

Způsob zjišťování nepřekročení nejvyšších přípustných hodnot

1. Nepřekročení nejvyšší přípustné hodnoty indukované proudové hustoty, měrného absorbovaného výkonu, případně měrné absorbované energie, a hustoty zářivého toku se zjišťuje:

a) výpočtem;

b) měřením na modelech (fantómech) lidského těla nebo jeho částí;

c) srovnáním intenzity elektrického pole, magnetické indukce, hustoty zářivého toku, kontaktního a indukovaného proudu tekoucího kteroukoli končetinou, případně hustoty dopadnuvší zářivé energie, zjištěných pro posuzovanou situaci výpočtem nebo měřením, s referenčními úrovněmi těchto veličin uvedenými v tabulkách č. 1 až 9. Nepřekročení referenčních úrovní zaručuje, že nejsou překročeny nejvyšší přípustné hodnoty stanovené v příloze č. 1. Referenční úrovně mohou být překročeny, jestliže se způsobem uvedeným v písmenu a) nebo v písmenu b) prokázalo, že nejsou překročeny nejvyšší přípustné hodnoty.

2. Referenční úrovně

2.1 Dále stanovené referenční úrovně pro intenzitu elektrického a magnetického pole (magnetickou indukci) a pro hustotu zářivého toku, případně pro hustotu zářivé energie, uvedené v tabulkách 1 až 6, platí pro pole neporušené přítomností osob v posuzovaném prostoru. Je-li pole prostorově silně nehomogenní, srovnává se s referenční úrovní buď průměrná intenzita pole středovaná přes oblast odpovídající poloze srdce a hlavy exponované osoby, nebo se pro srovnání s referenční úrovní bere hodnota v geometrickém středu této oblasti. Nepřekročení referenční hodnoty kontaktního proudu se zjistí buď přímým měřením kontaktního proudu u příslušné osoby nebo měřením proudu rezistorem napodobujícím impedanci lidského těla.

2.2 Vztahy, určující podmínky splnění referenčních úrovní při současné expozici člověka elektrickému a magnetickému poli a při současné expozici člověka polím od více zdrojů, jsou stanoveny v bodu 3.4, pro krátkodobou expozici v bodu 4, mezní referenční úrovně v bodu 5.

2.3 Referenční úrovně pro hustotu energie dopadnuvší při krátkodobé expozici na povrch těla a referenční úrovně pro kontaktní proud a pro indukovaný proud tekoucí končetinou, uvedené v tabulkách č. 7 až 9, jsou odvozeny z požadavku nepřekročení nejvyšší přípustné hodnoty pro měrnou absorbovanou energii a nejvyšší přípustné hodnoty pro měrný absorbovaný výkon.

2.4 Pokud není výslovně uvedeno jinak, jsou stanovené referenční úrovně v efektivních hodnotách příslušných veličin.

3. Referenční úrovně pro nepřetržitou expozici celého těla

3.1 Referenční úrovně pro intenzitu elektrického pole jsou v tabulce č. 1.

Tabulka č. 1

Referenční úrovně intenzity elektrického pole E – nepřetržitá expozice			
Zaměstnanci		Ostatní osoby	
frekvence f /Hz	E /V.m ⁻¹	frekvence f /Hz	E /V.m ⁻¹
< 1	– ^{a)}	< 1	– ^{a)}
1 – 8	20000	1 – 8	10000
8 – 25	20000	8 – 25	10000
25 – 820	$5 \cdot 10^5 / f$	25 – 800	$2,5 \cdot 10^5 / f$
50	10000	50	5000
820 – $3 \cdot 10^3$	610	800 – $3 \cdot 10^3$	$2,5 \cdot 10^5 / f$
$3 \cdot 10^3$ – $65 \cdot 10^3$	610	$3 \cdot 10^3$ – $150 \cdot 10^3$	87
$65 \cdot 10^3$ – 10^6	610	$150 \cdot 10^3$ – 10^6	87
10^6 – 10^7	$610 \cdot 10^6 / f$	10^6 – 10^7	$87 \cdot 10^3 / f^{0,5}$
10^7 – $4 \cdot 10^8$	61	10^7 – $4 \cdot 10^8$	28
$4 \cdot 10^8$ – $2 \cdot 10^9$	$3 \cdot 10^{-3} \cdot f^{0,5}$	$4 \cdot 10^8$ – $2 \cdot 10^9$	$1,375 \cdot 10^{-3} \cdot f^{0,5}$
$2 \cdot 10^9$ – $3 \cdot 10^{11}$	137	$2 \cdot 10^9$ – $3 \cdot 10^{11}$	61

^{a)} referenční úroveň pro statické elektrické pole není zavedena; při pobytu v silném statickém elektrickém poli je však třeba snížit vliv nepříjemného pocitu způsobeného elektrickým nábojem indukovaným na povrchu těla a zabránit sršení výbojů z povrchu těla.

Je-li současně přítomné i pole magnetické, je pro srovnání s referenční hodnotou nutné použít vztahy uvedené v bodu 3.4.

3.2 Referenční úrovně pro magnetickou indukci

Referenční úrovně pro magnetickou indukci jsou v tabulce č. 2.

Tabulka č. 2

Referenční úrovně pro magnetickou indukci B – nepřetržitá expozice			
Zaměstnanci		Ostatní osoby	
frekvence f /Hz	B /tesla	frekvence f /Hz	B /tesla
< 1	0,28 * a)	< 1	0,056 *
1 – 8	0,2 / f^2	1 – 8	0,04 / f^2
8 – 25	0,025 / f	8 – 25	0,005 / f
25 – 820	25 · 10 ⁻³ / f	25 – 800	0,005 / f
50	500 · 10 ⁻⁶	50	100 · 10 ⁻⁶
820 – 3 · 10 ³	30,7 · 10 ⁻⁶	800 – 3 · 10 ³	6,25 · 10 ⁻⁶
3 · 10 ³ – 65 · 10 ³	30,7 · 10 ⁻⁶	3 · 10 ³ – 150 · 10 ³	6,25 · 10 ⁻⁶
65 · 10 ³ – 10 ⁶	2 / f	150 · 10 ³ – 10 ⁶	0,92 / f
10 ⁶ – 10 ⁷	2 / f	10 ⁶ – 10 ⁷	0,92 / f
10 ⁷ – 4 · 10 ⁸	0,2 · 10 ⁻⁶	10 ⁷ – 4 · 10 ⁸	0,092 · 10 ⁻⁶
4 · 10 ⁸ – 2 · 10 ⁹	10 ⁻¹¹ · f ^{0,5}	4 · 10 ⁸ – 2 · 10 ⁹	4,6 · 10 ⁻¹² · f ^{0,5}
2 · 10 ⁹ – 3 · 10 ¹¹	0,45 · 10 ⁻⁶	2 · 10 ⁹ – 3 · 10 ¹¹	0,20 · 10 ⁻⁶

* Špičková hodnota

a) časový průměr magnetické indukce ve směně při expozici zahrnující trup nebo hlavu; nejvyšší hodnota magnetické indukce přitom nesmí být v žádném okamžiku vyšší než 2 tesla.

3.2.1 Pokud expozice magnetickému poli nepřekračuje 1 hodinu denně v týdenním průměru, je v intervalu frekvencí od 0 Hz do 100 kHz možné použít referenční hodnotu stanovenou pro zaměstnance i pro ostatní osoby.

3.2.2 Při expozici jen rukou nebo nohou je přípustné referenční hodnoty zvýšit nepřímo úměrně poměru lineárního rozměru exponované části těla k lineárnímu rozměru trupu, přičemž u statického pole lze krátkodobě připustit expozici poli nepřekračujícímu 5 tesla.

3.2.3 Je-li současně přítomné i pole elektrické, je pro srovnání s referenční hodnotou nutné použít vztahy uvedené v bodu 3.4

Referenční úrovně pro hustotu zářivého toku

Referenční úrovně pro hustotu zářivého toku jsou v tabulce č. 3.

Tabulka č. 3

Referenční úrovně pro hustotu zářivého toku* S – nepřetržitá expozice			
Zaměstnanci		Ostatní osoby	
frekvence f / Hz	S /W.m ⁻²	frekvence f /Hz	S /W.m ⁻²
$10^7 - 4 \cdot 10^8$	10	$10^7 - 4 \cdot 10^8$	2
$4 \cdot 10^8 - 2 \cdot 10^9$	$f/4 \cdot 10^7$	$4 \cdot 10^8 - 2 \cdot 10^9$	$f/2 \cdot 10^8$
$2 \cdot 10^9 - 3 \cdot 10^{11}$	50 **	$2 \cdot 10^9 - 3 \cdot 10^{11}$	10 **

* Tato veličina je použitelná jen pro postupnou vlnu. V indukční zóně zdroje je nutné použít referenční úrovně pro E a B uvedené v tabulkách č. 1 a 2.

** V intervalu frekvencí od hodnoty 10 GHz do hodnoty 300 GHz je hustota zářivého toku nejvyšší přípustnou hodnotou. Doba středování pro frekvence 10 GHz až 300 GHz je $T_{st} = 1,92 \cdot 10^{11}/f^{1,05}$; f je v hertzech, doba středování v minutách.

3.4 Současná expozice několika polím

Pro posouzení expoziční situace při současném působení elektrického a magnetického pole stejné frekvence nebo pole s různými frekvencemi podle zjištěných referenčních úrovní je nutné uvažovat odděleně elektrickou stimulaci, která se uplatňuje v intervalu frekvencí od 0 Hz do 10 MHz, a tepelné působení pole, které se uplatňuje v intervalu frekvencí od hodnoty 100 kHz do hodnoty 300 GHz.

3.4.1 Elektrická stimulace vyvolaná hustotou indukovaného elektrického proudu v tkáni nepřekračuje referenční hodnoty, splňují-li zjištěné úrovně polí nerovnosti:

$$\sum_{1 \text{ Hz}}^{1 \text{ MHz}} \frac{E_i}{E_{L,i}} + \sum_{f > 1 \text{ MHz}}^{10 \text{ MHz}} \frac{E_i}{a} \leq 1$$

a

$$\sum_{1 \text{ Hz}}^{65 \text{ kHz}} \frac{B_j}{B_{L,j}} + \sum_{f > 65 \text{ kHz}}^{10 \text{ MHz}} \frac{B_j}{b} \leq 1$$

E_i označuje intenzitu elektrického pole s frekvencí i ,

$E_{L,i}$ – referenční úroveň intenzity elektrického pole pro i -tou frekvenci,

B_j – magnetickou indukci s frekvencí j ,

$B_{L,j}$ – referenční hodnotu magnetické indukce pro j -tou frekvenci,

$a = 610$ V/m pro expozici zaměstnance a 87 V/m pro expozici ostatních osob,

$b = 30,7 \cdot 10^{-6}$ tesla pro expozici zaměstnance a $6,25 \cdot 10^{-6}$ tesla pro expozici ostatních osob.

(Konstantní hodnoty a a b jsou v tomto případě použity i pro frekvence vyšší než 1 MHz, protože součet se týká hustot indukovaných proudů a nezahrnuje tepelné působení pole.)

3.4.2 Tepelné působení, které se uplatňuje při frekvencích vyšších než 100 kHz, nepřekračuje přípustnou hodnotu, jsou-li splněny nerovnosti:

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

a

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

$c = 610 \cdot 10^6 / f$ V/m pro expozici zaměstnance a $87 \cdot 10^3 / f^{0,5}$ V/m pro expozici ostatních osob, a $d = 2 / f$ tesla pro expozici zaměstnance a $0,92 / f$ tesla pro expozici ostatních osob.

Frekvence f je v hertzech.

4. Krátkodobá expozice

Tepelné působení expozice elektrickému a magnetickému poli kratší než je doba určená pro středování, případně série krátkodobých expozic působících v době kratší než je doba určená pro středování, nepřekračuje referenční hodnotu, jestliže doby expozice t_i a zjištěné úrovně polí E_i a B_i z intervalu frekvencí od 100 kHz do 10 GHz splňují nerovnosti

$$\sum_i \left(E_i^2 \cdot t_i \right) \leq \left(6 \cdot E_{L,i}^2 \right) \text{ v jednotkách } (\text{V} \cdot \text{m}^{-1})^2 \cdot \text{min.}$$

a

$$\sum_i \left(B_i^2 \cdot t_i \right) \leq \left(6 \cdot B_{L,i}^2 \right) \text{ v jednotkách } \text{T}^2 \cdot \text{min. (T = tesla),}$$

případně splňuje-li hustota zářivého toku téhož intervalu frekvencí nerovnost

$$\sum_i \left(S_i \cdot t_i \right) \leq \left(6 \cdot S_{L,i} \right) \text{ v jednotkách } \text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{min.}$$

t_i je doba i -té expozice v minutách.

Použitými symboly byly označeny:

E_i – intenzita elektrického pole během i -té expozice v jednotkách $\text{V} \cdot \text{m}^{-1}$,

B_i – magnetická indukce během i -té expozice v jednotkách tesla (T),

S_i – hustota zářivého toku během i -té expozice v jednotkách $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$,

$E_{L,i}$, $B_{L,i}$, $S_{L,i}$ – referenční úrovně intenzity elektrického pole, magnetické indukce a hustoty zářivého toku pro nepřetržitou expozici uvedené v tabulkách č. 1, 2 a 3.

Pro frekvence vyšší než 10 GHz je nutné krátkodobou expozici hodnotit podle doby středování uvedené v bodu 3.3.

Okamžité hodnoty polí a zářivých toků nesmějí však překročit mezní referenční úrovně uvedené v bodu 5.

5. Mezní referenční úrovně

5.1 Mezní referenční úrovně pro intenzitu elektrického pole jsou v tabulce č. 4.

Tabulka č. 4

Mezní referenční intenzita elektrického pole E_{mez} (špičkové hodnoty)			
Zaměstnanci		Ostatní osoby	
frekvence f /Hz	E /V.m ⁻¹	frekvence f /(Hz)	E /V.m ⁻¹
10^5	915	10^5	130
$10^5 - 10^6$	$0,438 \cdot f^{0,67}$	$10^5 - 10^6$	$0,0605 \cdot f^{0,67}$
10^6	4226	10^6	603
$10^6 - 10^7$	$4,3514 \cdot 10^5 / f^{0,335}$	$10^6 - 10^7$	$56,03 \cdot f^{0,17}$
10^7	1952	10^7	896
$10^7 - 4 \cdot 10^8$	1952	$10^7 - 4 \cdot 10^8$	896
$4 \cdot 10^8$	1952	$4 \cdot 10^8$	896
$4 \cdot 10^8 - 2 \cdot 10^9$	$0,098 \cdot f^{1/2}$	$4 \cdot 10^8 - 2 \cdot 10^9$	$0,0448 \cdot f^{1/2}$
$2 \cdot 10^9$	4384	$2 \cdot 10^9$	1952
$2 \cdot 10^9 - 3 \cdot 10^{11}$	4384	$2 \cdot 10^9 - 3 \cdot 10^{11}$	1952

5.2 Mezní referenční úrovně pro magnetickou indukci jsou v tabulce č. 5.

Tabulka č. 5

Mezní referenční hodnota magnetické indukce B_{mez} (špičkové hodnoty)			
Zaměstnanci		Ostatní osoby	
frekvence f /Hz	B /tesla	frekvence f /Hz	B /tesla
10^5	$30 \cdot 10^{-6}$	10^5	$9,375 \cdot 10^{-6}$
$10^5 - 10^6$	$1,427 \cdot 10^{-3} / f^{0,335}$	$10^5 - 10^6$	$0,1619 \cdot 10^{-3} / f^{0,247}$
10^6	$1,385 \cdot 10^{-5}$	10^6	$5,3 \cdot 10^{-6}$
$10^6 - 10^7$	$0,001427 / f^{0,335}$	$10^6 - 10^7$	$0,1619 \cdot 10^{-3} / f^{0,247}$
10^7	$6,4 \cdot 10^{-6}$	10^7	$3 \cdot 10^{-6}$
$10^7 - 4 \cdot 10^8$	$6,4 \cdot 10^{-6}$	$10^7 - 4 \cdot 10^8$	$3 \cdot 10^{-6}$
$4 \cdot 10^8$	$6,4 \cdot 10^{-6}$	$4 \cdot 10^8$	$3 \cdot 10^{-6}$
$4 \cdot 10^8 - 2 \cdot 10^9$	$3,2 \cdot 10^{-10} \cdot f^{1/2}$	$4 \cdot 10^8 - 2 \cdot 10^9$	$1,5 \cdot 10^{-10} \cdot f^{1/2}$
$2 \cdot 10^9$	$14,4 \cdot 10^{-6}$	$2 \cdot 10^9$	$6,4 \cdot 10^{-6}$
$2 \cdot 10^9 - 3 \cdot 10^{11}$	$14,4 \cdot 10^{-6}$	$2 \cdot 10^9 - 3 \cdot 10^{11}$	$6,4 \cdot 10^{-6}$

5.3 Mezní referenční hodnoty pro hustotu zářivého toku jsou v tabulce č. 6.

Tabulka č. 6

Mezní referenční hustota zářivého toku * S_{mez} (špičkové hodnoty)			
Zaměstnanci		Ostatní osoby	
frekvence f /Hz	S /W.m ⁻²	frekvence f /Hz	S /W.m ⁻²
$10^7 - 4 \cdot 10^8$	10000	$10^7 - 4 \cdot 10^8$	2000
$4 \cdot 10^8 - 2 \cdot 10^9$	$25 \cdot 10^{-6} f$	$4 \cdot 10^8 - 2 \cdot 10^9$	$5 \cdot 10^{-6} f$
$2 \cdot 10^9$	50000	$2 \cdot 10^9$	10000
$2 \cdot 10^9 - 3 \cdot 10^{11}$	50000	$2 \cdot 10^9 - 3 \cdot 10^{11}$	10000

* Tato veličina je použitelná jen pro postupnou vlnu. V indukční zóně zdroje je třeba použít mezní referenční úrovně pro E a B uvedené v tabulkách č. 4 a 5.

5.4 Mezní referenční úrovně pro současnou expozici několika polím

Při expozici více polím musí okamžité hodnoty intenzity elektrického pole E_i , magnetické indukce B_j a hustoty zářivého toku S_i splňovat pro všechna i nerovnosti

$$\sum_i E_i / E_{mez} \leq 1 \quad \text{a} \quad \sum_j B_j / B_{mez} \leq 1, \text{ případně}$$

$$\sum_i S_i / S_{mez} \leq 1.$$

E_{mez} , B_{mez} a S_{mez} jsou mezní referenční úrovně uvedené v tabulkách č. 4, 5 a 6.

6. Referenční úroveň hustoty elektromagnetické energie

Referenční úroveň plošné hustoty elektromagnetické energie, která dopadne na povrch těla, odvozená z požadavku nepřekročit nejvyšší přípustnou hodnotu stanovenou v příloze č. 1 pro měrnou absorbovanou energii u záření a polí s dobou trvání $t \leq 30 \mu\text{s}$ s frekvencí vyšší než 300 MHz, je v tabulce č. 7:

Tabulka č. 7

Referenční úroveň plošné hustoty energie	
Zaměstnanci	Ostatní osoby
0,1 J.m ⁻²	0,02 J.m ⁻²

7. Referenční úrovně pro kontaktní proud

Referenční úrovně pro kontaktní proud s frekvencí f , vznikající při dotyku osoby s elektricky vodivým předmětem, přičemž buď předmět nebo osoba se nacházejí v elektrickém poli nebo ve střídavém magnetickém poli, jsou stanoveny v tabulce č. 8. Proud je určen efektivní hodnotou středovanou za dobu jedné sekundy. Počáteční přechodový proud tekoucí v okamžiku dotyku se do hodnocení nezapočítává.

Tabulka č. 8

Kontaktní proud I – referenční úrovně			
Zaměstnanci		Ostatní osoby	
frekvence f /Hz	proud I /A	frekvence f /Hz	proud I /A
< 2500	0,001	< 2500	0,0005
2500 – 10^5	$4 \cdot 10^{-7} \cdot f$	2500 – 10^5	$2 \cdot 10^{-7} \cdot f$
10^5 – $1,1 \cdot 10^8$	0,04	10^5 – $1,1 \cdot 10^8$	0,02

8. Indukovaný proud

Pro frekvence od 10 MHz do 110 MHz je referenční hodnota pro indukovaný proud tekoucí kteroukoli končetinou v tabulce č. 9:

Tabulka č. 9

Referenční úrovně pro indukovaný proud i *			
Zaměstnanci		Ostatní osoby	
frekvence f /Hz	indukovaný proud i /A	frekvence f /Hz	indukovaný proud i /A
10^7 – $1,1 \cdot 10^8$	0,1	10^7 – $1,1 \cdot 10^8$	0,045

* proud tekoucí kteroukoli končetinou

9. Požadovaná přesnost

9.1 Nepřesnost zjištěných hodnot, způsobená nepřesností výpočtu, přibližností teoretického modelu nebo nepřesností měření použitým přístrojem a podmínkami měření se pro srovnání s nejvyššími přípustnými hodnotami nebo s referenčními úrovněmi započte takto:

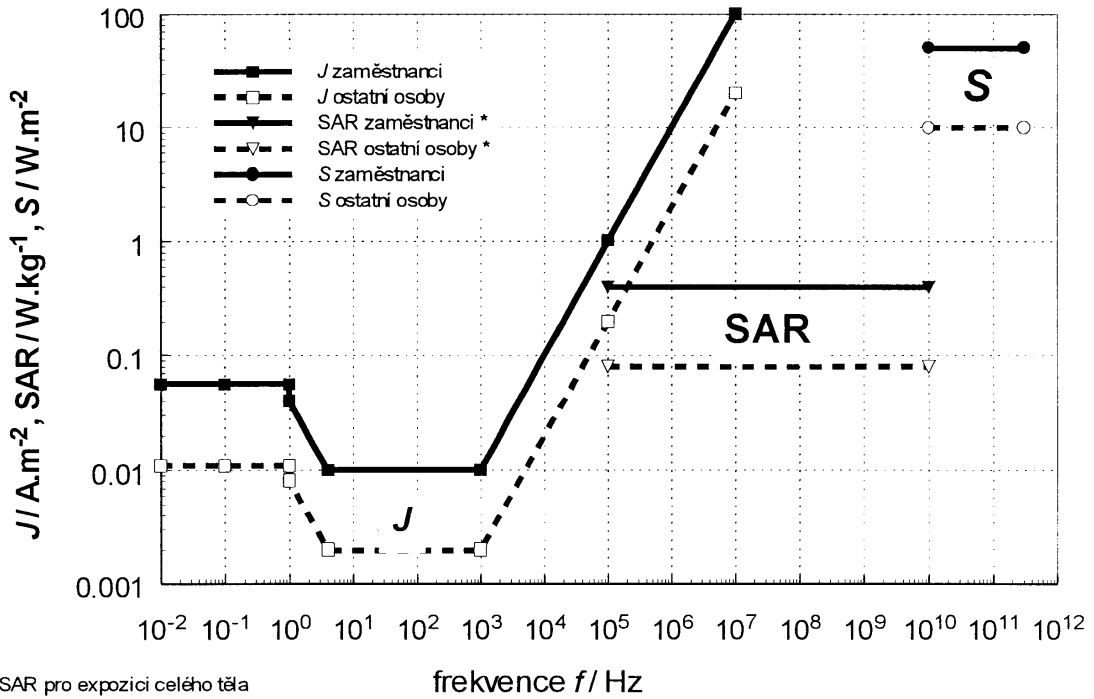
- Je-li střední relativní chyba výpočtu nebo měření příslušné veličiny menší než 1 dB (tj. přibližně 12,5 % u intenzit polí a 25 % u výkonových veličin), pokládá se nejvyšší přípustná hodnota nebo referenční úroveň za dodrženu, je-li vypočtená nebo naměřená hodnota rovna nejvyšší přípustné hodnotě nebo referenční úrovni, nebo je-li nižší.
- Je-li střední relativní chyba zjišťované veličiny větší než 1 dB, pokládá se nejvyšší přípustná hodnota nebo referenční úroveň za splněnou, je-li vypočtená nebo změřená hodnota příslušné veličiny nižší než její nejvyšší přípustná hodnota nebo referenční úroveň aspoň o tolik decibelů, o kolik decibelů přesahuje střední relativní chyba 1 dB. Stejně pravidlo platí, je-li pro zjištění, zda nejsou překročeny nejvyšší přípustné hodnoty nebo referenční úrovně, nutné použít kombinace dvou nebo více zjištěných hodnot podle vztahů uvedených v této příloze a v příloze č. 1.

9.2 Při ověřování nepřekročení nejvyšších přípustných hodnot nebo nepřekročení referenčních úrovní měření musí být používané přístroje kalibrovány aspoň jednou za tři roky a po každé opravě. Při kalibraci měřicí sondy je nutné změřit i úhlovou závislost sondy.

10. I při dodržení stanovených referenčních úrovní nelze vyloučit ovlivnění některých elektronických zařízení implantovaných do těla, například kardiostimulátorů, protéz obsahujících feromagnetické materiály a podobně.

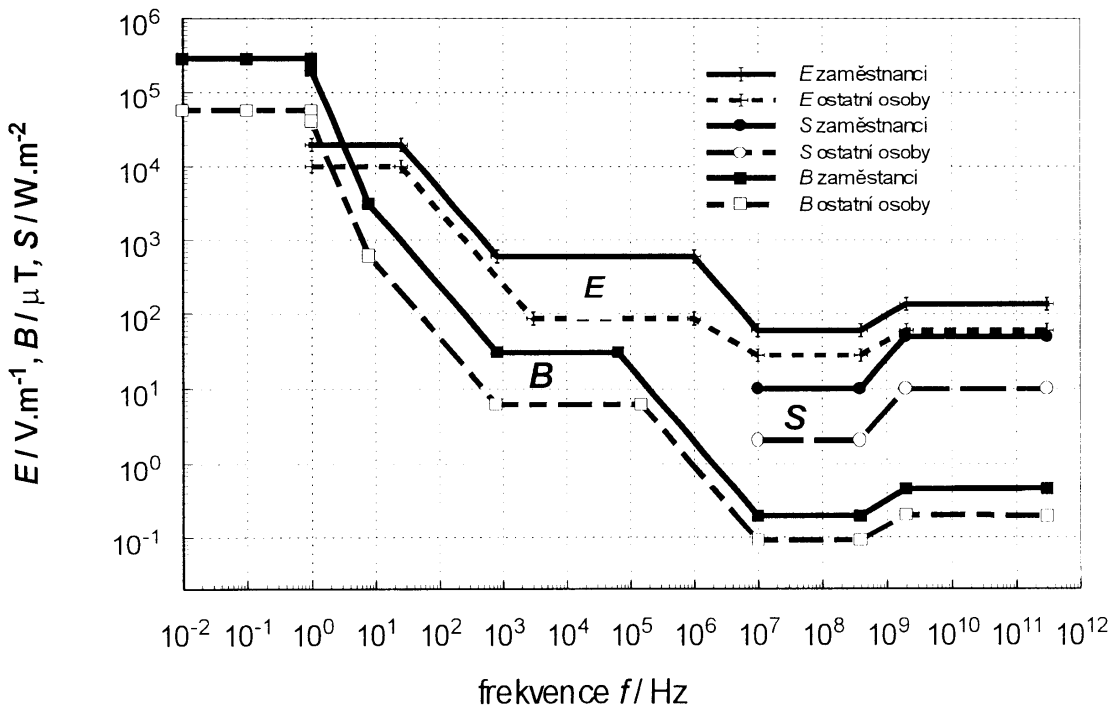
Nejvyšší přípustné hodnoty

Proudová hustota J , měrný absorbovaný výkon SAR, hustota zářivého toku S

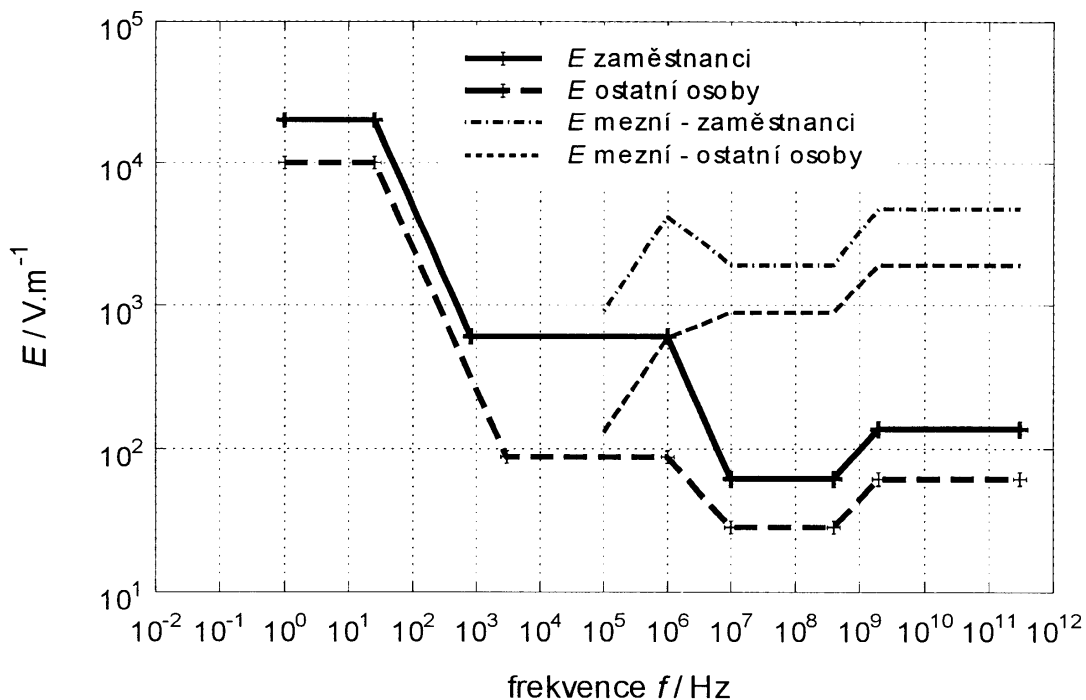


Referenční úrovně

Elektrické pole E , magnetická indukce B , hustota zářivého toku S



Referenční a mezní referenční úrovně pro intenzitu elektrického pole E



Referenční a mezní referenční úrovně pro magnetickou indukci B

