

Hmotnostní spektrometr HANKA

Světově unikátní spektrometr s vysokým rozlišením,
určený pro analýzy vesmírných částic

Jana Žďárská

Fyzikální ústav AV ČR, Na Slovance 2, 182 21 Praha 8; zdarskaj@fzu.cz

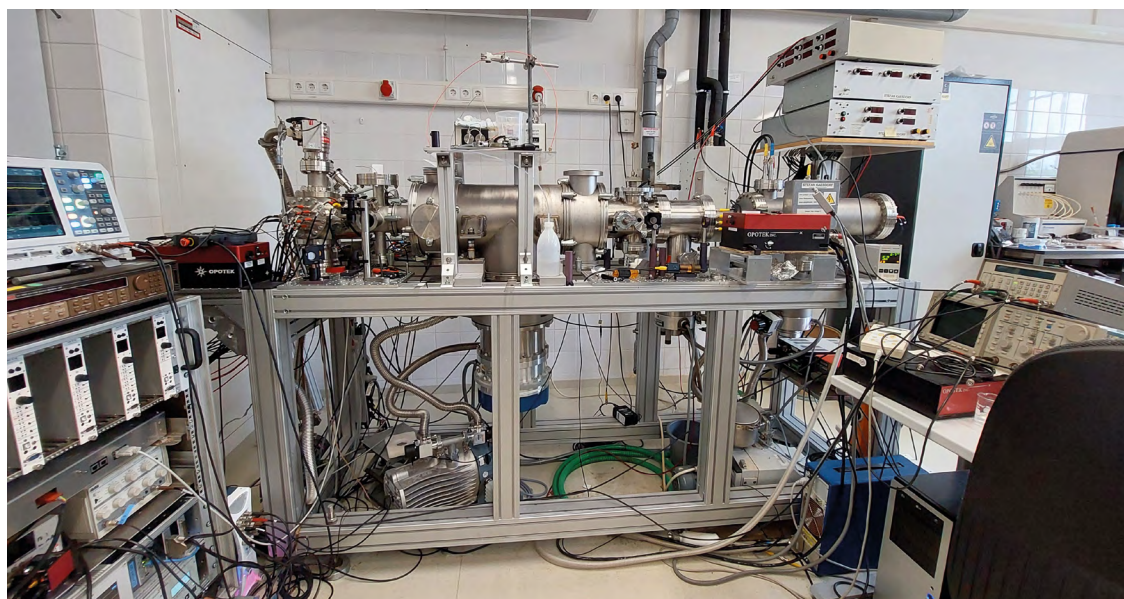
Fyzici a chemici Akademie věd ČR jsou součástí evropského týmu, který vyvíjí přístroje pro výzkum složení vesmírných těles. Na červnovém setkání v Berlíně společně pracovali na konstrukci přístroje pro analýzu iontů, které produkuje laboratorní aparatura napodobující vodní gejzíry Saturnova měsíce Enceladu. Tato unikátní aparatura má umožnit posun v porozumění analýzám částic pocházejících z meteoritů, komet nebo planet a jejich měsíců. Jde o klíčový moment pro plánovanou těžbu nerostných surovin ve vesmíru.

Hmotnostní analyzátoři s vysokým rozlišením jsou v hledáčku NASA i ESA již delší dobu, a to kvůli řádově vyšší přesnosti určení složení neznámého kosmického materiálu. Obě agentury plánují v příštích deseti letech mise, u kterých lze předpokládat, že jejich součástí budou tyto přístroje pro analýzu vesmírných plynů a prachových částic či mikrometeoritů. Vesmír totiž nabízí lidstvu unikátní řešení neklesající poptávky po nerostných surovinách. Na planetách v naší Sluneční soustavě a také na asteroidech se totiž nachází mnoho druhů vzácných materiálů, které bychom mohli využívat.

Česká republika se v plánech vesmírné těžby zasloužila o jednu výraznou stopu. Tým Jána Žabky a Miro-

slava Poláška z Ústavu fyzikální chemie J. Heyrovského AV ČR ve spolupráci s Iljou Zymakem z ELI (Fyzikální ústav AV ČR) pokročil ve vývoji světově unikátního hmotnostního spektrometru s vysokým rozlišením, nazvaného HANKA¹, s cílem přiblížit se k těžbě nerostných materiálů ve vesmíru. Jmenovaní čeští vědci pracují na aparatuře, která modeluje vodní gejzíry Saturnova měsíce a která bude součástí plánované mise SLAVIA. Pokud bude mise vybrána, odstartuje v roce 2027. Hlavním cílem mise SLAVIA bude totiž analýza mikrometeoritů s následnou možnou aplikací pro výzkum nerostného bohatství v meziplanetárním prostoru.

1 Hmotnostní ANalyzátoř pro Kosmické Aplikace



Obr. 1 Experimentální aparatura, na které budou studovány chemické a fyzikální procesy na Enceladu (laboratoř Berlín).



Mgr. Ján Žabka, CSc., (*1967) je česko-slovenský chemický fyzik. Vystudoval Matematicko-fyzikální fakultu UK v Praze a v současnosti pracuje v Oddělení chemie iontů v plynné fázi Ústavu fyzikální chemie J. Heyrovského. Jeho hlavním vědeckým zájmem je laboratorní studium reakcí iontů a molekul v planetárních atmosférách. Má také odborné znalosti a zkušenosti s návrhem a konstrukcí hmotnostních spektrometrů (kvadrupóly, orbitrapové iontové pasti...).

Mgr. Miroslav Polášek, Ph.D., (*1966) je český fyzikálně-organický chemik. Vystudoval Přírodovědeckou fakultu UK a v současnosti pracuje v Oddělení chemie iontů v plynné fázi Ústavu fyzikální chemie J. Heyrovského. Věnuje se hmotnostní spektrometrii a ve své výzkumné práci mj. kombinuje experimentální a teoretický přístup ke studiu fundamentálních aspektů fyziky a chemie iontů v plynné fázi, zejména ionto-vě-molekulových reakcí a fragmentací molekulových iontů.

Mgr. Illia Zymak, Ph.D., (*1986) je česko-ukrajinský fyzik. Vystudoval Matematicko-fyzikální fakultu UK v Praze a v současnosti pracuje v Oddělení urychlování elektronů ELI Beamlines (Fyzikální ústav AV ČR, v. v. i.). Hlavním tématem jeho vědecké práce je experimentální a teoretické studium interakcí nabitých částic s plyny a pevnými látkami za účelem výzkumu atmosfér planet a mezihvězdného prostředí. Má odborné znalosti v oblasti vývoje laboratorních zařízení pro analýzu složení materiálu a ionizovaného prostředí.

HANKA je hmotnostní spektrometr s vysokým rozlišením, určený pro analýzy vesmírných částic, jako je například vodní organická směs z Enceladu, šestého největšího měsíce planety Saturn. Tento měsíc je celý pokrytý ledem, přičemž na jeho pólech se nachází více než stovka gejzírů prudce vyvrhujících vodu s obsahem různých organických látek. „*Saturnův měsíc Enceladus je předpokládaným cílem budoucích vesmírných misí. Náš přístroj, vyvíjený společně s partnery ze Svobodné univerzity Berlín, Orléanské univerzity a Lipské univerzity, umožní lépe porozumět údajům získaným v průběhu budoucích misí k měsíci Enceladus a dalším vesmírným objektům,*“ vysvětluje Miroslav Polášek z oddělení iontů v plynné fázi Ústavu fyzikální chemie J. Heyrovského AV ČR.

Ačkoli tento vědecký tým na dálku spolupracuje již od roku 2018, kvůli pandemii covidu-19 měl možnost znovu se setkat až tento měsíc v Berlíně. „*Každý člen*

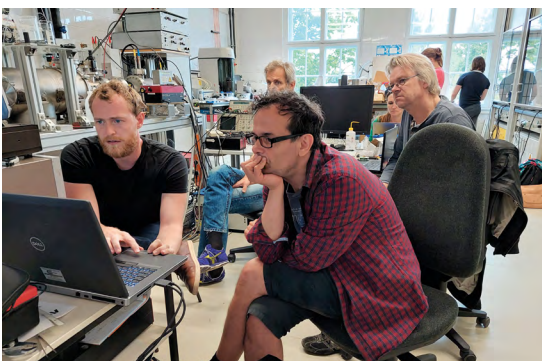


Obr. 3 Dr. Christelle Briois z univerzity v Orléans je vedoucí francouzského týmu.

vysvětluje Ján Žabka, člen české části týmu. „*Cením si toho, že projekt představuje rovnocennou spolupráci mezi českými vědci a evropskými partnery. Dalším důležitým aspektem je, že součástí týmu jsou i studenti, doktorandi a postdoktorandi, protože tím je zajištěna kontinuita získaných poznatků a dovedností,*“ dodává Illia Zymak.

Aparatura pro modelování vodních gejzírů Enceladu se skládá z několika částí. Jádrem je iontový zdroj, v němž vysokou rychlostí protéká tenký proud vody, jenž ozařují laserové pulzy. Tím vznikají ionty, které procházejí do analyzátoru, kde se zjišťuje, jaký druh iontů vznikl a jaké látky tedy proud vody obsahuje.

Postupné vyčerpání surovin na Zemi – jako jsou kupříkladu drahé kovy či kovy vzácných zemin – je předmětem rozsáhlých diskusí. Otázkou zůstává, zda a kdy se tak stane s ohledem na nová naleziště a nové technologie. Někteří vědci se přiklánějí k názoru, že zejména suroviny pro elektroniku se vyplatí v horizontu několika dekád těžit v kosmu a možným řešením by mohlo být jejich získávání těsně za hranicemi naší planety – na asteroidech a možná na Měsíci. A hmotnostní spektrometr HANKA by mohl být takovým prvním průkopníkem.



Obr. 2 Část mezinárodního týmu, který pracuje na výzkumu vodních gejzírů na Enceladu (laboratoř Berlín). Zprava: prof. Dr. Frank Postberg (šedé brýle), dr. Christelle Briois (za prof. Postbergem), Mgr. Ján Žabka, CSc., (černé brýle), Dr. Aleš Charvát (za J. Žabkou) a Arnau Sandrik.

našeho mezinárodního týmu má velmi úzkou specializaci a tyto znalosti se překrývají jen z malé části. Proto je takto sestavený tým velmi výkonný a velice dobře se nám spolupracuje. Během čtyř společně strávených dní v berlínské laboratoři jsme projekt výrazně posunuli,“