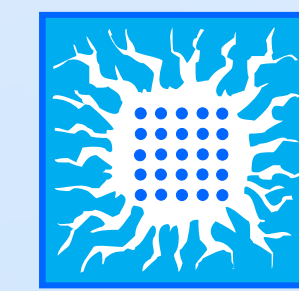


ISPITIVANJE PROTOTIPOVA NOVIH SONDI S2 I S3 MERAČA DMRZ-M15



Društvo za zaštitu od zračenja
Srbije i Crne Gore

Miloš Đaletić, Nikola Kržanović, Miloš Živanović

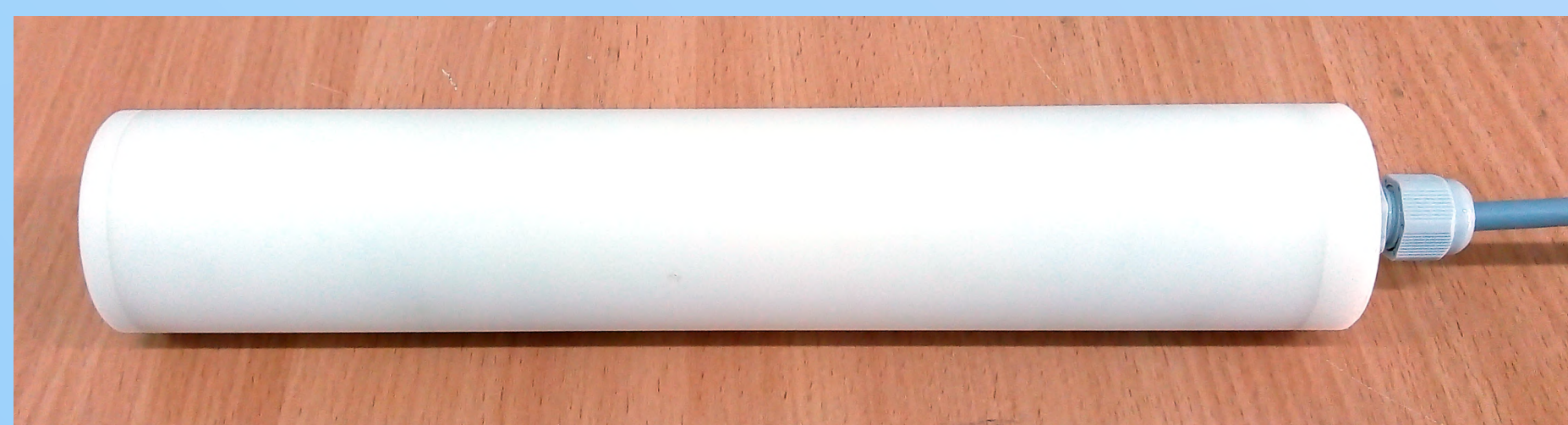


Institut "VINČA"
Laboratorija "ZAŠTITA"

Institut za nuklearne nauke „Vinča” - Institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju,
Laboratorija za zaštitu od zračenja i zaštitu životne sredine „Zaštita”, Beograd, Srbija, djaletic@vinca.rs

1. Uvod

Kontinuirana unapređenja digitalnog merača radioaktivnog zračenja DMRZ-M15 omogućila su korišćenje različitih napona napajanja sonde što je podstaklo razvoj novih sonde korišćenjem Gajger-Milerovih (GM) detektora različitih performansi i proizvođača [1]. Uz prototip dozimetra DMRZ-M15 razvijena je i sonda S1 kao univerzalna sonda koja se može koristiti za merenje jačine ambijentalnog doznog ekvivalenta $\dot{H}^*(10)$ kao i za detekciju kontaminacije površina radionuklidima koji emituju β i γ zračenje. Međutim, ova sonda koristi GM detektor koji nije energetski kompenzovan i prilikom merenja X i γ zračenja energija nižih od 200 keV dolazi do izražaja promena osetljivosti detektora u odnosu na referentni kvalitet u kome je etaloniran. Ova promena osetljivosti uzrokuje lažno više izmerene vrednosti ambijentalnog doznog ekvivalenta (primer: ^{241}Am , X-zračenje...) od stvarnog. Takođe, sonda je osetljiva i na β zračenje, što takođe može dovesti do lažno povišenih izmerenih vrednosti $\dot{H}^*(10)$ ukoliko se dovoljno ne poznaje vrsta izvora ili kontaminacije. Nasuprot tome, ovo povećanje osetljivosti detektora uzrokuje i poboljšanu detekciju kontaminacije radionuklidima nižih energija γ zračenja, kao i β zračenja (posebno kada je poklopac sonde skinut). Izražena ugaona zavisnost odziva koja je uslovljena samim oblikom detektora (cilindar čiji je prečnik više puta veći od visine tzv. eng. "pancake") olakšava otkrivanje lokacije izvora, ali je manje pogodna za merenje ambijentalnog doznog ekvivalenta. Već prilikom dizajniranja prototipa dozimetra, predviđen je razvoj i sonde koje su energetski kompenzovane i čija je ugaona zavisnost odziva izotropna najmanje u jednoj ravni. Takve sonde nisu pogodne za detekciju kontaminacije i imaju manju osetljivost, ali imaju dobru energetsku zavisnost i u velikoj meri su neosetljive na β zračenje, što je ključno za što tačnije merenje $\dot{H}^*(10)$. U ovom radu su dati preliminarni rezultati ispitivanja energetski kompenzovanih sonde S2 i S3 (slika 1), prve za niže a druge za više jačine doze. Merni opseg sonde S2 je od 0,1 $\mu\text{Sv/h}$ do 10 mSv/h, a sonde S3 je od 100 $\mu\text{Sv/h}$ do 10 Sv/h.



Slika 1. Izgled kućišta sonde S2 i S3

2. Postavka merenja i korišćeni instrumenti

Ispitivanja su vršena prema standardu Međunarodne elektrotehničke komisije IEC 60846-1:2009 u kome su definisani zahtevi za prenosne ambijentalne merače i monitore zračenja. Zahtev koji se postavlja je da promena osetljivosti detektora za bilo koji kvalitet X i γ zračenja u opsegu energija od 80 keV do 1,5 MeV i opsegu upadnog ugla od $\pm 45^\circ$ u odnosu na osetljivost u referentnom kvalitetu i upadnom uglu (^{137}Cs , 0°) bude u opsegu od -29% do +67% [2]. Referentne vrednosti kerme u vazduhu su određene u SSDL Instituta za nuklearne nauke „Vinča” (VINS-SSDL), preko sekundarnog standarda PTW 32002 (jonizaciona komora zapremine 1l). Vrednosti ambijentalnog doznog ekvivalenta su utvrđene množenjem vrednosti kerme u vazduhu sa odgovarajućim konverzionim koeficijentima, prema standardu ISO 4037-3 [3]. Za ispitivanje su korišćena polja zračenja uspostavljena prema standardu ISO 4037-1 [4]. Korišćeni su kvaliteti snopova radioaktivnih izvora ^{60}Co (S-Co) i ^{137}Cs (S-Cs). Kao izvor X-zračenja korišćen je generator rendgenskog zračenja Hopewell Designs X80-225 kV-E, pomoću kog je postignut ISO kvalitet snopa N-100 srednje energije zračenja od 83 keV.

3. Rezultati i diskusija

Sonda S2 je etalonirana u kvalitetu S-Cs, dok je sonda S3 etalonirana u kvalitetu S-Co zbog ograničenih mogućnosti izvora S-Cs koje su višestruko niže od mernog opsega sonde S3. Nakon etaloniranja, određena je linearnost merenjem odziva sonde u kvalitetu S-Co i to u okviru pet dekada jačina doza. Rezultati merenja linearnosti za sondu S2 dati su u tabeli 1, a za sondu S3 u tabeli 2. Linearnost je određena tako što je odabrana jedna izmerena vrednost jačine doze (referentna) a zatim su određena relativna odstupanja ostalih vrednosti u odnosu na nju.

Standard IEC 60846-1:2009 propisuje da linearnost mora biti u opsegu od -15% do +22%. Maksimalna odstupanja izmerenih vrednosti od referentne za sondu S2 su: -0,70% i +6,59% što je u skladu sa standardnom. Maksimalno odstupanje izmerenih vrednosti od referentne za sondu S3 je +7,54% što je takođe u skladu sa standardnom.

Sonde S2 i S3 su predviđene za energetski opseg fotonskog zračenja od 80 keV do 1,5 MeV. Standard IEC 60846-1:2009 propisuje da kombinovana energetska i ugaona zavisnost sonde za uglove od 0° do $\pm 45^\circ$ mora biti u opsegu od -29% do +67% u odnosu na referentni kvalitet S-Cs i ugao od 0° . Rezultati ispitivanja sonde S2 dati su u tabeli 3, dok u toku pisanja ovog rada sonda S3 još uvek nije ispitivana.

Tabela 1. Linearnost sonde S2 u kvalitetu zračenja S-Co

$\dot{H}^*(10)_{\text{ref}}$ [$\mu\text{Sv/h}$]	Izmerena vrednost [$\mu\text{Sv/h}$]	Odnos izmerene i referentne vrednosti	Linearnost [%]
0,5	0,680	1,361	1,74
5	6,640	1,328	-0,70
50	67,55	1,351	1,02
500	668,7	1,337	referentna vrednost
5000	7127	1,425	6,59

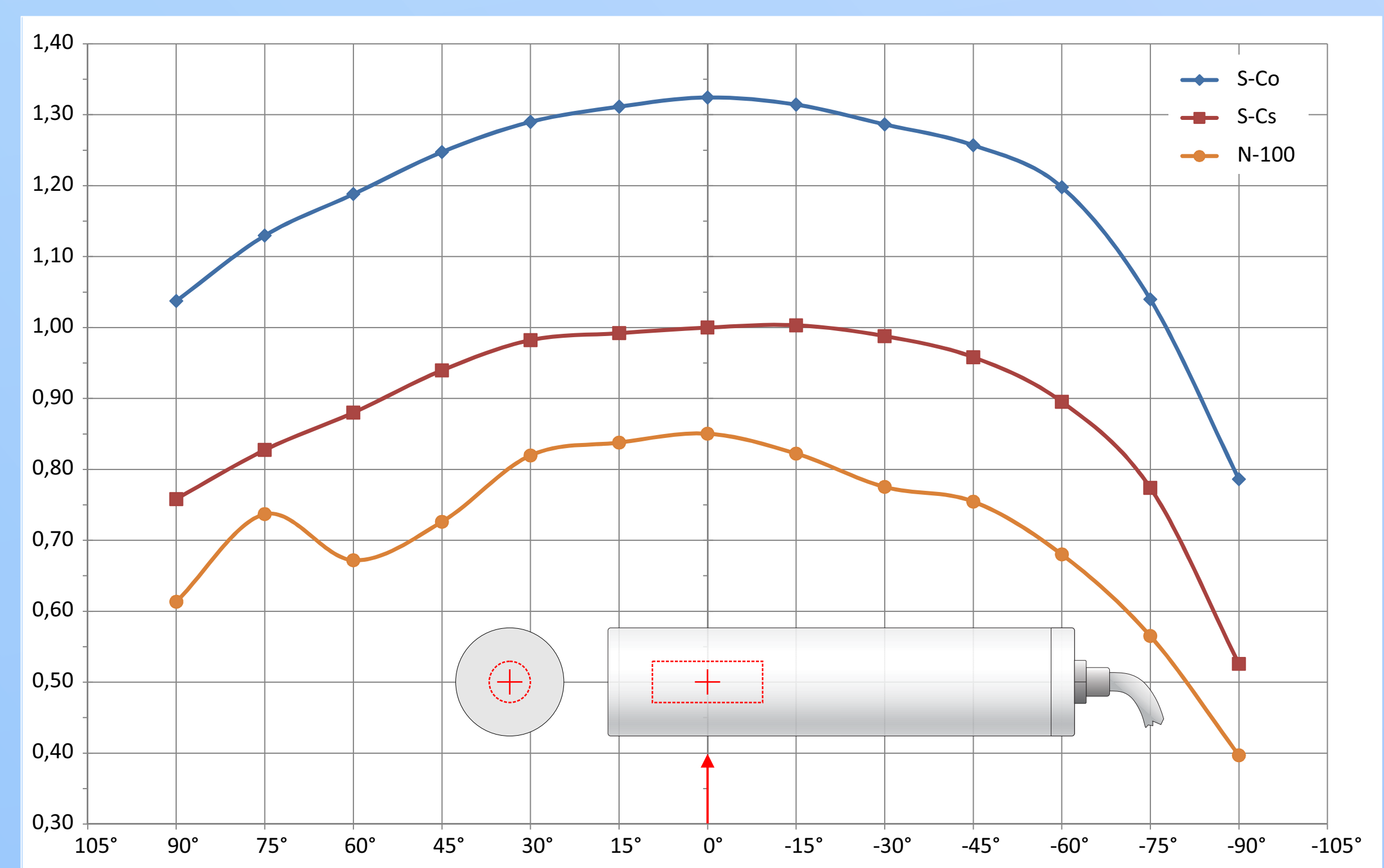
Tabela 2. Linearnost sonde S3 u kvalitetu zračenja S-Co

$\dot{H}^*(10)_{\text{ref}}$ [mSv/h]	Izmerena vrednost	Odnos izmerene i referentne vrednosti	Linearnost [%]
0,1	0,100	1,000	6,47
1	0,943	0,943	0,40
10	9,392	0,939	referentna vrednost
100	96,04	0,960	2,26
1000	1010	1,010	7,54

Sonda S2 je ispitivana u opsegu uglova od 0° do $\pm 90^\circ$ sa korakom od 15° za kvalitete zračenja N-100, S-Cs i S-Co. Referentna tačka za pozicioniranje sonde je u preseku oznaka + prikazanih crvenom bojom na slici 2 i ona predstavlja centar aktivne zapremine detektora. Pri referentnom uglu od 0° , kolimisani snop zračenja pada normalno na pravougaonu površinu označenu crvenom strelicom. Isprekidanim crvenim linijama je prikazana pozicija GM cevi u kućištu sonde. Energetska zavisnost u odnosu na referentni kvalitet S-Cs data je u trećem redu tabele 3. Ona se kreće od -15% do +32% što je u opsegu granica propisanih standardom. Ugaona zavisnost je data u nastavku tabele i to za svaki kvalitet pojedinačno u odnosu na referentni ugao od 0° . Očekivano, najveće odstupanje se uočava kod kvaliteta N-100 i to -15% u opsegu od $\pm 45^\circ$ (prema standardu). Kombinovana energetska i ugaona zavisnost za ispitivane kvalitete data je na slici 2. Maksimalno pozitivno odstupanje se dobija pri kvalitetu S-Co i uglu od 0° i iznosi +32%, dok je maksimalno negativno odstupanje pri kvalitetu N-100 i uglu od -90° i iznosi -60%. Maksimalno negativno odstupanje u opsegu $\pm 45^\circ$ (opseg prema standardu) iznosi -27%. Dobijena odstupanja u opsegu uglova $\pm 45^\circ$ su u granicama propisanim standardom.

Tabela 3. Relativni energetski odziv sonde S2 u odnosu na referentni kvalitet S-Cs i referentni ugao od 0°

Relativni energetski odziv u odnosu na referentni kvalitet S-Cs	Kvalitet snopa		
	N-100	S-Cs	S-Co
	0,85	1,00	1,32
Ugao	Relativni odziv u odnosu na referentni ugao od 0° za pojedinačni kvalitet snopa		
-90°	0,47	0,53	0,59
-75°	0,66	0,77	0,79
-60°	0,80	0,90	0,90
-45°	0,89	0,96	0,95
-30°	0,91	0,99	0,97
-15°	0,97	1,00	0,99
0°	1,00	1,00	1,00
15°	0,99	0,99	0,99
30°	0,96	0,98	0,97
45°	0,85	0,94	0,94
60°	0,79	0,88	0,90
75°	0,87	0,83	0,85
90°	0,72	0,76	0,78



Slika 2. Relativni ugaoni i energetski odziv sonde S2 u odnosu na referentni kvalitet S-Cs i ugao 0°

4. Zaključak

Do sada dobijeni rezultati ispitivanja karakteristika sonde S2 i S3 zadovoljavaju uslove postavljene standardom IEC 60846-1:2009. Potrebno je obaviti još ispitivanja, ali trenutni zaključak je da su karakteristike sonde odgovarajuće predviđenoj nameni i da bi uskoro moglo da se počne sa pripremanjem za proizvodnju novih modela. Ovime bi se upotpunila ponuda sonde za digitalni merač zračenja DMRZ-M15 u oblasti merenja ambijentalnog doznog ekvivalenta sondama baziranim na GM detektorima.

5. Literatura

- [1] Miloš Đaletić. Unapređenja digitalnog merača radioaktivnog zračenja DMRZ-M15 i prototip stacionarnog alarmnog merača DMRZ-M15A. Zbornik radova XXX simpozijuma Društva za zaštitu od zračenja Srbije i Crne Gore, 2-4. oktobar 2019, Divčibare, Srbija, 2019. 312-317.
- [2] IEC 60846-1:2009 Radiation protection instrumentation - Ambient and/or directional dose equivalent (rate) meters and/or monitors for beta, X and gamma radiation - Part 1: Portable workplace and environmental meters and monitors, IEC, Geneva, 2009.
- [3] ISO 4037-3:2019, X and gamma reference radiation for calibrating dosimeters and doserate meters and for determining their response as a function of photon energy - Part 3: Calibration of area and personal dosimeters and the measurement of their response as a function of energy and angle of incidence, ISO, Geneva, 2019.
- [4] ISO 4037-1:2019, X and gamma reference radiation fields for calibrating dosimeters and doserate meters and for determining their response as a function of photon energy - Part 1: Radiation characteristics and production methods, ISO, Geneva, 2019.

Skenirajte QR kodove kako bi otvorili web stranice

DZZ SCG



Laboratorija Zaštita
Razvoj, proizvodnja i
servis instrumenata

