



ABSOLVENTKA

FASCINÁCIA KOMÉTAMI JU DOVIEDLA AŽ DO NASA

Keď ako čerstvá postdoktorandka po 20 hodinách letu pristála v Oahu na Honolulu, nemohla tušiť, že na Havaji, kde mala stráviť pôvodne len 12 mesiacov na študijnom pobyte, zostane nakoniec 13 rokov. Hoci priznáva, že začiatky v USA boli aj náročné, na Havaj nedá dopustiť. Vďaka tamojším ideálnym podmienkam na astronómiu a kolegom, ktorí ju naučili všetko, čo dnes o pozorovaní vie, sa jej podarilo upútať pozornosť NASA i spoznať budúceho manžela. Po presťahovaní sa do Kalifornie začala v NASA dokonca pracovať – zameriava sa na pozorovanie komét a asteroidov, ktoré by mohli znamenať vážnu hrozbu pre našu planétu. S Janou Chesley-Pittichovou, absolventkou UK, ktorá s astronómiou prakticky vyrastala, sme sa porozprávali o jej nesmierne zaujímavej práci i časoch, keď kométy pre ňu boli len vesmírnymi vílami s rozviatymi vlasmi.

Keď som sa pred pár rokmi pýtala Petra Vereša (absolventa FMFI UK, ktorý tiež istý čas pracoval pre NASA a dnes pracuje v Centre pre astrofyziku Harvard & Smithsonian – pozn. red.), čo ho priviedlo k astronómii, bez zaváhania odpovedal, že to bola kniha *Obloha na dlani*, ktorú spoločne napísali Dušan Kalmančok a váš otec – Eduard Pittich. Aké to bolo vyrastať v rodine známeho astronóma? A zvažovali ste vlastne niekedy inú kariéru ako tú v oblasti astronómie?

Otec ma vraj ešte v kočiku brával do svojej pracovne na Astronomickom ústave SAV a v nosiči nosieval na chrbte hore na observatórium na Skalnatom Plese, ale to si reálne nepamätám. Pamätám si však, ako mi rozprával na dobrú noc rozprávky o gréckych bohoch a súhvezdiach. Čítali sme si spolu *Obloha na dlani* a mňa vždy veľmi fascinovalo, aký je vesmír tajomný. Keď som bola na základnej škole, otec sa podieľal na vyberaní miesta pre hvezdáreň v Modre a my sme tam vtedy strávili letné prázdniny. Celá rodina stanovala na lúke pod hvezdárnou. Hore, kde teraz stojí observatórium, bolo v tom čase iba plno skál a husté malinčie a ja som sa cez deň hrala na stavbyvedúcu a nosila všetkým pracovníkom maliny napichnuté na stebľách trávy. V mojich detských predstavách bola hvezdáreň niečo ako zámok pre princeznu astronómku. Večer sme si opekali, sledovali západ slnka a súťažili, kto ako prvý zbadá blikajúcu hviezdu. V auguste sme sa počas meteorického roja Perzeíd zas pretekali, kto zbadá viac meteorov, a ja som bola vždy taká nadšená, že vidím padajúcu hviezdu, že som si zabudla niečo želať. S astronómiou som teda bola v neustálom kontakte prakticky odmalička, ale keďže som sa od šiestich rokov intenzívne venovala aj plávaniu, mojím druhým domovom sa stal plavecký bazén. Na gymnáziu som dokonca chvíľu rozmýšľala, že by som rada robila športovú redaktorku. V skutočnosti som si však nevedela predstaviť, že by som robila niečo iné ako astronómiu.

Váš otec sa vo vedeckej práci venoval (okrem iného) dynamike a vývoju komét. Kométy učarovali aj vám. V rámci svojho postdoktorandského pôsobenia na Havajskej univerzite v rokoch 1999 – 2011 ste dokonca robili pozorovania pre tri kometárne

vesmírne misie NASA: Stardust, Deep Impact a Stardust-NExT. O čom tieto misie boli a čo si astronómia vlastne sľubuje od skúmania komét? A čo na nich najviac fascinuje vás?

Kométy ma od detstva fascinovali tým, aké sú nepreskúmané a tajomné. Vidieť ich žiariť na oblohe voľným okom je nezabudnuteľný zážitok. Ako dieťa som si predstavovala, že kométa je vesmírna víla letiaca po oblohe s rozviatymi vlasmi. Takže keď som ich začala pozorovať na Mauna Kea (ide o najvyšší vrch Havajských ostrovov, kde sa nachádza observatórium v správe Havajskej univerzity s najväčšími ďalekohľadmi na svete – pozn. red.) a pracovať na misiách Stardust, Deep Impact a Stardust-NExT, bolo to ako naplnenie sna.

Kométy sa totiž od vzniku vesmíru veľmi nezmenili a stále v sebe uchovávajú informácie o tom, z čoho sa pred biliónmi rokov počiatočný vesmír skladal. Ich podrobným štúdiom sa tak môžeme dozvedieť, ako sa v prvopočiatočkoch formovala celá naša slnečná sústava. Zmrznuté prachové jadrá komét nám dokonca môžu veľa povedať o tom, ako vznikol život na Zemi. Posledné štúdie totiž ukazujú, že práve kométy mohli – ako akísi vesmírne kuriéri – na našu planétu priniesť nielen vodu, ale aj potrebné minerály na vznik života, najmä fosfor.

Pozorovanie komét sa líši od pozorovania asteroidov hlavne tým, že nikdy nevieme, čím nás kométa prekvapí – ako bude vyzeráť jej jadro, kedy sa začne jej aktivity a ako dlho bude trvať, t. j. pri akej vzdialenosti od Slnka sa jej povrch zahreje natoľko, že unikajúce plyny začnú so sebou strhávať prachové častice a vytvoria obrovské chvosty. Z dynamického hľadiska sa jej dráha môže náhle zmeniť v dôsledku gravitačných efektov či výbuchov na jadre. Neprebádané sú hlavne dlhoperiodické kométy, ktoré k nám prichádzajú z Oortovho mraku (*pozri slovníček astronomických pojmov na str. 11*) – tie nám totiž len na chvíľu dajú možnosť preskúmať, čo v sebe skrývajú, a potom sa zase stratia do neznáma. Pokiaľ ide o spomínané misie pod patronátom NASA, misia Stardust v roku 2004 preletela chvostom kométy 81P/Wild 2 a za dva roky priniesla na Zem vzorky jej prachu. Misia Deep Impact sa v roku 2005 priblížila blízko k jadrú kométy 9P/Tempel 1, vystrelila projektil, vytvorila v nej kráter a odhalila aj hlbšie usadený prach. Posledná misia

Stardust-NExT využila stále fungujúcu Stardust družicu a v roku 2011 preletela okolo kométy 9P/Tempel 1 a dôkladne preskúmala, ako vytvorený kráter vyzerá a ako sa vyvrhnutý prach naspäť usadil na povrchu kométy. Išlo o naozaj výnimočné projekty, takže stovky nocí strávených na Mauna Kea pri pozorovaniach, ktoré dopomohli k ich úspešnému naplneniu, boli pre mňa obrovským zadosťučinením. Nehovoriac o tom, že tá posledná misia bola pre mňa osudová, keďže som sa práve pri nej zoznámila so svojim – dnes už manželom – Stevom. Ten ma ráno 14. februára 2011, v deň preletu Stardust-NExT okolo kométy 9P/Tempel 1, dokonca požiadal o ruku. Krátko nato sme sa vzali a ja som sa presťahovala do Pasadeny v Kalifornii.

A tam už osem rokov spoločne pracujete v Laboratóriu prúdového pohonu (angl. Jet Propulsion Laboratory – JPL). Čo presne je vaša úloha?

V JPL som momentálne súčasťou dvoch NASA projektov zameraných na pozorovanie asteroidov a komét. Jedným z nich je projekt NEOWISE. Ide o infračervený ďalekohľad, ktorý z vesmíru už od roku 2013 neustále pozoruje a vyhľadáva blízkozemské telesá. Ním nasnímané dáta prichádzajú trikrát do týždňa do Kalifornského technologického inštitútu a k nám do JPL, kde ich musíme spracovať a vyhodnotiť. Ide o obrovské množstvo snímok – zvyčajne niekoľko tisíc. Hoci za nás ich prvotnú kalibráciu a spracovanie automaticky urobia dômyselné a zložité matematické algoritmy, v každej skupine nimi vytriedených dát sa nájde cca 500 trackletov (ide o automatické zoskupenia piatich a viacerých snímok, na ktorých by malo byť to isté teleso), ktorými si automat nie je istý, takže sa na to musí pozrieť odborník. To je práca pre skúsených pozorovateľov. Na väčšine z týchto 500 trackletov nie je žiadne teleso alebo sú to chybné snímky. Asi 10-15 trackletov zachytáva už známe vesmírne telesá, ktoré však algoritmy nedokázali nájsť v katalógu všetkých dosiaľ zaznamenaných asteroidov, komét, planét a ich mesiacov. No väčšinou objavíme i jeden-dva nové objekty, ktoré treba okamžite začať pozorovať, aby sa nestratili. Za posledné dva roky, čo mám práve vyhodnocovanie týchto problematických trackletov na starosti, sa nám tak s kolegami podarilo objaviť

niekoľko stoviek nových asteroidov a komét. Medzi nimi aj kométo C/2020 C3 NEOWISE, ktorá sa 3. júla 2020 priblížila k Slnku iba na 0,3 AU (45 000 000 km) a ľudia ju mohli vidieť na oblohe voľným okom. Ako jedna z mála komét mala tri rôzne chvosty: veľký biely prachový chvost, úzky modrý plynový chvost a veľmi vzácny červený sodíkový chvost. Objavili sme ju 27. marca 2020 a na našich prvých snímkach mala iba malú sférickú komu (plynný obal) okolo jadra. Môj druhý projekt sa zameriava na pozorovanie novoobjavených blízkozemských asteroidov, aby sa nám nestratili „z dohľadu“ a mohla sa upresniť ich dráha. Len tak budeme môcť vyhodnotiť, či nepredstavujú reálnu hrozbu, teda či sa v skorej alebo neskoršej budúcnosti nedostanú k Zemi nebezpečne blízko, resp. či sa so Zemou dokonca nezrazia. Objekty, ktoré počas noci pozorujem metrovým ďalekohľadom na Observatóriu Table Mountain, si vyberám z databázy novoobjavených potencióálnych blízkozemských telies. Túto databázu spravuje a na základe nových pozorovaní a objavov nepretržite aktualizuje Medzinárodná astronómická únia, konkrétne jej centrum pre pozorovanie malých telies slnečnej sústavy (angl. Minor Planet Center). Práca pozorovateľa je tak veľmi zaujímavá a nepredvídateľná, ale dokáže byť aj náročná a stresujúca. Ja ju mám však veľmi rada a vždy sa teším na to, čo nové sa mi podarí objaviť alebo nasnímať. Je to úžasný pocit radosti, ale aj hrdosti a úspechu, keď sa mi uprostred noci po hodinách hľadania podarí objaviť a zmerať pozície asteroidu, ktorý nebol dlhšie pozorovaný a nenachádzal sa tam, kde sa predpokladalo.

Otázka, ktorej sa pri tejto téme asi nedá vyhnúť: hrozí Zemi v dohľadnej dobe nejaká potenciálne nebezpečná zrážka s asteroidom? A môže sa stať, že sa o nejakom asteroide nedozvieme včas? Resp. poznáme vôbec všetky blízkozemské asteroidy?

Z hľadiska rizika môžeme blízkozemské asteroidy rozdeliť na tri skupiny. Prvú skupinu tvoria asteroidy menšie ako 20 metrov, ktoré nepovažujeme za nebezpečné, lebo tie sa pri prelete zemskou atmosférou rozpadnú/zhoria a na zemský povrch dopadnú už len ako malé, zväčša niekoľkokentimetrové meteority. V ich prípade najviac škody urobí tlaková vlna vyvolaná explóziou, ktorá môže v širšom okolí rozbiť okná, narušiť statiku stavieb či pováľať

stromy. Hneď po objavení takýchto asteroidov sa preto snažíme získať čo najviac pozorovaní, aby sme v prípade zrážky so Zemou mohli vypočítať miesto ich dopadu s presnosťou na niekoľko sto metrov. Ak by tak asteroid takýchto rozmerov mieril na obývanú plochu a my by sme to zistili minimálne deň vopred, mohli by sme odtiaľ ľudí aspoň evakuovať. Našťastie, 10- až 20-metrové asteroidy, ktoré sa v uplynulom storočí zrazili so Zemou, dopadli najmä do oceánov alebo do neobývaných častí sveta. Výnimkou bol 18-metrový asteroid, ktorý v roku 2013 vybuchol v atmosfére nad ruským mestom Čelabinsk, pričom sa v dôsledku tlakovej vlny (najmä úlohou rozbitého skla) zranilo cca 1000 ľudí.

Druhou skupinou sú kilometrové telesá, ktoré dopadajú na Zem pravdepodobne každých niekoľko miliónov rokov. Práve zrážka s asteroidom veľkým asi päť kilometrov pred 65 miliónmi rokov viedla k vyhynutiu dinosaurov. Ďalšie dôkazy o dopadoch veľkých meteoritov poskytujú krátery v oceánoch, ale aj na pevnine. Keďže sme však doteraz objavili už viac ako 95 % všetkých asteroidov väčších ako jeden kilometer, môžeme povedať, že pravdepodobnosť zrážky Zeme s takýmto veľkým asteroidom je v blízkej budúcnosti veľmi malá.

Najväčšie nebezpečenstvo pre nás momentálne predstavujú stredné asteroidy, teda tie niekoľkostometrové. A to najmä preto, lebo nie sú také jasné ako kilometrové telesá a potrebujeme na ich hľadanie veľké ďalekohľady. I keď takmer denne objavíme niekoľko nových stometrových asteroidov, predpokladá sa, že doteraz poznáme len okolo 30 % asteroidov väčších ako 140 metrov. Hoci sa totiž blízkozemské asteroidy pozorujú už dlho, iba v roku 1998 začal fungovať organizovaný program na ochranu našej planéty s ďalekohľadmi vyčlenenými iba na objavovanie a ďalšími na okamžité pozorovanie, ktorý sa stále vylepšuje a zdokonaľuje. Kongres USA spolu s NASA robia všetko preto, aby sme do 10 rokov poznali 90 % asteroidov väčších ako 140 metrov. NASA v súčasnosti financuje štyri programy, ktoré prehľadávajú oblohu a snažia sa nájsť nové blízkozemské asteroidy: tri optické programy so siedmimi ďalekohľadmi na Zemi a jeden program s infračerveným ďalekohľadom vo vesmíre. Ďalší osemkometrový optický ďalekohľad na vyhľadávanie by mal začať pracovať za dva-tri roky. Potom je tu sieť 15-20 skupín s menšími ďalekohľadmi po celom svete, ktoré

hneď po objavení začnú tieto telesá pozorovať, aby sa mohla upresniť ich dráha.

Skúsme to na konkrétnom príklade. Dočítala som sa, že pred pár týždňami v blízkosti našej planéty preletel asteroid 99942 Apophis s priemerom 370 metrov, ktorý v decembri 2004 nakrátko znepokojil vedcov, lebo na základe prvých pozorovaní to vyzeralo na takmer 3 % zrážku so Zemou alebo Mesiacom, ku ktorej by došlo 13. apríla 2029. Akú škodu by asteroid takejto veľkosti mohol napáchať?

Takýto veľký asteroid by pri zrážke so Zemou dokázal zničiť územie s rozlohou niekoľkých európskych krajín. Veľkosť krátera po dopade meteoritu je totiž 5- až 10-krát väčšia než samotný asteroid. V dôsledku tlakovej vlny by však došlo k obrovským škodám a stratám na ľudských životoch v omnoho väčšom okruhu. Ak by mal asteroid niekoľko kilometrov, jeho dopad by vedel z mapy prakticky vymazať napríklad celú Európu.

Ako dlho vlastne trvá, kým sa vypočíta presná dráha asteroidu? A čo všetko sa musí brať pri výpočte dráhy do úvahy?

Najdôležitejšie je, aby sa asteroidy začali pozorovať hneď po objavení. Ideálne v priebehu pár hodín, aby sa nestratili, keďže chyba v počiatočnom výpočte dráhy, hlavne pri rýchlo sa pohybujúcich telesách, sa každým dňom exponenciálne zvyšuje. Čím viac pozorovaní a väčší časový odstup medzi nimi máme, tým presnejšie vieme vypočítať dráhu telesa. Pri väčšine asteroidov sa tak vieme dopracovať k dostatočne presnej trajektórii za pol roka. Vypočítať dráhu nebeského telesa je totiž veľmi komplikované – okrem viacerých dráhových parametrov totiž treba zohľadniť i množstvo iných faktorov. Keď to však veľmi zjednoduším: ak máme aspoň tri pozície, iba na základe rýchlosti pohybu telesa vieme vypočítať, kde sa bude dané teleso nachádzať v budúcnosti. Pri prvom priblížení berieme do úvahy, že sa teleso pohybuje priamočiario a obieha iba okolo Slnka. Samozrejme, takéto jednoduché to v skutočnosti nie je, a preto treba dostať čím skôr ďalšie pozorovania. Ak už máme pozorovania aspoň z troch dní, začíname počítať presnejšiu dráhu, kde už do rovnice vstupujú aj pôsobenia iných planét a neregulárne sily ako napríklad Jarkovského efekt (*pozri str. 11*).

Spomenuli ste, že sa vám podarilo objaviť už stovky nových asteroidov. Asteroid 20187 dokonca nesie vaše meno – v roku 2015 ho po vás pomenovali vaši kolegovia. Planétku s menom má aj váš manžel a otec. Aký to je pocit? A ako to vlastne funguje s pomenovaním asteroidov?

S asteroidmi je to iné ako s kométami. Tie automaticky nesú meno po objaviteľovi. Pri asteroide navrhuje jeho meno objaviteľ, ale návrh musí schváliť komisia. Asteroid totiž nestačí iba nájsť, ale musí mať aj dostatočné množstvo pozorovaní, aby sa upresnila jeho dráha. To chvíľu trvá, keďže musíme mať k dispozícii pozorovania počas dvoch obehov okolo Slnka. Samozrejme, ďalšie nové pozorovania už nemusia byť (a väčšinou ani nie sú) iba od toho, kto asteroid objavil.

To, že jedna planétka nesie aj moje meno, je výnimočný až magický pocit. Zo žartu si môžem predstavovať, že je plná drahých kovov. Vždy ma veľmi poteší, keď vidím nové pozorovania planétok pomenovaných po ľuďoch, ktorých osobne poznám. Naposledy to bola planétka nazvaná po mojom otcovi.

Ja len dodám, že asteroid Janapittichova svoje meno získal na počesť vašich vedeckých a športových úspechov. Naším čitateľom treba povedať, že sa plávaniu nielenže odmalička venujete, ale počas strednej školy ste dokonca boli členkou československej

reprezentácie. Láska k vode vás neopustila ani v USA. V roku 2005 sa vám dokonca podarilo zdoľať Havajského Ironmana (ide o svetový šampionát, ktorý je zavišením série kvalifikačných pretekov triatlonu Ironman, ktoré sa konajú po celom svete – pozn. red.). Ako sa vám momentálne darí v tejto oblasti?

Musím sa priznať, že odkedy mám dve deti, tak mi na športovanie veľa času neostáva. Keď som sa v roku 2011 vydala a presťahovala do Kalifornie, vrátila som sa ku klasickému plávaniu. Som členkou plaveckého klubu Rose Bowl. Zúčastnila som sa viacerých majstrovstiev USA, v roku 2013 som sa dokonca umiestnila na 3. mieste na 1500 m kraul vo vekovej kategórii 40 – 44 rokov. No kým po narodení prvej dcéry som ešte stíhala občas trénovať, po príchode tej druhej v roku 2015 sa situácia trochu zmenila. Teraz vodím na plavecké tréningy iba deti, ale verím, že sa čoskoro do bazéna vrátim aj ja.

Na Havajskej univerzite ste mali prístup k najväčším ďalekohľadom na svete, a to na vôbec najvyššie položenom astronomickom observatóriu. Momentálne pracujete v NASA. Je vôbec v astronómii ešte nejaká vyššia meta, na ktorú by ste mohli siahnúť? Ak by sa naskytla tá možnosť, chceli by ste ísť napríklad do vesmíru?

Pracovať pre NASA na kometárnych

misíách, v kolektíve najlepších planetárnych astronómov, zúčastniť sa na mnohých medzinárodných konferenciách, to všetko považujem za úžasnú príležitosť. Mala som veľké šťastie, že sa mi moje sny splnili, a to tak pracovne, ako aj osobne. Aj keď v inom poradí, ako je bežné. Najprv som si budovala kariéru, deti prišli neskôr, takže sa teraz, kým sú ešte malé, môžem viac venovať rodine. A aj keď je vesmír veľmi lákavý, lepšie sa cítim vo vode než vo vzduchu. Vesmír radšej pozorujem, než by som v ňom chcela lietať.

Čo by ste poradili študentom, ktorí snívajú o práci v NASA? Bude im stačiť základ získaný na Univerzite Komenského?

Nebáť sa snívať a veriť, že sa vaše sny naplnia. I keď k úspechu potrebujete aj kúsok šťastia, treba si ho najmä tvrdo odpracovať. Nesnažiť sa hľadať skratky alebo obísť prekážky a určite sa nevzdávať pri prvých neúspechoch. Nebáť sa urobiť chyby a poučiť sa z nich. Po odbornej stránke dostávajú študenti na Univerzite Komenského určite dostatočný základ na to, aby sa presadili aj na medzinárodnej úrovni. Čo im však môže chýbať, sú skúsenosti a medzinárodná spolupráca s inými odborníkmi. Preto, ak môžu, nech využijú akúkoľvek ponuku ísť na konferenciu či stáž do zahraničia. Tam nech sa neboja pýtať čo najviac otázok a ukázať všetko, čo vedia.

Mgr. Jana Chesley-Pittichová, PhD.

V r. 1995 úspešne ukončila štúdium fyziky na Fakulte matematiky, fyziky a informatiky UK, kde následne pokračovala v doktorandskom štúdiu astronómie. Počas doktorandúry absolvovala ročný študijný pobyt v Európskom južnom observatóriu v Mníchove. V r. 1999 získala ročné štipendium z americkej Národnej vedeckej nadácie, ktoré jej umožnilo pôsobiť na observatóriách v správe Havajskej univerzity v USA. Čoskoro dostala ponuku pracovať na troch kometárnych vesmírnych misíách pre NASA a na Havaji nakoniec zostala 13 rokov. V r. 2011 sa presťahovala do Kalifornie, kde o dva roky nato začala pracovať v Laboratóriu prúdového pohonu, ktoré vlastní NASA a spravuje Kalifornský technologický inštitút. Ako astronómka sa špecializuje na pozorovanie blízkozemských asteroidov a komét. Minulý rok získala ocenenie JPL za vedúcu úlohu na spustení teleskopu na Observatóriu Table Mountain.

