

Etalón aktivity ^{222}Rn vo vode a vo vzduchu

č.: OE 037-21

adresa:

Slovenský metrologický ústav
(SMÚ)
Karloveská 63
842 55 Bratislava
Slovenská republika
budova H H 172

Mgr. Pavol Blahušiak, PhD.

blahusiak@smu.gov.sk

kancelária: 00 421 2 602 94 282

laboratórium: 00 421 2 602 94 636

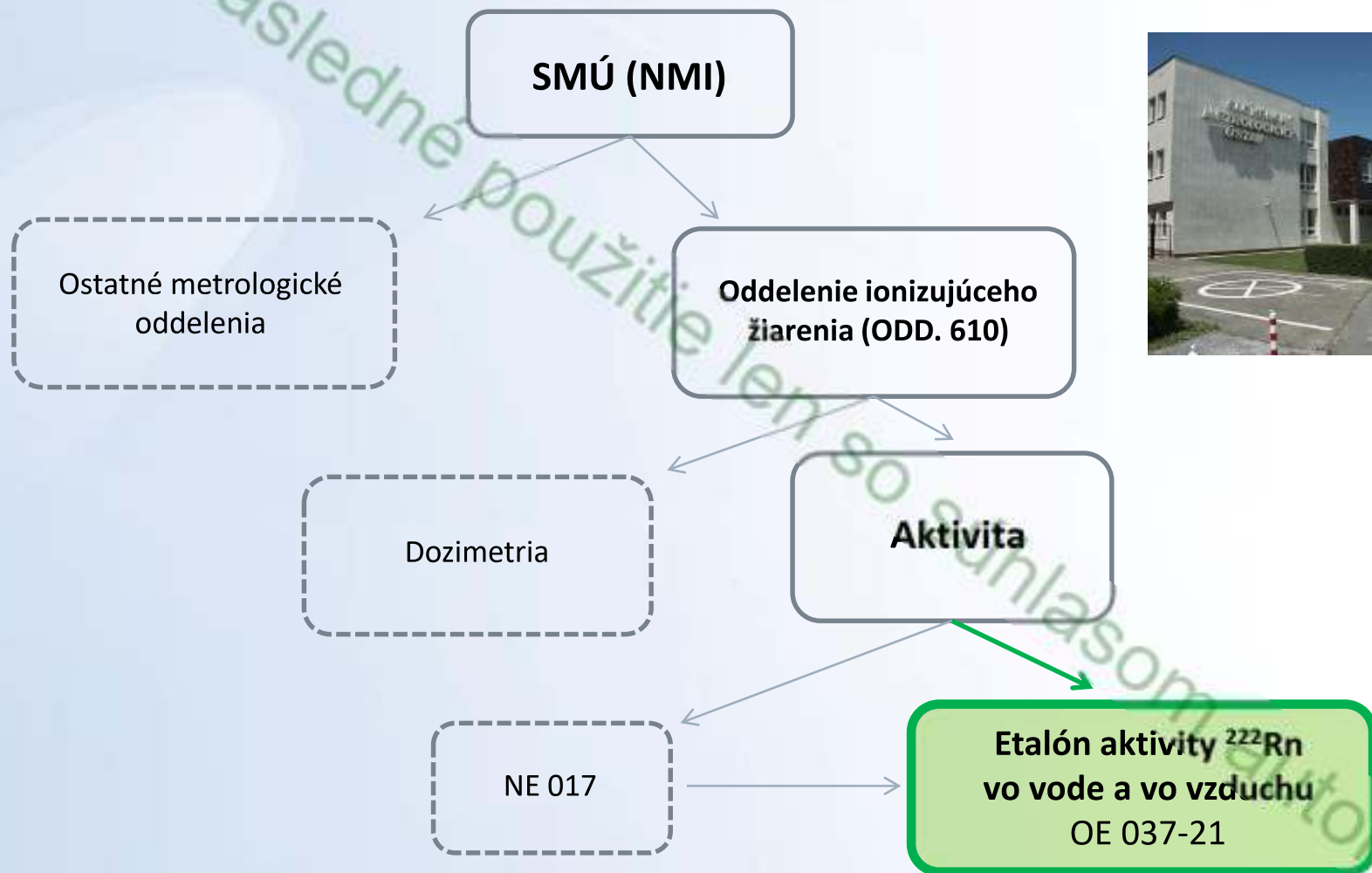
Oddelenie Ionizujúceho
Žiarenia (Odd. 610)

Metrologický systém v Slovenskej republike

- Zákon 157 z 15. mája 2018 o metrológii a o zmene a doplnení niektorých zákonov
- Vynáška 161 Úradu pre normalizáciu, metrológiu a skúšobníctvo Slovenskej republiky z 27. mája 2019 o meradlách a metrologickej kontrole
- Zákon 87 z 13. marca 2018 o radiačnej ochrane a o zmene a doplnení niektorých zákonov
- ...



Metrologická štruktúra SMÚ- zjednodušená štruktúra



Projekt APVV → Radónová komora → OE 037-21 → ...

- **Projekt APVV-15-0017 Vývoj národného etalónu ^{222}Rn a zabezpečenie etalonáže ^{222}Rn na Slovensku** - dĺžka projektu: 3,5 roka (01.07.2016-31.12.2019), 220 764 €
- zodpovedný riešiteľ: RNDr. Matej Krivošík, PhD.
- spoluriešiteľ: Katedra jadrovej fyziky a biofyziky Fakulty matematiky, fyziky a informatiky UK
- partneri: Ústav merania SAV, RC Polatom Otwock, Katedra jadrovej fyziky a biofyziky Fakulty matematiky, fyziky a informatiky UK v BA

Projekt pozostával z dvoch hlavných častí:

- Vybudovanie primárneho etalónu aktivity rádionuklidov TDCRG
- Vybudovanie sekundárneho etalónu ^{222}Rn na báze radónovej komory



AiRneSt



Projekt APVV → Radónová komora → OE 037-21 → ...

vnútorné rozmery valca: $d = 2 \text{ m} \times \phi = 0.8 \text{ m}$ ($V \approx 1 \text{ m}^3$)

materiál: 5 mm nerezový plech

rozsah OAR: $(100 - 100000) \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$

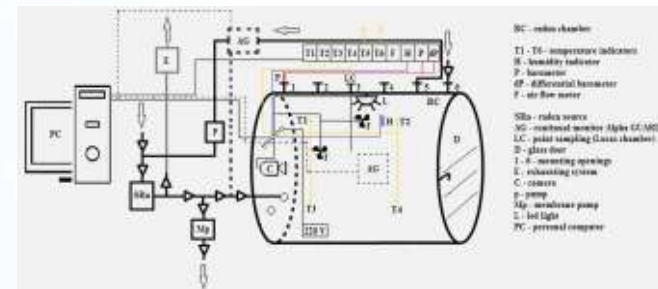
metódy merania OAR: kontinuálne meranie OAR, SLK

on-line pTHf monitorovanie (vlastný C++ program na zber dát)

zdroj ^{222}Rn : suchý prietokový zdroj radónu typ RF100 (ČMI) so soľami ^{226}Ra

podrobnejšie → *DEVELOPMENT OF ^{222}Rn IN AIR SECONDARY STANDARD IN THE SLOVAK REPUBLIC*,

doi:10.1093/rpd/ncaa141



OE 037-21

AiRneSt

Dátum vyhlásenia č. OE 037-21 : 13.7.2021 (12.08.2021)

veličina – objemová aktivita radónu ($[OAR]=Bq.m^{-3}, Bq.dm^{-3}$)

rozsah stupnice reprodukovanej etalónom = (100 – 100000) $Bq.m^{-3}$

kombinovaná relatívna štandardná neistota = $u_c \geq 3,8 \%$

Sekundárny etalón nadviazaný na SÚJCHBO (ČR), prostredníctvom AG DF 2000

Tento sekundárny etalón poskytuje:

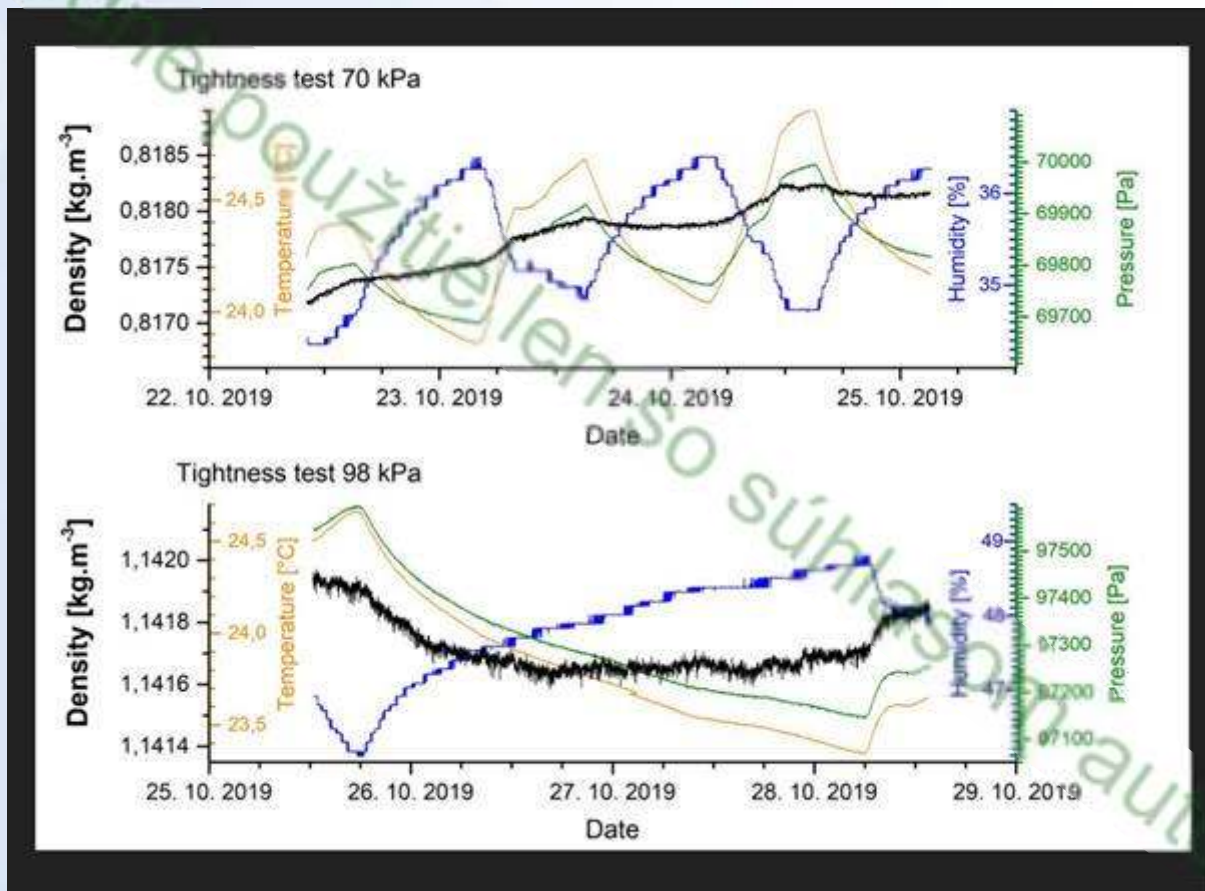
- metrologické overenia zariadení podľa platnej slovenskej legislatívy
- metrologické kalibrácie zariadení
- ďalšie činnosti (hlavne kolegovia z akademickej oblasti ...)



Zákazníci: súkromné spoločnosti zaoberajúce sa stanovovaním radónového indexu pôd, vodárne,

Projekt APVV → Radónová komora → OE 037-21 → ...

Testovanie tesnosti



Projekt APVV → Radónová komora → OE 037-21 → ...

Medzinárodné porovnania – validácia OE 037-21

Označenie porovnania	Veličina	Pilotné laboratórium
EURAMET Project No. 1475_Rn-222	Aktivita radónu, Objemová aktivita radónu	LNE-LNHB Francúzsko
International comparison of activity measurements of radon 222 – EURAMET Project n°1475 - EURAMET.RI(II)-S8.Rn-222 DOI: 10.1088/0026-1394/58/1A/06015 (karentovaná publikácia)		
MetroRADON_Task.2	Objemová aktivita radónu (jednotlivé úrovne)	BfS Nemecko
16NV10 MetroRADON Activity No. 5.2, Validation of the traceability, performance and precision of European radon calibration facilities in the range from 300 Bq/m ³ to 10 000 Bq/m ³ (oficiálny dokument)		
NRPI(SÚRO)_222Rn	Objemová aktivita radónu (dlhodobá stabilita)	SÚRO Česká Republika
Results of the 2019 International Comparison of Radon/Thoron and Radon Short-lived Decay Product Measurement Instruments at the NRPI Prague, SÚRO vvi. REG 01 - 2020 (oficiálny dokument)		

Pozn.: SMÚ sa zúčastnilo EURAMET EMPIR projektu 16ENV10 Metrology for radon monitoring, MetroRadon v úlohe nefinancovaného pozorovateľa. Rovnako aj v MetroRADON Task.2.

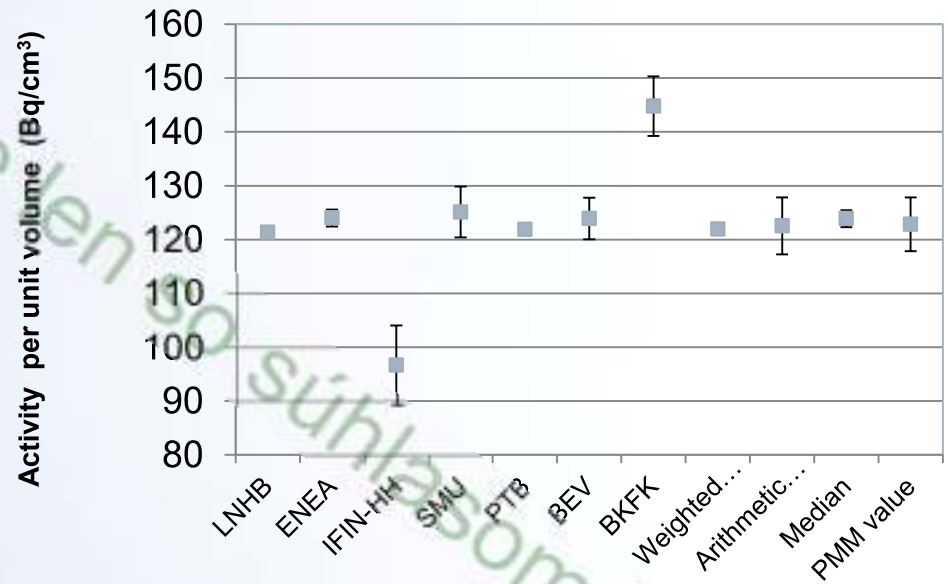


EURAMET Project No. 1475_Rn-222

Princíp: jednotlivé laboratóriá obdržali vzorku plynného Rn-222 vo vzduchotesnom kovovom kontajneri, pričom úlohou bolo stanoviť OAR vo vzorke k danému referenčnému času.



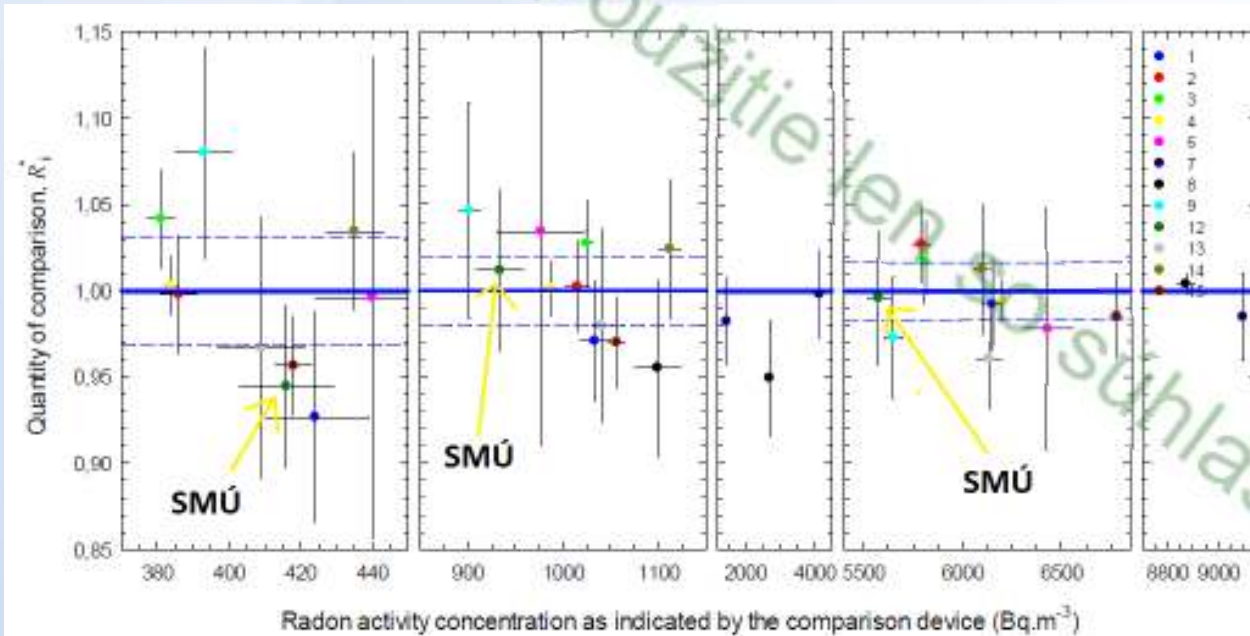
Laboratory results (Bq/cm³) $k = 1$



	C_A (Bq cm ⁻³)	U_{CA} (Bq·cm ⁻³)
Weighted mean	122.0	0.9 (external)
Arithmetic mean	122.6	5.3
Median	123.9	1.6
PMM value	125.4	3.5

MetroRADON_Task.2

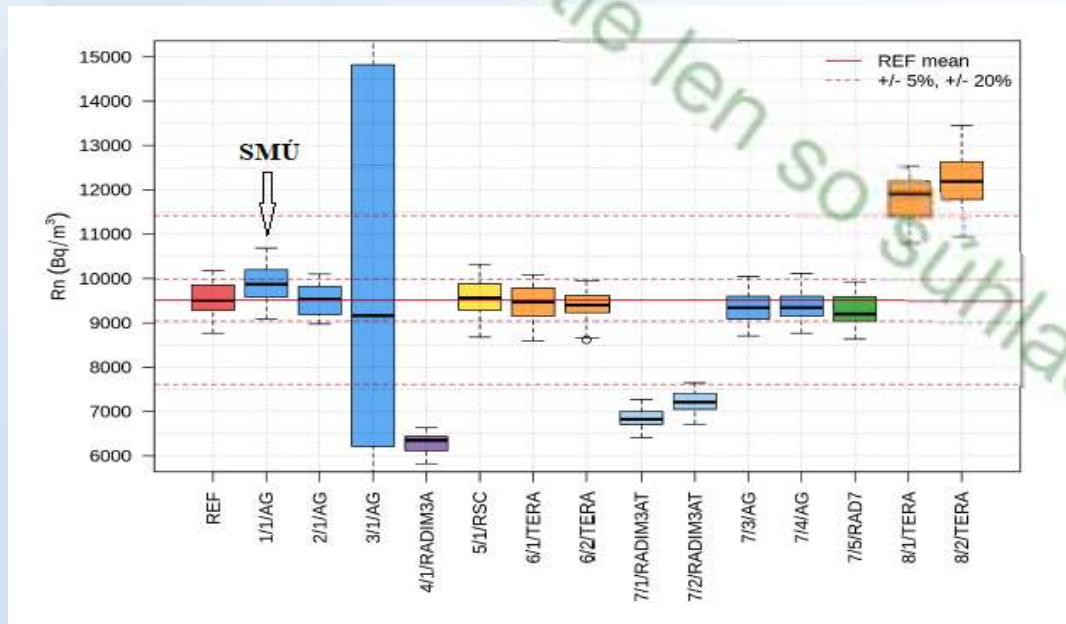
Princíp: Cieľom porovnania bolo priamo porovnať odozvu meradiel radónu participujúcich laboratórií s transfer etalónom pilotného laboratória.



NRPI(SÚRO)_222Rn

ako súčasť medzinárodnej konferencie s názvom „*Protection against radon at home and at work Praha 2019*“.

Princíp: Cieľom porovnania bolo sledovanie dlhodobej stability objemovej aktivity radónu v radónovej komore **S** veľkým objemom.



Bilaterálne porovnania s Katedrou jadrovej fyziky a biofyziky Fakulty matematiky, fyziky a informatiky UK

Stanovenie OAR pomocou meradiel AlphaGUARD

Laboratórium	OAR $\pm u$ (k = 1) [Bq.m ⁻³]	Δ [%]
SMÚ	13139 \pm 493	- 0,7
KJFB FMFI UK	13046 \pm 628	

Tri úrovne OAR stanovené meradlami AlphaGUARD

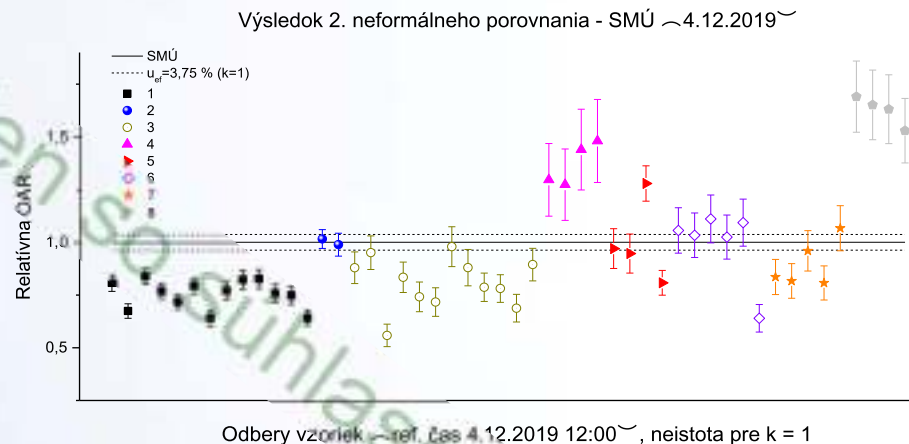
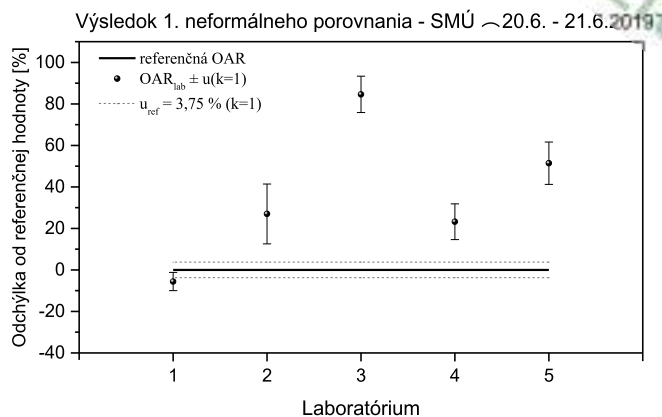
Úroveň [Bq.m ⁻³]	SMÚ OAR $\pm u$ (k = 1) [Bq.m ⁻³]	KJFB FMFI UK OAR $\pm u$ (k = 1) [Bq.m ⁻³]	Δ [%]
400	400 \pm 15	398 \pm 47	- 0,5
1000	946 \pm 36	934 \pm 99	- 1,2
6000	5637 \pm 211	5615 \pm 336	- 0,4

Stanovenie OAR rôznymi metódami

Laboratórium	OAR $\pm u$ (k = 1) [Bq.m ⁻³]	Δ [%]
SMÚ (AlphaGUARD)	12790 \pm 479	+ 5,5
KJFB FMFI UK (Lucasove komory)	13046 \pm 628	

2 medzilaboratórne porovnávacie merania

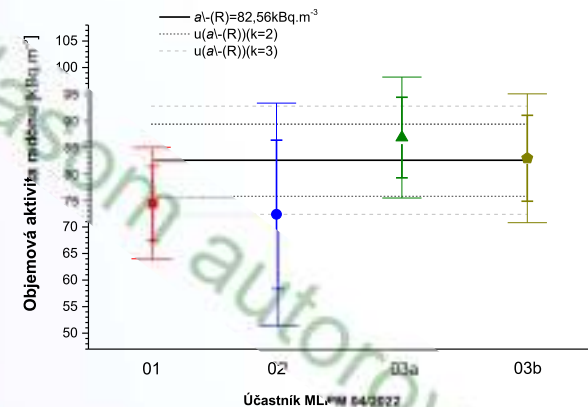
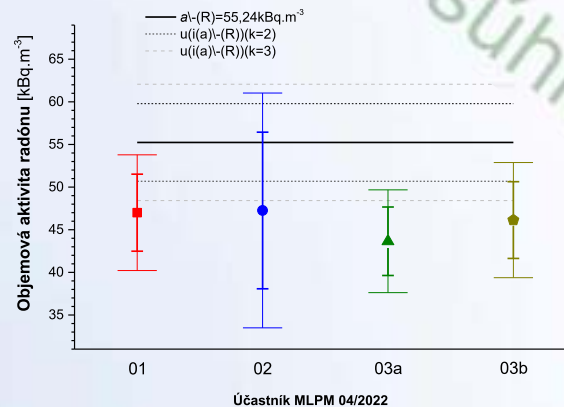
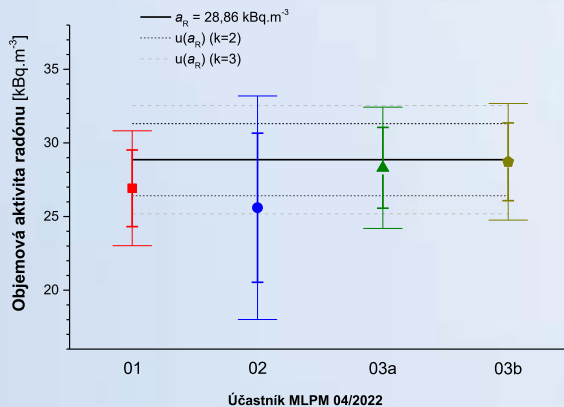
v rámci ktorých SMÚ oslovil pracoviská v SR, ktoré sa zaoberajú meraním radónu vo vodách a v pôdnom vzduchu.



Medzilaboratórne porovnávacie merania meradiel radónu v pôdnom vzduchu (2022)

Porovnanie sa realizovalo v zmysle požiadaviek dokumentu STN 40 4080:2004 a pracovných postupov PP 24/044 a PP 20/044.

Výstupom: „*Správa z medzilaboratórneho porovnávacieho merania UNMS 04/22*“

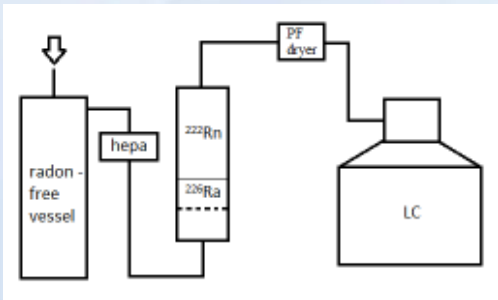


Kalibrácia referenčných Lucasových scintilačných komôr - 1. možnosť

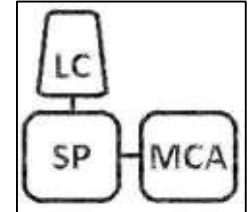
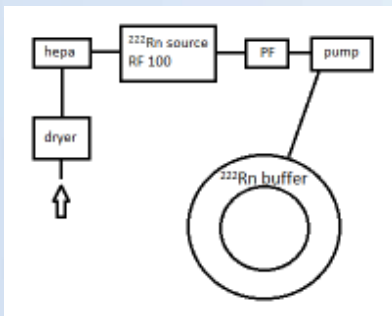
Pre stanovenie OAR pomocou Lucasových komôr je potrebné poznať ich detekčnú účinnosť ϵ_d . Na tento účel sme použili metódu, ktorá kombinuje použitie **dvoch kvapalných referenčných rádiových etalónov**, a **suchého zdroja radónu RF100** na tvorbu dočasného pracovného etalónu – zásobníka ^{222}Rn .

Správnosť kalibrácie bola overená v SÚJCHBO ČR.

Prevod ^{222}Rn z ^{226}Ra štandardu



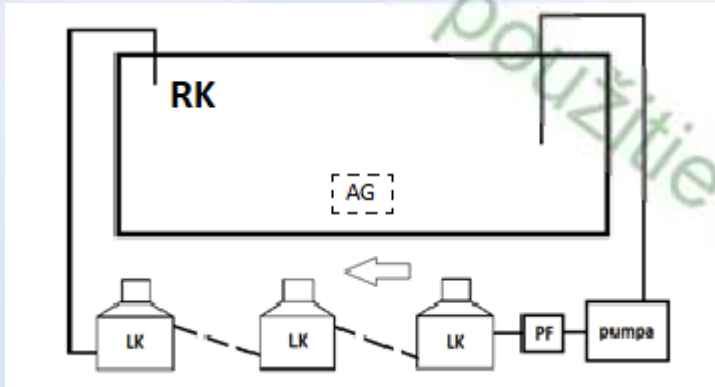
Plnenie ^{222}Rn zásobníka – pracovný etalón



LK _{labu}	TYP	Výrobca	v.č.	V _{LK} [ml]	V _{vz} [ml]	ϵ_d [s ⁻¹ /premena ²²² Rn]
1	SRN 1000SS	NUVIA	2018-D0001	1000	300	2,32 ± 0,08
2	SRN 1000SS	NUVIA	2018-D0002	1000	300	2,16 ± 0,10
3	SRN 1000SS	NUVIA	2018-D0003	1000	300	2,12 ± 0,07
4	SRN 1000SS	NUVIA	2018-D0004	1000	300	1,99 ± 0,07
5	DS404M	EMPOS	18-D2763	1000	300	2,10 ± 0,07
6	SRN 1000SS	NUVIA	2018-D0006	1000	300	2,34 ± 0,08
7	DS404M	EMPOS	18-D2765	1000	300	2,19 ± 0,08
8	DS404M	EMPOS	18-D2768	1000	300	2,15 ± 0,07
9	1000SS	EMPOS	2019-D1443	1000	300	2,32 ± 0,08
10	1000SS	EMPOS	2019-D1444	1000	300	2,07 ± 0,07
11	1000SS	EMPOS	2019-D1445	1000	300	2,08 ± 0,07
12	1000SS	EMPOS	2019-D1446	1000	300	1,93 ± 0,09
13	DS404M	EMPOS	18-D8771	1000	300	2,19 ± 0,10
14	1000SS	EMPOS	2019-D1448	1000	300	2,21 ± 0,07
15	1000SS	EMPOS	2019-D1449	1000	300	2,20 ± 0,07
16	1000SS	EMPOS	2019-D1450	1000	300	2,27 ± 0,10
17	1000SS	-	-	1000	300	2,13 ± 0,07
18	DS401S	TESLA	93-457	125	100	2,54 ± 0,10
19	DS401S	-	-	125	100	2,56 ± 0,10

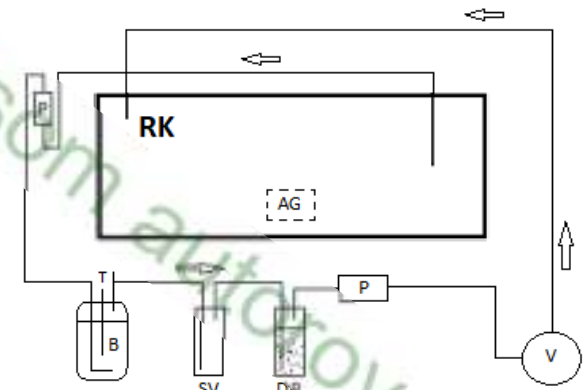
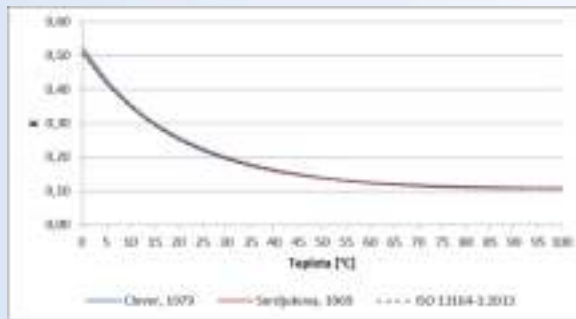
Kalibrácia referenčných Lucasových scintilačných komôr - 2. možnosť

Ďalšou možnosťou ako stanoviť detekčnú účinnosť ϵ_d Lucasových komôr je použitie radónovej komory ako zásobníka ^{222}Rn so scintilačnými komorami zapojenými v cirkulačnom obvode s radónovou komorou. Ako referencia ^{222}Rn sa používajú buď Lucasové komory nadviazané priamo na kvapalné rádiové štandardy alebo kalibrované kontinuálne transfer meradlo radónu – AlphaGUARD DF2000.



Výroba radónovej vody – obohacovanie vody o ^{222}Rn

$$OAR_v = K \cdot \frac{OAR_c \cdot V_c}{V_A + K \cdot V_V}$$



Spolupráca

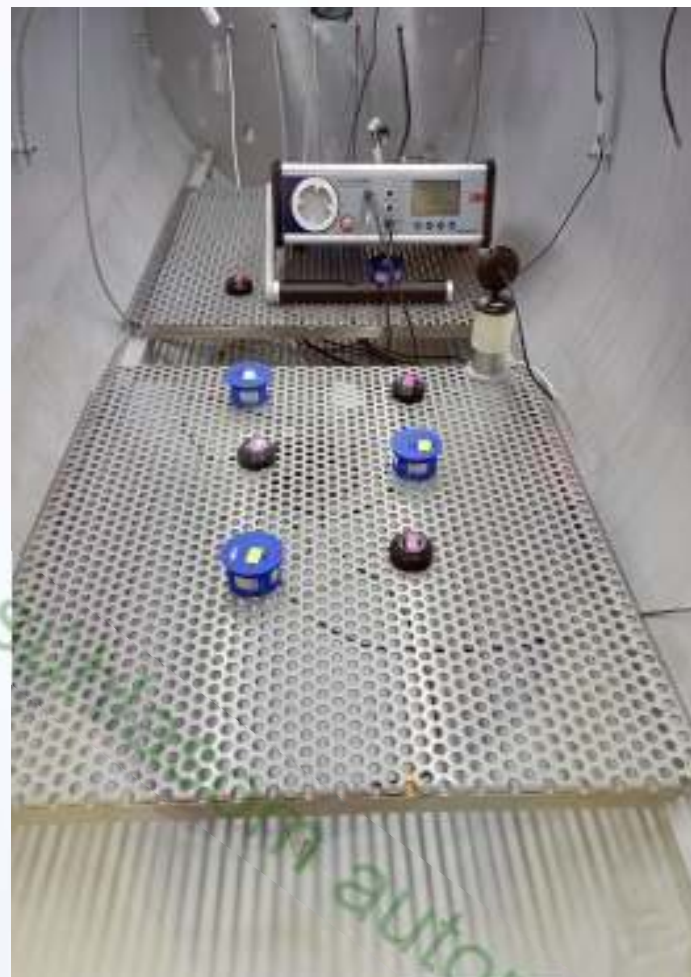


Expozícia SSNTD (CR 39) v radónovej komore

- zabezpečenie referenčnej OAR

ÚJFI FEI STÚ:

Jakub Luley, Vendula Filová, Branislav Vrban,
Štefan Čerba



**ĎAKUJEM ZA VAŠU
POZORNOSŤ!**

OE 037-21

adresa:

Slovenský metrologický
ústav

(SMÚ)

Karlovská 63

842 55 Bratislava

Slovenská republika

budova H

H 172

Mgr. Pavol Blahušiak, PhD.

blahusiak@smu.gov.sk

kancelária: 00 421 2 602 94 282

laboratórium: 00 421 2 602 94 636

Oddelenie Ionizujúceho
Žiarenia (Odd. 610)