

## VYJÁDRĚNÍ SZÚ PRAHA K ZDRAVOTNÍM ASPEKTŮM SVÍCENÍ ÚSPORNÝMI ZÁŘIVKAMI V BYTECH

*Úsporné zářivky jsou elektrické zdroje viditelného světla, které mají, v souladu se závazným usnesením bruselského Evropského parlamentu, v našich bytech postupně (do roku 2013) plně nahradit energeticky podstatně náročnější wolframové žárovky. Jsou vyráběny se stejnými šroubovacími patičkami jako tradiční žárovky. Existuje několik obměn v tvarování svazku jejich skleněných trubic (stočení do šroubovice nebo ohnutí do tvaru písmene U) a jednotlivé typy úsporných zářivek se liší také v celkové délce a šířce. V současnosti lze na trhu vyhledat vhodné typy pro všechna běžná bytová svítidla (lustry, nástěnné, stolní, noční lampy, atd.).*

*Plánovaný přechod od žárovek k úsporným zářivkám vyvolal určité znepokojení veřejnosti, která hledá odpovědi na řadu zdravotnických, fyziologických a ekologických otázek. Témata z oblasti ochrany zdraví lidí, která jsou v současné době frekventovaně diskutována v denících a ostatních médiích, lze rozdělit do 3 samostatných skupin:*

- 1. Zdravotní aspekty UV záření úsporných zářivek*
- 2. Zdravotní aspekty elektromagnetického pole úsporných zářivek*
- 3. Zdravotní aspekty rtuti v úsporných zářivkách*

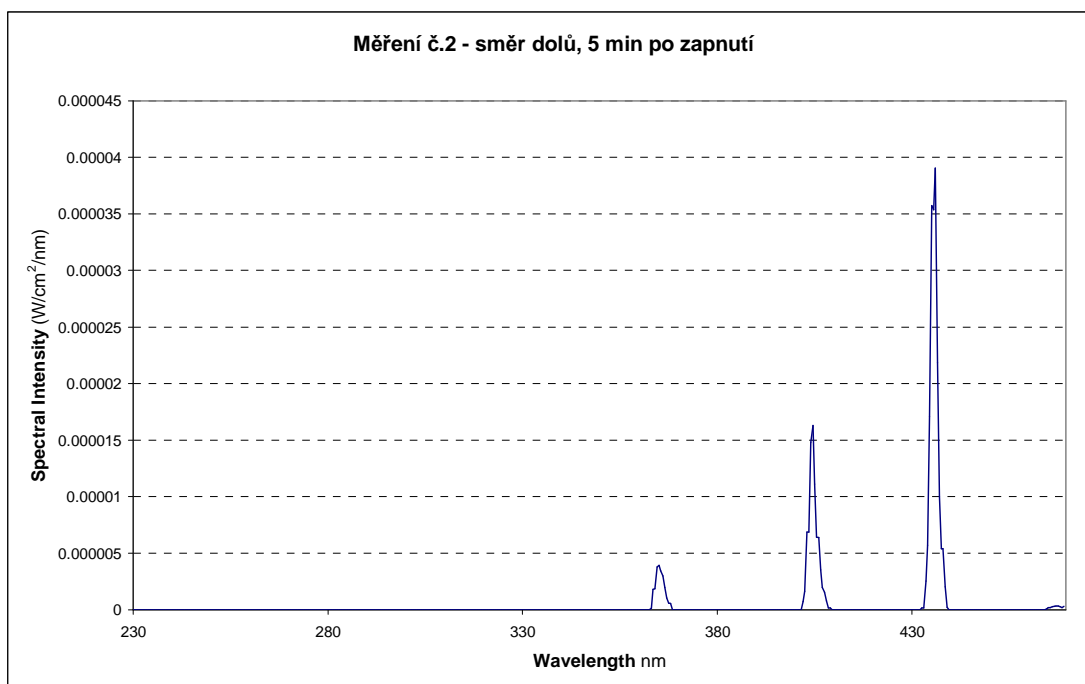
### 1. K zdravotním aspektům UV záření úsporných zářivek

#### a) Technická charakteristika problému

K tvorbě primárního UV záření uvnitř trubic úsporných zářivek je využito unikátních fyzikálně-chemických vlastností jednoatomových molekul rtuti v plynném stavu. Při nízkém celkovém tlaku v trubicích (kolem 1 Pa) vyvolá střídavý elektrický proud v plynu výboj, při kterém se část elektrické energie volných elektronů přeměňuje na kinetickou energii. Při srážkách elektronů pohybujících se ve výbojovém prostoru s atomy rtuti se podíl jejich kinetické energie transformuje na energii záření krátkých vlnových délek (hranice UV do 400 nm). Záření výboje vykazuje, na rozdíl od záření rozžhavených wolframových vláken v žárovkách, čárové spektrum (viz spektrografický záznam měření č. 2).

Míra průniku UV záření stěnami skleněných trubic úsporných zářivek byla orientačně vyšetřena citlivým měřicím přístrojem. Úspornou zářivku kupříkladu o příkonu 11 W zabudovanou ve stolním svítidle, (cloněnou stínidlem) charakterizují údaje uvedené v tabulce.

Měření (orientační)	Intenzita ozáření E [W.m <sup>-2</sup> ]	
	315-400 nm	230-400 nm (efektivní)
Měření č. 2 (cca 0,2 m od zářivky)	0.11	(0.0000121)



**b) Zhodnocení zdravotního rizika**

Nařízením vlády č. 1/2008 Sb. jsou stanoveny nejvyšší přípustné hodnoty (NPH) expozice, vztahené pro určitý čas. NPH jsou definovány pro dvě spektrální oblasti a to pouze pro nekoherentní technologické zdroje:

- v oblasti 315 – 400 nm (UV-A) je limit udáván v absolutních (okamžitých) hodnotách a odpovídá absorpci v oční čočce;
- sumárně pro celý rozsah UV záření (180 – 400 nm) je stanoven spektrální váhový koeficient ( $S_{\lambda}$ ), který odpovídá největšímu biologickému účinku (absorpci v rohovce). Mluvíme o efektivních hodnotách zářivého toku popř. efektivních dávkách ozáření.

NPH expozice v rozsahu UV-A (315 až 400 nm) (riziko pro oko)		NPH expozice v rozsahu UV záření (180 až 400 nm) (riziko pro oko a nechráněnou pokožku)	
Dávka pro dobu expozice 8 hodin $H_{UVA}$ (součin hustoty zářivého toku a času)	$10^4 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	Dávka pro dobu expozice 8 hodin $H_{eff}$ (součin efekt.hustoty zář.toku a času $E_{eff} \cdot t$ )	$30 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$

Limitní expozice pro UV – A je dosažena za více než 25 hodin, limitní efektivní dávka pro celé UV záření je dosažena až za 686 hodin.

Z toho vyplývá, že případné zdravotní riziko z UV záření vně úsporných zářivek, které je diskutováno v mediích, můžeme označit za zanedbatelné.

## 2. K zdravotním aspektům elektromagnetického pole úsporných zářivek

### a) Technická charakteristika problému

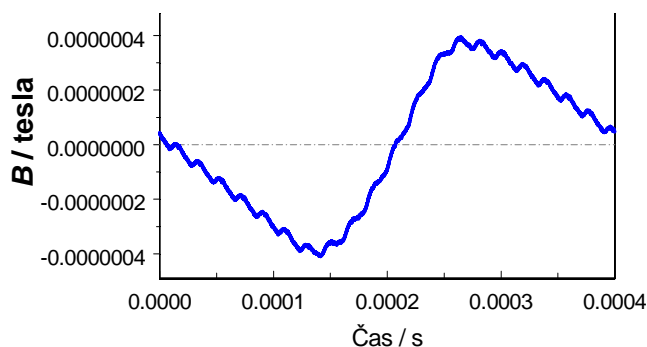
Výboj v úsporných zářivkách vzniká na stejném fyzikálním principu jako výboj v přímých dvoupatricových zářivkách o délce 100 – 140 cm, které jsou běžně využívány ve svítidlech pro prostředí veřejné dopravy, kanceláří, škol a jinde. Na rozdíl od přímé zářivky, která používá proud síťové frekvence (50 Hz), má elektrický proud v úsporné zářivce frekvenci přibližně tisíckrát vyšší. Její typická hodnota je 40 – 50 kHz.

Rovněž pracovní napětí je u úsporné zářivky vyšší než u přímé zářivky, která používá napětí 230 V naší energetické sítě. Úsporná zářivka proto nepotřebuje startér, ani se do jejího přívodu nezařazuje tlumivka. Výboj v úsporné zářivce hoří při vyšší frekvenci klidněji než v přímé zářivce, „neblíká“ a osvětlený rychle se pohybující předmět není vidět přerušovaně.

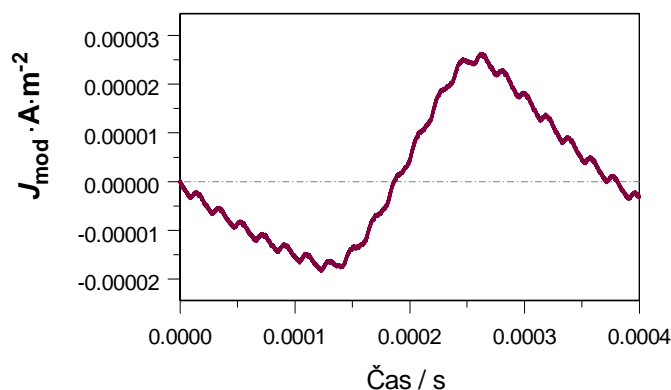
Elektronický obvod, který dodává úsporné zářivce vyšší napětí s vyšší frekvencí, než jaké je v síti, je umístěn v její patici. Jako u každého elektrického zařízení, jsou i u úsporných zářivek proudy v patici a ve výboji zdroji elektrického a magnetického pole, která jsou měřitelná vně zářivky.

Příklad digitálního záznamu časového průběhu intenzity magnetického pole, získaný měřením v bezprostřední blízkosti patice úsporné zářivky s příkonem 14 W, je uveden v grafu na obrázku nahoře. Magnetická indukce ( $B$ ) dosahuje maximální hodnoty  $0,4 \mu\text{T}$ , přičemž frekvence pole je 48 kHz. Graf na obrázku dole je časový průběh modifikované proudové hustoty v těle, který je vypočítán pro teoretickou „nejméně příznivou“ situaci, kdy by se tělo člověka (např. hlava) téměř dotýkala svítící úsporné zářivky. Maximální velikost modifikované proudové hustoty vychází rovná  $0,025 \text{ mA/m}^2$ .

Časový průběh magnetické indukce



Časový průběh modifikované proudové hustoty



## b) Zhodnocení zdravotního rizika

U spotřebičů typu úsporných zářivek, podobně jako například u PC monitorů, je rozhodující pro posouzení možného vlivu na zdraví lidí charakter střídavého magnetického pole. Mechanismus jeho působení na člověka spočívá ve vyvolávání indukovaných elektrických proudů ve vodivé tkáni těla. Tyto proudy jsou zcela neškodné, pokud jsou nižší než proudy, které kolují v těle živého člověka jako projev přirozených fyziologických procesů.

Při určování míry zdravotního rizika z expozice magnetickým polím se vychází z porovnání maximálních hustot indukovaných proudů s mezinárodně uznanými přípustnými hodnotami, pod nimiž se nepříznivý vliv na zdraví člověka považuje za vyloučený. ČR převzala tyto limity v roce 2000 do Nař. vlády č. 480/2000 Sb. Do současné doby limity nedoznaly změn (viz Nař. vlády č. 1/2008 a Metodický návod HH č.j. 29015, Věstník MZ částka 6, str. 15, 2009).

U nízkofrekvenčního magnetického pole, jakým pole úsporné zářivky podle obrázku je, se jako rozhodující pro porovnání s limitem považuje maximální hodnota okamžité hustoty indukovaného proudu v průběhu expozice. Na celkové délce (době) expozice (dávce) při hodnocení nezáleží. Tento princip posuzování vlivu nízkofrekvenčního pole a jím vyvolaného nízkofrekvenčního proudu v těle se opírá o fakt, že působení indukovaných proudů na nervovou soustavu je okamžité a jejich účinek se v těle člověka neakumuluje (jako je tomu třeba u rentgenového záření).

Podle citovaných předpisů je přípustná modifikovaná proudová hustota (tj. vážená fyziologickým koeficientem) pro magnetické pole s časovým průběhem podle obrázku stanovená pro obyvatelstvo  $0,0028 \text{ A/m}^2$ . Je zřejmé, že maximální hodnota byla u úsporné zářivky stokrát nižší. Velmi podobné výsledky jsme získali u několika dalších typů úsporných zářivek.

Považujeme proto za vyloučené, aby expozice člověka magnetickému poli obklopujícímu úspornou zářivku mohla způsobit jakékoli zdravotní potíže.

## **3. K zdravotním aspektům rtuti v zářivkách**

### a) Technická charakteristika problému

Vznik viditelného světla uvnitř úsporných zářivek je založen na světélkování (fluorescenci), ke kterému dochází při dopadu primárního UV záření na některé chemické sloučeniny. Směsmi těchto látek (označovanými jako luminofory), jsou v 1 až 3 vrstvách pokryty vnitřní stěny trubic, které jsou vyrobeny ze speciálního sodno-vápenatého skla.

Podle druhu a velikosti trubic činí celkový vnitřní obsah elementární rtuti v nové úsporné zářivce 3 – 25 mg. Uvnitř trubic nelze „kuličky“ rtuti nalézt ani pod silnou lupou, protože je rozetřena s luminoforovou hmotou a vytváří s ní disperzi. Rtuť tím zcela ztrácí „kovový“ vzhled a disperze si přitom zachovává při hmotnostní koncentraci rtuti 0,1 – 0,4 % téměř bílou barvu. Rtuť neztrácí dispergací schopnost „vypařování“ (maximální tlak par nad kovovou rtuť je při 20 °C nižší než tlak v trubicích a činí pouze 0,169 Pa). V úsporné zářivce se trvale udržují páry rtuti v množství asi 50 µg, což představuje 0,2 – 1,7 % z celkového obsahu. Podíl rtuti v plynné fázi se ke konci životnosti úsporných zářivek (po 6 000 – 16 000 provozních hodinách) snižuje, neboť v podmínkách elektrického výboje se část atomů rtuti ionizuje a chemicky reaguje se složkami luminoforové hmoty, v níž se imobilizuje ve formě sloučenin.

Po mechanické destrukci nové zářivky o příkonu 14 W ve zkušebním boxu bylo měřicím přístrojem zjištěno, že náhlý výron par rtuti vytvoří v bezprostřední blízkosti střepeů koncentrační hladiny, které v přepočtu odpovídají rozpětí 25 000 – 100 000 ng/m<sup>3</sup>. Tyto hladiny se v prostoru nad otevřeným boxem velmi rychle „ředí“ (klesají účinkem difuze, konvekce a sorpce). Protože přísun nových par odparem z disperze (z vnitřních stěn skleněných střepeů) je velmi pomalý, zůstanou po rozptýlení prvotního výronu jen nízké koncentrační hladiny. Druhý den bylo nad otevřeným boxem se střepey naměřeno rozpětí 1000 – 2000 ng/m<sup>3</sup>.

#### b) Zhodnocení zdravotního rizika

Člověk nemůže v okamžiku náhodné destrukce úsporné zářivky náhlý výron rtuťových par vnímat žádným smyslem. Krátkodobé vdechování (inhalační expozice) par rtuti při koncentračních hladinách do 100 000 ng/m<sup>3</sup> nevyvolá u člověka žádnou fyziologickou odezvu, akutní dráždění, ani jiný subjektivně pociťovaný diskomfort. Informace, která byla uvedena v mediích, že dávka par rtuti z rozbité zářivky může po vdechnutí vyvolat zánět průdušek a plic, nemá medicínské opodstatnění.

Pro orientaci uvádíme, že nepříjemná kovová chuť v ústech a dráždění plic a žaludku se objevuje teprve při koncentracích vyšších jak 1 000 000 ng/m<sup>3</sup>. Takové koncentrace nemohou vzniknout za žádných okolností, a to ani při destrukci rozsvícené úsporné zářivky, kdy má sklo jejích trubic teplotu 50 – 70 °C.

Krátkodobé limity (pro 10 – 15 minut) vyhlášené pro prostředí, kde lidé s nechráněnými dýchadly profesionálně pracují s kovovou rtutí, pokrývají ve světě rozpětí 150 000 ng/m<sup>3</sup> (ČR-Nař.vlády č. 361/2007 Sb.) – 800 000 ng/m<sup>3</sup> (SRN). Můžeme proto v souvislosti s mediálně diskutovaným rizikem chronického poškozování zdraví (onemocnění vyššího nervového systému) prohlásit, že ani opakovaná krátkodobá expozice, k níž by teoreticky mohlo dojít například při manipulaci s vyhořelými zářivkami ve sběrných dvorech, nepředstavuje pro člověka zdravotní riziko.

***Používání úsporných zářivek nepředstavuje ohrožení zdraví jejich uživatelů.  
Šíření nekvalifikovaných informací může být příčinou psychického diskomfortu.***

Členové „ad hoc“komise, kteří připravili pro „Vyjádření“ odborné podklady:

MUDr. Ariana Lajčková, CSc., samostatný odborný pracovník Centra odborných činností SZÚ

doc. RNDr. Luděk Pekárek, DrSc., pracovník Národní referenční laboratoře pro neionizující elektromagnetická pole a záření SZÚ (vedoucí Ing. Lukáš Jelínek, Ph.D.)

Ing. Petr Vrbík, Zdravotní Ústav Brno, spolupracovník Národní referenční laboratoře pro neionizující elektromagnetická pole a záření SZÚ

Ing. Michael Waldman, CSc., vedoucí Národní referenční laboratoře pro toxické plyny v ovzduší pracovišť SZÚ

(Vyjádření redakčně zpracoval M. Waldman)

V SZÚ dne 9. listopadu 2009.