

POVĚTROŇ

Královéhradecký astronomický časopis * ročník 26 * číslo 4/2018



SLOVO ÚVODEM. Nikdy jsem si nemyslel, že uvidím to, co na obálce Povětroně, tzn. asteroid hlavního pásu s rozlišením 3 km, a to prosím při pozorování *ze-Ze-mě!* Však se také použila nejlepší adaptivní optika, přístroj VLT/SPHERE/ZIMPOL. O tom, co vše se dá zjistit o asteroidu (89) Julia, pojednává článek Pierra Vernazzy aj. (Astron. Astrophys., **618**, A154, 2018), ale hezky česky o něm píšeme na str. 3.

V další části popisujeme zpracování fotografií oblohy pro digitální planetárium. Konečně Jaromír Ciesla píše o podzimní akci slunečních hodinářů.

Miroslav Brož

Obsah

strana

Miroslav Brož, Josef Hanuš: <i>(89) Julia pozorována adaptivní optikou</i>	3
Miroslav Brož: <i>Fisheye v digitálním planetáriu</i>	11
Jaromír Ciesla: <i>Putování za slunečními hodinami Moravskoslezského kraje</i> . .	17
Jaromír Ciesla: <i>Sluneční hodiny 2. kvartálu roku 2018</i>	27

Titulní strana — Snímek asteroidu (89) Julia získaný adaptivní optikou VLT/SPHERE/ZIMPOL a dekonvolucí pomocí stelární PSF. Úhlový průměr dosahoval $\phi = 0,171''$, rozlišení (1 pixel) $\phi_1 = 0,004''$, a to navzdory seeingu řádově $\phi_s \leq 0,8''$. Tmavá oblast uprostřed je kráter pojmenovaný Nonza. K článku na str. 3.

Povětron 4/2018; Hradec Králové, 2018.

Vydala: **Astronomická společnost v Hradci Králové** (1. 12. 2018 na 334. setkání ASHK)

ve spolupráci s **Hvězdárnou a planetáriem v Hradci Králové**

vydání 1., 28 stran, náklad 100 ks; dvoměsíčník, MK ČR E 13366, ISSN 1213-659X

Redakce: Miroslav Brož, Miloš Boček, Martin Cholasta, Josef Kujal,

Martin Lehký, Lenka Trojanová a Miroslav Ouhrabka

Předplatné tištěné verze: vyřizuje redakce, cena 35,- Kč za číslo (včetně poštovního)

Adresa: ASHK, Národních mučedníků 256, Hradec Králové 8, 500 08; IČO: 64810828

e-mail: <ashk@ashk.cz>, web: <<http://www.ashk.cz>>

Úhlový rozměr asteroidu (89) Julia dosahuje $\phi = 0,130''$ až $0,171''$, seeing na Paranalu bývá $\phi_s \leq 0,8''$, difrakční limit VLT $\phi_d = 1,22 \lambda/D \doteq 0,02''$, rozlišení instrumentu SPHERE/ZIMPOL dosahuje také až $\phi_1 = 0,02''$, jeden pixel detektoru odpovídá $\phi_1 \doteq 0,0036''$ a zbytkové chvění (jitter) $\phi_j = 0,005''$. Strehlův poměr, tj. poměr funkce rozptylu PSF na ose ku ideální funkci rozptylu od difrakce PSF_d , je přitom $S_0 = 0,095$ (v oboru V). Jedná se o třikrát lepší úhlové rozlišení, než má HST-WFPC3 (viz Schmid aj. 2017)!

Při vzdálenosti asteroidu $\Delta = 1,48$ až $1,13$ au to znamená, že jeho průměr $D \doteq 140$ km a rozměr jednoho pixelu $D_1 \doteq 3$ km. Rozměr kráterů, které lze takto identifikovat, je přibližně $D_c \doteq 30$ km, což otevírá novou éru výzkumu asteroidů.

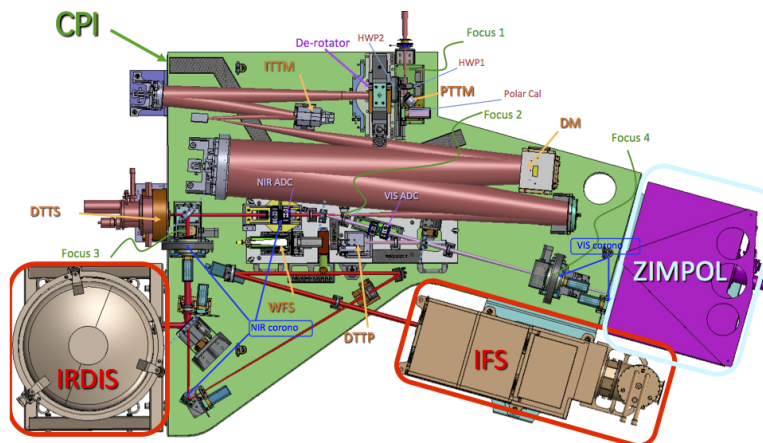
Takového rozlišení se dosahuje pomocí adaptivní optiky, pracující v úzkopásmovém filtru 645,9 nm, přičemž asteroid slouží jako přirozená naváděcí hvězda (NGS). Expozice trvají 10 s a pořizují se celé série snímků. Pozorování probíhalo při dobrém seeingu, na vzdušné hmotě pod 1,6. Předtím a potom byla pozorována blízká nerozlišená hvězda, a to kvůli charakterizaci PSF, což je zcela zásadní pro následnou dekonvoluci. I když funguje adaptivní optika, stejně je PSF citlivě závislá na podmínkách, tzn. aktuálním seeingu.

Schéma přístroje SPHERE můžeme vidět na obr. 1. Byl navržen pro dosažení vysokého kontrastu v malém zorném poli, aby bylo možné zobrazování exoplanet. Je umístěn v Nasmythově ohnisku dalekohledu UT3, pracuje s vlnovými délkami $\lambda = 450$ až $2\,320$ nm. Jeho základem je deformovatelné zrcadlo vysokého řádu a senzor vlnoplochy z pole 1 600 čoček, pracující ve smyčce na vysoké frekvenci $f = 1,2$ kHz. Vzhledem k parametrům se užívá názvu extrémní adaptivní optika.

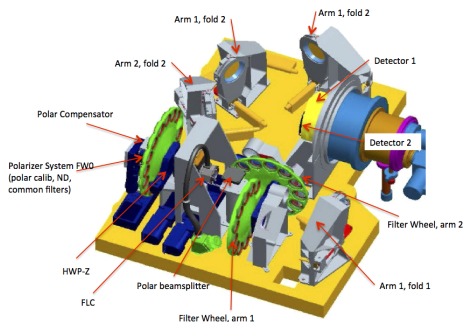
Přístroj ZIMPOL (obr. 2) pak je zobrazovací polarimetr. Když se měří polarizace, probíhá modulace signálu rotujícím polarizátorem, následně dělič svazku dělí svazek na dva směry; demodulace probíhá posunem nábojů na CCD čipu nahoru \leftrightarrow dolů, přičemž před čipem je maska kryjící každý druhý řádek a pole cylindrických čoček, aby se zachovala světelná účinnost. Rozdíl signálu v lichých a v sudých řádcích je úměrný stupni polarizace. Přístroj pracuje na frekvenci 1 kHz a účinnost polarizačních měření dosahuje 80 %. Při zobrazování se signály prostě sečtou.

Standardní redukce spočívá v odečtení nulového snímku (tj. offset), odečtení temného snímku (dark), odstranění kosmik a vyrovnání pole (flat). Dále jsou obrazy pořízené rychle za sebou sečteny, abychom získali vysoký poměr signál/šum. Výsledkem je pět snímků pro epochu, přičemž pozorování proběhlo v osmi epochách, aby byla Julia viděná z různých stran.

Snímky jsou dále zpracovány dekonvolucí, konkrétně algoritmem MISTRAL (Conan aj. 2000). Adaptivní optika totiž nefunguje zcela, vždy zůstává zbytková PSF, která není plně charakterizována. Navíc je reálný obraz souborem ostrých



Obr. 1 — Přístroj SPHERE v Nasmythově ohnisku UT3, obsahující tři podpřístroje: ZIMPOL (zobrazovací polarimetr), IFS (polní spektrograf) a IRDIS (infračervený zobrazovač a spektrograf). Sbíhavý svazek od VLT přichází do ohniska F1, za ním pokračuje jako rozbíhavý, dopadá na zrcadlo tip-and-tilt pro vstupní pupilu (PTTM), derotátor, zrcadlo duté (svazek se mění na sbíhavý), totéž pro obraz (ITTM), zrcadlo rovinné v ohnisku (rozbíhavý), deformovatelné zrcadlo vysokého řádu (DM), o průměru 180 mm, se 41×41 aktuátory se zdvihem $\pm 1 \mu\text{m}$ mezi aktuátory ($3,5 \mu\text{m}$ maximum), pracujícími na frekvenci $f = 1,2 \text{ kHz}$, zrcadlo duté (sbíhavý), další zrcadlo obracovací a čočkovou optiku za F2, vytvářející rovnoběžný svazek pro Hartmannův–Shackův senzor vlnoplochy (WFS), sestávající z pole 40×40 čoček a detektoru EMCCD se 6×6 pixely na sub-aperturu, dále zrcadlo diferenciální tip-and-tilt (DTTS), zajišťující souosost se dvěma koronografy, což jsou clony v F3 nebo F4 a clony Lyotovy; případně půlvlnné destičky pro volbu polarizace. Další komponenty zajišťují souosost s VLT, tlumení vibrací, pohon servomotorů, kryostat nebo termoregulaci. Převzato z [11].



Obr. 2 — Zobrazovací polarimetr ZIMPOL. Svazek postupně prochází: filtrové kolo s polarizátorem (FW0), elektrooptický modulátor (FLC), polarizační dělič svazku (PBS), posléze dva svazky s polarizací vodorovnou a svislou procházejí filtrovými koly (FW1, FW2), odrážejí se od zrcadel dvakrát lomících paprsky a dopadají na dva detektory (vedle sebe). Demodulátor je řešen na čipu CCD jako synchronizovaný posun nábojů. Převzato z [11].

a difuzních struktur. Nelze zcela zanedbat ani rotaci asteroidu během série snímků, způsobující určité rozmytí detailů. Dekonvoluce využívá Bayesovu statistiku, určité předpoklady o šumu a také informace známé *a priori* (tvar, intenzita $I > 0$). I když je S_0 poměrně malé, lze obraz rekonstruovat, což ale znamená, že S_0 má malý smysl.

Teoreticky je zobrazení dalekohledem popsáno jako konvoluce ideálního obrazu O s PSF, zde označenou H (obr. 8), plus šum N :

$$I = H * O + N.$$

Bayesova věta, kterou zamýšlíme využít, popisuje vztah mezi podmíněnými pravděpodobnostmi; např. $p(O|I)$ je pravděpodobnost, že nastane jev O , za předpokladu, že nastal jev I . V našem kontextu jsou pravděpodobnosti úměrné signálům, např. $p(I) = I/65\,535$ ADU. Pravděpodobnost, že nastane současně jev O i I , je zřejmé:

$$p(O \wedge I) = p(O|I)p(I) = p(I|O)p(O),$$

odkud plyne Bayesova věta:

$$p(O|I) = \frac{p(I|O)p(O)}{p(I)}. \quad (1)$$

Jde nám přitom o maximalizaci $p(O|I)$, neboli nalezení takového ideálního obrazu O , který nejlépe odpovídá pozorovanému I , tzn. $O' = \arg_O \max p(O|I)$. Minimalizujeme proto funkcionál J , v němž je použit minus logaritmus čitatele (1); beztak jmenovatel nezávisí na O :

$$J = -\ln[p(I|O)p(O)] = -\ln p(I|O) - \ln p(O) \equiv J_N + J_O.$$

Zde $p(I|O)$, resp. J_N , je vlastně šum¹; $p(O)$, resp. J_O , apriorní pravděpodobnost, jak vypadá obraz. Nevíme-li nic, $p(O) = 1$, $J_O = 0$.

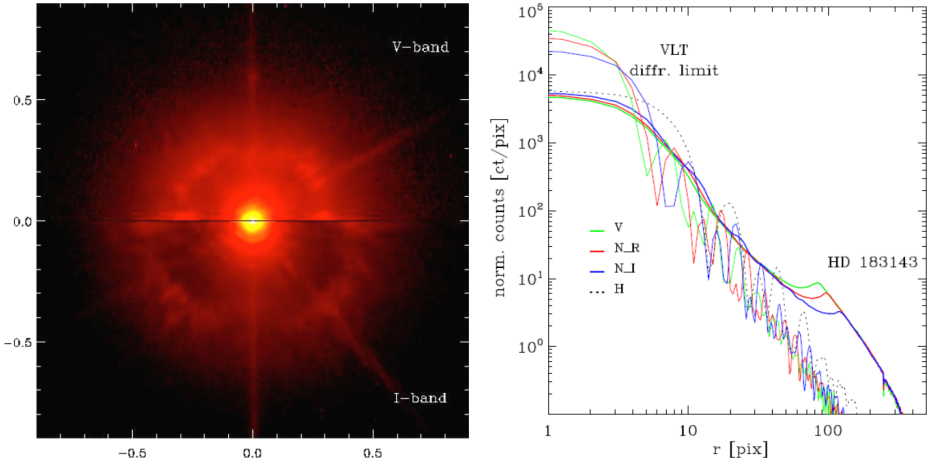
Klasická dekonvoluce (Richardsonova–Lucyho) používá Poissonovu statistiku pro $p(I|O)$, vhodnou pro nezávislé emise fotonů, kdy střední počet událostí λ (za určitý čas) znamená pravděpodobnost, že dojde ke k událostem:

$$p(k; \lambda) = \frac{\lambda^k e^{-\lambda}}{k!},$$

což po logaritmování $-\ln p = -k \ln \lambda + \lambda + \ln k!$. V našem případě je $k \dots I$, $\lambda \dots H * O$, čili:

$$J_N = -\ln p(I|O) = \sum_r [-I \ln(H * O) + H * O],$$

1. pravděpodobnost, že se na pozorovaném obraze vyskytuje signál I , když na ideálním je O



Obr. 3 — Funkce rozptylu $PSF(x, y)$ instrumentu ZIMPOL (vlevo) v úhlových vteřinách; nahoře obor V, dole I. Středovaná funkce $PSF(r)$ v pixelech ($1 \text{ pxl} = 3,6''$) a ADU; nahoře teoretický difrakční limit VLT, dole měření na hvězdě HD 183134. Převzato z [10].

kde suma je přes obraz (rozepsáno přes x, y). Otázkou samozřejmě je, jak J_N minimalizovat. Nejlépe tak, že: spočteme gradient, posuneme se proti, při konvergenci $n \rightarrow \infty$ předpokládáme $O^{n+1}/O^n = 1$, odkud plyne iterační algoritmus pro O^{n+1} (Temerinac-Ott 2016):

$$O^{n+1}(r) = O^n(r) \left[H(-r) * \frac{I(r)}{H(r) * O^n(r)} \right].$$

Kvůli tomu, že šum není přesně poissonovský, však diverguje.

Proto se využívá regularizovaná dekonvoluce. Předpokládáme šum gaussianovský, vhodný pro případ, kdy spolupůsobí vícero jevů:

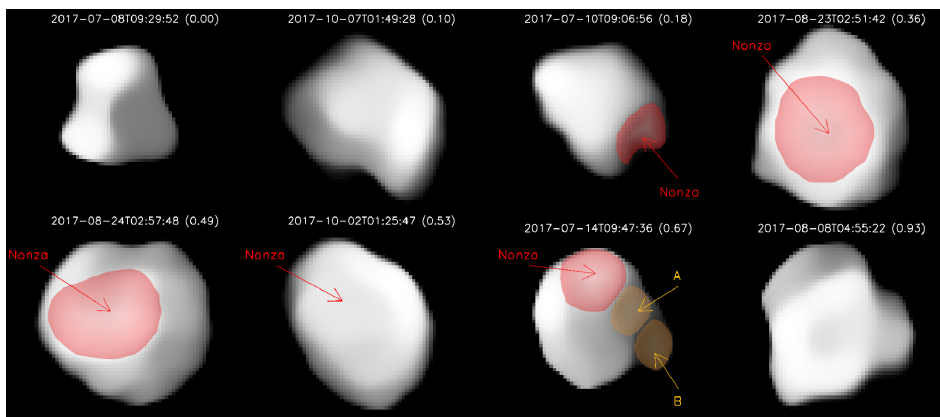
$$p(x; \sigma) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}},$$

tzn. $-\ln p = -\sigma\pi + x^2/(2\sigma^2)$. V našem případě je $x \dots I - H * O$, $\sigma \dots I$ posunuté na úroveň variance šumu pozadí. Potom:

$$J_N = \sum_r \frac{1}{2\sigma^2} (I - H * O)^2. \quad (2)$$

Detekce hran je provedena pomocí předepsaného:

$$J_O = -\ln p(O) = \mu \sum_r \left[\frac{|\nabla O|}{\delta} - \ln \left(1 + \frac{|\nabla O|}{\delta} \right) \right], \quad (3)$$



Obr. 4 — Asteroid (89) Julia na sérii osmi snímků po dekonvoluci. Poloha identifikovaného kráteru Nonza je vyznačena červeně, další dva možné krátery (A, B) hnědě. V závorce je uvedena rotační fáze. Převzato z Vernazza aj. (2018).

kde parametry μ a δ musejí být zvoleny. Tato apriorní znalost zajišťuje regularizaci algoritmu. Tento zde ovšem nevypisujeme.

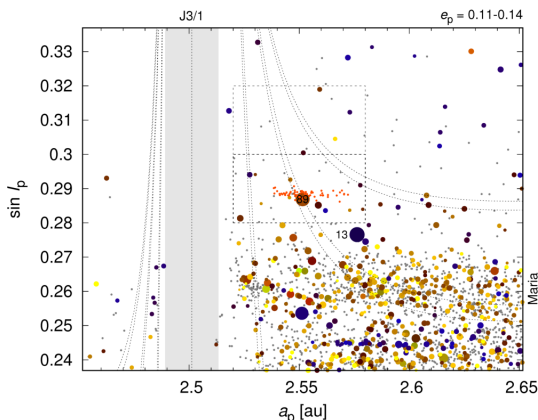
Myopická dekonvoluce využívá kromě (2), (3) ještě člen:

$$J_H = \frac{1}{2} \sum_q \frac{|\tilde{H} - E(\tilde{H})|^2}{E[|\tilde{H} - E(\tilde{H})|^2]}, \quad (4)$$

kde $\tilde{H} \equiv \mathcal{F}H$ je Fourierova transformace PSF, neboli přenosová funkce MTF, a suma je přes prostorové frekvence q (specificky q_x, q_y). Jedná se o další regularizaci, kdy vyžadujeme, aby MTF bylo blízko střední $\overline{\text{MTF}}$, kde blízkost je dána variancí ve jmenovateli. Jako $E()$ lze užít průměr přes obrazy nerozlišené hvězdy. PSF by v principu bylo možné získat také z dat ze senzoru vlnoplochy, ale pouze do určitého řádu.

Asteroid (89) Julia je ukázán na obr. 4. Evidentně má značně nepravidelný tvar, zřetelná je rotace s periodou $P \doteq 11,38$ h, rotační osa má ekliptikální šířku $\beta = (-24 \pm 2)^\circ$ a délku $\lambda = (14 \pm 2)^\circ$. Opakovaně viděné útvary svědčí o tom, že se nejedná o artefakty adaptivní optiky nebo dekonvoluce. Na povrchu je patrný přinejmenším jeden kráter o průměru $D_c = (75 \pm 5)$ km, na „zeměpisné“ šířce $\phi \doteq -32^\circ$.

Zároveň je v okolí pozorována rodina Julia (obr. 5), kterou objevili Nesvorný aj. (2015). Viditelná je v prostoru vlastních elementů ($a_p, e_p, \sin I_p$); asteroidy



Obr. 5 — Rodina Julia a její okolí zobrazené v prostoru vlastních elementů velká poloosa a_p , sklon $\sin I_p$; rozsah excentricit je $e_p \in (0,11; 0,14)$. Členy rodiny jsme vyznačili oranžově. Poblíž se nachází rezonance středního pohybu s Jupiterem J3/1 a několik sekulárních rezonancí z_1, z_2, z_3 (tečkované). (13) Egeria je nejhmotnější asteroid poblíž. Na nižších sklonech se nachází rodina Maria.

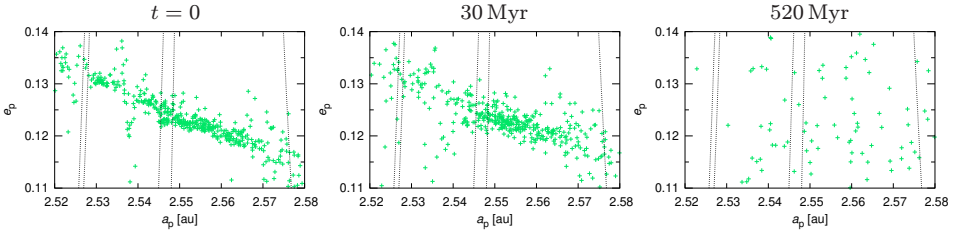
samozřejmě nejsou blízko sebe v (x, y, z) . Jedná se výhradně o malá tělesa s průměrem $D < 3$ km, jejichž rozdělení velikostí odpovídá kráterování. V inkriminované oblasti hlavního pásu, na vysokých sklonech, je nízká kontaminace asteroidy pozadí, takže rodina je dosti zřetelná. Nachází se poblíž rezonance J3/1 a několika slabších sekulárních rezonancí. Úniková rychlost z asteroidu Julia je $v_{\text{esc}} = \sqrt{2GM/R} \doteq 100 \text{ m s}^{-1}$, což se zdá v souladu s rozměrem rodiny podle Gaussových rovnic, které popisují vztahy mezi $\Delta a, \Delta e, \Delta I$ a složkami relativní rychlosti v_R, v_T, v_W . Zároveň se rodina nachází těsně *nad* asteroidem (89) Julia, což naznačuje výhoz do poloprostoru.

Orbitální vývoj syntetické rodiny (obr. 6) začíná volbou počátečních podmínek, kdy předpokládáme izotropní pole rychlostí, rozdělení $|\mathbf{v}|$ s maximem blízko v_{esc} , protože při výhozu musely mít fragmenty alespoň v_{esc} , ale nikoli přesně v_{esc} (není to „rocket science“). Zároveň jsme volili určité hodnoty pravé anomálie $f = 180^\circ$ a $\omega + f = 80^\circ$, kde ω označuje argument pericentra (v souladu s obr. 4).

Dynamický model zahrnuje gravitaci Slunce, planet, asteroidu (13) Egeria, dále Jarkovského jev, YORP jev, sekulární vývoj rotační osy, náhodné srážky reorientující osu, související změny tvaru a změny rotační periody. Pro výpočet vlastních elementů jsou nutné digitální filtry. Pro výpočet orbitálního vývoje používáme upravený numerický integrátor SWIFT (Levison & Duncan 1994; Brož aj. 2011).

Zpočátku jsou členy rodiny rozmístěny v eliptickém útvaru, jenž se záhy rozpadne působením rezonancí, zejména jeho levá část. Po 10^2 Myr se rodina rozplývá působením Jarkovského jevu. To nám umožňuje určit stáří $t = 10$ až 120 Myr.

Přesnějším určení brání omezený počet pozorovaných těles, ke kterým náhodně vybíráme syntetická, a to ze zmiňovaných rozdělí ($|\mathbf{v}|$, rotační osy, tvary, aj.). Nesmíme opomenout, že i náhodným výběrem bychom mohli obdržet soulad mezi syntetickou a pozorovanou rodinou.

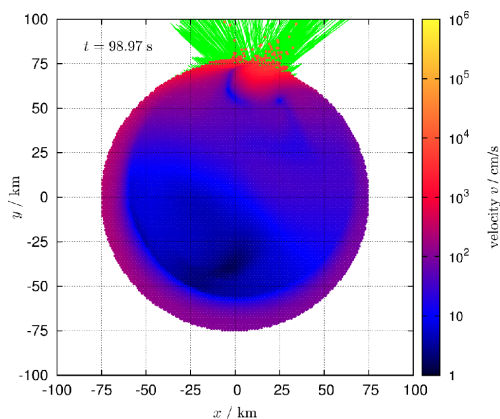


Obr. 6 — Orbitální vývoj syntetické rodiny Julia na grafu vlastní velká poloosa a_p , vlastní excentricita e_p . Nahoře situace krátce po rozpadu mateřského tělesa, uprostřed v čase $t = 30$ Myr, kdy jsme obdrželi nejlepší shodu s pozorováním, dole pozdější čas, když je rodina zcela rozptýlena. Pro porovnání s pozorováním bylo ovšem nutné provést přeskálování podle pozorovaného rozdělí velikostí (SFD).

Simulaci samotné srážky jsme provedli metodou SPH (Benz & Asphaug 1995). Konec fragmentační fáze je ukázán na obr. 7. Střední impaktní rychlost jsme předpokládali $v = 6 \text{ km s}^{-1}$, což odpovídá zmiňovanému místu v hlavním pásu, impaktní úhly v rozmezí $\theta = 15^\circ$ až 75° . V simulaci se vytvořil přechodový kráter $D_c = 60 \text{ km}$, soudě podle balistických křivek fragmentů. Může se dále zvětšit (relaxací, vznikem centrálního vrcholu, kolapsem, sesuvy). Objem vydlabaného materiálu V_{ex} je nicméně v souladu s pozorovaným kráterem. Reakumulační fáze se počítá N-částicově (Richardson aj. 2000). Započítává se nejen gravitace největšího tělesa, kterou by bylo snadné aproximovat, $g = GM/r^2$, nýbrž vzájemná gravitace všech jednotlivých fragmentů. Objem vyhozeného materiálu V_{ej} je v souladu s pozorovanou rodinou. Jelikož větší část materiálu dopadá zpět na povrch, vychází $V_{\text{ej}} \ll V_{\text{ex}}$. Zajímavé je, že i poloha kráteru Nonza je v souladu s posunem rodiny Julia vůči asteroidu (89) Julia, neboť v určité rotační fázi může dojít k výhozu právě do horního poloprostoru.

Kromě výše uvedeného jsme počítali statistiku srážek metodou Monte-Carlo (Morbidelli aj. 2009), konkrétně s populací asteroidů hlavního pásu, abychom ověřili, že projektily o rozměru $d = 8 \text{ km}$ se s Julií srazily pravděpodobně v posledních 10^2 Myr, což je také v souladu s dynamickým stářím rodiny. Na závěr připojujeme poznámku, že článek Vernazza aj. (2018) byl zařazen mezi A&A Highlights.

[1] BENZ, W., ASPHAUG, E. *Impact simulations with fracture. I. Method and tests*. *Icarus*, **107**, 98, 1994.



Obr. 7 — Simulace srážky terče o průměru $D = 150$ km s projektilem $d = 8$ km (vlevo mimo), při níž vznikla rodina Julia. Rychlost projektilu činila $v = 6 \text{ km s}^{-1}$, impaktní úhel $\theta = 75^\circ$. Zobrazen je řez tělesem v rovině (x, y) a absolutní hodnota rychlosti fragmentů $|\mathbf{v}|$. Zelené jsou vyznačeny balistické dráhy, které by fragmenty uletěly v tíhovém poli mateřského tělesa. Odtud vyplývá velikost přechodového kráteru $D_c \doteq 60$ km.

- [2] BROŽ, M., VOKROUHLICKÝ, D., MORBIDELLI, A., NESVORNÝ, D., BOTTKÉ, W. F. *Did the Hilda collisional family form during the late heavy bombardment?* Mon. Not. R. Astron. Soc., **414**, 2716–2727, 2011.
- [3] CONAN, J.-M., FUSCO, T., MUGNIER, L. M., MARCHIS, F. *MISTRAL: Myopic deconvolution method applied to ADONIS and to simulated VLT-NAOS images.* Messenger, **99**, 38–45, 2000.
- [4] LEVISON, H. F., DUNCAN, M. J. *The long-term dynamical behavior of short-period comets.* Icarus, **108**, 18–36, 1994.
- [5] MORBIDELLI, A., BOTTKÉ, W. F., NESVORNÝ, D., LEVISON, H. F. *Asteroids were born big.* Icarus, **204**, 558–573, 2009.
- [6] NESVORNÝ, D., BROŽ, M., CARRUBA, V. *Identification and dynamical properties of asteroid families.* Tuscon: Arizona Univ. Press, 2015.
- [7] RICHARDSON, D. C., QUINN, T., STADEL, J., LAKE, G. *Direct large-scale N-body simulations of planetesimal dynamics.* Icarus, **143**, 45–59, 2000.
- [8] SAUVAGE, J.-F. AJ. *SAXO, the eXtreme Adaptive Optical System of SPHERE. Overview and calibration procedure.* Proc. SPIE, **7736**, 77360F, 2010.
- [9] SCHMID, H. M. AJ. *SPHERE/ZIMPOL observations of the symbiotic system R Aquarii.* Astron. Astrophys., **602**, A53, 2017.
- [10] SCHMID, H. M. AJ. *Characterization of the ZIMPOL PSF.* Calibration 2017 conf., 2017.
- [11] *SPHERE instrument description.* [online] [cit. 2018-11-06]. <https://www.eso.org/sci/facilities/paranal/instruments/sphere/inst.html>.
- [12] TEMERINAC-OTT, M. *Tile-based Richardson-Lucy deconvolution.* Technical Report, 260, 2010.
- [13] VERNAZZA, P., BROŽ, M., DROUARD, A., HANUŠ, J., VIKINKOSKI, M., MARSET, M., JORDA, L. AJ. *The impact crater at the origin of the Julia family detected with VLT SPHERE?* Astron. Astrophys., **618**, A154, 2018.

Naším cílem je pořizování záznamu oblohy tak, jak bychom ji viděli pouhým okem, a jeho promítání v digitálním planetáriu. Zkusili jsme proto použít kameru Canon Eos 350D, objektiv typu rybí oko Sigma EX DC Circular Fisheye, stativ a intervalovou spoušť. Expoziční doba byla zvolena $t = 8$ s, interval $\Delta = 11$ s, ohnisková vzdálenost $f = 4,5$ mm, clonové číslo $f/2,8$, citlivost ISO 800, čip APS-C, počet pixelů 3 456 krát 2 304, čas pozorování 11. 8. 2018 od 23 h 23 min do 2 h 31 min UT, čili v období činnosti meteorického roje Perseid.

Není to bohužel tak přímočaré, že se pořízené snímky prostě promítnou. Na sérii snímků je navíc vidět jevy, které by na 1 statickém vidět nebyly. Nezbytné je proto pečlivé zpracování snímků, pro což jsme tentokrát ne zvolili program Iris [1], nýbrž Gmic [2]. Pro jednoduchost jsme také použili formát JPG, nikoli RAW. Program se ovládá z příkazového řádku. Obecný postup je, že načte vstup (`-input`), tzn. obrázky do paměti, kde se pak jeví jako matice [0], [1], atd., provede s nimi požadované operace, zapíše výstup (`-output`), tzn. obrázky na disk. Pro vícero obrázků si vždy vytvoříme jednoduchý skript v Pythonu.

V úvahu přicházejí následující operace (příkazy):

0. Naprosto nezbytné je pořízení temných snímků *během* pozorování! Nemáme-li je, nemá cenu číst dále. Jinak totiž vzniknou neúnosně rušivé nepohyblivé artefakty.
1. Vytvoření hlavního temného snímku (`-add`, `-div`), a to sečtením jednotlivých temných snímků. Získáme tak větší signál S , zároveň větší šum $N \doteq \sqrt{S}$, nicméně větší poměr S/N . Aby bylo možné výstup opět uložit do 8-bitového snímku, musíme dělit počtem snímků n , konkrétně:

```
gmic -input IMG_6895.JPG IMG_6896.JPG IMG_6897.JPG -add[0] [1] -add[0] [2] \
-div[0] 3.0 -output[0] dark.jpg
```

2. Odečtení temného snímku (`-sub`, `-cut`) spočívá v odečtení nezajímavého signálu $S - S_{\text{dark}}$, přičemž ovšem dochází k přičtení šumu, $\sqrt{N^2 + N_{\text{dark}}^2}$, jakožto náhodné veličiny, čili snížení S/N ; prakticky (v Pythonu):

```
import subprocess

files = subprocess.check_output("cd orig; ls IMG*.JPG", shell=True)

for fil in files.split():
    src = "orig/" + fil
    dst = "darksubtract/%s" % (fil)
    cmd = "gmic -input %s dark/dark.jpg -sub[0] [1] -cut[0] 0,255 \
        -output[0] %s,99" % (src, dst)

    subprocess.check_output(cmd, shell=True)
```

Rovné pole jsme pro tentokrát nekorigovali, neboť je obtížné pořídit korekční snímek pro objektiv typu rybí oko. Uvažovali jsme o použití matného kulového svítidla z hvězdárenského WC, avšak nesmělo by být Slunce na obloze. Nicméně je zřejmé, jak by se to provedlo pomocí Gmic (-div).

3. Dekompozice Lab (-rgb2lab, -lab2rgb), neboli rozložení snímku na složky v barevném prostoru La^*b^* , kde L odpovídá luminanci, a^* barvě žlutá–fialová, b^* barvě červená–zelená. Užitečné tj. kvůli následujícímu kroku.
4. Bilaterální filtr (-bilateral) umožňuje selektivní vyhlazení oblastí, kde ruší šum. Jedná se nám především o šum chromatický, který je úhlově větší a korelovaný, daný pravidelnou strukturou čipu CMOS. Provádíme proto rozmazání pouze barevných kanálů a^* , b^* , nikoliv luminance L , přičemž to lze provést opakovaně (v cyklu). Pokud bychom rozmazávali i L , určitě užijeme odlišnou úhlovou škálu. Provedeme oba kroky najednou, abychom neměli tolik pracovních souborů:

```
cmd = "gmic -input %s -rgb2lab -split[-1] c \  
-repeat 2 -bilateral[-1--2] 2%,3% -done -append[-1--3] c -lab2rgb \  
-output[0] %s,99" % (src, dst)
```

5. Ořez (-crop), neboť kruhový fisheye zabírá pouze omezenou část snímku 3:2.
6. Škálování se zachováním hran (-upscale_smart), a to na standardní rozměr 4096 krát 4096 pixelů (4K). Určitě je lepší použít sofistikovanější postup, bez zbytečného rozmazání hran způsobeného jednoduchým škálováním.
7. Otáčení (-rotate), neboť statické snímky působí staticky a rozmazaně. Nejjednodušší je snímky otáčet vhodnou úhlovou rychlostí. Všechny tři výše uvedené kroky zajistíme:

```
import subprocess  
  
files = subprocess.check_output("cd blur; ls IMG_*.JPG", shell=True)  
files = files.split()  
  
i = 0  
n = len(files)  
for fil in files:  
    a = -20.*i/(n-1)  
    i += 1  
    cmd = "gmic -input %s -crop[0] 704,128,{704+2048-1},{128+2048-1} \  
-upscale_smart[0] 200%,200%,1,0,0.4,10 -rotate[0] %.4f,1,0,50%,50% \  
-output[0] %s,99" % (src, a, dst)  
  
subprocess.check_output(cmd, shell=True)
```


8. Efekt dlouhé expozice (`-max`), neboli skládání snímků pomocí funkce `maximum`, aby vznikly stopy hvězd. V našem případě jsou prodlevy mezi expozicemi, prodloužené při pořizování temného snímku, úpravy expoziční doby nebo opomenutí restartu intervalové spouště, ale naštěstí nepůsobí příliš rušivě. Konkrétně:

```
import subprocess

files = subprocess.check_output("cd ../darksubtract; ls IMG_*.JPG", shell=True)
files = files.split()

tmp = "out.pnm"

i~ = 0
for fil in files:
    src = "../darksubtract/" + fil
    dst = fil
    if i~ == 0:
        cmd = "gmic -input %s -output[0] %s" % (src, tmp)
    else:
        cmd = "gmic -input %s %s -max[0] [1] -output[0] %s -output[0] %s,99" \
            % (tmp, src, tmp, dst)
    i~ += 1

subprocess.check_output(cmd, shell=True)
```

9. Přidání šumu (`-add_grain`), což zní poměrně nelogicky. Pokud by však na snímcích zůstal korelovaný šum, mohlo by působit lépe, kdyby se do snímku přidal nekorelovaný, s menší úhlovou škálou. Naše vnímání by se tím mohlo nechat ošálit.
10. Dekonvoluce (`-deconvolve_richardsonlucy`) pomocí Richardsonova–Lucyho algoritmu je potenciálně podstatným zlepšením/zaostřením snímku. Používáme přitom předepsanou rozptylovou funkci PSF, získanou tak, že zvolíme/ořízneme jednu z hvězd nebo vezmeme průměr z několika hvězd. Nesmí být ani příliš jasné, aby nedocházelo k ořezu na 255 ADU, nesmí být ani z okraje snímku, kde by koma nebo astigmatismus způsobovaly podstatně větší deformace než ve středu pole. Je to poněkud zdlouhavé pro řádově 1 000 snímků, nicméně:

```
cmd = "gmic -input %s psf.png -normalize[1] 0,255 \
-deconvolve_richardsonlucy[0] [1],50 -cut[0] 0,255 -output[0] %s" % (src, dst)
```

V souboru `~/gmic` je navíc třeba doplnit kryptický skript:

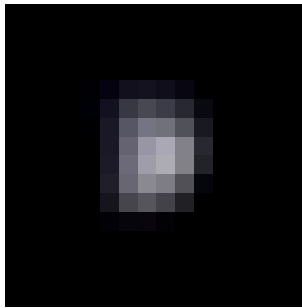
```
#@gmic correlate_fft
#@gmic : Convolve selected images with image [$1]
correlate_fft :
-e[^-1] "Correlate image with image [$1]"
-v - -pass$1 0 -repeat {${!-1} -1[>, -1]
    w2={int({0,w}/2)} h2={int({0,h}/2)} d2={int({0,d}/2)}
    -r[1] [0], [0], [0], [0], 1, 0, 0, 0.5, 0.5, 0.5, 0.5 -shift[1] -$w2, -$h2, -$d2, 0, 2
```

```

-fft[0] -fft[2] -*[3] -1
--*[-4] [-1] --*[-4] [-3] -+[-2,-1]
-*[-5,-3] -*[-3,-2] --[-3,-2]
-iffit -rm[-1]
-endl -done -v +

#@gmic deconvolve_richardsonlucy : filter,nb_iter>=1, acceletation>=0
#gmic : Deconvolve images using the first one as a~blur operator (PSF)
deconvolve_richardsonlucy : -check ${-is_image_arg\ $1}" && ${2=5}>=1"
-e[-1] "Deblur image using Richardson-Lucy algorithm with filter [$1]."
-v -
-pass$1 0
-repeat ${!-1},n -l[$>,-1]
-r[1] {0,w},{0,h},{0,d},100%,0,0,.5,.5,.5 -normalize_sum[1] [0]
-repeat $2,i
--convolve_fft[-1] [1] -max[-1] 1e-6 --/[0] [-1] -rm[-2]
-correlate_fft[-1] [1] -*[-1,-2] # u~*= H ( f / Hu )
-done -rm[0,1]
-endl -done -v +

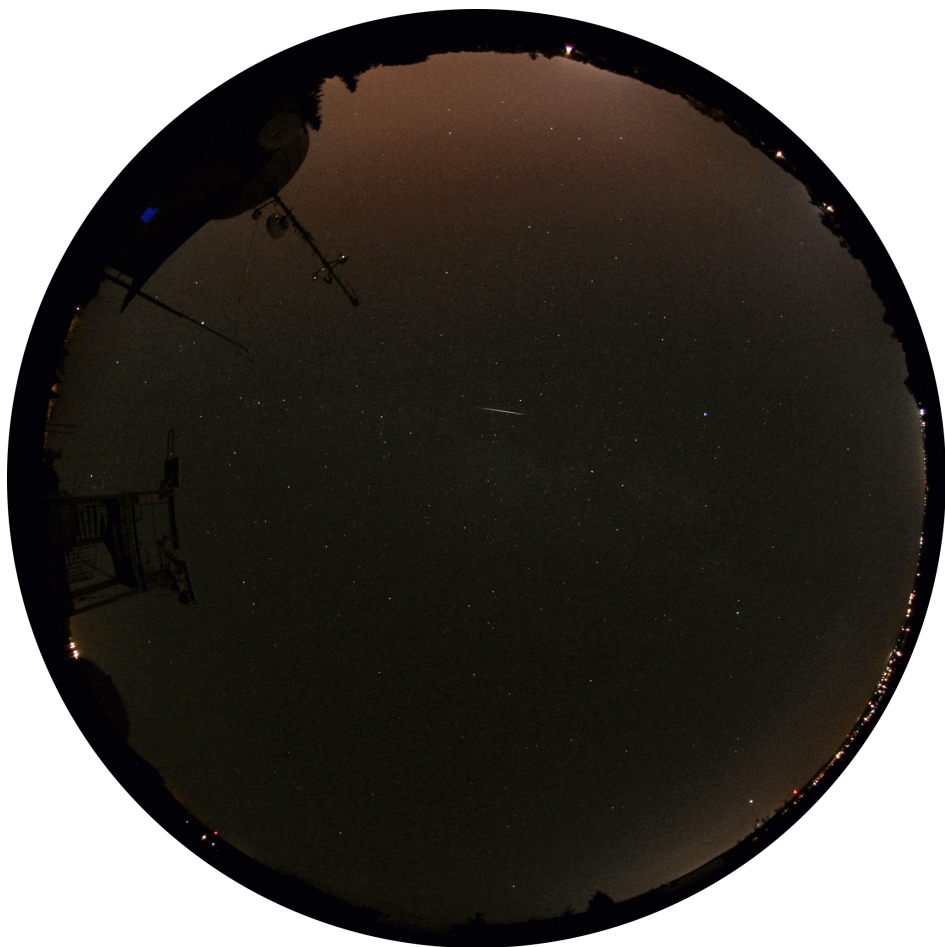
```



Obr. 8 — Rozptylová funkce PSF použitá pro Richardsonovu–Lucyho dekonvoluci, získaná jako průměr obrazů tří jasných hvězd.

11. Korekce γ , neboli tvar přenosové křivky, je zásadním parametrem, který ovlivňuje celkový vzhled a vůbec použitelnost v planetáriu. V našem případě se používá Zeiss Powerdome Encoder, kde volíme zdrojovou $\gamma = 1,6$, cílovou $\gamma = 1,8$, aby na kopuli vypadala tma jako tma. Program zároveň provádí enkódování formátu fulldome 4K, 30 fps do souborů MPEG-2, které se ve finále promítají projektořky.
12. Audio, alespoň krátký záznam ruchů během pozorování, značně pomůže oživit obraz.
13. Animaci (pro Youtube) lze nakonec vytvořit pomocí `ffmpeg`:

```
cat youtube/IMG_*.jpg | ffmpeg -f image2pipe -i - -q:v 1 5__IMG.avi
```

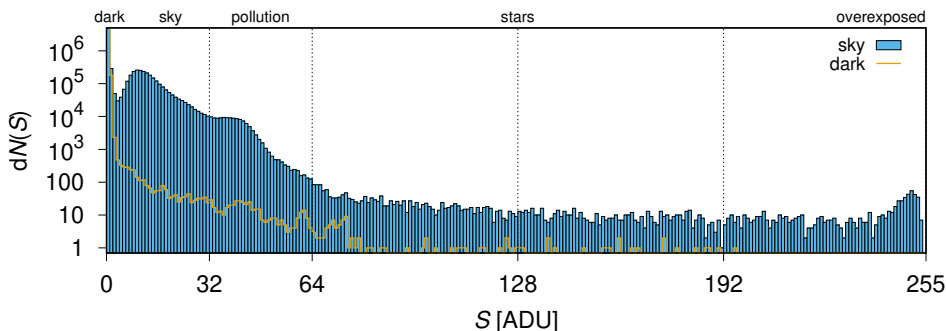


Obr. 9 — Snímek oblohy, na němž byly provedeny v textu uvedené operace (kromě dekonvoluce). Pouze pro tisk byla zvýšena γ .

Jeden ze snímků je na obr. 9, jeho histogram na obr. 10.

Na první sérii snímků jsou patrné hvězdy do 5,5 mag, světelné znečištění z Hradce Králové, z Pardubic (sic!), cirry, letadla, družice, Iridia, svítání atp. Vypadá velmi podobně tomu, jak si pamatuji oblohu. Na druhé (dlouhé expozici) je moc pěkně vidět otáčení oblohy okolo pólu i jednotlivé meteory roje Perseid plus sporadické, protože na obraze zůstávají.

Kromě výše uvedených jsou patrné nevyhnutelné přístrojové jevy, zejména: fotonový šum od oblohy, resp. světelného znečištění (signál asi $S = 50$ ADU, šum



Obr. 10 — Histogram snímku na obr. 9 a příslušného temného snímku, s následující interpretací: hodnotám $S = 2$ až 3 ADU odpovídá signál od temného snímku, $N = \sqrt{S} = 1$ až 2 ADU je šum od temného snímku (zůstává na snímku), vrchol mezi 10 až 16 ADU je signál od oblohy, 3 až 4 ADU šum od oblohy, projevující se šířkou vrcholu, 16 až 48 ADU signál od světelného znečištění, 4 až 7 ADU by byl šum od téhož, i když to nelze odlišit, nad 64 ADU signál od jasnějších hvězd spolu se šumem od hvězd; zvýšení u 255 ADU je způsobené přexponovanými hvězdami. Zdůrazníme, že fotonovému šumu není vyhnoutí! Vzhledem k tomu, že byl použit starší přístroj Canon Eos 350D, testovali jsme i temný snímek novějšího Canonu 6D. Tyto nové přístroje však nejsou „zázračně“ lepší, histogram je podobný, pouze mají v průměru nižší hodnotu signálu od temného snímku a podstatně méně odlehlých bodů.

$N = \sqrt{S} \doteq 7$ ADU), nebo kosmiky. Naopak jsou prakticky neviditelné: fotonový šum jasných hvězd, signál od temného snímku (byl odečten), šum od temného snímku ($S = 2$ až 3 ADU, $N = 1$ až 2 ADU), vyčítací šum ($N = 0$ až 1 ADU). Chromatický (tzn. korelovaný) šum byl potlačen digitálními filtry.

Pro další zvýšení S/N tedy zřejmě *nepomůže*: lepší kamera, formát RAW nebo vyšší ISO, protože jsme beztak na limitu daném počtem fotonů; nýbrž pouze: větší sklo (tzn. více světla od oblohy), delší expozice (pak je ovšem příliš rychlý pohyb oblohy při 30 fps), velmi tmavá obloha. Na našem stanovišti nelze jen tak použít dlouhou expozici, protože obloha by za chvíli byla přepálená (a na * by nezbývaly žádné ADU). Zbývá možnost HDR. Eventuálně (přerušovaná) pointovaná expozice, ale fisheye dosti zkresluje.

Skutečnost, že šum od oblohy *není* vidět okem na skutečné obloze, ale je vidět v planetáriu, je patrně způsobena třemi jevy: (i) neurony vysílají periodické elektrické signály neustále, pouze při určité změně světelného S se změní perioda tohoto signálu; (ii) krátká expoziční doba oka znamená tak malé S i N , kterého si již nevšimneme, kdežto v planetáriu máme oněch $S \pm N = 50 \pm 7$ ADU; (iii) v planetáriu je film zrychlen 330krát a na vnímání zrychlených změn může být mozek vyladěn.

[1] BROŽ, M. *Skládání snímků RAW v Irisu*. *Povětroň*, **16**, S1, 15–19, 2008.

[2] *Gmic*. [online] [cit. 2018-10-16]. (<https://gmic.eu/>).

Putování za slunečními hodinami Moravskoslezského kraje

Jaromír Ciesla

13. 10. 2018 v 9 h 30 min SELČ se členové Astronomické společnosti v Hradci Králové, pracovní skupiny sluneční hodiny, sešli nedaleko Opavy v obci Holasovice ke svému podzimnímu putování za slunečními hodinami. Většina členů dorazila ve stanoveném čase na místo srazu, které bylo uvedeno v programu. Skutečné místo setkání bylo sice o ulici vedle, ale s tím jsme se rychle vyrovnali.

První sluneční hodiny byly pro nás všechny překvapením, jelikož ještě nebyly v katalogu a tak nikdo nevěděl, jak vypadají. Ostatně krátce před půl desátou nás u nich přivítal sám jejich tvůrce pan Herber se svou ženou, která pro nás připravila bohaté pohoštění.



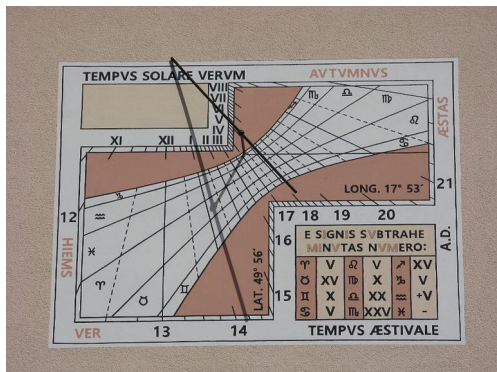
Obr. 11 — Společné foto s autorem hodin v Holasovicích.

Od pana Pěkného jsme se dozvěděli o obnovených hodinách v Táboře, který leží nedaleko, a tak jsme se rozhodli je zdokumentovat. Hodiny jsem fotil v roce 2008. V té době byla omítka obitá až na cihlu, ale hodiny s ukazatelem zůstaly. Následně v roce 2013, když jsem kolem projížděl, byla na kapli nová omítka, na které zbyl jenom ukazatel. Po našem příjezdu jsme zdokumentovali nový stav. Hodiny byly obnovené do původního vzhledu a ukazovaly.



Obr. 12 — Svislé sluneční hodiny v Táboře.

Naše další cesta vedla do Opavy na ulici Karolíny Světlé. Cestou se sice část naší výpravy poztrácela ve spleti opavských uzavírek a hustém provozu, ale nakonec všichni dojeli na určené místo. Nacházejí se zde velice pěkné a zajímavé sluneční hodiny, u kterých jsme se rovněž setkali s autorem grafického návrhu, jímž je pan Skalička. Ten nám velmi ochotně vysvětlil, jak tyto hodiny fungují a co všechno obsahují.



Obr. 13 — Svislé sluneční hodiny v Opavě na ulici K. Světlé.

Následující průjezd Opavou se již obešel bez problémů a tak jsme bezpečně dorazili do Chlebičova na ulici Na Kopci. Tady jsem představil svoje sluneční hodiny, z nichž jedny jsou na stěně domu, druhé v trávníku vedle vjezdu a ze třetích zbyl již jen ukazatel, jelikož číselník byl polámán silným větrem.

Po občerstvení si účastníci prohlédli ještě moji hvězdárnu a pak jsme pokračovali k dalším slunečním hodinám, které se nacházejí ve Štěpánkovicích. Tady jsme se rovněž setkali s majitelem a realizátorem panem Vehovským, kterého jsem na náš příjezd včas připravil, a tak byla naše početná skupina vpuštěna i na dvorek před domem a mile přivítána domácími a jejich pejsky. Zajímavostí těchto svislých hodin zhotovených z nerezů je to, že jsou dělané podle větší předlohy, nacházející se v Háji ve Slezsku. Jelikož jsou ale tyto hodiny na jinak orientované stěně, liší se kromě velikosti také rozmístěním hodinových značek.



Obr. 14 — Svislé sluneční hodiny ve Štěpánkovicích.

Poslední hodiny našeho dopoledního programu se nacházely v Píšti. Tyto hezké sluneční hodiny jsou skvěle zapasované do centra obce. Díky malé fintě, kdy je číslice pro třetí hodinu ranní umístěna až daleko za silnicí, byly v době vzniku označovány jako největší svého druhu ve střední Evropě. Ve skutečnosti zde Slunce vychází okolo letního slunovratu těsně před čtvrtou hodinou, a tak je tato značka zcela zbytečná.



Obr. 15 — Vodorovné sluneční hodiny v Píšti.

Další položkou v našem seznamu byly sluneční hodiny v Hlučíně na ulici J. Seiferta. Když jsem zde byl naposledy, byly zde číselníky tři. My jsme zde našli už jen dva. Jeden se nachází na SZ stěně a je vidět od hlavní silnice. Číselník je nezvyklý tím, že jeho ukazatel směřuje od hodin směrem nahoru. Za druhým musíme obejít řadovou zástavbu a nahlížet přes plot a dva pozemky.



Obr. 16 — SZ svislé sluneční hodiny v Hlučíně, které však na původním místě již nebyly.

V Ostravě–Porubě se zrodil v hlavách dvou nadaných výtvarnic nápad jak zkrášlit veřejné prostory kolekcí soch, jejichž součástí budou sluneční hodiny. Nápad na první pohled velice jednoduchý, ne však jeho realizace. Celkem na pěti místech mají být instalované sluneční hodiny. Bohužel v době naší akce byly hotové jenom dvoje a na dalších dvou se pracovalo.



Obr. 17 — Kontrola funkce analematických slunečních hodin v Ostravě–Porubě.

Hned první, u kterých jsme se zastavili, analematické, se velice zalíbily svým provedením s použitím mozaiky. Výtvarnice domyslela při jejich realizaci i takovou maličkost, jako je vyznačení postoje na datové desce. Velmi často se totiž setkáváme u takových hodin s tím, že si lidé stoupnou na číslici označující měsíc a nikoliv na osu desky. Pokud se totiž nepostavíme do osy datové desky, stín může být posunut i o desítky minut.

Ke druhým, horizontálním hodinám, jsme se dostali s malým zpožděním, jelikož se nám zase část výpravy cestou ztratila. Tyto horizontální hodiny s rozměrem číselníku $7,5 \times 15$ m mají hodinové rysky tvořené řadami dlaždic zdobených mozaikou. Ukazatelem je kamenný gnómon s vitráží, jejíž vrchol slouží jako ukazatel. Při určování času se řídíme polohou stínu horní části vitráže mezi paprsky hodinových čar.



Obr. 18 — Horizontální sluneční hodiny v Ostravě–Porubě.

Třetí porubské sluneční hodiny, jejichž současný stav jsme zdokumentovali, pocházejí z doby výstavby porubského sídliště. Hodiny se nacházejí vysoko ve štítě domu na ulici Kopeckého a nedávno prošly rekonstrukcí.

U slunečních hodin na domech, které prošly rekonstrukcí, se velice často setkáváme s tím, že někdo ohne ukazatel, jelikož překáží. I u tohoto ukazatele je patrné, že byl ohnut a pak narovnáán. I přesto se zdá být jeho směr špatný.

Po přestávce jsme se sešli v osmnáct hodin u analematických slunečních hodin před planetáriem v Ostravě. Při pohledu na datovou desku slunečních hodin, která musí být uložena ve směru místního poledníku, je jasná nesrovnalost s poledníkem, který je vyznačen před budovou planetária. Když jsem před časem proměřoval jeho směr podle Slunce, vyšla mi odchylka 4° .



Obr. 19 — Svislé sluneční hodiny v Ostravě–Porubě.



Obr. 20 — Analematické sluneční hodiny před planetáriem v Ostravě–Porubě.

Díky ochotě vedení zde získáváme tříhodinové zázemí, za které mockrát děkujeme. Hvězdárna s planetáriem je velice dobře vybavená k tomu, aby obyvatelům Ostravy a okolí umožnila pohled do vesmíru, o který přicházejí díky nevhodnému a mnohdy nadměrnému osvětlení. Ale ani přesto, že se nachází stranou od města, není před jeho rušivým osvětlením uchráněna. Nejhorší situace je ze směru nákupního střediska Globus a vlivem stavby dalších obchodů se lze obávat dalšího zhoršení. V prostorách planetária se nachází množství informačních panelů a interaktivních pomůcek, které návštěvníkovi přiblíží svět astronomie, fyziky, geologie a dalších oborů.

Hned u vstupu se nás ujala mladá studentka gymnázia Kačka, která nás provedla jednotlivými expozicemi. Poutavě a s přehledem nám vysvětlila jednotlivé exponáty a z jejího projevu bylo patrné, že nejen ví, o čem mluví, ale že ji to baví.



Obr. 21 — Prohlídka expozice v planetáriu.

V další části nám bylo představeno vlastní planetárium. Dozvěděli jsme se něco o jeho historii a možnostech. Následně nám byl v planetáriu promítnut program, ve kterém jsme se seznámili s tím, co je možné vidět na obloze, a to nejen té ostravské, ale i v jiných koutech Země, a dokonce z vesmíru. Závěrem nám byl představen film „Z tajných životů hvězd“, samozřejmě těch skutečných.



Obr. 22 — Ve východní kopuli.

Po prezentaci planetária jsme se přesunuli do východní kopule, ve které je instalován velký dalekohled s průměrem zrcadla 35 cm. Využili jsme jasné oblohy a jeho prostřednictvím nahlédli do hlubin vesmíru, konkrétně na pozůstatek obálky hvězdy, prstencovou mlhovinu M 57 v Lyře.

Závěrečná část v planetáriu patřila Vráťovi Zíkovi, který nám představil svoji přednášku „Astronomické základy gnómoniky“, jež pro nás byla rovněž dosti poučná. Na dotaz, kde bude další setkání, se ozval Jindra, že v Děčíně je nově instalované muzeum hodin, v jehož sbírkách jsou velmi hodnotné exponáty. Krátce po dvacáté první hodině jsme sobotní program ukončili.

V neděli o půl deváté ráno se opět setkáváme a vyrážíme za slunečními hodinami do Staré Bělé, které se nacházejí na místním kostelu. Zde se musíme chvíli zdržet, jelikož nás čeká přímý vstup do rozhlasového vysílání ČRo. Úkolu odpovědět na několik otázek paní redaktorky se se ctí a přehledem zhostil Miloš. O pozornosti a zájmu posluchačů jsme se přesvědčili záhy u naší následující zastávky.



Obr. 23 — Společné foto pod svislými slunečními hodinami ve Staré Bělé.

Když jsme dorazili ke slunečním hodinám, které se nacházejí nad vstupní branou do zámku v Paskově, během krátké doby k nám přijela starší paní, od mala bydlicí nedaleko. Hned nás oslovila, že slyšela relaci v rozhlase, a tak když nás uviděla, sedla na kolo a přijela. Řekla nám něco o Paskově, o dění v něm a pochválila pana starostu, jak se o město stará. Místní hodiny jsou velice pěkné, jen na nich zapracoval zub času. Je u nich silně zrezivělý ukazatel, který je navíc uvolněný od podpěry a má tak špatný sklon.



Obr. 24 — Svislé sluneční hodiny na zámku v Paskově.

Další sluneční hodiny, které se nacházejí na bývalé hasičárně ve Sviadnově, byly realizované v loňském roce. Jedná se o dva číselníky zakomponované do obrysu lastury, která je ve znaku obce. Chyba, ke které došlo při umístování ukazatele JV číselníku, omezuje funkčnost těchto hodin na dobu kolem poledne.



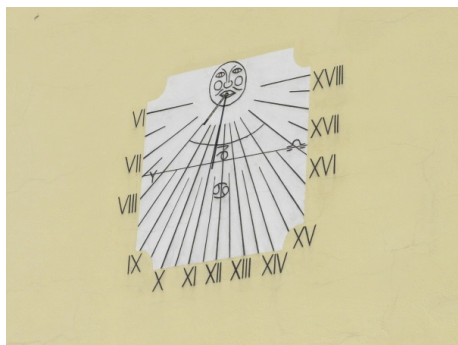
Obr. 25 — Svislé sluneční hodiny ve Sviadnově.

Pokračujeme dále, naše následující zastávka je u penzionu Hrad na okraji Frýdku Místku. Věž historického hradu ze 14. století, jenž slouží jako restaurace a penzion, byla při rekonstrukci doplněna o svislé sluneční hodiny. Vlastní číselník je zajímavý svým neobvyklým grafickým provedením.

V obci Chlebovice se nachází pěkné včelařské muzeum. Na internetu jsem se dozvěděl, že zrovna v neděli mají zavřeno, ale že pro skupiny je možná domluva. I když jsem se snažil týden dopředu domluvit, neuspěl jsem. Nafotili jsme si alespoň zdejší sluneční hodiny, které s drobnými úpravami známe ještě ze dvou dalších míst a z titulní strany knížky o slunečních hodinách.



Obr. 26 — Svislé sluneční hodiny na penzionu Hrad ve Frýdku Místku.



Obr. 27 — Svislé sluneční hodiny v Chlebovicích.

Cestou do Kopřivnice jsme vinou neaktuální navigace zajeli na silnici, která nikam nevedla. Naštěstí nám poradil náhodný kolemjdoucí. V Kopřivnici–Lubině zdobí prostor před školou horizontální sluneční hodiny zasazené do trávniku. Mohutný ukazatel naštěstí stále odolává, ale některé číslice jsou posunuté oproti správné pozici.

Po dosti dlouhém obědě v Příboru si zase díky navigaci trochu zajíždíme a navíc místy jedeme velice úzkou cestou. Auto parkujeme v Novém Jičíně na ulici Skalky a pěšky se vydáváme do nového lesoparku. Po krátkém hledání nacházíme rozměrné polární sluneční hodiny. Jsou provedené bytelně z nerezových trubek.

Zde se následně loučíme s některými členy, kteří to mají daleko domů, a vydáváme se na poslední stanoviště, kterým je soukromá hvězdárna v Hůrkách u Starého Jičína. Navigace si vybrala tu nejhorší trasu, tak jsme vyměnili navigátora a zdárně dojeli k hvězdárně. Zde jsme již očekáváni skupinkou příznivců hvězdné oblohy. Po prohlídce hvězdárničky a společném fotu u slunečních hodin

jsme ve velmi příjemné společnosti strávili následující dvě hodiny. Velmi zajímavá byla rovněž prohlídka historického tisku *Astronomie* z předminulého století a také alba snímků objektů blízkého i vzdáleného vesmíru, které zdejší nadšenci vyfotili.



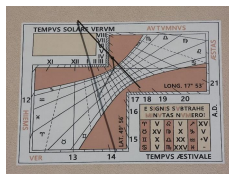
Obr. 28 — Závěrečné foto na hvězdárně v Hůrkách.

Akci jsme ukončili chvíli po osmnácté hodině. Závěrem děkuji všem účastníkům, kteří, aniž by si ti uvědomovali, se značným dílem zasloužili o zdárný průběh akce.

Sluneční hodiny 2. kvartálu roku 2018

Jaromír Ciesla

Ve druhém kvartálu roku 2018 se náš katalog rozrostl o 25 nových záznamů, z čehož 19 jich pochází z českých zemí. Oproti předcházejícímu kvartálu bylo z čeho vybírat, i když k některým umístěním lze mít výhrady. Na prvním místě domácí části se s 18 body umístily svislé JZ sluneční hodiny z Opavy. Zadavatelem a autorem grafického návrhu je MUDr. Vít Skalička. Gnómonickým návrhem, zaměřením a přípravou podkladů se zabýval Jaromír Ciesla. Malířské práce provedl Stanislav Mika, umělecký malíř. Číselník ukazuje v době od 11. hodiny dopolední do 22. hodiny odpolední. Římskými číslicemi jsou označené hodinové rysky v pravém slunečním čase, arabskými číslicemi je udělána korekce pro letní čas. Číselník obsahuje také sadu sedmi datových křivek dle vstupů Slunce do jednotlivých znamení zvěrokruhu, tabulku časové rovnice se zaokrouhlením na 5 minut, texty pravý sluneční čas (*Tempus Solare Verum*) a letní čas (*Tempus Aestivale*). Jako ukazatel slouží polos s nodem. Azimut je $-55,6^\circ$ a rozměr číselníku $1,7 \times 1,4$ m.



Na druhém místě se usadily skromné sluneční hodiny z Kolína. Neobdržely sice od jednotlivých přispěvatelů soustřežené velké hodnocení, zaujaly však nejvíce hodnotících a nasbíraly tak 12 bodů.

Autorem svislých slunečních hodin z třetího místa je pan Skála. Rozměr číselníku je 6×3 m a azimut stěny $-5,6^\circ$. Nejzajímavější na těchto hodinách je použití analem pro každou hodinu. Analemy jsou sice barevně rozdělené na dva sektory od jara do podzimu a od podzimu do jara, chybí mi ale vyznačení po měsících, které by odečítání času ulehčilo. Při určování času se řídíme stínem šikmého ukazatele, který je dlouhý 0,6 m. Pro orientaci mezi datovými křivkami se řídíme polohou konce stínu. V soutěži získaly 11 bodů.

Ze zahraničních slunečních hodin nás nejvíce zaujaly ty, které jsme objevily při našem jarním výletu za slunečními hodinami v pohraničí Šluknovského výběžku. Od našich porotců získaly 14 bodů. Hodiny jsou zhotovené jako párové a můžeme je vidět v Ebersbachu na rohu domu na Nádražní ulici. Město Ebersbach–Neugersdorf se nachází asi 2 km SSV od centra Jiříkova. Číselníky hodin jsou malované na dřevěnou desku, bohatě zdobené a mají šikmý ukazatel s nodem. JJZ číselník má pracovní rozsah 8–12–7 s ryskami po 5 minutách a se značkou na půlhodině. Šikmý ukazatel s nodem je vetknut ve středu číselníku. Druhý číselník, který je na VJV stěně, se liší od toho prvního jednak pracovním rozsahem, který je od 5 do 12 hodin, a jednak jiným uchycením ukazatele, který je vůči stěně směřován ve velice malém úhlu. Oba číselníky jsou rovněž vybaveny sadou sedmi datových čar.

Analematické sluneční hodiny jsou velmi vděčným tématem. Jdou vytvořit pomocí drahých technologií, ale při troše fantazie a zručnosti si vystačíme s metrem, tužkou, olovníci, štětce a barvou. Stejně jako v chorvatských Mitrovicích, stačí na vhodné místo vynést číselník a o stín se už postará každý sám. Tyto získaly 9 bodů.

Na třetí místo stačilo pět bodů, které získaly svislé sluneční hodiny v Lipsku. Jak již bylo v našem seriálu několikrát zdůrazněno, číselník hodin nemusí být přezdobený a přepřelácán funkcemi, ale úplně stačí, aby byl skromný a vkusně zakomponovaný do okolí. Hodiny můžeme vidět na štítě domu na náměstí Markt při Katharinenstrasse. Stěna, na které je číselník vyobrazený, je jen velice málo odkloněna od jihu k východu. Hodiny tak mohou ukazovat čas již krátce před šestou hodinou ráno a poslední paprsky se na plochu číselníku dostanou krátce po páté hodině odpolední.

