

# Interakcia zdrojov elektromagnetických polí v mimopracovnom prostredí

**Roman Drahoš, Ing.**  
D2R engineering, s.r.o., Poprad  
www.d2r.sk

## 1. Úvod

Intenzívny rozvoj rádiovkej komunikácie sa prejavuje nárastom počtu rádiokomunikačných vysielacích zariadení hlavne vo väčších mestských aglomeráciách. Vyskytujú sa prípady, že na jednej streche výškovej budovy (nezriedka je to budova nemocnice) má prevádzkové povolenie vysielateľ viacero rôznych operátorov rádiokomunikačných služieb.

Ochrana zdravia obyvateľstva v mimopracovnom (životnom) prostredí v súvislosti s expozíciou elektromagnetickému poľu a na predchádzanie rizikám pre zdravie, ktoré môže vzniknúť v súvislosti s expozíciou elektromagnetickému poľu je ustanovená vo vyhláske MZ SR č. 534/2007 Z.z..

Vo vyhláske ustanovené požiadavky na zdroje elektromagnetických polí sa vzťahujú na zdroje s okamžitým výkonom vyšším ako 4 W bez ohľadu na typ modulácie.

## 2. Určujúce veličiny charakterizujúce elektromagnetické polia

Priamo merateľnými veličinami, ktoré charakterizujú úroveň elektromagnetických polí v mimopracovnom prostredí sú:

- intenzita elektrického poľa  $E$  vo [V/m] - pre elektrickú zložku poľa,
- magnetická indukcia  $B$  v [T] alebo intenzita magnetického poľa  $H$  v [A/m]) - pre magnetickú zložku poľa.

Odvedenou veličinou z priamo merateľných veličín pre frekvencie nad 10 MHz je hustota toku výkonu  $S$  vo [W/m<sup>2</sup>].

## 3. Akčné hodnoty určujúcich veličín expozície

Akčné hodnoty veličín expozície elektromagnetickému poľu boli získané z limitných hodnôt pri zohľadnení vysokého koeficientu bezpečnosti a uplatňujú sa pri priamom porovnávaní s nameranými hodnotami zodpovedajúcich veličín expozície. Pre polia s frekvenciou:

- do 1 Hz sú stanovené akčné hodnoty pre intenzitu magnetického poľa  $H$  a/alebo magnetickú indukciu  $B$ ,
- nad 1 Hz až do 10 MHz sú stanovené akčné hodnoty pre intenzitu elektrického poľa  $E$ , intenzitu magnetického poľa  $H$  a/alebo magnetickú indukciu  $B$ ,
- nad 10 MHz až do 300 GHz sú stanovené akčné hodnoty pre intenzitu elektrického poľa  $E$ , intenzitu magnetického poľa  $H$ , magnetickú indukciu  $B$  a hustotu toku výkonu  $S$ .

#### 4. Interakcia viacerých zdrojov elektromagnetických polí

Pri súčasnom pôsobení elektrického a magnetického poľa rovnakej frekvencie alebo niekoľkých polí s rôznymi frekvenciami sa pri posudzovaní sumárnej expozície posudzuje:

- elektrická stimulácia tkaniva vyvolaná hustotou indukovaného elektrického prúdu od pôsobenia elektrického a magnetického poľa, ktorá sa uplatňuje v intervale frekvencií od 0 Hz do 10 MHz,
- tepelné pôsobenie poľa (ohrev tkaniva), ktoré sa uplatňuje v intervale frekvencií od 100 kHz do 300 GHz.

Elektrická stimulácia vyvolaná hustotou indukovaného elektrického prúdu v tkanive neprekračuje akčné hodnoty, ak spĺňajú zistené úrovne zložiek polí nerovnosti:

$$\sum_{i=1\text{Hz}}^{1\text{MHz}} (E_i / E_{a,i}) + \sum_{i=1\text{MHz}}^{10\text{MHz}} (E_i / a) \leq 1$$

$$\sum_{j=1\text{Hz}}^{65\text{kHz}} (B_j / B_{b,j}) + \sum_{j=65\text{kHz}}^{10\text{MHz}} (B_j / b) \leq 1$$

kde

$E_i$  je intenzita elektrického poľa pri  $i$  - tej frekvencii,

$E_{a,i}$  je akčná hodnota intenzity elektrického poľa pre  $i$  - tú frekvenciu,

$B_j$  je magnetická indukcia pri  $j$  - tej frekvencii,

$B_{b,j}$  je akčná hodnota magnetickej indukcie pre  $j$  - tú frekvenciu,

$a = 87 \text{ V/m}$  pre životné prostredie,

$b = 6,25 \cdot 10^{-6} \text{ T}$  pre životné prostredie.

Tepelné pôsobenie polí neprekračuje akčné hodnoty, ak spĺňajú zistené úrovne zložiek polí nerovnosti:

$$\sum_{i=100\text{kHz}}^{1\text{MHz}} (E_i / c)^2 + \sum_{i=1\text{MHz}}^{300\text{GHz}} (E_i / E_{a,i})^2 \leq 1$$

$$\sum_{j=100\text{kHz}}^{1\text{MHz}} (B_j / d)^2 + \sum_{j=1\text{MHz}}^{300\text{GHz}} (B_j / B_{a,j})^2 \leq 1$$

kde

$c = 87 \cdot 10^3 / f^{0,5} \text{ V/m}$  pre životné prostredie

$d = 0,92 / f \text{ T}$  pre životné prostredie

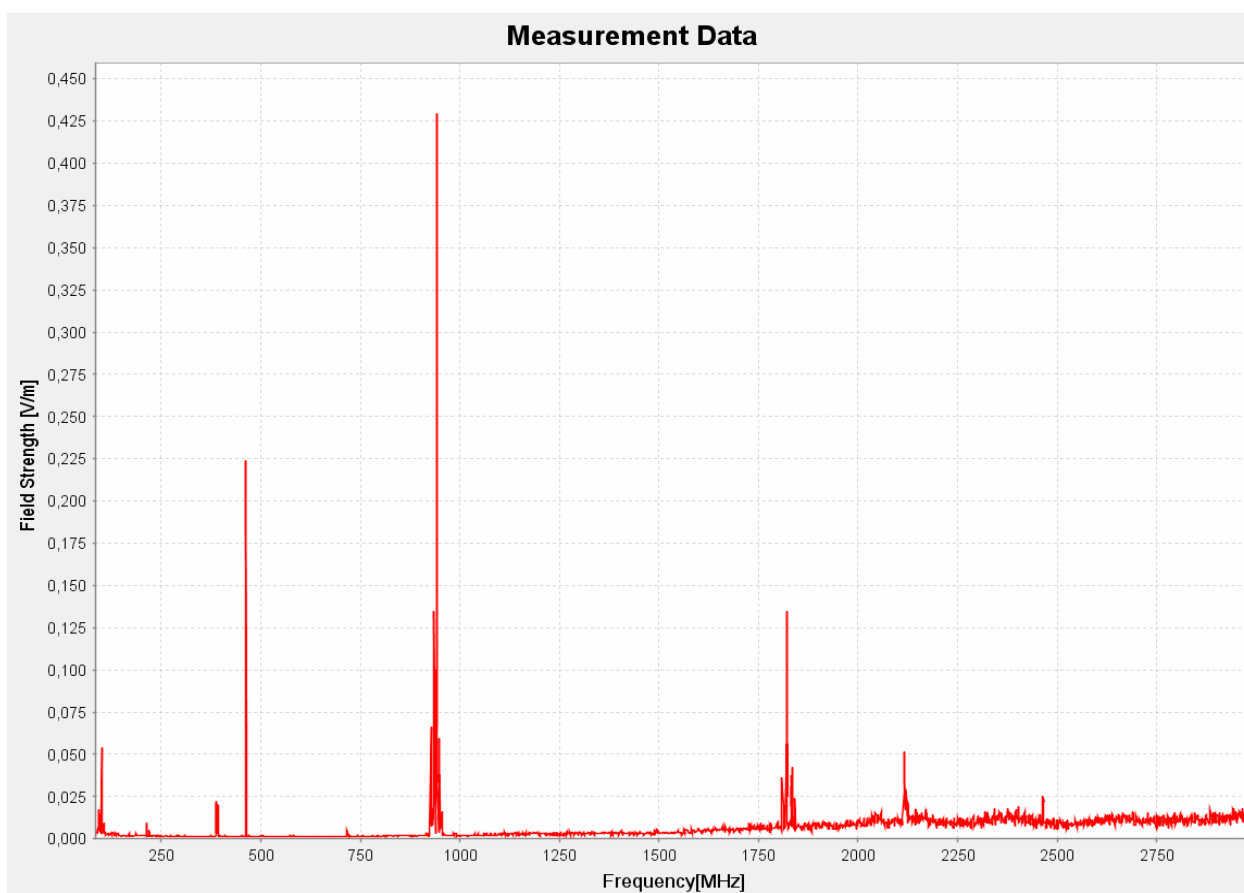
pričom  $f$  frekvencia je v Hz.

Vzhľadom na frekvenčnú závislosť akčných hodnôt priamo merateľných určujúcich veličín pre posúdenie (hodnotenie) expozície je potrebné zistiť frekvencie zdrojov elektromagnetických polí identifikovaných v miestach merania.

Objektívne zistenie frekvencií zdrojov elektromagnetických polí je možné len frekvenčne selektívnym meraním úrovni určujúcich veličín (spektrálnou analýzou).

Na ilustračnom obrázku č. 1 je znázornené frekvenčné spektrum intenzity elektrického poľa v obytnej miestnosti na úrovni 4.NP budovy. Selektívnym meraním boli identifikované tieto frekvencie:

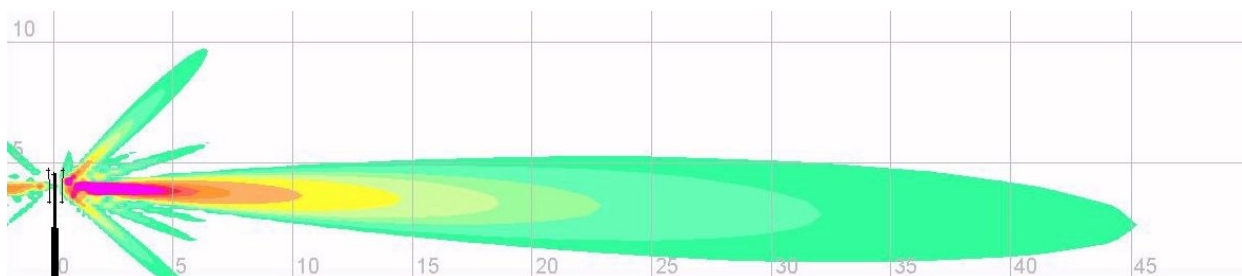
- VKV (FM) rozhlasové vysielače,
- Pozemná pohyblivá služba (fónické a dátové rádiové siete)
- F-OFDM (Flarion)
- TV vysielače: 4.-5. TV pásmo
- GSM 900 (Orange, Tmobile, O2)
- GSM 1800 (Orange, Tmobile, O2)
- UMTS (Orange, Tmobile, O2).



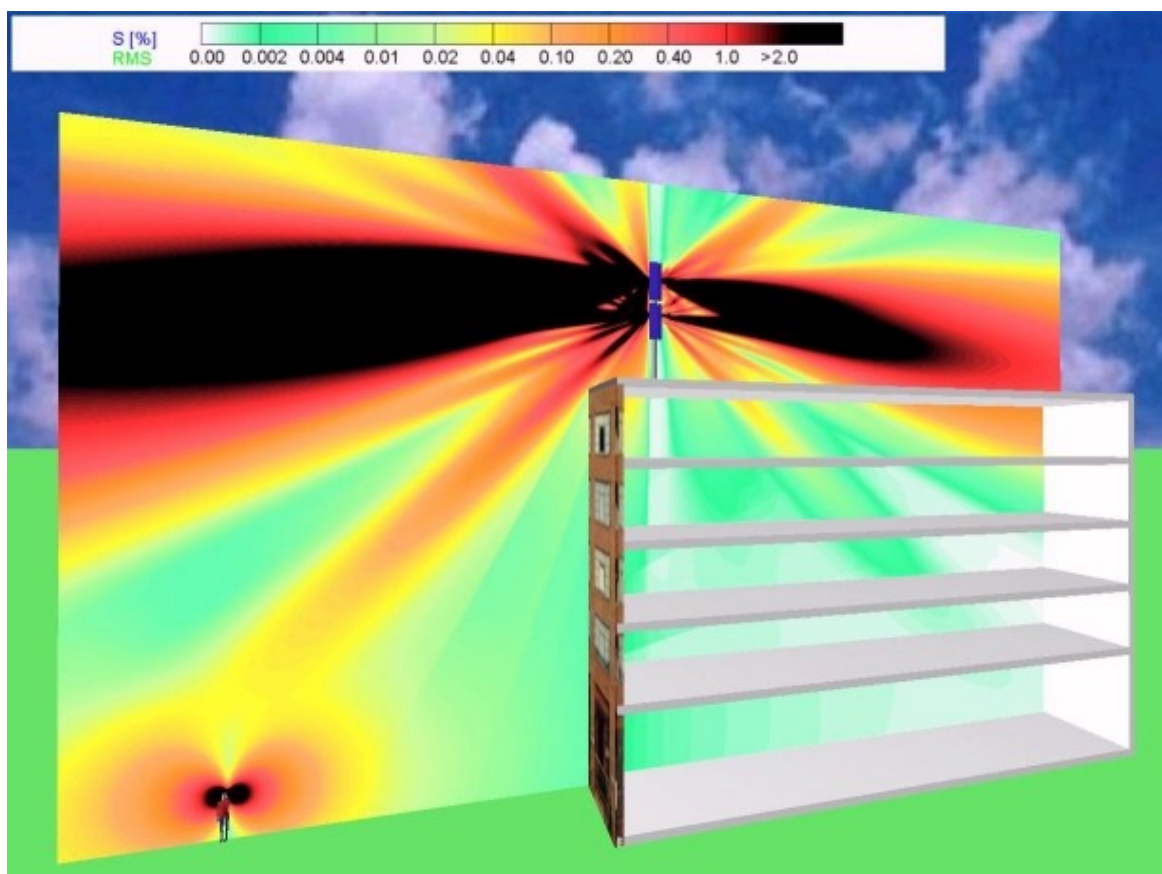
Obr. č. 1

## 5. Praktické poznatky

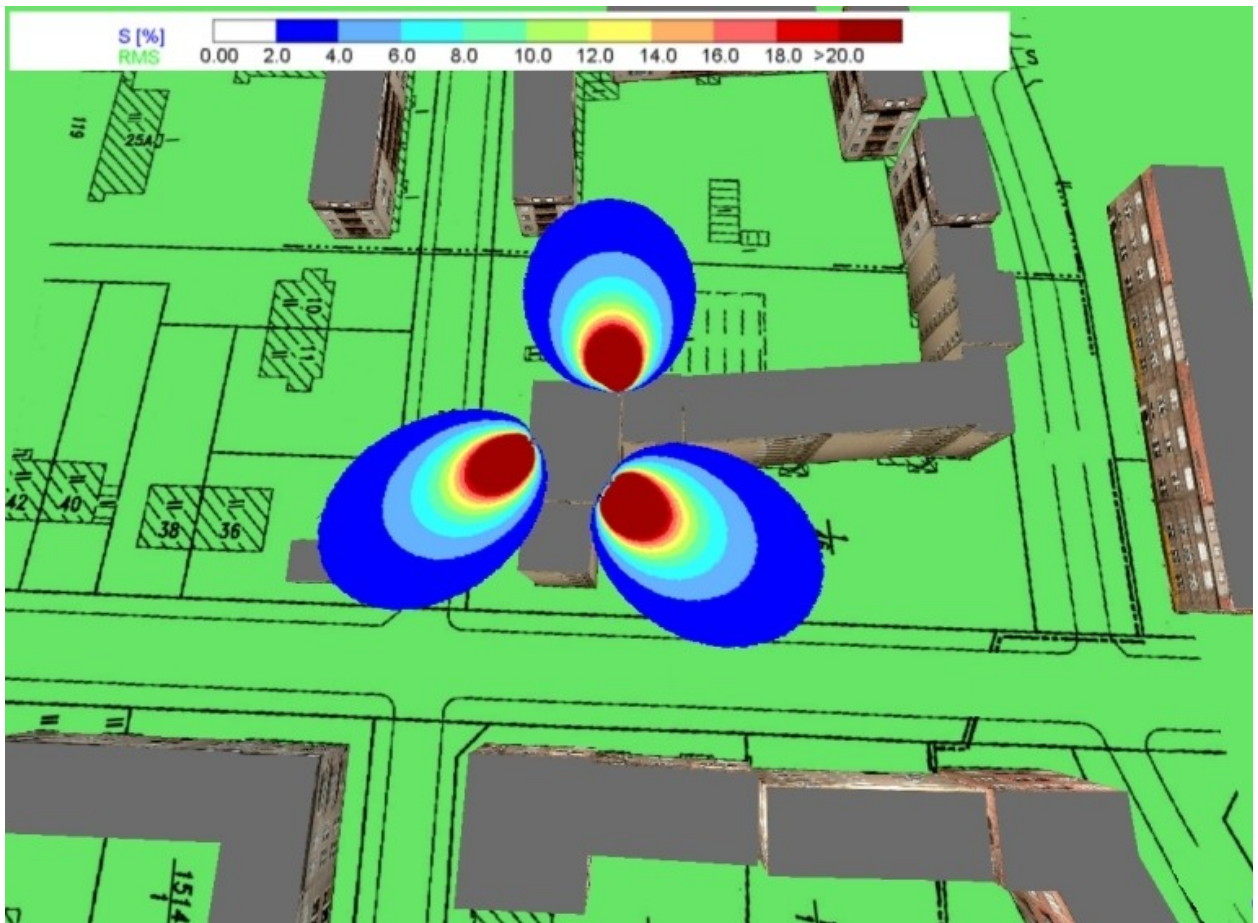
Pre voľbu vhodných miest merania za účelom objektivizácie expozície je nutné mať k dispozícii technické parametre vysielacích zariadení a údaje o vyžarovacích diagramoch inštalovaných antén, najmä ak anténny systém pozostáva z viacerých antén. Na obrázkoch č. 2 až č. 4 je vizualizácia vyžarovania elektromagnetického poľa smerových antén vo vertikálnej a horizontálnej rovine.



Obr. č. 2: Vizualizácia vyžarovania smerovej panelovej antény vo vertikálnej rovine



Obr. č. 3: Vizualizácia vyžarovania elektromagnetického poľa vo vertikálnej rovine



Obr. č. 4: Vizualizácia vyžarovania troch panelových antén v horizontálnej rovine

## 6. Záver

Interakcia zdrojov elektromagnetických polí s rôznymi frekvenciami v mimopracovnom (životnom) prostredí znamená, že pre objektívne posúdenie celkovej expozície je potrebné vykonať frekvenčne selektívne meranie úrovni zložiek elektromagnetických polí v miestach pobytu obyvateľov. Len na základe výsledkov spektrálnej analýzy úrovni zložiek polí je možné objektívne posúdiť kumulatívne účinky elektromagnetických polí na ľudský organizmus.