



CERTIFIKÁT TYPU MERADLA

č. 065/1/441/16 zo dňa 25. júla 2016

Slovenský metrologický ústav v súlade s ustanovením § 30 písm. b) a § 32 ods. 2 písm. e) zákona č. 142/2000 Z. z. o metrológii a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov (ďalej len "zákon") na základe žiadosti číslo 361459 vydáva toto rozhodnutie podľa § 11 (resp. § 37) ods. 1 zákona, ktorým

schvaľuje typ meradla

Názov meradla: Meradlo nízkych aktivít alfa/beta
Typ meradla: **LB770-2, LB770/5-2, LB790**
Žiadateľ: VUJE, a.s., Trnava
IČO: 31 450 474
Výrobca: Berthold Technologies GmbH &Co. KG, Nemecko

a podľa § 10 ods. 1 zákona potvrdzuje, že uvedený typ meradla vyhovuje svojimi technickými charakteristikami, metrologickými charakteristikami a konštrukčným vyhotovením požiadavkám na daný druh určeného meradla ustanovenými podľa položky 8.7 „Meradlá a zostavy na meranie veličín rádioaktívnej premeny a dozimetrických veličín používané na kontrolu dodržiavania limitov v oblasti radiačnej ochrany alebo radiačnej bezpečnosti a na dôkazové meranie v rámci radiačnej monitorovacej siete“ prílohy č.1. a prílohy č. 43 k vyhláske ÚNMS SR č. 210/2000 Z. z. o meradlách a metrologickej kontrole v znení neskorších predpisov.

Základné technické charakteristiky a metrologické charakteristiky meradla a výsledky technických skúšok a zistení o splnení požiadaviek na daný druh meradla sú uvedené v protokole č.032/300/441/16 zo dňa 22.07.2016 vydanom Slovenským metrologickým ústavom.

Uvedenému typu meradla sa prideliť značka schváleného typu:

TSK 441/16 - 065

Dovozca je povinný podľa § 14 ods. 2 zákona umiestniť na meradle značku schváleného typu a podľa § 16 ods. 2 zákona zabezpečiť prvotné overenie meradla pred jeho uvedením na trh.

Platnosť do: 24. júla 2026

Poučenie: Proti tomuto rozhodnutiu možno podať do 15 dní odo dňa jeho doručenia odvolanie na Úrad pre normalizáciu, metrológiu a skúšobníctvo Slovenskej republiky, Štefanovičova 3, P.O.BOX 76, 810 05 Bratislava prostredníctvom Slovenského metrologického ústavu.

Ing. Eva Šimková
zastupujúci generálny riaditeľ

Popis meradla: Meradlo typu LB 770-2 je určené pre meranie nízkych aktivít alfa/beta. Pozostáva z 10 plynových proporcionálnych detektorov (pracovný plyn argón-metán). Detektory sú schopné súčasne a nezávisle merať sumárnu alfa aj beta aktivitu. Nízke pozadie detektorov je dosiahnuté umiestnením detekčných jednotiek v olovenom tienení hmotnosti cca 950 kg. Meradlo umožňuje súčasné meranie desiatich vzoriek priemeru do 60 mm. Vzorky sa pod detektory vkladajú pomocou jedného podávača obsahujúceho 10 misiek, do ktorých sa vkladajú vzorky. Zariadenie má vlastný zdroj vysokého napätia. Súčasťou zostavy je jednotka pre spracovanie údajov typu LB 5330. LB 770-2 a LB 790 sa líšia iba prevedením tienacej komory. Modely LB 770/5-2 a LB 770-2 sa líšia tým, že LB 770/5-2 má 5 podávačov vzoriek s 2 miskami v každom podávači, LB770-2 má jeden podávač na 10 vzoriek.

Názov meradla: Meradlo nízkych aktivít alfa/beta

Typ meradla: LB770-2

Meradlo je vyrábané v nasledovných vyhotoveniach: LB 770-2, LB770/5-2, LB 790

Základné technické charakteristiky:

Napájanie:	cez rozhranie LB 5330 90 – 260 VAC 50/60 Hz
Prevádzková teplota:	(0 až +50)°C
Prevádzková relatívna vlhkosť:	10 % – 80 % (nekondenzujúca)
Hmotnosť tienenia:	950 kg
Držiak vzoriek:	pre vzorky s priemerom do 60 mm
Detektor:	Plynový proporcionálny detektor
Prevádzkový plyn:	ArCH ₄ (90/10), alebo ArCO ₂ (82/18, 90/10)
Okno detektora:	1,5 µm Hostaphan fólia (0,21 mg.cm ⁻²)

Základné metrologické charakteristiky:

Meraná veličina:	CPM – počet impulzov za minútu CPS – počet impulzov za sekundu aktivita známeho rádionuklidu alfa/beta, Bq
Merací rozsah:	0 – 6300 cps (pri odchýlke linearity do 5%)
Typické pozadie:	0,00074(44) s ⁻¹ pre alfa kanál 0,0518(15) s ⁻¹ pre beta kanál
Nuklidová účinnosť:	pre zdroje typu EM 145 resp. 445 do 4π priestoru 24% pre ²⁴¹ Am 36% pre ⁹⁰ Sr+ ⁹⁰ Y 37% pre ¹³⁷ Cs 32% pre ²⁰⁴ Tl
Presluch:	z alfa kanálu do beta kanálu <1,5% z beta kanálu do alfa kanálu <0,01%

Podrobnejšie údaje o metrologických charakteristikách sú uvedené v čl. 2.2 protokolu č. 032/300/441/16.

Overenie meradla:

Overenie sa vykonáva podľa špecifikácií uvedených v čl. 9. protokolu č. 032/300/441/16.

Čas platnosti overenia podľa položky 8.7 prílohy č.1 vyhlášky ÚNMS SR č. 210/2000 Z. z. o meradlách a metrologickej kontrole v znení neskorších predpisov je **2 roky**.

Umiestnenie overovacích značiek:

Overovacia značka sa nalepí na prednú stranu meradla.

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

PROTOKOL O POSÚDENÍ TYPU MERADLA

č.: 032/300/441/16

Názov meradla: Meradlo nízkych aktivít alfa/beta

Typ meradla: LB 770-2

Značka schváleného typu: TSK 441/16-065

Výrobca: Berthold Technologies GmbH & CO. KG
Calmbacher str. 22,
75 323 Bad Wildbad, Nemecko

Žiadateľ: VUJE a.s.
Okružná 5
918 64, Trnava
IČO: 31450474

Evidenčné číslo žiadosti: 361 459

Počet strán: 9

Počet príloh: 0

Miesto a dátum vydania: **Pečiatka:** **Protokol schválil:**

Bratislava, 22.7.2016

Tento protokol môže byť rozmnožovaný len celý a nezmenený.
Rozmnožovať jeho časti možno len so súhlasom Slovenského metrologického ústavu.

1. Všeobecné ustanovenie

Tento protokol je podkladom na vydanie rozhodnutia o schválení typu meradla podľa § 11 (resp. § 37) ods. 1 zákona 142/2000 Z. z. o metrológii a o zmene niektorých zákonov v znení zákona č. 431/2004 Z. z. (ďalej len "zákon o metrológii") na typ meradla:

**Meradlo nízkych aktivít alfa/beta
typ LB 770/5-2, LB 770-2, LB 790**

1.1 Rozsah posudzovania

Meradlo svojím charakterom zodpovedá:

určenému meradlu podľa položky 8.7 prílohy č. 1 vyhlášky ÚNMS SR č. 210/2000 Z. z.: Meradlá a zostavy na meranie veličín rádioaktívnej premeny a dozimetrických veličín používané na kontrolu dodržiavania limitov v oblasti radiačnej ochrany.

Meradlo bolo posudzované z hľadiska požiadaviek na daný druh meradla ustanovených predpisom:

Na tento typ meradla nie sú uvedené podrobnosti o technických požiadavkách a metrologických požiadavkách v prílohe č. 43 k vyhláške č. 9/2001 Z.z., ani v príslušnej technickej norme. Pri posudzovaní sa vychádzalo s príbuzných technických predpisov:

- STN EN 60325:2005 Prístrojová výbava radiačnej ochrany. Prístroje na meranie a monitorovanie zamorenia alfa, beta a alfa/beta (beta energia > 60 keV)
- ISO 7503-1:2016 Measurement of radioactivity - Measurement and evaluation of surface contamination - Part 1: General principles
- ISO 7503-2:2016 Measurement of radioactivity - Measurement and evaluation of surface contamination - Part 2: Test method using wipe-test samples
- ISO 7503-3:2016 Measurement of radioactivity - Measurement and evaluation of surface contamination - Part 3: Apparatus calibration
- ISO 8769:2016 Reference sources -- Calibration of surface contamination monitors -- Alpha-, beta- and photon emitters
- IEC 62089:2001 Nuclear instrumentation - Calibration and usage of alpha/beta gas proportional counters
- STN EN 60761-1:2005 Zariadenia na kontinuálne monitorovanie rádioaktivity v plynných výpustiach. Časť 1: Všeobecné požiadavky
- STN EN 60761-2:2005 Zariadenia na kontinuálne monitorovanie rádioaktivity v plynných výpustiach. Časť 2: Osobitné požiadavky na zariadenia na monitorovanie aerosólov vrátane transuránových aerosólov

1.2 Údaje o technickej dokumentácii použitej pri posudzovaní:

- Užívateľský manuál: LB 790, 10 – kanálový nízkopozad'ový alfa-beta monitor s PC softvérom AMS, ID No.: 42182 BA2, Rev. No.: 08 05.12.2011
- Technický list LB 770/2025/5330/530PC č.: 7-40 12-24928/02
- Vykonávací predpis VUJE: Stanovenie celkovej alfa a beta aktivity č.: VP-042/03

- Declaration of conformity. Prehlásenie o zhode podľa: 89/336/EEC, 73/23/EEC, vydané 03.04.2006.
- Kalibračný protokol č.: 150801, vydané 20.8.2015 Canberra Packard s.r.o.

1.3 Údaje o dokladoch použitých pri posudzovaní:

- Výpis z obchodného registra okresného súdu Trnava k 15.1.2016, číslo: el-1049/2016/T
- Žiadosť o schválenie typu meradla s evidenčným číslom žiadosti 361459

1.4 Údaje o vzorkách určeného meradla:

Vzorka posudzovaného typu meradla je inštalovaná a prevádzkovaná v laboratóriu dozimetrie žiarenia v miestnosti č. 203 spoločnosti VUJE a.s.. Špecifikácia skúšaného meradla:

Typ: LB 770 10-Channel α - β Low-Level Counter

Výrobné číslo: 6175

α / β diskriminátor: LB 2025, výrobné číslo: 6275

Rozhranie: LB 5330, výrobné číslo: 6420

Na meradle boli vykonané skúšky pre posúdenie typu meradla dňa 23.6.2016. Skúšky vykonal pracovník SMU Ing. Andrej Javorník. Vzorku určeného meradla pre SMU nie je potrebné ponechať.

2 Popis meradla:

Technický popis meradla:

Podľa prílohy č. 43 k vyhláške č. 9/2001 Z. z. sa predmetné meradlo zaraďuje do skupiny uvedenej v bode 1 písm. e):

meradlá a zostavy na meranie veličín rádioaktívnej premeny používané na kontrolu dodržiavania limitov v oblasti radiačnej ochrany a na dôkazové meranie v rámci radiačnej monitorovacej siete. Charakteristika meradiel je uvedená v bode 2.5 tejto prílohy: Meradlá uvedené v bode 1 písm. e) sú najmä laboratórne meradlá na meranie aktivity vzoriek zo životného prostredia, technologických procesov, úložísk odpadov, ako aj vzoriek biologického materiálu a meradlá rádioaktívnej kontaminácie pracovného a životného prostredia alebo rádioaktívnej kontaminácie predmetov a materiálov uvádzaných do životného prostredia.

Meradlo typu LB 770-2 je určené pre meranie nízkych aktivít alfa/beta. Pozostáva z 10 plynových proporcionálnych detektorov (pracovný plyn argón-metán). Detektory sú schopné súčasne a nezávisle merať sumárnu alfa aj beta aktivitu. Nízke pozadie detektorov je dosiahnuté umiestnením detekčných jednotiek v olovenom tienení hmotnosti cca 950 kg. Meradlo umožňuje súčasné meranie desiatich vzoriek priemeru do 60 mm. Vzorky sa pod detektory vkladajú pomocou jedného podávača obsahujúceho 10 misiek, do ktorých sa vkladajú vzorky. Zariadenie má vlastný zdroj vysokého napätia.

Súčasťou zostavy je jednotka pre spracovanie údajov typu LB 5330, obslužný softvér

pre riadenie merania AMS (Activity Measurement System) a tlaková fľaša s pracovným plynom (argón-90% - metán-10%).

LB 770-2 a LB 790 sa líšia iba prevedením tienacej komory, hmotnosť tienenia LB 790 je cca 1200 kg. Výhodnocovacia jednotka LB 5330, obslužný softvér AMS a spôsob ovládania sú rovnaké u oboch modeloch. Oba modely preto majú spoločný užívateľský manuál. Modely LB 770/5-2 a LB 770-2 sa líšia tým, že LB 770/5-2 má 5 podávačov vzoriek s 2 miskami v každom podávači, LB770-2 má jeden podávač na 10 vzoriek.

Meradlo je vyrábané v nasledovných vyhotoveniach: LB 770-2, LB770/5-2, LB 790

2.1 Základné technické charakteristiky

Napájanie:	Cez rozhranie LB 5330 90 – 260 VAC 50/60 Hz
Prevádzková teplota:	(0 až +50)°C
Prevádzková relatívna vlhkosť:	10 % – 80 % (nekondenzujúca)
Hmotnosť tienenia:	950 kg
Držiak vzoriek:	pre vzorky s priemerom do 60 mm
Detektor:	Plynový proporcionálny detektor
Prevádzkový plyn:	ArCH ₄ (90/10), alebo ArCO ₂ (82/18, 90/10)
Okno detektora:	1,5 µm Hostaphan fólia (0,21 mg.cm ⁻²)

2.2 Základné metrologické charakteristiky

Meraná veličina:	CPM – počet impulzov za minútu CPS – počet impulzov za sekundu aktivita známeho rádionuklidu alfa/beta, Bq
Merací rozsah:	0 – 6300 cps (pri odchýlke linearity do 5%)
Typické pozadie:	0,00074(44) s ⁻¹ pre alfa kanál 0,0518(15) s ⁻¹ pre beta kanál
Nuklidová účinnosť:	pre zdroje typu EM 145 resp. 445 do 4π priestoru 24% pre ²⁴¹ Am 36% pre ⁹⁰ Sr+ ⁹⁰ Y 37% pre ¹³⁷ Cs 32% pre ²⁰⁴ Tl

Presluch: z alfa kanálu do beta kanálu <1,5%
z beta kanálu do alfa kanálu <0,01%

Minimálna detekovateľná aktivita:
pre interval spoľahlivosti 95% a pre nuklidy ^{241}Am a $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$.

čas merania [min]	MDA [Bq]	
	^{241}Am	$^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$
1	0,23	0,38
5	0,06	0,14
35	0,006	0,05

3. Posúdenie výkresovej a technickej dokumentácie:

Pre posúdenie meradla výkresová dokumentácia nebola potrebná.

4. Podmienky vykonania skúšok technických charakteristík a metrologických charakteristík

Skúšky sa uskutočnili v laboratóriu plošnej aktivity oddelenia ionizujúceho žiarenia. Skúšky boli vykonané za štandardných podmienok podľa bodu 7.2.1.1 predpisu IEC 60325:2002. Pri meraní boli použité plošné etalóny typu EM 145 pre beta žiarenie a EM 445 pre alfa žiarenie. V súlade so špecifikáciou zariadenia výrobcom a účelom použitia meradla boli skúšané nasledovné parametre: opakovateľnosť merania, dlhodobý test merania pozadia, presluch, linearita, účinnosť meradla v závislosti od meraného rádionuklidu a stanovenie referenčnej účinnosti.

Tabuľka č.1 Zoznam etalónov použitých na meranie

Typ	Výr. číslo	Nuklid	Referenčná aktivita A [Bq]	Referenčná neistota u_c [%], $k=1$
EM145X	04082004-654196	^{90}Sr	1295	2,0
EM 145X	141114-1379031	^{137}Cs	513,2	0,90
EM 145X	141114-1379032	^{137}Cs	2865	0,90
EM 145X	141114-1379033	^{137}Cs	5082	0,90
EM 145X	141114-1379034	^{137}Cs	10237	0,90
EM 145X	141114-1379035	^{137}Cs	53282	0,90
EM 145X	141114-1379036	^{137}Cs	109489	0,90
EM145X	070313-1281028	^{204}Tl	6623	0,70
EM 445X	03082004-655076	^{241}Am	2119	1,6

5. Údaje o hodnotených technických charakteristikách a metrologických charakteristikách:

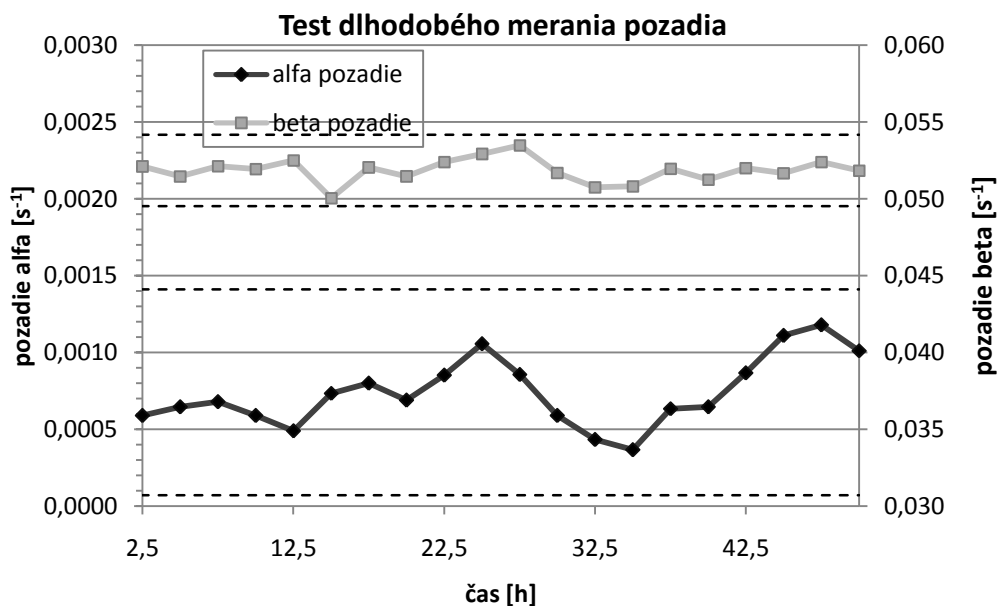
Opakovateľnosť merania

Skúška sa vykonala podľa odporúčania bodu 8.2 predpisu IEC 62089:2001. Jednotlivé opakujúce sa merania boli v rámci štatistickej fluktuácie odozvy meradla vzhľadom na merací čas a použitý referenčný zdroj.

Dlhodobý test merania pozadia

Skúška sa vykonala podľa odporúčania bodu 8.4 predpisu IEC62087:2001. Výsledky skúšky sú zobrazené v grafe č.1. Hodnoty pozadia ležia v intervale 3σ od strednej hodnoty pozadia. Stredná hodnota pozadia pre čas merania 9000 s bola $0,00074(22) \text{ s}^{-1}$ pre alfa žiarenie a $0,05183(77) \text{ s}^{-1}$ pre žiarenie beta. Zistená hodnota pozadia je súlade s deklarovanou hodnotou udávanou výrobcom: $0,0016 \text{ s}^{-1}$ pre alfa resp. $0,016 \text{ s}^{-1}$ pre beta žiarenie.

Graf č.1: Test dlhodobého merania pozadia



Presluch

Skúška presluchu z alfa do beta kanálu sa vykonala použitím referenčného zdroja s nuklidom ^{241}Am a skúška presluchu z beta do alfa kanálu sa vykonala použitím referenčného zdroja s nuklidom $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$. Výsledky skúšky sú zhrnuté v tabuľke č.2.

Tabuľka č. 2: Výsledky skúšky presluchu

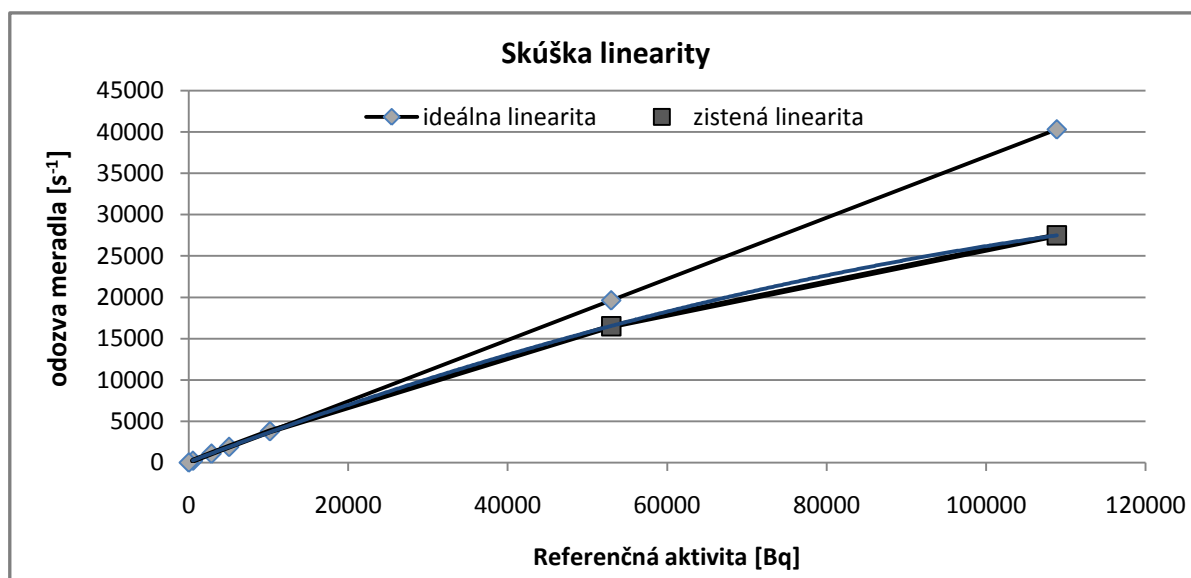
Presluch	Zistená hodnota	Maximálna hodnota podľa IEC 62089:2001
$\alpha \rightarrow \beta$	1,5%	$\leq 10\%$
$\beta \rightarrow \alpha$	$> 0,01\%$	$\leq 3\%$

Zistené hodnoty presluchu vyhovujú odporúčenej hodnote podľa bodu 8.6 predpisu IEC 62089:2001.

Linearita

Skúška linearity bola vykonaná použitím 6 referenčných zdrojov s rádionuklidom ^{137}Cs s aktivitou v rozsahu od 0,51 kBq – 109,6 kBq. Výsledky skúšky sú zhrnuté v grafe č. 2 a tabuľke č. 3.

Graf č.2: Skúška linearity



Tabuľka č. 3: Výsledky skúšky linearity

Referenčná aktivita [Bq]	Odozva meradla [s ⁻¹]	Lineárna odozva [s ⁻¹]	Odchýlka [%]
510	198	208	-5,0
2848	1100	1074	2,5
5053	1910	1890	1,1
10179	3770	3787	-0,45
52978	16500	19628	-16
108864	27500	40314	-32

Maximálny merací rozsah odozvy meradla bol zvolený 6300 cps resp. aktivite ^{137}Cs 16,9 kBq, čo odpovedá odchýlke linearity 5%. Požiadavka na chybu linearity je podľa STN EN 60761:2005 $\pm 10\%$ v celom efektívnom pracovnom rozsahu, čo zodpovedá maximálnej odozve 12300 cps, resp. aktivite 33,1 kBq ^{137}Cs .

Skúška nuklidovej účinnosti meradla a stanovenie referenčnej účinnosti

Skúška sa vykonala meraním odozvy na referenčné žiariče uvedené v tabuľke č. 1. Zistené hodnoty účinností sú uvedené v tabuľke č. 4.

Tabuľka č. 4: zistené nuklidové účinnosti meradla

Rádionuklid	Zistená účinnosť ε [%] \pm rozšírená neistota U	Referenčná účinnosť ε_0 [$s^{-1} \cdot Bq^{-1}$]
^{241}Am	$24,01 \pm 0,80$	0,2401
$^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$	$36,1 \pm 1,5$	0,361
^{137}Cs	$37,23 \pm 0,72$	0,3723
^{204}Tl	$32,08 \pm 0,50$	0,3208

Referenčná účinnosť sa použije pre výpočet aktivity na stanovenie referenčnej odozvy meradla na referenčný žiarič podľa vzťahu:

$$\varepsilon_0 = \frac{n - n_b}{A_0}$$

Kde:

n – je početnosť impulzov meradla na referenčný žiarič

n_b – je početnosť impulzov meradla z pozadia

A_0 – aktivita referenčného žiariča

6. Záver

Z výsledkov skúšok, meraní, zistení a vyhodnotení uvedených v tomto protokole vyplýva, že uvedený typ meradla zodpovedá svojimi technickými charakteristikami, metrologickými charakteristikami a konštrukčným vyhotovením pre účel na ktoré je určené a vyhovuje požiadavkám, ktoré sa definovali z príbuzných predpisov.

7. Čas platnosti rozhodnutia

Čas platnosti rozhodnutia podľa §11 zákona č. 142/2000 Z.z. v znení zákona č. 431/2004 Z.z. je 10 rokov.

8. Údaje na meradle

Meradlo musí byť opatrené štítkom s identifikačnými údajmi: Typ meradla a výrobné číslo a typ a výrobné číslo prídavných zariadení.

9. Overenie

Na overenie sa použijú etalóny typu EM145 pre beta žiarenie a EM445 pre alfa žiarenie s rádionuklidom ^{90}Sr , alebo ^{137}Cs alebo ^{204}Tl pre beta žiarenie a ^{241}Am

pre alfa žiarenie, prípadne iný vhodný rádionuklid, ktorého referenčná účinnosť s príslušnou neistotou je známa. Podmienkou úspešného overenia splnenie nasledujúceho kritéria.

$$|R_{ref} - U_{A_0}| \leq 20\%$$

Kde:

U_{A_0} je rozšírená neistota referenčnej aktivity

R_{ref} je referenčná odozva vypočítaná ako:

$$R_{ref} = \left(\frac{A}{A_0} - 1 \right) \times 100\%$$

Kde:

A_0 – je aktivita referenčného žiariča

A – je zistená aktivita pri overení určená podľa vzťahu:

$$A = \frac{n - n_b}{\varepsilon_0}$$

Kde:

n – je početnosť impulzov meradla na referenčný žiarič

n_b – je početnosť impulzov meradla z pozadia

ε_0 – je referenčná účinnosť z tabuľky č. 4

Čas platnosti overenia podľa položky 8.7 prílohy č.1 vyhlášky ÚNMS SR č. 210/2000 Z. z. o meradlách a metrologickej kontrole v znení neskorších predpisov je 2 roky.

Overovacia značka sa nalepí na prednú stranu meradla.

Posúdenie vykonal: