

# Úrutazás és Bolygók

## Bevezetés

Az űrkutatás az emberiség egyik legnagyobb kalandja. A földi élet korlátait túllépve más világokat fedezünk fel és próbáljuk megérteni helyünket az univerzumban.

## Naprendszerünk

A Naprendszer körülbelül 4,6 milliárd éve alakult ki egy óriási gáz- és porfelhőből. A Nap a központja, amely a rendszer tömegének 99,86%-át teszi ki.

### A Nap

- **Típus:** G típusú törpecsillag
- **Átmérő:** 1 392 700 km (109-szer nagyobb, mint a Föld)
- **Tömeg:**  $1,989 \times 10^3$  kg (a Föld 333 000-szerese)
- **Felszíni hőmérséklet:** 5 505 °C
- **Maghőmérséklet:** 15 millió °C
- **Életkora:** 4,6 milliárd év
- **Várható élettartam:** További ~5 milliárd év

A Nap hidrogént fuzionál héliummá, ezáltal termel energiát. Minden másodpercben 4 millió tonna tömegét alakítja át energiává.

## Földszerű bolygók (Belső bolygók)

### 1. Merkúr

**Alapadatok:** - **Távolság a Naptól:** 57,9 millió km - **Átmérő:** 4 880 km - **Keringési idő:** 88 földi nap - **Forgási idő:** 59 földi nap - **Holdak száma:** 0

**Jellemzők:** - A legkisebb és Naphoz legközelebbi bolygó - Nincs atmoszférája - Hőmérséklet ingadozás: -173°C és 427°C között - Felszíne kráterekkel borított, hasonló a Holdhoz - Vastag vaskás mag (a bolygó 70%-a)

**Kutatás:** - Mariner 10 (1974-75) - első űrszonda - MESSENGER (2004-2015) - teljes feltérképezés - BepiColombo (2018-) - jelenleg úton van

### 2. Vénusz

**Alapadatok:** - **Távolság a Naptól:** 108,2 millió km - **Átmérő:** 12 104 km (a Föld 95%-a) - **Keringési idő:** 225 földi nap - **Forgási idő:** 243 földi nap (retrográd!) - **Holdak száma:** 0

**Jellemzők:** - "Föld testvérbolygója" - hasonló méret és tömeg - Sűrű CO<sub>2</sub> atmoszféra (96,5%) - Üvegházhatás: felszíni hőmérséklet 465°C - Légköri nyomás:

92-szer nagyobb, mint a Földön - Kénsav felhők - A legfényesebb égitest a Hold után - Visszafelé forog (keleten kel a Nap)

**Kutatás:** - Venera program (Szovjetunió, 1961-1984) - felszíni landolások - Magellan (NASA, 1989-1994) - radar térképezés - Akatsuki (JAXA, 2015-) - atmoszféra kutatás

### 3. Föld

**Alapadatok:** - **Távolság a Naptól:** 149,6 millió km (1 CsE) - **Átmérő:** 12 742 km - **Keringési idő:** 365,25 nap - **Forgási idő:** 23 óra 56 perc - **Holdak száma:** 1 (a Hold)

**Jellemzők:** - Az egyetlen ismert bolygó élettel - 71% víz, 29% szárazföld - Atmoszféra: 78% nitrogén, 21% oxigén - Mágneses mező véd a napszállástól - Tektonikus lemezek - Változatos éghajlati övezetek

**A Hold:** - Átmérő: 3 474 km - Távolság a Földtől: 384 400 km - Apollo program (1969-1972) - 12 ember járt rajta - Nincs atmoszféra - Árapály-kötött keringés (mindig ugyanaz az oldal néz a Föld felé)

### 4. Mars

**Alapadatok:** - **Távolság a Naptól:** 227,9 millió km - **Átmérő:** 6 779 km (a Föld 53%-a) - **Keringési idő:** 687 földi nap - **Forgási idő:** 24 óra 37 perc - **Holdak száma:** 2 (Phobos és Deimos)

**Jellemzők:** - "Vörös bolygó" - vas-oxid por a felszínen - Vékony atmoszféra: 95% CO<sub>2</sub> - Legmagasabb hegy: Olympus Mons (22 km) - Legnagyobb kanyon: Valles Marineris (4000 km) - Jeges sarkok (víz- és szárazjég) - Múltbeli folyódregek - volt víz a felszínen - Porviharok - akár bolygó méretűek

**Kutatás:** - Viking (1976) - első sikeres landolás - Pathfinder/Sojourner (1997) - első rover - Spirit & Opportunity (2004-2018) - Curiosity (2012-) - jelenleg aktív - Perseverance (2021-) - mintagyűjtés - Ingenuity - első helikopter más bolygón

**Jövő:** - Emberes küldetések tervezése (2030-as évek) - SpaceX Starship program - Mars kolónia víziók

## Gázóriások (Külső bolygók)

### 5. Jupiter

**Alapadatok:** - **Távolság a Naptól:** 778,5 millió km - **Átmérő:** 139 820 km (11-szer nagyobb, mint a Föld) - **Keringési idő:** 11,86 földi év - **Forgási idő:** 9 óra 55 perc (leggyorsabb) - **Holdak száma:** 95+ (4 nagy galilei hold)

**Jellemzők:** - Legnagyobb bolygó a Naprendszerben - Főleg hidrogén (90%) és hélium - Nagy Vörös Folt - 300 éve tartó vihar - Erős mágneses mező

- Gyűrűrendszer (vékony, poros) - “Naprendszer porszívója” - védi a belső bolygókat

**Holdak:** - **Io** - vulkanikusan aktív - **Europa** - jégburok alatt óceán (élet lehetősége!) - **Ganüimédész** - legnagyobb hold a Naprendszerben - **Kallisztó** - kráterekkel borított

**Kutatás:** - Pioneer 10 & 11 (1973-74) - Voyager 1 & 2 (1979) - Galileo (1995-2003) - Juno (2016-) - jelenleg körüli pályán

## 6. Saturnus

**Alapadatok:** - **Távolság a Naptól:** 1,43 milliárd km - **Átmérő:** 116 460 km - **Keringési idő:** 29,46 földi év - **Forgási idő:** 10 óra 33 perc - **Holdak száma:** 146+

**Jellemzők:** - Látványos gyűrűrendszer - Legkisebb sűrűség - vízben úszna - Hidrogén és hélium - Hexagonális vihar az északi pólusnál - Arany színű atmoszféra

**Gyűrűk:** - Főleg jégdarabokból - 7 fő gyűrű (A-G) - Szélesség: 282 000 km - Vastagság: csak ~10 méter!

**Holdak:** - **Titán** - sűrű atmoszféra, folyékony metán tavak - **Enceladus** - jégvulkánok, óceán (élet lehetősége!) - **Mimas** - “Halálcsillag hold” - **Iapetus** - fekete-fehér felszín

**Kutatás:** - Cassini-Huygens (1997-2017) - 13 év a Saturnus körül - Huygens leszállt a Titánra (2005)

## 7. Uránusz

**Alapadatok:** - **Távolság a Naptól:** 2,87 milliárd km - **Átmérő:** 50 724 km - **Keringési idő:** 84 földi év - **Forgási idő:** 17 óra 14 perc - **Holdak száma:** 27

**Jellemzők:** - Jégóriás (víz, metán, ammónia) - Kékeszöld szín - metán atmoszféra - 98°-os tengelydőlés - “oldalára dőlt” - Egy pólus 42 évig sötétben van! - Gyűrűrendszer (13 gyűrű) - Legridegebb atmoszféra (-224°C)

**Holdak:** - Miranda, Ariel, Umbriel, Titania, Oberon - Shakespeare karakterekről elnevezve

**Kutatás:** - Voyager 2 (1986) - egyetlen látogató űrszonda

## 8. Neptunusz

**Alapadatok:** - **Távolság a Naptól:** 4,50 milliárd km - **Átmérő:** 49 244 km - **Keringési idő:** 164,8 földi év - **Forgási idő:** 16 óra 6 perc - **Holdak száma:** 14

**Jellemzők:** - Legtávolabbi bolygó (Plútó törpebolygó) - Mély kék szín - metán  
- Legerősebb szelek - 2100 km/h! - Nagy Sötét Folt - viharok - Belső hőforrás  
(sugároz többet, mint amennyit kap) - Vékony gyűrűrendszer

**Holdak:** - **Triton** - retrográd pálya, jégvulkánok,  $-235^{\circ}\text{C}$  - Valószínűleg befogott Kuiper-öv objektum

**Kutatás:** - Voyager 2 (1989) - egyetlen látogató

## Törpebolygók és kisebb objektumok

### Plútó

- 2006-ig bolygó, most törpebolygó
- Távolság: 5,9 milliárd km
- Kuiper-öv tag
- New Horizons (2015) - első közeli felvételek
- Szív alakú régió (Tombaugh Regio)
- 5 hold (Charon, Styx, Nix, Kerberos, Hydra)

### Egyéb törpebolygók:

- **Eris** - nagyobb, mint a Plútó
- **Makemake** - Kuiper-övben
- **Haumea** - megnyúlt forma, gyors forgás
- **Ceres** - egyetlen törpebolygó az aszteroida-övben

### Aszteroida-öv

- Mars és Jupiter között
- Milliónyi sziklás objektum
- Ceres a legnagyobb
- Dawn űrszonda (2011-2018)

### Kuiper-öv és Oort-felhő

- **Kuiper-öv:** Neptunuszon túl, jéges objektumok
- **Oort-felhő:** Naprendszer széle, üstökösök forrása

## Űrutazás történelem

### Korai korszak (1957-1970)

**Szputnyik 1 (1957):** - Első mesterséges műhold - Szovjetunió - Űrverseny kezdete

**Jurij Gagarin (1961):** - Első ember az űrben - Vosztok 1 - 108 perc

**Apollo program:** - Apollo 11 (1969) - Neil Armstrong és Buzz Aldrin a Holdon  
- “Egy kis lépés az embernek...” - 1969-1972: 6 sikeres holdraszállás, 12 ember a Holdon

### Űrállomások

**Szaljut (Szovjetunió, 1971-1991):** - Első űrállomás program - 7 állomás

**Skylab (USA, 1973-1979):** - Első amerikai űrállomás

**Mir (Szovjetunió/Oroszország, 1986-2001):** - 15 év működés - Nemzetközi együttműködés

**Nemzetközi Űrállomás - ISS (1998-):** - 15 ország együttműködése - Folyamatos emberi jelenlét 2000 óta - 400 km magasságban - 28 000 km/h sebességgel kering - Mikrogravitációs kísérletek - 90 percenként megkerüli a Földet

### Space Shuttle program (1981-2011)

- Újrahasználható űrrepülőgép
- 135 küldetés
- Hubble űrteleszkóp telepítése és javítása
- ISS építésében kulcsszerep
- 2 tragédia: Challenger (1986), Columbia (2003)

### Modern űrutazás (2010-)

**SpaceX:** - Falcon 9 - újrahasználható rakéta - Dragon kapszula - ISS utánpótlás és legénység - Starship - Mars küldetésekhez - Starlink - műhold internet

**Blue Origin:** - New Shepard - űrturizmus - New Glenn rakéta

**Űrturizmus:** - Dennis Tito (2001) - első űrturista - Virgin Galactic - szuborbitális repülések - SpaceX Inspiration4 (2021) - első teljesen civil küldetés

### Jövőbeli tervek

#### Hold visszatérés

**Artemis program (NASA):** - 2025+ - emberek visszatérése a Holdra - Első nő és színesbőrű ember a Holdon - Lunar Gateway - holdbázis - Tartós jelenlét

#### Mars kolónia

**Célok:** - 2030-as évek - első emberes küldetés - SpaceX Starship - In-situ erőforrás felhasználás (ISRU) - Terraformálás hosszú távon?

#### Egyéb küldetések

- **Europa Clipper** - Jupiter holdja, élet keresése

- **Dragonfly** - Titán kutatás (2027)
- **James Webb űrteleszkóp** - exobolygók kutatása
- **Breakthrough Starshot** - Alpha Centauri szonda

## Exobolygók

### Felfedezések

- Első exobolygó: 1992 (pulzár körül)
- 1995 - első fősorozati csillag körül (51 Pegasi b)
- Eddig több mint 5000 felfedezett exobolygó

### Keresési módszerek

1. **Tranzit módszer** - fényesség csökkenés
2. **Radiális sebesség** - csillag ingadozása
3. **Direkt képalkotás** - ritka
4. **Gravitációs lencsézés**

### Kepler űrteleszkóp (2009-2018)

- 2662 exobolygó felfedezése
- Potenciálisan lakható zónában lévő bolygók

### Lakhatóság

**Feltételek:** - Lakható zónában (nem túl hideg/meleg) - Közetbolygó - Atmoszféra - Folyékony víz lehetősége

**Reménykeltő kandidátusok:** - Proxima Centauri b - legközelebbi (4,2 fényév)  
- TRAPPIST-1 rendszer - 7 Föld-méretű bolygó - Kepler-442b - potenciálisan lakható

## Élet keresése az űrben

### SETI (Search for Extraterrestrial Intelligence)

- Rádiójelek figyelése
- "Wow!" jel (1977) - megmagyarázhatatlan
- Breakthrough Listen projekt

### Bioszínatúrák

- Oxigén, metán kombinációja
- Atmoszferikus markerek
- Technoszínatúrák (mesterséges jelek)

## Drake-egyenlet

Becslés az intelligens civilizációk számára:

$$N = R^* \times f_p \times n_e \times f_l \times f_i \times f_c \times L$$

Ahol: -  $N$  = kommunikáló civilizációk száma -  $R^*$  = csillagkeletkezési ráta -  $f_p$  = bolygóval rendelkező csillagok aránya -  $n_e$  = potenciálisan lakható bolygók száma -  $f_l$  = életet hordozó bolygók aránya -  $f_i$  = intelligens élet aránya -  $f_c$  = kommunikáló civilizációk aránya -  $L$  = civilizáció élettartama

## Fermi-paradoxon

“Hol van mindenki?”

Ha olyan sok csillag és bolygó van, miért nem találkoztunk még idegenekkel?

**Lehetséges magyarázatok:** - Ritka Föld hipotézis - Nagy Szűrő elmélet - Túl távol vannak - Túl rövidek a civilizációk - Elrejtőznek - Már itt vannak, de nem vesszük észre

## Összefoglalás

Az űrkutatás az emberiség legnagyobb kalandja. A Naprendszer megismerésétől az exobolygók felfedezéséig hatalmas előrelépéseket tettünk. A következő évtizedek elhozhatják a Mars kolonizációt, az Europa óceánjának kutatását, és talán az első jelet, hogy nem vagyunk egyedül az univerzumban.

Az űr végtelen lehetőségeket rejt, és minden új felfedezés közelebb visz bennünket az élet, az univerzum és mindenség megértéséhez.