Tudományos és Technológiai Minisztérium

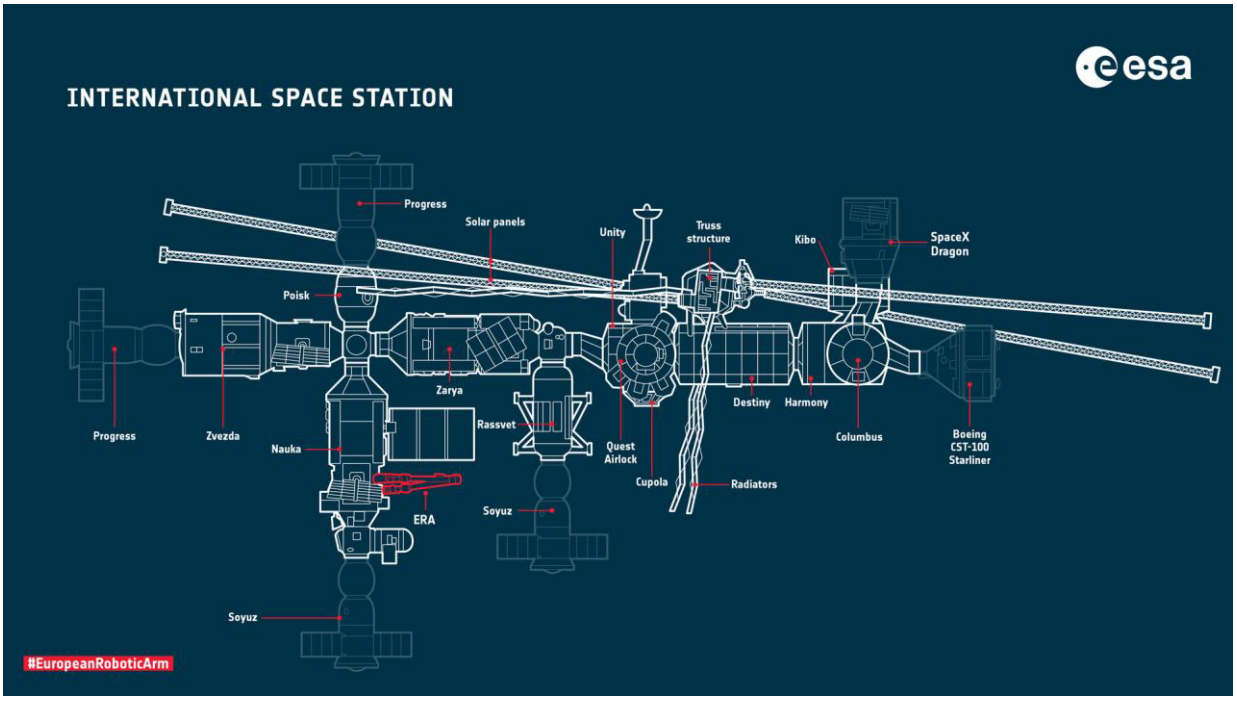
Hungary esero

földrajz, fizika

# tanítsunk a világűrrel

## → MERRE JÁR AZ ŰRÁLLOMÁS?

### Pályaelemek a telefonunkon




tanári útmutató és tanulói munkalapok

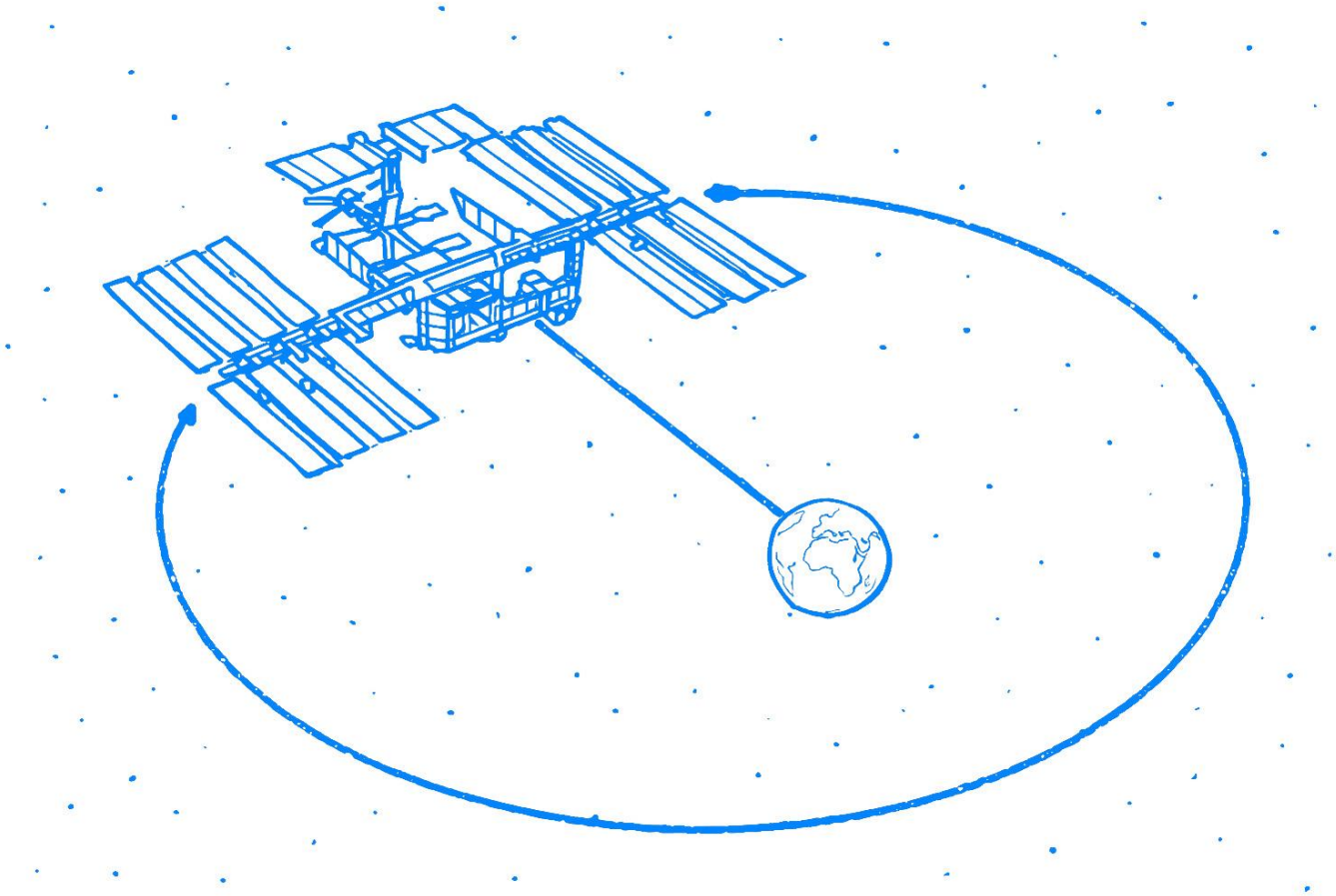
European Space Agency

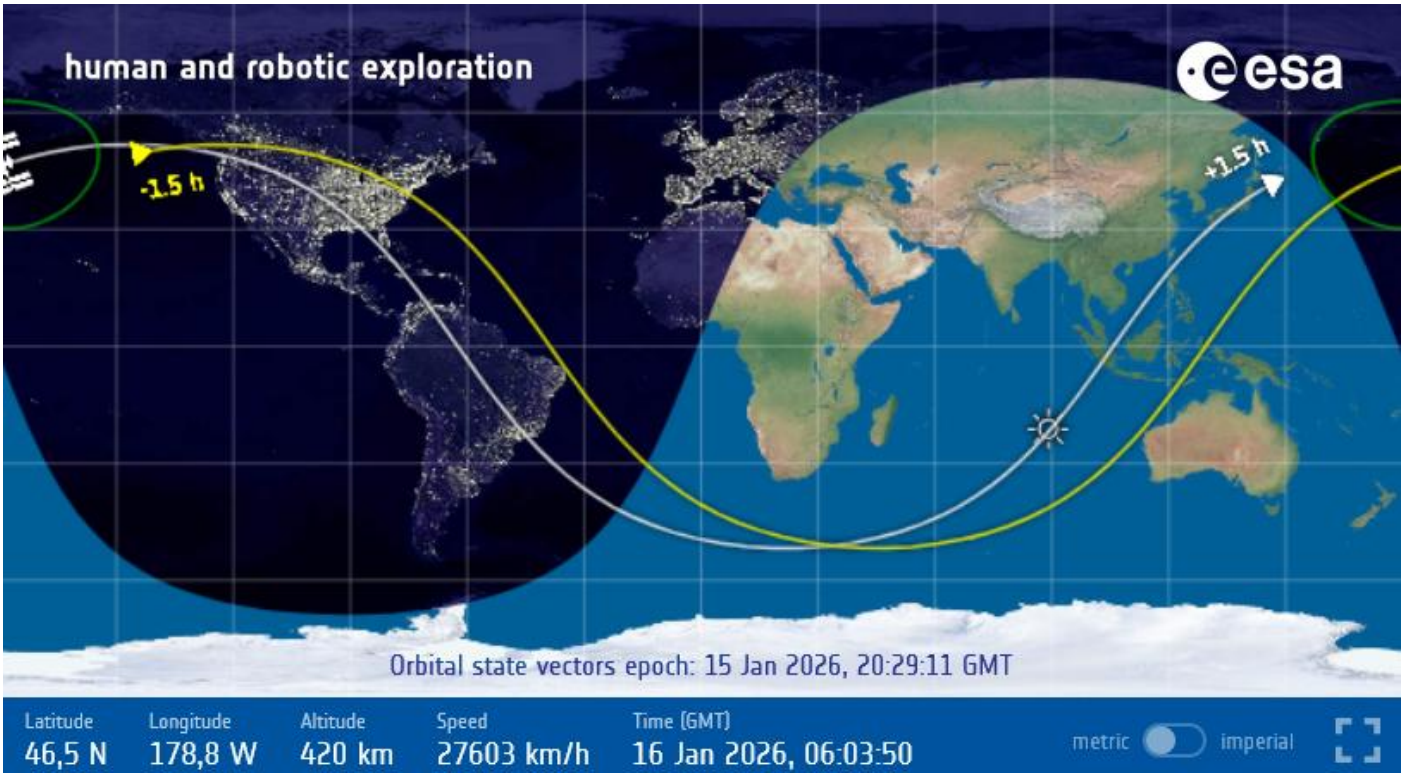
civitta HU

MŰEGYETEM 1782

MANT

GSIKard






Tanári útmutató

Alapadatok 5. oldal
A tevékenységek áttekintése 6. oldal
Bevezetés a pályaelemek és a térképi ábrázolás alapjaiba, a körpálya egyszerűsített pályaelemei 7. oldal

1. tevékenység: Körpályán a Föld körül 13. oldal
2. tevékenység: Térkép és földgömb 14. oldal
3. tevékenység: Kövessük az űrállomást! 16. oldal
4. tevékenység: Esti ISS-megfigyelés (opcionális házi feladat) 17. oldal

Tanulói munkalapok 18. oldal

Linkek 25. oldal

**tanítsunk a világűrrel! – merre jár az Űrállomás?**
www.esa.int/education

**Az Európai Ürügynökség (ESA) Oktatási Irodája örömmel fogadja a visszajelzéseket és észrevételeket**
teachers@esa.int

**Az Európai Űrügynökség oktatási programja az Európai Űrügynökség Oktatási Erőforrás Iroda (ESERO) Nordic-kal együttműködésben**
Szerzői jogok 2025 © Európai Űrügynökség

# → MERRE JÁR AZ ŰRÁLLOMÁS?

## Pályaelemek a telefonunkon

## ALAPADATOK

**Tantárgy:** földrajz, fizika
**Korosztály:** 12—16 év
**Nehézségi fok:** könnyű
**Tanári felkészülési idő:** 30 perc
**Tanítási idő:** 1 óra
**Költség:** alacsony (0—10 euró)
**Helyszín:** tanterem
**Kulcsszavak:** fizika, matematika, földrajz, műholdpályák, Nemzetközi Űrállomás

## Rövid ismertetés

A tanulók megismerkednek a Kepler-féle mozgástörvények alkalmazásával: a pályaelemekkel, a műholdak és a Nap égi helyzetének leírásával és bepillantást kapnak a Föld globális térképi ábrázolásába.

Emellett megtanulják, hogy okostelefonos applikációval megállapítsák a Nemzetközi Űrállomás (ISS) helyzetét, pályáját, és azt, hogy a fent említett térképi ábrázolásban ez hogyan vizualizálható, illetve opcionálisan azt is, hogy ezen eszközök segítségével megállapítsák, hogy az ISS hol és mikor figyelhető meg az égen.

## Tanulási célok

- A Föld körüli keringés fizikájának, kinematikájának megértése
- A Föld gömbi és térképvetületi ábrázolása közti különbség megértése
- Az ISS mint Föld körül keringő objektum pillanatnyi helyének megtalálása a térképen, számítógépes alkalmazással
- Az ISS mint Föld körül keringő objektum pillanatnyi helyének megtalálása az égen, telefonos alkalmazással

## → A tevékenységek áttekintése

| A tevékenységek áttekintése | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Cím** | **Leírás** | **Eredmény** | **Szükséges előzmények** | **Időtartam** |
| 1 | Körpályán a Föld körül | Irányított beszélgetés a Föld körüli keringésről | Felelevenítjük a keringés fizikáját (kinematikáját) | Nincs | 15 perc |
| 2 | Térkép és földgömb | Videó megnézése alapján három kérdésről beszélgetés | Pontok és vonalak földgömbi és térképi ábrázolása közti kapcsolat felismerése | Az 1. tevékenység elvégzése. | 15 perc |
| 3 | Kövessük az űrállomást! | A tanulók az ESA ISS-követő alkalmazásával meghatározzák az Űrállomás helyét és mozgását | A körpálya-sebességből következő, a felszínhez viszonyított sebesség megismerése | A 2. tevékenység elvégzése. | 15 perc |
| 4 | Esti ISS-megfigyelés (opcionális házi feladat) | Telefonos applikációval az ISS megtalálása az esti égen | Keringő objektum égi helyzetének megtalálása. A felszínhez viszonyított sebességhez égi látvány kapcsolása | A 3. tevékenység elvégzése. | Nem tanórai |

# → Bevezetés a pályaelemek és a térképi ábrázolás alapjaiba

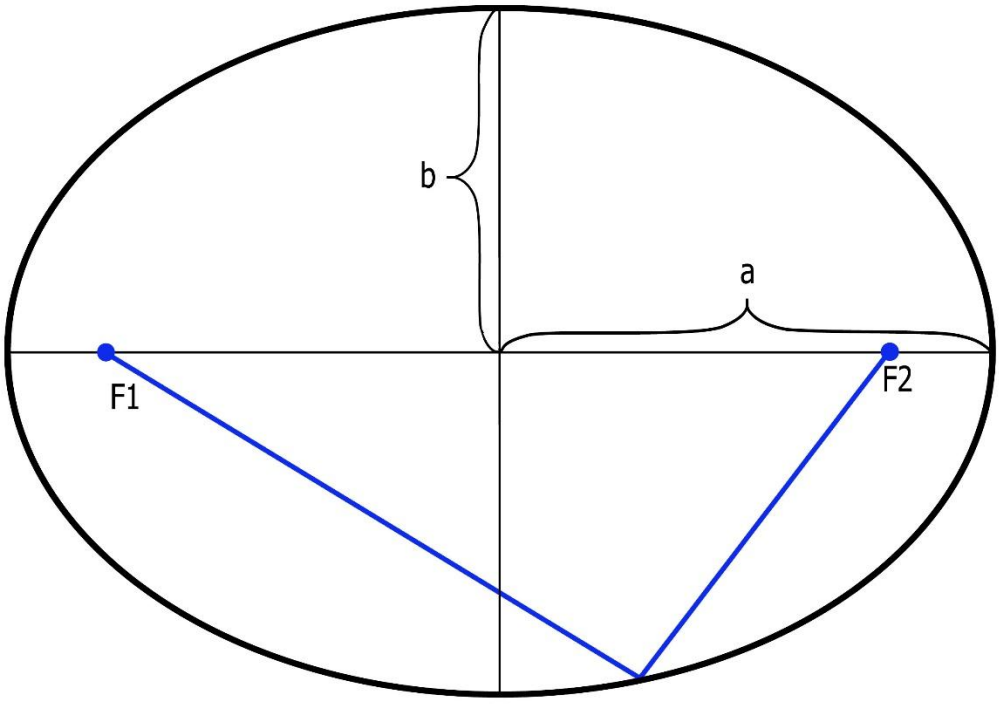
## 1. A Kepler-féle pályaelemek

Kepler törvényei értelmében a Föld körül keringő testek pályája ellipszis, és a vonzócentrum, a Föld tömegközéppontja ennek egyik gyújtópontjában van. A keringő test sebessége változik: minél közelebb van ellipszis alakú pályáján a Földhöz, annál gyorsabban halad.

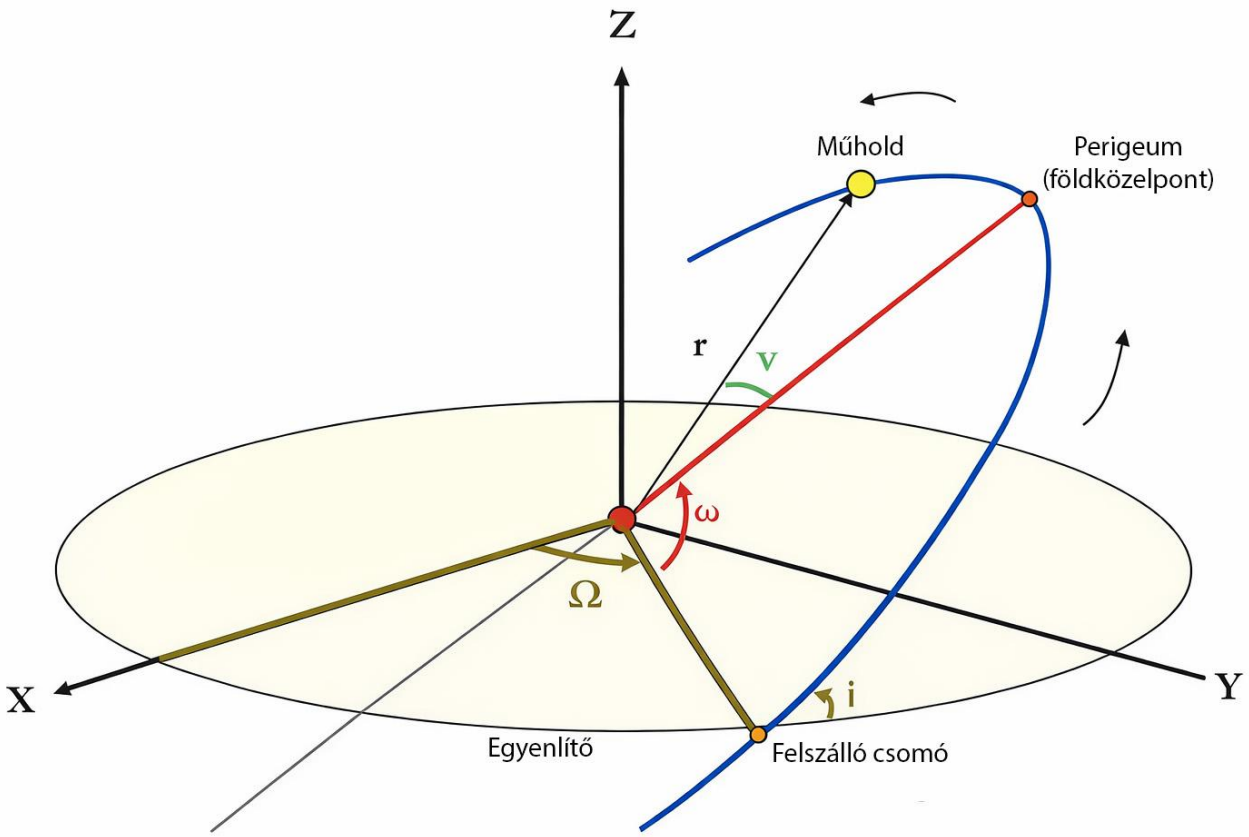
Ahhoz, hogy egy, a térben elhelyezett ellipszis-pályát leírjunk, 5 adatra van szükségünk:

- Magát az ellipszist két szám (pl. fél-nagytengely és lapultság, vagy fél-nagytengely és excentricitás) írja le

- És az így jellemzett ellipszist a háromdimenziós térben 3, szög jellegű mennyiségben adott elforgatási adattal lehet elhelyezni.




Az ellipszist azon pontok alkotják, amelyeknek a két gyújtóponttól vagy fókuszponttól (F1 és F2) való távolságuk összege azonos. Ilyen pályát írnak le a Föld körül keringő tárgyak, és a Föld tömegközéppontja az F1 pontban van. Az ellipszis fél-nagytengelyét az „a", fél kistengelyét a „b" hosszúság jelenti. Az ellipszis „f" lapultsága: f=(a-b)/a, „e" excentricitása pedig $e = \sqrt{a^2 - b^2}$. Körpálya esetén az F1 és F2 pontok egybeesnek, így a=b, és f=e=0.




A műhold pillanatnyi helyzetét a koordinátarendszer középpontjából húzott r vektorral jellemezzük. A pályaellipszis síkját a háromdimenziós térben három paraméter (az ábrán i, Ω és ω) jellemzi. Az i-vel jelölt inklináció az egyenlítői sík és pályasík szögét adja meg. Az Ω-val jelölt paraméter a „felszálló csomó hossza" (valójában a földrajzi hosszúsághoz hasonlóan: szöge), amely azt mutatja, hogy a pálya melyik ponton metszi az egyenlítői síkot. Az ω-val jelölt szög a „perigeum (földközelpont) argumentuma"; ez a pályasíkban forgatja helyére magát a pályát – körpálya esetén viszont erre nincs is szükség. A „v"-vel jelölt „pályamenti szöghelyzet" mondja meg, hogy a műhold adott pillanatban hol található. Az „X" főirány a Nap látszólagos égi pályájának „felszálló csomója", az ún. tavaszpont.

Az ellipszispályáknak van egy szélső helyzete, amely egyben a legkisebb mozgási energiához tartozik: ez a körpálya. A körpályán haladó test sebessége azonos a pálya bármely részén. Ennél kisebb sebességgel haladva a test leesne, gyorsabban haladva pedig ellipszispályára állna. A gyakorlatban a Föld körüli pályák esetén ez nem valósítható meg: a Föld nem gravitációs pontforrás, ezért vonzóereje a körpálya esetén is kismértékben változik és a keringő test mégoly ritka légkör miatt is veszít mozgási energiájából. Ezért a stabil pályán tartott objektumokat is kicsit gyorsabb mozgással tervezik: pályájuk valójában a körre nagyon hasonlító (igen kis excentricitású) ellipszis.

A Nemzetközi Űrállomás (ISS: *International Space Station*) pályája egy, a körpályához nagyon közeli ellipszis. A mi tananyagunk szempontjából egy, a Föld felszíne felett kb. 420 kilométer magasan, körpályán keringő objektumként modellezzük. A pályamagasság megválasztása nem véletlen. Már elég magasan van akkor, hogy a légkör lassító hatása ne legyen túl zavaró (időnként így is „gyorsítania" kell; enélkül néhány év alatt az alacsony, sűrű légkörbe érve elégne és lezuhanna), de elég alacsonyan ahhoz, hogy a Föld magnetoszférája megvédje az űrhajósokat a napszél és a kozmikus sugárzás folyamatos egészségkárosító hatásától.

Amennyiben a pályát körrel modellezzük, annak leírásához és térbeli elhelyezéséhez három paraméter is elegendő, egy távolság és két szög:

- *a*, a kör sugara (itt a fél nagytengely a kör sugara, mivel *a* = *b*, azaz az excentricitás *e* = 0)
- *i*, a körpálya és az egyenlítői sík közötti szög (pályainklináció), és
- Ω, a körpálya és az Egyenlítő egyik metszéspontjának iránya (ún. felszálló csomó hossza)

vagyis a körpályát lényegesen egyszerűbb modellezni, és a tanórán elmagyarázni is.

Az eddig mutatott paraméterek (ellipszispálya esetén: *a*, *e*, *i*, Ω, ω; körpálya esetén *a*, *i*, Ω) leírják és elhelyezik a műhold pályáját a térben. A gyakorlatban erre azért van szükség, hogy meg tudjuk mondani, hogy adott időpontban a fenti ábra (X,Y,Z) koordináta-rendszerében merre keressük a műholdat: vagyis pl. este merre keressük azt a fényes pontot az égen, amely a Nemzetközi Űrállomás. Ehhez még két adatra van szükség: meg kell mondani, hogy egy adott pillanatban (időpont) hol van a műhold a fenti pályán. Ez utóbbi a fenti ábrán „*v*'-vel jelölt „pályamenti szöghelyzet" nevű paraméterrel van megadva.

*(Természetesen az Űrállomás csak akkor látszik igen fényes, de láthatóan mozgó „csillagként" az égen, amikor a Nap megvilágítja. Mihelyt a Föld árnyékába ér, nem lesz látható. Emiatt napnyugta után 2-3 órával vagy napkelte előtt 2-3 órával érdemes keresni az égen.)*

Szerencsére arra nincs szükség, hogy mi bármit számoljunk ezekkel a paraméterekkel, viszont azok a webes szolgáltatások és telefonos alkalmazások, amelyeket pl. az ISS követésére használunk, ezeket az értékeket használják. A pályaelemek a Föld gravitációs terének egyenetlenségei és a légkör lassító hatásai, illetve az ISS korrekciós hajtőműindításai miatt változnak, a pillanatnyi adatokat az ún. TLE (*Two-Line Elements*) formátumban itt lehet elérni:

https://celestrak.org/Norad/elements/table.php?GROUP=stations&FORMAT=tle

(vegyük észre, hogy több „ISS" nevű rekord is látható: a különböző modulok pályaelemkészlete azonos. A „Zarja" volt az ISS legelső modulja, 1998-ban állították pályára):

```
ISS (ZARYA)
1 25544U 98067A   26018.88513458  .00012847  00000+0  23754-3 0  9994
2 25544  51.6336 318.5838 0007801  33.5888 326.5594 15.49391154548613
```

Az ISS pályaelemkészlete TLE-formátumban: ennek aktuális rekordját használják az ISS-t követő alkalmazások. Az *i* = 51,6336° a pályainklináció. Az utolsó szám: 15,4939… mutatja, hogy az ISS naponta hányszor kerüli meg a Földet.

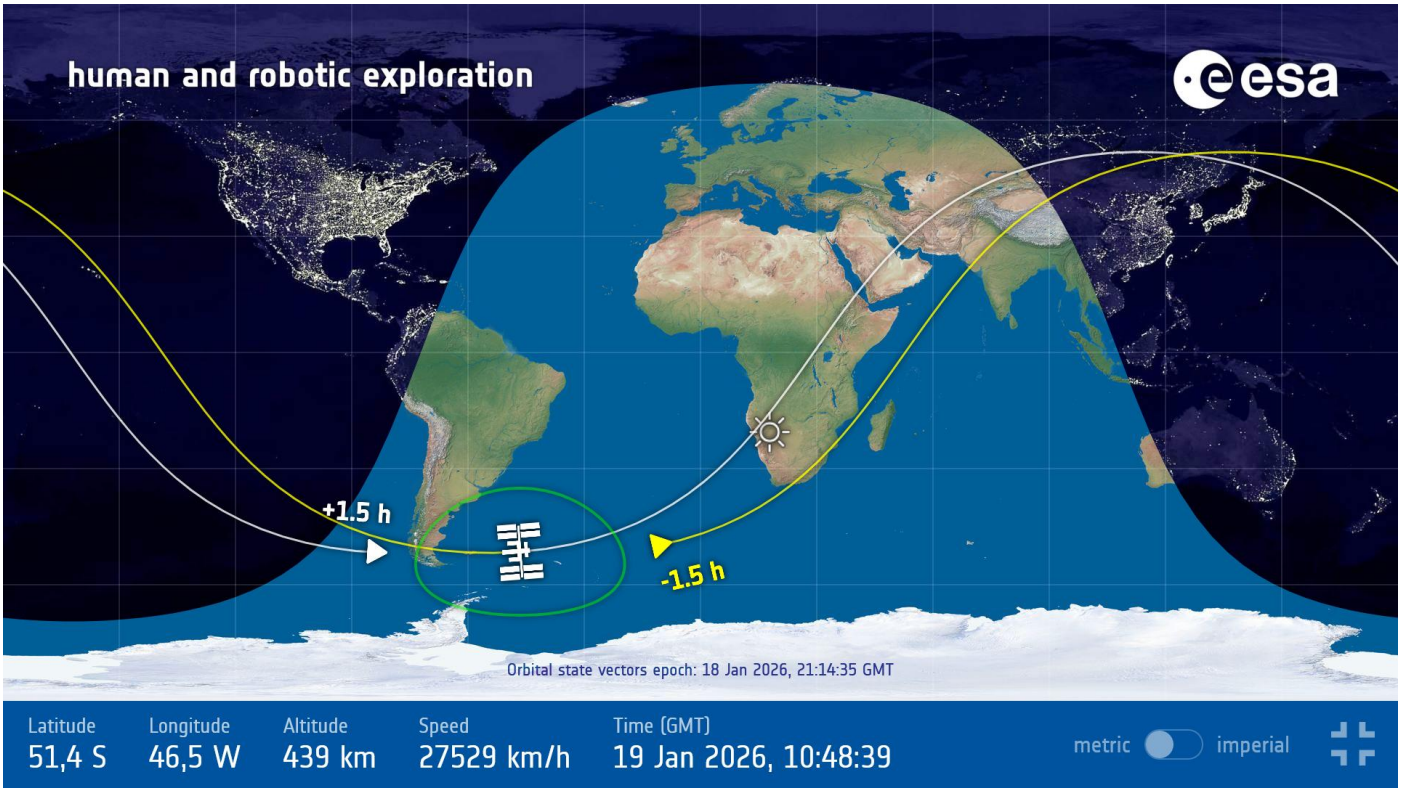
## 2. Ábrázolás: földgömbön vagy térképen?

A műholdakat, így a Nemzetközi Űrállomást követő alkalmazások a fenti adatokból 8. oldalon levő ábra szerinti XYZ-koordináta-rendszerben határozzák meg a keringő tárgyak pillanatnyi helyzetét, ebből pedig azt, hogy épp melyik felszíni pont felett tartózkodik. Saját álláspontunk földrajzi koordinátáinak felhasználásával azt is meg tudják mondani, hogy milyen irányban és a horizont felett milyen magasan kell keressük az adott objektumot.

Az ESA holnapján egy web-alapú alkalmazást kínál a Nemzetközi Űrállomás helyzetének követésére:

https://www.esa.int/Science_Exploration/Human_and_Robotic_Exploration/International_Space_Station/Where_is_the_International_Space_Station

A fenti weblapon látható térkép dinamikusan változik: mindig az ISS aktuális pozícióját mutatja, a kép jobb alsó sarkában levő ⛶ ikonnal teljes képernyős üzemmódba is válthatunk:



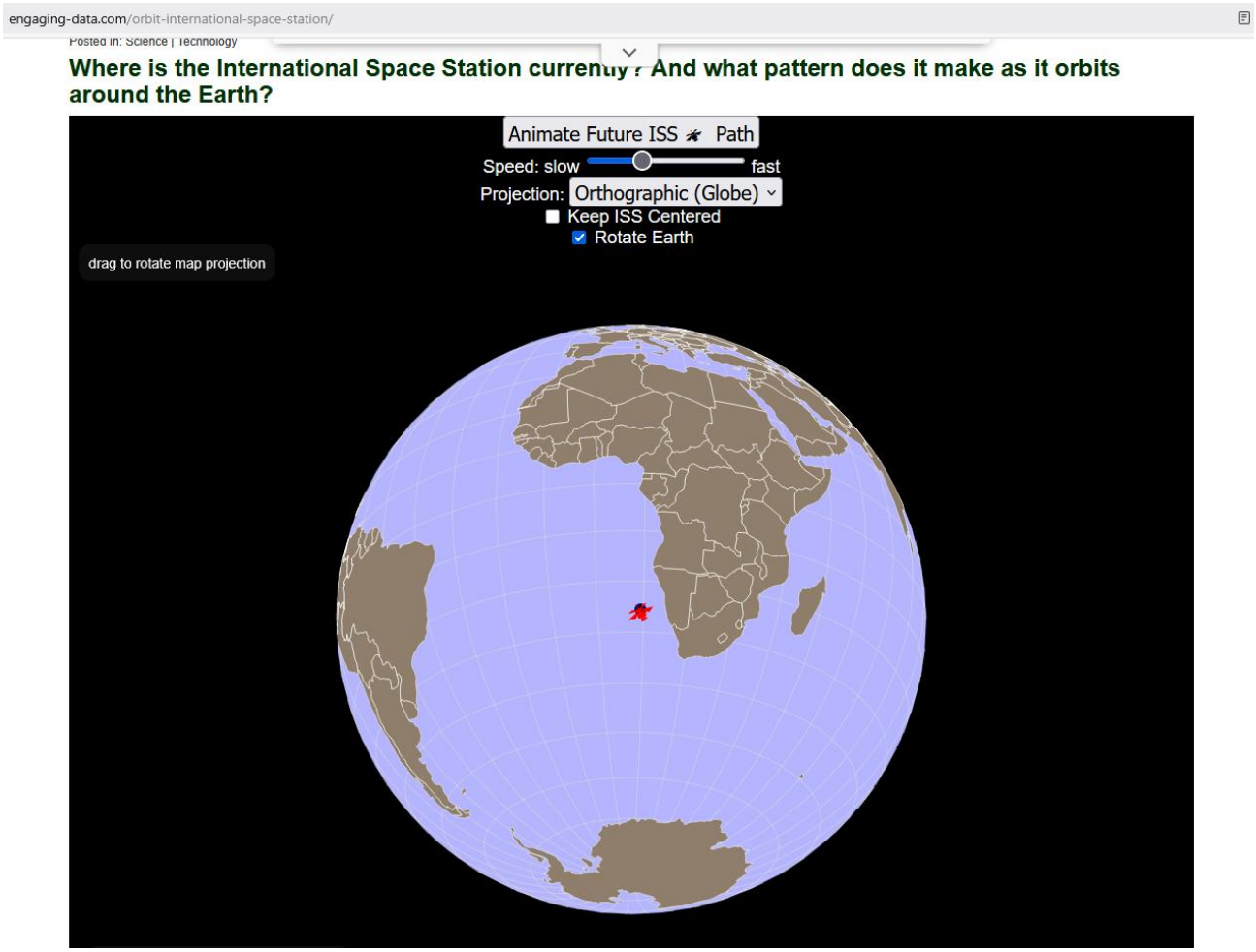

A kis űrállomás-ikon (a fenti képen épp Dél-Amerika déli szélétől keletre, nagyjából a Falkland- és Déli-Sandwich-szigeteknél) mutatja az aktuális pozíciót, a sárga vonal az elmúlt, a fehér pedig a következő másfél órában bejárt utat. A térképen az ún. „szubszatellit vonalat" látjuk, amely azokból a pontokból áll, amely felett elhaladt vagy el fog haladni az Űrállomás. A képen látható az is, hogy a Föld felszínén épp hol van nappal és éjszaka, illetve az is, hogy a Nap mely felszíni pontból (☼) látszik épp a zenitben (az égbolt legmagasabb pontján, a fejünk felett).

A Nap égi útját ugyan nem TLE módszerrel adják meg, ez a közelítő megoldás ugyanakkor felírható:

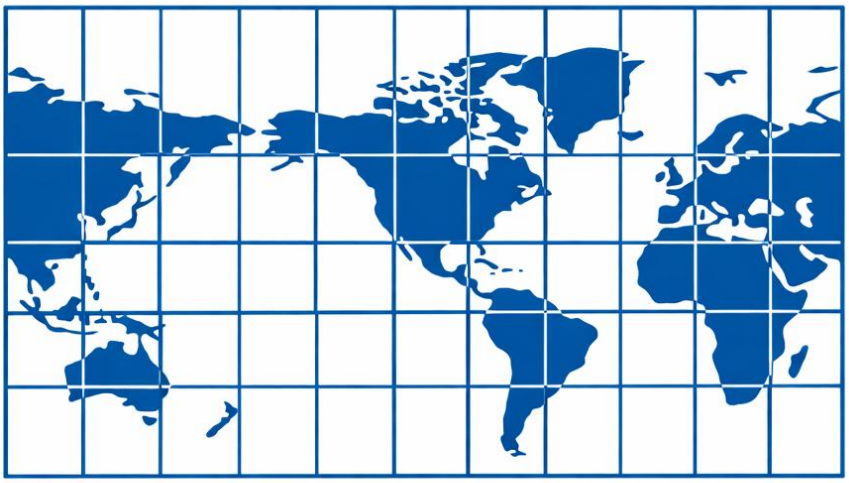
*1 00000U 00000A 26019.00000000 -.00000000 00000-0 00000-0 0 00000*
*2 00000 23.5000 0.0000 0000000 000.0000 000.0000 0.9856 0000000*

Az ISS pozícióját ugyanakkor a földgömbhöz képest is megadhatjuk:

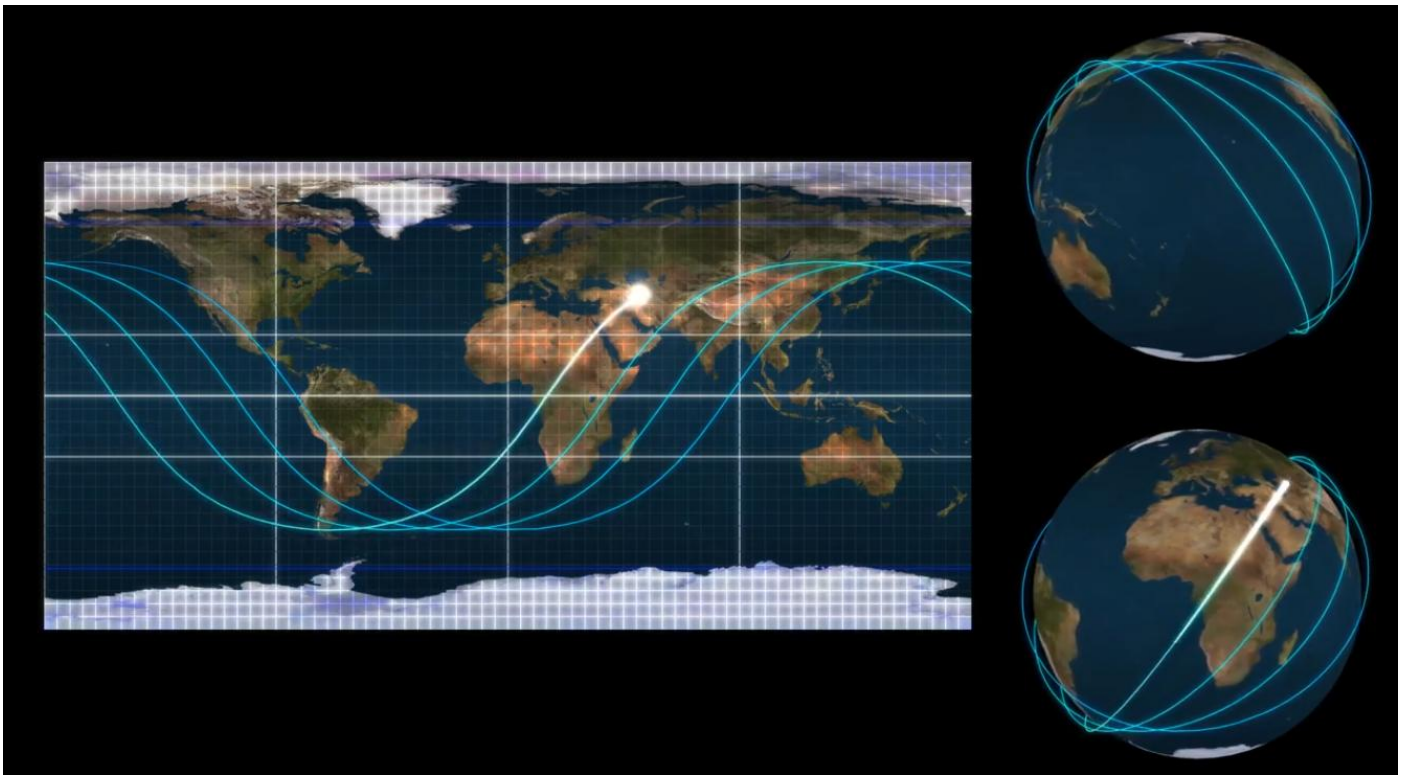
https://engaging-data.com/orbit-international-space-station/




A két ábrázolási módszer között a térképi vetület (ebben az esetben hengervetület) teremt kapcsolatot:



Ami a bal oldalon levő gömb (majdnem-gömb) felett még egyenes, az a kiterített henger felett már szinuszhullámként görbülő vonal lesz. Amennyiben a Föld nem forogna a tengelye körül, az ISS mindig ugyanazon (majdnem ugyanazon…) vonalon keringene, de a tengely körüli forgás eredményeként a napi 15-16 Föld-kerülés miatt ennyi vonalat fog követni az ISS: gyakorlatilag naponta áthalad minden pont közelében. Mégsem láthatjuk minden nap a saját álláspontunkról: csak az alkonyat utáni és hajnal előtti órák jönnek számításba.



*Az ISS pályája hengervetületű világtérképen és a földgömb felett ábrázolva. A következő videón követhetjük ezt (csak illusztráció, nem az aktuális műholdpozíciót mutatja):*

https://www.youtube.com/watch?v=WW0rnFDfO0Y

Természetesen a fenti információkat nem kell mind ismertetni a tanórán, de érdemes tudnunk. A tanulók kora, előképzettsége, a tanár metodikája, elérendő oktatási célja, részben szakterülete alapján döntse el, hogy ebből mennyi a készségszinten elsajátítandó, mennyi a háttérinformáció, és mi az, ami extra tudásanyag (pl. TLE).

A javasolt tanításai módszertant a három plusz egy tevékenységhez kapcsoltan külön ismertetjük.

## → 1. tevékenység: Körpályán a Föld körül

**Adott kérdésekhez kötött beszélgetés, amely a Kepler törvényekből következő pályageometriát és a pályák adatait (paramétereit) tárgyalja, és rávezeti a diákokat, hogy a vízszintes hajítás általánosítható, ebből következik a körpálya-sebesség. Emellett szó esik a légkör fékező hatásáról, és arról, hogy emiatt kell magasabb pályára állítani a Föld körül keringő űreszközöket.**

## Eszközök

- A bevezető részben ismertetett tananyag
- Vetítőeszköz
- Tanulói munkalap, írószer
- Tábla, kréta (vagy okostábla rajzoláshoz)

Vetítsük ki ezt a képet a tanulóknak:

↑ A Nemzetközi Űrállomás a Space Shuttle Endeavour fedélzetéről (forrás: https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2010/02/Space_Station_over_Earth )

1. Tegyük fel a kérdést: **miért nem esik le?**

A beérkező válaszokat ne kommentáljuk vagy értékeljük, egyelőre csak írjuk fel a táblára (lehetőségek pl: mert gyors, mert súlytalan, mert nincs levegő, mert kisebb a gravitáció, stb.)

2. A táblára rajzoljuk fel egy kő elhajítását, és ahogy leesik. Ugyanonnan eldobva messzebb esik le. Tegyük fel a kérdést: lehet olyan sebességgel eldobni, hogy nem esik le, hogy „körbeesik”?

**Itt a kulcsmondat az, hogy „ha elég nagy az oldalirányú sebesség, a test soha nem éri el a Föld felszínét”. Ebből következik, hogy a keringés = szabadesés + oldalirányú sebesség.**

Kérdés: Ha a Föld (majdnem) tökéletes gömb, a gravitáció mindig a középpont felé mutat – milyen alakú pálya jön ki, ha a sebesség nem változik? Itt az első és legegyszerűbb válasz a kör. Ennek leírásához elég, ha tudjuk a kör közepét (Föld tömegközéppontja), sugarát (Föld sugara plusz keringési magasság), a sebesség nagysága (körpályasebesség, kb. 8 km/sec) és iránya (vízszintes, vagyis a helyi függőlegesre merőleges). **Itt készítsék el a tanulói munkalap 1. tevékenységéhez kapcsolódó rajzot.**

3. Itt bevezetjük az egyszerűsített pályaelemkészletet.
    - Kör sugara (6380 km földsugár plusz 420 km magasság) = fél nagytengely, kb. 6800 km.
    - Excentricitás = 0 (kör)
    - Pályasík hajlásszöge (ezt még nem tudjuk, hogy mennyi)

(Fontos, hogy nem szabad a teljes Kepler-pályaelemkészletet elmondani, csak ezeket, amelyek a körpályához kellenek.)

4. Záró kérdés: ha a pálya síkja fix, de a Föld forog alatta, mely pontok felett fog elhaladni? – Erre egyelőre ne adjunk választ, ez a következő tevékenység bevezetése.

## → 2. tevékenység: Térkép és földgömb

**A tevékenység keretében a tanulók videó megtekintésével megismerik az ISS pályáját gömbi és vetületi geometrián, megismerik a pályainklináció fogalmát.**

# Eszközök

- Tanulói adatlapok
- Számítógép, telefon, vagy bármilyen, videó vetítésére alkalmas eszköz

Indítsuk el ezt a videót:

https://www.youtube.com/watch?v=WW0rnFDfO0Y

és három kérdés keretében beszéljük meg a látottakat:

1. Miért nem egy adott vonalon halad az ISS a Föld felszínéhez képest? (A válasz az előző tevékenység végén feltett kérdésben van: nagy részben azért, mert a Föld elfordul alatta – kisebb részben a pályasík is mozog, de ezt most hagyjuk el).
2. Miért van az, hogy az ISS nem megy az Északi- és a Déli-sark közelébe? Olvassuk le a maximális északi és déli szélességeket, ameddig „eljut”, és ahonnan „visszafordul” és jegyezzük fel a tanulói munkalapra! (Ez az érték azonos a pályainklinációval, vagyis a pályasík és az Egyenlítő által bezárt szöggel).
3. Ami a videó jobb oldalán a gömb alakú Föld esetén nagyjából egyenes vonal, miért lesz görbe a térképen? (Ez a térképi vetítés sajátja, de ebbe jobban most nem érdemes belemenni, mint a videó megnézésével).

Miközben a beszélgetés zajlik, érdemes a videót folyamatosan, ismétlődő módban futtatni a kivetítőn.

## → 3. tevékenység: Kövessük az Űrállomást!

**A tevékenység során a tanulók az ESA erre a célra fejlesztett alkalmazásával számítógépen vagy telefonon követik az Űrállomást aktuális pozícióját. Megbecsülik a pálya legészakabbi és legdélebbi kitérési pontjait, összekapcsolják ezt az Űrállomás keringési pályájának inklinációjával. Megbecsülik a keringés sebességét és online követik az ISS mozgását.**

# Eszközök

- Számítógép vagy mobiltelefonok, az ESA ISS-követő webes alkalmazásának futtatására
- Tanulói munkalapok

Vagy kivetítőn mutassuk be a következő alkalmazást, és a tanulók egyénileg töltsék ki a munkalapot, vagy osszuk őket 3-4 fős csoportokra, minden csoportnál egy telefonnal, amelyen fut az alkalmazás, és a csoport közösen töltse ki a munkalapot. Ezen az alkalmazáson tudjuk követni az Űrállomás pillanatnyi pozícióját:

https://www.esa.int/Science_Exploration/Human_and_Robotic_Exploration/International_Space_Station/Where_is_the_International_Space_Station

A tanulóknak a következő kérdésekre kell válaszolniuk:

1. Hol tartózkodik épp az Űrállomás? (Óceán/tenger/kontinens, esetleg ország)
2. Az elmúlt másfél órában és a következő másfél órában kb. milyen hosszú utat tett meg?
3. Az elmúlt és a következő másfél órában mi az a földrajzi szélesség (északi és a déli), amelyet elérve a legjobban eltávolodik az Egyenlítőtől?

Ez utóbbi értéket vessük össze a tanári gépről kivetítve az előző tevékenység videójával és vegyük észre, hogy ez az érték

- Ez a szög, amellyel az Űrállomás pályája metszi az Egyenlítőt, vagyis
- Ez a szög az Űrállomás pályája és az Egyenlítő által kijelölt két sík által bezárt szög.
- Ha ennél a szélességnél közelebb vagyunk a sarkhoz, akkor az Űrállomás soha nem látszik sem a fejünk felett, sem pedig (az északi féltekén) attól északabbra.

## → 4. tevékenység: Esti ISS-megfigyelés (opcionális házi feladat)

**Itt nyílik lehetőség arra, hogy az előző tevékenységnél megismert keringést mobiltelefonon alkalmazva megkeressük az Űrállomást az esti égen, kövessük annak sebességét és esetleg le is fényképezzük.**

# Eszközök

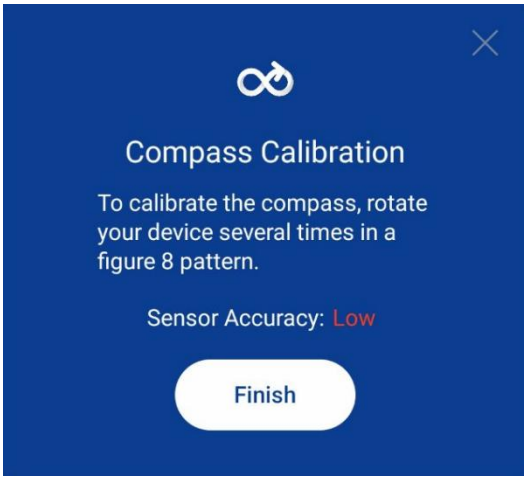
- Tanulói adatlapok
- Számítógép, telefon, vagy bármilyen, videó vetítésére alkalmas eszköz

Számos olyan telefonos alkalmazás van, amely képes az ISS követésére, aktuális pozíciójának követésére és égi helyzetének megadására. Ezek közül, mint legalkalmasabbat és „reklám-menteset", a NASA applikációját a „Spot the Station"-t javasoljuk (de a tanár belátása szerint más alkalmazást is javasolhat):

https://play.google.com/store/apps/details?id=gov.nasa.hq.SpotTheStation

Az alkalmazás angol nyelvű. Telepítése után hozzáférést kér helyadatunkhoz. A földgömbi és térképi pozíciónk kerül az alkalmazási képernyő középpontjába, és pozíciónk alapján fogja a meghatározni az Űrállomás áthaladási adatait is. Az alkalmazás első futtatásakor egy angol nyelvű oktató (tutorial) lépéssort is felajánl, ezt akár át is ugorhatjuk. Fontos viszont, hogy a telefonnak csak a pozícióját tudja a program meghatározni a GPS vagy a mobilcella-információk segítségével, az állásszögét nem. Az ISS követése valós időben, a telefon kameraképére vetítve történik, így a telefon állásszögére is szükség van. Ehhez

- mágneses detektorral kell a telefonnak rendelkeznie (ez az utóbbi 5 évben eléggé általános lett), és
- erre irányuló mozgással a mágneses érzékelőket kalibrálni is szükséges.




A „Spot the Station" alkalmazás figyelmeztetést küld, hogy a telefon mágneses szenzorját kalibrálni szükséges →

A mobiltelefon mágneses érzékelője (magnetométer / iránytű) csak akkor ad értelmezhetően pontos adatot, ha kalibrált, és a mérési környezet is kontrollált. A kalibrálás menetét, ahogy az applikáció kezelését is, a Tanulói munkalapon találjuk.

# Eszköz

- Mágneses detektorral rendelkező mobiltelefon, az ISS-követő mobilalkalmazás futtatására

# → MERRE JÁR AZ ŰRÁLLOMÁS?

## → 1. tevékenység: Körpályán a Föld körül

↑ A Nemzetközi Űrállomás. (forrás: https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2010/02/Space_Station_over_Earth )

Miért nem esik le az Űrállomás a kb. 420 kilométeres magasságból? Írd le, mik lehetnek ennek az okai (elég csak 1-2 okot megadni):

1. _____

2. _____

3. _____

Milyen messzire tudsz eldobni egy követ? Milyen sebességgel dobod el?

---

Milyen messzire lő el egy ágyú? Milyen sebességgel indul el a lövedék?

---

Mekkora sebesség kell a Föld körüli pályára juttatáshoz?

---

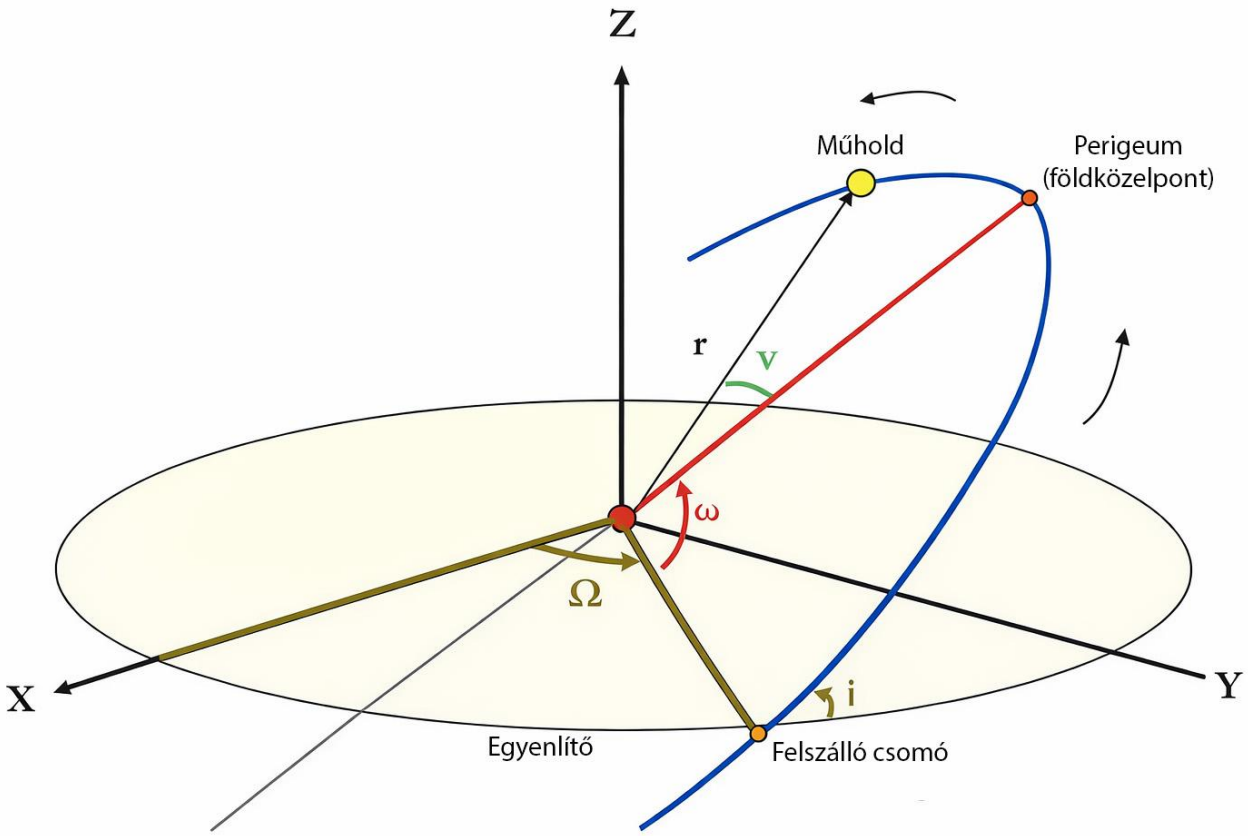
## Tudtad?

A Nemzetközi Űrállomás moduláris szerkezetű, az első modult, az orosz Zarját 1998-ban bocsátották fel Bajkonurból. Az első amerikai modult, a Unity-t még ugyanebben az évben az Endeavour űrrepülőgéppel juttatták Föld körüli pályára. Az Űrállomás kutatóprogramjában 16 ország, benne az ESA 11 tagállama vesz részt. 2025-ben a magyar Kapu Tibor kutató űrhajós is részt vett a kutatásban az Űrállomás fedélzetén.

A Nemzetközi Űrállomás a tervezett teljes kiépítettséggel →

## →2. tevékenység: Térkép és földgömb

Meg tudod magyarázni, hogy az ISS miért nem halad át soha az Északi vagy a Déli sark felett? Ehhez egy ábrát is adunk, hátha segít:




Melyik tengely irányában helyezkednek el a pólusok?

◯ X ◯ Y ◯ Z

Melyik szöget kellene 90 fokra állítani ahhoz, hogy az ISS a pólusok felett is áthaladjon?

◯ Ω ◯ *v* ◯ *i* ◯ ω

## →3. tevékenység: Kövessük az Űrállomást!

Futtassuk vagy a tanári kivetítőn figyeljük az ESA web-alkalmazását, amellyel követhető az Űrállomás aktuális helyzete.

Hol van most az Űrállomás? (Melyik óceán vagy kontinens felett? Ha kontinens, meg tudod nevezni az országot is?)

---

Becsüld meg, mennyi idő alatt tesz meg egy keringést a Föld körül:

_____ perc

Az alkalmazás az elmúlt és a következő másfél óra alatt megtett pálya földi vetületét is mutatja. Becsüld meg, hogy mennyi a legnagyobb északi és déli szélesség, ameddig eljut a pálya során:

_____ fok

(…és ennek köze van az előző oldal utolsó kérdéséhez is…)

## →4. tevékenység: Esti ISS-megfigyelés

A NASA „Spot the Station” mobilalkalmazásának letöltése innen:

https://play.google.com/store/apps/details?id=gov.nasa.hq.SpotTheStation

A mobiltelefon mágneses érzékelője (magnetométer / iránytű) csak akkor ad értelmezhetően pontos adatot, ha kalibrált, és a mérési környezet is kontrollált. Az alábbi lépések beváltak a demonstráció célú fizikai–földtudományos mérésekhez:

**Kalibrálás (ez a legfontosabb): klasszikus „8-as” mozgatás**

Fogd a telefont a kezedbe, rajzolj vele a levegőben fekvő és álló „8-as” alakzatokat, közben forgasd mindhárom tengely körül:

- képernyő fel/le
- oldalra billentve
- elforgatva

Tipikusan 20 másodperc elegendő.

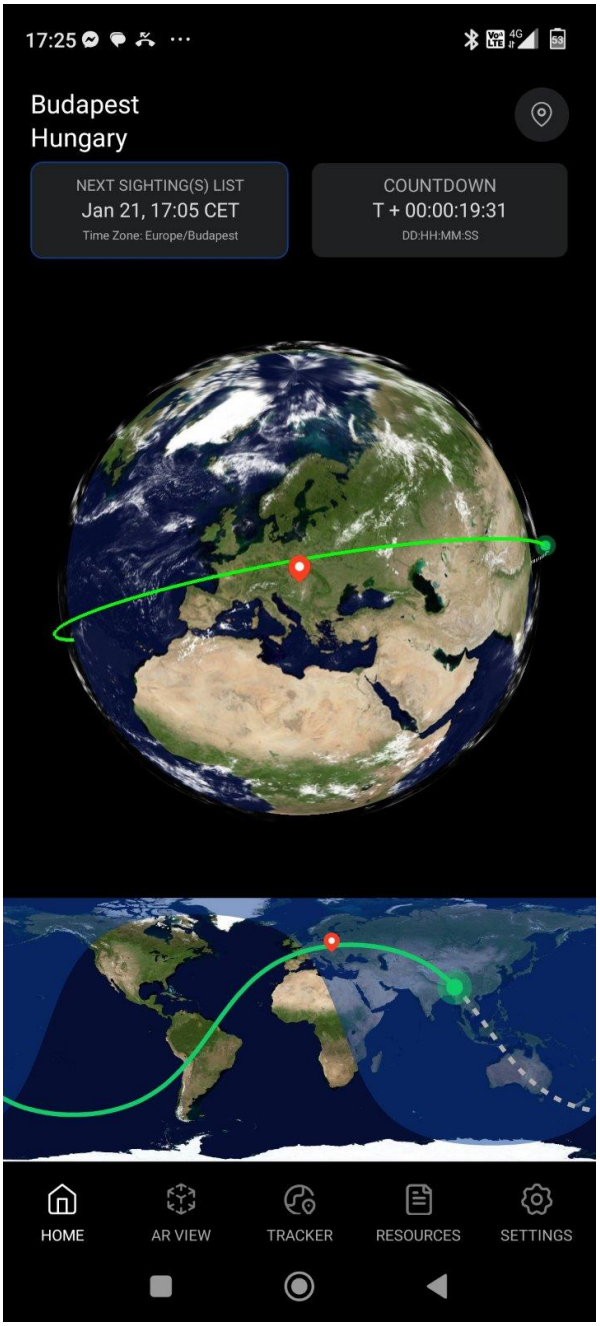
**Zavaró mágneses források eltávolítása**

A telefon mágnesesen eléggé érzékeny, ezért kerüld a fémtokot, a csuklódon az okosórát, a zsebben a kulcsot, tartsd messze a telefont az övcsattól, fémvázas asztaltól, laptoptól vagy bármilyen hangszórótól. Lehetőleg szabad térben (udvar, mező) végezzük a kalibrálást, közvetlenül az amúgy is szabad térben próbált ISS-követés előtt.

**Hőmérsékleti stabilizálás**

A telefon magnetométere hőmérsékletfüggő. Ezért, ha meleg szobából megyünk szabad ég alá észlelni, hagyjuk pár percig hűlni a telefont. Semmiképp ne mérjünk közvetlenül töltés után (melegedés!)

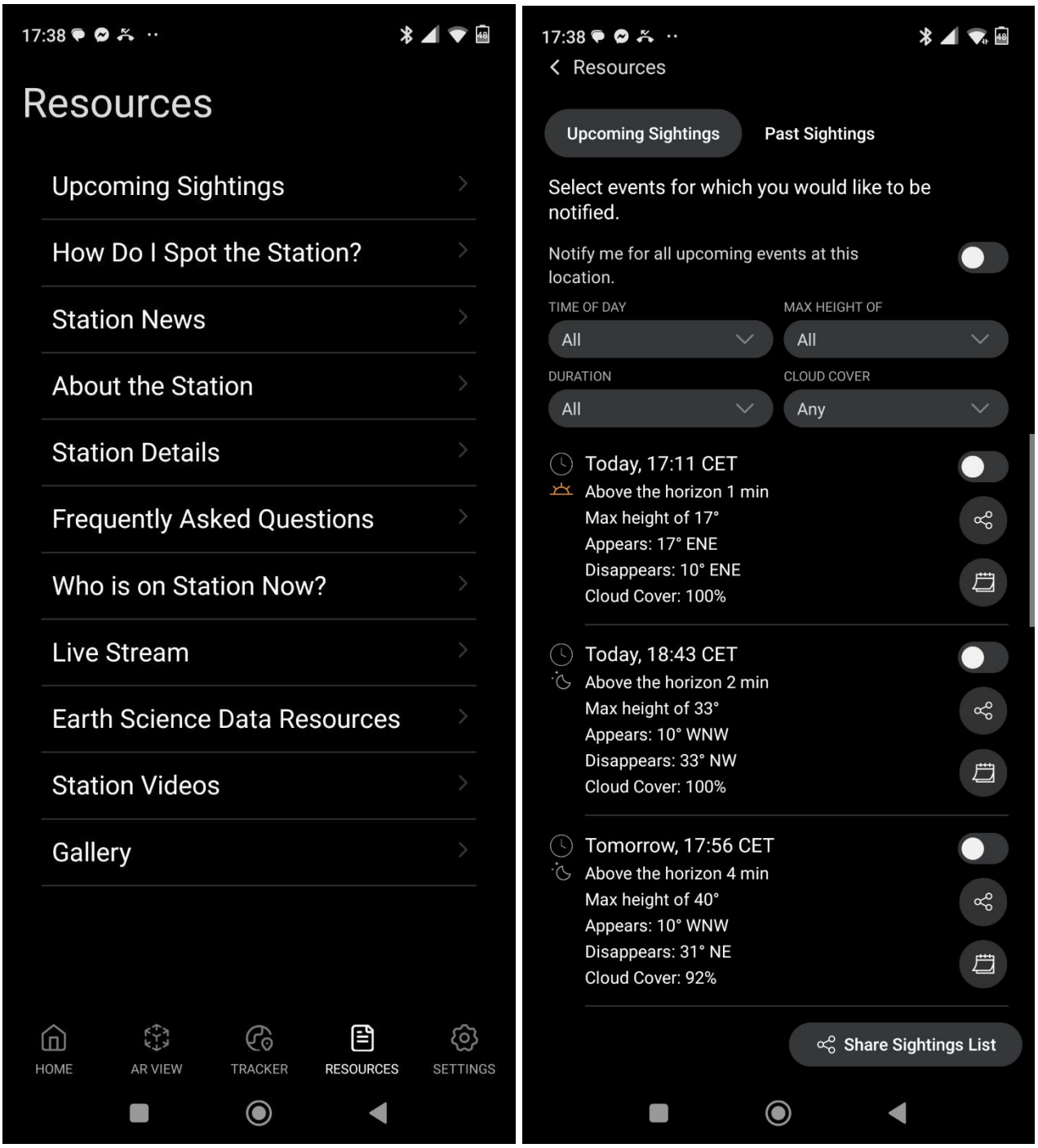
## Az alkalmazás használata: hol van az ISS a térképen?




↑ A „Spot the Station” alkalmazás a glóbuszon és a térképvetületben is megadja a pályát, piros hely-jelölővel mutatja az álláspontunkat. A zöld kör az ISS helyét mutatja, a folytonos zöld vonal a nemrég bejárt, a szaggatott fehér vonal a következő időszakban várható útvonalat mutatja.

Az alkalmazás indításakor a korábbi videóban már megismert kettős nézetet kapjuk: a földgömbön és a térképen is látjuk az Űrállomás által nemrég bejárt (zöld vonal) és hamarosan bejárandó (szaggatott fehér vonal) utat, magának az ISS-nek az aktuális pozícióját zöld pötty jelzi, álláspontunkat pedig a piros helymutató.

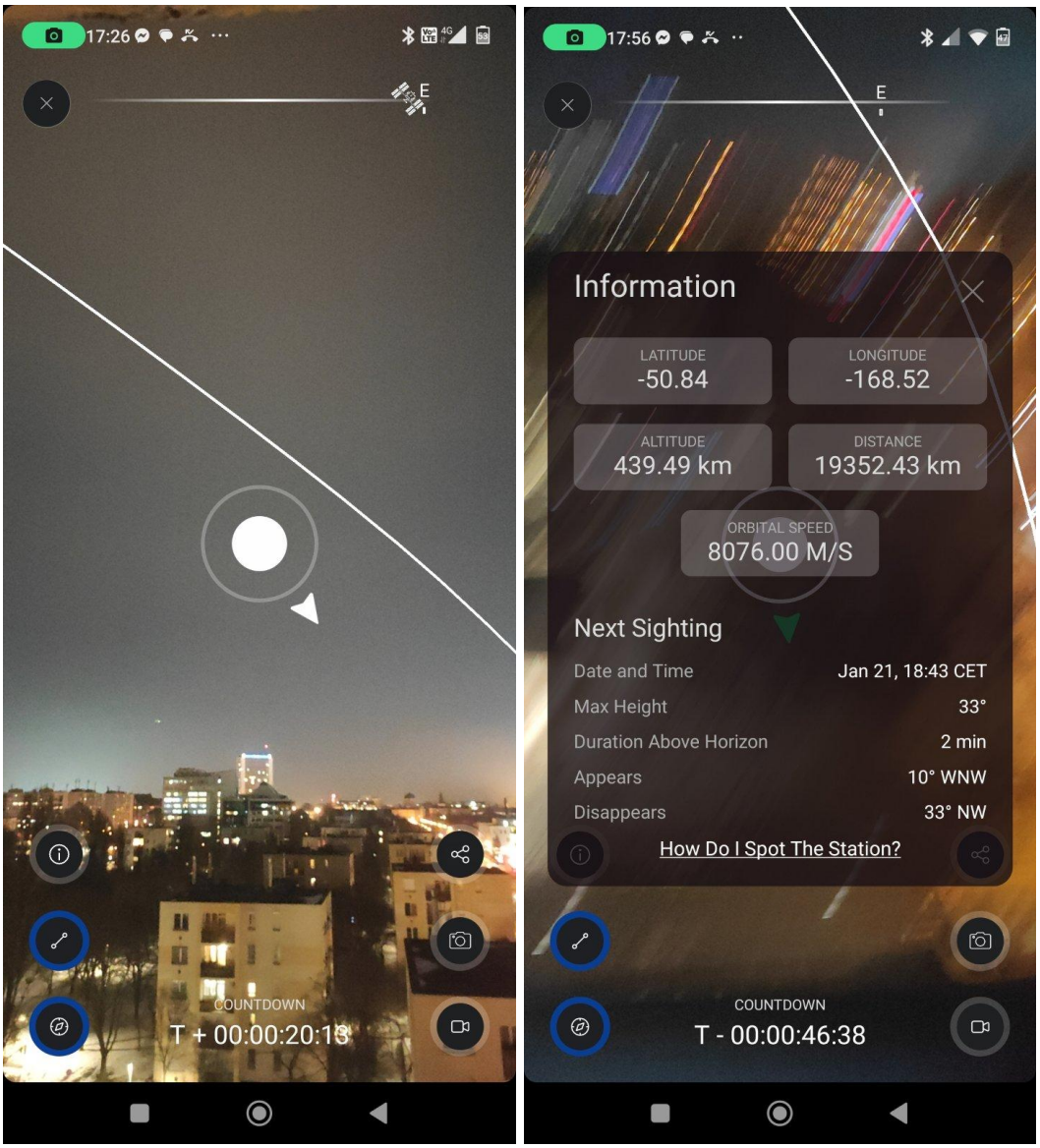
Alul, a menüsorban a Resources pontban választhatjuk ki, hogy mikor várható látható áthaladás az aktuális álláspontunkból nézve:




↑ A „Spot the Station" alkalmazás Resources menüpontjában (balra) az Upcoming Sightings-t kell kiválasztani, így a jobb oldali képen látható információkat kapjuk a közelgő áthaladásokról

A közelgő áthaladásokról a következő információkat kapjuk: mennyi ideig lesz az ISS a horizont felett, mennyi lesz a maximális távolsága a horizonttól (itt az 50-60 fokot meghaladó értékek a legjobbak), hogy milyen irányban jelenik majd meg az ISS (Appears) és hol „nyugszik" ismét a horizont alá (Disappears). Az alkalmazás a helyi meteorológiai adatokból a felhőborítást is megbecsüli.

A kiválasztott időpontban a (mágnesesen kalibrált) telefonunkon az alkalmazást elindítva az „AR View" menüpontban ezt a képet látjuk, ha a telefont az ég felé fordítjuk:




↑ A „Spot the Station” alkalmazás „AR View” menüpontja/képernyője.

A képernyőkép közepén a kör és a nyíl mutatja, hogy az ISS-t merre kell keresni, a fehér vonal a befutott pályát mutatja. A képernyő tetején az ISS ikon, és (a fenti képen) az „E” azt mutatja, hogy tőlünk „East”, azaz keleti irányban van épp. A vonalat a bal alsó ikonok közül a középsővel, minden információs rávetítést pedig a bal alsó ikonnal kapcsolhatjuk ki/be. Itt a legfelső ikonnak a jobb oldali képen látható információkat vetíthetjük a képre. Ha megtaláltuk, az alul levő jobb oldali ikonokkal megoszthatjuk a élőképet, fényképet és videót is készíthetünk.

## → Linkek

## A Nemzetközi Űrállomásról:

ESA webalkalmazás: Merre jár az Űrállomás:
https://www.esa.int/Science_Exploration/Human_and_Robotic_Exploration/International_Space_Station/Where_is_the_International_Space_Station

Az Űrállomás nagy felbontású képe:
https://hu.wikipedia.org/wiki/Nemzetk%C3%B6zi_%C5%B0r%C3%A1llom%C3%A1s#/media/F%C3%A1jl:ISS_solar_arrays.jpg

## Az Európai Űrügynökség ismertetői

Az Űrállomás alap-adatai:

https://www.esa.int/Science_Exploration/Human_and_Robotic_Exploration/International_Space_Station/ISS_International_Space_Station

További adatok az Űrállomásról:

https://www.esa.int/Science_Exploration/Human_and_Robotic_Exploration/International_Space_Station/About_the_International_Space_Station

Járjuk be az Űrállomást:

https://www.esa.int/Science_Exploration/Human_and_Robotic_Exploration/International_Space_Station/Highlights/International_Space_Station_panoramic_tour

## Oktatási segédanyagok

esa.int/Education/Classroom_resources

## Az Európai Űrügynökség űrprojektjei

SMART-1
http://sci.esa.int/smart-1

HERACLES
esa.int/Our_Activities/Human_Spaceflight/Exploration/Landing_on_the_Moon_and_returning_home_Heracles