

IH-95 sugárszint- és szennyezettség-mérő műszer korszerűsítése

Bäumler Ede¹, Csete István², Erdős Kálmán¹, Sarkadi András¹

¹Gamma Műszaki Zrt., 1119 Budapest, Petzvál J. u. 56.

²Magyar Kereskedelmi Engedélyezési Hivatal, 1124 Budapest, Németvölgyi út 37-39.

Modernization of the IH-95 radiation level and contamination meter

During the past 15 years nearly 800 IH-95 instruments have been produced. Its high popularity can be explained by its double dose rate and contamination meter functions: Application of a patented measurement technology enables IH-95 to have an extended measuring range, long working life and reliability.

In this paper we present the measuring features of the device from both the manufacturers and the verification authorities' point of view.

In order to extend the life cycle of the instrument three different categories of improvements were proposed, being manageable during the two year periodic verification.

Modifications that have no influence on the technical parameters: these take affect only the electronic components documentation of the new production series.

Modifications, improving the technical parameters, include the reduction of statistical fluctuation and the time of measurement as well as increasing the products life cycle.

Modifications, extending the range of services, consist mainly in the extension of the menu system, e.g. temporary storage of measuring results, option to switch to military norms (use of cGy), and modification of alarm levels, event alarm, and option to change languages. Previously, the search mode meant the display of momentary values. At present, averaging mode remains valid until an alarm event caused by sudden increasing or decreasing of dose rate occur; Following this event momentary values appear automatically and the average calculation is started again. Thus, the instrument is more suitable for fast locating of radiation sources.

Keywords

- double functionality
- extend the life cycle

Az IH-95 típusú műszerekből közel 800 db készült az elmúlt 15 évben. Népszerűségének oka, hogy kombinált dozimetriai és szennyezettség- mérő műszer, igen széles méréstományban mér szabadalmaztatott méréstechnikai eljárásának eredményeként, és rendkívül megbízható. Méréstechnikai részleteit a gyártó és az ellenőrző mérésügyi hatóság szemszögéből is bemutatjuk.

A műszer életciklusának megnövelésére olyan - típusváltást nem igénylő – változtatásokat javasolunk, amelyek a kétévenként esedékes időszakos hitelesítéssel egybekötve végrehajthatók. A mintakészüléken már végrehajtott módosítások három csoportba sorolhatók. A műszaki paramétereket nem befolyásoló módosítások körébe tartoznak a sürgető dokumentációmódosítások, ezek elektronikus alkatrészek és tartozékok kiváltását jelentik. Előbbiek csak az új gyártást érintik.

A műszaki paramétereket javító módosítások körébe tartozik a statisztikus ingadozás és a mérési idő csökkentése, az üzemidő növelése.

A szolgáltatás bővítő programmódosítások csak a menürendszer bővítését eredményezik, mint például mérési eredmények átmeneti tárolása, háborús normákra váltás lehetősége (cGy használata), riasztási szintek módosítása, eseményriasztás, nyelvváltás lehetősége. A keresés üzemmód korábban pillanatértékek megjelenítését jelentette, most átlagképzés van

mindaddig, amíg nincs eseményriasztás, akkor pillanatértékek jelennek meg, majd újra kezdődik az átlagolás. Ez nemcsak a dózisteljesítmény növekedésekor, hanem csökkenésekor is megtörténik. Ilyen módon a műszer egyedülállóan alkalmas pontszerű sugárforrások felkutatására.

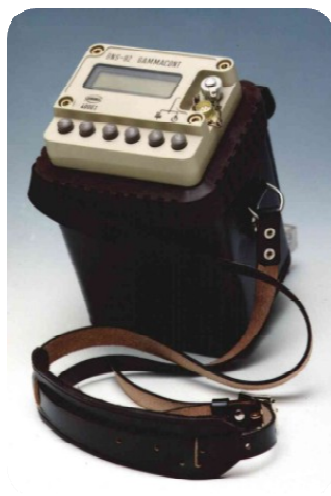
Kulcsszavak

- kombinált műszer
- életciklus növelés

1. AZ IH-95 JELLEMZŐI

Népszerűség

A polgári védelemnek készült BNS-92, és katonai változata az IH-95 típusú műszer (1. ábra) 15 éve van gyártásban. A műszer változatlanul népszerű a felhasználók körében, köszönhetően a többfunkciós használatának, szennyezettség-mérésre kiválóan alkalmas nagyfelületű GM-csővének, a méréshatár kiterjesztésére szolgáló méréstechnikai eljárásának [1], és rendkívüli megbízhatóságának. Ezek a jellemzők elismerésre találtak, mint a Genfi Találmányi Szalon ezüst diplomája, vagy a Magyar Minőség Háza díjnyertes terméke cím elnyerése. Ennél nagyobb sikernek tartjuk azonban azt a tényt, hogy a szlovák hadsereg a NATO-ban használatos hordozható sugárzásmérő műszerek közül az IH-95-öt tartotta rendszerezésre érdemesnek.



1. ábra. Hordtáskában dozimetriai műszer, szabadon szennyezettség-mérő

Nukleáris követelmények, hitelesíthetőség

A műszerek hitelesítését a Magyar Kereskedelmi Engedélyezési Hivatal (korábban OMH) végzi civil műszaki követelmények alapján: dózismérőként az IEC 60532-1992, szennyezettség-mérőként az IEC 60325-2002 szabvány figyelembe vételével.

a műszer méréstartománya gamma-sugárzásra: 10 nGy -10 Gy, 50 nGy/h - 0,5 Gy/h,
béta-sugárzás mérése 50 keV küszöbenergiától a $0,2 - 5 \times 10^5$ Bq·cm⁻² tartományban lehetséges.

A besabályozás, kalibrálás PC-s programmal történik, E(E)PROM-ba írva.

Pontosság:

- háttérnél és ^{137}Cs térben 700 mGy/h-nál $\pm 10\%$;
- $5\mu\text{Gy/h}$ és $500\mu\text{Gy/h}$ nál $\pm 4\%$;
- ^{241}Am térben $5\mu\text{Gy/h}$ -nál $\pm 15\%$, passzív szűrő állítás;
- ^{90}Sr (565 keV), ^{204}Tl (244 keV) $\pm 3\%$;
- ^{14}C (49 keV) $\pm 4,5\%$.

A hitelesítés (első és időszakos) egy ismételt ellenőrző mérés, aminek során az MKEH 15 méréssel 10 beállítást ellenőriz. 12 év alatt kb. 1000 hitelesítés történt, a referencia körülményeknél dózismérőként megengedett $\pm 20\%$ -nál ($\pm 25\%$ szennyezettség mérésre), a hibás készülékek száma elhanyagolható volt.

Megbízhatóság, karbantarthatóság

Az elmúlt évben – a NATO AQAP minőségbiztosítási rendszerünk előírása szerint – elvégeztük az IH-95 rendszerítés utáni megbízhatóság, karbantarthatóság (R&M) vizsgálatát. A HTI TU 3162 gyártási és átvételi utasításban meghatározott követelmények MSZ-K 066-81 szabvány szerinti N-14-U-1-A csoportra:

- Egy meghibásodásra eső üzemidő: $T_0 = \text{min. } 2000 \text{ h}$
- Az átlagos helyreállítási /javítási/ idő: $T_h = \text{max. } 2 \text{ h}$
- Az átlagos szolgálati idő /élettartam/: $T = \text{min. } 10 \text{ év}$

Az utolsó négy évben 332db műszer érkezett be időszakos ellenőrzésre, hitelesítésre, ebből 4 műszer volt működésképtelen (2 alkatrész hiba, 2 alkatrész, vagy helytelen használat), további 2 sérülés és 6 apróság (légmentesség, szennyezett akkumulátortartó) lett javítva, $T_h = \text{max. } 1 \text{ h}$ -ra adódott. Tekintve, hogy a tervezett élettartam letelt, javaslatot tettünk a műszer élettartamának növelését célzó korszerűsítésére.

2. AZ IH-95 KORSZERŰSÍTÉSE

A korszerűsítés a mi értelmezésünkben nemcsak azt jelenti, hogy ezen túl korszerűbb termékeket forgalmazunk, hanem azt is, hogy a korábban értékesített műszereken is átvezetjük a változásokat, ezáltal azok élettartama legalább tíz évvel meghosszabbodik. Ezt a kétévenként esedékes időszakos hitelesítések során tervezzük elvégezni, amikor a műszerek állapotfelmérésre visszakérülnek a céghez, így az három éven belül megvalósítható. A módosítások típusváltozást nem igénylő változtatások, például a konstrukciós módosítások eleve kizártak.

- A műszaki paramétereket nem befolyásoló módosítások dokumentációmódosítást vonnak maguk után, például elektronikus alkatrészek és tartozékok kiváltása.
- A műszaki paramétereket javító módosítások sem látható módosítások, például statisztikus ingadozás és mérési idő csökkentése
- A szolgáltatás bővítő programmódosítások csak a menürendszer bővítését eredményezik, mint például a mérési eredmények átmeneti tárolása, katonai normákra váltás lehetősége (cGy használata), eseményriasztás, a keresés üzemmód működésének megváltoztatása.

A tucatnyi végrehajtott módosítás közül itt kettőt emelnénk ki.

Menübővítés NATO mértékegység bevezetésével

A STANAG-ek NATO szabványügyi egyezmények. A STANAG 2083 háborús esetre vonatkozó (atomcsapás), a STANAG 2473 alacsony sugárzási szintű területek veszélyeinek válságkezelési műveleteire (minden egyéb veszélyforrás) vonatkozó parancsnoki kézikönyv. Alapvető eltérés a munkahelyi sugárvédelemhez képest, hogy a parancsnok dönt a kockázat (RES) mértékéről, lásd 1. táblázat, háborús esetben a várható harcképesség csökkenés alapján, máskor a feladat fontossága alapján, például életmentéshez az 1D vagy 1E engedélyezhető.

1. táblázat. Teljes elnyelt dózis (cGy)

RES	1A	1B	1C	1D	1E/R1	R2	R3
2083					<75	75-125	>125
2473	0,05-0,5	0,5-5	5-10	10-25	25-75		

A 2043 szennyezettség kezelési útmutatót tartalmaz max. 7 napos és 3 hónapos műveletre, a felszerelésre, védőruházatra vonatkozó határértékek alfa- és béta-sugárzásra a kockázat mértékével arányosan növekednek. A bőr béta-szennyezettségének normája 10 Bq/cm², e fölött minden esetben dekontaminálni kell, itt kategóriánként a megengedhető maximális szennyeződések számát adják meg.

A korszerűsített IH-95 műszer beállítás menüpontjában Gy – cGy kijelzés választási lehetőség van. Míg az előbbi esetben a műszer működése változatlan, cGy-re váltva nemcsak a kijelzések változnak, hanem az alábbiak is:

- A dózis riasztási szintek a RES értékek közül választhatók: 0.5, 5, 10, 25, 75, 125cGy.
- A dózisteljesítmény riasztási szintek helyett a tervezett tartózkodási időt kell megadni, például 1, 7, 30, 90 nap. Riasztás van

$$D_t > (D_{RES} - D) / T \quad (1)$$

esetben, vagyis ha a pillanatnyi dózisteljesítmény nem teszi lehetővé az órában megadott tervezett tartózkodási időt.

- Keresés üzemmódban a dózisteljesítmény cGy/h-ban megjelenített értéke alatt dózistartalék gráf látható. A dózistartalék százalékban

$$100 * (D_{RES} - D) / D_{RES} \quad (2)$$

□ a világos kockák sötétté válnak 100 %/16 karakter = 6,25 %-onként.

Kijelzés váltási lehetőség szennyezettség-mérés üzemmódban is van, összegzett alfa, béta, gamma keresésnél cps helyett lehet Bq/cm²-t választani, ebben az esetben >10 Bq/cm² esetén riasztás van.

Eseményriasztás, keresés üzemmód módosítása

Eseményriasztás hangjelzéssel szignifikáns növekedés esetén következik be, függetlenül a dózisteljesítménytől:

$$n_i \geq n_a + \sigma_1 * \sqrt{n_a} + \sigma_2 * \sqrt{n_a} \quad (3)$$

- ahol n_a - az átlag értékhez tartozó átlagos impulzusszám;
 n_i - a pillanatnyi impulzusszám;
 σ_1, σ_2 - szignifikancia korlátok;

illetve a másik esetben:

$$Dt_i \geq Dt_{cs} * (1 + \sigma_1 * h_i) \quad (4)$$

- ahol Dt_{cs} - az előző csúszó átlag érték ;

$$Dt_{cs} = Dt_{cs-1} * (4/5) + Dt_{i-1} * (1/5) \quad (5)$$

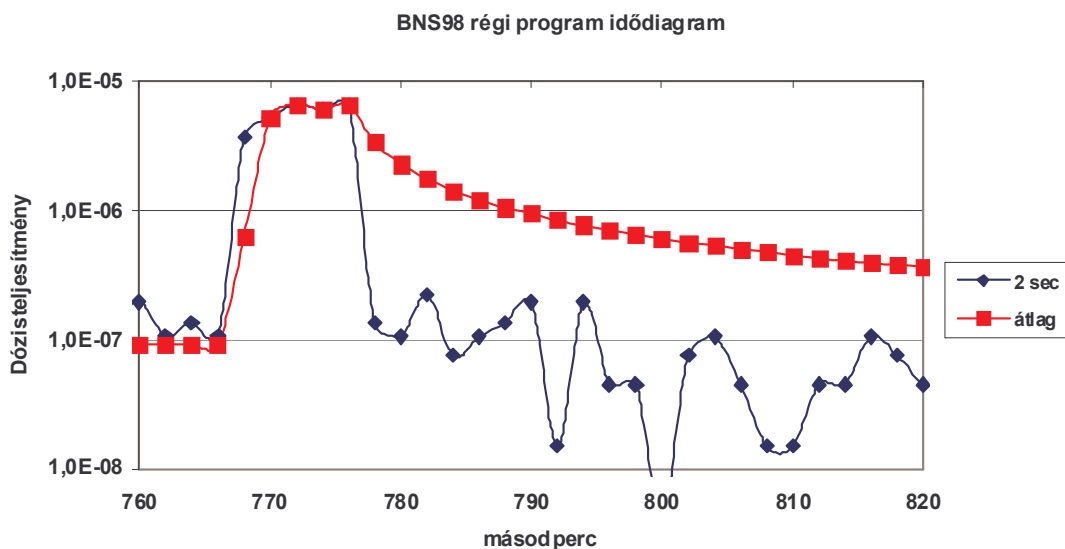
Dt_{i-1} - az előző átlag érték;

Dt_i - az új átlag érték;

h_t - az előző átlag érték statisztikus hibája.

A rendszer mindkét esetet folyamatosan figyeli. A sugárkapuknál alkalmazott mérési eljáráshoz [2] hasonlóan a (3) képlet alapján a nagyobb és gyors változások esetén történik eseményriasztás. Az ezt kiegészítő (4) képlet kisebb és lassú változások esetén hatásos.

Az IH-95 műszer gyors, folyamatos keresés üzemmódjában a két másodperces pillanatértékek vannak megjelenítve (2. ábra). Ezek az értékek a természetes háttér közelében igen nagy ingadozást mutatnak, ezért a műszert úgy célszerű használni, hogy az értékeket nem kell leolvasni, hanem a beállított riasztási szint átlépését követően pontos mérést kell indítani. Pontos mérésnél a műszerek úgy valósítják meg az IEC szabványokban a statisztikus ingadozásra előírtakat, hogy alacsonyabb szinteknél az utolsó pillanatértékekből annyinak képezik az átlagát, amennyi szükséges a megengedett ingadozáshoz (az adott esetben 9%). Ez a gyakorlatban azt jelenti, hogy $5\mu\text{Gy/h}$ -ról csökkentve a dózisteljesítményt 1, 2 ... max. 128 pillanatérték átlaga adja a pontos eredményt, ezért a beállási és különösen a lecsengési idő is egyre nagyobb lesz. Utóbbi elérheti a három percet.



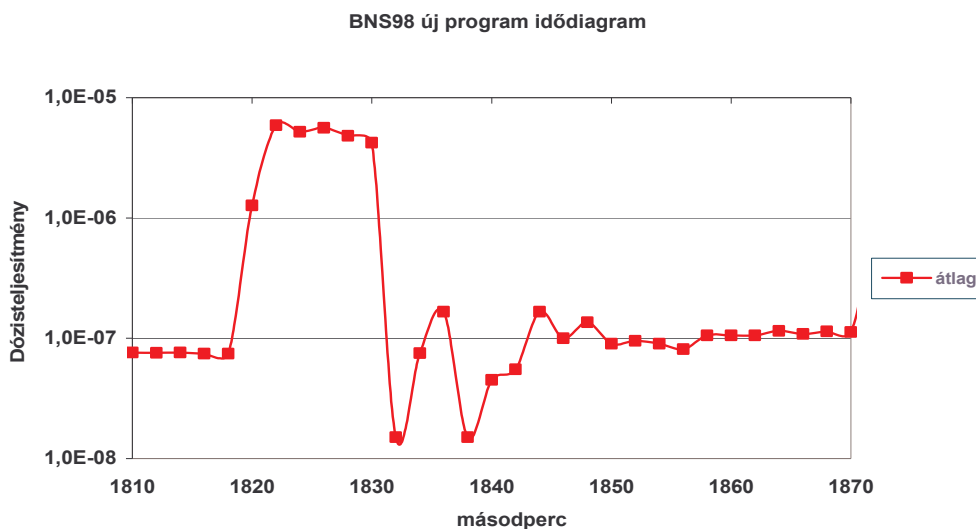
2. ábra. A két másodpercenként leolvasható pillanat és átlagértékek

A módosított keresés üzemmódban (3. ábra) a műszer mindaddig képezi a pontos átlagértéket, amíg esemény nem következik be, akkor 3 ciklus idejére pillanatértéket ad ki, majd előlről kezdi az átlagolást. A kidolgozott új algoritmus szerint ugyanilyen feltételekkel figyeljük a szignifikáns csökkenést is. A szignifikancia korlátot $\sigma_1 = 3.5$ -re állítottuk, a statisztikus ingadozás max. 20% lehet.

Az új eljárás eredményeként a műszer keresés üzemmódban kisebb statisztikus ingadozással pontosabban mér, ugyanakkor gyorsan reagál, és riasztást generál. Ez alkalmassá teszi a műszert pontos sugárforrás gyors felderítésére.

A keresés üzemmód módosítása nemcsak a dozimetriai, hanem a szennyezettség-mérő üzemmódban is megtörtént.

Tavaly májusban Püspökszilágyon volt a mozgó radiológiai laborok és sugárvédelmi mérőkocsik összemérési gyakorlata, ennek során a kis és közepes aktivitású radioaktív hulladéktároló útvonal monitorozása is megtörtént. A 9 kocsis konvojban elment az RHT-ba, ahol egy nyitott kút mellett elhaladva hat kocsis semmit nem, kettő (szcintillációs detektoros) 200 nGy/h -t mért. A Gamma kocsijában lévő – fenti algoritmussal ellátott – dózisteljesítmény távadó 410 nGy/h mért a kút mellett elhaladva.



3.ábra. A módosított keresés üzemmód

IRODALOM

- [1] Bäumler E, Erdős K, Gujgiczer Á, Illés Zs, Nagy L, Pintér I, Sarkadi A, Solymosi J: Univerzális radioaktív sugármérő műszer és eljárás, valamint rendszertechnikai elrendezés a méréshatárának kiterjesztésére. Lajstromszám: 224 502
- [2] Bäumler E, Erdős K, Sarkadi A: Eljárás és berendezés járművek és/vagy rakományok radioaktív szennyezettségének – mobil sugárforrásnak – kimutatására. Lajstromszám: 220 207

A pályamű a SOMOS Alapítvány támogatásával készült