

Minulá pozorování přechodů Venuše

Jaroslav Soumar

...aneb o tom, že pro naše prarodiče a potomky neplatilo a nebude platit, že Venuše se Sluncem se mohou setkat jen dvakrát za život – ale platí to pro nás!

Až vykvetou květy roku 2004 – tak se jmenoval článek o historii přechodů Venuše přes Slunce, který v *Astropisu* vyšel před osmi roky. Květy z onoho roku už dávno nejen uvadly a zetlely, ale uvolnily živiny, z kterých nasadily pupence a rozvinuly se květy nové. Květy letošní. Ano, historie se opakuje. A my si trochu té historie zopakujeme.

Začínáme... demografií

Některé astronomické úkazy jsou z hlediska délky lidského života vzácné. Perioda Halleyovy komety odpovídá délce našich životů, a proto ji jen málokdo může vidět dvakrát – a nikdo nikdy třikrát.

S přechody Venuše přes sluneční disk je to podobné. Jen lidí, kteří tento úkaz mohli vidět dvakrát za život, bude v červnu 2012 více. Vlastně hodně. V České republice to bude hnedle 90 % obyvatelstva [1]. Nikdo z našinců ale neuvidí přechod Venuše potřetí – nejstarší žijící občanka se narodila plných 22 let po předposledním Venušině tranzitu. A ani jinde na světě zřejmě nikdo takový nežije (relativně dostatečně potvrzená jsou data narození lidí, kteří se letos dožívají maximálně 115 let, a to nestačí). Člověku, který by se mohl honosit třemi tranzity Venuše, by muselo být letos alespoň 129,5 roku.

Ale v předminulém století pro spatření tří průchodů Venuše teoreticky stačilo dožít se 113 let! A taky trochu cestovat. Stejně tak tomu bude u tranzitů ve 22. století – vzhledem k prodloužování

průměrného věku určitě mezi námi běhá nejedno děčko, které by mohlo tento úkaz vidět třikrát. Ba co víc: vsadím se, že některý z dnešních druháků svým věkem pokryje hned čtyři tyto úkazy. Proč ale takový nesoulad v nebeské harmonii a pravidelnosti mezi současností na jedné a budoucností s minulostí na druhé straně?

Číselná rozvečka

Popsaná neshoda plyne z nanejvýš pravidelného oběhu Země a Venuše kolem Slunce. Oběžné doby (siderické) obou planet mají jenom přibližně společný násobek 243 let. Je přibližný, proto se periody konjunkcí postupně mění. Důsledkem

toho v současnosti – tedy od 16. až do 31. století – jednotlivé tranzity klopýtají v rytmu 8, 122, 8 a 105 roků.

Přesněji řečeno, v rámci 243 leté periody k tranzitům dochází po 105,5 rocích, pak po 8, poté po 121,5 a opět po 8 rocích.

Od 4. tisíciletí budou přechody Venuše probíhat v taktu 105, 130, 8 let. A v době před narozením Mikuláše Koperníka

poskakovaly tyto úkazy v periodách 8, 113, 122 roků.

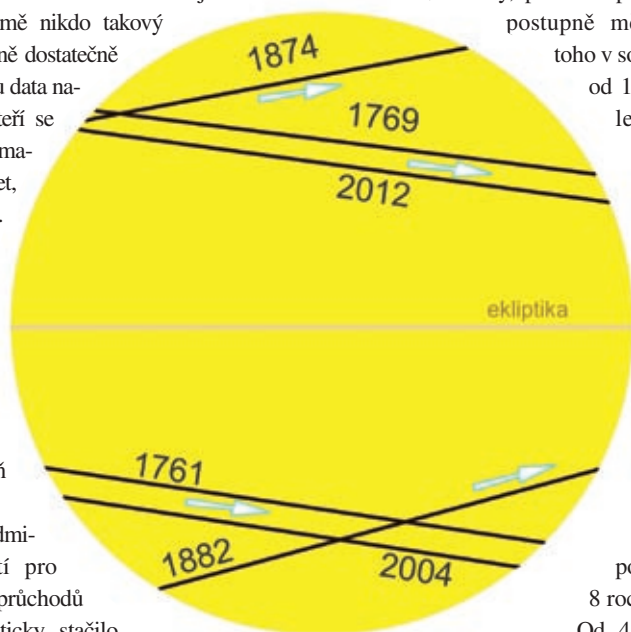
Tranzity nastávají vždy počátkem června a prosince. Je to proto, že tehdy je Země v uzlu dráhy Venuše. Oproti Venuši je Merkur (tranzity mohou nastat jen u vnitřních planet sluneční soustavy) k pozemským astronomům přejícnější – tranzity Merkuru nastávají 13× či 14× za století (naposledy se tak stalo roku 2003 a 2006, poté to bude v letech 2016 a 2019). U Venuše je to v průměru jen 1,2× za století. Nižší četnost tranzitu Venuše má na svědomí její delší oběžná doba, a tedy zřidkavější výskyt v uzlu své dráhy.

Otázka historikova: kdy se to stalo?

A když jsme u těch čísel (čtete článek z historie astronomie – a ani astronomie, ani historie se bez čísel neobejdou), pojďme si pozorovatelné tranzity Venuše spočítat. Nebojte, na to nám budou bohatě stačit prsty na rukou.

Pozorovatelné tranzity mohly být jen ty z nich, které nastaly po vynálezu dalekohledu (1609 – Galileo Galilei) – a těch bylo všehovšudy sedm. Srovnajme to s výše jmenovanou Halleyovou kometou (správně 1P/Halley): ta se od prvního doloženého použití dalekohledu objevila pozemšťanům pětkrát. A kdyby si Galilei s dalekohledem o dva a čtvrt roku pospíšil, tak to mohlo být šestkrát.

Proč započítáváme jen tranzity po vynálezu dalekohledu? Na rozdíl od Halleyovy komety



Dráha Venuše přes Slunce při letošním tranzitu a předcházejících pěti tranzitech



Mgr. Jaroslav Soumar (*1965) vystudoval mezioborové studium na PedF UK (částečně i MFF, PfF a FF UK). V letech 1984–2003 působil jako zaměstnanec Štefánikovy hvězdárny v Praze. Věnuje se popularizaci astronomie a její historii.

Ize v případě pozorování přechodů Venuše přes Slunce reálně uvažovat opravdu jen o období po vynálezu dalekohledu. Úhlový průměr Venuše je poměrně malý a není spolehlivě doloženo, že by někdo dokázal bez dalekohledu rozeznat její srpek. Je ale pravda, že v okamžiku dolní konjunkce, kdy jediné může nastat tranzit Venuše přes Slunce, je její úhlová velikost $60''$, zatímco přes filtr lze prostým okem u středu slunečního kotouče rozeznat už skvrny s umbrou velikou pouze $15''$ až $20''$ [2]. Za výjimečných okolností (např. při západu Slunce) nelze tedy spatření tranzitující Venuše zcela vyloučit, ale pro sledování loudavého pohybu Venuše vůči slunečnímu kotouči bychom museli předpokládat použití filtrů – a o tom doklady rozhodně nemáme.

Není tedy divu, že o sledování tranzitů Venuše (natožpak Merkuru) v době do 17. století nemáme žádné věrohodné zprávy. Jiného názoru je ale např. Gruss [3], který tvrdí, že o tranzitech Venuše věděli již Arabové v 8. a 9. století; ale svůj názor nepodkládá ničím konkrétním. Ani Johnson [4] s tím nesouhlasí a odkazuje na zprávu asyrologa *Archibalda Henryho Sayce* (1846–1933) o fragmentech asyrské hliněné tabulky, na kterých je text přeložitelný – s trochou fantazie – jako záznam o přechodu Venuše přes Slunce.

Existují i záznamy o pozorování tranzitů pouhým okem v 18. a 19. století, ale nejspíše je na místě to, co o takových pozorovatelích ukazuje v roce 1761 napsal francouzský astronom a matematik *Dominique François Jean Arago* (1786–1853): „používají více vlastní představivosti než svoje oči“. Spíše než Venuši

mohou pozorovatelé bez dalekohledu zahlédnou větší sluneční skvrnu.

Proto se budeme věnovat jen pozorováním přechodů Venuše spolehlivě doložených – tedy pozorovaných s pomocí dalekohledu.

A kdy tedy dosavadní tranzity v teleskopické éře nastaly? Bylo to: 7. 12. 1631, 4. 12. 1639, 6. 6. 1761, 3. 6. 1769, 9. 12. 1874, 6. 12. 1882 a 8. 6. 2004.

A další, které nás (s výjimkou toho letošního vlastně naše potomky) čekají, budou mít v kolonce datum napsáno: 6. 6. 2012, 11. 12. 2117 a 8. 12. 2125.

Otázka zeměpisovca: Kde to bylo vidět?

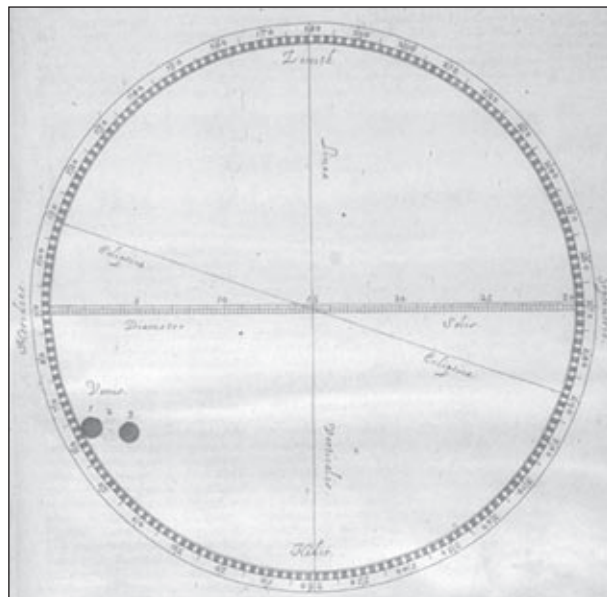
Dosud tedy pouhých sedm pozorovatelných tranzitů za čtyři století. Ale: byly všechny pozorovatelné v České republice (případně v ČSFR, ČSSR, PČaM, ČSR či v Zemích Koruny České)?

Ani zdaleka ne. Pokud bychom to poměřovali pozorovacími podmínkami tranzitu roku 2004, kdy u nás (v ČR) bylo Slunce v maximu úkazu 50 stupňů nad obzorem, museli bychom pro obdobnou podívanou zabrousit v historii dokonce až do roku 1040, kdy bylo Slunce ještě o trochu výš. O malinko horší podmínky u nás byly roku 1283 (první kontakt se odehrál 50 stupňů nad obzorem, čtvrtý kontakt ale už těsně nad obzorem). Ale tehdy o něčem jako je dalekohled – možná kromě *Rogera Bacona* – nikdo neuvažoval.

Budeme tedy muset asi ze svých nároků na pozorovatelský komfort slevit. Nuže: které tranzity od roku 1609 byly z našeho území celé pozorovatelné?

Ehm... s prominutím, zase jen ten poslední v roce 2004.

Dobrá, teď už nejde o komfort: byl od nás vůbec nějaký pře-



Prvním pozorovatelem tranzitu byl Jeremiah Horrocks

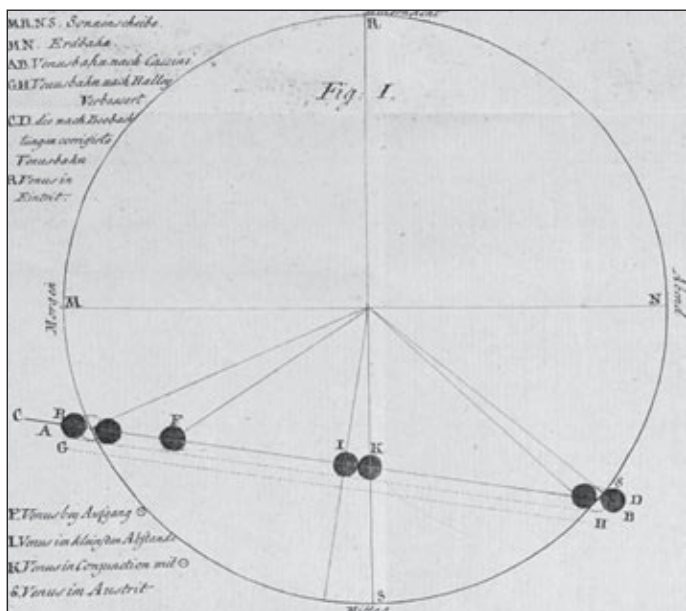
chod Venuše od roku 1609 vidět? Ale jistě. Ten poslední z roku 2004... a dva další. Připouštím, z hlediska historie je to výčet dost žalostný. A přitom dvakrát chybělo málo a mohl být přidán ještě alespoň jeden.

Roku 1631 totiž čtvrtý kontakt nastal pouhý stupeň pod obzorem a v roce 1639 pro změnu první kontakt začal přesně při západu Slunce. Když bychom si malinko zapovíděli, mohli bychom je aspoň zčásti připočítat. Čtvrtý kontakt tranzitu v roce 1631 totiž teoreticky mohl být vidět od Břeclavi a první kontakt roku 1639 zase z některého kopce Českého lesa.

Zanechme ale úvah co by – kdyby a věnujme se těm dvěma reálně pozorovatelným tranzitům.

První z nich – a byl to tranzit roku 1882 – ukázal 1. a 2. kontakt těsně nad západním obzorem (jenom v poloviční výšce, než v jaké ho uvidíme letos). A druhý tranzit byl od nás viditelný roku 1761 – při prvních kontaktech Slunce ještě nevyšlo a v maximu bylo pak 20 stupňů nad obzorem.

Tento druhý (chronologicky ovšem první) tranzit byl od nás také pozorován, a to z ochozu astronomické věže v pražském Klementinu. Pozorování prováděl *P. Joseph Stepling* (1716–1778), první ředitel pražské hvězdárny – ano, ten, co prosadil v Klementinu astronomii teoretickou i pozorovací, nechal postavit astronomickou věž v dnešní podobě, zřídil fyzikální kabinet, zakoupil (z části i ze svého) přístrojové vybavení hvězdárny, započal s klementinskou řadou pravidelných meteorologických pozorování atd.



Nákres přechodu Venuše z roku 1761

Otázka astronomova: na co ta pozorování jsou?

Strohý dotaz astronoma praktického. Hvězdář méně pragmatik by se tak neptal; vždyť krása takovéhoto vesmírných úkazů spočívá hlavně v jejich neopakovatelnosti. Představení na obloze nemůžeme pozastavit ani se při jejich sledování kousek vrátit. Stačí jeden mrak a desítky let čekání jsou pro pozemského pozorovatele v končinách nikoliv nebeských. Anebo stačí, aby se změnila politická situace... ale o tom si přečtete v následujícím článku „Přehled pozorování přechodů Venuše přes Slunce“.

Vraťme se k otázce položené utilitárním astronomem. Dnes pozorování tranzitů opravdu nemá takové praktické využití jako kdysi. Dříve ale bylo pro astronomy velmi důležité. Umožňovalo totiž zpřesnit hodnotu jejich etalonu, astronomické jednotky.

Měření sluneční paralaxy

Z pozorování tranzitů se nechá vcelku jednoduše určit vzdálenost Země–Slunce (neboli astronomická jednotka, 1 AU), což v astronomii byla a dosud je základní jednotka při určování vzdáleností větších. Pravda, pro měření astronomické jednotky byly již v 19. století k dispozici metody přesnější; ale metoda měřením tranzitů byla protežována a byly do ní vkládány velké naděje – bohužel větší, než metoda byla schopna splnit.

Výhodnější pro tato měření je tranzit Venuše než Merkuru, protože poměr paralax Merkuru a Slunce (kterou při měření určujeme) je nižší a je tedy zapotřebí větší přesnosti při jejich měření. Ale u Venuše to je jiné – vždyť Venuše



Novozélandský pozorovatel tranzitu

je při největším přiblížení k Zemi téměř dvakrát blíže než Mars, druhá nejbližší planeta k Zemi. Navíc má Venuše na obloze větší průměr než je součet průměrů Marsu i Merkuru.

Co se určování velikosti Venuše týká, tak z jiných měření plynul její větší průměr, než jaký dávalo sledování tranzitů. Správně to bylo přikládáno na vrub existenci husté Venušiny atmosféry a jejím optickým vlastnostem (mj. [3]).

Základ měření paralaxy tranzitem vyložil roku 1663 skotský matematik *James Gregory* (1638–1675) v *Optica promota* [5]. Při pozorování ze dvou různých míst na Zemi dostáváme dva časové úseky trvání jevu. Známe-li rozdíl zeměpisných šířek oněch míst a oba časové intervaly, můžeme určit rozdíl paralaxy Venuše a Slunce, následně podle 3. Keplerova zákona poměr obou paralax a konečně pak samotnou solární paralaxu. Stačí tedy pozorovat jev ze dvou míst o různé zeměpisné šířce a na obou místech změřit okamžiky vnějších i vnitřních kontaktů Venuše vůči slunečnímu kotouči. Určení okamžiků vnějších kontaktů (především prvního) je ale poměrně nejisté, a tak je lepší spolehnout se jen na změření kontaktů vnitřních. Takto metodu navrhl roku 1677 *Edmond Halley* (1656–1742) poté, co toho samého roku pozoroval tranzit Merkuru z ostrova sv. Heleny. Halley později metodu popsal ve dvou rozpravách: *De visibili coniunctione inferiorum planetarum cum Sole* (1686) a *Methodus singularis, quae Solis parallaxis ope Veneris intra Solem conspiciendae tuto determinari poterit* (1716). Uvědomoval si, že tranzit Merkuru nedává takovou příležitost k určení paralaxy jako přechod Venuše. Bohužel se ale domníval, že okamžiky úkazů lze stanovit s přesností řádově sekund, čímž by výsledně určil astronomickou jednotku s přesností v řádu promile (dostal by tím tedy výsledek s nejistotou ve stovkách tisíc kilometrů). Skutečná přesnost se ale vlivem nečekané komplikace, o které se dočtete v následujícím článku, pohybovala o řády níže.

Zjednodušením Halleyovy metody vznikl postup, který roku 1722 navrhl *Joseph-Nicolas de l'Isle* (1688–1768). Opět se ze dvou míst o různých zeměpisných šířkách pozorovaly okamžiky vstupu nebo výstupu. Ze změřených okamžiků a ze známého rozdílu zeměpisných šířek pozorovacích míst se určil opět rozdíl paralax Slunce a Venuše a následně jejich poměr i samotnou paralaxu Slunce.

Všechny tyto metody byly založeny na určení přesného okamžiku. Efekt černé kapky to ale v podstatě znemožňuje – o tom se přesvědčily pozorovací týmy hlavně v roce 1761, jak je uvedeno v dalším článku našeho časopisu.

Přehled naměřených paralax		
Tranzit roku 1761		
1763	Hornsby	9,73
1765	Short	8,56
1765	Pingre	10,10
1767	Planman	8,49
Tranzit roku 1769		
1769	Euler	8,80
1771	Hornsby	8,78
1771	LaLande	8,62
1771	Maskelyne	8,723
1772	Lexell	8,63
1772	Pingre	8,80
1772	Planman	8,43
1786	DuSejour	8,851
1814	Delambre	8,552
1815	Ferrer	8,58
1865	Powalky	8,832
1868	Stone	8,91
Tranzity z let 1761 a 1769		
1835	Encke	8,571
Tranzit roku 1874		
1877	Airy	8,754
1878	Stone	8,884
1878	Tupman	8,846
1881	Puiseux	8,930
1881	Stone	8,883
1881	Todd	8,810
1885	Obrecht	
Tranzit roku 1882		
1887	Stone	8,832
1887	Cruls	8,808
1882	Harkness	8,847

Při tranzitech v 19. století se používaly ještě 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.

O tom, jak dosavadní jednotlivá pozorování tranzitů probíhala, se dozvíte hned za článkem Jiřího Boka.

Literatura:

[1] Český statistický úřad, vdb.czso.cz/vdbvo.
 [2] H. U. Keller, T. K. Friedli: Visibility Limit of Naked-Eye Sunspots. *Quarterly Journal of the Royal Astronomical Society* **33** (1992) 83.
 [3] G. Gruss: *Z říše hvězd*, Praha 1894.
 [4] S. J. Johnson: On a probable Assyrian transit of Venus. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* **43** (1882) 41.
 [5] D. Teets: Transit of Venus and the astronomical unit. *Mathematics Magazine* **76** (2003) 335.