

Až vykvetou květy roku 2004

Z historie pozorování přechodů Venuše přes Slunce

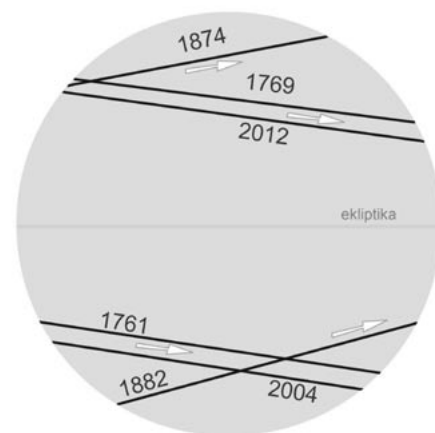
Jaroslav Soumar

Letošní osmý červen bude pro astronomy malým svátkem. Pokud jim bude počasí alespoň trochu přátelsky nakloněno, budou moci sledovat to, co jim během posledních 122 roků obloha na rodné planetě nedopřála – transit (tedy přechod) Venuše před slunečním kotoučem. Je to jev na lidská měřítka vsutku ojedinělý. Vždyť od prvního použití dalekohledu v astronomii (1609 – Galileo Galilei) nastalo dosud šest transitů a pozorováno jich bylo všehovšudy jen pět: první (1631) nebyl v Evropě pozorovatelný.

Hovořit lze opravdu jen o období po vynálezu dalekohledu. Úhlový průměr Venuše je tak malý, že ji bez dalekohledu jako kotouček nelze rozeznat (alespoň není spolehlivě doloženo, že by to někdo dokázal). A na přezářeném Slunci je to bez dalekohledu a bez filtru téměř nemožné. Je pravda, že za výjimečných okolností to nelze zcela vyloučit, ale doklady o sledování transitů Venuše (natožpak Merkuru) v době do 17. století

nemáme (jiného názoru je ale Gruss [1], který tvrdí, že o transitech Venuše věděli již Arabové v 8. a 9. století). A kdy tedy dosavadní transity v teleskopické éře nastaly? Bylo to: 7. 12. 1631, 4. 12. 1639, 6. 6. 1761, 3. 6. 1769, 9. 12. 1874 a 6. 12. 1882.

A další, které nás (či spíše naše potomky) čekají, budou mít v kolonce datum napsáno: 8. 6. 2004, 6. 6. 2012, 11. 12. 2117 a 8. 12. 2125.



Dráha Venuše přes Slunce při posledních čtyřech a nadcházejících dvou transitech

Pozorování transitů bylo pro astronomy dříve velmi důležité. Proč za nimi podnikali cesty – mnohdy navýsost obtížné – a s jakými výsledky se pak vraceli, to je tématem tohoto článku.

Něco teorie úvodem

Z výše uvedeného přehledu je vidět, že transity nastávají vždy počátkem června a prosince. Je to proto, že tehdy je Země v uzlu dráhy Venuše. Dále z přehledu plyne, že perioda opakování je 243 let. Přesněji řečeno, v rámci této periody k transitům dochází po 105,5 rocích, pak po 8, poté po 121,5 a opět po 8 rocích.

To platí ale pouze o transitech Venuše. Druhá vnitřní planeta (transity mohou nastat jen u nich) Merkur je k pozemským astronomům přejícnější – transit Merkuru nastává 13× či 14× za století (naposledy se tak stalo roku 2003, příště to bude v roce 2006 a poté 2016 a 2019). U Venuše je to v průměru jen 1,2× za století. Nižší četnost transitu Venuše má na svědomí její delší oběžná doba, a tedy zřidkavější výskyt v uzlu své dráhy.

Měření sluneční paralaxy

Z pozorování transitů se nechá vcelku jednoduše určit vzdálenost Země–Slunce (neboli astronomická jednotka, 1 AU), což je v astronomii dosud základní jed-



Titulní list Keplerova *De raris Mirisque; Admonitio ad astronomos, rerumque coelestium studiosos*



Vitřák kostela v Much Hoole zobrazující Jeremiáše Horrockse

Mgr. Jaroslav Soumar (*1965) vystudoval mezioborové studium na PedF UK (částečně i MFF, PFF a FF UK). Posledních dvacet let působí střídavě jako zaměstnanec či spolupracovník Štefánikovy hvězdárny. Kromě popularizace se věnuje historii astronomie.

notka při určování vzdáleností větších. Pravda, pro měření astronomické jednotky byly již v 19. století k dispozici metody přesnější; ale metoda měřením transitů byla proťzována a byly do ní vkládány velké naděje – bohužel větší, než metoda mohla splnit.

Výhodnější pro tato měření je transit Venuše než Merkuru, protože poměr paralax Merkuru a Slunce (kterou určujeme) je menší a je tedy zapotřebí větší přesnosti v měření. Ale u Venuše to je jiné – vždyť ta je při největším přiblížení k Zemi téměř dvakrát blíže než Mars, druhá nejbližší planeta k Zemi. Navíc má Venuše větší průměr než je součet průměrů Marsu i Merkuru.

Z jiných měření plynul ale větší průměr Venuše, než jaký určovalo sledování transitů. Správně to bylo příkládáno na vrub existenci husté Venušiny atmosféry a jejím optickým vlastnostem (mimo jiné i [1]).

Základ měření paralaxy transitem vložil roku 1663 skotský matematik James Gregory (1638–1675) v *Optica promota* [3]. Při pozorování ze dvou různých míst na Zemi plynou dva časové úseky trvání jevu. Známe-li rozdíl zeměpisných šířek oněch míst a oba časové intervaly, můžeme určit rozdíl paralaxy Venuše a Slunce a podle 3. Keplerova zákona poměr obou paralax a výsledně pak samotnou solární paralaxu. Stačí tedy pozorovat jev ze dvou míst o různé zeměpisné šířce a na obou změřit okamžiky vnějších i vnitřních kontaktů Venuše vůči slunečnímu kotouči. Určení okamžiků vnějších kontaktů (především prvního) je ale poměrně nejisté, a tak je lepší spoolehnot se jen na změření kontaktů vnitřních. Takto metodu navrhl roku 1677 Edmond Halley (1656–1742) poté, co toho samého roku pozoroval transit Merkuru z ostrova sv. Heleny. Halley později metodu popsal ve dvou rozpravách: *De visibili conjunctione inferiorum planetarum cum Sole a Methodus singularis, quae Solis parallaxis tuto determinari poterit* (1716). Bohužel se ale domníval, že okamžiky úkazů lze stanovit s přesností řádově sekund, zatímco skutečná přesnost se pro tehdejší přístroje pohybovala o řád níže.

Zjednodušením této metody vznikl postup, který roku 1722 navrhl Joseph-

Nicolas de l'Isle (1688–1768). Ze dvou míst o různých zeměpisných délkách se pozorovaly okamžiky vstupu nebo výstupu. Ze změřených okamžiků a ze známého rozdílu zeměpisných délek pozorovacích míst se určil opět rozdíl paralaxy Slunce a Venuše a následně jejich poměr i paralaxa sama. To se měřilo ale dosti obtížně, protože kotouček Venuše se hlavně při vnitřních dotycích protáhne do černé Bailiho kapky.

Při transitech v 19. století se používaly další metody nevyžadující sledování vnitřních kontaktů. Fotografovalo se a mikrometricky či heliometricky se proměřovaly polohy Venuše, měřily se vzdálenosti středů Venuše a Slunce a poziční úhel Venuše vůči středu Slunce.

Historie pozorování transitů

Začneme zmínkou o Merkuru. První pozorovaný přechod Merkuru totiž nastal měsíc před prvním transitem Venuše, který nás zajímá – 7. listopadu 1631. Pozoroval jej pouze Pierre Gassendi (1592–1655) v Paříži, a to na základě předpovědi Johanna Keplera (1571–1630).

1631

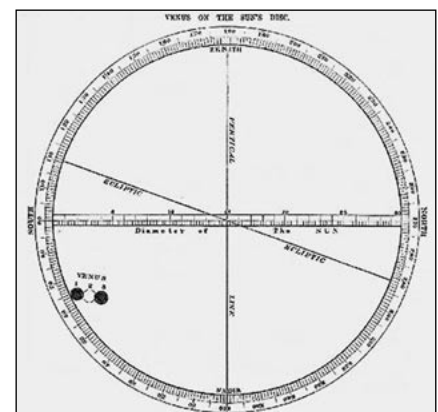
První transit teleskopické éry, jež nastal měsíc po transitu Merkuru, nebyl pozorovatelný z celé Evropy. Jeho konec při východu Slunce bylo možné sledovat jen z jihovýchodních zemí – od Rakouska po Řecko či Itálii. Kepler tento transit připomněl ve spisu *De raris Mirisq; Admonitio ad astronomos, rerumque coelestium studiosos* (1629), sám se o jeho sledování pokusit už ale nemohl; zemřel přesně rok před tímto transitem. Kepler také určil periodu opakování transitů na 120 roků. Pierre Gassendi, kterému se vydařilo dřívější pozorování Merkuru, se o pozorování transitu Venuše snažil, měl ale smůlu: z jeho Paříže nebyl úkaz vidět, nad obzor vyšla obě tělesa až po úkazu. První transit tedy nikdo neviděl, astronomové zcela ostrouhali.

1639

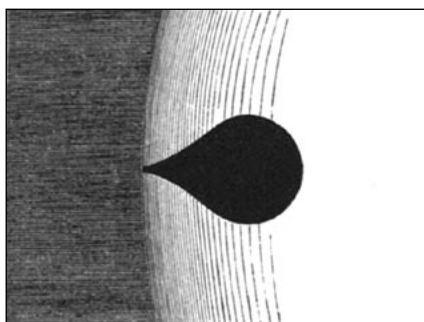
Přechod tohoto roku Kepler pro nepřesnosti ve svých tabulkách neuvedl, ač uvedl transit následující o sto dvacet let později. Datum transitu se ale podařilo podle jiných – Lansbergových – tabulek spočítat Jeremiáši Horrocksovi. Díky

tomu dnes víme, že jako první člověk v dějinách sledoval transit Venuše 24. listopadu 1639 (podle juliánského kalendáře, jenž tehdy v Anglii platil – podle dnešního gregoriánského by to bylo 4. prosince) v malé lancashirské vesničce Much Hoole severovýchodně od Liverpoolu Jeremiah Horrocks (1619–1641).

Horrocks (či Horrox, v latinizované podobě Horrocius) úkaz pozoroval krátce před západem Slunce projekční metodou. Traduje se, že farář Horrocks svá pozorování musel přerušit a věnovat se svým pastoračním povinnostem. I kdyby tehdy už opravdu farářem byl (sám píše pouze to, že při čekání na transit musel několikrát odběhnout v naléhavé pracovní záležitosti – a podle [8] byl na vysvěcení tehdy ještě příliš mladý), konec úkazu neviděl jednoduše proto, že Slunce spolu s Venuší zapadalo a Horrocksovi tak bylo dopřáno pozorovat transit jen 35 minut. Zda o počátek úkazu přišel opravdu kvůli modlitbám, jak tvrdí Sheehan [8], není zcela jasné. Faktem ale je, že svá pozorování začal zaznamenávat až tři minuty po prvním vnitřním kontaktu. Zato ale mohl na vlastní oči vidět (podobně jako Gassendi při transitu Merkuru), že úhlový průměr planety je podstatně menší, než bylo tehdy předpokládáno. Toto pozorování a jeho prvenství by samo o sobě stačilo, aby Horrocks byl umístěn na čestné místo v pomyslném astronomickém panteonu. Kromě onoho slavného pozorování pak ještě určil dráhu Měsíce jako elipsu, což použil sám Newton. Horrocks, který zemřel v pouhých 22 letech, je dnes pokládán za otce britské astrofyziky.



Horrocksovův nákras transitu 1639



Kresba černé kapky při transitu 1769

O svém pozorování napsal spisek *Venus in Sole visa* (Venuše před Sluncem spatřená), který roku 1662 vydal Jan Hevelius spolu se svým vlastním pojednáním o pozorování přechodu Merkuru. Další část Horrocksových pozorování zveřejnil roku 1672 John Wallis. Podle Horrocksových výsledků solární paralaxa nepřevyšovala 14", čili astronomická jednotka by pak odpovídala třem pětinám své skutečné hodnoty. Spolu se svým přítelem Williamem Crabtreeem (1610–1644) pozorujícím poblíž Manchesteru byl Horrocks nejen prvním, ale i jediným doloženým pozorovatelem tohoto úkazu. Na rozdíl od Horrockse byl Crabtree údajně tak zaskočen působivostí úkazu, že si jej stihl jen vychutnávat, aniž by cokoliv naměřil.

1761

Transit pro tento rok spočítal opět již Kepler, a to na základě svých Rudolfských tabulek, vypracovaných pro císaře Rudolfa II.

Astronom de l'Isle, který přišel o čtyřicet let před transitem s novou možností měření solární paralaxy, zrozeslal svou předpovědní mapu viditelnosti transitu více než stovce svých kolegů. Pozorování je pak v tomto roce více-méně doloženo u osmdesáti pozorovatelů či výprav. Jejich seznam obsahuje např. [4] – stránky *Venus transit 2004*. Naproti tomu Woolf [5] stejně jako Teets [3] uvádí o polovinu vyšší seznam pozorovatelů, kteří byli toho roku úspěšní a Newcomb uvádí 62 pozorovacích míst, kde byl jev úspěšně sledován – některá z nich pro toto pozorování určil dokonce už Halley o 50 let dříve. Podle jiných údajů to bylo až 176 pozorovatelů na 117 místech [4] – stránky sunearth.gsfc.nasa.gov.

Spolu s prvními relativně přesnými určeními hodnoty astronomické jednotky

(z opozice Marsu roku 1672 Richerem a Cassinim) byly velké vědecké expedice, které se vydaly za pozorováním přechodů Venuše roku 1761 a 1769, prvními příklady moderní „velké vědy“. Tyto expedice a jejich protagonisté navíc poskytují dodnes zajímavé astronomické i lidské příběhy.

Tak třeba francouzský astronom Jean Chappe d'Auteroche (1728–1769). Chtěl měřit přechod Venuše v sibiřském Tobolsku. S oficiálním pozváním od carevny Alžběty I. opustil Paříž se svou expedicí v listopadu 1760. Profesor astronomie Donald Fernie popsal výpravu takto: během prvních osmi dní strastiplné cesty z Paříže do Štrasburku se rozbila všechna optika v Chappého přístrojích a jeho zavazadla byla zničena. Aby získal nové přístroje, chytil loď plující po Dunaji z Ulmu do Vídně. Odsud dorazil 22. ledna do Varšavy. Ve Varšavě jeho výprava přesešla na koňské sáně. Na nich se dostali 17. března do Moskvy. Poté, za stálého mrazu, překonali Ural. Do Tobolsku se v té době nedostali, protože cesta vedla bahnitým terénem, a nebylo možné se tam před roztáním sněhu dostat. Chappe sem dorazil uprostřed dubna. Trvalo mu to 5 měsíců. Sestavil svou improvizovanou hvězdárnu na blízkém pahorku, zatímco celou oblast zalilo jarní tání. Měl problémy s domorodci, kteří jej obviňovali, že hodlá něco provést se Sluncem. Jeho průvodci mu utekli a on je až s pomocí zbraní uklidnil. Ale nakonec se Chappe přece jen dočkal a pořídil měření, která sloužila následujících sto let.

Další dvě francouzské výpravy směřovaly do Indického oceánu a do Indie – vedli je Alexandre Gui Pingrée (1711–1796) a Jean-Batiste Le Gentil de la Galaisière (1725–1792). Pingréeho výprava měla smůlu: přišlo, jen na konec úkazu se vyjasnilo. Le Gentilova výprava měla ovšem smůlu daleko větší. Nejprve musela urazit pořádný kus cesty: když dorazila na Mauritius, kvůli válce s Anglií tu museli čekat, až se cíl jejich cesty – indické Puttuččéri (Pondichéry) – vymaní z anglického obléhání. Když se tak stalo, vydali se k cíli; předtím ale Le Gentil prodělal ještě nemoc. Monsun je sice zahnal jinam, ale nakonec přistáli u indického pobřeží – jen pro to, aby

se dozvěděli, že Puttuččéri bylo dobyté Angličany. Vrátili se tedy na východ od Madagaskaru, na Mauritius. Tam už doplout nestihli, a tak Le Gentil sledoval úkaz z kývající se paluby uprostřed oceánu a nemohl vůbec pomýšlet na přesná měření, za kterými se sem vydal [8].

Kromě Dánska, Ruska a Švédska vyslala expedice také Anglie, a to na ostrov sv. Heleny a na Sumatru. První vedl Nevil Maskelyne (1732–1811), ale jeho mise měla smůlu – bylo zataženo. Druhá pod vedením Charlese Masona (1728–1786) spolu s Jamesem Bradleyem (1693–1762)

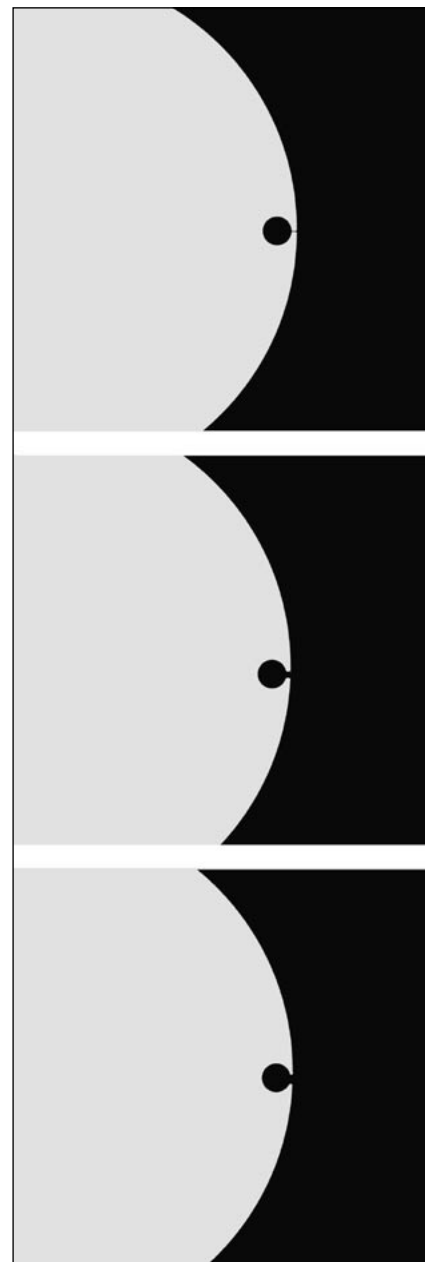


Schéma černé kapky

pro změnu dorazila pozdě, a tak její účastníci transit pozorovali alespoň z lodi u Kapského města.

Svá pozorování z Vídně do celosvětové kampaně připojil i ředitel vídeňské hvězdárny Maximilián Hell (1720–1792), jehož jméno je spjato se slovenskou astronomií. Protože ale nebylo po celou dobu úkazu jasno, nepočítal Hell vůbec paralaxu. Zato se mu podařilo objasnit do té doby nevyřešenou otázku existence Venušina měsíce. Dosavadní domnělá pozorování satelitu vysvětlil roku 1765 jako optický klam [6].

Z Londýna úkaz pozoroval zdatný konstruktér dalekohledů James Short (1710–1768), jehož metoda pozorování transitu (1761) a následného získání údajů o paralaxe odpovídala stejné metodě Halleyově.

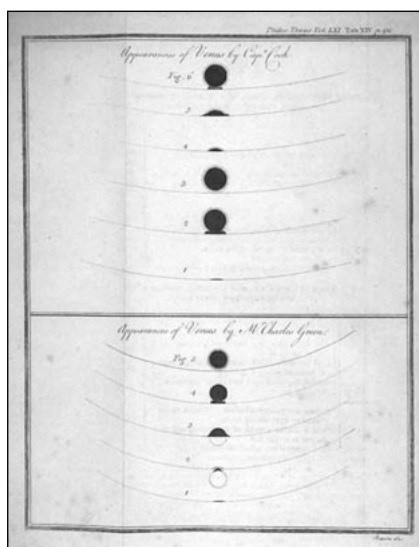
Významným pozorovatelem transitu se v tomto roce stal i všestranný ruský učenec Michail Lomonosov (1711–1765). Svá pozorování z Petěrburku sepsal v pojednání *Javlenije Veněry na Solnce nabluděnoje* (1761). Právě Lomonosovovi vděčíme za popis černé kapky a za dedukci, že Venuše má atmosféru (s názorem na existenci atmosféry přišel již předtím Halley).

Černá kapka je kapkovitým protažením Venuše, která se při prvním vnitřním kontaktu jakoby nechce odpoutat od okraje Slunce a při druhém vnitřním kontaktu se k limbu Slunce přisaje, i když je od něj ještě vzdálená. Tento optický ohybový jev, nazývaný Bailyho či černou kapkou, zapříčinil, že hodnoty získané z pozorování v tomto roce byly poněkud zklamáním. Vinou obtížné pozorovatelnosti vnitřního kontaktu byla sluneční paralaxa určena s přesností $\pm 11\%$. Především jev černé kapky tak znemožnil její očekávané zpřesnění. Vlastní hodnota paralaxy byla určena mezi $8,5''$ a $10,5''$.

Následující transit roku 1769 na tom byl o něco lépe.

1769

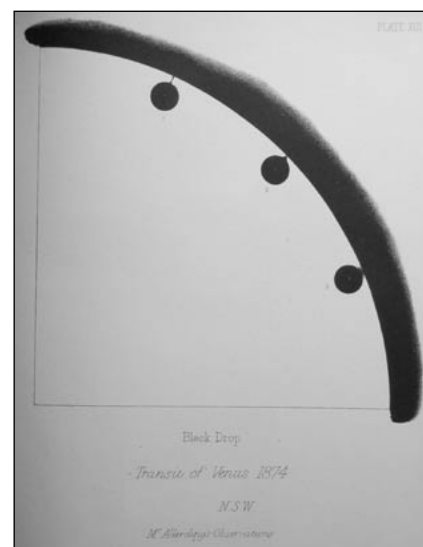
Druhý přechod Venuše v 18. století se odehrál roku 1769. Potřeba zpřesnění paralaxy Slunce vzrostla, a tak astronomické velmoci i menší astronomické mocnosti vyslaly mnoho výprav. Počet známých pozorovatelů odpovídal předchozímu transitu. Woolf [5] uvádí sou-



Kresby transitu pořízené Jamesem Cookem a Charlesem Greenem

pis dokonce 150 úspěšných pozorování. Některé z výprav ale stihla velká smůla. Chappe odcestoval na pozorování tohoto přechodu na Baja California. Po úspěšném pozorování chtěl zůstat ještě na pozorování zatmění Měsíce o půldruhého měsíce později. Mezitím ale onemocněl tyfem a zemřel. Le Gentil, jehož výprava do indického Puttuččéri na transit v roce 1761 skončila na Mauritiu, chtěl úkaz sledovat z Filipín. Smůla se jej ale nehodlala pustit a jeho trampoty se dále stupňovaly. Byl z Filipín odvolán do (opět Francouzy obsazeného) Puttuččéri. Vrátil se tedy poslušně do Indie, na troskách francouzských budov si postavil svou pozorovací techniku a vyčkával na pozorování transitu. Počasí ale bylo jiného názoru, a tak Le Gentil mohl vidět jen zataženou oblohu. Neuvěřitelná smůla... A pak, po dva roky trvající cestě zpět do Francie, po jedenácti a půl letech na cestách, navíc zjistil, že je prohlášen za mrtvého a jeho dědici si úspěšně dělí jeho majetek. Není divu, že Le Gentil raději zapomněl na cestování, dobře se oženil a zbytek života strávil spokojeně na pařížské hvězdárně.

Angličané vyslali toho roku 69 (!) expedic. Úspěšně dopadl třeba kapitán James Cook (1728–1779), který spolu s Charlesem Greenem přechod pozoroval z Tahiti (místo jeho pozorování se i dnes jmenuje *Point Venus*), kam doplul na své lodi Endeavour. Dodnes je jeho pozorov-



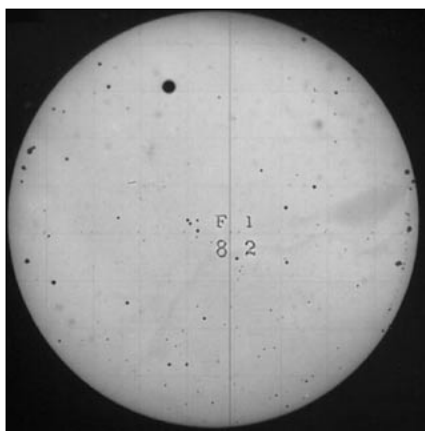
Další kresby efektu černé kapky při přechodu Venuše z roku 1874

vatelský počín vyobrazen na tahitských poštovních známkách.

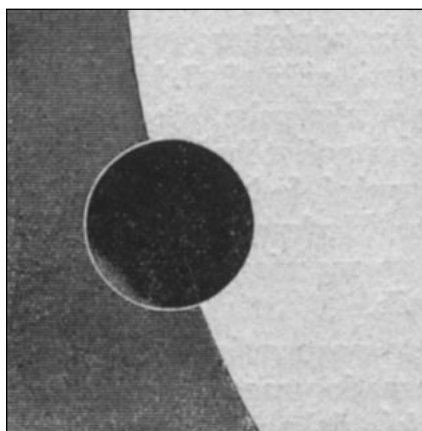
Transit pozorovali i tři americké expedice vyslané do Pensylvánie, na Cape Henlopen v Delaware a do Philadelphie. Z amerických kolonií přišla později i varovná zpráva pro příliš zanícené pozorovatele: skvělý americký astronom David Rittenhouse byl po prvním kontaktu tak rozrušen, že u dalekohledu omdlel. I když jej rychle vzkřísili, nestihl provést všechna zamýšlená měření.

Jedním z pozorovatelů transitu 1769 byl opět Maximilián Hell, který tentokrát namísto z Vídně pozoroval ze 71. stupně s.š. Pobýval totiž na laponském ostrově Vardö, na dohled od dnešního norského pobřeží Barentsova moře, kam přicestoval na pozvání dánského krále Kristiána VII. Jeho výsledky získané v extrémních povětrnostních podmínkách byly ale (hlavně pro půlroční prodlevu mezi pozorováním a jejich publikováním, která mohla ukazovat na vyčkávání na výsledky svých kolegů) často zpochybňovány, přestože jejich hodnota byla $8,70''$. A tak nepřekvapí, že Hell s Lalandem si své výsledky pozorování transitu navzájem napadali.

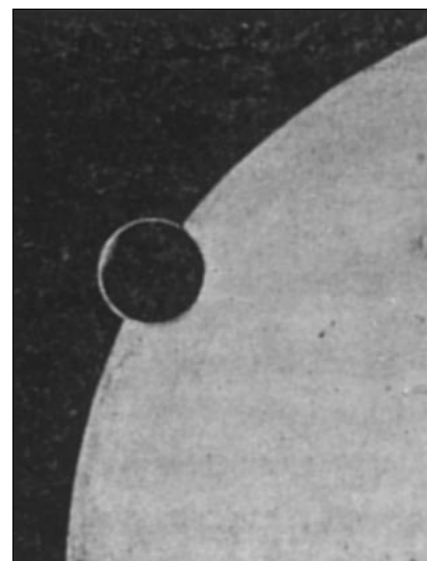
Ruská Akademie pozvala na popud carevny Kateřiny Veliké několik významných astronomů, aby transit pozorovali na ruském území. Do Ruska odcestoval např. J. Lexell ze Švédska či Leonhard Euler ze Švýcarska – ten však byl v té době již slepý.



Fotografie přechodu Venuše přes sluneční disk z roku 1882



Světlo, které pozoroval na obrysech Venuše Langley dne 6. prosince 1882



Kresba začátku přechodu Venuše přes sluneční disk z roku 1882

Dohromady tak astronomové 18. století uskutečnili bezmála tři stovky pozorování, kterými precizovali hodnotu vzdálenosti Země od Slunce. Encke v letech 1824 a 1835 z dosud získaných pozorování odvodil hodnotu sluneční paralaxy $8,571''$ s chybou 0,4 %. Tato hodnota se liší pouze o $0,2''$ (tedy o 2,5 %) od dnešních znalostí této základní astronomické konstanty ($8,794''$). Enckeho hodnota byla uznávána až do poloviny století, kdy ji zpřesnila pozorování Měsíce.

I další astronomové se snažili hodnotu solární paralaxy na základě výsledků z pozorování transitů zpřesnit. Vycházeli přitom ze stejných pozorovacích dat jako Encke. Hodnoty jimi získané se pohybovaly mezi $8,79''$ a $8,915''$. Hodnota, kterou o sto dvacet let později z transitů 18. a 19. století získal Newcomb ($8,79''$), byla skutečnosti nejbližší.

1874

Poslední dva dosavadní přechody Venuše nastaly v letech 1874 a 1882. Pro astronomii bylo velkým štěstím, že se odehrály v době obrovského rozmachu fotografie. Dávno se již nejednalo o nedostatečně citlivou daguerrotypii, ale v astronomii se ihned aplikovaly nejnovější pokroky v používání stříbra a jeho halogenidů pro fotocitlivou vrstvu. Pro oba dva transity 19. století je tak užítí klasické moderní fotografie zcela samozřejmé. Tím se pozorování stala objektivnějšími – při použití přesných chronometrů se dala napozorovaná data později znovu zhodnotit a výsledky nebyly závislé na subjektivních pozorovacích záznamech. Přesto ale

data získaná některými výpravami byla přesnější z mikrometrických pozorování než ta, která byla určena z fotografií.

Transit roku 1874 byl testem pro použité přístroje a postupy – ty mohly být ještě před druhým transitem 19. století patřičně vyladěny. Pozorovatelé měli přitom k dispozici buď zcela nové či výrazně zdokonalené typy přístrojů. Ale ani ty nepomohly překonat největší svízel astronomů všech dob – nepřízeň počasí. Na zataženou oblohu doplatily výpravy na Sibiř a ani na většině míst Japonska a Číny nebylo v den transitu zcela jasno. Přechod byl tentokrát kromě Evropy a Afriky pozorovatelný z části Asie (Čína, Japonsko) a z Austrálie.

Angličané na tento transit zorganizovali pozorování na osmi místech, která mělo obsadit všehovšudy pět expedic. Organizování se ujal sám královský astronom sir George Airy (1801–1892). Výpravy zaměřily na Havaj, Nový Zéland, na Kerguelény (souostroví v jižní oblasti Indického oceánu), do Egypta a do Indonésie.

Na území Ruska bylo 24 pozorovacích míst, zatímco Francouzi zorganizovali šest výprav (do Peking, Japonska, Vietnamu, do středu Atlantiku a dvě k Novému Zélandu).

Z napozorovaných dat byla různými astronomy spočtena hodnota sluneční paralaxy v rozmezí $8,75''$ a $8,884''$.

1882

Výraznou roli při organizaci expedic teď převzali američtí astronomové. Osm amerických výprav bylo sestaveno hned

v roce 1874, organizovala je Komise pro přechod Venuše, které předsedal Simon Newcomb (1835–1909). Americký Kongres pro ně vyčlenil – tehdy neuvěřitelných – 177 tisíc dolarů. I když Newcomb výsledky pozorování z roku 1874 považoval za neuspokojivé pro zásadní nedostatky v použité metodě, po přímluvě astronoma Williama Harknesse vyčlenil Kongres roku 1882 částku 10 tisíc na vyslání dalších osmi expedic. Newcomb byl pověřen vedením expedice na Mys Dobré naděje v Jižní Africe a Asaph Hall vedl expedici do texaského San Antonia.

Ani jiné státy nezůstaly pozadu. Angličané vyslali přes deset expedic, Francouzi osm. Přidalo se i Dánsko, Brazílie a Německo (4 výpravy). I když expedic bylo veliké množství, získané výsledky příliš uspokojivé nebyly. Hodnota paralaxy podle nich kolísala od $8,82''$ do $8,87''$ s chybami udávanými v řádu setin obloukové vteřiny, což představovalo chybu kolem 0,3 %; tato nejistota byla jen nepatrně nižší než o sto let předtím! To podle Grusse [1] vedlo na přelomu 19. a 20. století k závěru, že sluneční paralaxa je s jistotou známa dosud jen na jedno desetinné místo, a to na hodnotu $8,9''$.

Ani hodnoty získané americkými expedicemi roku 1882 nebyly ušetřeny polemik. Sám Newcomb píše ve svých

Vzpomínkách (1903), že výsledky nebyly nikdy oficiálně publikovány, a tak to vypadá, jakoby snad ani žádné získány nebyly. Přitom ale Harkness se podstatnou část své kariéry zabýval analýzou získaných měření; výsledkem bylo stanovení sluneční paralaxy a zařazení její hodnoty mezi ostatní astronomické konstanty. To publikoval ve zdoluhavé monografii *The Solar Parallax and its Related Constants* z roku 1891. Newcomb tyto výsledky dokonce použil v jeho proslulé *The Elements of the Four Inner Planets and the Fundamental Constants of Astronomy* z roku 1895, ale přikládal jim už daleko menší váhu než metodám jiným.

Pokud pozorování z 18. století dávala hodnoty paralaxy nižší (a tedy vzdálenost Země–Slunce přeceňovala), data získaná ve století devatenáctém paralaxy naopak o dost zveličila. Naštěstí ale byly k dispozici již jiné (a přesnější) metody, jak určit solární paralaxy. Tak třeba Hall určil roku 1862 solární paralaxy na základě měření Marsu jako $8,841''$, o třináct let později Galle z měření planety Flora určil $8,873''$, za dalších šest let Gill z měření Marsu vyvodil hodnotu $8,78''$, roku 1900 pak Hinks z měření planety Eros určil $8,806''$ atd.

Zvláštností transitu roku 1882 je to, že má svou vlastní skladbu! Je to prostě transit s vlastním pochodem. Ten pochod se jmenuje „Pochod přechodu Venuše“ (*Transit of Venus March*) a složil jej roku 1883 John Philip Sousa (1854–1932). Podivuhodnost tohoto počínu trochu kazí to, že jej Sousa složil při příležitosti odhalení pomníku Josepha Henryho, jednoho z významných amerických fyziků. Na druhou stranu to plně vynahradil tím, že pochod prvně zazněl právě v okamžiku západu Venuše a že tento okamžik měl ještě další vztah k poctěnému fyzikovi. Ostatně – umíte-li noty, zkuste si začátek pochodu podle přiloženého listu zahrát. Dodáme-li, že v té době vznikla i „Transitová polka“, je to přímo hozená rukavice současným skladatelům, kteří budou letošní transit pozorovat!

Závěrem

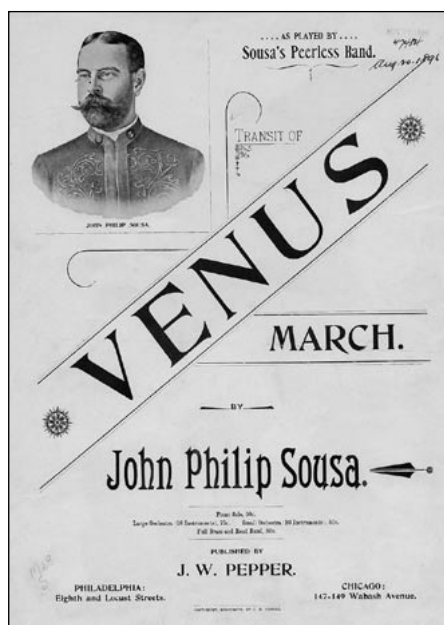
Přechod Venuše roku 1882 byl poslední, do kterého byla vkládána odborná očekávání. Letošním transitem se tyto jevy širšího vědeckého zájmu oprostí. Zůstanou

ale neobvyklou podívanou, která má půvab hlavně ve své sporadičnosti a na kterou se všichni milovníci oblohy těší. V takovém očekávání se prolíná exaktní věda s rozechvěním. Těsně před – zatím – posledním transitem to vystihl již zmiňovaný William Harkness, ředitel Americké námořní observatoře, když napsal: „Jsme v předvečer druhého z dvojice transitů, po kterých nebude dalšího až do úsvitu jedenadvacátého věku, až vykvetou květy roku 2004...“.

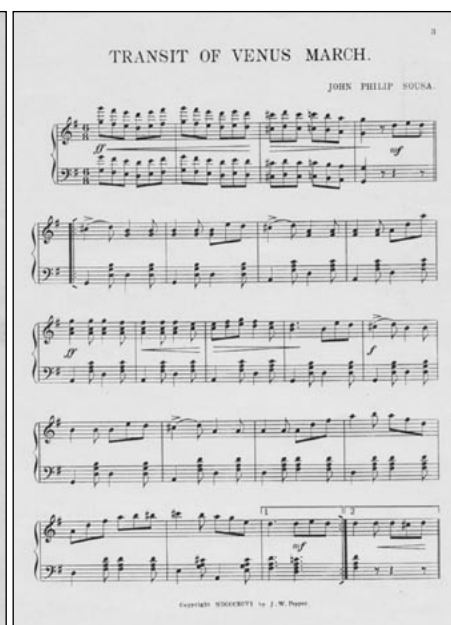
Bude to pro pana Harknesse zadostiučinění, až zanedlouho budeme říkat: krásně to kvetlo, když roku 2004 přecházela Venuše přes Slunce...

Literatura:

- [1] Gustav Gruss: *Z říše hvězd*, Praha 1894.
 - [2] Jiří Bouška, Vladimír Vanýsek: *Zatmění a zákryty nebeských těles*, Praha 1963.
 - [3] Donald Teets: *Transit of Venus and the Astronomical Unit*, *Mathematics Magazine* **76** (2003) 335–348.
 - [4] Internet: <http://www.phys.uu.nl/~vgent/venus/venustransitbib.htm> (nejobsáhlejší dostupný soupis zdrojů pojednávajících o jednotlivých transitech).
- <http://www.imcce.fr/vt-2004> (stránky projektu Venus transit 2004 s podrobnou historií pozorování transitů v angličtině i francouzštině. Podrobnosti o historii pozorování jednotlivých transitů jsou pak na stránkách: http://www.imcce.fr/vt-2004/en/fiches/fiche_n20a až [e_eng.html](http://www.imcce.fr/vt-2004/en/fiches/fiche_n20a);
- <http://www.bo.astro.it/~biblio/Horn/dicembre3.htm> (vysvětlení vzniku černé kapky – italské stránky);
 - <http://www.transitofvenus.org/historic.htm> (odkazy na relevantní stránky o historii pozorování transitů);
 - <http://venuse.hvezdarna.cz> (historie transitů autora Jiřího Duška z brněnské hvězdárny);
 - <http://sunearth.gsfc.nasa.gov/sunearthday/2004> (stránky o transitu včetně jejich historie);
 - <http://sunearth.gsfc.nasa.gov/eclipse/transit/transit.html> (podklady pro výpočet transitů od lidra v problematice zatmění F. Espenaka. Obsahuje i sešit MS Excel, podle kterého lze snadno určit viditelnost transitů z daného místa);
 - http://sunearth.gsfc.nasa.gov/sunearthday/2004/vt_edu2004_venus_back_his.htm (historie pozorování);
 - www.lancashirepioneers.com/horrockcs/venus.jpg (výňatek z pozorovacího deníku Horrockse);
 - http://www.fhl.lib.mo.us/events_exhib/exhibit/exhibits/voyages/cook.html (o cestách J. Cooka včetně jeho astronomických pozorování);
 - <http://lcweb2.loc.gov/cocoon/ihas/loc.natlib.ihas.100010997/default.html> (Sousova skladba, knihovna amerického Kongresu).
 - [5] Harry Woolf: *The Transits of Venus: a Study of Eighteenth-Century Science*, Princeton 1959.
 - [6] Ján Novák: *Život a dielo Maximiliána Hella*, in: *Význam osobností v dejinách astronómie na Slovensku I.*, Ulanka 1989
 - [7] Kolektiv: *Ottův Slovník naučný*, Praha 1909
 - [8] William Sheehan: *The Transit of Venus – Tales From the 18th Century*, *Sky & Telescope*, Feb. 2004, 46–54.
 - [9] Šaronov: *Planěta Veněra*, Moskva 1965.



Titulní list Sousova opusu



Počáteční část „Pochodu přechodu Venuše“