



CERTIFIKÁT TYPU MERADLA

č. 048/441/12 zo dňa 15. marca 2012

Slovenský metrologický ústav v súlade s ustanovením § 30 písm. b) a § 32 ods. 2 písm. e) zákona č. 142/2000 Z. z. o metrologii a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov (ďalej len "zákon") na základe žiadosti číslo 361188 vydáva toto rozhodnutie podľa § 11 ods. 1 zákona, ktorým

schvaľuje typ meradla

Názov meradla: Nízkopozad'ové viacdetektorové meradlo alfa/beta aktivity
Typ meradla: MINI 20
Žiadateľ: CANBERRA - PACKARD, s. r. o., Žilina
IČO: 31 576 303
Výrobca: Canberra, Francúzsko

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 v prílohe č. 43 "Meradlá aktivity rádionuklidov" 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. 032/250/44/12 zo dňa 05. 03. 2012 vydanom Slovenským metrologickým ústavom.

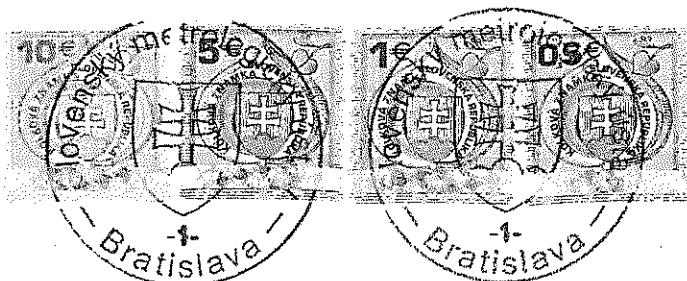
Uvedenému typu meradla sa prideluje značka schváleného typu:

TSK 441/12 - 048

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: 14. marca 2022

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.



doc. Ing. Martin Halaj, PhD.
generálny riaditeľ

Popis meradla:

Merací systém MINI 20 je určený na rýchle vysokocitlivé merania alfa a beta rádioaktivity rôznych typov vzoriek.

MINI 20 môže merať aktivitu s použitím štyroch meracích režimov voliteľných užívateľom:

- Selektívne meranie iba α aktivity
- Globálne meranie β (a α) aktivity
- Súčasné meranie α a β aktivity
- Postupné meranie α a potom β aktivity

Základné metrologické charakteristiky:

Maximálna relatívna chyba merania: $\pm 15 \%$ (pri nameraní minimálne 400 impulzov)

Základné technické charakteristiky a metrologické charakteristiky meradla sú uvedené v protokole č. 032/250/44/12, bod 2.

Overenie meradla:

Meradlo sa overuje podľa pokynov uvedených v protokole 032/250/44/12, bod 9.

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

Umiestnenie overovacích a zabezpečovacích 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.: 032/250/44/12

Názov meradla: Nízkopozad'ové viacdetektorové meradlo alfa/beta aktivity

Typ meradla: MINI 20

Značka schváleného typu: TSK 441/12-048

Výrobca: Canberra, France

Žiadateľ: Canberra - Packard, s.r.o.
Vojtecha Tvrdeho 790/13
010 01 Žilina

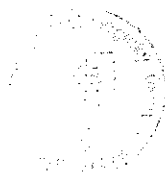
Evidenčné číslo žiadosti: 361 188

Počet strán: 9

Počet príloh: 0

Dátum vydania:
05.03.2012

Pečiatka:



Protokol schválil:
Ing. Norman Durný.
riaditeľ centra ionizujúceho žiarenia

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:

Nízkopozad'ové viacdetektorové meradlo alfa/beta aktivity, typ MINI 20

1.1 Rozsah posudzovania

Meradlo svojim 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:

STN 35 6551: 1990 Prístroje jadrovej techniky. Všeobecné technické požiadavky a metódy skúšania.

STN 35 6551: 1986 Prístroje jadrovej techniky. Plynové ionizačné detektory.

IEC 62089: Nuclear instrumentation – Calibration and usage of alpha/beta gas proportional counters.

príloha č. 43 "Meradlá rádioaktivity rádionuklidov" k vyhláške 210/2000 Z. z.

1.2 Údaje o technickej dokumentácii použitej pri posudzovaní:

1. Užívateľský manuál MINI 20 (42002)
2. Apex-Alpha/Beta. Užívateľská príručka. Softvér na meranie.(VI.0.1)
3. MINI 20 Multidetector/Multisample System. Original katalógový list.
4. MINI 20 Specifications. Technické a metrologické parametre.
5. Declaration of conformity CE-102. Beta Counting System MINI 20 Ref. 01769

1.3 Údaje o dokladoch použitých pri posudzovaní:

1. Výpis z obchodného registra

1.4 Údaje o vzorkách určeného meradla:

Nízkopozad'ové viacdetektorové meradlo alfa/beta aktivity bolo dodané a sprevádzkované v LRKO Trnava a LRKO Levice, kde sa uskutočnili všetky potrebné testy a skúšky.



2 Popis meradla:

Technický popis meradla:

MINI 20 je určený na rýchle vysokocitlivé merania alfa a beta rádioaktivity rôznych typov vzoriek.

Používa sa na súčasné meranie ôsmich vzoriek o priemere 30 mm alebo 55 mm, štyroch vzoriek o priemere 30, 55 alebo 80 mm alebo dvoch vzoriek o priemere 80, 130 alebo 144 mm.

Je to modulárny systém v tom zmysle, že druhá meracia pozícia môže byť ľahko pridaná superpozíciou.

MINI 20 môže merať aktivitu s použitím nasledujúcich štyroch meracích režimov voliteľných užívateľom :

- Selektívne meranie iba α aktivity.
- Globálne meranie β (a α) aktivity.
- Súčasné meranie α a β aktivity.
- Postupné meranie α a potom β aktivity.

Táto voľba bude prevedená podľa typu meraného žiarenia, zmesi rádionuklidov (typu žiarenia a energie) vo vzorkách a presnosti a možnej doby merania.

Jednotlivé merania používajú rozličné predpätie pre každý typ častíc.

V súčasnom α a β meraní je rozdiel medzi dvomi typmi častíc robený diskrimináciou amplitúd impulzov generovaných čítačom.

V postupných meraniach za selektívnym meraním α nasleduje vždy β meranie.

Ako detektory sa používajú proporcionálne čítače s prietokom plynu.

Pozadie (v podstate tvorené kozmickým žiarením a gama žiarením okolia meradla) je redukované hrubým tienením (olovo a oceľ) a dvomi veľkými prekrývajúcimi sa ochrannými čítačmi.

Vkladacia zásuvka pre meranie vzorky je vstavaná do skrinky meracieho čítača. Zasúva sa na dvoch trojprvkových klzákoch, takže platňa nesúca meraciu komoru môže byť ľahko vyberateľná a zaisťuje presné nastavenie polohy vzorky pod detektormi. Platnička držiaca vzorku je ľahko vyberateľná zo zásuvky a obsahuje od jednej do ôsmich plytkých priehlbín (v závislosti na priemere detektorov) pre udržanie štandardných planžiet.

Na prispôbenie rôznych typov vzoriek môžu byť použité rôzne priemery a redukčné krúžky : filtre, planžety, hodinové sklíčka, atď.

Detekčná časť má zabudovanú elektroniku, ktorú je možné riadiť z obslužného softvéru z pripojeného PC. Konektivita je zabezpečená napojením MINI20 na PC cez RS232 linku. Obslužný softvér je dodávaný spolu so zariadením, treba ho nainštalovať na pripojené PC a môže ním byť SCARABEE softvér alebo APEX-alpha/beta softvér.

Opis detekčnej časti:

Použité detektory sú proporcionálne čítače s prietokom plynu. Pre súčasné α a β merania je použitá diskriminácia amplitúdy impulzov z meracích komôr na rozlíšenie medzi dvomi typmi častíc.

Selektívne a postupné merania sú vykonávané automaticky prepínaním vysokého napätia. Zariadenie môže byť prepojené so štyrmi voliteľnými typmi meracích detektorov: IN100, IN200, IN300 a IN500, ktoré sa podstatne líšia v priemere okienka, môže byť 33 mm, 59 mm, 84 mm alebo 135 mm .

Okienka sú vyrobené z mylarovej fólie pokovenej hliníkom :



- 450 $\mu\text{g} / \text{cm}^2$ pre čítače IN100, IN200 a IN300,
- 900 $\mu\text{g} / \text{cm}^2$ pre čítače IN500 alebo IN800.

Tieto hustoty poskytujú dobrý kompromis pre zisk v nízkych energiách a spoľahlivosť okienok. Meracie čítače sú spojené s dvomi veľkými ochrannými detektormi IN38 (272.5 mm x 462 mm). Na maximalizáciu citlivosti je vlastný príspevok meracích čítačov redukovaný na možné minimum s použitím hrubého oloveného tienenia obloženého oceľou a s použitím dvoch ochranných detektorov podporujúcich meracie čítače podstatne ich prekryvajúcich (polosymetrický režim).

Tienenie je navrhované tak, aby zastavilo mäkkú komponentu kozmického žiarenia a časť okolitého gama žiarenia, ochranné detektory eliminujú prenikavé kozmické žiarenie antikoincenciou.

Takto je príspevok od prístroja obmedzený iba na kontamináciu samotných konštrukčných materiálov čítača a jeho okolia (komora, olovo, nadmorská výška, atď.).

Výpočet α a β aktivít

Užívateľ zadá hodnoty α a β účinnosti a pozadia. Systém potom automaticky vypočíta a zobrazí α a β aktivitu pre každú vzorku, v cpm alebo v nejakých iných jednotkách v závislosti na koeficiente.

Merací režim: Iba α meranie

Meranie všetkých vzoriek až kým nie je dosiahnutá predvoľba, α častice iba nastavením vysokého napätia na približne 1200 V.

Merací režim: Iba β meranie (+ α)

Meranie všetkých vzoriek až kým nie je dosiahnutá predvoľba, β + α častice. Vysoké napätie je nastavené na približne 1700 V.

Merací režim: Postupné α potom β meranie

Meranie všetkých vzoriek, kým nie je dosiahnutá predvoľba, α potom β častice, spojením dvoch predchádzajúcich sekvencií (a automatické prepínanie hodnôt vysokého napätia).

Merací režim: Súčasné α a β meranie

Meranie všetkých vzoriek, kým nie je dosiahnutá predvoľba, α a β častice. Vysoké napätie je nastavené na približne 1650 V (podľa voľby užívateľa po sledovaní platô). Diskriminácia medzi α a β je robená voľbou amplitúdy impulzov emitovaných detektormi. (Úrovne môžu byť naprogramované pomocou PC alebo nastavené priamo na analógovom interfejsi). Pre silné žiariče s aktivitou cca 3000 Bq na $2\pi\text{Sr}$ ostávajú straty β impulzov pod 2 %.

Merací režim: Súčasné α/β meranie

Pri súčasnom meraní alfa a beta žiarenia sa používajú dva kanály s rôznymi citlivosťami, α kanál a β kanál, s obvodom, ktorý blokuje β kanál keď impulz prekročí prah pre registráciu α častice. Takto môže prístroj poskytovať dva odlišné výstupy, α impulzy a β impulzy, pri súčasnom meraní.

Za určitou hodnotou vysokého napätia sa amplitúdy β impulzov zvyšujú až dosiahnu α prah, čo má za následok zvýšenie α početnosti v dôsledku registrácie týchto impulzov, so zodpovedajúcim poklesom v β početnosti. Táto osobitná vlastnosť β charakteristiky a prítomnosť nepravého α početnosti je pravdaže taktiež známa s iba β žiaričom pod čítačom.

Oblasť vysokého napätia, použiteľná pre súčasné merania alfa – beta je obmedzená dvomi hodnotami vysokého napätia:

- Nižšia hodnota vysokého napätia, pri ktorej by nemali byť falošné impulzy v

α kanáli.

- Vyššia hodnota vysokého napätia, pri ktorej je napr. β početnosť v α kanáli fixovaná na úrovni max. 1 % β početnosti.

Pre iné čítače sa táto zóna obecné predĺži o 70 alebo 100 V a pracovný bod môže byť nastavený na ľubovoľnú hodnotu v tomto rozsahu, ale čo najďalej v plató β krivky.

Pridavné zariadenia:

Merací blok je prepojený cez RS232 linku s obslužným PC, na ktorom je nainštalovaný riadiaci softvér umožňujúci riadenie meraní v reálnom čase, plnenie automatických sekvencií a spracovanie nameraných dát. Výsledky meraní a konfiguračné súbory sa pravidelne ukladajú v pamäti počítača (HDD) aby sa predišlo ich strate v prípade prerušenia napájania alebo inej poruchy.

Základné technické charakteristiky

Meracia komora

Tienenie :

- 10 cm olovené štandardné tehly s nízkym pozadím.
- 10 mm nerez.

Vnútorne rozmery :

- Šírka : 300 mm.
- Výška : 121 mm.
- Hĺbka : 300 mm.

Celkové rozmery

- Šírka : 720 mm.
- Výška : verzia s 1 komorou a 10 cm olova : 500 mm.
- verzia s 2 komorami a 10 cm olova : 600 mm.
- Hĺbka : 550 mm.

Hmotnosť :

- 910 kg pre štandardnú verziu s 10 cm olova (1 komora).
- 1230 kg pre verziu s 10 cm olova (2 komory).

Spotreba plynu

- 3.7 ± 0.4 l/h na meraciu komoru.

Zdroj napájania

- 110 / 220 V – 50 / 60 Hz - 200 VA.
- Poistky 2 x 2 A oneskorené (2 x 4 A oneskorené pre 110 V).

Detektory

Fyzikálne charakteristiky

- Čítače s prietokom plynu typ IN100, IN200, IN300 alebo IN500 s mylarovým okienkom $450 \mu\text{g} / \text{cm}^2$ ($900 \mu\text{g} / \text{cm}^2$ pre IN500).
- IN40 ochranné čítače (rozmery : 272.5 mm x 264.5 mm).

Zdroj plynu

Plyn P10: Argón - Metán (10% Metánu)

Pracovný bod ochranného čítača : 1900 V.

Pracovný bod meracieho čítača :

- Selektívne meranie α : 1200 V.
- Súčasné meranie α / β : 1650 V.



- β (+ α) meranie : 1700 V.

Plyn : Argón - Carbon Dioxide (10 % CO₂)

Pracovný bod ochranného čítača : 1800 V.

Indikatívny pracovný bod meracieho čítača :

- Selektívne meranie α : 1070 V.

- Súčasné meranie α / β : 1590 V.

- β (+ α) meranie : 1600 V

Pozadie

Pozadia uvedené nižšie platia pre režim súčasného α - β merania životného prostredia < 100 nSv/hod za nekonkretizovaných predpokladov, so zanedbateľným vplyvom radónovej emanácie. Tieto hodnoty môžu byť výrazne zlepšené v nízkopozad'ovom laboratóriu.

	Detektory	IN100	IN200	IN300	IN500	IN800
	Priemer okienka (mm)	33	59	84	135	200
Tienenie: Olovo 10 cm	α pozadie: (cpm)					
	- Typické	0.01	0.04	0.10	0.30	0.8
	- Maximálne	0.04	0.15	0.30	0.70	1.5
	β pozadie: (cpm)					
	- Typické	0.20	0.60	1.2	3.1	6.5
	- Maximálne	0.40	1.20	2.5	6.00	13

Iba v α režime je pozadie α významne redukované (x0.65); v β (+ α) režime je pozadie jemne zvýšené (x1.2).



Základné metrologické charakteristiky

Rozsah merania:

Pre nízkoopozadové meradlo má význam definovať iba dolnú medzu meracieho rozsahu aktivity, lebo meradlo nie je určené na meranie vysokých aktivít a použitý detektor zabezpečuje dostatočnú rezervu hornej medze meracieho rozsahu pri meraní.

Dolná medza meracieho rozsahu závisí od doby merania a veľkosti pozadia.

V nasledovnej tabuľke sú uvedené typické detekčné limity pre 97,5% pravdepodobnostnú úroveň. Počet impulzov pre detekčný limit bol vypočítaný podľa vzorca CEA-R-5201, ktorý dáva o niečo konzervatívnejšie hodnoty v porovnaní s ISO GUM 1993:

$$L_D = 4 \cdot (1 + \sqrt{1 + 2 \cdot B \cdot t_m}) \quad \text{a} \quad MDA = L_D / (\varepsilon \cdot t_m)$$

kde B je početnosť impulzov pozadia, t_m je doba merania a ε je účinnosť merania.

Tabuľka: Základné metrologické charakteristiky

DETEKTOR	IN100			IN200			IN500			IN800		
Aktívny priemer, cm	3,3			5,9			13,3			20,0		
Aktívna plocha, cm ²	8,6			27			140			314		
Typická β účinnosť pre 4π	45%			45%			45%			45%		
Typická α účinnosť pre 4π	35%			35%			35%			35%		
Typické β pozadie B_β , imp/s	0,20			0,60			3,1			6,5		
Typické α pozadie B_α , imp/s	0,01			0,04			0,30			0,80		
Doba merania (t_m)	10'	1 h	15 h	10'	1 h	15 h	10'	1 h	15 h	10'	1 h	15 h
β Detekčný limit:												
β pozadie ($B_\beta \cdot t_m$), imp	2	12	180	6	36	540	31	186	2790	65	390	5850
Počet impulzov	13	24	80	18	38	136	36	81	303	50	116	437
Dolná medza aktivity, mBq	48	15	3,3	68	24	5,6	130	50	13	180	72	18
Dolná medza plošnej aktivity, Bq/m ²	56	17	3,8	25	8,6	2	9,5	3,6	0,9	5,9	2,3	0,57
α Detekčný limit:												
α pozadie ($B_\alpha \cdot t_m$)	0,1	0,6	9	0,4	2,4	36	3	18	270	8	48	720
Počet impulzov	8,4	9,9	21	9,4	14	38	15	28	97	20	43	156
Dolná medza aktivity, mBq	40	7,9	1,1	45	11	2,0	69	23	5,1	98	34	8,2
Dolná medza plošnej aktivity, Bq/m ²	46	9,2	1,3	16	4,0	0,74	5	1,6	3,7	3,1	1,1	0,26

Neistoty merania:

Maximálna relatívna chyba merania je $\pm 15\%$ (pri nameraní minimálne 400 impulzov).

Neistota typu A závisí od počtu nameraných impulzov, teda od doby merania. Pre 400 nameraných impulzov sa očakáva neistota typu A na úrovni 10% (pravdepodobnosť pokrytia 95%).



Účinnosť

Hodnoty účinnosti uvedené nižšie, v $\%/4\pi$ platia v súčasnom α - β režime, pre tenké žiariče malých rozmerov (emisná účinnosť žiariča $\epsilon_s = 0,50$), umiestnené v strede vo vzdialenosti 3 mm od okienka detektora a uložené v držiaku vzorky (retrodifúzny faktor pre β : asi 10 %).

Detektory	IN100, IN200, IN300, IN500, IN800	
Účinnosť	Typická	Minimálna
$^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$	45 %	42 %
^{14}C	35 %	32 %
^{241}Am	35 %	32 %

V selektívnom α režime je α účinnosť jemne znížená ($\times 0.97$); v režime β ($+\alpha$) je β účinnosť jemne zvýšená ($\times 1.04$); účinnosť so žiaričom pokrytým na povrchu držiaka je málo znížená ($\times 0.95$ v β). Účinnosti pre ^{239}Pu a ^{210}Po sú porovnateľné s účinnosťou pre ^{241}Am .

3. Posúdenie výkresovej a technickej dokumentácie:

Vzorka bola vyhotovená v súlade s poskytnutou výkresovou a technickou dokumentáciou.

4. Podmienky vykonania skúšok technických charakteristík a metrologických charakteristík

Skúšky sa uskutočnili pracovníkmi SMU v Laboratóriách radiačnej kontroly okolia jadrových elektrární LRKO v Trnave a LRKO v Leviciach, kde sú už tieto meradlá inštalované.

Skúšky boli vykonané za štandardných podmienok. Vplyv fluktuácií podmienok merania (veličín teplota, tlak vzduchu vlhkosť) nebol zisťovaný.

V súlade so špecifikáciou zariadenia výrobcom a deklaráciou užívateľom meradla o spôsobe použitia nameraných veličín boli pripravené testy odozvy na referenčnú aktivitu, pričom boli testované rôzne rádionuklidy.

Výsledky meraní sú uvedené v protokole skúšok, ktorý je uložený v Centre ionizujúceho žiarenia SMU.

5. Údaje o hodnotených technických a metrologických charakteristikách:

Výsledky meraní sú uvedené v protokole o meraní č. 032/250/44/12 (Vypracovali Ing. Róbert Hinc, PhD. a Ing. Andrej Javorník), Výsledky meraní sú vyhovujúce.

Horná hranica deklarovaného energetického rozsahu merania nebola testovaná, pretože bola výrobcom vybraná s dostatočnou rezervou s ohľadom na použitý detektor a závisí len od nastavenia meradla.

Testovanie základnej citlivosti bolo urobené pre vybrané kľúčové rádionuklidy a hodnotené ako relatívna odchýlka hodnoty indikovanej meradlom od referenčnej.

Skúška základnej chyby v normálnych prevádzkových podmienkach. Odchýlky citlivosti kombinované s neistotami ďalších parametrov merania boli použité pri



hodnotení maximálnej relatívnej chyby merania so záverom, že výrobcom deklarovaná hodnota $\pm 15\%$ je vyhovujúca.

Linearita merania vyhovuje a výsledky sú uvedené v protokole o meraní.

6. **Zistené nedostatky.**

Zariadené nemá žiadne nedostatky, ktoré by vylučovali jeho použitie v súlade s deklarovanými technickými a metrologickými požiadavkami a požiadavkami legislatívy a noriem.

7. **Záver**

Meradlo spĺňa metrologické požiadavky na daný druh meradla pre triedu presnosti 15%.

8. **Čas platnosti rozhodnutia – 10 rokov**

9. **Overenie**

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

Na overenie sa použijú etalóny plošnej aktivity alfa a beta typu EM145 resp. EM445, ktoré sú súčasťou národného etalónu aktivity rádionuklidov SMÚ. Ako etalón beta aktivity sa môže použiť rádionuklid ^{90}Sr a alfa aktivity rádionuklid ^{241}Am . Použité etalóny majú priemer aktívnej plochy 48,5 mm. **Podmienkou overenia je:** maximálna odchýlka indikovanej aktivity meraní od referenčnej hodnoty znížená o neistotu referenčnej hodnoty nesmie prekročiť 15%.

Overovacia značka sa nalepí na prednú stranu meradla.

Posúdenie vykonali: Ing. Róbert Hinca, PhD.

Prílohy: nie sú

