

A Földtől a Világegyetemig

From Earth to the Universe

<i>Hungarian narration:</i>	<i>Klári Varga</i>
<i>Hungarian translation:</i>	<i>András Szepesi, Borbála Kulin</i>
<i>Consultant:</i>	<i>György Zajác, Mercédesz Vágó</i>
<i>Recording:</i>	<i>Balázs Gyarmati, Csokonai Színház Stúdió</i>
<i>Editing and post production:</i>	<i>András Szepesi</i>

Recorded at Csokonai Színház in Debrecen.

The Hungarian version was produced by the Agora Science Center, Debrecen in 2015.

Az éjszakai égbolt... gyönyörű és rejtélyekkel teli.

Az emberi fantázia ősidőktől fogva mítoszokat és csodálatos történeteket szőtt a csillagok köré.

Már az első emberek felfedezték az éjszakai égbolt apró változásait: a csillagok mozgását, a Hold szüntelen fogyását és hízását, vagy ahogy meteorok suhantak át az égen.

A FÖLDTŐL A VILÁGEGYETEMIG

Már az ókorban tanulmányozni kezdték az égbolt bonyolult, de kiszámítható mintázatait, és a csillagok mozgása alapján elkészítették az első naptárakat.

A legfontosabb időszámítási ciklus, az év kijelölésével kiszámíthatóvá váltak az évszakok, és továbbfejlődött a mezőgazdaság. A legnagyobb csillagok összekötésével elkészültek az első csillagtérképek, melyek támpontot adtak a navigációhoz, ezáltal fellendült a kereskedelem és megkezdődött a mindaddig ismeretlen területek felfedezése.

A legelső csillagászok azonban még nem értették az égbolt mintázatai mögött megbúvó rendszert.

Az régmúlt tudósainak és filozófusainak a Világegyetemről alkotott képét még szorosan átszötte a mitológia.

A mitológia és a tudományos megfigyelések különválasztásával, az ókori görögök jelentős lépéseket tettek annak érdekében, hogy a csillagászat igazi tudománnyá válhasson.

Az ókor legnagyobb elméi, Pitagorasz, Eratoszthenész, Apollóniosz és Ptolemaiosz ismerték fel azt a bonyolult rendszert, melynek segítségével az égbolt jelenségei előre megjósolhatóvá válhattak.

Az égbolt mozgásának megfigyelése alapján az ókori görög csillagászok először a Földet helyezték a kozmosz középpontjába, megalkotva ezzel a geocentrikus, azaz a Föld-központú világgépet.

Szamoszi Arisztarkhosz volt az első görög csillagász, aki a geocentrikus helyett a heliocentrikus világgépet hirdette, mely szerint nem a Föld, hanem a Nap áll az ismert Világegyetem középpontjában. Elmélete évszázadokig süket fülekre talált.

A XVI. században Kepler és Kopernikusz újra elővette Arisztarkhosz tanait. Tycho de Brahe (ejtsd: „Tügo Bráé”) dán csillagász megfigyeléseinek és a kikezdetlen matematikának köszönhetően a Nap-központú világgép újra előtérbe került. Egyre inkább elfogadottá vált az elképzelés, miszerint minden létező bolygó, a Földet is beleértve, a Nap körül kering.

Igazi tudományos forradalom akkor kezdődött, amikor Galileo Galilei 1609-ben, a világon elsőként, távcsövön keresztül kezdte kémlelni az égboltot. Felfedezte az Univerzum szabad szemmel nem látható jelenségeit, így a geocentrikus világmépítést végérvényesen megdőlt.

A távcsövek a fény összegyűjtése révén részletes képet adnak a világegyetem távoli, homályos objektumairól. Minél nagyobb lencsék és tükrök vannak, annál több fényt képesek begyűjteni, így annál élesebben és messzebbre lehet ellátni velük.

A mai tudósok már gigászi távcsövekkel, csúcstechnológiai mérőeszközökkel és kifinomult szoftverekkel igyekeznek felderíteni az Univerzum titkait. Az akár 10 méteres tükrökkel felszerelt távcsövek képesek megfigyelni az égitesteket olyan állapotukban, amilyenek több milliárd évvel ezelőtt, nem sokkal az Ősrobbanás után lehettek.

A legjobb eredmények érdekében ezeket az óriási távcsöveket elszigetelt hegycsúcsokon, a légkör felső részén helyezik el, távol a városokat körülvevő káros fényszennyezéstől.

Ezen a távcsöveken keresztül betekinthezünk az űr távoli sötét zugába, melyek révén feltárul az ősi világ emberei számára még felfoghatatlan Világegyetem. Egy olyan Világegyetem, amely élénk és erőszakos, ahol csillagok és bolygók keletkeznek és tűnnek el az égen.

Hátrahagyva a gravitáció szorítását, az elmúlt több mint 50 évben megnyílt az út a felfedezések végső korához: kijutottunk az űrbe.

Az űrprogramoknak köszönhetően ma már a távolból tekinthezünk rá saját bolygónkra, amely a Nap körül keringve ijesztően tökéletesnek tűnik a rideg világűrben.

Az űrtechnológia átforgalmazta a hétköznapi életünket is és gyökeresen megváltoztatta a világról alkotott képünket is. A Föld már nem csak egy térképek és határok rajzolta világ, hanem maga is része valami sokkal hatalmasabbnak.

Az űrprogramok haszna többszörösen felülmúlta a beléjük fektetett munkát és költségeket.

Az űrbe kihelyezett távcsöveket már nem zavarják meg a földi légkör jelenségei, így a korábbiaknál sokkal tisztább képet adnak. Ezeknek az űrtávcsöveknek merőben új rálátásuk van az Univerzumba, olyan, szabad szemmel nem látható hullámhossztartományokat is érzékelnek, melyek nem tudnak áthatolni a Föld légkörén. Galilei egyszerű távcsövével – mely először láttatta a Jupiter holdjait – egészen a Hubble-űrtávcsőig, a teleszkópok egymást követő generációi újabb és újabb ablakot nyitottak a Világegyetemre. Minden egyes lépéssel megbizonyosodtunk róla, hogy a Föld nem az Univerzum középpontja.

Ma már tudjuk, hogy a tőlünk százötven millió kilométerre található, több mint másfél millió kilométer átmérőjű Nap is csak egy átlagos törpecsillag a sok közül.

A Nap egy óriási gázgolyó. Magjának hőmérséklete és az ott uralkodó nyomás olyan magas, hogy beindul benne a hidrogén fúziója: könnyebb elemekből nehezebbek lesznek, a felszabaduló energia pedig kisugárzik.

Ez az energia melegíti a Földet és tartja fenn az életet az óceánokban és a szárazföldön egyaránt.

A Nap felszínén időnként erős, lokális mágneses terek napfoltokat hoznak létre. A napfoltokban felgyülemlik az energia, majd egyszer csak nagy robbanással kiszabadul a felszínen. Ezek a napkitörések.

Napkitörésekkor nagyenergiájú részecskék lökődnek ki, melyek a Földet is elérhetik. Ezek miatt a részecskék miatt jön létre a sarki fény látványos jelensége, de ugyanezek képesek megzavarni a telekommunikációt is.

A Napunk jelenlegi állapotában nagyon stabil és még 5 milliárd éven keresztül fog energiát biztosítani számunkra, ugyanúgy, ahogy azt ma is teszi. Idővel azonban elfogy majd a fúziót biztosító üzemanyag, a Nap belseje összehúzódik, légköre pedig tágulni és hűlni fog – vörös óriássá duzzad, bekebelezve minden környező égitestet, beleértve a Földet is.

A Naprendszer nyolc bolygója közül a vékony atmoszférájú Merkúr kering legközelebb a Naphoz.

A Merkúr felszínét kráterek szabdadják, melyek több tízezer aszteroida és üstökös becsapódása révén keletkeztek.

2004-ben indult útjára a Messenger űrszonda, melynek célállomása a Merkúr volt. A Messenger rengeteg új mérési adatot és a bolygó felszínéről készült nagy felbontású képet küldött haza.

A Vénusz megközelítőleg ugyanakkora, mint a Föld. Atmoszférája viszont fullasztó, üvegházhatású gázokkal és kénsavval van tele, ezért felszíne pokolian meleg, akár 400 Celsius fokos is lehet.

A Vénusz nagyon aktív, a kiömlő láva folyamatosan alakítja külső rétegét. Különböző geológiai folyamatok eredményeképpen a bolygó felszíne néhány száz évente teljesen megújul.

A Naptól számított harmadik bolygó nem más, mint a Föld, mely óceánjainak és oxigéndús légkörének jóvoltából az egész Naprendszer oázisa.

A Hold negyedakkora, mint a Föld, saját légkörrel nem rendelkezik.

Kráterekkel teli felszínét - a Merkúréhoz hasonlóan - több ezer üstökös formálta, melyek a Naprendszer születése óta folyamatosan csapódtak be.

A Hold az egyetlen olyan égitest, ahová eljutott az ember.

A Föld közvetlen szomszédja, a Mars a negyedik bolygó a sorban. Akár 70 millió kilométerre is megközelíthet minket.

A kutatók az 1960-as évek óta kitartóan próbálják megismerni a Vörös Bolygót. Feltérképeztük a teljes felszínét: krátereit, hatalmas kialudt tűzhányóit és mély szurdokait.

Már abban is biztosak vagyunk, hogy a Marson egykor volt víz, de ennek nagy része már megszökött. A víz nyomai arra is utalnak, hogy akár egyszerű életformák is elképzelhetőek a felszín alatt.

A kutatók manapság távirányítású űrjárművekkel, a jövőben pedig a Marsra utazó asztronauták segítségével igyekeznek felderíteni a Vörös Bolygó további titkait.

A Jupiter az egész Naprendszer legnagyobb bolygója: átmérője több mint 11-szerese a Földének. Gyorsan változó, sűrű légköre főként hidrogénből, héliumból és metánból áll.

A bolygó egyik jellegzetessége a hatalmas vörös folt, amely valójában egy kolosszális, a Föld méreténél kétszer nagyobb vihar, amely több száz éve tombol.

A Jupiter számtalan holdja közül kettő különösen érdekes: az Európa, melynek jeges felszíne alatt természetes óceán bújik meg, valamint az Io, melynek vulkánjai szünet nélkül ontják magukból a forró kénlávát.

Gyűrűinek köszönhetően a Szaturnusz talán a legelegánsabb bolygó mind közül.

A főként szikla- és jégdarabokból álló gyűrűk a Szaturnusz közeli, egykoron szétmorzsolódott holdjaiból jöttek létre, melyeket a bolygó gravitációs ereje összeroppantott.

A Szaturnusz egyik holdja, a Titán lenyűgöző világot rejt. Tavait folyékony metán alkotja. Kutatók azt is feltételezik, hogy légköre tele van szerves anyagokkal.

A bolygók sorában a Szaturnuszt az Uránusz követi, melynek hasonlóan nagy, de kevésbé hivalkodó gyűrűi vannak.

Az Uránuszon túl már csak egyetlen bolygó van, a Neptunusz, amely hasonlít ugyan szomszédjához, azzal a különbséggel, hogy légköre kifejezetten viharos.

A Neptunusz után kisebb, úgynevezett törpebolygókat találunk, mint a Plútó, az Erisz, a Makemake („mákémáké”) és a Haumea („háuméá”).

Ezek, valamint még több száz felfedezetlen törpebolygó és kisebb égitest kering a Neptunuszon túl lévő zónában, a Naprendszer szélén, az úgynevezett Kuiper-övben.

A Naphoz közelebb is kialakult egy ilyen aszteroida-öv; a Mars és a Jupiter között több százezer aszteroidát, azaz kisbolygót fedeztek fel.

Néhány űrszonda már közelebről is megvizsgálta ezeket a kisbolygókat.

Egyikük 2001-ben sikeresen landolt az Eros aszteroidán és tanulmányozta annak felszínét.

A Naprendszerben rengeteg jégből és porból álló égitest is megfigyelhető, ezek az üstökösök.

Az ókorban az üstökösökről úgy hitték, hogy történelmi fordulópontok, vagy akár a Föld teljes pusztulásának előjelei.

A Naprendszer összes égiteste mind egyetlen óriási komplexumhoz, a több mint száz milliárd csillagnak otthont adó galaxisához, a Tejútrendszerhez tartozik.

A közelmúltban sikerült olyan bolygókat is felfedezni, melyek nem a Nap, hanem a Tejútrendszer más csillagai körül keringenek.

A csillagok különböző méretűek és típusúak lehetnek, de egy tulajdonságuk közös: egyikük sem él örökké. Egyes csillagok csak pár millió évig, mások évmilliárdokig léteznek. Egy csillag akkor hal meg, amikor elfogy az üzemanyaga.

Ez a pillanat gyakran hirtelen következik be. Haláluk után maradvány csillagok jönnek létre belőlük, mint fehér törpék, neutroncsillagok vagy fekete lyukak.

A csillagok gyakran csoportosulnak, halmazokba tömörülnek, melyeknek két típusát különböztetjük meg: a gömbhalmazokat és a nyílthalmazokat. A gömbhalmazokban a csillagok sűrűn helyezkednek el, a gravitáció pedig gömb alakba rendezi őket. Ezek életkora a bennük található csillagok típusainak eloszlásából állapítható meg, így a csillagászok megismerhetik azok történelmét is.

A galaxisok külső vidékeit gömbhalmazok népesítik be. Egy elliptikus galaxisban akár 30 ezer ilyen halmaz is létezhet.

A galaxisok spirálkarjaiban előforduló nyílthalmazok kevesebb, és javarészt egyidős csillagokat tartalmaznak.

Ezeket már kevésbé tartja össze a gravitáció, így előfordulhat, hogy egy nyílt halmaz akár el is veszítheti néhány csillagát a többi halmaz gravitációja miatt, melyek szintén a Tejútrendszer középpontja körül keringenek.

A nyílthalmazok általában néhány százmillió évig élnek.

A csillagok közötti űrt gáz és porfelhő tölti ki.

Ezek a csillagködök főként hidrogénből, héliumból és más ionizált gázokból állnak.

Megvilágításuk módja szerint léteznek reflexiók, emissziók és sötét ködök.

Ha a körülmények adottak, a csillagfelhők képesek saját gravitációjuk alatt összehahni, egészen addig, míg beindul a fúzió, és új csillag születik. Csillagok a mai napig folyamatosan keletkeznek.

Planetáris csillagködök akkor jönnek létre, amikor egy a Naphoz hasonló csillag légköre a tágulás során kilöki a külső rétegét és fehér törpévé alakul.

A legkülönlegesebb csillagködök a szupernova-maradványok, melyek olyan nehéz kémiai elemekből állnak, melyek elengedhetetlenek az élet kialakulásához. Ezek a csillagködök a nagy sűrűségű csillagok haláltusájának utolsó maradványai.

A mi galaxisunk, a Tejútrendszer spirális alakú, átmérője megközelítőleg 150 ezer fényév.

Közepén egy kolosszális méretű fekete lyuk rejtőzik, melynek tömege a Nap tömegének négymilliószorosa.

Akármilyen nagyok is tűnik, a Tejútrendszer nem az egyetlen galaxis a Világegyetemben, rajta kívül több száz milliárd másik, különböző alakú és méretű galaxis népesíti be az Univerzumot.

Az elliptikus galaxisokat általában idősebb csillagok alkotják.

A spirális galaxisok egy fényes magból és az abból kinyúló két spirálkarból állnak.

Az eddig megfigyelt galaxisok negyede spirális.

A szabálytalan galaxisoknak nincs meghatározható alakjuk, bennük rengeteg por és gáz található.

A legtöbb szabálytalan galaxis valaha elliptikus, vagy spirális volt, de a környező galaxisok megbontották alakzatukat, majd bekebelezték azokat.

A gravitáció hatása miatt a galaxisok is csoportokba verődhetnek. A galaxiscsoportok klaszterekbe rendeződnek, a klaszterek pedig szuperklaszterekké állnak össze.

A csoportokban és klaszterekben található galaxisok közötti ütközések és kölcsönhatások mindennapos események, melyek eltorzítják azok alakját és megváltoztatják fejlődésük irányát is.

A Világegyetemben a galaxisok folyamatos mozgásban vannak, elegáns, nyugodt táncot járnak. De ez nem volt mindig így.

Feltételezéseink szerint a Világegyetem 14 milliárd évvel ezelőtt egy monumentális robbanással, az Ősrobbanással jött létre és azóta is csak tágul. Ma már azt is tudjuk, hogy a tágulás üteme egyre gyorsul.

Minden tudásunk ellenére számtalan megválaszolatlan kérdés van a Világegyetem születésével és végzetével kapcsolatban.

Világegyetemünk túlszárnyal minden emberi léptéket és próbára teszi képzelőerőnket, pedig egyszerű fizikai törvények szabályozzák működését. Csakúgy, mint az élet kialakulásának bonyolult folyamatát is.

Mi, emberek kiváltságosnak érezhetjük magunkat, hogy egy átlagos csillag körül keringő kisebb bolygón állva körüttekinthetünk és megpróbálhatjuk megválaszolni létezésünk nagy kérdéseit.