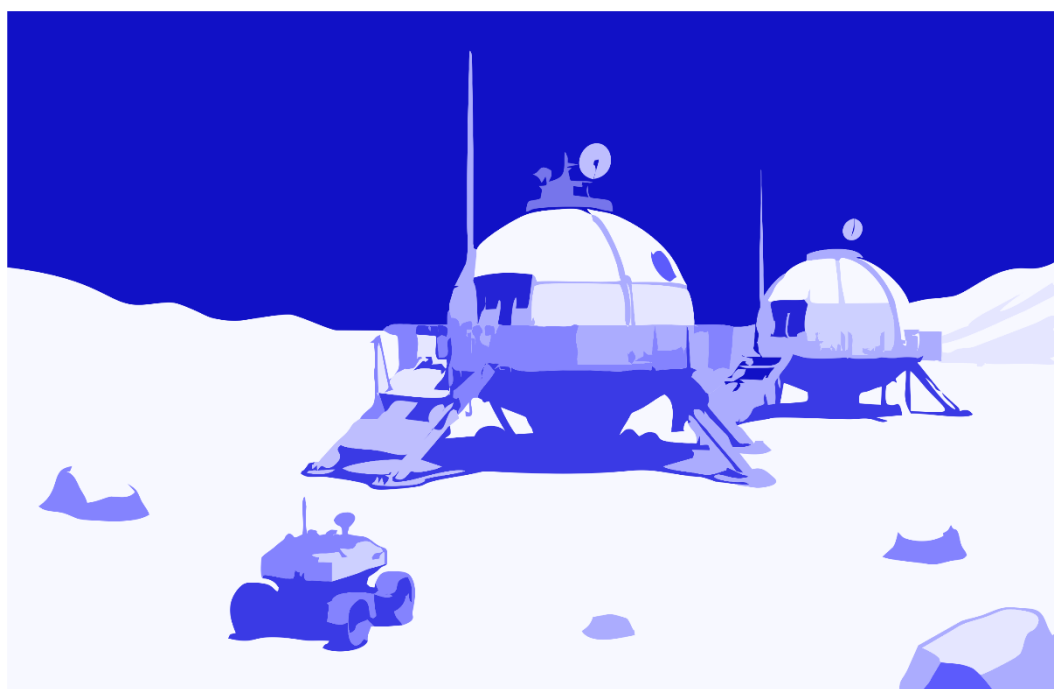
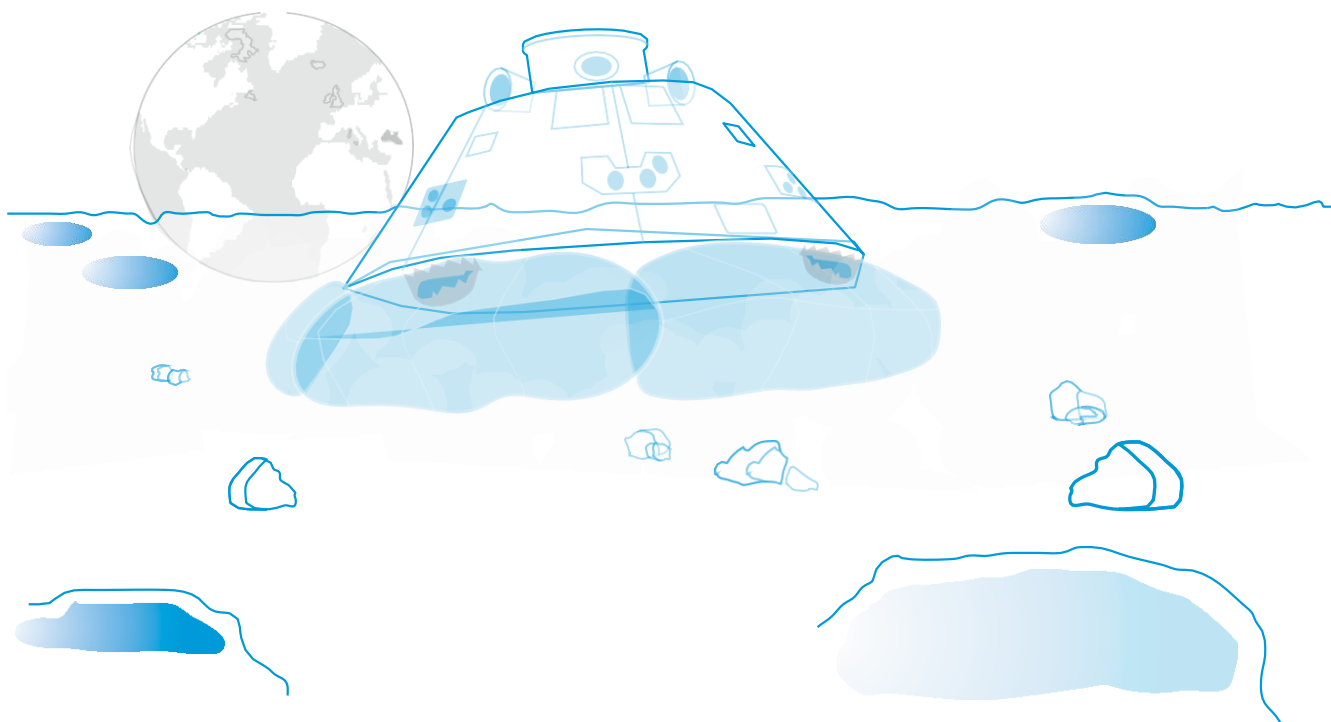


tanítsunk a világűrrel

→ ÉLET A HOLDON

Hogyan lehet holdbázist építeni?





Tanári útmutató

Alapadatok	2. oldal
A tevékenységek áttekintése	4. oldal
Bevezetés	5. oldal
1. tevékenység: A Hold környezeti viszonyai	8. oldal
2. tevékenység: Mire van szükség egy holdbázis megépítéséhez?	9. oldal
3. tevékenység: LEGO® Spike Prime Holdjáró projekt	11. oldal
4. tevékenység: Holdbázis LEGO® Spike Prime projekt	15. oldal
	18. oldal

tanítsunk a világűrrel! – Élet a Holdon | P98
www.esa.int/education

Az Európai Űrügynökség (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 2018 © Európai Űrügynökség

→ ÉLET A HOLDON

Hogyan lehet holdbázist építeni?

ALAPADATOK

Tantárgy: földrajz, fizika, biológia, matematika, kémia

Korosztály: 14–18 év

Nehézségi fok: közepes

Tanári felkészülési idő: 3 óra

Tanítási idő: 2 óra 30 perc + projektnapok

Költség: közepes (10–20 euró)

Helyszín: tanterem és a szabadban

Kulcsszavak: fizika, matematika, biológia, holdi környezet, gravitáció, LEGO® Spike Prime, tervezés, együttműködés, tesztelés

Rövid ismertetés

A tevékenységek két részre bonthatók: az első szakaszban a holdi környezet számos aspektusával ismerkednek a diákok, jórészt a földi környezettel való összehasonlításban. Ennek során észlelik, hogy a saját környezetüknek számos olyan tulajdonsága van, amit magától értetődőnek szoktunk tekinteni.

A második részben csapatmunkában történő tervszerű fejlesztést, programozást és tesztelést tanulnak adott célok, meghatározott tulajdonságú modellek (holdjáró, illetve holdbázis) építése és bevizsgálása során.

Tanulási célok

A diákok megtanulják, hogy a földihez képest az űrben, illetve a Holdon nagyon más környezeti tényezők uralkodnak, és ezekre fel kell készülni, ha egy bázist szeretnének létrehozni és tartósan üzemeltetni.

A modellező projektek során a tervszerű munkát tapasztalhatják meg, a megcélzott tulajdonsággal rendelkező modelleket megépítik, mérnöki szemlélettel az eredményt letesztelik (közben átmeneti sikertelenséget is tapasztalhatnak), miközben gyakorolják a

→ A tevékenységek áttekintése

A tevékenységek áttekintése					
	Cím	Leírás	Eredmény	Szükséges előzmények	Időtartam
1	A Hold környezeti viszonyai	Áttekintjük a Hold környezeti viszonyait, megállapítjuk, hogy melyek kedvezőek és melyek kedvezőtlenek egy holdbázis fenntartása szempontjából.	A diákok megtanulják, hogy a földi környezettől mennyire más környezet a holdi, ezáltal jobban értékelik azokat a mindennapi életben.	Nincs	15 perc
2	Mire van szükség egy holdbázis megépítéséhez?	Összefoglaljuk, hogy egy bázison lakóhelyként milyen igények merülnek fel. Az energia-, oxigén-, víz-, és táplálékellátás mellett a Holdon szükség van sugárvédelemre is.	A tanulók a részletes igények áttekintése során megtanulják, hogy ami a földi környezetben sokszor magától értetődő, az az űrben nem az.	Az 1. tevékenység elvégzése.	30 perc
3	LEGO® Spike Prime Holdjáró projekt	LEGO® és LEGO® Spike Prime készletek segítségével a tanulók csoportokba rendeződve holdjárót építenek, amelynek különböző képességekkel kell rendelkezni.	A diákok megtanulnak együttműködni, megadott célok alapján tervezni, programozni, tesztelni és a munkájukat bemutatni.	A 2. tevékenység elvégzése.	többször 60 perc (projekt-napok)
4	Holdbázis LEGO® Spike Prime projekt	Az előző projekt alapján a csoportok LEGO® és LEGO® Spike Prime készletek segítségével holdbázist építenek, amelynek különféle feltételeknek kell megfelelnie.	A tanulók az egyre bonyolultabb elvárásoknak megfelelően megépített modellek alapján a tervszerű és türelmes együttműködést szinte észrevétlenül sajátítják el.	A 3. tevékenység elvégzése	többször 60 perc (projekt-napok)

→ Bevezetés

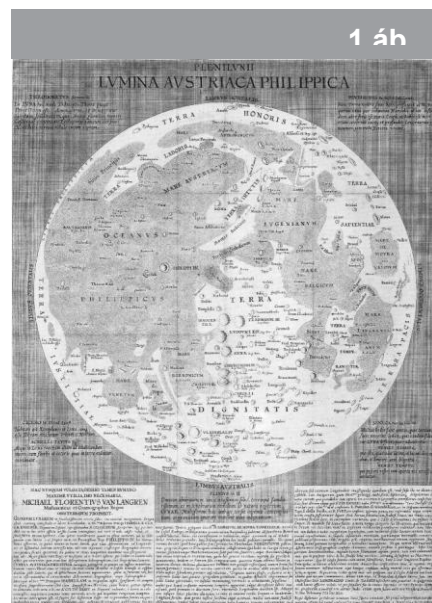
A Hold, bolygónk égi kísérője, az ókori civilizációk óta erősen foglalkoztatja az emberi képzeletet, mítoszok, legendák és tudományos kérdések forrásaként.

Az 1. ábrán Michael van Langren (Langrenus) Hold-térképét (1645) láthatjuk. A sötét területeket Langrenus tengernek („mare”) írja le. Ezt az elvet a következő évtizedekben sokan átveszik a Hold térképezésében.

Mai ismereteink szerint ezeket a területeket ősi bazaltos vulkáni anyag borítja. Ennek ellenére az elnevezés megmaradt, pl. Mare Tranquilitatis (a Nyugalom Tengere).

William Pickering amerikai csillagász mérései alapján (1892) megállapította, hogy a Holdnak gyakorlatilag nincs légköre. Ebből viszont az következik, hogy a felszínen a nyomás nagyon kicsi, ezért a víz nem maradhat meg a felszínen, hiszen azonnal szublimálna. Vagyis a Hold tengerei csak névleg azok.

Olvasmány élményeink közé tartozik Verne Gyula (Jules Verne): *Utazás a Holdba* (1865) című regénye, amelyben már jóval a technikai lehetőségek előtt elképzelte az ember Holdra jutását.



1. ábra



2. ábra

↑ Művészi illusztráció egy holdi leszállóegységről.

Már az 1960-as évek elején, az első sikeres űrrepülésekkel egyidőben különféle futurisztikus tervek születtek holdbázisok létesítésére. Noha sem a megfelelő technológia, sem a holdi körülmények mélyebb ismerete nem állt rendelkezésre, 1961-ben Kenneth Watson egy cikkében felvetette, hogy az alacsony nyomás ellenére (vagy éppen azért) az állandóan árnyékban lévő holdkráterekben jég formájában megmaradhatott a víz.

Ez a gondolat a későbbi kutatásoknak is új lendületet adott.

A tényleges Hold-utazás megvalósulására csak az 1960-as évek űrversenyében nyílt reális esély. Az 1969-ben útnak indított Apollo–11 lett az első olyan emberes küldetés, amely sikeresen leszállt a Holdon, mérföldkövet jelentve az űrkutatás történetében. A Földről indított, mintegy négynapos repülés után az Eagle (Sas) nevű holdkomp levált a Hold körül keringő parancsnoki modulról, majd a Mare Tranquillitatis (Nyugalom Tengere) nevű, viszonylag sima területen landolt, és elhangzott a híressé vált jelentés: „*Houston, itt a Nyugalom bázis. A Sas leszállt.*”

Mindedig mindössze 12 űrhajós járt a Hold felszínén, és az utolsó emberes holdraszállásra 1972-ben került sor. Az Európai Űrügynökség nemzetközi partnereivel közösen azon dolgozik, hogy a következő évtizedekben újraindítsa a holdkutatást, robotikus és később ismét emberes küldetések révén, hosszabb távú jelenlét kialakítását célozva.

Hosszú távú tervek – Hogyan lesz a Hold az űrkapu?

Artemis-program

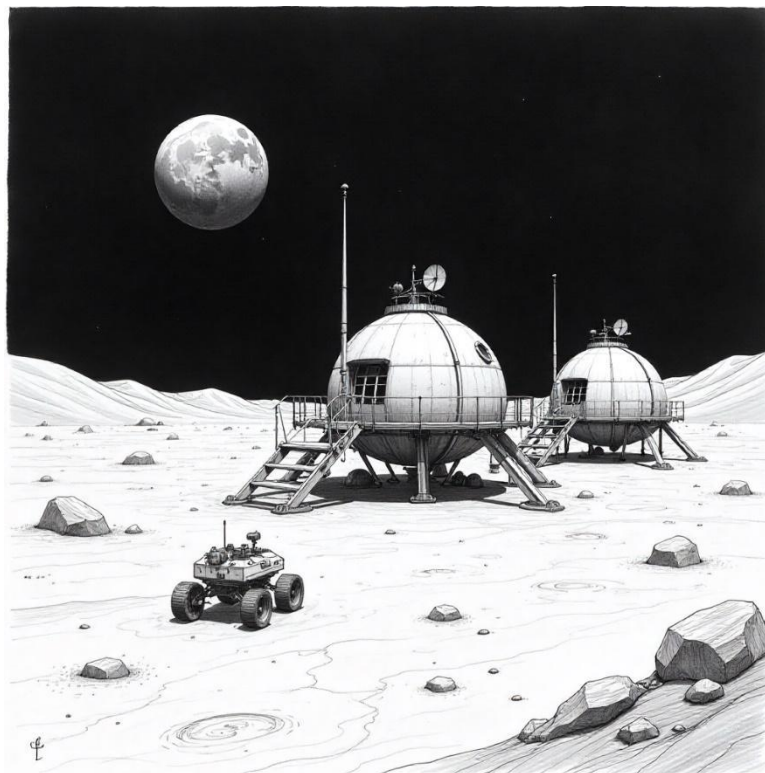
- A NASA **2026-ra tervezi az első holdbázis létrehozását.**

Gateway űrállomás

- A **Hold körül keringő űrállomás** (Gateway) lehet az első állandó holdi előőrs.

Holdról induló űrutazások

- A Hold alacsony gravitációja miatt innen könnyebb a **Marsra vagy más égitestekre utazni.**



↑ Művészi illusztráció egy holdbázis tervéről

→ 1. tevékenység: A Hold környezeti viszonyai

Az alábbi tevékenység keretében a tanulók megismerkednek a Hold sajátos környezeti viszonyaival.

Gravitáció

- A Hold gravitációja a Földének **1/6-a ($1,62 \text{ m/s}^2$)**, ami hatással van az emberi testre (izom- és csontvesztés).
- A mozgás és az építés teljesen más lesz, mint a Földön.

Nincs légkör

- **Nincs oxigén**, ezért az emberek nem tudnak légzésre alkalmas levegőt találni.
- **Nincs védelem a kozmikus sugárzás és a meteoritok ellen.**

Extrém hőmérsékleti ingadozások

- **Nappal:** $+127^\circ\text{C}$
- **Éjjel:** -173°C
- Az éjszaka **14 földi napig tart**, így fűtésre van szükség.

Holdpor veszélyei

- A Hold felszíne finom **porral (regolittal) borított**, ami **veszélyes lehet a tüdőre** és a berendezésekre.

→ 2. tevékenység: Mire van szükség egy holdbázis megépítéséhez?

Egy hosszú távon fenntartható holdbázisnak biztosítania kell a létfeltételeket, oxigént, vizet, élelmet, energiát és védelmet az emberek számára.

I. Létfenntartás és oxigénellátás

Légzéshez szükséges oxigén

- **Nincs természetes oxigén a Holdon**, de az ott található **regolit (holdpor)** tartalmaz **oxigént**.
- A NASA és az ESA kísérletezik azzal, hogy **kémiai eljárásokkal oxigént vonjanak ki a regolitból**.

A levegő újrahasznosítása

- Az ISS-en már működik egy **zárt rendszerű oxigén-előállító rendszer**, ezt lehet alkalmazni a Holdon is.
- Az emberek által kilélegzett **szén-dioxidot** fel lehet használni növénytermesztéshez.

II. Vízellátás

Víz a Holdon?

- A Hold pólusain **vízjég található**, amelyből ivóvizet és oxigént lehet kinyerni.
- A NASA Artemis-programja a déli póluson próbál majd vízlelőhelyeket találni.

Víz újrahasznosítása

- Az ISS-en már **99%-os hatékonyságú víz-újrahasznosító rendszer működik**.
- A holdbázisokon is ilyen rendszereket kell használni, hogy a vizeletből és a párolgásból származó vizet újrahasznosítsák.

III. Energiaellátás

Napenergia

- A Holdon **nincsenek felhők vagy légköri zavarok**, így a napenergia hatékonyan használható.
- A **déli pólus közelében található "örökös napfény" zónák** ideális helyek a napelemek számára.

Nukleáris energia

- A holdi éjszaka **14 napig tart**, ezért nukleáris energiaforrások is szükségesek lehetnek.
- A NASA fejleszt **kisméretű nukleáris reaktorokat**, hogy stabil energiaellátást biztosítson.

IV. Élelmiszer és növénytermesztés

Növények az űrben

- Az ISS-en már sikeresen termesztettek **salátát, retket és búzát**.
- A Holdon **hidroponikus (talaj nélküli) növénytermesztésre lesz szükség**.

Zárt ökoszisztéma

- Az oxigén, szén-dioxid és víz újrahasznosítása lehetővé teszi, hogy egy **zárt biológiai rendszerben** növényeket termesszenek.

V. Lakóhely és védelem

Holdbázis helye

- A legjobb hely a déli pólus közelében van, ahol van **napfény és jég**.
- **Lávabarlangok és holdi kráterek** természetes védelmet nyújthatnak a sugárzás ellen.

Bázisépítés helyi anyagokból

- A Hold porából **3D nyomtatással** lehet építőanyagot készíteni.
- A **felfújható lakómodulok** szintén lehetőséget nyújtanak az első bázisokhoz.

Sugárzás elleni védelem

- A lakómodulokat **vastag regolitréteggel kell befedni**, hogy védjenek a kozmikus sugárzás ellen.
- A **barlangokban épített bázisok természetes védelmet nyújtanak**.

VI. Közlekedés a Holdon

Holdjárók (Lunar Rovers)

- Az Apollo-missziók során elektromos holdjárókat használtak.
- A NASA, az ESA és a SpaceX új **önvezető holdjárókat fejleszt**, amelyek távolról is irányíthatók.

Úrruhák a Holdon

- A jelenlegi úrruhák túl nehezek, ezért új, **rugalmasabb holdi úrruhák** fejlesztése zajlik.

Összegzés – Mit kell biztosítani egy Holdbázishoz?

Kategória	Megoldás
Oxigén	Oxigén kinyerése a Hold porából
Víz	Vízjég felhasználása és újrahasznosítás
Energia	Napenergia és nukleáris energia
Táplálék	Hidroponikus növénytermesztés
Lakóhely	Regolitból épített bázis vagy lávabarlangok
Sugárvédelem	Vastag falak vagy földalatti épületek
Közlekedés	Holdjárók és új generációs úrruhák

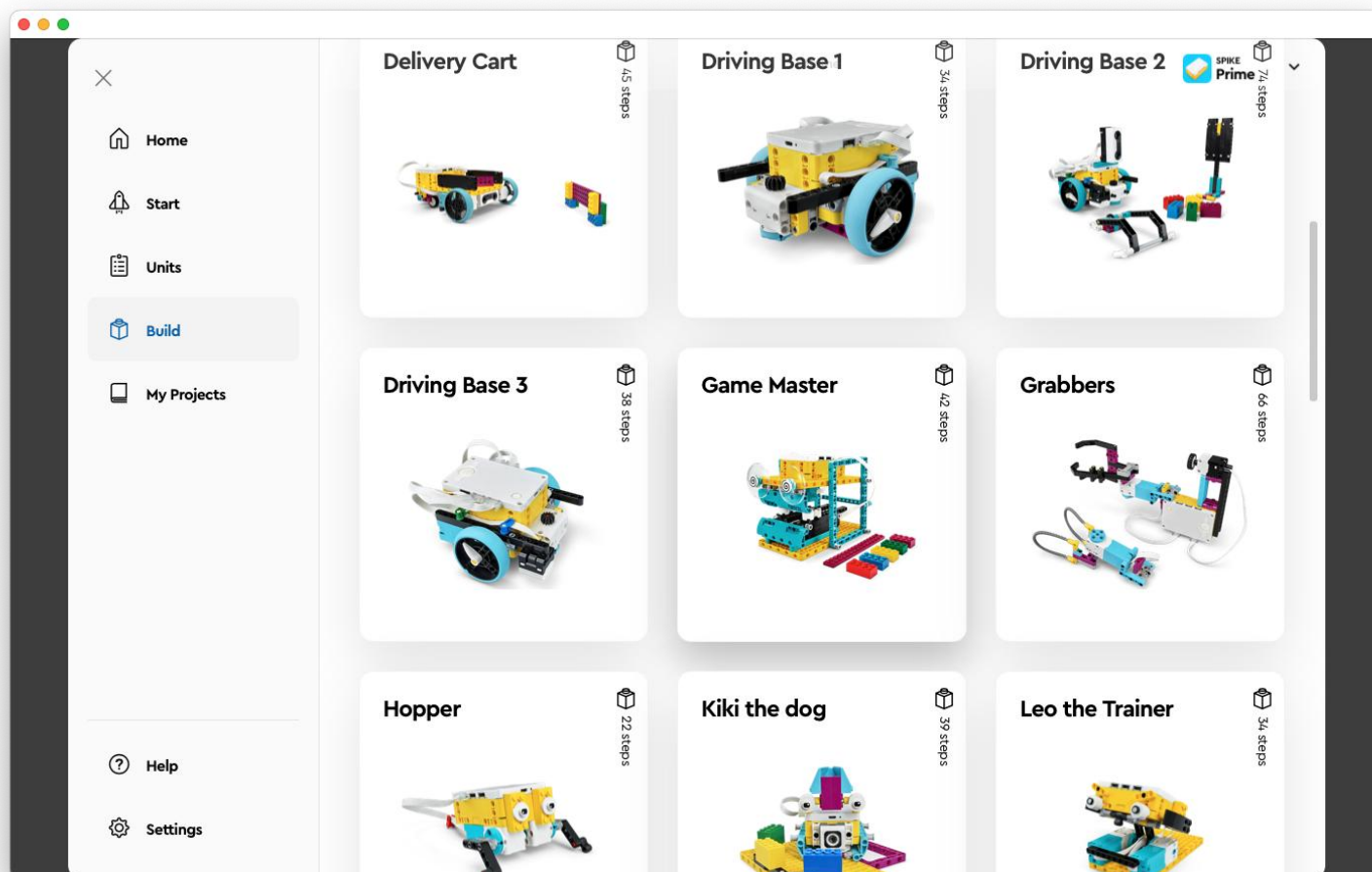
A Holdbázis megépítése **óriási mérföldkő az emberiség számára**, és a jövőben akár egy **űrbéli kolónia** alapja is lehet!

→ 3. tevékenység: LEGO® Spike Prime Holdjáró projekt

Tanári instrukciók a LEGO® Spike Prime Holdjáró projekthez

A következő projektben a diákok **egy holdjárót (rovert) építenek és programoznak**, amely képes **akadályokat kikerülni, mintákat gyűjteni és autonóm módon mozogni** a Hold felszínén. Ez a feladat ötvözi a **mérnöki tervezést, a robotikát és a programozást**, miközben a diákok megismerik a valódi űrkutatás kihívásait.

Építéshez a Spike Prime építési útmutatók adhatnak inspirációt a diákoknak.



Eszközök

- LEGO® készletek
- LEGO® Spike Prime készletek
- LEGO® alaplakok tereppel (pl. Mars Mission készletekből), kartonból vagy más papírból készített holdi „terepet” szimuláló alap

I. Projektcél és előkészítés

Cél:

- **A diákok építsenek egy működő LEGO® Spike Prime Holdjárót.**
- A rovernek képesnek kell lennie a következőkre:
 - **Mozgás különböző terepeken (simított asztal, szőnyeg, akadályok)**
 - **Akadályok érzékelése és kikerülése**
 - **Feladatok végrehajtása, például tárgyak szállítása**
 - **Alapvető autonóm mozgás programozása**

Előkészítés:

- Mutass be egy **rövid ismertetőt a valódi holdjárókról** (NASA Perseverance, Curiosity, Artemis program holdjárói).
- Ismertesd a **LEGO® Spike Prime készlet motorjait, szenzorait és programozási lehetőségeit.**
- Készíts elő egy **Hold-felszínt szimuláló terepet** (pl. szürke karton, kis „kráterek”, akadályok).

II. Csapatok kialakítása és szerepkörök

Ajánlott csapatszerkezet:

- 1 Mérnökök** – a rover szerkezetét építik.
- 2 Programozók** – a mozgás és érzékelők működéséért felelnek.
- 3 Kutatók** – a holdjárók működését tanulmányozzák, és javaslatokat tesznek a fejlesztésre.

Opció: Minden csapat egyszerre dolgozik az **építésen és programozáson**, majd tesztelik a megoldásaikat.

III. A Holdjáró megépítése – LEGO® struktúrák és funkciók

1. Alapstruktúra és kerekek

- A rover legyen **stabil és mozgékony.**
- **A szimmetrikus kialakítás** segít az egyensúly fenntartásában.
- A kerekek lehetnek **nagyobb gumikerekek vagy lánc talpak.**

2. Szenzorok és érzékelők

- **Ultrahangos szenzor:** Akadályokat érzékel.
- **Gyro szenzor:** Egyensúly és dőlésmérés.
- **Színszenzor:** Talaj változásainak felismerése.

3. Kiegészítő modulok

- **Kar vagy lapát:** Mintagyűjtő egység.
- **Napelemes panel (imitáció):** Energiaellátás szimulálása.
- **Robotkar:** Mozgatható kar tárgyak megfogására.

IV. Programozási kihívások és szenzorhasználat

Ajánlott programozási funkciók

- 1 Alapvető mozgás programozás** (egyenes vonalban haladás, fordulás).
- 2 Akadálykerülés** (ultrahangos szenzor használata).
- 3 Autonóm navigáció** (pl. előre programozott útvonal követése).
- 4 Tárgyfelismerés és szállítás** (robotkar vagy szenzorok használata).

Példa programozási lépések (LEGO® Spike Prime)

- **Alapmozgás:** „Előre 50 cm, majd 90°-os fordulat”.
- **Akadályérzékelés:** Ha az ultrahangos szenzor < 10 cm-t érzékel, akkor álljon meg és forduljon el.
- **Automatikus útvonal:** Ha a színérzékelő fekete vonalat talál, forduljon meg (példa: sziklás terület elkerülése).

Programozás LEGO® Scratch szoftverével, esetlegesen Pythonban.

✓ LEGO® Spike Prime alapok, ehhez videós oktatási segédlet itt érhető el:
<https://prosuli.webuni.hu/kepzes/prosuli-robotika-lego-spike-prime-alapok>

V. Felépítés és értékelési szempontok

Feladatok időbeosztása

1. **alkalom:** Alapfelépítés és szenzorok beépítése.
2. **alkalom:** Alapmozgás és akadályérzékelés programozása.
3. **alkalom:** További funkciók hozzáadása (pl. robotkar, mintagyűjtés).
4. **alkalom:** Tesztelés és Hold-felszíni küldetések teljesítése.

Értékelési szempontok

- Mennyire stabil és megbízható a rover?
- Képes-e akadályokat érzékelni és kikerülni?
- Hogyan működik az autonóm navigáció?
- A programozás hatékonysága és pontossága

VI. Bónusz kihívások és extra feladatok

Mintagyűjtő küldetés

- A rovernek egy kijelölt helyről kell „mintát” (pl. egy kis LEGO®-kockát) felvennie és visszaszállítania.

Navigáció kráterek között

- A Hold felszínén szimulált „krátereket” (pl. papírpoharakat) kell elkerülnie az ultrahangos szenzor segítségével.

Napkövető rendszer

- Ha a fényérzékelő egy adott irányból fényt észlel, a rover forduljon abba az irányba (napem szimuláció).

Holdi bázisra visszatérés

- A rovernek meg kell találnia a kijelölt „bázist” és visszatérni oda.

Összegzés

Modul	Feladat	Technológia
Mozgás	Rover alapmozgás	Motorvezérlés, egyenes haladás
Akadályérzékelés	Észlelés és kikerülés	Ultrahangos szenzor
Navigáció	Autonóm mozgás	Programozott útvonalak
Mintagyűjtés	Tárgyfelismerés és szállítás	Robotkarok, érzékelők
Napkövetés	Energiaoptimalizálás	Fényérzékelő használata

Ezzel a LEGO® Spike Prime Holdjáró projekttel a diákok egy **valódi rover kihívásaival dolgoznak**, és megértik az űrkutatás technológiai hátterét!

→ 4. tevékenység: Holdbázis LEGO® Spike Prime projekt

Tanári instrukciók a Holdbázis LEGO® Spike Prime projekthez

A diákok **LEGO® elemeket, LEGO® Spike Prime készleteket** használva építik meg a **Holdbázist**, amelynek célja, hogy biztosítsa az emberi élet feltételeit a Holdon. A projekt során a diákok **terveznek, építenek és programoznak**, miközben megismerkednek a térbeli tervezéssel, automatizációval és az űrkutatás kihívásaival.

Amennyiben szükséges, részletes induló instrukciók, a Spike Prime programozáshoz itt található:

<https://prosuli.webuni.hu/kepzes/prosuli-robotika-lego-spike-prime-alapok>

Moduláris Holdbázis építése LEGO-ból

Cél:

- A diákok építsenek egy **moduláris Holdbázist** a LEGO® készletek segítségével.
- A bázisnak biztosítania kell az **oxigént, vizet, energiát és lakóhelyet**.
- A rendszernek tartalmaznia kell **mozgó, automatizált elemeket**.

Előkészítés:

- Mutass be egy **rövid ismertetőt a Holdbázisok működéséről** (előző anyagok alapján).
- Ismertesd a **LEGO® Spike Prime készlet elemeit és lehetőségeit**.
- Készíts egy **példa projektet**, amely inspirációként szolgálhat.

I. Csapatok kialakítása és szerepkörök

Ajánlott csapatszerkezet:

- 1 Mérnökök** – a szerkezeteket építik.
- 2 Programozók** – a mozgó részek és szenzorok működéséért felelnek.
- 3 Kutatók** – az űrbeli élet fenntartásához szükséges tudományos koncepciókat dolgozzák ki.

Lehetőség: A csapatok **váltogathatják a szerepeket**, hogy mindenki részt vehessen az építésben és programozásban.

II. Moduláris Holdbázis felépítése (LEGO® struktúrák és funkciók)

KÖTELEZŐ MODULOK

1. Lakómodul (élőhely)

- **Feladat:** Ház vagy kupola kialakítása.
- **Mozgatható ajtó:** Egy motorral nyíló zsiliprendszer.
- **Programozás:** Gombnyomásra vagy érzékelő hatására nyíló ajtók.

2. Napelem és energiaellátás

- **Feladat:** Napenergia-hasznosító rendszer építése.
- **Mozgatható napelemek:** Motorokkal forgatható szerkezetek, amelyek követik a fényforrást.
- **Programozás:** Fényérzékelő használata a mozgás irányításához.

3. Oxigén- és vízellátó modul

- **Feladat:** Egy működő „oxigénellátó rendszer” építése.
- **Forgó szűrőrendszer vagy vízszivattyú modell.**
- **Programozás:** Automatikus szenzoros működés érzékelőkkel.

4. Holdjáró (robotjármű)

- **Feladat:** Egy **mozgatható holdjáró** építése a mintavételhez.
- **Programozás:** Távirányított vagy autonóm mozgás, akadályérzékelőkkel.

5. Sugárzás elleni védelem (védőmodulok, robotkar)

- **Feladat:** Mozgatható „védőpajzs” vagy árnyékoló rendszer.
- **Programozás:** Gombnyomásra működő árnyékoló vagy mozgatható kar.

III. Programozási kihívások és szenzorhasználat

Ajánlott szenzorok és motorok használata

- **Érintésérzékelő** → Ajtónyitás vagy berendezések aktiválása.
- **Fényérzékelő** → Napelemek irányítása a fényforrás alapján. (pl. színszenzorral)
- **Ultrahangos érzékelő** → Akadályérzékelés a holdjáró számára. (távolságszenzorral)
- **Mozgásérzékelő** → Automatikus ajtók és belépőrendszerek. (pl. szín vagy távolságszenzorral)
- **Motorok** → Mozgatható alkatrészek (ajtók, robotkarok, járművek).

Programozási feladatok (LEGO® Spike alkalmazásban)

- **„Intelligens” ajtórendszer:** Gombnyomásra vagy szenzoros érzékelésre nyíló ajtó.
- **„Napkövető” napelemek:** Fényérzékelővel működő napenergia-rendszer.
- **„Autonóm holdjáró”:** Akadályérzékelőkkel működő rover.

IV. Feladatok és értékelési szempontok

Feladatok időbeosztása

1. **alkalom:** Alapmodulok építése (lakómodul, napelemek).
2. **alkalom:** Szenzorok és programozás beépítése.
3. **alkalom:** Holdjáró megépítése és tesztelése.
4. **alkalom:** Végő összerakás és prezentáció.

Értékelési szempontok

- **Kreativitás:** Mennyire egyedi és jól megtervezett a bázis?
- **Működőképesség:** A programozott rendszerek jól működnek-e?
- **Csapatmunka:** A csapattagok együttműködése hatékony volt-e?
- **Prezentáció:** A diákok meg tudják-e magyarázni a megoldásaikat?

V. Bónusz: Kihívások és extra feladatok

Szimulált holdi küldetés

- **Feladat:** A holdjáróval egy tárgyat kell elszállítani egyik modulból a másikba.
- **Programozás:** Akadályokat kell kikerülnie, vagy előre programozott útvonalat kell követnie.

Sugárzás vagy meteoritveszély elhárítása

- **Feladat:** Egy mozgatható robotkarral „meteor” (pl. egy labda) elleni védelmet kell kialakítani.

Vészhelyzeti protokoll

- **Feladat:** Az egyik modult „meghibásodottnak” jelöljük, és a csapatoknak meg kell javítaniuk.

Összegzés

Modul	Feladat	Technológia
Lakómodul	Zsiliprendszer, élhető tér	Motoros ajtó, programozott nyitás
Napelemrendszer	Napenergia gyűjtése	Fényérzékelővel mozgó panelek
Oxigén- és vízellátás	Légzés és vízellátás fenntartása	Szenzorokkal vezérelt rendszer
Holdjáró	Mintagyűjtés és szállítás	Távírányítás, autonóm mozgás
Sugárvédelmi rendszer	Pajzsok mozgatása	Robotkarok, motorok

Ezzel a LEGO® Spike Prime **Holdbázis-projekttel** a diákok **kombinálhatják a mérnöki tervezést, a programozást és a kreativitást**, miközben egy **valós űrbéli problémát oldanak meg**.

→ Linkek

Az Európai Űrügynökség segédanyagai

Holdtábor-kihívás

esa.int/oktatás/mooncamp

Animációk arról, hogyan juthatunk el a Holdra

esa.int/Education/Moon_Camp/Travelling_to_the_Moon

Animációk a Holdon való élet alapjairól

esa.int/Education/Moon_Camp/The_basics_of_living

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

További információk

Az Európai Űrügynökség interaktív Hold-útikalauza

<http://lunarexploration.esa.int/#/intro>

Airbus Foundation Discovery Space: Víz a Holdon:

youtube.com/watch?v=wHJ3F7eIxE

Mintavétel vízjégből és más jégzemű illékony anyagokból:

lunarexploration.esa.int/#/library?a=293

Víz és illékony anyagok a Holdon:

lunarexploration.esa.int/#/library?a=252