

Sborník

Antické dědictví

Jak na noční oblohu

Astronomie, netradičně ve škole

Co nás spojuje?

Hledání návštěvníků a služby 21. století



Realizace projektu od 1. 1. 2008 do 30. 6. 2008



Obsah

Aristarchovo měření vesmíru a Eratosthenovo měření Země

Jindřich Bečvář

strany 3 až 16

Astronomické drama na rudolfínském dvoře

Jiří Štoll

strany 17 až 33

Astronom Johann Palisa

Tomáš Gráf

strany 34 až 41

Co nám zanechal Ptolemaios

Vladimír Štefl

strany 42 až 51

Už Fritz Zwicky ...

Jiří Holuša

strany 52 až 55

Meteory a komety nad našimi hlavami

Jiří Srba

strany 56 až 61

Reklama a propagace činnosti hvězdáren a planetárií
aneb „Reklamní strom“ s komentářem po 15 letech

Tomáš Gráf

strany 62 až 67

Závěrečné zprávy z akcí projektu

strany 69 až 78

Aristarchovo měření vesmíru a Eratosthenovo měření Země

Jindřich Bečvář

1. Úvod

Představy řeckých filozofů a myslitelů se v 6. a 5. století př. Kr. značně měnily. Thalés Milétský (asi 640 až 548) učil, že Země je plochá, leží na vodě a je obtékána oceánem, Anaximandros (asi 610 až 546) si představoval Zemi jako válec, který se volně vznáší v prostoru a jehož výška je jednou třetinou šířky.

Pýthagorás ze Samu (asi 580 až 500) přišel s představou kulaté Země umístěné ve středu vesmíru, jehož hranicí je sféra hvězd. Denní pohyb Slunce, Měsíce a hvězd je podle něho způsoben rotací Země. Pýthagorejci prosazovali studium čtyř disciplín, kterými byly *aritmetika*, *geometrie*, *astronomie* a *hudba* (pozdější kvadrivium). Mezi nimi cítili úzké souvislosti, pochopili zcela zásadní význam kvantitativního popisu věcí a jevů, podstatou všeho bylo pro ně *číslo*. Významným argumentem pro zcela zásadní roli čísel byla pýthagorejská teorie hudby, k níž tehdejší myslitelé dospěli. Číslům připisovali pýthagorejci nejrůznější vlastnosti, např. číslo 4 bylo pro ně symbolem spravedlnosti a číslo 10 symbolem dokonalosti a veškerého jsoucna.

Filoláos z Krotónu, významný představitel pýthagorejské školy, vystoupil v 5. století s novými představami o uspořádání světa. Podle něho je uprostřed vesmíru tzv. centrální oheň, kolem něhož jsou na deseti sférách umístěna nebeská tělesa: Protizemě, Země, Měsíc, Merkur, Venuše, Slunce, Mars, Jupiter, Saturn a hvězdy. Tato teorie obsahovala značně spekulativní, hypotetické prvky; byly jimi zejména *centrální oheň* a *Protizemě*, které nikdy nikdo neviděl. Vesmír totiž musel být podle představ pýthagorejců dokonalý, a proto muselo být sfér právě deset.

Navíc musely být rozměry jednotlivých sfér v patřičných poměrech, které hrály roli v pýthagorejské teorii hudby. A protože všechno, co se pohybuje, způsobuje zvuk, tak i pohybuující se dokonalý vesmír vydává tzv. *hudbu sfér*, zcela dokonalou, pro lidi však neslyšitelnou hudbu. V této souvislosti se též hovoří o *harmonii kosmu*.

Během 6. a 5. století postupně sílila představa o dokonalosti vesmíru, v různých dobách však byla různě chápána. Již pýthagorejci soudili, že pozorované nepravidelnosti pohybů nebeských těles jsou jen zdánlivé, že jejich skutečné pohyby musí být naprosto pravidelné. Ve 4. století převládly pod vlivem Platóna (427 až 347), jednoho z největších filozofů všech dob, představy o tom, že dokonalým tvarem je pouze koule, dokonalým pohybem

rovnoměrný kruhový pohyb a že pozorované nepravidelné pohyby planet po obloze je třeba vykládat skládáním pohybů dokonalých.

Eudoxos z Knidu (asi 408 až 355), matematik, astronom a geograf, vrátil Zemi do středu vesmíru a znehybnil ji. Vytvořil tzv. teorii *homocentrických sfér*, jejichž společný střed byl umístěn do středu Země. Osa každé sféry byla upevněna v nejbližší vnější sféře a sdílela její pohyb. Eudoxova teorie pracovala s 27 sférami (tři sféry pro Slunce, tři pro Měsíc, každá z pěti planet měla čtyři sféry, poslední sféra byla sférou stálic). Pohyby nebeských těles byly vytvořeny kombinacemi rotačních pohybů jednotlivých sfér. Eudoxos tak realizoval Platónovu myšlenku; modeloval pohyb nebeských těles rotacemi homocentrických sfér, tj. pomocí rovnoměrných kruhových pohybů.

Eudoxos prezentoval svoji teorii ve spise *Fainomena* [Nebeské jevy], který se bohužel nedochoval. Některé myšlenky jeho díla zpracoval Arátos v první polovině 3. století př. Kr. ve stejnojmenné básni. Nevíme, zda byla Eudoxova teorie výrazněji podložena matematicky, tj. zda bylo možno s její pomocí předvídat polohy jednotlivých nebeských těles.

Eudoxovu teorii homocentrických sfér se snažil zdokonalit jeho žák Kallippos z Kyziku (asi 370 až 300) a krátce poté i Aristotelés ze Stageiry (384 až 322). Oba přidali další sféry, u Kallippa jich bylo 34, u Aristotela snad dokonce 56. Aristotelés nebyl s homocentrickou teorií spokojen, nakonec na problém sfér rezignoval a přenechal jej jiným. O stavbě a chodu vesmíru žádné dílo nese-psal.

Eudoxova teorie homocentrických sfér nevysvětlovala dvě důležité věci – změny jasností planet během roku a nevelké změny zdánlivých průměrů Slunce a Měsíce, které jsou pozorovatelné např. při zatměních Slunce (někdy je úplné, někdy prstencové).

Aristotelés výrazným způsobem přispěl ke geocentrickému pohledu na vesmír. Ztotožnil totiž střed Země, střed vesmíru a střed tíže. Přijal Empedoklovu teorii čtyř živlů (*země, voda, vzduch, oheň*), z nichž je vytvořen veškerý pozemský svět. Vytvořil teorii *přirozených míst a přirozených pohybů*. Kolem středu tíže se rozprostírá země, nad ní je voda, pak vzduch a pak oheň. A pokud se nějaká složka z tohoto přirozeného místa vychýlí, přirozeným pohybem se na své přirozené místo vrací. Přirozeným stavem tělesa je klid, každý pohyb, i rovnoměrný přímočarý, vyžaduje soustavné působení síly. Ke čtyřem živlům přidal Aristotelés *éter*, z něhož je vytvořen svět nadměsíčních sfér. Podpořil Platónovu myšlenku dokonalých tvarů a dokonalých pohybů. Ve svých spisech o logice (souhrnné jsou nazývány *Organon*) podal metodické pokyny k budování vědecké teorie; objasnil, co je definice, axiom, tvrzení, důkaz, rozpracoval metodiku vědeckého důkazu Hérakleidés z Pontu (asi 390 až 310), Platónův žák a Aristotelův přítel, byl

astronom, matematik a filozof. Z velmi kusých informací, které o jeho díle máme, někteří badatelé soudí, že předpokládal rotaci Země a snad i pohyb Venuše a Merkuru kolem Slunce, které však nechal obíhat kolem Země.

Kolem roku 300 př. Kr. sepsal Eukleidés *Stoicheia* [Základy], jedno z nejvýznamnějších matematických děl všech dob. Shromáždil v něm téměř všechny poznatky, k nimž dospěla řecká matematika v předchozích třech stoletích, a dokonalým, metodicky vytříbeným způsobem je prezentoval. Nejprve popsal pojmy, s nimiž bude pracovat, zformuloval postuláty a axiomy, a pak v přísné logickém sledu dokazoval jedno tvrzení za druhým. Eukleidovy *Základy* se staly pro řadu následujících století nedostižným vzorem pro budování matematické teorie. Matematici generace Eukleidových žáků (např. Aristarchos, Eratosthenés, Archimédés) nejprve zformulovali předpoklady (*hypotézy*) a pak z nich odvozovali jednotlivá tvrzení.

O vývoji řeckých astronomických znalostí a o jejich pohledu na uspořádání vesmíru píše velmi zasvěceně D. Špelda v knize *Astronomie v antice* [12]. Pro další studium lze doporučit např. knihy [3], [5], [7], [10] a [11]. O měření vesmíru viz [9].

2. Aristarchos ze Samu

Řecký astronom, matematik a filozof Aristarchos pocházel z ostrova Samos, který leží v Egejském moři nedaleko západního pobřeží Malé Asie, poblíž měst Milétos a Efesos. Tato oblast byla centrem vzdělanosti, v 6. a 5. století př. Kr. zrodila několik významných myslitelů; byli to Pýthagorás, Thalés, Anaximandros, Anaximenés, Hekataios, Leukippos, Hérakleitos, Melissos atd.

Aristarchos žil asi v letech 310 až 230, byl žákem Stratóna z Lampsaku (asi 340 až 270), působil v Alexandrii, kde patřil ke generaci, která byla výrazným způsobem ovlivněna působením matematika Eukleida. Aristarchos prý rovněž vynalézal vědecké přístroje. Byla mu přičítána konstrukce přístroje *skafé*, který byl užíván k měření úhlové vzdálenosti Slunce od zenitu a jako sluneční hodiny; tento přístroj však již před Aristarchem znali astronomové v Mezopotámii. Informace o Aristarchovi podávají Archimédés ze Syrákús (287 až 212), Vitruvius Pollio (1. stol. př. Kr.), Plútarchos (asi 50 až 120), Klaudios Ptolemaios (asi 100 až 170), Sextos Empeirikos (2. stol.), Pappos (3. stol.), Censorinus (3. stol.) a další. Podrobněji viz [6] až [8]. Aristarchovo jméno nese jeden kráter na Měsíci.

Aristarchos je někdy považován za předchůdce Mikuláše Koperníka (1473 až 1543), protože je stejně jako on autorem heliocentrického systému. Podle Aristarcha je středem vesmíru nehybné Slunce, nebybná je i sféra hvězd. Země rotuje a se svou sférou se otáčí kolem Slunce, stejně tak sféry ostatních planet. Aristarchovy heliocentrické názory vyvolaly rozruch

a pohoršení, byl obviněn z bezbožnosti, z toho, že *pohnul středem vesmíru, že ruší klid Země*. Stoický filozof Kleanthés z Assu (331 až 232) dokonce obvinil Aristarcha z bezbožnosti; zaútočil na něho v jednom ze svých spisů.

Vážná odborná námitka proti Aristarchově heliocentrismu vyplývala ze skutečnosti, že nebyla pozorována tzv. *roční paralaxa*. Při geocentrickém názoru je celkem pochopitelné, že velikost Země je vůči velikosti sféry stálic zanedbatelná. Při heliocentrickém pojetí by však musela být vzhledem ke sféře stálic zanedbatelná velikost celé dráhy Země kolem Slunce, jinak by se během roku na obloze měnily vzdálenosti mezi hvězdami, a tedy i tvar souhvězdí. Heliocentrický vesmír by tedy musel být tolikrát větší než geocentrický, kolikrát je průměr zemské dráhy větší než průměr Země. Tak obrovský vesmír však byl pro řecké myslitele naprosto nepředstavitelný, naháněl hrůzu, a proto byl zcela nepřijatelný.

Nevíme, zda byl Aristarchův heliocentrický systém pouze náčrtem tehdy neobvyklých myšlenek nebo zda byl také matematicky propracován, aby bylo podle něho možno předvídat polohy nebeských těles. Nevíme, zda k heliocentrismu Aristarchos přistupoval jen jako k hypotéze nebo zda byl o takovémto uspořádání světa přesvědčen. Není vyloučeno, že byl Aristarchův systém inspirován některými názory Hérakleida z Pontu.

Nejstarší svědectví o Aristarchově heliocentrismu nacházíme v Archimédově spise Psammites [Počet pískový]:

Aristarchos Samský však vydal knihy jakési s názvem Hypothesy, v nichž vychází z jeho předpokladů, že vesmír jest mnohokrát větší, než jak výše bylo řečeno. Předpokládá totiž, že stálice a slunce zůstávají nehybné, země pak obíhá po obvodě kruhu kolem slunce, jež stojí uprostřed dráhy, že dále koule stálic rozložena kolem tébož středu jako slunce jest takové velikosti, že kruh, v němž, jak předpokládá, země obíhá, jest ku vzdálenosti stálic v tomtéž poměru, v jakém jest střed koule k povrchu. Totot, jak patrně, jest nemožno. Nebot, ježto střed koule nemá žádně velikosti, jest se domnívati o něm, že není v žádněm poměru k povrchu koule. Jest však přijmout, že Aristarchos myslil takto: jakmile předpokládáme, že země jest jakoby středem vesmíru, tu v tom poměru, v jakém jest země k tomu, co nazýváme vesmírem, jest koule, v níž jest kruh, v němž, jak předpokládá, země obíhá, ke kouli stálic. Nebot důkazy fenoménů přizpůsobuje k tomuto předpokladu, a obzvláště zdá se, že velikost koule, v níž dává zemi se pohybovati, pokládá za stejnou s tím, co nazýváme vesmírem. (Viz [1], str. 3–4)

Stoupencem Aristarchova heliocentrického názoru byl snad jen babylonský hvězdář Seleukos, který působil ve 2. století př. Kr. ve městě Seleukia na řece Tigris. Není příliš jasné, co o Aristarchově heliocentrismu soudil Archimédés (viz např. [2]), největší vědec starověku.

3. Aristarchovo měření vesmíru

Aristarchova práce o uspořádání vesmíru se bohužel nedochovala, zachován však zůstal jeho spis *Peri megethón kai apostématón héliu kai selénés* [O velikosti a vzdálenosti Slunce a Měsíce]. Stal se totiž součástí tzv. *Malé skladyby*, souborného díla antických astronomických spisů, které bylo mnohokrát přepisováno. Roku 1572 vydal tento Aristarchův spis v latinské verzi Federigo Commandino (1509 až 1575), v letech 1688 a 1699 jej v řecké verzi vydal v Oxfordu John Wallis (1616 až 1703); roku 1823 byl vydán francouzsky v Paříži, roku 1854 německy ve Freiburgu. Řecký text s anglickým překladem vydal roku 1913 Thomas Little Heath (1861 až 1940) – viz [6]. Stručně lze tuto Aristarchovu práci charakterizovat jako geometrický pokus o určení poměrů velikostí a vzdáleností Slunce, Měsíce a Země.

Eukleidův duch se projevil v metodickém přístupu. Aristarchos nejprve uvedl 6 předpokladů (*hypotheseis*) a 3 zásadní výsledky své práce. Teprve potom dokázal v logickém sledu 18 vět. Aristarchovy předpoklady zní takto [v závorkách jsou uvedeny vysvětlující komentáře]:

1. Měsíc získává své světlo od Slunce. [Měsíc svítí světlem odraženým od Slunce.]
2. Země je v poměru bodu a středu ke sféře, na které se pohybuje Měsíc. [Velikost Země zanedbáme, budeme ji považovat za bod, který je středem dráhy Měsíce.]
3. Když se Měsíc jeví rozpůlený, pak velký kruh dělicí temnou a světlou část Měsíce je ve směru našeho pohledu. [Jedná se o první, resp. poslední čtvrt'; naše oko leží v rovině kružnice, která tvoří hranici mezi osvětlenou a neosvětlenou částí Měsíce.]
4. Když se Měsíc jeví rozpůlený, jeho vzdálenost od Slunce je rovna kvadrantu zmenšenému o jednu třicetinu. [Jedná se o úhlovou vzdálenost, a sice 87°.]
5. Šířka stínu Země je rovna šířce dvou Měsíců. [Zemský stín má ve vzdálenosti Měsíce dvakrát větší průměr než Měsíc.]
6. Měsíc zaujímá patnáctou část jednoho znamení zodiaku. [Zodiak neboli zvířetník je tvořen dvanácti znameními, každé zaujímá 30°. V dochovaném textu je chyba, která vznikla patrně pozdějším přepisem; správně má být „zaujímá šedesátou část jednoho znamení zodiaku“, tj. půl obloukového stupně. Archimédés ve svém Pískovém počtu uvádí, že *Aristarchos* *shledal, že slunce zdá se býti asi sedmisetdvacátá část kerubu zvířetníkového* (viz [1], str. 5).]

ΑΡΙΣΤΑΡΧΟΥ ΠΕΡΙ ΜΕΓΕΘΩΝ ΚΑΙ
ΑΠΟΣΤΗΜΑΤΩΝ ΗΛΙΟΥ ΚΑΙ ΣΕΛΗΝΗΣ

(ΤΠΟΘΕΣΕΙΣ)

- α'. Τὴν σελήνην παρὰ τοῦ ἡλίου τὸ φῶς λαμβάνειν.
 5 β'. Τὴν γῆν σημεῖον τε καὶ κέντρον λόγον ἔχειν πρὸς τὴν τῆς σελήνης σφαῖραν.
 γ'. Ὅταν ἡ σελήνη διχότομος ἡμῖν φαίνεται, νεύει εἰς τὴν ἡμετέραν ὄψιν τὸν διορίζοντα τὸ τε σκιερὸν καὶ τὸ λαμπρὸν τῆς σελήνης μέγιστον κύκλον.
 10 δ'. Ὅταν ἡ σελήνη διχότομος ἡμῖν φαίνεται, τότε αὐτὴν ἀπέχειν τοῦ ἡλίου ἔλασσον τεταρτημορίου τῷ τοῦ τεταρτημορίου τριακοστῷ.
 ε'. Τὸ τῆς σκιάς πλάτος σεληνῶν εἶναι δύο.
 15 ς'. Τὴν σελήνην ὑποτείνειν ὑπὸ πεντεκαιδέκατον μέρος 15 ζφθίου.

Ἐπιλογίζεται οὖν τὸ τοῦ ἡλίου ἀπόστημα ἀπὸ τῆς γῆς τοῦ τῆς σελήνης ἀποστήματος μείζον μὲν ἢ ὀκτωκαϊδεκαπλάσιον, ἔλασσον δὲ ἢ εἰκοσαπλάσιον, διὰ τῆς περὶ τὴν διχοτομίαν ὑποθέσεως τὸν

Po těchto předpokladech jsou uvedeny tři hlavní výsledky, které můžeme v moderní symbolice zformulovat takto (vzdálenosti Slunce, resp. Měsíce od Země označíme **ZS**, resp. **ZM**, poloměry těchto tří těles r_Z , r_S , resp. r_M):

$$\text{I. } 18 \cdot ZM < ZS < 20 \cdot ZM,$$

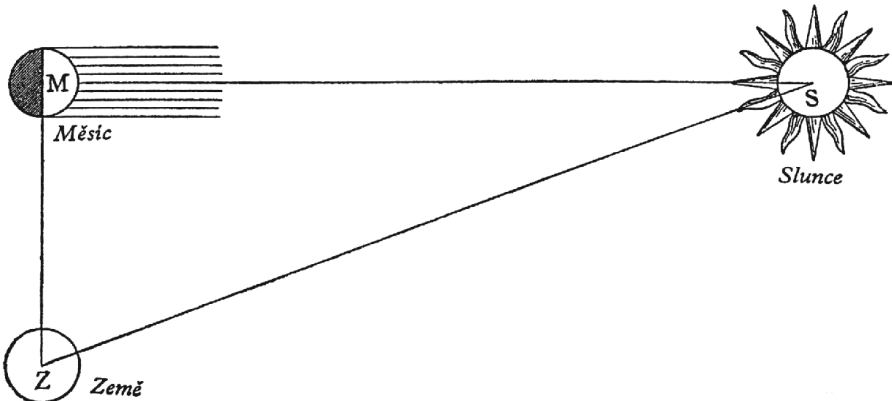
$$\text{II. } 18 \cdot r_M < r_S < 20 \cdot r_M,$$

$$\text{III. } 19/3 \cdot r_Z < r_S < 43/6 \cdot r_Z.$$

V následujícím textu ukážeme ve velmi zjednodušené podobě Aristarchovy myšlenkové postupy.

3.1. Poměr vzdáleností a velikostí Slunce a Měsíce

Aristarchova metoda zjištění poměrů vzdáleností Slunce a Měsíce od Země je založena na změření velikosti úhlu, který svírají spojnice Země-Měsíc a Země-Slunce v okamžiku prvního kotouče (viz obrázek). Tento úhel není jednoduché přesně změřit. Ani Měsíc, ani Slunce nejsou bodovými objekty, jejich středy se špatně zaměřují. Navíc není jednoduché přesně určit okamžik, kdy je Měsíc v první nebo v poslední čtvrti.



Změříme-li úhel $\alpha = \text{MZS}$, zjistíme tak poměr vzdáleností **ZM** a **ZS**, neboť trojúhelník **ZMS** je pravouhlý. Aristarchos uvádí, že $\alpha = 87^\circ$ (kvadrant zmenšený o jednu třetinu, viz 4. postulát) a dochází k nerovnostem

$18 \cdot ZM < ZS < 20 \cdot ZM$, tj. Slunce je od Země asi 19krát dále než Měsíc. Správná velikost úhlu α je však $\alpha = 89^\circ 51'$. Nepřesnost měření vede k velké chybě ve výsledku, jak je vidět z následujících údajů:

$$\cos 87^\circ = 1/19, \quad \cos 89^\circ = 1/58, \quad \cos 89^\circ 50' = 1/343.$$

Ve skutečnosti je Slunce od Země asi 390krát dál než Měsíc.

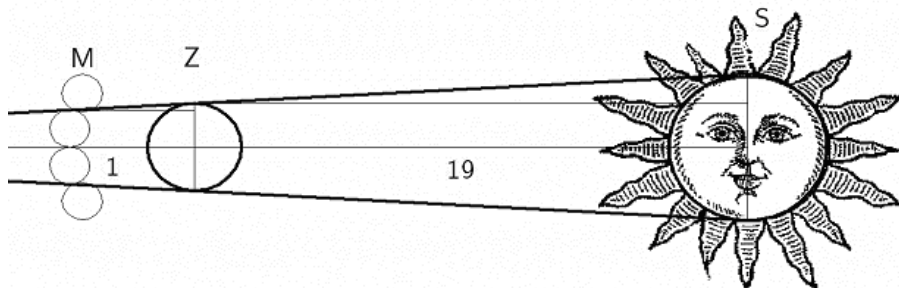
Vzhledem k tomu, že jsou kotoučky Slunce a Měsíce na obloze zhruba stejně veliké (to lze zjistit pozorováním zatmění Slunce), jsou skutečné průměry těchto těles ve stejném poměru jako jejich vzdálenosti od Země. Průměr Slunce je tedy podle Aristarcha asi 19krát větší než průměr Měsíce.

Takovýmto způsobem dospěl Aristarchos k prvním dvěma hlavním výsledkům; v jeho spise je najdeme jako sedmou a devátou větou.

Aristarchos tedy zjistil poměr vzdáleností Slunce a Měsíce od Země a poměr velikostí Slunce a Měsíce. V uvedených vztazích však zatím nefigurovala velikost Země.

3.2. Poměr velikostí Slunce, Země a Měsíce

Aristarchova metoda zjištění poměrů velikostí Země, Slunce a Měsíce je založena na pozorování zatmění Měsíce. Průměr zemského stínu ve vzdálenosti Měsíce je podle Aristarcha dvakrát větší než je průměr Měsíce (5. předpoklad), neboť doba, po kterou Měsíc vstupuje do zemského stínu, je stejná jako maximální doba, kdy Měsíc při úplném zatmění v zemském stínu setrvává, a stejná jako doba, kdy ze stínu vystupuje (viz obrázek). Aristarchův předpoklad není zcela správný. Dnes víme, že průměr zemského stínu ve vzdálenosti Měsíce je asi 2,6krát větší než průměr Měsíce.



Podobnost dvou protáhlých pravoúhlých trojúhelníků je spjata s poměrem

$$(r_Z - 2 \cdot r_M) : 1 = (r_S - r_Z) : 19 = (19 \cdot r_M - r_Z) : 19,$$

z něhož se snadno vypočte, že $r_M = 0,36 \cdot r_Z$ a $r_S = 6,75 \cdot r_Z$.

Z podobnosti trojúhelníků (a z předchozích výsledků) tedy vyplývá, že průměr Slunce je asi 7krát větší než průměr Země a průměr Měsíce je asi třetinou průměru Země. Aristarchův správný postup je bohužel velmi negativně ovlivněn předchozím, značně nepřesným výsledkem (poměr vzdáleností a velikostí Slunce a Měsíce). Ve skutečnosti je průměr Slunce asi 109krát větší než průměr Země.

Vztah velikostí Slunce a Země je zformulován jako třetí hlavní výsledek Aristarchovy práce (patnáctá věta). Jednoduchým důsledkem je odhad poměru velikostí průměrů Země a Měsíce (sedmnáctá věta). Aristarchos dále odvodil poměry objemů Slunce, Země a Měsíce.

V tomto okamžiku známe poměr velikostí Slunce, Země a Měsíce a poměr vzdáleností Země-Slunce, Země-Měsíc. Nyní je třeba ukázat souvislost mezi těmito dvěma poměry.

3.3. Vztah velikostí Slunce, Země a Měsíce a jejich vzdáleností

Poměr velikosti průměru Měsíce a vzdálenosti Země-Měsíc je v Aristarchově spise vypočten ze 6. předpokladu, podle něhož je Měsíc na obloze vidět pod úhlem dvou stupňů. V jedenácté větě je ukázáno, že:

$$1/60 \cdot ZM < r_M < 1/45 \cdot ZM.$$

Aristarchos došel k tomuto tvrzení úvahami o pravoúhlém trojúhelníku, jež má jeden úhel velikost jeden stupeň (jednou odvěsnou je poloměr Měsíce, druhou spojnicí středů Země a Měsíce).

Je zajímavé, že tento důležitý výsledek, který dává do souvislosti velikosti Slunce, Země a Měsíce a jejich vzdálenosti, není uveden jako čtvrtý hlavní výsledek, neboť z něho vyplývají dosud chybějící údaje. Máme tedy k dispozici poměry mezi velikostmi Slunce, Země a Měsíce i jejich vzdálenostmi. Uvažujme tedy, že je přibližně $r_M = 0,019 \cdot ZM$.

3.4. Archimédés o Aristarchovi

Chybný 6. předpoklad je použit v Aristarchově textu již v důkazu čtvrté věty, jejíž tvrzení tím není ovlivněno. Výsledek jedenácté věty je chybou v 6. předpokladu výrazně deformován. Je zajímavé, že kvalitativně závažný výsledek této věty není zahrnut mezi hlavní výsledky. Nevyjádřil tím ten, kdo spis přepisoval, své pochybnosti o správnosti tohoto výsledku?

Autor tohoto textu se domnívá, že Archimédés cituje ve svém Pískovém počtu Aristarcha správně a že původní Aristarchův spis byl později při některém přepisu deformován. Podle Archimédovy interpretace Aristarcha by bylo asi

$$r_M = 0,00436 \cdot ZM \text{ a odtud } ZM = 41,3 \cdot r_Z$$

3.5 Velikost sféry hvězd

Na základě Archimédovy informace o Aristarchových názorech na uspořádání vesmíru je možno ještě vypočítat velikost sféry hvězd. Archimédés ve svém Pískovém počtu přijal pro svůj výpočet množství písku, které zaplní sféru hvězd, následující Aristarchův předpoklad:

Poměr poloměru Země k poloměru vesmíru je roven poměru poloměru vesmíru k poloměru sféry stálic. (Viz [1], str. 4)

Vesmírem (kosmem) Archimédés rozuměl kouli, kterou v geocentrickém systému vymezuje sféra Slunce; jejím poloměrem je tedy vzdálenost **ZS**. Označíme-li symbolem r_H poloměr sféry stálic (tj. vzdálenost od Země „ke hvězdám“), lze Aristarchovu představu vyjádřit úměrou

$$r_Z : ZS = ZS : r_H,$$

vzdálenost **ZS** je tedy geometrickým průměrem čísel r_Z a r_H . Z tohoto vztahu je možno snadno vypočítat, že průměr sféry hvězd je 1 036 800krát větší než průměr Země. Tento výpočet však v Aristarchově spisu není, je to jen naše konstrukce inspirovaná Archimédovým výpočtem v *Pískovém počtu*.

Uvedme na závěr srovnání velikostí a vzdáleností podle dochovaného Aristarchova spisu a podle odlišných Archimédových údajů se současnými hodnotami. Za jednotku délky, ke které jsou všechny veličiny vztaženy, vezmeme průměr Země.

	Aristarchos	Aristarchos(podle Archiméda)	Skutečnost
Průměr Země	1	1	1
Průměr Slunce	6,75	6,75	109
Průměr Měsíce	0,36	0,36	0,27
Vzdálenost Země od Slunce	180	720	11 726
Vzdálenost Měsíce od Země	9,5	38	30,2
Poloměrsféry hvězd	–	1 036 800	$> 3 \cdot 10^9$

4. Eratostenés z Kyrény

Eratostenés z Kyrény (asi 275 až 195), matematik, astronom, geograf, kartograf, chronolog, gramatik, historik, etik, básník, prozaik, literární kritik atd., byl vědcem a myslitelem, který zasáhl do velké řady oborů. Jeho všestrannost mu přinesla obdivnou přezdívku *pentathlos* (závodník v pětiboji, který je všestranný, tj. „špičkový“ v několika oborech) a současně trochu ironickou přezdívku *beta* (ten, kdo je stále jen druhý, druhořadý, neboť se zaměřuje na více oborů). Eratostenés označoval sám sebe termínem *filologos* – přítel slova, učenec.

Byl žákem alexandrijského učence a básníka Kallimacha, správce proslulé alexandrijské knihovny. Určitý čas prý působil v Athénách, pak ho povolal

král Ptolemaios III. Euergetés (vládl 247 až 222) do vědeckého centra Múseion v Alexandrii a pověřil ho vedením alexandrijské knihovny a výchovou svého syna (Ptolemaios IV. Filopatór, vládl 221 až 205). Podle jedné verze prý Eratosthenés zemřel v chudobě, neboť byl z knihovny vyhnán. Podle jiné verze zemřel dobrovolně hladu, neboť mu hrozilo oslepnutí.

V matematice je Eratosthenovo jméno spjato s metodou vyhledání všech prvočísel v posloupnosti přirozených čísel $\{1, \dots, n\}$ – jedná se o tzv. *Eratosthenovo síto* (*koskinon*), dále s objevem přístroje *mezolabon* (též *mezolabium*), pomocí něhož se k daným dvěma délkám a, b vyhledají délky x, y , pro něž je $a : x = x : y = y : b$. Pomocí tohoto přístroje lze řešit např. tzv. *dělský problém zdvojení krychle*. Schéma přístroje mezolabium bylo prý v Alexandrii (i s návodem na použití) vytesáno na sloupu, postaveném na počest krále Ptolemaia. Ve spise *Platónikos* zkoumal Eratosthenés základní matematické pojmy z hlediska Platónovy filozofie. Jeho velmi přesné změření sklonu ekliptiky ocenil ve 2. století po Kristu Klaudios Ptolemaios.

Eratosthenés je autorem spisu *Geógrafika* [Zeměpis], podávajícího základy astronomicko-matematického zeměpisu a vědecké kartografie, v němž je rovněž velká pozornost věnována popisu zemí a národů, v úvodu je popsán vývoj antického zeměpisu. Na toto Eratosthenovo dílo navázal např. řecký historik a geograf Strabón z Amaseie v Malé Asii (64 př. Kr. až 19 po Kr.), jehož *Geógrafika* o 17 knihách je jediné antické dílo věnované zeměpisu, které zůstalo dochováno. Eratosthenův spis *Chronografiai* [Kronika] je věnován mimo jiné též vědeckému určování času. Eratosthenés sepsal mnoho prací z řady oborů, z jeho děl se však bohužel dochovaly jen zlomky.

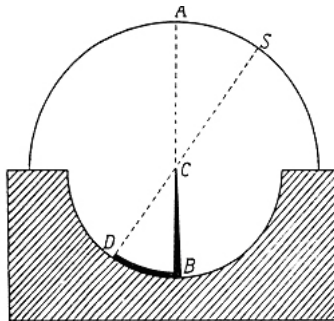
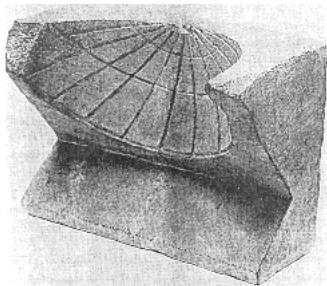
Eratosthenés je autorem kalendáře s přestupným rokem, který byl roku 238 př. Kr. v Egyptě zaveden Kanopským dekretem Ptolemaia III., příliš se však neujal. Reformu kalendáře podle instrukcí řeckého astronoma Sósigena prosadil až Gaius Iulius Caesar (100 až 44) roku 46 př. Kr. V podobě zavedené Caesarem – jako tzv. *juliánský kalendář* – vydržel až do roku 1582, kdy byl reformován papežem Řehořem XIII. (1502 až 1585; papežem od r. 1572) na tzv. *gregoriánský kalendář*.

5. Eratosthenův výpočet velikosti Země

Poměry velikostí a vzdáleností Země, Slunce a Měsíce dávaly určitou, poměrně konkrétní představu o vesmíru. Bylo již zcela jasné, že je Slunce podstatně dál od Země než Měsíc, že je větší než Země a ta že je větší než Měsíc. Ke zjištění absolutních velikostí a absolutních vzdáleností Země, Slunce a Měsíce stačilo zjistit skutečnou velikost některého z uvažovaných rozměrů. V úvahu připadala pochopitelně Země.

Určitou představu o velikosti Země měli již před Eratosthenem Eudoxos z Knidu a Archytas z Tarentu (asi 428 až 365).

Aristotelés ve spise *De caelo* [O nebi] uvádí, že obvod Země je 400 000 stadií a odvolává se na „názor matematiků“. To bylo však ještě před Aristarchovým měřením vesmíru. Řecký filozof a přírodovědec Dikaiarchos z Messény (asi 350 až 290) uvádí velikost obvodu Země 300 000 stadií.



S velmi nápaditou a jednoduchou metodou výpočtu velikosti obvodu Země přišel někdy kolem roku 220 př. Kr. Eratosthenés. Využil již zmíněný přístroj skafé. Jedná se o dutou polokouli s hrotem sahajícím do jejího středu; tento hrot vrhá stín na stupnici umístěnou na vnitřním povrchu přístroje a ukazuje úhlovou vzdálenost Slunce od zenitu. Průřez přístrojem skafé a jedno dochované římské skafé vidíme na připojených obrázcích.

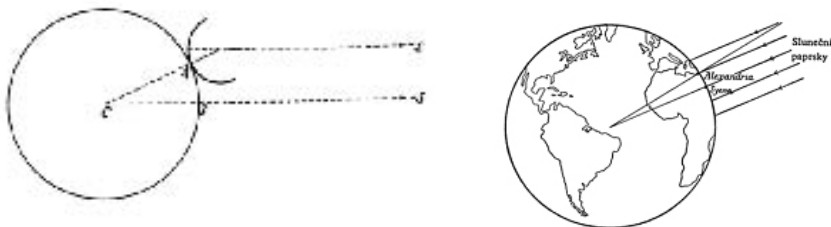
Eratosthenés postupoval metodicky podobně jako Aristarchos. Pod vlivem Eukleida sepsal nejprve předpoklady, z nichž vycházel:

1. Syéna leží přesně na jih od Alexandrie.
2. Jejich vzdálenost je 5 000 stadií.
3. Syéna leží na obratníku Raka, neboť gnómón v poledne za letního slunovratu nevrhá stín.
4. Stín gnómónu v Alexandrii je ve stejném okamžiku odchýlen od svislice o padesátinu kruhu.

Eratosthenés využil obecně známého faktu, že v Syéně (dnešní Asuán) svítí o letním slunovratu v pravé poledne Slunce přímo do studní. Změřil v tomto okamžiku v Alexandrii úhlovou vzdálenost Slunce od zenitu (*padesátina kruhu*). Vyhnul se tak nutnosti měřit na dvou různých místech poledníku. Ze známé vzdálenosti Alexandrie a Syény vypočetl obvod Země:

$$5\,000 \cdot 50 = 250\,000 \text{ stadií.}$$

Základní myšlenka Eratosthenova měření Země (s využitím přístroje skafé) je znázorněna na následujících obrázcích.



Tento výsledek Eratosthenés „zaokrouhlil“ na 252 000 stadií, aby dobře vycházela délka šedesátiny kruhu (4 200 stadií); v řeckém světě byl totiž tehdy kruh dělen na šedesátiny. Poznamenejme, že Archimédés se ve svém Písčkovém počtu zmiňuje o obvodu Země v tom smyslu, že někteří pokusili se dokázat, ... že obnáší asi 30 myriad stadií (viz [1], str. 4), tj. 300 000 stadií. Měl tím patrně na mysli právě Eratosthena, s nímž se asi znal osobně.

Eratosthenova metoda je zcela správná, její provedení však mělo jisté nedostatky. Alexandrie a Syéna totiž neleží na stejném poledníku, Alexandrie je asi 3 stupně západněji. Syéna neleží přesně na obratníku Raka, ale asi o půl stupně severněji. Úhlová vzdálenost Slunce od zenitu – padesátina kruhu, tj. $7^{\circ} 12'$ – byla změřena obdivuhodně přesně, správná hodnota je $7^{\circ} 7'$. Zploštění Země nebylo pochopitelně bráno v úvahu.

Největší problém je se vzdáleností Alexandrie a Syény a s interpretací výsledků. Užitá míra stadion byla definována jako vzdálenost konců závodiště (stadionu). Problémem je, že byla v různých oblastech antického světa budována závodiště různě velká, takže se jednotlivá stadia od sebe lišila. Nejrozšířenějšími byly *olympijské stadion* (192,3 m), *attické stadion* (177,6 m), *řecko-římské stadion* (185 m) a *egyptské stadion* (157,5 m). V těchto čtyřech případech by byl obvod zeměkoule vypočten asi na 48 459 km, 44 755 km, 46 620 km, resp. na 39 690 km. Skutečný obvod poledníkové elipsy Země je asi 40 003 km, takže výsledek Eratosthenova postupu budí respekt, ať bylo užitě kterékoli stadion. Zdá se téměř jisté, že vzdálenost Syény a Alexandrie nebyla přesně změřena; byla patrně jen odhadnuta podle doby potřebné k jejímu překonání. Otázka, které stadion bylo základem Eratosthenova výpočtu, tedy možná nemá hlubší smysl. Není zcela vyloučeno, že je dobrý výsledek tohoto měření obvodu Země dílem šťastné náhody. O Eratosthenově měření Země viz např. [4].

Stejnou metodu jako Eratosthenés použil pro měření Země Poseidónios z Apameie v Sýrii (asi 135 až 51, též Poseidonios Rhodský), který zjistil rozdíl zeměpisné šířky Alexandrie a ostrova Rhodos pozorováním kulminace hvězdy Canopus a při výpočtu použil známou vzdálenost těchto dvou míst. Problém s přesným změřením vzdálenosti mezi Rhodem a Alexandrií je zde snad ještě markantnější.

Svědectví o Eratosthenově a Poseidóniově měření Země podal řecký matematik a astronom Kleomédés (1. až 2. stol.) ve svém díle *De motu circulari corporum caelestium* [O kruhovém pohybu nebeských těles]. Uvedl, že Poseidónius vypočetl pro obvod Země hodnotu 240 000 stadií. Strabón píše ve spise *Geógrafika*, že Poseidónios vypočetl pro obvod Země hodnotu 180 000 stadií a že tedy délka jednoho stupně je 500 stadií. Klaudios Ptolemaios uvádí ve svém díle *Geógrafiké hyfégésis* [Návod k zeměpisu] stejné hodnoty jako Strabón.

Eratosthenovu velikost Země uváděli Geminos (1. stol. př. Kr. nebo 1. stol. po Kr.) v knize *Isagoge in phaenomena* [Úvod do jevů, Úvod do astronomie], Gaius Plinius Secundus (Plinius Starší, 23 až 79) ve svém díle *Naturalis historia* [Přírodověda] a Vitruvius Pollio v knize *De architectura* [Stavitelství, Architektura]; zdálo se jim patrně vhodné, že délka jednoho stupně zemského poledníku byla podle Eratosthena 700 stadií. O Eratosthenově metodě měření Země píše i Martianus Minneus Felix Capella v první polovině 5. století našeho letopočtu v knize *De nuptiis Philologiae et Mercurii* [Svatba Filologie s Merkurem].

Poznámky

¹⁾ K pochopení faktu, že Země je koule, patrně podstatně přispělo pozorování zatmění Měsíce. Stín Země je totiž za každých okolností kruhový.

²⁾ Zjistili, že hudební intervaly je možno popsat pomocí poměrů přirozených čísel (ta udávala délky strun, délky vzduchových sloupců píšťal apod.); pythagorejskou teorii hudebních intervalů lze stručně vyjádřit těmito poměry: oktáva – 1 : 2, kvinta – 2 : 3, kvarta – 3 : 4, sekunda – 8 : 9, tercie – 64 : 81, sexta – 16 : 27, septima – 128 : 243. Dnes se *pythagorejské ladění* již neuzivá, nahradilo je tzv. *temperované ladění*.

³⁾ Empedoklés z Akragantu (dnešní Agrigento na Sicílii, asi 493 až 433), autor teorie čtyř živlů (*stoicheia*), jejichž slučování a rozlučování způsobuje láska a svár.

⁴⁾ Připomeňme, že paralaxu změřil až v 19. století Friedrich Wilhelm Bessel (1784 až 1846); bylo to roku 1838 v Královci (Königsberg, Kaliningrad). Z naměřené hodnoty vypočetl, že jedna z hvězd souhvězdí Labutě (61 Cygni) je od Země asi 600 000krát dál než Slunce.

⁵⁾ Ve spisech *Malé skladby* byly astronomické problémy vykládány poměrně jednoduše, oproti slavnému dílu *Syntaxis megalé* nebo *Mathematiké syntaxix* [Velká skladba, Velká soustava] od Klaudia Ptolemaia.

⁶⁾ *Kruh, který dělí světlou a tmavou část Měsíce, není podstatně odlišný od největšího kerubu na Měsíci.* Poznamenejme, že Aristarchův postup je podstatně přesnější a matematicky náročnější, než by se mohlo zdát z prezentace jeho základních myšlenek, které tento článek přináší. Naznačuje to např. již smysl právě uvedené čtvrté věty.

⁷⁾ Není vyloučeno, že právě výsledky měření velikostí a vzdáleností Slunce, Země a Měsíce přivedly Aristarcha k heliocentrickému názoru. Poprvé bylo totiž exaktně prokázáno, že Slunce je podstatně větší než Země. Poznamenejme, že se představy o poměru velikostí Slunce a Země objevovaly již před Aristarchem; nevíme však, zda byly nějak exaktně podloženy. Např. Eudoxos prý uváděl, že je průměr Slunce 9 krát větší než průměr Země.

⁹⁾ Viz D. Engels: *The Length of Eratosthenes' Stade*, *The American Journal of Philology* **106** (1985), 298–311.

¹⁰⁾ Hvězda Canopus ze souhvězdí Lodní kýl (α Carinae) je druhou nejjasnější hvězdou oblohy; nejjasnější je Síríus.

Literatura

1. Archimedes: Počet pískový, přeložil M. Valouch, Výroční zpráva gymnázia v Litomyšli 1905/06, reprint: Matice technická, Praha, 1993.
2. J. Bečvář, I. Štoll: Archimedes. Největší vědec starověku, edice Velké postavy vědeckého nebe, sv. 11, Prometheus, Praha, 2005.
3. M. J. Crowe: *Theories of the World from Antiquity to the Copernican Revolution*, Dover, New York, 1990.
4. B. Goldstein: Eratosthenes on the Measurement of the Earth, *Historia Mathematica* 11 (1984), 411–416.
5. J. Hamel: *Geschichte der Astronomie*, Birkhäuser Verlag, Basel, 1998; 2. vydání: Kosmos, Stuttgart, 2002.
6. T. L. Heath: *Aristarchus of Samos. The Ancient Copernicus*, Oxford, 1913, reprint: Dover, New York, 1981.
7. T. L. Heath: *Greek Astronomy*, Dent, London, 1932, reprint: Dover, New York, 1991.
8. T. L. Heath: *A History of Greek Mathematics I, II*, Clarendon Press, Oxford, 1921, reprint: Dover, New York, 1981.
9. A. van Helden: *Measuring the Universe: Cosmic Dimensions from Aristarchus to Halley*, University of Chicago Press, Chicago, 1984.
10. A. Pannekoek: *A History of Astronomy*, G. Allen & Undin Ltd., London, 1961, reprint: Dover, New York, 1989.
11. O. Pedersen: *Early Physics and Astronomy. A Historical Introduction*, Cambridge University Press, 1993.
12. D. Špelda: *Astronomie v antice*, Montanex, Ostrava, 2006.

Autor

Doc. RNDr. Jindřich Bečvář, CSc.

Katedra didaktiky matematiky

Univerzita Karlova v Praze

E-mail: becvar@karlin.mff.cuni.cz

Astronomické drama na rudolfinském dvoře

Ivan Štoll

Hlavní osoby a obsazení:

Libuše.....	kněžna a věštkyň
Rudolf II.	císař a náměsíčník
Giordano Bruno.....	bouřlivák a vizionář
Wacker z Wackenfelsu	dvorní rada
San Clemente	španělský vyslanec
David Gans.....	rabín a astronom
Tadeáš Hájek	lékař a astronom
Tycho Brahe	fanatik přesnosti
Johannes Kepler.....	císařský matematik
Nová hvězda 1572	supernova
Velká kometa 1577	kometa

Učenci, umělci, dvořané a další kompars

1. Dotýkati se hvězd
2. Žezlo nebo dalekohled?
3. Orlí mládě
4. Tadeáš Hájek
5. Tycho Brahe
6. Johannes Kepler
7. Praha – ideové rodiště kosmonautiky

1. Dotýkati se hvězd

Podle latinsky psané Kosmovy kroniky Čechů z počátku 12. století je založení Prahy spjato s proctvím kněžny Libuše, hadačky a prorokyně na způsob starořecké delfské věštkyňe Pýthie. Její vize „*Urbem conspicio fama quae sidera tanget...*“ „*Vidím město, jebož sláva se dotýká hvězd*“ je následována pokyny, kde a jak má být město založeno. Pomíneme-li symbolický význam tohoto úsloví, zůstává skutečností, že dějiny Prahy jsou skutečně spjaty s hvězdami a rozvojem astronomie. I z pohledu mezinárodní astronomické obce bývá Praha považována za jakési „*rodiště moderní astronomie*“ a kněžna Libuše dokonce za jakousi inspirátorku kosmonautiky.

V kulturních dějinách Prahy vynikají dvě významná období: éra karolínská a éra rudolfínská. Už v době Karla IV., zakladatele pražské univerzity, působil v Praze kolem r. 1365 hvězdář Mistr Havel ze Strahova, který přednášel o polohách hvězd a planet a byl podle tehdejšího zvyku zároveň

i osobním lékařem císařovým. Za Karla IV. vzniká také pod redakcí Bartoloměje z Chlumce (Klaret) i česká astronomická terminologie. V následujícím století působí v Praze lékař, matematik a astronom Křišť'an z Prachatic, přítel Jana Husa a autor vynikajícího spisu o stavbě a užití astrolábu. Jeho současníkem je i Jan Ondřejův zvaný Šindel, osobní lékař Václava IV. a ideový tvůrce pražského orloje. Jan Ondřejův se zabýval teorií a konstrukcí astronomických přístrojů a prováděl první vlastní, historicky cenná astronomická měření.

„Zrození moderní astronomie“ proběhlo v Praze počátkem 17. století, poté, co se zde prořaly životní dráhy velkých astronomů Tadeáše Hájka z Hájku, Tychona Brahe, Johannese Keplera a dalších aktérů tohoto dramatu pod ochrannou rukou císaře Rudolfa II. V 18. století to pak byl Josef Stepling, stoupenec Newtonovy nebeské mechaniky, který vybudoval astronomickou věž pražského Klementina a r. 1752 zde zahájil pravidelná meteorologická měření. Stepling stanovil zeměpisnou délku Klementina na základě pozorování zatmění Měsíce 8. srpna 1748, sledoval pohyb Jupiterových měsíců, zákryty stálic Měsícem, kolísání zemské osy a čerstvě objevený jev aberace stálic. Astronomická měření zeměpisných délek z pozorování zatmění Slunce prováděl i zakladatel pražské techniky František Josef Gerstner.

Za nejvýznamnější fyzikální objev, k němuž došlo v Praze v 19. století, je považován Dopplerův jev. Také Christian Doppler se zabýval, resp. spekuloval o astronomii a svou „hvězdnou“ práci, v níž r. 1842 prezentoval svůj objev, nazval „O barevném světle dvojhvězd“. I když jeho odvození a astronomické argumentace nebyly příliš přesvědčivé, vstoupil Dopplerův jev do astronomie, ale i do techniky a vědy jako mocný nástroj měření, který nakonec Hubbleovi umožnil dospět k představě o rozpínání vesmíru. Konečně i Albert Einstein, který působil v Praze ve školním roce 1911-12, navazoval i na práce Keplerovy, Dopplerovy a Machovy, a jak později vzpomínal, v tichu své pracovny ve Viničné ulici odíval své myšlenky obecné teorie relativity určitější formou. Přehlédneme-li tak vývoj astronomie v Praze, překvapí nás souvislá návaznost práce jednotlivých objevitelů a síla tradice, k níž určitě přispívala i duchovní atmosféra města, jakýsi „*genius urbis*“.

2. Žezlo nebo dalekohled?

Habsburský císař Rudolf II. nastoupil na český trůn po smrti svého otce Maxmiliána II. v r. 1576. Rudolf se svým bratrem Matyášem byl vychováván na dvoře španělských Habsburků v Madridu v přísně katolickém duchu, aby mohl později plnit úlohu strážce katolické víry. Tato výchova se minula účinkem. Pro náš národ je důležité, že si Rudolf po svém nástupu na trůn zvolil za své sídlo právě Pražský hrad a učinil tak Prahu střediskem velké říše. Z výšin Pražského hradu mohl shlížet na město a jeho hemžení pod sebou,

cítil se dokonaleji izolován než ve vídeňském Hofburgu, a také dále od hrozícího tureckého nebezpečí. Měl široký intelektuální rozhled a zájmy, mezi něž rozhodně nepatřily politické a vládařské povinnosti. Byl sice pod stálým dohledem španělského habsburského dvora, ale Madrid byl daleko. A tak úspěšně uplatňoval svou metodu nečinění. Byl stále nabádán, aby se z dynastických důvodů oženil. Nereagoval na to a řešil si svůj soukromý život po svém.

Očekávalo se od něho, že potlačí protestantství v českých zemích a protestanté se skutečně obávali krvavých událostí, které se staly ve Francii za Bartolomějské noci. Rudolf byl samozřejmě katolík, ale mezi svými poradci, umělci a vědci měl luteránské, českobratrské a židovské osobnosti a nevadilo mu to. Zatímco ve Španělsku byli Židé vystaveni krutým persekucím, nedošlo za Rudolfovy vlády (a ostatně ani za vlády jeho otce Maxmiliána II.) k pronásledování a vyhánění Židů. Dříve vyhnaní Židé a rabíni se vraceli do Prahy. Španělský vyslanec v Praze Guillén de San Clemente soustavně informoval Madrid o tom, že Rudolf je neschopný vladař a bylo by třeba ho vyměnit. Rudolf se o tom samozřejmě dozvěděl a použil svou metodu. V r. 1601 oznámil, že nebude pana San Clemente přijímat k žádné audienci. Vyslanec dožil v Praze pohodlný život, sbíral obrazy, ale svou funkci prostě nemohl vykonávat, protože neměl k císaři přístup.

Rudolf trávil čas mezi svými sbírkami uměleckých pokladů a kuriozit, vzácnými rukopisy, obrazy, vycpanými kolibříky a hracími strojky. Rudolfovi umělečtí a vědeckí emisáři se pídili po celé Evropě po novinkách, vzácných přírodninách a vynálezech a zakupovali je k obohacení císařských sbírek. Rychlí nosiči probíhali alpskými průsmyky a nesli na ramenou velká italská malířská plátna srolovaná na dlouhých tyčích. Kolem r. 1608 byl v Holandsku vynalezen dalekohled, a bylo takřka nemožné, aby tento vynález unikl Rudolfovým informátorům. Byl to pravděpodobně dvorní rada Johannes Wacker z Wackenfelsu, který Rudolfovi tuto novinku, tento „holandský instrument“ opatřil. Holanďané používali dalekohled při pozemních pozorováních a sledování lodí na moři. Nikdo z nich však neměl tak pošetilý nápad, podívat se dalekohledem na oblohu. Dívat se dalekohledem na nebe je ovšem pošetilost, dětinskost, která nám v ničem nepomůže v našem denním praktickém životě. Ostatně už o prvním evropském vědci a astronomovi Thaletovi z Milétu se vypravuje anekdota o tom, jak se při chůzi díval na hvězdnou oblohu a přitom spadl do jakési jámy.

V historii astronomie se uvádí, že první, kdo „*obrátil dalekohled ke nebi*“, byl Galileo Galilei. V lednu 1610 objevil dalekohledem 4 Jupiterovy měsíce, dále zjistil strukturu Mléčné dráhy, fáze Venuše, Saturnův prstenec (který považoval ještě za dva výběžky po stranách planety), také hory na Měsíci a pokusil se určit jejich výšku. Dalekohled znamenal bezesporu klíčový mo-

ment v astronomii a jeden z prvních, kdo si to v Evropě uvědomil, byl Kepler. Když byl požádán o vyjádření k tomuto Galileovu vynálezu a objevům pomocí dalekohledu získaným, reagoval okamžitě slavným spisem „Disertatio cum nuncio sidereo“, „Rozprava o Hvězdném poslu“. Ve své práci „Dioptrica“ pak oslavil dalekohled těmito slovy: *„Dalekohled, ten mnohovědoucí přístroj, vzácnější než kterékoli žezlo! Zdaž ten, kdo jej drží v pravici, není postaven na roven králi či vladaři nad dílem Božím?“*

Tím se ale opět dostáváme k Rudolfovi II. Císař rozhodně nemínil používat dalekohled ke sledování pohybů vojsk na turecké frontě. Podíval se jím na Měsíc a pozoroval detaily na jeho povrchu, lhostejno zda jako astronom nebo jako náměšičník. Zdálo se mu, že tam vidí obrysy pozemských pevnin a ostrovů, Itálii, Sicílii, Sardinii... Tenkrát panoval názor, že na povrchu Měsíce se odrážejí jako v zrcadle útvary pozemské. Rudolf povolal svého dvorního astronoma Keplera, aby s ním o svých pozorováních podiskutoval. A tak Kepler ve své Rozpravě určené Galileovi upozorňuje na to, že Galileo nebyl jediným, kdo obrátil dalekohled k nebi. 3. května 1610 píše: *„Jsou tomu tři měsíce, kdy se mne Nejvznešenější císař vyptával na různé skvrny na Měsíci a vyjádřil mínění, že se země a pevniny odrážejí na tváři Měsíce jako v zrcadle... V následujících dnech navrhl použít k tomuto pozorování svůj dalekohled. A tak s tebou, Galileo, který nosíš jméno otčiny našeho pána Ježíše Krista, ve stejnou dobu soustředíš v tvých zálibách vládce křesťanského světa, poháněn tímž neklidem ducha, který nás vede k poznávání přírody.“*

3. Orlí mládě

Giordano Bruno, bouřlivák, renesanční duch a mučedník vědy, se narodil v městečku Nola nedaleko Neapole r. 1548 a po celý život uváděl ke svému jménu přídomek Nolanus, Nolanský. Jeho život se rozpadl na tři epochy: mládí do r. 1576 strávené v dominikánských kláštorech v Neapoli a v Římě, odkud nakonec uprchl, 1576 – 1592 bloudění po protestantské Evropě a hledání vhodného uplatnění a konečně osudný závěr života od návratu do Itálie r. 1592, léta věznění ve sklepeních benátské a pak římské inkvizice až po hrdinskou smrt na hranici r. 1600. V době bloudění Evropou vystřídal severní Itálii, Švýcarsko, Francii, Anglii a německé státy. Jediné klidnější období jeho života byly tři roky, které strávil v Anglii za vlády královny Alžběty jako host francouzského vyslance, osvíceného pana Michela de Castelnau.

Brunovy zastávky na jeho putování měly všechny podobný scénář. Bruno vždy napřed sepsal atraktivní spisek o mnemotechnice, magii a umění snadného učení cizím jazykům a věnoval ho místnímu vladaři. Vladaře spisek obvykle zaujal, Bruna přijal, dal mu podle tehdejšího zvyku za věnování finanční odměnu a odkázal ho k místní univerzitě. Bruno použil peníze na vydávání svých dalších spisů a na univerzitě vystoupil v disputaci.

Tam všechny místní profesory urazil, obvinil je z aristotelismu, přirovnal je k tupým ovcím a dobytku v akademických hávech, a pak musel místo rychle opustit a chystat další spisek o mnemotechnice. Tak před Velikonoce-mi 1588 opouštěl saský Wittemberg a uvažoval, kam se obrátit. Nedaleko byla Praha, kde vládl zvláštní, vzdělaný a tolerantní císař, živý umělecký a vědecký ruch.

Bruno opět sepsal spisek o mnemotechnice pod názvem „Giordano Bruno z Noly o zkoumání pojmů a umění kombinačním Raymonda Lulla...“ Raymundus (Ramón) Lullus byl katalánský učenec, mystik a misionář ze 13. století a Bruno patřil k jeho obdivovatelům. Tentokrát ale nevěnoval spisek vladaři, ale španělskému vyslanci donu **Guillénovi de San Clemente**. San Clemente byl totiž Katalánc, sám se považoval za Lullova potomka a jako válečný invalida z bitvy u Lepanta byl váženým členem pražského diplomatického sboru. Měl ještě značný vliv i na Rudolfa a dokonce podpořoval publikační aktivity Giordana Bruna. Později byl přítomen v Římě jako svědek Brunovy smrti na hranici a jako věrný katolík jeho učení odsoudil, dokonce s cynickou poznámkou, že Bruno přeměněný v dým může nyní navštěvovat své dálné hvězdné světy.

Bruno však sepsal v Praze druhý, podstatně rozsáhlejší dílo o matematice a astronomii pod názvem „160 článků proti soudobým matematikům a filosofům...“ a věnoval je Rudolfovi II. Je to vlastně jakási polemika s Euklidovou geometrií, Bruno vnáší do geometrie myšlenku atomismu a vysmívá se geometrům, že neumějí některé úlohy řešit. Jako renesanční duch považuje všechno za jasné a samozřejmé, všechny otázky za vyřešitelné. Astronomům se vysmívá, že jsou jako krcti a při pohledu na nebe nevidí nekonečnost vesmíru, nepoznají, že některé hvězdy jsou od nás dál a jiné k nám blíž.

Vysmívá se aristotelovským křišťálovým sférám, s nimiž se mají otáčet planety a říká: „*Všechny hvězdy jsou ohně na způsob Slunce, kolem nichž obíhá mnoho planet... Žádné křišťálové sféry, jak si je vymýšlejí a malují duševní chudáci, neexistují.*“ Bruno, podobně jako jeho předchůdce a vzor Mikuláš Kusánský, považuje vesmír za nekonečný co do velikosti i co do počtu světů, vesmír nemá střed ani kraj. Jde tedy mnohem dále, než Koperník, který považoval Slunce za střed vesmíru. Ke svému přesvědčení má Bruno dokonce i teologický argument, který uplatňoval před římskou inkvizicí: bylo by pod důstojnost všemohoucího Boha, kdyby stvořil menší vesmír než nekonečný!

Představa o nekonečném vesmírném prostoru budí u člověka úzkost, člověk má pocit nepatrnosti a ohrožení, ztrácí svou hlubinu bezpečnosti, centrum securitatis. S nekonečnem měl problém Aristoteles i další antičtí a středověcí filosofové. Bruno se však nekonečnem přímo opájí, hledí do nekonečného prostoru směle jako „*orlí mládě*“ a v myšlenkách se vznáší mezi nekonečnými světy.

Věnování, které Bruno připsal Rudolfovi II., je vlastně jakási životní zpověď a je formulováno velmi směle. Bruno, vlastně zběhlý dominikánský mnich a kacíř, se obrací na Rudolfa, nejvznešenějšího ochránce katolické víry, jako rovný k rovnému, apeluje na jeho intelekt a navrhuje mu, aby spolu s dalšími osvícenými vladaři něco podnikl k nápravě neutěšené morální situace v tehdejší Evropě. Rudolfovo okolí bylo ovšem v napětí, jak se císař k takové opovážlivé dedikaci a Brunovi vůbec postaví. Rudolf samozřejmě jako obvykle nemohl a ani nechtěl vyjadřovat svůj názor na takové kacířské myšlenky. Učinil však něco neslýchaného – dal Brunovi dar 300 tolarů, v podstatě celoroční plat nižšího dvorního úředníka... Pražská univerzita ovšem o Brunovy disputace zájem neprojevila, takže žádný skandál se nekonal a Bruno na podzim opustil Prahu.

4. Tadeáš Hájek

Nejvýznamnější český vědec období renesance v 16. století byl **Tadeáš Hájek z Hájku** (1526 – 1600). Pocházel z rodiny pražského vzdělance, autora spisu o české gramatice, Šimona Hájka, který bydlel na Betlémském náměstí v místě, kde se říkalo U Zelených hájků. U Hájků se pravidelně scházela jakási malá učená společnost, kde se diskutovalo mezi jiným i o Koperníkově planetární soustavě. Tadeáš Hájek se stal u nás jedním z nejlepších znalců Koperníkova učení; měl k dispozici Koperníkův traktát „Commentariolus“, „Malý komentář“, jakýsi první nástin heliocentrické soustavy. Později ho předal jako vzácný dar svému příteli, dánskému hvězdáři Tychonovi Brahovi. Stalo se tak u příležitosti jejich setkání v květnu 1575 v Řezně, kde byl Rudolf II. korunován římským králem. Hájek císaře doprovázel jako osobní lékař. Hájek sám, podobně jako Brahe, Koperníkovo učení nepřijal a věřil na nehybnou Zemi, kolem níž obíhá Slunce. Ale přesto si Koperníka vážil a přednosti jeho soustavy uznával.

Tadeáš Hájek studoval v Praze, ve Vídni, v Boloni, Miláně a v Lipsku. V r. 1551 se stal magistrem a v letech 1555 – 1556 přednášel jako profesor na pražské univerzitě. Zachovala se jeho nadšená zahajovací přednáška ke chvále geometrie a o tom, jak pomocí matematiky dosáhnout harmonie. Ve své přednášce připomněl i vědecké zásluhy matematika a astronoma 15. století Jana Ondřejova Šindela. Jako geometr pojal Hájek myšlenku zhotovit podrobnou mapu země české, zahájil přípravné práce k triangulačním měřením a nakreslil první plán Prahy. Úroveň pražské univerzity však nebyla valná, navíc se profesori nesměli ženit, což dvaatřicetiletému Hájkovi nevyhovovalo. Univerzitu opustil, oženil se, měl tři syny a dvě dcery. Je zajímavé, že dva ze svých synů poslal studovat do Oxfordu a do Cambridge. Hájek pak vykonával povolání lékaře, nejdříve na turecké frontě, pak jako osobní lékař

císaře Maxmiliána II. a Rudolfa II. a nejvyšší lékař českého království. Lékaři se tenkrát zabývali též botanikou a Hájek si získal nehynoucí zásluhu svým tvůrčím překladem Matthioliho herbáře do češtiny. Zabýval se i alchymí a astrologií a sepsal první spis o technologii výroby piva; k tomu objížděl české pivovary, aby se seznámil s výrobními postupy a mohl ocenit kvality různých druhů piva.

Na Rudolfově dvoře měl Hájek úlohu jakéhosi vědeckého poradce, vyjadřoval se k reformě kalendáře, zkoušel hlásící se alchymisty, aby odhalil podvodníky. V 80. letech se jeho postavení u dvora trochu zkomplikovalo, možná z náboženských důvodů (Hájek se hlásil k českým bratřím) a znechucený Hájek uvažoval, že by měl opustit Čechy. V té chvíli mu nabídl pomocnou ruku Tycho Brahe a zval ho do Dánska jako lékaře dánského krále. Situace se však nějak urovnala a Hájek měl později příležitost oplatit Brahovi jeho laskavost, když byl Brahe vypuzen z Dánska.

V 70. letech 16. století nabídla příroda astronomům na obloze dva důležité úkazy, právě včas, aby mohly posloužit k vyvrácení přežívajících mylných představ aristotelismu. Prvním z nich byla **Nová hvězda 1572**. Supernovy, které vzplanou v naší Galaxii a jsou viditelné pouhým okem, jsou velmi vzácné a povědomí o supernovách 1006 a 1054 v Evropě dávno zaniklo, pokud je astronomové vůbec zaznamenali. Jiná situace nastala ale v 16. století, kdy náhle se objevivší nová jasná hvězda v souhvězdí Kasiopeje vyvolala rozruch, řada astronomů o ní napsala pojednání a pokoušela se změřit její vzdálenost. Hvězda zářila od listopadu 1572 do začátku roku 1574, byla jasná jako Venuše, měnila barvu a mezi ostatními hvězdami se nepohybovala. Hájek měřil její denní paralaxu a použil novou, vlastní metodu. Určoval astronomické souřadnice hvězdy podle její vzdálenosti od zenitu při průchodu rovinou místního poledníku, tedy v okamžiku její horní a dolní kulminace. Výsledky svých měření shrnul ve spise „Dialexis“, „Pojednání o nové a dříve nevidané hvězdě“, který vyšel ve Frankfurtu nad Mohanem v r. 1584. I když se v něm Hájek původně nesprávně interpretoval některé naměřené hodnoty, patří tento spis ke klenotům české astronomické literatury. Bylo zřejmé, že nová hvězda je velmi vzdálená, náleží „sféře“ stálic, a že tedy tato sféra není neměnná. Hvězdy se mohou rodit a zanikat. Nebylo ovšem snadné se s touto skutečností vyrovnat.

Druhou památnou astronomickou událostí byl příchod **Velké komety 1577**. Byla to kometa, kterou pozoroval a popisoval Hájek, Brahe a další astronomové a která učinila velký dojem na malého šestiletého Keplera, když mu ji matka na kopci za městem Weil der Stadt ukazovala. Možná, že tento impozantní úkaz přivedl později Keplera k zájmu o astronomii. Komety, většinou malé, byly poměrně častým úkazem a lidé je spojovali s hrozícími neštěstími

a katastrofami. Tak Halleyova kometa byla spojována s porážkou anglického krále Harolda u Hastingsu 1066 nebo smrtí našeho Karla IV. 1378. Jak říká Shakespeare v Juliovi Caesarovi, jen „*smrt žebřáků komety neoblašují.*“ V době hrozícího tureckého nebezpečí ohony komet lidem připomínaly zakřivené turecké šavle.

Kometry byly podle Aristotela považovány za atmosférické úkazy vysoko v ovzduší, jakési vzplanutí „*masných par*“ uvolňovaných z nitra Země, a hrozily tedy otravovat vzduch. U Velké komety 1577 se však podařilo změřit její denní paralaxu a tedy vzdálenost od Země. Denní paralaxa Měsíce je jak známo asi 1 úhlový stupeň, takže objekty, které mají paralaxu menší, náleží do nadměsíční oblasti, meziplanetárního prostoru. Paralaxu Velké komety měřil i Hájek a konfrontoval své výsledky s Brahem, který ho upozornil na některé nepřesnosti ve výpočtu. Oba astronomové došli k závěru, že kometa se nachází za sférou Měsíce, není atmosférickým jevem a Aristoteles se tedy mýlí. Hájek věnoval kometě spis „*Descriptio cometarum...*“, „*Popis komety*“, který vyšel r. 1578.

Pro Hájka nebylo snadné oprostít se od vžitých představ, od geocentrického myšlení, učení o neměnnosti stálic a atmosférické povaze komet. I když varoval před přehnanými pověrami spojujícími komety s předzvěstí neblahých událostí, nikdy se od tradičního myšlení úplně neoprostil. Na druhé straně se opíral o astronomická pozorování a měření, a to ho sblížovalo s Tychonem Brahem. Oba astronomové spojovalo blízké přátelství, Brahe Hájka v korespondenci oslovoval „*Tadeáš můj nejmilejší*“. Ke konci života Hájek inicioval pozvání Tychona na pražský rudolfínský dvůr a má tak zásluhu na vzniku astronomického „*mozkového trustu*“, který na Rudolfově dvoře zahájil novou etapu astronomie. V době příjezdu Tychona Braha do Prahy v červnu 1599 byl však Hájek už těžce nemocen a v září následujícího roku umírá.

5. Tycho Brahe

Dánský hvězdář **Tycho Brahe** (1546 – 1601) byl nejpresnějším, nejpilnějším a nejsvědomitějším pozorovatelem oblohy na samém konci předdialekohledové éry a jeho pozorování položila základ nejen moderní astronomii, ale i Newtonově mechanice. Patřil k těm dělníkům vědy, na jejichž práci stojí dnešní budova teoretické fyziky a astronomie. Byl přímo fanatikem přesnosti, podobně jako v 19. století Michelson, který byl ochoten obětovat léta života za dosažení dalšího desetinného místa naměřeného údaje. Jeho přesnost byla omezena jen možnostmi lidského oka (měl naštěstí dobrý zrak), tj. dosahoval rozlišovací schopnosti až 1–2 úhlových minut. Přitom byl poctivý, své údaje nefašoval ani nepřizpůsoboval a posloužil tak vědě jako málokdo. Nepouštěl se do fantazií ani spekulací, ale pokud jeho měření ukázala na fakt, který byl třeba v rozporu s obecným míněním, dovedl ho čestně přijmout

a stát za ním. Kepler si o něm do svého deníku napsal: „*Tycho patří mezi největší boháče. Vlastní jedinečná pozorování, která jsou materiálem k výstavbě budovy astronomie. To jediné, co mu chybí, je architekt, který by toho všebo užil podle svého plánu.*“

Brahe se narodil v jižním Švédsku, v kraji zvaném Skandia, který tenkrát patřil k dánskému království. Dědictvím po bohatém strýci se stal finančně nezávislým a mohl se věnovat své milované astronomii. Dánský král Frederik II. mu dal v léno Venušin ostrov Hven na dohled od hamletovského zámku Helsingoru, spojené ovšem s dalšími feudálními povinnostmi pečovat o královské hrobky v Roskilde a činnost majáku. Brahe na ostrově vybudoval dvě astronomické observatoře, Uraniborg a Stjerneborg, vybavené přesnými úhломěrnými přístroji vlastní konstrukce, dále mechanické dílny, tiskárnu a papírnu a pustil se do přesných měření. Toto vědecké středisko budilo obdiv v celé Evropě, sjížděli se sem na stáže mladí adepti astronomie i významní hosté. Skotský, později anglický král Jakub, sám nadšený amatérský astronom, zde Braha také navštívil a daroval mu dvě ušlechtilé skotské dogy.

Brahe nashromáždil obrovské množství výsledků měření poloh stálic a pohybu planet, zejména Marsu, odhalil některé nepravidelnosti pohybu Měsíce, pozoroval ovšem jak Novou hvězdu 1572, tak Velkou kometu 1577. Ve své „*Matematické úvaze o nové a pokud paměť sahá dosud nevídané hvězdě*“ přesvědčivě ukázal, že nová hvězda patří ke sféře stálic s neměřitelně malou paralaxou a že tedy nemůže mít pravdu Aristoteles v tom, že v této oblasti nemůže docházet k žádným změnám. Ledaže by Bůh nebyl ještě hotov se stvořením světa... Podobně důsledný závěr vyvodil z pozorování pohybu komety. Zjistil, že kometa se volně pohybuje meziplanetárním prostorem a nenaráží na žádné aristotelovské „*křišťálové sféry*“.

Naproti tomu nemohl přijmout Koperníkovu heliocentrickou soustavu, třebaže si její přednosti uvědomoval. Přesně vzato Koperníkova soustava nebyla vlastně dokázána žádným pozorovaným astronomickým faktem. Svědčily pro ni jen její jednoduchost a hledisko estetické – kam jinam by měl Bůh umístit jasné Slunce než do středu vesmíru. Ptolemaiova geocentrická soustava byla vyvrácena až po vynálezu dalekohledu, když Galileo objevil fáze Venuše, které jsou s touto soustavou neslučitelné. Zůstávala však stále možnost, že Země zůstává nehybná a Měsíc a Slunce kolem ní obíhají, při čemž ostatní planety obíhají kolem Slunce. Přesně tak se jeví situace pozemskému pozorovateli, který si za nehybný počátek své pozorovací soustavy zvolí Zemi. To učinil Tycho Brahe a jeho soustava pak ještě přežívala dlouhou dobu; přidržel se jí i náš Komenský. Měla také tu výhodu, že nemohla být napadena argumenty církve, opírajícími se o doslovné znění bible. Teprve se zdokonalováním dalekohledů se r. 1727 podařilo anglickému hvězdáři Bradleyovi na Greenwichské observatoři objevit aberaci stálic a dokázat,

že se Země skutečně pohybuje na své dráze kolem Slunce. Není pochyby o tom, že kdyby Brahe měl pozorovací důkaz pohybu Země kolem Slunce, přijal by ho.

V pražském Národním muzeu je uchován exemplář jednoho spisu Giordana Bruna, věnovaný Brahovi s vlastními Brahovými poznámkami. Nemohl existovat větší rozdíl mezi přístupem těchto dvou velikánů. Bruno neprováděl žádná astronomická měření, ale svým duchem a „orlím zrakem“ pronikal prostorové hlubiny nekonečného vesmíru s nesčíslnými hvězdami – slunci. Stereoskopické vidění našich očí nám neumožňuje vidět, která hvězda je nám blíž a která dál a ani Brahovy přístroje neumožňovaly rozlišit paralaxy hvězd. Z hlediska experimentátora jsou proto úvahy o nekonečnosti vesmíru pouhou nepodloženou spekulací. Takovými spekulacemi Brahe pohrdal a připsal si do věnovaného exempláře posměšné čtyřverší, v němž zaměnil Brunův přídomek Nolanus za Nullanus, Nikdo, Nicka. A přece měl nakonec Bruno svým způsobem pravdu...

Brahe byl svěhlavý, prchlivý a nadělal si spoustu nepřátel. Rozkmotřil se s příbuzenstvem a vzbudil pohoršení svým sňatkem, který uzavřel podle Starého jutského obyčeje a nikoli podle luteránského církevního ritu. Jeho manželství bylo mimochodem velmi štěstěné; měl 3 syny a 5 dcer. Po smrti krále Frederika sledovala dánská regentská rada jeho správu ostrova a rostoucí výdaje na astronomická pozorování s podezřívavostí. Vyslala k němu kontrolory a Brahe na ně poštlal své ušlechtilé darované dogy. Pak se trochu naivně podívoval, že ztratil přízeň dvora a nakonec musel s hořkostí Dánsko opustit. Po nějakou dobu se pohyboval po Evropě a nakonec přijal pozvání na pražský Rudolfoův dvůr; musel ještě nějakou dobu čekat, protože v Čechách právě řádil mor.

Císař Rudolf přijal Braha velkoryse, jmenoval ho císařským astronomem a dal mu k dispozici zámek v Benátkách nad Jizerou. Brahovy astronomické přístroje mezitím pomalu pluly podél dánských břehů do Hamburгу a po Labi a Jizeře do Benátek. V Benátkách Brahe především přesně změřil jejich zeměpisnou šířku a délku a začal budovat novou observatoř. Místní správce byl zoufalý z jeho finančních požadavků na nepochopitelné účely a zároveň se obával hněvu císaře. Návštěvníci v Benátkách byli ohromeni rozsahem a soustavností těchto astronomických pozorování.

K těmto návštěvníkům patřil i pražský židovský rabín, žák rabiho Löwa ben Bezalela, **David ben Salomon Gans** (1541 – 1613). Gans pocházel z Vestfálska, navštěvoval rabínské školy v Bonnu a v Krakově a s nástupem vlády Rudolfova otce Maxmiliána II. r 1564, kdy se postavení Židů v Čechách stabilizovalo, se usadil v Praze. Věnoval se historii, matematice a astronomii a usiloval o sblížení židů a křesťanů, odstranění vzájemných křivd a vzájemnou spolupráci, např. na poli vědy.

Vydal mezi jiným historickou kroniku „Zemach David“ („Ratolest Davidova“) a astronomický spis „Magen David“ („Kniha Davidova“); dlouho po jeho smrti vyšel ještě matematický zeměpis „Nechmod Venaim“ („Milý a příjemný“). Gans byl Brahovým a Keplerovým spolupracovníkem, pro Braha přeložil z hebrejštiny astronomické Alfonsínské tabulky, Keplerovi pomáhal s hebrejskými texty. Gansův hrob na pražském židovském hřbitově je označen nápisem Magen David a malou sošulpturou husy (Gans).

Brahe, který se utápěl v záplavě výsledků svých měření, pozval k sobě do Benátek ze Štýrského Hradce mladého nadaného matematika Johannese Keplera. Přitom mu vůbec nevadilo, že Kepler je stoupenec Koperníkovy heliocentrické soustavy. Kepler přijel do Prahy koncem ledna 1600 a s Brahem se poprvé setkal v Benátkách 3. nebo 4. února. Od června do září se ale opět vrací do Štýrského Hradce, aby vyřídil své rodinné záležitosti. Mezi tím, jak víme, v Praze umírá Hájek. Po návratu Keplera do Čech se Brahe na císařovo přání usazuje v Praze a pokračuje v astronomických pozorováních v letohrádku Belvedere v areálu pražského Hradu. Duben až srpen 1601 tráví Kepler opět ve Štýrském Hradci a v září téhož roku jsou oba přijati k audienci u Rudolfa II. a pověřeni vypracováním nových astronomických tabulek, které by nahradily již nevyhovující tabulky Alfonsínské. 24. října Brahe umírá a břímě nedokončených úkolů padá na ramena Keplerova.

Uvádíme tyto časové údaje, aby bylo zřejmé, že přímá vědecká spolupráce mezi Brahem a Keplerem trvala poměrně krátkou dobu, něco přes jeden rok a je otázka, zda lze vůbec o spolupráci mluvit. Oba astronomové byli naprosto rozdílných povah, nerovného věku a životních i vědeckých stylů. Na jedné straně bohatý a společensky protřelý Brahe, který se jen skoupě děлил s Keplerem o své výsledky, na druhé straně chudý a zdravotně handikepovaný Kepler, jehož slzíci oči mu ani nedovolovaly provádět přesná pozorování hvězd, avšak matematicky erudovaný vědec velkých vizí.

Rok 1600 můžeme považovat za mezník ve vývoji fyziky, počátek nové fyziky, dnes nazývané klasickou. K tvůrcům této fyziky patří Galilei, Kepler a Newton. Z hlediska nebeské mechaniky to byl rok, kdy došlo k předání štafety. Brahe možná nesouhlasil ve všem s Keplerem a nesdílel jeho přístup, ale uvědomoval si, že Kepler je jediný člověk, který může zhodnotit jeho vědecký odkaz, vydobýt z jeho měření matematickými metodami vědeckou pravdu. Kepler si zas uvědomil, že se nelze omezit na fantazie a spekulace, ale že je třeba pokorně přijmout změřená a pozorovaná fakta a vycházet z nich.

6. Johannes Kepler

Johannes Kepler (1571 – 1630) se narodil ve Württembersku ve svobodném městě Weil der Stadt. Jeho otec byl neúspěšný hostinský a žoldněř, který se málo

ukazoval doma, matka Kateřina rozená Guldenmannová byla kořenářka a léčitelka. Ta také učila Johannese lásce k přírodě a její syn k ní byl silně citově vázán. Kepler byl v dětství často vážně nemocen, byl slabé tělesné konstrukce, ale projevoval mimořádné jazykové a matematické nadání. Při studiu teologie na Tübingenské univerzitě se setkal s výbornými učiteli. Matematik a astronom Michael Mästlin vzbudil jeho zájem o Koperníkovu soustavu a mladý Kepler se nadchl její symetrií, jednoduchostí a krásou. Po studiích nenastoupil dráhu teologa (jeho učitelé se obávali jeho příliš samostatného myšlení), ale stal se profesorem matematiky na evangelickém gymnáziu ve Štýrském Hradci.

Kepler toužil poznat zákony přírody a proniknout tajemství vesmíru. Problém byl ovšem v tom, že žádné tajemství vesmíru vlastně neexistovalo. Podle Koperníka Země se svým souputníkem Měsícem obíhá jako jedna z šesti planet kolem Slunce po kruhové dráze. Dráhy planet jsou přitom vymezeny křišťálovými sférami konečné tloušťky, čímž se vysvětluje, že planety se někdy pohybují Slunci blíž a někdy dál, někdy rychleji a někdy pomaleji. Ostatní hvězdy na nebi jsou nehybné, jakoby nalepeny na osmé sféře stálic, uspořádány do souhvězdí. Koperníkův systém byl sice jednodušší než Ptolemaiov, vysvětloval ze Země pozorované návraty a klíčky planet, ale zcela uspokojivý nebyl.

Kepler považoval za ústřední záhadu kosmu zákonitost vzdáleností planet od Slunce a jejich oběžných dob. Po důmyslných matematických úvahách v pythagorejském duchu a pozorováních konjunkce planet připadl na myšlenku proložit křišťálovými sférami šesti planet pět pravidelných mnohostěnů (osmistěn, dvacetistěn, dvanáctistěn, čtyřstěn a šestistěn) a určit tak jejich poměrné vzdálenosti od Slunce. Ty byly docela dobře známy z astronomických měření, i když ještě nebyly přesně známy vzdálenosti absolutní (astronomická jednotka). Souhlas Keplerovy konstrukce s pozorováním byl ovšem velmi velmi přibližný. V 18. století se ukázalo, že k přibližnému vysvětlení číselné zákonitosti těchto poměrných vzdáleností není potřeba provádět tak složité konstrukce, že ji docela dobře vystihuje jednoduchá Titiova – Bodeova posloupnost 0,4; 0,7; 1,0; 1,6; 2,8; 5,2; 10,0; ... Dodnes sice nevíme proč, ale astronomy to nějak zvlášť nevzrušuje. Mezitím se totiž nahromadilo nových tajemství vesmíru až až.

Pěťadvacetiletý Kepler byl ale svým objevem nadšen, uveřejnil ho ve spisku „Mystérium cosmographicum“ „Tajemství kosmu“ a rozeslal ho po Evropě známým astronomům, ovšem i Brahovi. Brahe ihned poznal, že je to nesmysl, ostatně se sám přesvědčil, že žádné planetární sféry neexistují, ale zaimponoval mu mladík, který dovedl hravě počítat poloměry koulí opsaných a vepsaných pravidelným mnohostěnům. A tak si přizval Keplera do Čech jako svého spolupracovníka. Kepler zprvu váhal, tušil, že spoluprac s dominantním a autoritativním

Brahem nebude snadná, ale nakonec ho i rekatolizační tlak ve Štýrsku přiměl, aby nabídku přijal.

Po Brahově smrti se Kepler stal „*císařským matematikem*“, ovšem s mnohem menším platem než měl Brahe a nadto dosti obtížně vymahatelným. Strasti Keplerova osobního a rodinného života v Praze v prvních dvanácti letech 17. století jsou dobře známy. Přesto Kepler projevil nepředstavitelnou tvůrčí sílu a pracovitost, dal stranou své spekulace a číselné konstrukce a plně se opřel o tisíce čísel, výsledků Brahových pozorování pohybu planety Marsu. Pokorně uznal, že věda se musí opírat o zjištěná fakta.

Kepler zpracovával Brahova data deset let – bez počítačů a výpočetních pomůcek, dokonce ještě bez logaritmů. Tato léta vypětí ho unavovala podle jeho vlastních slov až k šilenství – tak se rodila vědecká fyzika. Nejdříve spočítal sklon roviny dráhy Marsu k rovině ekliptiky. Pak hledal zákonitost změn oběžné rychlosti planety. Díky geniální intuici nepočítal rychlost obvodovou, ale plošnou a zformuloval svůj zákon, který dnes nazýváme „druhým Keplerovým“. Nejobtížnější se ukázalo stanovit geometrický tvar dráhy. Zpočátku se zdálo, že je to kružnice s excentricky umístěným Sluncem, pak uvažoval oválnou dráhu se Sluncem v užší části. Brahova čísla však nevyhovovala žádnému z těchto řešení. Dráha Marsu se liší od kruhové jen asi o 8 úhlových minut, takže kdyby Brahe byl býval měřil méně přesně, odchylky od kružnice by se nedaly spočítat. Ostatně proč by dráha planety musela být zrovna jednoduchou geometricky snadno vyjádřitelnou křivkou? Příroda ale byla milosrdná, přece jen si libuje v symetrii. Dráha se ukázala být elipsa se Sluncem v ohnisku. Tyto výsledky uveřejnil Kepler ve spise „*Astronomia nova*“, „*Nová astronomie*“ v r. 1609. Nedostal za ni žádný honorář, protože na ní pracoval „v rámci svých služebních povinností.“ Její význam málokdo ze současníků docenil, neuvědomil si ho ani Galileo. Zdálo by se, že Kepler vypočítal „jen“ nějaké malé odchylky od kruhových drah.

Kepler, který vlastně propojil astronomickou teorii a praxi, se nikdy nevzdal svých spekulací a vizí, celý život si cenil „krásného nesmyslu“ svého mládí. Později, za pobytu v Linci, přece jen rozluštil „tajemství vesmíru“ a našel svůj třetí zákon, jednoduchou, krásnou matematickou úměru mezi druhými mocninami oběžných dob planet a třetími mocninami velkých poloos jejich drah. Publikoval ji ve spise „*Harmonices mundi*“, „*Harmonie světa*“ 1619. Odtud je už jen krok k Newtonovu gravitačnímu zákonu a skutečným tajemstvím vesmíru. Kepler se dále opájí myšlenkami symetrie a krásy přírody, studuje symetrii krystalů, polopravidelná geometrická tělesa, jeho geometrické objevy nacházejí uplatnění v dnešní atomové a molekulové fyzice. Když na Nový rok 1611 kráčí po Kamenném mostě v záplavě sněhových vloček, nedbá na vlhko a chlad, ale nechá si vločky tát na dlani a žasne nad jejich rozmanitostí – každá vločka je jiná, ale všechny vykazují šesterečnou

symetrii. Zase pošetilost vědce.

Šesterečná symetrie sněhových vloček je předmětem hravého dílka, pojaté ho jako „Novoroční dárek“ 1611 příteli Johannu Matoušovi Wackerovi z Wackenfelsu (1550 – 1619). Jak víme, Wacker z Wackenfelsu, Rudolfův dvorní rada, zprostředkoval Keplerovi vynález dalekohledu a stal se jeho celoživotním přítelem. Wacker pocházel z Kostnice, z protestantské rodiny, studoval práva ve Štrasburku a v Ženevě a pak působil jako vychovatel ve šlechtických rodinách ve Vratislavi ve Slezsku. V r. 1594 byl povýšen do šlechtického stavu a rok nato ho Rudolf jmenoval svým radou; měl za úkol seznamovat ho s důležitými objevy a vynálezy v Evropě. V souvislosti s novým postavením přestoupil Wacker formálně ke katolicismu, ale zůstal v náboženských otázkách lhostejným. Svou bohatou knihovnu, která obsahovala řadu zapovězených knih, dal Keplerovi plně k dispozici.

Wacker se stal jedním z tzv. jordanistů, stoupenců učení Giordana Bruna; přispělo k tomu zřejmě i to, že byl v r. 1600 ve službách císaře přítomen v Římě a byl svědkem Brunovy mučednické smrti na hranici. Na rozdíl od postoje španělského diplomata San Clemente ho Brunova smrt utvrdila v jeho přesvědčení, přinesl o ní zprávu do Prahy a snažil se přesvědčit Kepleru o správnosti Brunova učení o nekonečném vesmíru. Kepler nezaujal vůči Brunovi přezíravě odmítavé stanovisko jako Brahe, i když nazval jeho učení „hrozným“ („horri-bilis“); jeho vize a étos mu byly přesto určitým způsobem blízké. Představu o nekonečném vesmíru s nekonečným počtem hvězd odmítl z čistě vědeckého důvodu – obloha by v takovém vesmíru musela zářit ve dne v noci. zformuloval vlastně známý Olbersův paradox a nemohl jinak, protože ještě neznal zákonitosti vývoje hvězd a relativistický horizont. Nekonečný vesmír v něm však také budil jakousi posvátnou úctu. Ve spise „O nové hvězdě“ (supernova 1604) píše:

„Když jsem slyšel, že Bruno učí o nekonečnosti světů, že hvězdy považuje za slunce a Slunce že probíhá jako jedna z nesčetných hvězd, jež jsou rozestaty od sebe v nekonečných vzdálenostech, a že každá z těchto hvězd chová kolem sebe svět oběžnic naší Zemi podobných, tu pojala mne závat' a zmocnila se mne tajemná hrůza z toho, že mám bloudit v nekonečném prostoru, který nemá středu, který nemá vůbec pevného, určeného místa.“

7. Praha – ideové rodiště kosmonautiky

Přesvědčení, že Měsíc a planety obíhající kolem Slunce jsou nebeská tělesa podobná naší Zemi, a tedy i obyvatelná pro živé tvory, postupně vstupovalo do astronomie v první polovině 17. století. Toto přesvědčení bylo součástí vize Giordana Bruna, který svým duševním zrakem viděl celý vesmír s nekonečným množstvím sluncí – hvězd a s rodinami planet obydlenými mimozemšťany, kteří žijí dokonce šťastnější život než my tady na Zemi. Pohled na povrch Měsíce prvními dalekohledy a ovšem i pozorování

Galileových měsíců obíhajících kolem Jupiteru toto přesvědčení podporovaly. První, kdo si uvědomil, že by bylo možno pozorovat vesmír i z povrchu jiných nebeských těles, např. Měsíce či Jupiteru, a zamýšlel se nad tím, jak by se jevila Země a ostatní planety při takovém pozorování, byl Johannes Kepler. Především bychom při takovém pohledu zvenčí museli vidět, jak naše Země rotuje. Uvědomme si, že to bylo právě v době, kdy Galileo byl před inkvizičním tribunálem přinucen učení o pohybu Země odvolat. Tuto svou představu sdělil Kepler Galileovi už ve své „Rozpravě o Hvězdném poslu“, kde navrhoval, aby Galilei vybudoval jupiterskou astronomii a Kepler měsíční. Galileova fantazie a nadšení ovšem nešly tak daleko. Pokud bude v nejbližších desetiletích na Měsíci vybudována astronomická observatoř, měla by rozhodně nést Keplerovo jméno.

Aby bylo možno z Měsíce pozorovat Zemi, bylo by třeba se na něj nejdřív dostat. A byl to právě Keplerův přítel, který často podněcoval jeho představivost, Johann Matyáš Wacker z Wackenfelsu, který Keplera vybídl, aby se na základě nových astronomických poznatků pokusil sepsat dílko o měsíční astronomii. Keplera námět zaujal a pustil se do jeho realizace; tak vznikl jeho „Sen neboli měsíční astronomie“ („Somnium seu de astronomia lunari“). I když by bylo možno dohledat řadu literárních inspirací a fantazií už ze středověku a dokonce z antiky (Kepler ostatně sám na některé z nich odkazuje), je to vlastně první spis ve světové literatuře, zabývající se cestami do vesmíru z vědeckého hlediska a je předobrazem nejen dlouhé řady vědecko-fantastických spisů, ale i seriózních rozborů, analyzujících podmínky a možnosti kosmických letů. myšlenka kosmonautiky se tak zrodila v Praze.

Osudy Keplerova Snu byly přitom dramatické. Český kronikář *Václav Hájek z Libočan* vydal r. 1541 svou rozsáhlou Kroniku českou, sice nesoriozní, ale s vlasteneckým zaměřením, velmi populární a hojně čtenou. Ta byla v r. 1596 přeložena do němčiny a dostala se Keplerovi do rukou. A tak v našem dramatu opět vystupuje kněžna Libuše. Kepler v úvodních řádcích Snu píše: „*Když roku 1608 vřela roztržka mezi bratry císařem Rudolfem a arcivévodou Matyášem a jejich činy byly běžně přirovnávány ke příkladům čerpaným z českých dějin, podnícen obyčejnou lidskou zvědavostí obrátil jsem pozornost ke čtení českých dějin. A když jsem připadl na historii hrdinky Libuše, velmi proslulé magickým uměním, stalo se jedné noci, že když jsem po pozorování hvězd a Měsíce spočinul na lůžku a tvrdě usnul, zdálo se mi, že pročítám knihu přinesenou z knižního veletrhu...*“ (rozuměj frankfurtského). Obsah této fiktivní „*knihy*“ pak představuje text Snu. Můžeme být Keplerovi vděční, že vlastně zpopularizoval naši kněžnu Libuši v celém astronomickém světě.

Psát o černé magii, a dokonce ve zlehčujícím tónu, bylo ovšem v té době velmi nebezpečné. Kepler totiž líčí, jak mu jeho matka znalá kouzel umožnila navštívit

Měsíc za pomoci démonů. Zdůrazňuje, že taková cesta je velmi náročná a nebezpečná, ale vyjadřuje přesvědčení, že budou-li k dispozici kosmické lodě a plachty, odvážní cestovatelé se najdou. Budou ovšem muset podstoupit náročný trénink a splnit přísná kritéria. Jak píše: „*Do této naší společnosti nepřijímáme žádné pecivály, žádné tlustěchy, žádné rozmazlené lidi, ale vybíráme ty, kteří jsou v životě uvyklí neustále harcovat na koních, nebo ty, kteří se často plavívali do Indie a jsou zvyklí žít se suchary, česnekem, sušenými rybami a nechutnými jídly. V první řadě jsou pro nás vhodné vyschlé stařeny, které již od doby svého dětství mají běžné ve zvyku jezdit po nocích na kozlech, vidlích nebo omšelých pláštích a probáňet se nesmírnými zemskými prostory. Žádní muži z Německa nejsou pro tohle vhodné, nepobíráme však suchými těly Španělů.*“ (překlad A. a P. Hadravovi).

Kepler uvádí, že cestu na Měsíc je možno podnikat, jak bychom řekli dnes, jen v určitých „*startovacích oknech*“ a řeší nejen otázku nechutné stravy kosmonautů, ale i problém přetížení při startu, otázku, kterou částí těla nejlépe na Měsíc dopadnout, uvědomuje si, že na Měsíci budou problémy s dýcháním a teplotními extrémy. Hlavně se však snaží opodstatnit, jak by se jevila Země a další nebeská tělesa z Měsíce. Je to skutečná literárně hodnotná „*sci-fi*“, spojení vědeckých astronomických znalostí a předpovědí s fantazií, dokonce s humorným podtextem.

Keplerův Sen naštěstí za jeho života nevyšel tiskem, byl rozšiřován jen v rukopisech mezi přáteli. I tak to bylo velmi riskantní; stačí si uvědomit, že Keplerova matka byly později v Německu obviněna a souzena pro „*čarodějnictví*“ a i když se jejímu synovi podařilo ji nakonec obhájit, nešťastná žena brzy po propuštění z vězení podlehla následkům prožitých útrap. Teprve po Keplerově smrti vydal dílko v r. 1634 jeho syn, lékař Ludwig Kepler, aby trochu zmírnil hmotnou nouzi rodiny. Jen několik let nato se objevila literární díla dalších autorů, nejdříve v Anglii, zabývající se fantastickými lety do vesmíru na jiná nebeská tělesa a pokračovala tak už v nepřetržité tradici tohoto žánru. Lety do vesmíru pomocí projektilů a raket byly dlouho výhradně doménou fantazie spisovatelů, pak amatérských nadšenců a vědců a teprve ve druhé polovině 20. století si společnost a státy uvědomily jejich převratný význam pro lidstvo.

Kepler byl při vyjadřování svých názorů otevřeně statečný až neopatrný a měl štěstí, že právě v rudolfínské Praze panovala ve značné míře tolerantní atmosféra a „*svoboda slova*“. Na rozdíl od mnoha svých současníků, kteří měnili náboženskou příslušnost podle potřeby, Kepler zůstal luteránem augšpurského vyznání bez ohledu na materiální výhody nebo ohrožení, ale nebyl dogmatikem a řídil se především svým svědomím. Život mu připravil mnoho těžkých zkoušek a je obdivuhodné, jak při tolika tragických událostech v rodině, vlastních nemocí a úmrtí dětí si uchoval neuvěřitelnou tvůrčí

sílu a vědeckou produktivitu. Jako jeden z mála vědeckých autorů si pěstoval i nadhled a jeho mocnou zbraní byl smysl pro humor. Einstein za svého pobytu v Praze se vyznal především ze své úcty ke Keplerovi, k němuž pociťoval mentální spříznění. Cenil si ho výše než Galileiho, jemuž vytýkal snahu získávat přízeň a podporu mocných. Právě Kepler propojil bohatství pozorovacího astronomického materiálu s matematickou teorií, která pak umožnila Newtonovi vybudovat planetární mechaniku a najít gravitační zákon.

Autor

Doc. Ing. Ivan Štoll, CSc.
Katedra fyziky
Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská
České vysoké učení technické v Praze
Břehová 7, 115 19 Praha 1
E-mail: stoll@br.fjfi.cvut.cz

Astronom Johann Palisa

Tomáš Gráf

Johann Palisa se narodil podle matričního zápisu 7. prosince 1848 v Opavě a o den později byl pokřtěn. V řadě písemností o něm je však z neznámého důvodu udáván jako den narození 6. prosinec 1848.

Jeho otec Franz Palisa byl obchodníkem a pocházel z nedaleké obce Kylešovice. Matka Kateřina, rozená Pohlová, byla z mlynářské rodiny. Rodný dům Johanna Palisy (č.p. 158) byl během osvobozovacích bojů v závěru 2. světové války poškozen a s řadou dalších historicky cenných domů zbourán. Nacházel se na Horním náměstí vedle budovy divadla. V současné době stojí na tomto místě velký činžovní dům, postavený v 60. letech minulého století. Palisův rodný dům se nacházel přibližně v místech, kde je dnes provozována cukrárna Jadran City. Tam také byla v roce 2000 péčí Hvězdárny a planetária J. Palisy VŠB-TU Ostrava umístěna pamětní deska.

Již v obecné škole budil pozornost svými matematickými schopnostmi. navštěvoval opavské gymnázium a po maturitě odešel na univerzitu do Vídně, kde se věnoval studiu matematiky a astronomie. V roce 1870 byl jmenován asistentem vídeňské hvězdárny. Zabýval se většinou pozorováním místním cirkumzenitálem a zakreslováním skvrn na Slunci. S tehdejšími technickým vybavením hvězdárny ani nebylo možné provádět jiná pozorování. Jeho pracovní nadšení bylo tak velké, že si získal důvěru a podporu svého vedoucího Karla von Litrowa a adjunkta (pozdějšího ředitele) Edmunda Weisse. Cítil se zavázán i řediteli hvězdárny, Theodoru von Oppolzerovi, který se ho ujal s otcovskou starostlivostí. Po studiích (v roce 1871) nastoupil jako astronom na hvězdárnu v Ženevě. Jenže hned na podzim téhož roku mu bylo nabídnuto volné místo vedoucího hvězdárny v Pule. Cestu z Ženevy na své služební místo podnikl přes Německo, kde navštívil některé observatoře.

Palisa dosáhl v Pule na svůj věk neobvykle vysokého postavení. Jeho hlavním úkolem v Pule byla péče o lodní chronometr. Neexistoval ani žádný pozorovací program pro malý refraktor, který se na hvězdárně nacházel! Proto přišel s nápadem, zabývat se pozorováním a současně vyhledáváním nových planetek. Tato pozorování byla velmi plodná, ale vyžadovala mimořádnou vytrvalost. Navíc při tehdejší nedostatku kvalitních hvězdných map byla velmi obtížná. Patrně tato obtížnost ho něčím přitahovala. První objev se mu podařil 18. března 1874 (136 Austria) a další 21. dubna (134 Meliböa). Pak přišla série objevů a v roce 1880, když opouštěl Pulu, bylo jich už celkem 28! Kromě toho začal se systematickou tvorbou hvězdných map. Palisa se současně podílel také na určování zeměpisné délky, prováděných Oppolzerem

a byl za to v roce 1874 vyznamenán rytířským křížem řádu Franze Josefa, nejvyšším vyznamenáním tohoto druhu. Více ho potěšilo snad jen udělení Lalandeovy ceny Pařížské akademie (1876), kterou obdržel za znovuobjevení planety Maja (66). Prováděl i četná pozorování meteorů a podstatně vylepšil malý přístroj, používaný k jejich sledování.

Když byla ve Vídni v roce 1880 dokončena nová hvězdárna, snažil se ředitel Weiss získat Palisu zpátky. Vyhlídka na dva podstatně větší přístroje, které by měl k dispozici (Clarkův 12 palcový a Grubbův 27 palcový), byla lákavá. Palisa se vzdal bez dlouhého uvažování ředitelského místa v Pule a přijal místo prvního adjunkta na vídeňské univerzitní hvězdárně.

Výsledky na sebe nenechaly dlouho čekat. Sérii nových objevů planet zahájil 19. května 1881 nalezením Stephana (220) a pak následoval jeden objev za druhým. Nejbohatší v tomto směru byl rok 1882 s 9 objevy. Pro usnadnění objevů i pro „potvrzovací“ pozorování musely být zhotoveny nové hvězdné mapy. Pro vídeňské přístroje byly všechny tehdejší atlasy málo podrobné a musely být hodně doplňovány. Palisa si nejprve myslel, že získá lepší podklady pro nové mapy pomocí nového deklinografu, který namontoval na Clarkův refraktor. Těchto vídeňských hvězdných map bylo vydáno jen pár listů. Metoda se totiž ukázala časově mnohem náročnější než zhotovení kreslené mapy. Začal tedy pracovat touto původní metodou. Každý list obsahoval 20 úhlových minut v rektascenzi a 3 stupně v deklinaci. Dělení bylo v rektascenzi po minutách, v deklinaci po čtvrtinách stupně. Tyto mapové listy byly praktické a hodily se k práci u dalekohledu. Do sítě byly zaneseny jasnější hvězdy podle jejich katalogových pozic, slabší podle pozorování dalekohledem. Takových mapových listů pořídil Palisa několik set. Tvoří hodnotnou část inventáře hvězdných map vídeňské hvězdárny.

Brzy po svém návratu do Vídně v roce 1883 se naskytl Palisovi příležitost zúčastnit se francouzské expedice, zaměřené na pozorování úplného zatmění Slunce na ostrově Carolina v Tichém oceánu. Jako úkol si stanovil hledání domnělé vnitřní planety během úplného zatmění. Pozorování bylo obsaženo i v programu expedice francouzské akademie. O negativním výsledku svých pozorování napsal článek, který vyšel ve „Zprávách ze zasedání vídeňské akademie“, svazek 88 (1883).

V roce 1891 nejprve Wolf v Heidelbergu, pak následně Charlois v Nizze značně zjednodušili objevování nových planetek využitím fotografie. Palisa pochopil, že jeho vizuální pozorování nemohou konkurovat fotografické metodě. Dozrálo v něm přesvědčení, že by bylo záslužné pozorovat planety objevené v Heidelbergu a Nizze a upřesnit jejich dráhové elementy. Takový pozorovací program mu vydržel mnoho let. Teprve rok 1905 přinesl 2 nové objevy – planety (569) Misa a (583) Klotilda. Rok 1911 s devíti objevenými planetkami dokonce připomíná první aktivní období jeho života.

Pracoval podle nového pozorovacího schématu. První hodiny noci se věnoval sledování známých planetek, teprve v pozdějších hodinách přecházel k vyhledávání nových. Často se stávalo, že Palisa seděl u dalekohledu za dlouhé zimní noci bez přestávky až 12 hodin. A takové pracovní nasazení si Palisa zachoval až do posledních měsíců svého života. Za svou povinnost pokládal především upřesnění objevů, učiněných v Heidelbergu. Teprve potom přicházela radost z vlastní objevné činnosti. I když vyhledávání nových planetek vizuální cestou bylo vlivem fotografie odsunuto do pozadí, sledování nově objevených objektů bylo vizuálně jednodušší. Vyžadovalo totiž kratší čas než vyměřování pozice na fotografické desce a bylo přesnější. Tímto způsobem trávil ještě ve svých 75 letech celé noci u dalekohledu, který také sám obsluhoval. A pokud si v prvních večerních hodinách přivolal sluhu na pomoc u dalekohledu, poslal ho ještě před půlnocí do postele, aby ve své radosti z objevů nebyl nikým rušen.

Za upřesnění elementů drah řady planetek bylo Palisovi uděleno vyznamenání, které ho velmi potěšilo. Přišlo opět z ciziny – Pařížská akademie mu zapůjčila v roce 1906 Valtzovu cenu s odůvodněním, že Palisa v oboru potvrzujících pozorování planetek a v objevech planetek dosáhl lepších výsledků než všichni ostatní astronomové dohromady. Nejhodnotnější objev v tomto období je objev planetky 719 Albert (3. října 1911), která se díky velké excentricitě své dráhy ($e = 0,5417$) může velmi přiblížit k Zemi. Je však pochopitelné, že když se prokázala účinnost fotografické metody početnými objevy Wolfa a Charloise, vzbudilo to i v Palisovi přání vlastnit fotografický dalekohled. Podařilo se mu najít i mecenáše, továrnu „Anton Dreher“, ale zakoupený objektiv, 6 palcový aplanát, se k vyhledávání planetek příliš nehodil.

Palisova pozorovací činnost vyžadovala, aby se podrobně zabýval také hvězdnými katalogy. Při redukci svých pozorování kladl trvale velký důraz na přesnost polohy „srovnávacích“ hvězd a aby jí dosáhl, nespokojil se s použitím jediného katalogu, nýbrž hledal ve všech dostupných publikacích. Přitom měl zvyk všechny katalogy, v nichž hvězdu našel, zaznamenávat krátkou poznámkou do svého příručního exempláře „Bonnského přehledu oblohy“. Tak časem vzniklo dílo, jehož zveřejnění muselo být přáním všech astronomů, kteří měli co do činění s pozorováním. Vydal jej pod jménem „Hvězdný lexikon, prameny bonnského přehledu, I. díl od 1° až $+ 19^\circ$ deklinace“ v roce 1902 v 17. svazku prací vídeňské hvězdárny. Několik let předtím (ve spolupráci s Friedrichem Bidschofem) publikoval pozorování poloh hvězd meridiánovým kruhem, redukováná na ekvinokcium 1890,0. Výsledky této práce jsou shrnuty v „Katalogu 1238 hvězd“, který byl vydán v „Pamětních spisech Vídeňské akademie“, sv. 67, 1899. Právě tak redukoval ve spolupráci s druhým adjunktem vídeňské hvězdárny J. Holetschkem všechny pozorování meridiánovým kruhem, která byla vykonána v letech

1843 - 1879 na staré vídeňské hvězdárně. Podnět k této práci pramenil z úsilí publikovat starší vídeňská pozorování. Ani katalog 3458 hvězd, zveřejněný v roce 1908, neobsahuje jen prosté shrnutí, ale také kritické setřídění pramenů. Po těchto významných katalogizačních pracích následovalo vydání nových hvězdných map, které nazval ekliptikálními mapami. Označuje je jako společné dílo s Wolfem, který v Heidelbergu pořídil fotografické snímky.

Palisa měl práce na hvězdných mapách ve veliké oblibě a podal o nich obširnou zprávu na shromážděních astronomických společností v Lundu (1904) a Jeně (1906). Zatímco rozsáhlé mezinárodní práce v oblasti fotografických hvězdných map byly zaměřeny na co možná nejpřesnější určení polohy hvězd, jeho projekt kladl důraz na použitelnost mapy u dalekohledu. Těchto map bylo vydáno před 1. světovou válkou 9 sérií po 20 listech. Během války byla práce přerušena a teprve několik let po válce se podařilo vydání 10. série, ovšem jen ve velmi malém nákladu, práce na 11. sérii začaly v době, kdy Palisa zemřel.

Palisa se brzy po svém přestupu na novou hvězdárnu ve Vídni podílel na populárních přednáškách. Pořádal přednášky nejčastěji ve „Spolku pro šíření vědeckých poznatků“, ve vědeckém klubu, v lidových vysokoškolských kursech a v rámci univerzity. Volil většinou témata z praktické astronomie (např. Jak se určuje čas, O dalekohledu a jeho vývoji). Jeho poslední přednáška, vedená r. 1924 ve „Spolku přátel vědy o obloze“, se týkala jeho autobiografie. Bohužel tato přednáška dospěla pouze k jeho příchodu do Vídně a k pokračování přednášky už nedošlo.

Vedle čistě astronomických otázek vzbuzovaly Palisovu pozornost také jiné obory. Byl se svým přítelem Schramem průkopníkem časových pásem a zasadil se také o to, aby střeoevropský čas byl zaveden i v občanském životě. Po úsporných válečných letech si oblíbil tzv. „letní čas“. Přitom byl pro něj „zisk času“ důležitější než dosažená úspora na osvětlení. Používání „letního času“ zaniká v Rakousku s koncem 1. světové války, ale Palisa se jej snažil každý rok znovu zavádět. Sbíral informace z různých zemí (USA, Anglie, Francie), v nichž zůstal letní čas zachován i po válce, a chtěl těmito důkazy získat úřady v Rakousku pro jeho zavedení. Byl také stoupencem 24 hodinového počítání nejen v železniční dopravě, ale i v občanském životě.

Palisovo velké přání bylo také přemístění univerzitní hvězdárny. Jemu, který více než 40 let pracoval u velkého refraktoru, nemohlo ujít, jak se s rozvojem města a s přibývajícím pouličním osvětlením zhoršují pozorovací podmínky. V roce 1909 byly provedeny na podnět a náklady Akademie věd první kroky k nalezení vhodného místa pro novou hvězdárnu. Potom však byl celý projekt přesunu hvězdárny zastaven. Přesto se Palisa v posledních letech svého života snažil obnovit tento plán a rok před smrtí sepsal článek: „Přemístění Vídeňské hvězdárny je nutné“, v němž zobrazil zhoršení

vídeňského astronomického klimatu. Srovnával, jak byla tato otázka řešena v jiných státech a městech, například v Berlíně. Vyžadoval připravovat přemístění hvězdárny předběžnou zkouškou daných území. Vídeňská akademie se ujala řešení a zvolila komisi, která byla pověřena vyhledat vhodné místo v rámci rakouského území pro nově zřízenou hvězdárnu. Palisovi vděčí vídeňská hvězdárna nemalým dílem i za řadu přístrojů.

Udržoval přátelské vztahy s baronem Albertem Rotschildem, který byl velkým přítelem astronomie. Daroval hvězdárně dalekohled „Equatorial – Coude“, včetně budovy, druhý největší přístroj hvězdárny. Dále věnoval hvězdárně ste-reokomparátor, který měl velký význam i pro vznik „Palisových-Wolfových“ hvězdných map. Fotografický dalekohled měl být třetím velkým darem, avšak baron Rotschild předčasně zemřel.

Palisa měl veselou, vitální a činorodou povahu. Měl radost ze svého povolání. Ve volném čase také sportoval. Byl jedním z prvních cyklistů ve Vídni, ovládal ještě „vysoký“ bicykl a vyzkoušel všechna jeho zlepšení, vedoucí až k dnešní podobě kola. Po několik let byl předsedou „Klubu vídeňských mužů – jezdců“.

Velmi rád navštěvoval shromáždění astronomické společnosti. Pouze na dvě poslední shromáždění v Postupimi (1921) a v Lipsku (1924) se už nedostavil; v době konání prvního byl jako host na zasedání Oxfordské univerzity v Anglii, na druhé se už cítil slabý.

Palisa se během svého života dvakrát oženil. První manželství, uzavřené v roce 1873, skončilo roku 1901 smrtí jeho ženy. Měli spolu sedm dětí, ale tři bohužel zemřely již za jeho života. Druhá žena, s níž uzavřel manželství v roce 1902, byla starostlivá hospodyně, která o něj pečovala ke konci jeho života s láskou a obětavostí.

Palisa byl hubené postavy, ale silné konstituce a během svého života nikdy nebyl vážněji nemocný. Držel se svého oblíbeného rčení: „Člověk je tak starý, jak se cítí“. Když byl v roce 1919 ve svých 71 letech poslán do důchodu, cítil se ještě tak zdravý, že se své oblíbené činnosti u dalekohledu nemohl vzdát. Velmi ho těšilo, když obdržel od ministra školství vyrozumění, že smí pokračovat ve své pozorovací činnosti na hvězdárně. Teprve po 75. narozeninách došlo k osudné změně jeho zdravotního stavu. Srdce mu přestalo sloužit. Přesto ještě v pozorování u dalekohledu pokračoval. V listopadu 1924 nastal vlastní zlom. Od té doby mohl opustit postel denně jen na pár hodin. Snášel nemoc s trpělivostí. Věděl, že je těžce nemocný, ale věřil v uzdravení, které mu dovolí zase být u dalekohledu. V ranních hodinách 2. května 1925 však podlehl náhlému infarktu. Jeho místo odpočinku na centrálním hřbitově, v jednom z čestných hrobů vídeňské obce, zdobí kámen s jeho věrným portrétem z rukou mistra Prof. Hanse Bitterlicha a nápisem „*Sic itur ad astra*“ („Tak se stoupá ke hvězdám“).

- Seznam Palisou objevených planetek
- 136 - v Pule - Austria
- 140 - v Pule - Siwa (slovanská bohyně plodnosti)
- 142 - v Pule - Polana (podle Poly - Puly)
- 143 - v Pule - Adria (podle moře)
- 151 - v Pule - Abundantia (hojnost – „planetek“)
- 153 - v Pule - Hilda (podle dcery astronoma von Oppolzera)
- 155 - v Pule - Scylla (z mytologie, dále jen m)
- 156 - v Pule - Xanthippe (Sokratova žena, jméno zvolila první manželka J. Pa-lisy)
- 178 - v Pule - Belisana (m)
- 182 - v Pule - Elsa (pův. Elsbeth)
- 183 - v Pule - Istria (podle poloostrova)
- 184 - v Pule - Dejópeja (m, nymfa)
- 192 - v Pule - Nausikaa (m, nymfa)
- 195 - v Pule - Eurykleia (m)
- 197 - v Pule - Arete (m)
- 201 - v Pule - Penelope (žena Odyssea)
- 204 - v Pule - Kallisto
- 205 - v Pule - Martha (biblická Marta)
- 207 - v Pule - Hedda (podle Hedwigy Win-neckcové, ženy ředitele hvězdárny ve Strass-burgu)
- 208 - v Pule - Lacrimosa (podle těžkostí se znovuobjevem)
- 210 - v Pule - Isabella (původ neznámý, dále PN)
- 211 - v Pule - Isolda (podle Wagnera „Tristan a Isolda“)
- 212 - v Pule - Medea (dcera krále Kolchidy)
- 214 - v Pule - Aschera (bohyně)
- 216 - v Pule - Kleopatra (královna)
- 218 - v Pule - Bianca (podle sopránní pěvkyně Bianca Bianchi)
- 219 - v Pule - Thusnelda (z dávné německé historie)
- 220 - ve Vídni - Stephania (na počest princezny Belgie, měla svatbu
- 221 - ve Vídni - Eos (řecká bohyně)
- 222 - ve Vídni - Lucia (pravděpodobně podle nejmladší dcery knížete Wilcze-ka, sponzora expedice do Arktiky)
- 223 - ve Vídni - Rosa (PN)
- 224 - ve Vídni - Oceana (Tichý oceán, expedice Tahiti, zatmění Slunce)
- 225 - ve Vídni - Henrietta (žena fr. astronoma Janssena (1824 - 1907))
- 226 - ve Vídni - Weringie, podle části Vídne Währing, kde je observatoř
- 228 - ve Vídni - Agathe, dcera prof. von Oppolzera (1841 - 1886)
- 229 - ve Vídni - Adelinda, žena Weisse, ředitele hvězdárny ve Vídni
- 231 - ve Vídni - Vindobona, latinské jméno Vídne
- 232 - ve Vídni - Russia, podle Ruska
- 235 - ve Vídni - Carolina, podle atolu poblíž Tahiti, odkud Palisa pozoroval za-tmění Slunce
- 236 - ve Vídni - Honoria, bohyně čestnosti
- 237 - ve Vídni - Coelestina, žena profesora von Oppolzera
- 239 - ve Vídni - Adrastea, mýtická nymfa
- 242 - ve Vídni - Kriemhild, sestra Gunther z „Nibelungenlied“
- 243 - ve Vídni - Ida, nymfa na Krétě, dnes víme, že má měsíc Dactyl
- 244 - ve Vídni - Sita, manželka Ramy ze sanskrtského eposu „Ramayana“
- 248 - ve Vídni - Lameia, Diova milenka
- 250 - ve Vídni - Bettina, podle baronesy Bettiny von Rothschild
- 251 - ve Vídni - Sophia, žena něm. astr. Hugo von Seeliger
- 253 - ve Vídni - Mathilde, žena astr. Moritze Loewyho (1833 - 1907)
- 254 - ve Vídni - Augusta, vdova po Carl Ludwig von Littrow (1811 - 1877)
- 255 - ve Vídni - Oppavia, podle Opavy, rodiště J. P.

- 257 - ve Vídni - Silesia, podle Slezska
- 260 - ve Vídni - Huberta, sv. Hubert, patron myslivců
- 262 - ve Vídni - Valda (PN)
- 263 - ve Vídni - Dresda, podle Drážďan
- 265 - ve Vídni - Anna, podle snachy profesora Weisse, ředitele hvězdárny ve Vídni
- 266 - ve Vídni - Aline, dcera téhož
- 269 - ve Vídni - Justitia, bohyně spravedlnosti
- 273 - ve Vídni - Atropos, mytologie
- 274 - ve Vídni - Philagoria, objevitelem dle olomouckého klubu
- 275 - ve Vídni - Sapientia, latinsky „rozum“
- 276 - ve Vídni - Adelheid (PN)
- 278 - ve Vídni - Paulina (PN)
- 279 - ve Vídni - Thule, dle ostrova v Severním moři
- 280 - ve Vídni - Philia, nymfa z ostrova Naxos
- 281 - ve Vídni - Lucretia, sestra Herschela
- 286 - ve Vídni - Iclea, podle hrdinky astron. romance „Uranie“, autor Flammarion
- 290 - ve Vídni - Bruna, podle Brna
- 291 - ve Vídni - Alice (PN)
- 292 - ve Vídni - Ludovica (PN)
- 295 - ve Vídni - Theresia (PN, asi dle Marie Terezie)
- 299 - ve Vídni - Thora, norská bohyně počasí a úrody
- 301 - ve Vídni - Bavaria, na počest Bavorska
- 304 - ve Vídni - Olga, Argelanderova neteř
- 309 - ve Vídni - Fratrnitas, latinsky bratrství
- 313 - ve Vídni - Chaldaea, říše mezi Eufratem a Tigridem
- 315 - ve Vídni - Constantia (PN)
- 320 - ve Vídni - Katharina, matka objevitele
- 321 - ve Vídni - Florentina, dcera objevitele
- 324 - ve Vídni - Bamberga, podle něm. města
- 326 - ve Vídni - Tamara, podle královny Gruzie
- 569 - ve Vídni - Misa, mytologie
- 583 - ve Vídni - Klotilde, dcera rakouského astr. Weisse (1837 - 1917)
- 652 - ve Vídni - Jubilatix, k 60. výročí vlády Franze Josefa (1830 - 1916)
- 671 - ve Vídni - Carnegia, na počest amerického vědce
- 687 - ve Vídni - Tinette (PN)
- 688 - ve Vídni - Melanie (PN)
- 689 - ve Vídni - Zita, žena Karla I, dar ke svatbě
- 703 - ve Vídni - Noemi, opět svatba Valentine Noemi von Rothschild, baron R. v té době financoval Zeiss stereokomparátor pro Vídeň
- 710 - ve Vídni - Gertrud (PN)
- 711 - ve Vídni - Marmulla, podle mramorová - hezký vzhled?
- 716 - ve Vídni - Berkeley, podle města v USA, kde se studovaly planetky
- 718 - ve Vídni - Erida, dcera A. O. Leuschnera
- 719 - ve Vídni - Albert, opět po jednom z Roth.
- 722 - ve Vídni - Frieda, vnučka Prof. Weisse
- 723 - ve Vídni - Hammonia, 24. míting AG v Hamburku
- 724 - ve Vídni - Hapag, 24. míting AG v Hamburku
- 725 - ve Vídni - Amanda, žena Hamb. astron. R. Schorra
- 728 - ve Vídni - Leonisis, dle G. Leo Ganse (1843-1935), prez. Phys. Soc.
- 730 - ve Vídni - Athanasia, řecké slovo pro nesmrtnost
- 734 - ve Vídni - Benda, dle skladatele Karla Bendla (1838 - 1897)
- 750 - ve Vídni - Oskar, dle nejmladšího z Rothschildů
- 782 - ve Vídni - Montefiore, žena jednoho z R.
- 783 - ve Vídni - Nora, dle dramatu H. Ibsena

- 794 - ve Vídni - Irenaea, dcera Weisse, ředitelka hvězdárny ve Vídni
- 794 - ve Vídni - Fini (PN)
- 803 - ve Vídni - Picka, na počest českého lékaře F. Picka (1867 - 1921). První lékař v Praze, který uvedl endoskopickou metodu do medicíny.
- 827 - ve Vídni - Wolfiana, dle M. Wolfa (1863 - 1932) - fotografická metoda!
- 828 - ve Vídni - Lindemannia, dle Lindemanna, angl. fyzika
- 867 - ve Vídni - Kovacia, dle lékaře pí Palisové, F. Kovacse
- 876 - ve Vídni - Scott, dle polárního badatele R. F. Scotta
- 902 - ve Vídni - Probitas, věrnost velkým ideálům (jedna z vlastností, po smrti J. P., se souhlasem jeho druhé ženy)
- 903 - ve Vídni - Nealley, amatér Nealley z N. Y., podpořil J. P. při tvorbě fot. map oblohy
- 932 - ve Vídni - Hooveria, na počest C. Hoovera (1874-1964), za pomoc Rakousku po I. světové válce, později byl H. prezidentem USA
- 941 - ve Vídni - Murray, rodině G. Murraye za pomoc Rakousku po I. sv. válce
- 964 - ve Vídni - Subamara - latinsky „velmi hořký“, odráží to špatné pozorovací podmínky ve Vídni v posledních letech jeho života
- 975 - ve Vídni - Perseverantia, po jeho smrti, další vlastnost J. P., vytrvalost
- 996 - ve Vídni - Hilaritas - po jeho smrti, další vlastnost J. P., „šťastná mysl“
- 1073 - ve Vídni - Gellivara - městečko ve Švédsku, kde bylo 1927 pozor. úplné zatmě-

Literatura

Sirius 58, 131;

P.A.S.P. 37 174;

A.N. 225 125 - 128 (J. Hepperger)

J. Rheden: Johann Palisa, Eine kurze Lebensschilderung, Wien 1925, 24 stran, Selbstverlag Sky&Telescope, Dezember 1970, str. 361

Dictionary of Minor Planet Names L. D. Schmadel, Springer-Verlag (1993)

J. Gebauer, ústní sdělení

J. Gebauer, Naše Opavsko, č. 50 (1992)

V.J.S. = Vierteljahrsschrift der Astronomischen Gesellschaft

A.N. = Astronomische Nachrichten

<http://www.astrometrica.at/Papers/Palisa.pdf>

<http://stecf.org/~ralbrech/amico/papers/albrechtr/albrechtr.html>

Asteroid1202gg.pdf

Autor:

RNDr. Tomáš Gráf, PhD.

Institut geodésie a důl.měřict

Ostrava-Krásné Pole

Vysoká škola báňská-Technická univerzita Ostrava

Hvězdárna a planetárium Johanna Palisy

Co nám zanechal Ptolemaios?

Vladimír Štefl

Ptolemaios ve svém díle navazoval na činnost předchůdců, proto budeme stručně charakterizovat alespoň dva nejvýznamnější.

1. Aristarchos ze Samu (310 - 250)?

Vycházel z poznatků babylonské astronomie, které přenesl na řecký ostrov Kos učenec Berossos (3. st. př. n. l.) zhruba v roce 280 př. n. l. Po přesídlení na ostrov zde vybudoval astronomickou observatoř a vytvořil astrologickou školu. Napsal třídílnou knihu s výkladem babylonské a chaldejské historie a astronomie.

Přibližně z roku 265 př. n. l. pochází Aristarchův spis s názvem *O velikostech a vzdálenostech Slunce a Měsíce*. Význam tohoto spisu spočívá v tom, že se zabývá prostorovými vzdálenostmi mezi kosmickými tělesy. Začíná uvedením šesti základních vět:

1. Měsíc přebírá světlo od Slunce.
2. Země ve vztahu k měsíční sféře je bodem a středem.
3. V situaci, kdy se nám jeví Měsíc rozdělený hranicí stínu na dvě stejné části (dichotomie), rovina rozdělující tmavou a světlou část Měsíce prochází naším zrakem.
4. Při dichotomii je úhlová vzdálenost Měsíce od Slunce menší než jedna čtvrtina kruhu bez jedné třicetiny této části.
5. Šířka zemského stínu zahrnuje dva Měsíce.
6. Měsíc zahrnuje patnáctinu části zodiakálního znaku.

V šestém bodě je přeceněna hodnota úhlového průměru Měsíce, zřejmě jde o chybný pozdější přepis, patří správně jedna šedesátina zodiakálního znaku.

Na základě uvedených vět Aristarchos dokazuje následující tři tvrzení:

1. Vzdálenost Země od Slunce je větší než osmnáctinásobek, ale menší než dvacetinásobek vzdálenosti Země - Měsíc.
2. Poměr průměrů Slunce a Měsíce leží mezi osmnácti až dvaceti.
3. Poměr průměrů Slunce a Země je větší než $19/3$ a menší než $43/6$.

Změřil úhlovou vzdálenost Měsíce od Slunce v okamžiku první čtvrti v dichotomii, kdy Měsíc je hranicí stínu rozdělen na dvě poloviny. Úhel Země - Měsíc - Slunce je v tomto okamžiku roven 90° a úhel MZS z pozorování Aristarchos stanovil na 87° ; skutečná hodnota je však $89^\circ 51'$. Příčinou tohoto rozdílu byly jak méně přesné pozorovací přístroje a obtížnost přímého pozorování Slunce pouhým okem, tak stanovení okamžiku, kdy je osvětlena při dichotomii právě polovina Měsíce.

Aristarchos je znám především jako tvůrce heliocentrické hypotézy, která vycházela ze dvou základních principů:

1. Všechny planety obíhají kolem centrálního tělesa – Slunce.
2. Jejich oběh je rovnoměrný.

K jejímu dalšímu rozpracování, především k zachycení nerovnoměrného pohybu planet, však nedošlo.

2. Hipparchos (190 – 120)?

Větší astronomické kompendium Hipparchos nezanechal. Věnoval se spíše praktickým astronomickým otázkám, jak vyplývá z názvů jeho spisů: *O délce roku, O pohybu bodů slunovratu a rovnodennosti*. Zachoval se nám jeho komentář k Arátově básni *Zjevy nebeské* ve spise *Komentář o Arátovi a Eudoxovi*.

K jeho hlavním astronomickým výsledkům patří objev precese, určení délky roku, teorie pohybu Slunce, Měsíce, včetně stanovení základních oběžných dob Měsíce - siderické, synodické, anomalistické a drakonické. Úspěšně určil vzdálenost Země - Měsíc - 59 RZ. Sestavil první katalog přibližně 850 hvězd - 129 př. n. l., provedl intuitivní rozdělení hvězd podle jasností do šesti tříd. Konkrétní výsledky jeho astronomických výzkumů jsou dále zmiňovány při komentování Ptolemaiova díla.

3. Matematik

Ptolemaios byl velmi dobrý matematik, v *Almagestu* jsou rozmanité výpočty hojně používány. Autor navazuje na metody a postupy svých předchůdců, zejména Euklida a Hipparcha. Z přínosu Ptolemaia můžeme uvést propočtení tabulek tětiv - chordál. V *Almagestu* jsou hodnoty z tabulek chordál využívány průběžně pro výpočty poloh Slunce, Měsíce a planet v různých časových okamžicích.

Od Ptolemaia pochází také známá věta, týkající se velikostí úhlopříček ve čtyřúhelníku ABCD vepsaného do kružnice: součet součinů velikostí dvou protilehlých stran je roven součinu velikostí obou úhlopříček:

$$AD \times BC + AB \times CD = AC \times BD$$

Můžeme shrnout, že Ptolemaios zdokonalil matematický aparát, a přestože se původní antická matematika opírala především o geometrii, v *Almagestu* nalezneme i delší aritmetické výpočty. Vytvoření složitějšího geocentrického modelu Sluneční soustavy bylo obtížnější než heliocentrického, autor musel mít velkou vynalézavost a značný matematický talent.

4. Geograf

Velkou popularitu měla Ptolemaiova *Geografická příručka* v osmi knihách, známá v zkráceném názvu jako *Geografie*. Rozsahem a uceleností ji lze srovnat s *Almagestem*. Součástí spisu bylo původně dvacet sedm map, jedna velkého světa a dvacet šest regionálních, které zachycovaly celou tehdy známou

část světa. Při sestavování map, určování poloh měst či jiných význačných bodů byl uplatňován důsledný matematický přístup. Základní pozornost byla věnována problematice matematické geografie a kartografie. Ptolemaios zavedl kónickou projekci. Ve spisu jsou topograficky popisovány jednotlivé regiony.

Kromě jiných Ptolemaios vytvořil mapu Velké Germánie, která je ve své západní části – dnešním Německu – poměrně čitelná a srozumitelná, snadno lze nalézt například řeku Istr (Dunaj). Méně identifikovatelná je oblast vymezená dnešní Českou republikou, Slovenskem a Polskem. Při objasňování a interpretaci míst na mapě této oblasti je třeba vzít v úvahu, že údaje Ptolemaia jsou sice nepřesné, neboť zřejmě vycházely pouze z cestovních poznámek různých lidí, ale v celkových souvislostech je lze považovat za kompletní. Pravděpodobná je identifikace názvu Sudete oré jako širší vymezení pohraničních pohoří a lesů mezi Německem a Českem, také lze na mapě určit například útvar Luna – Pavlovské vrchy u Mikulova. Na křižovatkách stezek lze s jistou pravděpodobností najít např. sídelní lokalitu Eburon – prostor jižně od Brna mezi dnešní Blučinou, Zidlochovicemi a Brnem.

5. Optik

Přínosem Ptolemaia pro rozvoj fyzikálních věd byly především jeho práce v optice. Samotný termín optika pochází z řeckého *opsis* – zrak a v antice se jím označovala věda o zraku. Vedle toho existovala *katoptrika*, věda o odrazu paprsků světla od lesknoucích se povrchů, a dále *dioptrika*, zabývající se lomem světla a optickými měřeními. Před Ptolemaiem se důkladně zabýval katoptrikou ve 3. st. př. n. l. Euklides ve spisu *Optika*.

V základním Ptolemaiově díle *Almagestu* v deváté knize jsou připomínány některé optické jevy, například refrakce. Autor vysvětluje, že atmosférická refrakce narůstá při postupu od zenitu k horizontu, kde dosahuje měřitelných hodnot. Ptolemaios se zabýval touto problematikou pouze kvalitativně. Vytvořit vlastní ucelenou teorii atmosférické refrakce se nepokusil, pouze převzal Kleomedovu myšlenku, že paprsky procházející přes vlažný vzduch zde přebírají vlhkost, stávají se těžšími, a proto zakřivují svůj směr. Ptolemaios předpokládal, že refrakce vzniká na hranici rozdělení éter – vzduch. Kde ale přesně leží tato hranice? To autor neznal stejně jako fakt, že hustota atmosféry ubývá s výškou. Světlo hvězd tak přichází z méně hustých vrstev vzduchu do hustších a láme se při tom ke kolmici, což známo Ptolemaiovi nebylo.

6. Astrolog

Název základního astrologického spisu Ptolemaia *Tetrabiblos* lze doslovně přeložit jako *Čtyři knihy*. Ptolemaios ve čtyřech knihách zkoumal astrologii jako doplněk k astronomii, přičemž sledoval souvislost událostí na Zemi a jejich ovlivnění kosmickými tělesy. Údaje o jejich poloze mu poskytovala

právě astronomie.

Samotný vliv kosmických těles považoval Ptolemaios za jeden z faktorů, určujících události na Zemi. Zabýval se především světovou astrologií, tj. metodami předpovídání událostí, týkajících se velkých zemských regionů, zemí či národů. Mimo jiné zkoumal otázky tzv. astrologické geografie a předpovědi počasí.

V úvodu díla Ptolemaios píše: „*Dvě metody astronomické předpovědi, ó Syre, jsou nejdůležitější a nejplatnější. První v pořadí i podle účinnosti je ta, s jejíž pomocí chápeme aspekty pohybu Slunce, Měsíce a hvězd ve vztahu vzájemném a ve vztahu k Zemi, jak se čas od času vyskytují; druhá je ta, která pomocí přirozeného charakteru těchto aspektů samotných zkoumá změny, které tyto vyvolávají ve svém okolí. První metoda má vlastní způsob studia a má význam sama o sobě, i když bychom nesledovali cíle, o něž usiluje druhá metoda. Nyní filozoficky popíšeme druhou, méně soběstačnou metodu, aby ten, jehož cílem je pravda, nikdy nemohl srovnávat její představy s jistotou první, neměnné vědy, protože jí připisuje slabost a nepředvídatelnost hmotných kvalit nalézáných v jednotlivých věcech, a aby ani nikdo neupustil od těchto výzkumů, jak je v mezích možností, když je tak zřejmé, že většina událostí obecné povahy má příčiny skryty v nebesích...*“

10. Astronom

Název svého hlavního spisu *Almagest* ne zvolil Ptolemaios, ale pochází z pozdější doby. Autor napsal spis s řeckým názvem *Megalh suntaxis* - *Megalé syntaxis*, který překládáme nejčastěji jako *Velká skladba*. Ptolemaios v odkazech na svoji knihu ji nazývá *Maqhmatih suntaxis*, což znamená Matematická skladba, respektive kompendium. Arabští překladatelé zřejmě z úcty k autorovi či prostou záměnou slov v názvu zaměnili *megalé megalh* (velká) a *megisté megizth* (největší). Proto Ptolemaiovu knihu nazývali *Al Magisá*, odtud pochází i latinizovaný název *Almagest*.

Text *Almagestu* je značně obsírný, novodobý anglický a ruský překlad mají přes 500 stran velkého formátu, německý dokonce dva svazky o 400 stranách. *Almagest* byl samotným Ptolemaiem rozdělen na třináct knih, v textu se vyskytují odkazy na jednotlivé knihy. Pozdější prepisovatelé, překladatelé a komentátoři rozčlenili knihy na kapitoly, od pěti do devatenácti kapitol v každé knize, celkem jich je 146. Rozdělení do kapitol nepochází od Ptolemaia, neboť žádné odkazy na čísla kapitol či jejich názvy v textu nejsou. Dochovaný řecký text obsahuje také některé interpretace, které byly vneseny až pozdějšími prepisovateli.

11. Pohyb Slunce

Teorie pohybu Slunce, zahrnující výběr kinematického modelu a sestavení tabulek pro výpočet jeho ekliptikálních délek, je vypracována v třetí knize

Almagestu. Byla pro Ptolemaia nezbytná pro studium pohybu Měsíce a hvězd, neboť jejich polohy určoval pomocí známé délky Slunce.

Jde o jednu z nejjednodušších teorií, neboť Slunce, pohybující se po ekliptice, neopisuje po obloze smyčky jako planety a ve srovnání s Měsícem je jeho výklad pohybu jednodušší.

Ptolemaios při tvorbě kinematického modelu pohybu Slunce postupně řešil několik úloh. Nejprve určil, který časový interval v průběhu roku je nejvhodnější. Následně si vyjasnil, má-li vybraná roční doba konstantní velikost a v závěru našel její hodnotu.

Časová jednotka rok, v dnešní terminologii používáme termín tropický rok, byla Ptolemaiem definována jako časový interval, v průběhu něhož Slunce uskutečňuje po ekliptice úplný oběh vzhledem k určitému počátečnímu bodu, nejčastěji k bodu jarní rovnodennosti.

Výklad Ptolemaios začíná popisem bodů východů Slunce na horizontu v průběhu roku, což spojuje s ročním pohybem Slunce po ekliptice. Následuje zkoumání délky tropického roku s využitím pozorování poloh Slunce v průběhu několika staletí. Ptolemaios vybral šest měření okamžiků podzimních rovnodenností, prováděných Hipparchem na Rhodu mezi roky 161 př.n.l. až 142 př.n.l. a čtrnáct okamžiků jarních rovnodenností mezi roky 146 př.n.l. až 127 př.n.l. U těchto pozorovacích řad zaokrouhloval Hipparchos časové okamžiky rovnodenností na nejbližší čtvrtiny dne, zaznamenával, že rovnodennost nastala o půlnoci, ráno, v poledne, respektive večer. Proto stanovil pouze přibližnou délku tropického roku, a to 365 a 1/4 dne.

V třetí knize Almagestu Ptolemaios rozebírá Hipparchovo upřesnění délky roku na základě údajů z pozorování letního slunovratu 279 př. n. l., provedeného Aristarchem a Hipparchova pozorování letního slunovratu v roce 134 př. n. l. Oba letní slunovraty odděluje 145 roků, zjištěný časový interval mezi nimi byl však o 12 hodin kratší, než by bylo v případě položení délky tropického roku přesně 365 a 1/4 dne. Tudíž za 290 roků, které Hipparchos zaokrouhluje na 300 roků, činí rozdíl mezi údaji jeden den. Proto je délka roku rovna $(365 + 1/4 - 1/300)$ dne. Žádná upřesnění této hodnoty na základě vlastních pozorování Ptolemaios neprovedl, pouze přejal Hipparchův údaj. Odtud Ptolemaios stanovil hodnotu středního denního pohybu Slunce po ekliptice v délce a našel v šedesátkové soustavě hodnotu: 0, 59, 8, 17, 13, 12, 31, tedy číslo $59/60 + 8/60^2 + 17/60^3 + 13/60^4 + 12/60^5 + 31/60^6$.

V jednotkách, používaných v současné době, jde o hodnotu $0,98563526^\circ = 0^\circ 59' 8,28700238''$. Ptolemaios rovněž našel střední roční pohyb Slunce, v jeho interpretaci přírůstek délky za jeden egyptský rok $359,75687661^\circ = 359^\circ 45' 24,75587306''$.

Ptolemaios v Almagestu zavedl řadu důležitých pojmů, které jsou v astronomii používány dodnes, např. pojmy střední Slunce, střední denní pohyb Slunce, střední roční pohyb Slunce.

12. Pohyb Měsíce

Ve čtvrté knize je rozebírána teorie pohybu Měsíce, který je nejbližším kosmickým tělesem k Zemi. Proto již v antice byly zjištěny ze Země i malé nepravidelnosti v jeho pohybu. Měsíc je souputníkem Země, přesněji řečeno obě tělesa obíhají kolem společného hmotného středu – barycentra. Na Měsíc působí gravitačně také Slunce. Proto je teorie pohybu Měsíce neobyčejně komplikovaná.

Především je zkoumán pohyb Měsíce v ekliptikální délce. Je volen obdobný postup jako u pohybu Slunce, Ptolemaios nejprve propočítává střední denní pohyb Měsíce, určuje jeho hodnotu na $13,176^\circ$ za den. Následně popisuje velkou nerovnost, rozdíl mezi pohybem skutečného a středního Měsíce v důsledku nerovnoměrného pohybu Měsíce po eliptické dráze kolem Země. Středním Měsícem rozumíme fiktivní Měsíc, který by se pohyboval rovnoměrně po kruhové dráze kolem Země. Maximální rozdíl mezi skutečným a středním Měsícem je $6^\circ 17,3'$. Do kinematických výpočtů poloh Měsíce v antické astronomii před Ptolemaiem byla zahrnována pouze tato tzv. velká nerovnost.

Ptolemaios se v Almagestu rovněž zabývá druhou nerovností v pohybu Měsíce, dnes nazývanou evekce. Konstatuje, že v první a třetí čtvrti se Měsíc předbíhá na obloze o více než dva své úhlové průměry od propočítané polohy, jak zaznamenal již dříve Hipparchos. Podrobný kinematický popis jevu je však dílem až Ptolemaia. Dnes víme, že v důsledku evekce se Měsíc může odchýlit od polohy na střední dráze až o $1^\circ 17'$, což odpovídá zmiňovaným dvěma průměrům Měsíce. Perioda evekce činí přibližně 31,8 dne.

Jev je závislý na postavení Slunce k přímce apsid měsíční dráhy - spojnici perigea a apogea. Přímka apsid se jeho rušivým gravitačním působením stáčí ve směru pohybu Měsíce a výstřednost měsíční dráhy se zvětšuje. V Almagestu Ptolemaios hovoří o výše popsané nerovnoměrnosti jako o kolísání. Termín evekce zavedl až v roce 1634 francouzský astronom Ismail Bouillaud (1605 – 1694), proslulý pozorovatel proměnných hvězd.

Ptolemaios k vytvoření metody výpočtu polohy Měsíce na obloze zvolil model soustavy epicykl – deferent. V kinematické teorii Ptolemaia se Měsíc pohybuje po epicyklu ve směru pohybu hodinových ručiček. Střední Měsíc se pohybuje po deferentu proti směru pohybu hodinových ručiček s dobou oběhu rovnou synodickému měsíci. V největší vzdálenosti od Země v apogeu je vzdálenost Měsíce $64 \frac{1}{6}$ RZ. Naopak v perigeu je minimální, $33 \frac{1}{2}$ RZ, což je téměř dvakrát méně. Z pozorování pouhým okem však bylo zřejmé, že pozorovaný úhlový průměr Měsíce se mění ve skutečnosti pouze

ve velmi malých mezích, a nikoliv dvakrát, jak vyplývalo z teorie. Skutečný poměr vzdáleností Měsíce od Země v perigeu a apogeu je 7 : 8.

13. Hvězdný katalog

Sedmá a osmá kniha obsahují katalog více než jednoho tisíce hvězd. Celkový počet objektů v katalogu je nejčastěji uváděn 1 028, jsou rozděleny do čtyřiceti osmi souhvězdí, dále rozčleněných do dvacet jedna severních souhvězdí (332 hvězd), dvanácti zvětrníkových souhvězdí (290 hvězd) a patnácti jižních souhvězdí (298 hvězd). V katalogu je rovněž dvacet dva skupin, zahrnujících hvězdy, neuvedené v žádném souhvězdí (108 hvězd). Ve třech případech se však hvězdy opakují, jsou zapsány ve dvou souhvězdích. Vedle toho dalších pět objektů nejsou hvězdy, jde například o mlhovinu v Orionu, o dvojitou hvězdokupu c+h Persea a hvězdokupu Praesepe. Proto ze soudobého pohledu je v katalogu uvedeno cca 1 020 hvězd (cca 20 hvězd se nepodařilo identifikovat).

V původní podobě Almagestu byly souřadnice hvězd uváděny ve zlomcích stupňů, např. $1/6^\circ$, $1/5^\circ$, $1/4^\circ$, $1/3^\circ$ atd. Zlomky s jedničkou v čitateli jsou vynálezem egyptské aritmetiky a antičtí astronomové je převzali. Dávali zpravidla přednost zápisu $1/2+1/4$, nikoliv současným způsobem $3/4$. Dnes víme, že souřadnice jsou v katalogu zachyceny s přesností $1/6^\circ$, tedy $10'$, pouze výjimečně $1/4^\circ$, tudíž $15'$.

Polohy velké většiny hvězd z Ptolemaiova katalogu, zhruba osmi set padesáti, byly s velkou pravděpodobností stanoveny Hipparchem, Ptolemaios pouze převedl ekliptikální délky ke své době s nesprávnou hodnotou precese v délce 1° za 100 roku. Za hlavního autora katalogu proto považujeme Hipparcha. Nelze však vyloučit, že přibližně u jedné šestiny hvězd z katalogu určil jejich polohy Ptolemaios sám. Při sestavování katalogu se dopustil chyby ve stanovení ekliptikální délky vztažných hvězd.

Výše uvedený závěr o Hipparchově autorství katalogu potvrdily soudobé astrometrické analýzy pohybu hvězd. Prokázaly, že převládající většina souřadnic hvězd v katalogu Almagestu byla určena za života Hipparcha, nikoliv Ptolemaia.

14. Pohyby planet

Ptolemaiov model pohybu planet měl zachycovat jejich pozorované pohyby, změny rychlosti pohybu a změny jasnosti planet. Ve shodě s autorovým postupem v Almagestu nejprve stručně shrneme teorii pohybu planet v délce, která je obsahem deváté až dvanácté knihy. Ve svém výkladu Ptolemaios vycházel z Hipparcha, používal při popisu pohybů planet ideální geometrické útvary – kružnice: *deferenty*, *epicykly*. Sám zavedl do teorie *ekvanty*, Výše zmiňované útvary považoval za zdánlivé objekty, nezbytné pro shodu představ a skutečných pohybů planet, jak je pozorujeme ze Země na pozadí hvězdné oblohy. Ptolemaiova metoda výpočtu poloh planet objasňovala

nerovnoměrný pohyb planet jako souhrn několika jednoduchých rovnoměrných kruhových pohybů, použijeme-li novodobou terminologii. Každá planeta se pohybovala rovnoměrně po malém kruhu – *epicyklu*, jehož střed se přemísťoval po velkém kruhu zvaném deferent. Pohyb středu epicyklu po deferentu byl rovnoměrný, s konstantní úhlovou rychlostí. Antičtí astronomové hovořili o otáčení deferentů a epicyklů. Pro lepší soulad teorie s pozorovacími údaji Ptolemaios předpokládal, že pohyb zkoumáme nikoliv ze středu deferentu nebo středu Země, ale z určitého vyrovnávacího bodu, nazývaného střed ekvantu. Výsledek tak byl ještě přesnější. Pokud je střed Země, kolem něhož planeta obíhá, umístěn mimo střed deferentu, hovoříme o excentru.

Myšlenka, jak popsat matematicky, v případě antických astronomů geometricky, nepravidelný pohyb planet na pozadí hvězdné oblohy jako složení rovnoměrných pohybů po kružnici, intuitivně předjímá novodobou metodu vyjádření nejrůznějších funkcí pomocí rozvoje do řad. Moderní matematická analýza, jejíž základní myšlenky pocházejí z 18. století, postupovala při vyjadřování funkcí řadami podobným způsobem. Průběh nějaké funkce zachytíme složením dobře známých a určitým způsobem pravidelných funkcí, násobených číselnými koeficienty, jejichž hodnoty lze určit z porovnání s vyjadřovanou funkcí.

Ptolemaios v *Almagestu* formuloval základní pravidla pro pohyb planet:

1. Země, středy epicyklů Merkuru, Venuše a Slunce leží vždy na jedné přímce. Tudiž oběžná doba středů epicyklů Merkuru a Venuše kolem Země je tak přesně rovna jednomu roku.
2. Oběžné doby Merkuru a Venuše po epicyklech jsou různé, menší než rok. Pro Merkur 88 dnů a pro Venuši 225 dnů.
3. Středy epicyklů Marsu, Jupitera a Saturna obíhají po svých deferentech za různé časové intervaly: u Marsu za 687 dnů až téměř 30 roků u Saturnu.
4. Mars, Jupiter a Saturn obíhají po epicyklech za jeden rok.
5. Roviny deferentů Merkura a Venuše jsou shodné s rovinou ekliptiky. Roviny epicyklů Marsu, Jupitera a Saturna jsou rovnoběžné s rovinou ekliptiky.
6. Roviny epicyklů Merkura a Venuše, deferentů Marsu, Jupitera a Saturna jsou skloněny k rovině ekliptiky o malé úhly, nejvíce 7° v případě Merkuru.
7. Poloměry epicyklů Marsu, Jupitera a Saturna, spojující středy epicyklů s planetou, jsou vždy rovnoběžné se směrem Země – Slunce.

V pozdějším spise *Planetární hypotézy* uvádí Ptolemaios poměr velikostí poloměrů epicyklů a deferentů, které jsou pro Merkur, Venuši, Mars, Jupiter a Saturn postupně 0,376; 0,720; 0,658; 0,192; 0,103.

V první kapitole deváté knihy Ptolemaios píše o uspořádání pořadí planet: „*Všechny planetární sféry jsou blíže Zemi než sféra stálic, ale ve větší*

vzdálenosti od Země než sféra Měsíce. Tři sféry planet – Saturna, Jupitera a Marsu, z nichž sféra Saturna je největší, sféra Jupitera, protože je Zemi blíže, je druhá v pořadí, a sféra Marsu leží pod sférou Jupitera, jsou od Země dále než zbývající planetární sféry a sféra Slunce. “

15. Význam Ptolemaia

Základní a nezpochybnitelný význam Ptolemaia pro astronomii spočívá v shrnutí starověkých i antických pozorování, především v Almagestu. Shromáždil a utřídil rozsáhlý soubor astronomických údajů, který by jinak zůstal ztracen. Při jejich zpracování provedl analýzu jejich důvěryhodnosti a přesnosti. současně s astronomickými údaji ve svých spisech popisoval metodiku pozorování i jím používané přístroje.

Přínosem Ptolemaia je vytvoření antické astronomické terminologie, některé pojmy převzal od předchůdců, další zavedl sám. Rovněž v astronomických spisech rozvádí teorie astronomických jevů a zdokonaluje jejich výklad, například u evkece pohybu Měsíce.

Vlastní příspěvek Ptolemaia spočíval především ve vypracování výkladu nerovnoměrných a smyčkovitých pohybů planet prostřednictvím skládání rovnoměrných kruhových pohybů po epicyklech, jejichž středy se rovnoměrně pohybovaly po deferentech. Stejný základní model používala arabská a středověká astronomie, později i Koperník.

Ptolemaios jako první vytvořil ucelený astronomický obraz Sluneční soustavy, v interpretaci antické astronomie celého vesmíru. Jeho model však měl pouze kinematicko-geometrický charakter, prostorové rozložení kosmických těles nebylo příliš propracováno. Nejasnou problematikou, například reálností rotace světových sfér, epicyklů a deferentů, se autor nezabýval.

Pro zachycení rozložení a pohybu kosmických těles po obloze zvolil geocentrickou soustavu, která je ve své podstatě složitější než heliocentrická. Model jím vypracovaný zabezpečoval dostatečnou přesnost pro převážnou většinu potřeb tehdejší doby.

Almagest se stal vzorem v přístupu k řešení astronomických problémů prakticky až do Koperníkovy doby. Měly velký vliv nejen na jeho současníky, ale i na další generace astronomů, po dobu jednoho a půl tisíce roků se staly nenahraditelným zdrojem astronomických poznatků.

Literatura:

Neugebauer, O.: The Exact Sciences in Antiquity. Brown University Press, Providence, Rhode Island, 1957.

Newton, R. R.: The Crime of Claudius Ptolemy. The Johns Hopkins University Press, Baltimore and London 1976.

Pedersen, O.: A Survey of the Almagest. Odense University Press, Odense 1974.

Špelda, D.: Astronomie v antice. Montanex, Ostrava 2006.

Štefl, V.: Klaudios Ptolemaios. Prometheus, Praha 2005.

Toomer, G. J.: Ptolemy's Almagest. Princeton University Press, Princeton 1998.

<http://hypertextbook.com/eworld/chords.shtml>

<http://www.astroweb.cz/index.php?page=3&cat=28>

<http://68.178.150.41/htdocs/zoom/17769.htm>

<http://astro.isi.edu/reference/almagest.html>

<http://www.phys.uu.nl/%7evgent/astro/almagestephemeris.htm>

Autor:

Doc. RNDr. Vladimír Štefl, CSc.

Ústav teoretické fyziky a astrofyziky

Přírodovědecká fakulta

Masarykova univerzita Brno

E-mail: stefl@astro.sci.muni.cz

Už Fritz Zwicky ...

Jiří Holuša

Nápis na náhrobku Fritze Zwickyho je velmi jednoduchý:

Fritz Zwicky-Zürcher

1898 in Varna geboren

1974 in Pasadena gestorben

Jeho náhrobek najdeme v obci Mollis ve švýcarském kantonu Glarus. Druhá část příjmení Zürcher patří jeho druhé, o 33 let mladší manželce, s níž měl tři děti. Ačkoli Fritz Zwicky měl po celý život švýcarské občanství, ve Švýcarsku strávil jen malou část svého života. Narodil se v bulharské Varně jako první syn v rodině švýcarského obchodníka a české matky. Coby šestiletého ho otec poslal do Švýcarska, aby získal kvalitní vzdělání a mohl se později ujmout otcovy firmy. Zprvu bydlel u prarodičů v Glarusu, po nástupu na průmyslovku bydlel v Curychu. Tam se stal jeho kamarádem Tadeus Reichstein, pozdější nositel Nobelovy ceny. Tehdy, v tomto jinošském věku, to ale byli dva kamarádi, kteří trávili volný čas slézáním vrcholů v nedalekých Alpách. Alpinistika se pak Zwickymu stala takřka celoživotní vášní.

V roce 1916 se Zwicky zapsal na slavnou Eidgenössische Technische Hochschule (ETH). Je to tatáž škola, na níž o 16 let dříve ukončil studium Albert Einstein. Zwicky tvrdil, že v Curychu byly dveře jeho bytu naproti dveřím, kde bydlel V. I. Lenin (Spiegelgasse 14). Zwicky popisoval Lenina jako „tvrdohlavého, nabručeného člověka“. Jak rád později zdůrazňoval, stal se od té doby přesvědčeným antikomunistou, jelikož měl možnost sledovat Leninovy aktivity i činnost dalších komunistických agitátorů zblízka a bylo mu jasné, že se tu začíná odehrávat jedna z nejvražednějších her celých světových dějin. Vážnou trhlinou tohoto vyprávění je fakt, že Zwicky nikdy na Spiegelgasse nebydlel. Určitě ale je pravda, že se Zwicky v době svého studia, kdy se radikalizovalo sociálně demokratické hnutí, poprvé politicky angažoval, a to ve prospěch liberálního ekonomického systému.

Po dokončení studia v roce 1920, kdy získal diplom odborného učitele matematicko-fyzikálního zaměření, se stal asistentem ve Fyzikálním institutu ETH, kde se věnoval teorii pevných látek. Volný čas trávil v horách se svým kamarádem Reichsteinem. Společně si zhotovili krátké lyže (říkali jim Sommerskis, tj. letní lyže), na nichž pak po výstupech na alpské štíty sjížděli po ledovcích dolů. V roce 1925 odjel Zwicky na podkladě stipendia Rockefellerovy nadace na Cal-tech (California Institute of Technology) v Pasadeně v USA. Zprvu se věnoval fyzice pevných látek, a to i se zapracováním kvantové teorie. Později se ale přeorientoval na astronomii. Tím se započalo v jeho životě období, kdy svými objevy předběhl dobu o celá desetiletí. V novinách

se o něm ale tehdy psalo jako o horolezci a lyžaři, který sjížděl písečné duny v Údolí smrti (Death Valley).

Ve 30. letech začal Zwicky spolupracovat s Walterem Baadem, který působil na nedaleké Observatoři Mount Wilson a do USA přišel z Německa v roce 1931. Astronomové tehdy dobře věděli, že se některé hvězdy čas od času náhle zjasní. Říkalo se jim novy. Obvykle šlo o hvězdy, které byly v naší Galaxii. Baade si však všiml, že ve starých záznamech je několik nov popsáno uvnitř jiných galaxií. Aby mohly být vůbec vidět, musely být ohromně jasné. Ke konci roku 1933 tedy Baade a Zwicky oznámili na zasedání Americké fyzikální společnosti objev supernov. Tento empirický poznatek pak obohatili o dvě teoretické hypotézy. Vyslovili myšlenku, že kosmické záření vzniká v supernovách. Svůj důkaz opírali o překvapivou shodu energií obou jevů – bohužel tato shoda byla náhodná. Druhá hypotéza vysvětluje, jak k takovým ohromným explozím hvězd vůbec může docházet. Jediným vhodným řešením se jevil gravitační kolaps. Nicméně vcelku jednoduchý výpočet ukáže, že vnější vrstvy hvězdy musí padat volným pádem přes ohromnou vzdálenost, aby se uvolnilo dostatečné množství energie. Pokud se hvězda nestane neuvěřitelně malou (a tudíž i hustou), dostatek energie se neuvolní, jelikož se volný pád zastaví příliš brzy. Na počátku 30. let výpočty ukazovaly, že požadovanou hustotu nemůže dosáhnout žádná hmota, která obsahuje elektrony. Průlom přinesl objev neutronu v roce 1932. Teď si bylo možné představit, že ve hvězdách jsou elektrony vtlačeny do protonů, čímž se z nich stanou neutrony. L. D. Landau vzápětí ukázal, že velmi hmotná hvězda by mohla být tak hustá, že by tvořila „jedno gigantické jádro“. Baade a Zwicky pak v roce 1934 s velkou obezřetností navrhli, že „supernova představuje přeměnu běžné hvězdy na hvězdu neutronovou, tvořenou hlavně neutrony. Taková hvězda může mít velmi malý průměr a extrémně vysokou hustotu. Protože neutrony mohou být stěsnány mnohem hustěji než běžná jádra a elektrony, může se vazební gravitační energie ve studené neutronové hvězdě stát velmi velkou, a za jistých podmínek může významně převýšit běžnou jadernou vazební energii. Neutronová hvězda by tak představovala nejstabilnější konfiguraci hmoty jako takové.“ Na objev první neutro-nové hvězdy bylo ale nutno čekat až do roku 1967.

Dalším významnou hypotézou Fritze Zwickyho byla existence temné hmoty. Zwicky si vyhledal v literatuře rychlosti jednotlivých galaxií v kupě galaxií ve Vlasech Bereniky. Z těchto rychlostí (pomocí viriálového teorému, tedy vztahu mezi celkovou kinetickou a potenciální energií systému) odvodil celkovou hmotnost kupy. Pak odvodil hmotnost kupy odlišným postupem, a to z její pozorované jasnosti. Tato hmotnost byla ale 500krát menší než hmotnost

odvozená prvním způsobem. Zwicky došel k závěru, že v kupě musí být ještě nějaká další nepozorovaná hmota, třeba studené hvězdy, plyn, prach. První zprávu o tomto objevu podal ve švýcarském fyzikálním časopise v roce 1933 a nepozorovanou hmotu nazval dunkle Materie čili temná hmota. Obširněji se k tomuto problému vyjádřil ještě v roce 1937. Astronomové si ale tohoto problému příliš nevěnovali, že se vše vyřeší, až budou lépe rozumět pohybům galaxií v galaktické kupě. Nicméně Zwicky se po dvě následující desetiletí houževnatě věnoval hledání dříve přehlíženého plynu a prachu. Toto hledání nezůstalo bez výsledku. Na počátku 50. let objevil hvězdné „mosty“ mezi galaxiemi a tento jev správně přisoudil těsnému přiblížení galaxií. Rovněž objevil slabé modré hvězdy, z nichž mnohé ale ve skutečnosti byly, v souladu s Zwickyho očekáváním, vzdálenými galaxiemi. Dnes víme, že tyto objekty souvisejí s kvazary. Poměr k temné hmotě se začal měnit až v 70. letech, kdy Vera Rubinová a další zjistili, že existence temné hmoty vyplývá rovněž z pohybů hvězd v jednotlivých galaxiích. Dnes je problém temné hmoty jedním z nejžhavějších astronomických témat.

Koncem 30. let Zwicky dokazoval, že efekt gravitační čočky je ve vesmíru pozorovatelný. Einstein o tomto problému uvažoval již v roce 1912, jak dokazuje jeho deník. Nicméně článek na toto téma publikoval až v roce 1936, a to výhradně na naléhání českého inženýra Rudi W. Mandla, protože si byl vědom, že současnými prostředky nelze tento jev pozorovat. Einstein však uvažoval o gravitačním zobrazování prostřednictvím jediné hvězdy. S Einsteinovým článkem polemizoval Zwicky již v únoru 1937, kdy psal, že ačkoli pro hvězdy je tento efekt nezměrně malý, „skýtají extragalaktické mlhoviny [galaxie] mnohem větší naději ... pro pozorování efektu gravitační čočky“ a mohou astronomům umožnit „pozorovat mlhoviny v mnohem větších vzdálenostech, než jsou ty, kterých běžně dosahují i ty největší dalekohledy“. Zwicky naléhavě žádal astronomy, aby gravitační čočky hledali, protože by se tak dala rovněž testovat teorie obecné relativity a byl by to nový způsob detekce temné hmoty. Občas se Zwicky podíval nad tím, že žádná gravitační čočka nebyla dosud nalezena. Jeho přání se vyplnilo teprve pět let po jeho smrti.

Po vypuknutí 2. sv. války se Zwicky významně angažoval v civilní obraně a od roku 1943 působil v Aerojetu, firmě, která se věnovala vývoji raketové techniky. Zwicky v ní vedl výzkumné oddělení a získal řadu patentů. Po skončení války navštívil Zwicky jako konzultant leteckých sil americké armády Německo a Japonsko, kde zkoumal tajné zbraně těchto zemí. Po válce vyzkoušel Zwicky na ukořistěné německé raketě V-2 experiment. Nechal na ni umístit nálože, které měly vygenerovat umělé meteory. Pozemské observatoře je pak měly fotografovat a získávat tak informace o přírodních meteorech, o struktuře atmosféry i o fyzice vstupu těles do atmosféry. Zwicky uvažoval,

že by se takové umělé meteory mohly nechat dopadat i na Měsíc a že by se získané vzorky mohly dokonce dopravovat zpět na Zemi. Zwickyho raketa letěla 18. 12. 1946, ale nálož nevybuchla. Druhý pokus byl Zwickymu povolán až po 11 letech, kdy byl vypuštěn Sputnik. Tentokrát se experiment povedl a jeden projektil dokonce unikl z dosahu gravitačního pole Země a vydal se na svou vlastní oběžnou dráhu kolem Slunce.

O Zwicky se s oblibou vypráví řada lépe či hůře doložených historek (své kolegy údajně nazýval „sférickými parchanty“, protože to podle Zwickyho byli parchanti vždy, ať už se na ně člověk dívá z kterékoli strany). Žel málo se připomíná, že Zwicky byl velmi humánní. Byl členem rady a posléze předsedou Americké Pestalozziho nadace, která podporovala sirotčince po celém světě. Rovněž zorganizoval rozeslání asi 15 tun vědeckých publikací do knihoven zničených válkou. Angažoval se v úsilí odstranit smog v Los Angeles. vyjadřoval se k politickému dění. Byl to člověk velice přímý, k němuž nešlo zaujmout lhostejný postoj. Proto ho jeho kolegové buďto nenáviděli, nebo jej milovali. Zemřel několik dnů po objevu své 129. supernovy. Dva roky před smrtí mu byla Královskou astronomickou společností udělena Zlatá medaile.

Autor:

Mgr Jiří Holuša

Ostrava-Krásné Pole

Vysoká škola báňská-Technická univerzita Ostrava

Hvězdárna a planetárium Johanna Palisy

E-mail: jiri.holusa@vsb.cz

Meteory a komety nad našimi hlavami

Jiří Srba

Přestože pojem meziplanetární hmota vypadá „odborně“ a ne každý si hned představí, co je pod ním skryto, patří sledování objektů/úkazů, které do této skupiny z astronomického pohledu řadíme, mezi nejoblíbenější, a to jak mezi astronomy amatéry, tak i laiky. Do této kategorie totiž spadají meteory („pada-jící hvězdy“) a komety. Meziplanetární hmota je obecně materiál ve Sluneční soustavě, uchovaný po jejím vzniku v tělesech relativně malých velikostí (od zrněk prachu až po tělesa s rozměry řádu 100 km). Nejmenší částice představují meziplanetární prach či meteoroidy, tělesa o velikosti kolem 1 m až 10 km podle dalších charakteristik řadíme mezi planetky či komety, největší objekty pak představují hranici mezi planetkami a trpasličími planetami.

1. Historie sledování meteorů

Zprávy o pozorování „meteorických dešťů“, jasných komet či pádu meteoritu patří k nejstarším historickým astronomickým záznamům vůbec. O kosmické povaze těchto jevů však lidstvo dlouho nemělo ani tušení. Přestože existovaly naivní představy „o kamenech házených bohy na zemi“ (které byly až nečeka-ně blízko dnešnímu popisu), byl meteor a také meteorit dlouho považován za jev čistě atmosférický, respektive pozemský. Paradoxem je, že zvláště meteorům dlouho (prakticky do konce 18. století) nebyla věnována žádná vědecká pozornost, a to ani v oboru, ke kterému měly dle tehdejších názorů patřit, tedy v meteorologii.

První moderní poznatky přineslo až systematické dvoustaniční pozorování meteorů, které v roce 1798 prováděli studenti Brandes a Benzenberg. Na základě získaného materiálu byla poprvé odvozena výška stopy meteoru na cca 100 km, a tento jev se tak posunul na samou hranici kosmického prostoru. K obdobnému výsledku dospěl také E. Halley, který na základě podrobného studia atmosférické dráhy jasného meteoru – bolidu z roku 1719, dospěl k závěru, že světelná stopa se poprvé objevila ve výšce asi 119 km nad povrchem. Postupně tak začíná převládat Chladniho názor „o mimozemském původu meteoritů“.

Přelomovým okamžikem ve výzkumu meteorů bylo pozorování meteorického deště v noci z 12. na 13. listopadu roku 1833 v Americe (jednalo se o roj dnes známý jako Leonidy). Olmsted zpozoroval pouhým okem „RADIANT“, což je místo, odkud meteory zdánlivě vyletovaly, a správně vysvětlil, že se jedná o jev vznikající vlivem perspektivy (kombinací pohybu Země a vlastního pohybu částic se zdá, že přicházejí z jednoho místa), z tohoto pozorování vyplynulo, že meteorický roj je shlukem materiálu, který se společně pohybuje vesmírem a je fyzicky omezen na relativně malou oblast prostoru.

V 60. letech 19. století se podařilo určit dráhu prvního meteorického roje a během čtyř desetiletí byla nalezena většina hlavních dnes známých rojů. V druhé polovině 19. století byl přijat názor, který vyslovil J. V. Schiaparelli, že existuje přímá souvislost mezi kometami a meteorickými roji, což bylo podnětem k výzkumu gravitačního působení planet na komety. Teprve ve 20. století se začaly plně rozvíjet moderní metody sledování meteorů prostřednictvím fotografie, radarů, videa a CCD, které umožnily zpřesnit výsledky, dosažené prostřednictvím vizuálních pozorování. Vizuální sledování meteorů však dodnes patří mezi ceněná amatérská pozorování.

2. Meteory dnes

Malé prachové částice ve Sluneční soustavě můžeme pozorovat několika způsoby v závislosti na tom, jak se projevují. Nejmenší zrnka představují takzvaný meziplanetární prach, který je rozložen v rovině ekliptiky, rozptyluje sluneční záření a dává vzniknout takzvanému „zodiakálnímu světlu“, které je u nás pozorovatelné nejlépe na jaře (ovšem pouze v místech s vynikajícími pozorovacími podmínkami). Druhým projevem přítomnosti malých částic v kosmickém prostoru je jev, který nazýváme meteor. Zrnko prachu na samostatné oběžné dráze ve Sluneční soustavě (meteoroid) může vysokou rychlostí asi 11 – 72 km/s vniknout do zemské atmosféry, kde se zahřeje, odpaří a dá vzniknout světelné stopě, kterou označujeme jako meteor (padající hvězda). S tím, jak se zvětšuje kinetická energie částice (tedy při vyšší rychlosti nebo hmotnosti), zvyšuje se také pozorovaná jasnost jevu. Nejčastěji na obloze spatříme meteory o jasnosti 2 – 3 mag, tedy srovnatelné se středně jasnými hvězdami. To je dáno fyzikálními vlastnostmi meteoroidů daného roje, strukturou roje a kombinací těchto faktorů se schopnostmi lidského zraku zaznamenat vzniklý jev (slabý meteor vidíme jen pokud se díváme přímo na něj, velmi jasných je málo). Meteorům jasnějším než planeta Venuše říkáme bolidy.

3. Jak meteory jednoduše pozorovat

K tomu, aby každý mohl samostatně spatřit několik meteorů a nebyla to jen náhoda, potřebuje alespoň základní znalosti (nejen astronomické), které mu umožní tohoto cíle dosáhnout. Předpoklady lze rozdělit asi do tří kategorií – týkají se pozorovacího stanoviště, hvězdné oblohy a samotného roje.

1. Pozorovací stanoviště by mělo být vybráno s ohledem na to, co chceme pozorovat. Mělo by se tedy nacházet pokud možno mimo dosah pouličního osvětlení, které výrazně ruší adaptaci na tmu i vzhled oblohy samotné. Je potřeba se zorientovat v krajině, určit základní směry S-J-V-Z a odhadnout výšku horizontu ve směru pozorování. Také je potřeba se vyvarovat například vzrostlých stromů či budov v těsné blízkosti (i když za určitých okolností mohou takové překážky efektivně posloužit jako odstínění nedařlé lampy či svítícího Měsíce).

2. S orientací v krajině souvisí orientace na obloze, měli bychom být schopni nalézt Polárku, tedy identifikovat sever, rozeznat alespoň základní souhvězdí a hlavně místo, odkud meteory budou zdánlivě vyletovat – tedy Radiant.

3. Radiant je charakteristický pro každý roj a podle něj jsou jednotlivé roje pojmenovány, čili chceme-li sledovat Perseidy, měli bychom být schopni najít souhvězdí Persea atd. Radiant by se měl nacházet v našem zorném poli, nejlépe na jeho okraji a ne za našimi zády. Pamatujte, že nikdy nejste schopni zaznamenat dění na celé obloze, čili otázce KAM se dívat, je po-třeba věnovat patřičnou pozornost. Množství meteorů, které můžeme spatřit, závisí na mnoha faktorech. Jedním z nich je frekvence meteorů daného roje v okamžiku pozorování. Pokud tedy chcete mít větší šanci, měli byste pozorovat poblíž maxima pokud možno dostatečně aktivního roje. Další důležitou okolností pozorování je výška radiantu nad obzorem. Obecně platí čím výše tím lépe.

4. Perseidy 2008

Jako případ uveďme letošní Perseidy. Meteorický roj, někdy nazývaný „Slzy svatého Vavřince“, je ideálním úkazem pro „romantické“ sledování. Mateřským tělesem roje je krátkoperiodická kometa 109P/Swift-Tuttle. Maximum aktivity s přepočtenou frekvencí asi 90 met./h nastává vždy kolem 12. srpna, tedy v době, kdy i v noci ještě panují relativně příjemné teploty a noc samotná již není tak krátká. Období aktivity roje je poměrně dlouhé asi od 17. července do 24. srpna, ovšem, jak již bylo řečeno, chceme-li spatřit více meteorů, je po-třeba pozorovat poblíž maxima, tedy řekněme mezi 11. a 13. srpnem. Podmínky pro sledování Perseid nejsou v roce 2008 ideální. Dne 16. srpna nastává úplněk a Měsíc tedy bude výrazně rušit i během maxima. Navíc maximum roje je předpovídáno na 12.5 srpna, tedy po poledni našeho času. Ideální nocí na pozorování tedy bude 11./12. srpna. Radiant roje se (jak již název napovídá) nachází v Perseovi, přesněji v jeho severní části na rozhraní s Cassiopeiou, zhruba v místě, kde najdeme také známou dvojici otevřených hvězdokup Chi&h Persei. V tomto období se daná část oblohy nachází nejvýše nad obzorem v 5:42 SELČ (80°) a nejnižše naopak 17:42 (20°). To v praxi znamená, že nejlepší geometrické podmínky k pozorování jsou nad ránem. Počátkem srpna lze pozorovat asi do 4. hodiny ránní, nejvíce meteorů – až 30 za hodinu – tedy můžete spatřit zhruba mezi 2. a 4. h SELČ. To sice neznamená, že večer po setmění žádný meteor nevidíte, ale bude jich výrazně méně.

5. Výjimečné jevy

Buďte také připraveni na to, že vaše, jakkoliv jednoduché pozorování, se může stát velmi cenným odborným materiálem, a to v případě, že spatříte něco ne-obvyklého, například velmi jasný meteor. U takového jevu je potřeba velmi pečlivě určit čas jevu, podle orientačních bodů na obloze

či na zemi si zapamatovat a zaznamenat počátek i konec stopy meteoru (případně, je-li to možné, zachytit více bodů dráhy mezi hvězdami). Setkat se můžete také se zajímavými jevy jako je fragmentace tělesa, zvukový doprovod nebo vytvoření stopy meteoru, která bude na obloze pozorovatelná několik minut. Pokuste se odhadnout jasnost bolidu podle objektů na obloze (jasnější planety, Venuše, Měsíc). Všimněte si také okolí, může dojít ke krátkodobému osvětlení krajiny.

6. Fotografování meteorů

Během pozorování se můžete pokusit meteory zaznamenat fotografickou technikou. Potřebujete jen obyčejný fotografický stativ a klasický nebo digitální fotoaparát, umožňující dlouhodobé exponování (nejlépe čas B, T). V případě použití klasického fotoaparátu – zrcadlovky, který dnes v bazaru seženete za ceny od 500 Kč i s vhodnými objektivy, získáváte možnost dlouhé expozice krajiny osvětlené Měsícem a oblohy s hvězdami. V závislosti na citlivosti použitého filmu a podmínkách si můžete dovolit exponovat i desítky minut. Fotoaparát umístíte na stativ, namíříte vhodným směrem, otevřete závěrku a exponujete. I když zorným polem žádný meteor nepřeletí, výsledkem je zajímavý snímek noční krajiny s hvězdami opisujícími části kružnic. Nevýhodou je relativně drahé a zdlouhavé zpracování (film + vyvolání + scan negativu = i 400 Kč / 36 snímků). Výhod stejného typu přístroje v digitální podobě je hned několik: levné zpracování na počítači; nafotíte tolik snímků, kolik zvládnete; lze použít stejné objektivy atd. Nevýhody spočívají v ceně fotoaparátu (min 10 000 Kč) a v problematické dlouhodobé expozici (většina levných zrcadlovek umožňuje expozice do 60 s, delší se „musí držet“ ručně nebo pomocí dalšího zařízení).

Vaše fotografické experimenty však nemusí být omezeny použitím zrcadlovky, úspěšně lze pracovat také s kompakty, ne však se všemi. Co potřebujete, je manuální ovládání všech funkcí (především clona, čas a citlivost), jste mnohem více omezeni délkou expozice (16 s i méně) a pracujete jen s objektivem, který máte, případně s předsádkou. Kompakty jsou osazovány malými čipy s vysokým šumem při vyšším ISO (ve srovnání se zrcadlovkami) atd. Z vlastní zkušenosti však doporučuji pravidlo „pro začátek a v nouzi lze použít všechno“, pokud například pozorujete jasnou stopu meteoru, neváhejte ji vyfotografovat čímkoliv, co máte po ruce.

7. Komety

Kometární jádro je na první pohled planetkám podobné nepravidelné těleso, jehož velikost se může pohybovat v řádu 10 m až 10 km. Jádro je z podstatné části tvořeno ledem obyčejné vody s příměsí organických sloučenin (na bázi C, H, O, S a dalších) v pevném skupenství. Tyto těžké látky drží pohromadě silikátová prachová zrnka různých velikostí. Jádro je kvůli svému vzhledu a složení popisováno jako „špinavá sněhová koule“ nebo „zasněžená koule špi-ny“,

je porézní s průměrnou hustotou kolem 0.5 g/cm^3 a tedy velmi křehké. Komety vznikaly v rané fázi vývoje Sluneční soustavy v oblastech protoplanetárního disku, které byly dostatečně vzdáleny od Slunce, tedy za drahou Neptunu a dále. Rozeznáváme komety krátkoperiodické (doba oběhu kolem Slunce je < 200 let) a dlouhoperiodické (> 200 let), jádra přilétají ze všech směrů a různorodost kometárních drah souvisí s jejich příchodem ze sférického Oortova oblaku, který obklopuje Sluneční soustavu.

Komety se odlišují od planetek „kometární aktivitou“, kterou rozumíme ztrátu materiálu jádra během přibližování ke Slunci. V blízkosti Slunce začnou dosud zamrzlé plyny sublimovat a uvolňovat prachová zrnka, vytváří se hlava komety – koma, tvořená prachem i ionizovanými fragmenty molekul, o průměru 10^5 km i více. Koma „svítí“ dvěma typy záření. Ionizované fragmenty molekul absorbují sluneční záření a zpětně jej emitují na specifických vlnových délkách. Prachové částice odrážejí dopadající sluneční záření. Oba typy jsou velmi podstatné pro pozorovaný vzhled komety. Materiál uvolněný z jádra dále interaguje s meziplanetárním magnetickým polem a je strháván slunečním větrem, dochází k tvorbě ohonů o délkách až 10^8 km . Prachový ohon obsahuje pevné částice, plazmatický ohon tvoří ionizované molekuly a jejich fragmenty.

8. Komety v historii

Když Aristotelés (384 – 322 př.n.l.) odmítl názory dřívějších filozofů, že „komety jsou jevy planetám podobné“ a popsal je jako „úklady vysoko v atmosféře (výbuchy horkých a suchých plynů)“, asi netušil, jak dlouho potrvá jeho názor vyvrátit. Teprve roku 1577 Tycho Brahe využil měření polohy stejné komety z různých míst na Zemi, aby zjistil, že kometa nemá měřitelnou paralaxu, což byl důkaz o poloze objektu nad atmosférou, dokonce za drahou Měsíce, mezi planetami. Správnost názoru, že „Keplerovy zákony planetárních pohybů by měly platit i pro komety“ potvrdil teprve Isaac Newton v roce 1687, když ve svých Principiích na příkladu komety Kirch z roku 1680 ukázal, že se pohybovala podle gravitačního zákona po kuželosečce. V roce 1705 Edmond Halley aplikoval Newtonovu metodu na 24 pozorování komet mezi lety 1337 až 1698 a zjistil, že objekty z let 1531, 1607 a 1682 mají velmi podobné dráhy. Tedy, že tyto tři úklady jsou totéž těleso, dnes známé jako 1P/Halley – Halleyova kometa. A konečně v roce 1864 až 1866 Giovanni Schiaparelli vypočítal oběžnou dráhu meteorického roje Perseid a ztotožnil ji s kometou 109P/Swift-Tuttle. Poprvé se tak objevila přímá souvislost těchto jevů, kterou bylo možné nečekaně ověřit na osudu komety 3D/Biela. Ta se při návratu v roce 1846 rozpadla na dvě části, po roce 1852 již nebyla pozorována, a v roce 1872 se v její dráze objevil meteorický roj, který způsobil grandiózní meteorický déšť. Pokud jde o složení komet, názor o kometách jako ledových tělesech,

obsahujících malé množství prachu a hornin, publikoval až v roce 1950 F. L. Whipple.

9. Pozorování komet

Pozorování komet není ve většině případů zdaleka tak jednoduché, jako sledování meteorů, i když předpoklady jsou zhruba stejné. Je potřeba základní znalosti (orientace v krajině, na obloze, vědět kdy a kam se dívat). Komet se poměrně rychle pohybuje na hvězdném pozadí, čili je potřeba se také zorientovat v mapce oblohy s označenou polohou komety pro daný okamžik (toto neplatí jen u velmi jasných komet, které na obloze nelze přehlédnout – a takových je málo). Opět potřebujete vhodné pozorovací stanoviště (dostupné, dobrý výhled správným směrem, nízké světelné znečištění...), a také další vybavení, především dalekohled. Pro jasnější komety stačí lovecký triedr, využijete ale i dalekohled o průměru objektivu 10 cm a více.

10. Fotografování komet

Ve srovnání se meteory se jedná o mnohem náročnější fotografickou disciplínu. V případě velmi jasných komet, srovnatelných jasností se středně jasnými hvězdami, lze samozřejmě použít i jednoduché prostředky (podobně jako u meteorů), ale mnohem kvalitnějších výsledků lze dosáhnout teprve při použití montáží s hodinovým pohonem, možností ruční případně automatické pointace na kometu apod. Máte-li však takovou montáž k dispozici, lze experimentovat opět i s jednoduchou fotografickou technikou, podle stejného hesla, jako u meteorů.

Reklama a propagace činnosti hvězdáren a planetárií aneb „Reklamní strom“ s komentářem po 15 letech

Tomáš Gráf

Motto:

„Než jsem k vám přišel pracovat, myslel jsem si, že planetárium je pout'ová atrakce, při které vám cvičený papoušek chodící po bidýlku nad krabicí obálek vybere některou z nich a vy si přečtete svůj osud ...“

bývalý technik planetária

1. Úvod

Zaměstnanci hvězdáren a planetárií se často musejí zabývat i činnostmi, pro které nemají profesionální kvalifikaci. To se týká většinou i reklamy a propagace všech aktivit dané organizace. Má velký význam pro získávání návštěvníků a také pro vytváření obecnějšího povědomí a dobrého jména organizace.

Reklama popularizační a vzdělávací činnosti se v mnohém liší od reklamy konkrétních výrobků, kterou jsme každodenně zaplavováni. Měla by představovat asi dvě linie:

1. Oslovení co nejširší skupiny lidí (v oblasti omezené snadnou a rychlou dostupností HaP) a vytvářet určité mínění (tzv. image), které by mělo přejít ve všeobecnou známost a velmi dobrou pověst zařízení (tzv. goodwill).

2. Orientace na „zájmové skupiny“, tedy cílená reklama, neboť jejím účelem je rozšiřování konkrétních informací o jednotlivých připravovaných pořadech, kurzech, seminářích, poradenské službě a dalších produktech. Reklamní činnost, zaměřená na určitou cílovou skupinu osob, se zaměřuje na takové „příjemce informace“, u kterých je předpoklad, že mají přibližnou představu o tom, že naše instituce existuje a co od ní mohou očekávat.

Omezujícím faktorem rozsahu reklamní a marketingové činnosti bude ve většině případů finanční náročnost. Proto je dobré uvážít před každou reklamní akcí nebo novou reklamní aktivitou, koho chceme oslovit a zvolit nejefektivnější metodu. V oblasti kulturních aktivit totiž zcela neplatí jedna ze zásad „komerční“ reklamy, že reklamu nám zaplatí liknavá konkurence (nebo že se dobrá reklama zaplatí sama zvýšením obratu, který vyvolává). Také v literatuře popisované vyhodnocení účinnosti jednotlivých druhů reklamy se provádí na čistě komerční bázi. Tato zpětná vazba je pro nás účel použitelná jen v omezené míře. Proto je asi dobré a vhodné předávání zkušeností mezi podobnými organizacemi (hvězdárny, planetária, arboreta, muzea, knihovny, zoologické zahrady atd.) v této oblasti, protože propagace a reklama „nekomerčních“ činností má kromě finančního i další specifika a pravděpodobně závisí i na konkrétní lokalitě. Tento příspěvek tedy shrnuje zkušenosti Hvězdárny a planetária Johanna Palisy v Ostravě (dále jen HaP JP) za posledních 15 let. Při prezentaci na semináři byly představeny i konkrétní tiskoviny a manuál současného vizuálního stylu HaP JP, které nejsou součástí tohoto textu.

2. Pohled na problematiku v roce 1993

Podrobnější komentáře k jednotlivým heslům na schématu „Reklamní strom“. Hodnocení účinnosti plyne z osobní zkušenosti.

Adresátem naší reklamy jsou školy nebo veřejnost. U škol je možné po systému náhodných exkurzí přejít k dokonalejší formě, kdy už určitou dobu dopředu oznámíme škole, která má zájem o návštěvu (výsledkem je zrovnoměrnění návštěvnosti a uspokojení většího počtu zájemců).

Veřejnost jako adresát se může zachovat jako návštěvník jednotlivé akce (ojedinelá návštěva typu „jeskyně“) nebo zařadí planetárium do zařízení typu „kino – divadlo“.

Podle způsobů lze rozdělit reklamu na přímou a nepřímou.

3. Reklama nepřímá:

- externí přednášky – většinou pouze v rámci seminářů, případně na ostravských školách;
- maximálně vřidné přijetí návštěvníků – souvisí s pestrou nabídkou pořadů, možností občerstvení a nákupu základní astronomické literatury;
- bezchybnost poskytovaných informací;
- telefonické informace – i jednoduchých dotazů (např. hesla do křížovky) lze užít k úměrnému prodloužení hovoru a podání základních informací o HaP JP.

4. Reklama přímá:

- „bezplatná“ - reklama s minimálními finančními náklady:
 - uveřejňování pořadů v denním tisku – v rámci rubrik služeb pro čtenáře lze s většinou redakcí dohodnout bezplatné zařazení,
 - rozšiřování počtu těchto deníků – uvážit vhodnost jednotlivých tiskopisů - raději volit regionální vydání,
 - populární články o astronomii – většina deníků je přívitá a směřují veřejnost k zájmu o astronomii, o HaP JP atd.,
 - oznámení v pořadech rozhlasem (dále jen R) a TV – zejména soukromé radiostanice zařadí zveřejnění aktuálního programu do svých relací, situace s TV je obtížnější,
 - pravidelné relace – další stupeň reklamy v R nebo TV, nejprve pravidelně např. 10 minut o jednotlivých akcích HaP JP, později (nebo zároveň) pořady delší o astronomii obecně,
 - vkládání nabídky do tiskovin – po dohodě s vydavatelem lze vsunout např. měsíční přehled pořadů do různých tiskovin; spolupracujeme v tomto směru s Hvězdárnou Valašském Meziříčí, vhodnější je ovšem najít tiskovinu mimo obor astronomie (nedochází tak k „informování informovaných“),
 - informace školám přes školské úřady – lze domluvit zařazování nabídky HaP JP do periodických materiálů, rozesílaných ŠÚ na školy alespoň 2 x ročně (alespoň ředitel školy má ve svých povinnostech tyto materiály číst),

máme zatím podchyceno nejbližších 5 okresů,

● přímé pozvánky do všech typů škol - na ZŠ je to finančně a časově náročné, kontaktujeme takto gymnázia.

• „komerční“ - vyžaduje již vysoké finanční částky:

● kvalitní logo – používáme ustálený znak, nové logo bude vytvořeno,

● výrazné uvedení v telefonním seznamu,

● systém plakátů – rozumí se plakáty vyvěšované na výleповých plochách, za umístění své reklamy na plakáty HaP JP Ostrava sponzoruje firma, která tiskne plakáty, jejich výlep. Zatím máme dvouměsíční plakát vylepovaný každý měsíc a plakáty k výjimečným akcím.

● ankety – začínající forma, zatím bez zkušeností,

● inzeráty v médiích – placená inzerce je velmi nákladná, zatím nepoužito,

● inzeráty v bezplatně šířených tiskovinách – široký rozsah a okruh čtenářů, cenově výhodnější než předchozí způsob, chystáme se vyzkoušet,

● vlastní brožury – pravidelně vydáváme cca lx za 3 roky propagační brožuru shrnující obecné informace o HaP JP a o pořadech,

● letáky na a v dopravních prostředcích – velmi účinná reklama (dle informací) pro „komerční“ cíle, ale potřebný rozsah je velmi finančně náročný,

● reklamní kampaně na klíč – sen budoucnosti, zatím negativní zkušenosti - drahý reklamní panel na velmi frekventovaném místě v Ostravě – bez výrazné odezvy,

● systém vlastních přivaděčů a prosklených stálých vývěsek v celé oblasti – vlastníme 1 prostorový poutač, který je možno umístit do libovolného interiéru; 4 stálé prosklené skříňky (2 na frekventovaných místech), bohužel rozsáhlá studie rozmístění přivaděčů na výpadovky a vytvoření systému vlastních prosklených skříňek v rozsahu celého města skončila pouze návrhem.

5. Přehled reklamních aktivit za rok 2007

V praxi se stává, že přímá reklama je mixována s nepřímou nebo cílená se všeobecnou či obecná propagace astronomie se mísí s reklamou na naši instituci. Následující přehled tedy není striktně tříděn podle těchto kritérií. Ze zkušeností vyplývá, že všechno záleží „na konkrétních lidech“, se kterými v „public relation“ (dále PR) spolupracujeme.

• Byla vytvořena a vytištěna nová propagační skládačka, shrnující základní informace o HaP JP (autorka MgA. Brychtová Horecká), začala její řízená distribuce (zdarma), je dostupná i na našich webových stránkách (<http://planetarium.vsb.cz/stahovani>).

• Rozesílání měsíčních programů planetária do tisku (12), radio Helax, Kiss Morava, Orion, Čas, Český rozhlas Ostrava, televize ČT, TV Polar, Aréna, OU, SU Opava, atd., formou bull. „Planetárium“ a e-mailů.

• Aktuální informace na www stránkách <http://planetarium.vsb.cz>, přechod na nový redakční systém, vytvořen i nový vzhled v souladu s manuálem

vizuálního stylu.

- Pravidelné rozesílání informací o činnosti HaP JP e-mailem (na vyžádání), elektronické rozesílání „Oznámení médiím“ (nepravidelně) na regionální redakce deníků a dalších médií, zasílání článků o nabídce pořadů MS Deníku a Mf Dnes.
- Základní a střední školy okresů OV, OP, NJ, FM, KI a vybrané školy z okresů BR, SU a JE jsou o naší činnosti podrobně informovány zasíláním bull. „Planetárium“.
- Umístění HaP JP na další dvě „akustické“ mapy v Ostravě (celkem již 4), komerční prezentace.
- Tisk a výlep měsíčních plakátů v Ostravě (na 60 ploch, Schenk, Epona) a Opavě (10).
- 5 stálých vývěsních skříněk (areál HaP, 3x VŠB-TU, Hlavní třída).
- Zařazení propagace aktuální nabídky našich pořadů pro veřejnost do „smyček“, které běží na plazmových obrazovkách v areálu VŠB-TU.

Protože nemáme zaměstnance specializovaného na PR, většinu těchto aktivit zajišťuje vedoucí HaP JP, zde je stručný přehled:

• denní tisk:

○ pravidelná rubrika „Obloha nad Ostravou“ pro Moravskoslezský deník a jeho místní varianty, každý článek je tvořen mapkou hvězdné oblohy, krátkým textem o aktuálním astronomickém úkazu a nabídkou pořadů HaP JP pro veřejnost, celkem 110 dílů (březen 2x týdně, duben – červen 6x týdně, září – prosinec 2x týdně)

• rozhlas:

○ Český rozhlas Ostrava – 1x živě (50 minut, 23. 10. v dopoledním vysílání Koktejl)

○ 23. ledna předtočeno na HaP, HaP jako technické zařízení, cca 20 minut, část natočena s Pavlem Kapounem

○ pravidelná rubrika pro ČRo Ostrava, 52 předtočených šotů (vysíláno cca 10 minut v sobotu dopoledne), vysílání bude pokračovat i v roce 2008

○ 2x předtočený šot pro rádio Čas, pro Helax, Orion cca 5x po telefonu – krátká pozvánka na sobotní pořady v planetáriu nebo komentáře k aktuálním astronomickým úkazům

• televize:

○ ČT Ostrava – spolupráce s redakcí pořadu „Dobré ráno“ (dále DR) – pravidelně v „Astronomickém okénku“ (24 vysílání), liché pátky, živé vysílání na ČT1, repríza v pátek dopoledne na ČT2 (celostátně), podle vlastních scénářů (včetně obrazového materiálu), délka prodloužena na cca 8 minut

○ zpravodajství ČT:

○ 8. února ČT24, živě ve studiu, pořad Regiony, téma – bolid Morávka a Břeclav

- 12. června ČT24, živě ve studiu, pořad Regiony, téma – činnost HaP, premiéry pořadů
- 5. února, natáčeno na HaP JP, šot o práci astronoma do pořadu „Nemám práci“
- 25. května, natáčeno na HaP JP, šot na hvězdárně, pořad Sabotáž

PR aktivity ostatních zaměstnanců:

- asi 5 článků do denního tisku, cca 10x rádia, cca 2x TV

6. Vlastní ediční činnost HaP JP

- malý sborník „Dávám supernově v Galaxii rok, ... maximálně dva!“, který obsahuje referáty z Ostravského astronomického víkendu 2007 (viz výše, náklad 200 ks, formát A4)
 - vyšlo 6 čísel bulletinu „Planetárium“ (č. 76 až 81, náklad cca 1400 kusů + elektronická verze)
 - bylo vydáno 6 druhů barevných plakátů s astronomickými a kosmonautickými motivy (formát A2, náklad 200 ks)
- Shrnutí obecných trendů z let 1993 až 2008
- prostředky vkládané do reklamy vzrostly
 - respektování „dělby práce“, většina zakázek je zadána profesionálům
 - využívání PR a neplacených vstupů do médií
 - korektní využívání všech možností internetu

Poznámka

Pro naši vlastní potřebu vzniklo někdy na sklonku minulého století pojmenování „spřátelené instituce“; jedná se o velmi různorodou skupinu organizací:

Zoologická zahrada Ostrava, SAREZA s. r. o., Ostravské výstavy, a. s., Hornické muzeum OKD, Ostravské muzeum, Národní památkový ústav v Ostravě (Důl Michal, zámek Hradec n. Moravici, zámek Raduň), Divadlo loutek, OIS s. r. o. (dříve MIC), atd.

Odebrálo se i několik schůzek vedoucích představitelů těchto subjektů, ale různorodost institucí a velká vytiženost vlastními problémy posunula spolupráci ke víceméně bilaterálním sporadickým kontaktům. HaP JP je však nyní i personálně připravena v nejbližších letech začít systematicky využívat potenciál skrytý ve spolupráci s těmito institucemi.

Autor:

RNDr. Tomáš Gráf, PhD.

Institut geodézie a důl.měřict

Ostrava-Krásné Pole

Vysoká škola báňská-Technická univerzita Ostrava

Hvězdárna a planetárium Johanna Palisy

E-mail: tomas.graf@vsb.cz

Příloha



„Reklamní strom“ – panel z roku 1993

Workshop projektu - Antické dědictví

V dnech 28. 3. 2008 - 29. 3. 2008 sa uskutočnila v priestoroch Hvezdárne vo Valašskom Meziříčí prvá aktivita projektu Astronómia pre všetkých. Workshop mal charakter pracovného seminára, bol určený pracovníkom hvezdárni, pedagógom, odborníkmi z oblasti histórie a vedy.

Po otvorení seminára sa rozbehol bohatý program, ktorý pokračoval s malými prestávkami celé piatkové popoludnie a večer, v sobotu do podvečerných hodín.

V prvej prednáške RNDr. Tomáš Gráf Ph.D., Hvězdárna a planetárium VŠB-TU Ostrava, predstavil českého rodáka Johanna Palisa, po ktorom nesie názov aj ostravská hvězdáreň a planetarium. Tento česko-rakúsky astronóm, pôsobiaci za Rakúsko – uhorskej monarchie odišiel po absolvovaní gymnázia študovať na univerzitu do Viedne. V roku 1871 bol vymenovaný za vedúceho hvězdárne v Pule, kde pôsobil až do roku 1880. Potom odišiel naspäť do Viedne do Univerzitnej hvězdárne, kde pokračoval vo vizuálnom hľadani planétok. Objavil 122 planétok a jednu kométu (C/1879 Q1 (Palisa)) Podľa Palisu je pomenovaný jeden kráter na Mesiaci.

Mgr. Jiří Holuša; Hvězdárna a planetárium VŠB-TU Ostrava, predstavil Fritz Zwickyho nielen ako vedca, ktorý zásadným spôsobom ovplyvnil vývoj názorov na stavbu vesmíru na začiatku 20. storočia, ale aj ako človeka s kladnými aj zápornými povahovými vlastnosťami.

Doc.RNDr. Vladimír Štefl CSc. Ústav teoretické fyziky a astrofyziky, Přírodovědecká fakulta, Masarykova univerzita Brno, predniesol prezentáciu o antických dejinách, filozofii a astronómii a o odkaze, ktorí zanechali Aristarchos, Aristoteles, Prolemaios pre nasledujúce generácie astronómov a ďalších vedcov.

Členovia realizačného tímu projektu sa stretli na pracovnom rokovaní. Hlavnou témou bolo zabezpečenie nasledujúcej aktivity projektu, workshopu s názvom „Ako na nočnú oblohu?“, ktorá sa uskutoční na Slovensku.

Piatkový program bol ukončený prezentáciou Ing. Vratislava Zíku; Zlínská astronomická společnost, ktorý podrobne vysvetlil spôsoby astronomických meraní a konštrukcií teórií vysvetľujúcich pohyb planét od najstarších antických filozofov až po tvorca zákonov pohybu planét, Keplera.

Doc. RNDr. Jindřich Bečvář, CSc; Katedra didaktiky matematiky MFF UK, začal sobotný program prezentáciou o veľkých mysliteľoch antiky a o ich spôsobe získavania informácií o vesmíre a konštrukcii zákonov, ktoré vysvetľovali pozorované skutočnosti. Základom pre nich bola Pytagorejská geometria.

Sugestívna prednáška Doc. Ing. Ivana Štolla, CSc.; Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská České vysoké učení technické v Praze, s názvom Astronomické drama na Rudolfinskom dvore, zaujímavým a humorným spôsobom priblížila poslucháčom pôsobenie troch významných stredovekých astronómov (Giordano Bruno, Tycho Brahe, Johannes Kepler) v Prahe za panovania Rudolfa II.

RNDr. Alena Šolcová, Ph.D.; . Katedra matematiky ČVUT, Historická sekce ČAS, predstavila pražský orloj ako unikátny prístroj po konštrukčnej aj matematickej stránke.

Záverečným programom bola prednáška Ing. Rostislava Rajchla; Hvězdárna Uherský Brod, s názvom Archeoastronómia na Morave, kde sa snažil ukázať, na základe svojich hypotéz o orientácii kultovných a náboženských stavieb a hrobov, aké mohli byť vedomosti pravekých ľudí, neskôr stredovekých, o pohybe nebeských telies, najmä Slnka a Mesiaca.

Výnimočný program workshopu, ktorému sa bežne nevenujú ani hviezdárne ani školské zariadenia, ukázal nielen snahu našich predkov pochopiť dianie vo vesmíre, ktorý nás obklopuje, ale najmä myslenie týchto filozofov, ich predchodcov - učiteľov, dobu, ktorá ich ovplyvňovala a formovala.

Významným prvkom workshopu boli stretnutia, neformálne rozhovory účastníkov z oboch strán hraníc. Predovšetkým v rovine prezentácie týchto fundamentálnych poznatkov a histórie objavov návštevníkom nielen hviezdárni, ale aj múzeí a škôl, a predovšetkým žiakom a študentom. Diskutovalo sa tiež o prípadných pomôckach, ktoré by sa dali k vysvetľovaniu týchto problémov a objavov efektívne využiť.

Účasť študentov na seminári a ich záujem o problematiku potvrdil správnu orientáciu a pojmie projektu so snahou prepojiť astronómiu i s ďalšími vednými odbormi, v tomto prípade predovšetkým humanitnými.

V Kysuckom Novom Meste 3. 4. 2008

RNDr. Ján Mäsiar, v. r.

Workshop projektu - Jak na noční oblohu

V dňoch 24.4.2008-26.4.2008 sa konal v lokalite obce Lazy pod Makytou, časť Čertov, II. spoločný workshop projektu „Astronómia pre všetkých“. Tento workshop bol určený predovšetkým začínajúcim amatérskym astronómom z Čiech a Slovenska a vedúcim astronomických a prírodovedných krúžkov.

Po privítaní účastníkov a oficiálnom zahájení programu ako prvá odznela prezentácia RNDr. J. Mäsiara s názvom „Ako na nočnú oblohu? – Messierove objekty“. Z prezentácie sa účastníci dozvedeli dôležité informácie o tom, čo je potrebné k prvým pozorovaniam nočnej hviezdnej oblohy, dozvedeli sa základné informácie o tom, ako uskutočňovať tieto pozorovania, čo je k tomu potrebné. Dozvedeli sa o histórii vzniku Messierovho katalógu, ktorý obsahuje práve objekty vhodné pre začínajúcich pozorovateľov, osobe a živote prvého zostavovateľa tohto katalógu, videli ukážku astronomických fotografií najkrajších objektov katalógu.

O tom, ako získať také pekné a kvalitné fotografie aj pomocou amatérskych prístrojov, sa dozvedeli z prednášky Ing. P. Delinčáka. Okrem technického vybavenia je veľmi dôležité poznať metódy spracovania a úpravy „surových záberov“, pretože najmä digitálna technika, ktorou sa v súčasnej dobe zhotojú astronomické snímky, má veľa neduhov, ktoré sa ale dajú eliminovať. Astronomická fotografia je jedna z najzaujímavejších oblastí pre neprofesionálnych astronómov.

Asi najkrajšiu časť seminára absolvovali účastníci v nočných hodinách pri pozorovaní objektov nočnej oblohy. Lokalita konania seminára bola vybraná najmä kvôli veľmi dobrým svetelným podmienkam. Tmavá obloha umožnila pozorovať pomocou špičkových prenosných astronomických ďalekohľadov množstvo objektov Deep Sky, tu a tam preletel cez oblohu meteor. Pomocou digitálnych prístrojov účastníci zažili na vlastné oči možnosti pozorovania a spracovania získaných fotografií.

Prvou piatkovou prezentáciou bola prednáška T. Pečivu o Slnku. Význam pozorovania Slnka, možnosti amatérov a ich prístrojov pri získavaní cenných informácií o Slnku, história a budúcnosť pozorovania Slnka, to boli hlavné témy. Vzápätí nasledovala praktická ukážka pozorovania Slnka pomocou viacerých ďalekohľadov, zisťovania jeho aktivity.

Dopoludňajší program bol vyplnený prednáškou Ladislava Šmelcera o Premenných hviezdach. Prednáška znovu ukázala možnosti a význam pozorovania tohto typu hviezd neprofesionálnymi astronómami. Účastníci si mohli vyskúšať jednu metódu určovania zmien jasnosti premennej hviezdy. Popoludní sa uskutočnil turistický výlet na trase Čertov – Kohútka – Portáš

v prekrásnom prírodnom prostredí. „Turisti“ niekoľkokrát prekročili slovensko – české hranice. Symbolicky prezentovali blízkosť našich národov, jazykov, kultúry, spoločných záujmov a cieľov.

Večerný program bol ukončený prednáškou J. Srbu „Kométy, meteority“. Prednáška znovu ukázala spôsoby a metódy pozorovania a možnosti pozorovateľov. Po prednáške nasledovala dlhá diskusia, ktorá sa väčšinou točila okolo podivuhodnej kométe 17P/Holmes, ktorá na prelome rokov zamestnávala astronómov na celom svete.

Vzhľadom na nevhodné počasie a predĺžený odborný program sa plánované pozorovanie nočnej oblohy neuskutočnilo.

Program seminára bol ukončený dvomi prezentáciami Bc. R.Krausa na tému „Astronómia a internet“ a „Objekty na povrchu Mesiaca“. Zvyšný čas do obeda vyplnili účastníci ukážkami rôznych astronomických programov, prehliadkou 3D fotografií z vesmíru aj zo Zeme.

Stretnutie mladých ľudí spoza hraníc splnilo v plnej miere svoje poslanie. Okrem nadobudnutia vedomostí a zručností pri výkone astronomických pozorovaní spoznali aj krásnu prírodu, srdečnosť obyvateľov oboch štátov. Bola položená platforma na ďalšiu spoluprácu astronomických zariadení, škôl a záujmových krúžkov navzájom

V Kysuckom Novom Meste 28. 4.2008

RNDr. Ján Mäsiar, v. r.

Workshop projektu - Astronomie ve škole a netradičně

V dňoch 16.5.2008-17.5.2008 sa uskutočnila v priestoroch Hvezdárne vo Valašskom Meziříčí tretia aktivita projektu Astronómia pre všetkých. Workshop mal charakter pracovného seminára, bol určený pracovníkom hvezdárni, pedagógom, vedúcim astronomických krúžkov z príhraničných regiónů na českej a slovenskej strane hranice. Úvodné slovo patrilo Ing. Liborovi Lenžovi, riaditeľovi Hvezdárne vo Valašskom Meziříčí, a Radkovi Krausovi, manažérovi projektu, ktorý privítali hostí, zoznámili ich s programom a technickými náležitosťami workshopu.

V prvej prednáške Tomáš Pečiva (Hvezdárna Valašské Meziříčí) predstavil programy o slnečnej sústave - Sluneční soustava v přírodě, určené pre žiakov nižších ročníkov. Okrem teoretických informácií pre poslucháčov realizujú pracovníci hvezdárne program v parku hvezdárne. Pomocou makiet planét slnečnej sústavy a Slnka hravou formou vysvetľujú zákony pohybu týchto telies, ich vzájomné polohy, názorne predvádzajú pohyb a pomerné vzdialenosti medzi nimi.

PhDr. Tomáš Mohler (SŠ zemědělská a přírodovědná Nový Jičín, Hvezdárna Valašské Meziříčí), predviedol jednoduché pokusy z optiky, ktoré sa dajú vykonávať na hvezdárňach aj školách pomocou dostupných učebných pomôcok. Demonštrácia chodu lúčov v astronomických ďalekohľadoch pomocou šošoviek, laserového ukazovátka a vody ako zobrazovacieho prostredia bola veľmi pôsobivá. Internet tak isto poskytuje nepreberné množstvo jednoduchých návodov ako zostrojiť spektroskop, slnečné hodiny a iné pomôcky.

Doc. Vladimír Štefl, (Masarykova univerzita Brno) v dvoch prednáškach prezentoval možnosti začlenenia astronómie do iných vyučovacích predmetov na školách rôzneho stupňa. Oboznámil účastníkov s reálnym, žiaľ nie uspokojivým, javom vytrácania sa prírodovedy z učebných osnov.

Mgr. Katarína Žilinská predstavila programy, ktorý používa v rámci vzdelávania z fyziky Gymnázium Viliama Paulinyho-Tótha, Martin.

PhDr. Tomáš Mohler, Mgr. Jana Škrabalová, Bc. Radek Kraus predstavili metodické listy, ktoré budú slúžiť pre žiakov a učiteľov v rámci výučby.

V priebehu rokovania sa uskutočnilo pracovné stretnutie riaditeľov partnerských hvezdární. Cieľom rokovania bola konkrétna príprava projektov v programovom období na roky 2007-2013. Partneri sa dohodli na realizácii jedného veľkého investičného projektu a viacerých projektov z Fondu mikroprojektov.

Mgr. Jana Škrabalová, (Hvězdárna Valašské Meziříčí) představila solarograf ako jednoduché zariadenie na fotografické pozorovanie Slnka a svoje praktické skúsenosti s ním.

Bc. Radek Kraus (Hvězdárna Valašské Meziříčí) predstavil a predviedol vzdelávacie programy hviezdárne pre najmenších návštevníkov hviezdárne (Noční obloha, Encyklopedie Země). Práca s malými deťmi je náročná z toho pohľadu, že nemajú žiadne základy z fyziky ani iných prírodných vied. Preto je potrebné im podať program ako rozprávku a vtiahnuť ich do deja, komunikovať s nimi.

Seminár okrem prínosu z odborného hľadiska potvrdil jednu skutočnosť. Tým, že sa postupne vytráca z učebného procesu škôl vzdelávanie v technických a prírodných vedách, dochádza aj redukciu astronómie v osnovách fyziky a ďalších predmetov. Preto treba očakávať pokles návštevníkov z radov školskej mládeže, je potrebné sústrediť sa na vytváranie takej programovej ponuky, ktorá aj naďalej bude prospešná pre školy. Je potrebné sa orientovať aj na iné skupiny návštevníkov, vytvárať ponuky pre cestovné kancelárie, orientovať sa na cestovný ruch.

Návšteva astronomického zariadenia by mala byť pre potenciálneho návštevníka určitou atrakciou (atrakciou v tom zmysle, že prinesie stále niečo nové, pútavé, atraktívne). To znamená:

- vytvárať atraktívne programy obsahovo ale aj svojou formou – 3D projekcie, názorné pomôcky, „astronómia do ruky“
- zatriktívniť interiér aj exteriér hviezdární – makety prístrojov, modely astronomickej techniky, telies, planetárium ako projekčný prístroj, atraktívna parková úprava areálu...
- prispôbiť týmto požiadavkám aj odbornú úroveň zamestnancov hviezdární

V Kysuckom Novom Meste 24.5.2008

RNDr. Ján Mäsiar, v.r

Workshop projektu - Hledání návštěvníků a služby 21.století

V dnech 17.6.-19.6.2008 sa konal v lokalite obce Horní Bečva pracovní workshop. Bol určený predovšetkým pracovníkom kultúrnych a vzdelávacích zariadení v prihraničných regiónoch Slovenska a Čiech.

Ladislav Šmelcer predstavil účastníkom stretnutia svoju prácu, v ktorej zhromaždil údaje o hvezdárňach v prihraničných regióch. Súbor informácií obsahoval technické údaje o prístrojovom vybavení, personálnom obsadení, nielen hvezdárni zriadených vyšším územným celkom, ale aj školské pozorovateľne, hvezdárne pri iných kultúrnych zariadeniach, aj súkromné pozorovateľne. Materiál je doplnený fotodokumentáciou, aj v 3D rozlíšení. Materiál je vhodný najmä z dôvodu rozvoja spolupráce so zariadeniami aj jednotlivcami, ktorí sa venujú nejakým spôsobom buď odborným pozorovaniam alebo popularizácii astronómie. Vznikla myšlienka zostaviť takýto materiál aj na slovenskej strane, najmä v prihraničných regiónoch a využiť ho napr. na rozvoj cestovného ruchu.

Martin Leskovjan predstavil Hvezdáreň vo Vsetíne ako súčasť regionálneho múzea. Napriek tomu, že hvezdáreň nemá právnu subjektivitu, s podporou vedenia múzea sa jej darí plniť úlohy v oblasti kultúry, vzdelávania, odborno – pozorovateľskej činnosti. Okrem stálych pracovníkov pracujú pri hvezdárni odborné sekcie – sekcia MPH, astrofotografie, hvezdáreň sa venuje aj meteorologickým pozorovaniam. Z podujatí pre verejnosť zaujala najmä „Svätojánska noc“ poriadaná v spolupráci s múzeom. V areály hvezdárne sa v priebehu podujatia konajú prednášky, pozorovanie hviezdnej oblohy, pri svätojánskom ohni hrá živá hudba.

Radek Kraus predniesol prezentáciu s Názvom „Nové trendy“. Tieto trendy sa týkajú vzdelávania v múzeopedagogike. Prednášajúci ukázal možnosti, aké majú hvezdárne pri zavádzaní týchto moderných vzdelávacích metód. Úlohou našich organizácií je priniesť návštevníkovi čo najlepší estetický zážitok a zároveň ho nenútené a efektívne vzdelávať. Objektové, expresívne a projektové vyučovanie sú nové trendy, ktoré je potrebné vnieť do našich metód práce s návštevníkom.

Tomáš Pečiva vo svojej prezentácii predstavil nový projekt, ktorý pripravuje Hvezdáreň vo Valašskom Meziříčí do najbližšieho kola výzvy programov Cezhraničnej spolupráce, Fond mikroprojektov. Partnerom projektu zo Slovenska bude Kysucká hvezdáreň v Kysuckom Novom Meste, ktorá zároveň predloží zrkadlový projekt na Slovenskej strane. Pracovný názov projektu je „Výstavou k spolupráci a poznaniu“. Projekt chce podporiť rozvoj spolupráce medzi partnermi v oblasti vzdelávacích aktivít s dopadom na žiakov základných a stredných škôl. Tento cieľ chceme dosiahnuť formou výstav

chceme dosiahnuť formou výstav s astronomickou tematikou, doplnených multimediálnymi prezentáciami. Výstavy sa budú realizovať priamo na školách, vrátane menších škôl a v prihraničných oblastiach.

Súčasťou programu bola aj fakultatívny výlet s názvom „Česko a Slovensko bez hraníc“. Okrem spoznania krás prírody v prihraničí sa jeho účastníci venovali konzultáciám a riešeniu bežných pracovných činností na hviezdárňach.

Významnou zložkou worrkshoppu boli formálne a neformálne diskusie medzi jednotlivými účastníkmi. Väčšinou sa venovali poznatkom a skutočnostiam z už realizovaných projektov EÚ, ale najmä projektom pripravovaným.

Libor Lenža viedol panelovú diskusiu, ktorá sa venovala viacerým oblastiam:

- ako pritiahnúť návštevníkov na hviezdárne?
- motivácia pracovníka– dôležitá zložka pre realizáciu projektov ako nadstavbovej časti činnosti pracovníka
- digitalizácia programov, dotykové panely pre návštevníkov hviezdární–áno, či nie?, skúsenosti
- sústrediť sa vo väčšej miere na stálych zákazníkov alebo na nových?
- projektový zámer s názvom „Astronomické cestovanie“.

Workshop bol dôstojným vyvrcholením projektu „Astronómia pre všetkých“.

RNDr. Ján Mäsiar, v.r

Konference projektu - Co nás spojuje?

Ve dnech 30. a 31. 5. 2008 se uskutečnila konference pod názvem „Co nás spojuje?“, která byla součástí projektu „Astronomie pro všechny“. Místem tohoto setkání se stal Športmotel Rudina v Kysuckom Novom Meste (Slovensko). Tato konference byla určena pracovníkům hvězdáren, planetárií, muzeí, knihoven a dalších kulturních institucí. Konference si stanovila celou řadu cílů: výměna zkušeností, představení činností institucí, vytvoření funkčních vazeb na personální úrovni, příprava programů pro školy i veřejnost, ukázky metodických přístupů a prezentačních forem včetně zhodnocení možností budoucí spolupráce a tvorby společných výstupů.

Po přivítání a slavnostním zahájení konference se slova ujala Bc. Kateřina Janošková z Masarykovy knihovny ve Vsetíně, která představila knihovnu a její aktivity při projektové činnosti a knihovnu jako komunitní centrum (což bylo z pohledu hvězdáren zajímavé a zcela nové téma). Po krátké diskusi nad možnostmi spolupráce pokračovala v programu Mgr. Barbora Horáková z muzea ve Vysokém Mýtě. Její příspěvek byl zaměřen na nové formy práce s návštěvníky v muzeích – tzv. muzeopedagogika. Na praktických příkladech z činnosti muzea ukázala možnosti a především význam muzeopedagogiky pro rozvoj vzdělávacích institucí.

V dalším bloku přednášecích přednesl RNDr. Jan Mäsier z Kysucké hvězdárny v Kusuckom Novom Meste příspěvek o společné projektové činnosti hvězdáren v Kusuckom Novom Meste a ve Valašském Meziříčí. V poměrně rozsáhlé přednášce o již zmiňované spolupráci byla zdůrazněna důležitost výstupů směrem k veřejnosti – především byla zmíněna otázka kvality (úzce spojena s obsahem a formou).

Marketing je nedílnou součástí života příspěvkových organizací. O problémech a možnostech v této oblasti promluvil ředitel Hvězdárny a planetária Johanna Palisy v Ostravě RNDr. Tomáš Gráf, PhD. Ve svém příspěvku jasně ukázal, že marketing se dá kvalitně provozovat v prostředí příspěvkových organizací i přes jejich omezené finanční možnosti. Zajímavá byla i ukázka marketingových produktů planetária, které byly chronologicky seřazeny od 90. let minulého století do současnosti. V debatě, která proběhla po zaznění příspěvku, bylo zcela patrné, že přístup planetária k problematice reklamy je pro muzea, knihovny a hvězdárny inspirující.

V závěru dne vystoupil ředitel Hvězdárny Valašské Meziříčí Ing. Libor Lenža s příspěvkem, jehož nosným tématem byla teze „jak správně realizovat projekt“. Ve svém vystoupení především zdůraznil zásady úspěšného řešení projektu. Nevyhnul se také negativům a problémům, které každou realizaci projektu provázejí.

Následující den byl program zahájen „moderovanou diskuzí“, která byla přesunuta z předešlého dne. Ustředním bodem diskuze se stalo téma „motivace“, která je zásadním článkem úspěšně řešeného projektu. Mezi diskutujícími se objevila celá řada názorů, které převážně vycházely z praxe a zkušeností debatujících..

Po končení diskuze následovala přednáška Bc. Radka Krause na téma „Co je muzeum“ s podtitulem „muzeum pohledem studenta muzeologie“. Příspěvek byl určen především pra-covníkům hvězdáren a planetárií, kteří vidí muzeum spíše z pohledu návštěvníka a ne z pohledu potencionální partnera. V závěru příspěvku byly zdůrazněny možné body spoluprá-ce, a to především v oblasti mimoškolního vzdělávání. Zdůrazněna byla možnost inspirace a využití metod a postupů muzeopedagogiky.

Závěr konference patřil Mgr. Karolu Petříkovi, který představil vzdělávací projekty, které ma-jí pro zastoupené instituce nezvyklý formát - „Show“ ve velkých koncertních a divadelních sálech. O této možnosti proběhla poměrně bouřlivá debata, a to ve smyslu kvality pořadu (programu) a o hranici, „kdy ještě vzdělávám a kdy už pouze bavím publikum“.

V rámci konference proběhlo také představení zastoupených institucí:

Kateřina Janošková: Masarykova knihovna ve Vsetíně

Barbora Horáková: Muzeum ve Vysokém Mýtě

Tomáš Gráf: Hvězdárna a planetárium Johanna Palisy, Ostrava

Jan Mäsiar: Kysucká hvězdáreň v Kysuckom Novom Meste

Tomáš Pečiva: Hvězdárna Valašské Meziříčí

Viera Praženicová: Vlastivědné muzeum v Považskej Bystrici

Hvězdárna Valašské Meziříčí a Kysucká hvězdáreň v Kysuckom Novom Meste představily pra-covníkům muzeí panelovou výstavu „Astronomie v regionech“, která vznikla v rámci dřívějšího projektu „Pod společnou oblohou“ jako jeden z důkazů možné spolupráce.

Setkání pra-covníků hvězdáren, planetárií, muzeí a knihoven z České a Slovenské republiky na konferenci splnilo stanovené cíle:

- navázání osobních kontaktů

- výměna zkušeností

- nové formy doplňkové výuky: inspirace v muzeopedagogice

- nový význam instituce – komunitní centrum

- odstranění bariér (jazykových)

- odstranění bariér mezi institucemi: pochopení smyslu existence např. muzea (pro hvězdárny, planetária), hvězdárny (pro muzea, knihovny), což dává velký prostor navazování kontak-tů a hledání společných programů.

Bc. Radek Kraus

Hvězdárna Valašské Meziříčí, p. o.



Sborník „Astronomie pro všechny“

Vydala Hvězdárna Valašské Meziříčí p.o. Zlínského kraje v rámci řešení projektu „Astronomie pro všechny“, který je spolufinancován Evropskou unií. K jeho realizaci bylo využito prostředků fondu mikroprojektů spravovaného Regionem Bílé Karpaty.

Radakční rada: Libor Lenža, František Martinek, Jana Škrabalová, Radek Kraus

Technický redaktor: František Martinek

Sazba a grafická úprava: Radek Kraus

Návrh obálky: Radek Kraus

Počet stran: 80

Náklad: 150 kusů

Tisk: Trikolora s.r.o, Tyršova 798/1, Valašské Meziříčí 757 01

