

CERTIFIKÁT TYPU MERADLA

č. 084/1/441/20 zo dňa 5.11.2020

Slovenský metrologický ústav v súlade s ustanovením § 6 ods. 2 písm. k) zákona č. 157/2018 Z. z. o metrologii a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení zákona č. 198/2020 Z. z. (ďalej len "zákon") na základe žiadosti číslo 361710 vydáva podľa § 21 ods. 1 a § 56 ods. 1 a ods. 2 zákona toto rozhodnutie, ktorým

schvaľuje typ meradla

Názov meradla: Kvapalinový scintilačný analyzátor
Typ: Tri-Carb 4810TR, Tri-Carb 4910TR, Tri-Carb 5110TR
Žiadateľ: CANBERRA-PACKARD, s.r.o., Žilina
IČO: 31 576 303
Výrobca: Perkin Elmer Singapore Pte. Ltd., Singapore 139959

Týmto certifikátom sa podľa § 20 ods. 1 zákona potvrdzuje, že uvedený typ meradla vyhovuje svojimi technickými charakteristikami, metrologickými charakteristikami a konštrukčným vyhotovením požiadavkám na daný druh určeného meradla ustanovenými v prílohe č. 65 "Meradlá aktivity rádionuklidov" k vyhláske ÚNMS SR č. 161/2019 Z. z. o meradlách a metrologickej kontrole (ďalej len vyhláska č. 161/2019 Z. z.).

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. 045/300/441/20 zo dňa 3.11. 2020 vydanom Slovenským metrologickým ústavom.

Uvedenému typu meradla sa prideluje značka schváleného typu:

TSK 441/20 - 084

Dovozca je povinný podľa § 12 ods. 3 zákona umiestniť na meradle značku schváleného typu a podľa § 26 ods. 4 zákona zabezpečiť prvotné overenie meradla pred jeho uvedením na trh.

Platnosť do: 5. novembra 2030

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

Ing. Maroš Kamenský, MBA
generálny riaditeľ

Popis meradla:

Kvapalinový scintilačný spektrometer Tri-Carb model 4810TR, 4910TR a 5110TR je meracie zariadenie určené na meranie aktivity (objemovej aktivity) v kvapalných vzorkách, emitujúcich žiarenie alfa, beta a gama.

.Meradlo je vyrábané v nasledovných vyhotoveniach:

Tri-Carb model 4810TR, 4910TR a 5110TR.

Základné technické charakteristiky:

Použitý detektor	2 × fotonásobič
Pasívne tienenie (materiál)	olovo
Externý štandard	¹³³ Ba
Chladenie	chladiaca jednotka
Doporučená vlhkosť okolia	(30 – 85) % nekondenzujúcej pary
Prevádzková teplota okolia	+15°C až +35°C
Prevádzka	možnosť nepretržitej prevádzky
Napájanie (napätie, prúd, príkon)	100 – 240 V; 0,5 A; 125 W; 50/60 Hz
Rozmery	(47×103×81) cm
Hmotnosť	217 kg (bez chladiacej jednotky)
Softvér	QuantaSmart™ verzia 5.2

Základné metrologické charakteristiky:

MODEL	4810TR	4910TR	5110TR	
Meraná veličina	počet impulzov – CPM/CPS počet premien – DPM/DPS			
Detegované žiarenie	alfa, beta, gama			
Energetický rozsah	0 – 2000 keV			
Predvolený energetický rozsah	³ H (0 – 18,6) keV ¹⁴ C (0 – 156) keV ³² P (5 – 1700) keV ¹²⁵ I (0 – 70) keV			
Parameter zhášania (štandardná používaná metóda)	tSIE (transformed Spectral Index of External standard)			
Detekčná účinnosť pre ³ H	60 %	60 %	60 %	
Detekčná účinnosť pre ¹⁴ C	95 %	95 %	95 %	
Parameter E ² /B (režim Normal)	³ H ¹⁴ C	180 380	180 380	180 380
Parameter E ² /B (režim High Sensitivity)	³ H ¹⁴ C	300 950	300 950	300 950
Parameter E ² /B (režim Ultra Low Level)	³ H ¹⁴ C	– –	– –	500 1400

Overenie meradla:

Meradlo sa overuje podľa postupu uvedenom v protokole č. 045/300/441/20

Čas platnosti overenia meradla je podľa položky 8.11 prílohy č. 1 k vyhláške ÚNMS SR č. 161/2019 Z. z. o meradlách a metrologickej kontrole 2 roky.

Umiestnenie overovacej značky:

Overovacia značka, musí byť umiestnená na ľahko prístupnom a viditeľnom mieste meradla.

Tento certifikát môže byť rozmnožovaný len celý a nezmenený.

Rozmnožovať jeho časti možno len s písomným súhlasom Slovenského metrologického ústavu.

Certifikát je vyhotovený v dvoch rovnopisoch, jeden pre zákazníka a druhý pre Slovenský metrologický ústav.

PROTOKOL O POSÚDENÍ TYPU MERADLA

č.: 045/300/441/20

Názov meradla: Kvapalinový scintilačný analyzátor

Typ meradla: Tri-Carb 4810TR, Tri-Carb 4910TR, Tri-Carb 5110TR

Druh meradla: podľa Prílohy č. 1, položka 8.11 a Prílohy č. 65 bod 1 písm. e)
k vyhláške č. 161/2019 Z. z.

Značka schváleného typu: TSK 441/20-084

Výrobca:
Obchodné meno: Perkin Elmer Singapore Pte. Ltd.
Adresa: 28 Ayer Rajah Crescent, 04-01/08
Singapore 139959

Žiadateľ:
Obchodné meno: CANBERRA-PACKARD, s.r.o.
Adresa: Vojtecha Tvrdeho 13
010 01 Žilina
IČO: 31576303

Číslo úlohy (požiadavky): 361 710
Počet strán: 8
Počet príloh: 0
Dátum vydania: 03.11.2020

Vypracoval:

Skontroloval:

Schválil:

1. Všeobecné ustanovenie

Tento protokol je podkladom na vydanie rozhodnutia o schválení typu meradla podľa § 21 (resp. § 56) ods. 1 zákona č. 157/2018 Z.z. o metrologíi a o zmene niektorých zákonov (ďalej len zákon o metrologíi) na typ meradla:

Kvapalinový scintilačný analyzátor Tri-Carb model 4810TR, 4910TR a 5110TR

1.1 Rozsah posudzovania

Meradlo svojím charakterom zodpovedá druhu určeného meradla podľa položky č. 8.11 „Meradlo a zostava na meranie 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 Druhy určených meradiel a Prílohy č. 65 k vyhláske č. 161/2019 Z. z. Meradlá aktivity rádionuklidov o meradlách a metrologickej kontrole v platnom znení (ďalej len "vyhláska 161/2019 Z. z.").

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

- Príloha č. 1 k vyhláske č. 161/2019 Z. z. Druhy určených meradiel
- Príloha č. 65 k vyhláske č. 161/2019 Z. z. Meradlá aktivity rádionuklidov
- IEC 61304:1994 Nuclear Instrumentation – Liquid-Scintillation Counting Systems – Performance Verification.

1.2 Údaje o technickej dokumentácii použitej pri posudzovaní

- a) Referenčný manuál (Manual Reorder Number 8860101, Rev. A),
- b) Referenčný manuál (Manual Reorder Number 8860100, Rev. A),
- c) Specification Tri-Carb 4810TR,
- d) Specification Tri-Carb 4910TR,
- e) Specification Tri-Carb 5110TR,
- f) Declaration of Conformity. Prehlásenie o zhode elektromagnetickej kompatibility podľa EMC Directive 2014/30/EU a IEC 61010-0:2010.

1.3 Údaje o dokladoch použitých pri posudzovaní

- a) Žiadosť o schválenie typu meradla, evidenčné číslo žiadosti 361 710,
- b) Certifikát ČMI o schválení meradla č. 3558/01/010 vydaný 22.09.2017.

1.4 Údaje o vzorkách určeného meradla

Pre účely tohto typového schválenia bolo použité meradlo Tri-Carb model 5110TR (v. č. SGLO39201401). Skúšky sa uskutočnili na pracovisku LRKO Levice.

2 Popis meradla

Technický popis meradla:

Kvapalinový scintilačný spektrometer Tri-Carb model 4810TR, 4910TR a 5110TR je meracie zariadenie určené na meranie aktivity (objemovej aktivity) v kvapalných vzorkách, emitujúcich žiarenie alfa, beta a gama. Zariadenie konštrukčne pozostáva zo skrine, t. j. samostatného tela zariadenia, zobrazovacej jednotky, klávesnice a voliteľných doplnkov (chladiaca jednotka, tlačiareň, príp. ďalšie komunikačné zariadenie). V skrini je umiestnený systém detektorov, menič vzoriek a riadiaci počítač. Po odkrytí veka je pre používateľa dostupný iba priestor meniča vzoriek. Detekčný systém je umiestnený v neprístupnej časti, vzorky sa premiestňujú výťahom. Meracia komora je odtienená oloveným krytom a obsahuje reflexnú komôrku a dvojicu fotonásobičov. Elektronická vyhodnocovacia časť je spolu s riadiacim počítačom pre používateľa neprístupná. Vzorky na meranie sa umiestňujú do priestoru meniča vzoriek v štandardizovaných kazetách, vzorky obsahujúce meraný materiál a kvapalný scintilátor musia byť umiestnené v štandardizovaných ampuliach (vialkách). Stanovenie aktivity je možné vykonať niekoľkými zabudovanými metodikami, štandardne metódou tSIE (spektrálny index externého štandardu). Zabudovaných je aj niekoľko možností eliminácie parazitických javov.

Meradlo je vyrábané v nasledovných vyhotoveniach:

Tri-Carb model 4810TR, 4910TR a 5110TR so softvérom QuantaSmart™ verzia 5.2. V prípade, že je meradlo dodávané s vyššou verziou ovládacieho softvéru, musí výrobca meradla, resp. dovozca meradla deklarovat', že vykonané zmeny v softvéri nemajú vplyv na metrologické parametre meradla.



2.1 Základné technické charakteristiky

Tabuľka 1 Základné technické parametre

Použitý detektor	2 × fotonásobič
Pasívne tienenie (materiál)	olovo
Externý štandard	¹³³ Ba
Chladienie	chladiaca jednotka
Doporučená vlhkosť okolia	(30 – 85) % nekondenzujúcej pary
Prevádzková teplota okolia	+15°C až +35°C
Prevádzka	možnosť nepretržitej prevádzky
Napájanie (napätie, prúd, príkon)	100 – 240 V; 0,5 A; 125 W; 50/60 Hz
Rozmery	(47×103×81) cm
Hmotnosť	217 kg (bez chladiacej jednotky)

Tabuľka 2 Systémová konfigurácia

MODEL	4810TR	4910TR	5110TR
Externý počítač	Š	Š	Š
QuantaSmart™ softvér pre operačný systém Windows® 8	Š	Š	Š
Spectraworks softvér	V	V	V
Funkcia Enhanced IPA (Instrument Performance Assessment)	N	V	Š
Kontrola teploty	V	V	V
TR-LSC systém	Š	Š	Š
Režim HSCM (High Sensitivity Count Mode)	V	V	Š
Režim ULLCM (Ultra Low Level Count Mode)	N	V	V
Indikátor stavu prístroja	Š	Š	Š
Zobrazenie spektier počas merania	Š	Š	Š
Funkcia zabezpečenia dát (Enhanced Security)	N	V	V
2D čítačka čiarového kódu	V	V	V
Funkcia zobrazenia výsledkov a parametrov merania	Š	Š	Š
Funkcia Direct DPM	Š	Š	Š
Funkcia Single/dual color-corrected DPM	V	Š	Š
Funkcia Triple Label DPM	V	V	Š
Varisette systém	V	Š	Š
Funkcia Enhanced Replay (opakované vyhodnotenie vzorky)	V	Š	Š
Funkcia Group PrioStat (prioritné meranie vzoriek)	Š	Š	Š
Korekcia luminiscencie	V	V	Š
Funkcia SamplePrioStat (prioritné meranie vzorky)	N	V	Š
Alfa/beta diskriminácia	N	V	V
Štandardný počet užívateľsky nastaviteľných meracích protokolov	15	30	60
	60	60	
	V	V	

Poznámka: Š – štandard, V – voliteľné, N – nedostupné

2.2 Základné metrologické charakteristiky

Tabuľka 3 Základné metrologické charakteristiky

MODEL		4810TR	4910TR	5110TR
Meraná veličina		počet impulzov – CPM/CPS počet premien – DPM/DPS		
Detegované žiarenie		alfa, beta, gama		
Energetický rozsah		0 – 2000 keV		
Predvolený energetický rozsah		³ H (0 – 18,6) keV ¹⁴ C (0 – 156) keV ³² P (5 – 1700) keV ¹²⁵ I (0 – 70) keV		
Parameter zhášania (štandardná používaná metóda)		tSIE (transformed Spectral Index of External standard)		
Detekčná účinnosť pre ³ H		60 %	60 %	60 %
Detekčná účinnosť pre ¹⁴ C		95 %	95 %	95 %
Parameter E ² /B (režim Normal)	³ H	180	180	180
	¹⁴ C	380	380	380
Parameter E ² /B (režim High Sensitivity)	³ H	300	300	300
	¹⁴ C	950	950	950
Parameter E ² /B (režim Ultra Low Level)	³ H	–	–	500
	¹⁴ C	–	–	1400

Poznámka: CPM/CPS – počet impulzov za minútu/sekundu; DPM/DPS – počet premien za minútu/sekundu; E²/B – parameter „figure of merit“, kde E² je štvorec účinnosti a B je počet impulzov pozadia v jednotkách s⁻¹.

3. Posúdenie výkresovej a technickej dokumentácie

Predložená technická dokumentácia je dostačujúca pre vydanie rozhodnutia o schválení typu v Slovenskej republike. Výkresová dokumentácia nebola potrebná.

4. Podmienky vykonania skúšok technických charakteristík a metrologických charakteristík

Skúšky boli vykonané v súlade s technickým predpisom IEC 61304:1994 Nuclear Instrumentation – Liquid-Scintillation Counting Systems – Performance Verification. Hlavnými sledovanými parametrami boli presnosť prístroja (kontrola referenčnej odozvy), linearita odozvy, krátkodobá stabilita, reprodukovateľnosť a dlhodobá stabilita ako je uvedené v odseku 10 tohto protokolu.

Skúšky sa uskutočnili na pracovisku LRKO Levice.

Použitý etalón boli naviazané na národný etalón Českej republiky.

5. Údaje o hodnotených technických charakteristikách a metrologických charakteristikách

Presnosť prístroja (kontrola referenčnej odozvy)

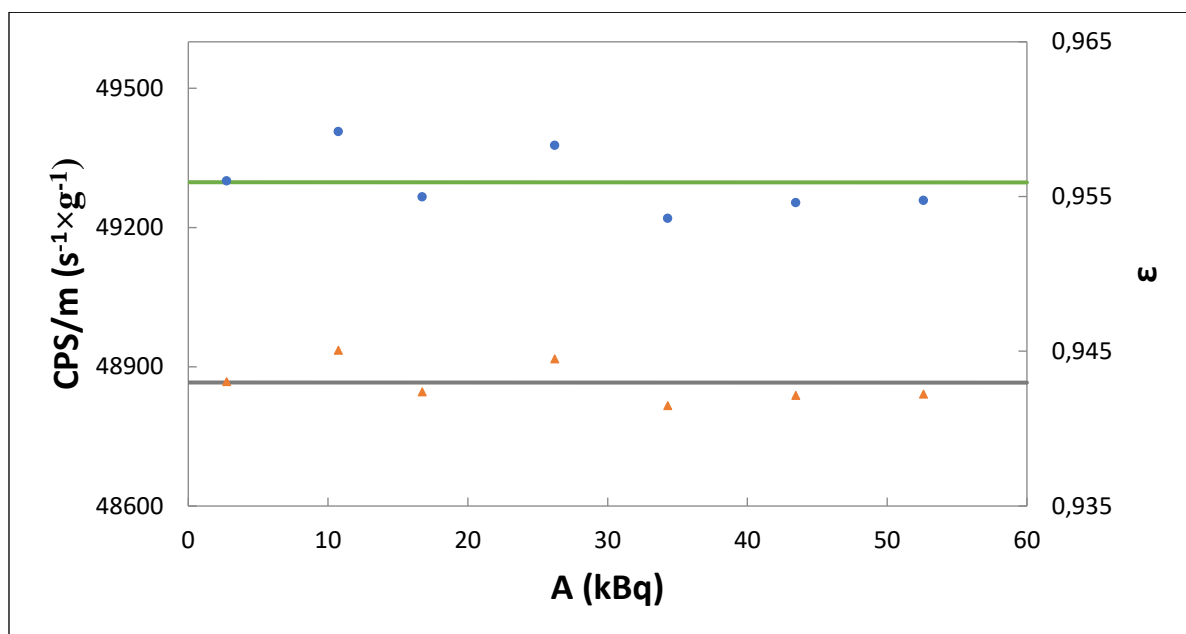
Na stanovenie detekčnej účinnosti ^3H bola použitá nezhášavá vzorka ^3H v scintilačnom kokteile UltimaGold™. Vzorka bola meraná 3-krát po dobu 300 s.

Tabuľka 4 Porovnanie zistenej a deklarovanej detekčnej účinnosti

Nuklid	Scintilačný koktail	Zistená detekčná účinnosť (%)	Deklarovaná detekčná účinnosť (%)
^3H	UltimaGold	62,95	60

Linearita odozvy

Na skúšku linearity odozvy bola použitá sada etalónových roztokov ^{35}S v rozsahu aktivít 2,7 – 53,6 kBq. Všetky namerané hodnoty sa nachádzajú v intervale $\pm 10\%$ voči strednej hodnote.



Obrázok 1 Grafická závislosť nameranej početnosti impulzov (modré krúžky) od referenčnej hodnoty aktivity, resp. stanovenej účinnosti (oranžové trojuholníky) od referenčnej aktivity.

Krátkodobá stabilita

Skúška krátkodobej stability bola vykonaná meraním nezhášavej vzorky ^3H . Vzorka bola meraná 10-krát po dobu 300 s. Vypočítaná hodnota variačného koeficientu je 0,091 %, z čoho vyplýva, že kritérium krátkodobej stability bolo splnené.

Reprodukovateľnosť

Kontrola reprodukovateľnosti bola uskutočnená meraním nezhášavej vzorky ^3H . Vzorka bola meraná 20-krát po dobu 60 s, pričom medzi jednotlivými meraniami bola vzorka vybratá a opätovne vložená do meracej cely.

Štatistické spracovanie výsledkov:

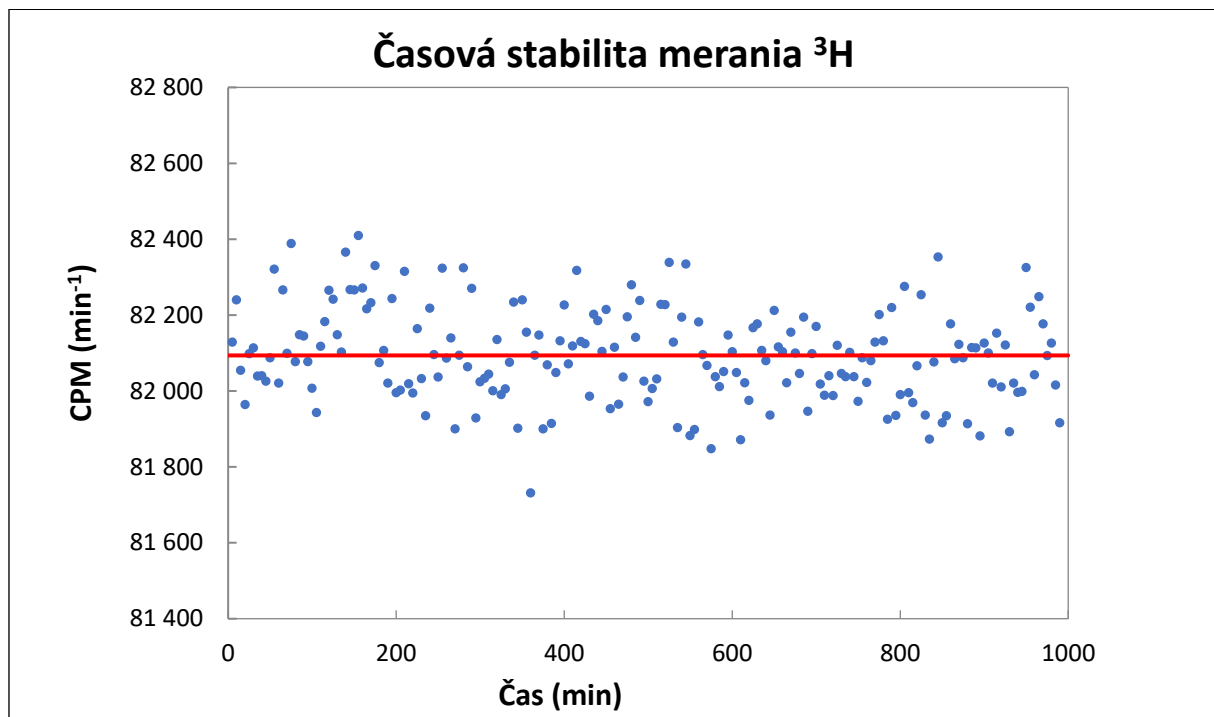
RSD pre Poissonove rozdelenie 0,18%

RSD pozorovaná 0,22%
Chí-kvadrát 27,83

Chí-kvadrát test bol použitý na posúdenie, či systém pracuje v prípustných medziach. Vypočítaná hodnota $\chi^2 = 27,83$ sa nachádza v intervale 31,40 až 10,85 pre $n = 20$ (Príloha A normy).

Dlhodobá stabilita

Na skúšku dlhodobej stability bola použitá vzorka ^3H , ktorá bola meraná 198-krát po dobu 300 s. Všetky namerané hodnoty sa nachádzajú v intervale $\pm 10\%$ voči strednej hodnote. Vypočítaná hodnota variačného koeficientu je 0,15 %.



Obrázok 2 Nameraná početnosť impulzov.

6. Zistené nedostatky

Pri posudzovaní neboli zistené žiadne nedostatky.

7. Záver

Testy preukázali splnenie požiadaviek na daný druh meradla podľa technického predpisu IEC 61304:1994 Nuclear Instrumentation – Liquid-Scintillation Counting Systems – Performance Verification.

Z výsledkov posudzovania vyplýva, že uvedený typ meradla vyhovuje svojimi technickými charakteristikami, metrologickými charakteristikami a konštrukčným vyhotovením v rozsahu určeného použitia požiadavkám na daný druh meradla ustanovenými vyhláškou č. 161/2019 Z. z., Príloha č. 65 vyhlášky č. 161/2019 Z. z. Meradlá aktivity rádionuklidov.

8. Čas platnosti rozhodnutia

Podľa § 21 ods. 6 zákona o metrológii je **doba platnosti rozhodnutia 10 rokov**.

9. Údaje na meradle

Na meradle musí byť umiestnený štítok obsahujúci názov výrobcu, typové označenie a výrobné číslo.

10. Overenie

Následné overenie sa vykoná kontrolou presnosti prístroja, t.j. kontrolou referenčnej odozvy, použitím etalónových roztokov rádionuklidov. Výsledkom overenia je vypočítaná odchýlka δ stanovenej aktivity a_M od referenčnej, konvenčne pravej, hodnoty a_R a jej rozšírená neistota U . **Overenie sa považuje za úspešné, t. j. výsledok skúšky vyhovel, ak absolútna hodnota odchýlky stanovenej aktivity od referenčnej hodnoty nie je vyššia ako 10 % navýšených o neistotu referenčnej hodnoty U pre koeficient rozšírenia $k = 2$.**

$$\delta = \frac{a_M - a_R}{a_R} \times 100 (\%),$$

$$|\delta| \leq 10 + U (\%) \text{ pre } k = 2.$$

Pri overení sa ďalej kontroluje linearita odozvy, opakovateľnosť (krátkodobá stabilita), reprodukovateľnosť a dlhodobá stabilita.

Skúška linearít odozvy meradla sa vykoná súborom etalónových zdrojov aktivity jedného rádionuklidu rovnakej geometrie, ktorá pokrýva rozsah početnosti impulzov, v ktorom sa meradlo bežne používa. Odchýlky nameraných a referenčných hodnôt v rozsahu meraných početností impulzov nesmú prekročiť 10 %.

Pri skúške opakovateľnosti meraní (skúške krátkodobej stability) je stanovená aktivita vzorky obsahujúcej referenčný žiarič. Meranie sa uskutočňuje opakovane najmenej 10 krát v rovnakom geometrickom usporiadaní, pričom variačný koeficient V nesmie prekročiť 5 %.

$$V = \frac{s}{\bar{x}} = \frac{1}{\bar{x}} \times \sqrt{\frac{1}{n-1} \times \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2},$$

kde s smerodajná odchýlka, \bar{x} aritmetický priemer súboru n meraní x_i .

Na kontrolu reprodukovateľnosti systému sa použije vzorka nezchášavého štandardu ^3H . Meranie sa vykoná najmenej 10-krát po dobu minimálne 300 s, pričom po každom meraní je vzorka vždy vybratá a opätovne vložená do meracej cely. Vyhodnotenie reprodukovateľnosti meracieho systému sa vykonáva porovnaním pozorovanej relatívnej smerodajnej odchýlky a relatívnej smerodajnej odchýlky, ktorá je charakterizovaná Poissonovým rozdelením. Na posúdenie, či systém pracuje v prípustných intervaloch sa použije chí-kvadrát test, pričom vypočítaná hodnota χ^2 musí padnúť do intervalu odpovedajúcich pravdepodobností 0,05, resp. 0,95.

Čas platnosti overenia meradla podľa položky 8.11 „Meradlo a zostava na meranie veličín rádioaktívnej premeny používané na kontrolu dodržiavania limitov v oblasti radiačnej bezpečnosti a na dôkazové meranie v rámci radiačnej monitorovacej siete“ prílohy č. 1 k vyhláške č. 161/2019 Z. z. je **2 roky**.

Overovacia značka musí byť umiestnená na ľahko prístupnom a viditeľnom mieste meradla.
