

CERTIFIKÁT TYPU MERADLA

č. 089/1/441/21 zo dňa 17. 05. 2021

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 361727 vydáva podľa § 21 ods. 1 zákona toto rozhodnutie, ktorým

schvaľuje typ meradla

Názov meradla: Monitor aktivity aerosólov CPM-320
Typ: K1740- 01
Žiadateľ: VF, s.r.o., Žilina
IČO: 31 442 552
Výrobca: VF, a.s., Svitavská 588/588, 679 21 Černá Hora, 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. 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. 013/300/441/21 zo dňa 14. 05. 2021 vydanom Slovenským metrologickým ústavom.

Uvedenému typu meradla sa prideluje značka schváleného typu:

TSK 441/21 - 089

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. mája 2031

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:

Monitor aktivity aerosólov CPM-320, typ K1740- 01 je zariadenie určené na kontinuálne meranie koncentrácie častíc alfa a beta vo vzduchu. Zariadenie CPM-320 pozostáva z nosného rámu, riadiacej jednotky RPU-12, detekčnej jednotky CPD-16, prietokomeru GFM-12, sacej jednotky a sacej trasy. Zariadenie je upevnené na kovovom ráme, na ktorom sú umiestnené jeho jednotlivé komponenty

Názov meradla: Monitor aktivity aerosólov CPM-320

Typ: K1740- 01

Základné technické charakteristiky:

Detekčná jednotka CPD-16	
Detektor:	Kremíkové PIN fotodiódy
Rozmer detektora:	Meracie detektory: 4 diódy – (28 x 28 x 0,3) mm Pozad'ový detektor: 1 dióda – (18 x 18 x 0,3) mm
Detekčná plocha:	36 cm ²
Referenčný rádionuklid:	³⁶ Cl, ²⁴¹ Am
Rozmery (v x š x h):	(414 x 550 x 282) mm
Hmotnosť:	45 kg

Podrobnejšie technické charakteristiky sú uvedené v protokole č. 13/300/441/21.

Základné metrologické charakteristiky:

Meraná veličina:	Objemová aktivita [Bq·m ⁻³], početnosť impulzov [s ⁻¹]
Merací rozsah pri prietoku 12 m ³ ·h ⁻¹ a perióde merania 10 min.	Alfa kanál – aktuálny (5·10 ² až 1·10 ⁶) Bq·m ⁻³ Alfa kanál – oneskorený (5·10 ² až 1·10 ⁶) Bq·m ⁻³ Beta kanál – aktuálny (1·10 ⁻² až 1·10 ⁶) Bq·m ⁻³ Beta kanál – oneskorený (1·10 ⁻² až 1·10 ⁶) Bq·m ⁻³
Citlivosť na etalón typu EMX	Alfa kanál – aktuálny 0,1408 cps·Bq ⁻¹ (Am-241) Alfa kanál – oneskorený 0,1554 cps·Bq ⁻¹ (Am-241) Beta kanál – aktuálny: 0,1324 cps·Bq ⁻¹ (Cl-36) Beta kanál – oneskorený 0,1500 cps·Bq ⁻¹ (Cl-36)
Pozadie pri dávkovom príkone 150 nGy·h ⁻¹	Aktuálny merací detektor: Beta kanál meracieho detektora: 0,58 s ⁻¹ Alfa kanál meracieho detektora: 0,011 s ⁻¹ Beta kanál pozad'ového detektora: 0,09 s ⁻¹ Alfa kanál pozad'ového detektora: 0,0006 s ⁻¹ Oneskorený merací detektor: Beta kanál meracieho detektora: 0,56 s ⁻¹ Alfa kanál meracieho detektora: 0,007 s ⁻¹ Beta kanál pozad'ového detektora: 0,08 s ⁻¹ Alfa kanál pozad'ového detektora: 0,0007 s ⁻¹
Energetický rozsah:	Beta: (150 – 2500) keV Alfa: (2500 – 9000) keV

Overenie meradla:

Overenie sa bude vykonávať podľa požiadaviek STN EN 60761-1 a STN EN 60761-2. Podmienka overenia je definovaná v čl. 13.4.1 normy STN EN 60761-2: maximálna absolútna hodnota odchýlky zistenej referenčnej odozvy od hodnoty určenej výrobcom nesmie prekročiť 20%.

Čas platnosti overenia meradla je podľa položky 8.6 prílohy č. 1 k vyhláske 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.: 013/300/441/21

Názov meradla: Monitor aktivity aerosólov CPM-320

Typ meradla: K1740-01

Značka schváleného typu: TSK 441/21-089

Výrobca: VF, s.r.o.
M. R. Štefánika 9
010 02 Žilina, Slovenská republika

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

Evidenčné číslo žiadosti: 361 727

Počet strán: 12

Počet príloh: 0

Miesto a dátum vydania: Bratislava, 23.04.2021

Vypracoval:

Skontroloval:

Protokol schválil:

1. Všeobecné ustanovenie

Tento protokol je podkladom na vydanie rozhodnutia o schválení typu meradla podľa ods. 1 § 21 zákona č. 157/2018 Z. z. o metrológii a o zmene a doplnení niektorých zákonov, v znení zákona č. 198/2020 Z.z. (ďalej len "zákon o metrológii") na typ meradla:

Monitor aktivity aerosólov CPM-320 Typ: K1740-01

1.1 Rozsah posudzovania

Meradlo svojím charakterom zodpovedá:

určenému meradlu podľa položky č. 8.6 prílohy č. 1 a prílohy č. 65 "Meradlá aktivity rádionuklidov" k vyhláške ÚNMS SR č. 161/2019 Z. z. o meradlách a metrologickej kontrole (ďalej len "vyhláška 161/2019 Z. z.).

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

EC 60761-1:2002 Equipment for continuous monitoring of radioactivity in gaseous effluents - Part 1: General requirements

IEC 60761-2:2002 Equipment for continuous monitoring of radioactivity in gaseous effluents - Part 2: Specific requirements for radioactive aerosol monitors including transuranic aerosols

1.2 Údaje o technickej dokumentácii použitej pri posudzovaní:

Návod na používanie monitoru aktivity aerosólov CPM-320 č. VF K1740-01-B01N01, vydaný 14.9.2020 VF.

EÚ vyhlásenie o zhode výrobku č. VF K1740-01-B01J01, vydaný 21.10.2020 VF.

Zkušební protokol o zkoušce elektromagnetické slučitelnosti CPM-320 č. 414104581AE1, vydaný 10.11.2020 Institut pro testování a certifikaci, a.s.

Kompenzace RN zařízením CPD-14 č. VF2009080095 Revize A, v. 01, vydaný 8.9.2020 VF.

Technická zpráva – interní typové zkoušky Continuous Particulate Detector CPD-16 č. VF2010230076 Revize A, v. 01, vydaný 23.10.2020 VF.

Calibration check CPD-16 delayed detector, 24.11.2020 – VF2011240185.

Calibration check CPD-16 actual detector, 24.11.2020 – VF2011240181.

Skúška tesnosti vzduchovej trasy CPD-16, 26.11.2020 – VF2011270063.

Dokumentácia je uložená v archíve odboru metrológie SMÚ.

1.3 Údaje o dokladoch použitých pri posudzovaní:

Žiadosť o schválenie typu určeného meradla – ev. č. 361 727 zo dňa 04.11.2020.

Výpis z obchodného registra č. el-61630/2020/L zo dňa 21.09.2020.

Dokumentácia je uložená v archíve odboru metrologie SMÚ.

1.4 Údaje o vzorkách určeného meradla:

Pre schválenie typu meradla bola dodaná vzorka:

Monitor aktivity aerosólov CPM 320, typ K1740-01

Výrobné číslo: 1990137

Detekčná jednotka: CPD-16, typ K1762

Výrobné číslo: 1806858

2. Popis meradla:

Technický popis meradla:

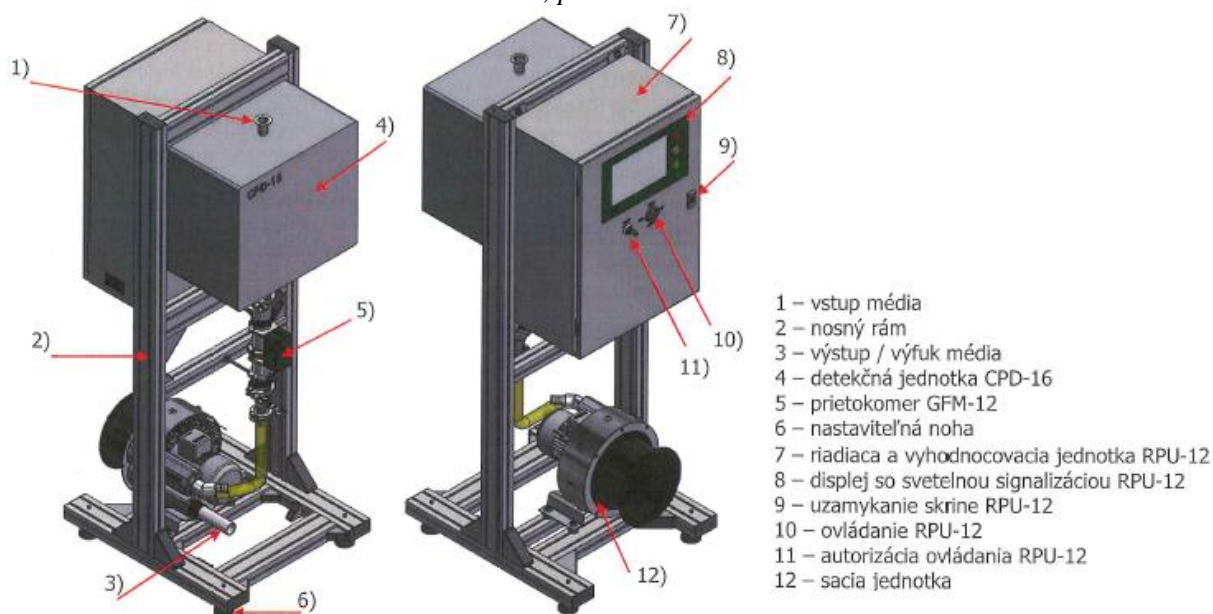
Monitor aktivity aerosólov CPM-320 je zariadenie určené na kontinuálne meranie koncentrácie častíc alfa a beta vo vzduchu. Zariadenie CPM-320 pozostáva z nosného rámu, riadiacej jednotky RPU-12, detekčnej jednotky CPD-16, prietokomeru GFM-12, sacej jednotky a sacej trasy. Zariadenie je upevnené na kovovom ráme, na ktorom sú umiestnené jeho jednotlivé komponenty. Nosný rám tvoria hliníkové profily pospájané skrutkami a upevňovacími trojuholníkmi. Na rám sa skrutkami, alebo potrubnými objímkami upevňuje riadiaca skriňa RPU-12, detekčná jednotka CPD-16, prietokomer GFM-12 a sacia jednotka. Riadiaca jednotka RPU-12 obsahuje všetky komponenty potrebné pre riadenie jednotlivých prvkov zariadenia. Obsahuje napájacie zdroje a komunikačné rozhranie pre nadradený systém. Na čele RPU-12 sú 3 LED svetlá, ktoré signalizujú stav zariadenia.

Detekčná jednotka CPD-16 tvorí samostatný celok. Na vrchu CPD-16 je príruha pre pripojenie vstupu média, na spodnej strane pre výstup média. Vo vnútri sa nachádzajú dva polovodičové kremíkové detektory a zariadenie na posuv filtračnej páske. Hlavný (aktuálny) detektor meria aktivitu aerosólov zachytených na páske v mieste odberu a druhý (oneskorený) detektor vykonáva tzv. oneskorené meranie, ktorým meria aktivitu na páske po vymretí krátkodobých rádionuklidov a slúži na kompenzáciu dcérskych produktov radónu. Štyri kremíkové detektory merajú odozvu na aerosóly zhromaždené na páske. Na kompenzáciu pozadia sa používa piaty kremíkový detektor. Prietokomer sa skladá z meracej trasy prietokomera a riadiacej dosky prietokomera. Trasa je zhotovená z dvoch častí, medzi ktorými je umiestená meracia clona.

Vzorka vzduchu vstupuje cez vstupnú armatúru do hermeticky uzavretej skrinky CPD-16. Vzduch prechádza cez filtračnú pásku, štrbinový prietokomer a cez výstupnú armatúru. Prístroj je vybavený tlakomerom na sledovanie straty tlaku na páske, ktorá

signalizuje upchatie alebo pretrhnutie pásky. Saciu jednotku tvorí vysokotlaková výveva s postranným kanálom s prídavným chladením, ktorá zaisťuje požadovaný prietok vzduchu.

Obr. č. 1 CPM-320, prevedenie K1740-01



Meradlo je vyrábané v nasledovných vyhotoveniach: K1740-01

2.1 Základné technické charakteristiky

Monitor CPM-320

Rozmery (š x v x h): (600 x 1649 x 696) mm

Hmotnosť: 140 kg

Napájanie: 230 V AC/ 50 Hz

Detekčná jednotka CPD-16

Detektor: Kremíkové PIN fotodiódy

Rozmer detektora: Meracie detektory: 4 diódy – (28 x 28 x 0,3) mm

Pozad'ový detektor: 1 dióda – (18 x 18 x 0,3) mm

Detekčná plocha: 36 cm²

Referenčný rádionuklid: ³⁶Cl, ²⁴¹Am

Rozmery (v x š x h): (414 x 550 x 282) mm

Hmotnosť: 45 kg

Prietokomer GFM-12

Prietok: (10 – 20) m³·h⁻¹ pre vzduch pri 101,3 kPa a 20°C

Meranie prietoku: Tlakový spád v štrbine

Kompenzácia: Teplota a tlak

Médium: Neagresívne plyny zbavené mechanických nečistôt
0°C až +50°C, max. 75% nekondenzujúca vlhkosť

Klasifikácia ochrany: IP30

Riadiaca jednotka RPU-12

Rozmery (š x v x h): (500 x 698 x 428) mm

Hmotnosť:	46 kg
Spôsob ovládania:	Lokálne 4 tlačidlá na dverách a 1 tlačidlo, 1 rotačný enkodér vo vnútri
Komunikácia:	Ethernet
Klasifikácia ochrany:	IP 44
Sacia jednotka	
Typ:	Vysokotlaková výveva
Výkon:	650 W
Rozmery (š x v x h):	(288 x 319 x 428) mm
Hmotnosť:	21 kg
Tlaková strata:	Max. 35 kPa
Klasifikácia ochrany:	Výveva IP 54 Prídavné chladenie IPX4
Filtračná páska	
Typ:	LFS-2-70
Šírka:	70 mm
Gramáž:	70 g·m ²
Účinnosť filtrácie	90% pre AE s $\varnothing(0,15 - 0,17)$ μm pre rýchlosť 170 cm·s ⁻¹
Podmienky prostredia	
Teplota:	0°C až +50°C
Tlak:	86 až 106 kPa
Relatívna vlhkosť:	Max. 95% nekondenzujúce pary

2.2 Základné metrologické charakteristiky

Meraná veličina:	Objemová aktivita [Bq·m ⁻³], početnosť impulzov [s ⁻¹] Alfa kanál – aktuálny (5·10 ² až 1·10 ⁶) Bq·m ⁻³
Merací rozsah pri prietoku 12 m ³ ·h ⁻¹ a perióde merania 10 min.	Alfa kanál – oneskorený (5·10 ² až 1·10 ⁶) Bq·m ⁻³ Beta kanál – aktuálny (1·10 ⁻² až 1·10 ⁶) Bq·m ⁻³ Beta kanál – oneskorený (1·10 ⁻² až 1·10 ⁶) Bq·m ⁻³
Citlivosť na etalón typu EMX	Alfa kanál – aktuálny 0,1408 cps·Bq ⁻¹ (Am-241) Alfa kanál – oneskorený 0,1554 cps·Bq ⁻¹ (Am-241) Beta kanál – aktuálny: 0,1324 cps·Bq ⁻¹ (Cl-36) Beta kanál – oneskorený 0,1500 cps·Bq ⁻¹ (Cl-36)
Pozadie pri dávkovom príkone 150 nGy·h ⁻¹	Aktuálny merací detektor: Beta kanál meracieho detektora: 0,58 s ⁻¹ Alfa kanál meracieho detektora: 0,011 s ⁻¹ Beta kanál pozad'ového detektora: 0,09 s ⁻¹ Alfa kanál pozad'ového detektora: 0,0006 s ⁻¹ Oneskorený merací detektor: Beta kanál meracieho detektora: 0,56 s ⁻¹ Alfa kanál meracieho detektora: 0,007 s ⁻¹ Beta kanál pozad'ového detektora: 0,08 s ⁻¹

Energetický rozsah: Alfa kanál pozad'ového detektora: $0,0007 \text{ s}^{-1}$
 Beta: (150 – 2500) keV
 Alfa: (2500 – 9000) keV

3. Posúdenie výkresovej a technickej dokumentácie:

Predložená výkresová dokumentácia je v súlade s vyhotovenou vzorkou meradla.

4. Podmienky vykonania skúšok technických charakteristík a metrologických charakteristík

Posúdenie schválenia typu bolo vykonané na základe posúdenia dokumentácie uvedenej v článku 1.2 a 1.3 tohto protokolu. Skúšky meradla sa vykonali v laboratóriu VF v Černej Hore a v laboratóriu Aktivity rádionuklidov Oddelenia ionizujúceho žiarenia SMÚ. Podmienky jednotlivých skúšok sú uvedené v predpisoch podľa ktorých bolo meradlo posudzované. Skúšky prebehli za štandardných meracích podmienok.

5. Údaje o hodnotených technických charakteristikách a metrologických charakteristikách:

Skúška typu meradla bola vykonaná na základe normy IEC 60761-1:2002 a EC 60761-2:2002. Pre posúdenie typu meradla sa vykonali tieto skúšky: Stanovenie odozvy meradla od pozadia, štatistická fluktuácia, doba nábehu, linearita, preťaženie, vplyv okolitej teploty, stabilita údajov, citlivosť detektora v závislosti od energie beta častíc, citlivosť detektora na nešpecifické žiarenie, stabilita prietokovej rýchlosti, referenčná odozva a odozva na rádioaktívny plyn.

5.1 Stanovenie odozvy meradla od pozadia

Počas merania odozvy meradla na pozadie bol prietok vzduchu vypnutý. Doba merania bola pre aktuálny detektor 15,4 h resp. 71 h pre oneskorený detektor. V tabuľke č. 1 je uvedená stredná hodnota odozvy n detektora na pozadie a variačný koeficient v .

Tabuľka č. 1 Odozva meradla od pozadia

Aktuálny detektor			Oneskorený detektor		
Kanál	$n \text{ [s}^{-1}\text{]}$	$v \text{ [%]}$	Kanál	$n \text{ [s}^{-1}\text{]}$	$v \text{ [%]}$
Beta – merací	0,5800(30)	0,56	Beta – merací	0,5580(15)	0,27
Beta – pozad'ový	0,0900(13)	1,4	Beta – pozad'ový	0,08180(60)	0,7
Alfa – merací	0,01060(40)	4,2	Alfa – merací	0,00670(20)	2,4
Alfa - pozad'ový	0,00061(11)	17	Alfa - pozad'ový	0,000670(50)	7,7

5.2 Štatistická fluktuácia

Pre skúšku štatistickej fluktuácie odozvy meradla bol použitý etalón typu EM 145 resp. EM 445 s rádionuklidom Sr/Y-90 resp. Am-241. Zaznamenaných bolo 10 hodnôt

odozvy meradla n z 300 s meraní. Požiadavkou IEC 60761-1 27.1 je aby variačný koeficient v hodnoty odozvy vplyvom štatistickej fluktuácie bol menší ako 10%.

Tabuľka č. 2 Štatistická fluktuácia

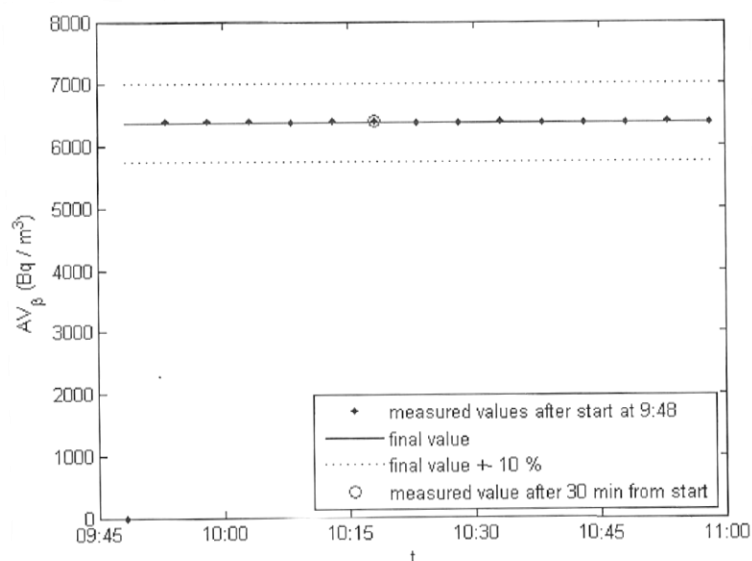
Aktuálny detektor			Oneskorený detektor		
Kanál	n [s^{-1}]	v [%]	Kanál	n [s^{-1}]	v [%]
Beta	21,81(41)	1,9	Beta	23,32(54)	2,3
Alfa	2,494(49)	2,0	Alfa	2,659(42)	1,6

Meradlo danú požiadavku spĺňa.

5.3 Doba nábehu

Pre skúšku doby nábehu meradla bol použitý etalón typu EMX s rádionuklidom $Cl-36$. Po zapnutí meradla bola po 30 s odčítaná hodnota odozvy v beta kompenzovanom kanáli a následne každých 300 sekúnd. Po 10 h bola stanovená priemerná odozva na úrovni $6376,0(50)$ Bq/ m^3 . Požiadavkou IEC 60761-1 27.2 je aby indikovaná hodnota odozvy počas 30 minút od zapnutia meradla bola v tolerancii $\pm 10\%$ od hodnoty získanej počas štandardných podmienok. Získané hodnoty sú zobrazené v grafe na obr. č.2.

Obr. č. 2 priebeh indikovanej hodnoty počas doby zahrievania

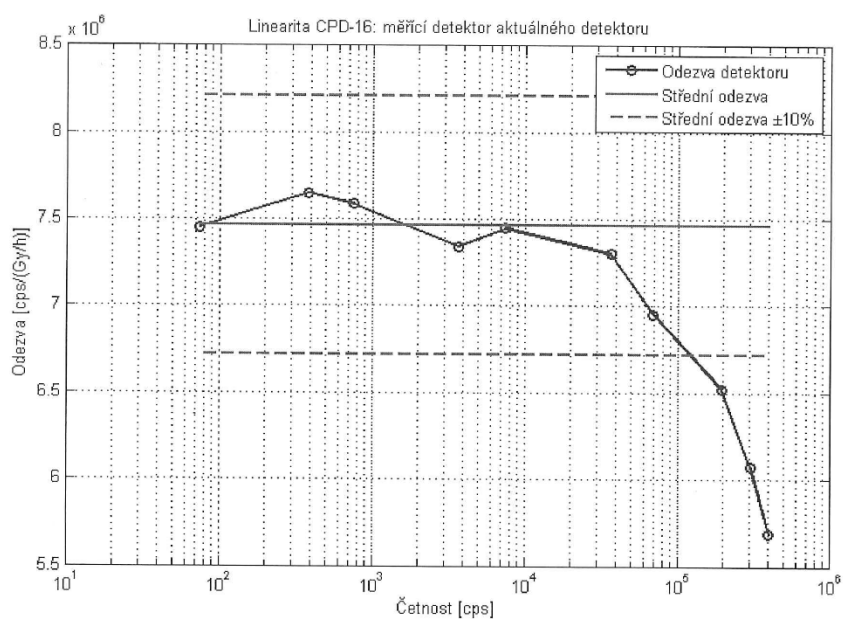


Všetky hodnoty počas doby zahrievania ležia v požadovanej tolerancii.

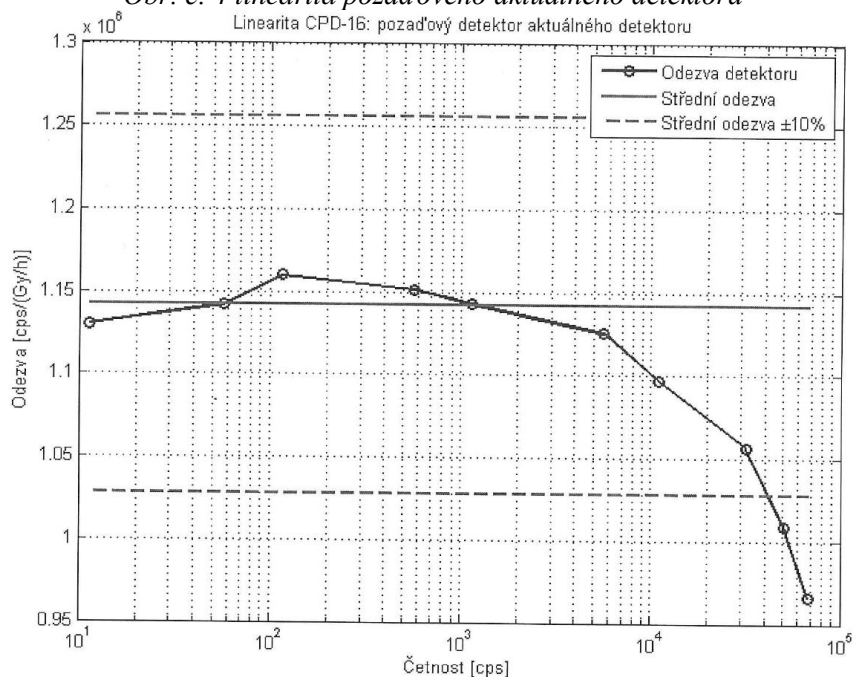
5.4 Linearita

Pre skúšku linearity bola detekčná časť CPD-16 vybratá a umiestnená do zväzku $Cs-137$. Detektor bol ožarovaný niekoľkými dávkovými príkonmi a bola zaznamenaná odozva detektora.

Obr. č. 3 linearita meracieho aktuálneho detektoru



Obr. č. 4 linearita požadového aktuálneho detektoru



Merací detektor je lineárny do 120000 cps pre aktuálny aj oneskorený detektor a požadový detektor je lineárny do 40000 cps. Požiadavkou IEC 60761-1 26.3, 60761-2 13.5 je, aby relatívna chyba údajov bola v tolerancii $\pm 10\%$ v celom efektívnom rozsahu. Rozsah udávaný výrobcom spĺňa túto požiadavku.

5.5 Preťaženie

Skúška bola zrealizovaná v podmienkach ako pri skúške linearity. Odozva meradla bola zaznamenaná pri referenčnom dávkovom príkone 0,5 mGy/h. Pri preťažení bol použitý dávkový príkon 500 mGy/h s dobou trvania 10 minút. Počas preťaženia zariadenie trvalo indikovalo nekonečnú hodnotu ∞ Bq/m³ a signalizovalo stav preťaženia. Požiadavkou IEC 60761 26.6 je aby zariadenie indikovalo stav preťaženia a po odstránení zdroja preťaženia sa odozva nesmie líšiť o viac ako $\pm 10\%$ od odozvy pred preťažením. Relatívny rozdiel odozvy pred a po preťažení bol menej ako 1%. Zariadenie tak spĺňa požiadavku normy.

5.6 Vplyv okolitej teploty

Skúška sa realizovala v teplotnej komore v Černej Hore. Pri skúške bol použitý etalón typu EMX s rádionuklidom Am-241. Odozva meradla sa zaznamenala pre teploty 5°C, 22°C a 40°C. Požiadavkou bolo aby v sprísnenom rozsahu teplôt (+5°C až +40°C) oproti požiadavke normy IEC 60761-1 28.1 (+10°C až +35°C) bola odozva v tolerancii $\pm 10\%$ oproti odozve pri 22°C.

Tabuľka č. 3 Vplyv okolitej teploty

Teplota okolia [°C]	Stredná hodnota indikovanej aktivity [Bq/m ³]	Odchýlka oproti štandardným podmienkam
5	785,6(11)	-4,5%
22	822,60(90)	-
40	855,7(12)	+4,0%

Meradlo danú požiadavku spĺňa.

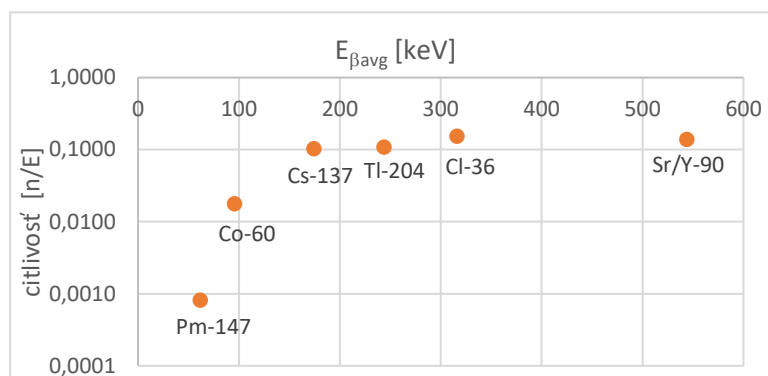
5.7 Stabilita údajov

Skúška sa realizovala s vnúteným prietokom a vnútenou tlakovou stratou. Pri skúške bol použitý etalón typu EMX s rádionuklidom Cl-36. Požiadavkou IEC 60761-1 27.5 je, aby indikovaná odozva po dobe nábehu a nasledujúcich 100 hodín bola v rámci $\pm 10\%$ od strednej hodnoty. Skúška ukázala, že všetky indikované hodnoty sa líšili od strednej hodnoty v intervale -1,0% až +1,0%. Meradlo danú požiadavku spĺňa.

5.8 Citlivosť detektora v závislosti od energie beta častíc

Skúška sa realizovala meraním odozvy meradla n na etalóny typu EM 145 s rádionuklidmi Pm-147, Co-60, Cs-137, Tl-204, Cl-36 a Sr/Y-90. Výsledkom skúšky je závislosť citlivosti detektora určenej z pomeru odozvy meradla (n [cps]) a emisii častíc etalónu (E [s⁻¹]) od strednej energie beta spektra jednotlivého nuklidu.

Obr. č. 5 závislosť citlivosti detektora on energie beta častíc



5.9 Citlivosť detektora na nešpecifické žiarenie

Skúška sa realizovala meraním odozvy (n [cps]) meradla na referenčný etalón typu EMX s rádionuklidom Cl-36 resp. Am-241. Odozva bola zaznamenaná v energetickom okne pre žiarenie beta v kanáli 30-249 resp. 250-539 pre žiarenie alfa. Z odozvy a referenčnej emisie zdroja (E [s^{-1}]) boli stanovené účinnosti ε v beta aj alfa kanáli. Požiadavkou podľa IEC 60761-2 13.6 je, aby pomer účinnosti beta žiarenia v alfa kanáli k referenčnej alfa účinnosti bol $\leq 2\%$ a pomer účinnosti alfa žiarenia v beta kanáli k referenčnej beta účinnosti bol $\leq 25\%$.

Tabuľka č. 4 Citlivosť detektora na nešpecifické žiarenie

Kanál	Beta	Alfa
Nuklid	ε [-]	
Cl-36	0,2088	0
Am-241	0,0498	0,4158
Kritérium	$\varepsilon_{\alpha} / \varepsilon_{\beta ref} \leq 0,25$ $0,239 \leq 0,25$	$\varepsilon_{\beta} / \varepsilon_{\alpha ref} \leq 0,02$ $0 \leq 0,02$

5.10 Stabilita prietokovej rýchlosti

Skúška sa konala pri nastavenom prietoku $20 \text{ m}^3/\text{h}$ ($333,3 \text{ l}/\text{min}$) s periódou merania 2 h. Požiadavkou normy IEC 60761-1 29.1 je aby po dobe nábehu a nasledujúcich 100 h prevádzky bola indikovaná hodnota prietoku v tolerancii $\pm 10\%$ od strednej hodnoty. Stredná hodnota bola na úrovni $333,6(11) \text{ l}/\text{min}$ a všetky indikované hodnoty prietoku boli s odchýlkou do $\pm 2,5\%$ od strednej hodnoty prietoku.

5.11 Referenčná odozva

Skúška sa realizovala meraním odozvy (n [cps]) meradla na referenčný etalón typu EMX s rádionuklidom Cl-36 a Am-241 a etalónom typu EM 145 s rádionuklidom Pm-147, Co-60, Cs-137, Tl-204, Cl-36, Sr/Y-90 a etalónom typu EM 445 s rádionuklidom Am-241. Odozva bola zaznamenaná v energetickom okne pre žiarenie beta v kanáli 22-248 resp. 249-538 pre žiarenie alfa. Z odozvy a referenčnej emisie zdroja (E [s^{-1}])

a referenčnej aktivity (A [Bq]) boli stanovené účinnosti (ε [-]) a citlivosti (S [$s^{-1}\cdot Bq^{-1}$]) pre aktuálny aj oneskorený detektor.

Tabuľka č. 5 Referenčná odozva

Detektor		Aktuálny	Oneskorený	Aktuálny	Oneskorený
Etalón	Nuklid	S [$s^{-1}\cdot Bq^{-1}$]		ε [-]	
EMX	Cl-36	0,1265(19)	0,1501(23)	0,20000(23)	0,23740(10)
EMX	Am-241	0,1475(30)	0,1528(31)	0,42620(62)	0,44147(20)
EM445	Am-241	0,1233(10)	0,13331(56)	0,2505(23)	0,2708(22)
EM145	Pm-147	0,000489(12)	0,000521(10)	0,000808(17)	0,000862(11)
EM145	Co-60	0,01135(12)	0,01367(14)	0,01764(16)	0,02126(18)
EM145	Cs-137	0,07344(75)	0,07408(74)	0,10211(85)	0,1030(10)
EM145	Tl-204	0,07035(81)	0,07772(79)	0,1081(10)	0,1195(10)
EM145	Cl-36	0,1022(11)	0,1127(12)	0,1525(13)	0,1681(13)
EM145	Sr/Y-90	0,09526(76)	0,10817(77)	0,1384(12)	0,1572(13)

5.12 Odozva na rádioaktívny plyn

Skúška sa vykonala podľa IEC 60761-2 13.9 v režime s uzavretým okruhom prúdenia vzduchu s nastaveným prietokom na $12\text{ m}^3\cdot\text{h}^{-1}$ ($200\text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$). V uzavretom okruhu bol vytvorený mierny podtlak pre nasatie 300 ml zmesi Ar+Kr-85 s aktivitou 638(32) kBq. Po ustálení bola zaznamenaná odozva meradla v beta kanáli a spätne bolo z uzavretého okruhu odobratých 300 ml atmosféry do Marinelliho nádoby pre stanovenie objemovej aktivity Kr-85 v uzavretom okruhu.

Detektor	Aktuálny	Oneskorený
Objemová aktivita [$\text{kBq}\cdot\text{l}^{-1}$]	25,6(11)	
Odozva n [s^{-1}]	23,3(10)	21,1(42)
Citlivosť S [$s^{-1}\cdot\text{kBq}^{-1}\cdot\text{l}$]	0,91(10)	0,823(50)

6. Zistené nedostatky

Nedostatky neboli zistené.

7. Záver

Z výsledkov posudzovania vyplýva, že uvedený typ meradla vyhovuje svojimi technickými charakteristikami, metrologickými charakteristikami a konštrukčným vyhotovením v rozsahu určeného použitia všetkým požiadavkám vzťahujúcim sa na daný druh meradla ustanovenými vyhláškou ÚNMS SR č. 161/2019 Z. z. o meradlách a metrologickej kontrole, prílohou č. 64 vyhlášky č. 161/2019 Z. z. ÚNMS SR a IEC 60761-1:2002 a EC 60761-3:2002.

8. Čas platnosti rozhodnutia

Podľa § 21 zákona č. 157/2018 Z. z. o metrologii a o zmene a doplnení niektorých zákonov, v znení zákona č. 198/2020 Z.z. je doba platnosti certifikátu typu meradla 10 rokov.

9. Údaje na meradle

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

10. Overenie

Overenie sa bude vykonávať podľa požiadaviek IEC 60761-1:2002 a IEC 60761-2:2002, najmä splnenie požiadavky na referenčnú odozvu a linearitu podľa kritéria v čl. 13.4 a 13.5 IEC 60761-2:2002.

Čas platnosti overenia meradla je podľa položky 8.6 prílohy č. 1 k vyhláške ÚNMS SR č. 161/2019 Z. z. o meradlách a metrologickej kontrole 2 roky.

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