

# **SISTEMI ZAŠTITE ŽIVOTNE SREDINE**

**ZAŠTITA OD NEJONIZUJUĆEG ZRAČENJA**

***Prof dr Vera Marković***



# ICNIRP PREPORUKE

## II Referentni nivoi

Referentni nivoi su dobijeni iz osnovnih ograničenja pomoću matematičkog modelovanja ili na osnovu eksperimentalnih rezultata.

Oni su dati pri uslovu maksimalne sprege između EM polja i čovečjeg organizma čime se obezbedjuje maksimalna zaštita.

ICNIRP referentni nivoi su dati u sledećim tabelama:

**Tabela 6** - ICNIRP referentni nivoi za izloženost **opšte populacije** EM polju (*f* se unosi u Hz, MHz ili GHz prema jedinici navedenoj u koloni \*)

| Opseg frekvencija* | Jačina električnog polja E (V/m) | Jačina magnetnog polja H (A/m)            | Magnetna indukcija B (μT)               | Gustina snage (W/m <sup>2</sup> ) |
|--------------------|----------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------|
| do 1 Hz            | -                                | <b>3.2 x 10<sup>4</sup></b>               | <b>4 x 10<sup>4</sup></b>               | -                                 |
| 1 - 8 Hz           | <b>10,000</b>                    | <b>3.2 x 10<sup>4</sup>/f<sup>2</sup></b> | <b>4 x 10<sup>4</sup>/f<sup>2</sup></b> | -                                 |
| 8 - 25 Hz          | <b>10,000</b>                    | <b>4,000/f</b>                            | <b>5,000/f</b>                          | -                                 |
| 0.025 – 0.8 kHz    | <b>250/f</b>                     | <b>4/f</b>                                | <b>5/f</b>                              | -                                 |
| 0.8 – 3 kHz        | <b>250/f</b>                     | <b>5</b>                                  | <b>6.25</b>                             | -                                 |
| 3 -150 kHz         | <b>87</b>                        | <b>5</b>                                  | <b>6.25</b>                             | -                                 |
| 0.15 –1 MHz        | <b>87</b>                        | <b>0.73/f</b>                             | <b>0.92/f</b>                           | -                                 |
| 1 – 10 MHz         | <b>87/f<sup>1/2</sup></b>        | <b>0.73/f</b>                             | <b>0.92/f</b>                           | -                                 |
| 10 – 400 MHz       | <b>28</b>                        | <b>0.073</b>                              | <b>0.092</b>                            | <b>2</b>                          |
| 400–2000 MHz       | <b>1.375f<sup>1/2</sup></b>      | <b>0.0037f<sup>1/2</sup></b>              | <b>0.0046f<sup>1/2</sup></b>            | <b>f /200</b>                     |
| 2 - 300 GHz        | <b>61</b>                        | <b>0.16</b>                               | <b>0.2</b>                              | <b>10</b>                         |

*Tabela 7 - ICNIRP referentni nivoi za izloženost **profesionalnog osoblja** EM polju (f se unosi u Hz, MHz ili GHz prema jedinici navedenoj u koloni\*)*

| Opseg frekvencija* | Jačina električnog polja E (V/m) | Jačina magnetnog polja H (A/m)             | Magnetna indukcija B (μT)               | Gustina snage (W/m <sup>2</sup> ) |
|--------------------|----------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------|
| do 1 Hz            | -                                | <b>1.63 x 10<sup>5</sup></b>               | <b>2 x 10<sup>5</sup></b>               | -                                 |
| 1 - 8 Hz           | <b>20,000</b>                    | <b>1.63 x 10<sup>5</sup>/f<sup>2</sup></b> | <b>2 x 10<sup>5</sup>/f<sup>2</sup></b> | -                                 |
| 8 - 25 Hz          | <b>20,000</b>                    | <b>2 x 10<sup>4</sup>/f</b>                | <b>2.5 x 10<sup>4</sup>/f</b>           | -                                 |
| 0.025 – 0.82 kHz   | <b>500/f</b>                     | <b>20/f</b>                                | <b>25/f</b>                             | -                                 |
| 0.82 – 65 kHz      | <b>610</b>                       | <b>24.4</b>                                | <b>30.7</b>                             | -                                 |
| 0.065 – 1 MHz      | <b>610</b>                       | <b>1.6/f</b>                               | <b>2/f</b>                              | -                                 |
| 1 – 10 MHz         | <b>610/f</b>                     | <b>1.6/f</b>                               | <b>2/f</b>                              | -                                 |
| 10 – 400 MHz       | <b>61</b>                        | <b>0.16</b>                                | <b>0.2</b>                              | <b>10</b>                         |
| 400 – 2000 MHz     | <b>3f<sup>1/2</sup></b>          | <b>0.008f<sup>1/2</sup></b>                | <b>0.01f<sup>1/2</sup></b>              | <b>f /40</b>                      |
| 2 - 300 GHz        | <b>137</b>                       | <b>0.36</b>                                | <b>0.45</b>                             | <b>50</b>                         |

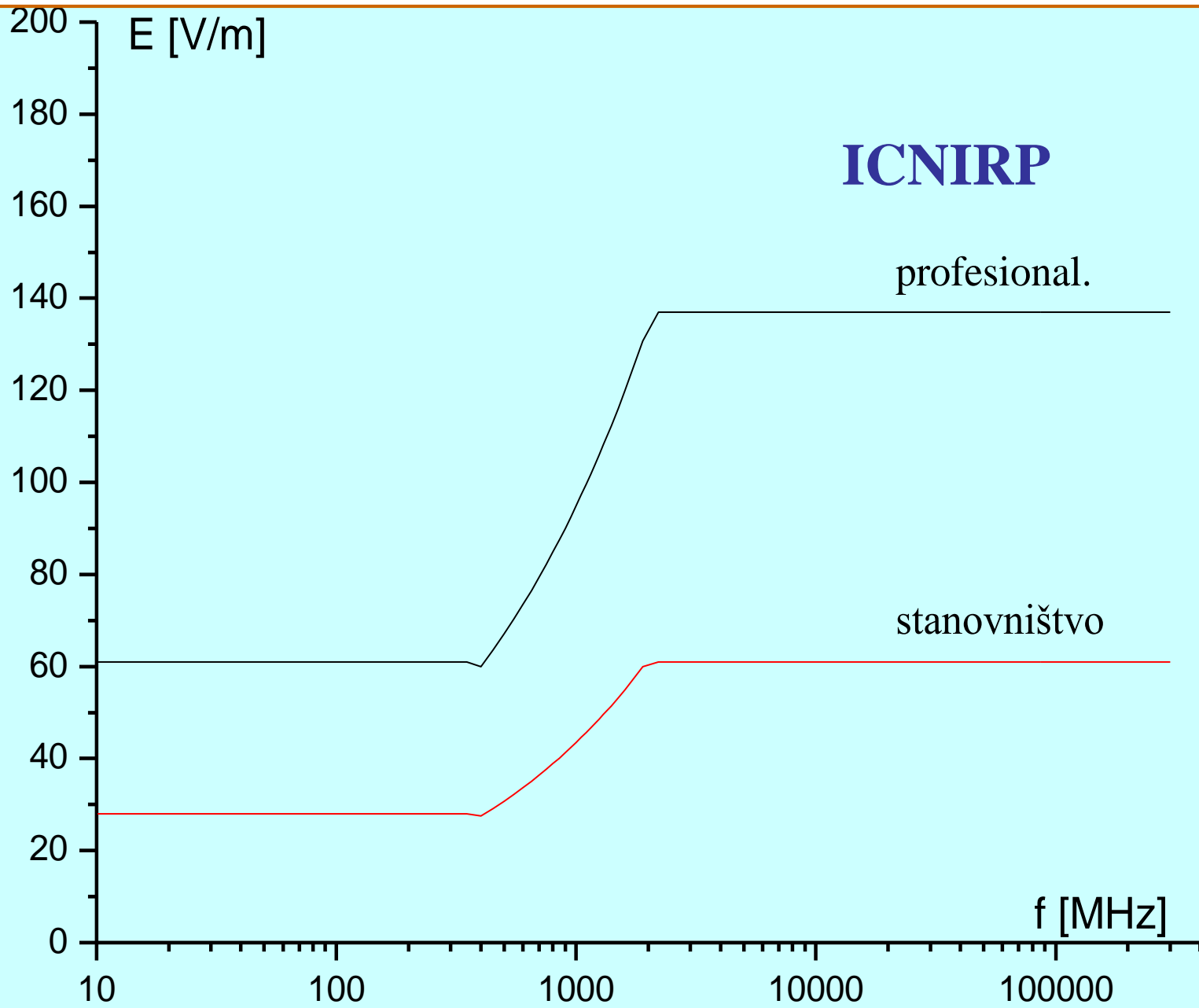
E [V/m]

**ICNIRP**

profesional.

stanovništvo

f [MHz]



**Tabela 9** – Poredjenje ICNIRP granica za jačinu električnog polja na nekim frekvencijama koje koriste mobilne mreže

|          |                  | Jačina električnog polja (V/m) | Jačina magnetnog polja (A/m) |
|----------|------------------|--------------------------------|------------------------------|
| 900 MHz  | Profes. osoblje  | <b>90</b>                      | <b>0.24</b>                  |
|          | Opšta populacija | <b>41</b>                      | <b>0.11</b>                  |
| 1800 MHz | Profes. osoblje  | <b>127</b>                     | <b>0.34</b>                  |
|          | Opšta populacija | <b>58</b>                      | <b>0.16</b>                  |
| 2100 MHz | Profes. osoblje  | <b>137</b>                     | <b>0.36</b>                  |
|          | Opšta populacija | <b>61</b>                      | <b>0.16</b>                  |

# SIMULTANA IZLOŽENOST ZRAČENJU VIŠE IZVORA

Važno je odrediti da li u situacijama kada je osoba istovremeno izložena EM poljima različitih frekvencija, dolazi do sabiranja efekata tih polja.

Za električnu stimulaciju, relevantnu za frekvencije do 10 MHz, važi sledeće osnovno ograničenje za zbirni efekat gustina indukovanih struja:

$$\sum_{i-1 \text{ Hz}}^{10 \text{ MHz}} \frac{J_i}{J_{L,i}} \leq 1.$$

$J_i =$  gustina indukovane struje na  $i$ -toj frekvenciji  
 $J_{L,i} =$  granica za gustinu indukovane struje na  $i$ -toj frekvenciji prema Tabeli 2

Za termičke efekte koji su relevantni iznad 100 kHz, vrednosti SAR-a i gustine snage treba da se saberu prema jednačini:

$$\sum_{i=100 \text{ kHz}}^{10 \text{ GHz}} \frac{SAR_i}{SAR_L} + \sum_{i>10 \text{ GHz}}^{300 \text{ GHz}} \frac{S_i}{S_L} \leq 1,$$

- $SAR_i$  = SAR na  $i$ -toj frekvenciji
- $SAR_L$  = granica za SAR prema Tabeli 3 ili 4
- $S_L$  = granica za gustinu snage prema Tabeli 5,  
i
- $S_i$  = gustina snage na  $i$ -toj frekvenciji



Za frekvencije iznad 100 kHz, ako imamo električna i magnetna polja na različitim frekvencijama, primenjuju se sledeće relacije:

$$\sum_{i=100 \text{ kHz}}^{1 \text{ MHz}} \left( \frac{E_i}{c} \right)^2 + \sum_{i>1 \text{ MHz}}^{300 \text{ GHz}} \left( \frac{E_i}{E_{L,i}} \right)^2 \leq 1,$$

$$\sum_{j=100 \text{ kHz}}^{1 \text{ MHz}} \left( \frac{H_j}{d} \right)^2 + \sum_{j>1 \text{ MHz}}^{300 \text{ GHz}} \left( \frac{H_j}{H_{L,j}} \right)^2 \leq 1,$$

$E_i$  = jačina električnog polja na  $i$ -toj frekvenciji

$E_{L,i}$  = referentni nivo za električno polje iz tabela 6 i 7

$H_j$  = jačina magnetnog polja na  $j$ -toj frekvenciji

$H_{L,j}$  = referentni nivo za magnetno polje iz tabela 6 i 7

$c$  = 610/f V/m (f u MHz) za profesionalnu izloženost i  
87/f<sup>1/2</sup> V/m za opštu populaciju

$d$  = 1.6/f A/m (f u MHz) za profesionalnu izloženost i  
0.73/f A/m za opštu populaciju

Za frekvencije iznad 100 kHz, ako imamo električna i magnetna polja na različitim frekvencijama, primenjuju se sledeće relacije:

$$\sum_{i=100 \text{ kHz}}^{1 \text{ MHz}} \left( \frac{E_i}{c} \right)^2 + \sum_{i>1 \text{ MHz}}^{300 \text{ GHz}} \left( \frac{E_i}{E_{L,i}} \right)^2 \leq 1,$$

$$\sum_{j=100 \text{ kHz}}^{1 \text{ MHz}} \left( \frac{H_j}{d} \right)^2 + \sum_{j>1 \text{ MHz}}^{300 \text{ GHz}} \left( \frac{H_j}{H_{L,j}} \right)^2 \leq 1,$$

$E_i$  = jačina električnog polja na  $i$ -toj frekvenciji

$E_{L,i}$  = referentni nivo za električno polje iz tabela 6 i 7

$H_j$  = jačina magnetnog polja na  $j$ -toj frekvenciji

$H_{L,j}$  = referentni nivo za magnetno polje iz tabela 6 i 7

$c$  = 610/f V/m (f u MHz) za profesionalnu izloženost i  
87/f<sup>1/2</sup> V/m za opštu populaciju

$d$  = 1.6/f A/m (f u MHz) za profesionalnu izloženost i  
0.73/f A/m za opštu populaciju

**1999. SAVET EVROPSKE UNIJE** usvojio je **PREPORUKE O GRANICAMA IZLOŽENOSTI OPŠTE POPULACIJE ELEKTROMAGNETNIM POLJIMA (0 HZ do 300 GHz)**, koje takođe služe kao osnova za zakonodavstvo EU o proizvodima i uređajima koji emituju EM polja.

Preporuke su zasnovane na ICNIRP smernicama koje su izvedene iz akutnih efekata EM zračenja, koje ICNIRP smatra za jedine naučno dokazane efekte.

Većina država članica EU implementirala je Preporuke Saveta Evrope, odn. smernice ICNIRP-a.

Mere se odnose na najčešće izvore EM polja, kao što su mobilne telekomunikacije, radio i TV emiteri, visokonaponski vodovi, transport, kućni vodovi i uređaji i slično.

Medjutim, zemlje – članice EU mogu da usvoje i primenjuju svoje nacionalne standarde koji se razlikuju od ovih preporuka.