

Měření kosmického záření

Marek Koščo, Gymnázium Varšavská cesta 1, Žilina
marek.kosco@gmail.com

Martin Málek, Gymnázium L. Jaroše, Palackého 524 Holešov
malek.martin311@seznam.cz

Dušan Ondírko, Gymnázium F.V.Sasinka, Námestie slobody č.3
Skalica
dusan.ondirko@gmail.com

Petr Štencl, Gymnázium Českolipská, Českolipská 373 Praha
petr.stencl@icloud.com

Samuel Tomašec, Gymnázium Varšavská cesta 1, Žilina
samueltomasec@gmail.com

Andrea Zavadská, Gymnázium Karviná, Mírova 1442
andrea.zavadska@gmail.com

Abstrakt:

Kosmické záření je jednou ze složek přirozené radiace. Naším úkolem bylo změřit celkovou radiační zátěž v různých nadmořských výškách během letu do 4800 m n. m. a určit, jak se mění podíl jednotlivých složek přirozeného ionizujícího záření v závislosti na nadmořské výšce. Z našeho měření vyplývá, že ve výšce přibližně 800 m n. m. dosahuje intenzita přirozené radiace minima. Od této výšky začíná převládat kosmická složka radiace. Ve výšce kolem 3500 m n. m. dosahuje radiační zátěž přibližně stejných hodnot jako na zemi.

Ionizující záření

Země je neustále bombardována ionizujícími částicemi dopadajícími z kosmu. Před těmito částicemi jsme chráněni magnetickým polem Země a její atmosférou. Co to ale ionizující záření je? Je to záření, které ionizuje prostředí (molekuly, atomy nebo jejich jádra) jimž prochází. Jeho zdroje mohou být přírodního i umělého původu. Přírodní dělíme dále na kosmické a terestriální (tato složka pochází z radionuklidů nacházejících se v zemské kůře).

Mezi umělé řadíme např. urychlovače částic, rentgen, jaderné elektrárny, atd.... Nejvýznamnějšími terestriálními zdroji jsou např. ^{222}Rn nebo ^{40}K .

Kosmické záření objevil roku 1912 rakousko-americký vědec Victor Franz Hess (24.6. 1883 – 17. 12. 1964), nositel Nobelovy ceny za fyziku.



Obr.1: Victor Franz Hess v koši balonu Böhmen v Ústí nad Labem dne 7. srpna 1912.
Obrázek pochází z Wikimedia Commons.

Krátce po jeho objevení byly jeho vlastnosti podrobně zkoumány mnohými významnými vědci jako J. Clay (plavbou s ionizační komorou na lodi dokázal, že primární částice kosmického záření jsou nabitě částice), B. Rossi a P. Auger (objevili generování tzv. spršek, tzn. sekundárních částic generovaných při interakci primárních vysokoenergetických částic s atmosférou).

Dnes víme, že podle zdroje kosmického záření je v blízkosti Země možné vyčlenit tři hlavní skupiny. První skupinu tvoří tzv. galaktické kosmické záření a přichází z oblasti mimo sluneční soustavu. Spektrálně ho tvoří kolem 98% protonů a těžších iontů (baryonová složka; 87% protony, 12% jádra hélia a zbytek ionty od Li až po U) a 2% elektronů a pozitronů (leptonová složka). Druhou skupinu tvoří částice emitované sluncem při slunečních událostech, které tvoří převážně protony, elektrony a také některé ionty. Intenzita sluneční složky závisí na aktuální fázi 11-ti letého slunečního cyklu. Poslední skupinu tvoří nabitě částice zachycené magnetickým polem Země pohybující se v tzv. van Allenových pásech. Rozlišujeme dva pásy - vnitřní a vnější. Vnitřní je tvořen vysokoenergetickými protony s energiemi od několik do několik stovek MeV se širokým píkem v oblasti 150 - 250 MeV. Vnější je tvořen elektrony s energiemi až do 7 MeV.

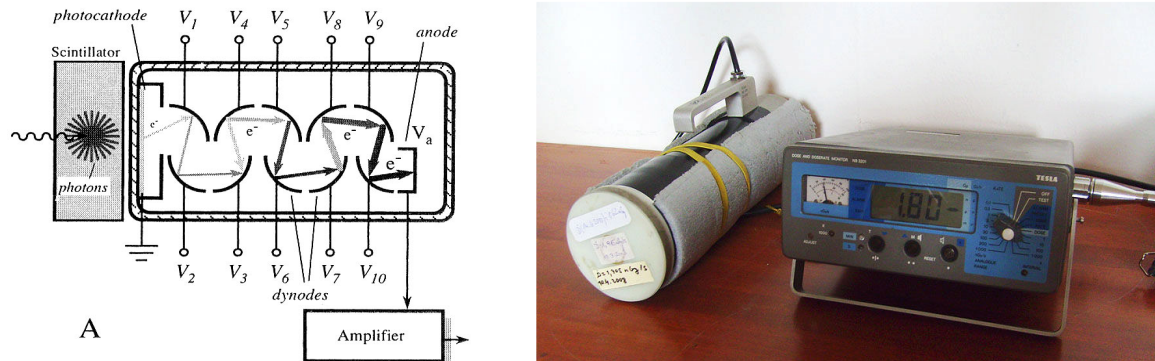
Částice kosmického záření představují významné riziko zejména pro umělé satelity Země, posádku Mezinárodní kosmické stanice a nebo piloty a další zaměstnance pracující na palubách letadel. Před kosmickým zářením jsme chráněni hlavně magnetickým polem Země a atmosférou.

Experiment

Během experimentu byly provedeny tři lety na příbramském letišti, dne 16.6.2013. Na palubě letadla L-410 Turbolet jsme při každém letu vystoupali do maximální výšky 4800 m n.m.

K měření efektivní dávky jsme použili scintilační detektor TESLA NB 3201. Při průchodu IZ scintilační sondou dochází ve scintilačním materiálu k jeho excitaci přičemž při deexcitaci emituje světelný foton. Množství emitovaného světla je úměrné množství záření, které detektorem prochází. Náš detektor byl kalibrován tak, že měřil hodnotu tzv.

fotonového dávkového ekvivalentu, který lze při měření na letadle pokládat za absorbovanou dávku ve scintilačním materiálu. Správné nastavení přístroje se ověřuje pomocí kontrolního zářiče ^{137}Cs , což je gama zářič s energií 661,7 keV a poločasem přeměny 30,17 let.

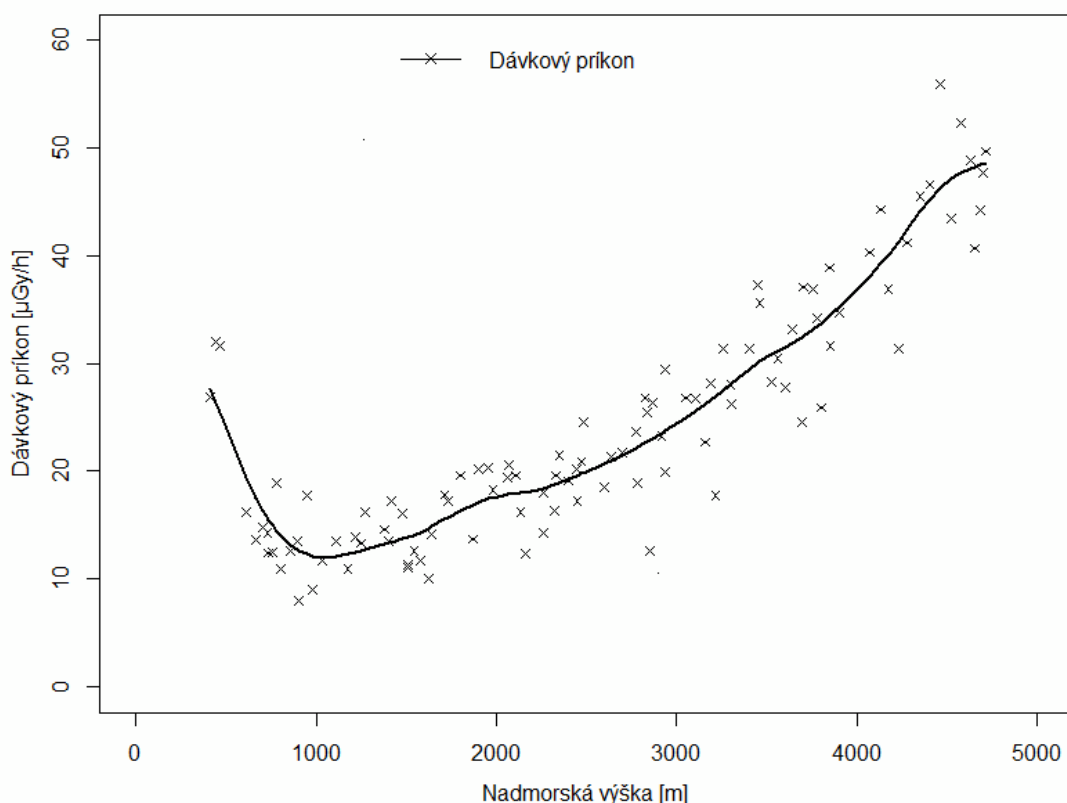


Obr.2: Fotografie scintilačního detektoru Tesla NB 3201 (vpravo) a schéma činnosti scintilační sondy (vlevo). Procházející záření vytvoří v scintilačním materiálu záblesk, který uvolní z fotokatody fotonásobiče elektrony. Tyto elektrony jsou urychlovány systémem dynod, které navíc lavinovitě zvětšují celkový počet elektronů. Elektrony pak dopadnou na anodu a elektrický impuls, který vytvoří je pak úměrný intenzitě záření.

Ke kontrole výšky jsme použili systém GPS.

Výsledky

Výsledky všech tří měření jsme kvůli statistice spojili do jednoho grafu, protože cestou dolů byl problém zapisovat s „levitující tužkou“. Na výsledcích je jasně vidět jak s rostoucí nadmořskou výškou klesá hodnota terestriálního záření a pak od 800 m n.m. exponenciálně stoupá vliv kosmického záření.



Závěr

Výsledky měření ukazují, že dávkový příkon na zemi a ve výšce kolem 4000 m n.m. je přibližně stejný. Piloti Turboletu se proto nemusí obávat kosmického záření. Pokud by chtěli ale minimalizovat dávku od přírodního pozadí, měli by zůstat ve výšce cca 800 m n.m.

Poděkování

Rádi bychom poděkovali organizačnímu týmu TV@J za finance, dále našemu supervizorovi Ing. Jánů Kubančákovi za pomoc a podporu při miniprojektu, dále RNDr. Lence Thínové za dopravu na příbramské letiště a zpět a letišti v Příbrami za umožnění výzkumu.

Reference:

- [1] <http://astronuklfyzika.cz/strana2.htm>
- [2] <https://sites.google.com/site/kdaizfji/informace-o-studiu/magisterske-studium/dozimetrie-a-aplikace-ionizujiciho-zareni/vyzkum/dozimetrie-kosmickeho-zareni>
- [3] <http://cz7asm.wz.cz/fyz/index.php?page=iozar>