

# POVĚTROŇ

Královéhradecký astronomický časopis \* ročník 24 \* číslo 1/2016



SLOVO ÚVODEM. Nové převratné události (průlet kolem Pluta, objev gravitačních vln, pád meteoritu apod.) se dějí bez ohledu na to, zda je čas o nich napsat článek, takže se z Povětroně pomalu, ale jistě stává retrospektivní časopis. V tomto čísle pojednáváme právě o Plutu. Dále otiskujeme první díl obšírného článku Vladimíra Sochy o dějinách impaktní teorie zániku dinosaurů. Lenka Trojanová popisuje náš dosavadní neúspěch při hledání meteoritu u Čistěvsí. A nakonec nás Jaromír Ciesla stručně seznamuje s nejzajímavějšími slunečními hodinami.

Miroslav Brož

## Obsah

strana

Miroslav Brož: <i>Pluto a spol.</i> . . . . .	3
Vladimír Socha: <i>Dějiny Alvarezovy teorie (1)</i> . . . . .	8
Vladimír Socha: <i>Jaký Měsíc měli nad hlavou dinosaurů?</i> . . . . .	14
Lenka Trojanová: <i>U Hradce Králové se hledá meteorit!</i> . . . . .	15
Jaromír Ciesla: <i>Sluneční hodiny 3. kvartálu roku 2015</i> . . . . .	18
Jaromír Ciesla: <i>Sluneční hodiny 4. kvartálu roku 2015</i> . . . . .	21

**Titulní strana** — Pluto zobrazené kamerou MVIC na sondě New Horizons. Barvy jsou nepravé, z oborů B, R a NIR, a zvýrazňují rozdíly v chemickém složení. Maximální rozlišení je 1,3 km na pixel. © NASA, Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory, Southwest Research Institute.

---

Povětroň 1/2016; Hradec Králové, 2016.

Vydala: **Astronomická společnost v Hradci Králové** (1. 10. 2016 na 308. setkání ASHK)  
ve spolupráci s **Hvězdárnou a planetáriem v Hradci Králové**

vydání 1., 24 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

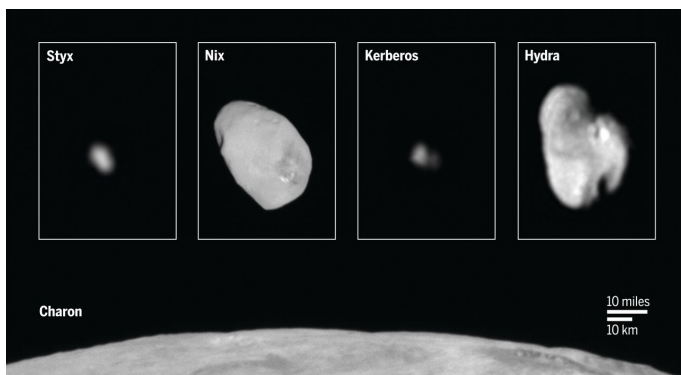
e-mail: <[ashk@ashk.cz](mailto:ashk@ashk.cz)>, web: <<http://www.ashk.cz>>

Když sonda New Horizons proletěla 14. července 2015 těsně okolo Pluta, dalo by se říci, že všem „spadla čelist“. To, co se postupně na obrazovkách v řídicím centru objevovalo, byl fantastický svět, navzdory tomu, že jeho teplota (40 K) se nebezpečně blíží absolutní nule. Možná se takový svět dal očekávat předem, kdyby si člověk rozmyslel všechny možné fázové přechody všech možných chemických látek. Ale tu estetiku na titulním obrázku, tu nevymyslí nikdo.

**Měsíce.** Známé měsíce Pluta jsou Charon (1210 km), Nyx, Hydra (asi 40 km), Kerberos a Styx (asi 10 km); žádné nové nebyly objeveny, ale i to je nový poznatek (obr. 1; Weaver aj. 2016). Malé měsíce jsou protáhlé, Kerberos dokonce vypadá dvojité. Albedo 50 až 90 % odpovídá vodnímu ledu a znamená, že mateřská tělesa musela být diferencovaná. Mají vesměs šedivou barvu, pouze kráter na Nixu je načervenalý.

Rotační doby malých měsíců mnohem kratší než oběžné, neprodělaly zřejmě podstatný slapový vývoj. Rotační póly spíše kolmé k pólům Pluta–Charona. Malé měsíce obíhají prakticky v jedné rovině.

Kráterování bylo rozlišeno na Nyxu a Hydře, přičemž odvozené stáří povrchu je více než 4 Gyr. Zůstává tak v platnosti model vzniku při velké srážce před 4 až 4,5 Gyr, kdy vznikla dvojplanetka Pluto–Charon a ostatní tělesa se formovala z okolního disku úlomků.



Obr. 1 — Snímky měsíců Pluta. Převzato z Weaver et al. (2016).

**Povrch.** Složení povrchu Pluta bylo odvozené z reflektivní spektroskopie (obr. 3; Grundy aj. 2016, Moore aj. 2016). Ledy je možno odlišit v blízkém infračerveném oboru. Absorpční pásy krystalického ledu  $\text{H}_2\text{O}$  najdeme na 1,5, 1,65 a 2  $\mu\text{m}$ ,  $\text{CO}$  absorbuje na 1,53  $\mu\text{m}$ ,  $\text{N}_2$  na 2,15  $\mu\text{m}$ ,  $\text{NH}_3$  na 2,22  $\mu\text{m}$ ,  $\text{CH}_4$  na 1,3 až 1,4  $\mu\text{m}$ ;



**Obr. 2** — Charon na snímku z téhož přístroje jako Pluto. Rozlišení dosahuje 2,9 km na pixel.  
© NASA, JHUAPL, SwRI.

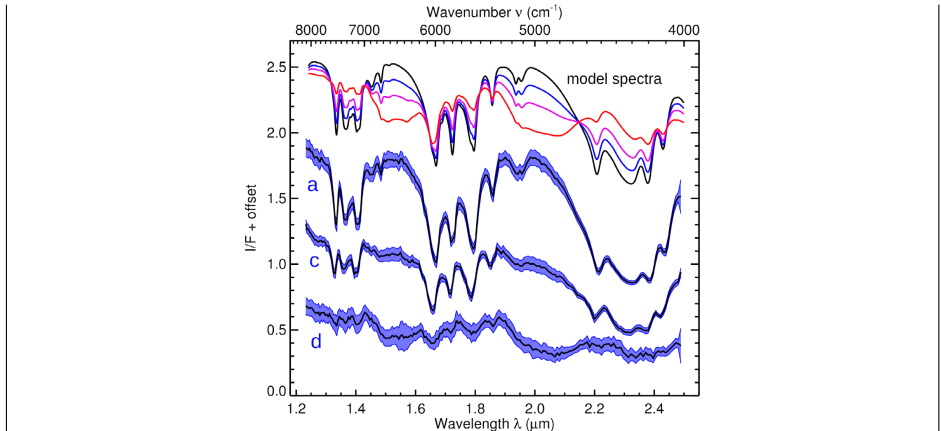
jedná se o vibrační přechody ve zmiňovaných molekulách. Tholiny se pozorují v oboru V, kde jsou načervenalé.

Na povrchu je tedy několik základních chemických látek:  $N_2$ , CO (tyto jsou velmi těkavé), methan  $CH_4$  (méně těkavý),  $H_2O$ , ethan  $C_2H_6$  a tholiny (inertní). Tholiny se nacházejí na kráterovaném povrchu podél rovníku,  $N_2$ , CO na rozlehlé hladké pláni bez kráterů (Sputnik Planum, nápadného srdčitého tvaru),  $CH_4$  na valech kráterů a pohořích. Celkově jsou extrémní rozdíly v albedu, od 0,15 do 0,95.

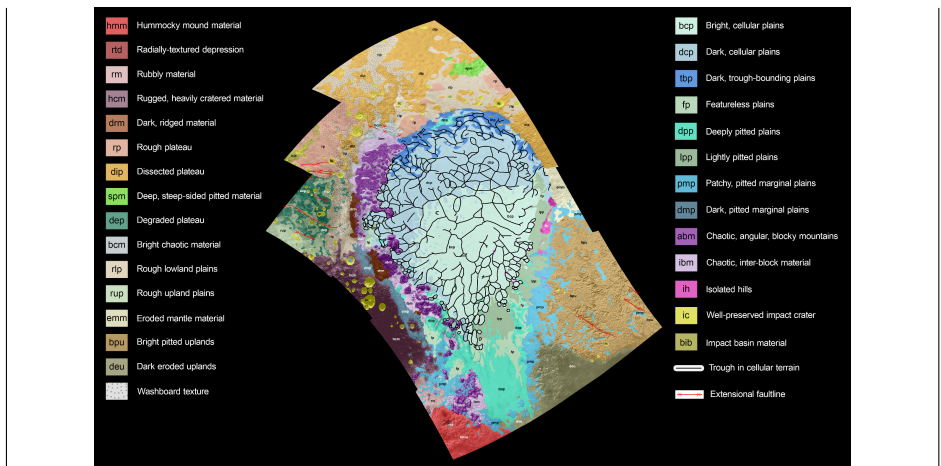
Povrchová teplota dosahuje jen 40 K. Probíhá proto neustále sublimace, konvekce a depozice nejtěkavějších ledů  $N_2$ , CO, čemuž odpovídají malé počty kráterů a tedy i malé stáří, nejvýš 10 Myr. Takové ledovcové toky pak interagují se „skalnatým“  $H_2O$ , evidentně dochází k posouvání a otáčení plujících bloků. Středně těkavý  $CH_4$  se ukládá ve vysokých plutografických šířkách a na zimní polokouli. Vidíme na něm dolíky vzniklé pravděpodobně sublimační erozí. Pozorované vysoké kupy s prohlubní na vršku jsou asi kryovulkanického původu (viz též obr. 4).

Na Charonu naopak zcela převažuje  $H_2O$ ,  $NH_3$  je soustředěn jen na několika lokalitách, načervenalé tholiny v okolí pólu. Tyto struktury na povrchu vznikají asi termálními procesy, jinak se měsíc v současnosti zdá neaktivní. Před 4 Gyr na něm ale probíhaly tektonické procesy a pravděpodobně i kryovulkanismus.

Rozdělení velikostí kráterů na Plutu i Charonu jsou spíše plochá, čili i projektily v Kuiperově pásu musejí mít rozdělení ploché.



**Obr. 3** — Tři z mnoha pozorovaných reflektivních spekter v oboru NIR ze tří oblastí Pluta, kde převažují různé ledy: Lowell Regio, al-Idrisi Montes, oblast blízko kráteru Pulfrich. Nahoře jsou syntetická spektra pro směs ledu  $\text{CH}_4$  a  $\text{H}_2\text{O}$ , se stoupajícím podílem vody (0 až 70 %). Převzato z Grundy aj. (2016).



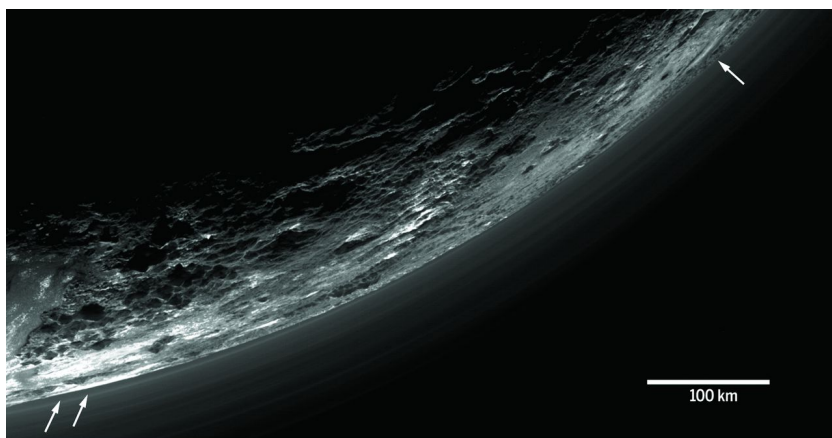
**Obr. 4** — Geomorfologická mapa části Pluta, konkrétně oblasti Sputnik Planum. Lze rozlišit 31 různých druhů terénu: kopečkovitý, pokleslina s radiální strukturou, suťovitý materiál, nerovný hustě kráterovaný, tmavý materiál se hřbety, hrbolatá planina, zbrzděná planina, hluboké dolíky s příkrými stěnami, erozí snižená plošina, světlý chaotický terén, drsné nížiny, drsné náhorní planiny, erodovaný pokryvný materiál, světlé doličkované vysočiny, tmavé

erodované vysočiny, valchovitá struktura, světlé buňkovité planiny, tmavé buňkovité planiny, tmavé pláně s koryty, beztvare planiny, hluboce dolíčkované planiny, nezřetelně dolíčkované planiny, nepravidelné dolíčkované okrajové planiny, tmavé dolíčkované okrajové planiny, chaotické hranaté blokové hory, chaotický meziblokový materiál, izolované kopce, dobře zachovaný impaktní kráter, impaktní pánev, koryto v buňkovitém terénu, extenzní zlomová linie. Převzato z (<http://www.nasa.gov/feature/putting-pluto-s-geology-on-the-map>).

**Atmosféra.** Profil atmosféry Pluta byl proměřen přístrojem REX při rádiových zákrytech a též při zákrytech hvězd (obr. 5; Gladstone aj. 2016). Zjistila se silná teplotní inverze a symetrie vstupu a výstupu, odkud plyne, že profil je určován převážně sublimací s povrchu, nikoli horizontálním větrem. Patrné jsou absorpční čáry  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2$  a také  $\text{C}_2\text{H}_4$ , acetylen  $\text{C}_2\text{H}_2$ , vznikající fotochemicky. Nízká opacita dusíku ve výškách svědčí o chladné svrchní atmosféře.

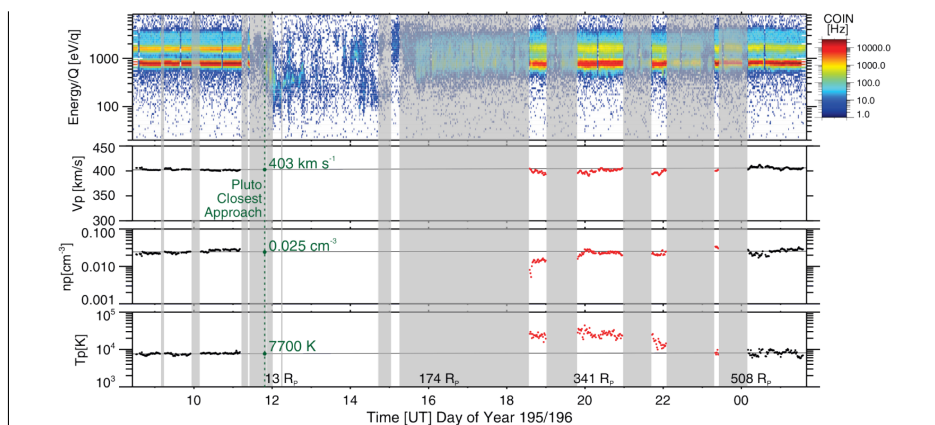
V rozsáhlém závoji jsou patrné četné tenké vrstvy. Namodralá barva by odpovídala Rayleighově rozptylu na velmi malých částicích. Podle směru rozptylování jde o tholinové organické sloučeniny (vznikající podobně jako na Titanu; Waite aj. 2007). Pokřivený tvar odpovídá vztakovým vlnám vyvolaným větry a orografií.

Chladná svrchní atmosféra znamená, že Jeansův únik molekul do kosmu je pomalý. Dusík uniká relativně pomaleji než methan, ale erozní útvary na povrchu naznačují, že  $\text{N}_2$  musel v minulosti unikat mnohem rychleji. Unikající methan i zmiňované fotochemické produkty jsou zachycovány Charonem, odkud pochází načervenalá barva jeho pólu.



Obr. 5 — Atmosféra Pluta při pozorování v protisvitu. Převzato z Gladstone aj. (2016).

**Magnetosféra.** V okolí Pluta se pomocí přístroje SWAP zjistilo, že ani ve vzdálenosti  $20 R_P$  nebylo patrné žádné zpomalení slunečního větru (obr. 6; Bagenal aj. 2016). Těžké ionty nejsou zde přítomné, molekuly z atmosféry Pluta prakticky neunikají (a není co ionizovat ani zachytit). Až na  $6 R_P$  vítr zpomalil o 20 % a došlo ke zvýšení počtu iontů s energií řádově 1 keV. Tak malá oblast znamená omezený únik jen  $6 \cdot 10^{24}$  molekul  $\text{CH}_4$  za sekundu, což je mnohem méně, než naznačovala pozemská pozorování. Magnetosférická situace se podobá spíše Marsu. Za Plutem byl vítr znatelně narušen až do vzdálenosti  $400 R_P$ . Prachové částice (s velikostí  $> 1,4 \mu\text{m}$ ) dopadaly na detektor přibližně jednou za 10 dní, čemuž odpovídá koncentrace  $n = 1,2_{-0,6}^{+3,4} \text{ km}^{-3}$ .



**Obr. 6** — Časový průběh spektrogramů energie na náboj  $E/q$  iontů, odvozené rychlosti  $v$  slunečního větru, koncentrace  $n$  částic a teploty  $T$  při průletu kolem Pluta. V šedivých intervalech detektor SWAP neměřil do  $5^\circ$  od Slunce kvůli natočení sondy, takže měřené hodnoty nemusejí odpovídat radiálnímu slunečnímu větru. Převzato z Bagenal aj. (2016).

Extrapolujeme-li zkušenosti z Pluta, je myslím jisté, že pozorování asteroidu 2014 MU<sub>69</sub>, ke kterému sonda New Horizons nyní směřuje, budou neméně překvapivá.

- [1] BAGENAL, F. AJ. *Pluto' interaction with its space environment: Solar wind, energetic particles, and dust.* Science, **351**, s. 9045, 2016.
- [2] GLADSTONE, G. R. AJ. *The atmosphere of Pluto as observed by New Horizons.* Science, **351**, s. 8866, 2016.
- [3] GRUNDY, W. M. AJ. *Surface compositions across Pluto and Charon.* Science, **351**, s. 9189, 2016.
- [4] MOORE, J. M. AJ. *The geology of Pluto and Charon through the eyes of New Horizons.* Science, **351**, s. 1284, 2016.

- [5] WAITE, J. H. AJ. *The process of tholin formation in Titan's upper atmosphere*. Science, **316**, s. 870, 2016.
- [6] WEAVER, H. A. AJ. *The small satellites of Pluto as observed by New Horizons*. Science, **351**, s. 30, 2016.

## Dějiny Alvarezovy teorie (1)

Vladimír Socha

V roce 1980 překvapila vědecký svět nová a odvážná hypotéza geologa Waltera Alvareze, jeho otce Luise Alvareze a chemiků Franka Asara a Helen Michelové z Berkeley, kteří ve své vědecké studii v periodiku Nature<sup>1</sup> přišli s tvrzením, že vymírání na konci křídy před asi 65 miliony let<sup>2</sup> způsobil **dopad objektu z vesmíru**, buď planety, nebo komety. V průběhu dalších let byla hypotéza vystavována tvrdé kritice, optikou současných vědomostí ale můžeme říci, že obstála suverénně, neboť se postupně hromadí další a další důkazní materiál. Protože jde o událost zásadní pro dějiny astronomie, geologie i paleontologie, je vhodné celou historii této myšlenky podrobněji rekapitulovat. Jak k objevu došlo, byl zcela náhodný nebo mu předcházely jiné podobné studie? Kdo byl jejím největším kritikem a jak si teorie o impaktu stojí dnes? Platí stále teorie o periodických vymíráních? Jaké jsou další možné pokroky v budoucnu a co nám událost na rozhraní K–T<sup>3</sup> ještě může prozradit o naší minulosti i budoucnosti?

### 1. Impakty v lidské historii

\*

Myšlenka, že dopad kosmického tělesa může ovlivnit vývoj života na Zemi, je poměrně mladá. V dřívějších dobách se na podobné, vzácně se objevující myšlenky nahlíželo spíše jako na kuriozitu, kterou není třeba brát příliš vážně. Hlavním důvodem takového přístupu byla zřejmě velká vzácnost událostí, které ve své ničivé podobě (při velikosti tělesa řádově sto metrů nebo více) probíhají na mnohem delších časových škálách, než jaké charakterizují psané dějiny lidstva.

Dnes soudíme, že k dopadu o energii schopné zničit lidskou civilizaci dochází statisticky jen jednou za zhruba 10 milionů let. K impaktu desetikilometrového asteroidu, srovnatelného velikostně s impaktorem K–Pg, pak dochází v průměru

1. ALVAREZ, L. W., ALVAREZ, W., ASARO, F., MICHEL, H. V. *Extraterrestrial cause for the Cretaceous–Tertiary extinction*. Science, **208**, 4448, 1095–1108, 1980.
2. Dnes se uvádí spíše 66,0 milionu let; viz RENNE, P. R., DEINO, A. L., HILGEN, F. J., KUIPER, K. F., MARK, D. F., MITCHELL, W. S., MORGAN, L. E., MUNDIL, R., SMIT, J. *Time scales of critical events around the Cretaceous–Paleogene boundary*. Science, **339**, 6120, 684–687, 2013.
3. Nadále K–Pg, v současné vědecké literatuře se totiž termín třetihory (Tertiary, Tertiär, T) jako platná geochronologická jednotka již nepoužívá. Náhradou je zkratka Pg, označující paleogén, tedy starší část kenozoické éry.

\*



přibližně **jednou za 100 milionů let**. Ačkoliv i v průběhu psaných dějin nepochybně dopadala na Zemi nezanedbatelně velká tělesa, ani zdaleka nešlo o srovnatelně závažné události. Stopy po velkých katastrofách máme dochovány v podobě impaktních kráterů o průměru desítek nebo i stovek kilometrů.

O nevelkém povědomí lidstva o hrozbě impaktů ostatně svědčí i dvě relativně nedávné události — exploze neznámého kosmického tělesa nad říčkou Podkamenou Tunguskou v červnu roku 1908 a podobná událost nad Čeljabinskem v únoru roku 2013, které vyvolaly krátkodobě celosvětovou vlnu zájmu o impakty a astronomii jako takovou.<sup>4</sup> Přitom v současnosti známe na zemském povrchu přesně **188 potvrzených impaktních kráterů** a dalších 340 bychom jich měli být schopni ještě nalézt.<sup>5</sup> Z těchto zatím neobjevených je odhadem 90 kráterů s průměrem 1 až 6 kilometrů a 250 s průměrem 250 až 1000 metrů. Oproti přibližně 300 000 kráterů na Marsu je Země v tomto smyslu mnohem chudší, vlivem různých způsobů povrchové eroze.

V případě nápadných dopadových struktur, jako je arizonský **Barringerův kráter** s průměrem 1,2 km, jde obvykle o událost mnohem starší, než jakou mohly zažít lidské populace. Dokonce i relativně mladý kráter v Arizoně vznikl asi před 50 tisíci lety, kdy ještě tato část severoamerického kontinentu nejspíš nebyla osídlena a první lidé sem přišli nejdříve o deset tisíc let později.<sup>6</sup> Impaktní povaha útvaru byla navíc prokázána až ve druhé polovině 20. století, mj. díky práci geologa a jednoho ze zakladatelů planetologie Eugene Merle Shoemakera (1928–1997). Ten kolem roku 1960 přesvědčivě ukázal, že 180 metrů hluboký kráter ani okolní souvrství nemohly vzniknout endogenními pochody, ale mnohem pravděpodobněji dopadem asi padesátimetrového železoniklového asteroidu rychlostí mezi 13 a 20 km/s, při uvolnění energie ekvivalentní 10 megatunám TNT.<sup>7</sup>

Doklady o významné roli dopadů větších mimozemských těles ve starších lidských dějinách nemáme, což je dáno zejména **absencí písemných záznamů** a nejednoznačností v ústních tradicích a mytologii. Mimo jiné víme, že dávné civilizace pozorovaly například exploze supernov, jak dokládají záznamy starých Číňanů,

---

4. YEOMANS, D., CHODAS, P. *Additional details on the large fireball event over Russia on Feb. 15, 2013*. NASA/JPL Near-Earth Object Program Office, 2013.

5. HERGARTEN, S., KENKMANN, T. *The number of impact craters on Earth: Any room for further discoveries?* Earth Planet. Sci. Lett., **425**, 187, 2015.

6. WELLS, S., READ, M. *The Journey of Man — A Genetic Odyssey*. Random House, s. 138–140, 2002. ISBN 0812971469.

7. (<http://arrowsmith410-598.asu.edu/2009/Lectures/Lecture16/i0-8137-5402-X-2-0-399-Shoemaker.pdf>)



Obr. 7 — Barringerův meteoritický kráter v Arizoně.

skalní malby indiánů kmene Hopi nebo i blízkovýchodních a mezoamerických kultur.<sup>8</sup> Mnohé domorodé kmeny indiánských populací i obyvatelé Evropy v době železné však prokazatelně sbírali meteority a ukládali je do země nebo do svých hrobek.<sup>9</sup>

Z meteoritického kovu byly vyráběny **šperky v Egyptě** (kolem roku 3500–3200 př. n. l.), což je zároveň jeden z nejstarších příkladů využití kovu vůbec.<sup>10</sup> Mezi nejstarší doklady o použití železa ve starověkém Egyptě patří nálezy korálků z pohřební lokality Gerza, datované do doby kolem roku 3500 let př. n. l. Podrobná mikrostrukturální a chemická analýza prokázala, že se jedná o materiál získaný z fragmentu železného meteoritu a lze tak říci, že na počátku egyptské znalosti

8. Známa „hvězda — host“, neboli supernova SN 1054, byla ze Země pozorována 4. července 1054 arabskými a čínskými astronomy. Na denní obloze byla údajně spatřována po dobu 23 dní, na noční pak dokonce 653 následných dní. V novověku zbytek po supernově poprvé pozoroval Angličan John Bevis roku 1731, o 27 let později ji coby mlhovinu zařadil do svého katalogu Charles Messier. Pod jménem Krabí mlhovina je dobře známá i dnes. Méně známé však je, že tutéž supernovu v ranních hodinách dne 5. července 1054 zřejmě pozorovali i arizonští indiáni kmene Hopi. Tento kmen pueblových obyvatel jihozápadu USA proslul četnými petroglyfy a piktogramy, umístovanými na skalní plochy ve svém okolí. Jedna skalní kresba zobrazuje srpek měsíce a v jisté vzdálenosti a úhlu pak kulatý objekt přibližně stejné velikosti. Tato jasná hvězda na indiánském zpodobnění je možná právě onou budoucí Krabí mlhovinou. Radiometrické datování okolního osídlení dokazuje, že v polovině 11. století zde Hopiové skutečně žili. Dle parametrů kresby bylo zjištěno, že situace skutečně odpovídá pohledu, který by se Hopiům naskytl před rozedněním dne 5. července 1054. Jistotu ale nemáme.

9. NININGER, H. H. *Find a Falling Star (autobiography)*. New York, Paul S. Erikson, 1972.

10. REHREN, T. A. J. *5,000 years old Egyptian iron beads made from hammered meteoritic iron*. *Journal of Archaeological Science*, 2013.

metalurgie stálo původně mimozemské těleso. Podobné starověké využití meteorického materiálu známe také ze Sumerského města Uru, kde byly jako artefakty využity dokonce i fragmenty tektitů, které se zároveň staly předmětem jakési náboženské úcty.<sup>11</sup>

V průběhu doby železné i starověku a středověku představovaly „**kameny z nebes**“ cenné artefakty a kultovní objekty pro obyvatele několika kontinentů, od lidu megalitické kultury až po Inuity, často opatrované v chrámech nebo přírodních svatyních. Pozorování dopadů či efektních bolidů na obloze představovalo domnělé poselství od bohů, na jehož základě často vznikala nová kultovní místa i tradice. (Takovým místem se podle některých legend stal i jeden ze sedmi divů světa, Artemidin chrám v Efesu.)

Ze středověku existují o dopadech kosmických těles kusé informace. Zajímavé pozorování impaktní události se odehrálo například roku 1178, šlo ale nejspíš o dopad asteroidu na Měsíc.<sup>12</sup>

Nejvýznamnější je ovšem pozorování pádu **meteoritu u Ensisheimu** (tehdy Přední Rakousy, dnes Francie) dne 7. listopadu 1492. O této události se dochovaly písemné záznamy, které ji popisují jako velmi neobvyklý úkaz, jenž vyděsil a přilákal mnoho obyvatel hradbami ohrazeného Ensisheimu i okolních vsí. Těleso v podobě jasného bolidu bylo vidět až ze vzdálenosti 150 kilometrů od místa dopadu, kterým bylo obilné pole nedaleko tohoto alsaského města. Meteorit přibližně trojúhelníkového tvaru vyhloubil v zemi metr hlubokou jámu a o jeho pádu později sepsal pojednání například německý satirik Sebastian Brandt (1457/8–1521)<sup>13</sup>, skicu bolidu pak vytvořil významný malíř Albrecht Dürer (1471–1528). Událost se od mnoha podobných liší tím, že v tomto případě máme stále k dispozici velkou část dopadnuvšího meteoritu. Jde vlastně o nejstarší takovou událost, plně doložitelnou částí původního meteoritu, v rámci celé západní polokoule.<sup>14</sup> Úlomek má hmotnost 56 kg (z původních 127 kg) a patří mezi chondrity běžného typu (skupinu LL6).

O dva roky dříve (r. 1490) se odehrála událost, která může být prvním a nejtragičtějším případem úmrtí při dopadu vesmírných těles. Došlo k ní v březnu nebo dubnu zmíněného roku v oblasti dnešní **prefektury Čching-jang** v provincii Kan-su (na východě Číny). Podle historických pramenů při ní došlo k velkým ztrátám na životech.<sup>15</sup> Některé prameny hovořily o více než 10 000 obětech, což se

11. <http://www.archeostory.info/pdf/meteoritical.pdf>

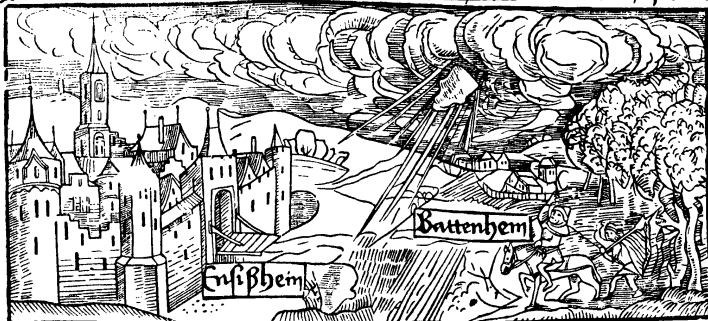
12. HARTUNG, J. B. *Was the formation of a 20-km diameter impact crater on the Moon observed on June 18, 1178?* Meteoritics, **11**, 3, 187, 1976.

13. ROWLAND, I. D. *A contemporary account of the Ensisheim meteorite, 1492.* Meteoritics, **25**, 19–22, 1990.

14. MARVIN, U. B. *The meteorite of Ensisheim — 1492 to 1992.* Meteoritics, **27**, 28–72, 1992.

15. YAU, K., WEISSMAN, P., YEOMANS, D. *Meteorite falls in China and some related human casualty events.* Meteoritics, **29**, 6, s. 864–871, 1994.

## Von dem Donnerstein gefallē jm r̄ich̄. iar: vor Ensisheim.



Obr. 8 — Pád meteoritu u Ensisheimu. Převzato z Rowland (1990).

ale nepotvrdilo.<sup>16</sup> Astronomové předpokládají, že mohlo jít o větší asteroid, který se rozpadl při vstupu do hustších vrstev atmosféry. Hmotnost některých dopadajících kamenů měla činit 1 až 1,5 kg, podle jiných zdrojů byly velké maximálně jako „husí vejce“.<sup>17</sup> Existuje samozřejmě mnohem více podobných záznamů, obvykle jsou ale těžko ověřitelné a často i nepravděpodobné.

Roku 1672 se myšlenka hrozby z vesmíru mimochodem objevuje v evropské umělecké tvorbě. Konkrétně jde o satirickou Moliérovu hru *Učené ženy*, kdy postava Trissotina přichází upozornit Filamintu na přelet komety v těsné blízkosti Země.

**Vědecké pojetí** tohoto fenoménu můžeme vysledovat ke konci 17. století. Roku 1694 sám Isaac Newton (1642–1727) uvažuje o možnosti, že velké terénní deprese jako Kaspické moře mohou být vytvářeny právě impakty, a zároveň si klade otázku, zda biblická potopa světa nemohla mít svůj původ v podobné události.<sup>18</sup> Následně ale musel svoji domněnku odvolat, protože pro církev byla nepřijatelná — orbitální mechanismus se zdál být příliš nahodilým a chaotickým na to, aby jej bylo možno považovat za prostředek boží vůle.<sup>19</sup>

V roce 1696 britský matematik, teolog a historik William Whiston (1667–1752) ve své knize *New Theory of the Earth* (Nová teorie Země) přímo viní **dopady komet** z velkých katastrof. V roce 1742 zašel ještě dál francouzský matematik a filozof Pierre-Louis Moreau de Mapertuis (1698–1759), který postuloval možnost, že v minulosti způsobily dopady komet velké změny ve složení oceánských

16. *Death from above in ancient China*. *Sky & Telescope*, **89**, 3, s. 15, 1995.

17. WEBB, S. K., JUHL, R. A. *Meteorite deaths in Qingyang (Ch'ing-yang) in 1490*. Meteorite-Central.com website, 2010.

18. STEEL, D. *Rogue asteroids and doomsday comets*. John Wiley & Sons, 1995.

19. FRANKEL, CH. *The end of the Dinosaurs*. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1999, str. 23.

vod a atmosféry, což mohlo vést až k **vyhynutí mnoha druhů**.<sup>20</sup> Vědecká komunita jeho doby však na takové myšlenky ještě nebyla připravena a jeho hypotéza takřka bez povšimnutí zapadla. Podobný osud měla i hypotéza belgického lékaře a botanika Josepha Noëla de Neckera (1730–1793), která vyšla roku 1790 v jeho díle *Phytozoologie philosophique* (Filozofická fytozoologie). V něm doslovně uvedl, že: „K zániku druhů nemůže nikdy normálně dojít po celou dobu existence naší planety; aby k němu došlo, bylo by třeba, aby se Země srazila s nějakou kometou nebo aby ji postihly stejně ničivé události.“<sup>21</sup>

V téže době, tedy na sklonku 18. století, je poprvé publikována myšlenka o kosmickém původu meteoritů. Vyslovil ji německý fyzik a hudebník **Ernst Florens Chladni** (1756–1827), známý také jako zakladatel akustiky a badatel, který zjistil odlišnou rychlost zvuku v rozdílných plynných prostředích.<sup>22</sup> Jeho pojednání *Über den Ursprung der von Pallas gefundenen und anderer ihr ähnlicher Eisenmassen und über einige damit in Verbindung stehende Naturerscheinungen* vyšlo v roce 1794. V dané době však byla ještě obhajována teorie o vulkanickém původu meteoritů a autor byl i přes velmi přesvědčivé výpočty a pozorování pro svoje názory spíše znevažován.

Nicméně tou dobou mu nahrálo několik významných událostí, respektive dopadů meteoritů: v roce 1790 ve francouzském Barbotanu, v roce 1794 v italské Sienně, dále 1795 v anglickém Wold Cottage (hrabství Yorkshire) a roku 1798 v indickém Váránasí.<sup>23</sup> Nejvýznamnější událostí tohoto druhu se na přelomu 18. a 19. století stal **meteorický déšť ve francouzském L’Aigle** (departement Orne) dne 26. dubna 1803. Tehdy napoleonská pařížská akademie věd dokonce nechala celou událost prošetřit. Výzkum vedl fyzik Jean-Baptiste Biot, který jednoznačně potvrdil, že k pádu početného roje meteoritů skutečně došlo. Přesto se ještě našli skeptikové, a to i mezi velmi vlivnými osobnostmi. Například Thomas Jefferson po meteoritickém dešti v Nové Anglii roku 1807 prohlásil, že „...yankeeoovští profesori z Yale asi lžou, když připouštějí možnost, že by kameny mohly padat z nebe.“<sup>24</sup>

Ačkoliv se pak hledání meteoritů na zemském povrchu stalo pro mnohé vědce i amatérské pátrače vášní, skutečná podstata a nebezpečí pramenící ze zbloudilých planetek a komet začaly být obecně chápány až o více než sto let později. Teprve exploze tunguského meteoritu a občasná **přiblížení asteroidů** na relativně malou vzdálenost k Zemi, spolu s výzkumem impaktních kráterů na Zemi i na jiných tělesech sluneční soustavy, začaly v průběhu 20. století ukazovat, že vesmír není

20. DE MAUPERTUIS, P. L. M. *Les Ouvres de M. de Maupertuis*. Dresden, Librairie du Roy, 1750.

21. BUFFETAUT, E. *Tak jako dinosauři*. Dokořán a Argo, Praha, 2005, str. 119.

22. MCCOY, T. J. *Chladniite: A new mineral honoring the father of meteoritics*. Meteoritics, **28**, 3, 394, 1993.

23. BUFFETAUT, E. *Tak jako dinosauři*. Dokořán a Argo, Praha, 2005, str. 131.

24. *Ibidem*, str. 132

tak bezpečným místem, v jaké bychom rádi doufali. Jak ale kameny z vesmíru mohou souviset s vývojem života na naší planetě, potažmo s nesmírně dlouhou dobou<sup>25</sup> dominance neptačích dinosaurů?

POKRAČOVÁNÍ

## Jaký Měsíc měli nad hlavou dinosaurů?

Vladimír Socha

Čas od času se mezi amatérskými spisovateli literatury sci-fi i běžnou veřejností objevuje dotaz, jak by vypadala obloha v období dinosaurů, dejme tomu pozdní svrchní křídý, tedy před přibližně 70 miliony lety. Astronomických záhad je tu dost. Existovala by alespoň některá stejná souhvězdí? Byl by Měsíc výrazně větší než dnes? Trvala by zatmění Slunce stejně dlouho a bylo by jich více? Kolik hvězd viditelných dnes již tehdy existovalo a které již mezitím zanikly? Změnila by se výrazně orientace pásu Mléčné dráhy? Zkrátka, jak vypadala obloha nad hlavou neptačích druhohorních dinosaurů? Férové je hned na úvod poznamenat, že nemáme sebemenší ponětí, alespoň co se hvězd týče. Sebedokonalejší program na výpočet pohybu hvězd nedokáže jít tak hluboko do minulosti, aby vykreslil reálné oblohu křídového světa (ne že by se o to skalní fanoušci Stellaria alespoň nepokoušeli). Víme jen tolik, že některé hvězdy (jako třeba Rigel se stářím asi 8 milionů let) tehdy neexistovaly, zatímco jiné (například Pollux s více než 700 miliony let) již ano. Otevřená hvězdokupa Plejády vznikla právě v době největšího evolučního rozkvětu dinosaurů, přibližně před 125 až 80 miliony let. Víme, že den byl na konci křídý asi o 20 minut kratší než dnes. Byl tehdy na obloze „obří“ Měsíc?

Samozřejmě jde o holý nesmysl, jak ukazuje výzkum přírůstků na fosilních kórálech a přílivových rytmech. Náš jediný přirozený satelit byl totiž v období končící křídý jen zhruba o 2 000 kilometrů blíže než dnes, což představuje rozdíl pouze 0,5 %. Vzhledem k tomu, že Měsíc má nyní úhlovou velikost kolísající mezi 29,4' a 34,1', v oněch dávných dobách by se při úplňku jevil jako kotouč o velikosti zhruba o 10'' větší než dnes. To je přibližně desetina hodnoty rozpoznatelné lidským okem. Křídový Měsíc tedy nebyl vůbec gigantický, jeho větší úhlový rozměr (resp. menší vzdálenost od Země) bychom bez dalekohledu vůbec nepoznali.

Abychom jej viděli na nebi znatelně větší, museli bychom mnohem dále do minulosti, přinejmenším do období prekambria před 900 miliony let, kdy byl k Zemi asi o 40 000 km blíže, a měl tedy střední úhlový průměr 34,7'. V té době byly ale souše naší planety ještě pusté a bez života.

Největší Měsíc bychom pochopitelně viděli v době krátce po jeho zformování (resp. srážce Země s hypotetickou Theiou) před 4,4 miliardami let, kdy byl od Země vzdálen jen asi 20 000 km. V této dávné době měl Měsíc úhlový průměr

---

25. RENNE, P. R. AJ. *Time scales of critical events around the Cretaceous–Paleogene boundary*. Science, **339**, 6120, 684–687, 2013.

fantastických  $10^\circ$ ! Po zvláštní, možná nachově zbarvené obloze se navíc pohyboval rychle, vždyť Země se otočila kolem své osy za pouhých 6 hodin, Měsíc oběhl Zemi asi za 8 hodin, což dává synodickou periodu  $T_{\text{syn}} = 1/(1/P_{\text{rot}} - 1/P_{\text{orb}}) \doteq 26$  h.

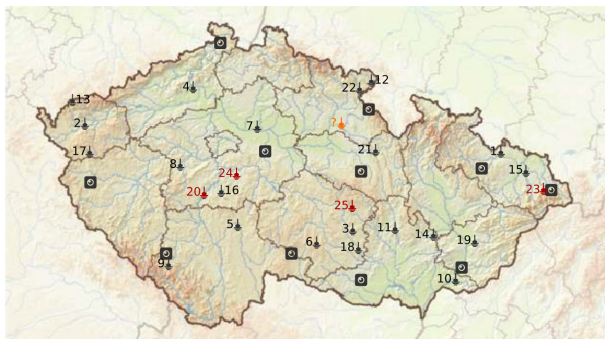


**Obr. 9** — Představa Měsíce o úhlovém průměru  $10^\circ$  v porovnání se současným souhvězdím Orion. Snímek obrazovky z programu Stellarium byl upraven tak, že obloha je kvůli úplňku podstatně světlejší, takže na ní zcela zanikají slabé hvězdy. Barva oblohy je posunuta, protože kromě Rayleighova rozptylu na molekulách, který způsobuje modré zbarvení, se v metanové atmosféře vytvářejí oranžové závoje. Předpokládat lze snad i zvýšené množství makroskopických železitých prachových částic, odrážejících oranžovou.

## U Hradce Králové se hledá meteorit!

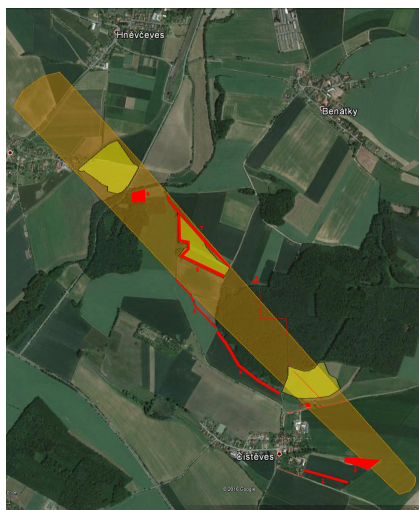
Lenka Trojanová

Atraktivitu astronomických úkazů často posuzujeme podle četnosti, s jakou nastávají. Spatřit „padající hvězdu“, správněji zvanou meteor, lze běžně — každou noc. Jasné meteory, čili bolidy, zazáří nad naší hlavou asi třicetkrát do roka, jak víme díky záznamům ze sítě celooblohových kamer (obr. 10). Spatřit je na vlastní oči se ale podaří jen jednou či dvakrát za život. Zdaleka nejvzácnější situací je, když malá část meteoroidu přežije průlet atmosférou, dopadne na zemský povrch a jako meteorit se povaluje doslova „za humny“ (do vzdálenosti  $r = 10$  km). Při toku  $\Phi \doteq 5 \cdot 10^{-6}$  meteoritů hmotnějších než  $1$  kg na  $\text{km}^2$  za rok [2] lze odhadnout, že se tak v průměru stane jednou za  $\tau = 1/(\pi r^2 \Phi) \doteq 600$  roků  $\doteq 8$  životů. Jinými slovy, obyvatelé Hradce Králové a okolí měli velkou „kliku“!



**Obr. 10** — Mapa rozložení kamer české části evropské bolidové sítě. Vyznačena jsou i místa nálezů všech dvaceti pěti meteoritů, jež se podařilo na území ČR evidovat. Červeně jsou označeny meteority se známou trajektorií ve sluneční soustavě.

V časných ranních hodinách 17. května 2016 proletěl nad severovýchodní částí Čech jasný bolid. Úlomky meteoroidu dle výpočtového modelu Pavla Spurného a spolupracovníků dopadly do okolí vsí Čistěves (viz obr. 11). Veřejnost se o události dozvěděla o týden později. Na webu České astronomické společnosti [1] byla uveřejněna výzva s žádostí o pomoc při hledání a podrobnými informacemi o pravděpodobném místě dopadu.



**Obr. 11** — Oblast nejpravděpodobnějšího dopadu. Žlutě jsou označena již prohledaná místa pracovníky Astronomického ústavu AVČR v Ondřejově, červeně první fáze hledání hradeckých a pardubických astronomů. Podle [1].



Pracovníci Hvězdárny a planetária v Hradci Králové se *okamžitě* vydali na místo kvůli zmapování aktuálního stavu vegetace v oblasti. Uvnitř dopadové elipsy bylo vytipováno několik míst k podrobnějšímu průzkumu. Následující neděli se dvě desítky členů pardubické a hradecké astronomické společnosti pokusily meteority objevit důkladným hledáním na vytipovaných místech. Zatím bezúspěšně.



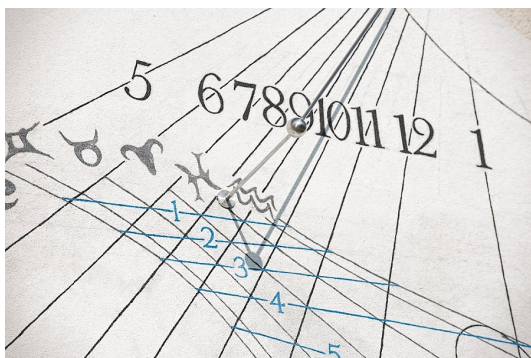
**Obr. 12** — Momentka z hledání meteoritu východně od obce Čistěves.

Hledalo se jak v severozápadní části dopadové elipsy, kde by se měly nacházet spíše menší kusy, tak v jihovýchodní části s kusy většími. Podle optimistického odhadu by největším nálezem mohl být až jeden kilogram těžký meteorit. V místě jeho nejpravděpodobnějšího výskytu byla však vzrostlá řepka. S dalším hledáním budeme proto napjatě vyčkávat do žní. Les Svíb, kterým dopadová elipsa také prochází, je z hlediska hledání velmi obtížným terénem. Nachází-li se meteorit nebo jeho části tam, zůstanou možná nenalezeny. Dosud byla prohledána asi šestina z celkové rozlohy vypočtené dopadové elipsy, hledací práce proto budou mít jistě pokračování.

- [1] SPURNÝ, P. *U Hradce Králové spadly meteority!* [online] cit. 2016-5-26, <http://www.astro.cz/clanky/slunezni-soustava/u-hradce-kralove-spady-meteority-pomozte-je-najit.html>.
- [2] ZOLENSKY, M., BLAND, P., BROWN, P., HALLIDAY, I. *Flux of extraterrestrial material*. in Meteorites and the Early Solar System II, D. S. Lauretta, H. Y. McSween (eds.), Tucson: Univ. of Arizona Press, 2006.

Během třetího kvartálu roku 2015 přibýlo do katalogu 145 nových záznamů, z toho 44 domácích. K tomuto skóre se z velké části přispělo období zahraničních dovolených, které byly částečně směřované za slunečními hodinami.

Na první přičce se téměř jednohlasně umístily gnómonicky bohaté svíslé sluneční hodiny, které od roku 2015 zdobí stěnu budovy úřadu práce v Karlových Varech. Rozměr číselníku je  $2,6 \times 1,9$  m a azimut stěny  $-65,5^\circ$ . Na číselníku jsou použité dva časové systémy. Hodiny ukazují pravý sluneční čas v rozsahu IV–XII–I, který je označen i v letním čase 5–12–1. Hodinové rysky jsou doplněné analemou pro 12. hodinu středoevropského času. Druhým časovým systémem jsou babylonské hodiny, které počítají čas od východu Slunce. Poslední stupnicí, která je na číselníku použita, jsou datové čáry označené znaky zvěrokruhu. Jako ukazatel se uplatňuje polos s nodem. Zatímco pomocí stínu vrženého polosem je indikován sluneční čas, podle polohy stínu nodu snadno zjistíme, ve kterém znamení zvěrokruhu se Slunce nachází. Při odečítání času na stupnici babylonských hodin se rovněž řídíme polohou stínu nodu. Zhotovitelem hodin je pan Kamil Řezníček.



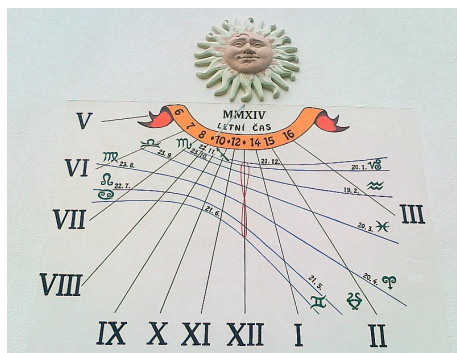
Obr. 13 — Karlovy Vary, Dvory, Závodní 385; katalogové číslo KV 61.

Na druhé přičce se umístily párové hodiny, z nichž jedny se nalézají na JV rohu klubovny pro činnost dětí a mládeže v obci Moravská Nová Ves a druhé na rohu JZ. Jednotlivé číselníky mají rozměr  $1,5 \times 2$  m a jako ukazatele slouží polosy s nody. Číselníky jsou doplněné ornamenty slováckého folklóru. Rozsah číselníku na JV stěně je od půl páté ráno do půl třetí odpoledne. JZ číselník ukazuje od půl desáté ranní do sedmé odpolední. Oba číselníky jsou vybavené sadou datových čar, které jsou označené znaky zvěrokruhu. Součástí číselníku je i korekční tabulka pro převod místního slunečního času na čas středoevropský. Zvláštností je tabulka pro určení času dle stínu vrženého při svitě Měsíce.



Obr. 14 — Moravská Nová Ves, U Studénky 765; katalogové číslo BV 61 a BV 17.

Třetí místo obsadily svislé sluneční hodiny, které jsou namalované na JV stěně rodinného domku v Hrochově Týnci. Pracovní rozsah číselníku je od páté hodiny ranní do třetí hodiny odpolední. Polední úsečka je doplněná o křivku analemy. V horní části číselníku jsou na stuze označené hodinové rysky v letním čase. Na pozadí číselníku je přidána soustava sedmi datových čar, které jsou tradičně označené znaky zvěrokruhu a daty vstupů Slunce do jednotlivých znamení. Ukazování zabezpečuje polos s nodem.



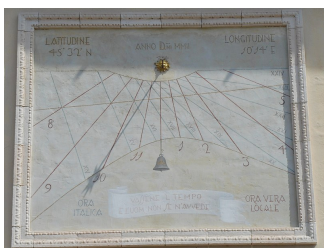
Obr. 15 — Hrochův Týnec, Na Hlásce 70; katalogové číslo CR 54.

V zahraniční části získaly první místo svislé sluneční hodiny z rakouského městečka Natters, které leží asi 4 km od Innsbrucku. Bohatě zdobený rám ohraničuje číselník na stěně s azimutem  $-19^\circ$ . V horní části je vypsán letopočet 1759 a v dolní části je motto hodin. Rozsah číselníku je VII–XII–V se značkami po půl hodině. Ve vnitřní části je soustava datových čar s vyznačenými znameními zvěrokruhu. Na svislé ose jsou vypsány délky dne, ale výpis není úplný. Jako ukazatel je použit polos s nodem a jednou podpěrou. Autorem hodin je Peter Anich; ten je pro Rakušany podobně významnou osobností zabývající se gnómonikou jako Jan Engelbrecht pro nás.



**Obr. 16** — Natters, Pfarrkirche Hl. Michael, Rakousko; katalogové číslo AT IL 22.

Na druhém místo se dostaly svislé sluneční hodiny z italské Brescie. Číselník vypadá na první pohled dosti nevýrazně, ale po gnómonické stránce je velmi precizně provedený. Je zřejmé, že stěna, na které je umístěn, nesměruje k jihu, ale je mírně natočená k východu. Toto natočení je patrné ze sklonu rovnodennostní čáry, která leží v rovině rovníku. Kromě hodinových rysek s rozsahem 8–12–5 hodin jsou na číselníku ještě rysky pro italské hodiny, které ukazují čas do západu Slunce. Zajímavostí na těchto hodinách je symbol zvonečku, který se nachází na polední přímce a označuje pravé poledne. Jelikož leží na hodinové značce pro dvanáctou hodinu, je jasné, že hodiny ukazují pravý místní sluneční čas. V horní části nad číselníkem jsou vypsány zeměpisné souřadnice a rok vyhotovení hodin. U těchto hodin je použit kolmý ukazatel, který je zakončen stínítkem ve tvaru hvězdy s otvorem v jejím středu. Čas i datum jsou na číselníku ukazovány místem, do kterého dopadá sluneční paprsek procházející tímto otvorem. V dolní části se nachází informace, že hodiny ukazují „ORA ITALICA“, čili italské hodiny, a „ORA VERA LOCALE“, pravý místní sluneční čas. Ve střední části je pak motto, jehož autorem je Dante Alighieri: „VASSENE IL TEMPO E L’UOM NON SE N’AVVEDE“, tzn. „čas plyne a člověk jej nevnímá“.



**Obr. 17** — Brescia, Via Piamarta Chiesa di San Cristo, Itálie; katalogové číslo IT BS 1.

Na třetím místě zahraniční části se umístily opět sluneční hodiny od autora Petera Anicha, tentokrát z městečka Mutters, ležícího rovněž kousek od Innsbrucku. Jejich číselník pochází z roku 1736. Azimut stěny je  $-9^\circ$ . Hodiny jsou velice pěkně graficky a gnómonicky provedeny. Hodinové značky s rozsahem V–XII–V a s dělením po půl hodině jsou rozmístěné na bohatě skládané stuze. Ve vnitřní části jsou opět datové čáry se znameními zvěrokruhu a označením délky dne v jednotlivých obdobích. Jako ukazatel je použit polos s nodem a dvěma podpěrami.

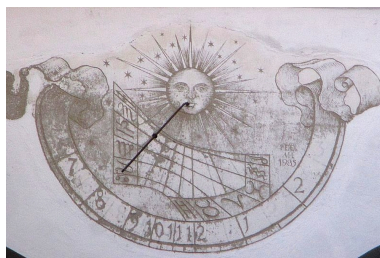


Obr. 18 — Mutters, Pfarrkirche Hl. Nikolaus, Rakousko; katalogové číslo AT IL 23.

## Sluneční hodiny 4. kvartálu roku 2015

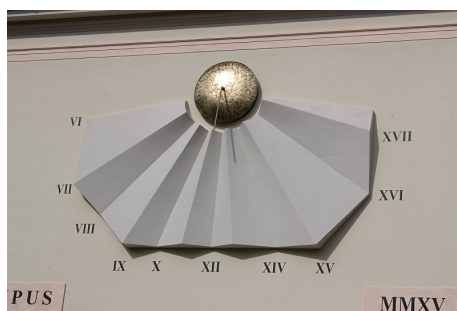
Jaromír Ciesla

Během čtvrtého kvartálu roku 2015 přibylo do katalogu 68 nových záznamů, z toho 46 domácích. První místo získaly sluneční hodiny ze Znojma. Jejich autorem je Milivoj Husák a pro čtenáře této rubriky to není neznámé jméno. S jeho jedinečným grafickým projevem jsme se setkali již na několika místech. Hodiny ukazují pravý sluneční čas. Jako poskytovatel stínu slouží šikmý ukazatel, na němž je umístěna kulička. Podle polohy stínu této kuličky mezi datovými čarami můžeme určit polohu Slunce na ekliptice a datum. Tyto hodiny se nacházejí na nádvoří budovy městského archivu. Byly vytvořeny již v roce 1985.



Obr. 19 — Znojmo, Divišovo náměstí; katalogové číslo ZN 48.

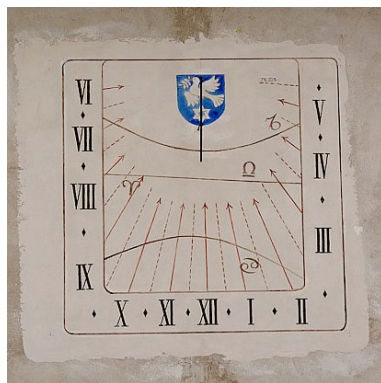
Sluneční hodiny lze vynést na jakýkoliv povrch, nemusí to být vždy rovina či válec. Zhotovení číselníku je pak sice pracnější a náročnější, ale výsledný efekt dokáže příjemně překvapit. Tak jako v případě hodin z druhého místa, u kterých jsou v původní rovině číselníku v místech hodinových čar udělány sklady. Tyto hodiny najdeme v Dolních Břežanech. Rozměr jejich číselníku je  $3,4 \times 2,2$  m a azimut stěny  $-8^\circ$ . Pracovní doba hodin je od šesté hodiny ránní do páté odpolední. Jako ukazatel je použit polos. Pod číselníkem je motto: „FUGIT IRREPARABILE TEMPUS“, tj. „čas nenávratně prchá“ (citát z Vergiliových Georgik) a rok zhotovení MMXV. Gnómonický návrh provedl Ing. Miloš Nosek ve spolupráci s architektkou Ing. arch. Jaromírou Šimoníkovou, CSc. Realizace byla provedena v roce 2015.



Obr. 20 — Dolní Břežany, U zámku; katalogové číslo PZ 42.

Třetí místo zbylo na sluneční hodiny, které se nacházejí na bývalé trafostanici naproti obecnímu úřadu v obci Hroubovice. Již při prvním pohledu je vidět, že stěna není směřována přesně k jihu, ale je mírně pootočená k východu. Číselník je poměrně jednoduchý, ale zato dostatečně přehledný. Rozsah hodin je od šesté ránní do půl sedmé odpolední pravého místního slunečního času. Jako ukazatel je zde použit polos s nodem. Stín nodu se v průběhu roku pohybuje v oblasti vymezené oběma hyperbolami: nahoře pro zimní slunovrat a dole pro letní slunovrat. Dvakrát do roka při svém putování stín překročí rovnodennostní přímku ve středu číselníku, která při této orientaci stěny musí být mírně skloněná. V horní části ciferníku je znak obce Hroubovice, ve kterém šesticípá hvězda připomíná, že zde před válkou žila významná židovská komunita. Autory hodin jsou Jiří Fomín, Ladislav Křyl a Vladimír Říha.

Dostáváme se k prvnímu místu v zahraniční části soutěže. Snímek monumentálních hodin k nám do katalogu dorazil až z daleké Argentiny. Nachází se na točně autobusů v poutním místě Difunta Correa. Zatímco běžně se u slunečních hodin setkáváme s ukazatelem, který vrhá svůj stín na číselník, zde je tomu trochu jinak. Stín číselníku, jenž kopíruje rovinu rovníku, je zde promítán na plochu



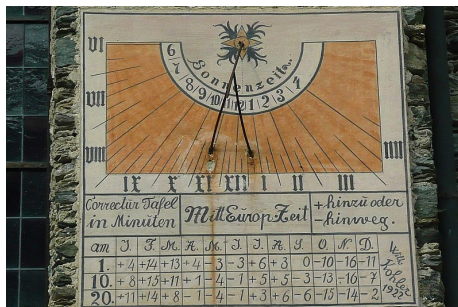
Obr. 21 — Hroubovice; katalogové číslo CR 61.

rovnoběžnou se zemskou osou. Jako ukazatel zde slouží ryska, která reprezentuje osu zemskou a zároveň osu číselníku. Čas se u tohoto typu hodin odečítá z části číselníku promítnuté na středovou osu. U těchto konkrétních hodin je ve středové ose udělána štěrbina, která zpřesňuje měření času; čas můžeme odečítat také na zemi za hodinami. Hodiny lze doplnit rovněž datovou stupnicí, pomocí které lze z výšky Slunce nad obzorem v poledne určit jeho polohu na ekliptice.



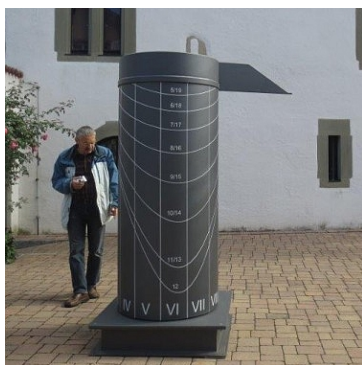
Obr. 22 — Vallecito, provincie San Juan, Argentina; katalogové číslo AR XX 61.

Také na druhém místě se umístily velice pěkné sluneční hodiny, které se nalézají na kostele v Hinterbichlu. Hodiny pocházejí z roku 1922 a ukazují pravý sluneční čas pásmového poledníku. Jsou tedy konstruované s korekcí na zeměpisnou délku, tudíž ryska pro dvanáctou hodinu není na svislici pod patou ukazatele. Rozsah číselníku je 6–12–4, s dělením po čtvrt hodině. Součástí hodin je také korekční tabulka, pomocí které lze čas převést na středoevropský.



Obr. 23 — Hinterbichl, Kapelle Hl. Chrysanth, Rakousko; katalogové číslo AT LZ 3.

Na třetím místě skončily válcové sluneční hodiny z německého Reichenau, které jsou pěknou ukázkou slunečních hodin pracujících na principu výšky Slunce nad obzorem. Hodiny se skládají ze tří částí. Vespod je pevná základna, na které je otočně usazen válec se stupnicí. Na válci je otočně usazené víko s ukazatelem. Vše se nad základnou otáčí samostatně kolem společné osy. Číselník, který je vynesena na svislé válcové ploše, vypadá poněkud nezvykle. Na válci jsou totiž vyneseny dvě stupnice. První je datová, která je dělená svislými linkami označenými jednotlivými měsíci I–XII. Druhá stupnice je hodinová, a tato je tvořena křivkami, které jsou očíslovány hodinami od pěti do dvanácti ve směru od shora dolů a pak zpět nahoru po devatenáctou hodinu. U hodin je využita vlastnost, že velikost a výška denního oblouku, po kterém se Slunce pohybuje po obloze, se mění v pravidelném ročním cyklu. Při určování času postupujeme ve dvou krocích. Nejdříve nastavíme ukazatel na víku vzhledem k datové stupnici podle aktuálního data. Potom natočíme celý válec ukazatelem ke Slunci tak, aby jeho stín směřoval svisle dolů. Podle polohy konce stínu ukazatele mezi hodinovými čarami odečítáme čas.



Obr. 24 — Reichenau, Německo; katalogové číslo DE BA 103.