

Astrometrická pozorování

Rozhovor s Janem Vondrákem

Přesné měření a vysvětlování pozice a pohybu hvězd a ostatních nebeských těles je velmi důležité při výzkumu vzniku, pohybu a fyzikálního původu Sluneční soustavy a naší Galaxie. Astrometrická pozorování nabízejí množství zajímavých vědeckých otázek, týkajících se rotačních parametrů Země či orbitálních pohybů Měsíce. Průvodcem na této cestě poznáním nám bude Dr. Jan Vondrák z Astronomického ústavu Akademie věd České republiky (AV ČR).

• *Působíte na Astronomickém ústavu AV a astronomii se věnujete už pěkných pár desítek let. Pokud byste se ohlédl zpět, kterého ze svých vědeckých úspěchů si nejvíce ceníte?*

Pokud jde o největší citovanost, tak je to bezesporu vypracování metody hlazení časových řad pozorování. Tato metoda se standardně používá při zpracování dat, hlavně v oblasti rotace Země v rámci Mezinárodní služby rotace Země (IERS) či koordinaci časových škál v rámci Mezinárodního úřadu pro míry a váhy (BIPM). Moje publikace na toto téma z let 1969 a 1977 jsou z mých publikací vůbec ty nejcitovanější a dosahují dnes již počtu téměř 200. Jsem skutečně potěšen že tato čísla kupodivu stále ještě narůstají. Jako další bych uvedl odvození v té době zanedbávaného vlivu planet na precesi a nutaci rotace zemské osy z roku 1982, a samozřejmě globální zpracování astrometrických pozorování orientace Země v rámci katalogu *Hipparcos*. V posledních letech bych pak jmenoval studium geofyzikálních vlivů na orientaci Země.

• *Metoda hlazení, což je mimochodem velmi hezký název, se týká astrometrických pozorování. Ta se provádějí v nepravidelných časových intervalech (jak počasí dovolí) a nejsou proto konána se stejnou přesností, kterou bychom ale potřebovali. Jak tato metoda funguje?*

Pro vědce je velmi důležité, aby znali onu pozorovanou veličinu spojitě pro libovolný okamžik. Víme, že by to měla být obecně nějaká spojitá a hladká funkce času, aniž bychom znali její matematické vyjádření. Nelze ale zvolit nějakou jednoduchou interpolaci mezi pozorovanými body, ta by vedla k velice kostrbaté křivce, protože jednotlivá pozorování jsou zatížena měřičskými chybami. Tato navržená metoda proto hledá jakýsi kompromis mezi „hladkostí“ křivky a minimalizací jejích odchylek od pozorovaných bodů.

• *Mezi svými důležitými vědeckými výsledky připomínáte i odvození v té době zanedbávaného vlivu planet na precesi a nutaci rotace zemské osy. Co se vám v této problematice podařilo dokázat?*

Podařilo se prokázat, že tento vliv již v té době (po roce 1980) přesáhl svou velikostí přesnost pozorování nově se rozvíjející techniky *Very Long Baseline Interferometry* (VLBI), a stal se tedy důležitou složkou nově připravovaného modelu precese a nutace.

• *Zmíňujete globální zpracování astrometrických pozorování orientace Země pro katalog *Hipparcos*. Jak jste se na tomto výzkumu podílel a co pro vás znamenala skutečnost, že jste byl pověřen*



Pozorování pasážíkem Zeiss 100/1000 na Geodetické observatoři Pecný v roce 1963

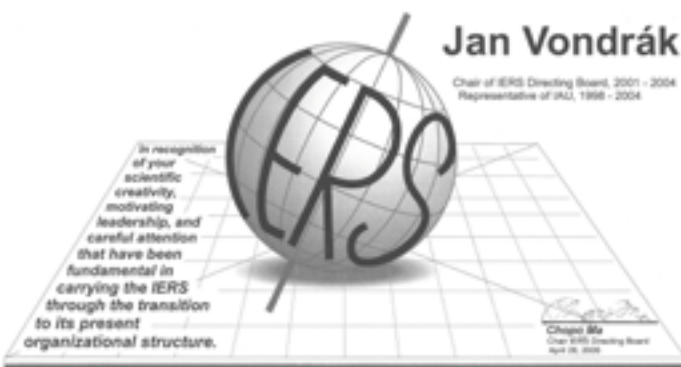
*řízením mezinárodní pracovní skupiny IAU s názvem *Earth rotation in the Hipparcos reference frame*?*

Satelit *Hipparcos* byl vypuštěn do vesmíru v roce 1989, i když se o něm uvažovalo již od roku 1967, a byl součástí astrometrické mise Evropské kosmické agentury (ESA), zaměřené na měření hvězdných paralax a vlastních pohybů hvězd. Práce na přípravě pozorovacího programu začaly dlouho před vypuštěním družice. Tímto úkolem bylo pověřeno mezinárodní konsorcium pod názvem *INCA (Input Catalogue)*. Výběr objektů se řídil nejen jejich zajímavostí z astrofyzikálního hlediska, ale též rovnoměrností jejich rozložení na nebeské sféře a zastoupením hvězd až do hvězdné velikosti 7–8. Přihlíželo se přitom jednak k technickým možnostem satelitu (nebylo možné pozorovat objekty slabší než magnituda 12), jednak k jejich důležitosti pro navrhované projekty z různých oblastí astronomie, včetně těch, které byly pozorovány v rámci mezinárodního sledování rotace Země a pohybu pólu metodami optické astrometrie. I nám se podařilo do tohoto katalogu zařadit hvězdy, pozorované na PZT v Ondřejově.

• *Výsledkem byl katalog *Hipparcos*, pojmenovaný podle antického astronoma a tvůrce prvního známého katalogu hvězd *Hipparcha*. Jak se v něm podařilo popsat úctyhodných 118 209 hvězd s přesností na tisícinu obloukové vteřiny?*

Především se nám podařilo pomoci v navázání orientace výsledného katalogu na Mezinárodní referenční nebeský systém (ICRS), prostřednictvím pozorovaných parametrů orientace Země vzhledem k oběma systémům (optickou astrometrií v systému *Hipparcos*, rádiovou interferometrií VLBI v systému ICRS). Tato

International Earth Rotation Service
Certificate of Appreciation for Outstanding Service



Ocenění zásluh během předsednictví výboru IERS v letech 2001–2004

námi navržená metoda byla ovšem jen jedna z několika, kterými bylo to navázání provedeno. Bylo třeba určit celkem tři parametry, definující orientaci předběžného katalogu *Hipparcos* vůči ICRS v epoše J2000.0 a jejich časové změny. Následně jsme se pak zabývali, zejména ve spolupráci s mým nejbližším spolupracovníkem Cyrilem Ronem, zcela novým odvozením parametrů orientace Země v referenčním systému *Hipparcos* v rámci mezinárodní pracovní skupiny IAU, kterou jsem od roku 1988 vedl.

• *V průběhu tohoto výzkumu jste shromáždili i časovou řadu parametrů orientace Země v pětidenních intervalech, pokrývající téměř jedno století. Kde všude byl tento algoritmus použit?*

Shromáždili jsme téměř 5 miliónů jednotlivých pozorování změn zeměpisné šířky a korekcí času na více než 30 observatořích, přepočítali výsledky z původních hvězdných katalogů na katalog *Hipparcos* a provedli globální odvození parametrů orientace Země v pětidenních intervalech. Kromě toho byly tyto výsledky použity též ke zpřesnění vlastních pohybů některých hvězd, a později i periodických pohybů pozorovaných dvojhvězd. K tomuto tématu jsme se ale vrátili i v dalších letech, když se podařilo získat pozorování z dalších observatoří. Postupně jsme také vylepšovali náš výpočetní algoritmus, a vypracovali jsme tak několik zpřesněných katalogů hvězd a okolo deseti řešení parametrů orientace Země.

• *Když hovoříme o vašich vědeckých výsledcích – korespondují s badatelskými sny s nimiž jste do vždy jako vysokoškolský absolvent vstupoval?*

Při nejlepší vůli si nemohu vzpomenout, že bych někdy měl nějaký takový plán, to snad ani není možné. Vědecké úkoly podle mě vyvstávají před člověkem jaksi samy od sebe a v podstatě nečekaně, na základě studia literatury, předchozích výsledků, diskusí s kolegy v oboru a podobně. Určitě jsem k vědecké práci přistupoval spíše metodou jakéhosi pokračování či vylepšování výsledků svých předchůdců nežli snahou o nějaký zcela originální výsledek.

• *Narodil jste se v Pisku, dětství jste prožil v Pračaticích. Zajímá vás vesmír již od dětství?*

Nebylo to zdaleka tak. Já jsem v dětství miloval především koně. Můj kamarád ze školy Jiří Čejka byl syn sedláka a já k nim chodil vypomáhat. V létě při žních nebo v zimě při svážení pokácených kmenů. Za odměnu jsme ve volných chvílích mohli jezdit na jejich dvou tažných koních. Proto jsem se už od dětství chtěl stát zvěrolékařem.

• *Zmínujete, že jste byl zlobivé dítě s nadšením pro matematiku. To je docela zajímavá kombinace. Jak se vám ve škole dařilo?*

Řekl bych, že jsem byl spíše takový normální zlobivý kluk. Je pravdou, že jsem ze školy nosil poznámky, že jsem nepozorný a ruším při vyučování. Kvůli tomu jsem také byl poměrně často trestán. Největším trestem byl pro mě „hausarest“. I chodit do školy mě tehdy nijak zvlášť ne bavilo, dával jsem spíš přednost čtení dobrodružných knížek (např. Vermeovek) či modelaření. Ale bavila mě matematika. Rád jsem řešil všelijaké „oříšky“, jak to nazýval náš učitel. Také jsem chodil řadu let do hudební školy, učil jsem se hrát na piano, a docela mi to šlo. Bohužel jsem v tom pak už později nepokračoval a vše jsem zapomněl.

• *Vaše láska ke koním se odrazila i na volbě vašeho povolání a chtěl jste se stát veterinářem. Nahradila tedy biologie matematiku, váš oblíbený předmět?*

Biologie mě docela „chytila“ a už jsem se viděl coby veterinář. Jenže to mě rychle přešlo. Náš profesor biologie mě totiž jednou poslal pro čerstvou krev do místních jatek (tu potřeboval pro nějaký biologický experiment) a já jsem se tam stal svědkem porážky nemocného koně. To mne natolik odradilo, že jsem už veterinářem být nechtěl a zaměřil jsme se na matematiku a fyziku. A začal jsem přemýšlet o studiu astronomie, protože mě mimo jiné zaujalo i propojení astronomie s mou oblíbenou matematikou.

• *Pokračoval jste studiem na Jedenáctileté střední škole, kde byla jedním z vyučovacích předmětů i astronomie. Přesto jste poté zaměřil na studia geodézie na Stavební fakultě ČVUT v Praze. Z čeho vycházelo vaše rozhodnutí?*

V té době byla astronomie jedním z vyučovaných předmětů, učil nás ji nově nastoupivší mladý profesor Jaroslav Mráz (pozdější ředitel hvězdárny v Rokycanech). Astronomii jsme měli ale pouze jeden rok, později byla jako samostatný předmět bohužel zcela zrušena. To ve mně bezesporu vzbudilo o astronomii zájem. Nakonec jsem se ale rozhodl, pod vlivem o rok staršího kolegy, který tam již studoval, pro studium geodézie. Za jeden z důvodů, proč jsem se rozhodl právě takto, bych se měl (jakožto prapravnuk Josefa Jungmanna) ale spíše stydět – při přijímacích pohovorech na MFF byla zkoušena, kromě matematiky a fyziky, také čeština, zatímco na ČVUT to byla jen matematika a fyzika. Navíc mi ten kamarád řekl, že geodézie má k astronomii blízko, a na zeměměřičské fakultě se jako jeden předmět také vyučuje astronomie.

• *Vystudoval jste geodetickou astronomii a dostal umístěnku do tehdejšího Geodetického a topografického ústavu v Praze (GTÚ), jehož součástí byla ale i Geodetická observatoř Pecný v Ondřejově. Tam jste působil i po roce 1965,*



Ing. Jan Vondrák, DrSc., dr.h.c., (*1940),

v roce 1962 absolvoval obor geodézie na Fakultě stavební ČVUT, kde také v roce 1973 obhájil titul CSc. v oboru geodetická astronomie. V letech 1962–1977 pracoval na Geodetické observatoři Pecný, od roku 1977 je vědeckým pracovníkem Astronomického ústavu AV ČR (AsÚ). V roce 1985 obhájil titul DrSc., v letech 1991–2000 byl vedoucím oddělení dynamické astronomie a v letech 2000–2005 zástupcem ředitele ústavu pro zahraniční styky. V roce 2011 mu byl na Observatoře de Paris udělen čestný doktorát (dr.h.c.). Od roku 1973 je členem České astronomické společnosti, v letech 2010–2017 byl jejím předsedou. Od roku 1979 je členem Mezinárodní astronomické unie (IAU), kde zastával řadu významných funkcí, mimo jiné byl zvolen prezidentem Divise I pro fundamentální astronomii (2006–2009). Je rovněž členem Evropské astronomické společnosti (EAS), Mezinárodní geodetické asociace (IAG) či Americké geofyzikální společnosti (AGU). V letech 2005–2010 byl národním reprezentantem ČR v Mezinárodní radě pro vědu (ICSU). Za svůj život obdržel řadu ocenění (1980 cena ČSAV, 2000 cena AV ČR, 2003 medaile AV ČR E. Macha, 2003 cena EU R. Descartesa, 2007 Nušlova cena ČAS, 2021 cena Littera Astronomica ČAS).

kdy byla převedena pod Výzkumný ústav geodetický, topografický a kartografický. Takže jste měl kolegy astronomy takřka na dohled, že?

Já jsem měl to štěstí, že vzhledem k tématu mé úspěšně obhájené diplomové práce jsem dostal umístěnku právě do GTÚ. Astronomický oddíl GTÚ zahrnoval v době mého nástupu (1962),



Diplom k titulu dr. h. c., udělenému Pařížskou observatoří v roce 2011

kromě skupiny vykonávající polní astronomická měření na bodech základní triangulační sítě, též skupinu, zajišťující na Geodetické observatoři stálou pozorovací službu měření změn zeměpisné šířky a korekcí času. Na ní jsem se zpočátku zabýval především pozorováním odchylek časového signálu OMA 50 od světového času na pasážíku a jeho zpracováním.

• *Zabýval jste se též pozorováním změn zeměpisné šířky a korekcí času na původním Nušlově cirkumzenitálu. Inspiroval jste se tak k vývoji nového cirkumzenitálu?*

V té době jsem rozšířil pozorování nejen na cirkumzenitálu, ale i na vizuálním zenitteleskopu o Měsíc, pro účely určení efemeridového času a elementů dráhy Měsíce. Také jsem se částečně podílel na vývoji nového cirkumzenitálu VÚGTK (testoval a připomínkoval jsem jej v průběhu vývoje), a posléze jsem publikoval jeho podrobný popis, návod k použití a první výsledky pozorování. Během Valného zasedání IAU v Praze v roce 1967 jsem jej prezentoval na doprovodné výstavě astronomických přístrojů v paláci U Hybernů.

• *Později, po přechodu do Astronomického ústavu v roce 1977, jste navrhl zcela novou metodu zpracování astrometrických pozorování fotografickou zenitovou tubou (PZT), založenou na metodě nejmenších čtverců, a začal jste se věnovat fundamentální astronomii. O jaký astronomický výzkum se v tomto případě jedná?*

Pod tento pojem můžeme zahrnout širokou škálu oborů, které tvoří základy pro astronomický výzkum, počínaje astrometrií (která měří polohy, vlastní pohyby a paralaxy hvězd i jiných astronomických objektů a jejich prostřednictvím

definuje nebeskou souřadnicovou soustavu) přes nebeskou mechaniku (která se zabývá zákonitostmi pohybu nebeských těles, zejména pod vlivem gravitačních sil), pozorování parametrů orientace Země (které definují vztah mezi nebeskou a terestrickou souřadnicovou soustavou), definici některých fundamentálních astronomických konstant až po výpočty efemerid těles Sluneční soustavy.

• *Zabýval jste se rotačními parametry Země, které ovlivňuje celá řada dalších fyzikálních, geofyzikálních a astrofyzikálních jevů. Co všechno může rotaci země ovlivnit?*

Vliv na orientaci Země (tj. nejenom na rychlost její rotace, ale též na pohyb pólu) mají slabé síly Slunce a Měsíce, změny ve zploštění Země, způsobené táním ledovců v polárních oblastech, procesy, probíhající uvnitř zemského jádra a pláště, přesuny hmot v atmosféře, oceánech i podzemních vodách, ale i náhlé změny magnetického pole Země.

• *Sklon rotační osy Země cca 23,5° způsobuje střídání ročních období v mírném pásu a období sucha a deštů v tropickém pásu. Může se sklon zemské osy změnit, a jak by to kupříkladu vypadalo, kdyby byl sklon osy 0° nebo 90°?*

Pokud by se sklon rotační osy Země blížil 0°, délka dne a noci by byly stejné (12 hodin) ve všech zeměpisných šířkách, přičemž na rovníku by Slunce kulminovalo vždy v zenitu. Směrem k pólům by se výška Slunce nad obzorem v době kulminace postupně snižovala, a v extrémním případě na pólech by se pak Slunce pohybovalo stále na horizontu. Podnebí, srážky a průměrné teploty by byly určeny hlavně zeměpisnou šířkou (bez ohledu na roční období)

a formy života na Zemi by neměly důvod přizpůsobovat se změnám ročních období, neboť by tyto nenastávaly. Pokud by ale byl sklon osy roven 90°, byla by situace mnohem dramatictější – dvakrát do roka by bylo Slunce v zenitu pouze na jednom z pólů (v době, kdy by osa rotace směřovala přímo ke Slunci), a Země by byla osvětlená pouze na severní či jižní polokouli, a dvakrát do roka by byla situace podobná předchozímu případu se sklonem 0° (v době, kdy by osa byla kolmá ke směru ke Slunci). K takovým extrémním situacím ale nedojde – sklon ekliptiky se mění kvaziperiodicky v rozmezí cca 22,2°–24,5°, s periodami řádu desítek tisíc let.

• *Je možné rotační chování naší Země nějakým způsobem předpovídat a jak úspěšná by taková předpověď byla?*

V podstatě je možné k predikci jakéhokoliv procesu přistoupit dvěma způsoby. Můžete analyzovat dosavadní chování dané veličiny, a na základě získaného matematického modelu provedete její extrapolaci do budoucna. Nebo provedete totéž pro známé geofyzikální excitace a jejich predikce pak použijete pro výpočet parametrů orientace Země. Já jsem při svém působení na U.S. Naval Observatory v roce 1989 zvolil tu druhou cestu. V každém případě je ale problém právě ve volbě toho vhodného matematického modelu. Důležitost těchto předpovědí tkví hlavně v tom, že přesná znalost budoucího chování orientace Země v prostoru je zapotřebí např. při plánování a následné navigaci kosmických sond; sledujeme totiž jejich pohyb z povrchu rotující Země!

• *V roce 1989 jste absolvoval tříměsíční studijní pobyt v oddělení časové služby a zemské rotace U.S. Naval Observatory ve Washingtonu. V té době docházelo k velkým změnám v mezinárodní spolupráci. Dotýkaly se i oblasti astronomie?*

Jednalo se především o sledování orientace Země – v té době docházelo k postupnému přechodu od klasických astrometrických technik k mnohem přesnějším metodám kosmické geodézie (pozorování umělých družic Země, Měsíce a kvazarů). Protože se současně ukázalo, že pohyby v atmosféře a oceánech mají nezanedbatelný vliv na orientaci Země, začala meteorologická centra v USA, Japonsku a západní Evropě produkovat jejich globální momenty setrvačnosti. Všechna tato data byla ve Washingtonu k dispozici, a já jsem se tedy začal zabývat tímto vlivem a možnostmi využití jejich predikce pro předpověď rotačního chování Země.

• *Jak jste se cítil v Naval Observatory a jak odlišná byla práce na tamním pracovišti?*

Byla to především velká změna z hlediska používání výpočetní techniky. Hned po příchodu

jsem dostal přidělený vlastní počítač, a i když byla možnost přístupu na velký sálový počítač, dal jsem samozřejmě přednost nezávislé práci právě na PC. Znamenalo to se seznámit s jeho operačním systémem (tehdy to byl DOS) a nainstalovanými programy. Hlavně to byl kompilátor Fortranu pro výpočty a textový editor WordPerfect, který jsem použil k psaní textů a tvorbě grafických výstupů.

• *V letech 1998–2004 jste byl předsedou Českého národního komitétu astronomického a v letech 2001–2004 předsedal řídicí radě mezinárodní služby sledování rotace Země IERS. To jistě vyžadovalo mnoho času. Zbýval vám ještě vůbec nějaký prostor na vědeckou práci?*

V těchto obou případech se jednalo spíše o práci organizační. Úkolem Českého národního komitétu je hlavně reprezentovat českou astronomickou obec vůči Mezinárodní astronomické unii (IAU) a zprostředkovat mezinárodní kontakty a spolupráci s mezinárodní astronomickou komunitou. Za hlavní výsledek mé činnosti v tomto orgánu považuji úspěšnou kandidaturu Prahy na místo konání Valného zasedání IAU v roce 2006. Praha se tak stala po Římu druhým městem v historii, kde se toto zasedání konalo podruhé. V řídicí radě IERS pak byla hlavním úkolem koordinace jednotlivých pozorovacích technik, sladování jejich pozorovacích programů a příprava rigorózních metod kombinace výsledků jejich pozorování do jediného řešení.

• *V březnu 2010 jste byl zvolen předsedou České astronomické společnosti (ČAS) a nahradil tak ve funkci Dr. Markovou. Měl jste nějaké představy, čeho byste chtěl v této oblasti dosáhnout, a podařilo se vám plány naplnit?*

I když jsem členem ČAS od roku 1973 a určité funkce v ní jsem zastával již dříve, funkce jejího předsedy mi přinesla zcela novou zkušenost. Bylo třeba navázat nové kontakty uvnitř amatérské komunity a nahlížet do problematiky novými očima. S potěšením mohu konstatovat, že jsem byl velmi mile překvapen nadšením astronomů amatérů pro tuto práci i vysokou úroveň jejich výsledků. Měl jsem to štěstí, že jsem „nastoupil do již rozjetého vlaku“ a mohl navázat na dobře fungující strukturu, kterou mi předala moje předchůdkyně. Velká část členů předchozího Výkonného výboru pokračovala v práci celou dobu i pod mým vedením, a tak až na malé výjimky nedocházelo k problémům v komunikaci a spolupráci mezi jednotlivými složkami ČAS. Podařilo se oživit poněkud „zamrzlou“ spolupráci s Evropskou astronomickou společností (EAS), jejímž je ČAS přidruženým členem. Završením bylo úspěšné pozvání každoročního zasedání European week of astronomy and space science (EWASS) do Prahy, které se uskutečnilo až po skončení mého mandátu v roce 2017.

• *Dlouhodobě jste se věnoval i přípravě Hvězdářské ročenky. Překvapilo vás, když jste za tuto činnost v roce 2021 obdržel cenu Littera Astronomica?*

Tuto cenu jsem dostal za „výjimečně kvalitní a dlouhý podíl na přípravě Hvězdářské ročenky“, jak zní oficiální zdůvodnění. Konkrétně šlo o čtyřicet let mého autorského podílu na publikování Hvězdářské ročenky, která v té době završila celé století svého vydávání. Já si této ceny, kterou ČAS uděluje za popularizaci astronomie, samozřejmě velice vážím.

• *Ocenění, která jste za vaši vědeckou práci získal, je skutečně mnoho. Jedním z nich je Cena Akademie věd ČR pro tým, který jste vedl v letech 1992–1997. Čeho se toto ocenění týkalo?*

Jmenovaná cena byla udělena kolektivu pod mým vedením, který zahrnoval ještě kolegu Cyrila Rona z AsÚ a kolegy Ivana Peška a Aleše Čepka ze Stavební fakulty ČVUT za soubor prací „Orientace Země v období 1899 až 1992“, a týkala se shora popsaného problému, řešeného v rámci mezinárodní pracovní skupiny IAU Earth rotation in the Hipparcos reference frame.

• *Za studium problematiky souřadných systémů jste byl spolu se svým týmem oceněn také Descartesovou cenou. Jak podpořila tato cena váš další výzkum?*

Tato prestižní cena Evropské komise byla udělena v roce 2003 cca třicetičlennému mezinárodnímu kolektivu pod vedením Véronique Dehant z Belgické královské observatoře v Bruselu. Naše česká role spočívala v testování a verifikaci různých modelů nutace s pozorováními. Protože cena byla poměrně štedře dotována i finančně, dohodli jsme se kolektivně, že veškeré získané prostředky půjdou na výměnné pracovní pobyty nadějných mladých vědeckých pracovníků, což se zdařilo.

• *V roce 2007 vám ČAS udělila Nušlovu cenu, tedy nejvyšší ocenění, které je udělováno badatelům, kteří se svým celoživotním dílem obzvláště zasloužili o rozvoj astronomie. Jaké to je, být ve společnosti význačných velikánů české astronomie?*

Ta cena mě tehdy velice překvapila a potěšila, dostal jsem se tím do vybrané společnosti mnoha významných českých astronomů, a to považuji za velkou čest!

• *Říká se, že je moc pěkné, když je člověku jeho práce zároveň i koníčkem. Pozorujete rád hvězdnou oblohu třeba dalekohledem a která planeta, hvězda či vesmírná struktura je vaše nejoblíbenější?*

Asi Vás zklamám, ale dalekohledem se na oblohu dívám velice zřídka, pouze když dochází k nějakému vzácnému astronomickému úkazu. Mojí nejoblíbenější planetou je ta, kterou obýváme, a byl bych moc rád, kdybychom si ji sami nezničili.

• *Co byste popřál našim šikovným českým vědcům do budoucna?*

Aby naše vláda podporovala i nadále vědecký výzkum a vzdělávání obecně, bez zbytečných byrokratických překážek.

• *Děkují vám za inspirativní setkání plné zajímavých informací, vizí a vědeckého zaujetí (za Astropis se ptala Jana Žďárská).*



Přednáška na Sympoziu Mezinárodní astronomické unie 248 v Šanghaji v roce 2007