ČASOPIS ČESKÉ KOSMICKÉ KANCELÁŘE

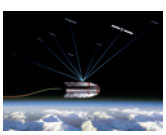
ČERVENEC 2013

CZECHSPACE.CZ

SATRAM

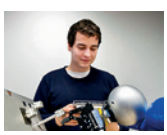
NOVÝ ČESKÝ PŘÍSTROJ VE VESMÍRU.

6



GOCE

Práce českých vědců na přípravě a využití gradientometrické mise. 8

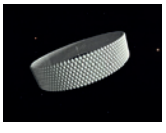


MLADÍ EXPERTI

První díl seriálu o mladých lidech v kosmickém výzkumu. 12

MAT 21

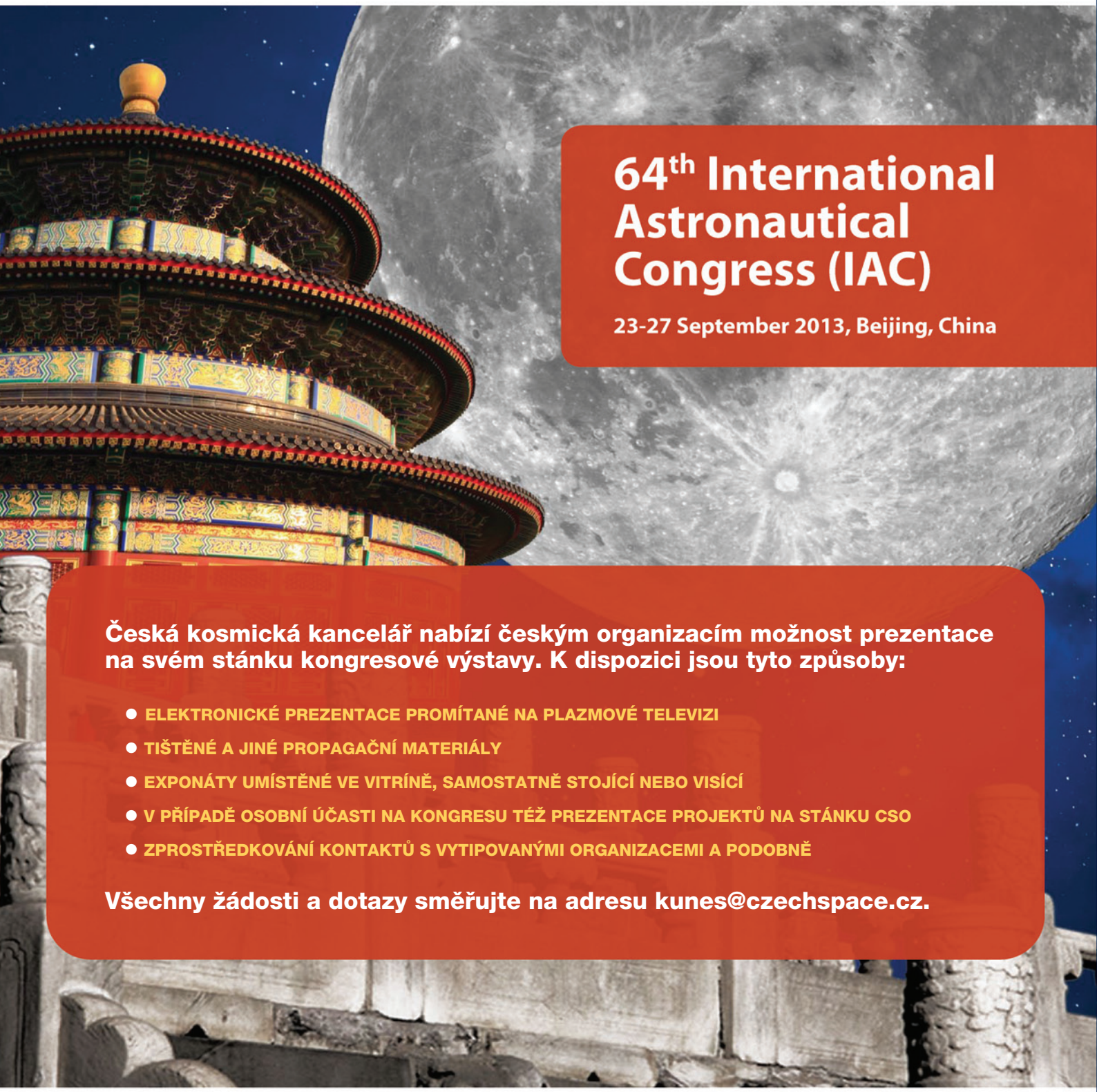
Blízká setkání nejen s kosmonautikou. 14



TOSKA

Kosmická základna českých středoškoláků. 16

www.iac2013.org



64th International Astronautical Congress (IAC)

23-27 September 2013, Beijing, China

Česká kosmická kancelář nabízí českým organizacím možnost prezentace na svém stánku kongresové výstavy. K dispozici jsou tyto způsoby:

- ELEKTRONICKÉ PREZENTACE PROMÍTANÉ NA PLAZMOVÉ TELEVIZI
- TIŠTĚNÉ A JINÉ PROPAGAČNÍ MATERIÁLY
- EXPONÁTY UMÍSTĚNÉ VE VITRÍNĚ, SAMOSTATNĚ STOJÍCÍ NEBO VISÍCÍ
- V PŘÍPADĚ OSOBNÍ ÚČASTI NA KONGRESU TÉŽ PREZENTACE PROJEKTŮ NA STÁNKU CSO
- ZPROSTŘEDKOVÁNÍ KONTAKTŮ S VYTIPOVANÝMI ORGANIZACEMI A PODOBNĚ

Všechny žádosti a dotazy směřujte na adresu kunes@czechspace.cz.

Promoting Space Development for the Benefit of Mankind

PROCES BEZ CÍLE

V tomto roce uplyne pět let od vstupu České republiky do Evropské kosmické agentury. To poskytuje příležitost k posouzení, jak se naše země v evropském kosmickém programu uplatňuje, jaký má naše snažení v kosmických programech význam a jaké jsou naše plány a potažmo vyhlídky do budoucna. Podle mého soudu jsme v roli nováčka obstáli se ctí. Díky infrastruktuře, vybudované v programech spolupráce s ESA před vstupem, bylo několik pracovišť připravených prosadit se v silné konkurenci pracovišť ostatních členských států a další mohly potřebné zkušenosti pomalu získávat. Od roku 2008 se počet českých pracovišť i projektů v programu ESA zdvojnásobil.

Nad dalším rozvojem ale visí velký otazník. Aby naše společnost dokázala z kosmických programů těžit, musí mít Česká republika především svůj národní kosmický program. Ten chybí a bez něj nelze získat adekvátní společenskou, politickou a finanční podporu. Nelze ukázat, jak hodláme dosáhnout na přínosy, které kosmonautika dává občanům za jejich daně: prozkoumané nové světy, nové poznatky, nové technologie, ale také inspiraci. Navíc některé z vyvinutých technologií lze začlenit do ekonomiky.

Stejně jako většina zahraničních kosmických programů, i ten český by měl mít experimentální a výzkumný charakter. Není to vždy jen o zapojení soukromého sektoru do každé části projektu a vydělávání peněz za každou cenu. Klíčem k úspěchu při prozkoumávání nového je partnerství výzkumu s podnikáním. Co je však pro každý kosmický program nepostradatelné, je jasně stanovený cíl a výsledek. Proces, jak cíle dosáhnout, má stát cíli podřízen. To bohužel kontrastuje se současnou situací v českém prostředí, kde nejenom že proces stojí nadřazen, ale navíc existuje nezávisle bez stanoveného cíle. Nevypadá to, že by vedoucím tohoto procesu záleželo na tom, co občané za své daně dostanou.

Bohužel, bez jasných cílů a zájmu něčeho dosáhnout se samotný proces stává devastujícím výtvorem. Jde přeci o jednotlivá výzkumná pracoviště - státní i soukromá, komerční i akademická - která dělají něco skutečného a také podstupují skutečná rizika vyplývající z novátorské povahy kosmických projektů. I když tato pracoviště nemusí být ekonomicky okamžitě tak efektivní jako výrobní podniky či služby, jsou zaměřená na výsledek, nikoli na procesní systém. V tom se výzkum i podnikání shodují a na tom je i založeno jejich úspěšné partnerství. Výzkum vytyčuje cíl a dodává znalosti, podnikání poskytuje technické prostředky a nástroje k dosažení cíle. Je společným zájmem výzkumného i podnikatelského sektoru, aby prosazovaly odstranění zbytečné byrokratické zátěže, a aby byla dána priorita výsledkům a cílům.

Nastupující soukromý sektor v oblasti přístupu do kosmu postupně umožní provádět více vědeckých experimentů a vývojových prací. Rozsah i efektivita národního zapojení do kosmického výzkumu dostanou příležitost znásobit se měrou, jako nikdy před tím. Náklady na provádění experimentů se řádově sníží, čímž stoupne návratnost vložených investic. Zejména na to je nyní potřeba se soustředit a se zásadním přispěním odborníků bezodkladně sestavit národní cíle českého kosmického výzkumu. Výsledný program by měl být experimentální v jeho stylu a přístupu, aby podněcoval k posunu hranice známého, povzbuzoval představivost nové generace a motivoval podnikatele k vytváření příležitostí pro budování profesní kariéry v této úžasné oblasti.

Doc. Ing. Jan Kolář, CSc.
Ředitel České kosmické kanceláře

ČESKÁ KOSMICKÁ KANCELÁŘ

Česká kosmická kancelář, o.p.s., je neziskovou společností, která působí od roku 2003 jako poradenské centrum v oblasti kosmických projektů. Usiluje o co nejširší a nejefektivnější zapojení českých výzkumných a vývojových pracovišť především do evropských kosmických programů. Dlouhodobě působila jako administrativní organizace pro koordinaci kosmických aktivit v České republice a byla kontaktní organizací pro spolupráci s Evropskou kosmickou agenturou a jinými mezinárodními kosmickými organizacemi. Kancelář zastupuje Českou republiku v odborných orgánech EU a v Mezinárodní astronautické federaci (IAF).

www.czechspace.cz

EVROPSKÁ KOSMICKÁ AGENTURA

Evropská kosmická agentura (ESA) je mezinárodní mezivládní organizací pro rozvoj kosmického výzkumu a kosmických technologií. Byla založena v roce 1975 a vystupuje jako rovnocenný partner jiných významných kosmických agentur, jako je americká NASA, japonská JAXA, ruský Roskosmos a další národní agentury. V současné době je členy ESA 20 evropských států včetně České republiky, jež vstoupila do ESA v listopadu 2008.

www.esa.int

ESA ROZHODLA O PODOBĚ VĚDECKÉ APARATURY NA SONDĚ JUICE

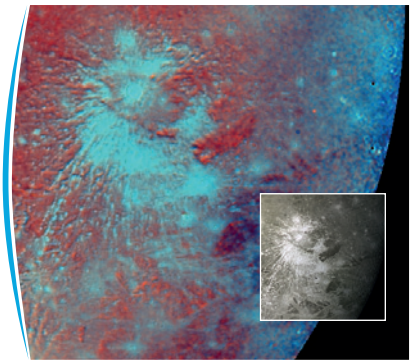
DALŠÍ ČESKÝ PŘÍSTROJ VE VESMÍRU

SPIN YOUR THESIS!

SLAVNOSTNÍ OTEVŘENÍ CENTRA TOPTEC

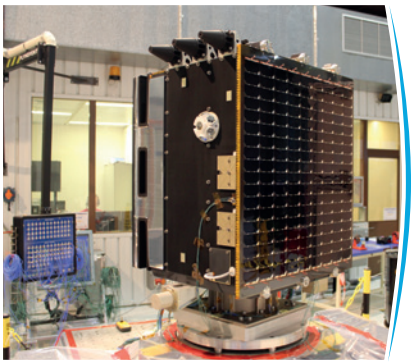
PŘÍLEŽITOSTI V BIOLOGICKÉM A ASTROBIOLOGICKÉM VÝZKUMU

NENECHTE SI UJÍT



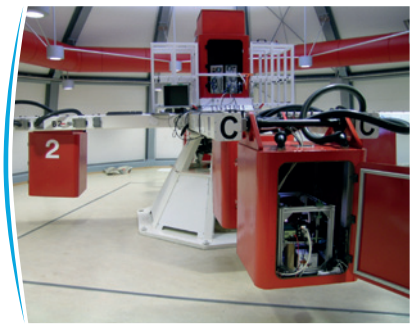
Přístroje českých vědců poletí k Jupiteru

Evropská kosmická agentura rozhodla o výběru vědeckého vybavení sondy JUICE. Hlavním cílem mise je detailní průzkum tří Jupiterových měsíců – Europy, Callisto a Ganymedu a zkoumání se nevyhne ani samotná planeta Jupiter. Sonda na své palubě ponese jedenáct vědeckých přístrojů, na jejichž vývoji se podílejí také vědci z České republiky. Na cestu k Jupiteru se JUICE vydá v roce 2022 a ke svému cíli dorazí až v roce 2030. Tři česká pracoviště jsou součástí mezinárodních konsorcií na tři přístroje pro misi JUICE. Úspěch zaznamenal Ústav fyziky atmosféry a Astronomický ústav AV ČR, které jsou součástí konsorcia na přístroj RPWI pro měření elektrických a magnetických polí. Konsorcium je vedeno Švédským institutem kosmické fyziky v Uppsale. Přístroj bude zkoumat radiové a plazmové vlny v magnetosféře Jupiteru a Ganymedu, v blízkosti ostatních výše jmenovaných měsíců a též interakci měsíců s magnetosférou Jupiteru. Astronomický ústav je zodpovědný za vývoj a výrobu radiačně odolného nízkonapěťového napájecího zdroje. Ústav fyziky atmosféry se podílí na vývoji a stavbě vícesložkového nízkofrekvenčního přijímače elektromagnetických vln, na řízení mezinárodního konsorcia celého přístroje a bude zajišťovat biologickou čistotu všech jeho subsystémů. Astronomický ústav je také součástí konsorcia, vedeného Královskou univerzitou v Londýně, které uspělo s návrhem přístroje J-MAG. Ten má za úkol zkoumat interakci Ganymedu s magnetosférou Jupiteru a pomocí měření indukovaného magnetického pole odhalit podpovrchové oceány na Ganymedu, Europě a Callisto. Astronomický ústav se v rámci týmu bude podílet na vytvoření globální numerické simulace interakce Ganymedu s magnetosférickým plazmatem planety Jupiter. Z trojice českých pracovišť bohužel neuspěla Matematicko-fyzikální fakulta UK, jež byla součástí konsorcia na přístroj CEPAGE vedeného Astrofyzikálním a planetárním výzkumným ústavem v Toulouse.



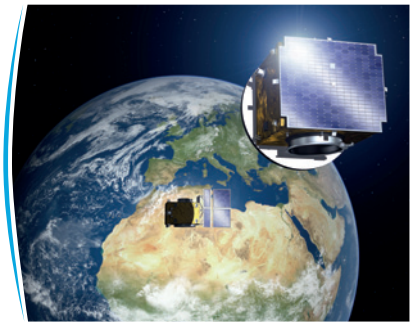
„V“ jako vegetace

Z jihoamerického kosmodromu Kourou ve Francouzské Guyaně odstartovala dne 7. května 2013 evropská nosná raketa Vega se třemi družicemi na palubě. Jednou z nich byla Proba-V, experimentální družice, jejíž hlavním úkolem bylo ověření zmenšeného zařízení Vegetation (proto „V“) pro sledování rostlinného pokryvu Země ve čtyřech spektrálních pásmech. Mimo tento hlavní přístroj nese družice několik technologických experimentů. Mezi ně patří monitor kosmického záření SATRAM s detektory Timepix. U jejich původu stojí skupina vědců z výzkumného centra CERN a do podoby kompaktního měřícího zařízení je zpracoval Ústav technické a experimentální fyziky ČVUT. Na výrobě detektoru SATRAM se dále podílela brněnská firma CSRC. Podrobnosti naleznete v článku uvnitř časopisu.



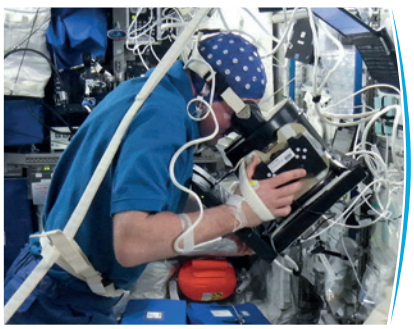
Roztočte si experiment

Čtyři univerzitní týmy byly v rámci soutěže „Spin Your Thesis!“ vybrány Evropskou kosmickou agenturou k realizaci experimentů v podmínkách uměle zvýšené gravitace. Experimenty proběhnou na přelomu září a října na velké centrifuze, která je schopna dosáhnout přetížení až 20 g. Centrifuga se nachází ve vědecko-technickém srdci ESA, středisku ESTEC v nizozemském Noordwijku. Mezi vybranými skupinami je také český tým složený ze tří postgraduálních studentů Masarykovy univerzity v Brně. Navržený experiment GRAVARC TNG poslouží ke zkoumání chování klouzavého obloukového výboje (tzv. Gliding Arc) v podmínkách zvýšené gravitace s cílem zlepšit chápání příslušných fyzikálních jevů. Studium elektrických výbojů při různých úrovních gravitace je důležité pro bezpečnost kosmických letů, návrh iontových motorů a pro pochopení s plazmatem souvisejících procesů v atmosférách planet. Studenti z Brna v této problematice nejsou žádnými nováčky a loni na velké centrifuze již realizovali svůj první experiment, o kterém si můžete přečíst v minulém čísle časopisu.



Špičkové optické centrum připraveno

Dne 23. května 2013 bylo za účasti několika desítek domácích i zahraničních hostů slavnostně uvedeno do provozu Regionální centrum speciální optiky a optoelektronických systémů (TOPTEC). Centrum je přímým rozšířením Vývojových optických dílen Ústavu fyziky plazmatu AV ČR v Turnově, a proto se ceremonie účastnil také ředitel Ústavu Dr. Petr Křenek a předseda Akademie věd ČR prof. Jiří Drahoš. Cílem TOPTEC je zejména výzkum a zakázkový vývoj unikátních kusů až malých sérií speciální optiky. Své znalosti a špičkové přístrojové vybavení využívá Centrum TOPTEC také při přípravě optických prvků pro vědecké kosmické mise ESA a v oblasti kosmického výzkumu by se chtělo i nadále uplatňovat. Nyní pracují v TOPTEC na dvou koronografech, přístrojích pro zkoumání sluneční koróny: METIS, který poletí ke Slunci v roce 2017 na palubě sondy Solar Orbiter a ASPIICS, jež bude určen pro družici Proba-3 na vysoce eliptické dráze kolem Země.



Budou další české experimenty na ISS?

Česká kosmická kancelář uspořádala 13. června 2013 pracovní seminář o biologickém a astrobiologickém výzkumu v podmínkách mikrogravitace. Jednalo se zejména o reakci na chystanou výzvu ESA k přípravě posledních experimentů na Mezinárodní kosmickou stanici ISS, jejíž činnost má být ukončena v roce 2020 a na možnost využívání specifického pozemního vybavení. Desítka českých odborníků byla informována o chystaných výzvách, možnostech financování v českých podmínkách a proběhla společná diskuze nad jednotlivými nápady a návrhy experimentů. Česká kosmická kancelář dlouhodobě usiluje o co největší a nejkvalitnější zapojení českých pracovišť do aktivit kosmického výzkumu a vývoje. Jedním z pomyslných vrcholů jsou vědecké experimenty prováděné na palubě ISS. *„Seminář byl velmi inspirativní a veden v přesné informační rovině tak, aby byl užitečný. Podal přehledně informace o tom, jaké projekty je možné řešit a zároveň je spojil s praktickými úvahami o financování, formách aplikací a časovými perspektivami řešení. Pomoc České kosmické kanceláře s formálními nástrahami projektových návrhů mi dává odvahu i naději k realizaci našich vlastních projektů,“* hodnotí seminář Dr. Zdeňka Bendová z Přírodovědecké fakulty UK.

Nenechte si ujít

19. září 2013
Vypuštění astrofyzikální observatoře Gaia s účastí českých astronomů.

23. - 27. září 2013
64. Mezinárodní astronautický kongres IAC v Pekingu.

28. září 2013
První let nákladní lodi Cygnus k Mezinárodní kosmické stanici ISS.

4. - 10. října 2013
Světový kosmický týden

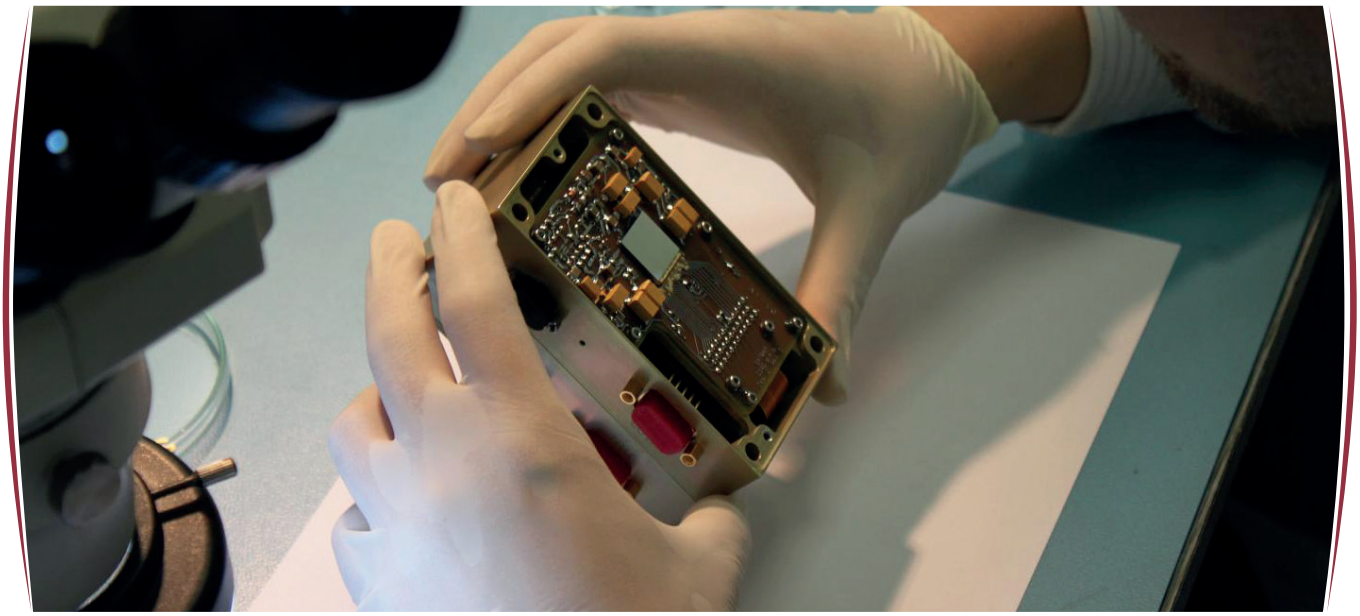
25. října 2013
Vypuštění tří vědeckých družic Swarm s českými mikroakcelerometry na palubě.

19. listopadu 2013
Desáté výročí založení České kosmické kanceláře.

Upozorňujeme, že data, zvláště pak v případě startů, se mohou změnit.

SATRAM - NOVÝ ČESKÝ PŘÍSTROJ VE VESMÍRU

Dne 7. května 2013 vynesla raketa Vega z kosmodromu Kourou na oběžnou dráhu družici ESA Proba-V, která na palubě nese mimo jiné i nový český přístroj pro sledování kosmického počasí. Zařízení na bázi detektoru Timepix pocházející z výzkumného centra CERN, bylo sestrojeno společným úsilím pracovníků Ústavu experimentální a technické fyziky ČVUT v Praze a firmou CSRC v Brně. Čidlo SATRAM bude po několik příštích let měřit široké spektrum kosmického záření od neutronů přes nabité částice až po záření gama.

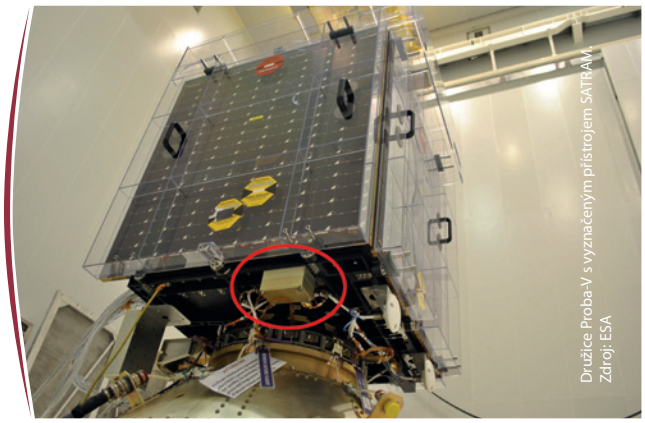


Přístroj SATRAM v ochranném hliníkovém boxu připravený k montáži na družici. Zdroj: CSRC

Kosmický prostor je plný částic různých energií, které k nám přicházejí od Slunce i z hlubin dalekého vesmíru. Tyto částice jsou zachyceny a urychleny v radiačních pásech magnetického pole Země. Znalost radiačního prostředí ve vesmíru je nezbytná pro popis a rozlišení energetických částic přicházejících od Slunce a kosmického záření z jiných zdrojů. Charakter i energie kosmického záření ze Slunce je ovlivněno slunečním cyklem, erupcemi a vývrhy koronální hmoty. Přesnější informace o složení, toku, spektru a směru příchodu energetických částic je užitečná k posouzení možných účinků na elektronická zařízení na družicích a zdraví posádek pilotovaných misí.

Procesy, které probíhají v zemské magnetosféře při průletu částic o nižších energiích, nejsou zatím dostatečně prozkoumány. Jedním z důvodů je skutečnost, že pro podrobnější studium těchto jevů je třeba provádět simultánní měření na mnoha místech současně. Ačkoli družic na oběžných drahách kolem Země se nachází již mnoho stovek, detektory kosmického záření z nich nese jen nepatrný zlomek. Každé nové přístrojové vybavení na družici s sebou nese nároky na prostor, příkon elektrické energie pro jeho provoz a v neposlední řadě i fyzickou zátěž, která je vykoupena objemem potřebného paliva za vynesení do vesmíru a tedy i cenou. Výhodou detektorů Timepix je právě jejich vysoká kompaktnost, nízká hmotnost a minimální spotřeba proudu při nízkém napětí. Tyto příznivé vlastnosti je proto předurčují ke snadnému využití na mnoha různých družicových platformách.

Zařízení z rodiny Medipix se ukázala jako vynikající nástroj pro měření a charakterizaci komplexních radiačních polí, včetně celého spektra nabitých částic - např. elektrony, miony, piony, protony, od lehkých až po těžké a relativistické ionty. I rentgenové, gama záření a dokonce i neutrony lze zjistit, když je detektor vybaven vhodnými konvertory. Vysokým prostorovým rozlišením matrice 256 x 256 pixelů (každý o rozměru 55 mikrometrů) detektory umožňují přímou vizualizaci ztrát energie a procesů sběru náboje v materiálu snímače. Stopy různých typů záření mají charakteristické tvary a lze tak podle nich odlišit různé druhy částic. Tyto informace je pak možné použít i k velmi účinnému potlačení pozadí.

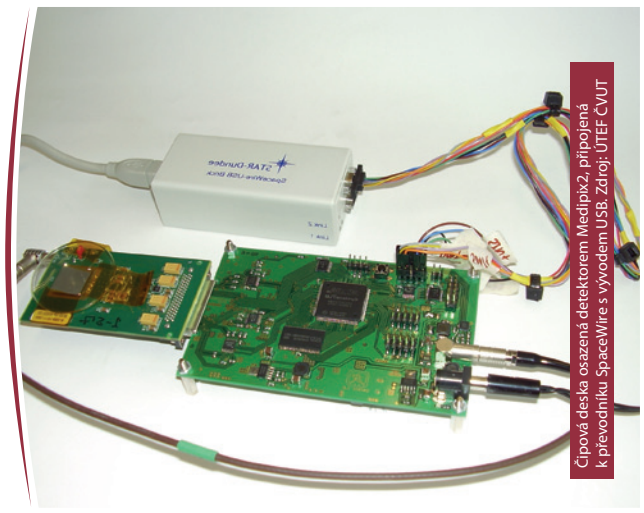


Družice Proba-V s vyznačeným přístrojem SATRAM. Zdroj: ESA

Výsledky měření těchto detektorů byly nejprve demonstrovány českými studenty na stratosférické balonové platformě (experiment ESA BEXUS) a nasbíraná data přispějí k lepšímu pochopení procesů kosmického počasí, kterými především Slunce ovlivňuje prostředí blízkého okolí Země a v menší míře i procesy přímo na planetě. Přesná detekce a identifikace druhů ionizujícího záření na oběžné dráze i v atmosféře má zásadní význam pro charakterizaci standardních podmínek radiačního prostředí a potažmo spolehlivé a včasné zaznamenání jeho změn.

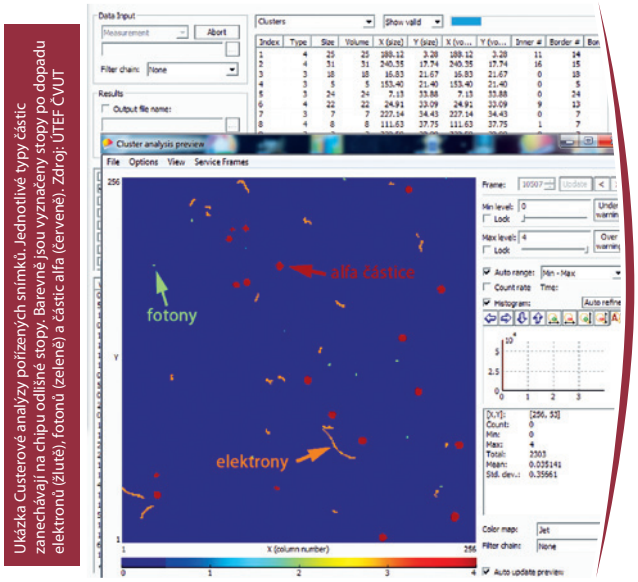
Nový český přístroj SATRAM pro družici Proba-V byl navržen a vyroben ve společnosti CSRC v Brně v rozmezí let 2010 až 2012. Po vynesení do vesmíru byla družice v květnu letošního roku navedena na heliosynchronní kruhovou dráhu ve výšce 820 km se sklonem 100°, první spuštění přístroje proběhlo 14. května a první měření hned o den později. Od té doby probíhá zpracování dat a ladění konfigurace. Ačkoli byla tato dráha vybrána zejména s ohledem na hlavní cíl mise, kterým je pozorování změn vegetace na Zemi, je dobře využitelná i k měření kosmické radiace.

Za účelem splnění komunikačních standardů ESA vyvinul český tým pro detektory Medipix speciální rozhraní. Družice s přístrojem komunikuje pomocí linky RS-422 rychlostí 115200 b/s, odeslání jednoho snímku do paměti družice trvá až 5 s, podle komprese. Proba-V pak při každém průletu nad pozemní stanicí v Belgii odešle všechna naměřená data. Zatím se používají snímky s expoziční dobou 15 s, také kvůli omezené kapacitě paměti na družici na 10 MB. Tento čas se však bude pravděpodobně snižovat. Vzhledem k tomu, že cílem projektu je vyzkoušet využití detektorů Timepix ve vesmíru, byl při konstrukci kladen důraz hlavně na možnost různé konfigurace čipu Timepix přímo na družici. Příkon zařízení je asi 2,2 W během měření a 1,5 W, pokud je detektor vypnutý. Celý detektor včetně hliníkového krytu váží přesně 380 g.



Čipová deska osazená detektorem Medipix2, připojená k převodníku SpaceWire s vývodem USB. Zdroj: ÚTEF ČVUT

Měření detektoru, která k Zemi družice odesílá ve formě snímků, nesou časový údaj ke korelaci s pozicí družice a srovnání s jinými palubními přístroji. Přesnost výstupů SATRAM je ověřována porovnáním s výsledky měření dalšího přístroje na palubě - Energetic Particle Telescope (EPT). Ten zaznamená náboj, energii a vstupní úhel nabitých částic v širokém rozsahu energií napříč 50° zobrazovacím polem. Tento dalekohled má dvě části: jednu pro nízké a druhou pro vyšší energie detekcí částic. Nízkoenergetická část se skládá ze dvou křemíkových detektorů na vstupu do přístroje. Vysokoenergetická sekce uvnitř přístroje je v podstatě sada deseti digitálních absorpčních modulů.



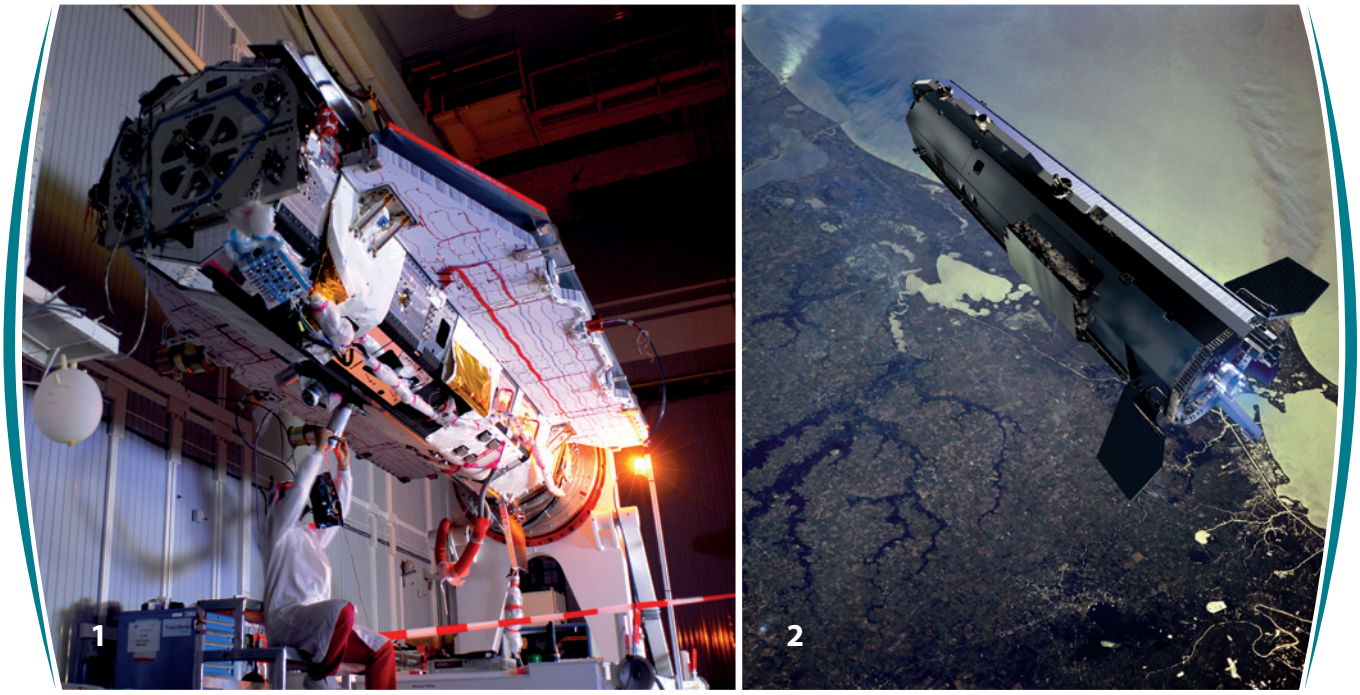
Ukázka Custerové analýzy pořízených snímků. Jednotlivé typy částic zanechávají na chipu odlišné stopy. Barevně jsou vyznačeny stopy po dopadu elektronů (žlutě), fotonů (zeleně) a částic alfa (červeně). Zdroj: ÚTEF ČVUT

Jak tým z ÚTEF ČVUT již dříve prokázal, technologie detektorů Medipix s konvertorem pro detekci tepelných neutronů je schopna nahradit proporcionální He3 plynové detektory, které se v současné době používají v kosmických aplikacích. Využití neutronových detektorů při planetárním dálkovém průzkumu je základním nástrojem pro hledání vodíkových sloučenin včetně vody, a tedy i podmínek vhodných pro přítomnost života ve vesmíru. Kromě toho, vysoká účinnost detekce tepelných neutronů v kombinaci s měřením rentgenového a gama záření zlepšuje analýzu atomového složení hornin, kterou lze využít k interpretaci povrchové geologie a vývoje planet.

Další přístroj podobný SATRAM s několika čipy Medipix bude také instalován do japonské experimentální družice RISESAT, která by měla do vesmíru odstartovat koncem letošního roku.

ČESKÁ STOPA V GOCE

Dne 17. března 2009 byla z kosmodromu Pleseck v Rusku vypuštěna družice GOCE (Gravity field and steady-state Ocean Circulation Explorer). GOCE je po Envisatu první z řady vědeckých misí Evropské kosmické agentury pro výzkum Země, jež byla vynesena na oběžnou dráhu. V případě GOCE jde o výzkum gravitačního pole. Na tom, že družice již pátým rokem posílá na Zemi kvalitní data, která pomohou objasnit proudění světového oceánu, procesy v zemském nitru a zejména zpřesní gravitační model Země, má zásluhy i tým českých geodetů v čele s prof. Jaroslavem Klokočníkem z Astronomického ústavu AV ČR.



1 Družice GOCE při testování sledovačů hvězd v čistých prostorech při ztlumeném světle. Zdroj: ESA
2 Umělecká simulace družice na oběžné dráze. Zdroj: ESA

Gradientometrická mise

Cílem GOCE je určit jemnou strukturu gravitačního pole Země. Družice jako první na světě nese na palubě gradientometr tvořený sadou mikroakcelerometrů. Tento přístroj měří druhé derivace gravitačního potenciálu Země, veličiny citlivé na lokální nehomogenity gravitačního pole. Úkolem mise je změřit gravitační zrychlení s přesností na 1 mGal a určení výšky globálního geoidu s přesností 1–2 cm při prostorovém rozlišení 100 km. Údaje získané z družice GOCE mají význam při zpřesnění parametrů gravitačního pole globálně i lokálně a pro nejrůznější aplikace ve vědách o Zemi. Lze tak rovněž doplňovat výsledky z družicové altimetrie a z předchozích dvou misí CHAMP a GRACE.

Zpracováváním dat pořízených družicí GOCE se v ČR zabývá především Astronomický ústav AV ČR a Výzkumný ústav geodetický, topografický a kartografický. Vědecký tým prof. Jaroslava Klokočníka získal v roce 2007, tedy ještě před startem samotné družice, projekt GOCE - Specific Tasks on Fine Gravity Field Structure of the Earth, který se zaměřil hned na několik oblastí: výběr oběžné dráhy GOCE a její jemné dolaďování, nové geodetické výpočetní metodologie, porovnání podrobných družicových a pozemních dat a detekce skrytých impaktních struktur na zemském povrchu.

Výběr oběžné dráhy

Protože gravitační pole je „silnější“ blíže k Zemi, byla družice GOCE navržena tak, aby byla schopna létat pouhých 250 km nad zemským povrchem. Pro získání přesných měření je však třeba minimalizovat působení jiných sil než je gravitace. To v takové výšce není jednoduché, protože se zde uplatňuje zejména odpor atmosféry i přes její velmi malou hustotu. Družice je z toho důvodu vybavena iontovým motorem, který vyrovnává hlavní složku odporu atmosféry ve směru letu odpovídající silou v opačném směru.

Samotný výběr oběžné dráhy je zcela zásadní věc. Při tomto procesu je potřeba skloubit co nejlepší a nejpodrobnější pokrytí povrchu Země měřeními s výškou letu. Družice je velmi kompaktní a bez pohyblivých dílů, díky čemuž udržování dráhy vyžaduje malé úsilí. Počáteční výška kruhové dráhy byla stanovena na 280 km a postupně byla snižována až na 255 km pro první období gradientometrického měření v letech 2009 – 2012.

V tomto projektu čeští vědci prováděli ve spolupráci s ESA tzv. jemné dolaďování dráhy. Vybírali rezonanční dráhy, vzájemně se lišící nepatrně výškou letu, ale podstatně hustotou průmětů dráhy družice na zemský povrch a tím i hustotou měření a rozlišovací schopností naměřených výsledků. Zapojili jak analytický, tak numerický přístup k určení poruch dráhy. V roce 2012 byla družice přesunuta na podstatně nižší dráhu, je na ní udržována a citlivost měření gradientometru je větší. Se zbytkem paliva pro iontový motor bude družice měřit tak dlouho, než palivo dojde. Pak začne prudce klesat a shoří v atmosféře.

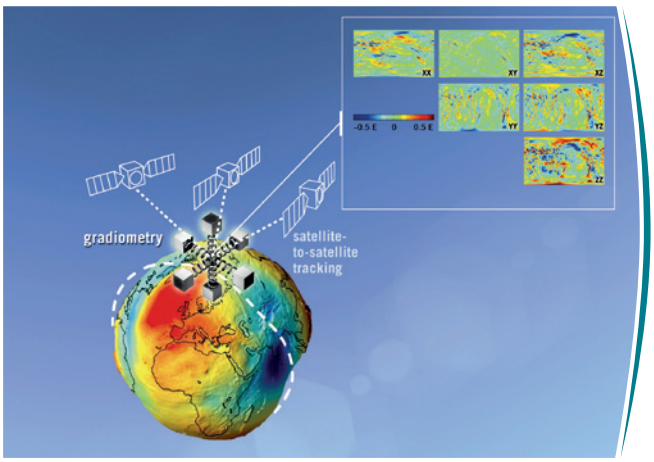
Jemné dolaďování dráhy studovali čeští geodeti i pro družice Měsíce, Marsu, Merkuru a Venuše, jelikož použitá metodologie platí obecně pro jakékoliv družice. V případě Marsu je situace obíhajících družic podobná situaci na Zemi.

Výpočetní metodologie pro geodetické aplikace

Dalším tématem, které bylo řešeno, je porovnání a validace dat družicové altimetrie a gradientometrie. V první řadě musela být splněna podmínka, aby data získaná oběma způsoby byla vztažena ke stejné ekvipotenciální ploše, tedy geoidu. Druhým zjištěním bylo, že altimetrická data musí být ještě před samotným kombinováním upravena korekcí kvůli efektu DOT (Dynamic Ocean Topography). Tento efekt je třeba zohlednit kvůli rozdílu mezi reálným povrchem oceánu a ekvipotenciální plochou geoidu. Modely DOT mohou být ovšem založeny na různých přístupech, které způsobují rozdíl stejně veliký jako je samotná gravitační korekce. Tento problém však ovlivňuje pouze části oceánu s významnějším prouděním. Z toho důvodu je vhodné tyto oblasti pro porovnávání s daty GOCE vyloučit.

Jedním z dalších úkolů byla přímá parametrizace Eötvösova tenzoru druhých derivací. Cílem byl vývoj matematického modelu pro zpracování dat GOCE, což zahrnovalo popis vztahů mezi měřenými proměnnými a neznámými, které jsou reprezentovány parametry zemského gravitačního pole. V rámci studia této problematiky bylo vyvinuto řešení na základě Hotinovy formulace gravitačního potenciálu a jeho derivací, což je koncept, který nebyl posledních patnáct let využíván, ale ukázal se jako velmi efektivní pro numerické řešení úlohy.

V neposlední řadě bylo řešeno modelování gravitačního pole. Práce začaly v roce 2010, kdy byla vyvíjena metoda inverze gravitačního pole založená pouze na přesných orbitálních datech. Pro vyprodukování plného modelu



Ilustrace hlavní části gradientometru GOCE, kterou jsou tři páry identických vysoce citlivých akcelerometrů připevněných na protilehlé konce tří ramen ve vzdálenosti 50 cm. Osa prvního ramene je orientována ve směru letu družice, osa druhého směřuje zemskému středu a třetí je k oběma předešlým kolmá. Každý z akcelerometrů měří zrychlení, které uvnitř něj působí na referenční těleso. Rozdíl mezi zrychleními naměřenými jednotlivými akcelerometry je základem pro odvození gravitačního zrychlení Země. Zdroj: ESA

gravitačního pole jsou potřeba nejen gradiometrická měření, ale i právě zmiňované parametry oběžné dráhy. Pro porovnávání modelů gravitačního pole, které je založeno na parametrech oběžných drah, byly použity modely odvozené z dat družic GRACE. ESA vydala tři modely gravitačního pole založené na gradiometrických datech družice GOCE, z nichž byl každý vytvořen jiným způsobem zpracování. Pouze způsob nazvaný timewise je založen čistě na údajích oběžné dráhy a nevyužívá další externí data.

Při porovnání řešení navrženého českou stranou s tímto modelem bylo zjištěno, že český způsob vykazuje lepší kvalitu při hodnotách pod 30° zeměpisné šířky. Tyto výsledky byly prezentovány společně se zpracovaným řešením pro družice CHAMP a GRACE na několika mezinárodních workshopech. Data pořizovaná družicí GOCE byla rovněž zkoumána porovnáváním s pozemními daty a byl vytvořen matematický model pro kombinované zpracování pozemních, leteckých a družicových dat.

Detekce skrytých impaktních struktur na Zemi

V současnosti nejkvalitnější model gravitačního pole Země, EGM 2008, kombinuje družicová data z GRACE a rozsáhlou databázi tíhových anomálií z pozemních a altimetrických měření s rozlišením cca 10 km na zemském povrchu. Druhé derivace gravitačního potenciálu Země založené na modelu EGM 2008 pak nabízejí unikátní cestu ke hledání skrytých impaktních kráterů. Ukazuje se, že některé obří krátery, jako je Chicxulub na Yucatánu nebo Popigaj na Sibiři, mohou být dvojité. Tyto poznatky byly ověřovány rovněž geofyziky, geology a seismology v terénu. Nejnověji podpořili výsledky týmu českých geodetů o kráterech Chicxulubu a Popigaj také astronomové. Model gravitačního pole EIGEN 6C, který kombinuje výsledky měření družice GOCE s terestrickou databází, slibuje v některých případech zlepšení vůči modelu EGM 2008. Model již ukázal více detailů v Antarktidě, ale zlepšení se dá čekat i v některých horských pásmech, kde jsou pozemní data nespolehlivá.

ZÁKLADNÍ INFORMACE O ČESKÉ ÚČASTI NA PROJEKTU GOCE

Plný název: GOCE – Specific Tasks on Fine Gravity Field Structure of the Earth

Trvání projektu: 2007 – 2011

Vedoucí projektu: prof. Jaroslav Klokočník

Kontakt: Astronomický ústav AV ČR, v.v.i., Fričova 298, 251 65 Ondřejov

email: jklokocn@asu.cas.cz

http://www.asu.cas.cz

ROZHOVOR S JAROSLAVEM KLOKOČNÍKEM

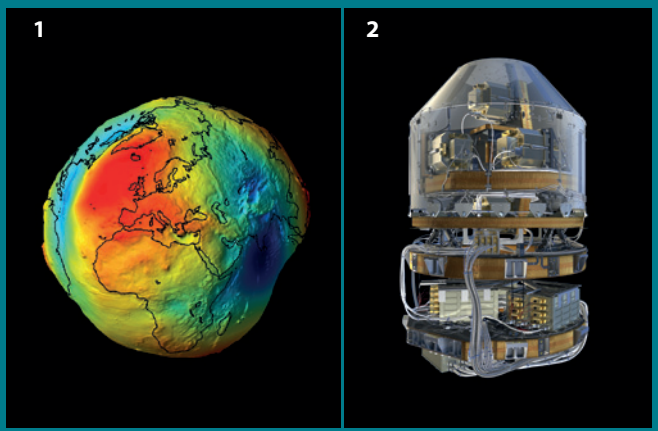
1. Jakým způsobem jste se k projektům souvisejícím s družicí GOCE dostali?

O projektech družicových gradientometrů k přímému měření druhých derivací poruchového potenciálu Země z nízké, téměř polární dráhy, víme od počátků. Asi před třiceti lety řešila francouzská kosmická agentura CNES projekt GRADIO jako kombinaci mikroakcelerometrů anebo zmiňme projekt NASA jinak koncipovaného supravodivého gradientometru. Vývoj v této oblasti sledujeme v literatuře i na konferencích. Družicová gradientometrie byla oprávněně považována vedle laserových dálkoměrů, družicové altimetrie a sledování družice z jiné družice, za další postup vedoucí ke zpřesnění znalostí dráhové dynamiky umělých družic Země a tím i k přesnějšímu a detailnějšímu popisu gravitačního pole Země.

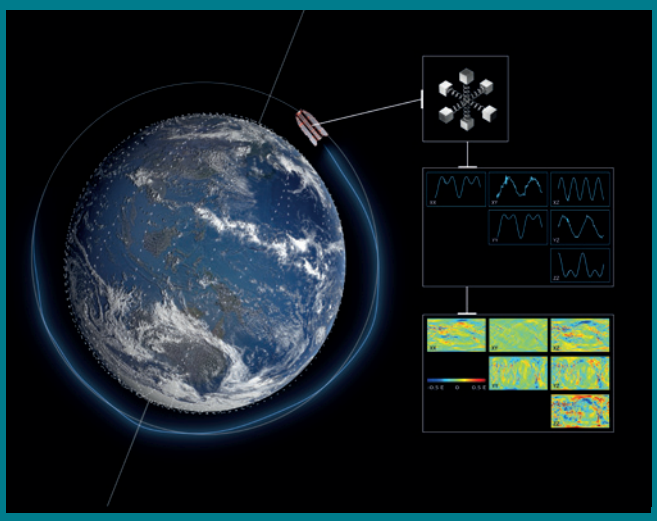
Konkrétně o projektu GOCE víme také od jeho počátků, ale nepředpokládali jsme na něm naši přímou účast. Staly se tři věci, které náhodně kooincidovaly a které nás dovedly ke grantu v rámci PECS, ve kterém jsme se na GOCE zaměřili. V r. 2006 vypsala ESA Announcement of Opportunity for the Exploration of GOCE data. Podali jsme tři návrhy s popisem, jak bychom budoucí data vědecky využili, a všechny byly přijaty. Neznamenalo to žádnou finanční podporu ze strany ESA, ale důležitý fakt, že data dostaneme zdarma a bez zpoždění.

V listopadu 2006 jsem se zúčastnil 3rd International GOCE user workshop v centru ESA ESRIN ve Frascati u Říma, kde jsem se seznámil s doktorem Floberghagenem. Bavili jsme se hlavně o výběru dráhy pro GOCE, neboť v této problematice jsme měli zkušenosti z mise GRACE a tušil jsem, že i pro GOCE k jemnému doladování dráhy máme co říci.

Na jaře 2007 mě bývalý ředitel Astronomického ústavu AV ČR prof. Petr Heinzel upozornil na existenci programu ESA PECS, který nabízel českým pracovištím účastnit se programu ESA v době, kdy Česká republika nebyla ještě členskou zemí. Pomocí informací na webu CSO jsme sestavili návrh žádosti o grant s názvem GOCE – Specific Tasks on Fine Gravity Field Structure of the Earth, který v sobě shrnoval všechny okruhy použití dat, které ESA odsouhlasila,



1 Model gravitačního pole Země odvozený z dat naměřených GOCE během prvních dvou měsíců měření v listopadu a prosinci 2009, který byl prezentován na ESA Living Planet Symposium 2010. Zdroj: ESA
2 Gradientometr GOCE je prvním vědeckým přístrojem svého druhu, který byl vynesen na palubě družice do vesmíru. Zdroj: ESA



Ilustrace oběžné dráhy GOCE kolem Země, principu fungování gradientometru a výsledných datových produktů. Zdroj: ESA

a navíc k tomu přibyl výběr dráhy. Grant jsme získali a mohli užívat od září 2007 do konce roku 2011.

2. Co vám jako ústavu účast v projektech s ESA přinesla?

Peníze z grantu vám dávají určitou svobodu, například možnost jet na konference, na které byste se jinak nedostali, protože v rozpočtu ústavu na to není. Pro nás to byly konference Living Planet o GOCE v Norsku a v Bavorsku, kam jeli a referovali tři lidé. Na konferencích se seznamujete s dalšími lidmi a tyto interakce přispívají k vaší další práci, například ke společným článkům se zahraničními autory. Ty pak někdo z vás prezentuje na další konferenci a tak stále dokola. Když se zadaří, dostanete se do podvědomí vaší komunity a tím pádem se s vámi počítá. To se nám i díky PECS podařilo v problematice družicové gradientometrie. Předtím jsme podobně uspěli s družicovou altimetrií ve spolupráci s kolegy z Německa a USA. Měli jsme to štěstí, že jsme publikovali společně se šéfem projektu GOCE, Dr. Runem Floberghagenem a že nás ESA ve věci jemného doladování dráhy GOCE vzala za rovnocenného partnera.

Další efekt je pedagogický. V našem kolektivu se vystřídalo skoro deset lidí všech věkových kategorií. Pro ty nejmladší byla konference v Bergenu dobrým úvodem, aby referovali před stovkami lidí ve velkém sále. Postupně se ze spoluautorů vědeckých článků stali prvními autory. Tady je zásluha PECS jednoznačná. O naší práci v rámci GOCE se vědělo a tak jsme byli přizváni k účasti na jiném projektu ESA, týkajícím se bistatické družicové altimetrie. Zúčastnili jsme se tří workshopů této komunity a ujasnili si, v čem a jak můžeme přispět. Jsme spoluautory obšírné zprávy, kterou se Dr. Manuel Martín-Neira, šéf projektu GNSS-R, ucházel o peníze ESA pro realizaci tohoto projektu. Zatím neuspěl, ale prohra to není. Ví se o nás a počítá se s námi do budoucna.

3. Spolupracovali jste na projektech s tuzemskými či zahraničními partnery?

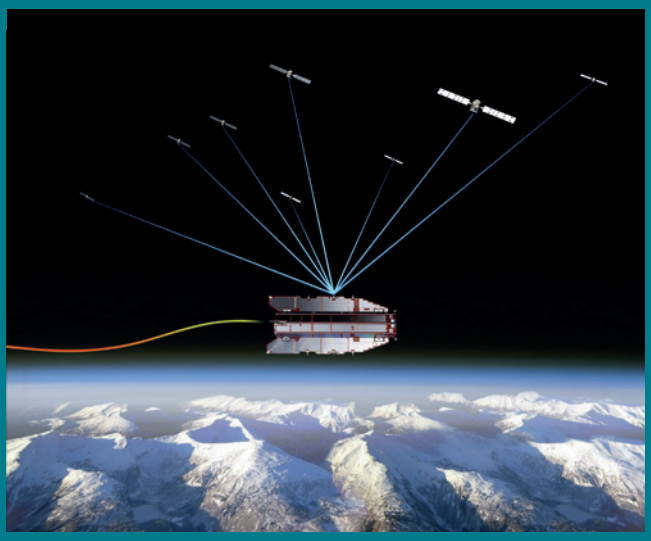
Práci na grantu PECS bez spolupráce se zahraničními kolegy, kteří mají potřebná data a některé postupy (např. software pro výpočet funkcí geopotenciálu ze sférických harmonických koeficientů vybraných modelů gravitačního pole) si vůbec nedovedeme představit. Spolupráce a spoluautorství s vedoucím projektu GOCE Dr. Floberghagenem byla jakási nadstavba, která vyplynula ze vzájemné shody, momentální potřeby a zájmu řešit jemné doladování dráhy GOCE.

4. Co pro vás bylo na těchto projektech nejobtížnější?

Z počátku jsem zápasil s administrativou, ale v průběhu doby se mezi mnou a Bernardem Zuffereyem, který na průběh projektu dohlížel a kterému jsme každoročně v kancelářích CSO skládali účty, vytvořil vstřícný a nadstandardní vztah. Na straně administrativy ESA, postupně přidělující finance, nám také vyšli vstříc. Takže věda byla radost, úřad starost, ale přiučili jsme se i v této věci.

5. Plánujete na výše popsané projekty v budoucnu navázat?

Podali jsme žádost o podporu v rámci programu ESA PRODEX podle návodu na webových stránkách CSO, ale vzhledem k chabé finanční situaci státu a specifické situaci na ministerstvu školství, jsme zatím nic nedostali, i když odborné posudky od dvou zahraničních špičkových odborníků byly jednoznačně pozitivní. Požádali jsme o další granty GA ČR a MŠMT a dostali je.



Poloha družice GOCE je sledována pomocí přijímačů systému GPS.
Zdroj: ESA

6. Došlo během letu GOCE ke dráhové rezonanci stejně jako u družice GRACE a jak byla taková situace řešena?

GOCE, na rozdíl od všech jiných družic, byla navedena a je udržována na předem vybraných rezonančních dráhách, důkladně zdůvodněných před vypuštěním. Takže rezonanční dráha byla cílem. Při ní je dlouhodobě konstantní geometrie a hustota pokrytí Země měřeními. Zatímco jiné družice při klesání díky odporu atmosféry jednotlivými rezonancemi jen projdou. Výjimečná situace pro GOCE existuje proto, že družice je vybavena iontovým motorem s velmi malým, ale trvalým tahem. U některých jiných družic, např. altimetrické nebo pro pozorování Země, bylo také možné jejich motory využít k úpravě dráhy, aby se družice udržela v určitém rozsahu výšek. Diktovaly to požadavky uživatelů družicových dat, geodetů a oceánografů. Nejde ovšem o trvalé, nýbrž jen o episodické úpravy dráhy, takže výška letu se udržuje zhruba v rámci ± 1 km. Oproti tomu u GOCE jde o trvalé nepřerušené udržování výšky letu ve vybrané rezonanci s přesností ve výšce až ± 5 metrů. Pak je možný dráhový manévr, navedení na jinou rezonanční dráhu s jinými parametry vhodnými pro studium gravitačního pole a usazení GOCE na této dráze pro další interval měření gradientometrem.

Měření mají probíhat možná až do konce letošního roku a mají být vyzkoušeny nižší dráhy s vyšší citlivostí gradientometru, ale i s vyššími nároky na iontový motor. Po diskusi s vědeckou komunitou v současné době dochází ke snižování výšky. Bylo nám dopřáno se diskuse o výběru dráhy účastnit díky intenzivní spolupráci s manažerem projektu GOCE, Dr. Rune Floberghagenem. Díky GOCE máme nyní poprvé v historii dráhové dynamiky umělých družic Země v ruce prostředek, jak malými řízenými úpravami výšky letu družice maximalizovat přesnost gravitačních výsledků.

7. Jaká data byla využita pro validaci výsledků modelování gravitačního pole? Využili jste i vlastní naměřená data?

V zásadě existují dvě kategorie dat, které ESA z GOCE poskytuje uživatelům: úrovně L1b a L2. Do kategorie L1b spadají vlastní gradientometrická měření druhých derivací poruchového potenciálu Země, data L2 představují korigovaná kalibrovaná gradientometrická měření, výsledky inverze měření na modely gravitačního pole. Vedle toho jsou k dispozici údaje o dráze družice, tedy geocentrické souřadnice a složky rychlosti družice vůči pozemskému pozorovateli v jednotném souřadném systému, uváděné v průběhu letu družice s krokem 1 – 10 vteřin. U GOCE je to 1 vteřina. Pokud je dráha GOCE určena jen z pozorování ze systému družic GPS, mluvíme o geometrických či kinematických drahách. Ty byly a jsou k disposici pro CHAMP, GRACE i GOCE a slouží nám k výpočtu našich vlastních modelů gravitačního pole zhruba do stupně a řádu 100 v rozvoji potenciálu v řadu kulových funkcí.

Žádná naše vlastní, samostatná měření nejsou možná. K tomu nemáme jako řadoví uživatelé dat z GOCE žádné vybavení a na výsledky měření gradientometru bychom se stejně nedostali. Vše, co z družice jde na Zemi, dostává a zpracovává síť ESA a výsledky, např. datové produkty L1b a L2, poskytuje registrovaným uživatelům.

8. Můžete přiblížit využití měření GOCE pro hledání skrytých meteoritických kráterů?

Ano, je to jedna z mnoha možností, jak data na úrovni L2 z GOCE využít. Pro hypotetický kráter v Antarktidě v oblasti Wilkes Land byly již výsledky z GOCE testovány, ale bez valného úspěchu. Rozlišení modelu Země Eigen 6C je sice pro oblast Antarktidy větší než u EGM 2008, ale žádná kruhovitá struktura, kterou by geologové mohli označit za impaktní kráter, se pod ledem neschovává. Je třeba si uvědomit, že na rozdíl od terestrických mají družicové metody menší rozlišení, které pro některé aplikace nestačí. Ze známých téměř 180 impaktních kráterů na Zemi vidíme pomocí gravitačních dat jen ty, které mají průměr větší než 20 km.

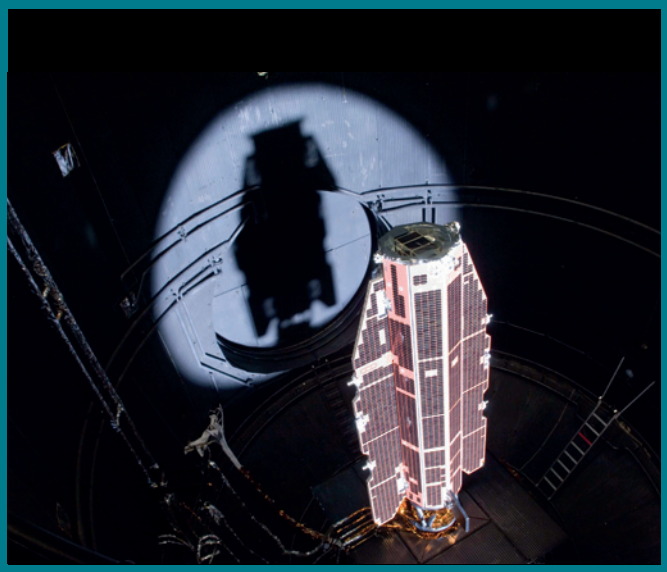
GOCE data jsou použitelná také k průzkumu podpovrchových geofyzikálních jevů a vědci se snaží podívat například na Mohorovičičovu diskontinuitu oddělující zemskou kůru a plášť. Před vypuštěním GOCE jsme pro studium nejrůznějších geologických fenoménů včetně impaktních kráterů použili model gravitačního pole Země EGM 2008. Práce týkající se především kráterů Chicxulub a Popigaj a objev jejich možné podvojnosti je popsán v několika našich studiích. S daty z GOCE ve formě nových modelů Země se počítá pro zpřesnění gravitačního pole a z toho vyplývá i možnost nových objevů skrytých impaktů v oblastech, kde data EGM 2008 neměla dostatečnou přesnost a rozlišení. Typickými oblastmi jsou Antarktida, horská pásma Himalájí, And, rozsáhlé oblasti Afriky, Jižní Ameriky nebo bývalé SSSR.

9. Jaké další uplatnění nalézají družicová data ve vaší práci?

Například globální geologii a geofyziku zajímá sledování pohybů litosférických bloků z laserových a interferometrických měření. Předpovídat zemětřesení se geovědci ještě nenaučili, ale lokality, kde to hrozí, jsou sledovány různými prostředky včetně družicových. A učíme se, koordinujeme úsilí různých oborů. Znalost přesného průběhu oceánského geoidu umožňuje oddělit složku topografie oceánů od vlastního geoidu a studovat oceánské proudění a přenos tepla včetně všech jeho anomálií. Dnes umíme anomálii El Niño předpovědět podle negravitačního nárůstu hladiny moře půl roku dopředu a varovat tak před hrozící zkázou. Dlouhodobé a velmi podrobné výsledky ukazují časové změny průběhu geoidu, což zajímá hydrologii. Jsou vidět nejen sezónní změny, ale i trendy, které mohou směřovat k záplavám nebo k vysychání rozsáhlých vodních ploch. Lze je vysledovat rovněž pomocí dat družicové altimetrie, která našla praktické aplikace i při sledování změn ledovcové pokrývky Arktidy a Antarktidy.

10. Našlo by se praktické uplatnění vašich výsledků i v běžném životě?

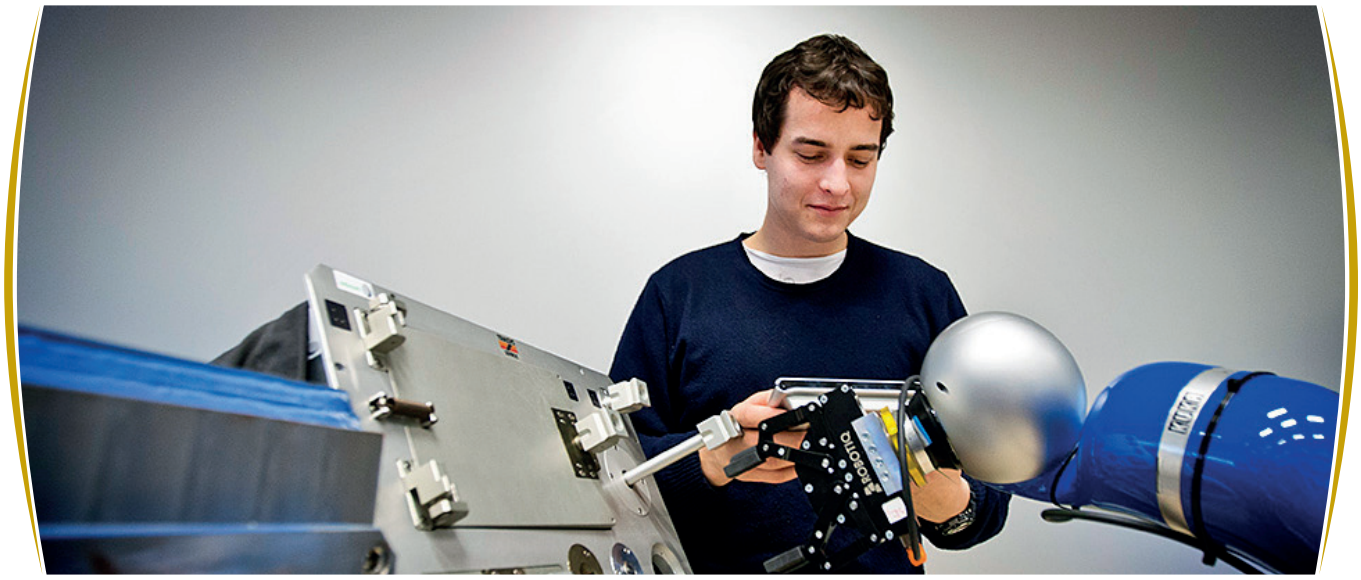
Ano, podrobný geoid je důležitý pro mapování, pro definici celosvětového souřadného systému, který využívají všechny aplikace družicové navigace. Detailní znalost geoidu se v praxi projeví třeba při navádění letadel na přistání. Použití GPS, jehož základem je opět dráhová dynamika družic, je všestranné. V současné době jsou GPS přijímače běžně používané v automobilech a mobilních telefonech.



Družice GOCE ve velkém simulátoru kosmického prostředí v centru ESTEC v Nizozemí.
Zdroj: ESA

MLADÍ EXPERTI V KOSMICKÉM VÝZKUMU - DÍL 1

Česká kosmická kancelář podporuje studenty všech věkových kategorií se zájmem o kosmonautiku. Motivací k vysokoškolskému studiu příbuzných oborů je i široká nabídka letních škol, kurzů a stáží, které nabízí Evropská kosmická agentura, International Space University a další organizace. Cílem těchto mezinárodních programů i činnosti Centra studentských aktivit CSO je vychovat a motivovat mladé lidi k budoucí volbě zaměstnání v některém z mnoha oborů kosmonautiky nebo kosmického výzkumu. V úvodním díle miniseriálu představíme první čtveřici mladých českých vědců a techniků, kteří již toto rozhodnutí učinili a aktivně se podílí na mezinárodních kosmických projektech v Evropě.



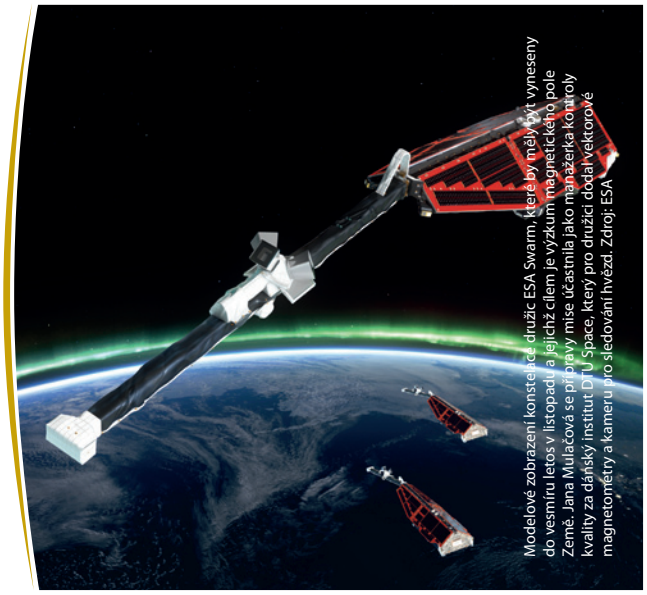
Jan Smíšek s robotickým manipulátorem v Laboratoři telerobotiky a haptiky v technologickém centru ESA ESTEC v Nizozemí. Zdroj: ESA

Jana Mulačová

po studiu FJFI ČVUT v Praze vystudovala jako první Češka program SpaceMaster na FEL ČVUT a působila též jako jeho studentská koordinátorka pro pražskou část skupiny. Mezi její profesní dovednosti a zájmy patří především kosmické systémy, jejich simulace a hledání chyb, což využila v rámci své diplomové práce ve VEGA GmbH Darmstadt pro sondy Venus Express a Rosetta. Předtím na observatoři ve Štýrském Hradci vyhodnocovala omezení přesnosti laserového určování vzdálenosti družic atmosférickou turbulencí, což je téma, které zpracovala v několika publikacích. Nyní žije ve Švédsku a pracuje pro Národní kosmický ústav v Dánsku (DTU Space), kde zpočátku působila jako programátorka simulací telemetrie na misi ExoMars a technoložka pro rozhraní elektroniky a SW na přístrojích MMIA a MXGS mise ASIM, načež pokročila na post manažerky kontroly kvality pro DTU Space na projektech ASIM, Swarm, LISA, LOFT, 3DCZT. Nedávno se touto cestou vrátila k jaderné fyzice v rámci projektu Fusion for Energy na spřátelené DTU Physics. Jana nedávno získala švédské občanství a hodně pracovně cestuje po Evropě kvůli inspekcím a auditům. Podnikla také expedici do Grónska, ale většinu volného času tráví se svým obrovským koněm pojmenovaným Mr. XL.

František Němec

je již mezinárodně uznávaným odborníkem a pracuje jako odborný asistent na Katedře fyziky povrchů a plazmatu Matematicko-fyzikální fakulty Univerzity Karlovy v Praze, kde přednáší specializovaný kurz o plazmatu v kosmickém prostoru. Doktorský titul ve fyzice plazmatu získal v roce 2009 s nejvyšším oceněním z Univerzity v Orléans a Karlovy Univerzity v Praze. Má za

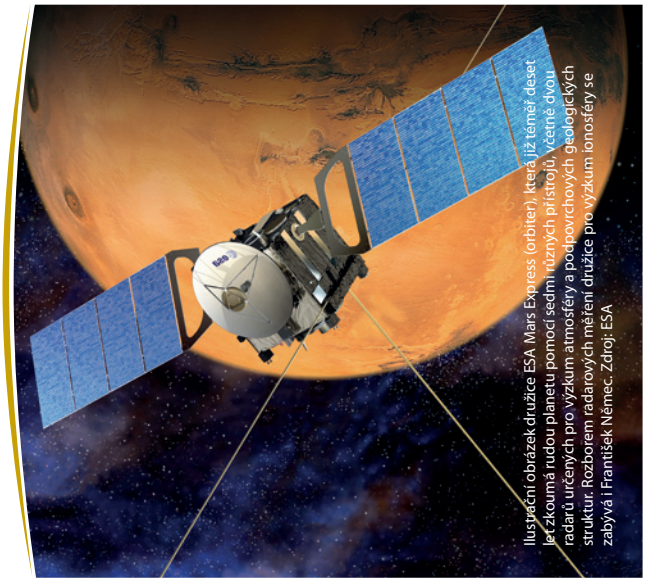


Modelové zobrazení konstelace družic ESA Swarm, které by měly být vyneseny do vesmíru letos v listopadu a jejichž cílem je výzkum magnetického pole Země. Jana Mulačová se při přípravy mise účastnila jako manažerka kontroly kvality za dánský institut DTU Space, který pro družici dodal vektorové magnetometry a kameru pro sledování hvězd. Zdroj: ESA

sebou již mnoho zkušeností s výzkumem v českém i mezinárodním prostředí. Působil na Ústavu fyziky atmosféry AV ČR a absolvoval post-doktorskou stáž na University of Iowa v USA. Zaměřuje se na analýzu elektromagnetických vlnových emisí z měření družic Cluster a DEMETER. Rozborem radarových měření družice Mars Express také přispěl k lepšímu pochopení ionosféry Marsu. Publikoval již 26 článků v referovaných mezinárodních vědeckých časopisech a získal řadu jiných ocenění.

Jan Smíšek

se po absolvování programu SpaceMaster stal doktorandem na Technické univerzitě v Delftu a přímo se začlenil do laboratoře Telerobotiky v ESA ESTEC v Nizozemí. Vyvíjí technologie pro pokročilou interakci člověk - stroj, které v budoucnu umožní lépe ovládat robotické manipulátory na velké vzdálenosti, kde jsou komunikační zpoždění hlavním limitujícím faktorem. Vedle prostorového vidění, kterým se zabýval již v rámci své diplomové práce kalibrace 3D kamery, se nyní zaměřil také na hmat s cílem poskytnout operátorům stejný cit při přímém doteku na Zemi jako na vzdálených místech, například chapadlem robotu na povrchu jiné planety. V rámci své práce nyní zkoumá možnosti nasazení podpůrných systémů, které by pomocí vhodné kombinace přímého řízení operátorem a automatizace, pomohly snížit jeho pracovní zátěž.



Ilustrační obrázek družice ESA Mars Express (orbiter), která již téměř deset let zkoumá rudou planetu pomocí sedmi různých přístrojů, včetně dvou radarů určených pro výzkum atmosféry a podpovrchových geologických struktur. Rozborem radarových měření družice pro výzkum ionosféry se zabývá i František Němec. Zdroj: ESA

Ilustrační obrázek francouzské družice Taranis (CNES), jejímž cílem bude zkoumat různé druhy nadoblačných výbojů a souvisejících světelných jevů, ke kterým dochází ve vrstvách stratosféry až ionosféry. Jedním z vědeckých přístrojů na palubě bude i vysokofrekvenční analyzátor (IME-HF), na jehož detekčních algoritmech pracoval i Petr Váňa. Družice by měla být vynesena na oběžnou dráhu v roce 2015. Zdroj: CNES

Petr Váňa

v rámci magisterského programu SpaceMaster studoval na 3 univerzitách: Julius Maxmilian Univeristät Würzburg, Luleå Tekniska Universitet a Université Paul Sabatier Toulouse ve Francii, s diplomovou prací na modelování elektromagnetických jevů spojených s atmosférickými bouřemi a simulaci IME-HF analyzátoru na palubě družice Taranis. Ve Švédsku se během studia účastnil vývoje mikroelektromechanických závěrek (MEMS) pro iontový hmotnostní spektrometr jako součásti družicové mise PRIMA / PRISMA. V rámci letní školy International Space University se také účastnil týmového projektu na téma Spolupráce lidí a robotů na Marsu. Nyní pracuje ve společnosti CSRC v Brně a vyvíjí firmware pro programovatelná pole pro řízení družic (FPGA), pracoval na algoritmech pro detekce a analýzy pro detektor IME-HF na družici Taranis, studiích L-DEPP pro Lunar Lander - odpovědnost za aspekty systémového inženýrství, teplotní stabilizaci a různých hardwarových i softwarových koncepčních studiích. Pro rentgenový dalekohled STIX a RPW přijímač družice Solar Orbiter pracoval na spínacích napájecích zdrojích. Prováděl konstrukční vývoj a testování, radiační a termické analýzy, elektrické a strukturní testy.

BLÍZKÁ SETKÁNÍ NEJENOM S KOSMONAUTIKOU

Česká kosmická kancelář se již rok intenzivně angažuje ve vzdělávacím projektu MAT21– Materiály pro nové tisíciletí, zaměřeném na děti ze základních a středních škol ze všech koutů České republiky. Projekt popularizuje výzkum ve třech vzájemně provázaných vědecko-technických oblastech: materiálový výzkum, kosmonautika a vesmír a řízená termojaderné fúze.

Mapa s vyznačením 26 celoročních kroužků a klubů MAT21 na školách v Čechách a na Moravě, kterých se celkem účastní téměř 400 dětí a studentů.
Zdroj: www.materialy21.cz

Projekt realizuje společnost Vítkovice-výzkum a vývoj-technické aplikace ve spolupráci s Českou kosmickou kanceláří, Ústavem fyziky plazmatu Akademie věd ČR, Asistenčním centrem a finanční podporou z Operačního programu vzdělávání pro konkurenceschopnost. Česká kosmická kancelář se v rámci tohoto projektu zaměřila především na aktivity vztahující se ke kosmonautice a astronomii a dává dětem možnost nahlédnout do tajů vesmíru. Kromě přednášek na hvězdárnách a v planetáriích CSO pro školy zajistila astronomické dalekohledy k pozorování Slunce, Měsíce a hvězd, děti měly možnost vyzkoušet si svoje konstruktérské a programátorské schopnosti při práci s moderními stavebnicemi a zkoumat nové materiály s využitím profesionálních termokamer.

Jednou z oblíbených technických her, pořízenou pro školy z projektových prostředků, je robotická stavebnice. Zdroj: CSO

Jednou z nejdůležitějších aktivit projektu MAT21 je dlouhodobá podpora činnosti kroužků malých vědců na partnerských základních a středních školách v pěti krajích České republiky. Těchto kroužků běží celkem dvacet šest a angažuje se v nich téměř 400 dětí. Každý kroužek navštěvuje 10 až 20 dětí a jejich zaměření je velice rozmanité. Mezi hlavní obory patří samozřejmě astronomie, kosmonautika a fyzika, ale najdeme zde i témata směřovaná k technice, robotice, mechatronice, materiálovému výzkumu, chemii a jiným přírodním vědám.

Školní kroužky a kluby však nejsou jedinou náplní projektu. Každé tři měsíce vychází časopis MAT21, který informuje o všem novém, co se v rámci projektu chystá a přibližuje již uskutečněné akce. Pro využití v kroužcích se připravuje odborná publikace o jaderné fúzi a byla vydána brožura s názvem Pokusy, experimenty a hrátky s fyzikou, jejímž autorem je spolupracovník České kosmické kanceláře RNDr. Jindřich Hnízdo. Kniha obsahuje 30 fyzikálních

experimentů, které jsou snadno realizovatelné ve školní třídě nebo laboratoři.

Kroužky mají k dispozici řadu pomůcek zakoupených z finančních prostředků projektu. Nejpopulárnější pomůckou je samozřejmě astronomický dalekohled (Sky-Watcher Evostar-90 na montáži EQ-2 s hodinovým strojem a slunečním filtrem). Dále jsou to robotická stavebnice Lego MindStorms NXT, stavebnice obsahující solární články, termokamera, plazmová koule, levitující a rotující globus, optické hranoly, kufřík se vzorky různých běžných i méně běžných materiálů, ale třeba i unikátní rozkládací model fúzního reaktoru a kolo Powercycle, které podle intenzity šlapání rozsvěcí žárovky na informačním panelu.

Pro popularizační a vzdělávací využití je připravena série videonahrávek představujících zajímavé aktivity z různých vědecko-technických oborů a formou medailonku i několik předních vědeckých osobností. S finanční a administrativní podporou projektu mohou spolupracující kroužky uspořádat výlet do muzeí, na výstavy, odborné programy či exkurze, besedy u některého z projektových partnerů nebo kamkoliv jinam, kde děti získají nové podněty pro své vědecké bádání.

Projektový čtvrtletník MAT21 informuje o všech důležitých aktivitách v projektu a o zajímavostech z vědecko-technických oborů, které jsou předmětem náplně projektu. Zdroj: CSO

„Z pohledu České kosmické kanceláře se jako nejzajímavější jeví návštěvy na Štefánikově hvězdárně v Praze a v Planetáriu a hvězdárně Brno. Tyto návštěvy absolvovalo zatím osm škol v Praze a čtyři v Brně. Téměř čtyřhodinová exkurze vždy začala přednáškou a besedou o kosmonautice, následovala prohlídka dalekohledů a návštěva byla zakončena astronomickým programem v hlavním sále. I když počasí nebylo vždy nakloněno pozorování velkými dalekohledy, byli děti s programem spokojeny a o to nám jde především“, říká Milan Halousek, koordinátor projektu MAT21 z České kosmické kanceláře.

Studenti Gymnázia Teplice na exkurzi Štefánikovy hvězdárny v Praze. Zdroj: CSO

Téměř třetina školních kroužků MAT21 se v letošním roce zapojila i do dalšího projektu koordinovaného Českou kosmickou kanceláří – Mise-X: Trénuj jako kosmonaut. Děti v posádkách kosmických lodí si vyzkoušely několik pokusů v laboratořích a řadu tělocvičných disciplín, které se podobají skutečnému tréninku kosmonautů.

„Jsme moc rádi, že nám v partnerských školách vyrůstají děti, které kosmonautika a související obory baví. Věříme, že časem o nich budeme psát i v souvislosti s úspěchy v odborných studentských soutěžích nebo později o jejich profesním životě“, dodává Milan Halousek.

Odkazy:
www.materialy21.cz
www.facebook.com/materialypronovetisicileti

TOSKA: KOSMICKÁ ZÁKLADNA PRAŽSKÝCH STŘEDOŠKOLÁKŮ

V polovině května letošního roku odletěl tým českých středoškoláků do San Diega v Kalifornii, aby se zúčastnil Mezinárodní konference o rozvoji kosmonautiky (ISDC 2013). V rámci studentské části této velké konference proběhlo i vyhlášení výsledků soutěže NASA o nejlepší návrh kosmické základny, do které český tým poslal vlastní projekt TOSKA a získal ve své kategorii čestné uznání za osmé místo.

Český tým projektu TOSKA, zleva Jakub Sláma, Aneta Ceplechová, Michaela Lofflerová, Aleš Ceplecha. Zdroj: tým TOSKA

Projekt TOSKA je návrh na trvale obydlenou základnu ve vesmíru, kterou letos podali čtyři studenti středních škol z Prahy a Kladna do mezinárodní technické soutěže NASA Space Settlement Contest. Studie českých studentů rozebírá kosmickou základnu po všech možných stránkách. Od těžby stavebního materiálu na Měsíci přes vhodné umístění ve sluneční soustavě, technické a energetické podmínky provozu, dopravu, demografickou skladbu osadníků a jejich pracovní profese, strukturu místního průmyslu a podobně.

Obří stavebnice z obytných koulí

Základna je umístěna v 5. Lagrangeově bodě soustavy Země - Slunce, tj. v rovině oběžné dráhy země, 60 úhlových stupňů za Zemí vůči Slunci. TOSKA je navržena jako flexibilní stavebnice z volitelného množství pater ve tvaru prstenců o průměru 1790 metrů. V celkovém pohledu tak připomíná prstýnek anebo trubku, pokud by pater bylo několik desítek. Každý prstenec je složen ze 115 koulí, jež představují základní stavební jednotku základny. Centrální osou stanice prochází betonový pilíř o průměru deseti metrů, z něhož vedou k prstencům trubicové struktury s výtahem pro dopravu posádky. Centrální pilíř slouží jednak k parkování kosmických dopravních prostředků, ale také k vědeckým experimentům, neboť má uvnitř téměř nulovou gravitaci.

Každá koule má v průměru 56 metrů a její vnitřní prostředí (např. tlak, vlhkost, teplota, světlo) je nezávisle nastavitelné. Na stanici se nachází různé klimatické zóny, v nichž se střídají teploty a osvětlení odpovídající buď všem, nebo jen vybraným ročním obdobím, například střídání jara a podzimu. Některé zóny pak mají klima i zcela neměnné a panuje v nich například trvalé léto nebo věčná zima. Stanice je osvětlena bílým LED světlem, které zhruba nahrazuje přirozené sluneční světlo. Délka dne a noci je pomocí osvětlení nastavena tak, aby odpovídala přirozenému průběhu na Zemi dle aktuálního ročního období v mírném podnebním pásmu.

Slavnostní recepce na International Space Development Conference. Zdroj: tým TOSKA

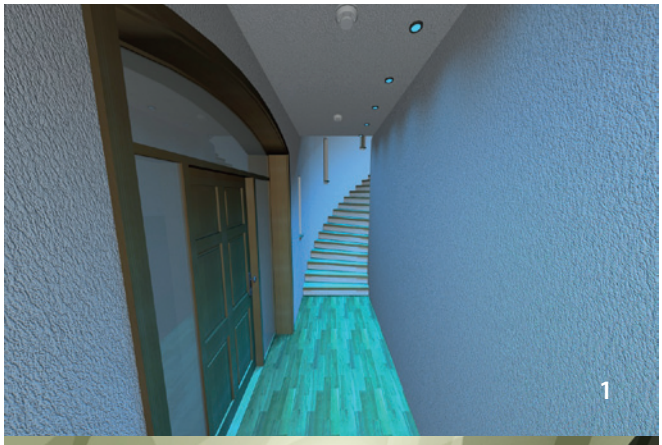
Prostor pro život

Ve spodní části většiny koulí se nachází prostory pro pěstování potravin a metro objíždějící celou stanici. V horní části je obytná zóna s několikapodlažními domy, ulice a střešní zahrady. 90 koulí v každém prstenci je obytných, 20 slouží lidem jako parky a sportoviště a zbylých 5 je určeno pro produkci potravin, recyklaci a další technické zázemí. Každá obytná koule nabízí prostor pro život 50 až 60 lidí. Kvůli rotaci celé základny je podlaha zakřivená tak, aby vektor působící odstředivé síly mířil kolmo k podlaze a simuloval tak přitažlivost na Zemi. K dosažení pozemské hodnoty tíhového zrychlení 1g je třeba, aby se základna otáčela rychlostí asi jedné otáčky za minutu. V pohybujícím se metru však bude tíhové zrychlení průběžně stoupat a ve stanici opět klesat na 1g. Pro snížení zdravotního rizika strojvedoucích tedy studenti navrhují, aby vlak byl řízený počítačem. Metro má kolem celé stanice pět zastávek, v každé třiadvacáté kouli. Vzhledem k obvodu stanice, který činí asi 5,6 kilometrů, je většina míst dostupná chůzí.

Na Měsíci vyrobit, ve vesmíru sestavit

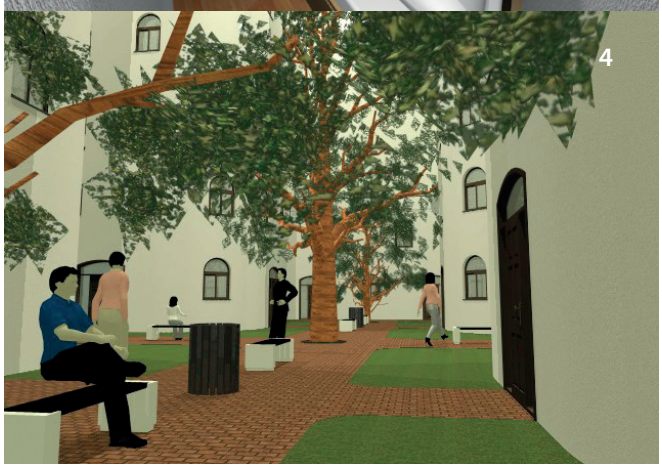
TOSKA je sestavena z betonových panelů vyrobených v měsíční továrně s těžbou regolitu, jejíž vhodné umístění a fungování studenti také promýšleli. Voda pro přípravu betonu, stejně jako pro pozdější využití na stanici, má být produkována přímo na Měsíci chemickou reakcí vodíku dovezeného ze Země a ilmenitu, minerálu obsaženém v měsíční hornině. Navržená tloušťka stěn základny činí neskromných 100 centimetrů a slouží částečně i jako ochrana před kosmickým zářením. Zbylou radiační ochranu má zajistit elektromagnetické pole. Zdrojem převážné části energie pro provoz stanice jsou dva jaderné reaktory a jako doplněk, či pro případ odstávky jednoho z reaktorů, poslouží solární panely. Pro stabilizaci celé stanice v prostoru studenti zvolili osvědčený princip z Mezinárodní kosmické stanice, tedy sadu akcelerometrů a setrvačníků řízených počítačem.

Náklady na vybudování a osídlení stanice studenti odhadli na 213 miliard USD a pro vybudování jejího prvního obyvatelného prstence by mělo stačit 7 let.



Vizualizace prostor každé obytné koule. Zdroj: tým TOSKA

1 společná chodba
2 zahrada v horním patře hlavní budovy
3 ložnice
4 hlavní ulice



ROZHOVOR S ANETOU CEPLECHOVOU

Jet do Spojených států amerických na soutěž NASA, to se mnoha studentům asi nepoštěstí! Nebo víte o nějakých vašich předchůdcích?

Pokud vím, tak jsme úplně první tým z České republiky, který se této soutěže za dvacet roků její existence zúčastnil. NASA Ames Research Center a National Space Society ji každoročně vyhlašují už od roku 1994 v několika věkových kategoriích. Kromě prezentace našeho projektu jsme měli možnost prohlédnout si práce ostatních a načerpat tak inspiraci do příštího ročníku.

A jak jste s projektem TOSKA nakonec dopadli?

Od poroty jsme dostali cenu Honorable Mention, tedy něco jako čestné uznání. Jelikož se letos do soutěže přihlásilo téměř 600 projektů a TOSKA se umístila na 8. místě v naší kategorii, jsme s výsledkem samozřejmě spokojeni. Za možnost účastnit se této konference jsme moc vděčni projektu Dreamcatcher, který nám uhradil náklady na cestu, ale i České kosmické kanceláři, díky které jsme se o soutěži dozvěděli.

Měli jste kromě soutěže a konference v USA i čas na něco jiného?

Ještě před konferencí jsme si užili návštěvu New Yorku, kde jsme si stihli prohlédnout nejzajímavější památky a nasát atmosféru velkoměsta. Poté jsme zamířili do San Diega na západním pobřeží USA, poblíž něhož se konference konala. Také v San Diegu jsme měli vyčleněno pár dní na prohlídku města, které nás všechny uchvátilo.

Co se vám tam líbilo nejvíce?

No vzhledem k našemu zaměření asi nikoho nepřekvapí, že jsme se těšili hlavně na návštěvu místního Air and Space Museum, kde mají vystavenou i návratovou kabinu Apolla 9. Hlavním cílem naší cesty ale byla účast na International Space Development Conference, která proběhla 23. - 27. května. Je to jedna z největších světových konferencí s kosmickou tématikou a pořádá ji americká National Space Society.

O čem konference letos byla a kolik na ní přijelo studentů?

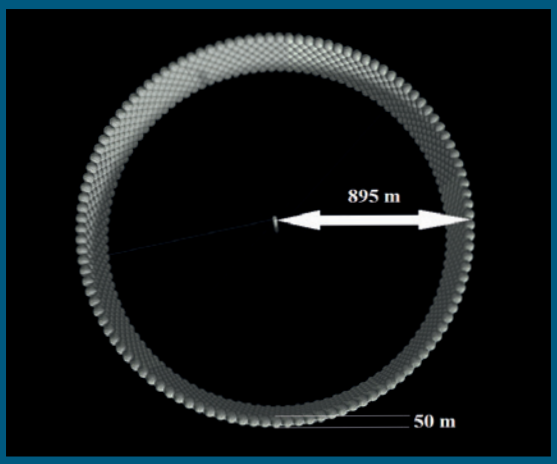
Studenti tvořili téměř polovinu ze všech 800 účastníků. Hlavními tématy diskusí byly asteroidy, jejich využití jako zdroje surovin, ale i ochrana proti nim. Představeny byly nové objevy v kosmické vědě a technologiích, hlavně způsoby využití kosmu ke zlepšení života na Zemi a nové trendy při zkoumání Měsíce a Marsu. Hlavní program pak doplnila i související témata zaměřená na podnikání a politiku.

Jaké momenty byly pro vás na konferenci kromě soutěže nejzajímavější?

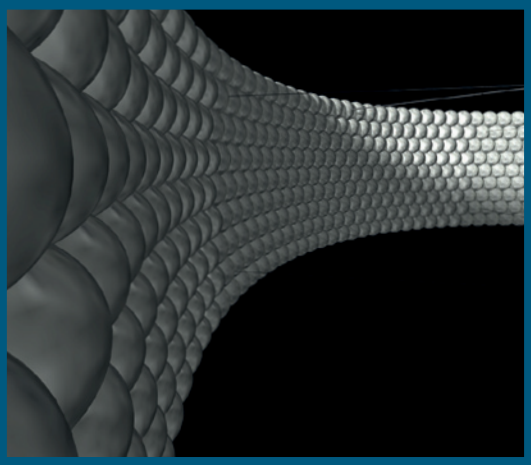
Vyvrcholením konference bylo vystoupení předního vědce a bývalého indického prezidenta, Dr. Abdula Kalama, který představil nadnárodní výzkumný projekt Space Solar Power: Key to a Liveable Planet Earth. Týkal se výroby elektrické energie ve vesmíru ze slunečního záření a jejího využití na Zemi. Tento koncept byl důkladně studován po mnoho let jako odpověď na dlouhodobou vysokou energetickou spotřebu na Zemi.

Setkali jste se na konferenci i s nějakým kosmonautem?

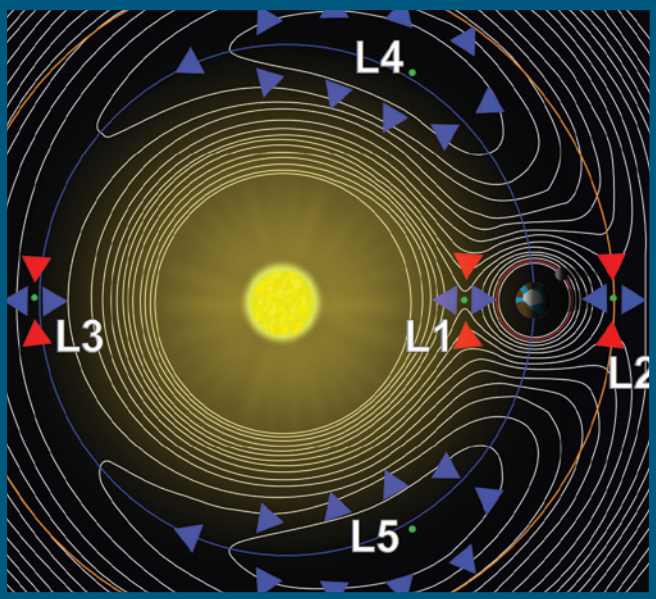
Ano, potkali jsme se s Buzzem Aldrinem, druhým mužem, který se procházel v roce 1969 po Měsíci. Podepsal nám svou novou knihu Mission to Mars. Vysvětluje v ní své představy o tom, jak dostat člověka do roku 2035 na Mars a o tomto tématu mluvil i ve své přednášce na konferenci.



Pohled na model stanice shora.
Zdroj: tým TOSKA



Pohled na vnitřní stranu prstenců základny.
Zdroj: tým TOSKA



Schematické zobrazení Lagrangeových bodů soustavy Slunce – Země.
Umístění stanice je navrženo do bodu L5. Zdroj: Wikipedia

NABÍZÍME

DLOUHODOBÉ PARTNERSTVÍ

Není vázáno na žádnou konkrétní aktivitu a jehož cílem je posílení pozice pracoviště na národní i mezinárodní úrovni, budování kapacit a vnitřního know-how.

- hledání zahraničních i domácích partnerů a komunikace s nimi
- zastoupení a prezentace na tuzemských i zahraničních akcích
- průběžné sledování projektových příležitostí
- výhledové analýzy příležitostí a potřeb v zájmových oblastech
- vzdělávání pracovníků
- propagace pracoviště v médiích

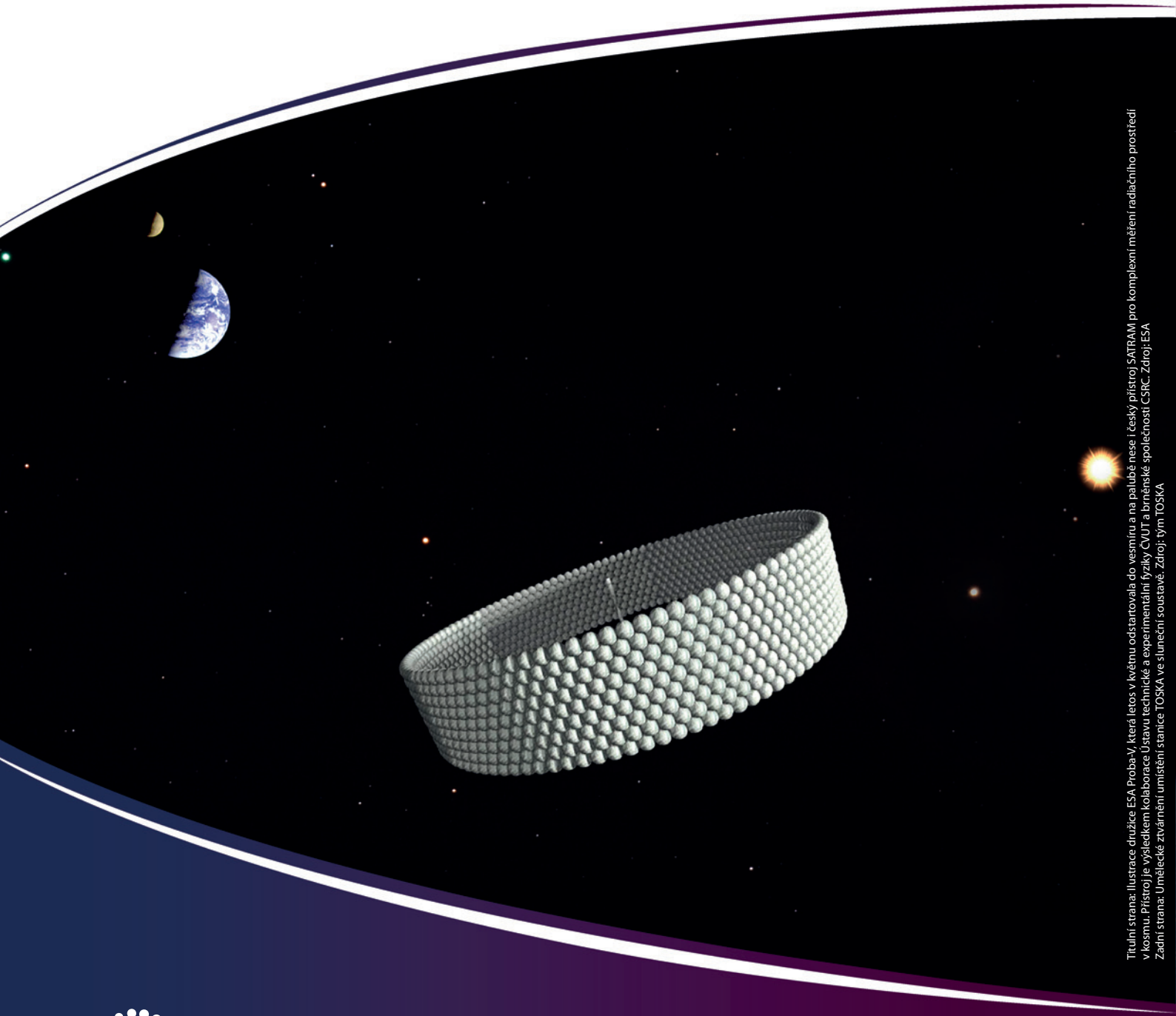
SPOLUPRÁCI NA PROJEKTU

Má za cíl usnadnit pracovišti zapojení do konkrétní aktivity a snížit administrativní zátěž během přípravy i řešení projektu.

- analýza konkrétní příležitosti a spolupráce na tvorbě přípravných studií
- nalezení domácích či zahraničních partnerů
- komunikace s poskytovateli financí a národními delegáty
- pomoc s přípravou projektového návrhu
- projektový management
- prezentace a propagace výsledků

Kontakt

info@czechspace.cz
+420 224 918 288



Titulní strana: Ilustrace družice ESA Proba-V, která letos v květnu odstartovala do vesmíru a na palubě nese i český přístroj SATRAM pro komplexní měření radiačního prostředí v kosmu. Přístroj je výsledkem kolaborace Ústavu technické a experimentální fyziky ČVUT a brněnské společnosti CSRC. Zdroj: ESA
Zadní strana: Umělecké ztvárnění umístění stanice TOSKA ve sluneční soustavě. Zdroj: tým TOSKA

CZECH SPACE OFFICE

CZECH SPACE OFFICE

PRVNÍHO PLUKU 17
186 00 PRAHA 8
CZECH REPUBLIC

+420 224 918 288
info@czechspace.cz

www.czechspace.cz