

# Výzkum vesmíru s pomocí veřejnosti



**Miloslav Zejda**

Ústav teoretické fyziky a astrofyziky MU

U3V, MU, 23. 11. 2017

# Občanská věda (Citizen Science)

- ❖ dárci – věnují prostředky, budovy, prostory
- ❖ poskytovatelé – dají k dispozici své počítače
  - sdílené výpočty, př. hledání mimozemského života
- ❖ analytici (objevitelé, zpracovatelé) – analýza dostupných dat, obrázků
  - komety, SOHO, proměnné hvězdy; zpracovatelé – Galaxy ZOO, ...
- ❖ pozorovatelé – pozorování proměnných hvězd, exoplanet, ...
- ❖ spolupracovníci profesionálních astronomů (Pro-Am collaboration)



# Sdílené výpočty

Superpočítač Salomon (76 896 procesorů) - nejvýkonnější v ČR (v národním centru IT4Innovations v Ostravě, 87. na světě)  
pro srovnání nejvýkonnější na světě v Číně 10 649 600 procesorů!

odhad prodeje PC za 3Q 2017  
67 mil. kusů!



Název	Spuštěno	Domácí instituce	Zaměření	BOINC	Aktivní jednotky	Výpočetní výkon [TeraFLOPS]
<a href="#">SETI@home</a>	17.5.1999	University of California, Berkeley	Hledání mimozemského života pomocí analýzy specifických rádiových frekvencí přijímaných z vesmíru	ano	přes 5 000 000 (leden 2016)	821 773 (leden 2016)
<a href="#">Cosmology@Home</a>		University of Illinois at Urbana-Champaign	Nalezení nejpřesnějšího modelu popisujícího náš vesmír	ano	7 370 (XI. 2015)	12 119 (XI. 2015)
<a href="#">Milkyway@Home</a>	7.7.2007	Rensselaer Polytechnic Institute	Vytvoření velmi přesného 3D modelu naší Galaxie využitím dat ze Sloan Digital Sky Survey	ano	27 408 (XI. 2015)	401 561 (XI. 2015)
<a href="#">Stardust@home</a>	1.8.2006	University of California, Berkeley, NASA, The Planetary Society	Skenování a analýza kolektoru z mise NASA Stardust k zachycení částic z kómy komety Wild 2	ne		
<a href="#">theSkyNet POGS</a>	13.9.2011	International Centre for Radio Astronomy Research	Analýza radioastronomických dat z Australian Square Kilometre Array Pathfinder a The Square Kilometre Array	ano	14 328 (XI. 2015)	47 111 (XI. 2015)
Albert@home		University of Wisconsin–Milwaukee, Max Planck Institute	Testovací projekt pro <a href="#">Einstein@home</a>	ano	773 (I. 2016)	6 980 (I. 2016)
<a href="#">Asteroids@home</a>	20.6.2012	Charles University in Prague, Czech	Významně zvýšit naše znalosti o fyzikálních vlastnostech asteroidů	ano	21 093 (I. 2016)	220 189 (I. 2016)
<a href="#">Einstein@Home</a>	19.2.2005	University of Wisconsin–Milwaukee, Max Planck Institute	Hledání pulsarů využitím dat rádiových signálů a gravitačních vln	ano	2 761 797 (XI. 2015)	904 293 (XI.2015)





# Hledání mimozemského života

1999 - SETI@home - David Gedye



&

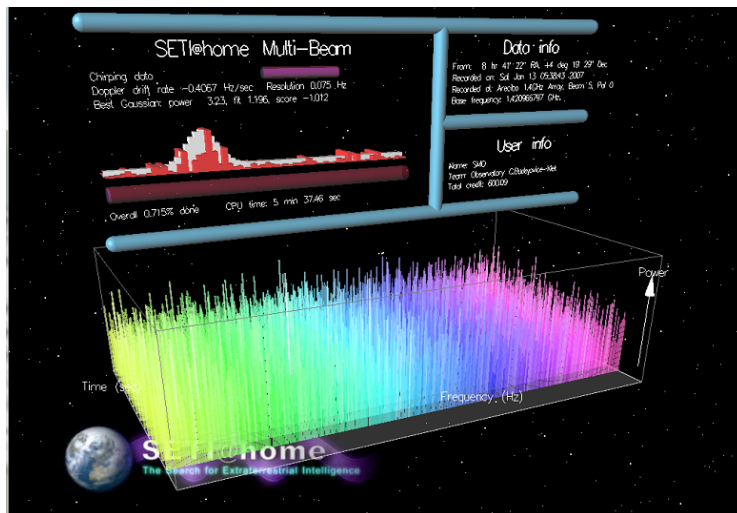


Craig Kasnoff



od 2005 BOINC (Berkeley Open Infrastructure for Network Computing)

<https://setiathome.berkeley.edu/kiosk/>



<http://seti.czechnationalteam.cz/>

# Nestačil by mobil?



Příklady „mobilové“ vědy:

**iSPEX** – Frans Snik a kol. – zařízení pro iPhone; s fotoaparátem na iPhonu vytvoří monitorovací zařízení určování prašnosti v ovzduší. Výsledky se sdílí na serveru, kde se generuje online mapa aktuálního znečištění různými částicemi <http://ispex.nl/en/>

**CRAYFIS** – detekce vysokoenergetických částic kosmického záření  
<https://crayfis.io/>

**MyShake** – aplikace pro mobily; čidla v mobilech zaznamenávají otřesy a pomáhají sbírat data <http://myshake.berkeley.edu/>



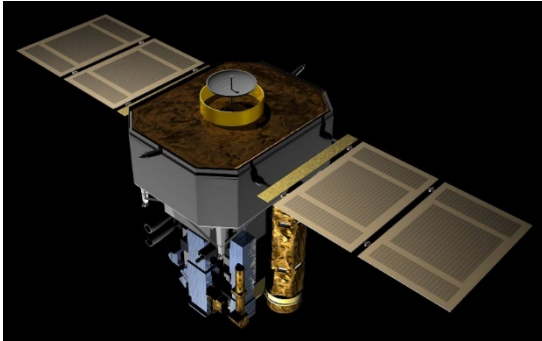
Mobily - využití v mnoha oborech – medicína, dopravní informace, meteorologie, monitoring životního prostředí, ...



# Vyседávání u počítače

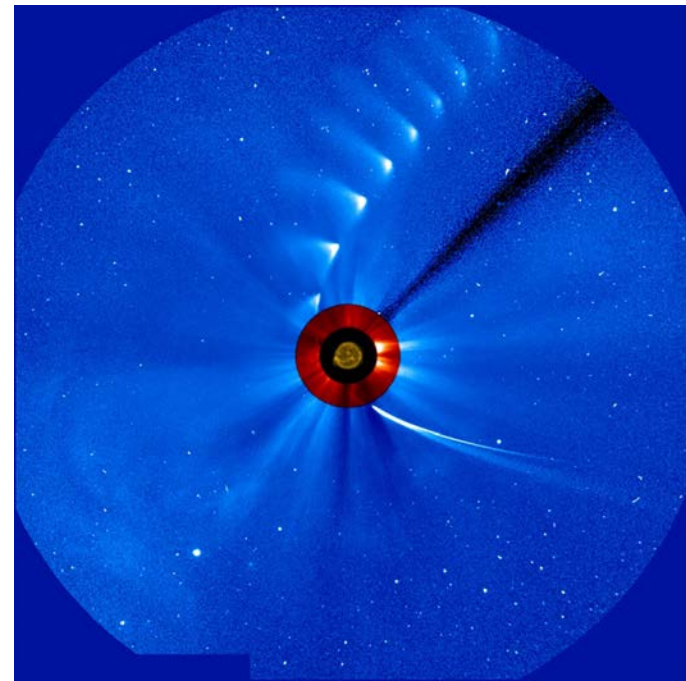
## SOHO (Solar and Heliospheric Observatory)

- v činnosti od května 1996
- plánovaná délka 3 roky, v činnosti téměř 22 let!



Úkoly – výzkum Slunce (atmosféry, slunečního větru i podpovrchových vrstev - helioseismologie)

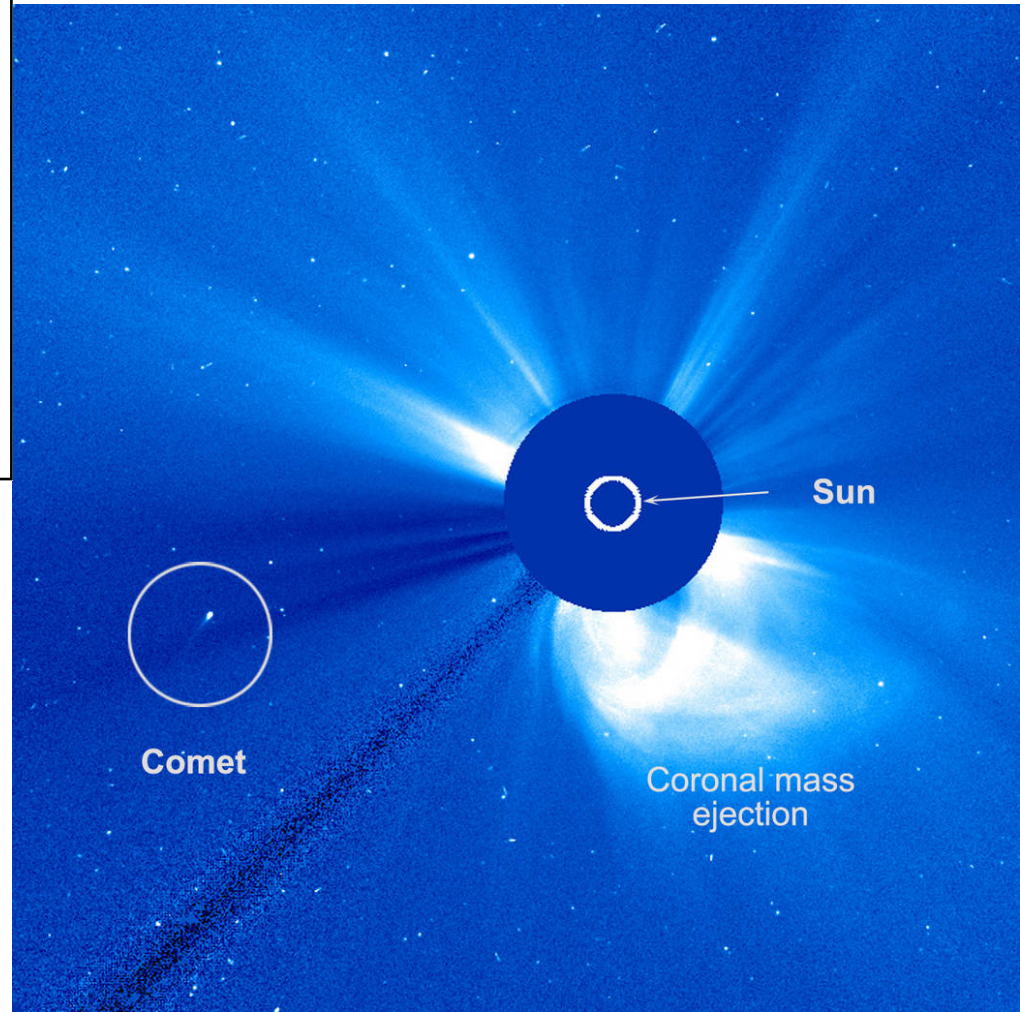
Nečekaně úspěšný vedlejší produkt:  
nejúspěšnější projekt v objevování komet  
(za účasti veřejnosti)!





web s aktuálními snímky

<https://sohowww.nascom.nasa.gov/data/realtime-images.html>



A DIRECTORY OF WAYS TO PARTICIPATE IN SPACE EXPLORATION



LIFE SUPPORT  
NASA AIR PRIZE



ASTRONOMY  
PROJECT PHAEDRA



BIOLOGY  
VASCULAR TISSUE CHALLENGE



ASTRONAUTS  
SPACELOG



PLANETS  
PLANET HUNTERS



MARS  
MSIP



MARS  
PLANET FOUR



BLACK HOLES  
GALAXY ZOO RADIO



STARS  
AAVSO



SPACETIME  
EINSTEIN @HOME



COMETS  
SUNGRAZER



UNIVERSE  
LHC@HOME



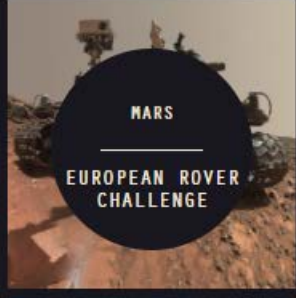
SUN  
SUNSPOTTER



EARTH  
CITIES AT NIGHT



MARS  
AUSTRIAN SPACE FORUM



MARS  
EUROPEAN ROVER CHALLENGE



ALIENS  
SETI@HOME



PLANETS  
DISK DETECTIVE



STARS  
STARDUST @HOME



GALAXIES  
GALAXY ZOO



MARS  
UNIVERSITY ROVER CHALLENGE



COMETS  
COMET HUNTERS

# ZOO NIVERSE

REAL SCIENCE ONLINE

THE  
MILKYWAY  
PROJECT

planethunters.org

GALAXY ZOO HUBBLE

SOLAR  
STORMWATCH

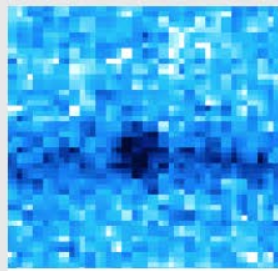
MOON ZOO

<https://www.zooniverse.org/>





SOLAR STORMWATCH II



GALAXY NURSERIES



SUPERNOVA SIGHTING



EXOPLANET EXPLORERS



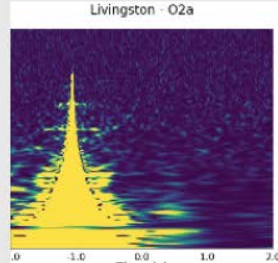
BACKYARD WORLDS:  
PLANET 9



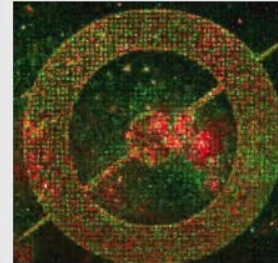
PLANET FOUR: RIDGES



HUBBLE'S HOT STARS



GRAVITY SPY



MILKY WAY PROJECT



RADIO METEOR ZOO



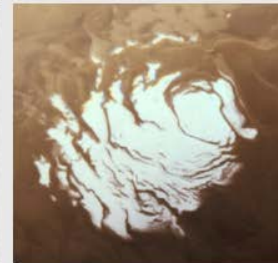
SUPERNOVA HUNTERS



POPPIN' GALAXY



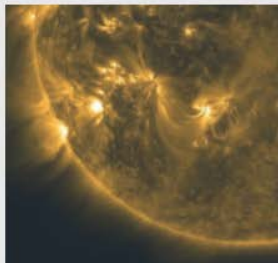
COMET HUNTERS



PLANET FOUR: TERRAINS



SCIENCE GOSSIP



SUNSPOTTER



DISK DETECTIVE



RADIO GALAXY ZOO



PLANET FOUR



PLANET HUNTERS



# Projects

Active

Paused

Finished



ATE



HISTORY



LANGUAGE



LITERATURE



MEDICINE



NATURE



PHYSICS



SOCIAL SCIENCE



SPACE

Most Recently Launched

Showing 21-21 of 21 projects found.

Name:

## Galaxy ZOO



GALAXY ZOO

ZOONIVERSE

Projects  
Collections  
Build a Project  
How to Build  
Project Policies  
FAQ

About Us  
Education  
Our Team  
Publications  
Acknowledgements  
Contact Us

Zooniverse Talk  
Daily Zooniverse  
Blog



# Our Projects

We currently have dozens of **projects** on subjects ranging from astronomy, to climatology, to biology, to humanities.



CLASSIFY

STORY

SCIENCE



DISCUSS

PROFILE

LANGUAGE



## Classify



GAMA



Invert

Examples

Restart

*Note: Please always classify the galaxy in the centre of the image.*

### SHAPE

Is the galaxy simply smooth and rounded, or does it have features?



Smooth



Features

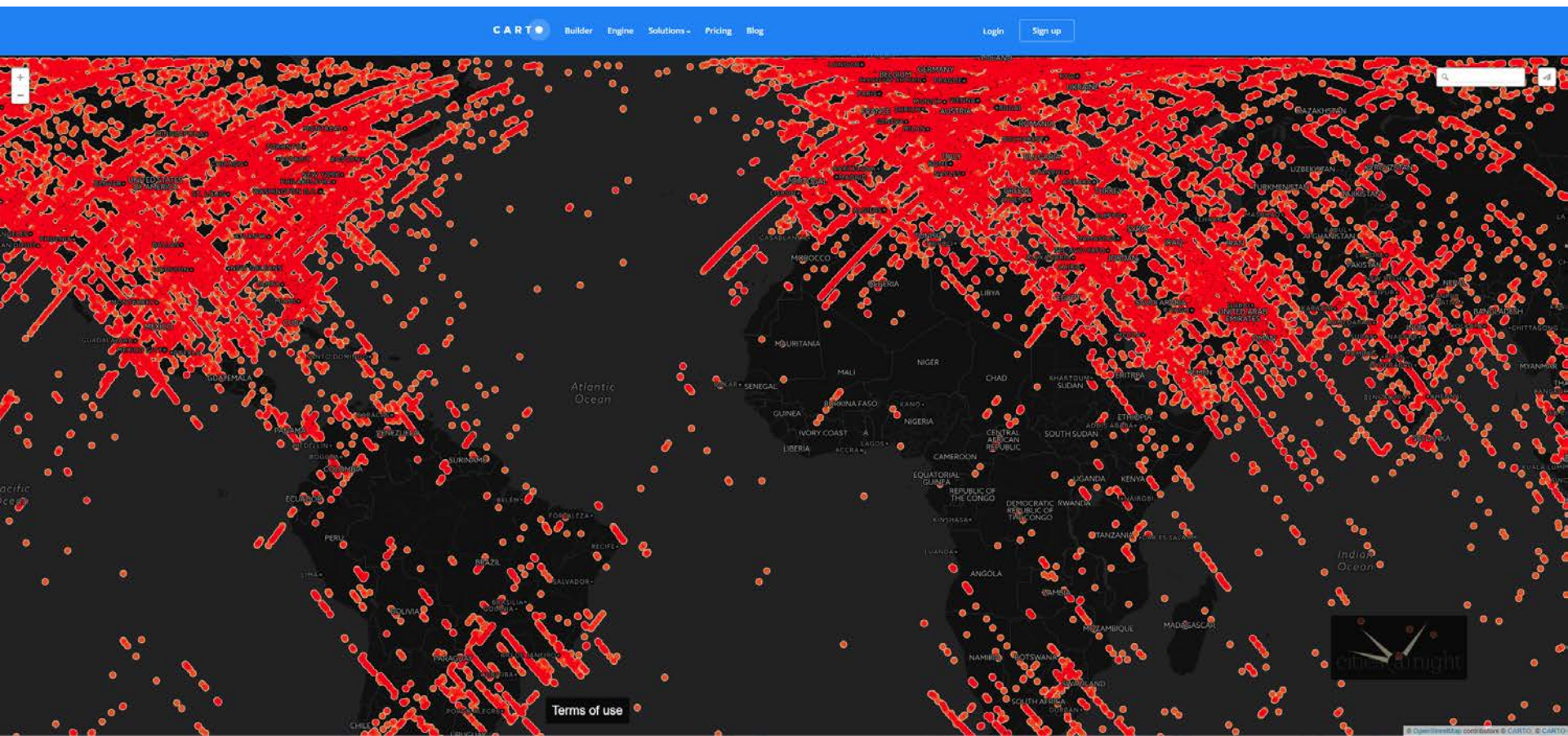


Star or artifact

# Města v noci

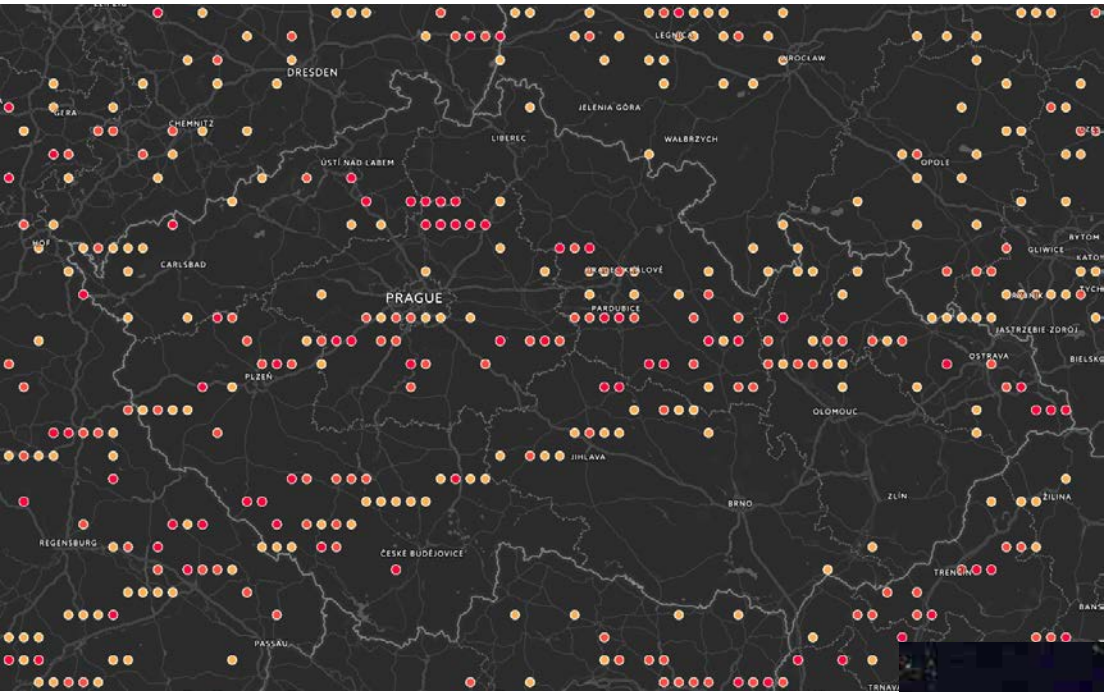
<http://citiesatnight.org/>

Klasifikace fotografií pořízených astronauty z Mezinárodní kosmické stanice pro vytvoření mapy světelného znečištění světa.





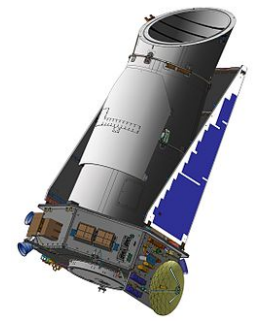
# Česká republika



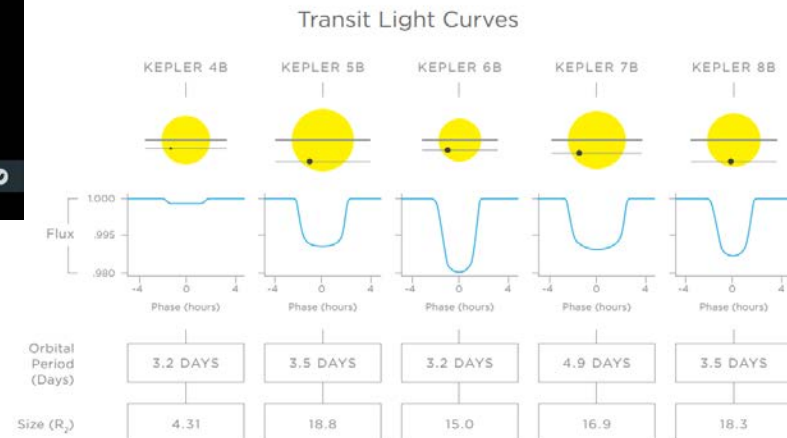
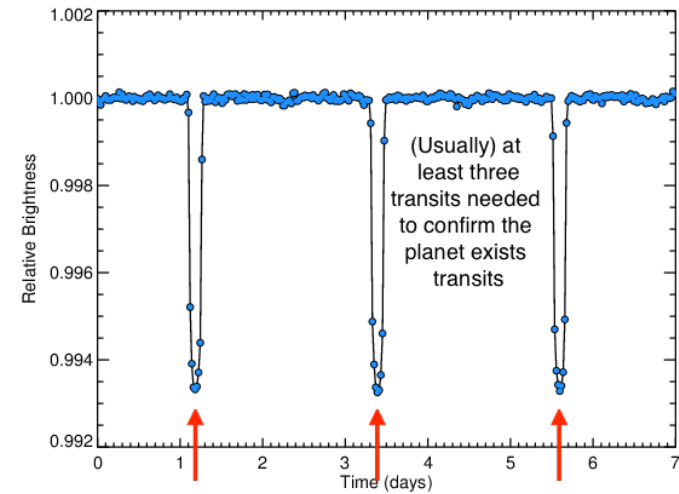
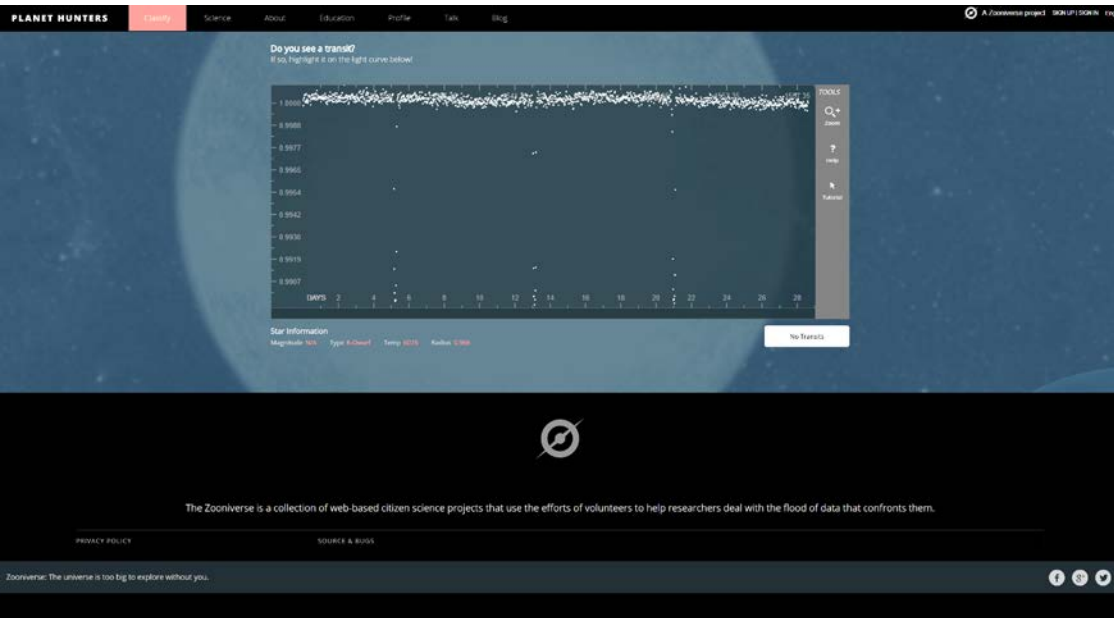


# Lovci planet

<https://www.planethunters.org/>



## Analýza fotometrických měření z družice KEPLER a hledání transitů



# Nejvyšší úroveň občanské vědy v astronomii („amatérská“ astronomie)

amatér ≠ neumětel, packal

amatér = nadšenec

- za kvalitně odvedenou práci ale nedostává plat jako profesionál

V ČR amatérská astronomie na vysoké úrovni

Česká astronomická společnost - \* 1917

Sekce proměnných hvězd - \*1924



# Pozorování proměnných hvězd a exoplanet

program pozorování zákrytových dvojhvězd – od r. 1960 centrem brněnská hvězdárna, prof. Oto Obůrka

později řídicí role přešla výhradně na Sekci PHE ČAS

projekty – BRNO – pozorování zákrytových dvojhvězd – O-C brána, minima  
MEDÚZA – monitoring fyzických proměnných hvězd  
TRESKA – pozorování exoplanet - ETD  
HERO – monitoring optických protějšků vysokoenergetických zdrojů  
a další

OEJV – Open European Journal on Variable Stars

<http://var2.astro.cz/>



## Welcome to the **Open European Journal on Variable stars!**

- News / Announcements
- Introduction
- **OEJV Publications**
- Search...
- OEJV Editorial board
- Contact
- Upload your publication



- Editors

Fulltext :  Search!

The *Open European Journal on Variable Stars*, alias OEJV is an **on-line electronic journal** for results, analysis and studies of Variable Stars. Since August 2006, OEJV has recruited an international [editorial board](#). Each paper is read by the editors who then vote to accept or reject submitted papers.

All OEJV publications are included in [Smithsonian/NASA ADS](#) (Astrophysics Data System) and [Simbad database](#).

Here you will find tables with extreme ranges of brightness for a variety of variables, times of minima of Eclipsing Binaries and times of maxima of pulsating stars. Results obtained from **both visual and CCD's are accepted**. The OEJV is open to anyone who wishes to publish their observations or results of research.

OEJV is supported by the [Variable Star Section of Czech Astronomical Society](#).

Dr. Marek Skarka, technical editor  
Ladislav Smelcer, president of VSES

---

The *OEJV* is registered as on-line continuous journal: ISSN 1801-5964.

\* These web pages are hosted on the server of [Express Astronomical Information \(EAI\)](#) \*

Created by © [Web Services](#), 2005





O - C gateway

Dotazbě okamžiků minim (S) a maxim (M)

O-C gateway

Hvězda: TW Dra

IDENTIFIKACE				HVĚZDNÉ VELIKOSTI				EXTERNÍ O-C
STAR	RA2000	DE2000	TYPE	STAR	MAXP	MINP	MIN5	COL
TW Dra	15 33 51.06	+63 54 25.7	EA	TW Dra	8	10.5	8	P

M0 PER  PER/2

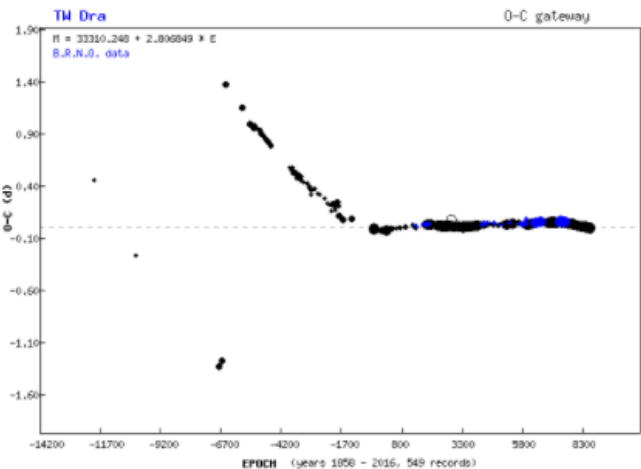
(GCVS)

Zvolte rozsah os x a y (je možné upřesnit jen některý)

O-C min:  O-C max:  +/- 0.05d, 0.1d

EPOCH min:  EPOCH max:  automaticky

(Uživatelské elementy)



Vložte svá data, která chcete zobrazit Každý okamžik minima musí být na samostatném řádku. Dodržte formát HJDmin TYP PRIMARY/SECONDARY.

24512345.678 ccd/vis/pg p/s

Uživatelská data:

Odeslat

legenda

- primary
  - vizuál
  - fotografie
  - CCD / photoelectric
- secondary
  - CCD / photoelectric
  - fotografie
  - vizuál

Zobrazená data:

EPOCH	O-C	HJDmin	P/S	METHOD	OBSERVER	SOC, BULLETIN, S2, BUL2, REMARK, INSTRUMENT
-10206	0.2511	4663.2960	p	vis	Dembowski	,,D,Lich,AN 217.463,
-6738	-1.3134	14396.3860	p	pg	Blazko S	,,D,Lich,AN 187.42,
-6616	-1.2650	14738.8700	p	pg	Pickering E	,,D,Lich,HC 159,
-6472	1.3827	15145.7040	p	pg	Pickering E	,,D,Lich,HC 159,
-5788	1.1560	17065.3620	p	pg	Blazko S	,,D,Lich,AN 187.42,
-5455	1.0043	17999.8910	p	pg	Pickering E	,,D,Lich,HC 159,
-5319	0.9818	18381.6000	p	pg	Pickering E	,,D,Lich,HC 159,
-5310	0.9612	18406.8410	p	pg	Pickering E	,,D,Lich,HC 159,

The literature reference:



ETD Exoplanet Transit Database

ETD - Exoplanet Transit Database

Observers community | How to contribute to ETD | Model-fit your data | Transit predictions | KEPLER Transit predictions | KEPLER Candidates

- Observing campaigns: **Photometric monitoring of  $\beta$  Pictoris b** Validity from March 1, 2017 till March 31, 2018, by Iva Laginja, Leiden Observatory, Netherlands, laginja@strw.leidenuniv.nl

ETD is here to supply quickly and easily the list of all ever observed transits of transiting exoplanets to observers and researchers.

Our database administrators are periodically checking for new transits - both in literature and in on-line internet sources. Each transit is stored with complete citations, link to the paper / on-line source URL.

For each exoplanet, there is available graphical output of relations:

- transit TIMINGS vs. EPOCH
- transit DURATION vs. EPOCH
- transit DEPTH vs. EPOCH and
- list of available transits.

Data quality is rated for each observation and the DQ index is taken into account while plotting graphs.

Tools for observers :

- Observers can plot their own observations in diagrams.
- Model-fitting of transit observation and finding out parameters HJDmid, Depth, Duration.
- Global transit predictions.

OBJECT	CONST	# OF DATA	TIME SPAN FROM - TILL	LAST CHANGES (DAYS)
1 CoRoT-1 b	Mon	87	2007-02 - 2016-02	18. Mar 2016 (613)
2 CoRoT-10 b	Acl	1	2007-06 - 2007-06	16. Jun 2010 (2715)
3 CoRoT-11 b	Ser	4	2008-05 - 2012-06	28. Jun 2011 (1972)
4 CoRoT-12 b	Mon	4	2007-10 - 2015-12	07. Jan 2016 (684)
5 CoRoT-13 b	Mon	1	2008-11 - 2008-11	16. Jun 2010 (2715)
6 CoRoT-17 b	Sct	1	2009-04 - 2009-04	29. Jun 2011 (2338)
7 CoRoT-18 b	Mon	9	2010-05 - 2015-11	23. Nov 2015 (729)
8 CoRoT-19 b	Mon	2	2010-03 - 2013-03	14. Mar 2013 (1713)
9 CoRoT-2 b	Acl	69	2005-07 - 2016-08	31. Aug 2016 (447)
10 CoRoT-20 b	Mon	4	2010-03 - 2014-03	24. Mar 2014 (1338)
11 CoRoT-3 b	Acl	3	2007-07 - 2010-07	26. Jul 2010 (2675)
12 CoRoT-4 b	Mon	1	2007-02 - 2007-02	23. Aug 2008 (3377)
13 CoRoT-5 b	Mon	7	2007-10 - 2015-02	18. Aug 2015 (826)
14 CoRoT-6 b	Oph	5	2008-05 - 2015-06	08. Oct 2015 (775)
15 CoRoT-8 b	Acl	7	2007-05 - 2016-07	27. Aug 2016 (451)
16 CoRoT-9 b	Ser	1	2008-05 - 2008-05	18. Mar 2010 (2805)
17 EPIC 218916923 b	Sgr	1	2015-10 - 2015-10	11. Feb 2017 (283)
18 EPIC 228735255 b	Vir	1	2016-07 - 2016-07	31. Jul 2017 (113)
19 EPIC-203771098 b	Sco	1	2014-09 - 2014-09	11. Jan 2016 (680)
20 EPIC-203771098 c	Sco	1	2014-09 - 2014-09	11. Jan 2016 (680)
21 EPIC-210957318 b	Ari	5	2015-02 - 2016-12	12. Jan 2017 (313)
22 EPIC-211089792 b	Tau	11	2004-08 - 2017-01	12. Jan 2017 (313)
23 EPIC-212110888 b	Cnc	5	2015-04 - 2017-01	12. Jan 2017 (313)
24 GJ1214 b	Oph	83	2009-05 - 2016-05	19. May 2016 (551)
25 GJ3470 b	Cnc	17	2012-01 - 2016-02	18. Mar 2016 (613)
26 GJ436 b	Leo	152	2005-01 - 2016-04	02. May 2016 (568)
27 HAT-P-1 b	Lac	39	2006-09 - 2016-09	27. Dec 2016 (329)
28 HAT-P-10/WASP-11 b	Ari	81	2008-09 - 2016-10	27. Dec 2016 (329)
29 HAT-P-11 b	Cyg	51	2004-07 - 2016-07	27. Aug 2016 (451)
30 HAT-P-12 b	CVn	69	2007-11 - 2016-07	27. Aug 2016 (451)
31 HAT-P-13 b	UMa	81	2008-04 - 2015-11	23. Nov 2015 (729)
32 HAT-P-14 b	Her	17	2009-02 - 2014-06	14. Jul 2014 (1226)
33 HAT-P-15 b	Per	3	2008-06 - 2015-11	23. Nov 2015 (729)
34 HAT-P-16 b	And	58	2009-07 - 2016-11	27. Dec 2016 (329)
35 HAT-P-17 b	Cyg	7	2008-11 - 2016-06	27. Aug 2016 (451)
36 HAT-P-18 b	Her	37	2008-09 - 2016-04	02. May 2016 (568)
37 HAT-P-19 b	And	55	2009-09 - 2016-12	12. Jan 2017 (313)

What's new: | Archive



Tohle se mi líbí

To se líbí vám a 17 přátelům



ETD - Exoplanet Transit Database

Dear observers, Exoplanet Transit Database is back on-line!

You can use all its features as usually. Sorry for long shutdown.

http://var2.astro.cz/ETD

ETD - Exoplanet...

Current statistics: (22. 11. 2017)

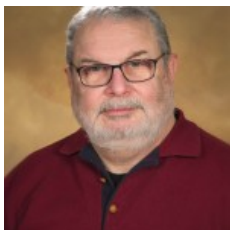
# of objects: 320  
# of transits: 6735

DQ	# of transits
1	1521
2	1088
3	2605
4	800
5	712

# Výstupy amatérské práce - příklady

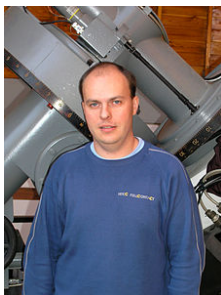
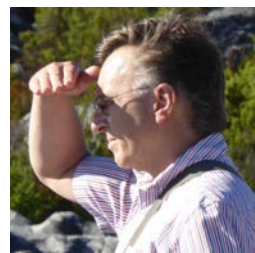


**Pavel Cagaš** – pozorovatel, objev vícenásobného systému, 4+18 článků  
(recenzované+ostatní)



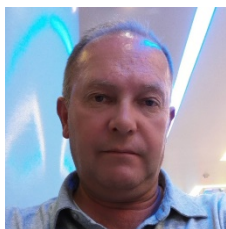
**Reinhold Auer** – pozorovatel, 1+8 článků

**Stephanus de Villiers** – pozorovatel, 8+7 článků



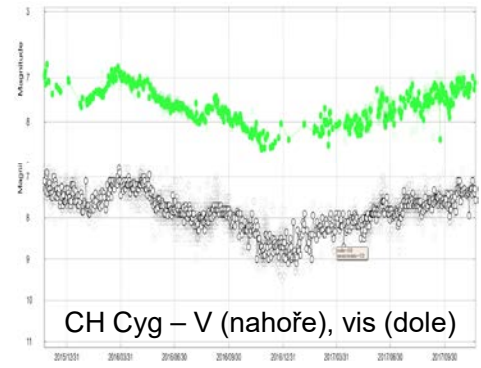
**Kamil Hornoch** – nejlepších objevitel nov na světě – 377 objevů!  
(stav k 22.11.2017)

**Francesco Acerbi** – jen zpracování, výpočet modelů těsných dvojhvězd,  
14+11 článků



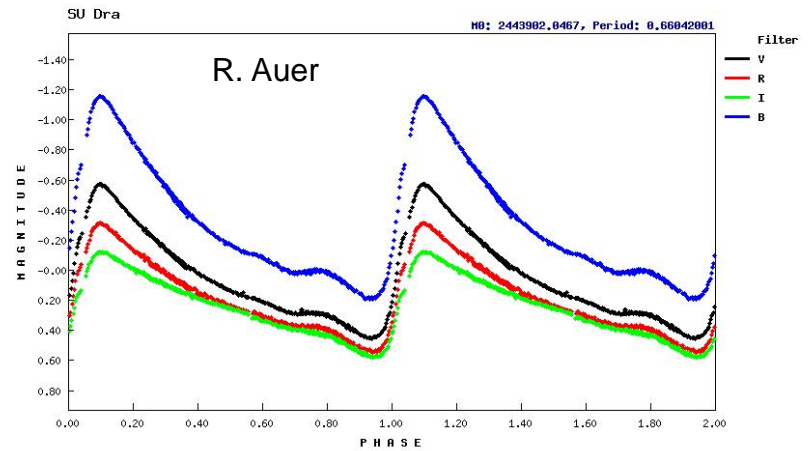
a mnoho dalších ...

# Nedůvěra profesionálních astronomů



Lidský fotometr – Sebastian Otero, Pavol A. Dubovský,  
Kamil Hornoch - SN 1993j x ES UMa

CCD měření vysoké kvality – na zakázku



Koordinovaná pozorování – kampaně, souběžná pozorování s družicemi



# Občanská věda žije!

Zapojte se taky a zúčastněte se úžasného dobrodružství vědeckého bádání!



Hodně úspěchů!

## Zajímavé odkazy:

<https://www.iau.org/public/themes/citizen-science-projects/>

<https://spacehack.org/>

<https://www.zooniverse.org/>

<https://www.scientificamerican.com/citizen-science/>

<https://ecsa.citizen-science.net/>

<http://www.dwfprogram.altervista.org/index.html>

<http://www.skyandtelescope.com/get-involved/pro-am-collaboration/>

