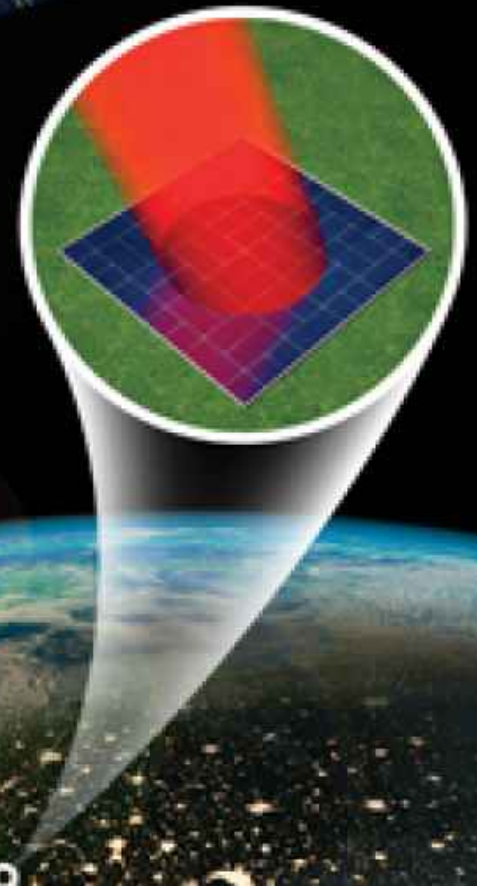
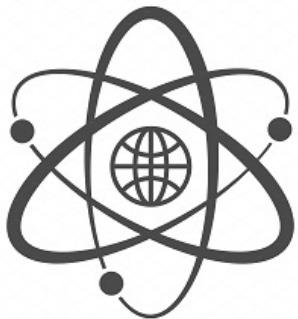


# Ekonomická dimenze kosmického prostoru

**MVZ236**  
**Adam Strauch**  
**21. 11. 2016**

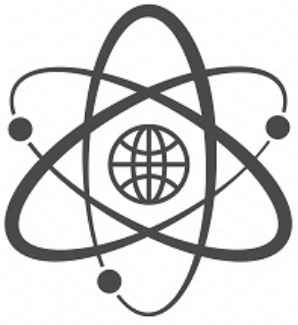




## Průběžný test 6

---

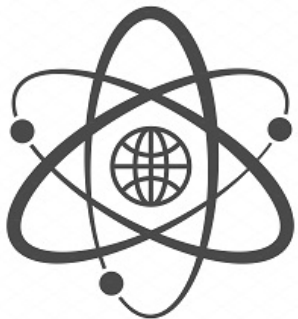
- **1. Které státy alespoň otestovaly dedikovaný ASAT systém?**
- **2. Co je to MIRACL, kdo a kdy jej vyvíjel?**



# Agenda

---

- Kosmický sektor ekonomiky
- Orbitální solární energie
- Nerostné suroviny
  - Helium-3
  - Vzácné kovy



# Kosmický sektor ekonomiky

Definice

---

- ***"Souhrn státních a soukromých aktérů, kteří se účastní na rozvoji a poskytování služeb závislých na využívání kosmického prostoru."***
  - Výzkum a vývoj kosmických technologií
  - Konstrukce satelitních systémů a nosičů
  - Služby vynášení nákladů na oběžnou dráhu
  - Výroba satelitních telefonů, navigačních přístrojů
  - Telekomunikační služby, služby dálkového průzkumu

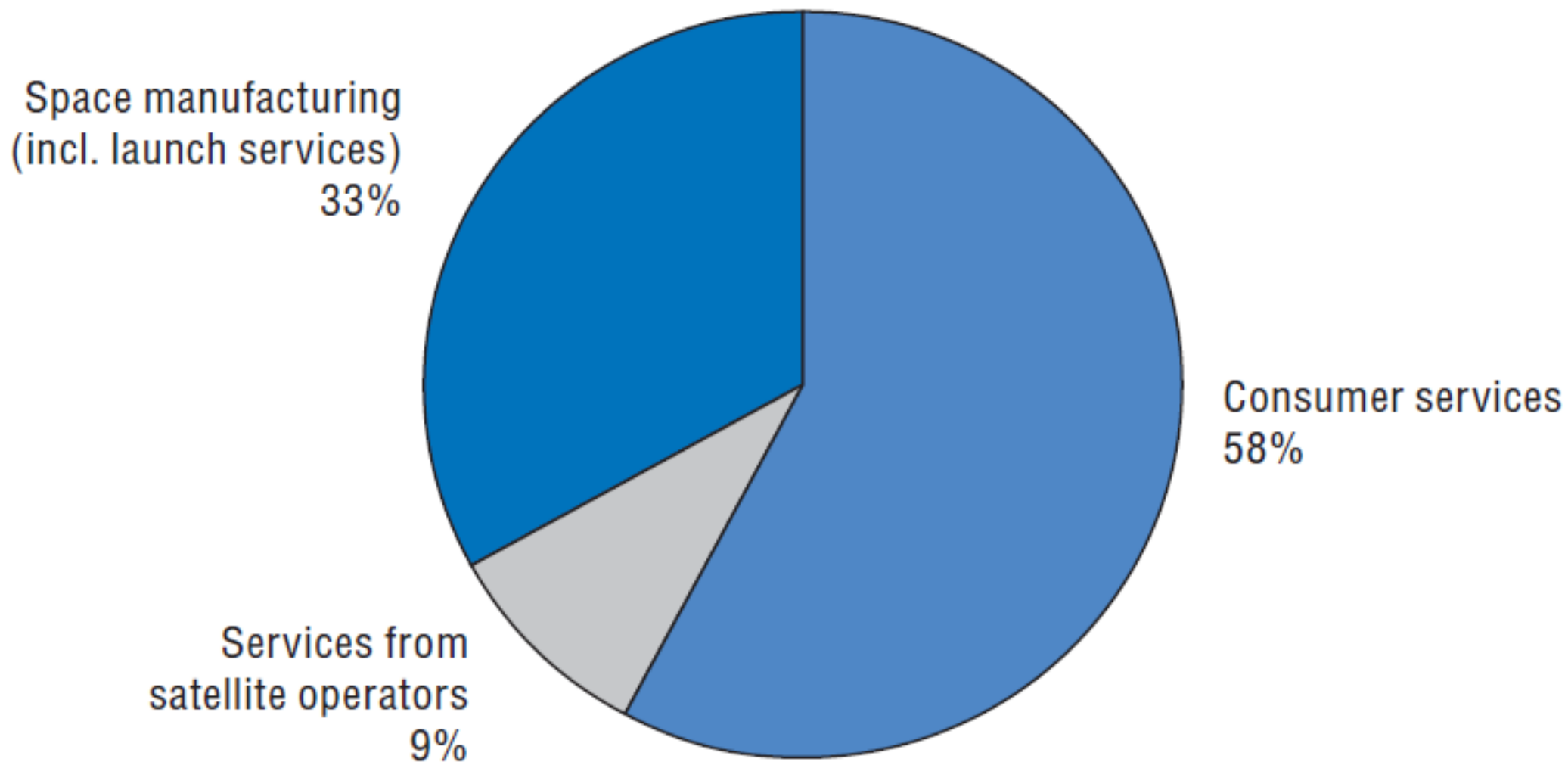


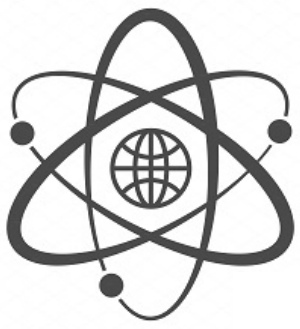
# Kosmický sektor ekonomiky

Výnos

## Figure 1.1. Main segments of the space economy

Revenues from commercial actors, USD 256.2 billion globally in 2013

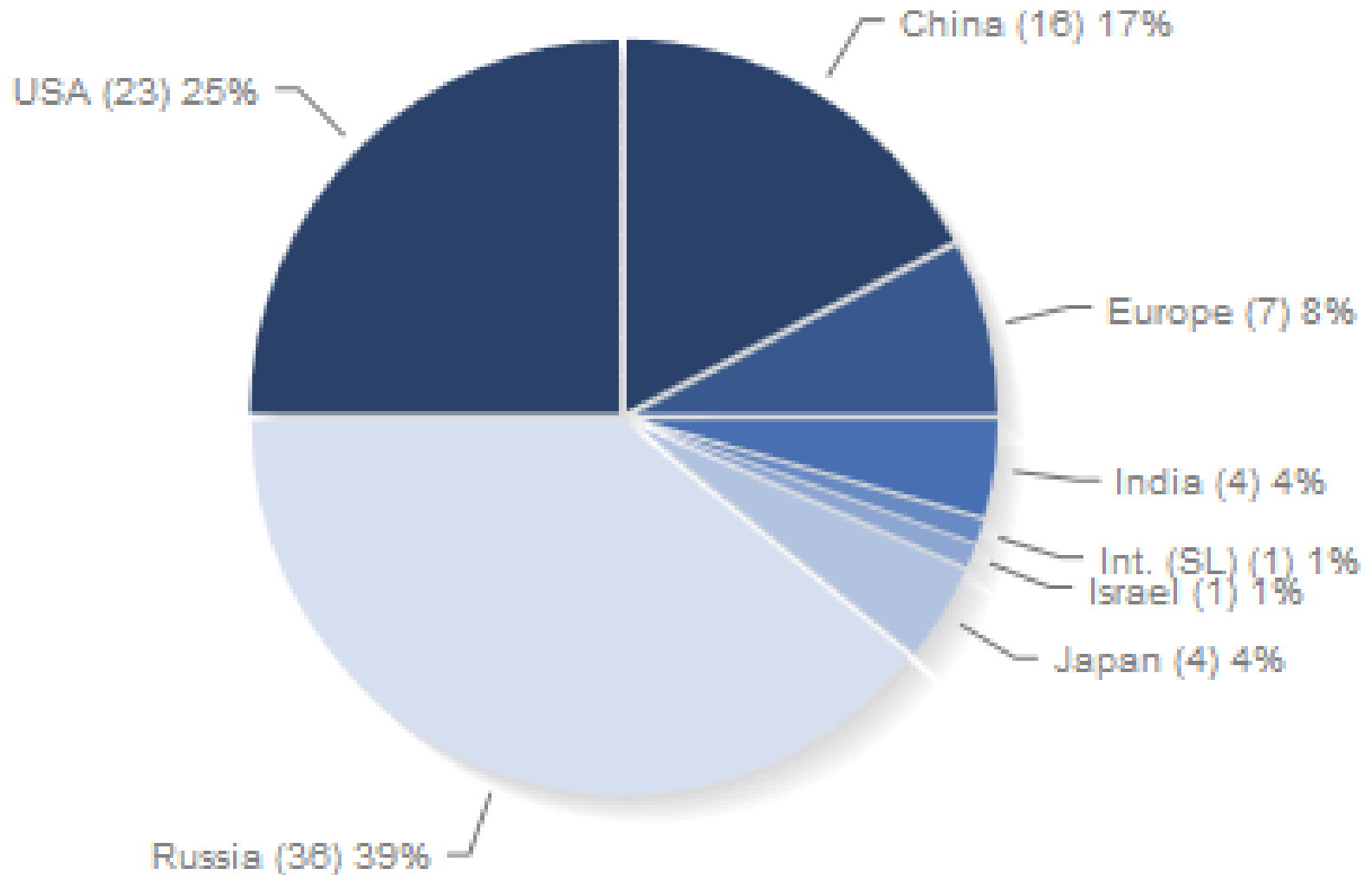


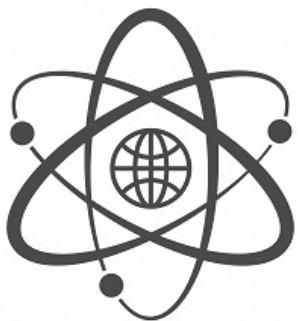


# Kosmický sektor ekonomiky

Realizovaná přeprava na oběžnou dráhu - 2014

Orbital launches by country:

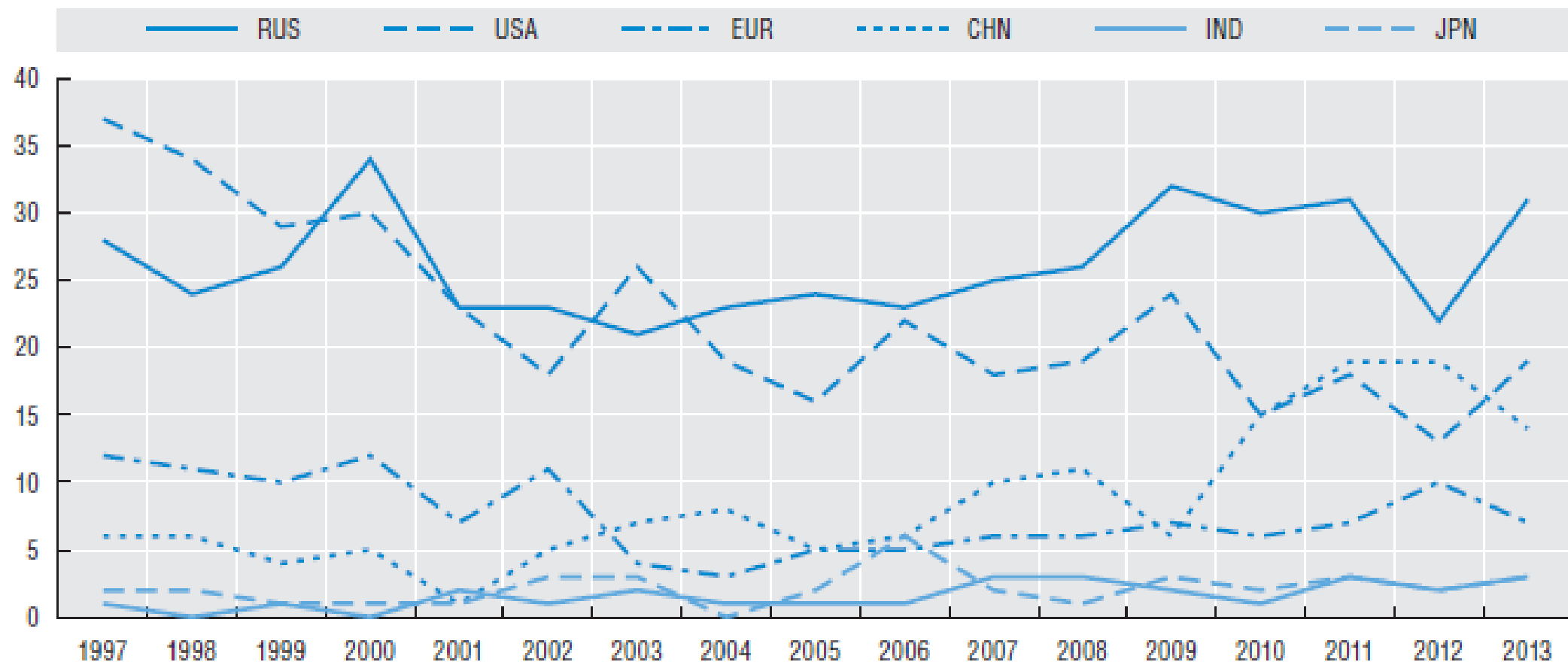


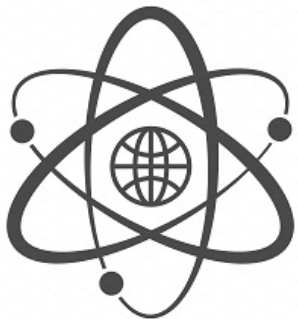


# Kosmický sektor ekonomiky

## Vývoj realizované přepravy na oběžnou dráhu

7.1. Number of successful space launches for selected actors, 1997-2013





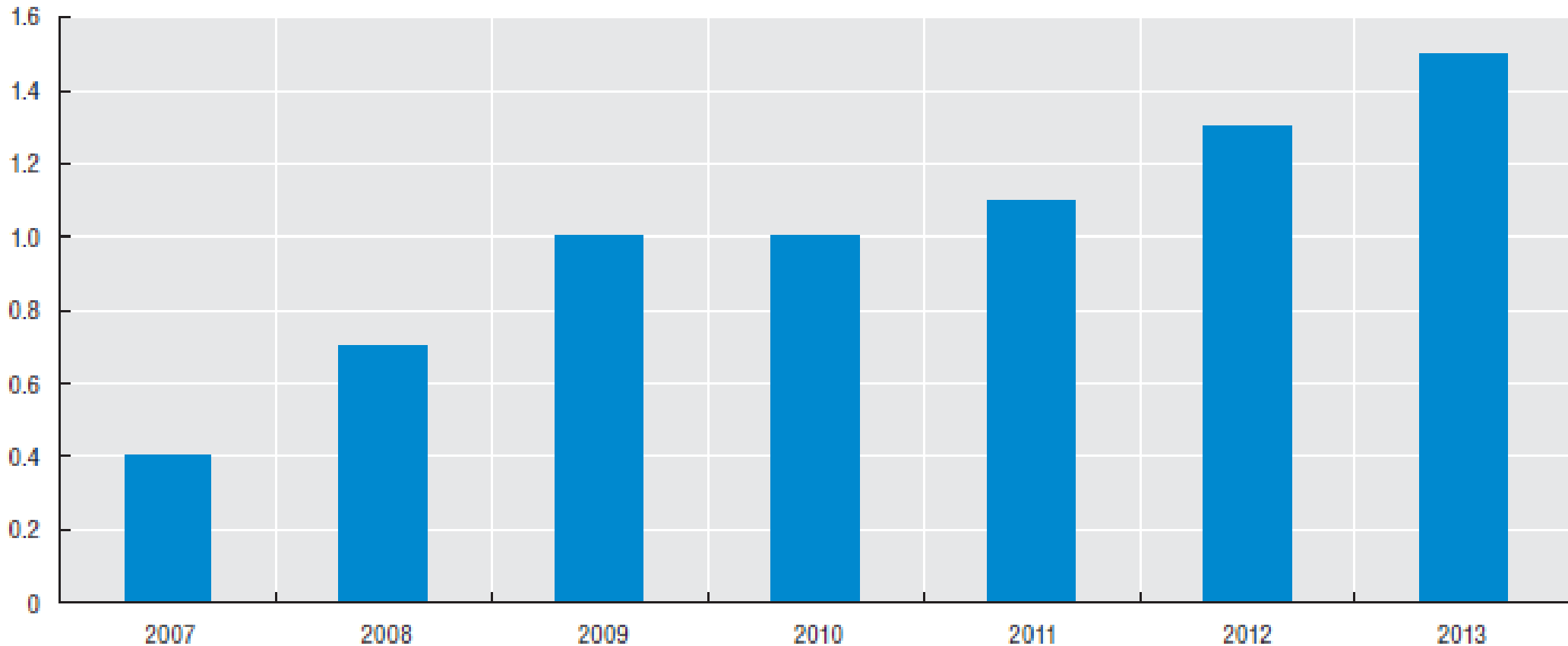
# Kosmický sektor ekonomiky

## Výnosy z dálkového průzkumu Země

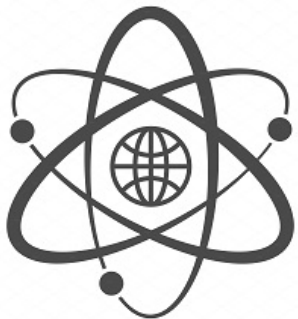
---

### 9.2. Estimates of commercial remote sensing revenues

USD billion





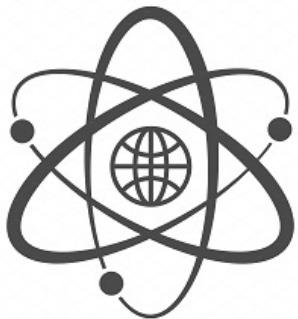


# Kosmický sektor ekonomiky

## Charakteristiky

---

- Dominance států, soukromí aktéři omezeně (zejména satelitní služby)
  - Státní regulace ← vojenský význam, dvojí užití
  - Obrovské vstupní náklady
  - Dlouhodobý charakter projektů
  - Převažuje jednorázová technika
  - **Finančně velmi nákladná přeprava na oběžnou dráhu**

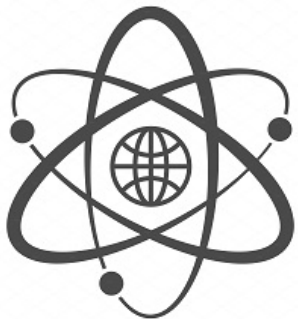


# Kosmický sektor ekonomiky

## Cena přepravy na oběžnou dráhu

---

- LEO přibližně 10-20 tisíc USD/kg
- Příliš pomalé snižování
- Stimulace komerčního sektoru reálná < 1000 USD/kg
- Technologie chemických raket esenciálně stejná od 50. let
- Alternativní technologie stále v embryonální formě, nebo v současnosti zcela nereálné
  - Kosmický výtah
  - Pohon na základě paprskové energie
  - Elektromagnetické urychlovače
  - Jaderný pohon
- Paradox chybějící poptávky

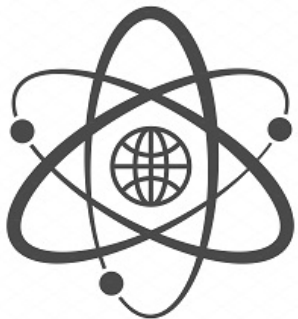


# Kosmický sektor ekonomiky

## Význam z hlediska státní moci

---

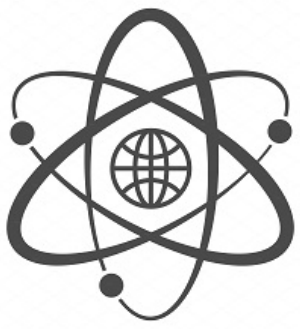
- Sektor s vysokou přidanou hodnotou, značný (ale nikoliv zcela kritický) makroekonomický význam
- Participující firmy / instituce nositeli cenného know-how (vysoké vstupní investice, čas, tacitní znalosti)
- Vysoká míra technologií dvojího užití
- Užívání komerčních prostředků ozbrojenými silami
- Značná závislost zejména u rozvinutých států
- Efektivní prostředky pro řešení problémů rozvojových států
- Vysoký potenciál pro technologické „spin-offs“
- Mezinárodní i domácí prestiž státu



# Orbitální solární energie

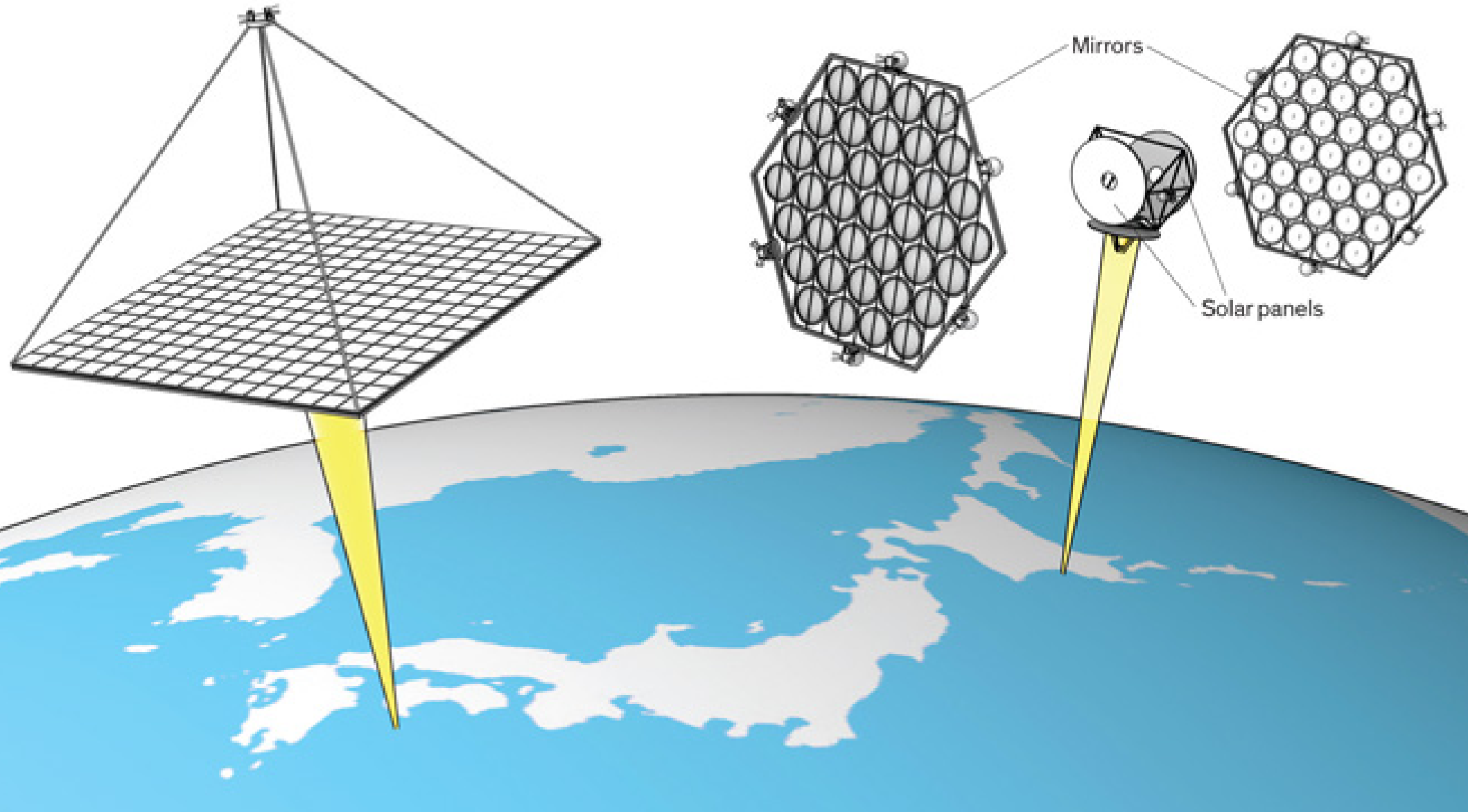
---

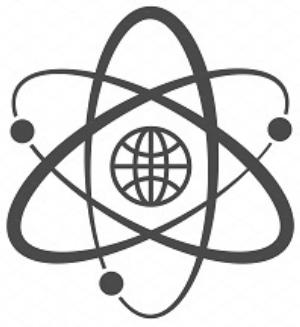
- „Space-Based Solar Power“ (SBSP)
- Koncept výroby elektrické energie zachycením solární energie na orbitě a jejím bezdrátovým přenosem (mikrovlny, laser) na povrch
- Alternativní variantou je umístění komponentů na Měsíci
- V minulosti studie v USA, nedávno zájem EADS Astrium, JAXA
- Teoretická výhoda → technicky výrazně efektivnější zachycování solární energie
- Teoretické nevýhody → extrémně nákladné (cena za přepravu, cena a náročnost údržby techniky vystavené kosmickému prostředí)



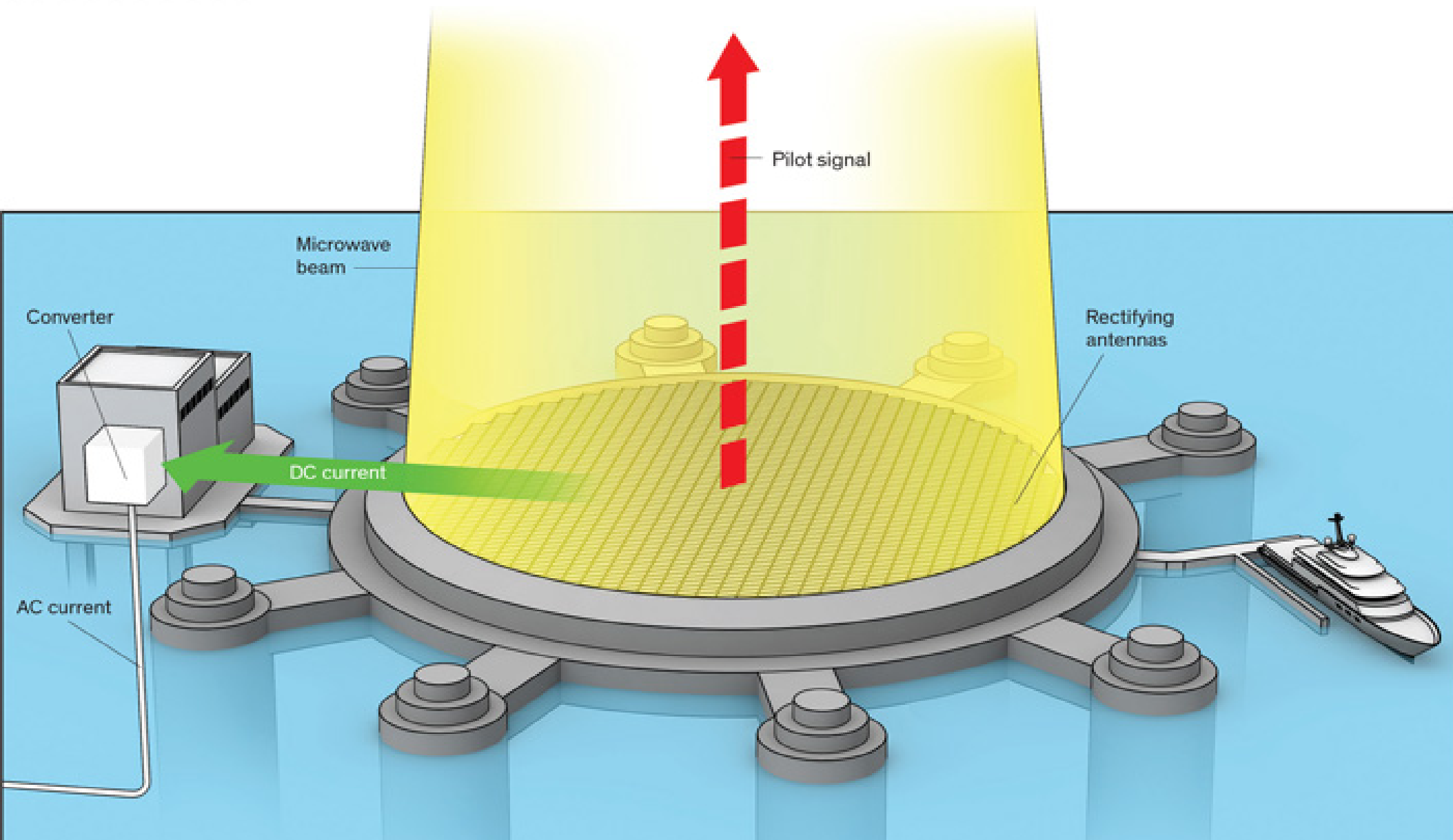
# Orbitální solární energie

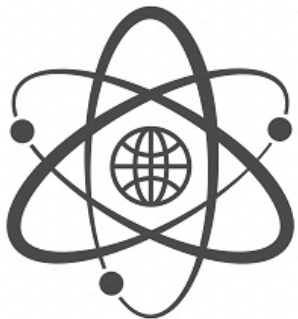
---





# Orbitální solární energie



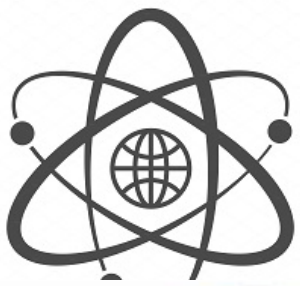


# Nerostné suroviny

Helium-3

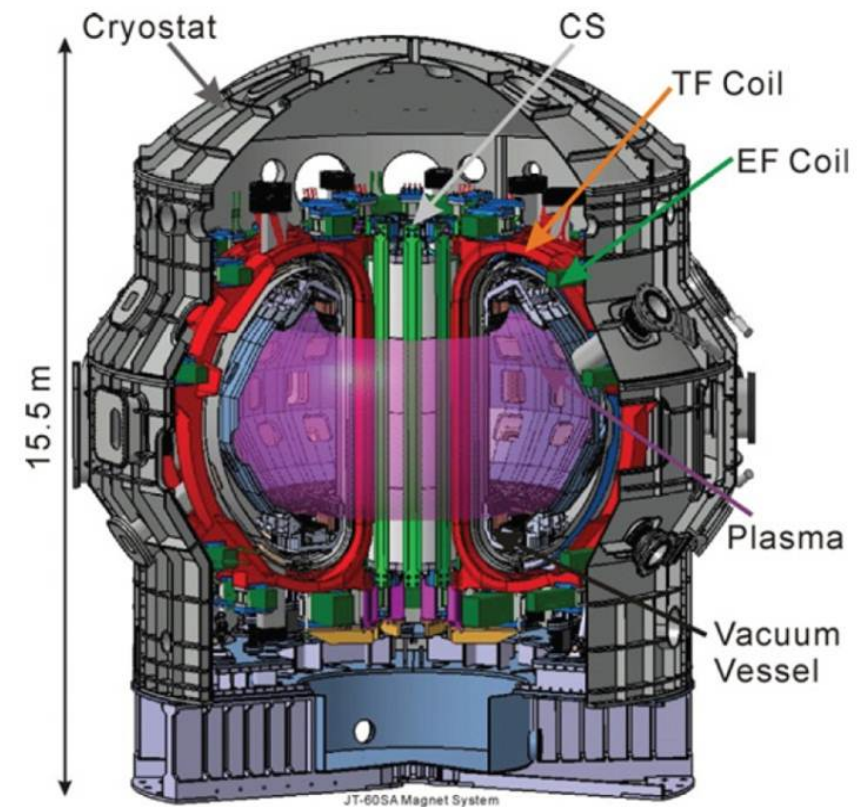
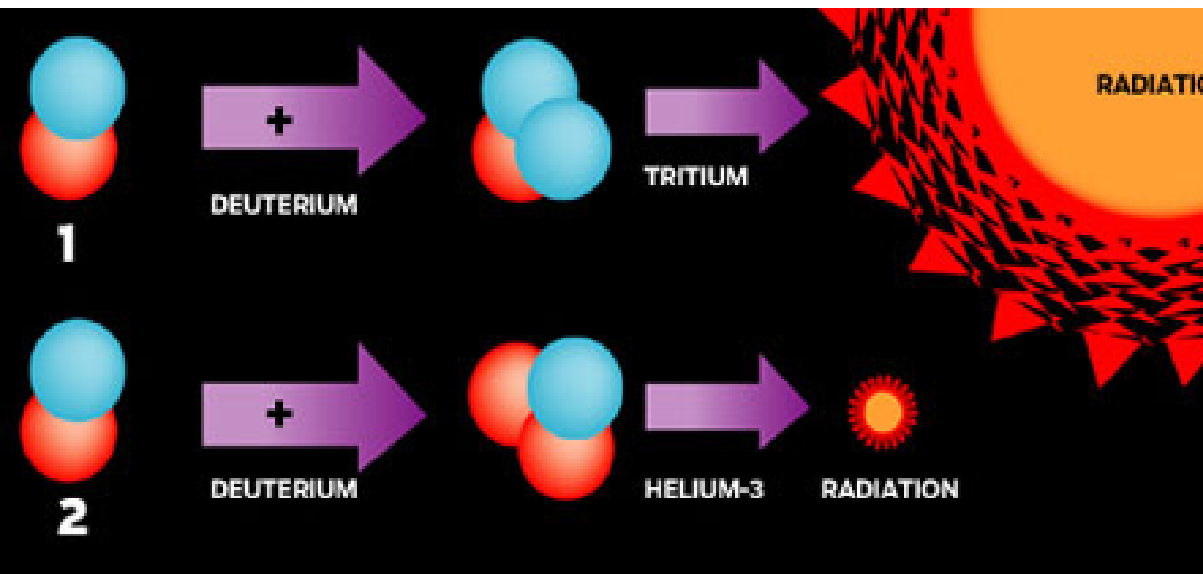
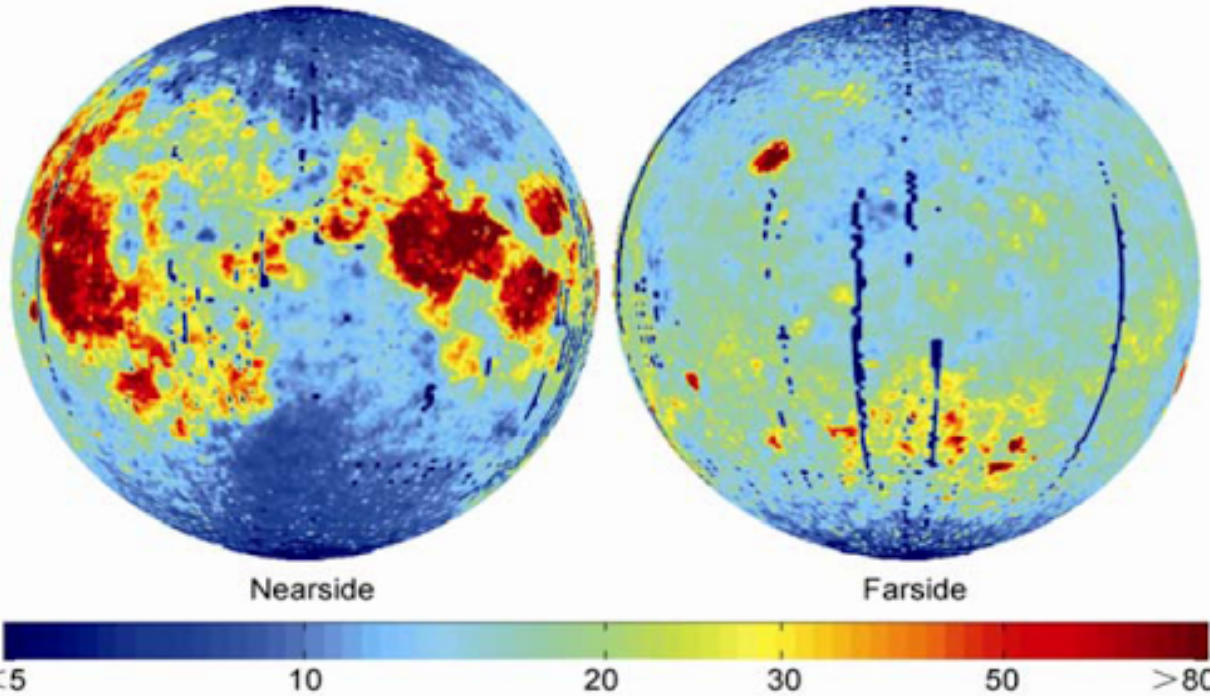
---

- Helium-3 ( $^3\text{He}$ ) je vzácný lehký izotop Helia
- Na Zemi velmi vzácné
- V budoucnu potenciální využití jako palivo v druhé generaci fúzních jaderných reaktorů
- Předpokládají se významné zásoby v lunárním regolitu
- Představitelé Ruska a ČLR v minulosti zmínili zájem o těžbu  $^3\text{He}$  v budoucnosti

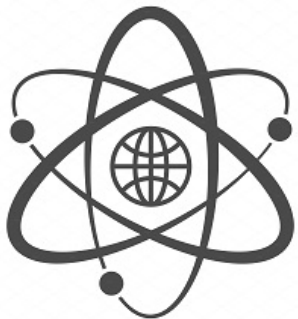


# Nerostné suroviny

## Helium-3





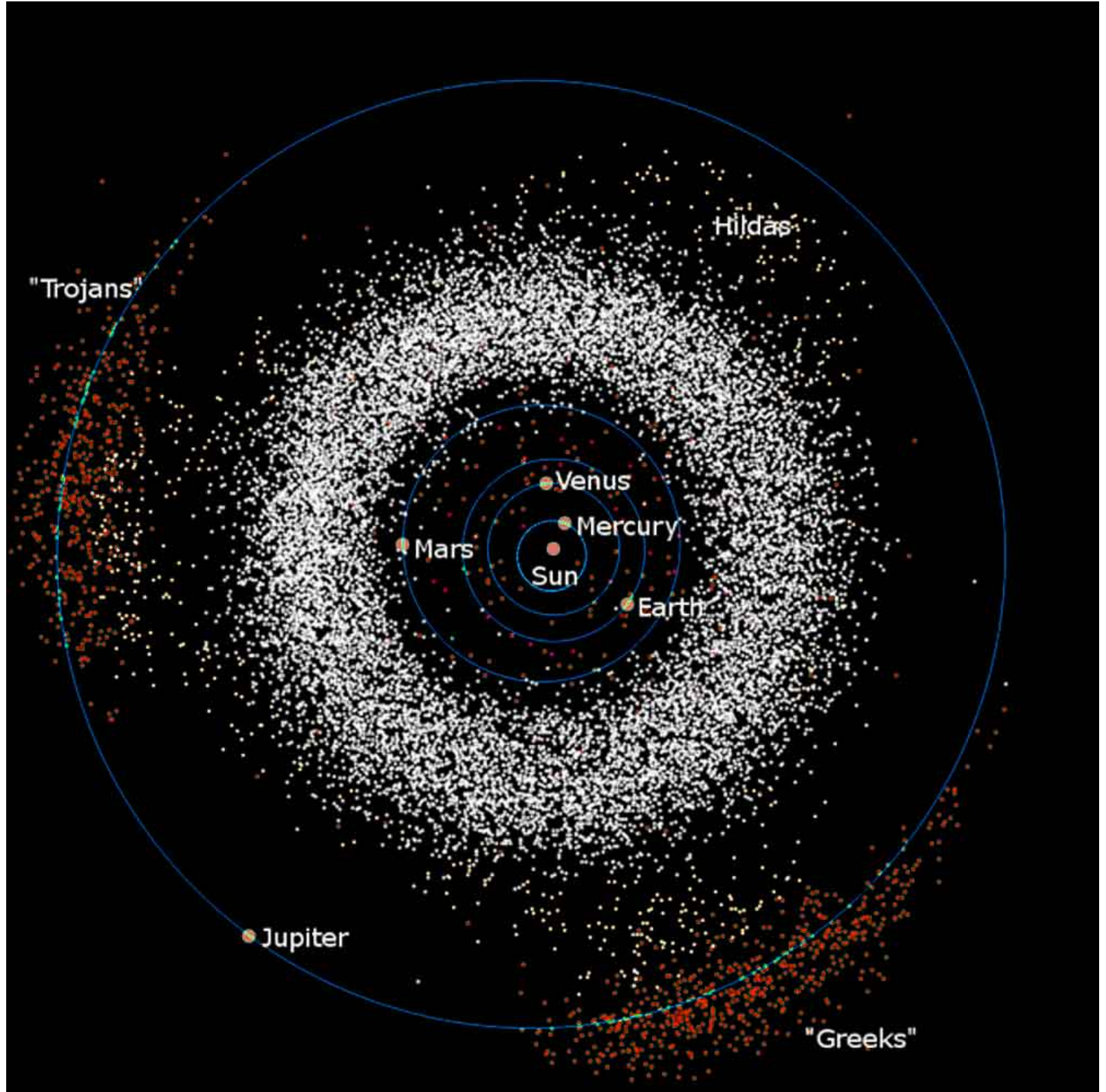
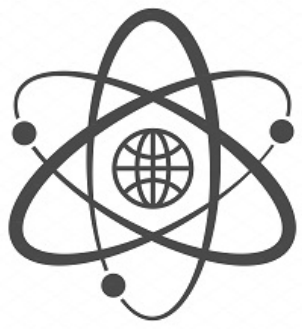


# Nerostné suroviny

Vzácné kovy

---

- **Platina, iridium, palladium, rhodium, osmium, ruthenium**
- Poměrně vzácné, těžba koncentrovaná do hrstky států (JAR, Rusko)
- Využití v elektronice, v palivových článcích
- Průměrný výskyt v asteroidech výrazně vyšší než v Zemské kůře
- Jeden 500m asteroid bohatý na Pt může obsahovat až 174x více Pt než je současná roční produkce
- Výskyt rovněž na Měsíci (krátery)
- Řada konceptů těžby, prozatím technologicky spíše nereálné
- Planetary Resources, Deep Space Industries, Kepler Energy and Space Engineering



# High Value Asteroid Materials

ASTEROID ELEMENTAL ABUNDANCE RELATIVE TO EARTH'S CRUST



Potable Water  
Radiation Shielding  
Fuel  
Refrigerant  
Agriculture  
Metallurgy

**VOLATILES AND H<sub>2</sub>O**  
to fuel the growth of  
humanity into new frontiers

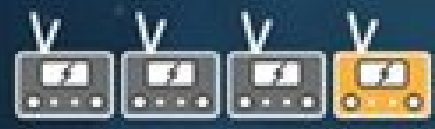


**INDUSTRIAL METALS**  
to construct and  
sustainably service space  
platforms



Catalytic Converters  
LCDs  
Advanced materials  
Cancer treatments

**PLATINUM GROUP METALS**  
to support demand growth on  
Earth



Despite desire to reduce dependency,  
one-in-four manufactured goods require PGMs.

# *Why Explore? Wealth...*

The first trillionaires will be made in Space.

Nickel-Iron Asteroid

Platinum-group metals (20%)

— platinum, iridium, osmium, palladium

■ \$20,000,000,000,000

