

## História radiačného monitoringu SHMÚ

Vzhľadom na počet jadrových reaktorov vo svete a na to, že nehodu či haváriu nie je možné stopercentne vylúčiť, ako aj na možnú kontamináciu z iných zdrojov (použitie jadrových zbraní, používanie zdrojov ionizujúceho žiarenia v priemysle a medicíne, teroristické zneužitie rádioaktívnych materiálov...) zostáva jedným z dôležitých opatrení existencia **systemu včasného varovania pred žiarením**. Jeho súčasťou je v rámci Slovenskej republiky aj radiačný monitoring Slovenského hydrometeorologického ústavu (SHMÚ).

### História výskumu atómového jadra

História objaviteľskej cesty človeka do jadra atómu nie je až taká dlhá. V roku 1895 nemecký fyzik Wilhelm Conrad Röntgen objavil nový druh lúčov, ktoré dostali po ňom meno a doteraz pomáhajú človeku v starostlivosti o zdravie. Maria Curie-Sklodowska pokračovala v práci francúzskeho fyzika Henriho Becquerela a spolu s ním a so svojím manželom Pierom dostali v roku 1903 Nobelovu cenu za fyziku za výskum javu nazývaného **rádioaktivita**. V roku 1911 dostala Maria Curie Nobelovu cenu za chémiu a podarilo sa jej vďaka tomu presvedčiť francúzsku vládu, aby zriadila v Paríži Ústav pre rádium, ktorý sa venoval výskumu chémie, fyziky a medicíny. Stalo sa tak v roku 1914. Začala prvá svetová vojna a Maria Curie venovala všetku svoju energiu, aby najnovšie objavy vedy boli postavené do služby ľuďom. Od rôznych darcov získala 20 automobilov, ktoré vybavila ako mobilné röntgenologické pracoviská a sama sadla za volant jedného z nich. Jazdila spolu so svojou vtedy 17 ročnou dcérou Irene po bojiskách západnej Európy a pomáhala zachraňovať zdravie a životy ranených vojakov. Odhaduje sa, že spolu s 200 stacionárnymi pracoviskami bolo takto vyšetrených 3 milióny vojakov.

Po vojne sa vedecký výskum v oblasti jadra hmoty nezadržateľne hýbal dopredu. Veľké množstvo fyzikov sa zapojilo do tohto bádania. Ešte okolo roku 1900 sa zdalo, že budova fyziky je prehľadná a pevná, ale mená ako Planck, Einstein, Maria Curie-Sklodowska a jej manžel Pierre, ako aj jej dcéra Irene s manželom Fredericom Joliot-Curie, Rutherford a Bhor ňou natoľko otriasli, že mníchovský fyzik Arnold Sommerfeld, ktorý vždy prednášal svoj predmet s humorom, povedal raz svojim študentom, že na bráne fyziky by mala byť pribitá varovná tabuľka: „Pozor, hrozí zrútenie! Pre radikálnu prestavbu prechodne zatvorené!“ Všetko, čo dovtedy platilo vo fyzike za nemenné, sa pohlo. Planck ukázal, že v prírode sú možné skoky, Einstein vyhlásil priestor a čas za relatívne a rozpoznal v hmote uväznenú energiu, Curieovci, Rutherford a Bohr ukázali, že nedeliteľné je deliteľné a naviac pohyblivé a meniace sa. Ale v tom čase si ešte fyzici mysleli, že to sú iba zaujímavé témy pre ich bádanie a nevideli ich praktický význam. Rutherford dokonca tvrdil, že svet sa využitia energie drienajúcej v atónoch nedožije. V roku 1921 napísal nemecký fyzik Walter Nerst, nositeľ Nobelovej ceny: „Žijeme, dalo by sa povedať, na ostrove zo strelnej bavlny.“ Ale pre upokojenie v nasledujúcej vete pridal: „... pre ktorú sme však, vďaka Bohu, ešte nenašli rozbušku“.

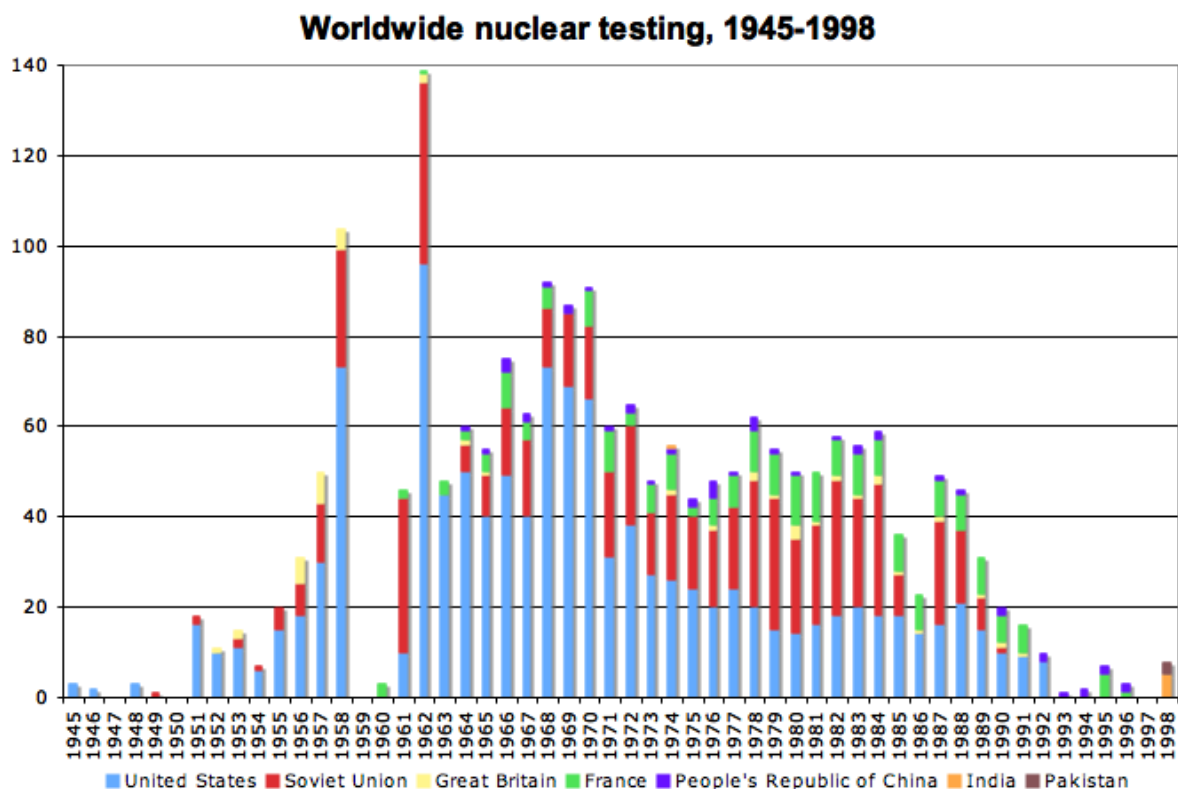
Svet medzi dvoma vojnami sa však už na vojnu zase chystal. V Nemecku prišiel k moci Hitler a veľké množstvo fyzikov židovského pôvodu utieklo pred jeho rasovými zákonmi. To bol aj prípad spolupracovníčky nemeckého fyzika Ota Hahna Lise Meitnerovej. V roku 1938 utiekla cez Dánsko do Švédska, kde neskôr pracovala v Nobelovom ústave a v Ústave akadémie vied. Koncom roka 1938 Hahn uskutočnil v Berlíne pokusy s ostreľovaním uránu neutrónmi, aby polemizoval s výsledkami práce Irene Joliot-Curie. Zistil však, že Irene ide správnou cestou a to mu pomohlo, aby posunul výskum ešte bližšie k vysvetleniu dovtedy nevysvetliteľného. Na protest proti rasovým zákonom „tretej ríše“, aj ako prejav vďaka dlhoročnej spolupracovníčke, poslal výsledky pokusov Lise Meitnerovej do Švédska. Spolu so svojim synovcom Ottom Frishom nový objav správne vysvetlili a nazvali ho **štiepenie atómového jadra**. Fyzici sa čudovali, Niels Bohr to komentoval: „Ako sme mohli byť tak dlho slepí?“

A tu dochádza k zlomu. V dovtedajšej histórii boli vedecké objavy vítané ako pokrok. Ale v čase, keď bol najväčší vojnový konflikt v dejinách ľudstva pred dvermi, sa do radosti z objavu zdroja moci nadľudských rozmerov uväzneného doteraz v jadre hmoty, miešala skepsa. Kým sa pri experimentovaní používalo nepatrné množstvo uránu, nemohlo ísť o masívne uvoľnenie energie. Ale po objavení reťazového štiepenia bola už brána otvorená.

A tak nastáva ďalšia fáza vo vývoji. Energia jadra neslúži už iba človeku a jeho zdraviu, ale môže ho zničiť. Vývoj **jadrovej bomby** v USA sa začína na podnet fyzikov, ktorí majú strach, že ich zostávajúci kolegovia v Nemecku dajú takúto zbraň do rúk svojho diktátora. A nič na tom nezmení ani fakt, že Nemecko do jej vývoja investuje minimálne a že jeho vedci sú si natoľko vedomí nebezpečenstva, že vývoj umelo zdržiavajú. Na druhej strane oceánu v rámci **projektu Manhattan** sa do práce na výrobe bomby postupne zapojilo 150 000 vedcov a ďalšie stotisíce ľudí nepriamo. Išlo o najdrahší projekt tých čias, investovalo sa okolo 2 miliardy dolárov.

Po zhodení atómových bômb na Hirošimu a Nagasaki sa viacerí vedci snažili zamedziť ďalší vývoj jadrových zbraní. V októbri 1945 zriadili Asociáciu vedcov, ktorí pracovali na vývoji prvej atómovej bomby v Los Alamos. Neskôr splynula s Federáciou amerických vedcov. Naliehali a všemožne podporovali medzinárodné rozhovory o kontrole jadrovej energie.

Ale svet po vojne sa začal vyvíjať inak, ako by sme prirodzene čakali. Napriek jej nesmiernym obetiam, napriek hrôze z účinku jadrovým bômb, začínajú sa preteky v jadrovom zbrojí, začína sa studená vojna. K Američanom sa postupne pridali ďalšie jadrové mocnosti – Sovietsky zväz, Veľká Británia, Francúzsko a Čína. Asi podľa starorímskeho pravidla: Ak chceš mier, pripravuj sa na vojnu. Presný **počet uskutočnených pokusov v atmosfére** nie je známy, ale podľa údajov Prípravnej komisie Organizácie Zmluvy pre všeobecný zákaz jadrových skúšok (CTBTO) bolo ich viac ako 2000.



Obr. 1: Počty jadrových testov v rokoch 1945 - 1998

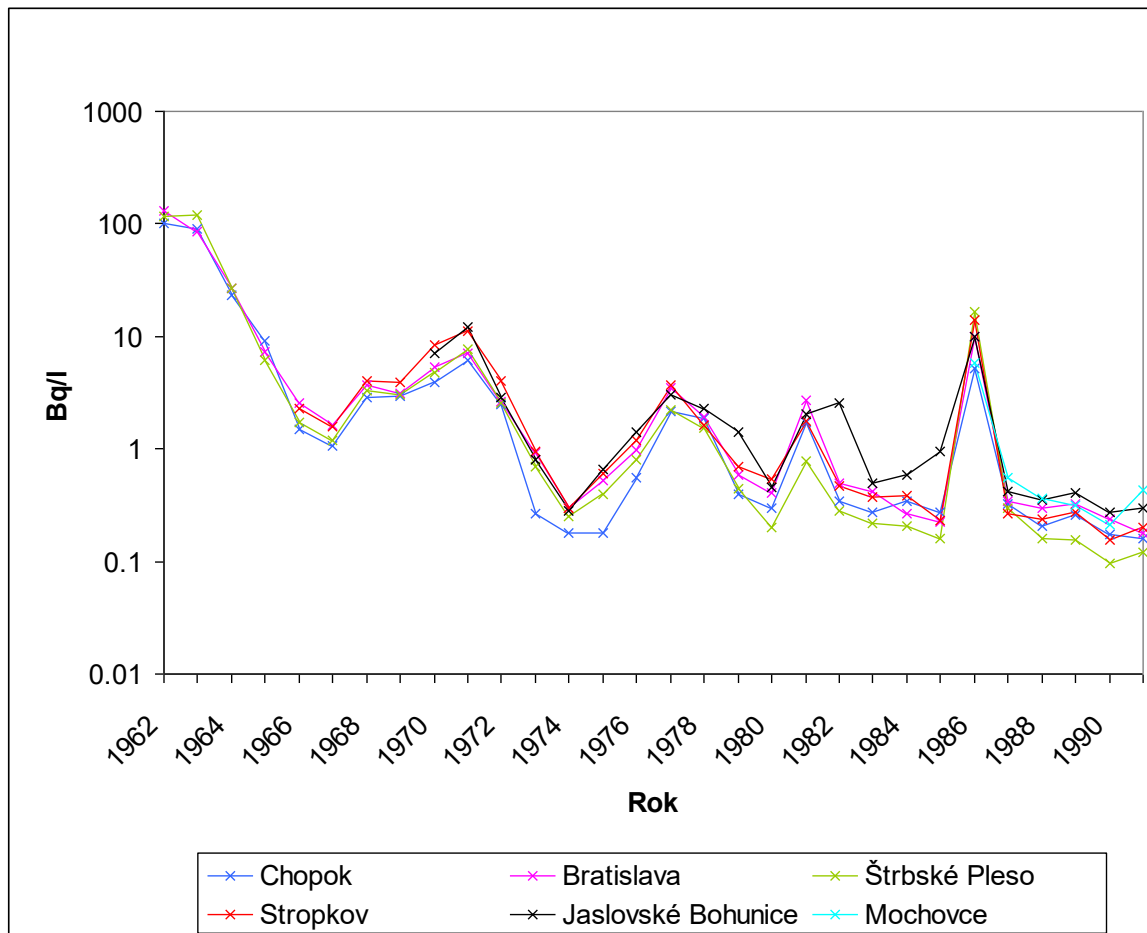
(Zdroj: [www.ctbto.org](http://www.ctbto.org))

K uvedomeniu si, že takáto činnosť môže poškodzovať zdravie obyvateľov planéty, dochádzalo už koncom 50. rokov 20. storočia. Voliči v USA interpelovali svojich poslancov, na ich otázky odpovedalo 50 odborníkov, publikovaný materiál bol verejne dostupný a má viac ako 1000 strán. O rádioaktívnom spade sa hovorilo na IX. Valnom zhromaždení OSN. Proti jadrovým skúškam protestovali aj významné osobnosti vedy a kultúry. Pre upokojenie svetovej verejnosti bola vytvorená Vedecká komisia Spojených národov pre účinky atómového žiarenia (UNSCEAR). Znepokojenie verejnosti bolo opodstatnené. Oblasť, v ktorých sa skúšky vykonávali, boli silno kontaminované a rádioaktívny materiál sa rozšíril po celej zemeguli. Bolo preto rozhodnuté o potrebe monitorovať úroveň rádioaktivity v životnom prostredí a táto povinnosť pripadla **meteorologickým** a hygienickým službám sveta. Meteorológom preto, lebo mali celosvetovo vybudovaný monitorovací systém a stačilo ho teda iba doplniť ďalším meraním. A hygienikom preto, aby výsledky interpretovali vo vzťahu k zdraviu obyvateľov.

## História radiačného monitoringu SHMÚ

A tu sa teda začína samotná história radiačného monitoringu Slovenského hydrometeorologického ústavu. V roku 1962 bolo v ústave vytvorené **oddelenie**

„**Rádioaktivita atmosféry**“. Začalo sa s meraním celkovej beta rádioaktivity v zrážkových vodách na šiestich meteorologických staniciach: Bratislava, Jaslovské Bohunice, Mochovce, Chopok, Štrbské Pleso a Stropkov. Tento spôsob monitorovania bol používaný až do roku 1991. Z nasledujúceho grafu (Obr. 2), ktorý je konštruovaný v logaritmickej škále, aby mohol pokryť veľký rozptyl hodnôt, si možno urobiť predstavu o **vývoji kontaminácie ovzdušia** od začiatku rokov 60.



Obr. 2: Celková beta rádioaktivita v zrážkových vodách, 1962 – 1991, SHMÚ

Maximálne hodnoty na našom území boli namerané roku 1962, čo sa zhoduje s celkovou situáciou vo svete, keďže išlo o **globálny spad** a korešponduje to aj s počtom uskutočnených **nadzemných jadrových pokusov** v tomto roku, ako dokumentuje Obr. 1.

V roku 1963 bola podpísaná **Zmluva o zákaze jadrových skúšok v atmosfére, kozmickom priestore a pod vodou**. Jej signatármi boli tri jadrové mocnosti – USA, Sovietsky zväz a Veľká Británia. Účinok sa prejavil v 100-násobnom poklese meraných hodnôt v priebehu nasledujúcich pár rokov. K významnejším prevýšeniam hodnôt naďalej dochádzalo, ako vidíme na Obr. 2, a to ako dôsledok jadrových

pokusov Francúzska a Číny, ktoré zmluvu nepodpísali a pokračovali v pokusoch až do začiatku 80. rokov.

Keď sa radiačná situácia v atmosfére ustálila, čo bolo v prvej polovici 80. rokov, došlo k **havárii v Černobyle**. Maximálne hodnoty vtedy vo svojom maxime dosiahli asi 10 % z hodnôt roku 1962 a boli obmedzené iba na niekoľko mesiacov, kým v roku 1962 išlo o jav celoročný. Obrovská energia vznikajúca pri jadrových pokusoch vynášala kontaminovaný materiál až do stratosféry, kým černobyľská havária mala dopad troposférický.

Viac informácií o dopadoch černobyľskej havárie na naše územie je v časti **Teoretické základy monitoringu a radiačnej ochrany**.

### Monitorovacia sieť SHMÚ

Poučenia plynúce z Černobyľskej havárie sú rôzne. Jedným z nich je aj poznanie, že monitoring rádioaktivity prírodného prostredia musí byť operatívny, nepretržitý, aby mohol slúžiť ako **system včasného varovania** a chránil tak zdravie ľudí v prípade kontaminácie z rôznych možných zdrojov. Preto SHMÚ pristúpil v roku 1991 k zmene spôsobu merania vo svojej sieti. Prešlo sa na automatické meranie parametra **príkon dávkového ekvivalentu gama žiarenia v ovzduší**. Profesionálne meteorologické stanice boli vybavené meracím zariadením FHZ 621B firmy FAG pre sledovanie príkonu dávkového ekvivalentu gama žiarenia. Koncom 90. rokov boli nahradené sondami GammaTracer od firmy Genitron. Keďže sondy pracujú v teréne v často náročných podmienkach (Lomnický štít, Chopok), ich životnosť je limitovaná a v pravidelných intervaloch musí dochádzať k obmene meracej techniky. Výsledkom niekoľkých investícií do siete sú sondy RPSG-05 od firmy Microstep-MIS, EcoGamma od firmy Canberra-Packarda a EGM-04 od firmy NUVIA, ktoré nahradili pôvodné GammaTracery od firmy Genitron. (Obr. 3).



Obr. 3 Sondy GammaTracer, RPSG-05, EcoGamma, EGM-04

Sondy sú umiestnené na **profesionálnych meteorologických staniciach** v štandardizovanej výške 1 m nad povrchom. Kvalita merania je zabezpečená pravidelným overovaním v Slovenskom metrologickom ústave, keďže ide o určené meradlá, ktoré zo zákona podliehajú tejto povinnosti.

Viac technických podrobností o radiačnej monitorovacej sieti SHMÚ je v častiach **Monitorovacia sieť, Meracia technika a Metrologická starostlivosť**.

## Záver

Monitoring radiácie slúži na to, aby sme o jej úrovni mali správne informácie, vedeli ich dobre interpretovať vo vzťahu k zdraviu a mali ich včas, aby sme mohli reagovať a prijať ochranné opatrenia, keď je to potrebné. A zostáva si iba priať, aby úžasná energia atómového jadra vždy slúžila človeku a nebola použitá na jeho zničenie.

## Literatúra

Jungk, R., 1965, Jasnější než tisíc sluncí, Mladá Fronta

Fermi, L., 1971, Atómy v rodine, Smena

Dienstbier, Z., 2010, Hirošima a zrod atomového věku, Mladá Fronta

Závodský, D.: Kandidátska práca, Bratislava, ÚMK SAV, 1972

Sojáková, M.: Rádioaktivita ovzdušia na území Slovenskej republiky za obdobie 1962 – 2003, diplomová práca, Bratislava, FMFI UK, 2003

<https://www.ctbto.org/>