

INFORMACE NRL č. 1/1999

Rada Evropy schválila směrnice ICNIRP pro elektromagnetická pole

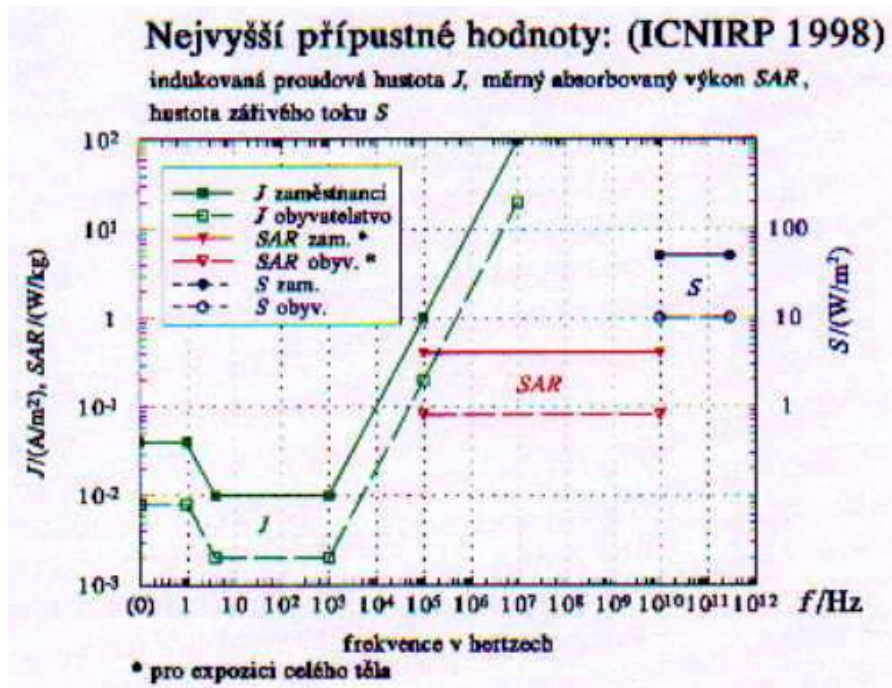
8. června 1999 schválila rada Evropy směrnice pro expoziční limity pro elektromagnetická pole a neionizující záření s frekvencemi od 0 Hz do 300 GHz. Směrnice vypracovala nezávislá mezinárodní komise expertů ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection). Obsah směrnic s podrobným odůvodněním byl pro část týkající se statického magnetického pole publikován v roce 1994 v [1], část obsahující směrnice pro časově proměnná pole a elektromagnetické záření vyšla v roce 1998 [2]. Některé doplňující údaje ke způsobu používání těchto směrnic a odpovědi na dotazy a připomínky jsou uvedeny v [3]. V roce 1999 schválila směrnice vypracované komisí ICNIRP také Světová zdravotnická organizace (WHO).

Směrnice ICNIRP vycházejí – stejně jako doporučení nebo standardy používané již dlouho v USA a ve většině evropských států – z požadavku omezit při expozici člověka elektrickým a magnetickým polím a elektromagnetickému záření hustotu indukovaných proudů v tkáni těla a ohřívání tkáně těla. Z těchto omezení, označovaných jako základní limity (v návrhu nové vyhlášky ministerstva ČR se tyto základní limity označují jako nejvyšší přípustné hodnoty), se odvozují úrovně dobře měřitelných veličin, označované jako referenční úrovně. Dodržení referenčních úrovní elektrického pole, magnetického pole a hustoty zářivého toku (výkonové hustoty přenášené elektromagnetickou vlnou) zaručuje, že budou dodrženy i základní limity. Referenční úrovně jsou pomocné a nemusí být dodrženy, jestliže se prokáže, že přes jejich překročení jsou dodrženy základní limity (nejvyšší přípustné hodnoty).

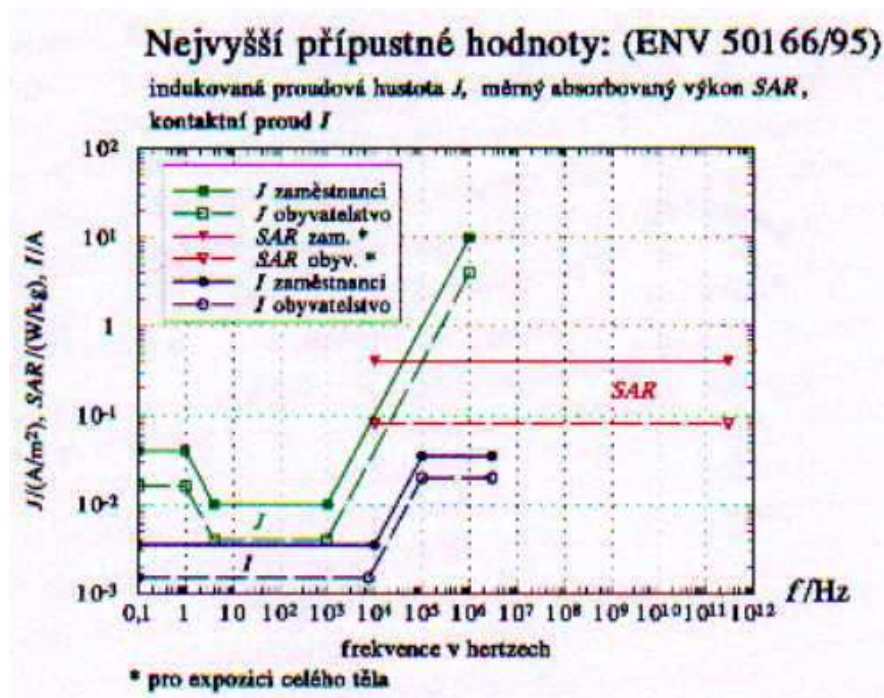
Návrh nové vyhlášky, který v roce 1997 pro ministerstvo zdravotnictví ČR vypracovala Hygienická stanice hlavního města Prahy, vycházel z evropské přednormy ENV 50166/1995 [4,5]. Protože se Rada Evropy nakonec rozhodla pro směrnice vypracované komisí ICNIRP, kterou Světová zdravotnická organizace (WHO) uznává jako kompetentní pro posuzování zdravotního rizika při expozici lidí elektrickým a magnetickým polím a neionizujícímu záření, upraví se návrh naší nové vyhlášky podle směrnic ICNIRP. Rozdíly mezi oběma dokumenty jsou malé. Základní informace o hygienických limitech podle ICNIRP a podle ENV 50166/95 jsou pro srovnání znázorněny v příložených grafech. Největší rozdíl je v referenčních úrovních pro nízkofrekvenční magnetické pole – pro pole s frekvencí energetické sítě zavádí ICNIRP jako referenční hodnotu pro obyvatelstvo magnetickou indukci 100 mikrottesla, zatímco podle evropské přednormy ENV 50166 referenční hodnota pro obyvatelstvo byla pro tuto frekvenci stanovena rovnou 640 mikrottesla.

Na obr. 1 jsou vyznačeny základní limity (nejvyšší přípustné hodnoty pro dozimetrické veličiny, které jsou rozhodující pro posuzování zdravotního rizika) podle směrnice ICNIRP z roku 1998, na obr. 2 jsou základní limity podle evropské přednormy ENV 50166 z roku 1995. Limity podle ICNIRP se týkají tří veličin: indukované proudové hustoty J v tkáni, měrného absorbovaného výkonu (označovaného i v naší literatuře zpravidla zkratkou SAR - Specific Absorption Rate) a – u záření s frekvencí vyšší než 10 GHz – hustoty zářivého toku S . Zavedení hustoty zářivého toku jako základního limitu pro elektromagnetické záření s frekvencí blízkou frekvenci infračerveného záření odlišuje směrnici ICNIRP od evropské přednormy ENV 50166/1995 a od limitů americké ACGIH [6]. Je odůvodněno tím, že elektromagnetické záření s frekvencí vyšší než 10 GHz (tedy s vlnovou délkou kratší než 3 centimetry) již neproniká do hloubky tkáně a výkon absorbovaný v objemu tkáně přestává být dobrou charakteristikou působení záření na biologický objekt. Kontaktní proud, procházející tělem člověka dotýkajícího se předmětu umístěného v elektrickém nebo v časově proměnném magnetickém poli, pokládá ICNIRP za odvozenou veličinu, takže není v grafu na obr. 1 uveden. Limity vyznačené na obr. 1 jsou platné bez výjimek, tedy i při trvalé expozici celého těla. Při dodržení omezujících podmínek stanovených podrobně ve směrnici ICNIRP se tyto

limity zvyšují. Týká se to například měrného absorbovaného výkonu, je-li omezen jen na malou část těla nebo je-li expozice elektromagnetickému záření kratší než 6 minut.



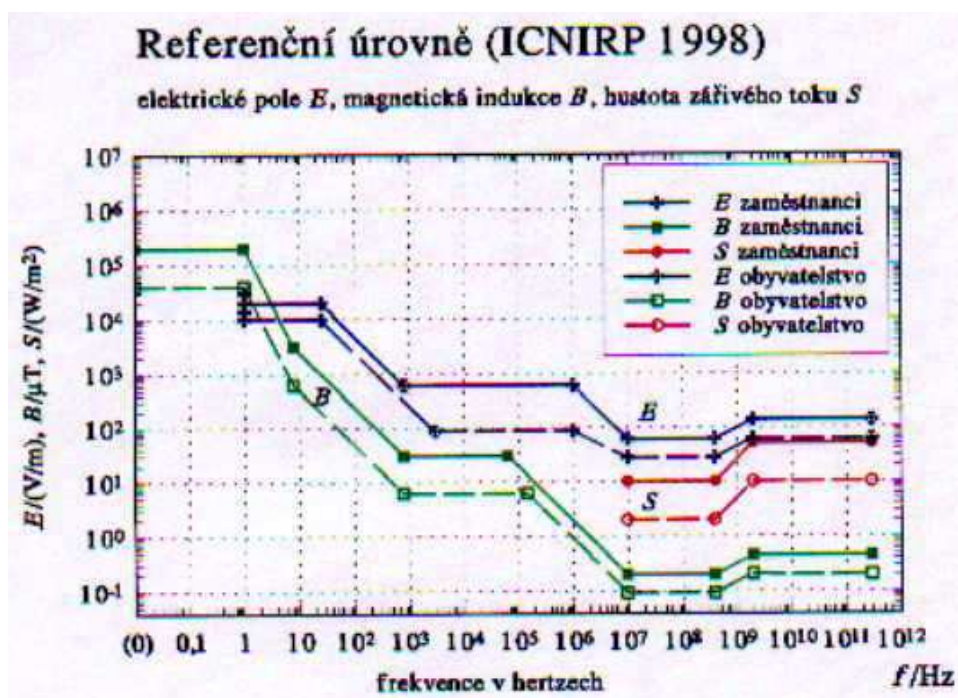
Obr. 1: Základní limity podle směrnice ICNIRP z roku 1998



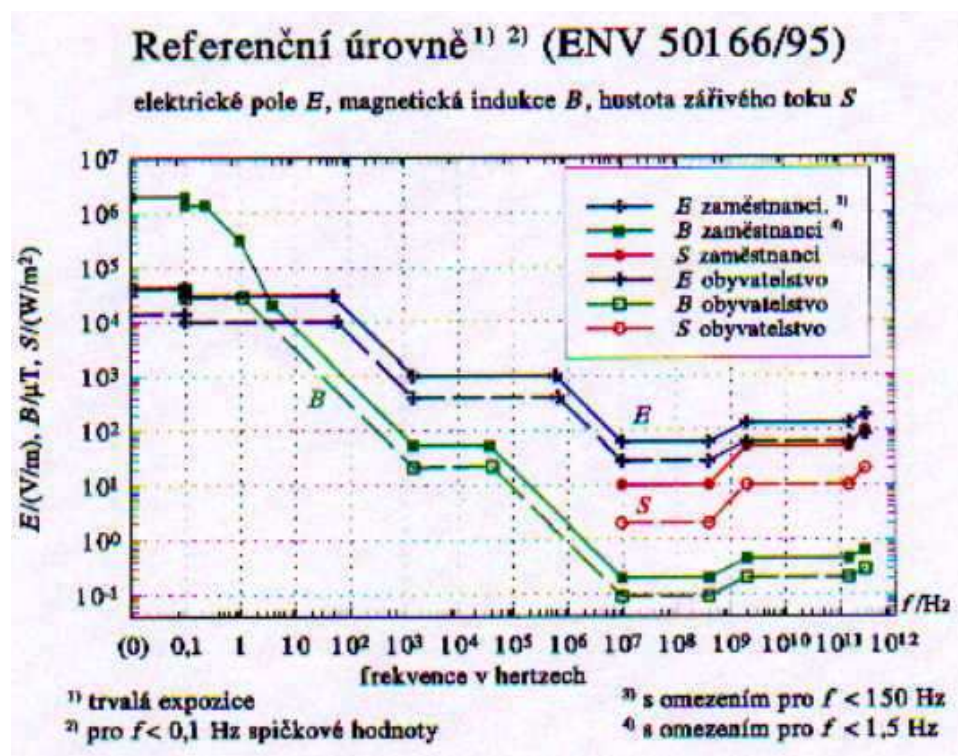
Obr. 2: Základní limity podle evropské přednormy ENV 50166 z roku 1995

Jak je patrné ze srovnání grafů na obr. 1 a 2, ICNIRP položil poněkud větší váhu na indukovaný elektrický proud (jeho vliv ICNIRP uvažuje až do frekvence 10 MHz) a pro nízké frekvence poněkud snížil nejvyšší přípustnou hustotu proudu pro obyvatelstvo.

Na obr. 3 jsou vyznačeny referenční úrovně pro trvalou expozici podle ICNIRP pro magnetické a elektrické pole a pro hustotu zářivého toku (která je u ICNIRP pro frekvence vyšší než 10 GHz současně nejvyšší přípustnou hodnotou).



Obr. 3: Referenční úrovně pro trvalou expozici podle ICNIRP



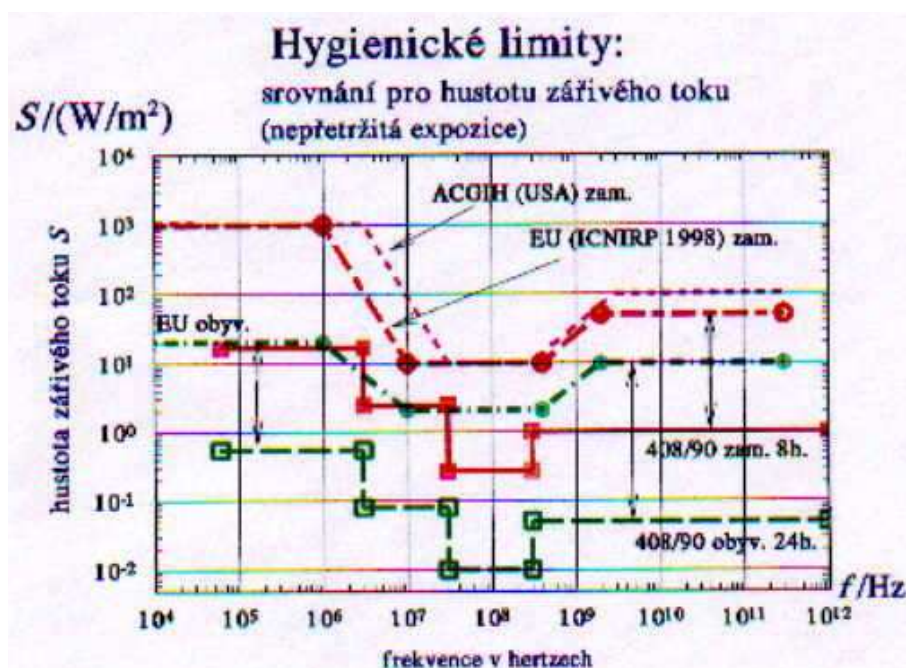
Obr. 4: Referenční úrovně pro trvalou expozici podle evropské přednormy ENV 50166/1995

Obrázek 4 uvádí referenční úrovně pro stejné veličiny podle evropské přednormy ENV 50166/1995. V některých intervalech frekvencí, například u referenčních úrovní pro

nízkofrekvenční magnetické pole, jsou referenční úrovně podle ICNIRP nižší než v evropské přednormě 50166/95. U statického magnetického pole je rozdíl mezi oběma dokumenty jen zdánlivý, protože referenční hodnota magnetické indukce 0,2 tesla podle ICNIRP je stanovena jako časový průměr v pracovní směně s tím, že ještě magnetická indukce 2 tesla je (stejně jako u přednormy ENV 50166/95) na kratší dobu přípustná. V grafu na obr. 4 s referenčními úrovněmi podle ENV 50166 je pro statické a nízkofrekvenční magnetické pole naopak uvedena hodnota, platná jen za určitých omezujících podmínek. Velmi malé rozdíly mezi oběma dokumenty jsou u referenčních hodnot pro vysokofrekvenční pole.

Referenční úrovně na obr. 3 a 4 platí (u úrovní podle ENV 50166 s některými výjimkami pro nejnižší frekvence) pro nepřetržitou (časově neomezenou) expozici. U frekvencí vyšších než zhruba 1 MHz, kde pro hodnocení expozice začíná být rozhodující měrný absorbovaný výkon (SAR) v tkáni, se pro expozici kratší než 6 minut u obou dokumentů referenční úrovně zvyšují, při velmi krátké expozici však nesmí být překročena referenční úroveň označená jako mezní (mezní referenční hodnoty nejsou v grafech vyznačeny; uplatní se u záření tvořeného krátkými impulzy s velmi nízkou opakovací frekvencí). Doba expozice, po které se ustaví dynamická rovnováha mezi přívodem a odvodem tepla a od které se expozice pokládá za dlouhodobou, se u záření s frekvencí vyšší než 10 GHz zkracuje z 6 minut postupně až na 10 sekund pro frekvenci 300 GHz.

Na obr. 5 jsou pro frekvence vyšší než 60 kHz srovnány referenční úrovně pro nepřetržitou expozici podle ICNIRP [2] a podle ACGIH [6]. V grafu jsou také vyznačeny přípustné úrovně pro celodenní expozici pracovníka a pro celodenní expozici obyvatelstva podle vyhlášky ministerstva ČR č. 408/1990 Sb. [7].

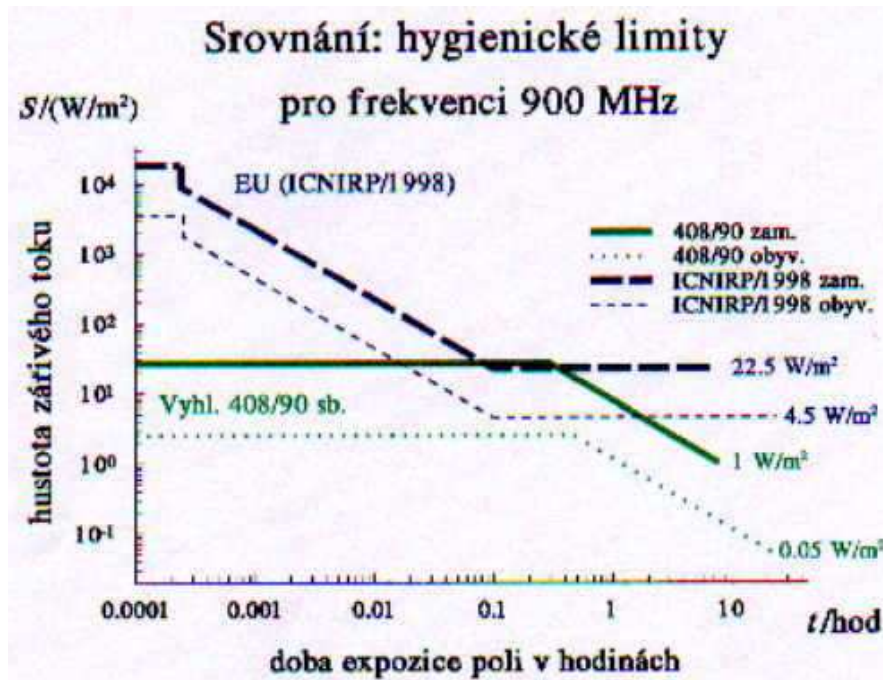


Obr. 5: Srovnání referenčních úrovní podle ICNIRP, ACGIH a podle vyhlášky č. 408/1990 Sb. pro frekvence vyšší než 60 kHz a nepřetržitou expozici

Srovnání je provedeno pro výkonovou veličinu – hustotu zářivého toku elektromagnetické vlny – na kterou je pro celý frekvenční interval přepočtena intenzita elektrického pole; přepočtení platí přesně jen pro postupnou elektromagnetickou vlnu. Závislost těchto úrovní na době expozice je pro frekvenci 900 MHz vyznačena na obr. 6.

Nejzávažnější rozdíl mezi dokumentem ICNIRP (a samozřejmě i ENV 50166 a ACGIH) na straně jedné a vyhláškou 408/90 Sb. na straně druhé je v hodnocení dlouhodobé expozice.

Referenční úrovně se pro vysokofrekvenční pole pro dobu expozice delší než 6 minut podle západních standardů již nesnižují. Podle vyhlášky 408/90 Sb. přípustná intenzita pole a přípustná hustota zářivého toku (počínaje úrovní označovanou v této vyhlášce jako mezní, platnou pro expozici trvající deset až třicet minut) s rostoucí dobou expozice za den nebo za směnu stále klesají. Při celodenní expozici obyvatelstva a při celosměnové expozici zaměstnance dosahuje tak rozdíl mezi ICNIRP a vyhláškou 408/90 Sb. jednoho až dvou řádů.



Obr. 6: Závislost referenčních úrovní pro frekvenci 900 MHz na době expozice

Požadavek snižování přípustných hodnot s růstem doby expozice vysokofrekvenčnímu elektromagnetickému poli byl v komisi ICNIRP při rozhodování o expozičních limitech velmi důkladně vážen a shledán nezdůvodněným. Uvádíme doslovný překlad části oddílu nazvaného “Vypracování směrnic pro expozici” z Prohlášení ICNIRP z března 1999 [3], která se této otázky bezprostředně týká:

“Nedávno vypracovala ICNIRP směrnici pro limity expozice elektromagnetickým polím do frekvencí 300 GHz [2]. Po zhodnocení veškeré vědecké literatury byly jako bezpečně ověřené při přísném posuzování zjištěny krátkodobé, bezprostřední zdravotní následky jako stimulace periferních nervů a svalů, funkční změny v nervovém systému a v jiných tkáních, elektrické rány a popálení způsobené dotykem vodivých předmětů a změny v chování vyvolané zvýšením teploty tkáně. Existují také údaje o dlouhodobé expozici nízkým úrovním, které naznačují, že by mohly existovat i další vlivy na zdraví. Hledisko ICNIRP však je, že při absenci laboratorních studií jsou epidemiologická data nedostatečná k tomu, aby bylo možné podle nich stanovit směrnice pro expozici.”

Způsob hodnocení publikací a zpráv věnovaných této otázce a odůvodnění, proč nebyla při stanovení expozičních limitů uplatněna některá tvrzení o souvislosti rakovinových onemocnění s dlouhodobou expozicí slabým polím, jsou velmi podrobně probrány v [2] a [3]. Podle časového průměru intenzity pole, kterému je pracovník vystaven během směny, se ve směrnících ICNIRP posuzuje expozice pouze u statického magnetického pole a u magnetického pole s velmi nízkou frekvencí. Výzkumné práce na možném vlivu dlouhodobé expozice slabým polím se však pokládají za potřebné a jsou zařazeny do témat na období let 2000-2002 podporovaných WHO. Přehledný článek o publikacích zabývajících se expozicí biologických objektů radiofrekvenčním polím nízkých úrovní od Dr. M. H. Repacholiho

(WHO) vyšel v roce 1998 v časopise *Bioelectromagnetics* [8]. Kromě přehledu a hodnocení publikací o této tematice obsahuje článek i doporučení, na která témata z této problematiky by se měl výzkum zaměřit.

Na rozdíl od vysokofrekvenčních polí a záření je podle ICNIRP (a stejně tak podle ENV 50166/95) *pro nízkofrekvenční pole* rozhodující doba expozice rovná jen 0,1 s. Souvisí to s mechanismem působení indukovaných proudů v tkáni, které nemá zpoždění obdobné postupnému zahřívání tkáně absorpcí vysokofrekvenčního výkonu. Přehledný článek o působení nízkofrekvenčních a statických elektrických a magnetických polí na člověka je v [9]. Na zasedání Poradního sboru WHO pro neionizující elektromagnetické záření a pole, které se konalo 3. a 4. června 1999, se volba poněkud nižších limitů ve směrnici ICNIRP odůvodňovala tím, že v některých frekvenčních intervalech chybějí k přesnému zhodnocení působení elektrických a magnetických polí spolehlivé vědecké poznatky. To se týká především nízkofrekvenčního magnetického pole a dále elektromagnetických polí s frekvencemi, kdy netepelné působení začíná být méně významné než působení tepelné a kdy se pro hodnocení expozice místo indukovaného proudu v těle postupně stává rozhodujícím měrný absorbovaný výkon. V roce 2002 po ukončení plánovaného výzkumu na tématech schválených WHO (mobilní telefony, vysokofrekvenční pole s impulzní modulací, působení impulzních polí, vliv dlouhodobé expozice) se znovu uváží, zda toto snížení má zůstat zachováno [3].

Přesto, že hygienické limity jsou v západoevropských státech řádově vyšší než u nás, obavy některých obyvatel z negativního vlivu vysílačů základnových stanic pro mobilní telefony na zdraví a na “životní prostředí” jsou tam podobné jako u nás. Z diskuse na červnovém zasedání Poradního sboru WHO pro neionizující záření vyplynula naléhavá potřeba najít účinné způsoby osvěty o působení elektromagnetických vln na člověka, a byla zřejmá i obecnost obtíží vyvolávaných poplašnými zprávami o souvislosti mezi vznikem rakovinových a jiných onemocnění a elektrickým a magnetickým polem obklopujícím technická zařízení.

Zásady, podle kterých komise ICNIRP vyhodnocovala publikace a zprávy mající vztah k stanovení expozičních limitů, jsou stručně zopakovány v prohlášení ICNIRP z roku 1999 [3]. Zdůrazňuje se, že vypracování směrnic o expozičních limitech vyžaduje kritické, do hloubky jdoucí vyhodnocení existující vědecké literatury při použití mezinárodně uznávaných kritérií jejich kvality. Experimentální výsledky mohou být pro hodnocení zdravotního rizika akceptovány jen tehdy, obsahují-li úplný popis experimentální techniky a dozimetrie, jsou-li údaje v nich předkládané důkladně analyzovány a je-li možné je pokládat za zcela objektivní. Požaduje se dále vysoká hladina statistické významnosti výsledků, jejich kvantifikovatelnost a přístupnost nezávislému potvrzení, a možnost reprodukovat stejné efekty v nezávislých laboratořích. Je nesporné, že rozhodování o tom, které publikované výsledky se mají brát vážně a které je nutné nebo možné při sestavování limitů odmítnout, vyžaduje hluboké speciální znalosti a současně široký přehled po řadě oborů.

Přes krajní obtížnost takového zhodnocení je rozdíl mezi limity vypracovanými evropskou komisí ICNIRP, evropskou komisí CENELEC (která je autorem evropské přednormy ENV 50166/95) i americkou ACGIH malý. Naproti tomu se naše vyhláška 408/90 Sb. od všech těchto dokumentů liší v expozičních limitech o jeden až dva řády. Jistě to souvisí i s tím, že pochází z doby před třiceti lety. Vyšla sice v roce 1990, prakticky se však neliší od dokumentu o dvacet let staršího – výnosu hlavního hygienika, kterým tehdy byl prof. MUDr. V. Škovránek – z roku 1970 [10]. Omezení expozice, které výnos a pozdější vyhláška stanoví, se týká veličin, které jsou v dokumentech ICNIRP, CENELEC i ACGIH zavedeny jako referenční, tedy odvozené z požadavku omezit expozici základním (dozimetrickým) veličinám. Měrný absorbovaný výkon jako základní veličinu pro hodnocení expozice vysokofrekvenčnímu elektromagnetickému poli vyhláška 408/90 Sb. nezavádí. Přitom právě “dvoustupňový” způsob hodnocení expozice s nepřekročitelnými základními limity a s

odvozenými nezávaznými avšak dobře měřitelnými referenčními úrovněmi umožňuje posuzovat splnění hygienických limitů i u nových technických zařízení a v složitých expozičních situacích. Kritéria expozice podle intenzity polí a výkonové hustoty (hustoty zářivého toku) elektromagnetické vlny jsou pro mnohá současná technická zařízení nedostatečná nebo nevhodná – příkladem jsou mobilní telefony, které při přiložení k uchu mnohonásobně překračují *mezní* výkonovou hustotu stanovenou ve vyhlášce 408/90 Sb. Překračují i odpovídající *referenční* hodnotu stanovenou ve směrnici ICNIRP, avšak lokální měrný absorbovaný výkon zůstává při používaných nízkých vysokofrekvenčních výkonech těchto zařízení pod přípustnou hranicí stanovenou v dokumentech ICNIRP, ENV 50166 i ACGIH.

Literatura

- [1] International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection: Guidelines on limits of exposure to static magnetic fields. Health Physics 66, January 1994, No. 1, str. 100 – 106.
- [2] International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection: Guidelines on limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz). Health Physics 74, April 1998, No. 4, str. 494 – 522
- [3] ICNIRP Statement: Use of the ICNIRP EMF Guidelines. Březen 1999; připraveno k publikaci, zveřejněno zatím na Internetu.
- [4] CENELEC, leden 1995. Předběžná evropská norma ENV 50166-1. Expozice elektromagnetickým polím v pásmu nízkých frekvencí (0 Hz-10 kHz).
- [5] CENELEC, leden 1995. Předběžná evropská norma ENV 50166-2. Expozice elektromagnetickým polím v pásmu vysokých frekvencí (10 kHz - 300 GHz).
- [6] Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents and Biological Exposure Indices. American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH), 1995.
- [7] Vyhláška ministerstva zdravotnictví České republiky ze dne 3. října 1990 č. 408/90 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky elektromagnetického záření. Sbírka zákonů ČSFR, částka 70 z 11.10.1990.
- [8] M. H. Repacholi: Low-Level Exposure to Radiofrequency Electromagnetic Fields: Health Effects nad Research Needs. Bioelectromagnetics 19, str. 1 - 19 (1998).
- [9] Michael H. Repacholi and B. Greenebaum: Interaction of Static and Extremely Low Frequency Electric and Magnetic Fields with Living Systems: Health Effects and Research Needs. Zpráva o zasedání v Bologni 4-6. června 1997. Bioelectromagnetics 1999, v tisku.
- [10] Výnos hlavního hygienika ČSR čj. HE-344.5-3.2.70 o hygienicky únosných hodnotách ozáření elektromagnetickými vlnami. Ministerstvo zdravotnictví ČSR, 22. dubna 1970.

Zpracovali: Luděk Pekárek