

I. Výpočet polohy Saturna pro středu 16.3.2005 0:00 UT (JD 2453445,5 UT)

1. Poloha Saturna v heliocentrických pravoúhlých souřadnicích

Elementy dráhy Saturna pro JD 2 453 560 UT (Astronomická ročenka 2005)

Velká poloosa dráhy	a	9,56423 AU
Střední anomálie	M_0	23,345°
Excentricita	e	0,05566
Délka perihelia	$\tilde{\omega}$	94,280°
Sklon dráhy	i	2,4865°
Délka výstupního uzlu	Ω	113,625°
Střední denní pohyb	n	0,033327°

$$M(t) = M_0 + n(t-t_0)$$

$$M(t) = 19,52906^\circ = 0,34085 \text{ rad}$$

$$E = M + e \sin E$$

$$E^0 = M \quad E^{(1)} = 0,35945 \text{ rad} \quad E^{(2)} = 0,36043 \text{ rad} \quad E^{(3)} = 0,36048 \text{ rad} = 20,655398^\circ$$

$$r = a(1 - e \cos E)$$

$$\tan \frac{\nu}{2} = \sqrt{\frac{1+e}{1-e}} \tan \frac{E}{2}$$

$$r = 9,06610 \text{ AU}$$

$$\nu = 0,38065 = 21,80973^\circ$$

$$L = \tilde{\omega} + \nu - \Omega$$

$$L = 2,46473^\circ = 0,04302 \text{ rad}$$

$$X_S = -3,98674 \text{ AU}$$

$$Y_S = 8,14247 \text{ AU}$$

$$Z_S = 0,01691 \text{ AU}$$

Poloha Saturna v heliocentrických ekliptikálních souřadnicích

$$\Lambda = \arctan \frac{Y}{X} \quad B = \arctan \left(\frac{Z}{Y} \sin \Lambda \right)$$

$$\Lambda_0 = -63,91259^\circ$$

$$\Lambda = 116,08741^\circ$$

$$B = -0,00064^\circ$$

2. Poloha Země v heliocentrických pravoúhlých souřadnicích

Elementy dráhy Země pro JD 2 453 560 (Astronomická ročenka 2005)

Velká poloosa dráhy	a	0,99999 AU
Střední anomálie	M_0	184,099°
Excentricita	e	0,01672
Délka perihelia	$\tilde{\omega}$	102,860°
Sklon dráhy	i	0,0007°
Délka výstupního uzlu	Ω	175,291°
Střední denní pohyb	n	0,985625°

$$M(t) = 71,24494^\circ = 1,24346 \text{ rad} \quad E^{(2)} = 1,25937 \text{ rad} = 72,15659^\circ$$

$$E^0 = M \quad E^{(1)} = 1,25929 \text{ rad}$$

$$r = 0,99487 \text{ AU}$$

$$\nu = 73,07113^\circ = 1,27533 \text{ rad}$$

$$L = 0,64013^\circ = 0,01117 \text{ rad}$$

$$X_Z = -0,99236 \text{ AU}$$

$$Y_Z = 0,07059 \text{ AU}$$

$$Z_Z \sim 0 \text{ AU}$$

Poloha Země v heliocentrických ekliptikálních souřadnicích

$$\Lambda_0 = -4,06887^\circ = -0,07102 \text{ rad}$$

$$\Lambda = 175,93113^\circ$$

$$B \sim 0^\circ$$

3. Poloha Saturna v geocentrických pravouhlých souřadnicích

$$x = X_S - X_Z$$

$$y = Y_S - Y_Z$$

$$z = Z_S - Z_Z$$

$$x = -2,99438 \text{ AU}$$

$$y = 8,07188 \text{ AU}$$

$$z = 0,01691 \text{ AU}$$

Poloha Saturna v geocentrických ekliptikálních souřadnicích

$$x = \Delta \cos \beta \cos \lambda$$

$$y = \Delta \cos \beta \sin \lambda$$

$$z = \Delta \sin \beta$$

$$\Delta = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2} \quad \lambda = \arctan \frac{y}{x} \quad \beta = \arctan \left(\frac{z}{y} \sin \lambda \right)$$

$$\Delta = 8,60940 \text{ AU}$$

$$\lambda_0 = -69,64695^\circ \quad \lambda = \lambda_0 + 180^\circ = 110,35305^\circ$$

$$\beta = 0,11257^\circ$$

Poloha Saturna v geocentrických rovníkových souřadnicích 2.druhu

$$\delta = 22^\circ 00' 29''$$

$$\alpha = 7^{\text{h}} 28^{\text{min}} 8^{\text{s}}$$

Hodnoty zjištěné ze stránek NASA Ephemeris Generator (<http://ssd.jpl.nasa.gov/cgi-bin/eph>)

$$\delta = 22^\circ 00' 26''$$

$$\alpha = 7^{\text{h}} 28^{\text{min}} 9^{\text{s}}$$

Závěr:

Vypočtené hodnoty se liší od tabulkových: v deklinaci o 3" a v rektascenzi o 4", což je myslím velmi slušná přesnost. Během výpočtu nebyly hodnoty zaokrouhlovány (výpočet probíhal v programu Calc balíku OpenOffice.org). Původ chyb by mohl být v malé přesnosti použitých elementů drah.

II. Určení souřadnic Saturna z pozorování sextantem

1. První měření bylo uskutečněno 2.3.2005. Měřili jsme sextantem, který měl ovšem nulovou hodnotu posunutou asi o 2,5°. Chyba určení polohy Saturna tedy nebude menší než tato hodnota. Běžně se seřízeným sextantem dosahuje přesnosti na desetiny stupně. *Tabulka 1* ukazuje naměřené hodnoty vzdáleností od jednotlivých hvězd.

hvězda	vzdálenost k Saturnu [°]
αGem	9,0
βGem	5,0
γGem	13,0
αCMi	16,0
αLeo	38,0
αOri	26,0

Tabulka 1

2. Druhé měření bylo provedeno 16.3.2005 (střed pozorování asi 21:15 SEČ) se seřízeným sextantem. Byly také změřeny vzájemné vzdálenosti dvojic hvězd, aby bylo možné určit chybu měření. Hodnoty vzdáleností Saturna od hvězd jsou v *tabulce 2*, vzájemné vzdálenosti hvězd, včetně rozdílu (Δd) od katalogových hodnot a podílu těchto hodnot (k), jsou v *tabulce 3*.

hvězda	vzdálenost k Saturnu [°]
αGem	10,0
βGem	7,2
γGem	13,2
αCMi	17,0
βCMi	13,4
αOri	26,6

Tabulka 2

hvězdy	vzdálenost [°]	Δd [°]	k
$\alpha CMi \ \beta CMi$	4,0	-0,30	1,08
$\alpha Gem \ \beta Gem$	4,5	0,00	1,00
$\alpha Ori \ \gamma Ori$	7,6	-0,07	0,99
$\alpha Ori \ \gamma Gem$	14,0	-0,26	0,98
		$\bar{\Delta d} = -0,16 \pm 0,06$	$\bar{k} = 1,01 \pm 0,02$

Tabulka 3

Vzdálenosti Saturna od hvězd jsou vyneseny pomocí kružítko do přiložené mapky, ze které byly potom odečteny rektascenze a deklinace Saturna. Chyba určení těchto souřadnic se vypočte pomocí koeficientu d . Maximální chyba bude tedy 0,22°. Katalogové hodnoty poloh hvězd byly zjištěny z počítačového planetária Cartes du Ciel v2.76. Tímtož softwarem byla vygenerována přiložená mapka.

Závěr:

Deklinace vyšla $\delta = 22^{\circ}15'$ a rektascenze $\alpha = 7^{\text{h}}27^{\text{min}}$. Nulová poloha sextantu byla posunuta o 0,16°. Přesnost měření byla asi 0,06°, tedy asi 3,5'.