

**Doplňující informace k rozhovoru Stanislava Pospíšila pro ČRo Plus o výzkumných
projektech ÚTEF ČVUT v Praze zaměřených na
"Měření energetických částic na oběžných drahách satelitů naší Země"**

1. Můžete Váš ústav krátce představit?

Ústav technické a experimentální fyziky – ÚTEF ČVUT (dále jen ÚTEF) je VŠ ústavem ČVUT v Praze. Byl založen rektorem ČVUT Prof. Jiřím Witzanym na můj návrh v květnu před 16 lety jako experimentální základnu ČVUT pro fyzikální bádání v oblasti mikrosvěta a jeho aplikace. Šlo přitom především o výzkum v částicové a jaderné fyzice, který je realizován převážně v mezinárodních experimentech. V instrumentálním a aplikačním směru je ÚTEF zaměřen na vývoj nových měřicích metod a technik a pro potřeby nových technologií. Přispívá k přenosu fyzikálních metod do inženýrské výuky studentů ČVUT a podporuje tvůrčí technické aktivity mladých pracovníků, doktorandů a studentů ČVUT, které mají tematicky blízko k vědecké koncepci ústavu. V aplikačních směrech program ÚTEF vychází z projektů zaměřených na vývoj pixelových detektorů pro 3D-zobrazování v biomedicině a pro nedestruktivní testování materiálových struktur, a to s velmi vysokým rozlišením, na mikronové a sub-mikronové úrovni. Zobrazovací metody s pomocí záření X (rentgenova záření) jsme významným způsobem obohatili i o metodiku komplementárního zobrazování pomocí neutronů. Veškerý výzkum v našem ústavu probíhá v široké mezinárodní spolupráci.

2. Řeknete nám něco o experimentálním vybavení vašeho ústavu.

To vychází z detekčních technik rozvíjených pro potřeby základního výzkumu v subatomové fyzice, které v našem ústavu zdokonalujeme především s využitím našich velkých zařízení, Van de Graaffova (VdG) urychlovače a elektronových skenovacích mikroskopů. Naše laboratoře jsou také dobře vybaveny přístroji pro spektrometrii ionizujícího záření a základními zdroji ionizujícího záření (počínaje zdroji X a gama zářením, zdroji elektronů, alfa částic a neutronových zdrojů). Ostatně sám urychlovač představuje laditelný intenzivní zdroj jak těžkých nabitých částic tak neutronů.

Co se týká detekčních technik, vsadili jsme na polovodičové technologie a na scintilační detektory, a to ze dvou důvodů,

- protože mají v naší zemi dlouhodobou tradici
- a také, že máme v ústavu pracovníky, kteří s těmito detekčními technikami mají zkušenosti, jež jim dovolují, aby metodiku jejich využití v různých oblastech fundamentálního i aplikovaného výzkumu posouvali významným způsobem kupředu. V tomto směru považuji za potřebné zmínit, že se nám to daří díky rozsáhlé spolupráci s řadou významných mezinárodních institucí (zde bych zvláště jmenoval CERN, SÚJV Dubna, ESS, ESA) i s domácími akademickými partnery, k nimž patří zejména FEL ZČU v Plzni, FBMI a FJFI ČVUT, 3LF UK v Praze, SÚRO, ÚTAM a ÚJF AV ČR, i s průmyslovými partnery, z nichž rád uvádím především firmy ATEKO a.s., ADVACAM s.r.o. a Nuvia a.s.

- V dalším povídání se soustředím především na problematiku detekce nabitých částic s pomocí hybridních pixelových detektorů postavených na propojení R/O čipů Timepix s volitelnými polovodičovými sensory různých typů a tlouštěk. Zmíněné R/O čipy byly vyvinuty v rámci mezinárodní kolaborace Medipix koordinované z CERN, do které je náš ústav zapojen dlouhodobě, a v níž naši pracovníci aktivně působí od jejího založení v roce 1999 s tím, že navrhli a dále rozvíjeli právě metodiku polohově a spektrálně citlivé detekce energetických nabitých částic a neutronů.

3. Jak to však souvisí s výzkumem v kosmu?

Když naše metodická dovednost detekovat a rozpoznávat jednotlivé energetické nabitě částice, ionty a neutrony vešla do obecné známosti ve vědeckém světě, obrátili se na náš ústav pracovníci ESA, kteří se věnují problematice tzv. slunečního počasí. Zda-li je možné využít této metodiky určování jednotlivých registrovaných částic podle jejich drah v sensoru k vývoji detektoru pro potřeby obecného měření částicové složky slunečního záření na oběžných drahách satelitů kolem naší planety. Samozřejmě za předpokladu, že budou splněny základní požadavky, jež jsou na přístroje pro kosmické experimenty/účely prakticky vždy vyžadovány - malá váha, nízká spotřeba energie a rychlý přenos naměřených dat na zemi. Téměř současně se na nás obrátila Universita v Houstonu, USA, která jako partner NASA řešila podobný úkol pro potřeby osobní dozimetrie astronautů na mezinárodní kosmické stanici ISS. Posléze, po vstupu ČR do Evropské kosmické agentury ESA, se naše vesmírné aktivity s podporou ESA a MD ČR významně rozvinuly. To přivedlo k řešení projektů, jež už tematicky cíleně směřovaly do vesmíru. Z nich bych rád uvedl zejména

- vývoj miniaturního detektoru neutronů pro kosmické aplikace dle zadání ESA,
- konstrukci "Wide energy gamma ray source" pro kalibrace detektorů určených pro prvkovou analýzu složení povrchů mimozemských těles, včetně přítomnosti vody
- a úspěšnou kvalifikaci našeho VdG urychlovače jako doporučeného laditelného zdroje rychlých neutronů pro testování detektorů pro potřeby ESA.

4. Jaké projekty orientované na vesmír řešíte nyní?

- Zde je třeba zmínit projekt REM (Radiation Environment Monitor), na němž jsme spolupracovali s Universitou v Houstonu a s NASA. Spočíval v adaptaci našich miniaturních detektorů částic vyvinutých v našem ústavu na dozimetrie REM astronautů na ISS. První monitory REM, které byly vyvinuty v ÚTEF, byly dodány do Houstonu již v roce 2012 pro potřeby NASA, jež je na palubě ISS užívala již od podzimu téhož roku. Výsledky získané z monitorů REM byly následně společně publikovány. Právo využívání námi dodaných detektorů jako REM zařízení, které je chráněno mezinárodním patentem tzv. "Kvantového dozimetru", jehož vlastníkem je CERN a ÚTEF ČVUT, bylo přitom následně postoupeno Universitě v Houstonu a NASA na základě k tomu připravené licenční smlouvy mezi oběma stranami.

- Dalším, dosud zřejmě nejvýznamnějším výsledkem našeho zapojení do vesmírného programu je projekt SATRAM (Space Application of Timepix as Radiation Monitor). Zařízení

bylo vyvinuto v ÚTEF a následně vyrobeno v CSRC s.r.o. Brno. SATRAM byl vynesena na oběžnou dráhu s ESA družicí PROBA-V v květnu roku 2013. Co je cenné, že na rozdíl od zařízení REM sloužícího na ISS pod přímým dohledem astronautů, SATRAM pracuje v otevřeném kosmickém prostoru bez poruchy již více než 5 let. Data ze SATRAMu jsou přitom v ÚTEF systematicky zpracovávána a publikována.

- Vzhledem k výše uvedenému nebylo proto žádným překvapením, že ÚTEF byl přizván společností VZLÚ a.s., aby se svým detektorem záření typu Timepix přispěl k přístrojovému vybavení české nanodružice VZLUSAT-1, která byla vyslána na oběžnou dráhu v loňském roce, a o které je v české veřejnosti dobré povědomí. Proto jen krátké sdělení, že detektor i na VZLUSAT-1 funguje dosud bez závad.

V další části rozhovoru budu informoval veřejnost o vesmírných projektech, jež jsou v ÚTEF řešeny s perspektivou realizace v nejbližších letech. Zde proto zmiňuji:

- Naše zapojení do projektu RISESAT - mikro-satelitu připravovaného japonskými universitami k vyslání na oběžnou dráhu ke konci letošního roku. Do projektu byl náš ústav přizván se žádostí o vybavení satelitu teleskopem sestaveným z námi vyvíjených částicových detektorů, tzv. Timepix based Space Radiation micro-Tracker.

- Projekt MIRAM (Miniaturized Radiation Monitor), který je od ledna letošního roku řešen s podporou ESA ve spolupráci s novou technologicky vyspělou českou firmou ADVACAM s.r.o. Jeho cílem je v průběhu tří let navrhnout, vyvinout a otestovat čtyři prototypy zařízení MIRAM pro sledování dávkových příkonů na satelitech GEO Telecom.

- Výsledkem našeho dlouhodobého zájmu o astro-částicovou fyziku byla příprava dvou projektů PAN (Penetrating Particle Analyzer) a mini.PAN (miniaturized PAN demonstrator). Oba byly v rámci EU programu Horizon 2020 - Space letos připraveny společně s Universitou v Ženevě (Švýcarsko) a s INFN Perugia (Itálie) s cílem sledovat vysokoenergetické částice kosmického původu v meziplanetárním prostoru.

Závěrem bych zde chtěl ještě zdůraznit, že pro úspěšné řešení našich vesmírných projektů se stále významnější stává spolupráce s českými průmyslovými a technicky orientovanými akademickými partnery (jako např. ADVACAM, s.r.o., ZČU Plzeň, SÚRO) a všeobecná podpora, kterou nám poskytuje jak MŠMT ČR tak MD ČR. Podrobnější informace o projektech řešených v ÚTEF lze nalézt na stránkách utef.cvut.cz.

5. Z toho co jste mi pověděl jsem získal pocit, že účast vašeho ústavu na vesmírných projektech se v průběhu posledních let stává významnou součástí výzkumného programu vašeho ústavu.

Je to tak. Zvláště částicová fyzika ve vesmíru nás velmi přitahuje. Věříme, že možnost realizovat astro-částicové experimenty na Měsíci, na planetách, či v meziplanetárním prostoru představuje velkou vědeckou výzvu. Současně je to to však i velká výzva z pohledu potřeb vývoje nových inženýrských technologií, což rovněž odpovídá roli našeho ústavu v rámci naší technické univerzity.