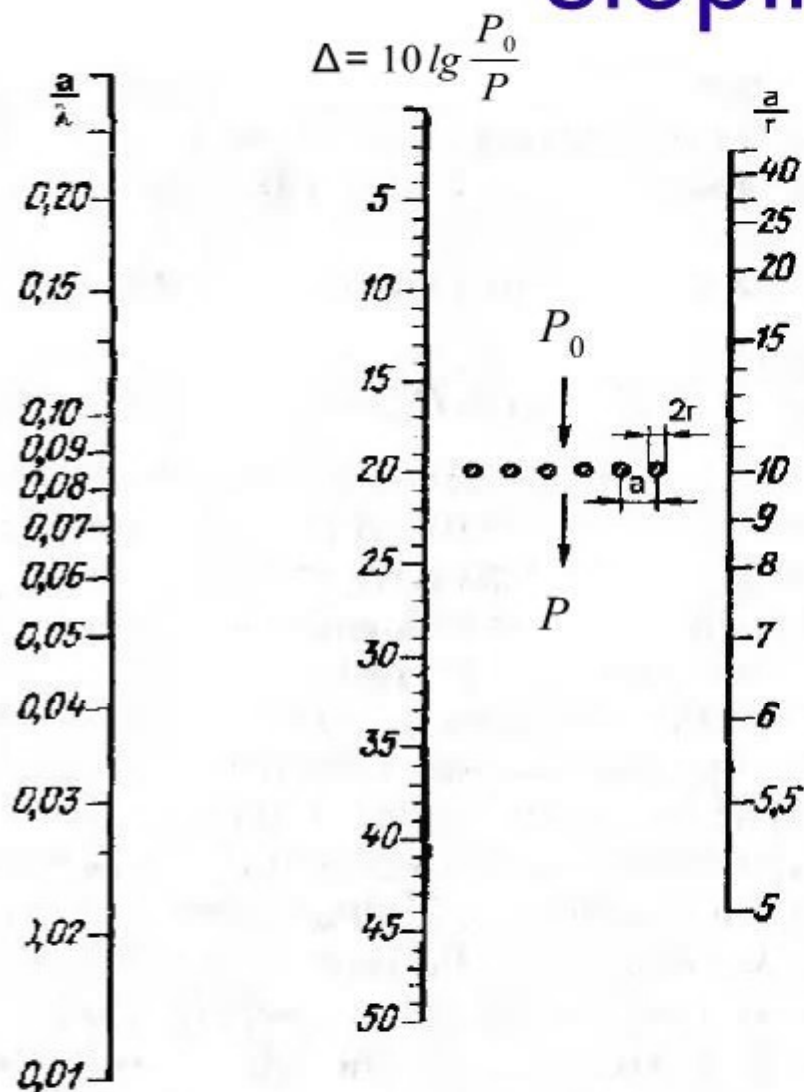
- Atsižvelgiant į elektromagnetinio lauko šaltinio galią ir bangų diapazoną, taikomi šių tipų ekranai:
  - Ištisiniai metaliniai
  - Tinkliniai metaliniai
  - Lengvi metaliniai
  - Medvilniniai arba iš kitokių siūlų
- Visi ekranai išskyrus absorbcinius atspindi energiją.

- Elektromagnetinio lauko susilpninimas ekranu

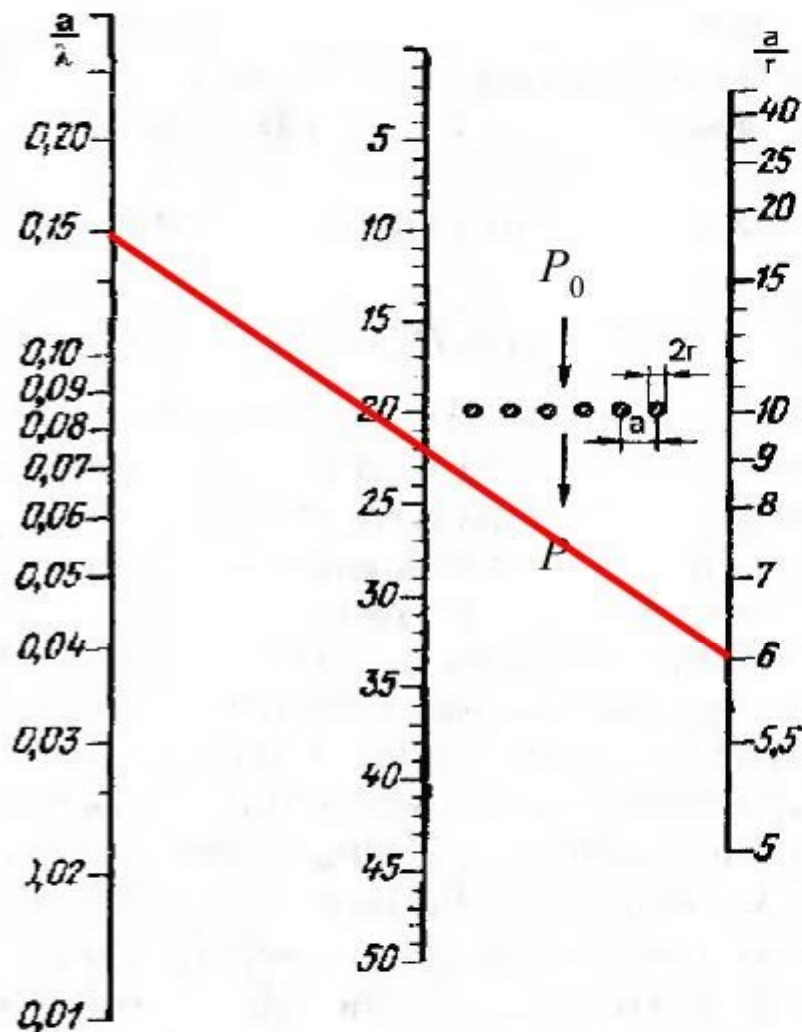
$$\Delta = 10 \lg \frac{P_0}{P} = 10 \lg \frac{J_0}{J};$$

Čia  $P_0$  – ekranuojamo lauko galia;  $S_0$  – šio srauto tankis;  $P$  ir  $S$  yra srauto galia ir tankis už ekrano.

# ELM spinduliuotės metalinio tinklo slopinimas



# ELM spinduliuotės metalinio tinklo slopinimas



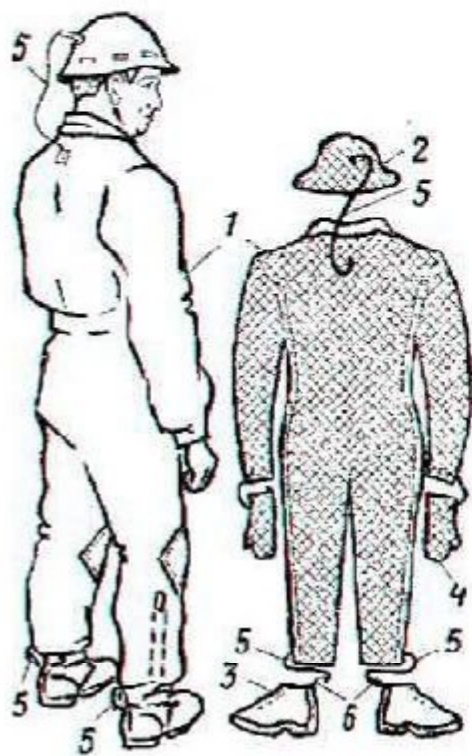
Pvz.

- $a/\lambda = 0,15$
- $a/r = 6$
- $D = 22$  dB

# Medžiagų slopinimas

Medžiaga	Storis [mm]	Dažnių diapazonas	Slopinimas [dB]
Lakštinis plienas	1,4	Nuo 30 MHz iki 40 GHz	100
Aliuminio folija	0,08	Nuo 30 MHz iki 40 GHz	80
Vario folija	0,08	Nuo 30 MHz iki 40 GHz	80
Plieninis tinklas	Nuo 0,3 iki 1,3	Nuo 30 MHz iki 40 GHz	30
Stiklas padengtas puslaidininkine danga	6	Nuo 30 MHz iki 30 GHz	Nuo 20 iki 40
Medvilnė + metalinis siūlas	-	Nuo 30 MHz iki 30 GHz	Nuo 20 iki 40
Trikotažas + metaliniai siūlai	-	Nuo 300 kHz iki 30 MHz	Nuo 15 iki 40

# Individualios apsaugos priemonės



- 1 - kostiumas iš metalizuoto audinio;
- 2 - metalinis ar metalizuotas šalmas;
- 3 - batai su elektros srovei laidžiais padais;
- 4 - metalizuoto audinio pirštinės;
- 5 - laidininkai jungiantys atskiras dalis;
- 6 - batų padų jungtis

Akių apsaugai naudojami akiniai, kurių stiklas padengtas alavo dioksidu ( $\text{SnO}_2$ ). Tokia danga sumažina elektromagnetinę energiją 30dB ir užtikrina ne mažesnę kaip 74% šviesos pralaidumą

# Uždavinys

- Yra 100 W 3,5 GHz elektromagnetinės spinduliuotės šaltinis kuris visomis kryptimis spinduliuoja vienodai
- Kokiu atstumu nuo šaltinio nebus viršijama higienos norma?
- Kokiu atstumu nuo šaltinio elektromagnetinis lauko tankis bus mažesnis 10 kartų už higienos normą?

# Uždavinys

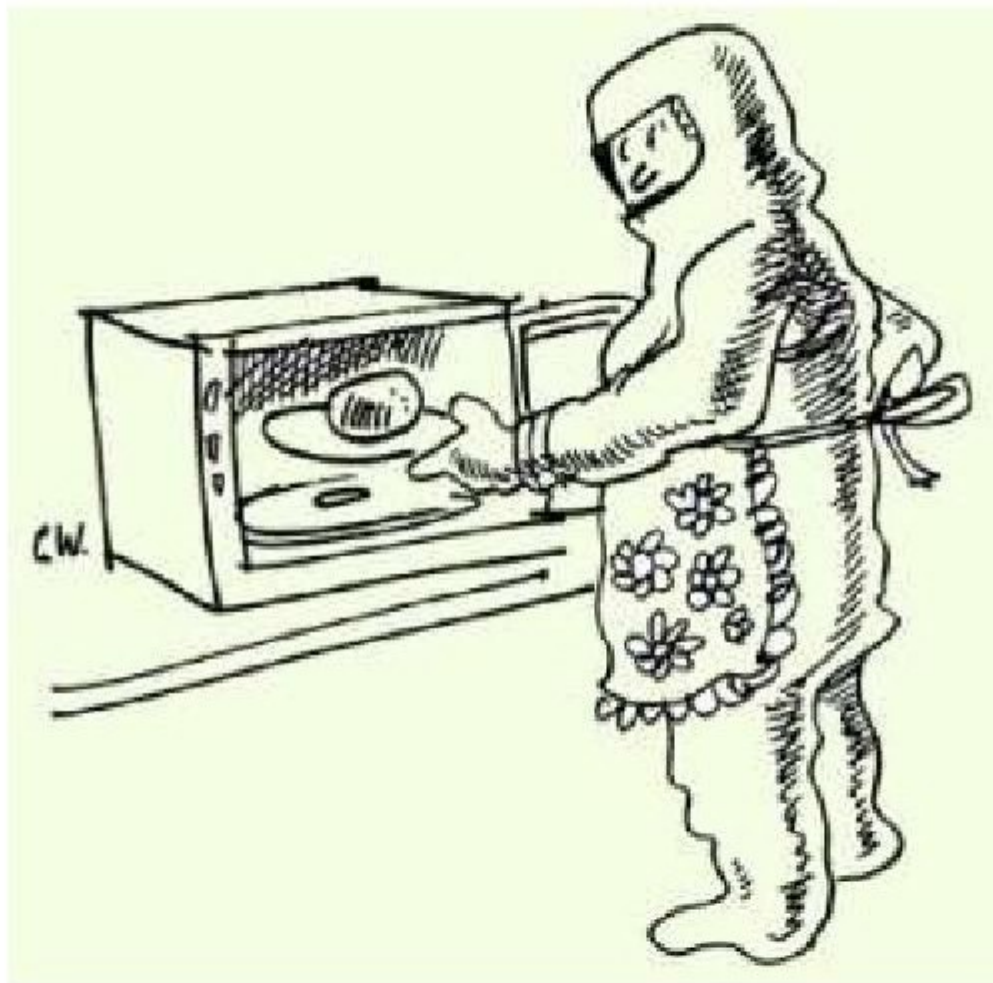
- Kokių atstumų nuo šaltinio nebus viršijama higienos norma?
- 2,82 m



# Uždavinys

- Kokiu atstumu nuo šaltinio elektromagnetinis lauko tankis bus mažesnis 10 kartų už higienos normą?
- 8,92 m

# Elektromagnetinė spinduliuotė buityje



# EML matavimai



*Figure 1: The NBM-550 broadband field meter combines numerous features that have been unavailable before in a single instrument.*

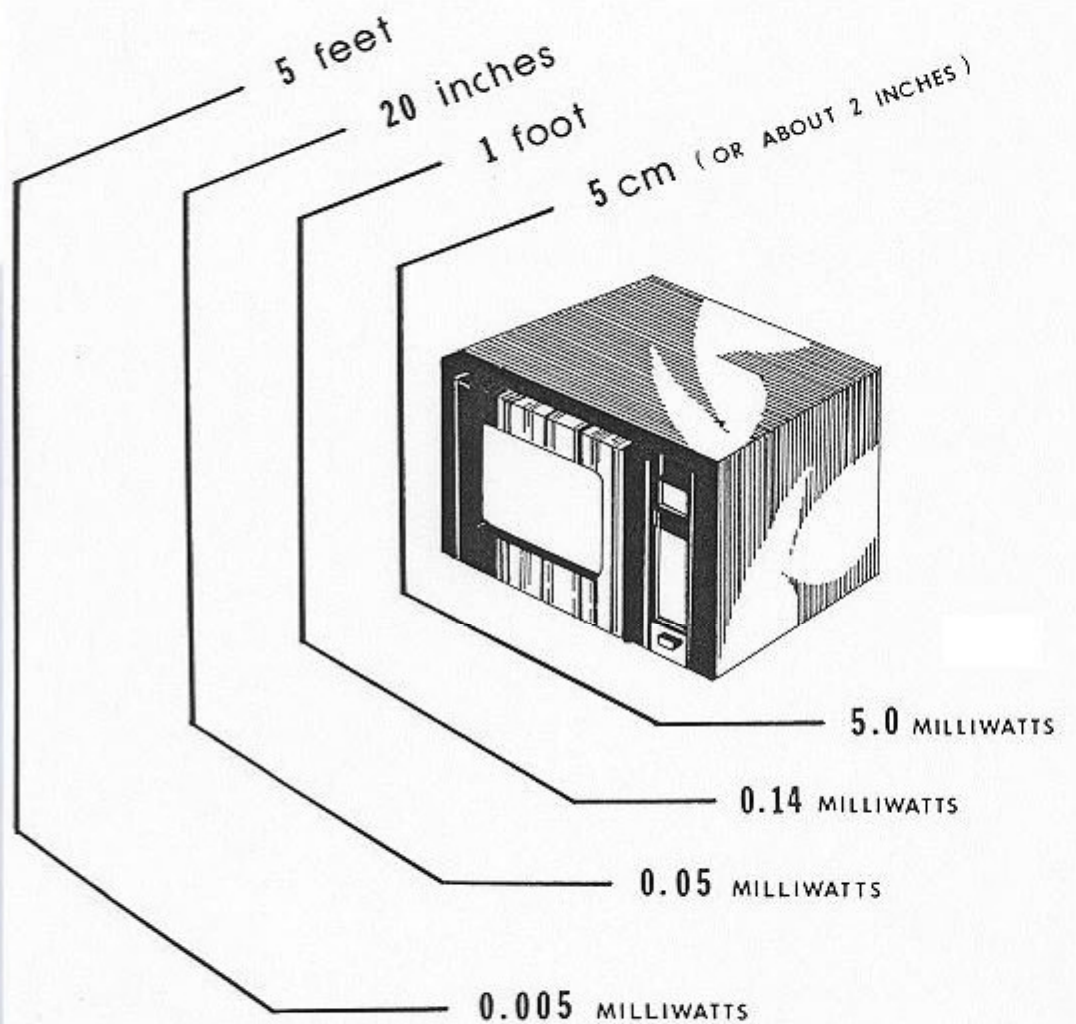
NARDA  
NBM-550



NARDA  
EF1891

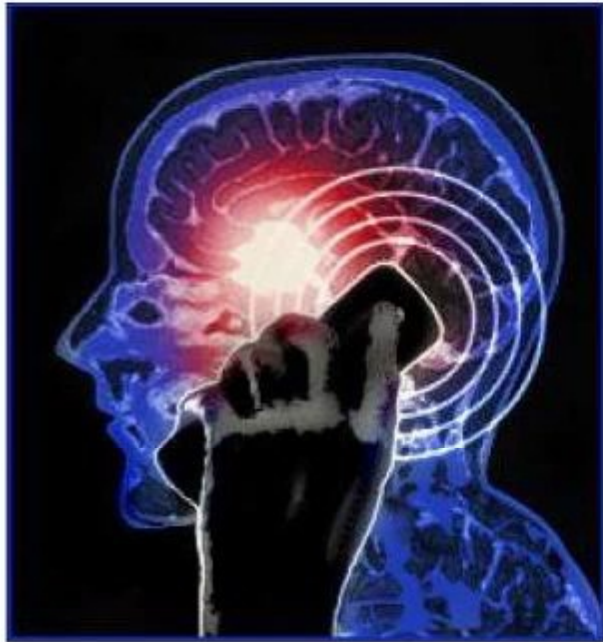
EF1891: 3 MHz - 18 GHz E-Field Probe

# Mikrobangų krosnelė



Eksperimentiniai  
10 cm –  $26 \mu\text{W}/\text{cm}^2$   
50 cm –  $10 \mu\text{W}/\text{cm}^2$

# Mobilus telefonas



Teorinis

$$P_{\max} = 2 \text{ W}$$

$$S < 100 \mu\text{W}/\text{cm}^2$$

tai  $r \sim 40 \text{ cm}$

Eksperimentinis

$r \sim 10 \text{ cm}$

$$S = 73 \mu\text{W}/\text{cm}^2$$

# Bluetooth



**Bluetooth**<sup>®</sup>

Teoriniai

$P$  nuo 1 mW iki 100 mW

$S < 100 \mu\text{W}/\text{cm}^2$

$r$  nuo 0,9 cm iki 8,9 cm

Eksperimentiniai

mobilus  $0,16 \mu\text{W}/\text{cm}^2$

ausinė  $0,26 \mu\text{W}/\text{cm}^2$

# WiFi stotelė



## Teoriniai

$$P_{\max} = 100 \text{ mW}$$

$$S < 100 \mu\text{W}/\text{cm}^2$$

$$r \sim 8,9 \text{ cm}$$

## Eksperimentiniai

$$50 \text{ cm} - 2,06 \mu\text{W}/\text{cm}^2$$

# Kompiuteris



- PC be WiFi

0,19  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$

- PC su WiFi

0,36  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$