

Monitorovací stanice ke stanovení fotonového dávkového příkonu umožňující rozlišení distribuce radioaktivní kontaminace mezi ovzduším a povrchem

Wednesday 6 November 2024 12:30 (15 minutes)

Po černobylské havárii v roce 1986 byla v Evropě vybudována rozsáhlá síť rychlého varování (EWN) s cílem získat okamžitou informaci o možném nárůstu dávkového příkonu nad běžné úrovně (Kessler et al. 2017, SÚJB 2024). V současné době je v rámci Evropy EWN tvořena přibližně 4500 monitorovacími stanicemi, ve většině případů jsou to stanice sestavené ze dvou Geiger-Müllerových detektorů (GM) různé velikosti s cílem pokrýt široký rozsah hodnot dávkového příkonu (Stoelker et al. 2016). Měřicí odezva je převáděna na příkon prostorového dávkového ekvivalentu ($H^*(10)$).

Kromě primárního cíle EWN v podobě získání okamžité informace o nárůstu dávkového příkonu je od EWN očekávána také schopnost rychle odhalit rozsáhlý únik radioaktivity do atmosféry, nebo rozlišit prostorovou distribuci radioaktivní kontaminace (Melles et al. 2008), dále při radiační havárii nebo při podezření na radiační havárii také zaznamenávat a vyhodnocovat úniky do ovzduší a vodních toků (SÚJB 2024).

Mnoho literárních zdrojů se zabývá dosažením co nejspolehlivějšího přepočtu měřicí odezvy monitorovacích stanic na prostorový dávkový ekvivalent. Z tohoto důvodu je EWN vedle GM doplňována monitorovacími stanicemi vybavenými scintilačními detektory umožňujícími specifikaci radionuklidové složení kontaminace (Stoelker et al. 2018). Oproti tomu je problematika využití stanic EWN k odhalení úniku radioaktivní kontaminace a ke stanovení její prostorové distribuce v literárních zdrojích pokryta velmi omezeně.

Vyvinutí monitorovací stanice fotonového dávkového příkonu se schopností rozlišení zdrojových radionuklidů a jejich prostorovou distribuci mezi povrchem terénu, povrchem přístroje a atmosférou se zabývá výzkumný projekt RENOGEM.

Pro tento účel byl navržen inovativní koncept monitorovací stanice postavená tak, aby umožnila detekovaný signál třídit podle původu fotonů na radioaktivitu ze země, radioaktivitu ze vzduchu a radioaktivitu z povrchu přístroje (v případě povrchové kontaminace). Základem zařízení jsou dva NaI(Tl) detektory, které jsou orientované protisměrně a jsou kolimované olověným stíněním tak, aby separátně detekovaly fotony vznikající v terénu, respektive ve vzduchu. Koncept je dále vybaven doplňkovou detekční jednotkou, ta je určena jen pro případy zvýšené odezvy NaI(Tl) detektorů, tedy prakticky pro události potenciálně vyhodnotitelných jako únik radioaktivní kontaminace, a v takovém případě umožní rozlišení prostorové distribuce kontaminace. Doplňková detekční jednotka pracuje na principu dvou paralelních GM. Každý z GM je pomocí modulárního stínění odlišným způsobem stíněn od příspěvku kontaminace povrchu přístroje a kontaminace vzduchu. Rozdíl v odezvě jednotlivých GM vykazuje v souvislosti s distribucí kontaminace mezi vzduchem a povrchem charakteristický vzorec.

Byly provedeny experimenty simulující zjednodušený scénář havárie – mononuklidová kontaminace pomocí ^{134}Cs , povrchová kontaminace byla simulována filtračním materiálem o homogenní plošné aktivitě, vzdušná kontaminace byla simulována pomocí bodových zdrojů.

Výsledky experimentálních měření ukázaly, že při plošné kontaminaci na úrovni odpovídající kontaminaci území České republiky po černobylské události ($\sim 5000 \text{ Bq/m}^2$) je možné při 10minutových měřeních rozlišit dávkový příkon z atmosférické kontaminace od $\sim 0,2 \mu\text{Gy/h}$. Zároveň informace získaná z doplňkové GM detekční jednotky umožňuje ze spektru detekovaných scintilačními detektory odečíst příspěvek způsobený kontaminací povrchu terénu a kontaminací přístroje a získat tím spektrometrickou odezvu na kontaminaci vzduchu. V případě radiační havárie by tato forma kontinuálního měření radioaktivní kontaminace ve vzduchu mohla umožnit unikátní stanovení úniku radioaktivní kontaminace do ovzduší a vodních toků a k rozlišení prostorové distribuce radioaktivní kontaminace v souladu s požadavky zmíněnými v Melles et al. (2008) a SÚJB (2024).

V příspěvku bude prezentována konstrukce přístroje společně s výsledky provedených experimentů a dále plány na následující experimenty směřující k ověření dovedností prezentovaného zařízení za realistického havarijního scénáře.

Výzkum byl podpořen bezpečnostním výzkumem Ministerstva vnitra České republiky, projekt RENOGEM, VK01020090).

Literatura:

Kessler, P., Behnke, B., Dombrowski, H., Neumaier, S. (2017). Characterization of detector-systems based on CeBr₃, LaBr₃, SrI₂ and CdZnTe for the use as dosimeters, Radiation Physics and Chemistry, Volume 140, Pages 309-313, ISSN 0969-806X

Melles, S.J., Heuvelink, G.B.M., Twenhöfel, C.J.W., Stöhlker, U. (2008). Sampling Optimization Trade-Offs for Long-Term Monitoring of Gamma Dose Rates. In: Gervasi, O., Murgante, B., Laganà, A., Taniar, D., Mun, Y., Gavrilova, M.L. (eds) Computational Science and Its Applications –ICCSA 2008. ICCSA 2008. Lecture Notes in Computer Science, vol 5072. Springer, Berlin, Heidelberg.

Stöhlker U., Bleher M., Doll H., Dombrowski H., Harms W., Hellmann I., Luff R., Prommer B., Seifert S., Weiler F. (2019). The German dose rate monitoring network and implemented data harmonization techniques. Radiat Prot Dosimetry. 183(4):404-416.

SÚJB 2024, webový odkaz <https://sujb.gov.cz/en/emergency-preparedness/radiation-monitoring-network/the-regular-components>

Author: FEJGL, Michal (Státní ústav radiační ochrany, v.v.i.)

Co-authors: FANTÍNOVÁ, Karin (Státní ústav radiační ochrany, v.v.i.); HÝŽA, Miroslav (Státní ústav radiační ochrany, v.v.i.)

Presenter: FEJGL, Michal (Státní ústav radiační ochrany, v.v.i.)

Session Classification: Metrologie, měření a přístrojová technika

Track Classification: Metrologie, měření a přístrojová technika