

Prosinec 2019 (12)

## Interstelární kometa 2I/Borisov a zákryty

Otázku, jakou šanci mají pozorovatelé zákrytů hvězd tělesy sluneční soustavy při sledování interstelární komety 2I/Borisov, si položili koncem října astronomové Daniel Bamberger a Guy Wells. Volný překlad jejich závěrů je shrnut v následujícím článku. Bude zajímavé sledovat, nakolik se jejich předpoklady budou shodovat se skutečností.

Objev mezihvězdné komety 2I/Borisov poskytuje vzácnou příležitost studovat malý objekt přicházející z jiného hvězdného systému. Navíc by měla zůstat pozorovatelná do léta, případně snad až do podzimu 2020. Mezi nejdůležitější neznámé týkající se 2I/Borisov patří otázky ohledně obecných vlastností jejího jádra. První výsledky popisující složení tělesa již byly publikovány (Fitzsimmons et al. 2019).



Bohužel, přítomnost komety komplikuje studium jádra samotného. Nejlepší dostupné odhady poloměru komety se v současné době pohybují od 0,7 do 3,3 km (Fitzsimmons et al. 2019). Kometa se k Zemi během svého průletu sluneční soustavou nepřiblíží na víc než 300 milionů km, což znemožňuje využití radarového pozorování. Tato skutečnost pak ponechává jako jedinou spolehlivou metodu pro přímé měření její velikosti případně i tvaru pozorování zákrytů hvězd.

Predikce hvězdných zákrytů je obtížná vždy, ale zejména pak u nově objevených objektů s krátkými pozorovacími oblouky. Předpověď vyžaduje výbornou znalost dráhy a to je u komet ještě problematictější než u planetek. Astrometrická měření prováděná u neostrých kontur komety jsou méně přesná. A stanovení dráhy jsou u nich navíc ovlivněna výrazněji i gravitačními silami.

Cílem této úvahy není pokoušet se předpovědět konkrétní zákryty. Jde o to spíše posoudit, co můžeme v nadcházejících měsících rozumně očekávat, s ohledem na přesnost předpovědi dráhy. Snahou je odpovědět si na následující otázku: S ohledem na očekávanou přesnost dat, které budou pravděpodobně shromážděny, v případě, že bude s jejich pomocí předpověděn zákryt, kolik dalekohledů by bylo potřeba k jeho pozorování a kolik času by bylo k dispozici pro přípravu pozorovací kampaně?

Především je nutno si říci, že dráha 2I/Borisovov je s ohledem na zákryty hvězd příznivá. V období mezi únorem a červencem 2020 se bude pohybovat v oblasti do  $10^\circ$  jižně od roviny galaxie, tedy místy s vysokou hustotou hvězd (a zvýšenou pravděpodobností potenciálních zákrytů).

Předpokládáme, že kometa bude denně pozorována až do března 2020, s astrometrií přesnou na  $0.2''$  až  $0.3''$ . V následujících měsících už bude měření ubývat. Současně je pravděpodobné že občas se podaří získat měření lepší než  $0,1''$ . Na druhou stranu budou obecně zanedbávány případné gravitační poruchy, což zase výsledky propočtu dráhy zhorší. Takže přesnost předpovědi nebude příliš vysoká. Současně je nutno počítat s tím, že příprava pozorovací kampaně bude vyžadovat alespoň desetidenní předstih předpovědi.

Z předpokládané přesnosti dráhy vyplývá, že případný zákryt by mohl být předpověděn s předstihem několika týdnů s nejistotou  $1\sigma$ , což odpovídá nejistotě poloměru Země již z údajů dostupných k 6. říjnu 2019. S předstihem plných tří měsíců už by obdobně přesná předpověď mohla být získávána od listopadu 2019. Datum události a zakrývanou hvězdu bychom tedy znali, ale oblast kde dojde k zákrytu ne.

Lze očekávat, že předpověď na dobu deseti dnů od posledního použitého astrometrického pozorování bude lepší než  $0.3''$  do poloviny či konce října 2019 a lepší než  $0.1''$  do ledna 2020. Je současně možné, že snížení nepřesnosti na  $0,02''$  dosáhneme od června 2020. Ukazuje se, že i jen občasná měření s vysokou přesností mají významný vliv na snížení nejistoty orbity. Na přesnost pak má vliv i skutečnost v jakém čase a v jakém množství Minor Planet Center publikuje získaná pozorování.

Lze konstatovat, že nejistota pouhý den před úkazem je obecně stejného řádu jako nejistota do deseti dnů. Výjimkou, kdy by v posledních dnech před úkazem mohlo dojít k výraznému zpřesnění předpovědi, by byla situace, pokud by se podařilo shromáždit konkrétní údaje za účelem pomoci pozorovací kampani.

V takovém případě by se předpověď dráhy stínu s desetidenním předstihem dala určit s nejistotou  $1\sigma$  rovnou 500 km v polovině či na konci října, 250 km na konci listopadu a 150 km do poloviny ledna. Počínaje rokem 2020 by se mohla

snížit dokonce až na 50 km, a to až do okamžiku pokud bude objekt průběžně pozorován.

Vzhledem k tomu, že pro získání minimálního uspokojivého odhadu velikosti z pozorování, je nezbytné získat minimálně dvě tětivy protínající objekt. Při maximálním možném poloměru 3,3 km to vyžaduje při nejmenším 30 dalekohledů, aby pokryly oblast nejistoty  $1\sigma$  a trojnásobek tohoto počtu (90 dalekohledů) na pokrytí celé oblasti  $3\sigma$  při přesnosti předpokládané v červnu 2020. Pro zákryty, které by byly s menší přesností předpovídány dříve, by byl požadovaný počet dalekohledů ještě mnohem větší. S ohledem na to, že odhad velikosti poloměru jádra 3,3 km je tím neoptimističtějším, lze předpokládat, že pro úspěšné odpozorování dvou tětivy, by musel být počet dalekohledů ještě několikrát vyšší. Na druhou stranu, pokud by mohl být pro astrometrická měření krátce před úkazem několikrát po sobě využit Hubbleův kosmický dalekohled, jako tomu bylo před úspěšnou kampaní zaměřenou na sledování zákrytu MU69 v roce 2014 za účelem zlepšení astrometrie (Zangari et al. 2017), počet požadovaných dalekohledů by se mohl snížit až několikanásobně.

Vzhledem k tomu, že kometa je neostrým objektem, mohly by být během zákrytu provedeny spektroskopická pozorování její komy. Přímá detekce jádra bude obtížná. I když by se podařilo nalézt potenciální zákryt, musely by být osloveny desítky, ne-li stovky přenosných dalekohledů (a přinejmenším stejný počet pozorovatelů), které by musely být přepraveny na dříve neznámé místo a to v čase pouhých několika týdnů, s rizikem, že se sledování nezdaří s ohledem na špatné počasí nebo jiným nepředvídatelným problémům.

Z výše uvedených informací vyplývá, že zákrytářská pozorovací kampaň by byla v reálu jen obtížně proveditelná. Přesto platí doporučení pokusit se hledat možné zákryty a pokoušet se alespoň o méně ambiciózní pozorovací kampaň, a to i přes nízkou pravděpodobnost jejich úspěchu. Jakákoli pozitivní detekce by byla neobyčejně důležitá.

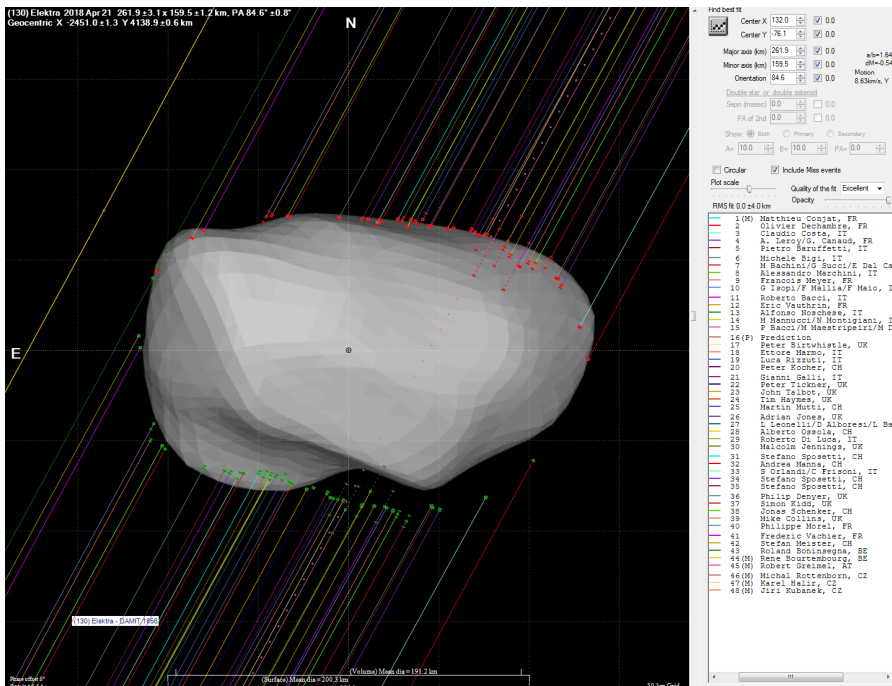
**Bude zajímavé sledovat, nakolik se výše uvedené možnosti podaří naplnit. Není sebemenší spor o tom, že případné pozitivní měření času zákrytu hvězdy interstelární kometou by bylo zcela mimořádným přínosem pro komplex informací, které se o tomto objektu podaří shromáždit. Objeví-li se proto byť i velice nejistá předpověď, bude nanejvýš vhodné se o sledování pokusit.**

## Jak v roce 2018 pozorovala **EVROPA?**

### **Pozitivní měření časů „planetkových“ zákrytů**

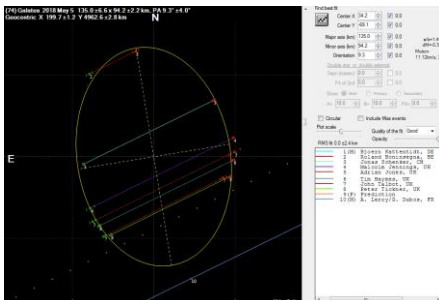
Na rubriku týkající se loňských úspěšných evropských pozorování zákrytů hvězd planetkami nám opět zbyla pouze malá část Zákrytového zpravodaje, takže si připomeneme jen několik dalších zajímavých pozorování.

Jen několik dnů po poslední jmenovaném úkazu (Klytia) se Evropa dočkala po určité době dalšího mimořádně úspěšného planetkového zákrytu. Ráno 21. dubna 2018 se podařilo napozorovat zákryt hvězdy planetkou Elektra. Celkově bylo



získáno 48 pozorování, z čehož 41 bylo pozitivních. Získané těžitvy se podařilo navíc poměrně dobře napasovat na jeden z modelů projektu DAMIT (1856). S ohledem na velikost planetky, jejíž rozměry byly stanoveny na  $261,9 \pm 3,1$  krát  $159,5 \pm 1,2$  km, se do pozorovací kampaně zapojil skutečně velký počet astronomů z mnoha evropských zemí. Nejpočetnější skupina byla z Itálie (16 pozitivních/1 negativní pozorování). Další umístění na stupních vítězů pak obsadili Britové (10/0) a Švýcaři (9/0). Z Francie pak úkaz sledovalo šest pozorovatelů (5/1) a z Belgie dva (1/1). Zmínit je na místě i Českou republiku, kde pozorovali bohužel již mimo stín tři zákrytáři (Rottenborn, Halíř, Kubánek) a Rakousko s dalším jediným neúspěšným pozorovatelem. Sledování zákrytu hvězdy planetkou Elektra se ale bezesporu stalo pro rok 2018 jednou z nejúspěšnějších kampaní.

Britskou záležitostí, pouze se slabou kontinentální příměsí, se stal zákryt hvězdy planetkou (74) Galatea

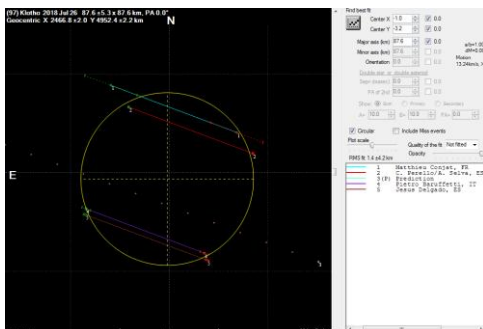
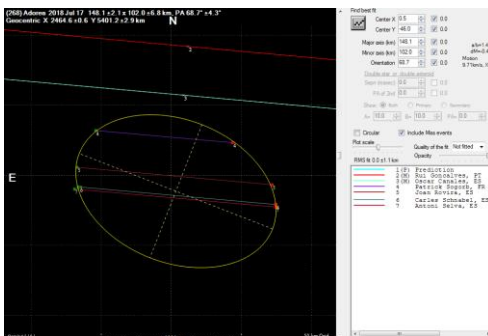
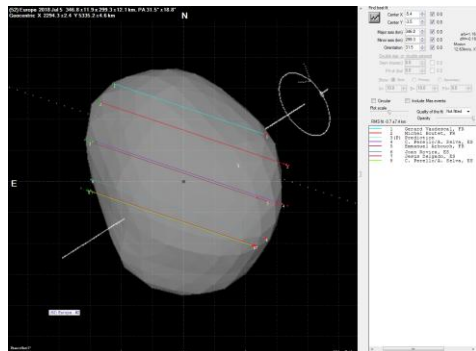


5. května 2018. Pozitivní měření časů bylo získáno pěti pozorovateli z britských ostrovů, jedním Belgičanem a jedním Švýcarem. Negativně pak stín lemovalo jedno belgické sledování ze severu a jedno německé z jihu. Tětiny soustředěné převážně v jižní části profilu vedly ke stanovení rozměrů planety 135,0 ±6,6 krát 94,2 ±4,0 km. Elipsa postavená napříč proti pohybu stínu je patrná z připojeného obrázku.

Pozorovatelské druhé pololetí 2018 zahájil zákryt hvězdy planetkou (52) Europa 5. července. Zajímavostí je, že všech sedm měření vedlo k získání sedmi tětin, které byly navíc rozprostřeny poměrně pravidelně napříč celou planetkou. Současně i v tomto případě byly k dispozici modely, z nichž jeden velice dobře odpovídal naměřeným časům. Úspěch si tentokrát na své konto připsali astronomové ze Španělska (4) a Francie (3). Získané rozměry planety Europa byly 346,8 ±11,9 krát 299,3 ±12,1 km.

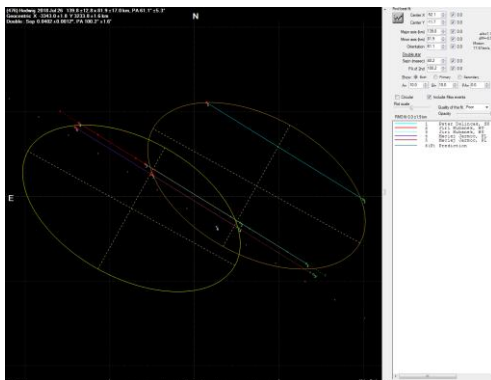
Jihozápad Evropy se ukázal jako správné místo i při zákrytu 17. července 2018. Hvězdu tentokrát zastínila planetka (268) Adorea při pohledu ze Španělska (3) a Francie (1). Negativní pozorování pak přidali ještě po jednom měření Portugalec a další Španěl. I pouhé čtyři tětiny odhalily posun stínu nepatrně k jihu a eliptický tvar planety s parametry 148,1 ±2,1 krát 102,0 ±6,8 km. Pozice elipsy vůči pohybu planety je patrná z připojeného obrázku.

Velmi povedeně rozmístěné čtyři tětiny dovolily stanovit profil další planety 26. července 2018. (97) Klutho při zákrytu hvězdy sledovali pozorovatelé ze Španělska, Francie a Itálie. Dva z nich, jeden Francouz a Španěl, sledovali úkaz u severní hranice



stínu a další dva, Ital a Španěl, u hranice jižní. Výsledný tvar profilu planety vyšel jako kruh o průměru 87,6 s nejistotou  $\pm 5,3$  km.

Jen o několik minut později opět relativně malé množství tětív vedlo k dalšímu úspěchu. 26. července 2018 planетка (476) Hedwig zakrývala hvězdu TYC 1769-01181-1. Na světelných křivkách zákrytu se ale ve dvou případech objevily v okamžicích začátku a konce zákrytu schody, typické pro těsné dvojhvězdy. Namísto jednoho profilu planety se tak podařilo po důkladném zpracování získat vlastně hned dva shodné profily ze zákrytů obou složek. Těmi šťastnými byli J. Kubánek, který si pro své pozorování zajel až do Maďarska a M. Jarmoc z Polska. Zákrytem pouze jednou ze složek dvojhvězdy pak k rozluštění změn jasu přispěl ještě P. Delinčák ze Slovenska. K veleúspěšnému výsledku tak tentokrát stačila pouze měření tří astronomů. Rozměry planety se podařilo stanovit na  $139,8 \pm 12,8$  krát  $81,9 \pm 17,0$  km.



*Zákrytářská obloha* prosinec 2019:

## Zákrytářský konec roku

**Ohledně délky noci nás v následujících týdnech čekají nejpříznivější podmínky. Ohledně počasí už to bude pravděpodobně o poznání horší, ale přesto bychom se měli pokusit využít nadcházející měsíc k získání co největšího počtu měření. Nabídka je skutečně bohatá a každý si z ní jistě vybere ty správné úkazy odpovídající jeho přístrojovému vybavení.**

Do prosincové nabídky totálních zákrytů hvězd Měsícem se dostalo třináct úkazů, přičemž poměr vstupů a výstupů je poměrně vyrovnaný 7:6. Vstupů se dočkáme na začátku a pak v samém závěru prosince a výstupů pak převážně v prostřední dekádě. V prosinci se za Měsíc nebude skrývat žádná mimořádně jasná hvězda. V sedmi případech, které jsou odlišené tmavě modrou barvou, by se ale na záznamech získaných některou z objektivních metod měření, měla projevit podvojnost zakrývaných hvězd.

Je nutno brát v úvahu, že připojená tabulka totálních zákrytů hvězd Měsícem upozorňuje pouze na skutečně ty nejnápadnější prosincové úkazy. Pokud budete

mít zájem o získání širší nabídky, je potřeba si je prostřednictvím internetu vygenerovat např. v programu Occult.

## Předpovědi totálních zákrytů pro CZ

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

### 2019 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
5	16 13 36	D	3536	4.4	63+	105	-11	29	147	28N	2	26 +0.3 +2.8
5	18 20 31	D	5	4.6	63+	106		35	183	76N	51	75 +1.3 +0.9
5	22 0 47	D	18	5.8	64+	107		16	240	37S	118	141 +1.3 -3.4
9	0 48 47	D	368	6.2	89+	141		22	258	85N	60	78 +0.6 -0.6
9	20 13 58	D	464	6.1	94+	151		52	162	73S	84	98 +1.7 +0.6
10	23 42 45	D	610	6.1	98+	164		51	225	58S	99	108 +1.5 -1.3
13	1 32 26	R	911	6.4	99-	170		54	230	75N	292	290 +1.3 -1.7
13	5 18 55	R	928	5.9	99-	168		21	280	63S	249	246 +0.3 -1.0
14	3 29 51	R	1078	6.0	96-	156		47	247	70S	257	248 +1.2 -0.8
15	4 31 16	R	1224	5.3	90-	143		45	247	89S	280	266 +0.9 -1.4
18	23 36 48	R	1702	4.0	52-	92		11	93	69S	273	249 +0.2 +1.4
23	5 31 33	R	2210	6.8	10-	37		14	137	74N	304	291 +0.7 +0.4
30	16 53 49	D	3265	6.6	19+	51		18	214	30N	13	35 +0.1 +1.3

V průběhu prosince 2019 naše území, ale ani naše bezprostřední okolí, neprotíná žádný nadějnější tečný zákryt dostupný mobilní technice.

Jak už bylo naznačeno v záhlaví článku, stále zajímavější je situace i v oblasti zákrytů hvězd planetkami. Počet vybraných úkazů je v období nejdělsích nocí stále vyšší a ve třiceti pěti úkazech, které naleznete v tabulce, je hned několik zajímavých nabídek, byť ve všech ohledech mimořádný úkaz mezi nimi tentokrát nenajdete.

dat.	UT	hvězda	jas.	RA	Dec.	planetka	Ø	trv.	pok.
12/19	h m		mag	h m	° '		km	s	mag
01	20:58	UCAC4 561-026448 S až SZ Č	12,7	06 14	+22 01 A = 101°	Tilia	29	2,6	3,3 IBE
01	23:58	UCAC4 571-031350 J Č	13,6	06 35	+24 09 A = 147°	Drobyshevskij	18	1,5	4,4 IBE
02	19:44	UCAC4 406-140918 J Č až S M	12,6	23 01	-09 00 A = 218°	Gorchakov	20	1,2	4,9 IBE
02	22:18	UCAC4 556-017084 S M až J Č	12,7	05 35	+21 02 A = 136°	Basov	18	1,3	4,6 IBE
03	01:51	UCAC4 505-013702 SV až Z Č	14,0	05 37	+10 49 A = 221°	Lundia	9	1,0	1,2 UK
03	02:40	UCAC4 537-034504 S M až SZ Č	14,0	06 51	+17 14 A = 216°	JamesBradley	36	3,9	1,8 IOTA
04	20:08	TYC 3398-00016-1 S M až Z Č	11,8	06 50	+50 32 A = 59°	2001 QO281	15	1,1	4,9 IBE
05	01:38	UCAC4 537-034170 S M až S Č	12,5	06 50	+17 16 A = 195°	JamesBradley	36	3,7	3,2 IOTA
05	20:09	UCAC4 397-131532 J Č až S M	12,5	22 43	-10 46 A = 230°	2000 DB6	20	1,2	7,3 IBE
06	04:00	UCAC4 401-055820 SZ Č až S M	12,6	13 37	-09 55 A = 123°	Roswitha	47	1,2	3,1 UK

07	03:35	UCAC4 468-046144 SZ Č až S M	11,0	11 35	+03 36 A = 140°	Ukko	19	0,9	5,8	UK
08	01:04	TYC 2421-00816-1 J až Z Č	10,9	06 20	+30 16 A = 207°	2000 FG46	13	1,2	6,7	UK
08	20:07	UCAC4 511-018656 S M až J Č	13,9	06 04	+12 11 A = 106°	Spellmann	19	1,7	1,9	IBE
09	23:24	UCAC4 558-033062 S Č	13,4	06 42	+21 26 A = 145°	Dresda	25	2,4	1,4	IBE
09	23:37	UCAC4 471-002422 Z Č až S M	12,3	01 45	+04 08 A = 248°	Kacivelia	20	8,1	3,1	IBE
10	03:14	UCAC4 410-044090 SZ až Z Č	16,3	08 22	-08 02 A = 197°	Merope	66	8,6	0,5	OWE
11	04:45	TYC 2947-00906-1 JZ Č	12,3	07 07	+40 32 A = 279°	Fringilla	99	8,7	1,7	IOTA
12	05:21	UCAC4 382-064297 JZ Č	10,4	13 54	-13 40 A = 144°	Oceana	60	1,6	3,7	UK
12	20:44	UCAC4 620-020788 V až Z Č	12,3	05 13	+33 59 A = 110°	Pandora	72	6,5	0,3	IOTA
14	01:51	UCAC4 509-011968 Německo	13,9	05 34	+11 46 A = 235°	1997 YO	14	1,1	2,2	UK
14	02:01	TYC 1214-01302-1 J Č	11,2	02 16	+15 14 A = 281°	Nicole	25	5,3	4,3	UK
14	18:42	UCAC4 418-154072 Z až V Č	12,8	23 13	-06 27 A = 212°	Roxane	17	0,8	1,6	IBE
16	21:25	UCAC4 578-047097 Z Č	10,9	10 17	+25 30 A = 69°	2003 YV153	6	1,6	9,5	UK
19	01:15	UCAC4 508-022406 V až Z Č	12,4	06 15	+11 30 A = 218°	1999 JL44	20	1,4	4,3	IBE
20	00:48	UCAC4 576-025870 J M až S Č	12,3	06 12	+25 09 A = 220°	Suleika	54	5,9	0,2	IOTA
20	18:39	UCAC4 522-012995 S M až Z Č	12,8	05 29	+14 15 A = 103°	1999 LY26	19	1,1	4,6	IBE
20	23:04	UCAC4 555-033636 J Č	12,9	06 48	+20 59 A = 153°	Lilofee	31	3,2	1,7	IBE
21	19:24	UCAC4 571-008799 Německo	12,4	03 49	+24 01 A = 136°	2001 QC72	17	1,4	6,0	IBE
24	01:56	UCAC4 434-021370 S Č	12,9	06 45	-03 15 A = 219°	2000 AA200	15	1,2	4,2	UK
26	01:05	UCAC4 548-027135 Rakousko	12,1	06 26	+19 26 A = 226°	2000 HU1	22	1,3	6,2	UK
26	02:33	UCAC4 557-043620 J M až Z Č	13,0	08 08	+21 19 A = 222°	Kutuzov	27	2,1	4,1	UK
27	00:12	UCAC4 563-041060 J M až Z Č	11,7	07 26	+22 29 A = 180°	Yvette	29	2,2	4,2	UK
27	20:11	UCAC4 509-001702 Z Č až S M	13,4	01 10	+11 41 A = 228°	1990 OH2	19	2,5	5,4	IBE
29	22:00	UCAC4 389-032183 S Č	12,7	07 37	+03 18 A = 144°	Williamcarl	19	1,3	5,3	UK
31	21:52	UCAC4 502-047526 JV M	13,5	08 17	+10 14 A = 122°	Wellnitz	19	1,9	2,4	IBE

I když nabídka už je poměrně obsáhlá, sledujte, jako každý měsíc i v prosinci pravidelně [www stránky](http://www.hvrap.cz) věnované upřesněním zákrytů hvězd planetkami!

## Zákrytový zpravodaj – prosinec (12) 2019

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

Rokycany, 1. prosince 2019