

Měření kosmického záření

J. Růžička, Gymnázium Bohumila Hrabala v Nymburce
ruzickajakub.nbk@gmail.com

V. Blovská, Gymnázium Plzeň
veronikablovska@seznam.cz

J. Pekařová, Gymnázium Volgogradská 6a, Ostrava - Zábřeh
jana.fb.pek@seznam.cz

D. Lichnovská, Gymnázium Ústavní, Praha
daniela.lichnovska@gmail.com

K. Lojdová, Gymnázium Brno, Slovanské náměstí 7
lojkatule@gmail.com

Abstrakt

Cílem našeho miniprojektu bylo změřit intenzitu kosmického záření v závislosti na nadmořské výšce. Pro tento experiment jsme podstoupili dva třicetiminutové lety letadlem Turbolet L-410 a vystoupali až do nadmořské výšky 4890 metrů. Pro měření dané závislosti jsme využili několik typů scintilačních detektorů. Následně jsme údaje zpracovali a došli jsme k závěru, že intenzita kosmického i terestrického záření závisí na nadmořské výšce.

Úvod

Lidé jsou, stejně jako všechny ostatní organismy, každý den vystavováni radioaktivnímu záření. Nejedná se pouze o umělé zdroje, například z lékařského ozáření, ale i přírodní radioaktivní záření terestrické (pocházející ze Země) a záření kosmické. Právě záření kosmické bylo předmětem našeho zájmu. Zajímali jsme se o něj, jelikož některé jeho složky mohou být nebezpečné pro život člověka, zejména v případě leteckých posádek, protože jsou vystavovány jeho zvýšeným dávkám.

1 Teoretická část

Existují dva hlavní zdroje kosmického záření, a to Slunce a galaxie. Tyto zdroje vyzařují primární kosmické záření, které dopadá na atmosféru Země, následně s ní může interagovat a vzniká tak sekundární kosmické záření. Naše Země je chráněna nejen atmosférou ale i geomagnetickým polem, které dokáže některé částice odstínit [1].

Jedním ze zajímavých důsledků průniku kosmického záření do atmosféry je polární záře, která je tvořena excitovanými fotony. Fotony pocházejí z vysokoenergetických částic, které se na póly dostávají díky slabšímu magnetickému poli v místě vstupu siločar do povrchu Země [1].

Radioaktivní záření je nebezpečné pro lidský organismus, z toho důvodu má každá země své předpisy pro radiační ochranu. U nás se touto tematikou zabývá Státní úřad pro jadernou bezpečnost. V České republice je zákonem stanovená směrná hodnota efektivní dávky pro profesionální piloty létající nad osm kilometrů 1 mSv za rok. [2]. Pro srovnání, smrtelná dávka pro dospělého člověka, bez ohledu na dobu ozáření, je 7000 mSv [3].

Historie

Na počátku minulého století vědce znepokojovalo svévolné vybíjení elektroskopů, které je důsledkem elektrické vodivosti vzduchu. Domnívali se, že zdroj záření pochází ze zemské kůry.

Z tohoto důvodu vynesl Theodor Wulf detektor na Eiffelovu věž a na základě svého měření došel k závěru, že existuje ještě jiný zdroj záření. Sám se bohužel neodhodlal k měření ve vyšších polohách. O několik let později Victor Hess opakovaně provedl měření pomocí horkovzdušného balonu až do výšky 5 km. Do výšky 800 m intenzita záření klesala, jak se předpokládalo. Zjištění, že od této výšky intenzita začala opět znovu narůstatat potvrdilo domněnky, že záření přichází z kosmu. Za svou práci získal posléze Nobelovu cenu [4].

Robert Millikan vyrobil elektrometr, který nepotřeboval lidskou obsluhu a mohl tak dosáhnout mnohem zajímavějších výsledků ve vyšších polohách. Po svých prvních měřeních popřel existenci záření z kosmu. Po opakování experimentu došel k závěru, že jeho původní měření byla zatížena značnou chybou. Změnil názor, záření nazval kosmické. Dále se vědci zabývali globálními charakteristikami kosmického záření [4].

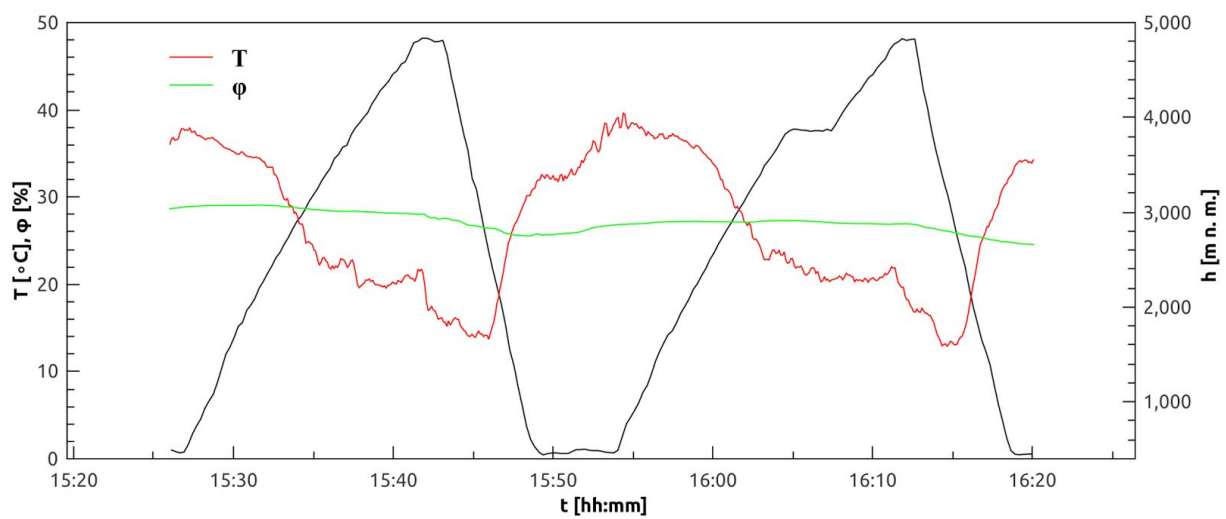
2 Praktická část

Metodika měření

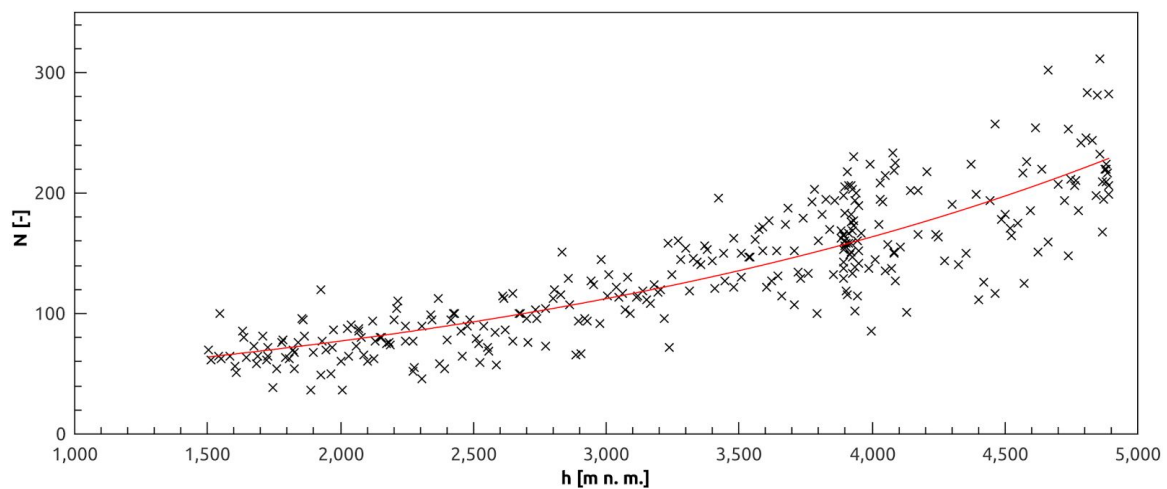
Pro získání dat jsme využili letadlo typu Turbolet L-410 v intervalu dvou téměř třicetiminutových letů, do kterého jsme si s sebou vzali několik typů detektorů.

Prvním z nich byl scintilační detektor NB 3201, který pro měření využívá kombinaci anorganických (NaI) a organických materiálů (umělá hmota). Zároveň jsme využili dvou scintilačních detektorů GT-40, které měří gama záření a fungují na čistě anorganické bázi (NaI). Jeden z detektorů byl speciálně upraven pro měření kosmického záření. Oba však byly používány pro tento experiment vůbec poprvé, a tak byly kalibrovány na zemi. Dopady částic jsou v detektorech tříděny podle energií a zaznamenány do jednoho ze 1024 kanálů. Do obou detektorů je integrována GPS pro zaznamenání polohy a nadmořské výšky [5].

3 Výsledky

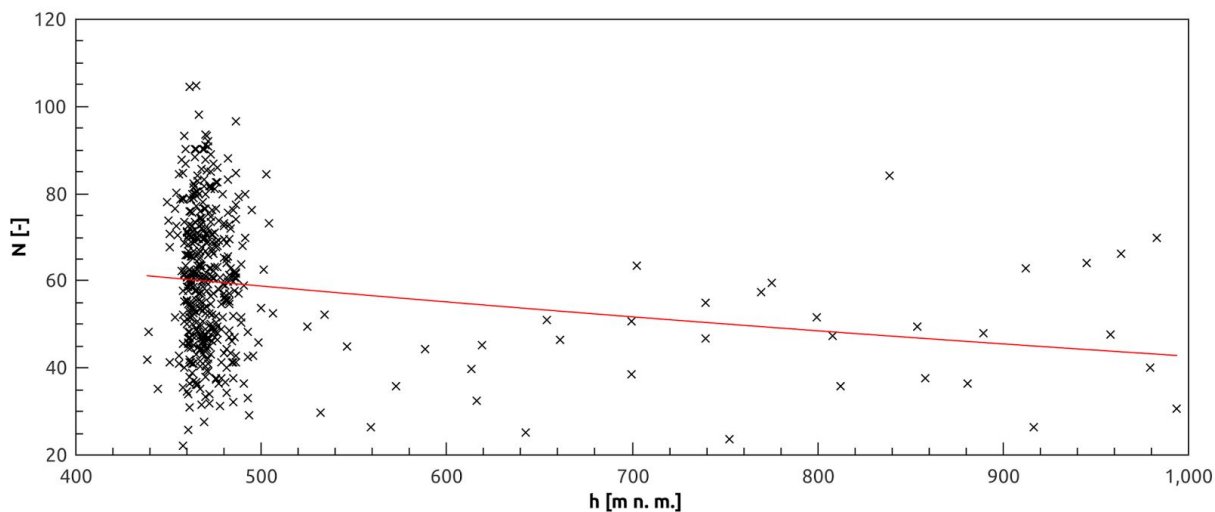


Graf 1: Závislost teploty T a vlhkosti φ na čase t



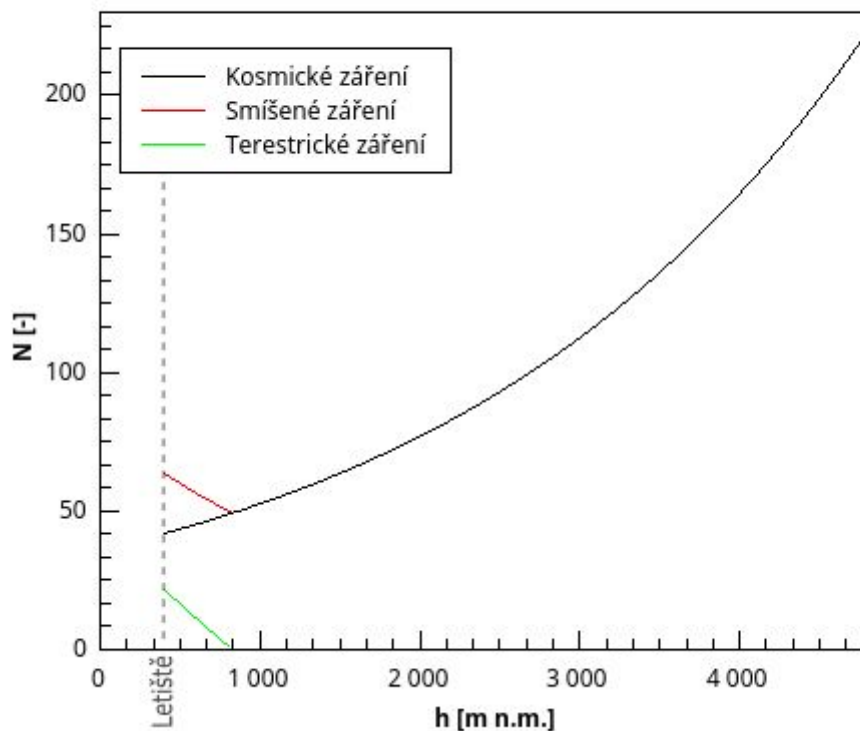
Graf 2: Závislost počtu částic N na nadmořské výšce h nad 1500 m

$$N = a \cdot e^{h \cdot b}; \quad a = 36 \pm 2, \quad b = (3.8 \pm 0.1) \cdot 10^{-4}$$



Graf 3: Závislost počtu částic N na nadmořské výšce h do 1000 m

$$N = a \cdot e^{hb}; \quad a = 81 \pm 7, \quad b = (-6 \pm 2) \cdot 10^{-4}$$



Graf 4: Závislost počtu částic N na výšce h pro terestriální a kosmické záření

4 Diskuse

Z námi naměřených údajů vyplývá, že terestrické záření se zvyšující se nadmořskou výškou klesá a od 1000 metrů se již prakticky nevyskytuje. Naopak intenzita kosmického záření s nadmořskou výškou roste. Naměřené údaje plně odpovídají naší původní hypotéze a výsledkům týmů z předchozích ročníků.

Z abnormálních výsledků z detektorů GT-40 jsme usoudili, že buďto jsou nevhodné pro měření kosmického záření nebo byla data na zemi zkreslena zvýšeným přírodním radioaktivním pozadím, či kontaminací. Z tohoto důvodu jsme jimi naměřená data nepoužívali.

5 Závěr

V rámci miniprojektu se nám povedlo úspěšně naměřit intenzitu kosmického záření rozličnými detektory, posléze jsme určovali závislost teploty a vlhkosti na měření. Vystoupali jsme až do výšky 4890 m, kde nás opustila skupina několika dalších badatelů z oblasti parašutismu. Některé detektory jsme po pečlivém zvážení do výsledků nezahrnuli kvůli technickým potížím. Závěrem bychom proto chtěli celý miniprojekt zhodnotit jako přínosný sobě samým i lidstvu. Pokud jste to dočetli až sem, po prezentaci se neváhejte přihlásit o malou odměnu.

Poděkování

Chtěli bychom poděkovat celému týmu, který organizuje TV@J, a to především Ing. Dáše Kyselové za její pomoc, trpělivost, vedení celého projektu a ochotu vstávat ve čtyři ráno.

Reference

[1] KYSELOVÁ, D.: Radiační zátěž posádek letadel. Praha. Bakalářská práce. České vysoké učení technické v Praze. Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská. Katedra dozimetrie a aplikace ionizujícího záření.

[2] Vyhláška č. 307/2002 Sb. , o radiační ochraně. In: Sbírka zákonů České republiky

[3] REICHL, Jaroslav a kol. *Radioaktivní záření v organismu a veličiny s tím související* [online].[cit.19.6.2017].Dostupný na WWW:
<http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/843-radioaktivni-zareni-v-organismu-a-veliciny-s-tim-souvisejici>

[4] BOHÁČOVÁ, Martina. VESMÍR 79. *Kosmické záření* [online]. červenec 2000 [cit. 19.6.2017]. Dostupný na WWW: <http://www.cts.cuni.cz/vesmir>

[5] LOFBERG, Leif a kol. *An Advanced Multipurpose Gamma-Ray Analyzer* [online]. [cit. 19.6.2017]. Dostupný na WWW:
<http://radiationdetection.se/wp-content/uploads/2011/11/GT-40-final-RDS.pdf>