

# Bádať ako astrobiológ...

**...to je žiť život v  
extrémoch**



**Dr. Michaela Musilová**

**Slovenská organizácia pre vesmírne aktivity (SOSA)**



# Prehľad:

- 1) Úvod
- 2) Astronómia a astrochémia
- 3) Planetárne vedy
- 4) Ochrana planét
- 5) Extrémofily
- 6) Pôvod života
- 7) Inteligentný mimozemský život?
- 8) Ľudia za hranicami Zeme



# Astrobiológia:

→ 3 základné otázky:



1) Odkiaľ pochádzame?

2) Aká je naša budúcnosť mimo Zeme?

3) Sme sami vo vesmíre?



# Moja inšpirácia



Stretnutie:

Prvý slovenský kozmonaut

**Ivan Bella**

a Apollo 17 astronaut

**"Gene" Cernan**

# Astrofyzika

- University College London (UCL)
- Výskum na Londýnskom observatóriu



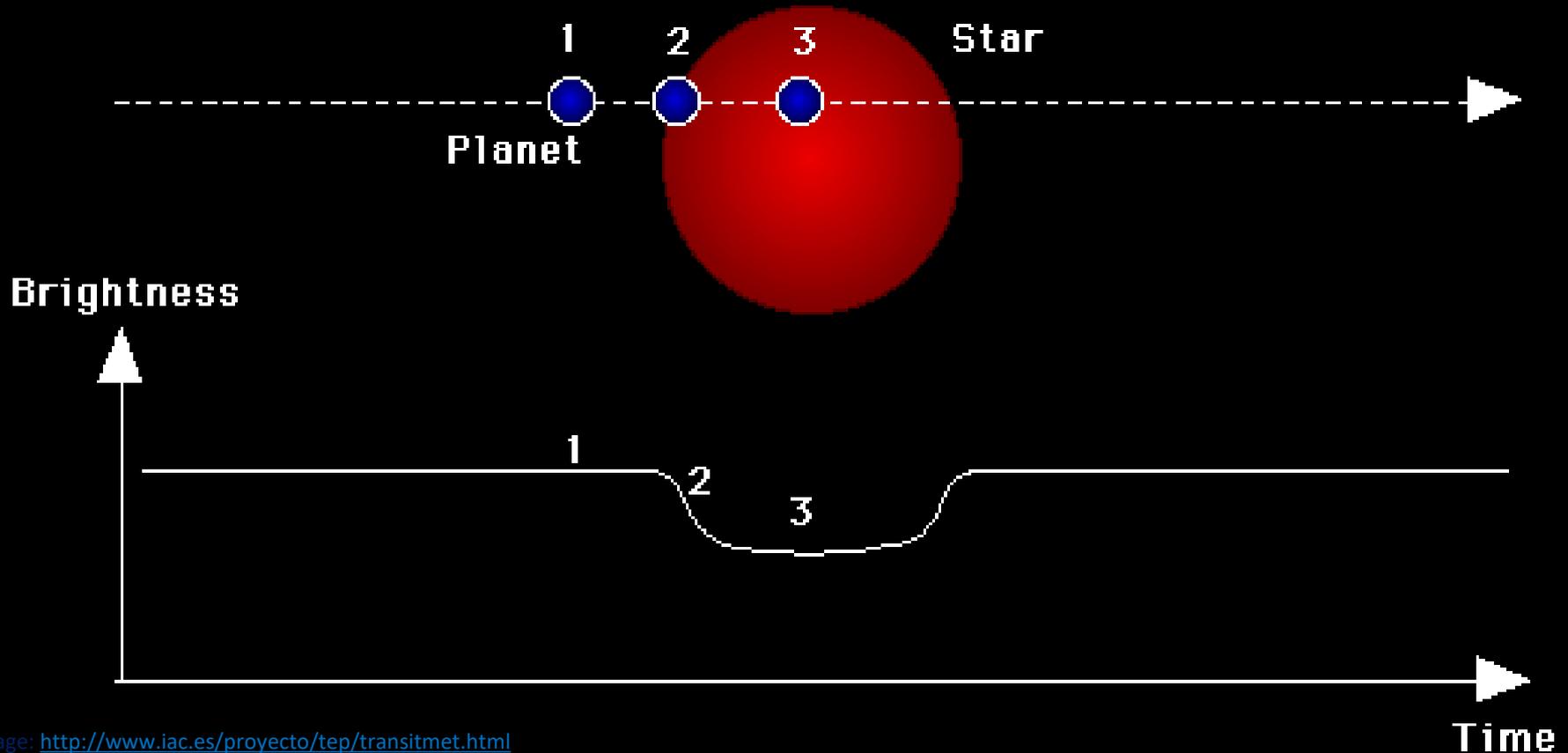
# Exoplanéty

- >3560 identifikovaných
- Mliečna dráha:
  - ~1 planéta na každú hviezdu
  - ~90 miliard obývateľných planét vo veľkosti Zeme
- niekoľko extragalaktických planét
- najbližšia známa exoplanéta je Proxima Centauri b (4.2 s.r.)
- NASA Kepler:
  - zmeny intenzity žiarenia ~ 145 000 hviezd každých 30 minút
  - Objavil 80% exoplanét
  - ~5000 ďalších možných planet (kandidátov) – treba ich potvrdiť



# Astronomický zákryt

- Zmena jasnosti pozorovanej hviezdy
- vyžaduje vhodnú geometriu (planéta na spojnici Zem, hviezda)
- zistíme priemer planéty
- zistíme periódu z rýchlosti prechodu



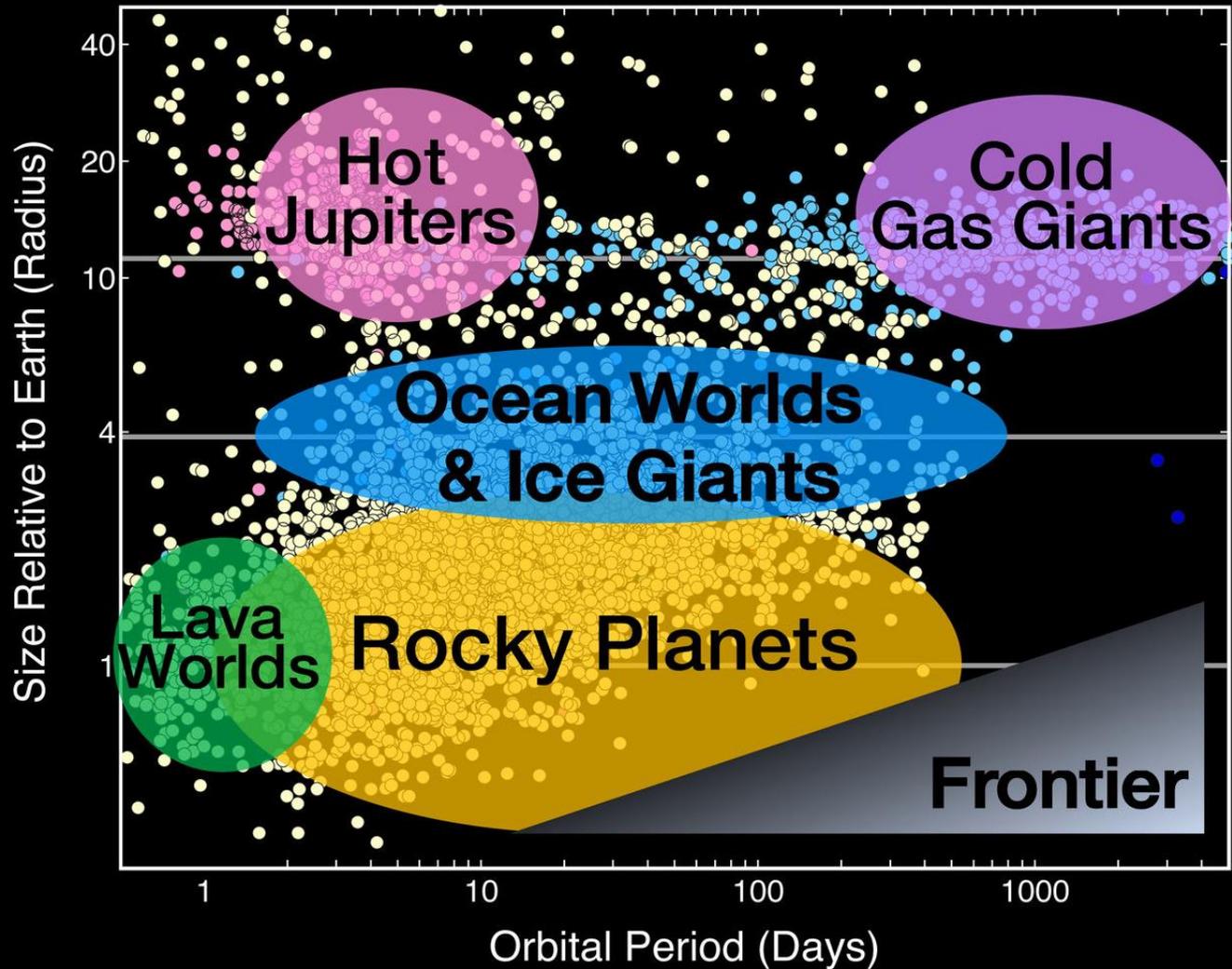
# Iné metódy

- Meranie radiálne rýchlosti hviezdy (doppler shift): ide o gravitačný vplyv planéty na dráhu hviezdy a s tým spojené zmeny v rýchlosti pohybu hviezdy k/od Zeme



- > Táto metóda slúži najmä na určenie hmotnosti planéty
- > Výsledok závisí od sklonu dráhy planéty voči Zemi
- Menej populárne:
  - > fotografické pozorovania
  - > gravitačná šošovka,
  - > astrometria
  - > zmena intervalov pulzov pulsárov a mnohé iné

# Objavené exoplanéty



# nature

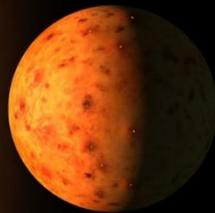
THE INTERNATIONAL WEEKLY JOURNAL OF SCIENCE

Seven potential  
Earth-like worlds  
orbiting low-mass  
star TRAPPIST-1  
PAGES 421 & 456

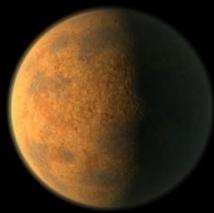
## PLANET SUITE

NATURE.COM/NATURE  
29 February 2017 £10  
ISSN 0422-6962

## TRAPPIST-1 System



b



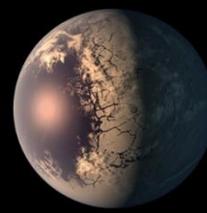
c



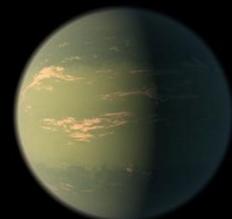
d



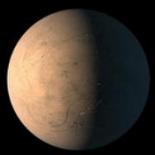
e



f



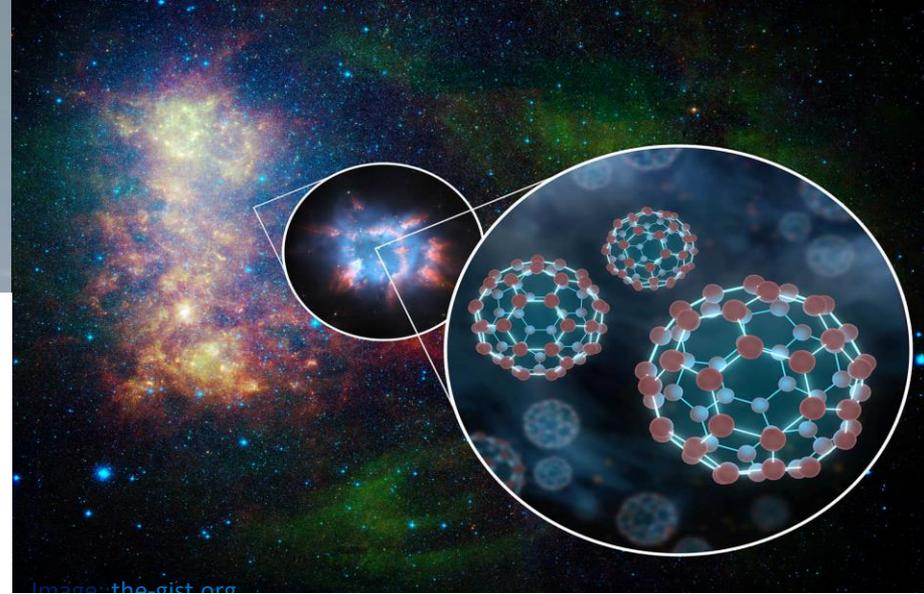
g



h

Illustration

# Astrochémia



- Chemické zloženie hviezd, planét, komét a iných vesmírnych telies

- 3 dôležité metódy:

## 1) Spektroskopia:

→ pohltenie/vyžarovanie svetla molekulami a atómami v určitých vlnových dĺžkach

## 2) Rádioastronómia:

→ Vyhľadávanie organických látok vo vesmíre (ako glycín – najjednoduchšia aminokyselina) prostredníctvom rádiového žiarenia

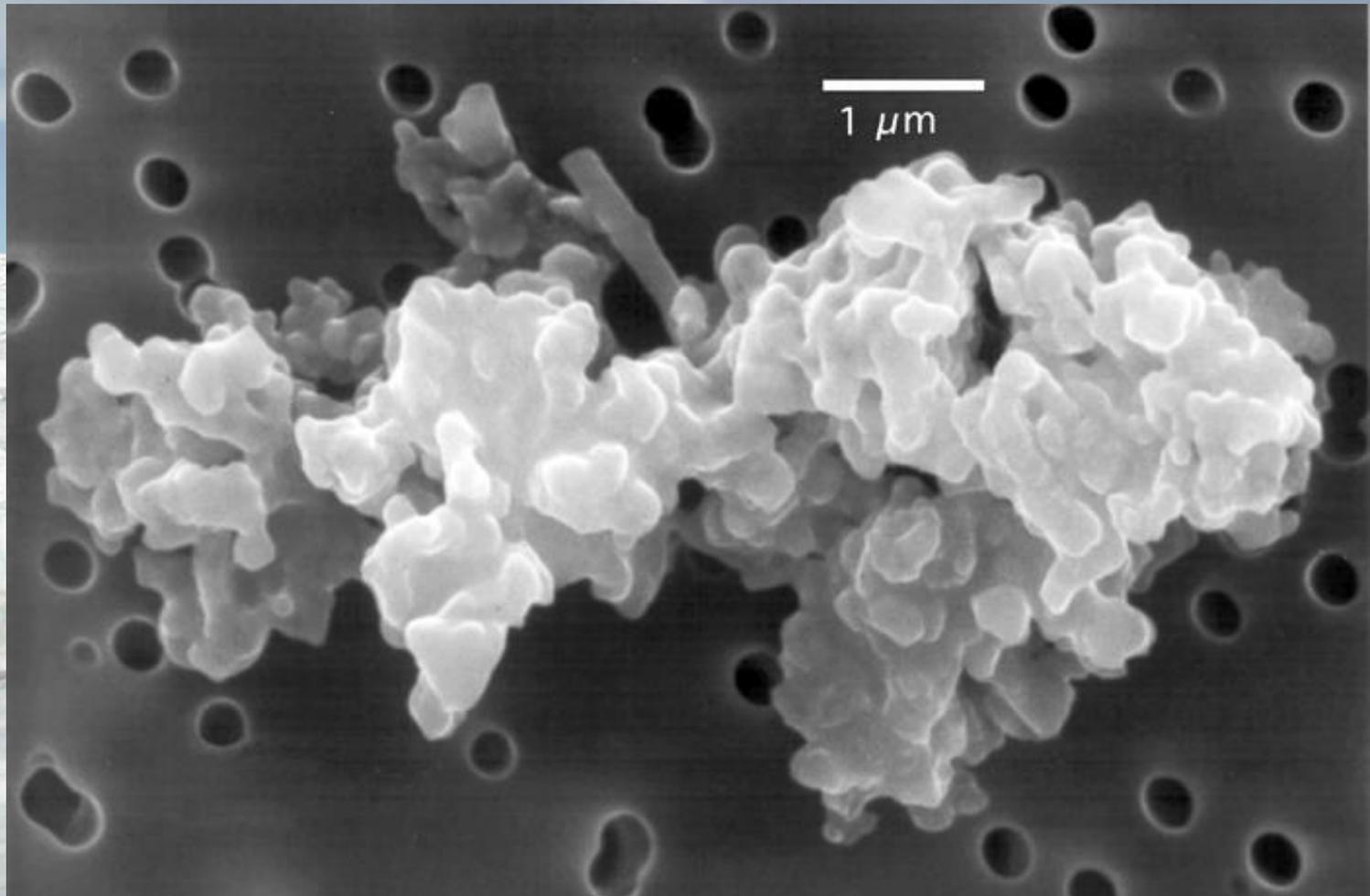
## 3) Infračervená astronómia:

→ sa zaoberá pozorovaním objektov viditeľných v infračervenom spektre

→ napr. komplexné zlúčeniny uhlíka

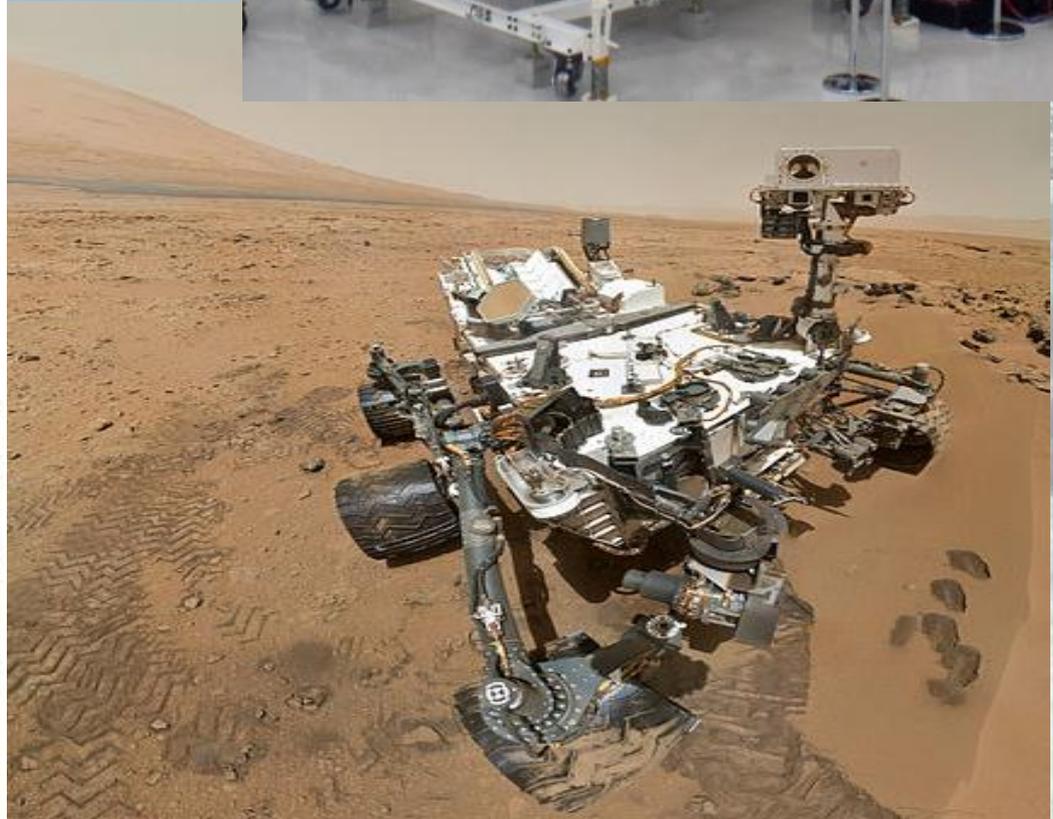
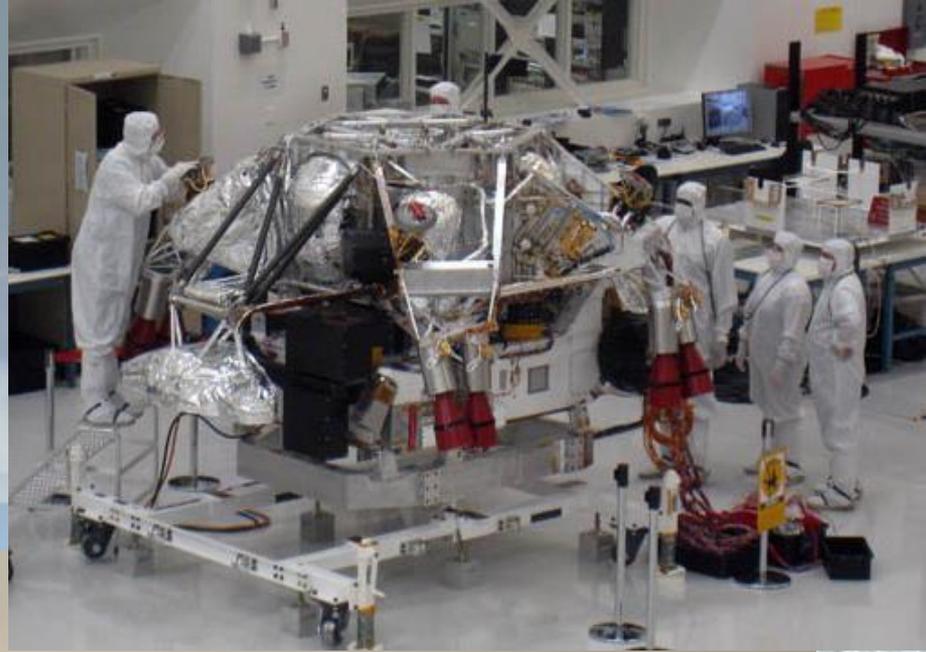
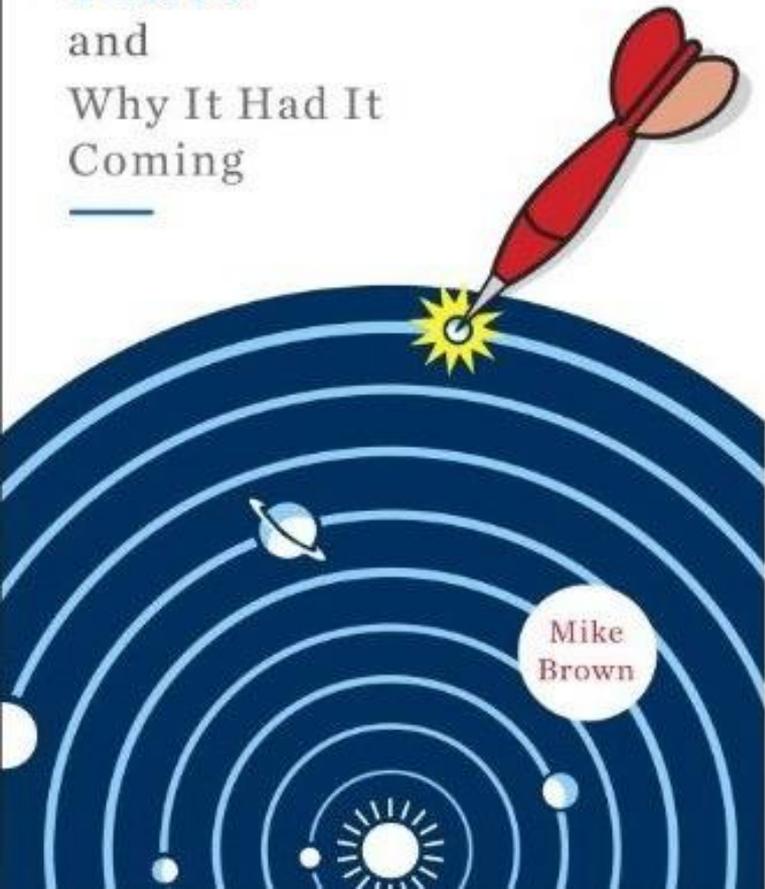
# Medzihviezdny prach a hmota

Zrno pórovitého  
chondritického  
medziplanetárneho  
prachu



# Planetárne vedy

How I Killed  
Pluto  
and  
Why It Had It  
Coming





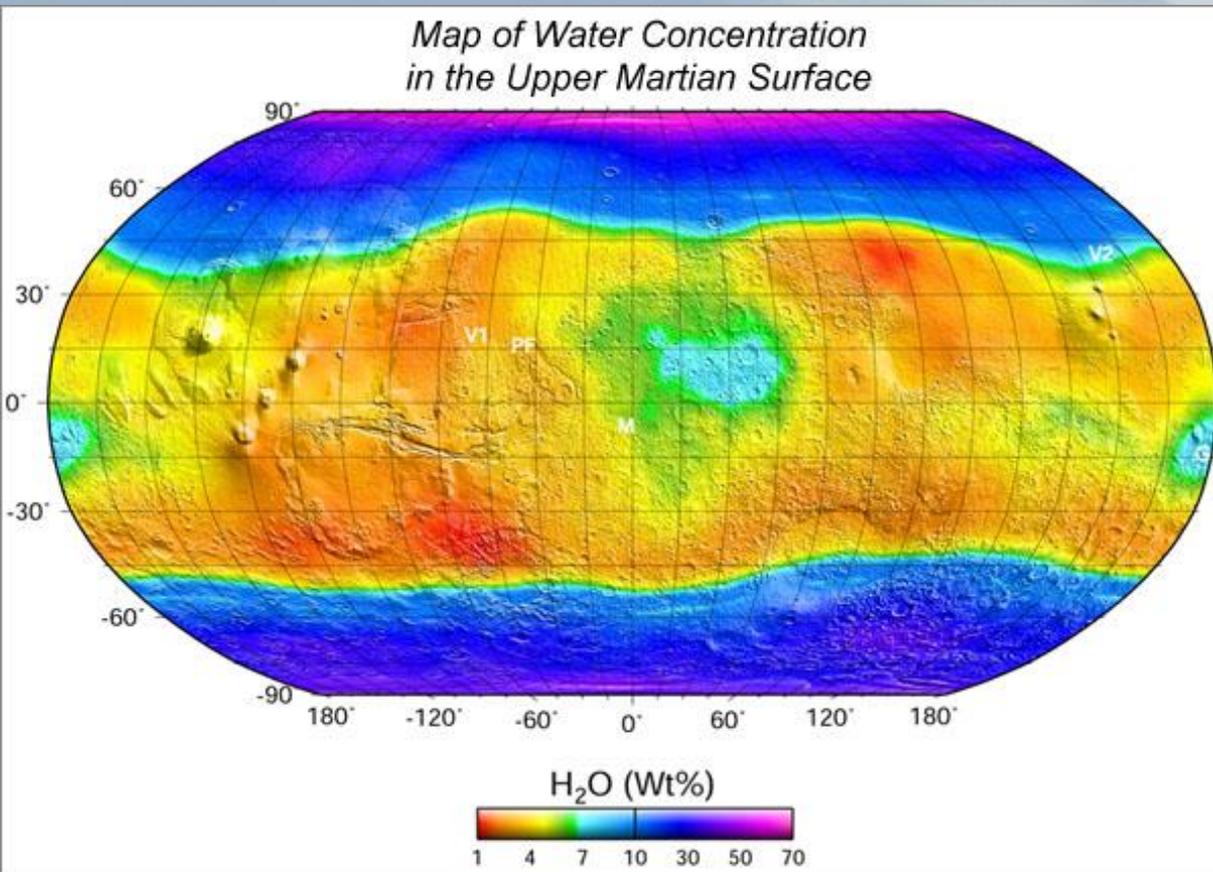
# Mars Science Laboratory niekoľko výsledkov:

- 1) **Mars bol obyvateľný v minulosti:** dôležité prvky pre život boli objavené (dusík, kyslík, uhlík, síra, atď.)
- 2) **Silný tok vody na Mars:** objav koryta

- 3) **Vysoké levely žiarenia:** príliš veľké pre astronautov
- 4) **Pravidelné vylučovanie metánu:** mikroorganizmy?
- 5) **Hustejšia atmosféra:** na základe izotopov H, C a Ar

# Mars special regions

- časti Marsu, kde by mohol existovať martánský život alebo kde by mohli prežiť pozemské mikróby

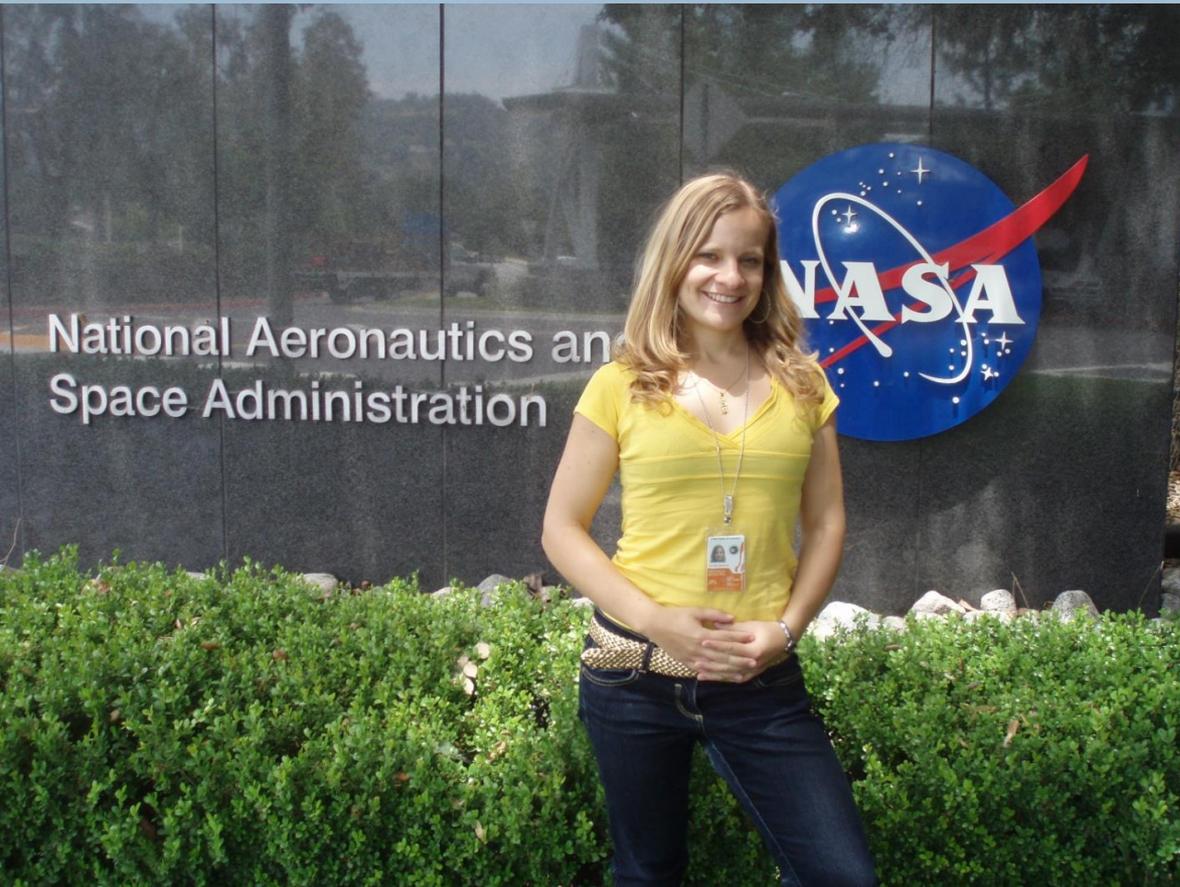


- je to hlavne na základe prítomnosti vody pri povrchu



(From Boynton, et al., 2008, in *The Martian Surface: Composition, Mineralogy, and Physical Properties*, (J. F. Bell, ed.), p. 105-124, Cambridge University Press.)

# Ochrana planét v NASA Jet Propulsion Laboratory



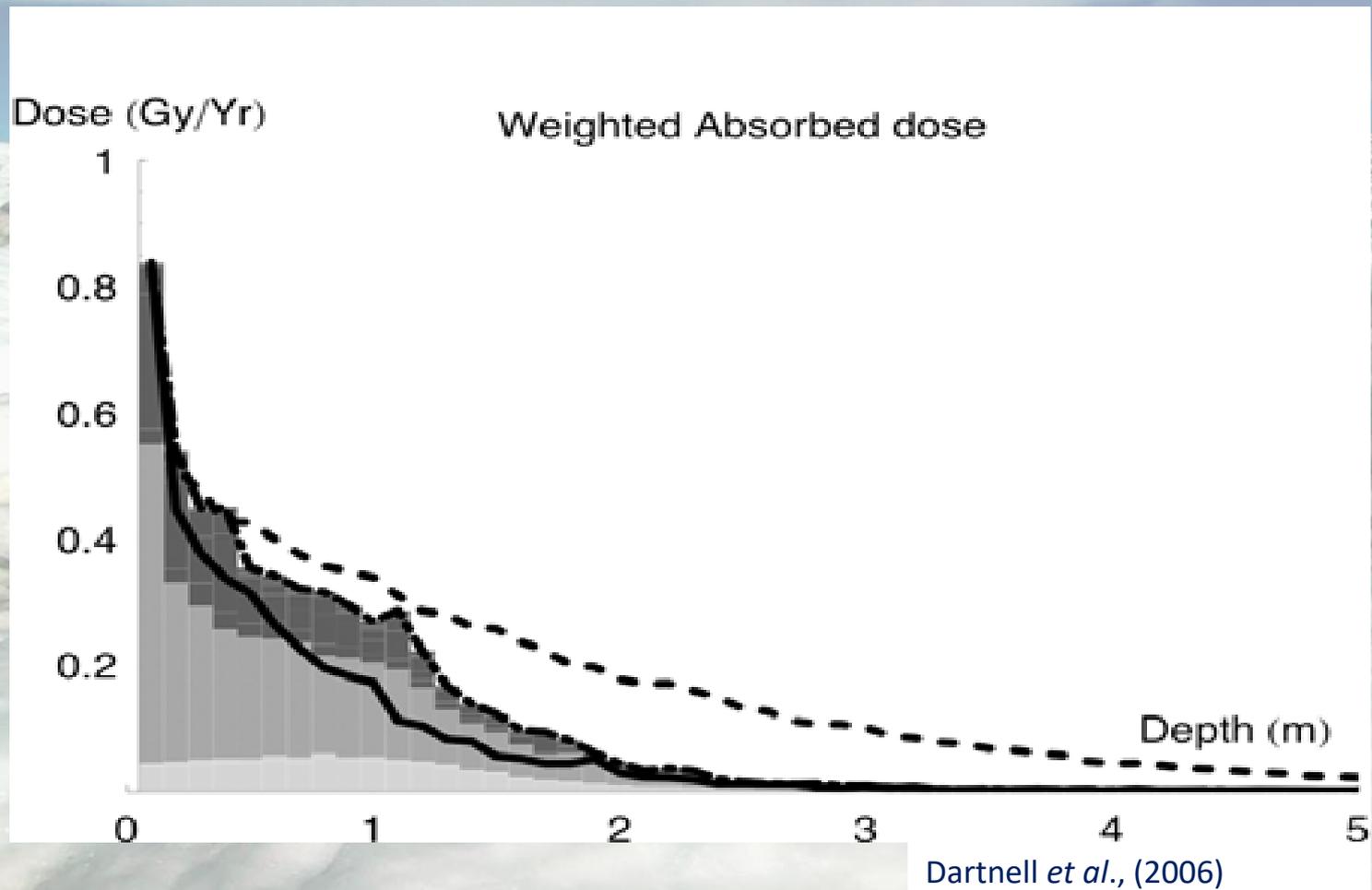
# Extrémofily

- JPL a Caltech
- Podobné životu na iných planétach



# Magisterský projekt na UCL

- UV žiarenie vs. gamma žiarenie



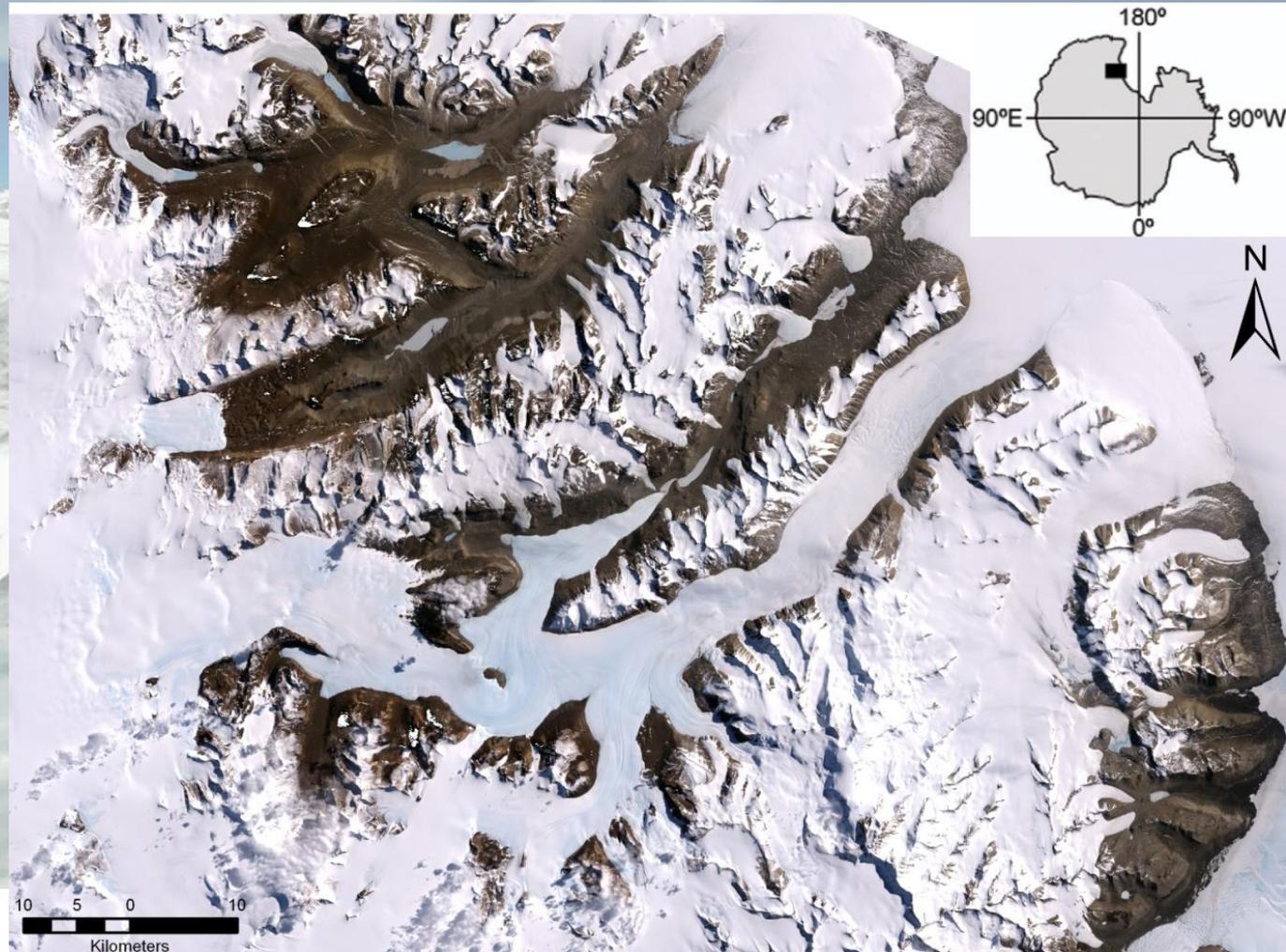
# Odolnosť voči vysušovaniu a žiareniu



- >10,000 krát odolnejšie než človek  
→ *Deinococcus radiodurans*  
→ Prečo?
- **Teória:** odolnosť voči žiareniu je dôsledok odolnosti voči vysušovaniu

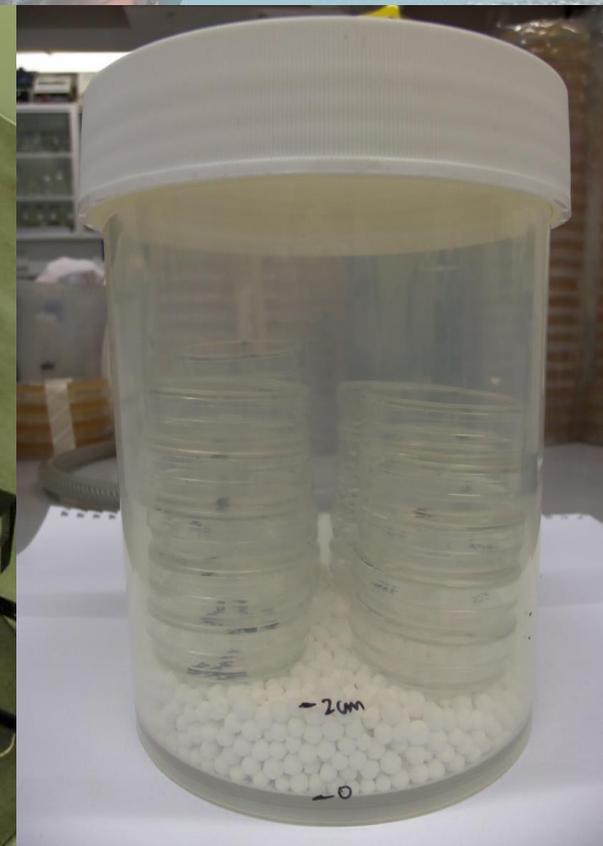
# Antarktické suché údolia

- **analóg Marsu:**
  - Silné žiarenie
  - Studené teploty
  - Strašné vysušovanie
  - Málo organických látok

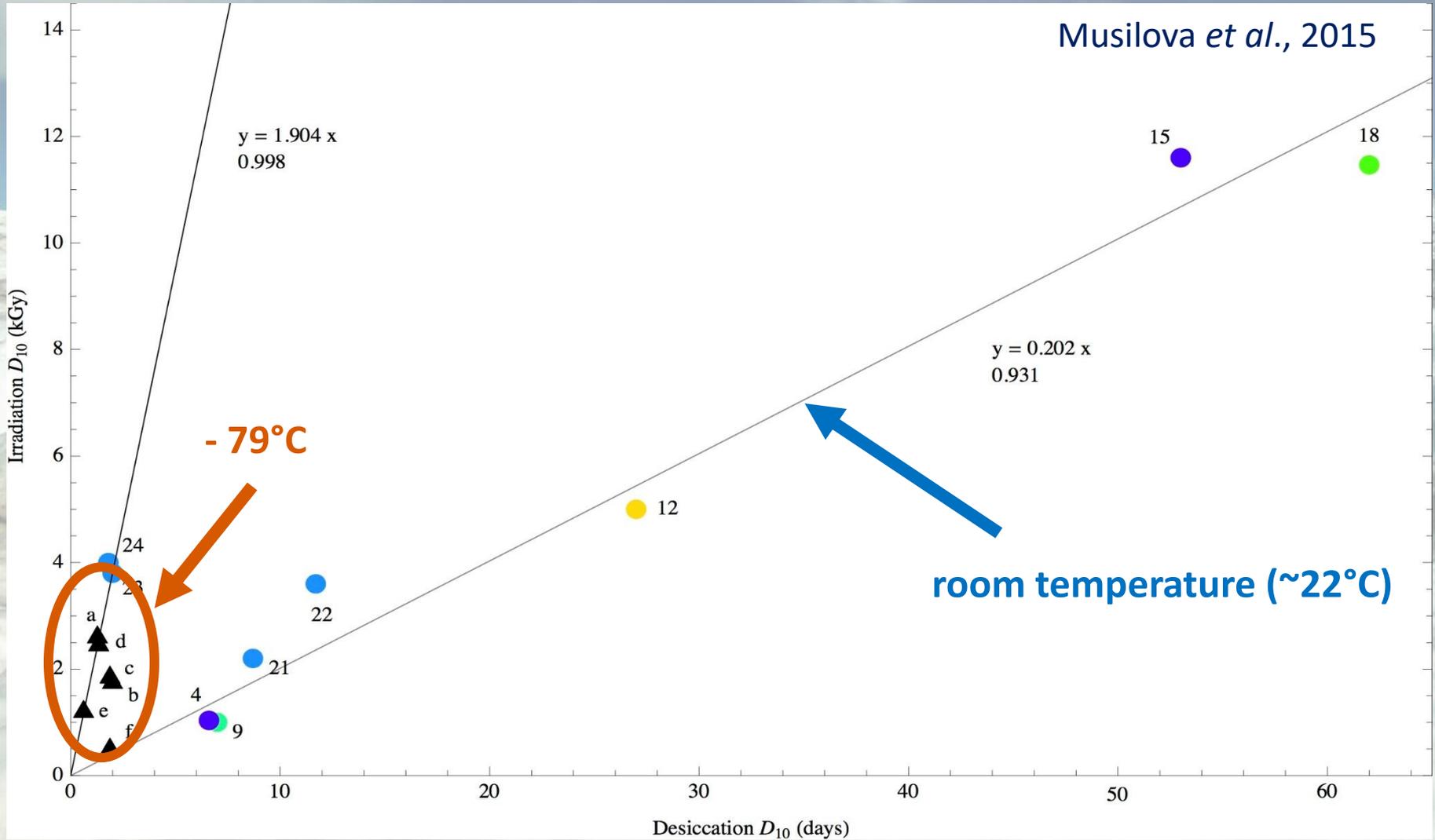


# Metódy

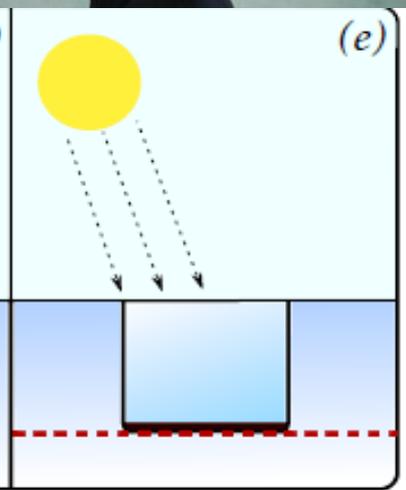
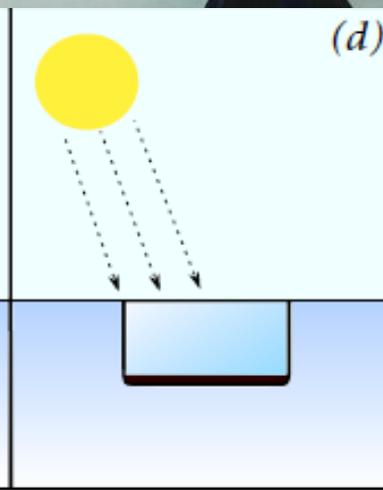
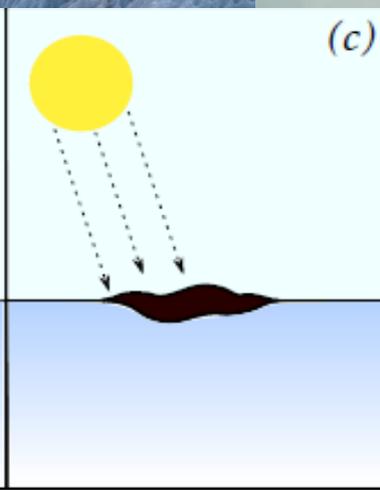
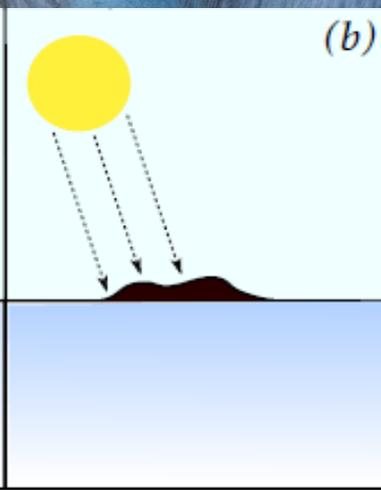
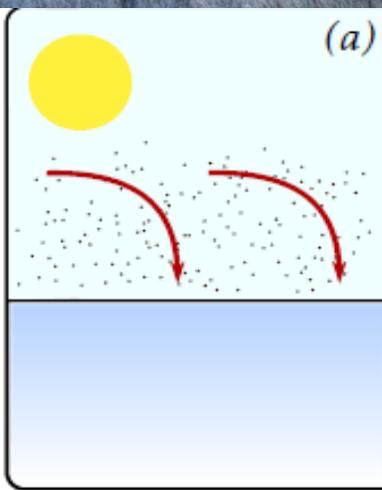
- **Gamma žiarenie:** kobaltový zdroj
- **Vysušovanie:**  $\text{CaCl}_2$



# Výsledky

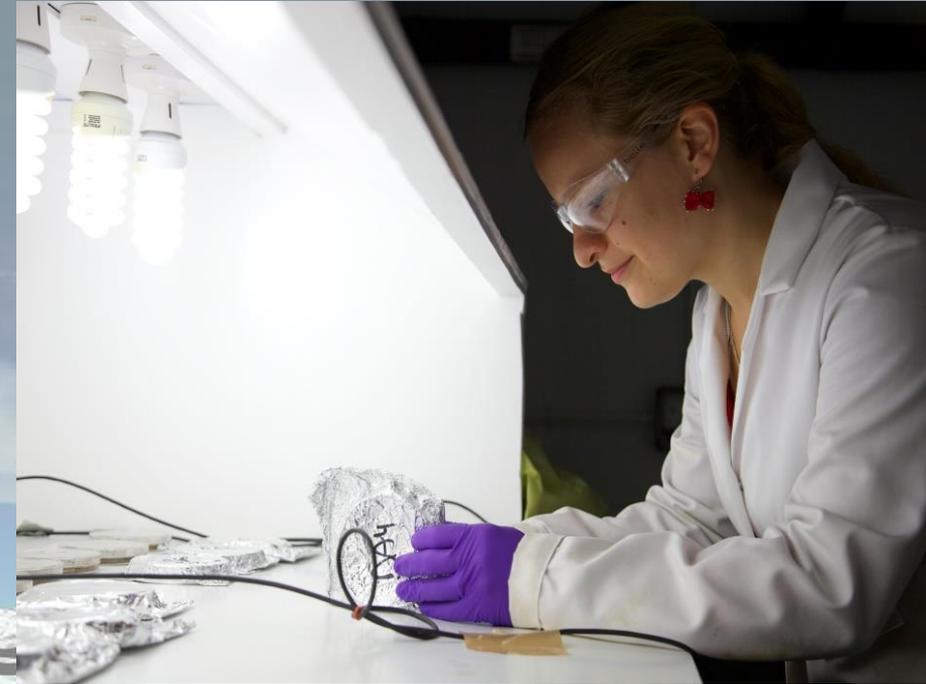


# Doktoradský výskum na University of Bristol



# Dôsledky

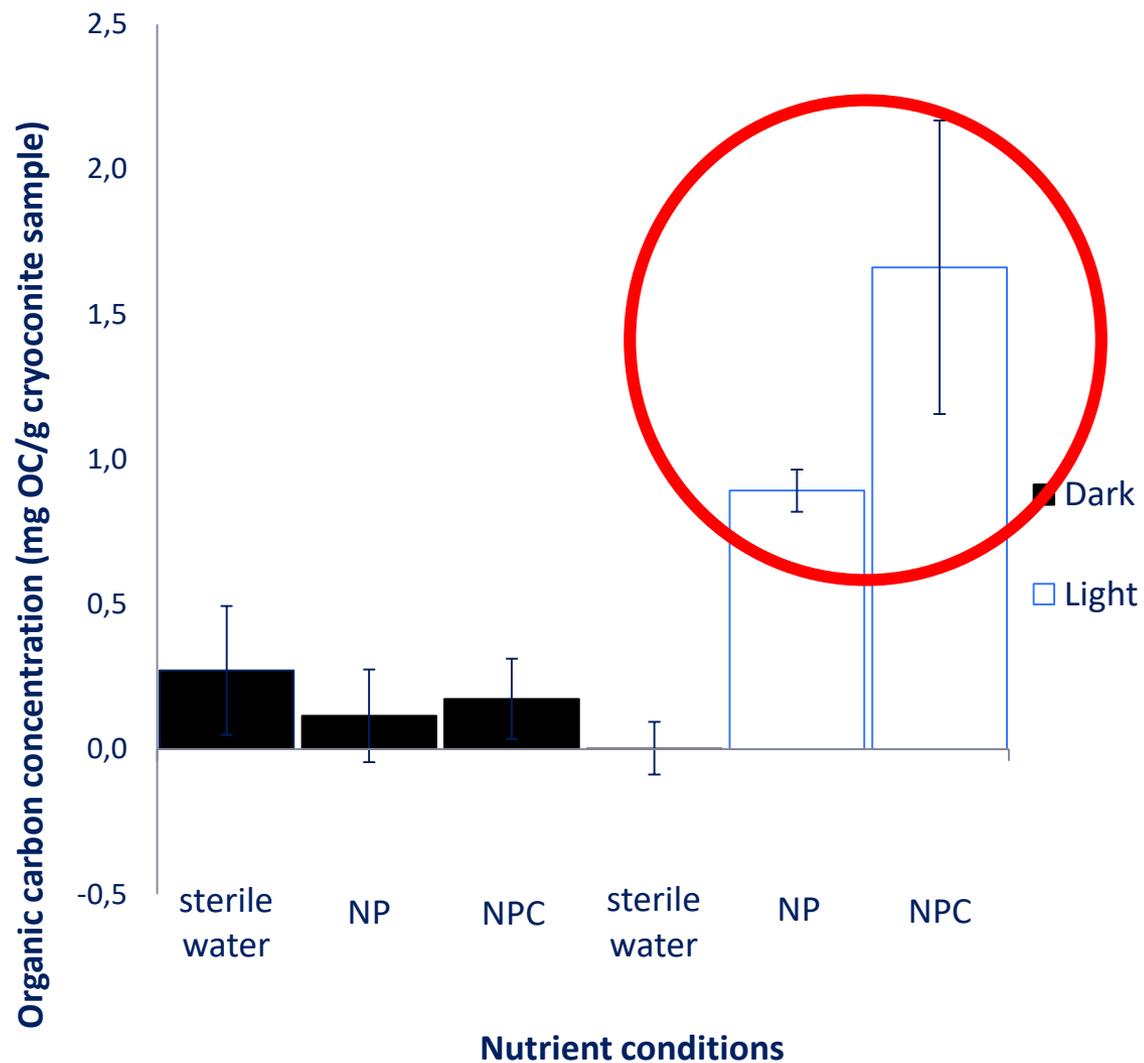
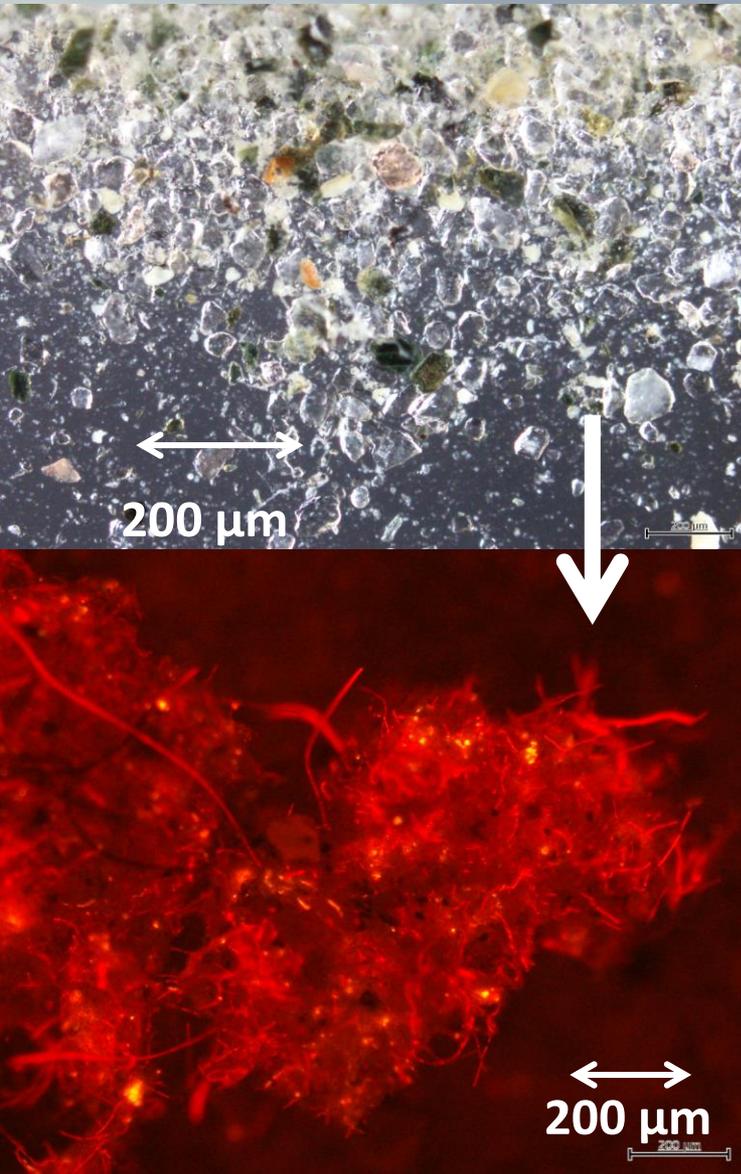
- Biochémia a mikrobiológia
- Globálne otepľovanie
- Teória „snehovej gule“
- Astrobiológia



# ‘Kryokonitový kastról’



# Zhromažďovanie organických látok



Musilova *et al.*, 2016

# Výskum povrchu ľadovcov



# Výskum pod ľadovcami

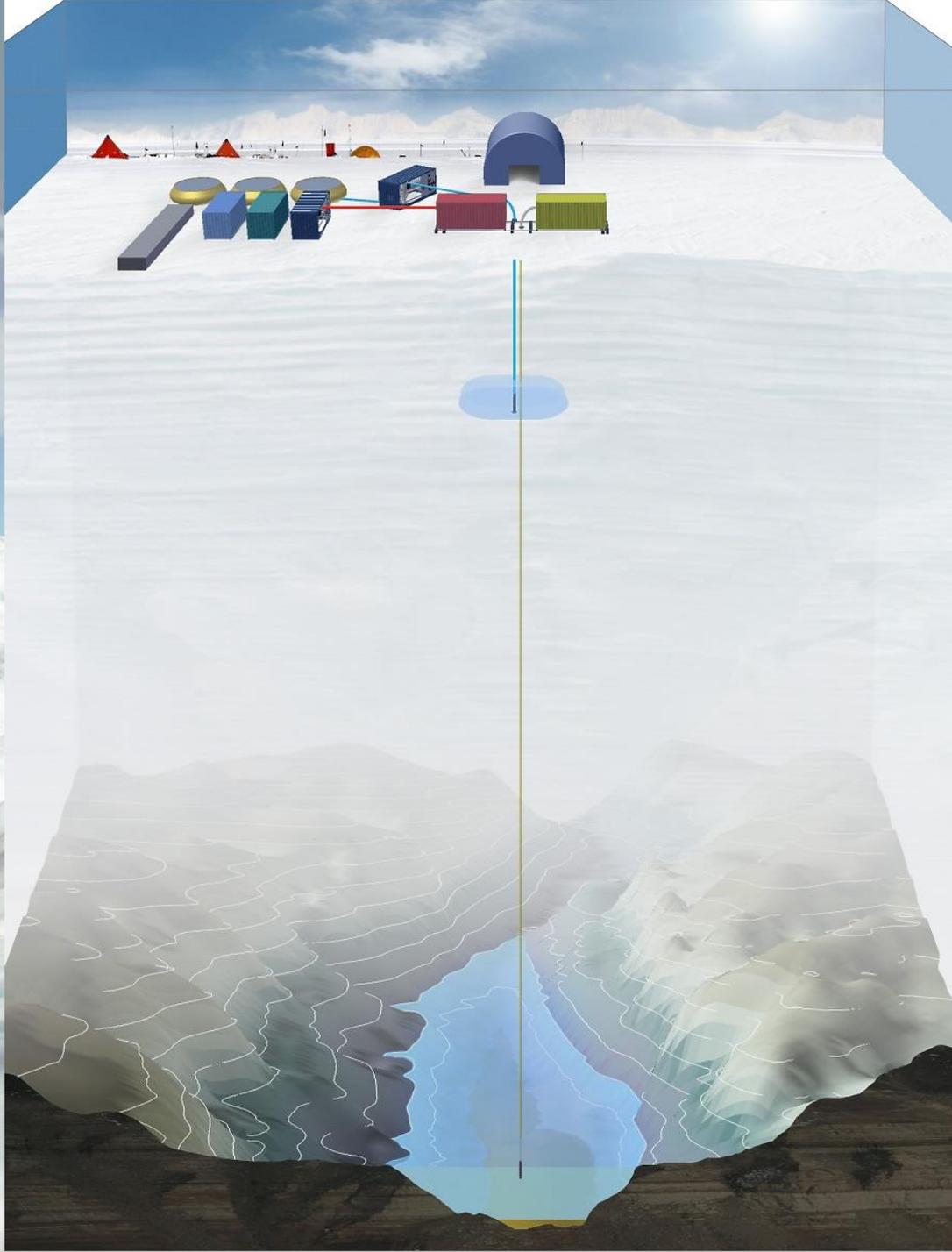


- **Nepriame metódy:**
  - rhodaminové farbivo
  - Plyny a chemikálie (SF6)
  - malé sensory and inštrumenty

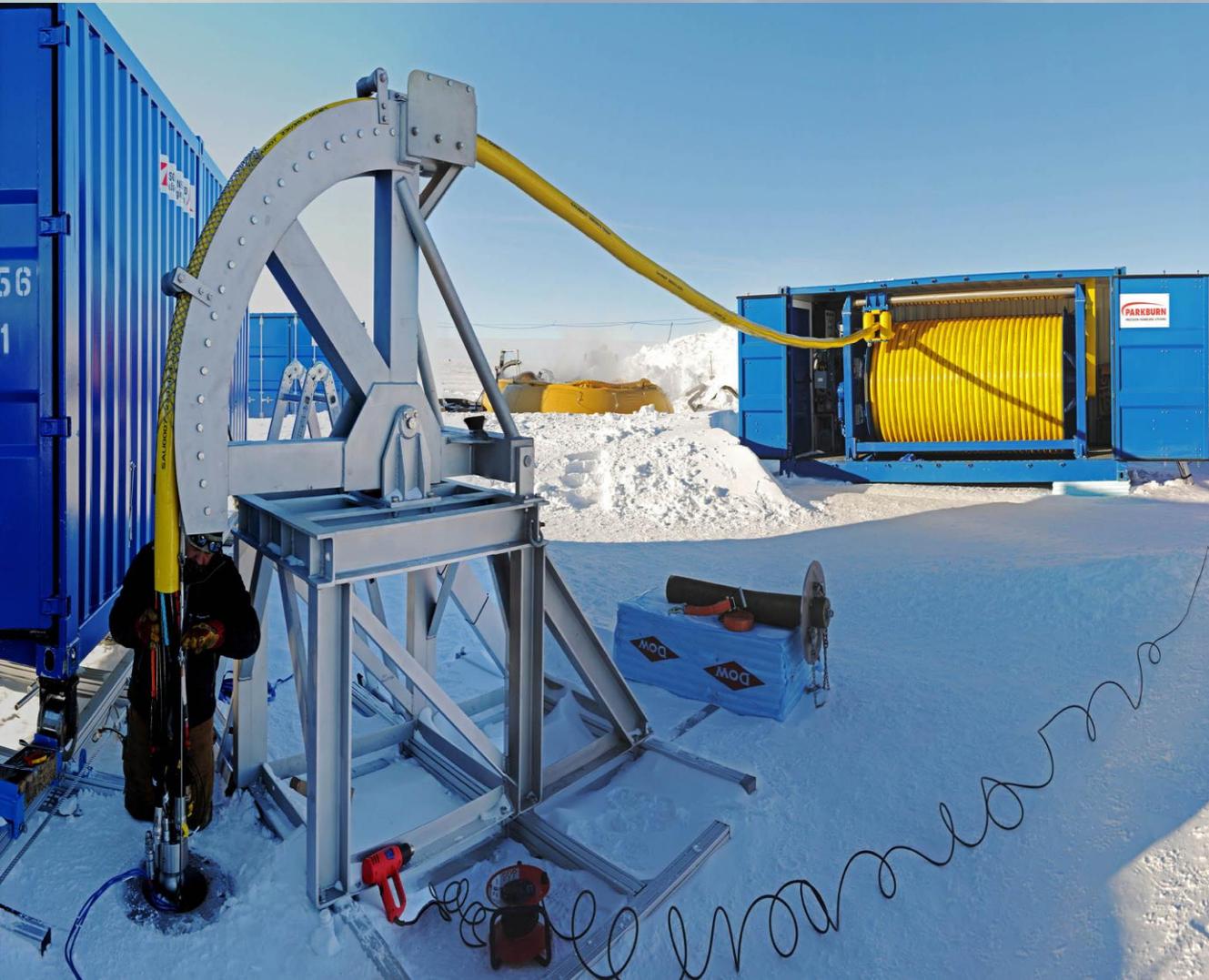


# Jazero Ellsworth Antarktída

- **Priama metóda:**
- Vrtat' ~3.4 km do ľadu
- Expedícia v 2012



# Vrť do Antarktického ľadovca



- Neúspech
- Ďalšie 2 misie: Jazero Whillans (USA) a Vostok (Rusko)

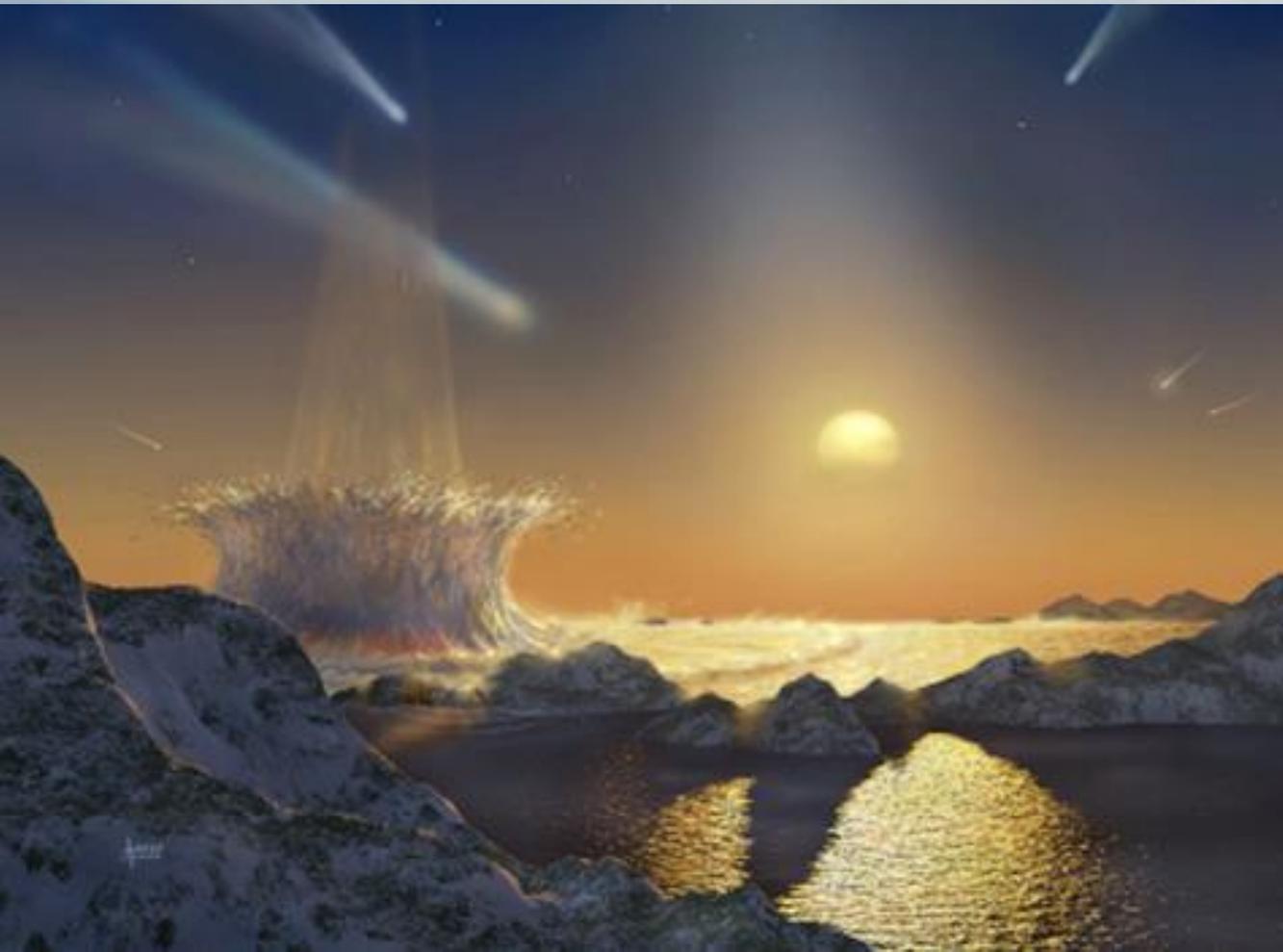
# Pôvod života

- **Snowball Earth:**
  - Epizódy (~2220-640 Ma)  
„snehovej gule“
  - Extrémofily zo studených prostredí



# Iné teórie

- Neskoré veľké bombardovanie (pred ~4.1 až 3.8 miliardami rokov)

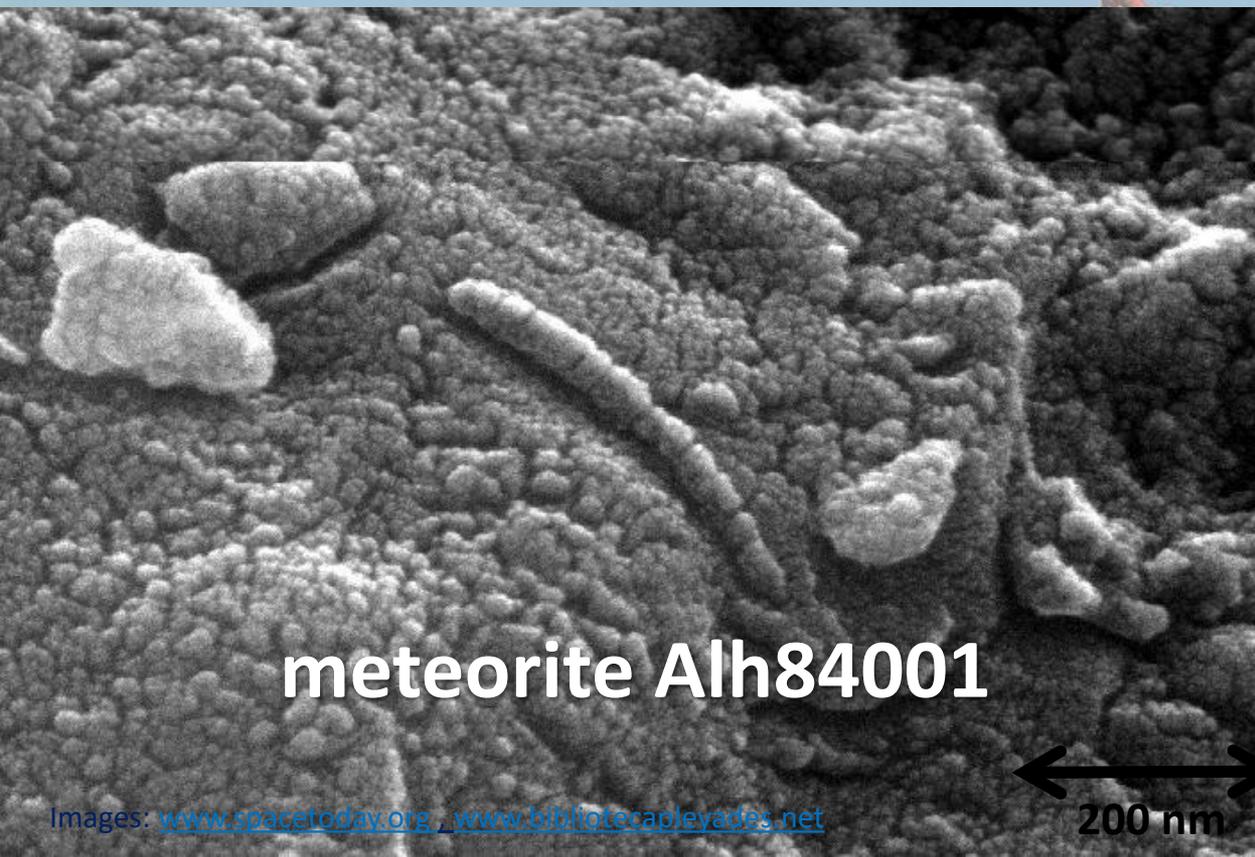


- Možné útočiská pre život:
  - hydrotermálne prieduchy
  - pod zemou
- „RNA world“



# Mimozemský pôvod?

- Panspermia
- Mars bol podobný Zemi pred ~3 miliardami rokov



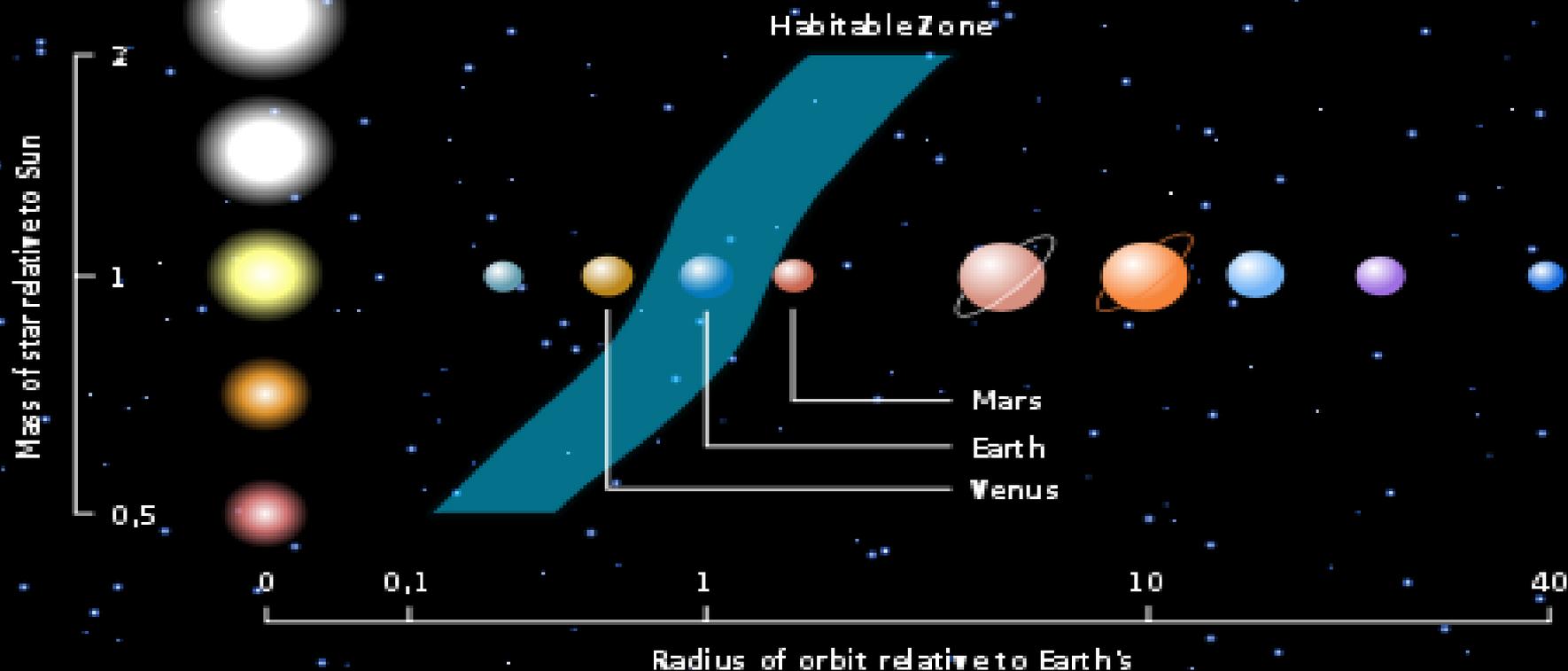
**meteorite Alh84001**

200 nm



# Hypotéza zriedkavej Zeme

- Extrémne nepravdepodobná kombinácia astrofyzických a geologických náhod
- napr. Zem je v zóne „zlatovlásky“, má mesiac a život prekonal veľa masových vyhynutí



# Inteligentný život?

- **Drakova rovnica:** vypočítať počet inteligentných foriem mimozemských civilizácií vo vesmíre

$$N = R_* \cdot f_p \cdot n_e \cdot f_\ell \cdot f_i \cdot f_c \cdot L$$

- $N$  = the number of civilizations in our galaxy
- $R_*$  = the average number of star formation per year in our galaxy
- $f_p$  = the fraction of those stars that have planets
- $n_e$  = the average number of planets that can potentially support life per star that has planets
- $f_\ell$  = the fraction of planets that could support life that actually develop life at some point
- $f_i$  = the fraction of planets with life that actually go on to develop intelligent life (civilizations)
- $f_c$  = the fraction of civilizations that develop a technology that releases detectable signs of their existence into space
- $L$  = the length of time for which such civilizations release detectable signals into space



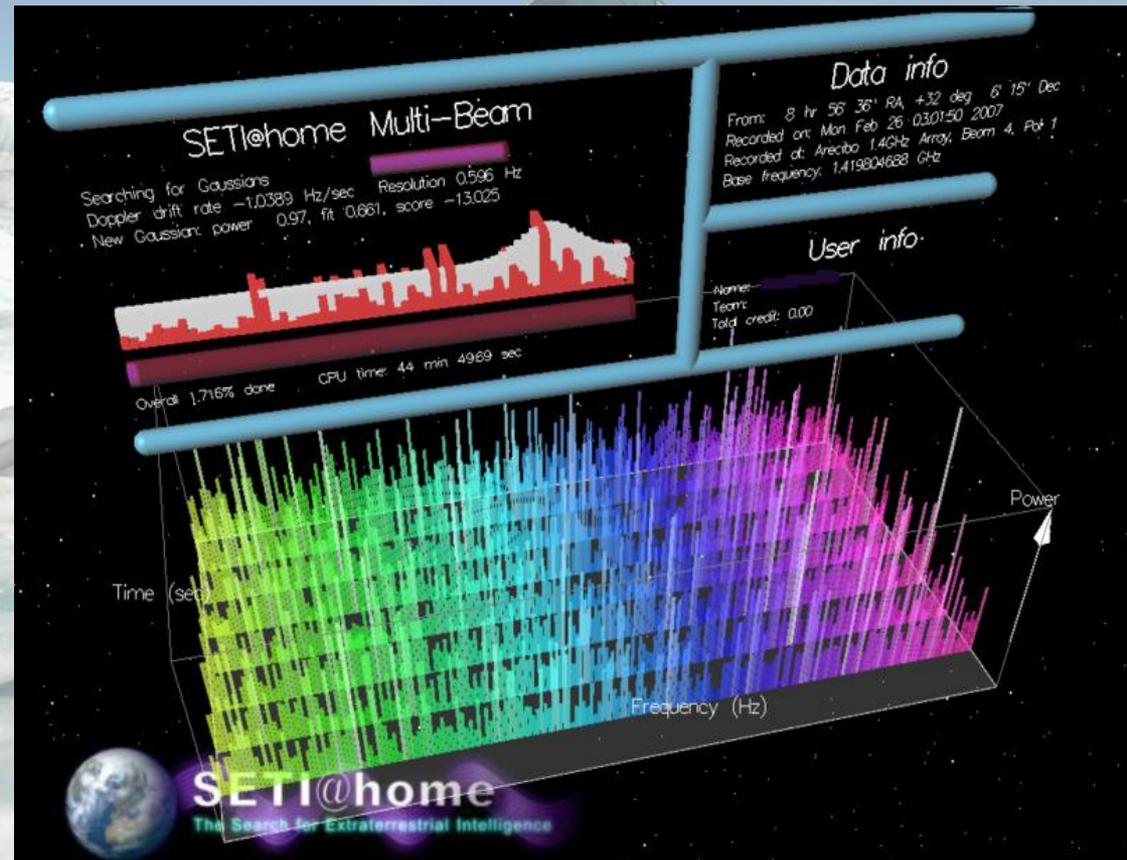
# Fermiho paradox

- rozpor medzi vysokou pravdepodobnosťou existencie mimozemských civilizácií a tým, že zatiaľ nie je akýkoľvek dôkaz o kontakte s nimi
- Možné vysvetlenia:
  - (1) mimozemské civilizácie sú zriedkavé
  - (2) jednoducho sme ich zatiaľ ešte nenašli
  - (3) nehľadáme ich správne
  - (4) nechcú nás kontaktovať

# SETI

## (Search for Extraterrestrial Intelligence)

- projekt hľadania mimozemských civilizácií
- financovaný zo súkromných zdrojov
- „odpočúvanie“ oblohy na širokom spektre rádiových vln a analýza týchto signálov



# Kritika SETI

- **Limitované vyhľadávanie**
- **Messaging to Extraterrestrial Intelligence (METI):**
  - Posielanie signálov pre mimozemšťanov



Pioneer 1 a 2, Voyager 1 a 2 (v 70. rokoch 20. storočia): zlaté plakety a platne

# Budúcnosť ľudstva?



# THE MARS SOCIETY

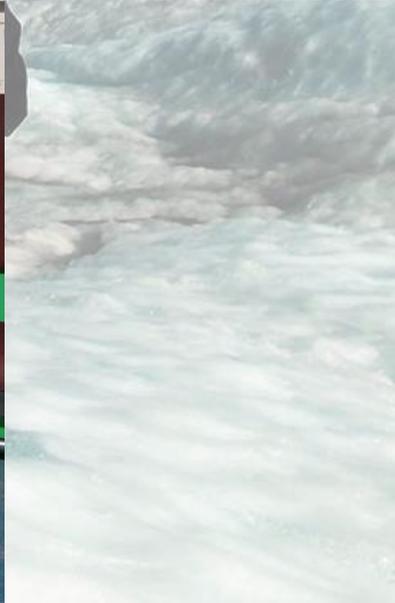


- Mars Analog Research Station Program

- Flashline Mars Arctic Research Station (FMARS)
- Mars Desert Research Station (MDRS)
- Spolupráca s NASA, ESA, atď

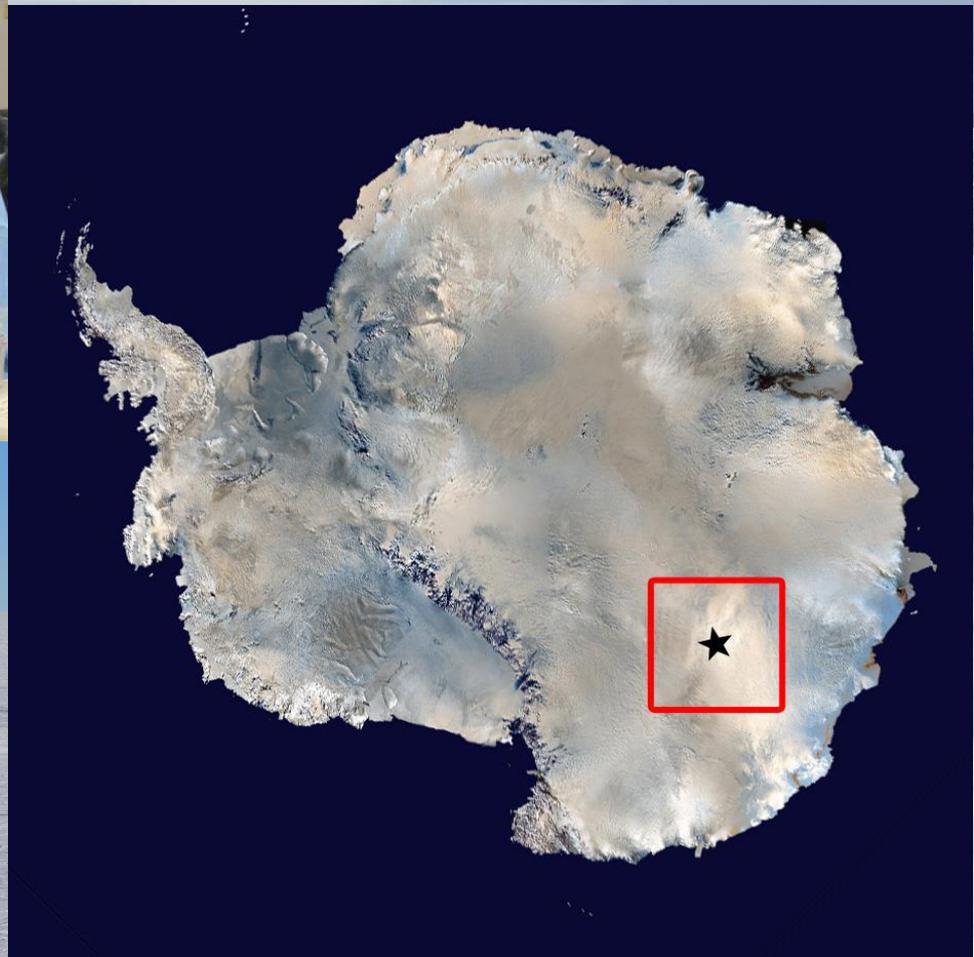


# „Marsonauti“





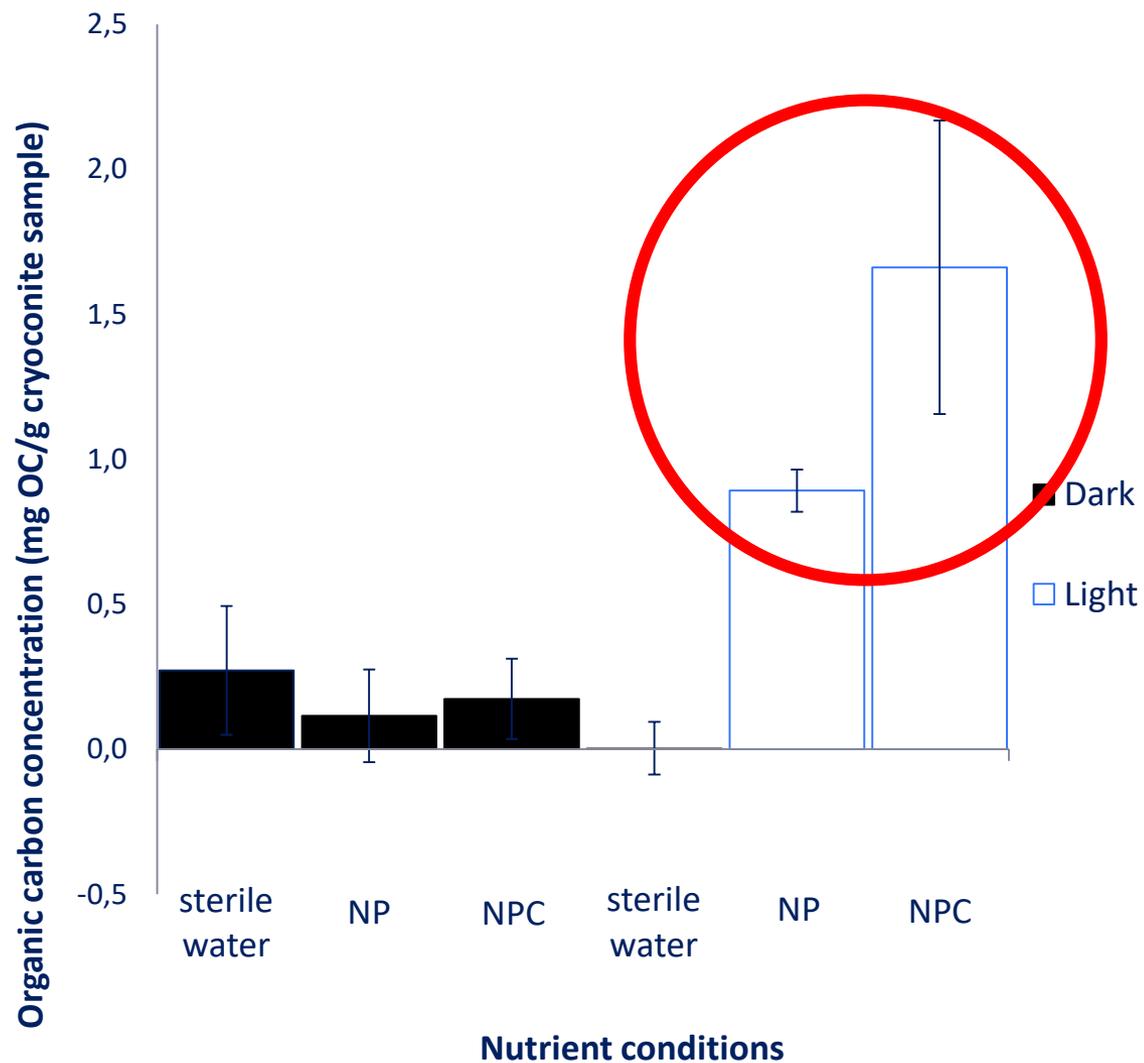
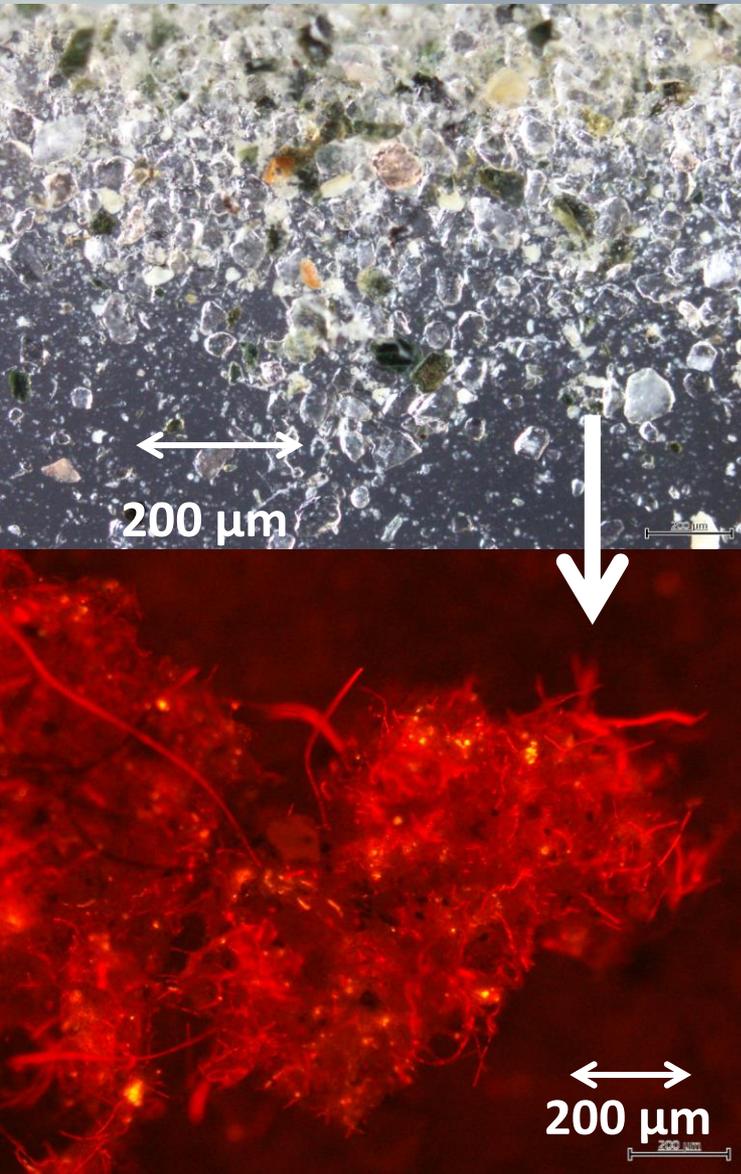
# Tele-chirurgie



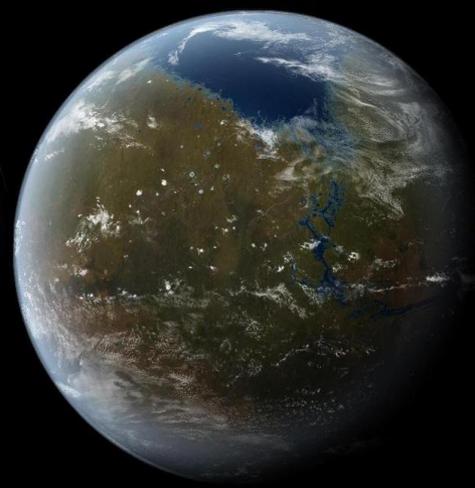
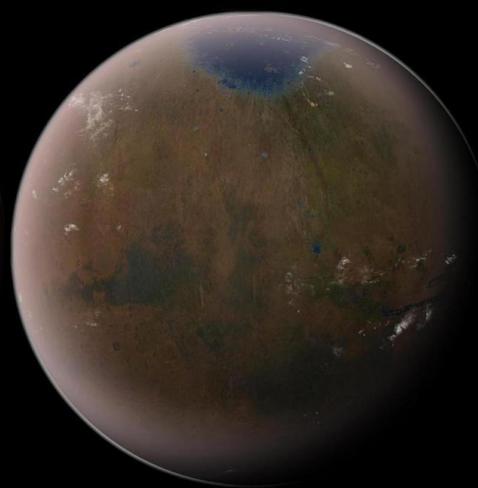
# Skupinové projekty



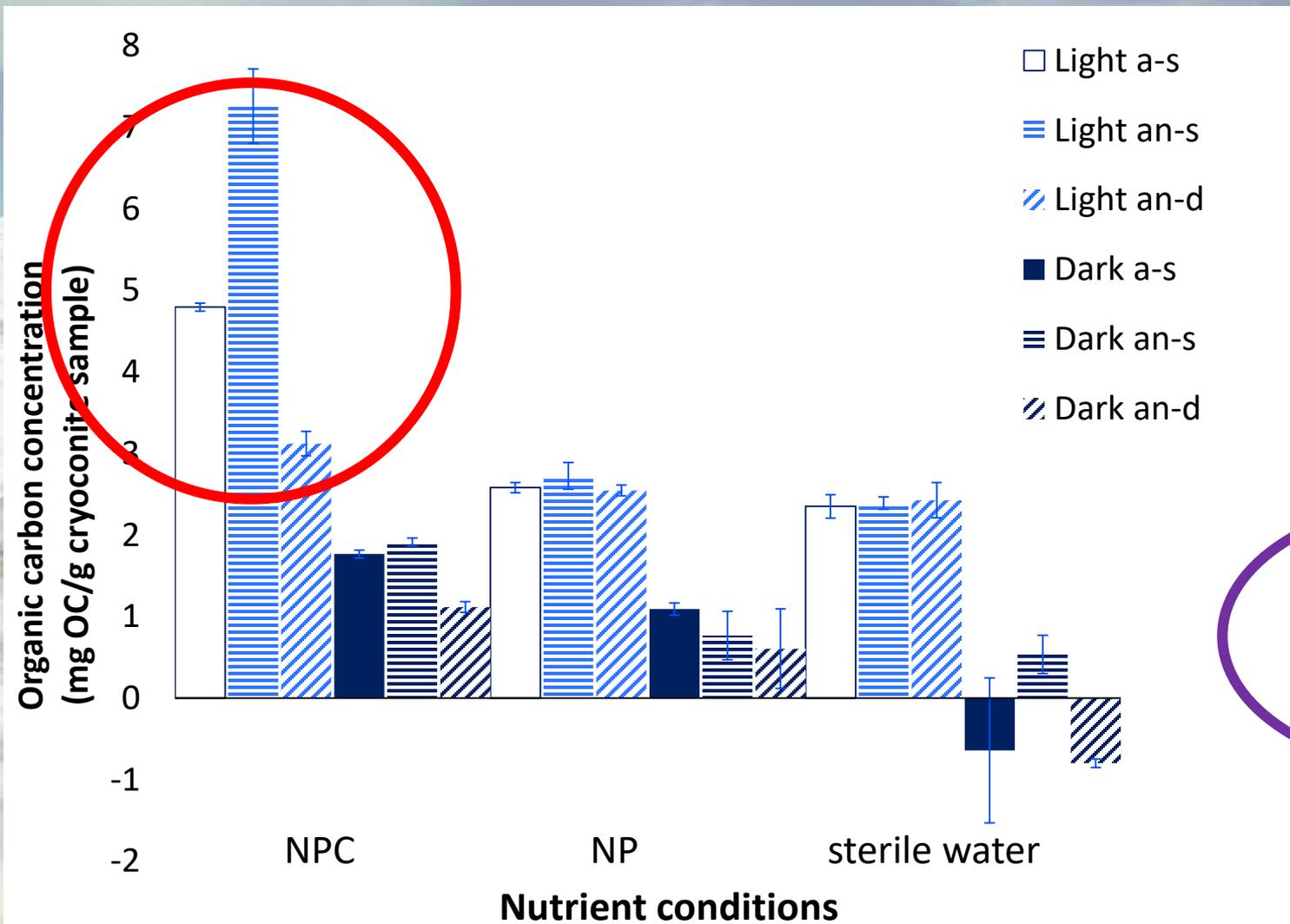
# Zhromažďovanie organických látok



# “terraformovanie” Marsu



# Bohatá výroba a recyklovanie organických látok



uvolňovanie metánu

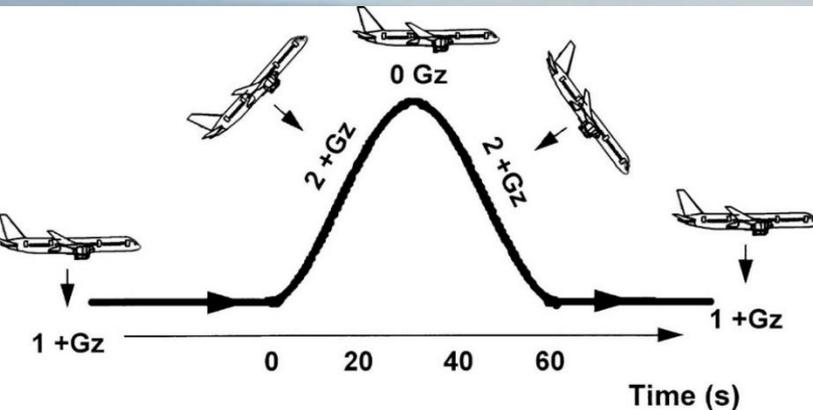
# Ďaleko v budúcnosti...

- teraformovanie Marsu:
  - 100 – 10000 rokov
  - paradox s ochranou planét
- Mnoho technických a zdravotných problémov, ktoré treba ešte doriešiť



# Nové odbory astrobiológie

- Parabolické lety
- Biologické experimenty vo vesmíre (ISS, cubesats, atď.)



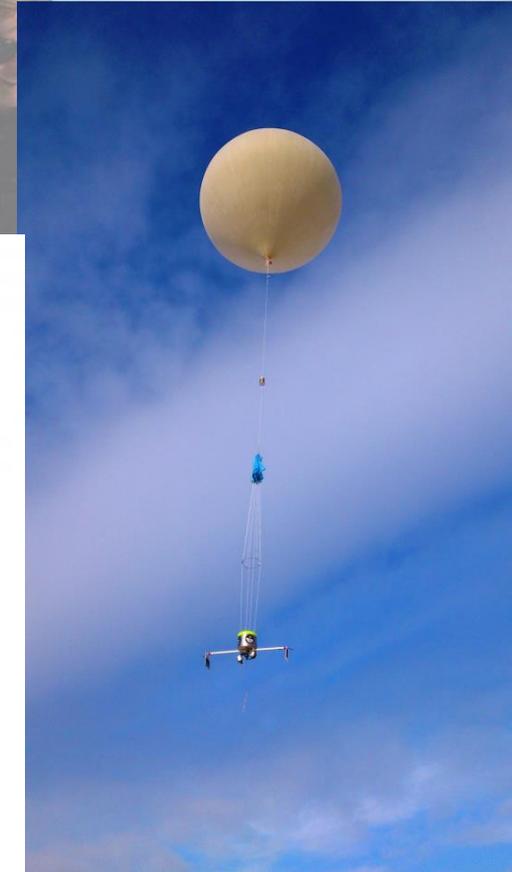
# Nové odbory astrobiológie – na Slovensku

- Stratosferické lety
- Sub-orbitálne rakety



## Suborbitálna raketa ARDEA 2B

|                     |        |
|---------------------|--------|
| Vzletová hmotnosť:  | 20 kg  |
| Max. výška letu:    | 40 km  |
| Ťah motora:         | 4 kN   |
| Užitočné zaťaženie: | 0,5 kg |



# Nové odbory astrobiológie – na Slovensku



# Zhrnutie:

Astrobiológia je na dobrej ceste k zodpovedaniu troch základných otázok:

- 1) Odkiaľ pochádzame?
- 2) Aká je naša budúcnosť mimo Zeme?
- 3) Sme sami vo vesmíre?



**Ďakujem Vám za Vašu pozornosť!**

