



ЗБОРНИК РАДОВА



XXX СИМПОЗИЈУМ ДРУШТВА ЗА ЗАШТИТУ ОД ЗРАЧЕЊА СРБИЈЕ И ЦРНЕ ГОРЕ

2. - 4. октобар 2019. године
Хотел “Дивчибаре”, Дивчибаре, Србија

**ДРУШТВО ЗА ЗАШТИТУ ОД ЗРАЧЕЊА
СРБИЈЕ И ЦРНЕ ГОРЕ**



ЗБОРНИК РАДОВА

**XXX СИМПОЗИЈУМ ДЗЗСЦГ
Дивчибаре
2- 4. октобар 2019. године**

**Београд
2019. године**

**RADIATION PROTECTION SOCIETY OF
SERBIA AND MONTENEGRO**



PROCEEDINGS

**XXX SYMPOSIUM RPSSM
Divčibare
2nd - 4th October 2019**

**Belgrade
2019**

ЗБОРНИК РАДОВА

XXX СИМПОЗИЈУМ ДЗЗСЦГ
2-4.10.2019.

Издавачи:

Институт за нуклеарне науке „Винча“
Друштво за заштиту од зрачења Србије и Црне Горе

За извршног издавача:

Проф. др Снежана Пајовић, научни саветник
в.д. директора Института за нуклеарне науке Винча

Уредници:

Др Михајло Јовић
Др Гордана Пантелић

ISBN 978-86-7306-154-2

©Institut za nuklearne nauke „Vinča“

Техничка обрада:

Михајло Јовић, Гордана Пантелић

Електронско издање:

Институт за нуклеарне науке ”Винча”, Мике Петровића Аласа 12-14, 11351
Винча, Београд, Србија

Тираж:

150 примерака

Година издања:

Септембар 2019.

UNAPREĐENJA DIGITALNOG MERAČA RADIOAKTIVNOG ZRAČENJA DMRZ-M15 I PROTOTIP STACIONARNOG ALARMNOG MERAČA DMRZ-M15A

Miloš ĐALETIĆ

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

SADRŽAJ

Korišćenjem merača DMRZ-M15 u svakodnevnom radu, dobijene su nove ideje za dalje unapređenje softvera i hardvera merača. U ovom radu su prikazana realizovana unapređenja. Hardversko unapređenje je mogućnost biranja dva zadata radna napona detektora, automatski pri odabiru sonde ili ručno u opštem slučaju kada se koristi nestandardna sonda. Softverska unapređenja daju veću funkcionalnost uređaju. Pored standardne opcije konstantnog vremena merenja, dodata je i opcija konstantne statističke greške merenja. Režim pokretnog usrednjavanja je razvijen za potrebe traženja kontaminacije i dozimetriju sa bržim odzivom merača. Usavršeno je i praćenje parametara rada merača i detekcija grešaka. Modifikacijom unapređene verzije DMRZ-M15 napravljen je prototip stacionarnog alarmnog digitalnog merača radioaktivnog zračenja DMRZ-M15A.

1. Uvod

Unapređenja digitalnog merača radioaktivnog zračenja DMRZ-M15 se odnose na proširenje hardverskih i softverskih mogućnosti [1]. Na slici 1 prikazan je merač sa sondom S1 prilikom merenja.



Slika 1. Digitalni merač radioaktivnog zračenja DMRZ-M15.

2. Hardverska unapređenja

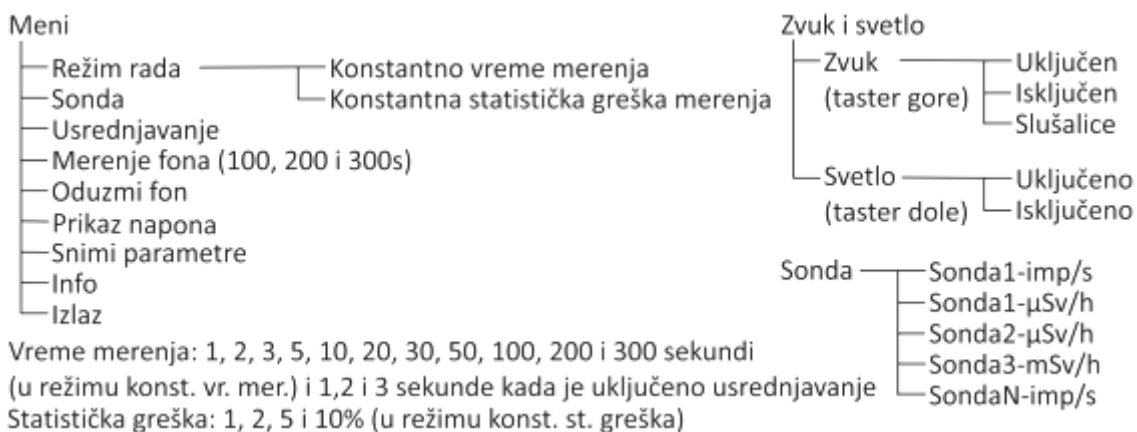
Prvo hardversko unapređenje je mogućnost izbora dve predefinisane vrednosti visokog napona, pa je moguće koristiti različite sonde koje rade na naponu od 400 V i od 550 V bez potrebe za ručnim podešavanjem vrednosti visokog napona. Drugo unapređenje se odnosi na izmene u delu regulatora napona, tj. povećana je maksimalna jačina izlazne struje na konektoru sonde. Ova modifikacija omogućava stabilnije napajanje sonde i mogućnost razvoja scintilacionih sondi sa sopstvenim izvorom visokog napona.

3. Softverska unapređenja

Upravljanje uređajem vrši se preko četiri tastera. Na svakom tasteru nacrtan je simbol koji označava funkciju tastera. U toku merenja, pritiskom na taster poziva se funkcija koja je ispisana iznad tog tastera. Tasterima gore i dole vrši se promena selektovane opcije ili promena vrednosti parametra, pritiskom na taster \checkmark potvrđuje se operacija, a pritiskom na \times se poništava. Izgled tastera i prikaz menija i funkcija prikazan je na slikama 2 i 3.



Slika 2. Prikaz funkcija tastera.



Slika 3. Prikaz korisničkih menija.

Izmenjen je glavni meni i dodate su opcije *Režim rada*, *Usrednjavanje* i *Snimi parametre*. Sada postoje dva režima rada: *Konstantno vreme merenja* i *Konstantna statistička greška merenja*. U režimu *Konstantno vreme merenja* merenje se vrši u izabranim vremenskim intervalima koji se biraju u meniju *Vreme merenja*. Oni mogu biti: 1, 2, 3, 5, 10, 20, 30, 50, 100, 200 i 300 sekundi. Ovaj režim ima opštu namenu. U prvom redu displeja se ispisuje izmerena vrednost i statusni simboli. U drugom redu se

iscrtava bar graf koji pokazuje izmerenu vrednost. Kada se izabere vreme merenja veće od 5 s, u drugom redu se iscrtava bargraf koji pokazuje proteklo i preostalo vreme do novog rezultata merenja u sekundama. Takođe, pritiskom na dugme **X** (*Resetovanje merenja*), resetuje se trenutno merenje i oglašava se zvučni signal. Ovaj režim podržava uključivanje usrednjavanja merenja. U režimu *Konstantna statistička greška merenja* merenje se vrši dok se ne registruje potreban broj impulsa potreban za zadatu statističku grešku. Ona može biti 1, 2, 5 ili 10% i bira se u meniju *Vreme merenja*. Ovaj režim je pogodan za merenje niskih nivoa zračenja, kontrolu prirodnog pozadinskog zračenja, laboratorijska merenja i sva ostala merenja gde je potrebno zadati maksimalnu statističku grešku merenja. Ovaj režim ne podržava usrednjavanje. Maksimalno vreme merenja je 1000 sekundi. Ako je intenzitet zračenja mali, a zadata greška je takođe mala, uređaj će obavestiti korisnika ispisivanjem poruke "Br. imp. je mali za datu tačnost!", jer bi trajanje jednog intervala merenja bilo veće od 1000 s. Ako merenje traje duže od 30 s, posle svakog novog rezultata merenja, uređaj emituje zvučni signal koji obaveštava korisnika o novom rezultatu. Takođe, u zavisnosti od jačine izvora zračenja i zadate tačnosti, u donjem redu displeja ispisuje se bargraf koji pokazuje vrednost merenja (kada je vremenski interval između dva merenja kratak) ili proteklo vreme i prikupljen broj impulsa.

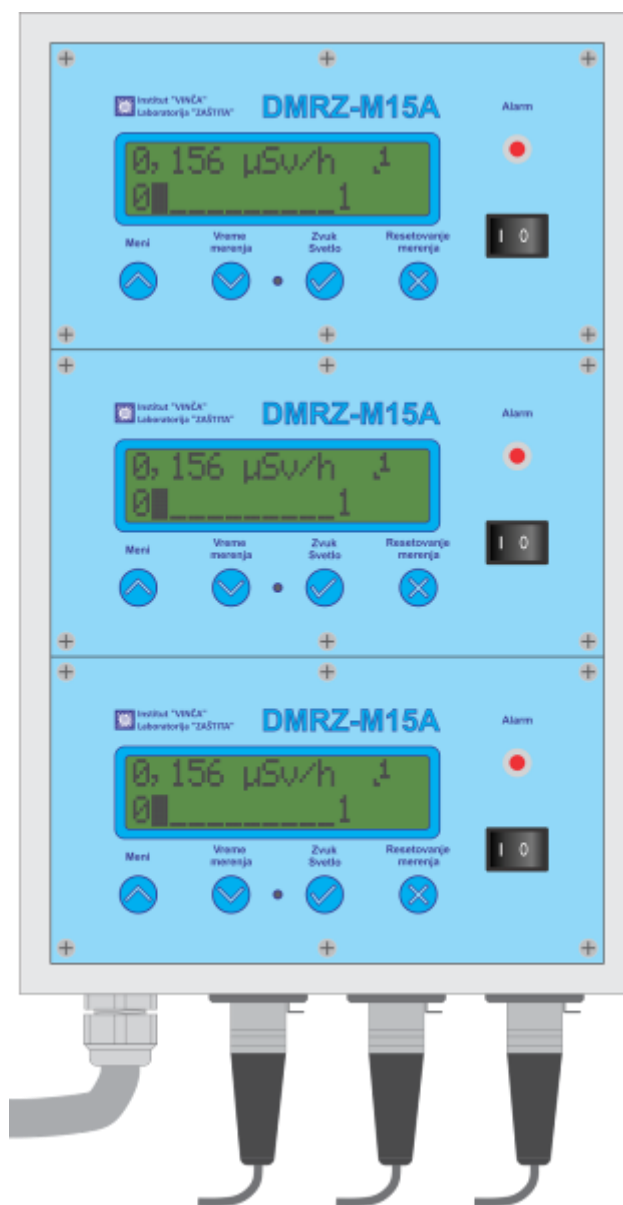
Usrednjavanje je opcija koja može da se uključi ukoliko je izabrani režim rada konstantno vreme merenja. Ova opcija prikazuje aritmetičku sredinu deset prethodno izmerenih vrednosti. Kada se uključi, tek posle desetog merenja se pokazuje prava usrednjena vrednost deset merenja i tada se korisnik obaveštava zvučnim signalom da je postignuta puna tačnost. Aritmetička sredina izračunata na osnovu manjeg broja izmerenih vrednosti ima manju tačnost. U ovom režimu rada, vreme merenja može biti 1, 2 ili 3 sekunde. Ovaj režim je pogodan za dozimetriju, kao i za detekciju izvora zračenja i kontaminacije uz korišćenje bar grafa i zvučne indikacije impulsa. Preporučuje se i za manje iskusne korisnike kao opšti režim rada uz podešavanje vremena merenja na 1 s kada je bitniji brži odziv merača, do 3 s kada je bitnija što manja statistička greška.

Prilikom odabira opcije *Merenje fona* korisnik ima na raspolaganju izbor vremena merenja od 100, 200 i 300 s. Opcija *Snimi parametre* snima trenutno odabrane parametre kao podrazumevane i oni se koriste prilikom svakog uključivanja uređaja. Parametri su korišćena sonda i merna jedinica. Dodata je i opcija oduzimanja vrednosti inherentnog pozadinskog zračenja samog detektora od rezultata merenja i još uvek je u eksperimentalnoj fazi testiranja. Ova vrednost se upisuje tokom etaloniranja prilikom upisa kalibracionih faktora.

Kako bi se povećala pouzdanost merača, funkcija samotestiranja je proširena i obuhvata testiranje prisustva i režima rada sonde, testiranje vrednosti visokog napona i napona baterije i testiranje integriteta memorije. Testiranje integriteta memorije je veoma bitno jer su u njoj upisane vrednosti kalibracionih faktora sonde i drugi parametri kritični za pravilan rad uređaja. Samotestiranje se obavlja prilikom svakog uključivanja uređaja i tokom rada. Ukoliko se prilikom samotestiranja otkrije greška, ispisuje se opis greške na displeju. Hardversko unapređenje koje se odnosi na mogućnost izbora dve vrednosti visokog napona prati i modifikacija softvera. Prilikom etaloniranja, uz kalibracione faktore se bira i radni napon sonde. Krajnji korisnik prilikom korišćenja uređaja ne mora da brine o izboru radnog napona, jer se on automatski podešava na osnovu izabrene sonde. Prilikom odabira sonde *SondaN* od korisnika se traži da odabere radni napon 400V ili 550V.

4. Prototip stacionarnog alarmnog merača DMRZ-M15A

Kako bi se zadovoljile potrebe tržišta za stacionarnim alarmnim meračem radioaktivnog zračenja, modifikacijom prenosnog merača DMRZ-M15 nastao je merač DMRZ-M15A. Uporedo sa razvojem mernog dela, razvijena je i nova sonda sa povećanom osetljivošću za potrebe monitoringa gama zračenja. Na slici 4 prikazan je merni sistem sastavljen od tri merača u zajedničkom kućištu i zajedničkim napajanjem. Sistem se napaja mrežnim naponom od 220 V. Modularnost sistema obezbeđuje međusobnu nezavisnost mernih jedinica i brzu zamenu u slučaju otkaza neke od jedinica.



Slika 4. Merni deo alarmnog sistema DMRZ-M15A.

Korisnički interfejs je skoro identičan modelu DMRZ-M15. Dodata je signalna LE dioda na prednjem panelu merača koja pruža svetlosnu indikaciju alarmnog stanja uz

zvučnu indikaciju piezo zvučnika. Po potrebi mogu se dodati električno izolovani izlazi za napajanje dodatne alarmne signalizacije mrežnim naponom.

Unutar korisničkog menija dodata je opcija *Prag alarma* kojom se postavlja alarmni nivo merača. Odziv merača je od 1 s do 5 s u zavisnosti od vrednosti izmerene jačine doze. Softver prati i nivo srednje vrednosti izmerene jačine doze $\dot{H}^*(10)$, pa je pored fiksnog praga alarma moguće zadati i relativni prag izražen u procentima srednje izmerene vrednosti prirodnog fona. Merna jedinica ima i memoriju, pa se u nju upisuju podaci o aktiviranju alarma (vreme, izmerena vrednost...).

Kućište sonde je napravljeno od prohroma i unutrašnost je zaštićena od spoljnih atmosferskih faktora. U kućištu se nalaze dve Gajger–Milerove cevi visoke osetljivosti i prateći elektronski sklopovi. Dužina kabla između sonde i merne jedinice može biti do 150 m. Preliminarne specifikacije sonde date su u tabeli 1.

Tabela 1. Specifikacije sonde merača DMRZ-M15A.

[1] Detektor	[2] Dve GM cev
[3] Opseg merenja ambijentalne jačine doze $\dot{H}^*(10)$	[4] 0,04 $\mu\text{Sv/h}$ - 1000 $\mu\text{Sv/h}$
[5] Opseg merenja u impulsima u sekundi	[6] 0 - 7000 imp/s
[7] Napon napajanja	[8] 400 V
[9] Sopstveni fon	[10] < 2 imp/s
[11] Mrtvo vreme	[12] < 200 μs
[13] Radni vek detektora	[14] $\geq 10^{10}$ impulsa
[15] Maksimalna dopuštena jačina ekspozicione doze γ zračenja kojoj se detektor sme izložiti	[16] 3 Sv/h (u intervalu kraćem od 1 minuta)
[17] Opseg ambijentalne temperature u toku rada	[18] Od -40 do +60 °C
[19] Aktivna površina	[20] 66 cm ²
[21] Srednja osetljivost sonde na Co-60	[22] 0,052 $\mu\text{Sv/h}$ / imp/s
[23] Srednja osetljivost sonde na Cs-137	[24] 0,061 $\mu\text{Sv/h}$ / imp/s
[25] Srednja osetljivost sonde na N-60 (48 keV)	[26] 0,136 $\mu\text{Sv/h}$ / imp/s
[27] Dužina kabla	[28] Do 150 m
[29] Dimenzije	[30] Dužina 370 mm, širina 200 mm, [31] visina 109 mm

5. Zaključak

Predstavljena hardverska unapređenja merača DMRZ-M15 povećala su mu merne mogućnosti, a softverska unapređenja su obezbedila nove režime rada koji olakšavaju korišćenje uređaja. Pouzdanost je povećana dodatnim funkcijama samotestiranja pri uključivanju i u toku rada uređaja.

Predstavljeno prototip novog alarmnog stacionarnog merača DMRZ-M15A predstavlja odgovor na zahteve tržišta.

6. Literatura

- [1] Miloš Đaletić, Đorđe Lazarević, Digitalni merač radioaktivnog zračenja DMRZ-M15, *Zbornik radova XXVIII simpozijuma Društva za zaštitu od zračenja Srbije i Crne Gore*, 2015, 537–541.

**IMPROVEMENTS OF DIGITAL SURVEY METER DMRZ-M15
AND PROTOTYPE OF STATIONARY ALARM MONITOR
DMRZ-M15A**

Miloš Đaletić

*Vinca Institute of Nuclear Sciences, Radiation and Environmental Protection
Department, Belgrade, Serbia, djaletic@vinca.rs*

ABSTRACT

Everyday use of DMRZ-M15 survey meter inspired new ideas for further software and hardware improvements of the meter. Made improvements are described in this paper. Main hardware improvement is the possibility of selecting two separate detector working voltages, automatically when selecting a probe or manually in the general case when a non-standard probe is used. Software improvements give greater functionality to the device. In addition to the standard setting of constant measurement time, the measurement with the constant statistical error is added. Moving average setting was developed for the purpose of searching for a contamination and dosimetry with a faster response time of the meter. The monitoring of the meter operational parameters and detection of errors was improved. Prototype of the stationary alarm digital meter DMRZ-M15A was developed by modifying the improved version of DMRZ-M15 survey meter.