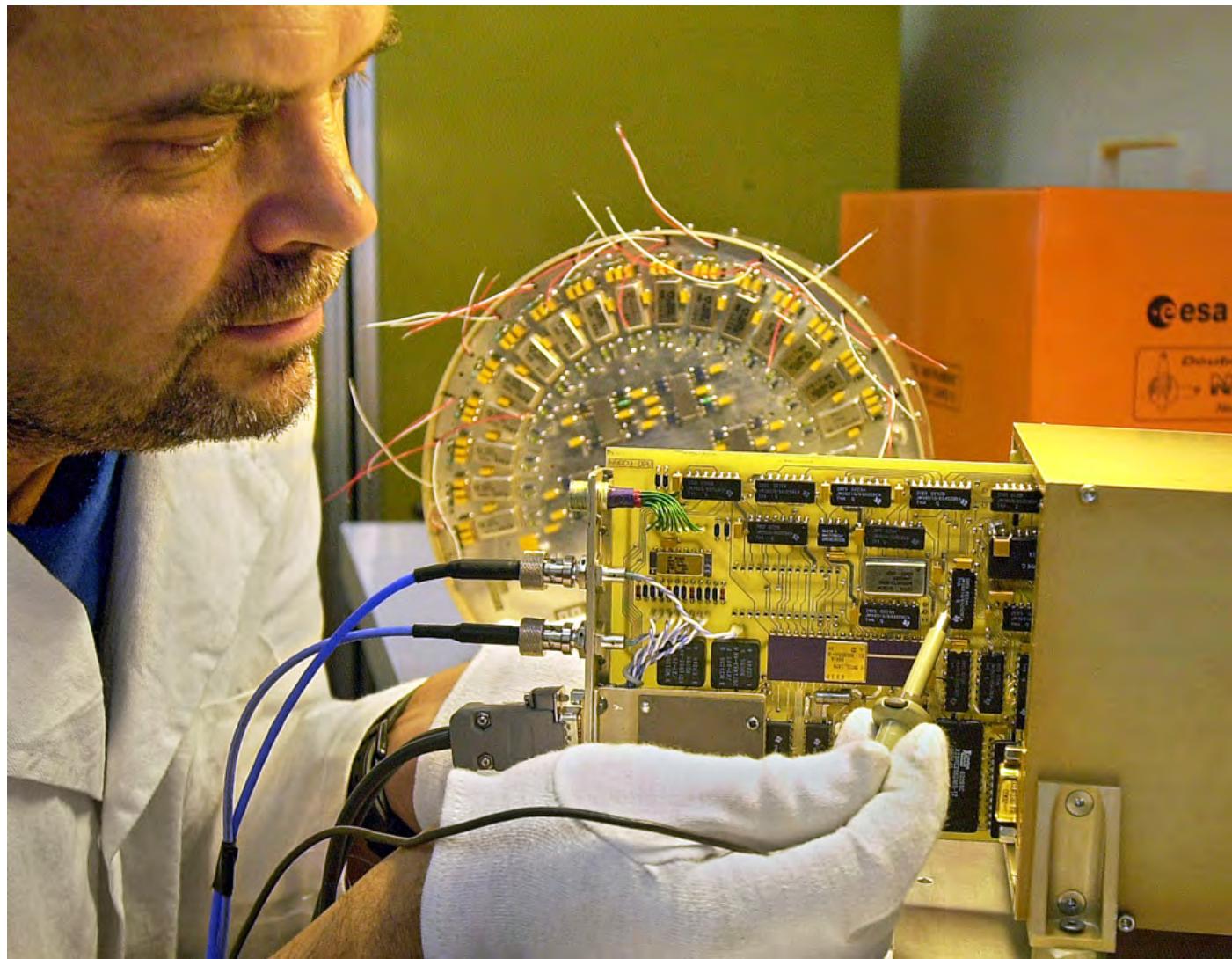


**OTAKAR HORÁK**

% . C? Hé 6F 5 2018 Fí :GH

Slovenský inžinier pracoval na misii k Merkúru. Naším domovom je nielen Zem, ale celá slnečná sústava, vraví



Ján Baláž z Ústavu experimentálnej fyziky Slovenskej akadémie vied v Košiciach na snímke z roku 2003. Foto – TASR

Kozmický inžinier JÁN BALÁŽ z SAV pracoval šest' rokov na vývoji časti planetárnej iónovej kamery určenej na analýzu chemických prvkov Merkúra. Štart k planéte je naplánovaný na sobotu.

Na Merkúre panujú nehostinné podmienky na život – na dennej strane na rovníku sa rozpáli až na teplotu okolo 450 až 500 stupňov, ale na nočnej strane vychladne aj na mínus 170 stupňov. No JÁN BALÁŽ z Ústavu experimentálnej fyziky SAV si myslí, že inde vo vesmíre je mnoho života. „Vesmír je nepredstaviteľne veľký, pozostáva z tej istej hmoty, akú máme tu, a vládnu tam tie isté fyzikálne zákony. S inými civilizáciami sme sa ušak mohli minúť nielen v priestore, ale aj v čase. Bud' sú také civilizácie od nás príliš ďaleko, alebo medzičasom zanikli," hovorí vedec.

Tešíte sa na sobotný štart misie BepiColombo k planéte Merkúr? Alebo vo vás prevláda skôr nervozita, aj vzhľadom na minulotýždňový nepodarený štart rakety Sojuz, po ktorom nasledoval núdzový návrat astronautov na Zem?

Nepodarený štart, o ktorom hovoríte, nemá nič spoločné s raketou Ariane 5, ktorá vyšle dve sondy misie BepiColombo k Merkúru. Hoci mal Sojuz naozaj nehodu, paradoxne mám z celej veci celkom dobrý pocit – lebo záchranný systém zafungoval výborne a kozmonauti bezpečne pristáli na Zemi.

Nemala aj raketa Ariane 5 v minulosti problémy?

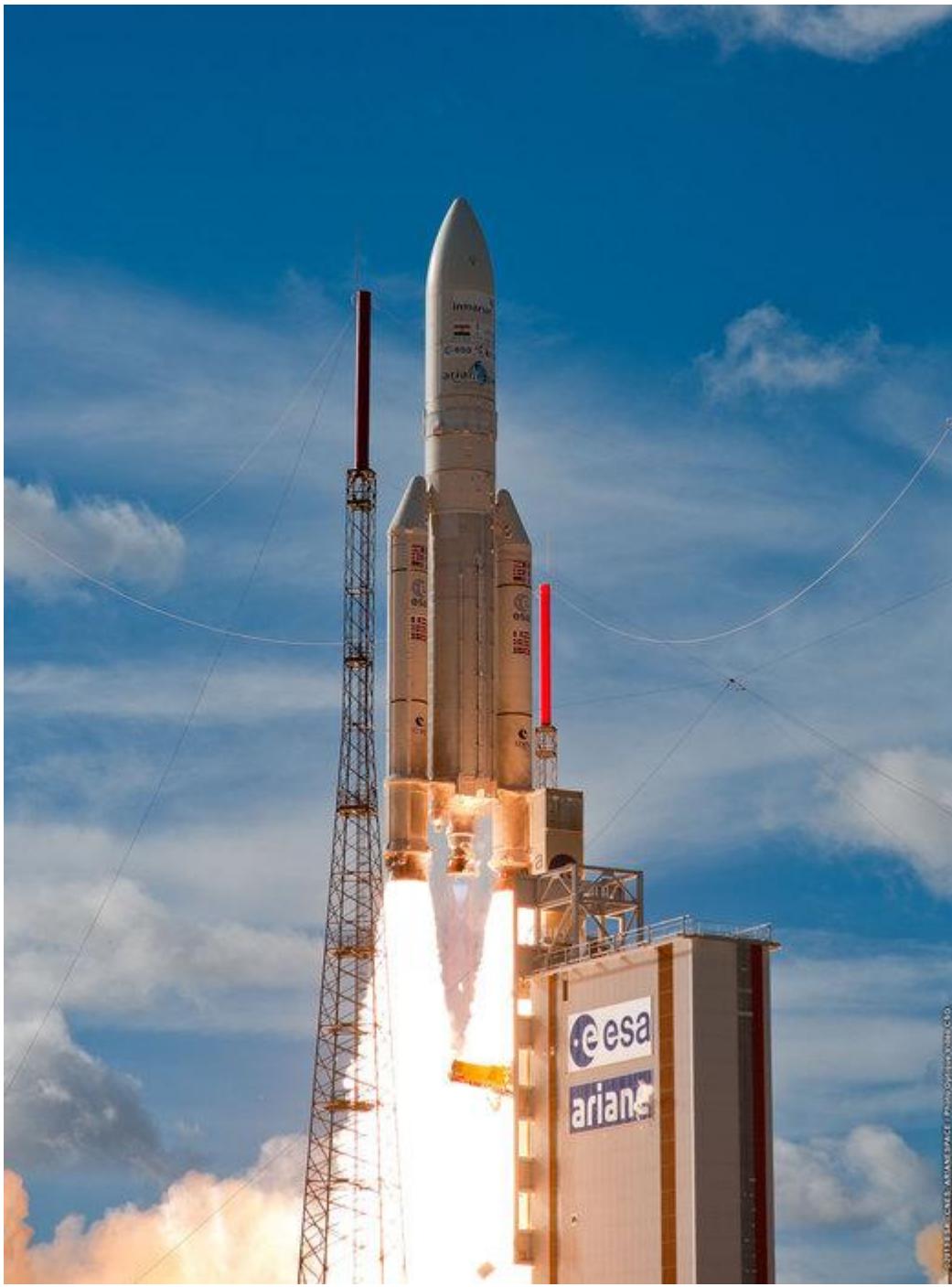
Mala. Niečo hrôzostrašné som prežíval pri vesmírnej misii Rosetta. (Ako prvá v historii uskutočnila v roku 2014 pristátie na kométe. Baláž pre misiu pracoval na vývoji procesora ESS,

ktorý fungoval ako rozhranie medzi sondou Rosetta a pristávacím modulom Philae. – pozn. red.)

Rosetta mala letieť začiatkom roku 2003, ale mesiac predtým vybuchla pri štarte nosná raketa Ariane 5. Európska vesmírna agentúra sa rozhodla štart misie odložiť, kedže raketu v tom čase nepovažovali za plne spoločalivú. Z toho dôvodu sa neletelo na Wirtanenovu kométu a musela sa hľadať náhrada. Preto sa letelo na kométu 67P/Čuriumov-Gerasimenko. Mimochodom, Wirtanenova kométa sa koncom roka priblíži k Zemi a mala by byť viditeľná voľným okom.

Budete v sobotu sledovať štart misie BepiColombo k Merkúru?

Určite. Pôjde o nočný štart a pevne dúfam, že všetko dopadne dobre. Dnes je Ariane 5 už spoločalivou raketou – mala okolo 100 štartov a z toho boli asi len dve zlyhania, ak sa nemýlim.



Štart rakety Ariane 5 v roku 2013. Foto – ESA/CNES/ARIANESPACE – Optique Photo Video du CSG, 2013

Ako bude prebiehať štart rakety?

Pôjde o štandardný štart na mimozemskú orbitu. Štartovacie okno už niekoľko dní beží, no štart naplánovali až na sobotu 20. októbra. Presný scenár nepoznám, no predpokladám, že raketa plynule zrýchli až na únikovú rýchlosť, aby sa odpútala z gravitácie Zeme. Misiu tvoria dve sondy – od Európskej vesmírnej agentúry (ESA) a tej japonskej (JAXA). Najprv sa

dostanú na orbitu okolo Slnka a budú okolo neho obiehať. Pritom budú cielene a opakovane míňať Zem a Venušu. Vývojom orbity sa postupne dostanú až na orbitu Merkúra.

Ako sa sondy dostanú až k Merkúru?

Na transfer k Merkúru sa okrem klasického chemického pohonu využije aj historicky najvýkonnejší iónový motor. Fungovať bude sedem rokov, kým sondy doletia až k planéte. Iónový motor má tú výhodu, že je ľahký a využíva energiu zo Slnka, zatiaľ čo chemický motor využíva iba chemickú energiu z paliva, ktoré je navyše ťažké. Mimochodom, misia je pomenovaná po talianskom matematikovi a inžinierovi s prezývkou Bepi Colombo (*Giuseppe Colombo pôsobil na univerzite v Padove, zomrel v roku 1984 – pozn. red.*) – v minulosti sa zaujímal o Merkúr a spravil výpočty, ako k nemu vyletiet. Využili ich Američania so svojimi sondami Mariner a Messenger, ktoré v minulosti už leteli k Merkúru.

BepiColombo:

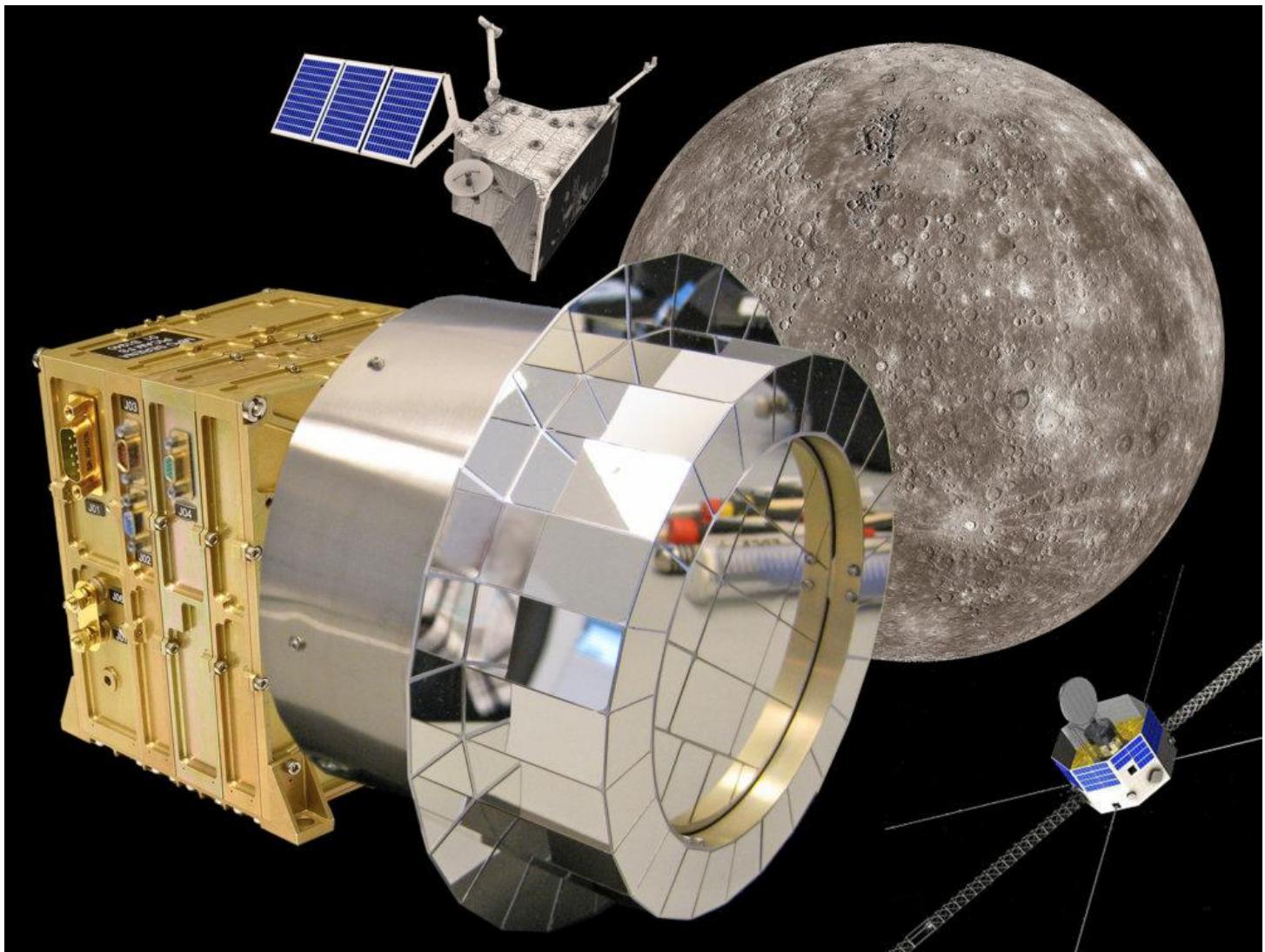
- štart misie je naplánovaný na sobotu 20. októbra o 3:45 ráno
- misiu tvorí transferový modul a dve sondy – od Európskej vesmírnej agentúry (ESA) a tej japonskej (JAXA)
- sondy dorazia k Merkúru v roku 2025, fungovať by mali rok, možno dva
- sondy budú skúmať chemické zloženie a magnetosféru Merkúra
- kozmický inžinier Ján Baláž z SAV sa podieľal na vývoji časti planetárnej iónovej kamery na analýzu chemického zloženia Merkúra

Čo sa bude diat, keď sondy priletia k planéte?

Rozdelia sa. Sonda Európskej vesmírnej agentúry zaujme nižšiu orbitu, nie je celkom kruhová a je trochu eliptická. Sonda poletí pomerne blízko okolo planéty, asi 350 kilometrov nad povrchom. Japonská sonda zaujme vyššiu orbitu, ktorá bude viac excentrická, a skúmať bude magnetosféru Merkúra.

Ako dlho bude sonda Európskej vesmírnej agentúry skúmať Merkúr?

Prístroje na sonde sú dimenzované na rok práce, no v Európskej vesmírnej agentúre dúfajú, že by mohli fungovať aj dva roky. Ked' sme napríklad v minulosti robili na satelite Double Star, oficiálne ho plánovali na jeden rok, no fungoval až päť rokov.



Vpredu planetárna iónová kamera, v pozadí obe sondy misie BepiColombo a planéta Merkúr. Foto – archív Jána Baláža

Prečo sa k Merkúru nevyšle aj rover, ktorý by pristál na povrchu planéty podobne, ako sa to spravilo na Marse?

Bolo by to veľmi náročné. Kedže Merkúr nemá atmosféru, pri pristávaní by sa nedalo využiť aerodynamické brzdenie. Pristávať by sa muselo ako na Mesiaci, no Merkúr má väčšiu gravitáciu. To by kládlo zvýšené nároky na palivo. Na planéte tiež panuje pekelné

prostredie – v noci by sa vozidlo muselo chrániť pred strašným mrazom, cez deň pred obrovskou horúčavou.

Aké iné podmienky panujú na Merkúre?

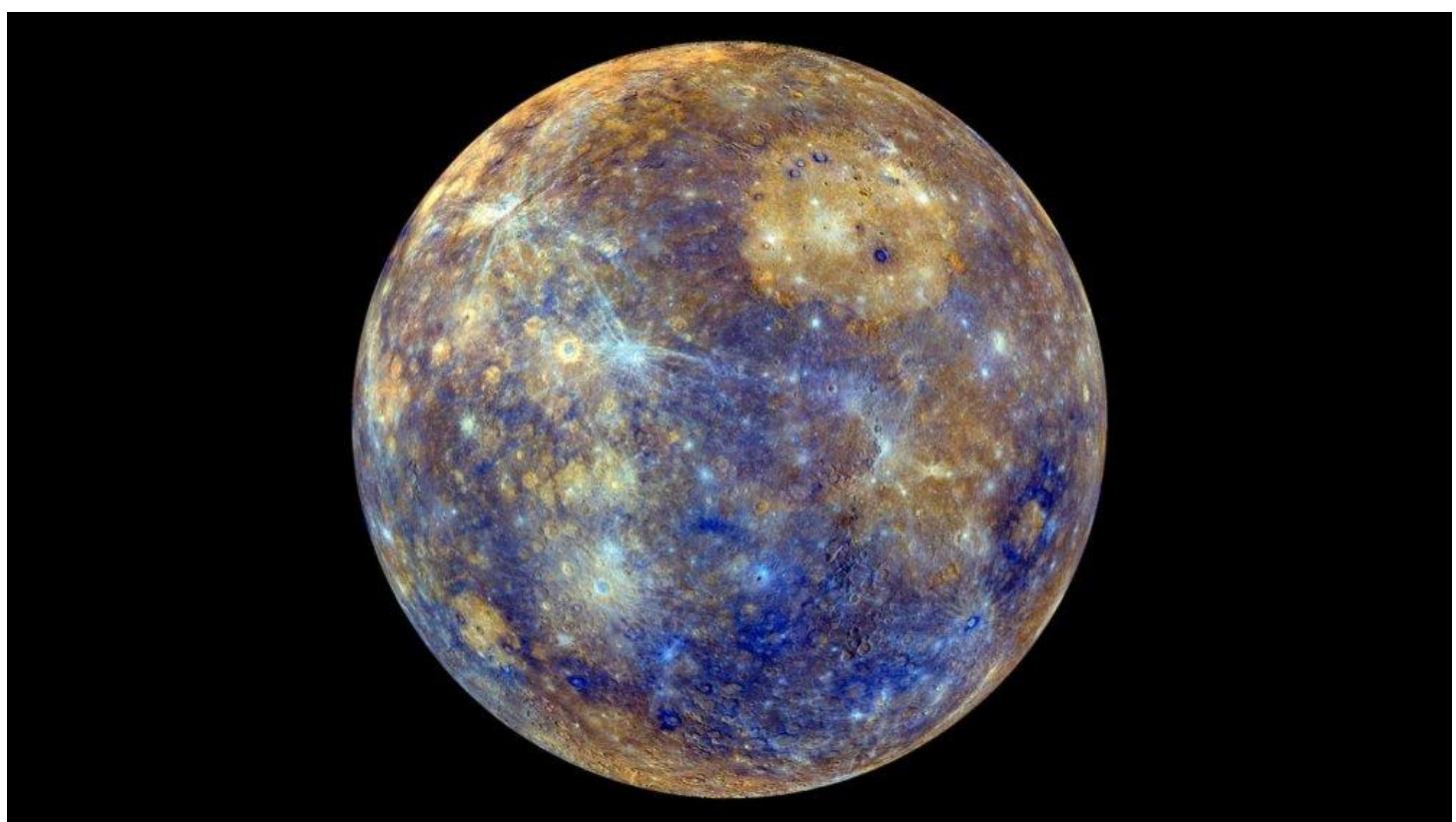
Merkúr je prvou terestriálnou planétou, ktorá vznikala najbližšie k Slnku. Má veľké jadro, pravdepodobne zo železa a niklu. Planéta je ťažká a má veľkú mernú hustotu. Pre Merkúr je typické, že má krátku obežnú dobu – Slnko obehne za necelých 88 dní, čo je najmenej zo všetkých planét slnečnej sústavy. Okolo svojej osi sa otáča pomaly – za 2 obehy okolo Slnka urobí 3 otáčky okolo vlastnej osi (*v angl. 3:2 spin-orbit resonance – pozn. red.*). Ak by ste sedeli na povrchu Merkúra, zažili by ste bizarný deň, ktorý by trval 176 pozemských dní. Tým, že sa Merkúr otáča pomaly, je blízko pri Slnku a nemá atmosféru, sa na dennej strane na rovníku rozpáli až na teplotu okolo 450 až 500 stupňov. Ale na nočnej strane vychladne aj na mínus 170 stupňov – teplo sa vyžiari do kozmického pozadia, hoci je planéta blízko k Slnku. Na Merkúre je množstvo obrovských kráterov po zrážkach s vesmírnymi telesami. Aj Zem by tak vyzerala, ak by nemala atmosféru a bohatú geologickú aktivitu – stačí sa pozrieť na Mesiac. Predpokladá sa, že na póloch planéty sú krátery, do ktorých nikdy nesveti Slnko, a mala by v nich byť zmrznutá voda.

Ján Baláž (1959)

je kozmický inžinier. V roku 2005 dostal ocenenie Technológ roka SR. Vedec pôsobí na Ústave experimentálnej fyziky Slovenskej akadémie vied v Košiciach a zaoberá sa vývojom prístrojov pre vesmírne sately. Vyvíjal zariadenia pre 12 už uskutočnených vesmírnych misií. Okrem iného pracoval na misii Rosetta, ktorá ako prvá v historii uskutočnila v roku 2014 pristátie na kométe, či na misii BepiColombo k Merkúru. Tá má štart naplánovaný na sobotu 20. októbra. Momentálne pracuje na misii JUICE, ktorá poletí na Jupiter a k jeho mesiacom.

Podmienky na Merkúre opisujete ako veľmi nehostinné. Myslíte si, že inteligentný život môže byť aj inde vo vesmíre ako na Zemi?

Čo sa týka slnečnej sústavy, všade okrem Zeme je vesmír nehostinný. Ked' sa ma pýtajú, ako je možné, že práve na Zemi vznikol inteligentný život, no nie inde v slnečnej sústave, odpovedám, že je to otázka pre filozofov a teológov. Osobne som však presvedčený, že vo vesmíre je mnoho života a civilizácií, lebo vesmír je nepredstaviteľne veľký, pozostáva z tej istej hmoty, akú máme tu, a vladnu tam tie isté fyzikálne zákony. S inými civilizáciami sme sa však mohli minúť nielen v priestore, ale aj v čase. Bud' sú také civilizácie od nás príliš daleko, alebo medzičasom zanikli. Možno je zánik civilizácií prirodzený jav a aj tá naša raz zanikne.



Planéta Merkúr. Foto – NASA/JHU Applied Physics Lab/Carnegie Institute Washington

Prečo sa v Európskej vesmírnej agentúre rozhodli skúmať práve Merkúr?

Niekedy vzletne hovorím, že nielen naša Zem, ale celá slnečná sústava je naším domovom. Preto ak chceme poznať svoju história a svoj pôvod, potrebujeme vedieť, ako sa slnečná sústava formovala. Ide o základný výskum slnečnej sústavy a nečakajte od neho hned' aplikácie. Často dávam príklad s rádioaktivitou. Marie Curie-Skłodowska skúmala rádioaktivitu a netrápilo ju, načo to bude dobré. A dnes má jej výskum milión aplikácií v bežnom živote. S misiou BepiColombo je to podobne – som si istý, že v budúcnosti budú

praktické aplikácie, no tentokrát chceme „iba“ posúvať hranice ľudského poznania. To je cieľ základného výskumu.

Aké zariadenie ste pre misiu BepiColombo vyuvíjali?

Robili sme na iónovom hmotnostnom spektrometri, takzvanej planetárnej iónovej kamere; skrátene sa volá PICAM (z angl. *Planetary Ion CAMera* – pozn. red.). Pri vývoji sme spolupracovali s bratislavskou firmou Q-Products, ktorá pre nás vyrábala precízne mechanické časti. Kamera bude analyzovať ióny, ktoré vyletujú z povrchu Merkúra, častice slnečného vetra a vôbec prostredie okolo planéty. Ako som spomínal, Merkúr nemá atmosféru, iba exosféru. Je to niečo ako naša najvyššia vrstva atmosféry, ktorá plynule prechádza do vesmíru. V prípade Merkúra sa exosféra začína od povrchu planéty. Merkúr je bombardovaný intenzívnym ultrafialovým aj röntgenovým žiarením zo Slnka. Na povrch planéty dopadajú aj častice slnečného vetra. Tento proces vedie k tomu, že z povrchu Merkúra vyrážajú atómy a uvoľňujú sa z povrchu do exosféry a vesmíru. Pritom sa silne ionizujú. Planetárna iónová kamera takéto ióny zachytí, zanalyzuje a určí, o aké chemické prvky ide. Kamera vidí celú hemisféru, takže dokáže určiť aj to, z akého smeru častica priletela. Na analýzu využíva iónovú optiku s riadenými potenciálmi a sekciu TOF (z angl. *TimeOfFlight* – pozn. red.), ktorá meria čas preletu detekčným systémom od vstupu až po dopad na mnohopixelový mikrokanálkový (MCP) senzor. Stručne povedané: kamera je určená na to, aby sme lepšie pochopili, z čoho sa skladá Merkúr.



[Prečítajte si tiež](#)

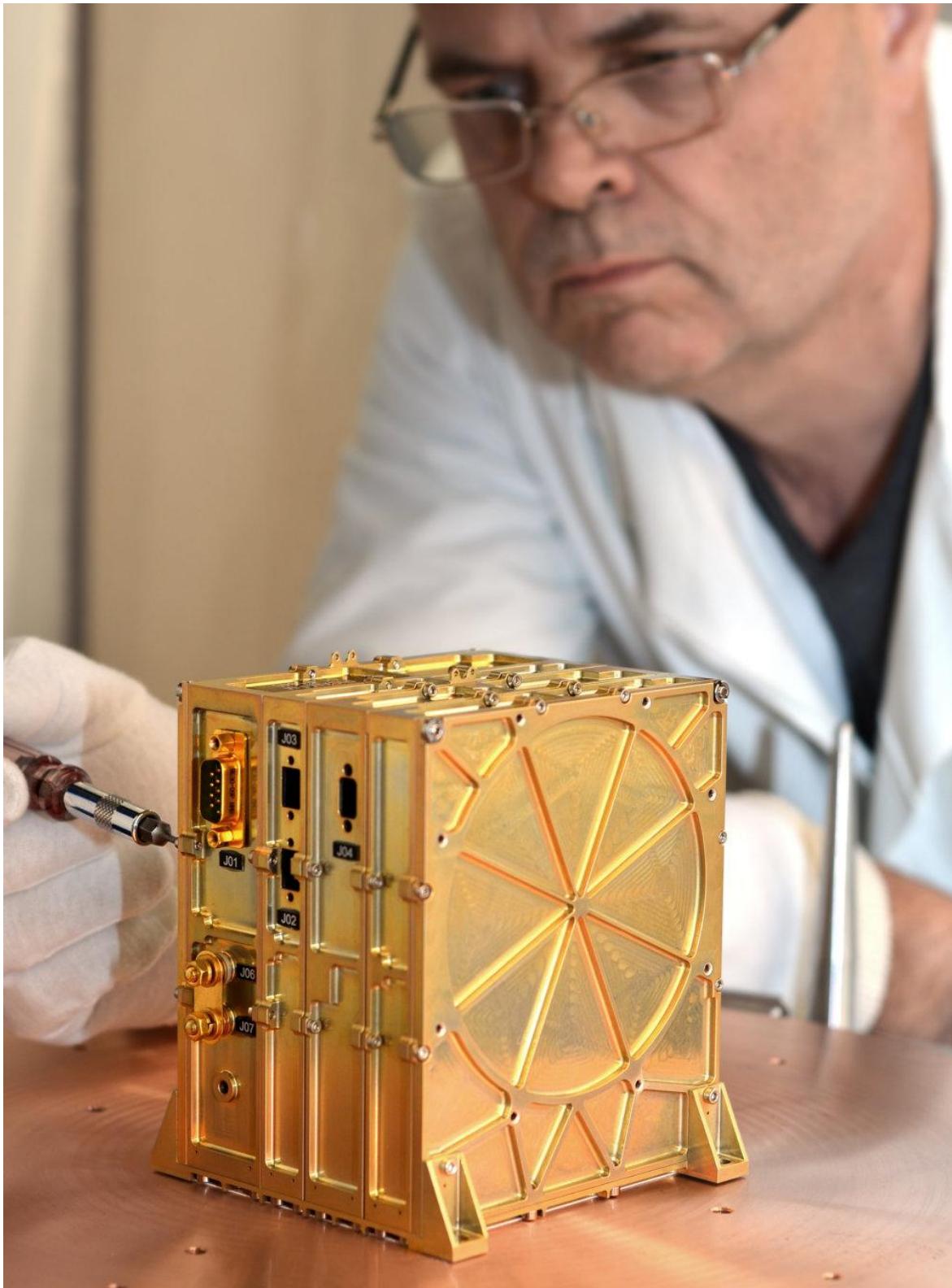
Kozmický inžinier: Osídlit' iné telesá je ťažké, jednoduchšie je starat' sa o život na Zemi

Vyuvíjali ste celú planetárnu iónovú kameru alebo len niektorú časť?

Na Ústave experimentálnej fyziky SAV v Košiciach sme ku konštrukcii prístroja prispeli v rámci celkového mechanického dizajnu a výroby elektronického boxu. Spolupracovali sme so subdodávateľom, s bratislavskou firmou Q-Products, ktorá pre nás na svojich 5-osových

obrábacích centrách CNC vyrabila precízne mechanické časti. Už počas simulácie na virtuálnom 3D modeli sa skúmalo, ako veľmi sú jednotlivé časti zariadenia namáhané. Z Európskej vesmírnej agentúry nám totiž pridelili veľmi reštriktívne váhové limity.

Elektronický box obsahuje všetku elektroniku prístroja a zároveň tvorí podpornú mechanickú štruktúru pre relativne ľahký senzorový systém. Bolo nutné ho optimalizovať tak, aby pri minimálnej hmotnosti vydržal veľkú záťaž z vibrácií a akcelerácií počas štartu rakety Ariane 5. Miesta, ktoré boli nebezpečne namáhané, sme zosilnili výstužami; na miestach, ktoré boli namáhané menej, sme materiál ubrali. Diely, ktoré vyrobili v Q-Products, sme na ústave v Košiciach finalizovali. Robili sme ešte niektoré ďalšie súčasti, niektoré špecializované konektory, špeciálne povrchové úpravy a rôzne testy. Napríklad test prechodových odporov, ktorý je dôležitý pre elektromagnetickú kompatibilitu. Celkovo bolo vyrobených šesť exemplárov boxu: štrukturálno-termálny, prototypový, inžiniersky, kvalifikačný, letový a záložný. Hoci zvyčajne vyvádzame elektroniku, v prípade tejto misie sme sa stali skôr mechanikmi. Kamera PICAM je súčasťou väčšieho komplexu vedeckých prístrojov s názvom SERENA.



Ján Baláž z Ústavu experimentálnej fyziky SAV pracuje na vývoji časti aparátury planetárnej iónovej aparátúry PICAM. Foto - archív Jána Baláža

Z čoho je elektronický box vyrobený?

Z hliníkovej zliatiny. Kvôli váhe sme spočiatku uvažovali aj o kompozitech na báze karbónových vlákien, ale to neprešlo, lebo nie sú elektricky vodivé. Na vývoji planetárnej iónovej kamery pracovalo mnoho tímov z Európy, išlo o naozaj veľký medzinárodný projekt. Súvisí to aj s tým, že v Európskej vesmírnej agentúre (ESA) je tlačenica a projekty sa delia medzi členské krajiny agentúry. Na druhej strane, jeden tím nemá kapacity na to, aby skonštruoval celý prístroj, takže aj preto je spolupráca nutná. Napríklad mikropočítač robili Rakúšania v Grazi, nízkonapäťový napájací systém Maďari, vysokonapäťový systém Nemci a detektorové čipy Belgičania. Na iónovej optike pracovali Francúzi s Rusmi. A tak ďalej. Účastníkov projektu je naozaj veľa.

Ako dlho ste pracovali na vývoji prístroja pre misiu BepiColombo?

Od roku 2007 do roku 2013. V roku 2007 sa ešte hovorilo, že misia odštartuje v roku 2013, no došlo k výraznému meškaniu. Plán sa oproti pôvodnému oneskoril o päť rokov.

Prečo došlo k meškaniu?

Pri Slnku je poriadne horúco a náročné podmienky predĺžili výskum a vývoj, kým sa sondy plne kvalifikovali na túto misiu. Európska sonda je celá pokrytá žiarivo bielou tkaninou na báze keramických vlákien, aby odolala tým obrovským teplotám, ktoré môžu dosahovať až niekoľko stoviek stupňov.

Nepôjde sonda Parker Solar od NASA k Slnku ešte bližšie?

Áno. Bude skúmať slnečnú korónu a ide ozaj o výnimočný projekt. Sonda Parker má tepelný štít, ktorý sa musí nepretržite orientovať k Slnku – inak by sa za pár sekúnd uškvarila. Štít je veľmi hrubý a tvorí ho asi 12 centimetrov špeciálneho porézneho

uhlíkového kompozitu. Na prednej strane je pokrytý vrstvou z bieleho kysličníka hlinitého, ktorý odráža časť žiarenia a dokáže odolať teplote až 1300 stupňov. Teplo, ktoré prejde štítom, zase vyžiaria výkonné radiátory do vesmírneho pozadia. Takýmto spôsobom dokáže uvedená teplotná bariéra udržať teplotu vedeckých prístrojov v rozsahu do 30 stupňov Celzia.



Galileove mesiace sú štyri najväčšie Jupiterove mesiace: zľava Io, Európa, Ganymedes a Callisto. Foto – NASA/JPL/DLR

Na akých projektoch pracujete v súčasnosti?

Okrem iného na sonde JUICE (z angl. *JUpiter ICy Moons Explorer, prieskumník ľadových mesiacov Jupitera* – pozn. red.). Ide o vlajkovú loď Európskej vesmírnej agentúry, hoci s istým smútkom hovoríme, že NASA nás zase predbehla, lebo k planéte Jupiter už doletela americká sonda Juno. No JUICE bude skúmať aj iné veci ako Juno. Štart JUICE je naplánovaný na rok 2022 a k Jupiteru poletí osem rokov. Skúmať bude Jupiter a tri galileovské mesiace. Niekedy sa hovorí, že na Európe by mohol byť život. Jej povrch je pokrytý ľadom, no keďže je blízko k Jupiteru, sú tam slapové gravitačné sily, ktoré vnútrom mesiaca zahrievajú. Takže sa predpokladá, že na jeho povrchu je súčasťou ľad, no pod ním by mohla byť relatívne teplá voda. A ak je tam tekutá voda, chemicky bohaté prostredie a prísun tepelnej energie zo slapových efektov, mohol by tam byť aj život. No to je už špekulácia.

Ako podmienky panujú na Jupiteri?

Jupiter má silné magnetické pole a okolo planéty sú silné radiačné pásy. Mimochodom, aj Zem má radiačné pásy – je v nich zvýšená radiácia. Keď Američania leteli na Mesiac, preleteli radiačnými pásmi a astronauti sa vtedy stážovali, že videli nejaké záblesky. V skutočnosti im častice prestreľovali sietnicu, čo vyvolalo dojem zábleskov. No radiačné pásy okolo Zeme sú slabé v porovnaní s radiačnými pásmi Jupitera. Napríklad na povrchu mesiaca Európa je také silné žiarenie, že by tam kozmonaut dostal smrteľnú dávku za jediný deň. Takéto podmienky kladú zvýšené nároky aj na techniku, ktorú tam chceme poslat.

Čo pre projekt využijete?

V danom prostredí je veľa vysokoenergetických elektrónov, ktoré spôsobujú značné rušenie. Majú také rýchlosťi, respektíve energie, že ľahko preletia cez prístroj. Tieniť prístroje tažkými kovmi nemôžeme vzhľadom na veľmi reštriktívne váhové limity misie. Takže pre JUICE využijame takzvaný aktívny antikoincidenčný detektor. Skvalitní merací proces, lebo umožní odlišiť, či išlo o nízkoenergetickú časticu plazmy, ktorá prešla zložitú cestu iónovou optikou a možno ju analyzovať, alebo prístrojom preletel vysokoenergetický elektrón, ktorý vyvolal falošný signál.



Prečítajte si tiež

Prečo je Merkúr taký tmavý? Objavili pozostatky prastarého povrchu planéty

Tento text ste mohli čítať vďaka tomu, že ste [predplatiteľom Denníka N](#).
Ak máte priponienku alebo ste našli chybu, napíšte na editori@dennikn.sk.