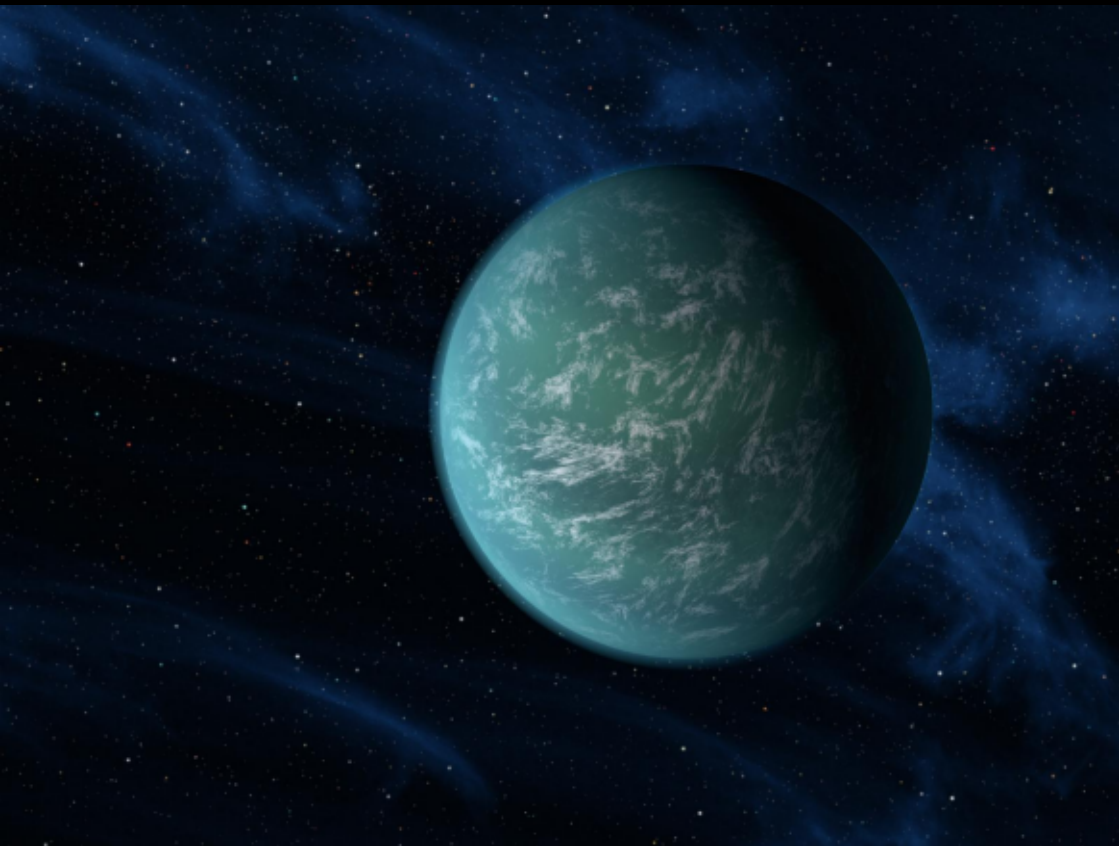




GLIESE

Časopis o exoplanetách a astrobiologii



Číslo 1/2012

Ročník V

Časopis Gliese přináší 4krát ročně ucelené informace z oblasti výzkumu exoplanet, protoplanetárních disků, hnědých trpaslíků a astrobiologie.

Gliese si můžete stáhnout ze stránek časopisu, nebo si ho nechat zasílat emailem (více na www.exoplanety.cz/gliese/zasilani/).

GLIESE 4/2011

Vydavatel: Petr Kubala

Web: www.exoplanety.cz/gliese/

E-mail: gliese@exoplanety.cz

Jaz. korektury: Květoslav Beran

Návrh layoutu: Michal Hlavatý, [Scribus](#)

Návrh Loga: Petr Valach, Mikuláš Pätoprstý

Uzávěrka: 31. prosince 2011

Vyšlo: 13. ledna 2012

Další číslo: ~ 8. dubna 2012

ISSN: 1803-151X

OBSAH

Úvodník	5
Téma: Kepler v mezičase (2009-2011)	6
Ze světa exoplanet	12
HR 8799: Astronomové vyždímali z Hubbleova dalekohledu maximum	12
Lov exoměsíce: Země zmizela, Měsíc zazářil	13
GJ 1214 b: Podle Hubbleova dalekohledu samá voda	15
WASP-14 b: Korpulentní exoplaneta, která se vleze do plavek	16
HAT-P-7 b na polární dráze?	17
Statistické výsledky z HARPS	17
KOI-500: 5 planet a pekelná sestra Země?	18
Planetární evoluce	19
Jeden z objevů roku: když hmotné hvězdy mají malé planety	19
Astronom amatér přelstil hvězdu a zachytil protoplanetární disk!	20
Měla Sluneční soustava pět obřích planet?	21
Spirální disk = planeta?	22
Astronomové našli důkazy životodárné kometární spršky	23
Stelární astronomie	24
Potvrzeno: bílý trpaslík s kávově teplým průvodcem existuje	24
Lovci exoplanet	25
Texaský lovec druhých Zemí má zelenou	25
Nový úkol pro JWST: pozorovat fáze exoplanet	26
Sluneční soustava	28
Vesmírní proutkaři slaví dvojitý úspěch	28
Radioteleskopy SETI naslouchaly Marsu	29
Sněhové zpravodajství: Enceladus hlásí 100 m čerstvého prašanu	30
Póly horka na Merkuru	32

Můžeme na Marsu předpovídat počasí?	34
Nová metoda stanovení přítomnosti vody na Marsu	37
Teplota Marsu v minulosti	39
Rozpouští se jádro Jupiteru?	41
Vodní chaosení na Europě	43
Astrobiologie	45
Budeme hledat mimozemské civilizace skrze veřejné osvětlení?	45
Nové exoplanety: tranzitní metoda - Kepler	47
Kepler-20: 5 planet, jedna menší než Země!	47
KOI-55.01 a KOI-55.02: planety co přežily vlastní smrt	49
Kepler-22 b: první v obyvatelné oblasti u G hvězdy	51
Kepler-21 b: další pekelná super Země	52
KOI-254 b: první horký Jupiter u červeného trpaslíka!	53
Kepler-18: další potvrzený multiplanetární systém	54
KOI-135 b, KOI-204 b	55
Nové exoplanety: tranzitní metoda - ostatní	56
Qatar-2 b	56
Nové exoplanety: radiální rychlosti	57
BD+48 738 b, HD 240237 b a HD 96127 b	57
GJ 667C c: Neoficiální obyvatelná exoplaneta	58
7 CMa b: Jupiter s boubelatou matkou	58
Nové exoplanety: zákrytové dvojhvězdy	59
Exoplaneta u zákrytové dvojhvězdy NY Vir?	59
Nové exoplanety: přímé zobrazení	60
Astronomové pozorují vznik planety v přímém přenosu	60
Situace na trhu	62

Úvodník

Je to sice k nevíře ale na svém monitoru jste před okamžikem otevřeli první číslo již pátého ročníku časopisu Gliese. Vzhledem k tomu, že cílem časopisu je rekapitulace toho nejdůležitějšího, co se v oboru výzkumu exoplanet odehrálo za uplynulé tři měsíce, slušelo by se minulý kvartál nějak shrnout či definovat už v samotném úvodníku. V tomto případě bychom říjen až prosinec uplynulého roku mohli shrnout pouhými třemi slovy: „je to tady“. Po mnoha letech výzkumu planet mimo Sluneční soustavu se dostáváme do fáze, ve kterou jsme všichni tajně doufali. Kosmický dalekohled Kepler našel exoplanety menší než Země a jednu v obyvatelné oblasti. Nyní už stačí maličkost: oba tyto objevy zkombinovat a nelézt planetu do velikosti 1,2 Země v obyvatelné oblasti u hvězdy typu Slunce.

Nejsme geocentričtí, nevylučujeme život na jiných planetách, ale v případě planety podobné Zemi máme jistou záruku, že minimálně jednou to takto ve vesmíru vyšlo. Jsou zde ale i super-Země, hmotnější sestřenice naší rodné hroudy. U nich se však vědci nemohou shodnout, zda jsou pro život vhodnější, vhodné či nevhodné. Podle jedné z teorií mohou (a asi budou) mít hustější atmosféru, podle jiné zase nemají magnetické pole což je více než důležitý požadavek při vzniku života.

Jsou zde ale i měsíce exoplanet. A právě na ně jsem tak trochu myslel o pár řádků výše, když jsem zmiňoval to motto prvního čísla roku 2012. David Kipping, známý to expert na exoměsíce, český astronom David Nesvorný a dalších několik astronomů založilo projekt HEK (Hunt for Exomoons with Kepler), jehož cílem je nalezení prvních exoměsíců kosmickým dalekohledem Kepler.

PK

Titulní stránka: Exoplaneta Kepler-22 b v představách malíře. Credit: NASA



Téma: Kepler v mezičase (2009-2011)

Primární část mise kosmického dalekohledu Kepler končí na podzim letošního roku, ale všichni z týmu i běžní fanoušci výzkumu exoplanet doufají, že se v současné ekonomické situaci podaří sehnat prostředky na pokračování tohoto úspěšného lovce exoplanet. Roční provoz Keplera vyjde na přibližně 20 milionů dolarů, což je pouze zlomek pořizovacích nákladů podobného kosmického dalekohledu.

Propadák už to nebude

Na začátku prosince proběhl přímo v sídle NASA Ames Research Center kongres, který se věnoval zcela výsledkům Keplera. Vzhledem k tomu, že Kepler pracuje už tři roky, je to vhodná příležitost k menší rekapitulaci dosavadních výsledků.

Nikde se o tom sice nemluví, ani nepíše, ale mise Keplera již fakticky nemůže skončit totálním propadákem. Je pravdou, že o úspěchu či neúspěchu mise rozhoduje zdárné naplnění její primární fáze a ta v případě Keplera končí na podzim, ale základ svého poslání už má Kepler za sebou.

Jeho hlavním úkolem není nalezení konkrétních exoplanet zemského typu v obyvatelných oblastech, jak se často uvádí, ale spíše sběr dat o vybraných hvězdách za účelem nejrůznějších statistických kejklí.

Kepler jak známo hledá cizí světy tranzitující metodou a ta vyžaduje hodně velkou dávku štěstí. Pravděpodobnost, že bude rovina oběžné dráhy planety směřovat k nám, je hodně malá (u planet v obyvatelných zónách zhruba 0,4 až 3%). Tuto pravděpodobnost jsme ovšem schopni vypočítat neboť závisí jen na dvou parametrech: velké poloose dráhy (vzdálenosti planety o hvězdy) a průměru hvězdy. Na základě počtu objevených kandidátů jsme schopni dopočítat celkový počet exoplanet v daném vzorku hvězd.

Aby Kepler exoplanetu našel, potřebuje pozorovat tři její tranzity. V případě planet v obyvatelné oblasti u hvězd slunečního typu jsou tedy nutné minimálně dva roky (v případě, že tranzit dané planety pozoroval Kepler hned několik dní po svém zahájení) a stačit by měly roky tři. Určitým kompromisem, během kterého by Kepler našel aspoň něco, je zhruba dva a půl roku od zahájení pozorování, což byl konec letošního roku.

Prodloužení mise ale rozhodně smysl má a to z několika důvodů:

Jak se během mise Keplera ukázalo, velká část hvězd není zrovna ukázkově klidná. Dochází u nich k drobným změnám jasnosti, což komplikuje zejména objevování menších exoplanet s dlouhou oběžnou dobou. Řešením je pozorování

většího počtu tranzitů a tedy delší mise Kepleru.

Lze nalézt i planety na vzdálenějších oběžných drahách (například analogie Marsu z naší Sluneční soustavy).

Lze nalézt větší množství planet, které jsou analogií Jupiteru ze Sluneční soustavy – mají oběžnou dobu cca 10 až 15 let. Možná vás napadne, že na nalezení podobných planet by Kepler potřeboval minimálně 20 let, aby mohl pozorovat tři jejich tranzity. Přechod obří planety na vzdálené dráze ovšem způsobí značný pokles jasnosti (cca 1%) a trvá velmi dlouho (desítky hodin).

Příliš mnoho Neptunů

Jedním z velkých překvapení (možná největší) je obrovské množství kandidátů o velikosti Neptunu, které Kepler objevil. Neptuni či „mini Neptuni“ o polooměru 2. až 6. Zemí tvoří až polovinu všech kandidátů.

Horké super-Země

Určitou podkapitolou jsou exoplanety, které mají poloměr několikrát větší než Země a obíhají blízko svých hvězd. Jedním z vysvětlení může být fakt, že tyto planety jsou bývalí horcí Jupiteri, kteří přišli o svou plynou obálku. To, co se tváří jako planeta s kamenným povrchem, může být ve skutečnosti jen odhalené jádro bývalého plynného obra. Druhá možnost hovoří o tom, že planeta při svém vzniku sice překročila kritickou mez, začala ze svého okolí vysávat i lehké prvky ale nestihla dojít do fáze plynného obra. Existence především hustých planet s krátkou oběžnou dobou, zůstává opředená tajemstvím. Materiál na výrobu těchto planet by se blízko hvězd vyskytovat neměl, je ale možné, že tam byl „nahrnut“ apod.

Astroseismologie

Hvězdná seismologie či astroseismologie je mladým oborem, který je založen na principiálně podobných základech jako seismologie na Zemi. Geologové studují vnitřní strukturu Země nebo geologické podloží pomocí seizmických vln (ať už přirozených nebo uměle vytvořených). Šíření seizmických vln totiž závisí na vlastnostech prostředí, kterým se šíří.

Astroseismologie studuje velmi přesná fotometrická měření (jasnosti hvězd) a na jejich základě je schopna díky nepatrným hvězdným oscilacím prozkoumat nitra hvězd. Tým okolo Kepleru dokáže díky astroseismologii a znalosti povrchové teploty hvězdy vypočítat velmi přesně její velikost. S tímto údajem v kapse je pak možné vypočítat s velkou přesností také velikost objevené exoplanety.

Dvojhvězdy

Vedlejším produktem Keplera je objevování zákrytových dvojhvězd. Princip je naprosto shodný s hledáním exoplanet tranzitní metodou. Máme dvě hvězdy, které obíhají okolo společného těžiště a z našeho pohledu se vzájemně zakrývají. Jediný rozdíl oproti tranzitní metodě je ve velikosti sekundárního tělesa (v tomto případě jim je také hvězda) a ve faktu, že nedochází k jednomu ale ke dvěma poklesům jasnosti. Pokud máme větší a jasnější hvězdu a menší a méně jasnou, pak dojde k poklesu v okamžiku, kdy méně jasná hvězda přechází před jasnější ale také v okamžiku, kdy je schovaná za ní. Kepler do dnešních dní objevil více než 2100 nových zákrytových dvojhvězd.

Konkrétní objevy

Kepler od května 2009 do září 2010 objevil celkem 2326 kandidátů, z toho:
207 kandidátů o velikosti Země
680 kandidátů (!) typu super-Země
1181 kandidátů o velikosti Neptunu
203 kandidátů o velikosti Jupiteru
27 kandidátů o velikosti větší než Jupiter (tisková zpráva uvádí 55)

Za potvrzené exoplanety lze považovat (dle katalogu exoplanet.eu):
32 exoplanet týmem Kepler
12 planet potvrzených jiným týmem

Multiplanetární systémy

Kepler-11: šest planet, z nichž pět obíhá blízko sebe v rozmezí 0,159 AU. Kepler mohl využít časování tranzitů ke zjištění hmotnosti planety. Gravitační interakce mezi planetami jsou tak velké, že se to projevuje v časech tranzitů (k přechodům nedochází pravidelně ale s určitou odchylkou), z čehož lze zjistit hmotnost planety. Více na <http://www.exoplanety.cz/2011/02/kepler-11-g-v-obavatelne-oblasti/>

Kepler-20: pět planet obíhá okolo hvězdy typu Slunce blíže než Merkur! Poloměr jednotlivých planet se pohybuje od 0,87 po 3,1 Země. Více na <http://www.exoplanety.cz/2011/12/kepler-objevil-exoplanetu-mensi-nez-zeme/>

Kepler-18: tři planety o poloměru 2 až 7 Zemí. Bude se jednat zřejmě o menší Neptuny. Oběžná doba planet je 3,5; 7,6 a 14,8 dní.

Kepler-9: tři planety, přičemž jedna z nich nevykonává tranzity, ale byla objevena časováním tranzitů (princip vysvětlen výše u Kepler-11).

KOI-730: čtyři planety ověřené nezávislým týmem. Oběžné doby všech planet jsou v tzv. rezonanci, nebo-li v poměru celých kladných čísel. V tomto případě je poměr oběžných dob 3:4:6:8.

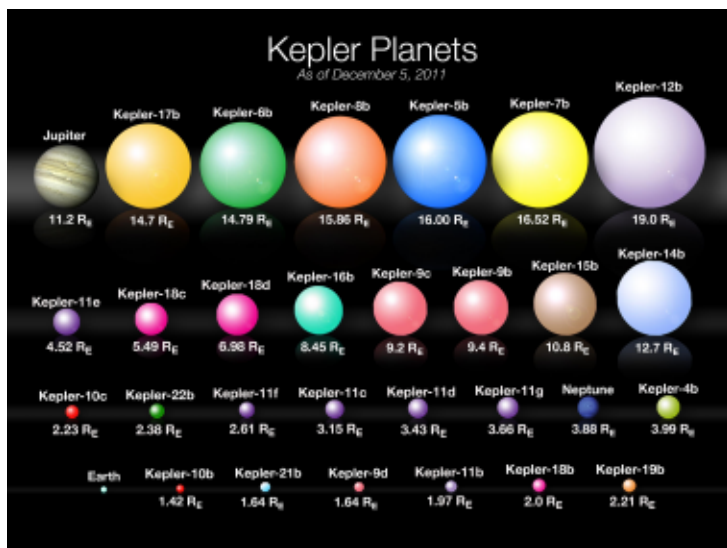
Zajímavé planety

Kepler-16: u hvězdy se nachází jedna planeta, překřtěna neoficiálně na Tatooine dle fiktivní planety z Hvězdných válek. Planeta má hmotnost třetiny Jupiteru a obíhá okolo dvou hvězd.

Kepler-10: u hvězdy byly objeveny dvě planety, jedna je pořádně vypečenou super-Zemí. Hmotnost exoplanety je 4,6 Země a poloměr 1,4 Země. Vzhledem k oběžné době 20 hodin asi nepřekvapí, že teplota na povrchu je teplota kolem 1500°C.

KOI-50: dvě planety obíhají kolem podtrpaslíka spektrální třídy B, musely tak přežít fázi rudého obra. Více o objevu píšeme v tomto čísle.

Kepler-22 b: první exoplaneta v obyvatelné oblasti u hvězdy typu Slunce. Více v tomto čísle.



obr.1 Dosud objevené a potvrzené exoplanety od Keplera. V přehledu chybí ty, které ověřil jiný tým. RE = poloměr Země. Credit: NASA/Kepler mission/Wendy Stenze

Tabulky na dalších stranách: potvrzené exoplanety týmem Kepler (do konce r. 2011) a dalšími týmy.

Název exoplanety	Hmotnosť MJ	Hmotnosť Mz	Polomér Rj	Polomér Rz	Oběžná doba (dny)	Hmotnosť hvězdy (Ms)
Kepler-10 b	0,0143	4,5331	0,127	1,4224	0,837495	0,895
Kepler-10 c	0,063	19,971	0,199	2,2288	45,29485	0,895
Kepler-11 b	0,01353	4,28901	0,1762	1,97344	10,30375	0,95
Kepler-11 c	0,0425	13,4725	0,28175	3,1556	13,02502	0,95
Kepler-11 d	0,01919	6,08323	0,3068	3,43616	22,88719	0,95
Kepler-11 e	0,02643	8,37831	0,4043	4,52816	31,9959	0,95
Kepler-11 f	0,007237	2,294129	0,2335	2,6152	46,68876	0,95
Kepler-11 g	0,95	301,15	0,3274	3,66688	118,37774	0,95
Kepler-12 b	0,431	136,627	1,695	18,984	4,4379637	1,166
Kepler-14 b	8,4	2662,8	1,136	12,7232	6,790123	1,512
Kepler-15 b	0,66	209,22	0,96	10,752	4,942782	1,018
Kepler-16 (AB) b	0,333	105,561	0,7538	8,44256	228,776	0,89225
Kepler-17 b	2,45	776,85	1,312	14,6944	1,4857108	1,16
Kepler-18 b	0,0217	6,8789	0,179	2,0048	3,504725	0,972
Kepler-18 c	0,054	17,118	0,49	5,488	7,64159	0,972
Kepler-18 d	0,052	16,484	0,62	6,944	14,85888	0,972
Kepler-19 b	0,064	20,288	0,198	2,2176	9,2869944	0,936
Kepler-20 b	0,027	8,559	0,17	1,904	3,6961219	0,912
Kepler-20 c	0,051	16,167	0,27	3,024	10,854092	0,912
Kepler-20 d	0,06	19,02	0,25	2,8	77,61185	0,912
Kepler-20 e	0,0097	3,0749	0,078	0,8736	6,098493	0,912
Kepler-20 f	0,045	14,265	0,09	1,008	19,57706	0,912
Kepler-21 b	0,033	10,461	0,1459	1,63408	2,785755	1,34
Kepler-22 b	0,11	34,87	0,21	2,352	289,8623	0,97
Kepler-4 b	0,077	24,409	0,357	3,9984	3,21346	1,223
Kepler-5 b	2,114	670,138	1,431	16,0272	3,54846	1,374
Kepler-6 b	0,669	212,073	1,323	14,8176	3,234723	1,209
Kepler-7 b	0,433	137,261	1,614	18,0768	4,885525	1,36
Kepler-8 b	0,603	191,151	1,419	15,8928	3,52254	1,213
Kepler-9 b	0,252	79,884	0,842	9,4304	19,243158	1
Kepler-9 c	0,171	54,207	0,823	9,2176	38,90861	1
Kepler-9 d	0,022	6,974	0,147	1,6464	1,592851	1

Název exoplanety	Hmotnost MJ	Hmotnos Mz	Poloměr Rj	Poloměr Rz	Oběžná doba (dny)	Hmotnost hvězdy (Ms)
KIC 10905746 b			0,237	2,6544	9,8844	0,578
KIC 6185331 b			0,72	8,064	49,76971	1,027
KOI-135 b	3,23	1023,91	1,2	13,44	3,024095	1,32
KOI-196 b	0,49	155,33	0,841	9,4192	1,855558	0,94
KOI-204 b	1,02	323,34	1,24	13,888	3,24674	1,19
KOI-254 b	0,505	160,085	0,96	10,752	2,455239	0,59
KOI-423 b	18	5706	1,22	13,664	21,0874	1,1
KOI-428 b	2,2	697,4	1,17	13,104	6,87349	1,48
KOI-730 b		0	0,31	3,472	14,7903	1,07
KOI-730 c		0	0,23	2,576	9,8499	1,07
KOI-730 d		0	0,25	2,8	19,7216	1,07
KOI-730 e		0	0,18	2,016	7,3831	1,07
KOI-55 b	0,014	4,438	0,068	0,7616	0,2401	
KOI-55 c	0,0021	0,6657	0,078	0,8736	0,34289	

Ze světa exoplanet

HR 8799: Astronomové vyždímali z Hubbleva dalekohledu maximum

V roce 2008 oznámili astronomové objev tří planet u hvězdy HR 8799 pomocí přímého zobrazení. Za úspěchem tehdy stály dalekohledy Gemini North a Keck. O dva roky později byla nalezena dokonce čtvrtá planeta v systému. Přímé zobrazení bohužel nenabízí zrovna exaktní způsob zjištění základních parametrů exoplanet, takže oběžnou dobu či hmotnost můžeme jen hrubě odhadovat. Díky tomu se v případě některých planet u hvězdy HD 8799 spekuluje o jejich vzniku a o tom, zda se nejedná spíše o hnědé trpaslíky.

V roce 2009 oznámil David Lafreniere z University of Montreal, že se mu podařilo jednu z planet nalézt na archivních záběrech z Hubbleva dalekohledu z roku 1998. O objevu jsme tehdy psali v článku (<http://www.exoplanety.cz/2009/02/hubble/>).

Remi Soummer (Space Telescope Science Institute, Baltimore) vypracoval nový způsob analýzy starších dat z Hubbleva kosmického teleskopu. Díky použití dat o 466 referenčních hvězdách, které obsahuje archiv Hubbleva dalekohledu, bylo možné lépe odstínit světlo mateřské hvězdy.

Název exoplanety	Hmotnost	Poloměr	Oběžná doba	Velká poloosa
HR 8799 b	5-11 Mj	1,1 Rj	465 let	68 AU
HR 8799 c	7-13 Mj	1,3 Rj	189 let	38 AU
HR 8799 d	7-13 Mj	1,2 Rj	100 let	24 AU
HR 8799 e	5-13 Mj	?	50 let	14,5 AU

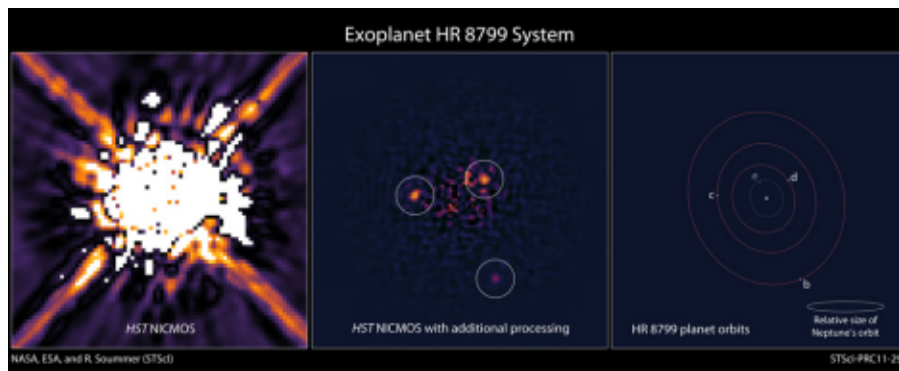
Na stejné sérii dat, která použil v roce 2009 David Lafreniere, se díky nové analýze podařilo nalézt i další dvě planety u HR 8799. Čtvrtá planeta u hvězdy HR 8799 zůstane oku Hubbleva dalekohledu ukrytá i nadále, neboť obíhá blíže ke svému slunci a na snímku je zakrytá částí, která v přístroji NICMOS (Near Infrared Camera and Multi-Object Spectrometer) odstiňuje světlo mateřské hvězdy.

Pro představu uveďme, že planety vyzařují v oblasti infračerveného záření jen asi 1/100 000 světla, ve srovnání s mateřskou hvězdou. Ve viditelné části spektra by to byla sotva jedna miliontina.

Mít k dispozici starší data je u přímého zobrazení velmi důležité. Jednak se tím mohou zpřesnit parametry exoplanety, ale také (v obecném slova smyslu) potvrdit její existenci. Jedním z problémů přímého zobrazení je totiž fakt, že domnělá planeta může být jen vzdálenou hvězdou, která se náhodně promítá do

blízkosti zkoumané hvězdy. Tuto nejistotu lze odstranit jen pozorováním mateřské hvězdy po delší dobu, aby byl zaznamenán pohyb planety okolo ní.

Mateřská hvězda HR 8799 má hmotnost 1,5 Slunce a nachází se ve vzdálenosti 120 světelných let v souhvězdí Pegase.



obr.2 Planetární systém HR 8799 na snímku z Hubbleva dalekohledu. Credit: NASA, ESA, and R. Soummer (STScI)

Zdroj:

<http://hubblesite.org/newscenter/archive/releases/2011/29/text/>

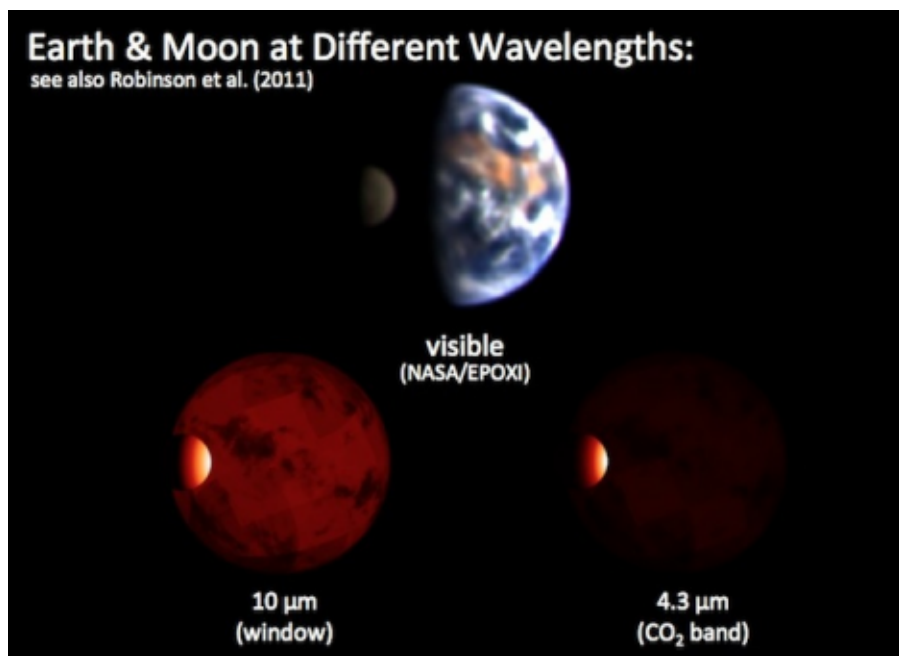
Lov exoměsíce: Země zmizela, Měsíc zazářil

Měsíce exoplanet... dosud jsme sice žádné nenašli, ale od nalezení prvních z nich jsme možná velmi blízko. Nedávno byl založen projekt HEK, který se bude snažit hledat měsíce exoplanet v datech z kosmického dalekohledu Kepler. Součástí týmu je i český astronom, působící v USA, David Nesvorný.

V budoucnu bychom měli disponovat obřími dalekohledy, které dokáží i menší exoplanety zobrazit přímo. Astronomové už jsou namlsáni představou, že budou moci sledovat exoplanety zemského typu, ale někteří jdou ještě dál – k přímému zobrazení měsíců exoplanet. Lukrativním cílem jsou samozřejmě měsíce u obřích planet, které by mohly mít hmotnost blízkou Zemi a být tak přístavy života.

Tyler Robinson (University of Washington) představil výsledky své simula-

ce, která se zabývá tím, jak bychom viděli Zemi a Měsíc na různých vlnových délkách. Zatímco na relativně dlouhé vlnové délce 10 mikrometrů září Země i Měsíc a obě tělesa bychom z větší vzdálenosti nemuseli rozeznat, kratší vlnová délka 3 mikrometrů je jiný šálek kávy. V této části spektra pohlcuje oxid uhličitý v zemské atmosféře většinu světla, takže Země skoro zmizí a naopak Měsíc zazáří. Tato metoda je ovšem vhodnější pro hledání menších měsíců bez atmosféry. Také nalezení těchto satelitů může být důležité.



obr.3 Země a Měsíc na různých vlnových délkách. Credit: Robinson et al. 2011

Je Měsíc důležitý?

Měsíce exoplanet bychom tak mohli hledat díky vhodné vlnové délce, ve které je světlo samotné planety „ztlumené“. Nemusí jít přitom nutně jen o velké exoměsíce. Prokázání existence malého měsíce (jako je ten náš) u planety zemského typu, může být rovněž velmi důležité. Náš Měsíc totiž stabilizuje zemskou osu, což má více než klíčový význam pro zemské klima. Je však pravdou, že podle některých novějších studií nemusí být přínos Měsíce v tomto ohledu zase až tak klíčový. Zatímco původně se vědci domnívali, že bez Měsíce by se zemská

osa měnila v rozsahu 0 až 90°, nové simulace ukazují, že by to bylo výrazně méně. Exoplanety zemského typu by v určitých případech měsíc ke stabilizaci své dráhy nemusely vůbec potřebovat (viz tato studie - <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0019103511004064>). Na druhou stranu je nutné si uvědomit, že vliv Měsíce na vznik a vývoj života je podstatně komplexnější. Například slapové síly Měsíce způsobují příliv a odliv, který mohl sehrát více než důležitou roli při přenosu života z moře na pevninu.

Zdroje:

<http://www.wired.com/wiredscience/2011/12/how-to-exomoon/>

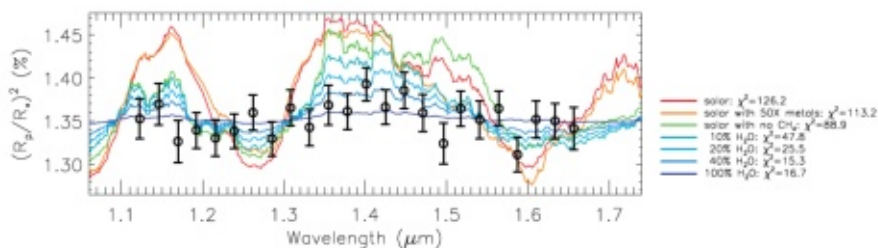
<http://www.physorg.com/news/2011-11-life-alien-planets-require-large.html>

GJ 1214 b: Podle Hubblova dalekohledu samá voda

Dva roky po objevu a rok po studii evropských vědců se na atmosféru jedné ze slavných super-Zemí podíval Hubblův dalekohled.

Exoplaneta GJ1214 b je jedinou super-Zemí (planetou o hmotnosti méně než 10 Zemí), která byla objevena ze Země pomocí tranzitní metody. V roce 2009 se o to postaral projekt MEarth, který má své přístroje na území USA.

Exoplaneta má hmotnost 6,3 Země a poloměr 2,7x větší ve srovnání se Zemí. Hustota planety tak je poměrně nízká, což vyvolává celou řadu dohadů a spekulací, jak vlastně tento tajemný svět vypadá. Na tajemnosti GJ 1214 b určitě přidá i fakt, že obíhá okolo svého slunce s periodou jen 38 hodin! Mateřskou hvězdou je v tomto případě červený trpaslík o hmotnosti jen 15% Slunce, který vyzařuje jen 0,33% záření ve srovnání s naší hvězdou.



obr.4 Spektrum exoplanety GJ 1214 b. Barevně jsou znázorněny teoretické modely pro různé typy atmosféry. Nejvíce se naměřená data shodují s modelem pro atmosféru, tvořenou vodní párou. Credit: Berta et al. 2011.

Téměř přesně před rokem jsme psali o výzkumu této exoplanety pomocí dalekohledu VLT (<http://www.exoplanety.cz/2010/12/gj1214-b-atmosfera/>). Evropské jižní observatoře. Na základě dat se spíše vyloučila možnost, že by byla exoplaneta tvořena kamenným jádrem a hustou atmosférou z vodíku. Ve hře tak zůstaly dvě možnosti: GJ 1214 b je ledovým světem s atmosférou, která se skládá převážně z vodní páry nebo z husté, zakalené atmosféry s příměsí dalších komponent (oxid uhelnatý, oxid uhličitý apod.).

Tým, který nyní pracoval s Hubblovým dalekohledem, byly tvořeny nevěřícími Tomáši, jenž ve svých úvahách stále počítali i s možností vodíkové atmosféry. Ta by měla být nafouknutější a řidší, zatímco atmosféra z vodní páry by byla „usedlejší“.

Na atmosféru GJ 1214 b se podíval přístroj Wide Field Camera 3, který je na palubě Hubblova dalekohledu od poslední servisní mise v roce 2009.

Rozsah výšky atmosféry v různých vlnových délkách se projeví na základě pozorování hloubky tranzitu (o kolik poklesne jasnost hvězdy v okamžiku, kdy před ní exoplaneta přechází). Pozorování na vlnové délce 1,1 až 1,7 mikrometrů velmi přesně odpovídají simulaci atmosféry, která je tvořena zcela nebo převážně vodní párou.

Zdroj:

<http://arxiv.org/abs/1111.5621>

WASP-14 b: Korpulentní exoplaneta, která se vleze do plavek

Kdyby byla exoplaneta WASP-14 b váženou dámou, mohli bychom říci, že pod ní sice váha kolabuje, do plavek se ale bez problémů vejde. Exoplaneta je 7x hmotnější než náš Jupiter ale pouze o 30% větší co do velikosti. Hustota takové planety se bude pohybovat okolo 4600 kg/m³.

WASP-14 b byla objevena už v roce 2008 pomocí tranzitní metody projektem SuperWASP. Teprve nedávno se však na její atmosféru podíval infračervený dalekohled Spitzer.

Planeta oběhne kolem své hvězdy za 2,2 dny po nepatrně protáhlé eliptické dráze. Jasmina Blečić a Joseph Harrington (University of Central Florida) připravili pozorovací program, během kterého kosmický dalekohled Spitzer pozoroval planetu ve třech filtrech a tedy na třech vlnových délkách.

Výsledky pozorování byly následně porovnány s teoretickými modely. Co do

složení atmosféry, WASP-14 b ničím extra nepřekvapila. Odheleny byly typické komponenty horkého Jupitera: vodík, kyslík, dusík a molekuly vody, oxidu uhelnatého, metanu, oxidu titanatého (TiO) a oxidu vanadnatého (VO).

Dva poslední komponenty (resp. zejména oxid titanatý) byly dlouho považovány za viníky existence tzv. inverzní teplotní vrstvy, která způsobuje radikální nárůst teploty v atmosféře horkého Jupitera. Některé novější teorie i pozorování horkých Jupiterů ovšem naznačují, že TiO a VO nemusí mít s inverzní vrstvou nic společného, případně že existuje i jiný viník.

Kromě toho se podařilo zjistit, že WASP-14 b jen velmi málo přerozděluje teplotu v atmosféře. V případě vázané rotace (planeta je k hvězdě natočena stále stejnou stranou) má planeta ve zvyku vyrovnávat teplotní rozdíly mezi denní a noční stranou. V případě WASP-14 b se tak ovšem neděje nebo jen velmi málo.

Zdroj:

<http://arxiv.org/abs/1111.2363>

HAT-P-7 b na polární dráze?

Exoplaneta HAT-P-7 b sice není na seznamu objevů Keplera, ale nachází se v jeho zorném poli, takže je zde dobrá příležitost získat o tomto světě o hmotnosti 1,8 a poloměru 1,4 Země více informací. Astronomové už dříve zjistili, že planeta obíhá okolo mateřské hvězdy s periodou 2,2 dní po velmi nakloněné dráze. Nová data ukazují, že tento sklon může být 90° vůči rovníku hvězdy. Ze Země tak fakticky pozorujeme póly hvězdy a planetu, která obíhá po polární dráze.

Statistické výsledky z HARPS

Podle výsledků evropského spektrografu se zdá, že okolo poloviny hvězd slunečního typu obíhá alespoň jedna planeta s oběžnou dobou kratší než 100 dní a různorodé hmotnosti. Zajímavý je výskyt planet, které se označují zkratkou SEN (Super-Earths and Neptune- mass planets). Jde o planety o hmotnosti do 30 Zemí. Podle výsledků se zdá, že zejména interval mezi 15 a 30 Zeměmi vykazuje velký nárůst počtu planet. SEN podle všeho nejsou příliš citlivé na metalicitu svých matek (obsah prvků těžších než hélium v hvězdách) a jejich dráhy do-

sahují výstřednosti maximálně 0,45. To obří planety mají vysoký obsah kovů ve svých matkách velmi rády, dokonce ho vyžadují a nemají žádný problém obíhat po dráze s výstředností i 0,9.

KOI-500: 5 planet a pekelná sestra Země?

Už jsme o tom psali mnohokrát. Od Keplera se příliš neočekávaly objevy početnějších planetárních systémů. Abychom totiž dokázali objevit u jedné hvězdy více planet tranzitní metodou, musely by všechny obíhat v jedné rovině, což vzhledem ke gravitačním interakcím (zejména po vzniku systému) není moc reálné. Dokonce to není běžné ani u nás doma ve Sluneční soustavě. Kepler přesto poskytl řadu objevů multiplanetárních systémů. Jedním z nejzajímavějších by mohl být KOI-500.

Systém s líbivým a snadno zapamatovatelným označením zatím patří do říše nepotvrzených objevů. Obecně však platí, že čím více planet se podaří u jedné hvězdy tranzitní metodou nalézt, tím je existence všech planet pravděpodobnější. Pokud navíc planety obíhají dostatečně blízko od sebe, je šance pozorovat odchylky v časech tranzitů díky vzájemnému gravitačnímu ovlivňování. To může vést nejen k potvrzení existence ale také ke zjištění jejich hmotnosti bez nutnosti přesných spektrálních pozorování mateřské hvězdy (radiální rychlosti).

Dost možná to bude případ systému KOI-500. Šuškanda v kuloárech hovoří o tom, že odborná práce o tomto systému by mohla co nevidět spatřit světlo světa. Vzhledem k tomu, že jsme pesimisty (viz níže) a šuškandy bereme s rezervou, rozhodli jsme se vám tento systém představit už nyní, i když dosud nebyl potvrzen a jeho parametry spíše odhadujeme.

KOI-500 (KIC 4852528) bude patrně oranžovým trpaslíkem. Povrchová teplota hvězdy se odhaduje na 4250 K, hmotnost na 0,6 a poloměr na 0,7 Slunce. Na obloze byste tuto hvězdu hledali obtížně i menším dalekohledem, neboť její jasnost dosahuje jen 14,8 mag.

Kepler už během prvních měsíců odhalil možné tranzity pěti planet. Přechod každé z nich před diskem mateřské hvězdy trvá kolem dvou hodin. Z odhadovaných rovnovážných teplot je jasné, že žádná z planet nebude obíhat v obyvatelné oblasti či její blízkosti. Nejlépe je na tom KOI-500.2 s teplotou 584 K.

Kandidáti (řazeno dle vzdálenosti od hvězdy):

	Poloměr (M _z)	Oběžná doba (dny)	Velká poloosa (AU)
KOI-500.05	1,2	0,98	0,017
KOI-500.03	1,5	3,07	0,036
KOI-500.04	2,1	4,64	0,047
KOI-500.01	2,7	7,05	0,063
KOI-500.02	2,8	9,52	0,076

Zdroj: <http://arxiv.org/abs/1102.0541> a <http://arxiv.org/abs/1102.0544>

Planetární evoluce

Jeden z objevů roku: když hmotné hvězdy mají malé planety

Korejsko-japonský tým astronomů objevil dosud nejméně hmotnou planetu u hvězdy nad 1,9 hmotnosti Slunce.

Exoplaneta HD 100655 b se může pyšnit tím, že obíhá okolo jedné z nejhmotnějších hvězd, u které byla nalezena exoplaneta. Označení „okolo jedné z nejhmotnějších hvězd“ uvádíme záměrně, ne že bychom snad neuměli hledat v katalogu exoplanet a následně na vás s pýchou vybafnout, že se jedná o druhou, třetí nebo desátou nejhmotnější hvězdu s exoplanetou, ale celá situace je poněkud složitější. Pokud si seřadíme více než 700 dosud objevených exoplanet dle hmotnosti jejich matky, zjistíme, že přední příčky okupují „exoplanety“ s hmotností spíše hnědého trpaslíka. Autor katalogu exoplanet.eu je zařazuje mezi exoplanety z různých důvodů. Obvykle se jedná o nepřesný odhad v hmotnosti ale také o fakt, že jasný předěl mezi exoplanetami a hnědými trpaslíky neexistuje.

Pokud bychom se drželi dnes už spíše méně používané hranice mezi exoplanety a hnědými trpaslíky, která činní 13 Jupiterů, pak by HD 100655 obsadila příčku. Před ní by byli:

eps Tau b (hmotnost 7,6 Jupiterů, hvězda 2,7 Slunce)

NGC 2423 3 b (hmotnost 10,6 Jupiterů, hvězda 2,4 Slunce)

Povšimněte si, že tyto velmi hmotné hvězdy mají i velmi hmotné exoplanety. Hvězda HD 100655 má hmotnost 2,4 (s tolerancí něco mezi 2 a 2,6) Slunce a poloměr dokonce téměř deset Sluncí ale její průvodce, exoplaneta HD 100655 b má hmotnost „jen“ 1,7 Jupiteru a je tak celkem fádním představitelem mírně

opečeného Jupiteru.

Podle jiného statistického pohledu se jedná o nejméně hmotnou exoplanetu, která byla nalezena u hvězd o hmotnosti nad 1,9 Slunce.

Exoplaneta obíhá okolo své hvězdy ve vzdálenosti 0,76 AU s periodou 157 dní. Její objev nám může pomoci objasnit vznik a vývoj planet u obřích hvězd, které mají hmotnost podstatně větší než naše Slunce.

Zdroj:

<http://arxiv.org/abs/1111.3746>

Astronom amatér přelstil hvězdu a zachytil protoplanetární disk!

Amatérský astronom zachytil protoplanetární disk, což bylo doposavad výsadou profesionálů.

Rolf Wahl Olsen z Nového Zélandu zřejmě jako první amatérský astronom v historii zachytil protoplanetární disk u blízké hvězdy. Podobných disků už si ce astronomové pozorovali spoustu, až dodnes to ovšem byla výsada největších profesionálních dalekohledů.

Olsen si vzal na mušku disk u hvězdy Beta Pictoris, kterou nalezneme v souhvězdí Malíře ve vzdálenosti necelých 64 světelných let. Jedná se o první pozorovaný protoplanetární disk, jehož výzkum v 80. letech dokládal, že také okolo dalších hvězd vznikají planety.



Problémem ovšem je, že disk je přezářen světlem samotné hvězdy. Profesionální přístroje dokáží světlo hvězdy odstínit a tím nám nabídnout pohled na disk prachu a plynu, ze kterého vznikají planety. Olsen ale zvolil podstatně mazanější metodu, teoreticky popsanou před téměř 20 lety.

Celý postup je principiálně poměrně jednoduchý, ale za to náročný na kvalitu pozorování i přípravy. Nejdříve se pořídí snímky hvězdy s protoplanetárním diskem a ihned poté snímky jiné podobné hvězdy. Obě fotografie se pak od sebe odečtou a výsledkem je samotný protoplanetární disk.

Olsen si jako „asistentku“ zvolil hvězdu Alfa Pictoris, která je podobné spektrální třídy a jak název napovídá, nachází se rovněž v souhvězdí Malíře. Problémem je různá jasnost obou hvězd (Beta Pictoris má 3,86 mag, Alfa Pictoris 3,3 mag). Tato nepříjemnost byla vyřešena rozdílnou délkou expozic (55 versus 18 sekund).

Obrázek najdete v plném rozlišení na <http://www.pbbase.com/rolfolsen/image/139722640/original>

Měla Sluneční soustava pět obřích planet?

Zkoumáme planety mimo Sluneční soustavu, ale stále máme velké mezery v našich představách o vzniku vlastního planetárního systému. Paradoxně nám však může výzkum exoplanet napomoci vyřešit některé otázky, které se týkají naší vlastní existence. Astronom českého původu David Nesvorný ze Southwest Research Institute nyní přichází s odvážnou teorií, podle které měla Sluneční soustava kdysi pět obřích planet.

Dosavadní výzkumy naznačují, že stovky milionů let po vzniku Sluneční soustavy bylo u nás doma docela divoko. Obří planety (Jupiter, Saturn, Uran a Neptun) se přesouvaly do vnitřní části planetárního systému a vzdálenosti mezi nimi byly výrazně menší. Důsledkem migrace Jupiteru bylo vymrštění většího počtu těles směrem k vnitřním planetám ale také ven směrem do dnešního Kuiperova pásu.

Je však pravdou, že o dění krátce po vzniku Sluneční soustavy příliš mnoho nevíme. Nesvorný a jeho kolegové provedli řadu simulací, které mají vyvracet obecně přijímanou teorii. Předpokládalo se, že Jupiter by díky své migraci pořádně rozházel dráhy Merkuru, Venuše, Země a Marsu. Záchrannou brzdou mělo být působení dalších vzdálenějších planet. Podle nových simulací by ovšem platnost tohoto scénáře znamenala vyhození Uranu či Neptunu z planetárního systému. Nesvorný tuto záhadu vyřešil přidáním další obří planety a simulace najednou seděla. Planeta mohla mít hmotnost srovnatelnou s Uranem či Neptunem a několik set milionů let po vzniku Sluneční soustavy byla vymrštěna ven.

Pravděpodobnost, že okolo Slunce kdysi obíhala ještě jedna obří planeta, není úplně malá. Podobné gravitační hrátky, při kterých je jedna či více planet vyvrstvena ven, se obecně očekávají a i některé objevy existenci takovýchto bludných planet přímo naznačují.

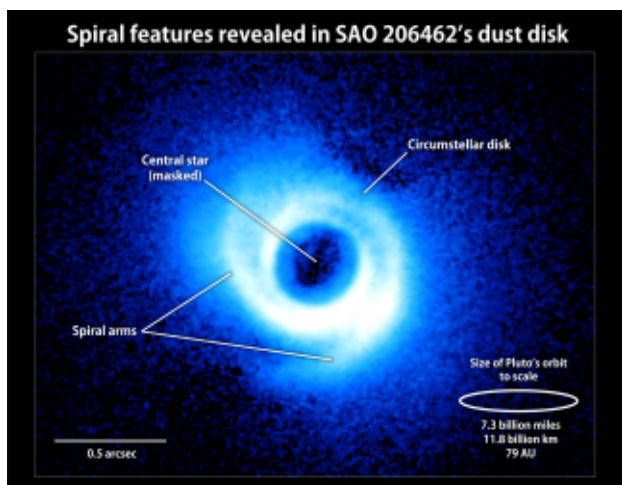
Zdroj:

<http://swri.org/9what/releases/2011/giant-planet.htm>

Spirální disk = planeta?

Má to spirální ramena, je to ve vesmíru, ale není to jeden z typů galaxie. Řeč je o fenoménu posledních dní – protoplanetárních discích, které obklopují mladé hvězdy. Dalekohled Subaru se podíval na velký disk, který sahá do vzdálenosti 12 miliard kilometrů od mateřské hvězdy, což je více než dvojnásobek vzdálenosti Pluta od Slunce.

Už dřívější simulace ukázaly, že gravitační vliv planety může v disku vytvořit spirální ramena. Díky dalekohledu Subaru můžeme teoretické předpoklady vidět na vlastní oči. Nový výzkum se zaměřil na hvězdu SAO 206462, která se nachází v souhvězdí Vlka ve vzdálenosti 456 světelných let.



obr.6 Disk u hvězdy SAO 206462. Credit: NAOJ/Subaru

Zdroj:

<http://www.nasa.gov/topics/universe/features/possible-planets.html>

Astronomové našli důkazy životodárné kometární spršky

Před asi 4,1 až 3,8 miliardami let, zažily vnitřní části Sluneční soustavy éru tzv. pozdního bombardování. Také Země nebyla ušetřena a musela čelit dopadu obrovského množství kosmických projektilů, které však měly na budoucnost planety spíše pozitivní vliv. Mnoho vědců se domnívá, že právě v této době se na Zemi dostaly klíčové organické sloučeniny a možná i voda.

Podobnou situaci teď možná objevil kosmický dalekohled Spitzer v okolí hvězdy Eta Corvi, která se nachází jen 60 světelných let od Země, v jižním souhvězdí Havrana. Hvězda je o něco větší a hmotnější než naše Slunce, ale je také výrazně mladší – její stáří dosahuje zhruba miliardy let. Kosmický dalekohled objevil blízko hvězdy velké množství prachu, jehož analýza v infračervené části spektra ukazuje na přítomnost vody, organických sloučenin a hornin. Jedním z pravděpodobných vysvětlení je existence kamenné planety zemského typu, která je zrovna bombardována kometami. S trochou nadsázky se tak díváme na naši Zemi v době pozdního bombardování.

Spektrální analýza prachu navíc ukazuje, že je velmi podobný složení meteoritu Almahata Sitta, který dopadl v roce 2008 v Sudánu.



obr.7 Pozdní bombardování mladé planety v představách malíře. Credit: NASA/JPL-Caltech

Spitzer našel poblíž hvězdy ještě jeden masivní prstenec chladného prachu a to ve vzdálenosti 150 AU, což by mohla být obdoba našeho Kuiperova pásu.

Podle některých teorií vyvolala velké bombardování migrace Saturnu a Jupiteru. Plynní obři narušili oběžné dráhy některých menších těles a katapultovaly je do vnitřních částí planetárního systému. Nová pozorování kosmického dalekohledu Spitzer tuto teorii potvrzují a ukazují, že meteorit Almahata Sitta může pocházet právě z Kuiperova pásu.

Zdroj:

<http://www.onorbit.com/node/3973>

Stelární astronomie

Potvrzeno: bílý trpaslík s kávově teplým průvodcem existuje

V únoru loňského roku jsme na exoplanety.cz (a později v Gliese) psali o velmi zajímavém pářečku, který tvoří bílý trpaslík WD 0806-661 a objekt o teplotě pouhých 30 až 70°C a hmotnosti kolem 6 až 9 Jupiterů. Na internetu se nyní zveřejnily snímky z dalekohledu Spitzer z let 2004 a 2009, které dokládají, že oba objekty jsou gravitačně vázány.

Oblíbenou astronomickou disciplínou v poslední době je hledání co nejchladnějších hnědých trpaslíků – tedy jakési přechodné fáze mezi hvězdami a planetami. V hnědých trpaslících se nikdy nezažehne plnohodnotná termojaderná reakce, ale maximálně spalování deuteria. Kosmický dalekohled Spitzer před časem našel zajímavý pářeček, který se skládá z bílého trpaslíka a velmi chladného hnědého trpaslíka či dokonce planety.

Pokud nejste zrovna obdaření trpělivostí, neměli byste hledat planety či hnědé trpaslíky přímým zobrazením. Tato metoda totiž vyžaduje velké množství času, abychom mohli vyloučit, že objekt se do blízkosti hvězdy jen náhodně nepromítá. Dalekohled Spitzer našel velmi zajímavý pár. Hlavní složkou je bílý trpaslík – velmi husté a horké závěrečné stádium ve vývoji hvězdy. Také naše Slunce se jednoho dne po odhození plynné obálky stane bílým trpaslíkem. Bílý trpaslík nese označení WD 0806-661 a nachází se 63 světelných let od Země.

Na snímcích z let 2004 a 2009 je ovšem vidět i další objekt, který se nachází 130 obloukových vteřin od bílého trpaslíka. Vzdálenost 1/27 stupně sice může vypadat jako malá, ale ve skutečnosti se jedná o obrovskou vzdálenost, na kterou nejsou astronomové při průzkumu blízkého hvězdného okolí zvyklí. Záhadný průvodce se nachází 2 500 AU od bílého trpaslíka. Pro představu: světlo

tuto vzdálenost urazí přibližně za dva týdny.

Opravdu velmi chladný hnědý trpaslík WD 0806-661 B v představách malíře.
Credit: NASA Goddard Space Flight Center/Francis Reddy

Astronomové se snažili získat data o průvodci dalekohledem Magellan, ale úspěšní nebyli. Průvodce s označením WD 0806-661 B je na to zkrátka příliš chladný a v blízké infračervené oblasti nevyzařuje téměř nic. Teplota objektu se odhaduje na pouhých 30 až 70°C a hmotnost na 6 až 9 Jupiterů.

Zdroj:

<http://science.psu.edu/news-and-events/2011-news/Luhman10-2011>

Lovci exoplanet

Texaský lovec druhých Zemí má zelenou

V dnešních dobách, kdy se i ve vědě mnohdy zcela nelogicky seškrťávají rozpočty, potěší každá zmínka o novém projektu, který by se měl zabývat hledáním a výzkumem exoplanet. Národní vědecká nadace (NSF) přiklepla finanční prostředky na nový spektrograf, který bude pracovat v blízké infračervené části spektra.

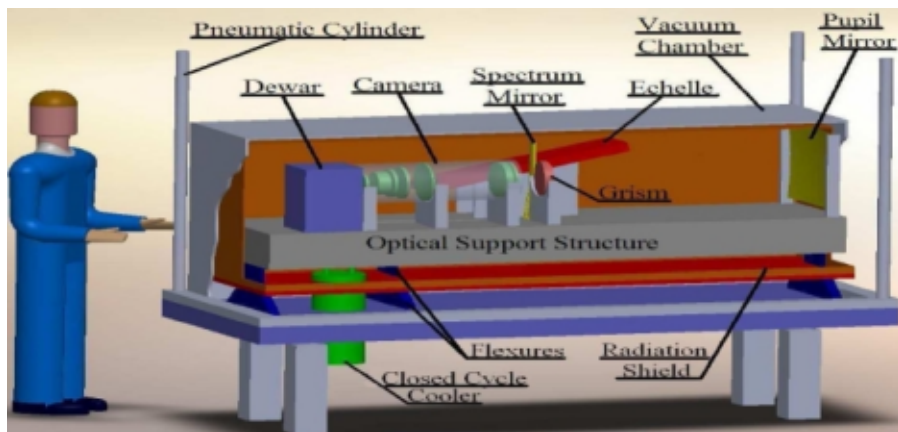
Národní vědecká nadace dala 3,3 milionů dolarů na vývoj velkého spektrografu Habitable Zone Planet Finder (HZPF), který se bude věnovat hledání exoplanet zemského typu zejména u červených trpaslíků. Nový přístroj nebude žádným drobečkem. Přirovnat bychom ho mohli k osobnímu autu a jeho hmotnost bude přes 2 tuny.

Pokud půjde vše dobře, měla by stavba spektrografu trvat asi 3 roky. Poté bude nový lovec odeslán na své pracoviště, kterým se stane dalekohled Hobby-Eberly Telescope (HET) na texaské McDonald Observatory. S výzkumem exoplanet tady mají celkem bohaté zkušenosti, dnes na tomto dalekohledu běží mimo jiné kampaň, která se zaměřuje na ověřování exoplanet, objevených kosmickým dalekohledem Kepler.

Zadavatelem projektu HZPF je Penn State University, na které mimochodem pracuje i polský astronom Alexander Wolszczan, který v roce 1992 objevil první exoplanety u pulsarů. Také on je do nového projektu zapojen.

HZPF má poskytnout spektrální rozlišení 50 000 (poměr vlnové délky k nejmenšímu rozdílu vlnových délek, který lze rozlišit při dané vlnové délce), což není zase až tak oslnivé číslo v kontrastu s jinými chystanými spektrografy. Do-

poručujeme si projít jeden z našich starších článků, ve kterém jsme popisovali spektrální rozlišení právě v souvislosti s novými spektrografy a hledáním planet u menších hvězd – <http://www.exoplanety.cz/2011/05/analyza-exoplanety-ir-astronomi/>.



obr.8 Schéma spektrografu Habitable Zone Planet Finder. Credit: Mahadevan, S. et al.

Samotný dalekohled HET má průměru 9,2 m a je unikátní v tom, že hvězdu nebo jiný objekt na obloze „nesleduje“ zrcadlo (to zůstává pevně zafixováno) ale otáčí se samotné přístroje. Tato vlastnost sice omezuje pozorování jednoho objektu na zhruba 2 hodiny, ale na druhou stranu umožnila poměrně velké finanční úspory. Na provozu dalekohledu se podílí americké a německé univerzity.

Zdroje:

<http://science.psu.edu/news-and-events/2011-news/Mahadevan9-2011>

<http://arxiv.org/abs/1007.3235>

Nový úkol pro JWST: pozorovat fáze exoplanet

Při pohledu na Měsíc si i malé dítě povšimne dvou věcí. Tím prvním jsou tmavší skvrny (moře) a tím druhým a podstatně zřetelnějším jsou měsíční fáze. Úplněk nás probouzí ze spaní, Měsíc kolem první či poslední čtvrti v nás vyvolává chuť na vánoční cukroví a mladá Luna krátce po novu je vhodným cílem na zvýšení

ega amatérského astronoma.

Střídání fází však můžeme pozorovat také například u Venuše, kde už k tomu ale potřebujeme pomoc alespoň malého dalekohledu. Astronomové už delší dobu sní o pozorování fází exoplanet, které by měly vědecký potenciál.

Nejrůznější teoretické úvahy nad pozorováním fází exoplanet nejsou nové. Francouzští astronomové je však ve dvou studiích rozebrali podrobněji a ukázali jejich mocnou sílu.

Podle simulací by pozorování fází mohlo být využito pro získání dalších informací o dané exoplanetě a to už díky připravovanému kosmickému dalekohledu Jamese Webba (start kolem roku 2018). V oblasti infračerveného záření bychom mohli být schopni zjistit:

1. Albedo planety (kolik světla planeta odráží) s přesností až 0,1.
2. Existenci atmosféry a její hustotu (nikoliv exaktně, ale pouze zda se jedná o hustou či řídkou atmosféru).
3. Velikost (poloměr) planety s přesností až 10%.
4. Sklon oběžné dráhy s přesností až 10°. Dnes je to možné jen díky Rossiterově-McLaughlinově efektu. Astronomové získávají spektrum mateřské hvězdy v okamžiku, kdy planeta přechází před svou hvězdou. Exoplaneta nejdříve zakryje tu část disku hvězdy, která se k nám vlivem rotace hvězdy přibližuje a poté tu část, která se od nás vzdaluje. Pokud není úhel mezi rovinou rovníku a rovinou oběžné dráhy nulový, je křivka radiálních rychlostí deformovaná.

Většinu z toho (1., 3. a 4.) dokážeme v současnosti realizovat pouze v případě, kdy planeta vykonává tranzity (přechází z našeho pohledu před svou hvězdou). Do dnešních dní se nám podařilo objevit asi 700 exoplanet, přičemž jen asi 26% z tohoto počtu tranzituje.

Výše popsané vypadá sice velmi líbivě, má ovšem svá ale. Některé výhody se částečně vylučují. Dalekohled Jamese Webba bude schopen podobná měření provádět zejména u horkých planet (byť kamenných) jako je například Kepler-10 b. Pokud se pomoci fází podaří zjistit, že exoplaneta má atmosféru, budou hůře zjistitelné další informace o poloměru, albedu a sklonu oběžné dráhy. Ty se totiž lépe zjišťují u exoplanet bez atmosféry.

Podobné údaje by mohla s menší přesností získat i družice EChO, o které jsme už psali: <http://www.exoplanety.cz/2011/01/kepler-10/>

Zdroj:

<http://arxiv.org/abs/1110.3087>

Sluneční soustava

Vesmírní proutkaři slaví dvojité úspěchy

Evropský kosmický dalekohled Herschel pozoroval kometu při jejím průletu okolo Země a jednu vzdálenou mladou hvězdu. Dva, na první pohled nesouvisící výzkumy, se vzájemně doplnily a přinesly nám nový pohled na vznik vody ve vesmíru.

Kosmický dalekohled Herschel se zaměřil na dva zcela rozdílné cíle. V prvním případě se jednalo o kometu 103P/Hartley 2, která vloni v listopadu prolétla v blízkosti Země (viditelná byla menším dalekohledem i od nás). Přístroj HIFI prokázal, že kometa obsahuje vodní led o podobném složení jako pozemské oceány. Komety jsou obecně považovány za „špinavé sněhové koule“, avšak dosavadní výzkumy ukázaly, že obsahují jiný poměr normální a těžké vody. Zatímco normální voda se skládá z vodíku a kyslíku, těžká voda obsahuje místo vodíku deuterium (které má v jádru o neutron více). Jenomže většina zkoumaných komet má svůj původ v Oortově oblaku, zatímco Hartley 2 je z bližšího Kuiperova pásu, který se nachází za dráhou Neptunu.

Výzkum komety Hartley 2 dává větší naději zastáncům teorie, že velkou část vody na Zemi dopravily právě komety.

Dalekohled Herschel se ovšem také podíval na mladou hvězdu TW Hydrae, kterou nalezneme ve vzdálenosti 176 světelných let v souhvězdí Hydry. Hvězda má stáří maximálně 10 milionů let a je obklopena rozsáhlým diskem z prachu a plynu, z něhož vznikají planety ale také jádra komet.

Již zmíněný přístroj HIFI našel v disku obrovské množství vody. To by samo o sobě nebylo nikterak překvapivé, vodík je nejběžnějším prvkem ve vesmíru a kyslík v kosmickém prostoru také nějaký najdeme. Astronomové už mnohokrát pozorovali molekuly vody na různých místech ve vesmíru, tentokrát však získali kvalitní data o vodě ve velmi chladném prostředí. Ledového materiálu, z něhož mohou vznikat komety, je v okolí TW Hydrae až 1,5.10²¹ kg, což by vystačilo na naplnění 6 300 pozemských oceánů. Pokud z tohoto ledu vzniknou komety, mohou zásobit vodou případně budoucí obyvatelné planety.

Zdroje:

http://www.esa.int/esaCP/SEMXXSWFURTG_index_0.html

<http://arxiv.org/abs/1110.4600>

Radioteleskopy SETI naslouchaly Marsu

Institut SETI využil svou rozestavěnou síť radioteleskopů, aby se pokusil poodhalit jedno z největších tajemství rudé planety.

K Marsu jsme za poslední půl století poslali desítky kosmických sond, přesto dodnes neznáme odpovědi na některé základní otázky. Rudá planeta je proslulá svými obřími prachovými bouřemi, které jednou za několik let dokážou zahalit do nepropustné deky i celou planetu. Výzkum těchto bouří je naprosto klíčový nejen pro pochopení samotné planety ale také z důvodů lepšího plánování budoucích nepilotovaných ale i pilotovaných misí.

Zatímco vznik a vývoj bouří monitorují kosmické sondy z oběžné dráhy a ty větší dokáže zaznamenat i bedlivé oko Hubblova dalekohledu, jedna z otázek zůstává dlouho nevyřešena. Někteří vědci se domnívají, že v prachových bouřích mohou existovat blesky. Kromě Země byly blesky už dříve pozorovány v atmosférách Jupiteru, Saturnu a nepotvrzeny zůstávají u Venuše.

Existence blesků může být přitom velmi důležitá. Některé simulace naznačují, že blesky mohou stát za tvorbou mimo jiné peroxidu vodíku, který byl na Marsu dříve objeven. Samotná existence peroxidu vodíků nenechává astrobiologů chladnými. Zatímco na Zemi je přínosný snad jen pro jednu formu života – blondýnky a pak možná ještě pro brouka prskavce, na Marsu by mohla fungovat sloučenina vody a peroxidu vodíku jako rozpouštědlo. Je však nutné podotknout, že tento argument funguje tak trochu alibisticky, neboť podobné rozpouštědlo by mělo nižší bod tání, čímž by se dala obhájit naděje na primitivní život v chladném prostředí rudé planety.

Po stopách blesků

Mezi květnem a červnem 2006 se na Mars zaměřil 32 m velký radioteleskop sítě Deep Space Network, který se běžně používá spíše pro komunikaci s kosmickými sondami. Vědci z Univerzity Michigan monitorovali několik hodin denně rudou planetu a hledali v oblasti mikrovlnného záření důkazy o existenci blesků v menších prachových bouřích. Výsledky sice naznačovaly, že prachové bouře mohou být elektricky aktivní, ale jednoznačné důkazy nepřinesly.

Mezitím pokračovala v Kalifornii stavba obří sítě radioteleskopů ATA (Allen Telescope Array). Projekt je společným dílem Institutu SETI a Kalifornské univerzity v Berkeley. V roce 2007 byla spuštěna první ze čtyř fází, které jsou pojmenovány podle počtu aktivních antén. První stádium se nazývá ATA-42, další bude ATA-98, ATA-206 a ve finále ATA-350. Je ovšem otázkou, zda se někdy 350 aktivních antén dočkáme, projekt se totiž letos dostal do finančních potíží kvůli škrtům v rozpočtu Kalifornské univerzity.

Lidé z ATA napodobili své kolegy z Michiganu a od 9. března do 2. června

2010 pozorovali Mars všemi 42. anténami. Dohromady se podařilo získat na 30 hodin měření na frekvencích 3,2 a 8 GHz. Ani tentokrát ovšem mikrovlnný průzkum Marsu úspěch nepřinesl. Podle autorů nové studie jsou výsledky neprůkazné, i když je nutné zdůraznit, že v uvedené době na Marsu neřádila žádná velká prachová bouře. Existence blesků v atmosféře Marsu tak zůstává i nadále na seznamu nevyřešených otázek.

Zdroje:

<http://arxiv.org/abs/1111.0685>

http://berkeley.edu/news/media/releases/2006/07/31_peroxide.shtml

<http://www.physorg.com/news164468762.html>

Sněhové zpravodajství: Enceladus hlásí 100 m čerstvého prašanu

Tomáš Petrásek, vzdalenesvety.cz

Saturnův měsíc Enceladus nepřestává udivovat a často také mást zvědavé vědce. Když si již téměř myslíme, že mu v některém ohledu rozumíme, všechno se obrací vzhůru nohama. Nikoho dnes už nepřekvapí, že na jižním pólu tohoto měsíce se nacházejí gejzíry chrlící jako jakási "sněžná děla" jemné ledové částičky, které se buď snášejí zpět na povrch satelitu, nebo se dostávají do kosmického prostoru, kde vytvářejí vlastní prstenec okolo Saturnu. Co by ale překvapit mohlo, je skutečnost, že vrstva tohoto jemného "prašanu" je patrně mohutnější, než se předpokládalo a místy by mohla dosahovat desítek, ba stovek metrů. Vzhledem k tomu, že částičky "sněhu" jsou velmi jemné, ba mikroskopické, a nechumelí nijak hustě, nemohla taková nadílka napadnout přes noc. Znamenalo by to, že gejzíry se stejně jako dnes činí už celé desítky nebo stovky miliónů let, a vyvracelo rozšířenou představu, že bouřlivá kryovulkanická činnost je záležitostí krátkodobou.

Krátký příspěvek Paula Schenka, planetárního geologa působícího v Houstonu, a jeho kolegů J. Schmidta a O. Whitea byl prezentován 3. října na konferen-

ci European Planetary Science Congress ve francouzském Nantes.

Popisují v něm výsledky dříve provedených simulací spadu geizírových částek na povrch měsíce. Není to záležitost nijak přímočará - v jižní polární oblasti je řada geizírů, které produkují ledové částice různých vlastností a pohybující se různě rychle. Část z nich dopadá na povrch přímo, protože nepřesahují únikovou rychlost, část se dostane na samostatnou oběžnou dráhu kolem Saturnu, ovšem stále velmi blízkou dráze Enceladu, takže se povětšinou se svým mateřským měsícem dříve či později srazí. Nejvíce částic dopadá nedaleko od svého zdroje na jižní polokouli, odkud se směrem na sever táhnou dva hákovité "jazyky" okolo 40 a 220° západní délky. Tento globální vzorec potvrzují i skutečné snímky v ultrafialovém a infračerveném oboru, na nichž vystupuje velmi podobný obrazec.

Autoři ve svém příspěvku pokládají tři sugestivní otázky: Pozměňuje sněhová pokrývka pozorovatelným způsobem povrch, a je možno její sílu odhadnout z Cassiniho snímků? Kolik sněhu na Enceladu celkově napadlo, a co nám to prozrazuje o délce aktivity polárních geizírů? Má tato vrstva tepelně-izolační vlastnosti, které by zpomalovaly ztrátu geologického tepla z Enceladova podzemí?

Sami se ovšem snaží odpovědět toliko na první dvě. Na základě analýzy (prozatím) jediného snímku oblasti 55° jižní šířky (tedy na okraji jihopolárního terénu) odhadli sílu sypkého materiálu na 100 metrů. Při uvážení celkového objemu částic produkovaného geizíry a výše popsané mapy globální sněhové nadílky odvodili, že k vytvoření tak silné vrstvy na tomto konkrétním místě by byl nutný spad trvajících mnoho desítek miliónů let, a možná i více než 100 miliónů let!

To je ale v přímém rozporu s představou, že geologická aktivita na Enceladu je relativně krátkodobá a epizodická, s pulzy aktivity trvajících okolo 10 miliónů let, oddělenými stovkami miliónů let nečinnosti (viz O'Neill a Nimmo, 2010). Je přirozené, že "pulzní mód" kryovulkanické činnosti je daleko méně energeticky náročný, než aktivita dlouhodobá, což otevírá i otázku, jaký energetický zdroj by tak dlouhé soptění geizírů mohl vůbec pohánět. K tomu se přidává i problém s argonem (McKinnon, 2010) - kdyby Enceladus uvolňoval argon stejným tempem jako dnes, vyčerpal by jeho zásoby již během 1% doby trvání své existence, tj asi za 46 miliónů let, což opět ukazuje na epizodickou, nikoli dlouhodobou nebo dokonce trvalou činnost geizírů.

Je jasné, že aktuální zjištění bychom měli chápat spíše jako předběžné, protože bylo učiněno toliko na základě odhadu síly sněhové vrstvy z jediného místa, což jen těžko můžeme považovat za dostatečný statistický vzorek. Pokud to ale znamená, že "na cestě" je podrobnější analýza síly sněhových vrstev na Encela-

du, můžeme se těšit na mnohem více dat a nový pohled na Enceladus. Pokud se potvrdí podezření, že sněhové vrstvy jsou mohutnější a vznikaly po delší časová období, než se dříve soudilo, mohlo by to naše dosavadní představy o tomto tělese obrátit (po kolikáté už?) doslova naruby.

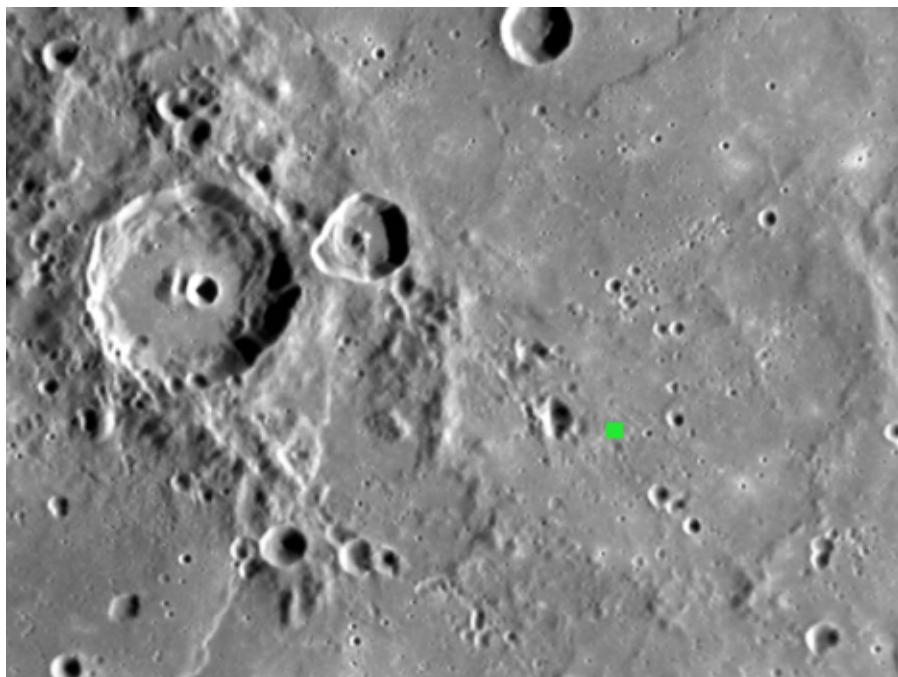
Zdroje:

- P. Schenk, J. Schmidt, O. White: The Snows of Enceladus. EPSC Abstracts, Vol. 6, PSC-DPS2011-1358, EPSC-DPS Joint Meeting 2011 (<http://meetingorganizer.copernicus.org/EPSC-DPS2011/EPSC-DPS2011-1358.pdf>)
- Saturn's moon has never-ending winter (<http://www.nature.com/news/2011/111003/full/news.2011.569.html#B2>)
- Craig O'Neill, Francis Nimmo: The role of episodic overturn in generating the surface geology and heat flow on Enceladus. Nature Geosci. 3, 88-91, 2010. (<http://www.es.ucsc.edu/~fnimmo/website/oneill.pdf>)
- William B. McKinnon: ARGON-40 DEGASSING FROM TITAN AND ENCELADUS: A TALE OF TWO SATELLITES. 41st Lunar and Planetary Science Conference (2010), abstract no. 2718. (<http://www.lpi.usra.edu/meetings/lpsc2010/pdf/2718.pdf>)

Póly horka na Merkuru

Vladimír Kocour, planetary.cz

Zelený čtvereček na obrázku označuje bod na rovníku Merkuru o hermografické délce 180° na povrchu. Je to jeden z takzvaných pólů horka. Druhý pól horka leží také na rovníku a má hermografickou délku 0°. Merkur obíhá kolem Slunce po excentrické dráze. Jeho rotace je synchronizovaná s oběhem tak, že za 2 oběhy kolem Slunce (88 dní) se Merkur otočí kolem své osy 3×, tj. jednou za 58,7 dne. Následkem toho na dvou protilehlých polednicích na Merkuru opakovaně nastává poledne tehdy, když je Merkur v periheliu.



obr.9 Pól horka na Merкуру vyfotografovaný sondou Messenger. Zdroj: NASA.

Na rovníku navíc Slunce stoupá nejvýš nad obzor (osa rotace Merкуру je prakticky kolmá k rovině oběhu kolem Slunce). Následkem velké excentricity dráhy – 0,2056 – je Merkur v periheliu o 24 miliónů kilometrů blíž ke Slunci než v apheliu. Následkem toho dostávají póly horka přibližně 2,5× více slunečního záření, než místa na hermografických délkách 90° a 270°. Merkur nemá prakticky žádnou atmosféru, a tak je teplota na jeho povrchu dána slunečním zářením. Na Merкуру nenastávají roční období jako na Zemi. V závislosti na hermografické šířce, ale i délce však panuje na Merкуру různé horké „podnebí“. Na pólech horka dosahuje teplota hodnot až +427 °C. Na noční straně planety klesá teplota k -180 °C. Poblíž pólů na dnech větších kráterů se vyskytují oblasti, do kterých sluneční záření nikdy nedopadá. V těchto místech se teplota pohybuje okolo -161 °C. Byl zde objeven vodní led, podobně jako na Měsíci. Původ ledu je nejasný. Jedna z možností je, že led na Merkur přinesly komety v období velkého bombardování. Led se může částečně nacházet pod povrchem, překrytý izolující vrstvou prachu a horniny.

Obrázek byl pořízen jako součást souboru snímků ve vysokém rozlišení pro základní morfologickou mapu MDIS. Základní morfologická mapa pokryje více než 90% povrchu Merkuru s průměrným rozlišením 250 m/pixel. Povrch snímkaný pro účely základní morfologické mapy je obvykle nasvícen Sluncem „ze shora“ (tzn. s velkým úhlem dopadajících slunečních paprsků k povrchu). Viditelné stíny jsou proto minimální.

Sonda MESSENGER je první umělá družice Merkuru. Nese na palubě sedm vědeckých přístrojů. Během jednoho roku má MDIS pořídit více než 75 000 snímků.

Zdroj:

NASA MESSENGER Image: One of Mercury's Two „Hot Poles“, 21. 11. 2011

(<http://www.mercurytoday.com/news/viewsr.rss.html?pid=39138>)

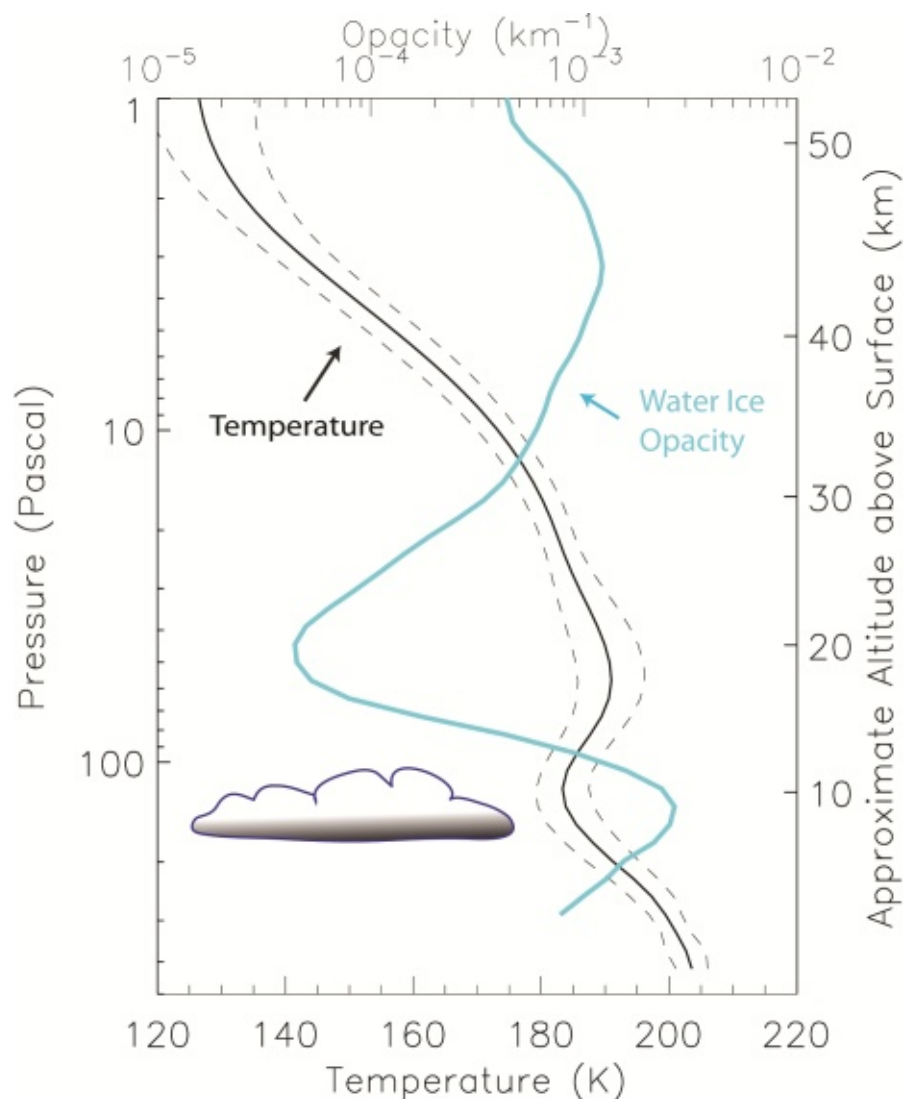
Merkur, Wikipedia

Můžeme na Marsu předpovídat počasí?

Vladimír Kocour, planetary.cz

Jeden z cílů vědeckého výzkumu je porozumět fyzikálním procesům v našem světě natolik, abychom mohli přesně předpovídat budoucnost. Počasí je klasický předpovědní problém a dobrý příklad toho, jak obtížné je popsat komplexní systém dostatečně dobře, abychom s pomocí matematických modelů dokázali předpovědět budoucí stav tohoto systému.

Důvod, proč studujeme atmosféry jiných planet je, že představují jiné případy atmosfér – takové, ve kterých stejné fyzikální zákony vedou k odlišným výsledkům, než jaké pozorujeme na Zemi. Pokud by se zlepšila naše schopnost předpovídat počasí na Venuši, Marsu a Titanu, porozuměli bychom lépe i pozemskému počasí. Není to jen zajímavé a vzrušující, je také důležité, že tým sondy Mars Climate Sounder nedávno potvrdil předpověď atmosférického jevu souvisejícího s počasím na Marsu, který jsme až dosud nemohli pozorovat.



obr. 10 Teplota a oblačnost v atmosféře Marsu. Zdroj: s laskavým svolením Jamese Shirleyho.

Jde o tuto věc. Dřívější pozorování atmosféry Marsu provedená sondou Mars Global Surveyor, při kterém sonda přenášela rádiové signály skrz atmosféru

Marsu na Zemi, odhalila, že v tropickém pásmu Marsu se přes noc vytvoří silná teplotní inverze. Co je teplotní inverze? V troposféře (nejnižší vrstvě atmosféry) je vzduch obvykle chladnější než ve velkých výškách, jde o jev dobře známý horským turistům. Dochází k tomu, protože povrch planety, který absorbuje většinu slunečního záření a opětovně přijatou energii vyzařuje, ohřívá vzduch při povrchu. Příležitostně však, na Marsu i na Zemi, vznikne obrácený průběh teploty, než očekáváme: studenější vzduch je naopak ve větších výškách. Tento jev se nazývá teplotní inverze.

David Hinson a John Wilson publikovali v roce 2004 vědeckou práci, ve které nastínili domněnku, že inverzní vrstva vzniká v důsledku termálních slapů v atmosféře Marsu, pohybů studenějšího a teplejšího vzduchu, které se opakují na bázi střídání dne a noci. Použili model termálních slapů v atmosféře Marsu k předpovědi rozložení počasí během dne.

K obrázku: mraky se tvoří v souvislosti se silnou teplotní inverzí v atmosféře, při které teploty v horních vrstvách atmosféry jsou podstatně vyšší než v dolních vrstvách. Inverze je vidět ve výšce 10 km, kde černá čára ubíhá silně doleva směrem k nižším teplotám. Obrázek také ukazuje výrazné maximum opacity vodního ledu (modrá čára) v téže výšce, což svědčí o aktivní tvorbě oblaků krystalků vodního ledu v souvislosti s teplotní inverzí.

Je to velmi specifická předpověď. Říkají, že budete-li se dívat na oblast Tharsis — která je vysoko položená a nacházejí se v ní obrovské prastaré vulkány — měli byste vidět vysokou oblačnost formující se přes noc, oblak, který klesá k povrchu planety, na který dosedne kolem 4. hodiny ranní. Zajímavé je, že to není sama oblačnost, co klesá — jednotlivé molekuly vody se příliš nestěhují. Co se stěhuje, je teplotní zóna, která usnadňuje kondenzaci těchto molekul vody do oblačnosti. Je to něco podobného jako vlna na povrchu oceánu — vlna tvorby oblačnosti se přesouvá z vyšších výšek do nižších každou noc.

Což je čistá předpověď; problém je v tom, že neexistuje dobrý způsob, jak ji v reálném čase ověřit. Hinson a Wilson vysvětlili ve svém článku, že ani laserový výškoměr ani termální emisní spektrometr sondy Mars Global Surveyor nejsou schopny detekovat, jestli se během noci opravdu formují mraky.

To se změnilo, když k Marsu dorazil Mars Reconnaissance Orbiter. Přístroj Mars Climate Sounder na jeho palubě je navržen k pozorování teploty, tlaku, množství prachu, vody a obsahu kyslíčnicku uhličitého v atmosféře Marsu kontinuálně, v průběhu celého dne a noci. Pozorováním rovníkového pásma Marsu na noční straně Mars Climate Sounder zaznamenal tyto mraky a zjistil, že se chovají přesně tak, jak Hinson a Wilson předpověděli. Mraky se formují ve velkých výškách během noci a šíří se jako vlna, až k ránu dosáhnou povrchu. Optické kamery posléze zaznamenají tato oblaka za vycházejícího Slunce kolem

vulkánů.

Skutečnost, že začínáme již nahlížet do tajů počasí na jiné planetě, ukazuje, jak mocným prostředkem na cestě k poznání jsou kosmické sondy.

Zdroj:

LAKDAWALLA, Emily: Mars Climate Sounder confirms a Martian weather prediction, The Planetary Society, 25. 10. 2011 (<http://planetary.org/blog/article/00003234/>)

Nová metoda stanovení přítomnosti vody na Marsu

Vladimír Kocour, planetary.cz

Objev minerálu jarositu v horninách na povrchu Marsu analyzovaných povrchovou pojezdovou sondou Opportunity měl zvláštní význam pro tým vědců Syrakuské university, kteří studují minerály na Zemi. Jarosit se může vytvořit jen za přítomnosti vody. Jeho výskyt na Marsu znamená, že tam někdy v minulosti existovala voda. Důležité je zjistit, zda se jarosit dá využít ke stanovení místa a podmínek, za jakých voda na Marsu existovala – a právě to se vědcům se Syrakuské university podařilo.

V nedávné studii publikované v říjnovém (v. 310) čísle Earth and Planetary Science Letters, stanovili Suzanne Baldwin (profesorka geofyziky) a Joseph Kula (výzkumník) „difúzní parametry“ pro argon v jarositu. Jednodušeji řečeno objevili způsob, jak využít vzácný plyn argon, který se hromadí v jarositu, k určení stáří jarositu a podmínek, za jakých jarosit vznikl.

Tato nová studie je první z řady experimentů navržených k naplánování práce vědců, kteří budou analyzovat vzorky hornin z Marsu přinesených zpět na Zemi. Z nové studie vychází, že Mars měl před miliardou let povrchovou teplotu 20 °C nebo o něco méně. Jarosit chrání malé množství argonu, který se do něj dostane během vzniku. Z toho lze určit, kdy jarosit na Marsu vznikl. Jarosit si ce potřebuje ke vzniku vodu, ale k tomu, aby vydržel nepoškozený dlouhou dobu, potřebuje naopak suché prostředí. A takové dnes na Marsu je.

Jarosit je vedlejší produkt zvětrávání skály vystavené zevnímu prostředí – jak na Zemi, tak na Marsu. Minerál vzniká za přítomnosti správného poměru kyslíku, železa, síry, draslíku a vody. Po vzniku se začne v minerálu hromadit argon, který vzniká radioaktivním rozpadem draslíku. Draslík se radioaktivně

rozpadá známou rychlostí. Změříme-li množství argonu v jarositu, dokážeme zjistit jeho stáří.

Nicméně, protože argon je plyn, může potenciálně z jarositu unikat, a to zejména za vyšších teplot. Může však unikat i za nízkých teplot, pokud má k dispozici velmi dlouhou dobu. A to je právě případ Marsu. Miliarda let je dostatečně dlouhá doba, aby únik argonu z jarositu ovlivnil spolehlivost této metody. Proto je jedním z důležitých úkolů vědců studovat, za jaké teploty argon uniká, případně jak rychle. To není nic snadného, už proto, že jde o velmi pomalý proces, kterým navíc chceme měřit velmi dlouhé časy. Proto si vědci pomohli počítačovými modely. S jejich pomocí je odhad stáří o něco lépe zaručen. Zjistili, že při teplotách, které dnes panují na Marsu, je rychlost úniku argonu z jarositu podstatně menší, než doba, po kterou jarosit na Marsu zřejmě existuje. Například 4 miliardy let starý jarosit dokáže podle výsledků modelování udržet většinu svého argonu. Vědci se zabývají také jarositem na Zemi, který vznikl před 50. milióny let v Big Hornském bazénu ve Wyomingu. Snaží se zjistit, jaké při jeho vzniku panovaly podmínky a jak rychle se prostředí bohaté na vodu změnilo v suché prostředí. Výsledek bude možné použít k odhadu chování jarositu na Marsu nebo jiných tělesech.

Minerál jarosit, chemicky $\text{KFe}_3+3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$, je měkký minerál o tvrdosti 2,5 až 3,5 v Mohsově stupnici tvrdosti (1 – mastek, ... 10 diamant). Má žlutohnědou barvu a krystalizuje v trojúhelníkové mřížce. Název dostal v roce 1852 podle místa objevu Barranco Jaroso v jižním Španělsku.

Baldwin(ová) a Kula jsou členové New York Center for Astrobiology podporovaného NASA na Rensselaer Polytechnic Institute v Troy, stát New York. Toto centrum je jedno z 10 podobných, které je součástí NASA Astrobiology Institute, umístěného v NASA's Ames Research Center v Moffett Field v Kalifornii. Výzkum jarositu je podporován NASA.

Zdroj:

<http://www.marstoday.com/news/viewpr.rss.html?pid=35007>

<http://www.mindat.org/min-2078.html>

Teplota Marsu v minulosti

Vladimír Kocour, planetary.cz

Vědci z California Institute of Technology (Caltech) poprvé přímo určili povrchovou teplotu Marsu v dávných dobách. Dokázali tak, že Mars byl v minulosti teplejší a vlhčí. Analýzou uhličitánových minerálů ve 4 miliardy let starém meteoritu pocházejícím z povrchu Marsu zjistili, že teplota v době, ve které se tyto minerály tvořily, musela být asi 18 °C. Objev byl publikován 3. října 2011 v Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS).

Znalost teploty Marsu je zásadní, chceme-li porozumět historii této planety — klimatu, které na ní v minulosti panovalo, a tomu, zda na ní existovala voda v kapalném skupenství. Sondy na oběžné dráze kolem Marsu a povrchová vozítka (rovers) našly pozůstatky po dávných deltách, řekách, jezerech a minerály svědčící o tom, že na Marsu tekutá voda existovala. Protože Mars má dnes průměrnou teplotu -63 °C, musel být v minulosti mnohem teplejší. Tyto poznatky jsou známy již delší dobu, ale teprve nyní máme v rukou precizní data, ze kterých plyne, že na Marsu muselo existovat pozemské klima přinejmenším po dobu vzniku materiálu, tvořícího analyzovaný meteorit. Tímto meteoritem je nejstarší známý kámen na světě: ALH84001, meteorit z Marsu objevený v roce 1984 v Allan Hills v Antarktidě. Meteorit začal vznikat desítky metrů pod povrchem Marsu a dostal se mimo Mars dopadem jiného meteoritu na povrch Marsu. Část horniny vymrštěná dopadem původního meteoritu získala únikovou rychlost a dostala se do meziplanetárního prostoru. Meteorit ALH84001 se časem dostal na nestabilní dráhu přibližující se k Zemi, až nakonec na Zem spadl. Naštěstí byl dlouho konzervován ve stabilních podmínkách Antarktidy. V roce 1996 vzrušila světovou veřejnost zpráva, že v meteoritu byly objeveny struktury připomínající fosilizované bakterie. Živý původ těchto struktur se však nepotvrdil, a jak tyto struktury vznikly, zůstává dodnes záhadou.

Je mimořádně obtížné rozklíčovat procesy, kterými vznikly uhličitánové minerály. Hypotéz existuje několik: někteří vědci se domnívají, že vznikly krystalizací při tuhnutí magmatu, jiní se přiklánějí k chemickým reakcím při hydrotermálních procesech, další zase k solným roztokům. Všechny tyto hypotézy však vyžadují jednu důležitou podmínku: teplotu přes 700 °C na začátku procesu a posléze chladnutí.

Nalezení teploty nezávislým způsobem by pomohlo upřesnit způsob, jakým uhličitany vznikly. Vědci použili shlukovou izotopovou termometrii (clumped-isotope thermometry), metodu vyvinutou Johnem M. Eilerem a jeho kolegy. Tato metoda se používá v mnoha aplikacích včetně měření tělesné teploty dino-

saurů a určování klimatické historie Země. V tomto případě měřili vědci koncentraci vzácných izotopů kyslíku (18O) a uhlíku (13C) ve vzorcích uhličitánů. Uhličitan je tvořen uhlíkem a kyslíkem a při jeho tvorbě se tyto dva izotopy vážou vzájemně k sobě – shlukují se, jak to nazývá Eiler. Čím nižší je teplota, tím více se atomy těchto izotopů shlukují. Ve výsledku lze určením množství vzájemně na sebe navázaných izotopů 18O a 13C změřit teplotu.

Teplota, kterou vědci změřili, — 18 ± 4 °C — vyloučila mnoho hypotéz o formování uhličitánů. Jednak mírná teplota znamená, že uhličitan se musí tvořit v tekuté vodě. Nová data také naznačují scénář, kterým minerály vznikaly. Minerály vznikaly tak, že vyplňovaly tenké póry a dutiny v hornině pod povrchem planety. Jak se voda vypařovala, ze skály unikal kysličník uhličitý a uhličitan rozpuštěný ve zbylé vodě se stával koncentrovanějším. Minerály se potom slučovaly s uhličitanovými ionty za vzniku uhličitánů, které v hornině zůstávaly, zatímco voda se vypařovala.

Mohl by toto vlhké a teplé prostředí obývat život? Je pravděpodobnější, že ne, říkají vědci. Tyto podmínky neexistovaly dostatečně dlouho na to, aby v něm život mohl vzniknout nebo se vyvíjet — trvalo to jen hodiny nebo dny, než voda vyschla. Tak jako tak tyto výsledky dokládají jen to, že Země podobné prostředí kdysi existovalo možná jen v dílčí oblasti na Marsu a po krátkou dobu. Co tento objev znamená pro geologii celého Marsu — jestli tento kus kamene je reprezentativní vzorek marsovské historie nebo jen izolovaný artefakt — je otevřená otázka.

Výzkum je popsán v článku „Carbonates in the Martian meteorite Allan Hills 84001 formed at 18 ± 4 °C in a near-surface aqueous environment,“ v PNAS a vznikl za podpory Texaco Postdoctoral Fellowship, NASA, a National Science Foundation. elektronická verze článku je dostupná na <http://www.pnas.org/content/early/2011/09/26/1109444108.abstract>.

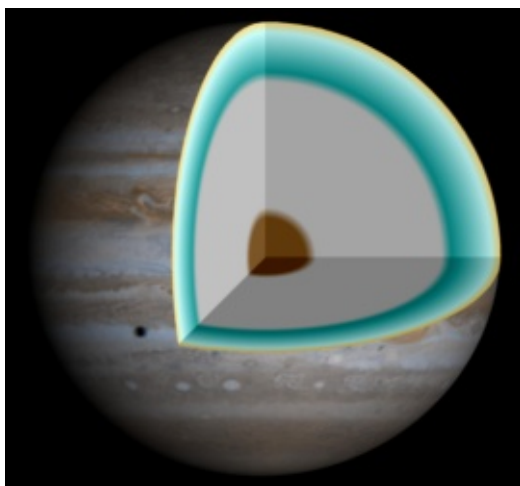
Zdroj:

<http://www.marstoday.com/news/viewpr.rss.html?pid=34928>

Rozpouští se jádro Jupiteru?

Vladimír Kocour, planetary.cz

Největší planeta Sluneční soustavy Jupiter, skrývá tajemství, jehož rozluštění brání fyzikální bariéra. Tímto tajemstvím je to, co se děje uvnitř Jupiteru. Jupiter má větší hmotnost, než dvojnásobek hmoty všech ostatních planet dohromady. S největší pravděpodobností vznikl Jupiter v počátcích Sluneční soustavy jako první z planet. Většinu hmotnosti Jupiteru tvoří vodík a helium. Vodík a helium existují na Zemi v podobě plynu. V podmínkách velmi hmotného Jupiteru se silnou gravitací však vodík a helium existují jako plyn jen v povrchové vrstvě. Hluběji je vodík natolik stlačený, že má vlastnosti kovů, včetně toho, že vede elektrický proud. Tato část planety tvoří 78% jejího poloměru. Vodík a helium také obklopují vnitřní jádro, jehož hmotnost se odhaduje na 10 Zemí, a které je tvořené železem, silikátovými horninami a vodním ledem. Celková hmotnost Jupiteru je 318 Zemí. Nejnovější výpočty, zahrnující kvantové efekty, naznačují, že vnitřní jádro Jupiteru není stabilní, ale je vnějšími vrstvami planety postupně rozměňováno. Je možné, že některé exoplanety – velmi hmotní horcí Jupiteri – už nemají žádné jádro.



obr.11 Vnitřní struktura Jupiteru: hnědá: jádro z těžších prvků (železo, horniny, vodní led), šedá: kovový vodík (s příměsí hélia) v kapalném stavu, modrozelená a žlutá: atmosféra (vodík a helium v plynném stavu). Zdroj: Wikipedie.

Planetologové Hugh Wilson a Burkhard Militzer z University v Kalifornii v Berkeley představili ve Physical Review Letters nový kvantověmechanický počítačový model, který ukazuje, co se děje s kysličníkem hořečnatým (MgO) – klíčovou ingrediencí jádra Jupiteru. MgO difunduje do vodíkově-héliového obalu a postupně se v něm rozpouští. Teplota v centru Jupiteru dosahuje 16 000 kelvinů (mnohem více, než je teplota na povrchu Slunce) a tlak se pohybuje okolo 40 milionů atmosfér. Tak extrémní podmínky nelze experimentálně napodobit.

Podle výpočtů má MgO vysokou rozpustnost. Pevný MgO se rozpouští do tekutého vodíkově-héliového „vysokotlakého oceánu“. Z dřívějších Wilsonových a Militzerových výpočtů vychází, že vodní led v jádře Jupiteru se také rozpouští. Rychlost tohoto rozpouštění není známa. Je však jisté, že dnes je kompaktní jádro z těžších prvků menší, než bylo v době vzniku Jupiteru.

Podle planetologa Davida Stevensona z Kalifornského technologického institutu je práce Wilsona a Militzera důležitá, protože vědci chtějí porozumět tomu, jak se Jupiter vyvíjel. Má kompaktní jádro z těžších prvků uprostřed Jupiteru skutečně hmotnost 10 Zemí? Toto odhadované číslo se sice uvádí v literatuře, ale ve skutečnosti je nejisté. Při hledání odpovědi na tyto otázky nám pomohou přesná měření gravitačního pole planety, která se očekávají od sondy Juno, vyslané v srpnu 2011 k Jupiteru. Sonda má k Jupiteru doletět v roce 2016.

Jonathan Fortney, planetolog z University v Kalifornii v Santa Cruz rovněž oceňuje práci Wilsona a Militzera. Klade však jinou otázku: je konvekce v hloubce Jupiteru natolik intenzivní, aby částečně rozpuštěnou vnější část jádra roztýlila do většího objemu, dál od středu planety? Pokud ano, je zbylé nerozpuštěné jádro určitě menší, než v době vzniku planety. Pokud ne, je přechod mezi vodíkově-héliovým vysokotlakým oceánem a kompaktním jádrem z těžších prvků neostrý, plynulejší, než jsme si dříve mysleli.

Podle Jonathana Fortneyho pokročilo lidstvo při poznávání Jupiteru za poslední rok víc, než v průběhu minulých 20. let. Umožnila to výpočetní technika a v neposlední řadě práce Wilsona a Militzera.

Zajímavou odbočkou od tohoto tématu je otázka, co se děje v exoplanetách podobných Jupiteru. V nitru těch, které jsou ještě hmotnější než Jupiter, panují ještě větší tlaky a teploty. To je případ mnoha horkých Jupiterů. Eroze jejich jader je rychlejší a je možné, že už žádná pevná jádra nemají. To by znamenalo, že se od našeho Jupiteru liší podstatným rysem své vnitřní struktury.

Zdroj:

<http://news.sciencemag.org/sciencenow/2011/12/is-jupiter-eating-its-own-heart.html?ref=hp>

Jupiter, Wikipedia

Vodní chaosení na Europě

Tomáš Petrásek, vzdalenesvety.cz

Na Jupiterově měsíci Europa je kapalná voda. Tím jsme si jisti už přes deset let. Největším předmětem sporů ovšem je, jak hluboko leží – je ledová krusta desítky kilometrů silná, anebo slabá, o síle „jen“ několika málo km? Tato otázka rozděljuje vědeckou komunitu na dva nesmiřitelné tábory už celé desetiletí. Jediné, co máme k dispozici, jsou snímky pořízené misí Galileo (1995-2003). Největší naděje badatelů se přitom vždy upíraly k podivným chaotickým regionům, které snad otvírají okno pod povrch tohoto tajemného měsíce – pokud bychom v jejich „chaosu“ našli konečně řád. Aktuální článek v časopise Nature nabízí odpověď: oceán sice leží hluboko pod ledovci Europy, ale právě oblasti chaosu představují místa, kde uvnitř ledovce dochází k natavení a vzniku lokálních „jezer“ v malé hloubce pod povrchem.

Záhada rozlámaného ledu

Chaotické regiony patří mezi nejzajímavější typy terénu na Europě a považují se i za nejmladší. Představují oblasti, kde původní krusta rozpraskala v jednotlivé bloky a byla částečně nahrazena materiálem zdola. Na pohled připomínají polární moře na Zemi, kde jednotlivé ledové kry a bloky opětovně zamrzly do vrstvy solidního ledu. Zatímco horní plochy těchto ker jsou tvořeny původním, zbrázděným povrchem, mezery mezi nimi vyplňuje tmavší a nerovný materiál (matrix), obsahující větší podíl nečistot.

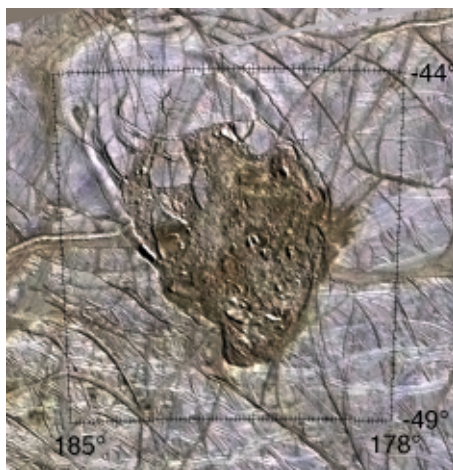
Asi nejznámějším chaotickým terénem je oblast Conamara Chaos, kde nejenže lze vysledovat rozlámané kry, které do sebe zapadají, ale některé z nich byly v minulosti pootočený nebo nakloněny, a tak nasvědčují tomu, že pluly v nějakém pohyblivém materiálu.

Podle zastánců teorie „tenké krusty“ se jedná o místa, kde hydrotermální činnost ze dna oceánu protavila ledovou krustu, případně ji rozlámala do podoby obrovských ker, a po jejím utišení oceán zase zamrzl. Jejich odpůrci ovšem soudí, že takový proces je z mnoha důvodů nepravděpodobný – například vyžaduje nesmírné množství energie koncentrované do jednoho místa.

V aktuálním článku (Schmidt a kol., 2011) autoři navíc poukazují na to, že některé chaotické oblasti (jako právě Conamara) leží nad úrovní okolí, a jejich matrix je v některých místech vyzdvižena nejen výše než okolní ledové pláně, ale i výše než rozlámané ledové kry, které jsou v ní vnořené. Kdyby chaotické regiony vznikly prostě protavením ledu a opětovným zamrznutím, nemohlo by k tomu dojít. Naopak jiné chaosy, jako Thera Macula, představují oproti okolí nápadné sníženiny.

Řád z chaosu?

Právě tento zdánlivý paradox otevírá cestu k porozumění. Autoři si představují, že za vznikem chaosu stojí diapiry („bubliny“ nebo „dómy“) teplého ledu o nižší hustotě, stoupající z hlubších vrstev krusty. Teplý led při svém vzestupu narazí na vrstvu s obsahem nečistot (např. solí). Ty se chovají jako nemrznoucí směs, která snižuje bod tání ledovce. Stoupající těleso tak může svým teplem natavit ledovec bezprostředně nad sebou, za vzniku solanky. Výsledkem je podpovrchové jezero (kapalná čočka) na rozhraní diapiry a ledovce nad ním, ležící asi 3 km pod povrchem, a zároveň izolované od globálního oceánu, ležícího mnohem hlouběji (10-20 km). Jezero je polapeno mezi ledem, tlačícím na ně ze všech stran, voda tak nemůže odtéct ani do stran, ani dolů.



obr.12 Oblast Thera Macula. Credit: NASA/JPL/UA/Paul Schenk

Protože roztavením ledu klesne objem, krusta nad kapalnou čočkou se do slova propadne. Do vzniklých trhlin je natlačena kapalná solanka, která dále naruší celistvost ledu. Tak se vytvoří prohlubeň, v níž se uchovávají jednak větší ledovcové bloky, jednak drobnější ledová drť prosáklá solankou, vyplňující prostor mezi nimi (matrix). Něco podobného lze pozorovat i na Zemi, když pod ledovými příkrovy vybuchne sopka.

Nakonec aktivní oblast vychladne a solanka zmrzne, přičemž nabude na objemu. Chaotická oblast se tím zvedne nad úroveň okolí, a matrix nabobtná nejvíc, čímž se může vyklenout nad úroveň ledových ker.

Autoři odhadují, že kapalná čůčka, jež vytvořila Conamara Chaos, mohla ležet 3 km pod povrchem Europy, a obsahovala minimálně 940 km³ kapaliny, nejspíše však mnohem více.

Pokud jsou tyto představy správné, znamenalo by to, že zatímco vyvýšené chaosity jsou již zmrzlé a geologicky mrtvé, ty prohloubené jsou stále aktivní, s kapalnou vodou v malých hloubkách pod povrchem. Pod oblastí Thera Macula by mělo ležet jezero o objemu 20 – 60 000 km³, tedy větší než všechna severoamerická jezera dohromady! Tento rezervoár může přitom existovat statisíce až milióny let, než zase zmrzne.

Je tedy možné tyto představy ověřit – v oblastech jako je Thera by totiž mělo docházet i dnes k pozorovatelným změnám povrchu, což by nějaká budoucí sonda mohla ověřit. Kapalná voda pod chaosity také nemusí být tak nedosažitelně hluboko, jako samotný oceán pod 10-20 km ledovce. Jestli představuje prostředí příznivé pro život (koncentrací solí, teplotou...), to je samozřejmě úplně jiná a mnohem složitější otázka.

Odkazy a zdroje:

<http://www.nature.com/nature/journal/vaop/ncurrent/full/nature10608.html>

<http://www.planetary.org/blog/article/00003266/>

<http://photojournal.jpl.nasa.gov/targetFamily/Jupiter?subselect=Target%3AEuropa%3A>

článek Daniela Macháčka o chotech na Europě, se stereo anaglyfy povrchu:

<http://my-favourite-universe.blogspot.com/2011/10/4th-5th-6th-7th-8th.html>

Astrobiologie

Budeme hledat mimozemské civilizace skrze veřejné osvětlení?

Nesvíťme pánu bohu do oken, chceme zase vidět hvězdy,... to jsou jen dva z mnoha sloganů, které můžete zahlédnout v nejrůznějších astronomických kampaních, které bojují (většinou neefektivně) proti světelnému znečištění.

Nevidět krásy noční oblohy je jistě zlé, ale někdo by zase mohl namítnout, že jeho jako milovníka historie zaujme pěkně nasvícený kostelík či hrad. Ještě jiný pohled na danou věc by mohl mít astronaut na oběžné dráze.

Řeky světla vypadají z vesmíru opravdu impozantně. Ať už se nám to líbí nebo ne, do vesmíru vyzařujeme velké množství světla. Dělalí něco podobného

i mimozemské civilizace? A mohli bychom je díky tomu najít?

V poslední době mírně stoupl počet nejružnějších studií, které se zabírají budoucností hledání mimozemských civilizací. Je to částečně způsobeno loňským výročím založení SETI a také současným jubileem Drakeovy rovnice, která slaví půl století své existence, ale především přibývajících objevy planet mimo Sluneční soustavu.

Některé úvahy už dostaly konkrétnější obrysy. Není to tak dávno, co radioteleskop v Green Bank hledal možné signály u kandidátů, které objevil kosmický dalekohled Kepler.

Paradoxem je, že věrohodnost a efektivitu hledání mimozemských signálů podkopává rozvoj moderní techniky na Zemi. Jedním z argumentů totiž je, že také lidstvo vysílá do vesmíru už řadu desetiletí „rádiový šum“ prostřednictvím televizního a rozhlasové vysílání. Přestože v poslední době nejružnějších televizních stanic přibývá, celkového šumu emitovaného do vesmíru ubývá nebo minimálně nepřibývá tolik. Důvod je jednoduchý: řada operátorů dnes dává přednost šíření svých služeb pomocí optických kabelů nebo satelitů.

V poslední době se tak rozvíjí diskuse nad alternativními způsoby hledání projevů mimozemských civilizací.

Abraham Loeb a Edwin L. Turner si pokládají otázku, zda budeme schopni v blízké budoucnosti najít umělé osvětlení na povrchu obyvatelných planet jejich dlouhodobějším pozorováním. Odpověď hledají tam, kde bychom jim asi nečekali – u objektů Kuiperova pásu za dráhou Neptunu.

V posledních letech se podařilo objevit řadu těles Kuiperova pásu. Podle studií tato tělesa odráží 4 až 10% slunečního záření, kterého v dalekých končinách planetárního systému už samo o sobě moc není. Právě díky tomu se objekty Kuiperova pásu hledají jen velmi těžko.

Představme si čistě hypoteticky, že na povrchu objektu Kuiperova pásu postavíme velké město, které bude v noci svítit tak, jako svítí velké aglomerace na Zemi. Průměr tohoto města bude kolem 53 km a nacházet se bude ve vzdálenosti 50 AU. Můžeme světlo z veřejného osvětlení takového města ze Země pozorovat? Myslenkový experiment je to sice hezký, ale těžko ověřitelný, neboť naše město je pouze hypotetické. Můžeme však upravit druhou stranu rovnice. Jak velký by musel být daný objekt, aby se svým albedem 7% odrážel stejné množství slunečního záření jako hypotetické město? Odpověď zní, že přibližně 103 km a podobně velké objekty v Kuiperově pásu dokážeme dnes nacházet.

Autoři se proto domnívají, že díky novým dalekohledům a přístrojům bychom mohli v blízké budoucnosti být schopni rozlišit umělé osvětlení na vzdálených exoplanetách. Je jen otázkou, zda i případné mimozemské civilizace svítí pánu bohu do oken. Kromě toho by mohl být problém rozlišit umělé světlo od přiro-

zených a periodicky se opakujících změn (například pevnina odráží více světla než hladina vody apod.) a to přesto, že umělé světlo by mělo mít jiné spektrální vlastnosti.

Jen tak mimochodem, snaha o budoucí hledání projevů života či vyspělých civilizací na základě dlouhodobějšího pozorování planety, není nová. Viz například náš článek o „exostromech“ (<http://www.exoplanety.cz/2010/12/stromy-na-exoplanetach/>)

Zdroj:

<http://arxiv.org/abs/1110.6181>

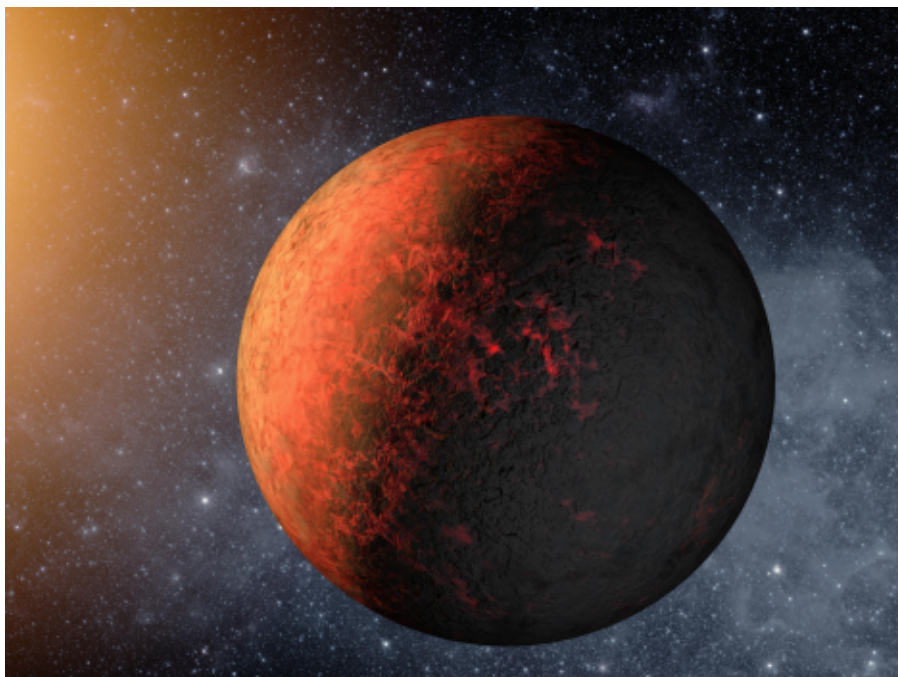
Nové exoplanety: tranzitní metoda - Kepler

Kepler-20: 5 planet, jedna menší než Země!

Kosmický dalekohled Kepler našel u jedné hvězdy pět planet. Jedna z nich s označením Kepler-20 e má velikost jen 0,87 Země a je tak nejmenší známou exoplanetu u hvězdy typu Slunce.

Na konferenci počátkem prosince představil Nick Gautier a jeho tým tři z planet u hvězdy Kepler-20. Další dva kousky pak prezentoval na tiskové konferenci 20. prosince François Fressin z Harvard Smithsonian Center for Astrophysics.

Exoplaneta	Kepler-20 b	Kepler-20 c	Kepler-20 d	Kepler-20 e	Kepler-20 f
Hmotnost	8,7 ($\pm$ 2,2) Mz	16,1 (+3,3 / - 3,7)	méně než 20 Mz	0,39-1,67 Mz	0,66-3,04
Poloměr	1,91 Rz	3,1 Rz	2,75 Rz	0,87	1,03
Oběžná doba	3,69	10,8 dní	77,6 dní	6,10 dní	19,58 dní
Velká poloosa (AU)	0,04	0,09	0,34	0,05	0,11
Povrchová teplota (Kelviny)	1014	713	369	1040	705



obr.13 Exoplaneta Kepler-20 e v představách malíře. Credit: NASA/Ames/JPL-Caltech

Nejzajímavějším přírůstkem je nepochybně exoplaneta Kepler-20 e, která má poloměr jen 0,87 Země, což je nepatrně méně než Venuše. Okolo hvězdy podobné Slunci obíhá s periodou 6,1 dní ve vzdálenosti pouhých 9,6 milionů kilometrů. Teplota na povrchu planety bude dosahovat minimálně 760°C. Zajímavá je také druhá planeta Kepler-20 f o poloměru 1,03 Země a oběžnou dobou 19,6 dní.

U stejné hvězdy nalezneme ještě další tři planety, které mají poloměry kolem dvou až tří Zemí. Také ony obíhají relativně blízko od své mateřské hvězdy. Nejvzdálenější je Kepler-20 d, které jeden oběh zabere necelých 78 dní. Všechny pět planet by se tak hravě vlezlo mezi Slunce a Merkur!

Do té doby nejmenší známou exoplanetou byl Kepler-10 b o poloměru 1,4 Země. Nejmeně hmotnou planetou je Gliese 581 e o hmotnosti 1,93 Země. U řady planet známe pouze jejich hmotnost nebo naopak pouze poloměr a to v závislosti na metodě objevu. Formálně je nejmeně hmotnou planetou PSR 1257 12 b (jen 0,02 Země), která ovšem obíhá okolo pulsaru a je otázkou, zda takové objekty považovat za planety.

Mateřská hvězda Kepler-20

Hmotnost: 0,912 Slunce

Poloměr: 0,944 Slunce

Povrchová teplota: 5466 K

Vzdálenost: 1000 světelných let



obr.14 Systém Kepler-20. Credit: David A. Aguilar (CfA)

Zdroj:

http://www.nasa.gov/mission_pages/kepler/news/kepler-20-system.html

KOI-55.01 a KOI-55.02: planety co přežily vlastní smrt

Mezinárodnímu týmu astronomů se podařilo potvrdit existenci dvou kandidátů, které objevil Kepler. Jejich označení je KOI-55.01 a KOI-55.02 (KOI značí objekt Keplerova zájmu, takto se označují neověřené kandidáty) případně dle nomenklatury KOI-55 b a KOI-55 c. Obě planety jsou menší než naše Země, jejich osud je ovšem značně pohnutý.

Hvězdy jako je naše Slunce ukončují svou pouť vesmírem fází rudého obra, kdy se plynná obálka hvězdy nafoukne do obřích rozměrů a následně je odhozena. Na místě bývalé hvězdy pak zůstává malý a hustý bílý trpaslík. Je nepravděpodobné, že by fázi rudého obra přežily planety na vnitřních drahách jako je Merkur, Venuše, Země a dost možná i Mars. Nebo přesněji: mysleli jsme si, že

tyto planety nemají šanci fázi rudého obra přežít.

Nyní ovšem astronomové potvrzují objev kosmického dalekohledu Kepler. Planety KOI-55.01 a KOI-55.02 přežily fázi rudého obra i pobyt „uvnitř“ rozpínající se hvězdy. Poloměr planet nebo dost možná jen torza bývalých světů se odhaduje na 0,76 a 0,87 Země. Jejich hmotnosti pak na 0,66 a 4,4 Země. Údaje je ovšem nutné brát s rezervou. Okolo umírající hvězdy obíhají planety ve vzdálenosti jen 0,006 a 0,0076 AU s periodami 5,76 a 8,23 hodin. Pokud pomineme exoplanetu PSR 1719-14 b, která obíhá okolo pulsaru, jedná se o exoplanety s nejkratší oběžnou dobou.

Teplota na povrchu těchto objektů se bude pohybovat okolo 8000 až 9000°C na denní (přivrácené) straně a 1400 a 1600°C na noční straně! Obě statečné planety tak mohly být původně podstatně větší. Aby přežily, musely se skládat z těžkých prvků, což by ukazovalo na jádra bývalých plynných obrů.

Mezinárodní tým astronomů přitom původně u hvězdy KOI-55 žádné exoplanety nehledal, ale zabýval se astroseismologií. Díky nepatrným změnám v jasnosti hvězdy lze studovat její otřesy, ze kterých se můžeme dozvědět informace o vnitřní struktuře hvězdy apod. Na mateřskou hvězdu se mezinárodní tým zaměřil už před startem Keplera. Lovec exoplanet však astronomům poskytl velmi kvalitní a především téměř nepřetržitá fotometrická data (pozorování jasnosti hvězdy). Díky tomu se podařilo objevit dvě nepatrné změny jasnosti hvězdy (cca 0,005%), které nelze vysvětlit jinak, než existencí dvou planet s takovými oběžnými dobami. Za změny jasnosti může záření z hvězdy, které se odráží od povrchu planet a mění se v průběhu jejich oběhu. Jedná se fakticky o fáze analogicky podobné těm měsíčním.

Teplota mateřské hvězdy se odhaduje na 28 000 K, obě planety budou mít vzhledem k malé vzdálenosti vázanou rotaci, takže směrem k hvězdě je nakloněna stále stejná strana. Pokud napíšeme, že se planeta doslova vaří ve vlastní šťávě, nebude to zrovna nadsázka.

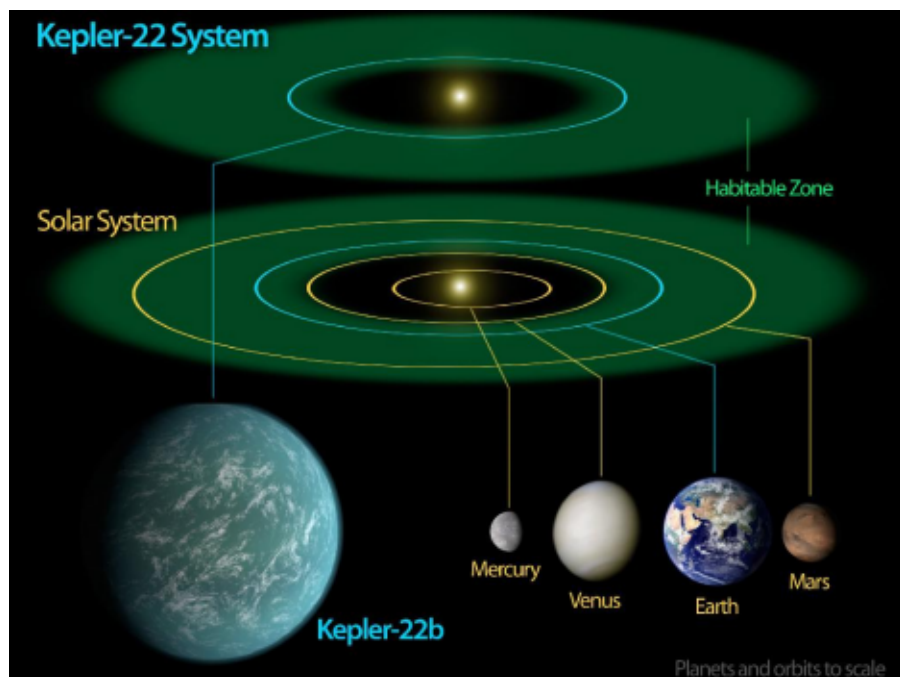
Mateřskou hvězdou je podtrpaslík typu B. Jedná se o fázi ve vývoji hvězdy, při které rudý obr ztratí vodíkovou obálku mnohem dříve, než začne fúze hélia. Tito podtrpaslíci jsou tvořeni z 99% héliem. Hmotnost KOI-55 se odhaduje na 0,5 Slunce, poloměr pak na 0,2 Slunce. Stejným typem hvězdy je také NY Vir, u které byl oznámen objev planety nedávno (viz článek v tomto čísle) nebo V 391 Peg a HW Virginis.

Zdroj:

http://www.eurekalert.org/pub_releases/2011-12/uoa-add121611.php

Kepler-22 b: první v obyvatelné oblasti u G hvězdy

Kepler našel svou první planetu v obyvatelné oblasti u hvězdy slunečního typu. Jen pár desítek minut před oficiálním zahájením byl zveřejněn objev exoplanety Kepler-22 b, která má patrně kamenný povrch a obíhá v obyvatelné oblasti. Jiné týmy do dnešních dní sice našli už tři planety v obyvatelné oblasti, Kepler-22 b je však první u hvězdy slunečního typu (ty předešlé obíhají kolem červených nebo oranžových trpaslíků).



obr.15 Porovnání systému u hvězdy Kepler-22 a Sluneční soustavy. Zelená barva představuje obyvatelnou oblast . Credit: NASA

Exoplaneta Kepler-22 b by měla mít poloměr 2,4 Země a obíhat s periodou 290 dní okolo hvězdy spektrální třídy G (tedy stejné jako Slunce) vně obyvatelné oblasti, poblíž jejího vnitřního okraje. Není úplně jasné, zda se jedná o planetu s kamenným povrchem nebo spíše ledový svět jako je Neptun. K dispozici je totiž pouze údaj o poloměru a nikoliv o hmotnosti a tedy hustotě planety.

Rovnovážná teplota na povrchu planety by se mohla pohybovat kolem 260

K, což je zhruba -13°C . Je však potřeba si uvědomit, že tento odhad nebere v úvahu vliv atmosféry (o které nic nevíme), jenž teplotu na povrchu planety zvýší až o desítky stupňů Celsia (například atmosféra Země tak činí o cca 30°C).

Kepler-22 b

Poloměr: 2,4 Země

Velká poloosa: 0,849 AU

Oběžná doba: 289,86 dní

Hmotnost mateřské hvězdy: 0,97 Slunce

Poloměr mateřské hvězdy: 0,98 Slunce

Povrchová teplota mateřské hvězdy: 5518 K

Jasnost: 11,6 mag

Vzdálenost od Země: 600 světelných let

Zdroj:

http://www.nasa.gov/mission_pages/kepler/news/kepscicon-briefing.html

Kepler-21 b: další pekelná super Země

Exoplaneta Kepler-21 b má poloměr 1,6 Země a teplota na jejím povrchu dosahuje 2000 K.

Zatím bez velké pompy či vědeckého článku představil tým Keplera nový objev. Jedná se o super-Zemi s označením Kepler-21 b. Poloměr planety se odhaduje na 1,6 Země, hmotnost bude patrně někde pod 10 Zeměmi.

Kepler-21 b obíhá okolo svého slunce s periodou jen 2,8 dní. Mateřská hvězda je přitom o třetinu hmotnější a o 80% větší než naše Slunce. Také povrchová teplota hvězdy, kterou můžeme nalézt v katalogu pod označením HD 179070, je o dost vyšší (6100 K).

Na základě těchto informací asi nikoho nepřekvapí, že rovnovážná teplota se bude na povrchu exoplanety pohybovat kolem 2000 K, za což by se nemusely stydět ani některé menší a chladnější hvězdy.

Kepler už objevil více podobných velmi horkých exoplanet o poloměru menším než 2 Země, jedná se o Kepler-10 b (1,4 Země, 1800 K) a ne zcela potvrzenou Kepler-9 d (1,6 Země, 2020 K). Podle některých teorií by se mohlo jednat o jádra bývalých horkých Jupiterů, kteří byli účinky blízké hvězdy připraveni

o své mohutné atmosféry.

Kepler-21 je do současné doby nejjasnější hvězdou, u které Kepler exoplanetu objevil. Její jasnost je 8,2 mag, takže by na obloze mohla být vidět už menším amatérským přístrojem. Nejjasnější exoplanetární matkou vůbec je Pollux (viz náš dřívější článek)

Zdroj:

<http://kepler.nasa.gov/Mission/discoveries/kepler21b/>

KOI-254 b: první horký Jupiter u červeného trpaslíka!

Nový potvrzený objev dalekohledu Kepler, exoplaneta KOI-254 b, je prvním známým horkým Jupiterem, který obíhá okolo červeného trpaslíka.

Nalezení horkého Jupiteru je dnes už považováno za rutinní záležitost. Astronomové našli desítky planet o hmotnosti a velikosti Jupiteru, které obíhají blízko svých hvězd s periodou v řádu desítek hodin až několika málo dní. Horkí Jupiteri vznikají ve větších vzdálenostech od svých hvězd a poté migrují směrem k nim. Obecně platí zásada, že obří plynné planety se vyskytují u hmotnějších hvězd.

Poblíž menších červených trpaslíků tak nacházíme spíše planety, které spadají do kategorií super-Zemí (hmotnost pod 10 Zemí a mají kamenný povrch) nebo mají hmotnost do 0,1 Jupiteru (~31 Zemí).

Existují však samozřejmě výjimky. Například kolem červeného trpaslíka Gliese 876 (hmotnost třetina Slunce) obíhají 4 planety, z nichž jedna má hmotnost více než 2 Jupitery. Gliese 876 b ale okolo svého slunce obíhá s periodou 61 dní, takže o horkém Jupiterovi nemůže být řeč.

Objevy horkých Jupiterů se červených trpaslíků netýkaly až do teď. Měřením radiálních rychlostí byla potvrzena existence kandidáta, kterého objevil kosmický dalekohled Kepler. Exoplaneta KOI-254 b má hmotnost 0,5 Jupiteru, poloměr 0,96 Jupiteru a okolo červeného trpaslíka obíhá ve vzdálenosti 0,030 AU s periodou 2,45 dní. Mateřskou hvězdou je červený trpaslík o hmotnosti a velikosti zhruba poloviny Slunce. Rovnovážná teplota exoplanety se bude pohybovat kolem 1000 K.

Objev exoplanety KOI-254 b byl potvrzen a údaje o hmotnosti získány spektrografem HIRES na havajském Keckově dalekohledu.

Do dnešních dní nebyla objevena žádná exoplaneta o hmotnosti větší než 0,1 Jupiteru, která by obíhala okolo červeného trpaslíka s periodou menší než 30

dní. Zkoumáno přitom bylo různými projekty na 300 červených trpaslíků, u kterých bychom zejména měřeními radiálních rychlostí horkého Jupitera jen těžko přehlédli. KOI-254 b tak může být opravdu unikátním objevem v historii výzkumu exoplanet.

Zdroj:

<http://arxiv.org/abs/1112.0017>

Kepler-18: další potvrzený multiplanetární systém

Jestli se od Keplera něco příliš neočekávalo, byla do detekce většího množství multiplanetárních systémů. Pokud totiž chceme odhalit exoplanetu tranzitní metodou, musí tato planeta obíhat v rovině, která směřuje k nám. Pravděpodobnost, že by dvě planety obíhaly okolo jedné hvězdy ve stejné rovině je už výrazně menší, u tří se to rovná skoro zázraku a při čtyřech vám astronom omdlí. Jenomže mezi dosud objevenými kandidáty je velké množství hvězd, u kterých Kepler našel více než jednu planetu. U hvězdy Kepler-11 jich našel dokonce šest! Dalším „multi systémem“ je Kepler-18 (v katalogu Keplera KIC 864428, KOI-137).

Kepler-18 je hvězda podobná Slunci, jen její poloměr je asi o 10% větší. Na obloze Kepler-18 pouhým okem či amatérským dalekohledem nenajdete, její jasnost dosahuje 14 mag.

Pětimetrový dalekohled Hale na slavném a pro astronomy zaslíbeném Palomaru potvrdil nález hned tří planet kosmickým dalekohledem Kepler. Astronomům dokazování existence planet ulehčil fakt, že planety Kepler-18 c a Kepler-18 d obíhají okolo své hvězdy v rezonanci 2:1 (poměr jejich oběžných dob je v tomto poměru). Jedna z exoplanet (Kepler-18 b) může spadat do kategorie super-Země, ostatní dvě jsou spíše hmotnějšími a většími variantami Neptunu. Vzhledem k malé vzdálenosti od hvězdy je nejnižší rovnovážná teplota na Kepler-18 d a to zhruba 800 K (527°C).

Kepler-18 b:

Hmotnost: $6,8 \pm 3,4$ Země

Poloměr: 2 Země

Oběžná doba: 3,5 dní

Kepler-18 c:

Hmotnost: $17,2 \pm 1,9$ Země

Poloměr: 5,4 Země

Oběžná doba: 7,6 dní

Kepler-18 d:

Hmotnost: $16,5 \pm 1,4$ Země

Poloměr: 6,9 Země

Oběžná doba: 14,8 dní

Zdroje:

<http://arxiv.org/abs/1110.0820>

<http://mcdonaldobservatory.org/news/releases/2011/1004.html>

KOI-135 b, KOI-204 b

KOI-135 b

Jeden z dalších potvrzených kandidátů od Keplera. Do koule o poloměru 1,2 Jupiteru se dokázala vměstnat hmota rovna 3,2 Jupiterům. Planeta obíhá okolo svého slunce s periodou 3 dnů.

KOI-204 b

Planeta podobná Jupiteru, jen poloměr je asi o 20% větší. Okolo mateřské hvězdy obíhá s periodou 3,2 dní.

Oba kandidáty potvrdil spektrograf SOPHIE, který je nástupce slavného přístroje ELODIE, se kterým v roce 1995 objevili ženevští astronomové první exoplanetu u hvězdy hlavní posloupnosti (51 Peg b).

Zdroje:

<http://exoplanet.eu/planet.php?p1=KOI-135&p2=b>

<http://exoplanet.eu/planet.php?p1=KOI-204&p2=b>

Nové exoplanety: tranzitní metoda - ostatní

Qatar-2 b

Qatar-2 b obíhá okolo oranžového trpaslíka spektrální třídy K s periodou jen 32 hodin. Hmotnost nově objeveného světa se odhaduje na 2,5 Jupiteru a poloměr na 1,14 Jupiteru. Podle objevitelů existuje reálná šance, že ve větší vzdálenosti od hvězdy obíhá ještě jedna velmi hmotná planeta.

Kamery projektu QES najdeme v Novém Mexiku. O následná pozorování a křivky radiálních rychlostí se postaral spektrograf TRES (Tillinghast Reflector Echelle Spectrograph), který je součástí výbavy 1,5 m dalekohledu Tillinghast Reflector na Fred L. Whipple Observatory v Arizoně. Astronomům se podařilo od ledna do června letošního roku získat na 44 spekter mateřské hvězdy.

Na základě tzv. Systémové konzole (volně šiřitelný software pro analýzu křivek radiálních rychlostí - <http://oklo.org/downloadable-console/>) se podařilo odhadnout existenci druhé planety, která by měla dosahovat hmotnosti kolem 8 Jupiterů a obíhat ve vzdálenosti 0,82 AU s periodou kolem jednoho roku. Qatar-2 je zřejmě další ukázkou zajímavé kategorie multiplanetárních systémů, kterou tvoří dvě exoplanety: horký Jupiter s oběžnou dobou v řádu desítek hodin a plynný obr (obvykle podstatně hmotnější) na vzdálenější dráze s oběžnou dobou v řádu stovek dní.

Podobné páry byly tranzitní metodou nalezeny u hvězd HAT-P-13, HAT-P-17 a HAT-P-31 a měřením radiálních rychlostí například u hvězd HD 217107 a HIP 14810. Co je ovšem zajímavé, kosmický dalekohled Kepler podobné pářečky zatím nenašel.

Qatar-2 b patří zároveň mezi tranzitující exoplanety s největší hloubkou tranzitu. V okamžiku, kdy planeta přechází před svou hvězdou, dojde k poklesu jasnosti až o 3,5%. Podobně hluboký tranzit vykazuje snad už jen CoRoT-2b.

Katar objevuje exoplanety díky projektu Qatar Exoplanet Survey (QES), který vede Khalid Al Subai (Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics). Automatická přehlídka se zaměřuje na hledání tranzitujících exoplanet podobně jako například projekty SuperWASP nebo HATNet.

Zdroj:

<http://arxiv.org/abs/1110.5912>

Nové exoplanety: radiální rychlosti

BD+48 738 b, HD 240237 b a HD 96127 b

V tomto čísle jsme vám psali o plánovaném lovcí exoplanet, který bude instalován na texaském Hobby-Eberly Telescope pod taktovou Penn State University. Místní skupina PTPS (Penn State-Torun Planet Search) už nějaké ty exoplanetární výsledky na zdejším dalekohledu má. Spojení Penn State s univerzitou v polské Toruni není náhodné, pojátkem je Aleksander Wolszczan, který je objevitelem prvních exoplanet u pulsarů v roce 1992 a během svého života pracoval na obou univerzitách.

Tým představil objev tří planet pomocí metody měření radiálních rychlostí:

BD+48 738 b: hmotnost 0,91 Jupiteru, oběžná doba 292,6 dní a velká poloosa 1 AU. Z měření vyplývá existence dalšího tělesa na vzdálenější dráze. Není však jasné, zda se jedná o planetu nebo hvězdného společníka. Pokud by dalším tělesem byl hnědý trpaslík, mohlo by nám to pomoci pochopit procesy, které se odehrávají ve velmi masivních protoplanetárních discích.

HD 240237 b: hmotnost 5,3 Jupiteru, oběžná doba 746 dní. Zajímavým kouskem je mateřská hvězda – spektrální třída K2III o hmotnosti 1,7 Slunce a poloměru 32 Sluncí!

HD 96127 b: hmotnost 4 Jupiteru, oběžná doba 647 dní. Mateřská hvězda je podobně nafouknutý výlupek jako v předešlém případě. Poloměr 35 ($\pm$ 17) Sluncí, hmotnost však jen 0,9 Slunce. Radiální rychlosti byly získávány v letech 2004 až 2009.

Zdroj:

<http://arxiv.org/abs/1110.1641>

GJ 667C c: Neoficiální obyvatelná exoplaneta

Novým přírůstkem do exkluzivního klubu exoplanet v obyvatelné oblasti je patrně GJ 667C c, i když... Vezměme to raději hezky popořadě.

GJ 667 najdeme ve vzdálenosti asi 22 světelných let v souhvězdí Štíra. Hvězdný systém tvoří tři složky. Hvězdy A a B obíhají kolem společného těžiště po značně protáhlé dráze s periodou asi 42 let. V obou případech se jedná o oranžové trpaslíky o hmotnosti asi 0,7 a 0,6 Slunce. Hvězda, která nás zajímá nejvíce, nese označení „C“ a obě své oranžové sestry pozoruje z velké vzdálenosti, plných 56 až 215 AU.

Hvězda C je červeným trpaslíkem o hmotnosti třetiny Slunce a svítivosti jen 0,013 Slunce. Astronomové objevili u hvězdy GJ 667 C jednu exoplanetu už v roce 2009. Planeta GJ 667 C b má hmotnost kolem 6 Zemí a okolo svého slunce obíhá s periodou 7 dní.

Novým přírůstkem je GJ 667 C c o hmotnosti asi 3,8 Země. Exoplaneta obíhá okolo své mateřské hvězdy s periodou 28 dní ve vzdálenosti 0,28 AU (i když okolo přesných hodnot panují nejasnosti). Objev je součástí nové a velmi rozsáhlé studie o výsledcích pozorování červených trpaslíků spektrografem HARPS v letech 2003 až 2009. Samotné planetě je věnován jen malý prostor, další podrobnosti budou zřejmě následovat později.

Autoři uvádí, že mateřská hvězda GJ 667 C vyzařuje 1,3% světla v porovnání se Sluncem, což dává hranice obyvatelné zóny zhruba mezi 0,09 a 0,13 AU.

Sami autoři pak uvádí, že exoplaneta GJ 667 C c dostává 90% záření, co dostává Země od Slunce. Pokud je tomu skutečně tak, jednalo by se o velmi nadějnou potencionálně obyvatelnou planetu. V odborném článku jsou ovšem i další nerosrovnalosti, takže na oficiálnější informace si budeme muset počkat.

Zdroj:

<http://arxiv.org/abs/1111.5019>

7 CMa b: Jupiter s boubelatou matkou

Při pohledu do katalogu exoplanet bychom mohli snadno podlehnout pokušení hrát si s dosud objevenými vzdálenými světy statistické hrátky. Je však nutné si uvědomit, že tato data jsou značným způsobem observačně zkreslená. Řada týmů se dlouhodobě snažila a snaží hledat planety zejména u klidných hvězd, které mají hmotnost menší než naše Slunce nebo jen nepatrně vyšší. Je to logický krok, neboť u méně hmotných hvězd je mnohem jednodušší nalézt

planetu metodou měření radiálních rychlostí.

V poslední době začaly vznikat projekty, zaměřující se výhradně na planety u hmotných hvězd. Jedním z nich je Pan-Pacific Planet Search, který už na začátku letošního roku prezentoval svou snahu o průzkum 170 hmotnějších hvězd, pomocí 3,9 m Anglo-Australian Telescope. Většina z hvězd na seznamu má hmotnost okolo 1,5 Slunce.

Tým nyní představil první úlovek. Exoplaneta 7 CMa b (HD 47205 b) má hmotnost $2,6 \pm 0,6$ Jupiteru a okolo své mateřské hvězdy obíhá ve vzdálenosti 1,9 AU s periodou 763 dní. Mateřskou hvězdou je v tomto případě oranžový obr o hmotnosti $1,5 \pm 0,3$ a poloměru více než dvojnásobku Slunce.

Zdroj:

<http://arxiv.org/abs/1111.1007>

Nové exoplanety: zákrytové dvojhvězdy

Exoplaneta u zákrytové dvojhvězdy NY Vir?

Tým astronomů přichází s novou studií, která se zabývala pozorováním zákrytové dvojhvězdy NY Vir. Dvě složky o hmotnosti 0,46 a 0,14 Slunce obíhají okolo společného těžiště s periodou asi 2,4 hodiny. Ze Země můžeme pozorovat vzájemné zákryty obou hvězd. Hmotnější z nich je spektrální třídy B a má teplotu 33 000 K.

Astronomové zjistili nepatrné odchylky v periodě dvojhvězdy, což by mohlo ukazovat na existenci tělesa, jež svou gravitací narušuje poklidné obíhání svých rodičů. Pokud by se existence tohoto tělesa potvrdila, jednalo by se patrně o planetu o hmotnosti zhruba 2,3 Jupiteru, která okolo obou složek obíhá ve vzdálenosti 3,3 AU s periodou 7,9 let.

Podobným planetárním systémem je NN Ser, o kterém jsme už kdysi psali: <http://www.exoplanety.cz/2010/11/vesmirny-kulecnik-aneb-exoplanety-s-trpaslicimi-rodici/>

Zdroj:

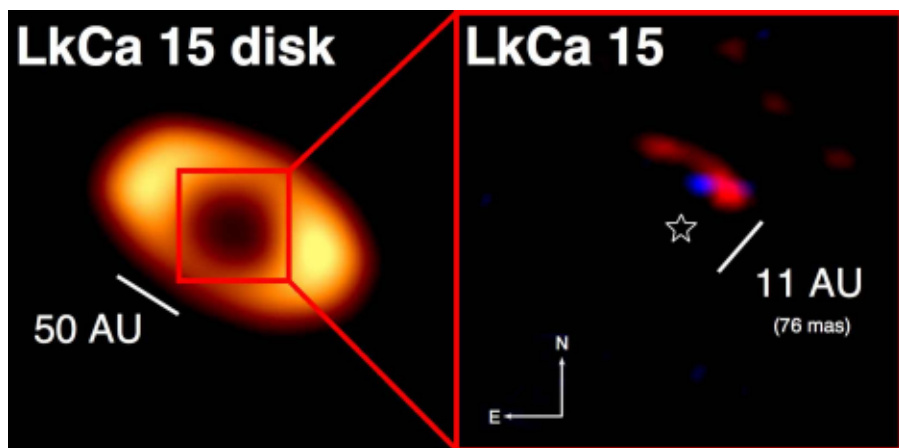
<http://arxiv.org/abs/1112.4269>

Nové exoplanety: přímé zobrazení

Astronomové pozorují vznik planety v přímém přenosu

Existence planety u mladé hvězdy LkCa 15, kterou najdeme v souhvězdí Býka ve vzdálenosti 450 světelných let, se předpokládala už delší dobu. Jak už to u podobných případů bývá, přítomnost možné planety prozradí „vykousnutá“ mezera v protoplanetárním disku. LkCa 15 b ale nebude jen tak obyčejnou planetou.

Adam Kraus (University of Hawaii) a Michael Ireland (Australian Astronomical Observatory) použili Keckův dalekohled na Havaji a pozorovali okolí hvězdy LkCa 15 v různých vlnových délkách blízkého infračerveného záření. Podle jejich interpretace se jim podařilo pozorovat exoplanetu o hmotnosti 5-6 Jupiterů, která obíhá okolo hvězdy ve vzdálenosti 15,7 AU, což je pro představu vzdálenost mezi Saturnem a Uranem (blíže k Uranu) ve Sluneční soustavě. Kromě toho však spatřili možný oblak chladného plynu, který planetu obklopuje. Je tedy možné, že sledujeme vznik obří plyné planety doslova v přímém přenosu (odmyslíme-li fakt, že světlo k nám od hvězdy cestuje 450 let).



obr.16 Vlevo: disk u hvězdy LkCa 15 s výraznou mezerou o velikosti více než 50 AU. Vpravo: část disku na složeném snímku, kde modrá barva odpovídá vlnové délce 2,1 mikrometrů (zřejmě planeta), červená odpovídá 3,1 mikrometrů (studený oblak plynu). Vyznačeno je také umístění hvězdy, která je odstíněna. Credit: Kraus & Ireland

2011

Existenci planety potvrzují i nezávislá pozorování, uskutečněna na submilimetrových vlnách interferometrem IRAM.

Když ovšem vezeme v potaz hmotnost planety, její vzdálenost od hvězdy a odhadované stáří (pouhé 2 miliony let), pak zjistíme, že klasická teorie o vzniku planetárních systémů v tomto případě selhává. Plynní obři jako Saturn nebo Jupiter by měly vznikat ve dvou fázích. Nejprve dojde k postupnému vytvoření pevného jádra o hmotnosti více než 10 Zemí, které následně díky velké gravitaci odsaje plyn ze svého okolí a tím vznikne atmosféra plynného obra. Podobné planety by měly vznikat v oblasti okolo 2 až 5 AU a následně migrovat dovnitř systému nebo směrem ven.

LkCa 15 b ovšem mohla vzniknout díky konkurenční (tzv. Bossové teorii), která spatřila světlo světa v ucelené podobě v roce 2003 (viz tento odborný článek). Plynný disk se podle teorie díky gravitační nestabilitě rozpadne na velké shluky plynu. Pokud jsou dostatečně husté, mohou se začít velmi rychle gravitačně hroutit, což může vést ke vzniku obřích plynných planet nebo i hnědých trpaslíků.

Jestli je ovšem nepřímé hledání exoplanet obtížné, pak přímé zobrazení je snad ještě horší. Zjistit přesnou hmotnost a parametry oběžné dráhy planety je během na dlouhou trať. Stejně tak přesná interpretace dat vyžaduje více času. Není to tak dávno, co se astronomové pohádali kvůli existenci jiné planety, objevené přímým zobrazením.

Zdroje:

http://keckobservatory.org/news/first_close-up_view_of_a_planet_being_formed/

<http://arxiv.org/abs/1110.3865>

<http://arxiv.org/abs/1110.3808>

Situace na trhu

Celkový počet známých exoplanet k 31. prosinci 2012: 717
Za uplynulé 3 měsíce přibylo 27 nových exoplanet.

Celkem bylo v roce 2011 objeveno 188 exoplanet.

Zdroj: <http://www.exoplanet.eu/catalog.php>

