

Měření kosmického záření

Jan Bareš¹, Viktor Dedek², David Klečka³, Petra Vaníčková⁴,
Jan Vondráček⁵

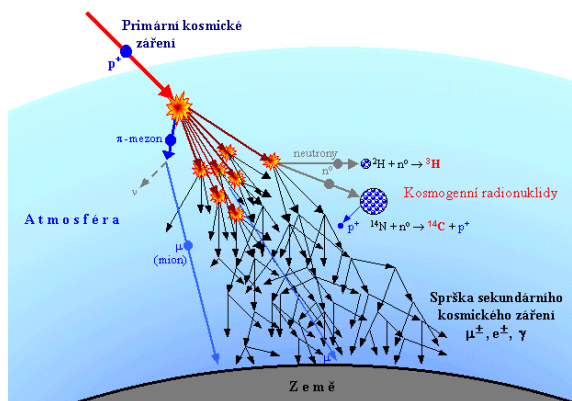
1. Gymnázium Benešov, 2. Gymnázium na Pražance, 3. Gymnázium Třeboň
4. SPŠ Elektrotechnická Liberec, 5. Gymnázium Děčín

Abstrakt:

Cílem naší práce bylo zjistit, jak se mění dávkový příkon v závislosti na nadmořské výšce. Součástí projektu byl let letadlem L-410 do 4200 m n. m. Dávkový příkon jsme během letu měřili scintilačním detektorem NB 3201. Výšku a polohu pomocí GPS zařízení. Po zpracování dat jsme zjistili, že hodnoty detekovaného záření po vzletu zprvu klesají. Po dosažení určité výšky (cca 1200 m n. m.) začínají opět stoupat.

1 Úvod

Přírodní záření je přítomno všude kolem nás. Jeho zdrojem jsou radionuklidy ze Zemské kůry ale i částice přicházející z kosmu. Kosmické záření je převážně tvořeno protony (85-90%) a jádry hélia (9-14%), zbytek je tvořen jádry jiných prvků (až po železo), elektrony a dalšími jadernými a subjadernými částicemi. Záření vysoko nad povrchem Země se označuje jako primární záření. To lze podle původu rozdělit na dvě komponenty: sluneční a galaktickou. Primární záření při vstupu do atmosféry interaguje s atomy tvořícími atmosféru. Vzešlé částice pak označujeme jako sekundární záření. Hlavní složku sekundárního záření tvoří neutrony a mezony. Produktem interakcí je i např. ^{14}C , který využívá radiokarbonová metoda při odhadu věku nalezených archeologických artefaktů.



Obr. č. 1 - Vznik sekundárního záření

Negativním vlivem kosmického záření je zvýšená hodnota dávkového příkonu na orbitě Země ale i ve velkých výškách na Zemi samotné. Zařízení jako umělé družice se pak musí konstruovat s ohledem na zvýšené dávkové příkony na orbitu. Kosmické záření se taky projevuje v běžném životě a to konkrétně na palubách letadel. Takto vyvolané radiační zatížení je důležité hlavně pro letecký personál, který je jeho vplyvu vystaven téměř každodenně. Z tohoto důvodu byl v mnohých krajínách zaveden program dozimetrie palubního personálu komerčních letadel.

V našem projektu jsme se rozhodli ověřit, jak se mění závislost dávkového příkonu přírodního pozadí v závislosti na nadmořské výšce. Nalezené výsledky jsme porovnali s průměrným příkonem dávkového ekvivalentu ve výšce 10 000 metrů při letu z Prahy do New Yorku.

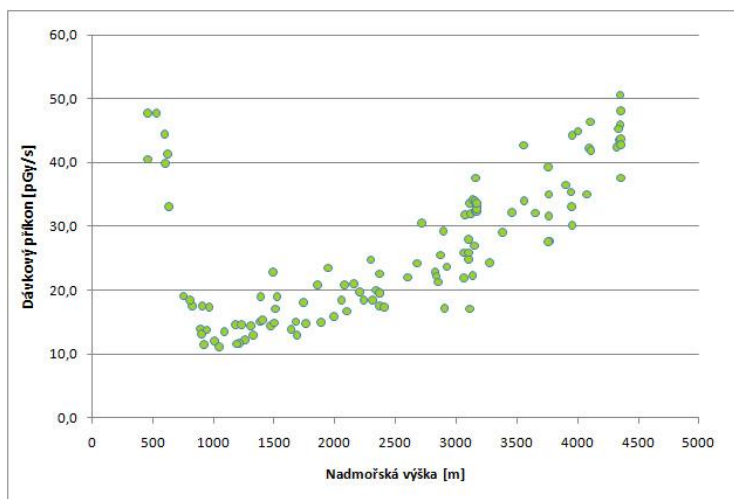
2 Metodika experimentu

Náš experiment jsme realizovali s použitím letadla L-410, s kterým jsme 3-krát vylétěli z letiště v Příbrami z výšky 461 m.n.m. do výšky 4 100 m.n.m. K měření výšky jsme použili GPS zařízení Garmin Etrex. Dávkový příkon byl měřen pomocí detektoru TESLA NB 3201. Tento detektor detekuje záření beta, gama a dopadající ionty s dostatečnou energií, avšak není určeno pro přímou detekci neutronů. Výsledná hodnota dávkového příkonu byla měřená v 10 sekundových intervalech.

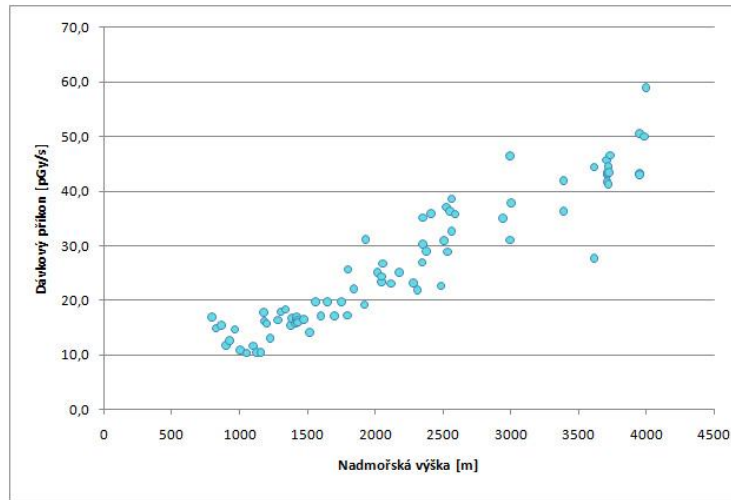
Detektor je tvořen plastickou scintilační sondou a vyhodnocující jednotkou. Efektivní atomové číslo (EAC) je blízké EAC lidské tkáně. To znamená, že záření působí na detektor přibližně stejně jako na naši tkáň. Sonda pracuje na následujícím principu. Dopadající ionizující záření excituje elektrony v látce, které při návratu na původní nižší energetickou hladinu vyzařují světelný foton. Ten následně dopadá na fotonásobič, přičemž vzniknutý elektrický impulz je následně analyzován vyhodnocovací jednotkou. Výsledná hodnota dávkového příkonu byla měřená v 10 sekundových intervalech. Jednotka je zkalibrována tak, že ukazuje dávkový příkon nebo absorbovanou dávku v materiálu scintilátoru. Správnost kalibrace se ověřuje za pomoci kalibračního zdroje vyrobeného z Cs-137.

3 Výsledky

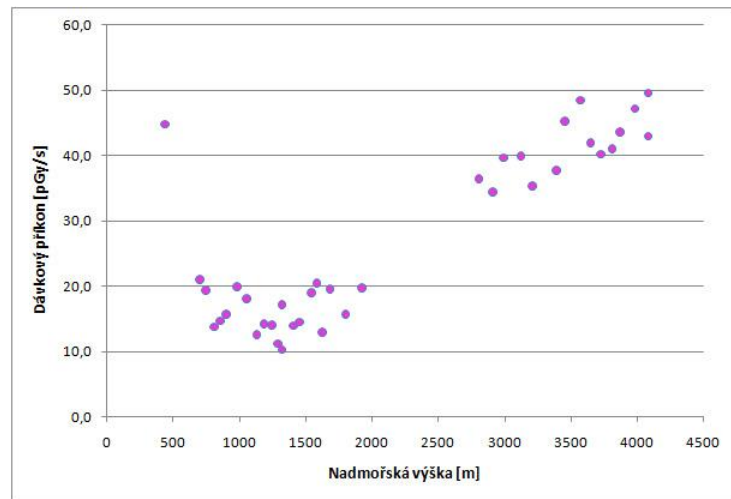
Na zemi jsme naměřili průměrnou hodnotu dávkového příkonu od přírodního pozadí rovnou 35 pGy/s. Při všech měřeních se tato hodnota při stoupání zpočátku zmenšovala až do výšky asi 1050 m n. m. kde dosáhla minima – hodnoty minimálního dávkového příkonu zde činili 10,4 pGy/s. Pak dávkový příkon začal opět stoupat. V 4000 m n. m. jsme při posledním letu naměřili až 58,9 pGy/s. Výsledky z jednotlivých měření jsou znázorněny na obrázcích 2 - 4.



Obr. č. 2 – Výsledky měření dávkového příkonu při prvním letu



Obr. č. 3 – Výsledky měření dávkového příkonu při druhém letu



Obr. č. 4 – Výsledky měření dávkového příkonu při třetím letu

Při letu č. 3 si lze všimnout oblasti s chybějícími daty. Tato chyba je způsobena výpadkem GPS signálu.

3 Shrnutí

V našich měřeních se potvrdilo, že vliv terestriální složky přírodního radiačního pozadí klesá na minimum ve výšce přibližně 1 km a dále pak opět stoupá. V maximální výšce našich letů, tedy přibližně 4 km, dosahují dávkové příkony opět hodnoty, které jsou přibližně rovné hodnotám při zemském povrchu. Jestli budeme uvažovat jenom fotonový dávkový ekvivalent, pak možno psát, jeho příkon je ve výšce 4 km roven $0,212 \mu\text{Sv/hod}$. Pro porovnání, průměrná hodnota příkonu dávkového ekvivalentu při letu Praha - New York ve výšce 10 km je rovna $4,5 \mu\text{Sv/hod}$, tedy asi 20krát vyšší.

Poděkování

Chtěli bychom poděkovat autorovi miniprojektu J. Kubančákovi za realizaci projektu a za pomoc při jeho řešení. Dále bychom chtěli poděkovat RNDr. L. Thinové z KDAIZ FJFI za podporu projektu ze strany katedry a za přepravu účastníků miniprojektu na Příbramské letiště. Na závěr bychom chtěli poděkovat organizmům Týdne vědy na FJFI za možnost zúčastnit se na této akci.

Reference:

[1] KOLEKTIV AUTORŮ.: *Principy a praxe radiační ochrany* Státní Úřad pro Jadernou Bezpečnost 2000