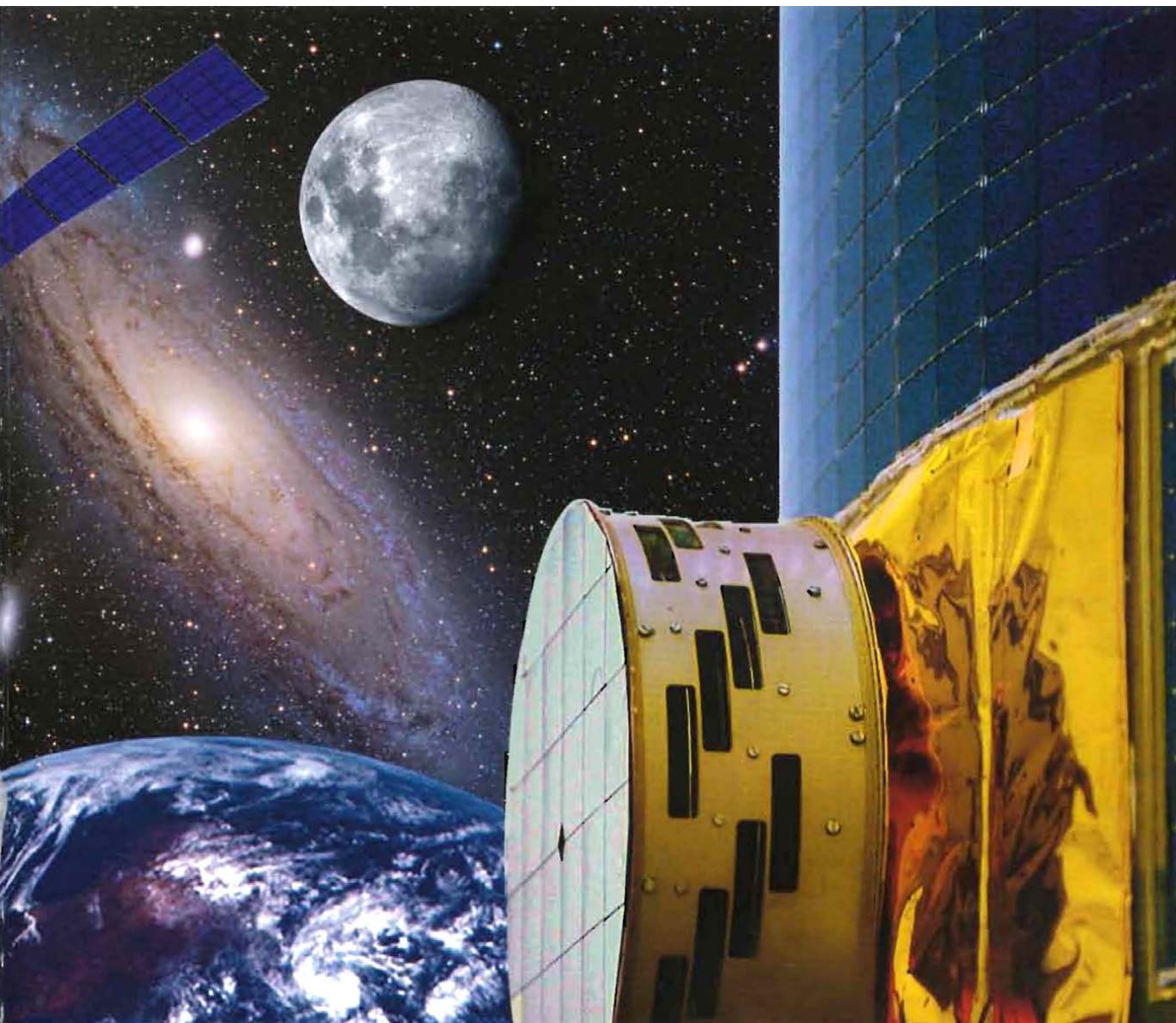




Košickí „astronauti“



Skúmanie vesmíru patrí medzi najväčšie výzvy ľudstva. Naša krajina má príliš malé zdroje na to, aby sa mohla sama pustiť do nákladného kozmického výskumu. Možno vás však prekvapí, že na Slovensku sú špecialisti, ktorí majú schopnosti a priestor, aby sa zapájali do medzinárodných projektov zaoberajúcich sa skúmaním vesmírnych javov. Dokazujú, že Slovensko sa vie výrazne presadiť v modernom vedeckom výskume a najnovších technológiách. Veria si a sústreďujú svoje sily a zdroje tam, kde majú najväčšie predpoklady na presadenie sa medzi svetovou špičkou.

Kozmický výskum je neodmysliteľnou súčasťou koloritu našej doby. Táto doména síce náleží predovšetkým niekoľkým svetovým veľmociam, ale aj viaceré menšie krajiny prispievajú k výskumu kozmu, zvyčajne v rámci svojich národných kozmických programov. Slovensko, na rozdiel od iných podobne malých krajín, zatiaľ svoj oficiálny národný kozmický program ani zabehnuté centrálné inštitúcie, ktoré by ho v tejto oblasti reprezentovali v zahraničí, nemá. Má však pracoviská, ktoré úspešne pracujú v kozmickom výskume už niekoľko desaťročí. Najvýznamnejším z nich je Ústav experimentálnej fyziky SAV v Košiciach, ktorého kozmický program siaha už vyše 40 rokov dozadu.

O čo vlastne ide

Už prvé kozmické sondy vyslané človekom nad atmosféru Zeme priniesli vzrušujúce geofyzikálne objavy. Medzi prvé fyzikálne fenomény registrované družicami patrili toky nabitých energetických častíc. Hneď prvá americká družica EXPLORER-1 zaznamenala svojimi Geiger-Müllerovými detektormi zvláštnu priestorovú konfiguráciu týchto tokov – tzv. Van Allenove radiačné pásy. Tento objav ukázal, že Zem svojím magnetickým poľom vychyluje a do radiačných pásov „uväzňuje“ elektricky nabité, vysoko energetické častice, ktoré by inak mohli bombardovať atmosféru a povrch Zeme, a tým ohrozovať život na nej. Ďalšie a ďalšie vyslané kozmické sondy postupne zmapovali okolozemský priestor a na základe ich vedeckých dát sa postupne upresňuje model oveľa komplexnejšieho, štruktúrovaného, magnetizovaného plazmového objektu – zemskej magnetosféry, ktorá je produktom slnečného vetra a magnetického poľa Zeme. Až moderná kozmická fyzika ukázala, že Slnko pôsobí na Zem a na život na nej nielen všeobecne známou gravitáciou a elektromagnetickým

žiarením (patrí tu okrem iného aj jeho svetlo a teplo), ale aj obrovským korpuskulárnym žiarením. Jeho geofyzikálny význam vôbec nie je zanedbateľný. Brzdenie nabitých energetických častíc v atmosfére Zeme vo vyšších zemepisných šírkach spôsobuje nielen známu polárnu žiaru, ale predstavuje aj značný energetický prínos s príslušnými dôsledkami napríklad na globálny vývoj počasia. Známa je napríklad chronická tlaková níž nad severným Atlantikom v blízkosti magnetického pólu Zeme, kde častice do atmosféry ľahšie prenikajú pozdĺž

siločiar magnetického poľa. Vzhľadom na blízkosť nabitých častíc a zemskeho magnetického poľa spôsobujú väčšie zmeny ich toku aj na Zemi pozorovateľné poruchy jej magnetického poľa, známe ako magnetické búrky. Dôsledky veľkých magnetických búrok sprevádzaných zosilnenou radiáciou sú veľmi závažné pre šírenie elektromagnetických vĺn, činnosť pozemných telekomunikačných a energetických sústav. Môžu byť až fatálne pre telekomunikačné družice a pre posádky pilotovaných kozmických letov.



Ako sa to začalo u nás

Vôbec prvý slovenský projekt na sledovanie kozmu sa začal ešte v roku 1957. Vedci zo Slovenskej akadémie vied vtedy v rámci Medzinárodného geofyzikálneho roka umiestnili na Lomnickom štíte monitor na meranie sekundárneho kozmického žiarenia. Pravidelný monitoring kozmického žiarenia sa na druhom najvyššom tatranskom kopci robí doteraz. V 70. rokoch minulého storočia sa košické pracoviská akadémie vied stali v Československu prvými mimopražskými, ktoré sa pustili do prípravy kozmických projektov v automatickom režime. Ide o merania uskutočňované kozmickým družicami priamo vo vesmíre. V presne stanovených časových intervaloch bez toho, aby bol pri nich potrebný človek.

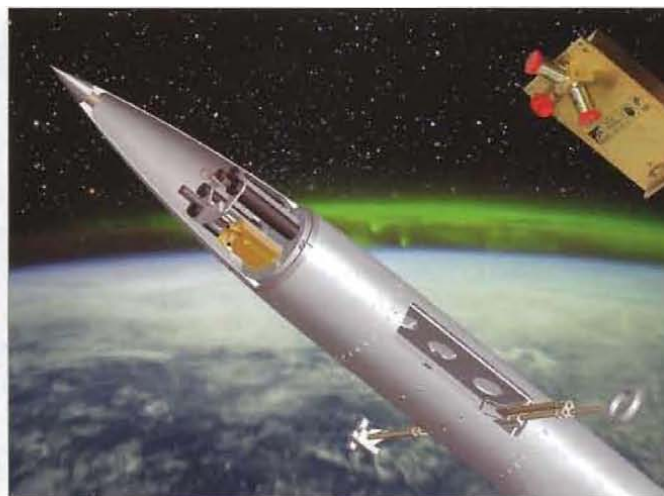
Práve na poli registrácie tokov energetických častíc na umelých družiciach Zeme sa uchýlil aj Ústav experimentálnej fyziky SAV v Košiciach. Vývoj jeho registračných družicových aparatúr však nikdy neprebíhal izolovane. Každá aparatúra bola objednaná a špecifikovaná širším medzinárodným vedeckým tímom s určitým konkrétnym vedeckým zámerom a programom. Bohaté medzinárodné kontakty s mnohými špičkovými svetovými kozmofyzikálnymi pracoviskami sa budovali postupne. Keďže objednávky prístrojovej techniky pre kozmický výskum časom pribúdali, vzniklo v roku 1975 špecializované pracovisko priamo na pôde ÚEF. Položil sa tak základ vývojovo-realizačnej skupiny kozmickej techniky, ktorá na ÚEF SAV pracuje dodnes.

Za málo peňazí veľa muziky

Pri konštruovaní vesmírnych zariadení sa kladie dôraz na miniaturizáciu a znižovanie príkonu z dôvodu šetrenia energiou. Dôležitá je tiež schopnosť selektovať informácie a prenášať iba tie dôležité. Navyše, zariadenia treba budovať tak, aby dokázali dlhodobo pracovať v extrémnych podmienkach. Kozmická prístrojová technika tak patrí medzi najnáročnejšie technické disciplíny vyvíjané človekom. Zabezpečenie vysokej dlhodobej spoľahlivosti a stability je v podmienkach otvoreného kozmu vždy problematické. Prístroje sa musia podrobiť tvrdému ionizujúcemu žiareniu, extrémnym zmenám teploty, vysokému vákuu a tiež veľmi silným akceleráciám a vibráciám počas štartu kozmického nosiča. To všetko pri zachovaní veľmi drastických váhových, rozmerových a energetických limitov. Závažným špecifikom je aj pomerne úzky informačný kanál, ktorým musia kozmické meracie prístroje odovzdať nameranú informáciu na Zem. To sa nezaobíde bez nutnosti dátovej kompresie a predspracovania informácie už na palube kozmickej sondy.

Zabezpečenie týchto kritérií v podmienkach západných pracovísk kozmického výskumu vedie k veľmi vysokým nákladom na kozmickú techniku. Vystihuje ju pomerne kuriózna, ale s malými odchýlkami naozaj platná rovnica. Podľa nej jeden kilogram typického kozmického prístroja zaberá objem jeden liter, spotrebuje jeden Watt energie a celkové náklady na jeho realizáciu sú jeden milión amerických dolárov. Prvé tri položky tejto rovnice približne platia aj pre prístroje realizované na ÚEF SAV, posledná položka býva asi o dva rády nižšia. Ani na tak lacnú výrobu kozmickej techniky sa však doteraz nenašla adekvátne domáca podpora. Viaceré prístroje z ÚEF by do kozmu najskôr nikdy nepoleteli, keby sa na základe medzinárodných vedeckých kontaktov nepodarilo získať zahraničných partnerov. Tí mali veľký záujem o vedecké dáta a zabezpečili aspoň tie najdrahšie komponenty – najmä polovodičové detektory a kozmicky kvalifikované elektronické súčiastky. Pritom vždy ide aj o reprezentáciu v zahraničí a o transfer cenného know-how do domácich pomerov.

Vytvárajú väčšinu tých výstupov SAV, ktoré si všíma aj zahraničie



Na palubách kozmických sond

V polovici 70. rokov vznikol nápad pokúsiť sa nájsť skúsenejších elektrotechnikov v Košiciach, ktorí by boli schopní vyvíjať elektronické, ako aj jednoduchšie detekčné systémy na merania kozmických častíc pre družice. Pochopenie pre tieto aktivity boli najmä na vtedajšej Katedre rádioelektroniky Elektrotechnickej fakulty Vysoké školy technickej (dnes Fakulta elektrotechniky a informatiky Technickej univerzity). V roku 1975 vzniká na ÚEF SAV malá technická skupina (vtedy oddelenie kozmického žiarenia, od roku 1980 oddelenie kozmickej fyziky), ktorá začala vyvíjať návrhy, konštrukcie a testovania aparátúr pre družice v spolupráci s katedrou FEI TU. Začali sa tak rozvíjať analytické i experimentálne práce. Pred takmer štyridsiatimi rokmi, 7. augusta 1970, vypustili vo vtedajšom Sovietskom zväze umelú družicu Zeme Interkozmos-3 (JK-3). Touto družicou sa datujú začiatky kozmofyzikálneho výskumu na ÚEF SAV v Košiciach a na slovenských pracoviskách vôbec. Išlo o jednu z prvých účasti slovenských pracovísk na výskume kozmu za hranicami atmosféry. Išlo najmä o opis procesov, ktoré vedú k zmenám tokov energetických častíc v nízkej zemskej magnetosfére.

V tomto období slovenskí vedci pochopiteľne aj v tejto oblasti spolupracovali takmer výlučne s kolegami z vtedajšieho Sovietskeho zväzu a krajín združených v RVHP. Pre Ústav experimentálnej fyziky Slovenskej akadémie vied v Košiciach je ďalším historickým medzníkom 24. september 1977, keď v rámci projektu Interkozmos-17 opustila z ruského kozmodrómu Pleseck planétu Zem prvá družica vyvinutá v Košiciach. Aparatúra s typovým označením SK-1 sledovala kozmické neutróny a gama žiarenie. Začal sa jeden z najproduktívnejších projektov na sledovanie kozmického žiarenia, do ktorého sa naši vedci zapojili. Až štyri družice boli vtedy vo vesmíre vybavené technológiami, ktoré vyrobili na východnom Slovensku. Problematika tokov neutrónov a gama žiarenia je pritom stále aktuálna. Jedným z experimentov tejto série bol aj merací prístroj SK-1 v projekte Štefánik so slovenským kozmonautom Ivanom Bellom vo februári 1999 na stanici MIR. Projekty na merania kozmického žiarenia priniesli košickým vedcom roky nepretržitých meraní. Okrem iného im tiež výrazne otvorili možnosti ďalšej medzinárodnej kooperácie. Zmeny spoločenských pomerov v roku 1989 tak prirodzene zintenzívnili kontakty s kolegami pôsobiacimi mimo krajín niekdajšieho sovietskeho bloku – zo západnej Európy, Japonska a USA.

ÚEF SAV v Košiciach

Venuje sa základnému výskumu v šiestich oblastiach fyziky. Je to fyzika vysokých energií – zameriava sa na výskum elementárnych častíc, kozmická fyzika – zaoberá sa výskumom kozmického žiarenia a jeho vplyvom na človeka, fyzika nízkych teplôt – dominuje tu problematika supravodivosti a supratekutosti, fyzika magnetických javov, fyzika kovov a biofyzika. Cez všetky tieto odbory sa prelína teoretická fyzika. Ústav má zhruba 110 zamestnancov, čím sa radí medzi najväčšie ústavy v rámci SAV.

Oddelenie kozmickej fyziky ÚEF SAV

Zameriava sa na skúmanie fyzikálnych procesov prebiehajúcich v kozme, ktoré je možné študovať najmä prostredníctvom energetických kozmických častíc, vrátane kozmického žiarenia. Ide o výskum zemskej magnetosféry, medziplanetárneho priestoru, slnečného povrchu, ako aj heliosféry. Od svojho založenia v roku 1969 sa oddelenie podieľalo na viacerých kozmických družicových experimentoch. Meranie kozmického žiarenia zabezpečuje neutrónový monitor umiestnený vo vysokohorskom observatóriu na Lomnickom štíte vo Vysokých Tatrách v nadmorskej výške 2 632 metrov.



Double Star a Simulátor

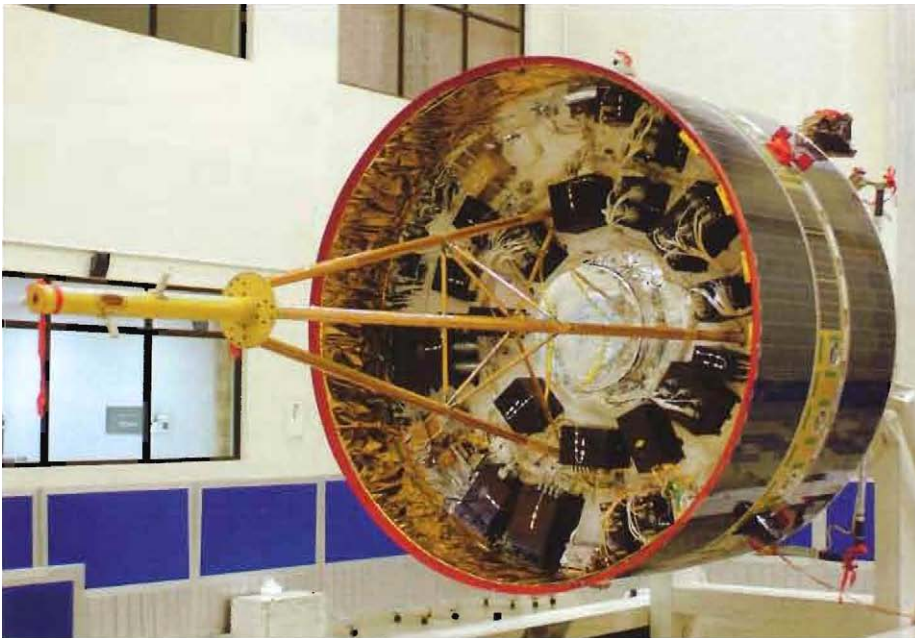
Medzi poslednými úspešnými projektmi bola spoluúčasť našich vedcov na európsko-čínskom projekte Double Star. Európska vesmírna agentúra na ňom spolupracuje s Čínskou akadémiou vied. Košickí fyzici sa podieľali na príprave aparatury NUADU – detektora neutrálnych energetických atómov. Aparatúru vyvíjali na ÚEF v spolupráci s Írskou národnou univerzitou v Maynooth, Centrom pre kozmické vedy a aplikovaný výskum v Pekingu a Švédskym ústavom kozmickej fyziky v Kirune. Dve družice projektu Double Star vyniesli z čínskych

kozmodrómov v decembri 2003 a v júni 2004 rakety typu Long March. Prichádzajú z nich výsledky meraní neutrálnych energetických častíc.

Veľmi dôležitá udalosť sa v ÚEF odohrala pred dvoma rokmi. Do prevádzky tam uviedli simulátor kozmického priestoru SPACEVAC. Unikátne zariadenie slúži na kvalifikačné a kalibračné testy satelitných vedeckých aparátúr pred ich vyslaním do kozmického priestoru. Všetky kozmické vedecké aparatury konštruované v košickom ústave museli dotedy absolvovať termovákuové

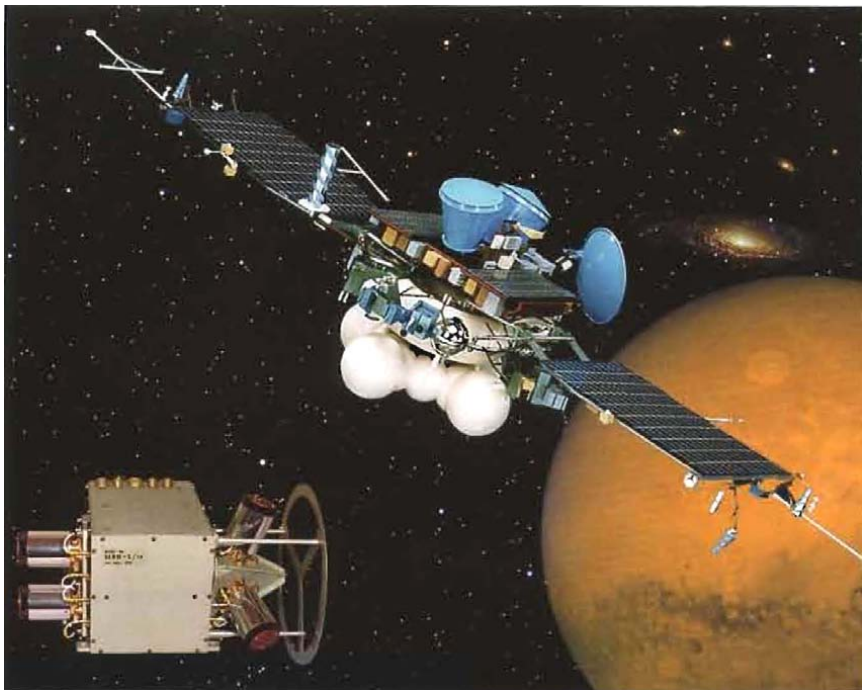
testy v partnerských zahraničných laboratóriách. Od roku 2007 si v Košiciach svoju kozmickú techniku testujú doma. Dokonca testy tohto druhu ponúkajú aj zahraničným partnerom.

Pracovníci Ústavu experimentálnej fyziky SAV sa podieľali na vývoji častí experimentálnych zariadení pre prístroje, ktoré sú umiestnené na štrnástich družiciach, dvoch kozmických sondách a dvoch výškových raketách. Do vesmíru sa tak už dostalo vyše dvadsať kozmických vedeckých prístrojov vyrobených s účasťou laboratórií v Košiciach.



Meranie kozmického žiarenia

Je dôležité nielen preto, že prináša informácie o tom, čo sa vo vesmíre deje. Pomáha aj pri štúdiu vplyvu vesmíru na Zem. Z kozmu v rámci vesmírneho žiarenia prichádzajú častice, ktoré vyvolávajú rozličné fyzikálne efekty. Tie majú negatívne účinky na fungovanie technológií v družiciach, navigačných systémoch, prístrojoch lietadiel, ale aj zariadeniach na zemskom povrchu. Napríklad na veľkých rozvodných systémoch slúžiacich na prenos elektrickej energie. Vesmírne efekty, ktoré ovplyvňujú dianie na Zemi, väčšinou spúšťajú udalosti odohrávané sa na Slnku – slnečné erupcie či magnetické búrky. Pozorovanie tohto kozmického počasia však nie je jediným prínosom vesmírneho výskumu. Astronomické projekty posúvajú vpred aj technologickú úroveň pozemných technológií. Tie kozmické sú vždy pred nimi a po využití vo vesmíre sa hľadajú možnosti uplatnenia i na zemskom povrchu.



Zatiaľ neúspešná cesta na Mars

Vedecký prístroj vyvinutý v Ústave experimentálnej fyziky Slovenskej akadémie vied v Košiciach sa vybral aj na cestu na Mars. Stalo sa tak pred trinástimi rokmi. Medziplanetárnu kozmickú sondu MARS-96, určenú na podrobný výskum planéty, vyniesla 16. novembra 1996 z kozmodrómu Bajkonur mohutná štvorstupňová raketa typu Proton. Jej let však krátko po štarte zlyhal. Ruská raketa sa zrútila do Tichého oceánu v oblasti medzi Veľkonočným ostrovom a Čile. Okrem celého radu vedeckých prístrojov, z mnohých výskumných pracovísk z vyše dvadsiatich krajín bola na palube sondy aj vedecká aparátúra SLED-2 vyvinutá v Košiciach. Mala registrovať nabité energetické častice na orbite okolo Marsu. Sonda mala na Marse pristáť v roku 1997. V Košiciach, samozrejme, veria, že na Slovensku vyvinuté prístroje sa na červenú planétu ešte dostanú.

ESA a Slovensko

Európska vesmírna agentúra (ESA) so sídlom v Paríži je európska brána do vesmíru. V tejto medzinárodnej organizácii má zastúpenie momentálne 18 členských krajín. Najnovším členom je Česká republika. Koordinovaním finančných a intelektuálnych zdrojov svojich členov ESA vyvíja aktivity ďaleko za možnosťami jednej krajiny. Jej programy zisťujú informácie o Zemi, vesmírnom prostredí, našej slnečnej sústave a o vesmíre ako celku. V centre záujmu sú aj komunikačné družice a služby. ESA blízko spolupracuje s ostatnými vesmírnymi agentúrami. V blízkej budúcnosti sa má premeniť na kozmickú organizáciu Európskej únie. Návrh na účasť Slovenska na spolupráci s ESA schválila slovenská vláda 15. júla 2009. Samotnú dohodu o spolupráci Slovenska s Európskou vesmírnou agentúrou má vláda prerokovať ešte tento rok. V prípade členstva bude Slovensko ESA finančne prispievať. Ale ako člen bude môcť čerpať z bohatých agentúrnych fondov. Za peniaze z ESA by sme mohli umiestniť na spoločné satelity vlastné programy a prístroje, ktoré vyvíja ÚEF SAV v Košiciach.



Družica pred košickým dómom

Za jasnej noci môžeme vidieť prelietavať množstvo umelých družíc Zeme (i medzinárodnú vesmírnu stanicu ISS). V Košiciach ste však v máji tohto roka mohli vidieť umelú družicu priamo v historickom centre mesta. Vystavili ju pred nádherným gotickým priečelím Dómu svätej Alžbety. Išlo o model čínsko-európskej družice Double Star TC-2 v mierke 1:4. Družicu vystavovalo oddelenie kozmickej fyziky, ktorého pracovníci sa podstatnou mierou podieľali na vývoji detektora NUADU, pracujúceho na tejto družici. Model družice vystavili v centre mesta počas Festivalu fyziky, organizovaného Ústavom experimentálnej fyziky SAV.



Model čínsko-európskej družice Double Star. Pozostáva aj zo zariadení, vyvinutých v Košiciach. 📍

Autor: Peter BESKYD
Foto: archív