

ZÁKRYTOVÝ

\*ZPRAVODAJ\*

prosinec 2018 (12)

# Prstence

Když se začne mluvit o prstencích, prakticky každému se jako první vybaví planeta Saturn. V tomto přesvědčení širokou veřejnost utvrzovali po stovky let i astronomové. A není se čemu divit. Prstence planety Saturn jsou opravdu mimořádně nápadné a krásné a ukáží se dnes každému, kdo je vybaven, byť i menším, astronomickým dalekohledem.

Tento pohled na věc se ale začal postupně měnit v závěru minulého století. První informace, zpochybňující takto jednostranný pohled, pocházely z pozorování zákrytů hvězd planetami. Právě při nich se objevovala záhadná krátká pohasnutí hvězdy krátce před a po vlastním zákrytu různými tělesy naší sluneční soustavy. Další indicie pak dodaly sondy, které na svých cestách sluneční soustavou zaslaly na Zem snímky obřích planet. Náhle astronomové měli jasno v tom, jak se po uplynulá staletí v otázce prstenců mylili.

Postupně se podařilo objevit prstence, byť méně výrazné, u Jupiteru, Uranu a Neptunu. Z naprosté výjimky se tak stalo vlastně pravidlo a zdá se, že prstence jsou typickým znakem obřích plyných planet. Nové objevy ale ukazují, že ani to nemusí být úplná pravda.

Pojďme se tedy alespoň ve zkratce podívat na historii sledování a objevování prstenců v naší sluneční soustavě.



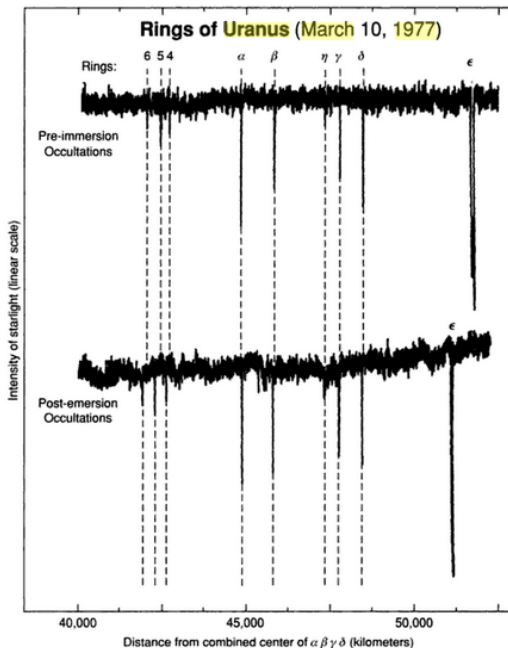
V červenci roku 1610 byl Saturn vysoko na noční obloze, což dalo šanci Galileovi vyzkoušet si na něm jeho první dalekohledy. A podobně, jako i v při svých

především objevch učiněných prostřednictvím nového přístroje, který využíval ke sledování oblohy, se i tentokrát dočkal překvapivého výsledku. Již 30. července 1610 psal v dopise adresovaném rodině Medici o překvapivém objevu týkajícím se planety Saturn, který současně zašifroval do anagramu. Zprvu oválný vzhled planety přičítal dvojici satelitů úzce se přimykajících k jeho povrchu. Ale pochybnosti o tomto výkladu stále narůstaly.

Teprve v roce 1658 však přišel Christopher Wren s modelem, ve kterém je "koróna" tak tenká, že by mohla být považována za pouhou plochu připojenou k planetě, a která se jako celek otáčela okolo hlavní osy. V témže období (publikováno v roce 1656) Christiaan Huygens objevil největší Saturnův měsíc, dnes známý jako Titan. V roce 1659 pak v knize *Systema Saturnium* Huygens zveřejnil svou teorii předpokládající, že planeta je obklopena tenkým plochým prstencem, kterého se nikde nedotýká. Přestože se Huygens domníval, že prstenec má značnou tloušťku, byl to základ moderního řešení tohoto problému. Jeho řešení však následující dvě staletí nebylo podloženo žádným fyzikálním vysvětlením. Teprve v roce 1858 James Clerk Maxwell publikoval svou matematickou analýzu prstencové struktury planety.

Saturn se tak stal unikátním představitelem planety s prstencem a byl považován za jedinečné těleso v celé sluneční soustavě.

Prvním nabouráním uvedené představy bylo pozorování provedené astronomy Jamesem L. Elliotem, Edwardem W. Dunhamem a Douglasem J. Minkem 10. března roku 1977 s pomocí Kuiper Airborne Observatory (NASA). Jejich objev byl zcela neočekávaný. Plánovali využít zákrytu hvězdy SAO 158687 Uranem pro studium jeho atmosféry, ale při pozorování zjistili, že se hvězda ztratila z dohledu celkem pětkrát. Z toho usoudili, že kolem planety pravděpodobně musí být systém prstenců. Analýzou záznamu bylo předpovězeno celkem osm prstenců: 6, 5, 4, alfa, beta, gama, delta, epsilon. Tento objev definitivně potvrdila sonda Voyager 2, která prolétla kolem Uranu v roce 1986 a při průletu objevila kromě již známých prstenců i další, méně



nápadné dva, označené následně jako 1986U1R a 1986U2R. Na objevech dalších prstenců se následně podílel i Hubbleův vesmírný dalekohled.

Další na řadu přišla obří planeta Jupiter. Její prstence se podařilo detekovat až díky kosmonautice, jelikož jsou jen slabé a velmi špatně viditelné. Objevy byly až v roce 1979, kdy kolem planety prolétla sonda Voyager 1 a Voyager 2. Později je podrobil detailnějšímu zkoumání v 90. letech 20. století orbitální modul sondy Galileo. V posledních 25 let byly prstence pozorovány i z pozemských observatoří, a to s užitím největších teleskopů či prostřednictvím Hubbleova vesmírného dalekohledu.

Jak už bylo řečeno Jupiterův systém prstenců je velmi slabý, nezřetelný při pozemských pozorováních. Je tvořen převážně prachem. Systém se skládá ze čtyř hlavních částí. Především je to tenký vnitřní torus, který je známější pod názvem halo ring. Další je poměrně jasný, ale velmi tenký hlavní prstenec a konečně dvěma prstenci na okraji, které jsou široké a slabé. Označují se jako gossamer ring.

Jako poslední z velkých planet sluneční soustavy přišel na řadu ledový Neptun. Podezření, že planeta má prstence, se objevovala již od 60. let 20. století. Jejich definitivní potvrzení přinesla ale až sonda Voyager 2, která pomohla objevit okolo planety tři prstence. Jsou velmi nevýrazné a tenké a podobně jako u Jupiteru a Saturnu značně tmavé.

Nejvzdálenější a nejvýznamnější prstenec dostal pojmenování Adams. Je zvláštní tím, že tvoří tři výraznější shluky, poblíž kterých je soustředěno nejvíce hmoty. Tato zhuštění dostala i vlastní pojmenování: Volnost, Rovnost a Bratrství. Po prstenci Adams následuje bezejmenný prstenec se stejnou oběžnou dráhou, jakou má i jeden z Uranových měsíců - Galatea. Za ním je třetí prstenev Leverrier s vnějším protažením v podobě Lassella a Araga. A konečně nejbližše planetě se nachází tenký, málo zřetelný, ale široký prstenec Galle.

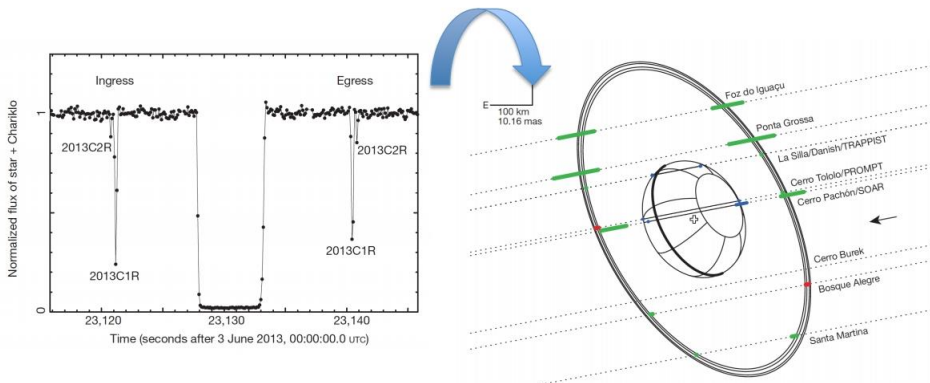
Z výjimky, reprezentované dlouhá staletí Saturnem, se tak v závěru minulého století stalo pravidlo v tom smyslu, že všechny velké planety mají své soustavy prstenců. Byl nalezen i uspokojivý mechanismus, vysvětlující jejich vznik.

Obecně můžeme o planetárních prstencích říct, že se nejedná o pevné struktury, ale o samogravituující systém malých částic, převážně ledových zrn pokrytých prachem. Původ těchto zajímavých útvarů podle nejuznávanější teorie přímo souvisí s vývojem soustav přirozených satelitů velkých planet. Je totiž přičítán slapovému roztrhání měsíce či měsíců, které se dostaly pod Rocheovu mez a byly roztrhány. Z jejich pozůstatků se pak prstence formovaly.

Ale existují i další možnosti. Podle některých expertů mohla i naše Země mít krátce po svém vzniku prstenec. Všichni víme, že naše planeta má Měsíc, jeho původ je dodnes předmětem spekulací. V současné době se jako nejpravděpodobněji jeví jeho vznik podle "teorie velkého impaktu" či „většího počtu impaktů menších“ před 4,5 miliardy lety. Podle těchto teorií se se vznikající Zemí srazilo jedno nebo několik menších těles a na oběžnou dráhu se dostalo množství materiálu, který vytvořil prstenec, který až následně zkoncentroval do našeho Měsíce.

O tom, že se nejedná o holý nesmysl, svědčí snímky pořízené kamerou sondy Cassini 15. dubna 2013. Je na nich zachycena jakási porucha na okraji Saturnova prstence A – nejbližšího z velkých, světlých prstenců. Jedná se o oblouk, který je o 20 % jasnější, než jeho okolí, jehož odhadované rozměry jsou 1200 km na 10 km. Není vyloučeno, že jsme svědky tvorby nového měsíce.

Informaci o tom, že situace může být ještě o mnoho rozmanitější, než jsme předpokládali a mechanismy vzniku prstenců o hodně různorodější, nám opět poskytlo pozorování zákrytů. Tentokrát sledování zákrytů hvězd planetkami. Planetka (10199) Chariklo byla objevena jako těleso 1997 CU26 dne 15. února 1997 v rámci projektu Spacewatch Jimem Scottim. Že jde o dráhově zajímavé těleso, bylo jasné okamžitě po jeho prvních pozorováních (vzácné těleso typu Kentaur). K významnému zpřesnění dráhových elementů tohoto Kentaura došlo v září 1997, kdy bylo znovuobjeveno ve druhé opozici na jihočeské Kleti. Následné série pozorování vedly k jeho očíslování a následně i pojmenování.



To, že Chariklo je ještě zajímavější, než se zdálo při jeho objevu, jsme se ale dozvěděli až na základě mimořádného pozorování, které se uskutečnilo roku 2013 z jižní Ameriky. Na 3. červen toho roku byl předpovězen zákryt hvězdy UCAC4 248-108672 tímto tělesem. Úspěšná pozorování úkazu se uskutečnila celkem na sedmi pozorovacích místech. Pozorovatelé ovšem zaznamenali mnohem více než očekávali. Ukázalo se totiž, že nedošlo pouze k zákrytu hvězdy samotnou planetkou. Chvilí před vlastním zákrytem a chvíli po něm vykázala totiž překvapivě hvězda další zeslabení svého jasu. Po zpracování získaného materiálu bylo jediným přijatelným vysvětlením průchod světla přes prstence obklopující mateřské těleso. A nedošlo pouze k jednomu poklesu ale hned ke dvěma. Sledování z různých míst v profilu stínu navíc umožnilo velice detailně určit parametry neočekávaně objevených prstenců. Přibližně 250 kilometrové těleso planetky Chariklo má první prsteneček o šířce 7 kilometrů a druhý o šířce 3 kilometry. Mezera mezi nimi je pak devítikilometrová. Systém planetku obkružuje ve vzdálenosti kolem 400 km.

Jak prstenec kolem planety a navíc takto strukturovaný ale mohl vzniknout? Nejpravděpodobněji z materiálu uvolněného při srážce s jiným drobným tělesem. Rozdvojení pak bude asi mít na svědomí malý pastýřský měsíc, který však stále ještě čeká na své objevení. V budoucnu se také může ukázat, že prstence jsou jen přechodným jevem a následně se zformují do podoby malého měsíce.

K tomu, aby bylo možné dělat nějaké obecnější závěry, je samozřejmě nezbytné získat co nejvíce podobných měření a teprve na základě jejich posouzení začít usuzovat na mechanismy, které k vzniku prstenců, případně měsíčků u planetek vedou. A v současné době asi jediným použitelným způsobem, jak je získat, je právě sledování zákrytů hvězd planetkami. Teprve následně může na řadu případně přijít nesrovnatelně dražší a technicky náročnější jednorázová sonda, která by se k nějakému takovému objektu vypravila.

*Zákrytářská obloha prosinec 2018:*

# Záplava zákrytů hvězd planetkami

## O pozorováních rozhodne počasí

V průběhu prosince nás čekají nejdelsí noci z celého roku. Tomu samozřejmě měla odpovídat i četnost předpovídaných „zákrytářských“ úkazů. Jak je ale patrné z následujících tabulek, nabízejících různé typy zákrytů, ne vždy tento předpoklad funguje. Překvapivě malý je například počet totálních zákrytů hvězd Měsícem. A pokud se budeme bavit o zákrytech tečných, je situace ještě svízelnější – v závěru roku se nedočkáme ani jediného. Zcela opačná je ale situace ohledně zákrytů hvězd planetkami. V této kategorii je skutečně z čeho vybírat.

Do prosincového výběru totálních zákrytů hvězd Měsícem se dostalo pouhých sedm úkazů. Dva vstupy na konci druhé dekády jsou rámovány minisériemi výstupů na začátku a konci období. Z toho pouze ve dvou případech (jeden vstup a jeden výstup) se jedná o vícenásobné systémy (jsou tištěny tmavomodře), které si zasluhují zvýšenou pozornost. Jinak snad za zmínku stojí pouze vstup poměrně jasné hvězdy za tmavý okraj Měsíce v noci z 18. na 19. prosince.

Na druhou stranu je nutno si uvědomit, že v následujícím výběru jsou stejně, jako každý měsíc, uvedeny pouze relativně nejlepší a nejzajímavější zákryty z podstatně širší nabídky, kterou nám může i na letošní prosinec poskytnout např. výpočetní program Occult:

## Předpovědi totálních zákrytů pro CZ

zem.délka +15 00 00 zem.šířka +50 00 00 výška 0 m.n.m.

### 2018 prosinec

den	čas	P	hvězda	mag	% elon	Sun	Moon	CA	PA	AA	A	B
	h m s		číslo		ill	h	h A	o	o	o	m/o	m/o
4	4 23 01	R	2043	6.5	10-	37	11 119	81S	287	268	+0.6	+1.0
4	4 43 45	R	2047	6.6	10-	37	14 123	67S	272	253	+0.8	+1.4
19	0 59 18	D	364	4.3	82+	130	13 268	6S	151	169	-0.3	-9.2
19	18 41 46	D	462	6.0	89+	140	47 144	45S	112	127	+1.9	+0.0
25	2 53 55	R	1276	6.5	92-	147	54 220	54S	248	232	+1.6	+0.1
25	22 42 10	R	1395	6.3	85-	135	37 110	64S	261	242	+0.8	+1.6
30	4 8 23	R	139236	7.1	41-	80	34 152	76N	307	284	+1.1	-0.3

V průběhu prosince 2018 naše území, a dokonce ani jeho bližší okolí, nezasáhne žádný tečný zákryt, za nímž by stálo organizovat nějaký skupinový výjezd.

Zcela opačná je situace ohledně zákrytů hvězd planetkami. Prosincová nabídka je opravdu velice bohatá a nejdlejší noci letošního roku pro nás připravily i několik velice nadějných úkazů, které by byla škoda si nechat ujít. Jako obvykle v tomto období přechodu mezi podzimem a zimou bude však záležet na meteorologických podmínkách, které s konečnou platností rozhodnou o našich šancích.

Následující prosincová tabulka zákrytů hvězd planetkami obsahuje třicet zákrytů, jejichž stíny protínají Českou republiku nebo její bezprostřední okolí:

Dat	UT	Hvězda	jas.	RA	Dec.	planetka	Ø	trv.	pok.
12/18	h m	TYC	mag	h m	° ' "		km	s	mag
01	06:12	UCAC4 567-016207 JZ Č	12,7	05 24	+23 17 A = 289°	Bruchsalia	88	7,4	0,5 UK
03	05:01	UCAC4 489-25107 J Č	14,2	06 29	+07 37 A = 253°	1995 WO8	18	1,5	3,0 UK
03	18:45	UCAC4 333-222948 JZ až S Č	13,5	22 08	-23 31 A = 211°	Konstitutsiya	52	2,0	3,0 IBE
03	22:26	UCAC4 607-17362 S Č	12,6	05 11	+31 16 A = 140°	Imhotep	23	1,8	3,4 IBE
05	23:13	UCAC4 408-656 JZ Č až S M	13,0	00 30	-08 32 A = 247°	Izu	22	2,2	4,4 IBE
06	22:34	1341-02323-1 V až Z Č	9,1	06 38	+21 27 A = 125°	Colchagua	26	2,1	7,9 IOTA
07	03:44	UCAC4 549-16580 S M až SZ Č	13,6	05 36	+19 46 A = 261°	Aribeda	22	1,6	2,5 UK
07	04:04	1393-01234-1 S M až JZ Č	9,8	08 47	+16 45 A = 210°	Chaka	19	2,9	6,2 IBE

07	05:30	UCAC4 345-068688 SZ až J Č	12,1	13 32	-21 01	Gonnessia	90	2,4	3,6	UK
				h = 14°	A = 149°					
08	00:21	UCAC4 4459-027743 S M až J Č	13,2	07 01	-00 14	1999 TQ251	15	1,5	4,7	IBE
				h = 39°	A = 167°					
09	23:21	UCAC4 477-026624 S M až SZ Č	14,1	06 52	+05 13	Alfaterna	45	4,3	1,6	UK
				h = 42°	A = 150°					
11	01:49	UCAC4 553-014177 S Č	13,8	05 21	+20 24	Jokaste	29	2,4	0,5	IBE
				h = 47°	A = 242°					
13	18:22	UCAC4 417-143235 JZ Č až S M	12,6	20 59	-06 40	Leuces	36	1,2	6,1	IBE
				h = 16°	A = 238°					
13	18:34	UCAC4 551-17055 SZ Č	13,2	05 39	+20 10	Pardina	11	1,0	1,4	IBE
				h = 27°	A = 90°					
14	04:10	UCAC4 564-12492 J M až S Č	14,0	04 56	+22 44	1999 XZ97	23	1,4	3,7	UK
				h = 20°	A = 281°					
15	23:10	UCAC4 629-029980 S M až Z Č	14,0	06 04	+35 39	Hel	65	4,5	1,0	IBE
				h = 75°	A = 158°					
16	19:28	UCAC4 568-10699 V až Z Č	13,9	04 22	+23 36	1995 YB2	20	1,3	4,7	IBE
				h = 52°	A = 120°					
18	02:48	1876-01395-1 JZ Č	11,8	06 02	+28 10	Berberica	154	11,4	0,5	IOTA
				h = 46°	A = 260°					
18	20:52	UCAC4 466-4617 S M až JZ Č	13,8	03 25	+03 09	1994 RM1	21	2,4	3,8	IBE
				h = 43°	A = 182°					
19	20:04	UCAC4 606-14677 J M až J Č	13,8	04 43	+31 02	Merapi	148	10,2	0,5	IBE
				h = 62°	A = 120°					
22	05:56	UCAC4 341-69801 Německo	13,6	14 13	-21 56	Terentia	63	1,8	2,6	UK
				h = 16°	A = 160°					
22	22:52	UCAC4 578-31071 S M až Z Č	13,1	06 33	+25 32	Wisibada	30	2,3	2,2	IBE
				h = 64°	A = 154°					
23	05:10	UCAC4 622-29367 Německo	13,7	06 00	+34 21	Sorga	40	2,8	0,8	UK
				h = 24°	A = 295°					
25	04:18	UCAC4 498-041648 J M až Z Č	12,4	07 13	+09 32	Arethusa	145	11,8	0,6	IOTA
				h = 24°	A = 255°					
25	19:08	UCAC4 425-933 Z až S Č	13,5	00 46	-05 06	Artemis	117	9,2	0,9	IBE
				h = 32°	A = 206°					
26	21:52	UCAC4 673-38554 S M až J Č	13,3	05 27	+44 25	Johnfletcher	30	2,3	2,7	IBE
				h = 83°	A = 140°					
27	20:05	UCAC4 544-12169 V až Z Č	13,9	05 05	+18 45	Jokaste	29	2,9	0,7	IBE
				h = 53°	A = 136°					
28	01:04	UCAC4 411-53679 Německo	13,5	12 07	-07 50	Aoki	34	2,1	3,8	UK
				h = 15°	A = 121°					
29	18:33	UCAC4 442-479 JZ až V Č	13,8	00 22	-01 37	2000 FK39	17	1,0	4,9	IBE
				h = 35°	A = 209°					
30	00:29	UCAC4 561-33246 J Č	13,4	06 38	+22 00	Ioannisian	22	1,6	2,8	UK
				h = 58°	A = 216°					

Planetkovo zákrytářským dnem letošního prosince se zcela jistě stane úterý 25. Časně ráno po štedrověčerním rozdávání dáreků si snad svůj astronomický dárek rozbálí i pozorovatelé zákrytů hvězd planetkami v podobě naplněné předpovědi zákrytu hvězdy UCAC4 498-041648 planetkou Arethusa.

Pro tento úkaz jsou k dispozici dokonce dvě předpovědi. Jedna byla zpracována S. Prestonem (IOTA) a je datována 28. října 2018 a druhá pochází od skupiny UK Asteroid Occultation Feed (UKOCL) a má datum 2. listopadu 2018.

V obou případech je kladem skutečnost, že předpokládaný stín planetky zasahuje z velké části naše území. K drahám stínu se ještě vrátíme později. Nyní se ale alespoň v krátkosti pokochejme úžasnými parametry úkazu, které se u obou předpovědí prakticky shodují. Takže k zákrytu dojde kolem času 4:18:43 UT, kdy Slunce bude ještě 25° pod východním obzorem. Naopak hvězda s planetkou se budou promítat 24° nad horizontem západο-jihozápadní ( $A=255^\circ$ ). Vlastní zakrývaná hvězda sice nepatří mezi nejjasnější, ale její jas 12,7 mag je stále ještě dostačující pro středně velké dalekohledy a záznamovou techniku. Jasnost planetky (12,1 mag) je srovnatelná s hvězdou, což bude trochu komplikovat pozorování úkazu. Ale spočítaný pokles něco kolem půl magnitudy je ještě stále dostatečný i při vizuálním pozorování. Součtový jas dvojice, poté co splynou krátce před zákrytem, bude 11,7 mag. Situaci by měla pomoci především skutečnost, že s ohledem na dostatečnou velikost planetky (předpokládaný průměr 145 km) bude postačovat na délku trvání zákrytu na centrální linii 11,8 s.

A nyní je tedy ten správný okamžik vrátit je k drahám stínu. Určitě nejnázornější bude ukázat si grafické předpovědi:



*UKOCL prediction*



*IOTA prediction*

Z obrázků je patrné, že pásy stínu jsou vůči sobě posunuty přibližně o jednu třetinu své šíře, která činí 173 km. Posun je o 52 km, přičemž IOTA model je jižnější. Bude jistě zajímavé sledovat jaká bude skutečnost a lze si jen přát, abychom se ji z pozorování dozvěděli a nepřišli zkrátka v rámci nepřízné počasí.

A abych ještě zdůraznil zákrytářský význam letošních Vánoc nedá mi neupozornit aspoň jednou větou na úkaz, který se odehraje téhož dne večer (kolem 19:08 UT), při němž bude hvězdu o jasnosti 13,5 mag zakrývat sto sedmnáctikilometrová planetka Artemis.

I v prosinci ale sledujte pravidelně [www stránky](http://www.hvr.cz) věnované upřesněním zákrytů hvězd planetkami. Zajímavých úkazů může být ještě víc!

## **Zákrytový zpravodaj – listopad (11) 2018**

na stránkách HvRaP <http://hvr.cz> naleznete ZZ v elektronické podobě dříve než ve své mailové poště

Rokycany, 3. prosince 2018