



TÁJÉKOZÓDÁS A FÖLDRAJZI TÉRBEN

Természeti környezet: a Föld fejlődése során kialakult élő és élettelen környezeti adottságok (élővilág, domborzat, éghajlat, vízrajz, talaj) kölcsönhatásban lévő összessége.

Társadalmi környezet: az adott társadalom anyagi és kulturális létfeltételeinek összessége (pl. települések, termelőüzemek, infrastruktúra, felhalmozott társadalmi tudás és ismeretanyag).

Földrajzi környezet: az ember által átalakított természet, mely magába foglalja a természeti környezeti tényezők mellett az emberi tevékenység során létrejött mesterséges környezet elemeit is.

⊙ A TÉRKÉP

- A **földgömb** a közel gömb alakú Föld felszínének legpontosabb kicsinyített mása.
- A földgömbön a szélességi és hosszúsági körökből álló koordináta-rendszer, a **földrajzi** fókuszát segítségével tájékozódhatunk.

Jellemzők	Szélességi körök	Hosszúsági körök
Helyzetük	az Egyenlítő és a vele párhuzamos körök	a sarkokon átmenő, a szélességi körökre merőleges körök
Irányuk	Ny–K	É–D
Hosszuk	az Egyenlítőtől távolodva rövidülnek	egyenlő hosszúak
Kezdőkör (0°)	Egyenlítő (a Földet északi és déli félgömbre osztja)	Greenwichi hosszúsági kör (a Földet a 180°-os körrel együtt keleti és nyugati félgömbre osztja)
Számozásuk	a kezdő szélességi körtől észak és dél felé: 0°-90°	a kezdő hosszúsági körtől kelet és nyugat felé: 0°-180° (valójában félkörök)
Nevezetes körök	Egyenlítő (0°); Ráktérítő (é. sz. 23,5°), Baktérítő (d. sz. 23,5°); északi sarkkör (é. sz. 66,5°), déli sarkkör (d. sz. 66,5°); Északi-sark (é. sz. 90°), Déli-sark (d. sz. 90°)	greenwichi hosszúsági kör (0°); dátumválasztó vonal (180°)



- A **térkép** a földfelszín, illetve egyes részeinek arányosan kisebbített, egyezményes jelekkel történő síkbeli ábrázolása. A **térképvázlat** a térkép egyszerűsített, csak bizonyos kiválasztott elemeket ábrázoló változata.



EMELT SZINT

A gömbfelület síkbeli kiterítését a **vetület** szolgálja. Készítésekor a földgömb fokhálózatát síkba vetítik, majd a vetítéssel nyert fokhálózatba rajzolják be az egyes földi pontokat. A földgömről csak torzítások árán készíthető térkép. A készítendő térkép céljának megfelelően választják ki a legalkalmasabb vetületet.

- A vetületek csoportosítása a földrajzi fokhálózat képe alapján:

	Síkvetület	Kúpvetület	Hengervetület
A vetítés módja	a sík a sarkon érinti a földfelszínt	a kúp csúcspontja egybeesik a Föld forgástengelyével	a hengerpalást az Egyenlítő mentén érinti a földfelszínt
Hosszúsági körök	pólus középpontú sugársort alkotnak	a kúp csúcspontjába összefutó sugársor egy részét adják	párhuzamos egyenesek
Szélességi körök	a sugársor középpontja körüli koncentrikus körök	a kúp csúcspontja körüli koncentrikus körívrészek	a hosszúsági körökre merőleges párhuzamos egyenesek
Pólus	egy pont	pont vagy körív	nem ábrázolható

- A **méretarány** a térkép kisebbítésének mértékét kifejező arányszám. Az arányszám megmutatja, hogy a térképi távolság hányszor kisebb a térképen, mint a valóságban.

$$\text{Méretarány} = \frac{1}{\text{méretarányszám}} = M = \frac{1}{m}$$

A **méretarányt (M)** a gyakorlatban arány formájában szokták felírni: $M = 1 : m$.

A méretarány és a méretarányszám között fordított arányosság van. Minél kisebb a méretarányszám (m) értéke, annál nagyobb a méretarány (M), és annál részletesebb lesz a térkép (és fordítva).

- A **vonalas aránymérték** a térkép méretarányának megfelelő, rajzban megadott hossz mérték.
- A térképek csoportosítása:



- Méretarányuk szerint:
 - **nagy** (>1:10 000),
 - **közepes** (1:10 000–1:200 000) és
 - **kis méretarányú** (<1:200 000) térképek.
- Tartalmuk szerint:
 - a **topográfiai térképek** a domborzatot és a tereptárgyakat részletesen ábrázolják (pl. turista- és várostérképek);
 - a **földrajzi térképek** kontinenseket, országokat, nagyobb területeket mutatnak be (pl. az atlasz domborzati és országtérképei);
 - a **tematikus térképek** vagy szaktérképek bizonyos természeti, gazdasági, társadalmi jelenségek területi elhelyezkedését, azok mennyiségi-minőségi jellemzőit ábrázolják (pl. éghajlati, népsűrűségi térkép).
- Az **atlasz** meghatározott szempontok alapján szerkesztett térképgyűjtemény.

A térkép jelrendszere

■ A domborzatábrázolás módszerei

- **Szintvonalas domborzatábrázolás:** az azonos magassági pontokat összekötő szabálytalan, önmagába visszatérő görbe vonalakat, a szintvonalakat használja. A szintvonalak futásából a felszín alakjára, kiterjedésére, lejtőinek meredekségére is következtethetünk.
- **Színfokozatos domborzatábrázolás:** az azonos magassági vagy mélységi kategóriába eső területek ugyanolyan színűek. A tengerszint feletti magasság és a tengermélység növekedését egyre sötétebb színárnyalatokkal jelzi.
- **Árnyékolásos domborzatábrázolás:** a domborzati formákat fény- és árnyékhatásokkal emeli ki.
- A térképek készítése során általában együtt alkalmazzák a három ábrázolási módot, előtérbe helyezve a szintvonalas és a színfokozatos ábrázolást.

Vizek és a domborzat	Közepes tengerszinthez viszonyított magasság (szintvonalas ábrázolás)	Színe (színfokozatos ábrázolás)
állóvizek (óceán, tenger, tó)		a világos- és a sötétkék közötti árnyalatokat alkalmazzák; sötétebbek a mélyebb vízrétegek
mélyföld	0 m alatt	sötétzöld
alföld	0–200 m	zöld
fennsík	200 m felett	magasságtól függ



Vizek és a domborzat	Közepes tengerszinthez viszonyított magasság (szintvonalas ábrázolás)	Színe (színfokozatos ábrázolás)
domság	200–500 m	sárga, barnássárga
középhegység	500–1500 m	világosbarna
magashegység	1500 m fölött	sötétbarna (a tartósan hóval, jéggel borított területek kivételével)



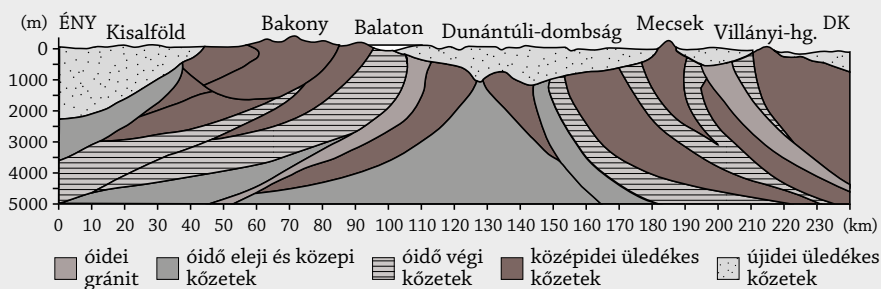
EMELT SZINT

■ **A síkraajz:** alaprajzszerűen vagy jelekkel ábrázolja a földfelszín természetes és mesterséges elemeit (növényzet, vízrajz, határok, települések, utak, vezetékek, tájékozódásra alkalmas tereptárgyak, bányakincsek).

■ **A névrajz:** a térképen található nevek, számok, magyarázó írások együttese.

Jelkulcs: a térképen használt egységesített jelek gyűjteménye, mely a térkép szélén vagy az atlaszok elején található.

Keresztmetszet: a terület földtani (geológiai) szerkezetét mutatja be.



A Dunántúl ÉNy-DK-i irányú keresztmetszete

Tömbszelvény: magába foglalja a terület keresztmetszeti (földtani) és ránézeti (felszínformák) ábrázolását is.



átalakult kőzetek jégkori kavicsstakaró mészkő- és dolomitrögök

Az Alpokalja és környékének tömbszelvénye



◎ TÁJÉKOZÓDÁS A TÉRKÉPEN ÉS A TÉRKÉPPEL

■ Földrajzi fekvés:

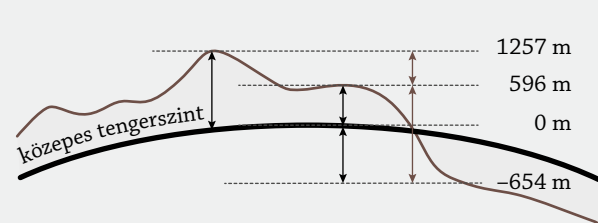
□ **Tényleges földrajzi fekvés:** a vizsgált felszíni pont iránya és távolsága az Egyenlítőtől (földrajzi szélesség) és a kezdő hosszúsági körtől (földrajzi hosszúság), valamint a közepes tengerszinthez viszonyított magassága.

■ **Viszonylagos földrajzi fekvés:** a vizsgált felszíni pont, terület elhelyezkedése egy másik felszíni ponthoz vagy területhez képest.

Gyakorlati feladatok:

■ **Földrajzi helymeghatározás:** a földrajzi szélesség és a földrajzi hosszúság megadása (térképi fókuszát vagy navigációs műholdak segítségével).

■ A magassági adatok értelmezése



Abszolút magasság: Egy földrajzi hely közepes tengerszint feletti/alatti magassága (-654 m, 596 m, 1257 m).

Relatív magasság: két pont abszolút magasságának különbsége
 $1257\text{ m} - 596\text{ m} = 661\text{ m}$
 $596\text{ m} - (-654\text{ m}) = 1250\text{ m}$

Magassági adatok értelmezése

■ Távoiságmérés

Vonalzó, körző, papírcsík vagy zsinór felhasználásával végezhető mérés a térképen. A kiválasztott két pont távolsága a vonalas aránymértéken közvetlenül leolvasható. A gördülő távoiságmérő használata egyszerűbbé teszi a kanyargós útvonal hosszának mérését.

■ Távoiságmeghatározás

A térkép méretarányának és a térképen mért távoiság felhasználásával végezhető számítás. Az 1 : 100 000 azt jelenti, hogy a térképen pl. 1 cm távoiság a valóságban 100 000 cm-nek, azaz 1 km-nek felel meg. Két térképi pont között a valóságos távoiság egyenes arányossággal számítható ki.

■ Tájékoisódási feladatok

□ **Tájolás:** a térkép világtájának megfelelő beállítás.

□ A **fővilágtájak:** **észak, dél, kelet, nyugat;** a szomszédos fővilágtájak által bezárt szög felezésével kapjuk a **mellékvilágtájakat:** ÉK, DK, DNy, ÉNy, további felezéssel a másodrendű mellékvilágtájakat.

□ Álláspontunk horizontjának (látóhatárának) síkjában először iránytűvel vagy más módon az északi irányt kell megállapítani. Ezt követően a térképet úgy kell forgatni, hogy az északi iránya a valódi északkal egyezzen meg.



EMELT SZINT

Földrajzi (csillagászati) északi irány: a Föld forgástengelyének északi meghosszabbításában a **Sarkcsillag** által mutatott irány.

Mágneses északi irány: az iránytű (általában színezett) vége által mutatott irány.

Mágneses deklináció: a földrajzi (csillagászati) és a mágneses északi irány közötti eltérés szögben kifejezve.



A földrajzi és a mágneses északi pólus egymáshoz való viszonya

- A **keresőhálózat** a térképre rajzolt négyzethálózat, amelyen az egyes négyzetárcsokat sakktáblaszerűen egyértelműen azonosítja egy szám és egy betű. Segítségével a névmutatóban feltüntetett földrajzi helyek egyszerűen megtalálhatóak a térképen.



EMELT SZINT

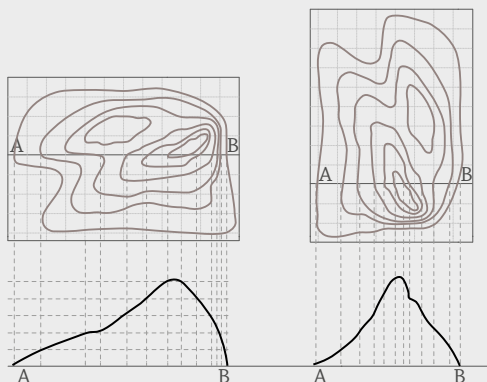
■ Távolságmeghatározás a fokhálózat segítségével

Az Egyenlítő vagy valamely hosszúsági kör mentén 1 fok távolság kb. 111 km-nek meg. (Egyenlítőn: $40\,076 \text{ km} : 360^\circ = 111,3 \text{ km}$; valamely hosszúsági kör mentén: $40\,009 \text{ km} : 360^\circ = 111,1 \text{ km}$.) Ezt az adatot a szélességi körök közül csak az Egyenlítőn lehet használni, mert a hosszúsági körök egymástól mért távolsága az Egyenlítőtől távolodva csökken.

■ Területszámítás a méretarány felhasználásával

A feladatok szabályos síkidomok területének kiszámítását kérik. Területük egyszerűen kiszámítható az elemi geometriából, ha megmérjük vagy a méretarány segítségével meghatározzuk a síkidom bizonyos méreteit (oldal, sugár, magasság).

■ Szintvonalas térkép és keresztmetszet azonosítása



A metszet a domborzat oldalnézeti ábrázolása a metszősik (A-B) mentén



◎ TÁVÉRZÉKELÉS ÉS TÉRINFORMATIKA

■ A **távérzékelés** során a Föld felszínének területeiről, építményeiről, jelenségeiről, folyamatairól úgy nyerünk adatokat, hogy azokkal az érzékelő műszerek nincsenek közvetlen kapcsolatban.

A távérzékelés eszközeit az észlelési távolság és a hordozóeszköz alapján tudjuk megkülönböztetni.

■ A **légi felvétel** légi eszközökön (repülőgép, helikopter, hőlégballon, drón stb.) elhelyezett fényképezőgéppel vagy kamerarendszerrel készített fényképfelvétel. A fényképezőgépek csak a látható tartományból származó sugarakat fogják fel. Az egyes képkockák minőségét számos tényező határozza meg, pl. az időjárás, a légkör állapota (páratartalom, szennyezettség), a terep feletti repülési magasság, a napszak, az évszak, a függőleges tengelytől való eltérés, a kamera és a felhasznált film tulajdonságai.

A légi felvételeket rendkívül széles körben lehet felhasználni: pl. a mezőgazdaság területén termények, ültetvények ellenőrzése, esetleges belvízi vagy árvízi károk felmérése; a beruházások építési fázisainak vizsgálata, illegális szemétlerakók dokumentálása céljából, továbbá kiegészíthetik a cégek marketing tevékenységét stb.

■ Az **űrfelvételeket** a műholdak készítik. A **műhold** valamely bolygó körül keringő mesterséges égitest. A Föld körül keringő legismertebb műholdcsaládok: LANDSAT, SPOT, TERRA, AQUA, NOAA, EUMETSAT. Az ember által lakott kutató műholdak közül talán a legismertebb a kb. 400 km magasan keringő Nemzetközi Űrállomás (ISS).

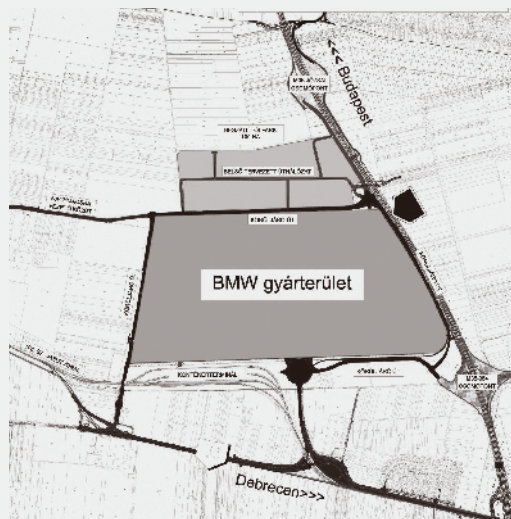
A műholdak szkennerei a szárazföld, a vizek felszínéről, a légkör részecskéiről, tárgyakról, élőlényekről visszavert, illetve az ezek által kibocsátott saját elektromágneses sugárzást rögzítik. A műhold érzékelőire beérkezett energiát digitális jelekké alakítják, és a földi fogadóállomásra továbbítják, melyekből képfeldolgozó eljárásokkal állítják elő a műholdfelvételt.

□ Az űrfelvételek felhasználási lehetőségei:

- térképészet;
- meteorológia (pl. időjárási frontok, hurrikánok, zivatarcellák, a magashegységi jégárak és hótömegek olvadásának előrejelzése);
- talajtan (pl. talajok termőképességének vizsgálata);
- mezőgazdaság (pl. megbecsülhető a várható termésmennyiség, a szükséges területre irányítható a trágyázás, öntözés, permetezés, nyomon követhetők az erdőirtások);
- hidrológia (pl. a folyók áradásának előrejelzése, a tengerekben a halrajban gazdag területek, a jégmentes hajózási útvonalak elkülönítése);
- ásványi nyersanyagkutatás;
- környezetvédelem (pl. vizek hőszennyezése, olajszenyeződés, ózonréteg állapota);
- katasztrófavédelem (pl. árvizek, tüzek elleni védekezés);
- katonai hírszerzés



■ Térképvázatlat és űrfelvétel környezeti elemeinek összehasonlítása



A debreceni BMW gyárterület térképen és űrfelvételen
Forrás: <https://www.haon.hu> (2021)



Forrás: Google Earth Pro (2023)

Debrecen északnyugati ipari övezetében a BMW-gyár **zöldmezős beruházás**ként valósul meg az M35-ös autópálya és a 33-as főút által határolt területen. A műholdfelvételen jól kivehető, hogy hol indult meg az építkezés a szántóföldi művelés alatt álló területen. A gyárterület egy részén már végeztek a földmunkákkal, elkészült az M35-354 autópálya csomópont, melyet összekötöttek a gyárterület körül épülő úgynevezett körüljáró út elkészült szakaszával. A konténerterminál és az M35-józsai csomópont megvalósítása folyamatban van, a belső tervezett úthálózat és a Nagymacsra vezető közút építése még nem kezdődött el.

■ A **globális helymeghatározó rendszer (GPS, Global Positioning System)** a legpontosabb és leggyorsabb háromdimenziós helymeghatározás a földön, vízen és a levegőben. A GPS legalább 24 db műholdból áll, melyek mindegyike naponta kétszer kerüli meg a Földet 20 200 km-es magasságban. A földi vevő a műholdak kisugárzott rádiójeleit fogja, feldolgozza, és meghatározza a távolságot az egyes műholdak és a vevőkészülék antennája között. A távolságmérés időmérésen alapszik a rádióhullámok terjedési sebességének ismeretében. A GPS vevőnek minimálisan négy műholdat kell egyszerre „látnia” a földrajzi szélesség és hosszúság meghatározásához. A magassági adatokhoz egy ötödik műhold adata is szükséges.

A GPS eredetileg az USA védelmi minisztériuma számára készült katonai célokra. Napjainkban egyre gyarapodó alkalmazása van a polgári életben: pl. megreformálta az utazást, a nyomkövetést (járművek, személyek, állatok, áruk, szállítmányok mozgásának rögzítése), a térképészetet, földmérést.



EMELT SZINT

Passzív távérzékelés során a Naptól eredő és a felszín által visszavert sugárzást, illetve a felszín saját sugárzását mérik. Előnye, hogy a műholdaknak minimális energiaigénye van, folyamatosan üzemelhetnek, de a tárgyak, élőlények által kibocsátott hősugárzás kivételével csak a nappal és derült időben készült felvételek értelmezhetőek.

Aktív távérzékelés során a radar műholdak saját maguk bocsátanak ki sugárzást. A műhold a tárgyra kibocsátott sugárzás visszavert részét érzékeli. A műholdak nagy az energiaigénye, ezért nem képes folyamatos működésre (általában 10 percet üzemel óránként), viszont a megfigyelés bármelyik napszakban történhet, és nem befolyásolja a felhőzet.

A **hamis színes felvételek** színei eltérnek a természetben megszokottól, mert a különböző sugárzási értékekhez (mivel nem láthatóak, ezért nem is tartozik hozzájuk szín) eltérő színárnyalatokat társítanak. A legerősebb sugárzást kibocsátó növényzetet élénkpiros, a sugárzást elnyelő vízfelületeket sötét, olykor fekete, a településeket sötétszürke színnel ábrázolják. A jól elkülönülő színárnyalatok lehetővé teszik pl. a talajviszonyok vagy a kőzetek meghatározását, de akár a környezeti problémák felismerését is. Ha a műholdfelvétel megjelenítése egyszínű, akkor leggyakrabban a szürke színárnyalatait használják.

Valós színes felvétel csak a látható fény tartományában állítható elő úgy, hogy a látható fény hullámhossz-tartományában készült képsávokhoz az azoknak megfelelő színeket rendelik.

A műholdfelvételek egyik legfontosabb tulajdonsága a **felbontóképesség**. A térbeli felbontás azt fejezi ki, hogy egy négyzet alakú képelem (ún. pixel) a földfelszín mekkora kiterjedésű részéről tartalmaz adatot. Minél kisebb a pixelméret, annál részletgazdagabb, nagyobb felbontású a felvétel. A geometriai felbontás a felvételek még megkülönböztethető legkisebb tárgy méretével fejezhető ki.

A **Földrajzi Információs Rendszer** (Geographic Information System, GIS) a térinformatika eszköze. Olyan számítógépes rendszer, melyet az adott földrajzi helyhez kapcsolódó adatok gyűjtésére, tárolására, kezelésére, elemzésére, a levezetett információk megjelenítésére, a földrajzi jelenségek megfigyelésére, modellezésére dolgoztak ki. Az információkat az adatokat tartalmazó többretegű adatbázisból vezetik le, ezért különösen nagy a jelentősége azokban a döntésekben, amelyek sok tényező együttes elemzését, mérlegelését igénylik. Pl. természeti erőforrások kutatása, közigazgatás, településfejlesztés, közlekedési, logisztikai, piackutatási feladatok megoldása, szociológiai és társadalmi összefüggések vizsgálata.



TÁJÉKOZÓDÁS A KOZMIKUS TÉRBEN ÉS AZ IDŐBEN

☉ A VILÁGEGYETEM

■ **Világegyetem (univerzum):** minden létező anyag összessége, kora kb. 13,8 milliárd év.



100–800 milliárd galaxis

■ **Csillagrendszer** (galaxis): csillagokból és más égitestekből álló, a gravitációs kölcsönhatások miatt egységet alkotó rendszer. Azt a galaxist, amelyiknek a Nap is tagja, **Tejútrendszernek** nevezzük.



100–400 milliárd csillag

■ **Naprendszer:** a Tejútrendszernek az a tartománya, amelyen belül a Nap gravitációs hatása érvényesül. E gömb alakú tér sugara kb. **2 fényév**.

■ Csillagászati mértékegységek

□ **Fényév:** az a távolság, amit a fény egy év alatt megtesz. (A fény sebessége légüres térben 300 000 km/s.)

□ **Csillagászati egység (CSE):** a Naprendszer vizsgálatokhoz használt távolságegység. Az 1 CSE értéke megközelítően 150 millió km, ami a közepes Nap–Föld távolsággal egyenlő.

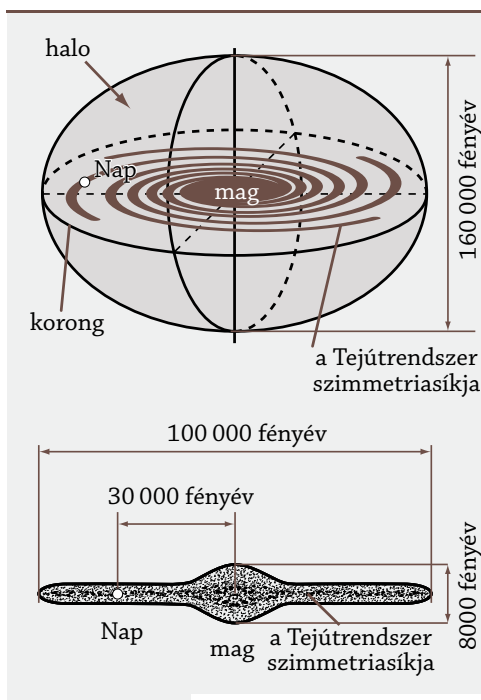
■ A Tejútrendszer (Galaktika, Galaxis) felépítése:

- „felülnézetben” spirális galaxis;
- „oldalnézetben” két – egymás felé fordított – tányérra emlékeztető;
- magja: 4 millió naptömegű.

Méretei:

■ Csillagképek

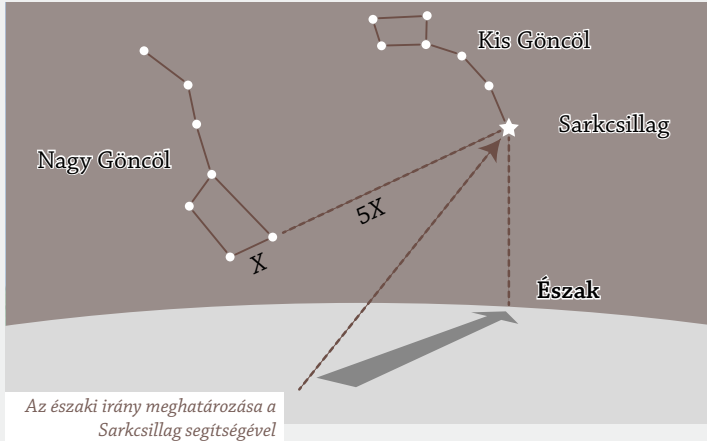
Az emberek már az ókorban olyan csillagképekbe rendezték a csillagokat, amelyek emlékeztették őket a jól ismert állataikra, tárgyaikra, mitológiai figuráikra. A csillagképeket valójában egymástól eltérő távolságban lévő csillagok alkotják. A csillagképek közül különösen azok a szembeötlőek, amelyek mindig a látóhatár fölött tartózkodnak.



A Tejútrendszer szerkezete és méretei



Ilyenek az északi égbolton a mi földrajzi szélességünkön pl. a Nagy Medve és a Kis Medve, melyek felismerése megkönnyíti az északi pólus kijelölését is. A Nagy Medve csillagai közül a hét legfényesebb alkotja a négy kerékből és a rúdból álló **Nagy Göncöl**, a Kis Medve hét csillaga a **Kis Göncöl**. A **Sarkcsillag** a Kis Göncöl legfényesebb csillaga.



EMELT SZINT

A bolygók mozgástörvényei

Kepler első törvénye: a bolygók ellipszis alakú pályán keringenek a Nap körül, amelynek egyik gyújtópontjában a Nap helyezkedik el.

Kepler második törvénye: a Napot és a bolygót összekötő vezérsugár egyenlő idők alatt egyenlő területet sűrol.

Kepler harmadik törvénye: a bolygók keringési ideje és a Naptól való távolságuk közötti összefüggést határozza meg.

Megnyilvánulása a bolygó mozgásában

→ A bolygók lehetnek napközben és naptávolban.

→ A bolygók keringési sebessége napközben nagyobb, mint naptávolban.

→ Minél távolabb van a bolygó a Naptól, annál hosszabb a keringési ideje.

■ A világegyetem keletkezésére vonatkozó, legszélesebb körben elfogadott elmélet

A világegyetem (univerzum) kezdeti állapotáról biztosan nem tudunk, elméletekben azonban nincs hiány. Keletkezését az ősrobbanással magyarázzák („Big Bang” / „nagy bumm”), azzal az eseménnyel, amely létrehozta a teret és az időt. Az elmélet szerint 13,8 milliárd évvel ezelőtt a mindent magába foglaló egyetlen pont, a hihetetlenül sűrű kozmikus tömeg máig tartó tágulásba kezdett.



Egybilliomod másodperccel az ősrobbanás után létrejött a ma ismert négy alapvető fizikai kölcsönhatás: az erős, a gyenge, az elektromágneses és a gravitációs kölcsönhatás.

Mintegy 380 000 év elteltével a hőmérséklet 3000 °C alá csökkent. Ezen a hőmérsékleten az atommagok már egyesülni tudtak az addig szabadon száguldozó elektronokkal; létrejöttek az első hidrogénatomok.

A szabad elektronok eltűnésével a világegyetem átlátszóvá vált, a fény akadálytalanul terjedhetett anélkül, hogy fotonjai minduntalan elektronokba ütköztek volna. Ez az a fény, amit ma is megfigyelhetünk kozmikus mikrohullámú háttér-sugárzásként.

Az atomok között fellépő gravitációs vonzerő a gázt halvány felhőkké húzta össze, amelyekhez mind több anyag csatlakozott a környezetükből. Egyesek a saját gravitációs erejük hatására összezsugorodtak. A gáz olyan sűrűvé és forróvá vált bennük, hogy az atommagfúzió (termonukleáris reakció) révén megindult bennük az energiatermelés. Egymilliárd évvel az ősrobbanás után kialakultak az első csillagok és galaxisok.

A világegyetem ma is tágul, így a benne lévő galaxisok távolodnak egymástól.

☉ A NAP ÉS KÍSÉRŐI

■ A Naprendszer égitesttípusai:

- ☐ **Csillag:** saját energiatermelő folyamattal és saját fénnel rendelkező, forró gázból álló égitest.
- ☐ **Bolygó:** valamely csillag körül keringő égitest, amelynek nincs saját fénye, csak az anyacsillag fényét veri vissza.
- ☐ **Hold:** valamely bolygó körül keringő, saját fénnel nem rendelkező égitest.
- ☐ **Üstökös:** kisebb tömegű, jégből és kőzettörmelékből álló égitest, a legtöbb hosszsan elnyúlt ellipszispályán kering a Nap körül.
- ☐ **Bolygóközi anyag:** a bolygók közötti térben található parányi (a milliméter ezredrészénél kisebb) por és gáz.
- ☐ **Meteoroid:** A bolygóközi térben mozgó kisebb porszem méretűtől (0,03 mm) akár 10 m átmérőjű égitest is lehet.

(A 10 m-nél nagyobb testeket **kisbolygóknak** (**aszteroidáknak**) nevezzük.)

- ☐ A **meteor** a meteoroid (aszteroida) által keltett fényjelenség. Akkor következik be, amikor a meteoroid (aszteroida) a légkörben a nagy sebesség miatti súrlódástól felizzik, és ionizálja a körülötte levő levegő alkotórészeit (népies neve hullócsillag). Ahogy a test anyaga elég, a fénylés megszűnik.
- ☐ **Meteorit:** A meteoroid (aszteroida) nem semmisül meg, túléli a zuhanást, és eléri az égitest felszínét.



■ A Nap legfontosabb adatai

- A hozzánk legközelebbi csillag közepes távolsága a Földtől 150 millió km (1 CSE).
- Átmérője: 1,4 millió km (109 Föld-átmérő).
- Térfogata: 1,3 millió Föld-térfogat.
- Anyagi összetétele: főleg hidrogénből (73%) és héliumból (25%), valamint egyéb elemekből (2%) álló, a magas hőmérséklet és nyomás hatására ionizált állapotú gáz.
- Központi hőmérséklete kb. 15 millió °C, felszíni hőmérséklete kb. 6000 °C.

■ A Nap földi életre gyakorolt hatásai

- Közvetve majdnem minden földi folyamat a Nap hatására működik.
- A Nap biztosítja az élethez szükséges hőmérsékletet.
- Az élővilág léte alapvetően a napsugárzástól függ. A növények a napfény energiáját hasznosítva építik fel testük szerves vegyületeit (fotoszintézis).
- Az élőlények által évmilliók alatt elraktározott napenergia a szén, a kőolaj, a földgáz is.
- A napsugárzás elengedhetetlen az emberi szervezet számára létfontosságú D-vitamin előállításához is.
- A naptevékenység változásai többnyire hatást gyakorolnak az időjárásra.
- Megújuló energiaforrás (napenergia): a napkollektorok segítségével meleg vizet tudunk előállítani (pl. fűtéshez), a napelemek pedig elektromos árammá alakítják a napsugárzást.



EMELT SZINT

A Nap gömbhéjas szerkezete és a naptevékenységek (a Nap működésében megfigyelhető változások)

 gömbhéjai belülről kifelé haladva
 

mag	Itt történik a Nap energiatermelése, a magfúzió (termonukleáris folyamat) . A fúziós folyamatban (óriási hőmérsékleten és nyomáson) proton-proton reakció zajlik le: a hidrogénatomok magjai egyesülnek, és héliumatommagok jönnek létre. Az energia nagyenergiájú fotonok formájában szabadul fel.
sugárzási öv	Az energia kifelé sugárzással terjed.
áramlási öv	Az energia kifelé anyagáramlással terjed és jut el a fotoszférába.
fotoszféra	Ezt tekintjük a Nap felszínének, innen származik a Nap fényének közel 90%-a. Legfeltűnőbb jelenségei a napfoltok , melyek hőmérséklete mintegy 1000 °C-kal alacsonyabb a fotoszféra átlagos hőmérsékleténél.
kromoszféra	Közvetlenül a fotoszféra fölött helyezkedik el, amely teljes napfogyatkozás alkalmával figyelhető meg vöröses réteggént.
korona	Ritka anyaga napszél ként áramlik ki a bolygóközi térbe. A töltött részecskék egy része a Föld mágneses pólusai környékén légkörünkbe jut, a légköri gázokat ütközésekkel sugárzásra gerjeszti. Ez a jelenség a sarki fény .



Napkitörés: látványos naptevékenységek együttes megnyilvánulása: A Nap foto- és kromoszférájának rövid idejű kifényesedése (fler), a Nap fotoszférájából a kromoszférába emelkedő gáznyúlványok (protuberanciák), valamint a korona egy darabjának kilökődése a bolygóközi térbe (koronakidobódás).

A naptevékenység hatással van a földi időjárásra, mágneses viharok alakulhatnak ki, erősebb lesz a sarki fény, zavar támadhat az áramszolgáltatásban.

A Nap gázai a magas nyomás és hőmérséklet hatására **plazmaállapotba** kerülnek. A plazma jól vezeti az elektromos áramot.

A Naprendszer bolygói

Nagybolygó	Törpebolygó	Kisbolygó (aszteroida)
A két legtávolabbi kivételével szabad szemmel is látható.	Méretében átmenetet képez a nagybolygó és a kisbolygó között. Tömege elegendően nagy a közel gömb alak kialakulásához (pl. a kisbolygó-övben keringő Ceres és a Neptunusz pályáján túl keringő Plútó).	A törpebolygónál kisebb, szabálytalanabb alakú, főleg kőzetekből álló égitest. A Mars és a Jupiter közötti fő kisbolygó-övben vagy a Jupiterrel azonos pályán keringve, illetve a Neptunuszon túli külső kisbolygó-övben találhatóak.

■ A nagybolygók csoportosítása

Anyagi összetétel alapján	Kőzetbolygó (Föld-típusú)	Gázbolygó (Jupiter-típusú)
tömeg	kisebb	nagyobb
egyenlítői átmérő	kisebb	nagyobb
térfogat	kisebb	nagyobb
anyagi összetétel	nehezebb elemek túlsúlya	könnyű elemek gyakorisága
sűrűség	nagyobb	kisebb
kőzetburrok	kialakult a felszínén	nem alakult ki a felszínén
Naptól való távolság	a belső Naprendszer bolygói	a külső Naprendszer bolygói
keringési idő	rövidebb	hosszabb
átlagos keringési sebesség	nagyobb	kisebb
holdak száma	kevés (összesen 3)	sok (összesen 200-nál több)
gyűrűrendszer	nincs	van
a csoport tagjai	Merkúr, Vénusz, Föld, Mars	Jupiter, Szaturnusz, Uránusz, Neptunusz



■ A nagybolygók egyedi jellemzői

□ Merkúr

A Naphoz legközelebb lévő és a legkisebb kőzetbolygó. Felszínén alapvetően a becsapódásos eredetű formák uralkodnak (kráterek, medencék). A formák – idős korrak ellenére (4,6–3,8 milliárd évesek) – ma is jó „megtartásúak”.

A Merkúr légköre rendkívül ritka, folyékony víz sem található a felszínén, ezért a felszínformálásban a külső erők közül csak a napsugárzás hatása érvényesülhet.

□ Vénusz

Esthajnalcsillagnak is nevezik, mert leginkább hajnalban és alkonyatkor látható. Méretei a Földéhez hasonlóak. Forgása a keringésével ellentétes irányú.

A több rétegből felépülő, nagy sűrűségű légkörét főleg szén-dioxid alkotja → erős üvegházhatás → kb. 500 °C a felszíni hőmérséklet.

45-60 km magasságban: kénsavból álló vastag felhők → nagy fényvisszaverő képesség → fényes égitest az égbolton.

□ Föld

Különleges bolygó a Naprendszerben nemcsak a légkörét, hanem a vízburkát tekintve is, mert ezen az egyetlen bolygón található nagy mennyiségben folyékony halmazállapotú víz. A hatalmas víztömegről visszaverődő napfény miatt a Föld az űrből nézve kék színűnek látszik.

□ Mars

A Földhöz hasonlít a tengelyforgásának idejében, a tengelyferdeségben, az éghajlati övezeteiben és az évszakok váltakozásában. Felszínét vasban gazdag, vörös színű kőzetek borítják, amelyek a kőzetbolygó történetének korai, nedvesebb és melegebb időszakában oxidálódtak. A bolygó felszínét hajdani folyó- és gleccservölgyek szelik át.

Ritka, főleg szén-dioxidból álló légköre van → gyenge üvegházhatás → nagyok a hőmérsékletkülönbségek → nagy sebességű szelek → porviharok. A hetekig tartó viharok végén az esőmentes légkör lassan tisztul meg a magasba került por-szemcséktől → vastartalmuk és fényszóró hatásuk miatt a marsi égboltot vöröses színűre festik. Ezért kapta a Mars a vörös bolygó nevet. Két holdja van (Phobos és Deimos).

A Mars a Földön kívüli élet legközelebbi, emiatt legkönnyebben kutatható lehetséges helyszíne, napjainkban az amerikai űrkutatásban a Mars kutatása áll az élen.

□ Jupiter

A Naprendszer legnagyobb és leggyorsabban forgó bolygója. Vastag és sűrű légkörében az egyenlítővel párhuzamos sávokban nagysebességű (600 km/h) szelek fújnak. A szomszédos sávokban a szél iránya egymással ellentétes → légörvények. A legnagyobb örvény a már több mint 300 éve ismert Nagy Vörös Folt.

□ Szaturnusz

A Naprendszer második legnagyobb és a legkisebb sűrűségű bolygója. Sávozott légkörében szélviharok, örvények vannak. A bolygó főként gyűrűrendszeréről híres, mely apró kő- és jégdarabokból áll. A legtöbb holddal rendelkezik a Naprendszerben.



□ **Uránusz**

Az Uránusz rendkívüli tulajdonsága forgástengelyének helyzete, amely szinte egybeesik a Nap körüli keringési síkjával. Forgása a keringésével ellentétes irányú (a Vénuszhoz hasonlóan). Légköre főleg hidrogénből és héliumból áll, de kevés metán is van benne. A metán az atmoszféra felső részén elnyeli a vörös fényt, ami miatt a bolygó halvány kékeszöld színű.

□ **Neptunusz**

Légkörének összetétele és a bolygó színe az Uránuszéhoz hasonló. A Neptunusz légkörében az egyenlítővel párhuzamos sávokban erős szelek fújnak. A szelek sebessége elérheti a 2000 km/h-t is, így ezek a legerősebbek a Naprendszer bolygóin uralkodó szelek közül.



EMELT SZINT

■ **A naptávolság, a hőmérséklet és az anyageloszlás összefüggései**

A bolygók átlaghőmérséklete a Naptól távolodva csökken.

Nagy valószínűség szerint a Naptól való távolság a bolygók anyagi összetételét is befolyásolta a kialakulásuk során. A Naptól áramló részecskesugárzás, a napszél segítségével a gázok, illetve a porszemcsékből felszabaduló illékony anyagok a Naprendszer külső területeire kerültek. Ezért a belső területeken a bolygók szilikátokból és nehezebb elemekből (többek közt vasból és nikkelből) állnak. Ezek a kőzetbolygók.

A Naptól távolabb az alacsony hőmérséklet miatt ugrásszerűen megnőtt a vízjégszemcsék száma, így itt sokkal több anyag állt rendelkezésre a bolygókeletkezéshez. A jóval nagyobb bolygók erősebb gravitációja megtartja a hidrogén- és héliumgázokat is, így szilárd felszínnel nem rendelkező gázóriások jöttek létre.

A Hold, a Föld holdja

■ **Mozgásai:**

- forog a saját tengelye körül,
- elliptikus pályán kering a Föld körül (a Föld–Hold rendszer a Nap körül),
- forgási és a Föld körüli keringési ideje megegyezik (27,3 nap) → a Földről mindig ugyanazt az oldalát látjuk.

■ **A Hold fényváltozásai**

A Hold a Föld körül kering, ezért bolygónkról nézve állandóan változtatja a Naphoz viszonyított helyzetét. A Nap mindig a Hold felé forduló félgömbjét világítja meg, de a Földről ennek különböző nagyságú és alakú részét



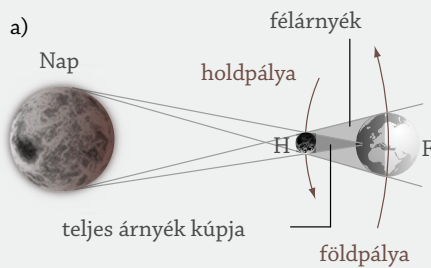
A Hold fényváltozásai



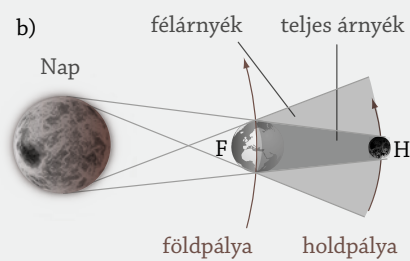
látjuk. Ezek közül a jellegzetesek a **holdfázisok** (újhold, első negyed, holdtölte/telihold, utolsó negyed). Egy teljes ciklus hossza 29,5 nap.

■ Fogyatkozások

Újhold és telihold idején általában nincs teljesen egy egyenesben a három égitest. Mivel a Hold pályasíkja az ekliptikával 5° -os szöget zár be, telihold idején a Föld árnyékkúpja a Hold „alatt” vagy „felett” húz el, így a napsugarak eljutnak a Holdra, újholdkor pedig a Hold árnyéka húz el általában a Föld „alatt” vagy „felett”, tehát a Földről nézve a Hold nem takarja el a Napot. Fogyatkozás akkor következik be, ha a három égitest teljesen egy egyenesbe esik újhold vagy telihold idején, és a Föld vagy a Hold egymás árnyékába kerül.



a) Napfogyatkozás



b) Holdfogyatkozás

A fogyatkozás neve	napfogyatkozás	holdfogyatkozás
A holdfázis neve	újhold	telihold/holdtölte
Az égitestek sorrendje	Nap – Hold – Föld	Nap – Föld – Hold
Típusai	A Hold árnyékkúpjának sávjában teljes, a félárnyékban részleges napfogyatkozás figyelhető meg.	Lehet teljes vagy részleges, attól függően, hogy a Hold teljesen vagy csak részben halad át a Föld árnyékkúpjában.
Megfigyelhetősége	Tilos szabad szemmel megfigyelni! Csak speciális szűrővel ellátott eszközökkel (szemüveggel, távcsővel) vizsgálható.	Szabad szemmel is megfigyelhető.



EMELT SZINT

■ A Hold felszínén idősebb, magasabb és világosabb (anortozitos) kőzetekből álló szárazföldek, valamint sötétebb (bazaltos) kőzetanyagú medencék, holdtengerek különíthetők el (a Holdon nincs folyékony víz!). A **holdtengerek** a peremükön lévő hegységgyűrűkkel együtt óriási meteorit-beccsapódások nyomait őrzik. A Hold egész felszínét beborító **kráterek** legnagyobb részét (melyek átmérője néhány cm-től 200 km-ig terjed) kisebb beccsapódások hozták létre.

A hőmérséklet a Hold felszínén a nappal és az éjszaka között igen nagy ingadozásokat mutat. Ez a légkör hiányának és annak a következménye, hogy a nappalok és éjszakák időtartama a Holdon kb. 15-15 földi napnak felel meg. Nappal a napsugarak akadálytalanul jutnak a holdfelszínig, és a kőzeteket erőteljesen felmelegítik (+134 °C). Éjjel az erős kisugárzás miatt a felszínhez közeli kőzetek hőmérséklete erősen lehűl (-160 °C-ig). Az igen nagy hőingadozás erőteljesen aprózza a felszín kőzeteit.

A meteorit-beccsapódások, az aprózódás és a napszél hatására a felszínt több tíz méter vastag törmelék borítja, melynek legfelső néhány decimétere porszem finomságú (holdpor).

További, a földi viszonyoktól erősen eltérő jelenségek a légkör nélküli Holdon: pl. a fekete égbolt, a nappal is látható csillagok, a fény-árnyék erős ellentéte, a csend, a világútból érkező ártalmas sugárzások.

■ Az üstökösök jellemzése

- Az üstökösök kisebb tömegű égitestek, amelyek többsége hosszan elnyúlt ellipszispályán kering a Nap körül.
- Az üstökös részei napközben:

FEJ		CSÓVA
Mag	Kóma	Ioncsóva, porcsóva
1–100 km átmérőjű, porból és jégből álló „piszkos hógolyó”.	A Naphoz közeledve (<3 CSE) a mag fagyott gázai szublimálnak (a szilárd anyagok közvetlenül légneművé válnak), és kiterjedt, ritka légkört alkotnak körülötte: ez a kóma.	A Napot még jobban megközelítve (<1,5–2 CSE) a napszél részecskéi magukkal ragadják a kóma anyagát, és a Nappal ellentétes irányban létrehozzák a gázokból és porrészecskékből álló csóvát.



◎ A FÖLD ÉS MOZGÁSAI

■ A Föld méretei:

- Közepes fűdsugár: 6371 km.
- Egyenlítűjének hossza: 40 076 km.
- Felszíne: 510 millió km².

■ A Föld mozgásai

Tengely körűli forgás

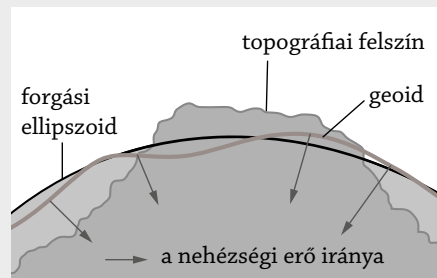
- A Föld képzelt forgástengelye az Északi- és a Déli-sarkot köti össze a Föld közép-pontján keresztül. A tengely északi vége a **Sarkcsillag** felé mutat.
- **A forgás ideje egy nap**, kerekítve **24 óra**.
- Az óramutató járásával ellentétes irányban, nyugatról keletre forog az Északi-sark felől nézve.
- Következményei:
 - a Nap **látszólagos napi mozgása** az égbolton keletről nyugatra;
 - a nappalok és az éjszakák váltakozása;
 - **eltérítű erű (Coriolis-erű)**: a mozgó testek (pl. a légtűmegek, folyűvizek, tengeráramlások) kitérnek eredeti mozgási irányukból.



EMELT SZINT

A Föld alakja

A Föld a forgás következtében fellépű centrifugális erű hatására az Egyenlítő mentén kiszűesedett (egyenlítői sugara > sarki sugara), alakja a mértani testek közül a **forgási ellipszoid**dal írható le. A Föld valódi alakja **geoid**: elméletileg kijelűlt szintfelűlet, amely minden pontjában merűleges a nehűzségi erű irányára, és egybeesik a közepes tengerszinttel.



A Föld valódi alakja a geoid

- A Föld forgása a **napi idűszámítás** alapja.
 - A Nap két egymást követű delelése között eltelt idű a **nap**, kb. **24 óra**.



EMELT SZINT

- **Valűdi napidű**: Kepler mäsodik törvényébűl következik, hogy a Föld a Nap-hoz közelebb gyorsabban, a Naptűl távolabb lassabban halad a pályáján. Emiatt a Nap nem pontosan 24 óránként delel.
- **Közűpnapidű** = 24 óra. A valódi napidű pontatlansága miatt vezették be.



■ **Helyi idő:** valamely hosszúsági körön érvényes (valódi) napidő. Adott helyen akkor van déli 12 óra, amikor fölötté a Nap delel (legmagasabb szögben látszik a horizont fölött). A helyi idő egy hosszúsági körön megegyezik, ebből következik, hogy minden hosszúsági körön más és más.

A helyi idő különbségének kiszámítása a hosszúsági körök között:

$$360^\circ = 24 \text{ óra}, \quad 15^\circ = 1 \text{ óra}, \quad 1^\circ = 4 \text{ perc}$$

(Tehát egy hosszúsági körtől 15° -kal keletre egy órával több, nyugatra egy órával kevesebb van.)



EMELT SZINT

■ **Világidő:** a greenwichi hosszúsági körhöz tartozó középnapidő. (GMT/UTC)

■ **Zónaidő:** A Földet 24 **időzónára** osztották. A zónaidő megegyezik az adott időzóna (15° -os területsáv) közepén húzódó hosszúsági kör helyi idejével, amelyet egységesen alkalmaznak az egész időzóna területén.

A számításokon alapuló időzónák határait az államhatárok és más megállapodások módosítják.

Nap körüli keringés

□ A Föld ellipszis alakú pályán kering a Nap körül. A Nap az egyik gyújtópontban van. A Föld Nap körüli keringési síkja az **ekliptika**.

□ A Föld tengelye a keringés síkjára merőleges egyenessel $23,5^\circ$ -os szöget zár be, ezt nevezzük **tengelyferdeségnek**.

A forgástengely a keringés során nem változtatja (számottevően) az irányát.

□ A keringési idő kb. egy év (**napév**) – kerekítve 365 nap 6 óra (365 nap 5 óra 48 perc 46 másodperc).

□ A keringés iránya megegyezik a forgás irányával, az óramutató járásával ellentétes (az északi égi pólus felől nézve).

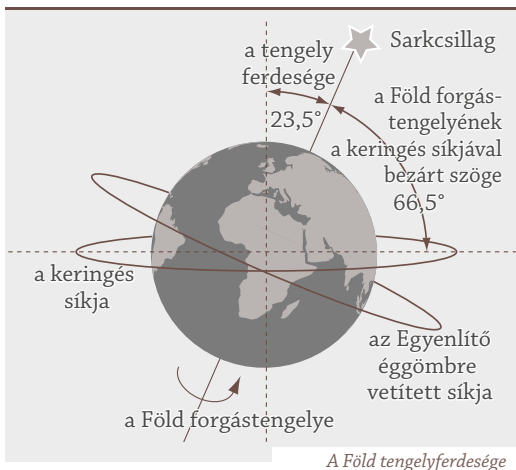
□ Következményei:

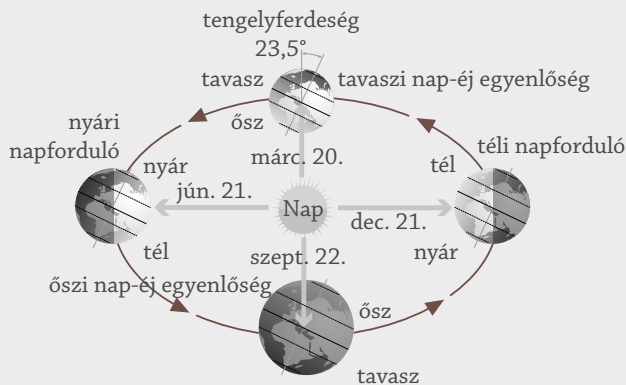
– a forgástengely ferdesége és változatlan iránya miatt egy év alatt az egyes szélességi körökön:

→ változik a napsugarak hajlásszöge

→ a nappalok és éjszakák hossza

} → évszakok váltakozása





A Föld keringése a Nap körül

□ A Nap merőleges delelésének helye



EMELT SZINT

Delelési magasság: a delelő Napnak a horizont síkjával bezárt szöge. Ha a Nap függőleges irányban a megfigyelő feletti pontban, a **zenit** pontban tartózkodik, a **delelési magassága** 90° .

Nevezetes napok	A Nap merőleges delelésének helye	A csillagászati évszak kezdete	
		az északi félgömbön	a déli félgömbön
III. 20.	Egyenlítő	tavasz (tavaszi nap-éj egyenlőség napja)	ősz (ősz nap-éj egyenlőség napja)
VI. 21.	Ráktérítő	nyár (nyári napforduló napja)	tél (téli napforduló napja)
IX. 22.	Egyenlítő	ősz (ősz nap-éj egyenlőség napja)	tavasz (tavaszi nap-éj egyenlőség napja)
XII. 21.	Baktérítő	tél (téli napforduló napja)	nyár (nyári napforduló napja)

□ A Föld Nap körüli keringése az **évi időszámítás** alapja. Egy **naptári év**ben 365 napot számítunk.



Ez kevesebb, mint a Föld egyszeri Nap körüli keringési ideje (**napév**).



A töredéknapokból négy év alatt majdnem 24 óra gyűlik össze.



Minden negyedik év 366 napos **szökőév**.



A további pontosítás miatt a kerek százas évek közül csak a 400-zal is oszthatóak a szökőévek.



Julius Caesar naptárreformja vezette be a római naptárban a szökőévet (Kr. e. 45-ben) —> **Juliánus-naptár.**

A szökőévekkel kiegyenlített naptár évei hosszabbak lettek a valódi napévnél, tehát a naptár „készt”. XIII. Gergely pápa vezette be az újabb naptárreformot (1582-ben) —> **Gergely-naptár.** Ez a legelterjedtebb a ma érvényben lévő naptárrendszerek közül.

Dátumválasztó vonal: a 180°-os hosszúsági kör közelében futó vonal, aminek

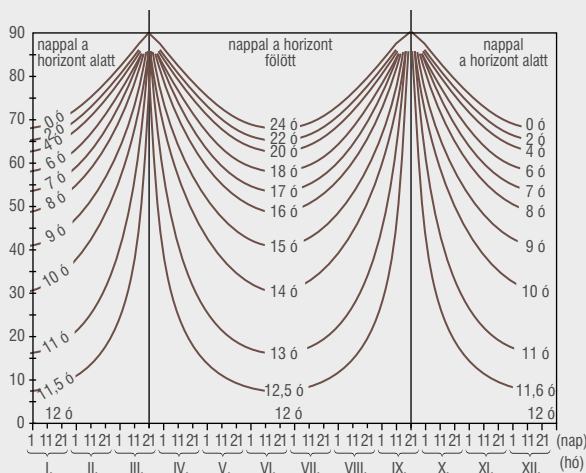
- K-ról Ny-ra történő átlépésekor egy nappal előre,
- Ny-ról K-re haladva egy nappal vissza kell állítani az óránkon a naptárt.

■ A nappalok és az éjszakák hosszának változása

□ Az Egyenlítőn egész évben (nap-éj egyenlőségek napján az egész Földön) 12 óra a nappal és 12 óra az éjszaka hossza.

□ A sarkpontokon fél évig nem nyugszik le, és fél évig nem kel fel a Nap, a sarkkörökön egy alkalommal nem kel fel, és egy alkalommal nem nyugszik le a Nap.

□ Minél magasabb földrajzi szélességen vagyunk, annál nagyobb egy napon belül a nappal és az éjszaka hossza közötti különbség.



A nappalok és éjszakák hosszának változása az Egyenlítőtől a sarkok felé, egy év alatt

■ A Nap delelési magasságának meghatározására célszerű az alábbi lépéseket követni:

□ Annak a szélességi körnek a meghatározása, ahol a Nap merőlegesen delel. (Ez lehet az é. sz. 23,5°-a, a d. sz. 23,5°-a, és a közöttük fekvő terület valamelyik szélességi köre.)

□ A második lépés annak kiszámítása, hogy az álláspont és a merőleges delelés földrajzi szélessége hány fok távolságra van egymástól.

□ Ezt az értéket kell kivonni a 90°-ból, és megkapjuk a Nap delelési magasságát az adott szélességi körön.

□ Feladat: Mennyi a napsugarak legnagyobb és a legkisebb hajlásszöge deleléskor Budapesten (é. sz. 47,5°)?

VI. 21. Budapest távolsága a merőleges delelés helyétől: $47,5^\circ - 23,5^\circ = 24^\circ$;
 $90^\circ - 24^\circ = 66^\circ$

XII. 21. Budapest távolsága a merőleges delelés helyétől: $23,5^\circ + 47,5^\circ = 71^\circ$;
 $90^\circ - 71^\circ = 19^\circ$

A legnagyobb delelési magasság 66° , a legkisebb 19° .



◎ AZ ŰRKUTATÁS

■ Az űrkutatás legfontosabb mérföldkövei

1957 Az első műhold (Szputnyik-1, Szovjetunió) felbocsátását tartják az űrkutatás születésnapjának.

1961 Először indult űrhajó emberrel együtt az űrbe (Vosztok-1, **Jurij Gagarin**).

1969 Először lépett ember a Holdra (Az Apolló-11 űrhajósai: elsőként **Neil Armstrong**, másodikként Edwin Aldrin). Michael Collins a parancsnoki űrhajóval a Hold körüli pályán keringett.

1981 Az első űrrepülőgép (űrsikló) fellövése (Columbia).

Az 1990-es évektől

Egyre több űrszonda indult a Nap és a Naprendszer bolygóinak kutatására.

1998 Megkezdték a Nemzetközi Űrállomás (ISS) összeszerelését, az űrlaboratórium 2004-re készült el.

2004 Elindult küldetésére a Rosetta űrszonda, mely pályára állt a Csurjumov–Geraszimenko üstökös körül, illetve a leszálló egysége (Philae) műszeres méréseket végzett az üstökös felszínén (2014-ben).

2009 Megkezdte a működését az exobolygók után kutató, Nap körül keringő Kepler-űrtávcső.

2012 Sikeresen landolt a Mars felszínén a Curiosity űrszonda, amely tudományos műszereket (Mars Science Laboratory) szállított a vörös bolygóra.

2012 A Hubble-űrteleszkóp felfedezte a legtávolabbi címre pályázó galaxist, amelyik csupán 420 millió évvel az ősrobbanás után alakult ki.

2012 Elhagyta a Naprendszert, és átlépett a csillagközi térbe a Voyager-1, 2018-ban a Voyager-2. Mindkét űrszondát 1977-ben indították.

2016 A Chile északi részén működő Paranal Csillagvizsgáló távcső-együttesének új műszerével minden eddiginél pontosabban mérik a Tejútrendszer centrumát alkotó fekete lyuk körül keringő S2 csillagot.

2020 Kínában működni kezdett a világ legnagyobb rádióteleszkópja (átmérője 500 m).

2022 Működik a világ legdrágább és legfejlettebb űrteleszkópja, a James Webb. Az univerzum legtávolabbi pontjait és legősibb galaxisait kutatja, de részletgazdag felvételeket készített pl. a Jupiterről is.

■ Az űrkutatás eszközei

□ A távcsövek az elektromágneses sugárzás összegyűjtésére és távoli objektumok megfigyelésére szolgálnak.

□ A csillagászatban egyre inkább a tükrös távcsöveket és a rádió- és radarteleszkópokat használják. Elhelyezhetik a Földön (pl. a legnagyobbak a Gran Telescopio Canarias a Kanári-szigeteken és a Keck-távcső a Hawaii-szigeteken), illetve a világegyetembe felbocsátott eszközökön, amelyek a földi légkör zavaró hatásától mentesen tudják a megfigyeléseket végezni (pl. Kepler-, Hubble-, James Webb űrtávcső).



- A hordozórakéták lehetnek egyszer használhatóak (ezzel indítják a legtöbb műholdat). Napjainkban a SpaceX űripari magánvállalat fejleszti a többször felhasználható rakétarendszert.
- Az űrhajó egyszer felhasználható űreszköz, amellyel az űrhajósokat a világűrbe juttatják, illetve visszahozzák őket a Földre (pl. Apolló-program).
- Az űrrepülőgép (űrsikló) emberek világűrbe juttatására és visszatérésére alkalmas, többször felhasználható űrjármű, ami a repülőgépekhez hasonló módon landol. A NASA űrrepülőgépei 2010-ben befejezték működésüket.
- A műhold valamely bolygó körül keringő mesterséges égitest. Az olyan műholdat, amelyen létfenntartó rendszer is működik, űrállomásnak nevezzük (pl. Nemzetközi Űrállomás, ISS).
- Az űrszondák személyzet nélküli űreszközök, melyek elhagyják a Föld vonzáskörzetét. A Voyager-1 és Voyager-2 űrszonda már kilépett a Naprendszerből a csillagközi térbe; de vannak olyan űrszondák is, melyek műholdakként keringenek (pl. Cassini–Huygens űrszonda a Szaturnusz, a Juno űrszonda a Jupiter körül); vagy leszállnak a bolygó (pl. a Marsra a Pathfinder), a hold (pl. Cassini űrszonda a Titánra), vagy az üstökös felszínére (Rosetta űrszonda leszállóegysége). Leszállás után mozgó robotként is működhetnek (pl. a Holdon a Lunohod, a Marson a Curiosity).
- A mesterséges bolygó a Nap (vagy a jövőben más csillagok) körül keringő űreszköz. Pl. a Kepler-űrtávcső fő feladata az exobolygók, a Naprendszeren kívüli csillag körül keringő bolygók kutatása.

Az űrkutatóval együtt a világegyetem szennyezése is megkezdődött. Űrszemétnek nevezik mindazokat a világegyetemben keringő, lebegő mesterséges eredetű tárgyakat, amelyeknek már semmiféle hasznuk nincs.

■ Az űr kutatás eredményeinek gyakorlati hasznosítása

Nagyban segítik a földi életünket az űrbe telepített eszközök.

Mindennapjainkban legismertebbek a meteorológiai műholdak, a földi navigációt segítő GPS-holdak és az infokommunikációs holdak, melyek a Föld egész területére szórják a rádió- és tévécsatornák adásait, szolgáltatják az internetet. (Az űrfelvételek felhasználási lehetőségei a Térképi ismeretek című fejezetben olvashatók.)

Sokrétű az űr kutatás és az orvostudomány kapcsolata: pl. súlytalanság állapotában végzett kísérletek, új gyógyszerek előállítás, diagnosztikai eszközök kifejlesztése.

Az űr kutatás melléktermékei (spin-off) később a földi használatban is megjelentek (pl. tépőzár, tűzálló ruhaanyagok, újfajta ötvözetek, jobb kristályszerkezetű félvezetők, vízszűrő flakonok, bányákban használható légtisztító berendezések, kényelmes autózülések, napelemes oltóanyaghűtő).



■ Az űrkutatáshoz kapcsolódó magyar vonatkozású eredmények

- **Bay Zoltán** (1900–1992) fizikus, a radarc sillagászat mint új tudományág megalapozója. Nevéhez fűződik a magyar Hold-radar-kísérlet, mellyel a Hold és a Föld közötti távolságot próbálta megmérni.
- **Farkas Bertalan**, az első magyar űrhajós 1980-ban a Szaljut-6 űrállomáson végzett kutatási feladatokat.
- A Nemzetközi Űrállomás magyar műszerei közül legismertebb a Pille elnevezésű sugárdózismérő, amelyet Charles Simonyi szoftvermérnök, űrturista már kétszer tesztelt.
- 2012-ben útjára indult az első magyar fejlesztésű műhold, a Masat-1, mely 2015 januárjában (1061 nap után) tért vissza a Föld légkörébe, és semmisült meg. Ezt követően újabb magyar műholdak kerültek ki az űrbe.
- 2015-ben hazánk az Európai Űrügynökség (ESA) teljes jogú tagjává vált.
- Űrtechnológiai központ létrehozását kezdte meg hazánk egyik vezető űripari magánvállalata Martonvásáron 2022-ben, amelyben kisműholdak és az azokat működtető rendszerek gyártását, összeszerelését és tesztelését végzik majd (a tervek szerint 2025-ben).



Farkas Bertalan, az első magyar űrhajós