

# Rozhledy matematicko-fyzikální

---

František Jáchim

O planetě Neptun, která musela být vypočítána, protože si jí pozorovatelé nevěšimli

*Rozhledy matematicko-fyzikální*, Vol. 85 (2010), No. 2, 21–27

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/146359>

## Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 2010

Institute of Mathematics of the Czech Academy of Sciences provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This document has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://dml.cz>

## O planetě Neptun, která musela být vypočítána, protože si jí pozorovatelé nevšimli

*František Jáchim, VOŠ a SPŠ Volyně*

**Abstract.** The article describes discovery of the planet Neptune. First, the observations that could incidentally discover the planet visually are mentioned, especially Galileo Galilei's observation from 1612–1613. Then, theoretical work by J. C. Adams and U. J. J. Le Verrier is mentioned. This work made it possible to determine the parameters of its trajectory, thus enabling J. G. Galle to discover the planet by observation.

Francouzský matematik Urbain Le Verrier je obecně znám svým brilantním výpočtem polohy transurské planety – později pojmenované Neptun – a tímto skutkem vstoupil do pomyslné astronomické síně slávy. Trochu v jeho stínu, ale neoprávněně, je Angličan John Couch Adams, který učinil totéž, a přibližně ve stejnou dobu jako Le Verrier, jen ta rozhodující pointa, totiž nalezení planety na obloze, mu vinou jiných nevyšla. Mnoho nechybělo a mohli oba velcí matematici být této slávy prosti. Ačkoli byl Neptun dříve vypočítán než nalezen, v zorných polích dalekohledů se nepovšimnut objevil již mnohem dříve.

Loňský *Světový rok astronomie* byl motivován prvními objevy Galilea Galilei, který na sklonku roku 1609 zamířil svůj jednoduchý dalekohled na oblohu a učinil jím převratné astronomické objevy. Na dosah měl i objev, který by tehdy byl patrně největší – nalezení další planety sluneční soustavy Neptuna. Kdyby k tomu došlo, byl by to v planetární rodině objev jaksi na přeskáčku, neboť objev Uranu by patrně přece jen zůstal Williamu Herschelovi<sup>1)</sup>.

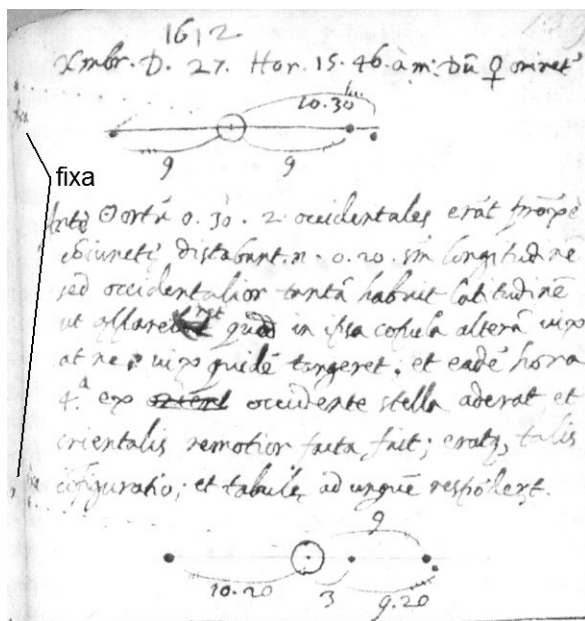
Čtenáři našeho časopisu je nepochybně známo, že Galileo Galilei svým dalekohledem mj. objevil čtyři Jupiterovy měsíce – Io, Callista, Ganymeda a Europu. Na počátku roku 1610 je několikrát pozoroval, zakresloval jejich polohy do deníku a vůbec zajímal se o jejich pohyb. Méně je známo, že „svým“ měsícům věnoval několik nocí na přelomu let 1612 až 1613. A právě během těchto pozorování mohl být budoucí Neptun (?) objeven.

---

<sup>1)</sup> Herschel Uran objevil při rozsáhlých prohlídkách oblohy v roce 1781.

## HISTORIE

Protože Jupiter se se svými satelity na pozadí hvězd pohyboval, Galilei si do deníku zakresloval polohu některých hvězd jako referenční pevné body. Obrázky z jeho deníků ukazují, že jednou z oněch hvězd byla právě planeta Neptun. Na obr. 1 je záznam Galileiho pozorování z 27. prosince 1612 ve 3:46 hodin<sup>2)</sup>. Kroužkem je označena poloha Jupiteru, černými body jeho měsíců. Tečkované čáry směřující šikmo doleva nahoru (opatřené přípisem *fixa* na vnitřním okraji stránky deníku) udávají právě směr k referenčnímu bodu, v němž se nenalezala hvězda, jak se pozorovatel domníval, nýbrž planeta.

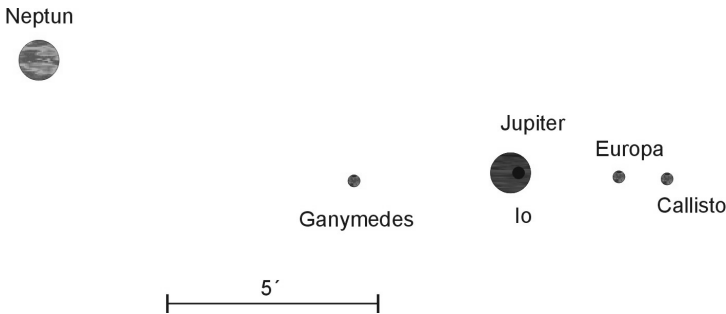


Obr. 1: Záznam v Galileiově deníku z 27. prosince 1612. Tečkované čáry směřují k domnělému pevnému bodu – hvězdě, jíž byl však nejspíše Neptun

Situace na obloze tehdy vypadala podle obr. 2. Druhého dne se mu tento pevný bod ztratil, proto užil jiný – hvězdu s dnešním označením SAO 119234. Neptun se posouval stále blíže k Jupiteru, až v noci z 2. na 3. ledna 1613 byl u Jupiteru natolik blízko, že jím přezářen nemohl být prakticky viděn. Protože hvězda SAO 119234 se Galileimu osvědčila,

<sup>2)</sup> Údaj v deníku 15:46 znamená čas měřený od poledne předchozího dne.

používal jako referenční dále ji a ostatnímu pozadí v zorném poli pozornost nevěnoval. Pro pátrání po další planetě nebyl také žádný motiv. Sluneční soustava se zdála úplná a dokonalá, počtem těles vyhovovala i modelům se sférami, které tehdy ještě nebyly zdaleka zavrženy. Je tedy jisté, že Galileo Galilei v zorném poli svých dalekohledů Neptuna měl, dokonce ho viděl<sup>3)</sup>, ale dále nesledoval.



Obr. 2: Situace na obloze v pozorovaném poli dne 27. prosince 1612

Francouzský astronom Joseph J. Lalande (1732–1807), tvůrce velmi přesných hvězdných tabulek, pozoroval Neptuna 8.–10. května 1795, aniž pochyboval o tom, že to není hvězda. Pozoroval ho i John Herschel (1792–1871)<sup>4)</sup> a věřil také, že vidí hvězdu. Při určování drah měsíců Saturnu a Uranu pozoroval Neptuna i skotský astronom von Lamont (1805–1879) působící v Mnichově – viděl ho třikrát: 25. října 1845, 7. a 11. září 1846 (zde předběhneme a připomeňme, že Le Verrier psal 18. září 1846 Gallemu do Berlína, aby planetu hledal, a ten ji 23. září opravdu našel). Není to dramatický příběh? Pokud by v některém z těchto pozorování bylo těleso odhaleno jako další planeta, šlo by více méně o objev náhodný.

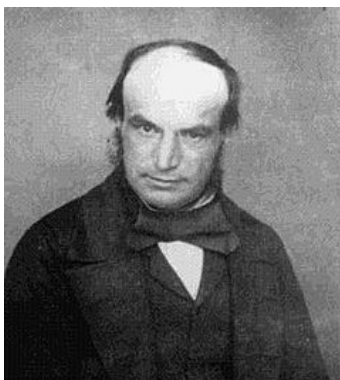
Cílené pátrání po neznámé planetě za Uranem začíná ovšem jinak: pečlivým sledováním Uranu. Roku 1821 se začal Laplaceův asistent A. Bouvard (1767–1843), kterému pomáhal dělat výpočty pro slavné dílo *Mechanika nebes*, probírat záznamy o pozorování Uranu. Užíval Delambrovy *Tabulky Slunce, Jupiteru, Saturnu, Uranu a satelitů Jupiteru* z roku 1792 a sám je zpřesnil (a roku 1808 vydal). Některé údaje o poloze tělesa našel i zpětně, z doby ještě před identifikací planety, a celé

<sup>3)</sup> Hvězdná velikost Neptunu byla 7,8<sup>m</sup>.

<sup>4)</sup> Syn Williama Herschela.

množiny údajů se pokoušel využít pro proložení keplerovské elipsy pro pohyb planety opravené o vliv Jupiteru a Saturnu. Věc se nějak nedařila a i když Bouvard využil nakonec jen novější pozorování, která považoval za spolehlivější, záhadné odchylky nejen zůstaly, ba co víc, zvětšovaly se. Z jeho zápisu „odkazují budoucnosti obtížný úkol, který srovná data se starými pozorováními. . .“ cítíme jeho rezignaci na problém.

Mnohem optimističtější a odhodlanější zní zápis v jiném deníku. V roce 1841 si mladý anglický astronom John Couch Adams (1819–1892) zapsal do svého deníku podivnou myšlenku: „. . . jsem pojal úmysl po dokončení studií co nejdříve zkoumat nepravidelnosti pohybu Uranu, které jsou dosud nevysvětleny, abych zjistil, zda je máme připisovati působení dosud neobjevené planety za Uranem, a bude-li možno, určit potom přibližně její dráhu, a to by asi vedlo k jejímu nalezení.“ Tato teze asi visela nad Adamsovým pracovním stolem, neboť po ukončení studií na John’s College v Cambridge se od roku 1843 jejímu naplnění věnoval naplno. To již byla Královskou společností v Göttingen vypsána cena na důkladný rozbor podivně kolísající dráhy Uranu.



Obr. 3: John Couch Adams

Urbain Jean Joseph Le Verrier (1811–1877) začal na problému objasnění kolísavé dráhy Uranu pracovat později než Adams, a to až v roce 1845 na popud ředitele pařížské hvězdárny Françoise Dominique Araga (1786–1853). Zpočátku pokládal poruchy v Uranově dráze za přítomnost komety, ale brzy přešel na stejnou cestu jako Adams – jen o sobě oba nevěděli. Byli však oba stejně úspěšní, výpočty prozradily, že další planeta za Uranem musí být. Oba to věděli na počátku září 1846. Oba hledali někoho, kdo by observačně planetu našel. Adams se obrátil na

ředitele hvězdárny v Cambridge Jamese Challise – neúspěšně. Situaci podcenil i prezident anglické Royal Society a ředitel hvězdárny v Greenwich G. B. Airy a také nevyšel Adamsovi vstříc. To Le Verrier měl větší štěstí. V době Adamsova zoufalého hledání pozorovatele odešel 18. září 1846 do Berlína k J. G. Gallemu dopis tohoto znění:



Obr. 4: Urbain Jean Joseph Le Verrier

*Pane,*

*s velkým zájmem a pozorností jsem četl redukce Roemerových pozorování, jejichž jeden výtisk jste mi laskavě zaslal. Naprostá jasnost Vašich vysvětlení, úplná přesnost výsledků, které předpokládáte, jsou takového druhu, jaké můžeme očekávat od tak schopného hvězdáře. Později, vážený pane, dovolím si Vás požádati, abyste se vrátil k některým bodům, které mě zajímaly, a zejména k pozorování Merkura, které obsahuje Vaše práce. Dnes bych rád vymohl od neúnavného pozorovatele, aby laskavě věnoval několik okamžiků zkoumání určité oblasti nebe, kde může být nalezena jedna planeta. K tomuto výsledku mne přivedla teorie Uranu. Výtah z mých výzkumů vyjde v nejbližší době v Astronomische Nachrichten. Nebyl bych Vám tedy musel psáti, kdybych Vám nebyl chtěl poděkovat za zajímavé dílo, které jste mi zaslal.*

*Uvidíte, vážený pane, že dokazuji, že nelze pozorováním Uranu vyhověti matematicky jinak, než zavedením vlivu nové planety, až dosud neznámé. Zajímavé je, že v ekliptice je pouze jedno místo, na kterém může být tato rušící planeta. Tu jsou elementy dráhy, které jsem přisoudil tomuto tělesu:*

## HISTORIE

<i>velká poloosa dráhy</i>	36,154 AU
<i>siderická doba oběhu</i>	217,387 let
<i>excentricita</i>	0,10761
<i>délka přísluní</i>	284° 45'
<i>střední délka 1. ledna 1847</i>	318° 47'
<i>pravá heliocentrická délka 1. ledna 1847</i>	326° 32'
<i>vzdálenost od Slunce</i>	33,06 AU

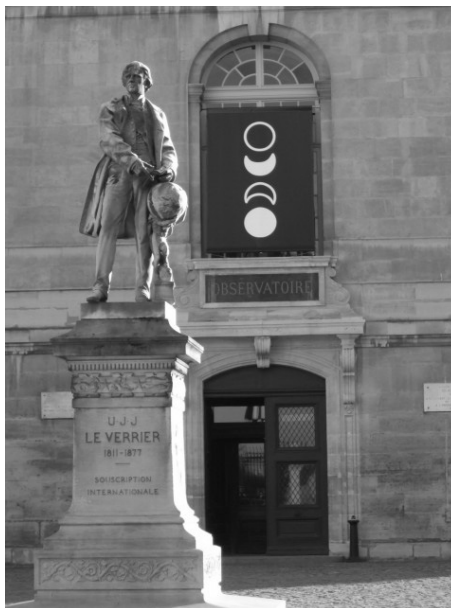
*Nynější poloha tělesa ukazuje, že máme a ještě několik měsíců budeme mít příznivé podmínky k jeho objevení.*

*Mimoto můžeme z velikosti jeho hmoty usouditi, že velikost jeho zdánlivého průměru je větší než 3". Je to takový průměr, že může být rozlišen v dobrých dalekohledech od neskutečného průměru hvězd, který vzniká následkem různých vad čoček.*

*Přijměte, vážený pane, ujištění mé velké úcty.*

*Váš oddaný služebník*

*U. J. Le Verrier*



Obr. 5: Le Verrierova socha na nádvoří pařížské hvězdárny

Galle vzal věc vážně a okamžitě se dal do prohlížení okolí uvedeného místa. Dne 23. září 1846 planetu poprvé spatřil. Do vypočtených míst

Adams s Challisem pohlédli 29. září. Při dodatečném prohlížení záznamů také Challis zjistil, že Neptuna viděl už dříve – 4. a 12. srpna.

Astronomové jsou však uznalí a spravedliví. Dodnes oceňují teoretické práce Adamsovy i Le Verrierovy a uznávají, že oba dva problém nepravidelností v dráze Uranu vyřešili. Na nádvoří pařížské hvězdárny stojí – bohužel – jen socha Le Verrierova (obr. 5) a na svého rodáka vzpomíná deskou u hrobu na Montparnaském hřbitově v Paříži severofrancouzské město Saint-Lô (obr. 6).



Obr. 6: Le Verrierův hrob na Montparnaském hřbitově v Paříži s deskou věnovanou jeho rodným městem Saint-Lô

## Literatura

- [1] Morando, B.: Deux cents ans de mécanique céleste sous les auspices du Bureau des longitudes. In: *Dynamics, ephemerides and atrometry of the solar system, Symposion of International Astronomical union*, Paris, 1995.
- [2] [http://www.1911encyklopedia.org/Urbain\\_Jean\\_Joseph\\_Le\\_Verrier](http://www.1911encyklopedia.org/Urbain_Jean_Joseph_Le_Verrier)
- [3] Slouka, H.: *Pohledy do nebe*. Orbis, Praha, 1949.
- [4] Mathematical discovery of planets. [www-groups.dcs.st-and.ac.uk/~history/](http://www-groups.dcs.st-and.ac.uk/~history/)