

# A paksi atomerőműnél rendszeresített radioaktív nemesgáz, aeroszol és jód aktivitás koncentráció mérő berendezések helyszíni számítógépes kalibrálásának tapasztalatai

Kovács Sándor, Németh Norbert, Orbán Mihály, Sós János MVM PA Zrt  
Kasoly József, Vágvölgyi Jenő MATEC Kft.

XXXIX. Sugárvédelmi Továbbképző Tanfolyam Hajdúszoboszló

# Rövid Kor-Történet („anamnézis”)



## LEGÚJABB-KOR (2004-től)

PING mérőrendszer  
(a francia MGP cég)  
ABPM201  
IM201  
NGM204



aeroszol radiojód nemesgáz  
mérőberendezések



## Ó-KOR (1990-2004-ig)

K88A és K88B  
Felújított KALINA  
mérőrendszer  
(Sugárdózis GMK)



+

BDAB-05-06  
UDGB-08-10



## ŐS-KOR (1990-ig)

RKSz-02-03  
Szovjet  
KALINA  
mérőrendszer  
+  
BDAB-05-06  
UDGB-08-10



# A MÉRŐBERENDEZÉSEK KALIBRÁLÁSA

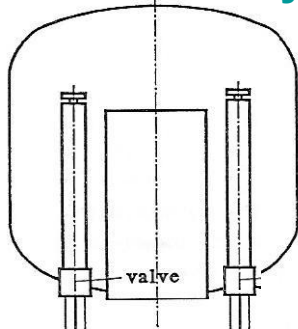
NGM204 nemesgáz, ABPM201 aeroszol és IM201 jód mérő

## ■ ELSŐ KALIBRÁLÁS

- Mérések az Országos Etalonra visszavezetett, a valódi mérési helyzetet lehetőség szerint legjobban közelítő Radioaktív Hiteles Anyagmintával (RHA) és egyben az időszakos kalibrációknál használt u.n. kalibráló sugárforrással is

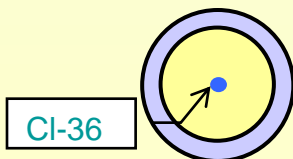
Kr-85 nemesgáz RHA

Marinelli edényben

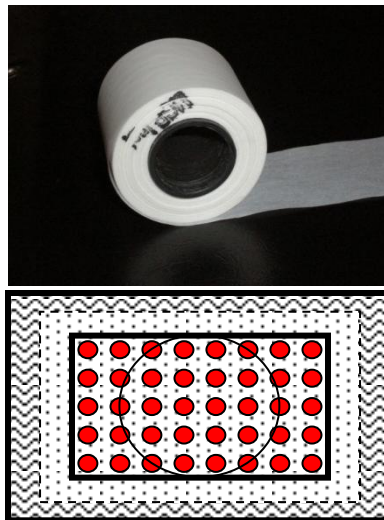


Ebből lett áttöltve a Kr-85 az NGM204 mérőtérfogatóba

Kalibráló sugárforrás

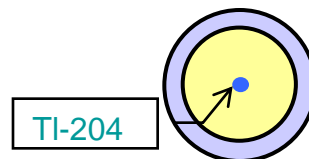


TI-204 RHA



TI-204 az ábrán lévő raszter szerint kicseppentve a szűrőszalagra

Kalibráló sugárforrás

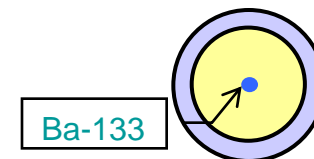


I-131 RHA



I-131 az ábrán lévő aktív szénes jódszűrő patronba cseppentve

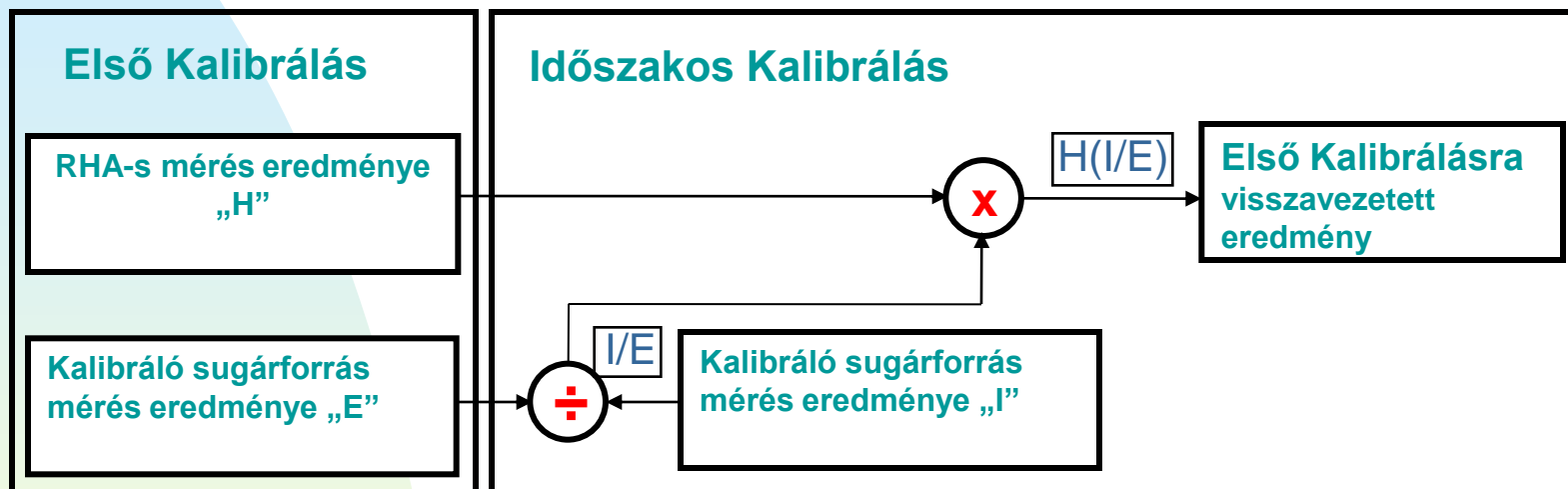
Kalibráló sugárforrás



# AZ IDŐSZAKOS KALIBRÁLÁS (évente)

Az időszakos kalibrálás éves gyakorisággal történik CI-36, TI-204 és Ba-133 kalibráló sugárforrásokkal.

Az első kalibrációra történő „visszavezetés” az alábbi blokk diagramm szerint történik:



Az MVM PA Zrt. Metrológiai Üzem, Sugárfizikai Laboratóriuma munkatársai 2007-óta végzik a fenti módszerrel a PING radioaktív nemesgáz, aeroszol és jód mérő készülékek első illetve időszakos kalibrálását a készülékek felszerelési helyén.

A helyszíni kalibrálás mindenben az üzemi működési körülmények és feltételek mellett, előre engedélyezett munkautasítás alapján történik. A kalibrálás idejére csak a központi vezérlővel van megszakítva az adatkapcsolat.

# A HELYSZÍNI SZÁMÍTÓGÉPES KALIBRÁLÁS ELŐNYEI

- A kalibrálási eljárás legfőbb előnye, hogy üzemi körülmények között, a valós méréseknek megfelelő feltételek mellett történik.

További előny, hogy számítógépes irányítással a helyszíni mérések - sokszor nagyon rossz munkafeltételek mellett (zaj, meleg, helyszűke, sugárveszély stb.) - rövidebb idő alatt elvégezhetők, ami sugárvédelmi szempontból is előnyös.



IM201 és ABPM201 kalibrálása szűk helyen

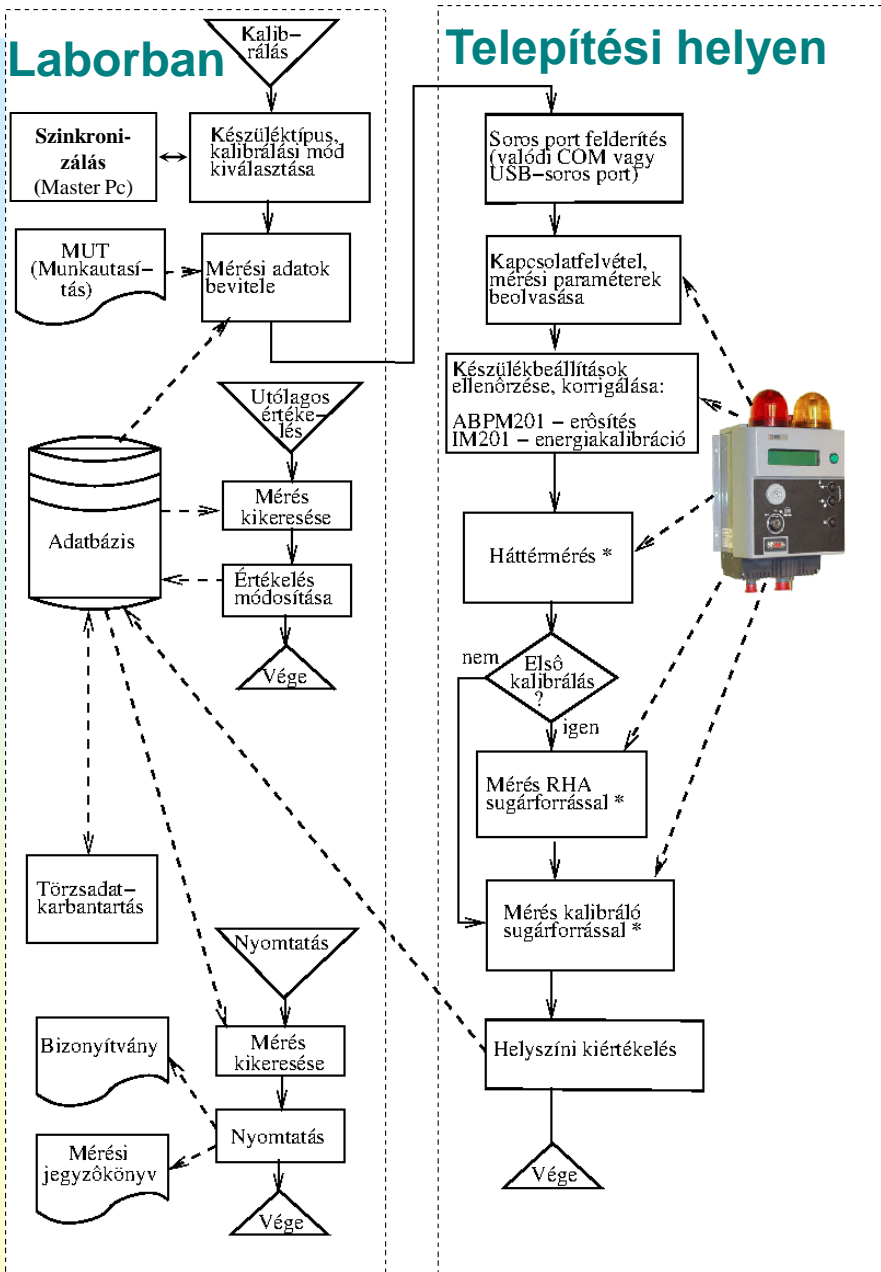


A kalibrálásra kiválasztott mérőeszköz legfontosabb jellemzői, a kalibráláshoz szükséges eszközök, az előző kalibrálások eredményei az adatbázisból már a Sugárfizikai Laboratóriumban könnyen és gyorsan kikereshetők.

A mérések végzése során a kalibrálónak nincs szüksége mérési utasításra, írószere, füzetre, stb. csak a monitor utasításait kell követnie. Így több figyelem jut a mérésekre.

A mérések befejeztével a kalibrálási bizonyítvány valamint a mérési jegyzőkönyv is automatikusan elkészül és megtekinthető. Később bármikor kinyomtatható

# A KALIBRÁLÓ PROGRAM „RÖVID” ISMERTETÉSE „1”



## A laborban történik:

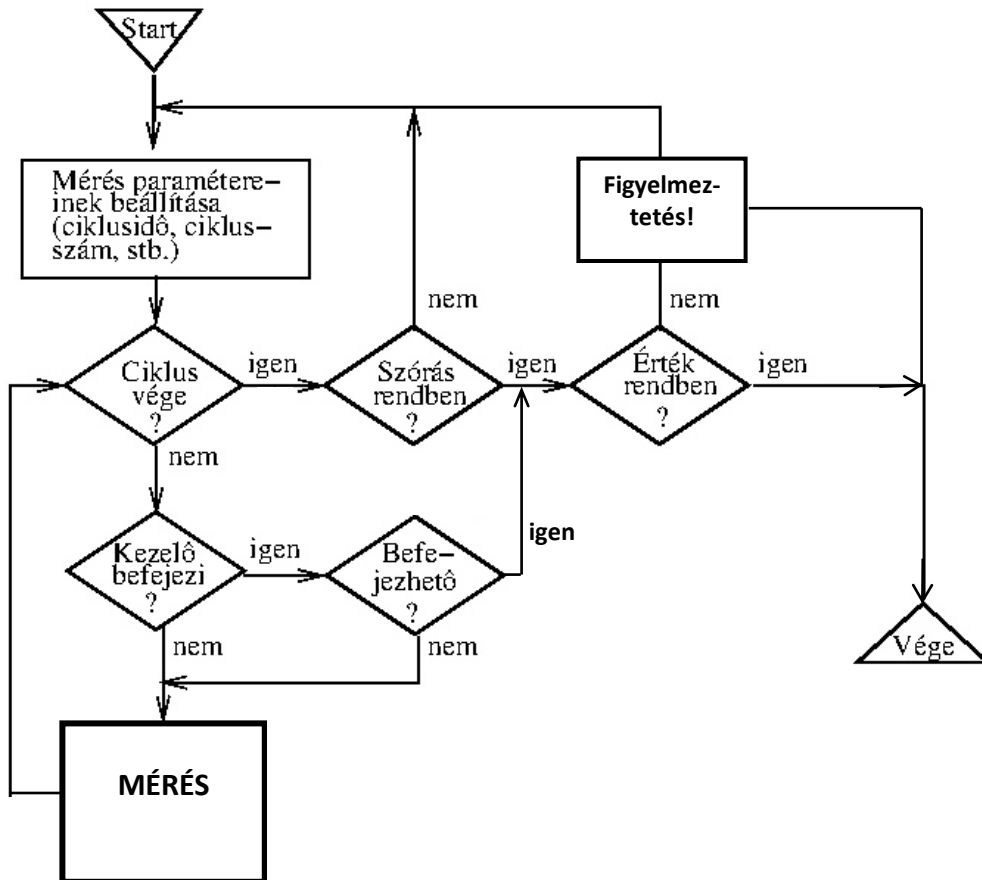
- Laptop szinkronizálás (Master PC)
- Készülék, kalibrálás típus kiválasztása
- Kalibráláshoz szükséges adatok bevitele
- Adatbázis kezelés
- Bizonyítvány, jegyzőkönyv nyomtatás
- Utólagos értékelés (minősítés, csak jelszóval)
- Minősítés módosítása (csak jelszóval)

## A telepítési helyen történik:

- Kapcsolatfelvétel soros porton keresztül
- Paraméterek beolvasása az LPDU-ról
- Készülékbeállítások (erősítés, energiakalibráció) ellenőrzése
- Háttérmérés
- Mérés sugárforrással (RHA, Kalibráló)
- Helyszíni értékelés (esetleg később)

# A KALIBRÁLÓ PROGRAM „RÖVID” ISMERTETÉSE „2” (a mérés)

\* mérési folyamat:



- **A háttér vagy a sugárforrás mérése**
- A mérési paraméterek automatikus beállítása után indul a mérés.
- A kalibráló bármikor megszakíthatja a mérési folyamatot; később folytathatja illetve újratekesheti.
- Ha a szórás kép megfelelő (min. 3 mérési ciklus után), az adott mérési sorozat előbb is befejezhető.
- Ha a mért kalibrációs érték a megengedettnél nagyobb mértékben tér el az elvárttól, „Figyelmeztetés” jelenik meg a képernyőn. A kalibráló ekkor az összes körülményre, valamint az előző kalibrációk eredményére figyelemmel befejezheti, vagy felfüggesztheti a méréseket.

# A kalibrálás fontosabb lépései a számítógép képernyőjén követve

ABPM201 „Időszakos” kalibrálás kiválasztása és az alapadatok bevitele

The image shows two overlapping windows from the 'PING kalibráló program V.1.15'. The background window displays a menu with the following options:

- NGM204-L kalibrálás
- ABPM201-L első kalibrálás
- ABPM201-L időszakos kalibrálás** (highlighted with a red box and a red arrow)
- IM201-L első kalibrálás
- IM201-L időszakos kalibrálás

The foreground window is titled 'ABPM201 időszakos kalibrálás' and shows the '1. lépés: Mérés alapadatainak bevitele' (Step 1: Input of measurement basic data) form. The form contains the following fields:

Azonosító:	GERI_1136
Alfanumerik:	01NR01R371
Gyártó:	MGP Instruments
Típus:	ABPM201-L
Gyári szám:	C 06 0777
Kalibrálásra bemutatta:	SKVFO
Kalibrálás helye:	
Kalibrálás dátuma:	2014.05.07
Kalibrálás ideje:	05:35:36
Jellege:	IDŐSZAKOS
Végezte:	Kovács Sándor
Végezte:	Bertalan István
Dózisintenzitás-mérő gyártója:	Eberline Instruments
Dózisintenzitás-mérő típusa:	FH40G-10
Dózisintenzitásmérő gyári száma:	010737
Kalibráló forrás típusa:	TI-204 MGP
Kalibráló forrás száma:	10325

At the bottom of the form are two buttons: 'Vissza' (Back) and 'Tovább' (Next).



# A kalibrálás fontosabb lépései a számítógép képernyőjén követve

## ABPM201 háttérmérés és TI-204 sugárforrás mérés

PING kalibráló program V.1.15

### ABPM201-L időszakos kalibrálás

#### 7. lépés: Háttérmérés

1.	0,048 imp./s
2.	0,105 imp./s
3.	0,125 imp./s
4.	0,121 imp./s

LPDU ciklusidő: 3 s  
Mérési idő: 120 s  
Mérési ciklusidő: 6 s

Mérés...  
Hátralévő idő: 00:01:36

Eredmény:   
3 szigma határok:   
Értékelés:

PING kalibráló program V.1.15

### ABPM201-L időszakos kalibrálás

#### 9. lépés: TI-204 béta hatások mérése

1.	7 665,521 imp./s
2.	7 529,967 imp./s
3.	7 705,736 imp./s
4.	7 921,357 imp./s
5.	8 368,916 imp./s

LPDU ciklusidő: 3 s  
Mérési idő: 60 s  
Mérési ciklusidő: 3 s

Mérés...  
Hátralévő idő: 00:00:43

Eredmény:   
3 szigma határok:   
Értékelés:

Ha az egyes mérési eredmények kiesnek a  $\pm 3\sigma$  szórásmezőből, a mérés-sorozat újra kell indítani vagy be kell fejezni

# A kalibrálás fontosabb lépései a számítógép képernyőjén követve

Az ABPM201 kalibrálás, TI-204 mérés (a sugárforrás nem lett betéve a helyére)

**ABPM201-L időszakos kalibrálás**  
9. lépés: TI-204 béta hatásfok mérése

1.	0,195 imp./s
2.	0,077 imp./s
3.	0,067 imp./s
4.	0,151 imp./s
5.	0,089 imp./s
6.	0,198 imp./s
7.	0,057 imp./s
8.	0,001 imp./s
9.	0,035 imp./s
10.	0,056 imp./s
11.	0,116 imp./s

LPDU ciklusidő: 3 s  
Mérési idő: 60 s  
Mérési ciklusidő: 3 s

Mérés...  
Hátralévő idő: 00:00:24

Ha mért beütésszám eltér a várt értéktől figyelmeztetés jelenik meg a képernyőn

**Figyelmeztetés!**

A beütésszám eltér a várt értéktől.

Ellenőrizze a sugárforrás sorszámát, valamint azt, hogy jól helyezte-e be a forrást!

OK

**ABPM201-L időszakos kalibrálás**  
10. lépés: Mérés kiértékelése

Eredmény: 3 szigma  
Értékelés:

Háttér értéke:	0,280	imp/s
TI-204 RHA $\beta$ hatásfok:	0,0534	(1/s)/Bq
Visszavezetett TI-204 $\beta$ hatásfok:	-0,000	(1/s)/Bq
Előzőleg mért hatásfok:	0,0562	(1/s)/( $\beta$ /s)
Eltérés előző hatásfoktól:	-100,00	%
Típus hatásfok:	0,0498	(1/s)/( $\beta$ /s)
Eltérés típus hatásfoktól:	-100,00	%
UCI kiterjesztett mérési bizonytalanság:	1 253 073 172 539	%
Értékelés:	NEM FELELT MEG	
Érvényességi idő:	..	
Azonosító matrica száma:	446234	

Átlag  
Átlag+20%  
Átlag-20%  
Időszakos kalibráció  
Első kalibráció  
Mért

A kalibráló dönthet a mérések folytatása mellett is, a végső értékeléshez az előző kalibrációk „trend”-je adhat segítséget.

# Kalibrálási bizonyítvány

PAKSI ATOMERŐMŰ ZRT.  
KARBANTARTÁSI IGAZGATÓSÁG  
ÜZEMFENNTARTÁSI FŐOSZTÁLY  
METROLÓGIAI ÜZEM  
SUGÁRFIZIKAI LABORATÓRIUM

Adatbázis szám: 1050  
Sorszám: SAMS\_219

## KALIBRÁLÁSI BIZONYÍTVÁNY

Az SZMSZ 2.4.5. pontja alapján az alábbi technológiai mérőeszköz időszakos kalibrálását elvégeztük.

### A kalibrálás tárgya:

Radioaktív aeroszol aktivitáskoncentráció-monitor  
Típus: ABPM201 Gyártási szám: C 06 0778

Gyártó: MGP Instruments,

Főbb metrológiai jellemzők:

detektorok száma: 1 db kettős detektor  
detektor típusa: PIPS felvevő  
detektált részecskék: alfa, béta, gamma  
méréstartomány: 1 – 10<sup>6</sup> Bq/m<sup>3</sup>  
mérési bizonytalanság: ±30% (2σ, ha A<sub>v</sub> > 5Bq/m<sup>3</sup>)

Kalibrálásra bemutatta:

SKVFO

A kalibrálás helye:

EU458

A kalibrálás dátuma:

2013.04.03

A kalibrálás időpontja:

08:28:37

A kalibrálást végezte:

Bertalan István Aláírás:.....

Horváth János Aláírás:.....

### A kalibráláshoz használt eszközök:

<sup>204</sup>Tl Kalibráló sugárforrás

készítette: MGP  
száma: N<sup>o</sup>. 10325

<sup>238</sup>Pu Kalibráló sugárforrás

készítette: MGP  
száma: N<sup>o</sup>. 71001

sugárforrás tartó

készítette: MGP Instruments  
jele: 69553

dózisintenzitás mérő (10nSv/h – 1Sv/h)

gyártó: Eberline Instruments  
típus: FH40G-10  
gyártási szám: 010737

hordozható PC  
kalibráló szoftver  
RS 232 összekötő kábel  
kalibrált szobahőmérő

### A kalibrálás módja:

A kalibrálás során az ABPM 201 radioaktív aeroszol aktivitás koncentráció mérő másodlagos kalibrációja történik <sup>204</sup>Tl szilárd kalibráló sugárforrással, amely az első kalibrálás során radioaktív hiteles anyagminta segítségével vissza lett vezetve az országos etalonra.

A kalibráló program segítségével megmérjük a készülék hátterét, majd a <sup>204</sup>Tl-ből, rögzített geometriában kapott beütésszám intenzitásokat. A program ezután kiszámítja az RHA-ra visszavezetett béta hatásfokot.

A <sup>204</sup>Tl kalibráló sugárforrással mért béta hatásfok értékből a készülék béta aeroszol hatásfoka kiszámítható.

### A kalibrálás körülményei:

Hőmérséklet: 24 °C  
Dózisintenzitás: 98 nSv/h

### Mérési eredmények:

Háttér [imp/s]	visszavezetett <sup>204</sup> Tl béta hatásfok* [imp.s <sup>-1</sup> /Bq]
0,120	0,0468

\*A kiterjesztett mérési bizonytalanság U = 20,9 %

A közölt kiterjesztett mérési bizonytalanság a standard bizonytalanságnak k kiterjesztési tényezővel szorzott értéke (k=2), amely normális (Gauss) eloszlás esetén közelítőleg 95%-os fedési valószínűségnek felel meg.

Ez a bizonytalanság tartalmazza az első kalibrálásból, a kalibrálási módszerből, a környezeti feltételekből, az egyes kalibrált eszközök egyedi különbségeiből és rövid idejű hatásaiból eredő részbizonytalanságokat.

A standard bizonytalanság meghatározása az EA-4/02 (Expression of the Uncertainty of Measurement in Calibration) kiadványnak megfelelően történt.

### Érvényesség:

A bizonyítvány PA Zrt. belső felhasználására más kizáró körülmény hiján 2014.04.03-ig érvényes.

### Megjegyzések:

A mérőeszközön 1050 azonosító számú, öntapadó címkét helyeztünk el.  
A kalibrálási bizonyítványban megadott értékek a mérőeszköznek a kalibrálás idejére, helyére és körülményeire jellemző adatai.

A bizonyítvány kiadható.

.....

Laborvezető

# Mérési jegyzőkönyv

PAKSI ATOMERŐMŰ ZRT.  
KARBANTARTÁSI IGAZGATÓSÁG  
ÜZEMFENNTARTÁSI FŐOSZTÁLY  
METROLÓGIAI ÜZEM  
SUGÁRFIZIKAI LABORATÓRIUM

Sorszám: SAMS\_219

## MÉRÉSI JEGYZŐKÖNYV

### ABPM 201 TÍPUSÚ RADIOAKTÍV AEROSZOL TÉRFOGATI AKTIVITÁSMÉRŐ KALIBRÁLÁSÁRÓL

**A MÉRÉS HELYE és DÁTUMA:** EU458, 2013.04.03  
**A MÉRÉS IDŐPONTJA:** 08:28:37  
**A VIZSGÁLAT JELLEGE:** IDŐSZAKOS KALIBRÁLÁS  
**ALFANUMERIK:** 01XW27R381  
**DETEKTOR GYÁRI SZÁMA:** C 06 0778  
**A KALIBRÁLÁSNÁL HASZNÁLT ESZKÖZÖK:**

204Tl kalibráló sugárforrás	készítette: száma:	MGP N <sup>o</sup> . 10325
238Pu kalibráló sugárforrás	készítette: száma:	MGP N <sup>o</sup> . 71001
sugárforrás tartó	készítette: jele:	MGP Instruments 69553
dózisintenzitás mérő (10nSv/h – 1Sv/h)	gyártó: típus: gyártási szám:	Eberline Instruments FH40G-10 010737

hordozható PC (notebook)  
kalibráló szoftver  
RS 232 összekötő kábel  
kalibrált szobahőmérő

**A kalibrálás körülményei:** Hőmérséklet: 24 °C  
Dózisintenzitás: 98 nSv/h

**A készülék a metrológiai követelményeknek MEGFELELT**

Hibás működés esetén a hiba rövid leírása:

Az MGP N<sup>o</sup>. 10325 sz. 204Tl kalibráló sugárforrás aktivitása

A kalibrálás időpontjában:	0,756 kBq
A háttér értéke:	0,120 imp./s
Az MGP 238Pu kalibráló sugárforrás beütésszáma a 218Po ablakban:	1,068 imp./s
Az alfa-béta-gamma erősítési tényező talált értéke:	0,990
Az alfa-béta-gamma erősítési tényező beállított értéke:	0,990
Az MGP 204Tl kalibráló sugárforrás beütésszáma háttérkompenzációval:	40,68 imp./s
A jelen kalibrálásnál mért béta hatások az MGP 204Tl kalibráló sugárforrással (ηTl204):	0,0537 (imp./s)/Bq

**A jelen kalibrálásnál visszavezetett béta hatások az MGP 204Tl kalibráló**

**sugárforrás segítségével (ηβ): 0,0468 (imp./s)/Bq**

Előzőleg mért visszavezetett hatások: 0,0478 (imp./s)/Bq

**Eltérés előző visszavezetett hatásoktól: -2,10 %**

Visszavezetett típus hatások: 0,0496 (imp./s)/Bq

**Eltérés a visszavezetett típus hatásoktól: -5,79 %**

A kalibrálás kiterjesztett mérési bizonytalansága: 20,9 %

A berendezés a vizsgálaton megfelelt, ha a jelen (időszakos) kalibrációnál az MGP 204Tl sugárforrással mért visszavezetett hatások eltérése a típus- valamint az előző kalibrációnál mért visszavezetett hatásoktól nem nagyobb, mint ±20%.

**A mérést végezte:**

Bertalan István Aláírás:..... Kalibráló mérnök/technikus\*\*

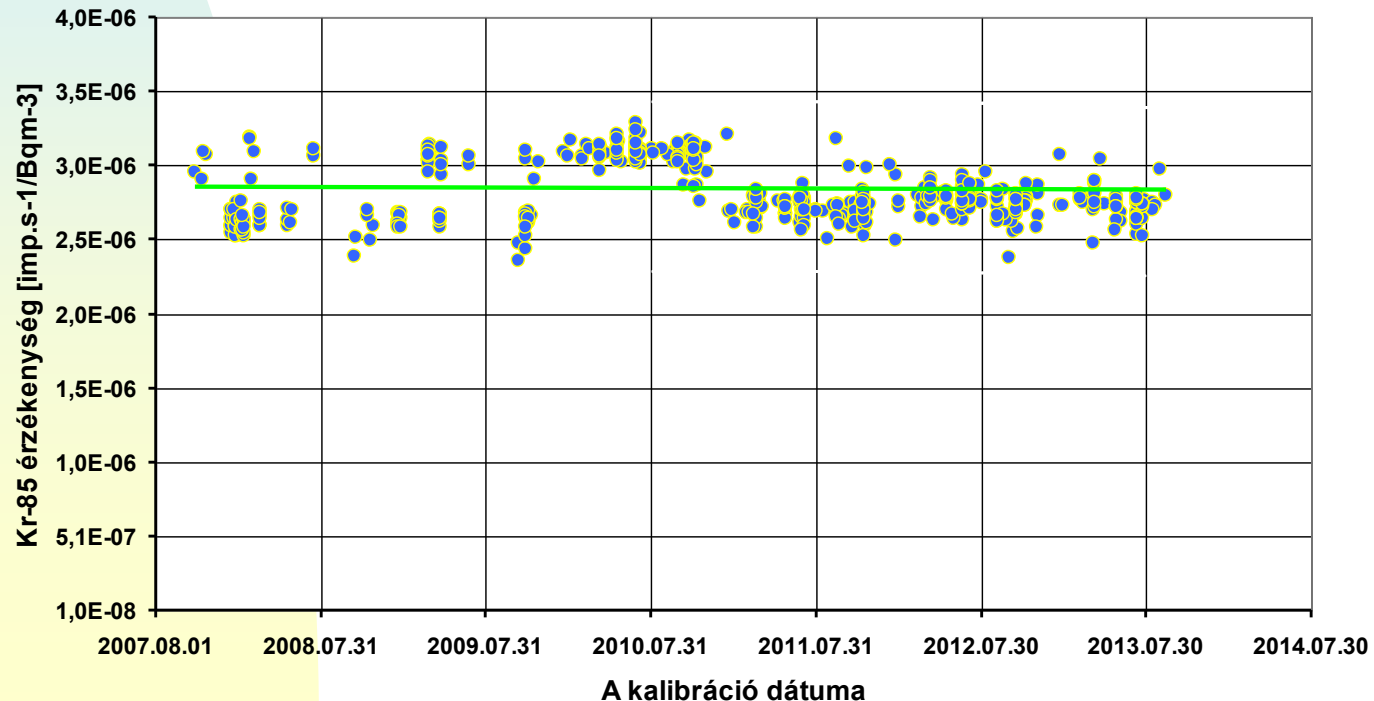
Horváth János Aláírás:..... Kalibráló mérnök/technikus\*\*

\*\* : A megfelelő aláhúzendő.

# Az NGM204 nemesgáz térfogati aktivitás mérő készülék kalibrációk eredményei

- ◆ Az MVM PA Zrt-nél jelenleg 122 darab NGM204 típusú radioaktív nemesgáz térfogati aktivitásmérő kalibrációját végezzük éves rendszerességgel. A mérőkészülék első kalibrációját Kr-85 radioaktív hiteles gázmintával még a “hajdanvolt” OMH-ban végezték. A visszavezetés Cl-36 sugárforrással történik. A Cl-36 hosszú felezési ideje (~300.000 év) miatt nem kell a bomlási korrekcióval számolni, és béta energia jellemzői is közel állnak a Kr-85-höz. A kalibráció során nincs szükség a készülék előzetes beállítására, csak a működőképességet kell ellenőrizni. Az eddig végzett több mint 500 kalibráció eredménye alapján a három közül ez a legmegbízhatóbb működésű készüléktípus.

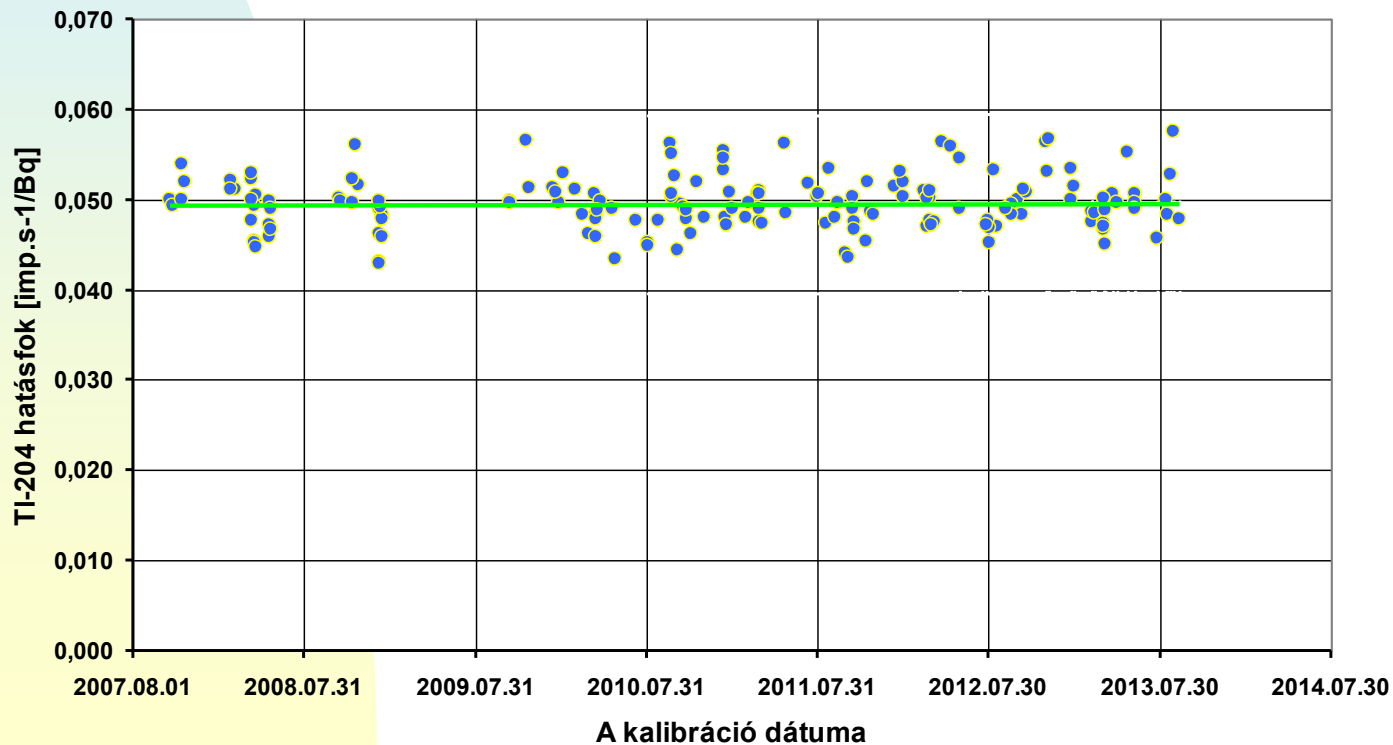
Az NGM204 kalibrálások visszavezetett Kr-85 érzékenység értékei



# Az ABPM204 aeroszol térfogati aktivitás mérő készülék kalibrációk eredményei

Az MVM PA Zrt-nél jelenleg 41 darab ABPM201 típusú radioaktív aeroszol térfogati aktivitásmérő kalibrációját végezzük éves rendszerességgel. A mérőkészülék első kalibrációját, az üzemszerű működésnél is használt szűrőszalagra preparált, TI-204 RHA-val végezzük. A visszavezetés szintén TI-204 sugárforrással történik. A kalibráció megkezdésekor, a működőképesség ellen-őrzése mellett, Pu-238 sugárforrással be kell állítani az un. alfa erősítési tényezőt is. Eddig több mint 180 kalibrációt végeztünk, az eredmények a grafikonon láthatók.

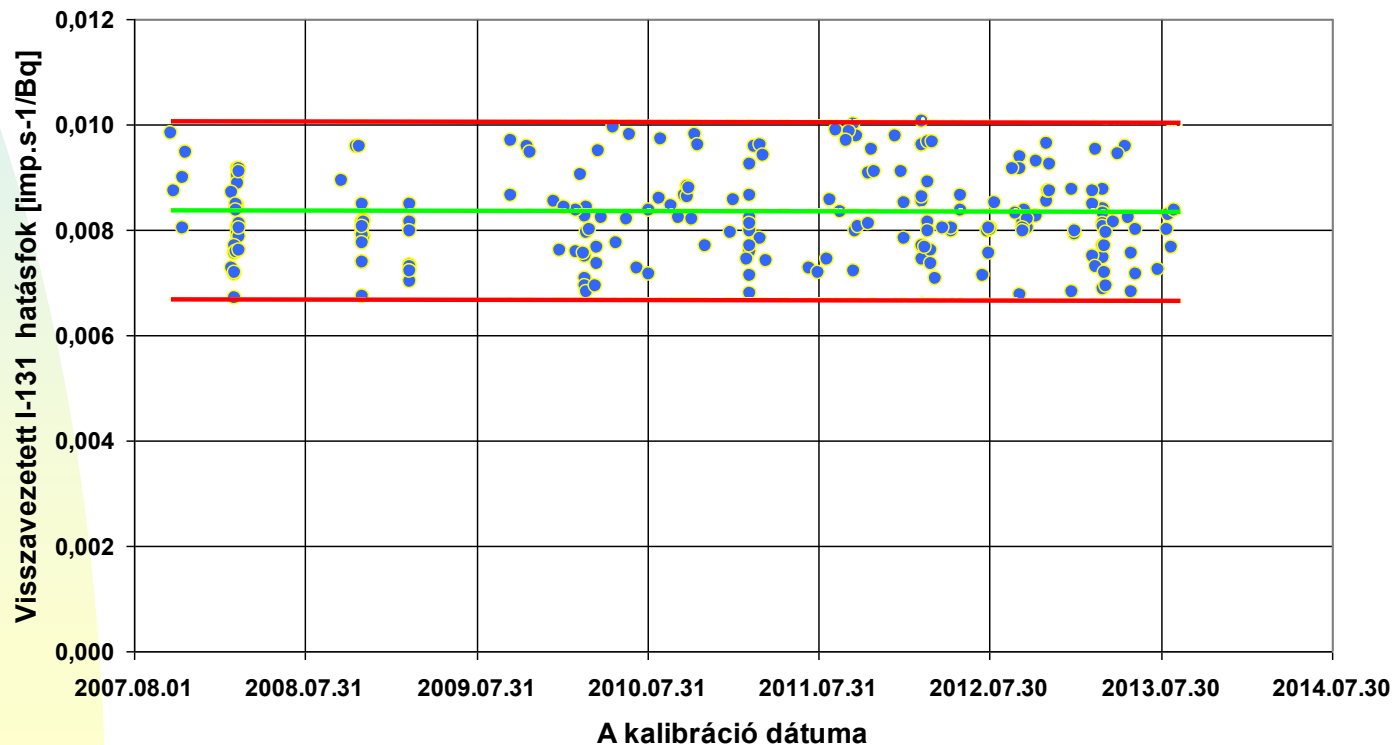
Az ABPM201 aeroszol mérő kalibrálások TI-204 hatásfok értékei



# Az IM201 radiojód térfogati aktivitás mérő készülék kalibrációk eredményei

Az MVM PA Zrt-nél jelenleg 54 darab IM201 típusú radiojód térfogati aktivitásmérő kalibrációját végezzük éves rendszerességgel. A mérőkészülék első kalibrációját, az üzemszerű működésnél is használt szűrőpatronba preparált, I-131 RHA-val végezzük. Az időszakos kalibrációknál a visszavezetés, lényegesen hosszabb felezési ideje és hasonló gamma energiaspektruma miatt, Ba-133 sugárforrással történik. A kalibráció megkezdésekor, a működőképesség ellenőrzése mellett el kell végezni a gamma energiaspektrum vizsgálatát és szükség szerint az energia kalibrációt. Eddig több mint 240 kalibrációt végeztünk. Az eredmények szórása, elsősorban az érzékenységnek a helyes beállításoktól való erőteljes függése miatt ennél a készüléktípusnál a legnagyobb.

Az IM201 kalibrálások visszavezetett I-131 hatások értékei

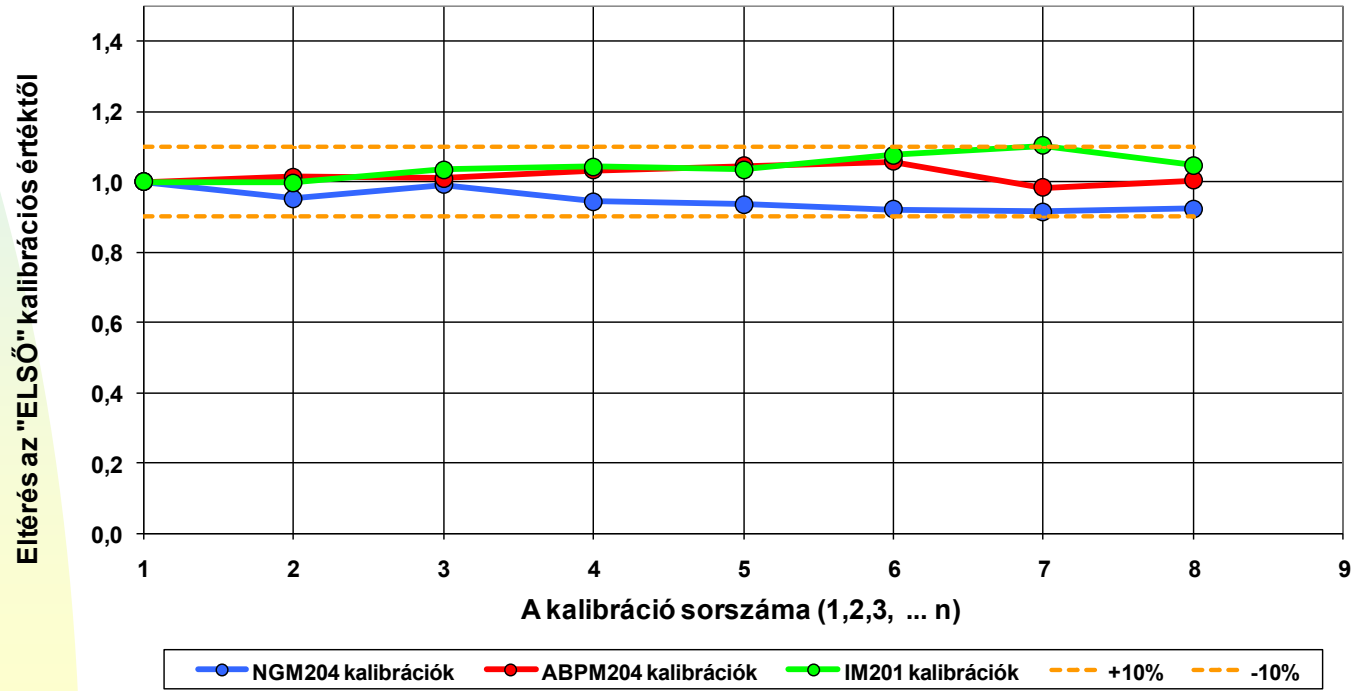


# Az elmúlt nyolc év kalibrációs eredményeinek tapasztalatai

Megvizsgáltuk az ABPM201, az IM201 és az NGM204 készülékek átlagos érzékenység értékeinek változását az időszakos kalibrációk (1., 2., 3., ... stb.) során, az első kalibrációhoz viszonyítva. Az első kalibrációnál kapott átlagot 1,00 egységnek véve, a ábráról leolvasható, hogy az érzékenységek átlagai mindhárom készüléktípusnál egy  $\pm 10\%$ -os határon belül vannak.

Az NGM204 esetében egy monoton érzékenység csökkenés figyelhető meg a 3. időszakos kalibrációtól kezdődően. Ennek oka lehet például a készülék öregedése is.

Az ABPM201, IM201 és NGM204 készülékek kalibrációs átlagértékeinek változása az időszakos kalibrációk során





# A kalibráló szoftver használatával kapcsolatos tapasztalatok beépítése a programba

A kalibráló szoftvert az elmúlt évek során több lépcsőben, folyamatosan fejlesztettük a használat során szerzett tapasztalatok integrálására, illetve a felmerült problémák kiküszöbölésére.

- A felszerelési hely „alfanumerikájának” és a detektor számának összerendelése (mindkettőre lehessen keresni)
- A telepítési helyre jellemző adatok, előkészületi utasítások bevitele a programba
- A rövid felezési idejű nuklidok mérésénél a mérés időpontjának pontos rögzítése
- A kalibrálás időtartamának rövidítése - optimalizálása
- Figyelmeztetések alkalmazása az elvárttól jobban eltérő eredményeknél (Helyes-e a sugárforrás pozíció? A kiválasztott sugárforrás lett-e behelyezve?)
- Az előző kalibrálás eredményének, illetve az eredmények „trend”-jének fontossága
- Könnyen áttekinthető adatbázis kezelés
- Bizonyítványok, jegyzőkönyvek keresése típus és gyári szám szerint
- Törzsadatok ellenőrzése, aktualizálása (személyek, helyek, nuklid adatok, eszközök)
- Biztonság (jelszóval védett adatkezelés, minősítés változtatás)
- Több kalibráló LapTop használata

A Sugárfizikai Laboratóriumban lévő, telepített „Master” PC segítségével a kalibrálásokban résztvevő LapTop számítógépek egymáshoz szinkronizálhatók (szinkronizálni kell használat előtt őket), így a kalibráció bármelyikkel elvégezhető

# Összefoglalás

- ◆ A kalibrálási eljárások 2005 során készültek, a hozzájuk tartozó számítógépes program több lépcsős fejlesztéssel 2013-ig valósult meg. Az így, az évek során szerzett mérési tapasztalatok felhasználásával készült program alkalmas a helyszíni kalibrálások gyorsabb, megbízhatóbb elvégzésére. Alkalmas az összes korábbi (több tízezer) mérési adat tárolására, gyors áttekintésére, elemzésére. Segíti a kalibráló metrológust a döntéshozatalban. A kalibrálási jegyzőkönyvek már a helyszínen, a kalibrálás minősítésével egy időben elkészülnek, később bármikor előhívhatók, kinyomtathatók. Az évek során az egyes mérőeszközökről szerzett mérési adatok részletesebb elemzésével feltárhatók rejtett készülék vagy mérési hibák, trendek készülhetnek a detektorok öregedéséből eredő érzékenységváltozásról.

# V É G E

- **KÖSZÖNÖM A FIGYELMET**