

Detekce ionizujícího záření a radiační situace v ČR

Kateřina Pilná, Radek Peloušek, Radim Dvořák

16. prosince 2018

Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská ČVUT

1 Úvod

Cílem naší práce byla detekce ionizujícího záření a zjištění radiační situace v ČR. Detekovat ionizující záření je důležité především v oblastech s vyšším terestriálním zářením nebo při práci s radioaktivními materiály. Měřit radiační situaci je v zájmu ochrany obyvatelstva a v České republice zajišťuje kontinuální měření Státní ústav radiační ochrany, který situaci pravidelně vyhodnocuje a veřejně publikuje.

2 Zdroje ionizujícího záření

2.1 Kosmické záření

Primární kosmické záření má dvě složky. Jednou složkou je záření z hlubokého vesmíru, kdy na nás působí ionizující záření složené z protonů, elektronů a částic alfa a gama. Druhá složka je záření ze Slunce které je tvořeno převážně protony. Sekundární kosmické záření má pro nás však větší význam, jelikož nás v tomto případě zajímá ozáření osob.

Intenzita kosmického záření je závislá na několika faktorech. Těmito faktory jsou sluneční aktivita, nadmořská výška a zeměpisná poloha.

2.2 Terestriální záření

Terestriální záření je působeno radionuklidy v zemské kůře. Tyto radionuklidy mají dlouhé poločasy proměny. Mezi nejvýznamnější představitele patří K_{40} . Tyto radionuklidy jsou obsaženy téměř ve všech stavebních materiálech.

2.3 Interní ozáření

Mimo kosmické a terestriální záření na nás také působí potraviny, které konzumujeme. Největší mírou přispívá ingesce a inhalace.

3 Detektory

3.1 Elektrické detektory

Elektrické detektory jsou Geigerovy-Müllerovy čítače. Fungují na principu ionizace plynu při průchodu částicí ionizujícího záření. Elektrony dopadají na anodu a jsou dále zpracovány řídicí jednotkou.

3.2 Scintilační detektory

Scintilační detektory využívají pro svoji činnost luminescenční scintilační krystaly ve kterých při excitaci elektronu vzniká záblesk (emituje se foton) při návratu elektronu do nižší energetické hladiny. Přes světlovod se signály dostávají k fotonásobiči, ve kterém se mění na elektrické impulsy, jež jsou dále zpracovávány.

3.3 Integrální detektory

Jedná se o detektory filmové, gelové a termoluminescencí. Tyto detektory jsou po určitou dobu vystaveny ionizujícímu záření a vyhodnoceny jsou až později. Největší využití má tento typ detektorů v osobní dozimetrii a radioterapii.

4 Radiační situace v ČR

O vyhodnocování radiační situace v České republice se stará od dob Černobylské havárie Státní ústav radiační ochrany, který pravidelně publikuje naměřené hodnoty. V dlouhodobém horizontu je situace normální, měřitelné jsou hodnoty Cesia, jakožto pozůstatek po zmiňované havárii v jaderné elektrárně Černobyl. Dále jsou měřitelné hodnoty beryllia a olova, které je pozůstatkem po přeměně radonu. Radonová mapa České republiky jasně ukazuje, že v českém pohraničí a na Vysočině jsou hodnoty radiace zvýšené, což dokazuje i naše měření.

5 Měření

Měřili jsme pomocí přístrojů Safecast a Gamma scout ve verzi online offline. Oba dva přístroje pracují na základě Geigerova počítáče. Ten funguje díky ionizační komoře, kde ionizující záření excituje elektrony, čímž vytvoří elektrický proud a záření je detekováno. Tato metoda je velmi přesná, tudíž lze detekovat i velmi malé množství ionizujícího záření. Přesnost přístrojů gamma scout byla horší než přístrojů Safecast a to zejména u zdrojů alfa záření (gamma scout měl i přes svůj název detekovat i ostatní druhy záření). Tento jev přisuzujeme zejména tomu, že gamma scout má ionizační komoru umístěnou asi centimetr pod obalem přístroje a vzhledem k nízké pronikavosti záření alfa se k němu moc záření nedostalo. Safecasty tento problém neměli a navíc mají větší detektor tudíž jejich měření je přesnější.

5.1 Měření pomocí přístrojů Safecast

Přístroje Safecast jsou vybaveny GPS a vnitřní pamětí, takže jsme měření prováděli kontinuálně několik dní. První přístroj jsme dali naší kamarádce, která bydlí na Vysočině. Důvod byl jednoduchý. Na Vysočině je vyšší koncentrace radonu, který je radioaktivní a vyskytuje se zejména společně s uranem, který se zde dříve těžil. Naše domněnka byla potvrzena a byla skutečně naměřena vyšší radioaktivita než v Praze. Nicméně hodnoty byly stále velmi nízké a hluboko pod normou. Dalším problémem bylo to, že dat bylo stále velmi málo a tudíž se z nich nedalo vyvodit více. Další měření jsme provedli v Brně a Hustopečích, kde jsme nenaměřily žádné zajímavé výsledky, všechny hodnoty se pohybovaly v rozmezí od $0.1\mu Sv$ do $0.2\mu Sv$, což jsou normální hodnoty pro ČR. Snad jedinou výjimkou byl Radkův ubrus, který z neznámého důvodu zářil $0.4\mu Sv$. Poslední měření Safecasty jsme provedli v Praze, kde jsme měřili v centru, metru a Dejvicích. Výsledky se od ostatních příliš nelišily. Byly opět v rozmezí $0.1\mu Sv$ do $0.2\mu Sv$.

Data z přístrojů Safecast se dají nalézt na internetu na webové stránce:

<https://safecast.org/tilemap/?y=49.65&x=15.39&z=8&l=0&m=0>. Data jsou zpracována do přehledné mapy a jsou zde data z mnoha přístrojů Safecast. Česká republika je jedna z mála zemí, která je velmi dobře proměřena a lze si na mapě všimnout míst, kde je radioaktivita vyšší než jinde.

5.2 Měření pomocí Gamma scoutů

K dalšímu měření jsme používali přístroje gamma scout, ze kterých jsme data odečítali ručně. S těmito přístroji jsme měřili na různých místech v Praze. Měření jsme prováděli na Strahově, kde jsme naměřili hodnoty přece jenom menší než v centru. Dále jsme měřili na Petřínské rozhledně, kde to bylo podobné jako na Strahově a intenzita ionizujícího záření evidentně nezávisela na výšce nad zemí. Hodnoty se pohybovaly v rozmezí $0.08\mu Sv$ do $0.15\mu Sv$. Měřili jsme také v metru, kde se hodnoty pohybovali $0.04\mu Sv$ do $0.13\mu Sv$.

5.3 Měření různých materiálů

V poslední části našeho měření jsme se zaměřili na měření různých zdrojů ionizujícího záření a to: banánů, avokáda, brambor, uranového skla, leteckého budíku a smolince.

Banány jsou zdrojem ionizujícího záření díky draslíku K_{40} , naše měření nic nenaměřilo, hodnoty se pohybovaly na úrovni pozadí, tudíž by bylo potřeba přesnějšího přístroje k naměření nějaké radioaktivity. U avokáda a brambor byla situace stejná, a to, že jsme nic nenaměřili. U uranového skla už byla data zvýšená radioaktivita dobře znatelná, naměřili jsme hodnoty asi 10 krát větší, než je přirozená radioaktivita. Otáčkoměr je dobrý zdroj radioaktivity,

protože stupnice je natřena rádiem (bylo potřeba, aby otáčkoměr byl dobře čitelný i v noci a rádium v noci svítí) byla naměřena hodnota $500\mu Sv$. Zde se projevilo, že se jedná o alfa zářič a hodnoty na přístroji Safecast a gamma scout se dost lišily. A nakonec jsme měřili smolinec. Zde byla naměřena nejvyšší hodnota a to $1,2mSv$. Opět se jednalo zejména o alfa zářič, a tudíž měl přístroj gamma scout problém a měřil asi o jednu čtvrtinu menší hodnoty.

6 Závěr

V naší práci jsme se zabývali detekcí ionizujícího záření a radiační situací v České republice. Pomocí přístrojů Safecast a Gamma scout jsme měřili vzorky radioaktivních materiálů, například smolince, u kterého jsme naměřili hodnoty až $1,2mSv$. Dále jsme pomocí stejných přístrojů měřili přirozené pozadí na různých místech v České republice. Nejnižší naměřená hodnota byla $0,04\mu Sv$ v tubusech metra v Praze. Nejvyšší změřená hodnota byla v Ostašově $0,230\mu Sv$. Pro porovnání situace v celé republice jsme použili mapu Safecastu, do které mohou přispívat svými měřeními sami uživatelé tohoto přístroje. Námi naměřené hodnoty se shodují se záznamy v mapě.

Reference

Seznam literatury

- [1] Modulus of Rigidity. Engineering ToolBox [online]. [cit. 2018-11-17]. https://www.engineeringtoolbox.com/modulus-rigidity-d_946.html