

**CERTIFIKÁT NÁRODNÉHO ETALÓNU**

č. 028/02

Slovenský metrologický ústav v súlade s ustanovením § 6 a § 32 ods. 2 písm. d) zákona č. 142/2000 Z. z. o metrológii a o zmene a doplnení niektorých zákonov (ďalej len zákon) na základe posúdenia návrhu č. ——— zo dňa ——— na schválenie národného etalónu potvrdzuje, že všetky podmienky ustanovené v § 1 ods. 1 vyhlášky Úradu pre normalizáciu, metrológiu a skúšobníctvo Slovenskej republiky č. 210/2000 Z. z. o meradlách a metrologickej kontrole v znení neskorších predpisov (ďalej len „vyhláška“) na schválenie etalónu za národný etalón boli splnené.

**Názov etalónu:****ETALÓN ŽIARENIA GAMA****Veličina a hodnota (stupnica hodnôt)  
veličiny reprodukovanej etalónom:**

príkion kermy fotónov vo vzduchu $\dot{K}_a$	$(3 \cdot 10^{-8} \div 50) \text{ Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ ,
príkion priestorového dávkového ekvivalentu $\dot{H}^*(10)$	$(3 \cdot 10^{-8} \div 5) \text{ Sv} \cdot \text{h}^{-1}$ ,
príkion osobného dávkového ekvivalentu $\dot{H}_p(10)$	$(5 \cdot 10^{-7} \div 1) \text{ Sv} \cdot \text{h}^{-1}$ ,
príkion absorbovanej dávky vo vode $\dot{D}_w$	$(2 \cdot 10^{-4} \div 1,4 \cdot 10^{-2}) \text{ Gy} \cdot \text{s}^{-1}$ .

**Názov a sídlo vlastníka etalónu:****Slovenský metrologický ústav  
Bratislava, Karloveská 63****Osoba zodpovedná za etalón:****Ing. Jozef Dobrovodský, CSc.****Dátum schválenia návrhu:****18. 12. 2001**

Základné údaje o etalóne a podmienkach používania a uchovávanía etalónu podľa § 1 ods. 2 vyhlášky sú uvedené v správe o národnom etalóne „Súhrnná správa o etalóne žiarenia gama reprezentujúcom veličiny kerma fotónov vo vzduchu, absorbovaná dávka fotónov vo vode, dávkový ekvivalent fotónov a ich príkony“, SMU Bratislava, január 2000.

Osoba zodpovedná za etalón (vlastník etalónu) má povinnosť oznámiť Slovenskému metrologickému ústavu všetky úpravy, doplnenia a zmeny etalónu, ktoré môžu mať vplyv na jeho technické charakteristiky, metrologické charakteristiky alebo môžu ovplyvniť ustanovené podmienky uchovávanía a používania etalónu.

V Bratislave, 27. 3. 2002

prof. Ing. M~~atej~~ Bílý, DrSc.  
generálny riaditeľ

**Nadväznosť:**1. Primárny etalón kerry fotónov vo vzduchu:

Príkion kerry fotónov vo vzduchu  $\dot{K}_a$  meraný pomocou vzduchovej ionizačnej komory je definovaný vzťahom:

$$\dot{K}_a = \frac{I}{m} \cdot \frac{W}{e} \cdot \frac{1}{1 - \bar{g}} \cdot \left( \frac{\mu_{en}}{\rho} \right)_{a,c} \cdot \bar{s}_{c,a} \cdot \prod_i k_i,$$

kde

$I/m$  je ionizačný prúd na jednotku hmotnosti vzduchu v ionizačnej komore, meraný etalónom,

$m$  hmotnosť vzduchu v ionizačnej komore,

$W$  stredná energia elektrónu s nábojom  $e$  potrebná na vytvorenie páru iónov v suchom vzduchu,

$\bar{g}$  časť energie sekundárnych elektrónov uvoľnenej brzdným žiarením,

$\left( \frac{\mu_{en}}{\rho} \right)_{a,c}$  pomer stredného koeficientu absorpcie energie vo vzduchu a v grafitu,

$\bar{s}_{c,a}$  hodnota pomeru stredných brzdných strát materiálu steny (grafitu) a vzduchu,

$\prod k_i$  súčin korekčných faktorov aplikovaných na etalón.

2. Sekundárny etalón pre stredné a nízke príkony kerry je nadviazaný na primárny etalón kerry fotónov vo vzduchu OMH Budapešť, Maďarsko.

3. Stupnice veličín príkonu priestorového dávkového ekvivalentu, príkonu osobného dávkového ekvivalentu a príkonu absorbovanej dávky vo vode sú odvodené a sú nadviazané na stupnicu príkonu kerry fotónov vo vzduchu.

**Základné metrologické charakteristiky etalónu:**a) *etalón kerry fotónov vo vzduchu – terapeutické príkony*

veličina	označenie	parameter	rozsah	$u_c$ [%]
príkion kerry fotónov vo vzduchu	$\dot{K}_a$	$^{60}\text{Co}$	$(2 \cdot 10^{-4} \div 1,4 \cdot 10^{-2}) \text{ Gy} \cdot \text{s}^{-1}$	0,45

b) *etalón kerry fotónov vo vzduchu - stredné a nízke príkony*

veličina	označenie	parameter	rozsah	$u_c$ [%]
príkion kerry fotónov vo vzduchu	$\dot{K}_a$	$^{137}\text{Cs}$	$(2 \cdot 10^{-4} \div 5) \text{ Gy} \cdot \text{h}^{-1}$	1,0
			$(5 \cdot 10^{-7} \div 2 \cdot 10^{-4}) \text{ Gy} \cdot \text{h}^{-1}$	1,5
			$(3 \cdot 10^{-8} \div 5 \cdot 10^{-7}) \text{ Gy} \cdot \text{h}^{-1}$	3,5
		$^{60}\text{Co}$	$(1 \cdot 10^{-5} \div 5 \cdot 10^{-4}) \text{ Gy} \cdot \text{h}^{-1}$	1,2

c) *etalón priestorového dávkového ekvivalentu*

veličina	označenie	parameter	rozsah	$u_c$ [%]
príkion priestorového dávkového ekvivalentu	$\dot{H}^*(10)$	$^{137}\text{Cs}$	$(2 \cdot 10^{-4} \div 5) \text{ Sv} \cdot \text{h}^{-1}$	1,3
			$(5 \cdot 10^{-7} \div 2 \cdot 10^{-4}) \text{ Sv} \cdot \text{h}^{-1}$	1,8
			$(3 \cdot 10^{-8} \div 5 \cdot 10^{-7}) \text{ Sv} \cdot \text{h}^{-1}$	3,6
		$^{60}\text{Co}$	$(1 \cdot 10^{-5} \div 5 \cdot 10^{-4}) \text{ Sv} \cdot \text{h}^{-1}$	1,5

d) *etalón osobného dávkového ekvivalentu*

veličina	označenie	parameter	rozsah	$u_c$ [%]
príkion osobného dávkového ekvivalentu	$\dot{H}_p^*(10)$	$^{137}\text{Cs}$	$(2 \cdot 10^{-4} \div 1) \text{ Sv} \cdot \text{h}^{-1}$	1,5
			$(5 \cdot 10^{-7} \div 2 \cdot 10^{-4}) \text{ Sv} \cdot \text{h}^{-1}$	2,0
		$^{60}\text{Co}$	$(1 \cdot 10^{-5} \div 5 \cdot 10^{-4}) \text{ Sv} \cdot \text{h}^{-1}$	1,7

## e) etalón absorbovanej dávky fotónov vo vode – terapeutické príkony

veľičina	označenie	parameter	rozsah	$u_c$ [%]
príkon absorbovanej dávky vo vode	$\dot{D}_W$	$^{60}\text{Co}$	$(2 \cdot 10^{-4} \div 1,4 \cdot 10^{-2}) \text{ Gy} \cdot \text{s}^{-1}$	1,2

Poznámka:  $u_c$  [%] je relatívna kombinovaná štandardná neistota.

**Zostava etalónu:**

## 1. Súprava etalónových ionizačných komôr:

Typ	Výrobné číslo	Objem [m <sup>3</sup> ]	$N_{\text{Ka}} (^{137}\text{Cs})$ [Gy·C <sup>-1</sup> ]	$N_{\text{Ka}} (^{60}\text{Co})$ [Gy·C <sup>-1</sup> ]	Výrobca
ND 1005/A	8111	$1 \cdot 10^{-6}$	$2,840 \cdot 10^7 \pm 2,0 \%$	$2,8019 \cdot 10^7 \pm 0,6 \%$	OMH Maďarsko
ND1001	7821	$2 \cdot 10^{-5}$	$1,491 \cdot 10^6 \pm 1,8 \%$	$1,469 \cdot 10^6 \pm 1,8 \%$	OMH Maďarsko
ND1000	8115	$1 \cdot 10^{-3}$	$2,271 \cdot 10^4 \pm 2,0 \%$	$2,268 \cdot 10^4 \pm 2,0 \%$	OMH Maďarsko
ND 1007	8906	$1 \cdot 10^{-2}$	$2,952 \cdot 10^3 \pm 2,0 \%$	$2,930 \cdot 10^3 \pm 2,4 \%$	OMH Maďarsko
LND 5120	71188	$8 \cdot 10^{-3}$	$87,39 \pm 3,0 \%$	—	LND INC., USA
N233 333	946	$6 \cdot 10^{-7}$	—	$4,839 \cdot 10^7 \pm 1,0 \%$	PTW Freiburg, SRN

$N_{\text{Ka}}$  je kalibračný faktor ionizačnej komory platný pre referenčné podmienky pri teplote 20°C a pri atmosferickom tlaku 101,325 kPa. Udávané neistoty kalibračného faktora sú relatívne rozšírené neistoty s koeficientom pokrytia  $k=2$ .

## 2. Etalónové meradlá ionizačného prúdu :

Elektrometer KEITHLEY typ 6517A, v. č. 0664117, výrobca KEITHLEY USA,  
 Elektrometer Victoreen typ: 500, v. č. 933, výrobca Victoreen Inc., USA,

## 3. Pomocné meradlá a zariadenia:

Teplomer – 2 ks typ 04087, v. č. 115, 125, výrobca Sklářny Kavalír, ČSFR,  
 Teplomer - 2 ks typ 10087, v. č. 377, 386, výrobca Sklářny Kavalír, ČSFR,  
 Ortuťový barometer typ B1, v. č. 3598, výrobca VEB Kombinát, NDR,  
 Dutinomer-odpich typ 1500, v. č. 626, výrobca Zeiss, NDR,  
 PMMA fantóm SMU/PF/1 v. č. 94/1, SMU Bratislava.

**B. Referenčné zväzky fotónov**

## 4. Kalibračný gama ožarovač, model IM4 / P, vyr. č. 630/1997, výrobca: TEMA Sinergie S.r.l., Faenza, Taliansko obsahujúci rádionuklidové zdroje fotónov gama:

Pozícia	Rádionuklid	Typ zdroja	Vyr. číslo	Aktivita [Bq]	Referenčný dátum	Výrobca
IM4/2	$^{137}\text{Cs}$	R6060	0935 GP	$8,14 \cdot 10^{13}$	03.06.98	Amersham, USA
IM4/3	$^{137}\text{Cs}$	R6030	0840 GP	$8,90 \cdot 10^{12}$	03.06.98	Amersham, USA
IM4/1	$^{137}\text{Cs}$	VZ-476/3	FV 516	$5,55 \cdot 10^{11}$	15.01.98	Amersham, USA

## 5. Kalibračný gama ožarovač, model IM6 / M, vyr. č. 631/1997, výrobca: Tema Sinergie S.r.l., Faenza, Taliansko obsahujúci rádionuklidové zdroje fotónov gama:

Pozícia	Rádionuklid	Typ zdroja	Vyr. číslo	Aktivita [Bq]	Referenčný dátum	Výrobca
IM6/3	$^{137}\text{Cs}$	V-1726	FU 998	$3,70 \cdot 10^{10}$	17.12.97	Amersham, USA
IM6/5	$^{137}\text{Cs}$	VZ-130/2	FU 997	$1,85 \cdot 10^9$	18.12.97	Amersham, USA
IM6/2	$^{137}\text{Cs}$	VZ-130/2	FU 996	$1,85 \cdot 10^8$	17.12.97	Amersham, USA
IM6/1	$^{137}\text{Cs}$	VZ130/2	FU 995	$1,85 \cdot 10^7$	17.12.97	Amersham, USA
IM6/4	$^{60}\text{Co}$	VZ260/2	FU999	$1,85 \cdot 10^9$	10.12.97	Amersham, USA

6. Kalibračný gama ožarovač Chisobalt B 75, výr.č. 70121180123321  
výrobca: Chirana Modřany, ČSSR  
obsahujúci rádionuklidový zdroj fotónov gama:

Pozícia	Rádio-nuklid	Typ zdroja	Výr. číslo	Aktivita [Bq]	Referenčný dátum	Výrobca
Chisobalt	<sup>60</sup> Co	GIK 9-4	136	$2,75 \cdot 10^{14}$	30.09.97	RIAR Rusko

7. Meracia lavica Cs, typ L-8200, výr.č. 8200Cs, výrobca MTT- Meracia technika –techn. SR,  
8. Meracia lavica Co, typ L-8200, výr.č. 8200Co, výrobca MTT- Meracia technika –techn. SR.

### Prehľad odovzdávania hodnoty príslušnej jednotky (stupnice) na ostatné meradlá:

veličina	parameter	minimálna ÷ maximálna hodnota	rozšírená neistota (k=2)	metóda
1. kerma vo vzduchu	<sup>60</sup> Co	$(2 \cdot 10^{-2} \div 50)$ Gy	1,3 %	A
2. príkon kermy vo vzduchu	<sup>60</sup> Co	$(2 \cdot 10^{-4} \div 1,4 \cdot 10^{-2})$ Gy·s <sup>-1</sup>	1,3 %	A
3. kerma vo vzduchu	<sup>137</sup> Cs	$(1 \cdot 10^{-9} \div 5)$ Gy	$(7,0 \div 2,0)$ %	B
4. príkon kermy vo vzduchu	<sup>137</sup> Cs	$(3 \cdot 10^{-8} \div 5)$ Gy·h <sup>-1</sup>	$(7,0 \div 2,0)$ %	B
5. kerma vo vzduchu	<sup>60</sup> Co	$(3 \cdot 10^{-7} \div 5 \cdot 10^{-4})$ Gy	2,5 %	B
6. príkon kermy vo vzduchu	<sup>60</sup> Co	$(1 \cdot 10^{-5} \div 5 \cdot 10^{-4})$ Gy·h <sup>-1</sup>	2,5 %	B
7. priestorový dávkový ekvivalent	<sup>137</sup> Cs	$(1 \cdot 10^{-9} \div 5)$ Sv	$(7,5 \div 3,0)$ %	B
8. príkon priest. dávkového ekvivalentu	<sup>137</sup> Cs	$(3 \cdot 10^{-8} \div 5)$ Sv·h <sup>-1</sup>	$(7,5 \div 3,0)$ %	B
9. priestorový dávkový ekvivalent	<sup>60</sup> Co	$(1 \cdot 10^{-5} \div 5 \cdot 10^{-4})$ Sv	3,5 %	B
10. príkon priest. dávkového ekvivalentu	<sup>60</sup> Co	$(1 \cdot 10^{-5} \div 5 \cdot 10^{-4})$ Sv·h <sup>-1</sup>	3,5 %	B
11. osobný dávkový ekvivalent	<sup>137</sup> Cs	$(1 \cdot 10^{-8} \div 10)$ Sv	4,0 %	C
12. príkon osob. dávkového ekvivalentu	<sup>137</sup> Cs	$(1 \cdot 10^{-7} \div 1)$ Sv·h <sup>-1</sup>	4,0 %	C
13. osobný dávkový ekvivalent	<sup>60</sup> Co	$(3 \cdot 10^{-7} \div 5 \cdot 10^{-4})$ Sv	4,0 %	C
14. príkon osob. dávkového ekvivalentu	<sup>60</sup> Co	$(1 \cdot 10^{-5} \div 5 \cdot 10^{-4})$ Sv·h <sup>-1</sup>	4,0 %	C
15. absorbovaná dávka vo vode	<sup>60</sup> Co	$(5 \cdot 10^{-1} \div 50)$ Gy	2,3 %	D
16. príkon absorb. dávky vo vode	<sup>60</sup> Co	$(5 \cdot 10^{-3} \div 1,4 \cdot 10^{-2})$ Gy·s <sup>-1</sup>	2,3 %	D

Metódy: A - substitučná metóda,  
B - ožarovanie v kalibrovanom referenčnom fotónovom poli vo vzduchu,  
C - ožarovanie v kalibrovanom referenčnom fotónovom poli na PMMA fantóme,  
D - kalibrácia pomocou prenosovej komory vo vodnom fantóme.

### Prehľad kľúčových porovnávacích meraní:

BIPM.RI(I-K1)

### Miesto uchovávaní a používania etalónu:

**Slovenský metrologický ústav**  
**Karľovská 63**  
**Bratislava**  
**Laboratórium dozimetrie a aktivity rádionuklidov**  
**centra ionizujúceho žiarenia a akustiky**  
**suterén pavilónu "I",**  
**miestnosti č. 043A, č. 043B a č. 043D**

Ing. Jozef Dobrovodský, CSc.  
osoba zodpovedná za etalón

Ing. Robert Spurný, CSc.  
námestník generálneho riaditeľa  
pre výskum

*Tento certifikát môže byť rozmnožovaný len celý a nezmenený.  
Rozmnožovať jeho časti možno len s písomným súhlasom Slovenského metrologického ústavu.*