

MĚŘENÍ KOSMICKÉHO ZÁŘENÍ

Jan Baborák, Gymnázium Žitavská 2969, Česká Lípa
janbaborak-seznam.cz

Lukáš Běhounek, Gymnázium Nad Alejí
l.behounek-gmail.com

Jan Kotrbatý, Gymnázium, Plzeň, Mikulášské nám. 23
kotrбаты.jan-seznam.cz

Lukáš Vacek, Gymnázium Teplice
luk6-atlas.cz

Abstrakt:

Kosmické záření je jednou ze složek přirozené radiace. Naším úkolem bylo změřit celkovou radiační zátěž v různých nadmořských výškách během letu do 4000 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 600 m n. m. dosahuje intenzita přirozené radiace minima. Od této výšky začíná převládat kosmická složka radiace. Ve výšce 4000 m n. m. dosahuje radiační zátěž přibližně stejných hodnot jako na zemi.

Ionizující záření

Ionizující záření je proud částic, které mají dostatečnou energii k ionizaci atomů a molekul ozářené látky. Mohou to být ionty, α částice, protony, elektrony (β záření), neutrony či vysokoenergetické fotony (γ , X). Všechny organismy žijící na Zemi jsou vystaveny nepřetržité radiační zátěži. Ta může být přírodní, či umělého původu.

Umělou radiací označujeme tu, která byla vyprodukována člověkem. Dominantní skupinu tvoří diagnostické a terapeutické přístroje využívané v lékařství. Dalšími zdroji jsou například jaderné elektrárny, urychlovače částic, uměle vytvořené chemické prvky a testy jaderných zbraní. Podíl umělých zdrojů je však oproti stále přítomné přirozené radiaci, až na mimořádné situace (např. jaderné havárie), minoritní.

Přírodní radiaci dělíme dle původu na terestriální a kosmickou. Terestriální složka záření vzniká v zemské kůře při rozpadu jader nestabilních izotopů, především radonu. Kosmické záření rozdělujeme na solární a galaktické. První typ pochází ze Slunce a jeho podíl je vůči druhému zanedbatelný. Galaktickým kosmickým zářením rozumíme ionizující částice extrasolárního původu. Dosud nebylo zjištěno, odkud přesně tyto částice pocházejí.

Kosmické záření má totiž téměř izotropní charakter (objevují se pouze malé odchylky způsobené vlivem solární složky), což znamená, že je ve všech směrech stejně intenzivní. Můžeme tedy vyloučit, že primární zdroj záření se nachází v naší Galaxii.

Podíl terestriálního a kosmického záření se mění v závislosti na nadmořské výšce, kdy při stoupání klesá intenzita terestriální složky a zároveň stoupá intenzita složky kosmické. Zpočátku není úbytek zemské složky vyvážen nárůstem podílu kosmického záření, takže celková radiace s výškou klesá. Po dosažení určité výšky začne přírůstek kosmického záření převládat a celková míra radiace začne stoupat.

Cílem našeho miniprojektu bylo ověřit tyto teoretické předpoklady a zjistit, v jaké nadmořské výšce dosáhne míra radiace minima.

Experiment

Měření bylo provedeno na příbramském letišti dne 19. 6. 2011. Byly uskutečněny celkem tři lety, první do 2000 m n. m. a zbylé dva do 4000 m n. m. Naším úkolem bylo k průměrnému příkonu fotonového dávkového ekvivalentu za 10 s přiřadit příslušnou nadmořskou výšku a sledovat, jak závisí míra radiace na dosažené výšce.

K měření příkonu fotonového dávkového ekvivalentu jsme použili scintilační detektor TESLA NB 3201. Tento detektor detekuje záření beta, gama a dopadající ionty s dostatečnou energií, avšak není určen pro přímou detekci neutronů.

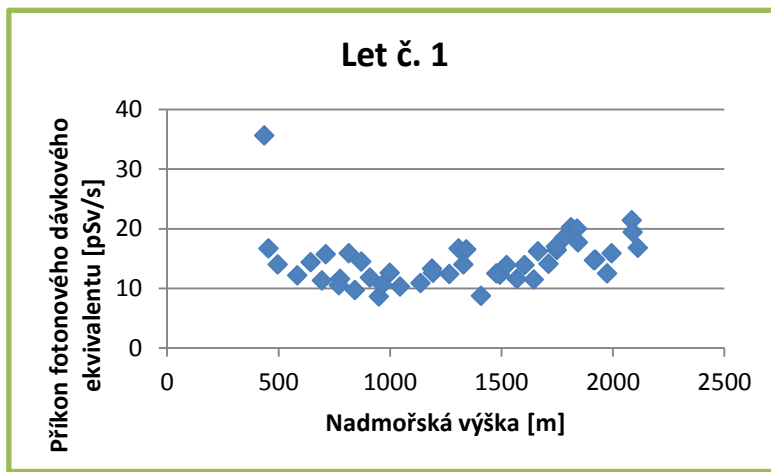
Detektor je tvořen plastickou scintilační sondou a vyhodnocující jednotkou. Dopadající ionizující záření excituje elektrony v látce, které při návratu na původní nižší energetickou hladinu vyzařují foton. Ten následně dopadá na fotonásobič a vzniklý elektrický impulz je následně analyzován vyhodnocovací jednotkou. Jednotka je zkalibrována tak, že ukazuje příkon fotonového dávkového ekvivalentu nebo absorbovanou dávku v materiálu scintilátoru. Správnost kalibrace se ověřuje za pomoci kalibračního zdroje vyrobeného z Cs-137.

K zjišťování aktuální nadmořské výšky byl použit GPS modul.

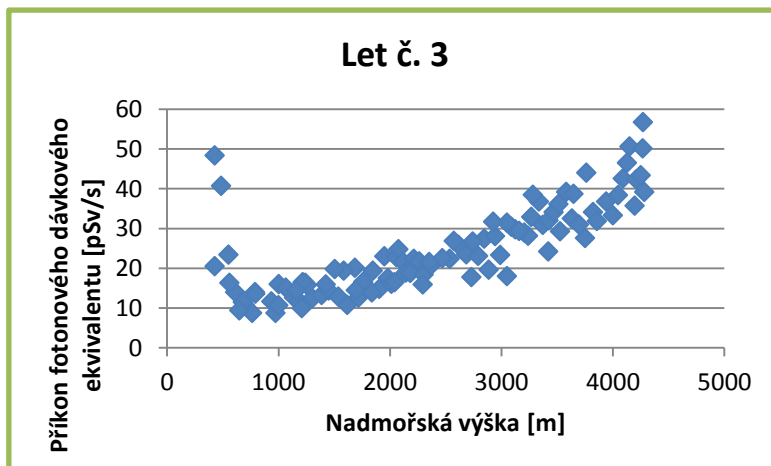
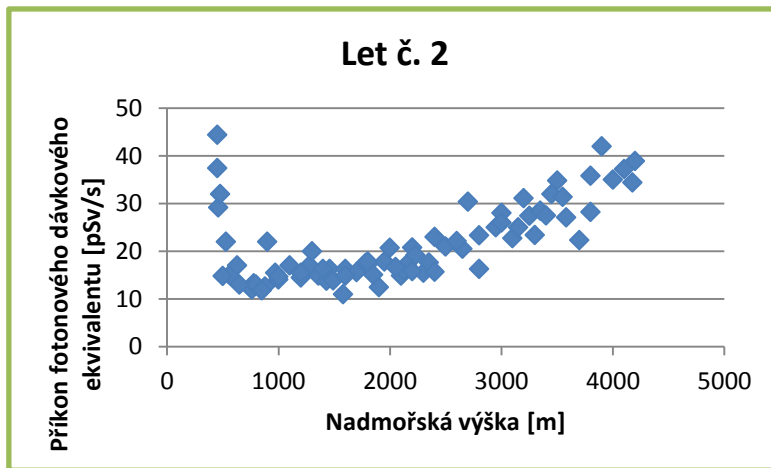
Výsledky

Výsledky všech 3 měření odpovídají teoretickému předpokladu, že do určité výšky bude míra dávkového příkonu klesat a poté začne opět stoupat. Ve všech případech se tato výška nachází v intervalu mezi 500 a 1000 m n. m. Z grafů je dobře patrný průběh míry radiace na nadmořské výšce. Nicméně výsledky se nenachází na jedné křivce, ale poměrně výrazně fluktuují. Kosmické záření totiž není úplně konstantní. Je to proud různých vysokoenergetických částic a naměřené hodnoty závisí na tom, která částice a s jakou energií je detektorem v daném intervalu zachycena, což je z velké části dílem náhody. Velké odchylky jsme kompenzovali měřením průměrného výkonu za dobu 10 s a také velkým množstvím těchto měření.

Let číslo 1 proběhl z povětrnostních důvodů pouze do výšky 2000 m n. m. Nicméně z grafu je stále patrná zkoumaná závislost.



Lety číslo 2 a 3 probíhaly již podle plánu a mohli jsme tedy měřit průběh závislosti až do 4000 m n. m. Kolem této výšky úroveň celkové radiace dosáhla stejných hodnot jako na zemi. Podle směru závislostní křivky můžeme předpokládat další zvyšování intenzity radiace



s rostoucí nadmořskou výškou.

Diskuse

Terestriální záření je produktem radioaktivních přeměn v zemské kůře. Jeho míra závisí na typu podloží, a proto může být v různých lokalitách různá.

Stejně tak míra kosmického záření záleží na zeměpisné poloze. Zemi totiž před kosmickým zářením chrání její magnetické pole.

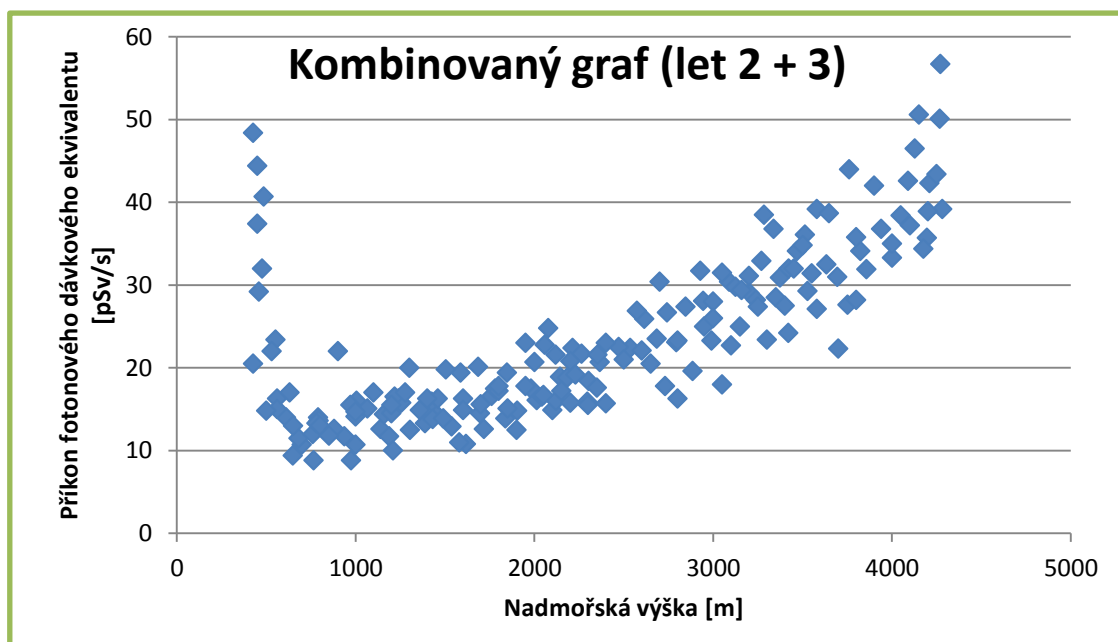
Intenzita obou typů záření je též závislá na výšce, jelikož atmosféra přirozeně stíní ionizující záření.

Protože tyto dvě složky se kombinují, je možné očekávat v určité výšce rovnováhu mezi příspěvky obou složek. Tato výška samozřejmě závisí na geomagnetických souřadnicích.

Závěr

Nejlepší graf závislosti jsme dostali z kombinováním hodnot naměřených při 2. a 3. letu. Je z něho patrné, že během stoupání do výšky přibližně 600 m n. m. míra celkové radiace klesala, jelikož přírůstek vlivu kosmické složky nevyvážil klesající podíl složky terestriální. Při dosažení této výšky dosáhl radiační příkon minima – obě složky se vyrovnaly. Při dalším stoupání převážil vliv kosmického záření a celková míra radiace se začala opět zvyšovat. Ve 4000 m n. m. dosáhla intenzita ionizujícího záření stejné úrovně jako na povrchu Země.

Výsledky měření tedy odpovídají teoretickým předpokladům.



Poděkování

Rádi bychom poděkovali celému organizačnímu týmu TV@FJFI, zejména supervizorovi našeho miniprojektu, Ing. Jánů Kubančákovi, za pomoc a podporu při realizaci a zpracovávání experimentu.

Reference:

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