



## **CERTIFIKÁT TYPU MERADLA**

**č. 068/1/441/18 zo dňa 17.12.2018**

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 (ďalej len "zákon") na základe žiadosti číslo 361608 vydáva podľa § 21 ods. 1 zákona toto rozhodnutie, ktorým

### ***schvaľuje typ meradla***

<b>Názov meradla:</b>	Prenosný merač kontaminácie
<b>Typ:</b>	<b>PAM-170E</b>
<b>Žiadateľ:</b>	VF, s.r.o., Žilina
<b>IČO:</b>	31 442 552
<b>Výrobca:</b>	VF, s.r.o., Česká republika

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.43 "Meradlá aktivity rádionuklidov" k vyhláške ÚNMS SR č. 210/2000 Z. z. o meradlách a metrologickej kontrole v znení neskorších predpisov (ďalej len vyhláška č. 210/2000 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. 039/300/441/18 zo dňa 14. 12. 2018 vydanom Slovenským metrologickým ústavom.

Uvedenému typu meradla sa prideluje značka schváleného typu:

**TSK 441/18 - 068**

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: 17. decembra 2028**

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.

Mgr. Roman Kováč  
generálny riaditeľ

**Popis meradla:**

Prístroj PAM-170E je prenosný dvojkanálový ručný prístroj určený na meranie povrchovej aktivity rádionuklidov alfa, beta a gama. Ako detektor je použitý scintilátor ZnS (Ag) nanosený na plastickom scintilátore. Primárnou meranou veličinou je početnosť impulzov v jednom z troch zvolených režimov: Alfa režim, kde meradlo zobrazuje odozvu len od alfa žiarenia. Beta/gama režim, kde meradlo zobrazuje odozvu len od beta a gama žiarenia. Alfa/beta/gama režim, kde meradlo zobrazuje prednostne odozvu od alfa žiarenia a v prípade absencie alfa žiarenia zobrazuje meradlo odozvu od beta/gama žiarenia. Špecifickou vlastnosťou režimu beta/gama a alfa/beta/gama je zobrazenie hodnoty „MAX“ pri detekcii žiarenia alfa s intenzitou nad 800 impulzov za sekundu. Sekundárne meraná veličina je aktivita, resp. plošná aktivita známeho predvoleného rádionuklidu.

V hornej časti prístroja je umiestnený grafický LCD displej a tri ovládacie tlačidlá. Prístroj je vybavený aj piezo-sírenou smerovanou smerom k obsluhu na signalizáciu detegovaných impulzov. Prekročenie prednastavených hodnôt sa signalizuje graficky a akusticky. Na prednej strane prístroja je servisný USB konektor chránený gumovou krytkou.

Meradlo je vyrábané v nasledovnom vyhotovení: PAM-170E

**Základné technické charakteristiky:**

Napájanie:	2 ks alkalické batérie 1,5 V veľkosť C 2 ks batérie NiMH 1,2 V veľkosť C
Prevádzkové podmienky:	teplota (-20 – +40) °C vlhkosť max. 90% tlak (86 – 106) kPa
Rozmery meradla:	(130 x 129 x 226) mm
Hmotnosť:	1400 g s batériami
Scintilačný detektor:	ZnS(Ag) na plastickom scintilátore s hrúbkou 5 mm
Plošná hmotnosť scintilátora:	(3,25 ± 0,25) mg.cm <sup>-2</sup>
Okno detektora:	pokovená svetlo tesná fólia (3 x 0,29) mg.cm <sup>-2</sup>
Fotonásobič:	priemer 25 mm s hemisférickým oknom
Citlivá plocha detektora	(100 x 170) mm
Ochranná mriežka:	hexagonálna mreža, priepustnosť 79%
Detekované žiarenie:	Alfa/ Beta + Gamma v dvoch kanáloch
Zdroj vysokého napätia:	(400 – 1000) V s citlivou prúdovou limitáciou
Mŕtva doba:	automaticky kompenzovaná, typicky 4,5 μs

**Základné metrologické charakteristiky:**

Meraná veličina:	početnosť impulzov, aktivita[Bq] /plošná aktivita známeho rádionuklidu[Bq.cm <sup>-2</sup> ]
Merací rozsah:	α kanál 4 cps – 100 kcps β + γ kanál 15 cps – 100kcps (50 kcps pre Sr/Y-90)
Priemerné pozadie pri 80 nSv/h:	α kanál < 0,1 cps, typicky 0,05 cps β + γ kanál < 50cps, typicky 25 cps
Časová konštanta:	variabilná (2 – 30) s
Presluch z kanálu α do kanálu β:	<30%, typicky 15%

**Overenie meradla:**

Overenie sa bude vykonávať za účelom potvrdenia zhody s metrologickými požiadavkami na meradlá plošnej aktivity, najmä hodnoty vlastnej relatívnej chyby podľa IEC 60325:2005.

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

**Umiestnenie overovacej značky:**

Overovacia značka sa umiestni na bočnej strane 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.: 039/300/441/18

**Názov meradla:** Prenosný merač kontaminácie

**Typ meradla:** PAM-170E

**Značka schváleného typu:** TSK 441/18-068

**Výrobca:** VF, s.r.o.  
Svitavská 588, 679 21 Černá Hora,  
Česká republika

**Žiadateľ:** VF, s.r.o.  
M. R. Štefánika 9, 010 02 Žilina

**Evidenčné číslo žiadosti:** 361 608

**Počet strán:** 6

**Počet príloh:** 0

**Dátum vydania:** 14.12.2018

---

**Vypracoval:**

**Skontroloval:**

**Protokol schválil:**

## 1. Všeobecné ustanovenie

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

### **Prenosný merač kontaminácie PAM-170E**

#### 1.1 Rozsah posudzovania

##### **Meradlo svojím charakterom**

**zodpovedá:** určenému meradlu podľa položky č. 8.7 prílohy č. 1 a prílohy č. 43 k vyhláške ÚNMS SR č. 210/2000 Z. z. o meradlách a metrologickej kontrole v znení neskorších predpisov (ďalej len "vyhláška 210/2000 Z. z.).

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

IEC 60325:2002 Radiation protection instrumentation - Alpha, beta and alpha/beta (beta energy > 60 keV) contamination meters and monitors.

#### 1.2 Údaje o technickej dokumentácii použitej pri posudzovaní:

Návod na používanie – prenosné monitory kontaminácie PAM-100A, PAM-100B, PAM-100C, PAM-100D, PAM-100E, PAM-170A, PAM-170B, PAM-170C, PAM-170D, PAM-170E.

Rádiometrické parametre - prenosné monitory kontaminácie PAM-170A, PAM-170B, PAM-170C, PAM-170D, PAM-170E.

ES Prehlásenie o zhode výrobku vydané v súlade so smernicou 2014/35/EU, so smernicou 2014/30/EU a je v súlade s normou ISO/IEC 17050-1, vydal VF, a.s., Černá Hora dňa 06.05.2017.

Protokol o meraní č. 039/300/441/18 SMÚ.

Dokumentácia je uložená v archíve odboru metrologie SMÚ.

#### 1.3 Údaje o dokladoch použitých pri posudzovaní:

Žiadosť o schválenie typu meradla ev. č. 361 608 zo dňa 12.10.2018.

Výpis z obchodného registra okresného súdu Žilina číslo: el-67652/2018/L zo dňa 08.10.2018.

Dokumentácia je uložená v archíve odboru metrologie SMÚ.

## 1.4 Údaje o vzorkách určeného meradla:

Pri schvaľovaní typu meradla PAM-170E boli k dispozícii 2 ks vzorky meradla:

Vzorky doručené kuriérom dňa 11.10.2018 prevzal pracovník Oddelenia ionizujúceho žiarenia Mgr. Michaela Zálešáková.

Výrobné číslo: 1700417, 1700420

Typové označenie: K1234-01

## 2 Popis meradla:

Technický popis meradla: Prístroj PAM-170E je prenosný dvojkanálový ručný prístroj určený na meranie povrchovej aktivity rádionuklidov alfa, beta a gama. Ako detektor je použitý scintilátor ZnS(Ag) nanosený na plastickom scintilátore. Primárnou meranou veličinou je početnosť impulzov v jednom z troch zvolených režimov: Alfa režim, kde meradlo zobrazuje odozvu len od alfa žiarenia. Beta/gama režim, kde meradlo zobrazuje odozvu len od beta a gama žiarenia. Alfa/beta/gama režim, kde meradlo zobrazuje prednostne odozvu od alfa žiarenia a v prípade absencie alfa žiarenia zobrazuje meradlo odozvu od beta/gama žiarenia. Špecifickou vlastnosťou režimu beta/gama a alfa/beta/gama je zobrazenie hodnoty „MAX“ pri detekcii žiarenia alfa s intenzitou nad 800 impulzov za sekundu. Sekundárne meraná veličina je aktivita, resp. plošná aktivita známeho predvoleného rádionuklidu. Svetlo zo scintilátorov je prevádzané na elektrický prúd pomocou sférického fotonásobiča. Detektor je umiestnený na spodnej strane prístroja chránený 3 vrstvami pokovanej svetlotesnej fólie. Fólie sú chránené kovovou hexagonálnou mriežkou. V hornej časti prístroja je umiestnený grafický LCD displej a tri ovládacie tlačidlá. Prístroj je vybavený aj piezosirénou smerovanou smerom k obsluhu na signalizáciu detegovaných impulzov. Prekročenie prednastavených hodnôt sa signalizuje graficky a akusticky. Na prednej strane prístroja je servisný USB konektor chránený gumovou krytkou. Batérie sa nachádzajú v rukoväti prístroja.

Meradlo je vyrábané v nasledovných vyhotoveniach: PAM-170E

## 2.1 Základné technické charakteristiky

Napájanie:	2 ks alkalické batérie 1,5 V veľkosť C 2 ks batérie NiMH 1,2 V veľkosť C
Prevádzkové podmienky:	teplota (-20 – +40) °C vlhkosť max. 90% tlak (86 – 106) kPa
Rozmery meradla:	(130 x 129 x 226) mm
Hmotnosť:	1400 g s batériami
Scintilačný detektor:	ZnS(Ag) na plastickom scintilátore s hrúbkou 5 mm
Plošná hmotnosť scintilátora:	$(3,25 \pm 0,25) \text{ mg.cm}^{-2}$
Okno detektora:	pokovená svetlotesná fólia (3 x 0,29) $\text{mg.cm}^{-2}$
Fotonásobič:	priemer 25 mm s hemisférickým oknom
Citlivá plocha detektora	(100 x 170) mm
Ochranná mriežka:	hexagonálna mreža, priepustnosť 79%
Detekované žiarenie:	Alfa/ Beta + Gamma v dvoch kanáloch
Zdroj vysokého napätia:	(400 – 1000) V s citlivou prúdovou limitáciou
Mŕtva doba:	automaticky kompenzovaná, typicky 4,5 $\mu\text{s}$

## 2.2 Základné metrologické charakteristiky

Meraná veličina:	početnosť impulzov, aktivita [Bq] / plošná aktivita známeho rádionuklidu [ $\text{Bq.cm}^{-2}$ ]
Merací rozsah:	$\alpha$ kanál 4 cps – 100 kcps $\beta + \gamma$ kanál 15 cps – 100 kcps (50 kcps pre Sr/Y-90)
Priemerné pozadie pri 80 nSv/h:	$\alpha$ kanál < 0,1 cps, typicky 0,05 cps $\beta + \gamma$ kanál < 50 cps, typicky 25 cps
Časová konštanta:	variabilná (2 – 30) s
Presluch z kanálu $\alpha$ do kanálu $\beta$ :	<30%, typicky 15%

### 3. Posúdenie výkresovej a technickej dokumentácie:

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

### 4. Podmienky vykonania skúšok technických charakteristík a metrologických charakteristík

- a) Na základe žiadosti o uznanie výsledkov skúšok a vydania rozhodnutia o schválení typu meradla, bola na oddelení ionizujúceho žiarenia SMÚ posúdená predložená technická dokumentácia dostačujúca pre vydanie rozhodnutia o schválení typu meradla.
- b) Skúšky sa vykonali v laboratóriu Oddelenia ionizujúceho žiarenia s použitím etalónových žiaričov. Skúšky sa vykonali podľa IEC 60325:2002 Radiation protection instrumentation - Alpha, beta and alpha/beta (beta energy >60 keV) contamination meters and monitors. Výsledky sú uvedené v protokole o meraní č. 039/300/441/18.

### 5. Údaje o hodnotených technických charakteristikách a metrologických charakteristikách:

Typová skúška bola vykonaná na základe normy STN EN 60325:2005. V zátvorkách sú uvedené odkazy na jednotlivé odstavce normy pri jednotlivých skúškach.

- Skúška mechanických vlastností:
  - Vzdialenosť kontaminovaného povrchu a okienka detektora (6.1)
  - Faktor zatienu ochrannou mriežkou (6.1)
- Skúška elektronických vlastností:
  - Doba reakcie (8.2)
  - Doba zahrievania (8.5)
  - Signalizácia preťaženia (8.7)
- Skúška jadrových vlastností:
  - Vymedzenie citlivého povrchu detektora (9.3)
  - Skúška linearity (9.4)
  - Skúška závislosti účinnosti meradla od energie častíc (9.5)
  - Skúška početnosti pozadia
  - Stanovenie minimálneho detekovateľného počtu častíc (3.15)
  - Presluch z kanálu  $\alpha$  do kanálu  $\beta/\gamma$
- Skúška vplyvu prostredia:
  - Vplyv vonkajšieho gama žiarenia na zobrazované hodnoty (9.6.2)

Výsledky skúšok sú uvedené v protokole o meraní č.: 039/300/441/18.

**6. Zistené nedostatky.**

Nedostatky neboli zistené.

**7. Záver**

Z výsledkov skúšok vyplýva, že meradlo povrchovej kontaminácie PAM-170E z metrologického hľadiska spĺňa metrologické požiadavky na uvedený typ meradla podľa požiadaviek STN EN 60325:2005.

**8. Čas platnosti rozhodnutia**

Na základe § 21 zákona 157/2018 Z.z. doba platnosti certifikátu typu meradla je 10 rokov, t. j. do 14.12.2028.

**9. Údaje na meradle**

Meradlo musí byť opatrené štítkom obsahujúcim názov výrobcu, typové označenie a výrobné číslo.

**10. Overenie**

Overenie sa bude vykonávať za účelom potvrdenia zhody s metrologickými požiadavkami na meradlá plošnej aktivity, najmä hodnoty vlastnej relatívnej chyby podľa STN EN 60325:2005. Doba platnosti overenia je stanovená vyhláškou č.210/2000 Z.z. v znení neskorších predpisov, príloha č.1 položka 8.7 na dva roky. Overovacia značka, pokiaľ bude vydaná, sa umiestni na bočnej strane meradla.

\*\*\*



# PROTOKOL O MERANÍ

č. 039/300/441/18

**Predmet merania:** Prenosný merač kontaminácie

**Typ meradla:** PAM-170E

**Identifikačné označenie:** 1700420

**Značka schváleného typu:** TSK 441/18-068

**Výrobca:** VF, a.s.  
Nám. Míru 50  
679 21 Černá Hora

**Žiadateľ:** VF, a.s.  
M. R. Štefánika 9  
010 02 Žilina

**Číslo požiadavky:** 361 608

**Dátum prijatia vzoriek:** 11.10.2018

**Miesto a dátum vykonania meraní:** 28.11.2018

**Počet strán:** 8

**Miesto a dátum vydania:**

**Pečiatka:**

**Protokol schválil:**

Bratislava, 14.12.2018

**Základné údaje o predmete merania:**

Meradlo PAM-170E je 2 kanálové meradlo povrchovej kontaminácie alfa + beta/gama žiarenia s rozmerom aktívnej plochy detektora: 100 x 170 mm.

**Základné údaje o preberaní vzoriek:**

Pri schválení typu meradla PAM-170E boli k dispozícii 2 ks vzorky meradla:

Výrobné číslo:	1700417, 1700420
Typové označenie:	K1234-01

Pre účel skúšky typu bola náhodne vybraná vzorka meradla s výrobným číslom 1700420.

**Metóda skúšania pri meraní:**

Typová skúška bola vykonaná na základe normy STN EN 60325:2005

- Skúška mechanických vlastností:
  - Vzdialenosť kontaminovaného povrchu a okienka detektora (6.1)
  - Faktor zatienenia ochrannou mriežkou (6.1)
- Skúška elektronických vlastností:
  - Doba reakcie (8.2)
  - Doba zahrievania (8.5)
  - Signalizácia preťaženia (8.7)
- Skúška jadrových vlastností:
  - Vymedzenie citlivého povrchu detektora (9.3)
  - Skúška linearity (9.4)
  - Skúška závislosti účinnosti meradla od energie častíc (9.5)
  - Skúška početnosti pozadia
  - Stanovenie minimálneho detekovateľného počtu častíc (3.15)
  - Presluch z kanálu  $\alpha$  do kanálu  $\beta/\gamma$
- Skúška vplyvu prostredia:
  - Vplyv vonkajšieho gama žiarenia na zobrazované hodnoty (9.6.2)

**Podmienky okolia:**

Bežné laboratórne podmienky  $t = 22,4^{\circ}\text{C}$ ,  $p = 98,87 \text{ mbar}$ ,  $h = 57,5\%$ . Hodnota pozadia bola  $31,15(76) \text{ s}^{-1}$ .

**Podmienky merania:**

Pri meraní boli použité etalóny typu EZ, EM a SIRB. Referenčná aktivita a emisia etalónov typu EZ bola korigovaná geometrickým faktorom 0,9091 vzťahnutá na plochu  $170 \text{ cm}^2$ . Doba merania pozadia bola 35 s. Doba merania odozvy na referenčný žiarič bola 10 s. Pozadie bolo zmerané pred začiatkom merania a namerané údaje boli automaticky kompenzované.

Tabuľka č.1 použité etalóny

Nuklid	Typ	Výrobné číslo	Referenčná aktivita [Bq]	Rozšírená neistota [%]
Cl-36	EZ1X	070313-924025	18320	2,2
Co-60	EZ1X	130309-850025	6525	3,2
Sr-90	EZ1X	141114-1059350	13806	1,2
Cs-137	EZX	190710-1273001	16946	1,4
Pm-147	EZ1X	141114-1349001	5631	0,80
Tl-204	EZ1X	130309-710008	6678	3,2
Am-241	EZ2X	070313-1132024	1672	0,80
Sr-90	SIRB21012	AH-5874	11365	5,0
Cs-137	EM 145X	141114-1379031	483	1,8
Cs-137	EM 145X	141114-1379032	2 696	1,8
Cs-137	EM 145X	141114-1379033	4 782	1,8
Cs-137	EM 145X	141114-1379034	9 634	1,8
Cs-137	EM 145X	141114-1379035	50 144	1,8
Cs-137	EM 145X	141114-1379036	103 040	1,8
Am-241	EM 445X	141114-1132126	4501	0,80

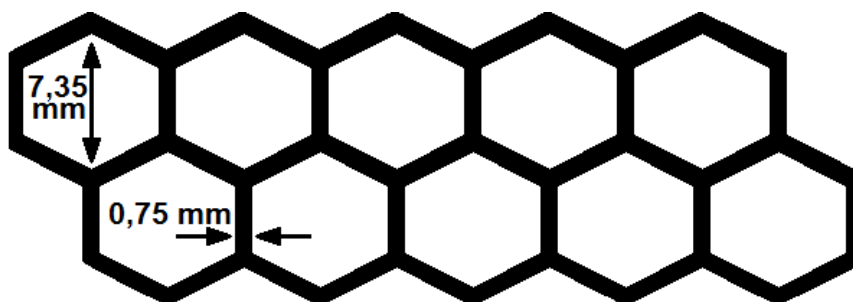
**Výsledky merania:****Skúška mechanických vlastností**Vzdialenosť kontaminovaného povrchu a okienka detektora:

Skúška vzdialenosti kontaminovaného povrchu a okienka detektora je < 5 mm. Táto vzdialenosť zodpovedá predpisu pre detektory alfa častíc podľa v kapitoly 6.1. normy STN EN 60325:2005. Logicky spĺňa aj hodnotu 10 mm predpísanú pre detektory beta častíc.

Faktor zatienenia ochrannou mriežkou:

Povrch okienka je pred vonkajším poškodením chránený ochrannou mriežkou. Vzorka a rozmery ochrannej mriežky znázorňuje obrázok č. 1. Podľa parametrov ponecháva 79% povrchu voľného, čo zodpovedá hodnote udanej výrobcom [Návod na použitie, 3. Hlavné technické dáta (strana 15)]. Faktor zatienenia spĺňa bod 6.1 normy STN EN 60325:2005.

Obrázok č. 1 Vzorka a rozmery ochrannej mriežky



**Skúška elektronických vlastností****Doba reakcie:**

Skúška doby reakcie bola realizovaná použitím plošného etalónu Sr-90 typ SIRB21012. 90% priemernej ustálenej odozvy ( $8,078 \pm 0,059$ )  $s^{-1}$  bolo dosiahnutých za  $< 3$  s. Pokles z priemernej ustálenej odozvy na 10% tejto hodnoty trval  $< 3$  s. Doba reakcie bola meraná ručnými stopkami, takže presnosť merania je  $\pm 1$  s. Prístroj spĺňa predpisy podľa bodu 8.2. normy STN EN 60325:2005, podľa ktorého musí byť 90% priemernej hodnoty početnosti dosiahnutá za  $< 7$  s a po odobratí zdroja sa musí hodnota početnosti vrátiť na 10% počiatočnej hodnoty za  $< 10$  s.

**Doba zahrievania:**

Zahrievacia doba bola stanovená použitím plošného etalónu Sr-90 typ SIRB21012. Početnosť impulzov v 5 sekundových intervaloch v rozmedzí od 20. do 120. sekundy sú uvedené v tabuľke č. 2. Priemerná hodnota z 10 odčítaní početnosti po 15 minútach od zapnutia bola ( $8,078 \pm 0,059$ )  $s^{-1}$ , t.j. 20% z tejto hodnoty je  $1,616 s^{-1}$ . Rozdiel medzi priemernou hodnotou meraní po 15 minútach a hodnotami odčítavanými v priebehu zahrievania je vo všetkých prípadoch menší ako 20%. Prístroj spĺňa podmienky pre zahrievaciu dobu stanovené v kapitole 8.5 normy STN EN 60325:2005.

Tabuľka č.2 skúška zahrievacej doby

t [s]	odozva [ $s^{-1}$ ]	t [s]	odozva [ $s^{-1}$ ]	t [s]	odozva [ $s^{-1}$ ]
20	8,10	55	8,09	90	8,09
25	8,01	60	8,05	95	8,25
30	7,90	65	8,07	100	8,15
35	8,13	70	8,16	105	8,18
40	8,04	75	8,06	110	8,13
45	8,20	80	8,16	115	8,15
50	8,04	85	8,12	120	7,97

**Signalizácia preťaženia:**

Meradlo spĺňa požiadavku skúšky preťaženia podľa bodu 8.7 normy STN EN 60325:2005. K zobrazeniu symbolu „MAX“ došlo za  $< 5$  s od umiestnenia zdroja pred detektor a po odobratí detektora od zdroja sa prístroj vrátil do východzieho stavu za  $< 30$  s.

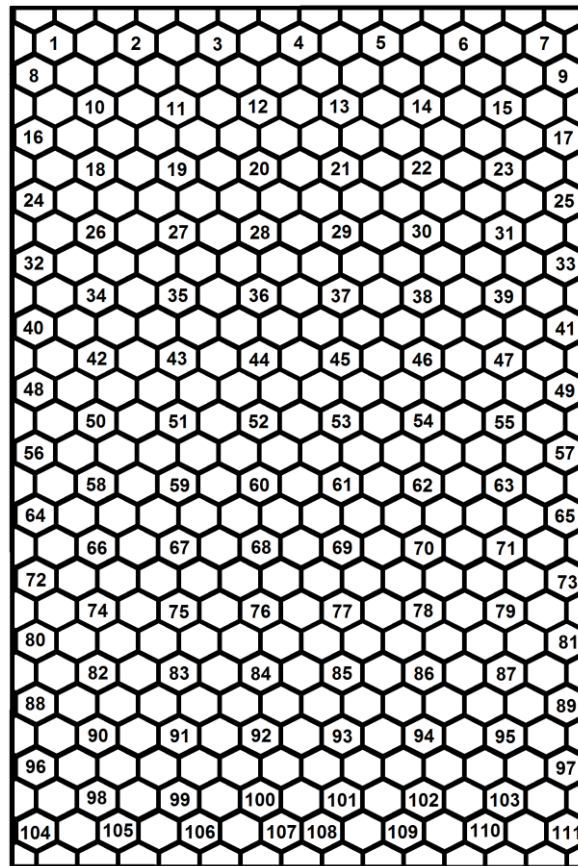
**Skúška jadrových vlastností****Vymedzenie citlivého povrchu detektora**

Skúška citlivého povrchu detektora sa vykonávala pomocou bodového žiariča Sr-90. Mriežka chrániaceho krytu je usporiadaná do tvaru včelieho plástu a merané body sú vyznačené na obrázku č. 2. Nameraná stredná početnosť impulzov z 10 meraní pre jednotlivé body je uvedená v tabuľke č. 3. Najvyššia početnosť bola zaznamenaná v bode č. 52 a to 231,40 s<sup>-1</sup>. Norma STN EN 60325:2005 bod 9.3.1 udáva ako kritérium citlivosti detektora početnosť vyššiu ako polovica najvyššej nameranej početnosti t.j. 115,70 s<sup>-1</sup>. Toto kritérium splnili všetky body detektora na obrázku č. 2 a celý povrch detektora je možné považovať za citlivý.

Tabuľka č.3 skúška vymedzenia citlivého povrchu detektora

č.	odozva [s <sup>-1</sup> ]	č.	odozva [s <sup>-1</sup> ]	č.	odozva [s <sup>-1</sup> ]	č.	odozva [s <sup>-1</sup> ]	č.	odozva [s <sup>-1</sup> ]	č.	odozva [s <sup>-1</sup> ]
1	206,10	21	228,50	41	211,70	61	222,90	81	204,10	101	216,70
2	211,90	22	226,30	42	224,30	62	222,70	82	217,30	102	218,40
3	218,60	23	223,60	43	231,20	63	223,20	83	226,30	103	226,70
4	221,00	24	214,50	44	223,90	64	215,00	84	219,10	104	200,30
5	225,00	25	211,40	45	226,70	65	211,70	85	230,30	105	212,10
6	211,00	26	218,80	46	228,10	66	214,10	86	222,40	106	215,90
7	221,40	27	228,10	47	228,10	67	217,90	87	228,80	107	210,60
8	208,00	28	218,40	48	218,40	68	222,00	88	205,90	108	216,60
9	196,80	29	229,80	49	208,20	69	224,60	89	211,40	109	206,40
10	220,60	30	221,50	50	221,50	70	221,30	90	216,60	110	194,40
11	224,90	31	226,10	51	231,30	71	223,20	91	223,30	111	198,20
12	227,00	32	210,00	52	231,40	72	210,60	92	224,00		
13	225,70	33	219,00	53	226,90	73	207,80	93	225,50		
14	222,20	34	228,50	54	223,70	74	220,60	94	219,50		
15	214,00	35	230,90	55	223,80	75	220,90	95	221,70		
16	204,70	36	229,20	56	214,50	76	219,10	96	198,10		
17	210,70	37	231,00	57	210,90	77	218,60	97	201,50		
18	223,70	38	230,80	58	226,70	78	220,10	98	216,50		
19	214,50	39	219,30	59	218,70	79	224,60	99	221,00		
20	226,30	40	214,50	60	221,00	80	212,70	100	215,40		

Obrázok 2. Mriežka detektora s vyznačenými meracími bodmi

Skúška linearity:

Na skúšku linearity bola použitá sada žiaričov Cs-137 typu EM 145X (Tabuľka č. 1) umiestnených uprostred citlivej plochy detektora. Referenčné aktivity spolu s neistotami a namerané hodnoty sú uvedené v tabuľke č. 4 ako aj zistená účinnosť a odchýlka od linearity  $\varepsilon_0 = (0,309 \pm 0,016) \text{ s}^{-1} \cdot \text{Bq}^{-1}$ . V žiadnom bode skúmaného rozsahu merania odchýlka od linearity nepresahuje  $\pm 25\%$ , čím je splnený bod 9.4. normy STN EN 60325:2005.

Tabuľka č.4 skúška linearity

etalón Cs-137, typ EM 145X	odozva meradla [s <sup>-1</sup> ]	Zistená účinnosť [s <sup>-1</sup> .Bq <sup>-1</sup> ]	Odchýlka od linearity [%]
141114-1379031	149	0,3085	-0,27
141114-1379032	871	0,3231	+4,6
141114-1379033	1 497	0,3130	+1,3
141114-1379034	2 926	0,3037	-1,7
141114-1379035	15 140	0,3019	-2,3
141114-1379036	31 280	0,3036	-1,7

Skúška závislosti účinnosti meradla od energie častíc:

Skúška závislosti účinnosti meradla od energie častíc podľa bodu 9.5 normy STN EN 60325:2005 sa vykonala použitím etalónov typu EZ z tabuľky č. 1. V tabuľke č. 5 sú uvedené hodnoty indikovanej aktivity, odozvy meradla a zistenú účinnosť ako aj účinnosť udanú výrobcom [Rádiometrické parametre, 2.5. PAM-170E (strana 20)] jednotlivých etalónov. Zistené účinnosti sa zhodujú s hodnotami uvedenými výrobcom.

Tabuľka č.5 Skúška závislosti účinnosti meradla od energie častíc

Nuklid	Cl-36	Co-60	Sr-90	Cs-137	Pm-147	Tl-204	Am-241
Korigovaná referenčná aktivita [Bq.cm <sup>-2</sup> ]	97,97	34,74	147,54	90,55	29,85	35,49	8,94
Indikovaná aktivita [Bq.cm <sup>-2</sup> ]	94,71	-	148,40	90,21	-	-	8,51
Odozva meradla [cps]	4740	1058	8098	4307	266	1496	311
Zistená účinnosť [%]	28,46	17,84	32,26	27,96	5,19	24,64	20,47
Účinnosť podľa výrobcu [%]	30	18	32	28	5	23	21

Skúška početnosti pozadia:

Početnosť pozadia bola stanovená pri dávkovom príkone gama častíc na pozadí o veľkosti ~ 80 nSv/h.

Pozadie  $\alpha$ :

- priemer z 50 meraní:  $(0,013 \pm 0,015) \text{ s}^{-1}$
- hodnota udaná výrobcom:  $< 0,1 \text{ s}^{-1}$ , typicky  $0,05 \text{ s}^{-1}$  [Návod na použitie (strana 18)]

Pozadie  $\beta/\gamma$ :

- priemer z 50 meraní:  $(26,92 \pm 1,1) \text{ s}^{-1}$
- hodnota udaná výrobcom:  $< 50 \text{ s}^{-1}$ , typicky  $25 \text{ s}^{-1}$  [Návod na použitie (strana 18)]

Namerané hodnoty potvrdzujú údaje uvedené výrobcom.

Stanovenie minimálne detekovateľného počtu častíc:

Minimálne detekovateľný počet častíc sa stanovil podľa kapitoly 3.15 normy STN EN 60325:2005. Vzhľadom na početnosti namerané pri skúške početnosti pozadia, doby merania  $t_m \sim 10 \text{ s}$  a doby stanovenia pozadia  $t_b = 35 \text{ s}$  je vypočítaný minimálne detekovateľný počet častíc  $(11,16 \pm 1,1) \text{ s}^{-1}$  pre kanál  $\beta/\gamma$  a  $0,24 \text{ s}^{-1}$  pre kanál  $\alpha$ .

Presluch z kanálu  $\alpha$  do kanálu  $\beta/\gamma$ :

Na skúšku presluchu sa použil etalón Am-241 typ EM 445X. Mriežka detektora bola vzdialená od etalónu 20 mm. Meranie etalónu sa uskutočnilo v kanáli  $\alpha$  a následne v kanáli  $\beta/\gamma$ . Priemerné odozvy z 30 meraní sú:

Kanál  $\alpha$  –  $(262,1 \pm 6,1) \text{ s}^{-1}$

Kanál  $\beta/\gamma$  –  $(53,1 \pm 1,3) \text{ s}^{-1}$

Z toho vyplýva že presluch z kanálu  $\alpha$  do kanálu  $\beta/\gamma$  je 20,3%, čo zodpovedá parametrom uvedeným výrobcom [Návod na použitie (strana 18)].

**Skúška vplyvu parametrov prostredia**

**Vplyv vonkajšieho žiarenia gama podľa na zobrazené hodnoty:**

Na skúšku vplyvu vonkajšieho žiarenia gama podľa bodu 9.6.2 normy STN EN 60325:2005 bolo použité gama pole pomocou zdroja Cs-137.

Odozva nameraná vo vytvorenom gama poli o dávkovom príkone 1  $\mu\text{Sv/h}$ :

$$\alpha - (0,118 \pm 0,015) \text{ s}^{-1}$$

$$\beta/\gamma - (620 \pm 21) \text{ s}^{-1}$$

Odozva nameraná vo vytvorenom gama poli o dávkovom príkone 10  $\mu\text{Sv/h}$ :

$$\alpha - (4,47 \pm 0,29) \text{ s}^{-1}$$

$$\beta/\gamma - (6871 \pm 61) \text{ s}^{-1}$$

Výrobca neudáva tieto hodnoty.

**Merania vykonal:**

\*\*\*