

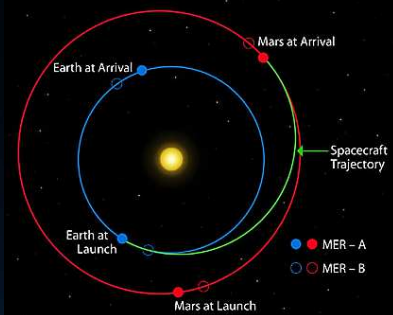
# Misia na Mars ako výzva pre radiačný výskum a radiačnú ochranu

Róbert Hinca, Vladimír Slugeň  
ÚJFI FEI STU Bratislava

## Slnčné žiarenie

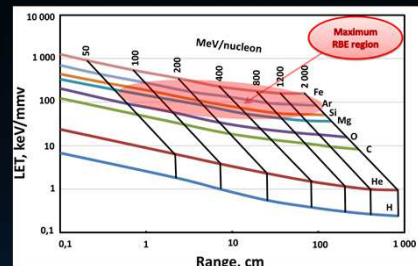
Slnčné žiarenie v kozme je podstatne ovplyvnené fázami slnčnej aktivity, ktorá vykazuje cyklický charakter. Hlavnou zložkou žiarenia sú protóny, ktoré môžu dosahovať energiu stoviek MeV. V podmienkach slnčných erupcií sa fluencie častíc v kozmickom priestore zvyšujú o 5-6 rádov oproti stavu bez nich.

Na okolozemnej orbite merania na lodiach Saljut, Sojuz a na stanicách Mir a ISS ukázali, že môžeme v časoch maxima slnčnej aktivity očakávať príkony dávkového ekvivalentu na úrovni **5 – 15 mikroGy/hod**, pričom mimo maxima slnčnej aktivity sú hodnoty na spodnej hranici intervalu.



## Sekundárne žiarenie v kozmických lodiach

Problém vzniku a pôsobenia sekundárneho žiarenia v kozmických lodiach sa dá riešiť experimentálnym overením interakcií na urýchľovačoch a následne simulovať použitím transportných kódov (GEANT, FLUKA ...) pre konkrétny geometrický a materiálový model kozmického aparátu. V simuláciách radiačných podmienok pre techniku a kozmonautov je možné potom zobrať do úvahy zložitý charakter kozmického žiarenia aj v zmysle prvkového zloženia tak aj energetického spektra. Vstupné údaje pre tok častíc galaktického kozmického žiarenia sú aj predmetom normy ISO 15390:2004 (Space environment - Galactic cosmic ray model).



## Merania v medziplanetárnom priestore

Experimentálne údaje podmienok v medziplanetárnom priestore pri lete na Mars boli získané v rámci misie Phobos-Grunt spojenej s pristátím na mesiaci Marsa Phobos a cestou späť na Zem (1000 dňová misia v roku 2011 skončila poškodením aparátu v atmosfére a zrútením do Pacifiku aj so vzorkami pôdy z Phobosu). Dodatočné simulácie hodnôt absorbovanej dávky pri letoch na Mars v kremíkovej vzorke závisia samozrejme od hrúbky tienenia a pre hrúbku 1 g.cm<sup>-2</sup> boli **100 mGy od galaktickej zložky a 10 Gy** pre slnčnú zložku pri maxime slnčnej aktivity. Zvýšenie hrúbky tienenia o rád zníži slnčnú zložku dávky asi 20 krát, pričom galaktická zložka sa zníži zanedbateľne. Slnčná zložka použitá pri týchto výpočtoch predstavovala maximum slnčnej aktivity, ktorý sa môže dosiahnuť s pravdepodobnosťou 1% (raz na 100 letov).

## Radiačné podmienky na Marse

Sú ovplyvnené atmosférou Marsu, ktorá podobne ako zemská oslabuje kozmické žiarenie a vytvára sekundárne žiarenie. Okrem toho veľké plochy povrchu sú pokryté ľadom (CO<sub>2</sub> a H<sub>2</sub>O), ktorý podstatne znižuje toky albedo neutrónov. V závislosti od podložia potom rozsah dávkových ekvivalentov na povrchu Marsu kolíše **od 50 do 200 mSv za rok**.

## Smerovanie radiačného výskumu

Radiačná ochrana kozmického aparátu si pri budúcich misiách zjavne vynúti nové riešenia v dostupných spôsoboch ochrany: ochrany na úrovni použitých materiálov a elektronických prvkov, ochrany použitím elektromagnetických polí a ochrany výpočtových prostriedkov softvérovými metódami. Požiadavky k **ochranným materiálom** kozmického aparátu a ochrana v podmienkach budúcich letov je úloha multidisciplinárna, ktorá v sebe spája riešenie teoretických problém, počítačovej simulácie a experimentálnych meraní. K tomu treba prirátavať výskum **prevencie a liečenia** možných foriem radiácie spôsobeného **poškodenia tkanív a rakoviny**. Toto smerovanie potvrdzuje aj najbližší krok kozmického výskumu nazvaný BioSentinel, keď raketa vynesie do ďalekého kozmu živé bunky ako formu pozemského života a bude po dobu 18 mesiacov sledovať vplyv kozmického žiarenia (plánovaný štart 2018).

Takéto požiadavky na techniku vznikajú nielen v súvislosti s kozmickým výskumom. Podobné úlohy sa riešia aj v súvislosti s prácami s rádioaktívnymi materiálmi napríklad aktuálne pri nasadzovaní robotov na zneškodňovanie následkov havárie vo Fukušime.

