



# STE(A)M

## Módszertani ajánlások pedagógusoknak

Tanári kézikönyv  
a 21. századi, élményalapú  
STE(A)M-oktatás támogatásához

## IMPRESSZUM

Szerzők: Bálind Eszter • Bukszárné Pramperger Emese Anna • Farkas Erika-Zsuzsanna • Farkas Lászlóné • Gulyás Zsuzsa • Molnárné Bodnár Henrietta • Dr. Oláh Éva Mária • Ollé Hajnalka • Dr. Pető Mária • Rácz Ildikó • Ráthyné Lénárt Edit • Répásiné Vadon Katalin • Sipos Szabina • Dr. Stonawski Tamás • Stumpfne Vass Violetta • Dr. Szabó B. Csilla • Zentai István

Szakmai tanácsadó: Farkas Bertalan Péter

Szerkesztő: Hügecz Enikő Henriett

ISBN 978-615-02-3678-0

Kiadó: SpaceBuzz Hungary Oktatástámogató, Klíma- és Környezetvédelmi Közhasznú Alapítvány

Felelős kiadó: Zentai István, kuratóriumi elnök

Ikonok: Reshot

A kiadvány közösségi tartalomnak tekinthető, részleteiben vagy egészen is szabadon terjeszthető. A kiadvány sem részben, sem egészben nem használható fel haszonszerzési célra. A szerzők fenntartják a gyakorlatok leírásának szerzői jogait.

A kiadvány „A STEM és STE(A)M oktatási módszertan sikeres alkalmazásának elterjesztése és népszerűsítése köznevelésben aktív tanárok részére” című Erasmus+ projekt keretében készült, az Európai Unió társfinanszírozásával. Az itt szereplő vélemények és állítások a szerző(k) álláspontját tükrözik, és nem feltétlenül egyeznek meg az Európai Unió vagy az Európai Oktatási és Kulturális Végrehajtó Ügynökség (EACEA) hivatalos álláspontjával. Sem az Európai Unió, sem az EACEA nem vonható felelősségre miattuk.

Támogatási szerződés száma: 2023-2-HU01-KA210-SCH-000177496.

A partnerség tagjai:

- SpaceBuzz Hungary Oktatástámogató, Klíma- és Környezetvédelmi Közhasznú Alapítvány (Budapest)
- Sűkromné gimnázium s vyučovacím jazykom maďarským – Magyar Tanítási Nyelvű Magángimnázium (Dunaszerdahely)
- Colegiul Național Székely Mikó – Székely Mikó Kollégium (Sepsiszentgyörgy)
- Bozzay Pál Német Nemzetiségi Nyelvoktató Általános Iskola (Zánka)
- Hernádnémeti Református Általános Iskola, Két Tanítási Nyelvű és Alapfokú Művészeti Iskola (Hernádnémeti)



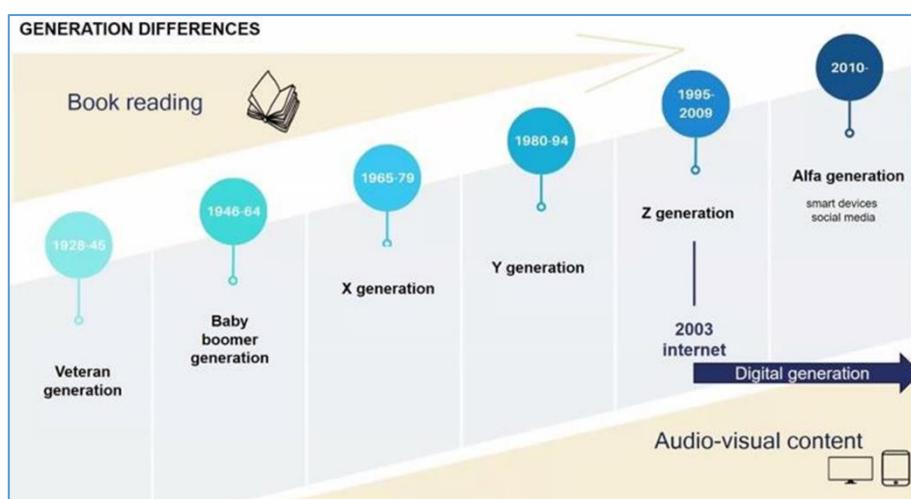
# TARTALOMJEGYZÉK

<b>ELŐSZÓ</b> .....	4
<b>BEVEZETÉS</b> .....	6
<b>STE(A)M OKTATÁSI PROGRAM</b> .....	8
<b>ENERGIA</b> .....	17
1. Energia .....	18
2. Mi az energia? .....	22
3. Az energia útjai: Hőből mozgás – mozgásból hő .....	25
<b>ÉTEL ÉS VÍZ</b> .....	32
1. A magtól a kenyérig .....	33
2. Kalandozás a kenyér világában .....	37
3. Rendezzünk morzsapartit! .....	39
4. Bevezetés a molekuláris gasztronómiába .....	43
5. „Az vagy, amit megeszel” – Káoszelmélet .....	47
6. Az éltető víz .....	52
7. Víz, víz, tiszta víz .....	56
8. Mit tudunk a vízről? .....	69
9. Vízi állatokra ható erők .....	73
<b>FENNTARTHATÓSÁG</b> .....	79
1. Tanuljunk meg újrahasznosítani a csomagolóanyagokat! .....	80
2. Környezettudatosság az irodalomban .....	96
3. Mentsük meg a Földet! .....	100
<b>HANG ÉS FÉNY</b> .....	107
1. Furfangos hangszerek .....	108
2. Zenefizika .....	114
3. Hangok – Zaj és zajszennyezés .....	120
4. Zaj és zajszennyezés .....	129
5. Fedezd fel a fényt! .....	142
6. Spektroszkóp építése. A fény által hordozott információ értelmezése .....	151
7. Fényünnepek és hagyományok – A fény szimbolikája különböző kultúrákban .....	158

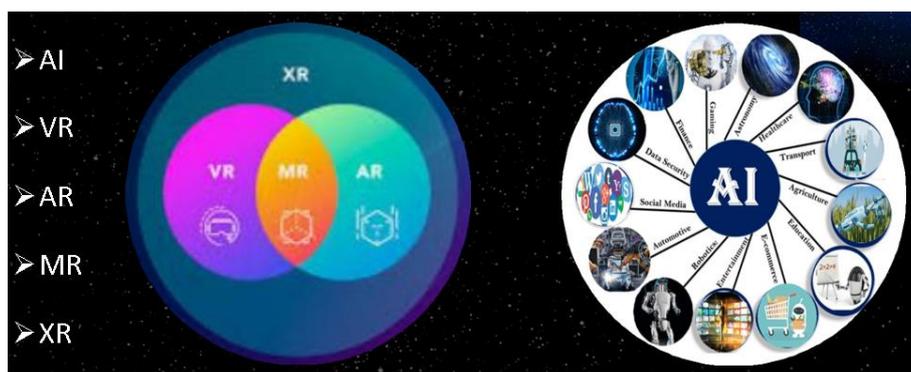
<b>LEVEGŐ</b> .....	165
1. Tiszta levegőt!.....	166
2. A tisztább levegőért.....	172
3. A jövő levegőjéért! .....	178
4. A növényzet levegőre ható ökoszisztéma-szolgáltatásainak becslése .....	188
<b>VILÁGEGYETEM</b> .....	192
1. Csodálatos Univerzum.....	193
2. Napfizikai alapozó .....	196
3. Naprendszeren kívüli bolygók megismerése. Exobolygók paramétereinek meghatározása .....	225
4. Képes fizika .....	232
5. pARTicle physics .....	236
6. Az arany metszés.....	247

# ELŐSZÓ

**Paradigma váltások korát éljük.** Ebből nem marad ki az oktatás sem. Míg a korábbi generációk az iskolai oktatás mellett elsősorban könyvekből, egyéb nyomtatott kiadványokból tanultak, szereztek információkat, addigra ma már ez jelentősen megváltozott (1. ábra). Megjelentek az audiovizuális tartalmak, az immerzív technológiák, a mesterséges intelligencia (2. ábra). Mindezen instrumentumok hatását nem hagyhatjuk figyelmen kívül az oktatási tevékenység során sem.



1. ábra



2. ábra

Sajnálatos módon a fiatalok STEM-területek<sup>1</sup> iránti érdeklődése nem a kívánt mértékű, miközben az emberiség előtt olyan kihívások állnak, mint a klímaváltozás, a környezetszennyezés, az energiaválság, a földi erőforrások, nyersanyagok kimerülése, fajok kihalása, újabb és újabb kórokozók feltűnése által kiváltott járványok. Mindezen problémák megoldásában jelentős szerep hárul a természettudományokban jártas szakemberekre, de ha nincs a fiatalok részéről érdeklődés, akkor komoly szakemberhiány várható.

<sup>1</sup> A STEM egy mozaik szó. Az angol Science, Technology, Engineering and Mathematics szavak kezdőbetűiből.

## ELŐSZÓ

A módszertani ajánlásunkkal hozzá kívánunk járulni, hogy **a majdani és a gyakorló pedagógusok jártasságot szerezzenek**, illetve meglévő tapasztalataikat bővíthessék a STEM-oktatás területén, **a STE(A)M<sup>2</sup> oktatási módszertan alkalmazásával**.

Bízunk benne, hogy munkánkkal hozzájárulunk a tanárok oktatási készségeinek fejlesztéséhez és ezáltal minél több fiatal érdeklődését tudják felkelteni és fokozni a természettudományok irányába.

Ezúton is köszönetünket fejezzük ki a könyv szerzői és támogatóink felé.

---

<sup>2</sup> A STE(A)M egy oktatási módszer. Lényege, hogy a STEM-tantárgyakat integráljuk nem STEM-tantárgyakkal.

# BEVEZETÉS

## Mi az a STE(A)M?

Bár a STEM-tantárgyak minden európai országban szerepelnek a tantervekben, a STEM-tantárgyak oktatása főként csak egy tantárgyra szánt időt érint, és a tanulmányok szerint a tanárok többnyire nem dolgoznak együtt. Következésképpen a diákok nem biztos, hogy képesek kombinálni és összekapcsolni a több STEM-tárgyból vagy más tantárgyakból szerzett ismereteket. Könyvünk célja, hogy az integrált STE(A)M (az „A” az összeset jelenti) oktatás koncepcionális referenciakeretének létrehozásával és tesztelésével orvosolja az integrált STEM-tanítás hiányát.

Ezen túlmenően ez a könyv segíteni fog egy kapacitásépítési program kidolgozásában az általános iskolai STEM-tanárok számára, amely ezen a keretrendszeren alapul, különös tekintettel a STEM-tanítás kontextualizálására, különösen az ipar és az oktatás közötti együttműködésen keresztül.

### **Könyvünk a fent említett kapacitásépítési program eszköze.**

A **STEM-oktatást** az állami és oktatási hatóságok Európában prioritásként ismerik el. A diákok érdeklődése a STEM-hez kapcsolódó tanulmányok és pályák iránt azonban a tudomány és a technológia gyors fejlődése ellenére sem nőtt. E tendencia megfordítása érdekében a négy tudományág – a természettudomány, a technológia, a mérnöki tudományok és a matematika – , valamint a nem természettudományos tárgyak (**az [A] mint „minden”**) egyetlen osztályba, egységbe vagy tanórába való egyesítése, amely a tárgyak és a valós problémák közötti összefüggésekre épül, vezetett az **integrált STE(A)M-oktatáshoz**.

Az integrált STE(A)M-tanítás azt a törekvést tükrözi, hogy **a természettudományok, a technológia, a mérnöki tudományok és a matematika néhány vagy mind a négy tudományágát legalább egy nem természettudományos tantárggyal (pl. irodalom, történelem, közgazdaságtan, nyelv stb.) egy tanulási egységben vagy órában kombinálják.**

## Miért van szükségünk integrált STEM-re?

A STEM-tantárgyak integrálása lehetővé teszi a tanulók számára, hogy az egyes tantárgyakban megszerzett ismereteket kontextusba helyezték, és összekapcsolják a valós világ kihívásaival vagy a STEM-szakmákkal. Ha például a diákokat be akarjuk vezetni a fenntarthatóság fontosságába, akkor ezt a témát több szempontból is meg kell vizsgálnunk. Következésképpen a diákok a technológia tantárgyban megtanulják, hogyan keressenek releváns információkat, a matematikaórán megismerkednek az adatgyűjtés és -megjelenítés módjaival, a biológia vagy a közgazdaságtan órán pedig lesz idejük arra, hogy elgondolkodjanak és tanuljanak az ökoszisztémáról, illetve projekteket tervezzenek a fenntarthatóságról. Ez az első lépés annak biztosítására, hogy a diákok már az általános iskolában képesek legyenek megérteni, hogy ez a tudás hogyan segíthet a mindennapi problémák kezelésében vagy megoldásában.

## BEVEZETÉS

Azzal, hogy több STEM-tantárgyat integrálunk, olyan pedagógiai módszerek alkalmazását ösztönözzük, mint például a projektalapú tanulás, és együttműködésre ösztönözzük a diákokat. Szükség van a gyakorlati tevékenységek és a megfelelő eszközök használatára, de a legfontosabb, hogy a tanárok jól használják ki a közöttük lévő erőforrásokat, és dolgozzanak együtt a kollégáikkal.

A különböző STEM-tudományok területén dolgozó tanárok közötti együttműködésről már beszámoltak, mint az önhatékonyságot pozitívan befolyásoló tényezőről. A mérnöki és természettudományos ismeretek integrálása lehetőséget nyújt a tanulók tanulásának és érdeklődésének javítására, különösen akkor, ha nemcsak a természettudományos tartalmakkal, hanem a tudományos vizsgálódással is megismerkednek. Valójában a tudományos kutatás és a tervezésen alapuló gondolkodás a természettudományok, a technológia, a mérnöki tudományok és a matematika területén a döntéshozatali folyamatok alapját képezi.

Könyvünkben 6 témakörben adunk javaslatokat a hatékony, eredményes STEM-oktatáshoz:

- Energia
- Étel és víz
- Fenntarthatóság
- Hang és fény
- Levegő
- Világegyetem

# STEM(A)M OKTATÁSI PROGRAM

## Bevezetés

A STE(A)M (Tudomány, Technológia, Mérnöki tudomány, Művészet [újabbán: Minden] és Matematika) integrált oktatási megközelítés célja, hogy a jövő generációját képessé tegye komplex problémák felismerésére, kritikus gondolkodásra, együttműködésre és kreatív megoldások kidolgozására. A program alapja az élményalapú tanulás, amely a valós élethelyzetekre reflektál, miközben fejleszti a tanulók készségeit és érzelmi intelligenciáját is. A jövő nem vár – a holnap társadalma ma formálódik az iskolák falai között, ezért kulcsfontosságú, hogy olyan oktatási szemléletet alkalmazzunk, amely nem csupán tudást közvetít, hanem gondolkodásmódot is formál. A STE(A)M-program éppen ezt teszi: tantárgyak helyett komplex problémákban, kész válaszok helyett kreatív megoldásokban gondolkodik. A tudomány és a művészet integrálása által nemcsak kognitív, de érzelmi és társas kompetenciákat is fejleszt – az empátia és a precizitás egyszerre kap teret. A tanulás nem egyirányú folyamat, hanem közös alkotás. A diákok nem passzív befogadói, hanem aktív formálói az ismeretszerzésnek, kérdeznek, kutatnak, reflektálnak. Így válik a tanterem élő laboratóriummá, ahol az elmélet és a gyakorlat egymásra épül. A tanítás ebben a modellben nem irányítás, hanem kísérés – a tanár nemcsak tudásközvetítő, hanem mentor és útitárs is, aki bátorít és segít eligazodni. A STE(A)M oktatási módszer elfogadja a hibákat, sőt a tanulási folyamat részének tekinti azokat. Az inkluzivitás jegyében minden gyermek hallhatóvá válik, minden kérdés értékes. A közös munka során nemcsak tanulók, hanem közösségek is formálódnak – a kooperáció nemcsak módszer, hanem kultúra. A 21. század kompetenciái – mint a digitális írástudás, az együttműködés, a kritikus gondolkodás – nem jelszavak, hanem valódi eszközök a világ jobbá tételéhez. A STE(A)M ezért nemcsak készségeket fejleszt, hanem jellemet is formál. A tanulás szenvedély is lehet – ha van benne játék, cél és értelem. A pedagógus reflektív attitűdje és a mentorálás révén olyan tanulási környezet születik, ahol a jelen döntései a jövő lehetőségeit nyitják meg. A program egy lehetőség az új gondolkodásra, új jövőre, új reményre. És egy üzenet, az igazi tanítás nem pusztán tudásátadás, hanem jövőépítés. A tanárok és diákok közötti kapcsolat így egyenrangúvá válik: nem a hierarchia, hanem a kölcsönös tisztelet és bizalom alapozza meg az együttműködést. A tanulás nem csupán ismeretszerzés, hanem önismereti utazás is, amely során a diákok ráébrednek saját képességeikre és lehetőségeikre. A STE(A)M lehetőséget teremt arra is, hogy a tanulók már iskolai éveik alatt kapcsolatba kerüljenek a valós élet kérdéseivel. A fenntarthatóság, az egészség, az úrkutatás vagy akár a mesterséges intelligencia kérdéskörei nem elvont témák, hanem inspiráló valósággá válnak. A tanulók közös projekt munkákon keresztül sajátíthatják el az együttműködés és a felelősségvállalás alapelveit. A diákok interakciói során szociális készségeik fejlődnek, érzékenyebbé válnak mások nézőpontjára, ami a demokratikus társadalom alapja. A különböző tudásterületek integrációja lehetővé teszi, hogy ne különálló tantárgyakban, hanem összefüggésekben gondolkodjanak. A pedagógus szerepe így jelentősen átalakul: ő nem kizárólagos tudásforrás, hanem partner, aki a megfelelő kérdésekkel, irányokkal és visszajelzésekkel támogatja a tanulási folyamatot. Az osztályterem így kreatív műhellyé válik, ahol minden tanulóknak lehetősége van saját tempójában és stílusában fejlődni. A hibák elfogadása és az újrakezdés lehetősége megerősíti a tanulók

önbizalmát. A sikerélmény nemcsak a jó válasz, hanem az odáig vezető út is lehet. A motiváció így belsővé válik, ami hosszú távon biztosítja a tanulás iránti nyitottságot. A tanárok számára is inspiráló ez a módszertan: lehetőséget ad a megújulásra, az önreflexióra és a szakmai közösségekhez való kapcsolódásra. A STE(A)M nemcsak a diákokat, hanem a tanárokat is fejleszti. Ez a szemléletmód hidat képez múlt, jelen és jövő között, tiszteli a hagyományokat, miközben új utakat keres. A STE(A)M nemcsak oktatási modell, hanem jövőkép is – egy olyan világé, ahol a tudás, a kreativitás és az együttérzés egyensúlyban van.

### **Célcsoport és elérés**

A projekt magyar, szlovák és román pedagógusokat szólít meg, akik a saját tanítási gyakorlatukba integrálhatják a STE(A)M-szemléletet. A program részeként nemzetközi műhelymunkák, digitális tananyagok, mentorálás és tanulási közösségek jöttek létre. A hazai és nemzetközi partnerségek lehetővé teszik a tapasztalatok megosztását, a kulturális különbségek értéként való értelmezését. A pályázati forrásoknak köszönhetően a tanárok rendszeres támogatásban részesülnek, beleértve szakmai tréningeket és nemzetközi konferenciákon való részvételt. A STE(A)M-szemlélet illeszkedik az UNESCO és az Európai Bizottság oktatási irányelveihez, amelyek az integrált, az inkluzív és a jövőorientált tanulást támogatják. Ezek az új modellek hozzájárulnak a helyi gyakorlatok megújításához, és elősegítik egy nyitott, adaptív szemlélet kialakítását. A nemzetközi kitekintés segíti a tanárokat abban, hogy értsék és hasznosítsák a globális oktatási trendeket. A különböző háttérrel rendelkező pedagógusok között kialakuló diskurzus új szemléletmódot hoz be a tantermekbe. A közös munka segít a nemzeti oktatási rendszerek fejlődésében, mivel gyakorlati, kipróbált megoldásokat mutat be. A tanárok képesek lesznek az innovációt helyi szinten is alkalmazni, figyelembe véve a tanulóik sajátosságait. A partneri kapcsolatok hosszú távra szólnak, nem csupán projektidőszakokra. Az oktatási modellek közötti átjárhatóság növeli a tanulás hatékonyságát. A projektben részt vevők nemcsak tanár-tanár kapcsolatokban gondolkodnak, hanem iskolai és regionális hálózatokban is. A nemzetközi partneri kapcsolatok a jövőben is folytatódnak, ezáltal támogatva a folyamatos fejlődést és a tudásmegosztást.

### **A STE(A)M-módszertan alapjai**

A program a tanulói kíváncsiságra, a tanári mentorálásra és a projektszemléletre épül. A tanárok facilitátor szerepet töltenek be, akik támogatják a diákokat a felfedezés, a kutatás és az önálló tanulás során. Ez a módszer nemcsak a tanulás tartalmára, hanem a tanulás folyamatára is fókuszál. A pedagógiai cél nem a tudás passzív átadása, hanem annak közös felfedezése. A diákokat arra bátorítja, hogy ne féljenek hibázni, hiszen a hibákon keresztül történik a legmélyebb tanulás. A tanári mentorálás személyre szabott támogatást nyújt: figyelembe veszi az egyéni tanulási stílusokat, tempókat és érdeklődési területeket. A tanórák így inspiráló térként szolgálnak, ahol kérdezni lehet, gondolkodni szabad, és a tanulás örömteli élménnyé válik. A projektalapú tanulás során a diákok valódi problémákat oldanak meg, gyakran interdiszciplináris módon, így a tantárgyak közötti határok elmosódnak. A tanulás autentikus és releváns lesz, amely kapcsolódik a diákok valós életéhez. Ezáltal kialakul bennük a felelősségérzet, az önállóság, és megtapasztalják, hogy a tudásuknak következménye és hatása van. A tanárok nem irányítanak, hanem kísérnek – a folyamat során ők is tanulnak, fejlődnek. A tanulási környezetet közösen alakítják ki a diákokkal, amelyben fontos szerepet kap a bizalom, a nyitottság és a rugalmasság. A digitális technológia nem öncélú, hanem integrált része a pedagógiai stratégiának: eszköz a kutatáshoz, a kifejezéshez és az együttműködéshez. Így a tanulók nemcsak „fogyasztói”, hanem aktív alakítói is lesznek a tudásnak. Ez a szemlélet hosszú távon hozzájárul egy olyan generáció neveléséhez, amely képes alkalmazkodni a változó világhoz, és formálni is azt.

## Pedagógiai alapelvek a STE(A)M-programban

A STE(A)M-program középpontjában a tanuló áll. Nem csupán a tananyag elsajátítása a cél, hanem a gondolkodásmód, a világhoz való viszony és a saját tanulási utak felfedezése. A tanulók egyéni érdeklődési köreit és tanulási stílusait figyelembe vevő pedagógiai módszertan hatékonyabban közvetíti a tudást és motiválja a tanulókat a tanulásra. A tanulók aktív részesei a tanulási folyamatnak: nemcsak megfigyelők, hanem cselekvők is. A kérdések nem hátrányok, hanem kapuk az új tudás felé. A tanulók érdeklődésének és kreativitásának kibontakoztatása a tanulási folyamat lényegi eleme. A tanár szerepe alapvetően átalakul, nem előadó, hanem mentortárs. Nem az információ birtokosa, hanem a felfedezés lehetőségének biztosítója. Képes meghallgatni, motiválni, biztatni és irányt mutatni. A tanár a tanulás segítője, aki biztonságos, elfogadó környezetet teremt a diákok számára. A tanulási folyamatban a hibák elfogadása kulcsfontosságú. Nem a kudarc, hanem a fejlődés lehetősége rejlik bennük. A hibák elemzése értékes tanulási tapasztalatokat biztosít és hozzájárul az önismeret fejlődéséhez. A tanóra térbeli és időbeli keretei is kitágulnak. Nem csupán a tanterem falai között zajlik a tanulás, hanem projekteken, terepen, digitális térben. A tanulás életszerűvé válik, amely közvetlenül kapcsolódik a valósághoz. A tanulók egymástól is tanulnak. A csoportmunka, az egymásra épülő tudásmegosztás fejleszti a szociális kompetenciákat, az empátiát és a közösségi gondolkodást. A tanár reflektív szemlélete folyamatosan újítja a pedagógiai gyakorlatot. Nyitott az új pedagógiai módszerekre, technológiákra, és a tanulói visszajelzésekre. A tanár éppúgy tanul, mint tanulói. A STE(A)M-pedagógia nemcsak tantárgyakat integrál, hanem értékeket is: a felelősség, az érdeklődés, a nyitottság és a közösségi élmény alapján alakítja a jövő tanulóit. A jövő iskolája a múlt bölcsességére és a jelen innovációjára épül. A pedagógus pedig hidat képez e két világ között. A tanítás nem mesterség, hanem hivatás – a jövő formálásának művészete.

## A STE(A)M-szemlélet alapértékei

- ✓ *Kreativitás szabadsága:* A tanulás tere legyen olyan, ahol a tanuló nemcsak tanul, hanem meg is álmodja.
- ✓ *Bátorság a kérdésre:* Minden kérdés hidat épít a megértés felé.
- ✓ *Kudarc mint katalizátor:* A hiba nem vétek, hanem egy új út kezdete.
- ✓ *Közösségi tudás:* Az egyéni tudás csak közösségi térben válik valódi erővé.
- ✓ *Tanári inspiráció:* A pedagógus jelenléte bátorít, inspirál és értéket közvetít.
- ✓ *Technológia humánnummal:* A digitális eszközök csak akkor fejlesztenek, ha emberi értékek vezérlik használatukat.

(Az alapértékekhez kapcsolódó gondolatokhoz ld. Gulyás Zsuzsa 2021: 41–56.)

## STE(A)M és a pedagógiai paradigmaváltás

A 21. század tanulás- és tudásmodelljei radikálisan megváltoztak. Már nem elegendő a tárgyi tudás átadása: a tanulás kulcsa a kompetenciafejlesztés, a kérdésfelvetés, a kritikus gondolkodás, az alkalmazható tudás, a kreativitás és az empátia. A STE(A)M-szemlélet ebben a keretrendszerben jelent paradigmaváltást. A tanári szerep sem maradhat statikus: a tanár ma már nem tudást közvetítő, hanem mentor, facilitátor, kutatótárs és inspirátor.

A STE(A)M bevezetése több, mint didaktikai átalakulás, ez szemléletbeli forradalom. A tanárnak egyszerre kell nyitottnak, módszertanilag naprakésznek és mentálisan ellenállónak lennie. Kulcskérdés a támogató tanárközösségek kiépítése, mentorálás, és a reflektív oktatói attitűd és a folyamatos tanulás kultúrájának megerősítése. Csak így válhat a STE(A)M nem csupán módszertanná, hanem a jövő építő erejévé. A kihívásokra adott válaszok kulcsa a rugalmasság

és az együttműködés. A pedagógus nem magányos harcos, hanem egy tanulóközösség része, ahol a közös fejlődés és támogatás a siker záloga. Az oktatási paradigmaváltás nemcsak az iskolákban zajlik, hanem a tanár fejében és szívében is. A belső nyitottság, a bátorság az újdonság kipróbálására és az önreflexió segít átlépni a komfortzónát. A STE(A)M valójában nemcsak technológiai és pedagógiai újítás, hanem belső transzformáció is. Ez az átalakulás nem egyszeri lépés, hanem folyamat, amelyhez idő és türelem kell – önmagunkkal és másokkal szemben is. A tanár ebben a rendszerben nem csupán tudásközvetítő, hanem jövőformáló is. Az inspiráció, amelyet a STE(A)M kínál, hosszú távon újraformálhatja a tanulás fogalmát – és vele együtt az iskolát, a társadalmat, sőt a világot is.

### **Digitális kompetenciák fejlesztése**

A digitális kompetenciák fejlesztése napjaink egyik legfontosabb oktatási kihívása, hiszen a jövő társadalmá információalapú tudásra épül. A pedagógusok szerepe átalakul: nem csupán tudásátadók, hanem digitális facilitátorok is, akik képesek eligazodni a technológia gyorsan változó világában. Az oktatási rendszereknek lépést kell tartaniuk az innovációkkal, hogy a diákok megfelelően felkészülhessenek a digitális társadalom kihívásaira. Ennek egyik módja az online kurzusok beillesztése a tantervbe, amelyek lehetővé teszik a rugalmas és egyéni tempóban történő tanulást. A digitális tananyagok segítik a tanulási folyamat differenciálását, figyelembe véve a tanulók különböző képességeit és tanulási stílusait. A tanárok számára elérhető platformok lehetővé teszik a tudásmegosztást és a szakmai párbeszédet. A tanulók digitális kompetenciáinak fejlesztése nem csupán eszközhasználatot jelent, hanem kritikus gondolkodást, információszűrést és etikus online viselkedést is. A mesterséges intelligencia alapjainak oktatása elősegíti a tanulók technológia iránti értő és felelősségteljes viszonyulását. A robotika mint interdiszciplináris műfaj fejleszti a problémamegoldó képességeket és az algoritmikus gondolkodást. Az adatvizualizáció tanítása hozzájárul az adatalapú döntéshozatal képességének kialakításához. A digitális történetmesélés kombinálja a kreativitást, a nyelvi kompetenciát és a technikai ismereteket. A multimédiás tartalmak készítése motiválja a tanulókat az önálló alkotásra és az élményszerű tanulásra. Az eszközök és platformok használata segít a tanulás egyénre szabásában. A tanárok digitális írástudása elengedhetetlen az oktatás minőségének javításához. A tanulás digitális ökoszisztémája új szerepeket és felelősségeket ruház a pedagógusokra. A hibrid oktatás modellje megteremti az online és az offline tanulás közötti egyensúlyt. Az e-learning nem helyettesíti a személyes kapcsolatokat, de gazdagítja az oktatási palettát. A digitális tér nem csupán a tanulás helyszíne, hanem közösségépítő tér is. A tanulás egyre inkább a digitális készségeken keresztül való érvényesülés terepe. A digitális megoldások lehetőséget adnak az időgazdálkodás és a tananyag-előkészítés hatékonyságának növelésére. A pedagógiai innováció szerves részévé válik a digitális eszközök által nyújtott lehetőségek által.

### **Tanulási környezet a STE(A)M-programban**

A hagyományos tantermi kereteket meghaladva a STE(A)M tanulási környezet dinamikus, inkluzív és a hibázást megengedő térként működik. A program erősen támaszkodik a digitális eszközökre, miközben kiemelten kezeli az élő kapcsolatokat és a tapasztalati tanulás fontosságát. A STE(A)M-osztályterem nem statikus tér, hanem átalakuló környezet, ahol a fizikai elrendezés is a tanulási célokhoz igazodik. A bútorok mobilak, a tanulók csoportokban dolgoznak, a tanár pedig szabadon mozog, segít, kérdez, inspirál. A tanulási tér a nyitottságra és rugalmasságra épül, ahol a hibák nem kudarcok, hanem tanulási lehetőségek. A digitális eszközök, mint a tabletek, laptopok, interaktív táblák és VR-szemüvegek nem pusztán kiegészítők, hanem szerves részei a tanulásnak. Ezek lehetővé teszik, hogy a tanulók vizualizálják az absztrakt fogalmakat, szimuláljanak valóság alapú helyzeteket és kapcsolatba lépjenek globális tudásbázisokkal. A digitális és a fizikai terek összekapcsolása lehetővé teszi az egyéni és a kollaboratív tanulást

is. A tanulók a projektalapú megközelítés során valós problémákra keresnek megoldásokat. A környezet ezeket a folyamatokat támogatja: kreatív műhelyek, ötletfalak, prototípus-készítő eszközök, digitális modellezések állnak rendelkezésre. A tanulási tér a kísérletezés bátorságát és a kudarcok elfogadását erősíti. A STE(A)M-szemlélet szerint a környezet nem csupán fizikai hely, hanem kulturális és érzelmi atmoszféra is. A tanár-diák kapcsolat bizalomra és kölcsönös tiszteletre épül. A tanulási folyamatban az érzelem, az inspiráció és a motiváció ugyanolyan fontos, mint az információ. A program célja, hogy a tanulási környezet bármely helyszínen – iskolán belül vagy közösségi terekben – inspiráló legyen. A tantermek átalakítása mellett a tanulás tere lehet egy park, egy művészeti kiállítás vagy egy tudományos labor is.

### **STE(A)M és a közösségi tanulás**

A STE(A)M oktatási szemlélet egyik legnagyobb erőssége, hogy nemcsak egyéni, hanem közösségi tanulási folyamatokat is generál. Az iskolai tanulás térben és időben kiterjed: a diákok nemcsak a tanárral, hanem egymással is tanulnak. A tanulási közösségekben megjelenik a horizontális tudásmegosztás, azaz a diákok tapasztalataik alapján egymást is tanítják. Ez erősíti az önismeretet, a társas tanulást és az érzelmi intelligenciát. A tanári közösségek is kulcsszerepet játszanak a program sikerében. A pedagógusok rendszeres szakmai műhelyeken osztják meg tapasztalataikat, problémáikat és ötleteiket. Az ilyen kollaboratív tanulás nemcsak inspiráló, hanem segít a kiégés megelőzésében is. A közösségi tanulás keretében szervezett STE(A)M-projektek több iskola tanulóit, tanárait kötik össze, határokon átvívelő partnerségeket hozva létre. A közösségi tanulás segíti a diákok éhhatékonyágának fejlesztését, miközben hozzájárul az értékalapú neveléshez is. Az UNESCO 2021-es jelentése szerint a tanulás jövője a közösségekbe ágyazott, részvételen alapú tanulási modell irányába mozdul el (UNESCO 2021). A STE(A)M tehát választ ad a globális kihívásokra azzal, hogy egy olyan tanulási kultúrát teremt, ahol a tudás megszerzése és megosztása egyformán értékes. A tanulás személyre szabása a 21. századi oktatás egyik legfontosabb alappillére. A STE(A)M-pedagógia lényege, hogy a tanuló egyedi tanulási utat bejárva kapcsolódik be a tananyag feldolgozásába. A tanár nem előre meghatározott tanmenet szerint adja át az ismereteket, hanem a tanuló érdeklődésére, tempójára és tanulási stílusára reflektál. A differenciálás eszköztárába tartozik az egyéni tanulási terv, az önálló projektalkotás, valamint az önreflexiós napló, amelyben a tanuló saját tanulására tekinthet vissza. A tanulók választhatnak saját kutatási témákat, amelyek érzelmileg is kötik őket a tanuláshoz. Az MI-alapú tanulástámogató rendszerek, mint amilyenek a Knewton vagy a Century Tech, további lehetőséget biztosítanak arra, hogy a tanulás adaptív módon alkalmazkodjon a tanuló igényeihez (Luckin et al. 2016). Ez a szemlélet hozzájárul a tanulási motiváció növekedéséhez, a tanulási önismeret erősödéséhez és a hosszú távú tudásmegtartáshoz is.

### **Interdiszciplinaritás és együttműködés**

A különböző tantárgyak közötti határok elmosása a tanulási folyamatot természetesebbé és életszerűbbé teszi. A pedagógusok közötti együttműködés erősödése nemcsak a tanulási eredményeket javítja, hanem a tanári közösséget is gazdagítja. Az interdiszciplinaritás elősegíti, hogy a diákok a világ komplexitását ne elszigetelt ismeretként, hanem összefüggő rendszerként érzékeljék. Ez a megközelítés fejleszti a problémamegoldó és a kritikus gondolkodási készségeket, amelyek elengedhetetlenek a 21. század munkaerőpiacán (OECD 2018). A különböző tantárgyak integrációja elősegíti az élményszerű tanulást, különösen a projektalapú oktatásban, ahol a tanulók valós élethelyzetekre reflektálnak. Ez a szemlélet lehetőséget ad arra, hogy például egy fenntarthatóságról szóló projektben biológia, környezetismeret, technika és vizuális művészet tantárgyak integrálódjanak. A pedagógusok közötti kollaboráció erősíti a szakmai önismeretet, megnyitja az utat az egymástól való tanulás előtt. A tanárok közötti műhelymunkák, közös projekttervezések és egymás óralátogatásai olyan kultúrát hoznak

létre, amelyben a tanári együttműködés nem extra feladat, hanem a mindennapi gyakorlat szerves része. A pedagógusok közötti kollaboráció erősíti a szakmai önismeretet, megnyitja az utat az egymástól való tanulás előtt. A tantárgyak közötti integráció erősíti a diákok érdeklődését is, mivel képesek értelmet találni abban, amit tanulnak. A valós élethelyzetek komplexitása megköveteli, hogy a tudás ne tantárgyi sávokban jelenjen meg. Az interdiszciplináris tanulás megnyitja az utat az egyéni tanulási utak előtt és támogatja a diákok önálló gondolkodását. A tanári közösségekben megjelenő együttműködés erősíti az iskolai szervezetet, növeli a szakmai autonómiát és hozzájárul a kiegészítéséhez. A STE(A)M-megközelítésben a matematika, a művészet, a természettudomány és a technológia nem önálló egységek, hanem egymást kiegészítő rendszerek. Az együttműködő tanulás lehetővé teszi, hogy a diákok különböző nézőpontokat és gondolkodásmódokat ismerjenek meg, ezáltal fejlődik az empátiájuk és a kommunikációs készségük (Fullan 2007). A tanárok közötti kooperáció erősíti az iskolai közösség kohézióját, miközben új pedagógiai eszközök és módszerek cseréje is megvalósul. A közös tervezés, tanóramegfigyelés és visszacsatolás a kollegiális tanulás kultúráját építi. Nemzetközi példák alapján (pl. Erasmus+ projektek) az interdiszciplináris szemlélet gazdagíthatja a pedagógusok módszertani repertoárját és segíti a diákokat az életszerű gondolkodás kialakításában. A nemzetközi kutatások is alátámasztják, hogy az interdiszciplináris megközelítés és a tanári együttműködés kulcseleme a 21. századi oktatás sikerességének (OECD 2020). A pedagógusok tapasztalata szerint ezek az alkalmak új inspirációkat hoznak, és megerősítik szakmai identitásukat. A STE(A)M-program ebben a folyamatban módszertani keretet biztosít, amelyben az együttműködés nemcsak eszköz, hanem érték is. A hazai és nemzetközi partnerekkel való kapcsolatok – például finn, holland és portugál iskolák – inspiráló gyakorlatokat hoznak be a közös térbe. A STE(A)M nemcsak a tanulókat, de a tanárokat is tanulásra ösztönzi. A kooperatív tanári munkahelyi kultúra bizonyítottan javítja a tanulási eredményeket és a pedagógusok elégedettségét (Hargreaves–Fullan 2012: 113–129).

## Reflektív pedagógia

A program során a résztvevők önreflexióval értékelik saját tanítási gyakorlatukat. A mentorálási folyamat segíti a tanárok szakmai fejlődését és teret ad az egyéni tapasztalatok megosztásának is. A reflektív pedagógia alapja az a felismerés, hogy a tanítás folyamata nem csupán módszerek alkalmazása, hanem folyamatos tanulás a tanár részéről is. A tanárok a saját gyakorlatuk elemzése révén tudatosítják erősségeiket és fejlesztendő területeiket (Brookfield 1995: 87–102). Az önreflexió által válik láthatóvá a tanítás hatása a diákokra, így erősödik a felelősségvállalás és az empátia. A mentorálás nem hierarchikus viszony, hanem partnerség, amelyben a tanárok tapasztalataikat megosztva segítik egymás fejlődését. A mentor és mentorált közötti párbeszéd hozzájárul a szakmai önismeret elmélyítéséhez. A reflektív pedagógia célja a tanulási folyamatban való aktív részvétel és annak folyamatos újraértelmezése. A digitális eszközök lehetőséget adnak arra, hogy a tanárok dokumentálják és elemezzék saját tanítási gyakorlatukat (videóelemzés, e-portfólió). Ez a fajta tudatos jelenlét erősíti a szakmai autonómiát és az önfejlesztési készséget (Schön 1983: 49–76). A visszajelzések befogadása és a tanulók reakcióinak elemzése segít az oktatás személyre szabásában. Az önreflexió a tanári elégedettséget is növeli, hiszen az önazonos pedagógiai működés alapja a hitelesség. A tanulási közösségekben való részvétel (pl. tanári műhelyek, szakmai tanulóközösségek) lehetőséget biztosít az önreflexió kollektív formájára. Itt nemcsak egyéni tapasztalatok, hanem közös dilemmák és megoldások is felszínre kerülnek. A reflektív attitűd fejlesztése már a pedagógusképzésben elkezdődhet, például tanítási portfóliók és hospitálási naplók segítségével. A gyakorló pedagógusok számára a folyamatos önértékelés beépülhet a tanév rendjébe, akár tanári naplók vagy tanulási naplók formájában. A reflektív pedagógia nem zárja ki az érzelmeket az oktatásból, hanem tudatosan integrálja azokat. A tanulási folyamatban megélt élmények – siker, kudarc, felismerés – visszatükröződnek a tanári gyakorlatban is. A reflexió lehetőséget teremt arra, hogy a tanár újradefiniálja szerepét,

eszközeit és céljait. A reflektív pedagógia tehát nem csupán módszer, hanem szemlélet: a tanítás és a tanulás élő, fejlődő és folyamatosan megkérdőjelezett folyamata. A program célja, hogy a pedagógusok ne csupán alkalmazzák a tanultakat, hanem új jelentésekkel ruházzák fel azokat saját kontextusukban. Ezáltal válik a tanítás valóban személyessé és értelmessé. A reflektív pedagógiai gyakorlatban a tanárok nem félnek kérdéseket feltenni saját munkájukról – sőt, ebben látják a szakmai fejlődésük zálogát. A tudatos pedagógusi jelenlét elengedhetetlen feltétele a sikeres és fenntartható oktatási innovációnak (Zeichner–Liston 1996).

### Sikertörténetek és jó gyakorlatok

A STE(A)M-alapú tanulási programok bevezetése számos hazai és nemzetközi iskolában már most mérhető pozitív változásokat eredményezett. Magyarországon a Digitális Jóléti Program (DJP) keretében pilot jelleggel megvalósult STEM-laborok tapasztalatai szerint a tanulók motivációja 40%-kal emelkedett (DJP 2023: 12–18). A tanulók nemcsak aktívabban vesznek részt az órákon, de magabiztosabban használják a digitális eszközöket és gyakrabban kezdeményeznek csoportos projektmunkát. A romániai STEAM4EDU program 2022-es jelentése szerint a programban részt vevő tanárok 78%-a érezte úgy, hogy szemléletváltáson ment át és nyitottabbá vált az interdiszciplináris működésre. Szlovákiában a Comenius Egyetemhez kapcsolódó kutatás szerint a STE(A)M-alapú oktatás 30%-kal növelte a diákok önálló tanulási kedvét. A budapesti Hunyadi János Gimnáziumban működő „STEM Klub” keretében diákok egy napelemes vízmelegítő prototípusát fejlesztették ki, amely bekerült a 2023-as Országos Innovációs Verseny döntőjébe. A projektet környezeti tudatosságra és fenntarthatóságra nevelési céllal indították. Egy debreceni általános iskola tanárai digitális történetmesélést használtak a lokális környezetvédelmi kérdések feldolgozására, amelyben a diákok filmeket, prezentációkat és podcastokat készítettek. A nemzetközi szinten is számos inspiráló példa létezik: a NASA STEM Engagement programja lehetőséget ad az általános iskolásoknak, hogy űrkutatáshoz kapcsolódó kihívásokat oldjanak meg (NASA 2024). Az Európai Bizottság által támogatott Scientix (2023) projekt nemzetközi tanárközösségeket hozott létre a természettudományos oktatás innovatív fejlesztésére. A program keretében kialakuló tanári közösségek kulcsszerepet játszanak a jó gyakorlatok terjesztésében. A résztvevők mentorprogramokon keresztül osztják meg tapasztalataikat, amelyek segítik a szakmai önismeretet és az oktatási stratégiák finomhangolását. A kooperatív tanulásra épülő gyakorlatok a tanulók közötti bizalom erősítését és a szociális kompetenciák fejlődését támogatják.

A jó gyakorlatok dokumentálása és megosztása digitális felületeken (pl. eTwinning, Erasmus+ projektek) nemcsak inspirációt, hanem másolható modellmegoldásokat is biztosít. A STE(A)M-oktatás ezáltal nemcsak eszköz, hanem híd a jövő generációinak értelmes, cselekvő társadalomba integrálásához is.

### STE(A)M és a jövő szakmái

A STE(A)M-szemlélet kulcsszerepet játszik a 21. századi munkaerőpiacra való felkészítésben. A World Economic Forum friss jelentése (2020) szerint a legfontosabb jövőbeli készségek közé tartozik a komplex problémamegoldás, a kritikus gondolkodás, a kreativitás és az érzelmi intelligencia. A STE(A)M ezek mindegyikét úgy fejleszti, hogy azok a tanulók életében is azonnal alkalmazhatóvá válnak. Az olyan feltörekvő ágazatok, mint a mesterséges intelligencia, a fenntartható energiagazdálkodás, a robotika és az adatalapú döntéshozatal, mind olyan területek, ahol a STE(A)M-kompetenciák versenyelőnyt jelenthetnek. A tanulók nemcsak technikai tudást, hanem az információk közötti összefüggések felismerésének képességét is elsajátítják. Az OECD (2022) szerint az oktatásnak azokra a jövőbeli szakmákra kell felkészítenie, amelyek ma még nem is léteznek. A STE(A)M erre képes azáltal, hogy a tanulóknak fejleszti az alkalmazkodási képességet, az innováció iránti nyitottságot és az élethosszig tartó tanulás

szemléletét. A digitális társadalom és a zöld gazdaság integrálása a tananyagba nem csupán életszerűséget, hanem felelősségvállalást is jelent. A tanulók megtapasztalják, hogyan lehet a technológiát és a kreativitást közösségi jókra fordítani. Az UNESCO (2023) oktatás jövőjéről szóló jelentése hangsúlyozza, hogy az oktatás kulcsa a „jövőformálás”, nem csupán alkalmazkodás. A STE(A)M lehetővé teszi, hogy a tanulók aktív alakítóivá váljanak a világuknak. A tanulók az oktatási folyamat során olyan szerepekbe kerülnek, amelyekben kérdezhetnek, alkothatnak, kutathatnak – vagyis előkészítik saját szakmai identitásukat. A program a STEM-területeken belüli egyenlőség előmozdításával a nemek közötti esélyegyenlőséget is támogatja. A STE(A)M-módszertan tehát nemcsak karriert, hanem hivatást is formál. Az oktatás már nem a „mit tanítunk”, hanem a „hogyan tanulunk” kérdése köré szerveződik, és ebben a tanulás minősége lesz a mérce. A jövő szakmai és kihívásai már jelen vannak a tantermekben – a kérdés az, hogy tudunk-e ezekhez méltó tanulási környezetet teremteni.

### Útravaló

A jövő oktatása már ma formálódik, nemcsak az iskolák falai között, hanem a tanári szívekben, gondolkodásmódokban is. A STE(A)M-program nem csupán egy korszerű pedagógiai módszertan, hanem szemléletváltás: olyan megközelítés, amely a tanulásban nemcsak tudást, hanem értelmet, célt és életkézséget is ad. A pedagógus ebben a rendszerben több, mint tantárgyi szakember: mentor, inspirátor, kísérő, aki fényt tart a tanulási úton. Az igazi tanítás nem pusztán információ-átadás, hanem jelenlét, figyelem, kapcsolódás. A jövő iskolájában az oktatói szerep egyre inkább érzelmi intelligencián és értő kommunikáción alapszik. A STE(A)M a bátorság pedagógiája is: bátorság hibázni, kérdezni, újragondolni. Ebben a rendszerben a tanár is tanuló marad, és a tanulás közösségi tapasztalattá válik. A 21. század kihívásaihoz alkalmazkodó nevelés csak akkor lehet hatékony, ha rugalmas, reflektív és jövőorientált. A tanulásnak olyan örömforrássá kell válnia, amely nemcsak a tudás iránti vágyat ébreszti fel, hanem az alkotás és a megértés élményét is. Ebben a közegben a tanulók nemcsak ismereteket kapnak, hanem megtapasztalják saját erejüket, felelősségüket és kreativitásukat is. A jövő nem kiszámítható, de az oktatás adhat biztos talajt a változásokhoz. A legnagyobb ajándék, amit pedagógusként adhatunk, az a jövőbe vetett hit. Ez a hit nem naivitás, hanem hivatástudat. A STE(A)M-program ennek a hivatásnak az egyik legmodernebb, legemberibb kifejezése.

**Köszönöm, hogy részesei ennek a közös útnak!**

**Gulyás Zsuzsa**  
oktatási specialista

## Felhasznált irodalom

- Brookfield, S. D. 1995. *Becoming a Critically Reflective Teacher*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Bybee, R. W. 2010. Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*. 70(1): 30–35.
- DJP 2023. *Digitális Tanulási Környezetek – Zárójelentés*. Budapest: Digitális Jóléti Program.
- European Commission/EACEA/Eurydice 2021. *Teachers in Europe: Careers, Development and Well-being. Eurydice report*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Fullan, M. 2007. *The New Meaning of Educational Change (4th ed.)*. New York: Teachers College Press.
- Gulyás Zsuzsa 2021. *Kreativitásfejlesztés VR-ral és zenével*. Budapest: IZEN Alapítvány.
- Hargreaves, A. – Fullan, M. 2012. *Professional capital: Transforming Teaching in Every School*. New York: Teachers College Press.
- Kolb, D. A. 1984. *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall. 25–50.
- Luckin, R. – Holmes, W. – Griffiths, M. – Forcier, L. B. 2016. *Intelligence Unleashed: An Argument for AI in Education*. Pearson Education.
- NASA 2024. *STEM Engagement Initiatives*. Washington, DC: NASA. [Letöltés](#).
- OECD 2018. *The Future of Education and Skills: Education 2030*. OECD Publishing. [Letöltés](#).
- OECD 2020. *Teachers and School Leaders as Lifelong Learners*. OECD Publishing.
- OECD 2022. *Education 2030: The Future We Want*. OECD Publishing. [Letöltés](#).
- Schön, D. A. 1983. *The Reflective Practitioner: How Professionals Think in Action*. New York: Basic Books.
- Scientix 2023. *Innovation in Science Education across Europe*. European Schoolnet. [Letöltés](#).
- UNESCO 2021. *Reimagining our futures together: a new social contract for education*. UNESCO Publishing. [Letöltés](#).
- UNESCO 2023. *Futures of Education: Learning to Become*. UNESCO. [Letöltés](#).
- World Economic Forum 2020. *The Future of Jobs Report 2020*. Geneva: WEF. [Letöltés](#).
- Zeichner, K. M. – Liston, D. P. 1996. *Reflective Teaching: An Introduction*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

# ENERGIA

## 1. Energia

STE(A)M-  
területek

matematika • fizika • környezetismeret • fenntarthatóság

## Összefoglaló táblázat

Tantárgyak	matematika • fizika • természettudomány • kémia
Célkitűzés	A tanórán a gyerekek megismerkednek a különböző energiaforrásokkal, és csoportosítják őket aszerint, hogy képesek-e megújulni vagy sem. A tanulók rögzítik a megújuló és a nem megújuló energiaforrás fogalmát. Ezt követően egy feladatlap segítségével pármunkában tekintik át az egyes energiaforrások előnyeit és hátrányait. Az óra célja, hogy megismertesse az energia fogalmát és szerepét a mindennapi életünkben; bemutassa a legfontosabb energiátípusok jellemzőit.
Diákok kora	8-10 év
Tanóra/projekt időtartama	2×45 perc
Diákok száma	10-15 fő
Online tanítási eszközök	interaktív tábla • projektor
Offline tanítási eszközök	–
21. századi kompetenciák	kommunikáció • együttműködés • csapatmunka • kreativitás • innováció • kritikus gondolkodás • problémamegoldás
Tanulási célok	kompetenciák fejlesztése • új készségek elsajátítása

## Projektterv

A gyakorlat  
elnevezése

Energia

## A megvalósítás menete

Érdeklődés  
felkeltése,  
előzetes  
kérdésekMit ábrázolnak a képek?  
Mi a közös a képekben?  
Mi jut eszedbe, ha azt a szót hallod: energia?  
Honnan kapjuk az energiát?

Előkészületek

Mutassuk be az alábbi animációt:  
[Mi az energia?](#)  
Mutassunk képeket, pl.: futó ember, égő szén, kályha, hősugárzó.

Bemutató

Milyen energiaforrásokat látsz a képeken?  
Hogyan lehetne csoportosítani a képeken látható energiaforrásokat?

# ENERGIA

- nem megújuló energiaforrások (szén, kőolaj, atomenergia)
- megújuló energiaforrások (nap, szél, víz)



1. ábra



2. ábra



3. ábra



4. ábra

Mindenki látott már kályhában égő szenet? Vetítsünk ki egy kályhában égő tűz képét! Mit tapasztalunk? (Meleg lesz.) Mi történik a szénnel? (Füst, korom, hamu keletkezik, és a szén elég, elfogy.)

Vetítsünk ki egy olyan képet, amelyen süt a Nap egy tó/folyó fölött! Mi melegíti fel a vizet? (A napsugárzás.) Meddig tart a napsugárzás? (Addig, amíg süt a Nap, de utána újra melegít.)

Hasonlítsuk össze a két energiaforrást!  
Mi a közös bennük? Miben különböznek?  
Írjatok le minél több dolgot a táblázatba! (Pl.: elfogy – nem fogy el, újra hasznosítható – nem használható újra, szennyezőanyag marad utána.)



5. ábra



6. ábra



Párosítás

**Párosítsátok az alábbi mondatrészeket!**

1. Az atomenergia energiaforrás-igénye kicsi,
2. Az levegő áramlása miatt kifogyhatatlan energiaforrás,
3. A napenergiához a Naptól érkező energia állandóan rendelkezésre áll,
4. A vízenergia a nagyesésű folyókon kifogyhatatlan,

## ENERGIA

	<p>5. A szén elégetve sok hőt ad, 6. A kőolajból benzin is előállítható,</p> <p>a) de a napelemek hatalmas hasznos területet vesznek el például a mezőgazdaságtól. b) de égetése nagymértékben szennyezi a levegőt. c) de az erőműből kikerülő hulladék hosszútávú, biztonságos elhelyezése még nem megoldott. d) de az autók kipufogógázai nagyon mérgezők. e) de a zaja zavarhatja az élőlények életét. f) de az erőmű építése sok élőlény élőhelyét elpusztítja.</p>
	<p><b>Felfedeztető módszer</b></p> <p>Nézzük meg a kisfilmet! <a href="#">Gyerekeknek készült kisfilm az energiatermelésről (YouTube)</a> Milyen megújuló és nem megújuló energiaforrásokat láttunk? Melyik energiahordozó használata szennyezi leginkább a környezetet? Melyek a kevésbé szennyezők?</p>
	<p><b>Tapasztalatok</b></p> <p>A megoldás ellenőrzése nagycsoportban történik, ahol szükséges, tanári magyarázattal.</p>
	<p><b>Visszajelzések</b></p> <p>A foglalkozáson tanultak rövid összegzése. A tanító értékeli a tanulók órai teljesítményét.</p>
	<p><b>Bemutató anyagok</b></p> <p>Gyűjtsük össze a válaszokat! Felírhatjuk a táblára, kivetíthetjük számítógép segítségével. Ha van olyan, amelyet többen is mondtak, azokat emeljük ki.</p>
	<p><b>Eredmények</b></p> <p>A jellemzők alapján fogalmazzuk meg közösen, mi is az energia! Az energia mozgatja a dolgokat, pl. az autót, a gépeket, az élőlényeket vagy meleget ad. Lezárásként mindenki fogalmazzon meg egy-egy mondatot a mai órán tanultakkal kapcsolatban! A mondatot kezdjétek így: <i>Érdekes volt...</i> Mégkérdezhetjük azt is, hogy mire lennének még kíváncsiak. Akkor kezdjük a mondatot így: <i>Szeretném tudni, hogy...</i></p>
	<p><b>Kritikus gondolkodás</b></p> <p>Vannak olyan anyagok, mozgások, amelyekből energiát állítanak elő. Ezek az energiahordozók. Gyűjtsünk példát energiahordozókra, ezeket is írjuk fel! Ha nem szerepel minden ismertebb energiaforrás a felsorolásban, a pedagógus egészítse ki úgy, hogy legyen közöttük megújuló és nem megújuló energiaforrás.</p>

### Tantárgyi kapcsolatok

	Természet-tudomány	Fizika: energia, energetika, energiamegmaradás.
	Digitális kultúra	Digitális eszközök: okoseszközök, projektor.
	Testnevelés	Mozgások energiaigénye.
	Földrajz	A Föld energiahordozói.

## ENERGIA



Vizuális kultúra

Plakát tervezése, ami felhívja a figyelmet az energiatakarékosságra.



Matematika

Energia-mértékegységek közötti átváltás.  
Prefixumok használata az energia mértékegységeinél.



Függelék

**Források**

[Mi az energia?](#)

[Gyerekeknek készült kisfilm az energiatermelésről \(YouTube\)](#)

## 2. Mi az energia?

STE(A)M-  
területek

matematika • fizika • környezetismeret • fenntarthatóság

### Összefoglaló táblázat

Tantárgyak	magyar nyelv és irodalom • fizika • kémia • matematika
Célkitűzés	Az energiahordozók fogalmának és jellemzőinek megismerése, előfordulásuk helyszínei, felhasználásuk lehetőségei, megújuló energiahordozók, készletek. Tájékozódási, térképismeretek bővítése. A 21. század energiaforrásai. A fenntartható fejlődés szemléletének megfogalmazása. A megfigyelőképesség, az emlékezet fejlesztése. Új fogalmak megtanulása, ismeretlen szavak magyarázata.
Diákok kora	11-14 év
Tanóra/projekt időtartama	45 perc
Diákok száma	15-20 fő
Online tanítási eszközök	Oktatási videók az energiahordozókról (pl. YouTube, National Geographic) Interaktív játékok vagy szimulációk energiaforrásokkal kapcsolatban (pl. „Energy Lab”, „Explore Renewable Energy”) Virtuális túrák szélenergia-telepekhez vagy napenergia-telepekhez Digitális eszközök, mint laptop, interaktív tábla, tablet
Offline tanítási eszközök	csomagolópapír • ragasztó • fotók az energiahordozókról • papír • íróeszköz
21. századi kompetenciák	kommunikáció • együttműködés • csapatmunka • kreativitás • innováció • kritikus gondolkodás • problémamegoldás
Tanulási célok	kompetenciák fejlesztése • új készségek elsajátítása

### Projektterv

A gyakorlat  
elnevezése

Energia

#### A megvalósítás menete



Ötletbörze

Mit jelent nektek az energia?  
Mi jut róla az eszetekbe?  
Nap, szél, szén, fa, benzin, elektromosság, áram, víz, mozgás, erő  
[Energiaforrások \(YouTube\)](#)



Előkészületek

Kisfilm megtekintése az energiahordozókról.  
Megfigyelési szempontok:

- Milyen energiaforrásokat láttál?
- Mire használják az adott energiaforrást?

# ENERGIA

		<a href="#">6 energia, ami megmentheti a bolygónkat a pusztulástól! (YouTube)</a> <a href="#">Megújuló energiaforrások (YouTube)</a>
	Bemutató	<p>Csoportosítsuk az energiaforrásokat!  Megújuló energiaforrások.  <a href="#">Energiaforrások (Sutori)</a></p>
	Felfedeztető módszer	<p>Válasszatok az alábbi kettőből!</p> <p><b>1. Írjatok fogalmazást!</b>  Miért fontosak a megújuló energiaforrások?  Hogyan befolyásolja az emberek életét azok felhasználása? A jövő a kezünkben van!  Az együttműködés fontosságára hívjátok fel a figyelmet!  „Az energia összeköt Óperencián innen és túl”</p> <p><b>2. Készítsetek figyelemfelkeltő plakátot!</b>  Vigyázzunk a Földre!  Íránymutatás az unokáinknak az energiák hasznosabb felhasználására</p>
	Tapasztalatok	<p>A csapatok bemutatják a plakátjaikat, illetve felolvassák az írásaikat.  Kritikus szemmel reflektálnak egymás munkájára.</p>
	Visszajelzések	<p>A diákok munkájának értékelése.  Értékelik egymás munkáját is a csapatok.</p>
	Bemutató anyagok	<p><a href="#">Energiahatékonyság</a></p> 
	Eredmények	<p>Kritikus gondolkodás.  Együttműködési készségek fejlődése.  Kreativitás kibontakozása.</p>

1. ábra

## Tantárgyi kapcsolatok

	Természet-tudomány	Fizika: energia, energetika, energiamegmaradás.
	Digitális kultúra	Digitális eszközök használata: laptop, interaktív tábla, tablet.

## ENERGIA

	Földrajz	A Föld energiahordozói.
	Történelem	Energiaforrások fejlődése az ipari forradalom óta.
	Vizuális kultúra	Plakát tervezése, ami felhívja a figyelmet az energiatakarékosságra.
	Matematika	Energia-mértékegységek közötti átváltás. Prefixumok használata az energia mértékegységeinél.
	Függelék	<b>Források</b> <a href="#">Az energia, ami a világot mozgatja (Prezi)</a> <a href="#">Termikus energia</a> <a href="#">Mi az a hőszivattyú?</a> <a href="#">Mi a megújuló energia?</a>

### 3. Az energia útjai: Hőből mozgás – mozgásból hő

STE(A)M-területek	matematika • fizika • kémia • biológia • technika és tervezés • művészet
Kultúrák közötti kapcsolatok	<p><b>1. Történelmi energiaforrások</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Ősi energiaforrások:</b> Fedezzétek fel, hogy az ősi civilizációk hogyan használták ki az energiát, például a szél- és vízenergiát, hogy malmokat hajtsanak meg, vagy a napenergiát szárításra és épületeik melegítésére.</li> <li>• <b>Ipari forradalom:</b> Az energiaipar, különösen a szén és a gőz energiaforrásként való felhasználása alapvető változásokat hozott a társadalomban. Érdemes megvizsgálni, hogyan terjedt el az energiafelhasználás, és hogyan alakította át az életmódot.</li> </ul> <p><b>2. Energia és környezeti hatások</b></p> <p>Különböző népek és kultúrák eltérően viszonyulnak az energiaforrásaikhoz, figyelembe véve a környezeti hatásokat és a fenntarthatóságot. Hogyan kezelik a különböző kultúrák az energiaforrásokat, és hogyan tükrözi ezt a hozzáállásuk a természethez? (Egyes őslakos kultúrák környezettudatos életmódja sok inspirációt adhat az energia fenntarthatóbb felhasználásához.)</p> <p><b>3. Energia szimbólumai a kultúrában</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Mitológia és vallás:</b> Sok kultúrában az energia különböző formái spirituális jelentést hordoznak. Például a napot gyakran erőteljes szimbólumnak tekintik, amely életet és energiát ad a földnek. Az ókori egyiptomiaknál a napisten, Ré, és más kultúrákban hasonló napistenek a hatalmat és az energiát testesítik meg.</li> <li>• <b>Energia mint kreatív erő:</b> A taoista filozófia, például a csi fogalmán keresztül, a világot átható energiát hangsúlyozza. A projekt során bemutatathatók ilyen szimbólumok, amelyek segítenek megérteni, hogy az energia univerzális fogalom.</li> </ul> <p><b>4. Irodalmi kapcsolódások</b></p> <p>Számos irodalmi mű ábrázolja az energiát különböző formákban, például a tüzet, a napfényt vagy akár a belső energiát, mint metaforákat. A tanulók olyan verseket vagy prózai részleteket is elemezhetnek, amelyek az energia és az ember kapcsolatát ábrázolják. Például Victor Hugo vagy William Blake műveiben a természet energiái gyakran jelennek meg, mint a világ nagy mozgatóerejei.</p> <p><b>5. Modern kulturális párhuzamok</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Filmek és médiaművészet:</b> Számos modern film és sorozat foglalkozik az energiaforrásokkal és azok hatásaival, például a klímaváltozás vagy az energiahány témájában. Ezek a médiumok hogyan ábrázolják az energiaválságokat vagy az energia jövőjét?</li> <li>• <b>Technológia és társadalmi fejlődés:</b> A különböző kultúrák különböző tempóban haladnak az energiafelhasználás technológiai megújításában. Az energiatechnológiák fejlődése hogyan befolyásolja</li> </ul>

a kultúrát és a társadalmat, például a megújuló energiaforrások térnyerését.

## Összefoglaló táblázat

Tantárgyak	fizika • technika • kémia • biológia • művészet • történelem • irodalom
Témák	Fontosabb törvények. Felfedezések tudománytörténeti hátterei.
Diákok kora	12-20 év
Tanóra/projekt időtartama	8×45 perc
Diákok száma	12 fő
Online tanítási eszközök	<a href="#">Climate Literacy and Energy Awareness Network</a> <a href="#">How Electricity Works</a> MozaWeb és MozaBook Videotanár Sulinet
Offline tanítási eszközök	Fritz Kahn 1944. <i>Az emberi test csodái.</i> <a href="#">Robert Snedden 1998. Az energia.</a> <a href="#">Dr. Balogh László 2010. Megújuló energia kézikönyv.</a>
21. századi kompetenciák	innováció • kreativitás • problémamegoldás • analitikus gondolkodás • aktív tanulás • kritikai gondolkodás • információs és kommunikációs technológiák • együttműködési készség
Tanulási célok	szaktudományos tudás megszerzése • az adott témakör mélyebb megértése • összefoglaló tudás szerzése • tanulói közösségek alakulásának segítése • előadói, írói, szervezői készségek fejlesztése • absztraháló képesség fejlesztése

## Projektterv

A gyakorlat elnevezése

Az energia útjai: Hőből mozgás – mozgásból hő

### A megvalósítás menete



Kikérdezés

Mi az energia, és miért mondjuk, hogy „nem keletkezik és nemvész el”?  
Milyen különböző formái vannak az energiának, és hogyan alakulhatnak át egymásba?  
Hogyan számíthatjuk ki egy tárgy mozgási energiáját vagy egy folyadék hőenergiáját?  
Miért van szüksége a szervezetünknek energiára, és hogyan állítja elő azt?  
Hogyan működnek az alternatív energiaforrások, például a nap- vagy a szélenergia?  
Milyen jelenségeken keresztül tapasztalhatjuk meg az energiát a mindennapi életben?  
Miért fontos az energiatakarékosság, és hogyan takaríthatunk meg energiát otthon?

Mi történik, ha energiát veszít egy rendszer (például lehűl a levegő), és milyen hatása van ennek a környezetre?  
 Hogyan tudunk energiát tárolni, és miért fontos a tárolási technológia fejlesztése?  
 Mi a különbség a megújuló és a nem megújuló energiaforrások között?  
 Hogyan mérjük az energiát, és milyen mértékegységeket használunk hozzá?  
 Miért van szükségünk üzemanyagra az autók működtetéséhez, és milyen energiaátalakulások mennek végbe eközben?  
 Hogyan használjuk a hőt az energiaforrások felhasználása során?  
 Miért fontos az energiahatékonyság, és hogyan járul hozzá a fenntarthatósághoz?  
 Milyen környezeti hatásai lehetnek az energiahasználatunknak, és hogyan tudjuk csökkenteni a káros következményeket?



Ötletelés

A diákok ötleteinek összegyűjtése.



Előkészítés

- hőmérő, hogy mérni lehessen a víz hőmérsékletét a kísérletek során
- hurkapálca és tű a kísérlethez szükséges alufóliaspírál elkészítéséhez
- alufólia (a papírkígyóhoz)
- üdítődoboz (ez akár újrahasznosított, használt is lehet)



1. ábra



2. ábra



3. ábra

- poszterpapír vagy kartonlapok, a projekt vizuális prezentációjához
- filctollak, színes ceruzák és ragasztó az eredmények ábrázolásához és dekoráláshoz

## ENERGIA

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mérőszalag vagy vonalzó, amivel távolságokat lehet mérni, a mozgási energia számolásához szükséges</li> <li>• mini napkollektor vagy szélkerék – ha a megújuló energiáról szól a bemutató készítése</li> <li>• egyszerű hőkamerák vagy hőmérsékletmérő matricák</li> <li>• digitális mérleg</li> <li>• hővezető anyagok (pl. rézdrót vagy alumíniumlapok), amelyekkel az energiaáramlást demonstrálni lehet</li> <li>• kis elektromos motorok vagy LED-izzók a hőenergia villamos energiává alakításához</li> <li>• multiméter</li> </ul>
	<b>Szemléltetés</b> Az eszközök előkészítése, vízforralás. Mérőeszközök előkészítése.
	<b>Hipotézis</b> A hőenergia képes mechanikai energiává alakulni. A rendszer energiája nem marad teljes mértékben zárt, mivel hőveszteség történik a környezetbe. A meleg levegő kisebb sűrűségű, ezért felfelé száll. Az energia különböző formákban tárolható és visszanyerhető, de minden átalakulás veszteséggel jár.
	<b>Terv</b> A projekt célja, hogy a tanulók megértsék az energia különböző formáit, az átalakulások folyamatát, valamint az energia megőrzésének és veszteségeinek fogalmát. Emellett a tanulók tapasztalati úton, kísérletekkel vizsgálhatják meg az energiatranszformációkat, és válaszokat találhatnak az energia mindennapi életben való alkalmazásával kapcsolatos kérdésekre.
	<b>Felfedezés</b> A projekt lényege, hogy felfedeztető módszerrel ismerik meg a tanulók a fizika törvényeit, a „hands-on mind-on” módszer pedig egy mélyebb megértést, maradandóbb tudást eredményez.
	<b>Feljegyzés</b> A diákok az eredményeiket összehasonlítják az előzetes sejtésekkel és megfogalmazzák tapasztalataikat.
	<b>Reflexió</b> Miért egyeznek meg vagy különböznek az előzetes sejtések és a tapasztaltak? Számos diák megemlíti, hogy a hipotézisek felállítása izgalmas része volt a projektnek. „Jó volt találgatni, hogy mi fog történni, és aztán látni, hogy a számításaink helyesek voltak-e.” Milyen érzés átélni a felfedezés örömét?
	<b>Bemutató</b> <b>1. Alufólia papírkígyó elkészítése</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vágj le egy kis darab alufóliát, és formázz belőle egy kígyószerű alakzatot.</li> <li>• A kígyó végére túvel készíts egy apró lyukat, ahol a hurkapálcát átfűzheted.</li> </ul> <b>2. A kísérlet felállítása</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Önts forró vizet az üdítősdobozba (ügyelj arra, hogy a víz ne legyen túl forró, hogy elkerüld a baleseteket).</li> <li>• Helyezd a hurkapálcát a doboz szélére, majd akaszd fel a papírkígyót a pálcára úgy, hogy a víz fölött lógjon.</li> </ul>

### 3. A kísérlet végrehajtása

- **Mérd meg a víz hőmérsékletét:** Használj hőmérőt a víz kezdeti hőmérsékletének meghatározásához.
- **Indítsd el a stoppert:** Amint a kígyó elkezd mozogni, indítsd el a stoppert.
- **Megfigyelés:** Figyeld meg, hány fordulatot tesz meg a kígyó 1 perc alatt, és jegyezd fel az eredményeket.
- **Kísérlet ismételése:** Különböző hőmérsékletű vízzel (pl. langyos, meleg) is végezzétek el a kísérletet, hogy lássátok, hogyan változik a kígyó mozgása.

### 4. Adatfeldolgozás

- **Forgási energia kiszámítása:** A forgási energia ( $E$ ) a következő képlettel számolható:  $E=0,5\theta\omega^2$ , ahol a  $\theta$  a pillanatnyi tehetetlenségi nyomaték, és az  $\omega$  a szögsebesség (a forgás sebessége).

Egy alufólia korong tömegének kiszámításához szükség van az anyag sűrűségére ( $\rho$ ) és a vastagságára ( $h$ ). A korong tömege a térfogata és az anyag sűrűsége szorzataként határozható meg:

Adatok:

Sugár: pl.:  $r=4\text{ cm}=0,04\text{ m}$

Vastagság ( $h$ ): alufólia vastagságát általában mikrométerben, vagy milliméterben adják meg, amit méterbe kell átváltani:

$h=0,02\text{ mm}=2\times 10^{-5}\text{ m}$

Sűrűség ( $\rho$ ): az alumínium sűrűsége körülbelül  $\rho=2700\text{ kg/m}^3$

Térfogat kiszámítása:

A korong térfogata hengerként számítható:

$$V=\pi r^2 h$$

Tömeg kiszámítása:

A tömeg:

$$m=V\cdot\rho=\pi r^2 h\cdot\rho$$

Szögsebesség kiszámítása:

Egy perc ( $\Delta t$ ) alatt megméri a fordulatok számát ( $\Delta\theta$ ), majd az alábbi képletbe behelyettesítesz:

$$\omega=\Delta\theta/\Delta t$$

- **Hőmennyiség kiszámítása:** A hőmennyiséget ( $Q$ ) a következő képlettel számolhatjuk ki:  $Q=cm\Delta T$ , ahol a  $c$  a víz fajhője (kb.  $4,18\text{ J/g}^\circ\text{C}$ ), az  $m$  a víz tömege és a  $\Delta T$  a hőmérséklet-változás.

### 5. Következtetések

A kísérlet során a tanulók tapasztalatot szereznek arról, hogy a hőenergia hogyan képes mozgásformává alakulni, és hogyan befolyásolja a víz hőmérséklete a forgás sebességét. Az eredmények elemzése során a diákok megismerhetik a zárt és a nyitott rendszerek közötti különbségeket is.

Energiadeficit

$$\Delta E=Q_{\text{víz}}-E_{\text{forg}}$$

Hány százaléka ez a hőenergiának?

$$(\Delta E/Q_{\text{víz}})\times 100\text{ (kb. }99,99\%)$$

## ENERGIA

	<p>Mivé fordítódik az energia?          A hőenergia környezetbe jutása: kb. 91%          A tű hegye és az alufólia közötti súrlódás: kb. 0,5%          Mechanikai energia: kb. 3,5%          Levegő mozgási energiája: kb. 2%          Levegő nedvességtartalmának növekedése: kb. 2%          Kondenzációs hőenergia: kb. 1%          Az összes energia a rendszerből nem tűnt el, csak más formában jelent meg, ami az energiamegmaradás törvényét igazolja.</p> <p>Megjegyzés          Ez a kísérlet lehetőséget ad arra, hogy a tanulók a tudományos módszert követve megfogalmazzák saját hipotéziseiket, megfigyeljék a kísérleti eredményeket, és következtetéseket vonjanak le a megfigyelt jelenségekről.</p>
	<p><b>Projekttermék</b></p> <p>A kísérletek során gyűjtött adatok, megfigyelések és azok elemzése. A diákok saját számításait és eredményeiket is haza vihetik, amelyek segítenek megérteni az energia különböző formáit és azok kölcsönhatásait.</p>
	<p><b>Újratervezés</b></p> <p>Adjunk elegendő időt a tanulóknak, hogy újratervezzék a folyamatokat és módosítsák a beszámolójukat!</p>

### Állomások

	<p><b>Tudományos állomás</b></p> <p>A tudomány magában foglalja a gondolkodást, a megfigyelést, a kísérletezést.          Fontos az előzetes sejtések megfogalmazása, a tapasztalatok megosztása.          A világ tudománytörténeti és társadalmi kérdéseinek megfogalmazása, megválaszolása. Adatok összegyűjtése, felírása és előadása.          Eszközök: jegyzetfüzet, számítógép, toll, mobiltelefon.</p>
	<p><b>Kutatóállomás</b></p> <p>Önálló felfedezés tudományok és a társadalom kapcsolatában.          Hogyan tudnád visszafordítani a folyamatot, azaz hogyan tudnál mozgási energiából hőenergiát előállítani?          Eszközök: iPadek, könyvek, térképek, enciklopédiák, tabletek, számítógépek, szépirodalmi és ismeretterjesztő könyvek.</p>
	<p><b>Technológiai állomás</b></p> <p>Elektronikai technológia: számítógépek, tabletek, okostelefonok, okostáblák, digitális kamera.          Hagyományos technológia: hurkapálca, szigetelőszalag, papír, alufólia, üdítősdoboz, gombostű, vízforraló, egyéb kéznél lévő használati tárgyak.</p>
	<p><b>Mérnöki állomás</b></p> <p>Mérnöki eszközök és anyagok: hurkapálca, szigetelőszalag, filctoll.</p>
	<p><b>Művészeti és dizájnállomás</b></p> <p>Művész- és dizájn kellékek: filctollak, papír, olló, ragasztó.</p>
	<p><b>Matematika-állomás</b></p> <p>Matematikai eszközök</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• forgási energia számítása,</li> <li>• hőmennyiség számítása,</li> <li>• kiértékelés, összehasonlítás, deficit.</li> </ul>

## ENERGIA

	Felvevő állomás	Kisfilmek készítése a kísérletről.
	Tapasztalatok	A projektet követően a diákokkal együtt közös értékelés, a tapasztalatok és a további ötletek, tervek megbeszélése.
	Függelék	<p><b>Linkek</b> <a href="#">NOVA Labs</a> <a href="#">Energia tanfolyamok online (Coursera)</a></p> <p><b>Videók</b> <a href="#">World Energy Council</a> <a href="#">Wonders of Energy Science Unit Videos (YouTube)</a> <a href="#">Fun Thermal Energy Activities to Explore Heat Transfer (Recorded Live) (YouTube)</a></p> <p><b>Összegzés</b> A jóslatok, előzetes kérdések megvitatása, helyességének igazolása vagy cáfolása.</p> <p><b>Csoportmunka</b> Előkészítési feladatok szétszórása 2-3 fős csoportokban. Az egyes feladatok csoportok szerinti felosztása. A produktum (spirálkígyó) elkészítése kiscsoportokban.</p> <p><b>Kísérletek</b> A víz a levegőt melegíti. A meleg levegő emelkedik. Az emelkedő levegő mozgásba hozza a spirált. Veszteségek keresése.</p>

# ÉTEL ÉS VÍZ

## 1. A magtól a kenyérig

STE(A)M-  
területek

matematika • biológia • fenntarthatóság • történelem • néprajz • kémia

## Összefoglaló táblázat

Tantárgyak	környezetismeret • matematika • magyar nyelv és irodalom • ének-zene • technika és tervezés
Témák	A kenyér.
Diákok kora	7-10 év
Tanóra/projekt időtartama	6×45 perc
Diákok száma	10-12 fő
Online tanítási eszközök	interaktív tábla • tablet • okostelefon
Offline tanítási eszközök	–
21. századi kompetenciák	kommunikáció • kreativitás • együttműködés • csapatmunka • problémamegoldás
Tanulási célok	Ismeretet szerezzenek egy nagyon fontos alapélelmiszerünkről, a kenyérről.

## Projektterv

A gyakorlat elnevezése	A magtól a kenyérig
------------------------	---------------------

## A megvalósítás menete



Kérdés

Mi a kenyér?  
 Mi a liszt?  
 Milyen magokból készíthetnek lisztet?  
 Milyen típusú lisztet ismertek?  
 Hogyan lesz a magból liszt?  
 Melyik kenyérben mi található?  
 Mit nevezünk fehér kenyérnek?  
 Mi a félbarna kenyér?  
 Mit nevezünk rozsos kenyérnek, rozskenyérnek?  
 Mit nevezünk teljes kiőrlésű kenyérnek?  
 Mi a vetés, az aratás, a cséplés, az őrlés?  
 Hogyan lesz a lisztből kenyér?  
 Mi a kovász?  
 Hogyan dolgozik az élesztő?  
 Mi a különbség a kovász és az élesztő között?

## ÉTEL ÉS VÍZ

	Ötletelés	A tanulók előzetes ismereteinek feltérképezése: Milyen előismerettel rendelkeznek a témáról a tanulók? Kik sütnek otthon kenyeret? Hogyan csinálja azt anya vagy nagyi?
	Előkészítés	Alapanyagok beszerzése: só, liszt, víz, élesztő, kovász (jó, ha már élő), befőttesüveg, gumigyűrű, konyhai mérleg, kenyérsütőgép, búza-, rozs- és kukoricaszemek, búzaliszt, kukoricaliszt, rozsliszt, szakajtó vagy kelesztő edény. Pékséggel időpont egyeztetése.
	Bemutató	<p>A tanulók megismerkednek a kenyér fogalmával. Kiválogatják az alapanyagok közül a kenyér hozzávalóit. Összehasonlítják a búza-, a rozs- és a kukoricaszemeket. Tapintással különbséget tesznek a búza-, a rozs- és a kukoricaliszt között. Megbeszélik az összetevők arányát a különböző kenyérfajtákban.</p> <p>Kipróbálják a régi paraszti gazdaságokban elterjedt kézi vetést, a föld maggal történő beszórását. Megismerkednek az aratás eszközeivel régen és ma. Megnéznek egy videót a kézi cséplésről. Megtanulják az <i>A part alatt</i> című magyar népdalt, amely bemutatja a búza aratását és őrlését. Ellátogatnak egy péküzembe. Megfigyelik az élesztő szaporodását, a szén-dioxid jelenlétét az élesztő ún. futtatása során és a tésztára gyakorolt hatását. Kovászt nevelnek vízből és lisztből. Megfigyelik annak szaporodását. Kézműves tevékenység keretében kenyeret és péksüteményt sütnek. Értelmezik a leírt receptet és kimérik a szükséges anyagokat.</p> <p>Elsajátítandó ismeretek  <b>Kenyér:</b>          A kenyér gabonaalapú étel.          Gabonafélék, illetve kukorica lisztjéből készül.          Vízzel és sóval dagasztják.          Kovással vagy élesztővel kelesztik.          Különböző alakú és méretű lehet.          Sülhet kemencében vagy forró felületen, kőlapon.</p> <p>Leggyakoribb kenyerek:          A fehér kenyér 100%-ban fehér lisztet tartalmaz.          A félbarna kenyér 15%-ban tartalmaz világos rozslisztet, 80%-ban félfehér kenyérlisztet.          A rozskenyérben 40%-ban kell lennie rozslisztnek.          A teljes kiőrlésű kenyér tartalmaz a fehér búzaliszt mellett vagy helyett teljes kiőrlésű lisztet (olyan lisztet, amelynek esetében a magbéllel együtt a maghéjat és a csírákat is megőrlik.)</p>
	Jóslatok	Vajon mi történik az élesztővel, ha a cukorral elkavarom? Mi történik vele, ha a meleg cukros vízbe vagy meleg cukros tejbe belemorzsolom? Vajon mi történik a kovással, ha lisztet és vizet adunk hozzá?
	Tervezés	Megfigyeléssel szereznek ismeretet az élesztőgombák szaporodásáról.
	Felfedezés	<p><b>Az élesztő</b>          Az élesztő egy egysejtű gomba, amely fontos szerepet játszik a sütésben, erjedésben.          Az élesztősejtek a környezetükben található cukrokat (pl. glükózt) veszik fel.</p>

## ÉTEL ÉS VÍZ

	<p>A cukrokat lebontják egy biokémiai folyamatban, amit fermentációnak vagy erjedésnek hívunk.</p> <p>Az erjedés során az élesztő oxigénmentes környezetben a cukrot alkoholra (etanolra) és szén-dioxidra bontja.</p> <p>A szén-dioxid gázként szabadul fel, amely a sütésnél pl. buborékokat hoz létre a tésztában, így lazává és levegőssé teszi azt.</p> <p>Megfigyelik, hogy az élesztő cukor hozzáadásával elfolyósodik, folyadék hozzáadásával megindul az élesztőgombák elszaporodása, az élesztő felhabosodik, hólyagok jelennek meg a felületén.</p> <p>A tészta a meleg helyen megkel, lazábbá, hólyagosabbá válik az élesztő hatására.</p> <p><b>A kovász</b></p> <p>Befőttesüvegben lévő, már élő kovásznál megfigyelhetik az élesztőgombák jelenlétét, a tejsav és az ecetsav jellegzetes savanyú szagát.</p> <p>„Megetetik” a kovász, majd egy gumigyűrűt használva szintjelzőnek, megfigyelhetik a kovász szaporodását.</p> <p>Megállapíthatják saját tapasztalataik alapján, hogy az élesztőnél ez a folyamat gyorsabb, a kovásznál lassabban megy végbe.</p>
	<p><b>Tudás-megosztás</b></p> <p>A tanulók a jóslataikat összehasonlítják a tapasztalataikkal.</p> <p>A csoport ismerteti a többiekkel, hogy mi a fehér kenyér, a félbarna, a rozs- és a teljes kiőrlésű kenyér.</p>
	<p><b>Produktum</b></p> <p>Saját készítésű pékáruk.</p>

## Állomások

	<p><b>Kémia</b></p> <p>Megfigyelés és kísérletezés.</p> <p>Élesztőgomba szaporodása, szén-dioxid keletkezése, tejsav és ecetsav jelenléte.</p> <p>Eszközök: élesztő, cukor, víz vagy tej; kovász, liszt, víz, befőttesüveg, gumigyűrű.</p>
	<p><b>Matematika</b></p> <p>Mennyiségek kimérése; tömegmértékegység.</p> <p>Eszköz: konyhai mérleg.</p>
	<p><b>Technika és tervezés</b></p> <p>Kenyérsütés folyamata.</p> <p>Eszközök: kelesztőtál, liszt, só, víz, kenyérsütőgép vagy sütő.</p>
	<p><b>Magyar nyelv és irodalom</b></p> <p>Kenyérrecept felolvasása, lényegkiemelés.</p> <p>Eszköz: nyomtatott recept.</p>
	<p><b>Ének-zene</b></p> <p>Magyar népdal megtanulása: <i>A part alatt</i>.</p>
	<p><b>Technológia</b></p> <p>Elektronikai eszközök: számítógép, tablet, okostelefon, interaktív tábla.</p> <p>Otthon található eszközök: tálak, üveg, mérleg, gumigyűrű, kenyérsütőgép.</p> <p>Alapanyagok: liszt, élesztő, víz.</p>
	<p><b>Tapasztalatok</b></p> <p>Közös értékelés a tanulókkal együtt. Mi tetszett a legjobban? Hogyan éreztem magam? Mit tanultam?</p>
	<p><b>Függelék</b></p> <p><a href="#">Az aratástól a malomig (YouTube)</a></p> <p><a href="#">Cséplés kézcsepléssel (YouTube)</a></p>

[Kenyérsütés \(YouTube\)](#)

[Kenyérsütés munkafolyamatai \(LearningApps\)](#)

[Egy nap a Földes pékségben \(YouTube\)](#)

## 2. Kalandozás a kenyér világában

STE(A)M-  
területek

technika és tervezés

## Összefoglaló táblázat

Tantárgyak	matematika • magyar nyelv és irodalom • technika és tervezés
Témák	A kenyér.
Diákok kora	7-8 év
Tanóra/projekt időtartama	45 perc
Diákok száma	10-15 fő
Online tanítási eszközök	interaktív tábla • számítógép
Offline tanítási eszközök	Pedagógus által írt mese.
21. századi kompetenciák	kommunikáció • csapatmunka • együttműködés • technológiai műveltség • kreativitás
Tanulási célok	Ismerjük meg a kenyér útját az asztalunkig, különös figyelemmel a kenyérbélesztés lépéseire, nyersanyagaira, a munka sikerére.

## Projektterv

A gyakorlat elnevezése

Kalandozás a kenyér világában

## A megvalósítás menete



Érdeklődés felkeltése

Zelk Zoltán *Te is tudod, ő is tudja* című vers segítségével ráhangolódás a témára.

Előkészítés

Só-liszt gyurma elkészítése, sütési kellékek előkészítése.

Só-liszt gyurma:

- 1 csésze liszt
- 1 csésze apró szemű só
- fél csésze víz
- 1 kanál olaj



Bemutató

- **Kitalalós játék versolvasással, a vers értelmezése**
- **Mesehallgatás, beszélgetés**
- **Kenyérsütő kincskereső játék**
- **Só-liszt pékség: pékségek bemutatkozása, termékbemutatók**

**1. Kitalalós játék versolvasással, a vers értelmezése**  
Zelk Zoltán *Te is tudod, ő is tudja* című versével játszunk körkitalalást!

(5 versszak, 5 tipp – Miről szól a vers? Egy-egy versszak után leírják a tanulók a tippjeiket.)

Figyeljük meg, melyikből mi derül ki!

- napfény, eső: növény
- ember: termesztett növény
- vágják, kaszálják: gabona
- foggal rágják: tápláléknak való gabona
- kenyér: búza

## 2. Meseolvasás – beszélgetés a meséről

Egyszer régen egy kis faluban élt Anna. Anna nagyon szerette a friss, illatos kenyeret és mindig elkényeztette magát anyja frissen sült kenyerével. Azonban egy nap, amikor anyja megbetegedett, Anna úgy érezte, hogy neki is meg kell tanulnia a kenyérsütést. Anna az idős szomszédjától, Kicsi bácsitól kért segítséget, aki híres volt ebben. Kicsi bácsi elkezdte tanítani Annát a kenyérsütés fortélyaira. Először megtanította neki, hogyan kell összekeverni a lisztet, a vizet, a kovászt és a sót, hogy tészta alakuljon ki. Anna nagyon koncentrált, és lassan kezdte megérteni a folyamatot. A tészta elkészült, Anna kezében formálta kis cipókká, majd hagyta őket pihenni. Ebben az időben a bácsi megmutatta neki, hogyan kell felfűteni a kemencét és megfelelő hőmérsékletet tartani. Anna izgatottan figyelte a kenyereket a kemencében. Amikor aranybarnára sülték, Anna büszkén kivette őket a kemencéből. Az illatuk csodálatos volt, és a kenyerek olyan finomak voltak, mint amilyet valaha evett. Anna rájött, hogy a kenyérsütés nem csak egy képesség, hanem egy művészet is. Ettől kezdve rendszeresen sült kenyeret az egész falu örömére. Édesanyja is gyógyult, és együtt élvezték a friss kenyér illatát és ízét. Anna élete ezután még gazdagabbá vált és mindig emlékezett arra az idős bácsira, aki megtanította neki ezt a csodálatos mesterséget.

Beszélgetés a meséről:

- Mi volt Anna problémája a mese elején, és hogyan oldotta ezt meg?
- Mondj legalább három dolgot, amit a lány tanult Kicsi bácsitól!
- Sorold fel a kenyérsütés lépéseit, amiket Anna követett a történet során!
- Mi az az üzenet, amit a mese átad az olvasónak?

## 3. Kenyérsütő kincskereső játék

A játékvezető különböző sütéshez szükséges eszközöket rejt el a tanteremben (kötény, nyújtófa, gyúrótábla, liszt, süteménykiszúrók, szakajtó stb.). A csoportok feladata megkeresni az összes kincset.

## 4. Só-liszt pékség

A csoportok pékségeket nyitnak. Készítenek maguknak névtáblát, cégtáblát. Só-liszt gyurmából készítik el pékáruikat, amelyeket aztán a többieknek is bemutatnak.



Bemutató anyagok

Só-liszt gyurmából készített kenyerek, péksütemények.  
Pékségek cégtáblái.



Függelék

Interaktív táblán kivetíthető a mese szövege.

### Felhasznált forrás

Ráczy Ildikó tanító szaktanácsadó előadása. 2023. november 16.

## 3. Rendezzünk morzsapartit!

STE(A)M-területek	technika és tervezés
-------------------	----------------------

## Összefoglaló táblázat

Tantárgyak	biológia • kémia • digitális kultúra
Témák	A kenyér újrahasznosítási lehetőségei.
Diákok kora	9-10 év
Tanóra/projekt időtartama	6×45 perc
Diákok száma	10-15 fő
Online tanítási eszközök	interaktív tábla • számítógép • tablet
Offline tanítási eszközök	–
21. századi kompetenciák	kommunikáció • együttműködés • csapatmunka • kreativitás • kritikus gondolkodás
Tanulási célok	A kenyér kincs, ne pazarold, becsüld meg! Ismerkedjenek meg a tanulók a kenyér újrahasznosítási lehetőségeivel! Tudatosítsuk bennük az élelmiszerpazarlás káros hatásait, neveljük őket környezettudatosságra! Cél a fenntartható fogyasztói szokások kialakítása.

## Projektterv

A gyakorlat elnevezése	Rendezzünk morzsapartit!
------------------------	--------------------------

## A megvalósítás menete



Érdeklődés felkeltése, előzetes kérdések

Ráhangelő történet

**A kenyér az élet**

*Egyszer egy ember talált egy aranyrögöt, örvendezett. Felvette és elvitte az ékszerészhez. Megkérdezte: „Mennyit ér a rögöm?” „Ezer rubelt” – válaszolta az ékszerész.*

*Nem hitt a fickónak, elment egy másik ékszerkereskedőhöz. A kereskedő ötezer rubelre becsülte a rögöt. De a fiatalembernek – egy aranyrög boldog tulajdonosának – ismét kétségei támadtak és elment egy harmadik ékszerészhez... A harmadik ékszerész, miután lemérte az aranyat, azt mondta, hogy tízezer rubelt ér.*

*A fiatalember teljesen összezavarodott és úgy döntött, elmegy a bölcshez tanácsért.*

	<p>„Tudom, hogy az aranynál nincs értékesebb a földön – mondta az ősz szakállú öreg embernek –, de nem tudom megállapítani egy rög valódi értékét”.</p> <p>A bölcs a kezébe vette az aranyat és így szólt: „A rögöd, jófiú, egy vagyont ér. De ne légy erre büszke, mert tévedsz, amikor az aranyat a legdrágább dolognak tartod a világon. Próbáld meg egy hétig nem enni! Egy darab kenyérért egy aranyrögöt adsz majd. Most értsd meg, mi a legértékesebb dolog az életünkben.”</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Voltál-e már igazán éhes?</li> <li>• Miért nem ismerjük mi igazán ezt az érzést?</li> <li>• Mi történik nálatok azzal az étellel, ami megmarad?</li> <li>• Hallottad már ezt a kifejezést, hogy „élelmiszerpazarlás”?</li> <li>• Mit jelent ez?</li> <li>• Milyen károkat okozhat?</li> <li>• Mit tehetsz te ellene?</li> <li>• Miért nem szabad kidobni a kukába pl. a kenyeret?</li> <li>• Hallottad már ezt a kifejezést, hogy „takarékos konyha”?</li> <li>• Hogyan hasznosíthatnád újra a megmaradt tizóraidat, uzsonnádat; a megmaradt kiflit, zsemlet, kenyeret, kalácsot?</li> </ul>
	<p><b>Ötletelés</b></p> <p>Az előzetes beszélgetés alapján a tanulók ötleteinek meghallgatása. Újrahasznosítási lehetőségek számbavétele.</p>
	<p><b>Előkészítés</b></p> <p>A projektnap előtt már egy héttel, kérjük meg a tanulókat arra, hogy azokat a pékárukat, amelyeket nem fogyasztottak el, helyezték egy vászonzsákba.</p> <p>Csoportok kialakítása.</p> <p>Reszelők, edények, tálak előkészítése. Tojás, só, pudingpor, tej, kakaópor, saláta hozzávalóinak megvásárlása, 5 literes dunsztos üveg beszerzése. Kenyérpirító, villanytűzhely előkészítése.</p>
	<p><b>Bemutató</b></p> <p>A tanulók által összegyűjtött maradék pékáruk számbavétele. Mire tudnánk felhasználni?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lereszeljük zsemlemorzsának.</li> <li>• Pudingot készítünk, amelynek a tetejére szórjuk a kalácsmorzsát.</li> <li>• Forrócsokiba beledaraboljuk a kiflikarikákat.</li> <li>• Készítünk bundáskenyeret!</li> <li>• Készítünk salátát és a tetejére tegyük pirított kenyérkockákat!</li> <li>• Kovászoló házi üzem. (A tanteremben is tudunk kovászolni bármilyen zöldségfélével, pl. uborkát, káposztát, sárgarépát, céklát, retket.)</li> </ul>
	<p><b>Jóslatok</b></p> <p>Kovácsolás: Mi történik majd a zöldségekkel? Mit figyelhetünk meg?</p>
	<p><b>Tervezés</b></p> <p>Az élelmiszer pazarlásnak súlyos környezeti, gazdasági és társadalmi hatásai vannak. Íme a főbb területek, ahol ez problémát okoz:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Környezeti hatások             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Üvegházhatású gázok kibocsátása</li> <li>• Pazarlás a termelési erőforrásokban</li> <li>• Biodiverzitás csökkenése</li> </ul> </li> <li>2. Gazdasági hatások             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pénzügyi veszteségek</li> <li>• Mezőgazdasági és logisztikai költségek</li> </ul> </li> </ol>

3. Társadalmi hatások
- Élelmiszerbiztonsági problémák
  - Társadalmi tudatosság és felelősség
4. Egészségügyi hatások
- Az élelmiszerpazarlás miatt a vásárlási és a fogyasztási szokások változásai sokszor egészségtelen élelmiszerek túlzott vásárlásához vezetnek, míg a friss, tápláló alapanyagok gyakran elpazarolódnak. Ez egészségtelen táplálkozáshoz és az elhízás fokozódásához járulhat hozzá.

A kovászolás egy hagyományos fermentálási eljárás, amelyet leggyakrabban kenyér készítésére, valamint kovászos uborka vagy más zöldségek fermentálására használtak. A kovászolás során a természetben előforduló élesztők és tejsavbaktériumok bontják le a szénhidrátokat, ami jellegzetes savanykás ízt és egyedi állagot kölcsönöz a termékeknek. A kenyérben lévő élesztő segít beindítani az erjedést. Szükséges még a meleg, kb. 20-25 °C és napfény. A meleg és a napfény gyorsítja az erjedési folyamatot. Amikor a lé zavarossá válik, és a zöldségek íze megfelelően savanykás lesz, az erjedés kész. A fermentáció során végbemenő kémiai folyamatok hatékonyan konzerválják az élelmiszereket, amelyek tápanyagokat és jótékony mikroorganizmusokat biztosítanak. A fermentáció során keletkező tejsav és egyéb savak savanykás ízt kölcsönöznek a terméknek, és megvédik a káros mikroorganizmusok szaporodását. Ezek a természetes biokémiai folyamatok nemcsak biztonságosak, hanem egészségesek is, mivel hozzájárulnak az emésztőrendszer egészségéhez, és erősítik az immunrendszert.



Felfedezés

A tanulók megfigyelhetik a kovászolás során végbemenő folyamatokat, a sós lé zavarossá válását, a tejsavas erjedést. A zöldségek a kovászolás során megsavanyodnak, szaglász útján is érzékelhetik a savanyú illatot, kóstolással pedig a savanyú ízt. Tevékenység során ötleteket kapnak a péksütemények újrahasznosítására.



Tudás-  
megosztás

Megfogalmazzák tapasztalataikat, amiket a kovászolási kísérlet során szereztek. Összegyűjtik az élelmiszerpazarlás hatásait csoportmunkában, kiselőadás formájában előadják azt.



Reflexiók

Mi történt a zöldségekkel? Milyen lett a színük, állaguk, ízük?



Prezentálás

A csoportok által készített, újrahasznosított pékáruk bemutatása, közös elfogyasztása.



Produktum

Prezentációk.  
Elkészített élelmiszerek, kovászolt zöldség.



Tapasztalatok

A projekt közös értékelése:

- Mit tanultunk?
- Mit tapasztaltunk?
- Hogyan éreztük magunkat a foglalkozás során?

## Állomások

	Kémia, biológia	Tejsavas erjedés megfigyelése.
	Technológia	Eszközök: számítógép, tablet, interaktív tábla.
	Függelék	<p><b>Videók</b></p> <p><a href="#">Maradék nélkül – Hogyan tehetünk mi is az élelmiszerpazarlás ellen? (YouTube)</a></p> <p><a href="#">Maradék nélkül – Az élelmiszerpazarlás hatásai a környezetre (YouTube)</a></p> <p><a href="#">Maradék nélkül – Élelmiszerhulladékok (YouTube)</a></p> <p><a href="#">Maradék nélkül – Tudatos vásárlással az egészséged megőrzéséhez is hozzájárulhatsz (YouTube)</a></p> <p><a href="#">Maradék nélkül – Az élelmiszerhulladékok keletkezésének okai (YouTube)</a></p> <p><a href="#">Élelmiszer-pazarlás megelőzése (YouTube)</a></p>
		<p><b>Felhasznált forrás</b></p> <p>Molnárné Bodnár Henrietta tanító szaktanácsadó előadása. 2023. november 16.</p>

## 4. Bevezetés a molekuláris gasztronómiába

STE(A)M-területek	kémia • fizika • biológia • művészet
Tantárgyközi kapcsolatok	Ez a tananyag bevezetést nyújt a molekuláris gasztronómia alapjaiba, és három fontos technikát ismertet: a szferifikációt (spherification), a habosítást (foaming) és a zselésítést (gelification). Az órák során a tanulók megismerkednek a molekuláris gasztronómia tudományos hátterével, majd kipróbálják a különböző technikákat, hogy maguk tapasztalják meg az étkezési élmények átalakításának folyamatát, és az ezek mögött rejlő tudományos hátteret.

### Összefoglaló táblázat

Tantárgyak	kémia • fizika • gasztronómia • filmkészítés
Témák	Molekuláris gasztronómia.
Diákok kora	15-20 év
Tanóra/projekt időtartama	3×45 perc
Diákok száma	4-20 fő kisebb csoportokra osztva (pl. 4-es csoportok)
Online tanítási eszközök	Videók.
Offline tanítási eszközök	Heston Blumenthal 2022. <i>Is this a Cookbook: Adventures in the Kitchen</i> . Jose Sanchez 2015. <i>Molecular Gastronomy: Scientific Cuisine Demystified</i> .
21. századi kompetenciák	kreativitás • kezűgyesség • problémamegoldás • tapasztalati úton történő tanulás • információk közti kapcsolatok felismerése • információs technológia alkalmazása • együttműködési készség • csapatban dolgozás
Tanulási célok	saját tapasztalás alapján történő tanulás, kísérletek elvégzése, melyekből tudományos igényességgel feldolgozható információt kapunk • az adott tananyagrészt mélyebb megértése • tanulói csoportok kialakítása, képfeldolgozó képesség fejlesztése • absztrakt gondolkodásmód fejlesztése

### Projektterv

A gyakorlat elnevezése	Bevezetés a molekuláris gasztronómiába
------------------------	--

### A megvalósítás menete

	<b>I. tevékenység: Elméleti ismeretek megalapozása</b>
Elméleti háttér	Bevezetés a molekuláris gasztronómiába, a szferifikáció



Cél: A tanulók megismerkednek a molekuláris gasztronómia alapjaival, és megtanulják az egyik legfontosabb technikát: a szferifikációt (golyóképzés folyadékokból).

Eszközök és anyagok:

- nátrium-alginát
- kalcium-klorid oldat
- víz
- gyümölcslé (pl. narancslé vagy eperlé)
- szükséges eszközök: keverőtálak, szívószálak vagy fecskendők a golyók formázásához



Megvalósítás

**Az óra menete**

**1. Bevezetés a molekuláris gasztronómiába (10 perc)**

- A molekuláris gasztronómia fogalma: a tudomány és a főzés összekapcsolása, a kémia és a fizika törvényein alapuló főzés.
- A molekuláris gasztronómia alkalmazásának előnyei: új ízek, textúrák, látványos tálalás.
- Rövid videó vagy képek bemutatása a molekuláris gasztronómia eredményeiről (pl. kaviár, habok, egyéb textúrák).
- Heston Blumenthal, a molekuláris gasztronómia jeles képviselőjének bemutatása.

**2. A szferifikáció elmélete (5 perc)**

- A szferifikáció elmagyarázása: hogyan hozhatunk létre folyadékokat körülvevő gélszerű burkot.
- Kémiai folyamat: nátrium-alginát + kalcium-klorid reakciója, amely lehetővé teszi a folyadékok zselés golyóvá alakítását.

**3. Demonstráció (10 perc)**

- Készítsünk kalcium-klorid oldatot egy tálban.
- A gyümölcslevet és a nátrium-alginátot egy másik tálban elkeverjük.
- Fecskendővel vagy kanállal cseppentsük a gyümölcslevet a kalcium-oldatba, és figyeljük meg, hogyan formálódnak a golyók.
- 1-2 perc után vegyük ki a golyókat, és öblítsük le őket vízben.

**4. Diákok kísérletezése (10 perc)**

- A tanulók egyénileg vagy kis csoportokban készíthetnek saját szferifikált golyókat.
- Különböző gyümölcsleveket, teákat vagy egyéb folyadékokat próbálhatnak ki.
- A tanulók megfigyelhetik a különböző méretű golyók hatását az ízekre és a textúrára.

**5. Befejezés és összegzés (10 perc)**

- A tanulók értékelik a szferifikációs kísérletüket: Hogyan változott az íz, amikor a folyadékok golyókká váltak? Milyen új élményeket adtak a különböző színű és méretű golyók?

**6. A kísérleteket fényképekkel és videófelvételekkel dokumentáljuk, melyekből egy-egy összegző videó készül.**

<b>II. tevékenység: Habok – légies textúrák készítése</b>	
	<b>Cél</b>
A tanulók megismerkednek a habosítás (foaming) alapjaival és kipróbálják, hogyan készíthetnek különféle habokat, mint például gyümölcs- vagy fűszerhabokat.	
	<b>Megvalósítás</b>
<p><b>Eszközök és anyagok:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• szifon (habosító palack)</li> <li>• dinitrogén-oxid (N<sub>2</sub>O) patronok</li> <li>• lecitin por (stabilizálószer)</li> <li>• friss gyümölcslé (pl. citrom, eper)</li> <li>• víz, cukor (opcionálisan)</li> <li>• különböző ízesítő anyagok (pl. fűszerek, gyógynövények)</li> </ul> <p><b>Az óra menete</b></p> <p><b>1. Bevezetés a habosításba (10 perc)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• A habosítás alapjainak magyarázata: hogyan tudunk levegőt bejuttatni folyadékokba, hogy habot, mousse-t vagy szivacsos állagot kapjunk.</li> <li>• A szifon szerepe: hogyan működik a habosító palack, és miért használunk dinitrogén-oxidot (N<sub>2</sub>O) a habosításhoz.</li> <li>• Lecitin használata: segíti a hab stabilizálását, csökkenti a felületi feszültséget.</li> </ul> <p><b>2. A hab („foam”) elmélete és készítése (5 perc)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lecitin és gyümölcslé (vagy fűszeres folyadék) összekeverése, elkészítése.</li> <li>• A szifon használatának bemutatása: hogyan töltjük fel folyadékkal és helyezzük be az N<sub>2</sub>O patronokat.</li> <li>• Stabil habok, mousse-ok és különleges levegős textúrák készítése.</li> </ul> <p><b>3. Demonstráció és a tanulók kísérletezése (15 perc)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Minden tanuló készíthet saját habot a szifon használatával.</li> <li>• Lehetőség van különböző ízesítők kipróbálására (pl. citrusfélék, fűszerek, gyógynövények).</li> <li>• A tanulók tálalják a habokat különböző ételeken, például leveseken, desszerteken vagy salátákon.</li> </ul> <p><b>4. Befejezés és összegzés (10 perc)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kóstolás és értékelés: Milyen volt a hab textúrája? Hogyan befolyásolta az étel ízét?</li> <li>• Miért fontos a habok stabilitása? Hogyan hozhatják létre a legjobb textúrákat?</li> </ul> <p><b>5. Fotó- és videódokumentáció készítése</b></p>	
<b>III. tevékenység: Zselésítés – egy újabb textúra</b>	
	<b>Terv/Cél</b>
A tanulók megismerkednek a zselésítés technikájával, és képesek lesznek különféle zseléket készíteni.	
	<b>Megvalósítás</b>
<p><b>Eszközök és anyagok:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• agaragar vagy zselatin</li> <li>• víz, gyümölcslé, tea, húsleves</li> </ul>	

- edények, keverőtálak
- műanyag formák

## Az óra menete

### 1. A zselésítés elmélete (10 perc)

- Mi a zselésítés? Hogyan működik az agaragar és a zselatin?
- Különbség: agaragar (növényi alapú) vs. zselatin (állati alapú), alkalmazásuk az étkezésben.
- A gélek textúrája és az étkezési élmény fokozása.

### 2. A zselésítés bemutatása (5 perc)

- Zselatin és agaragar használata: hogyan kell feloldani és használni az anyagokat.
- Különböző folyadékok kipróbálása (pl. gyümölcslé, tea, húsleves).
- A folyadékok hűtése és formába öntése, majd zselésítés.

### 3. A tanulók kísérletei (15 perc)

- A tanulók maguk is készíthetnek zseléket különböző folyadékokból.
- A tálalás és kóstolás kb. 60 perc pihentetési idő után lehetséges, ekkor a tanulók értékelhetik az elkészült zseléket és megoszthatják a tapasztalataikat.

### 4. Befejezés és összegzés (10 perc)

- Az elkészült zselék értékelése.
- Hogyan befolyásolja a zselésítés a textúrákat?

### 5. Fotó- és videódokumentáció

## IV. tevékenység: Videók készítése



Terv

Célunk, hogy a foglalkozások, kísérletek során készített fotókat és videókat feldolgozzuk.



Megvalósítás

A képek és videók feldolgozásához videókészítő alkalmazást használunk.



Tapasztalatok

A foglalkozások befejeztével a diákok további ötleteket, célokat tűzhetnek ki maguk elé.

## Tantárgyközi kapcsolat



Digitális kultúra

A negyedik foglalkozást egy digitális kultúra órára is bevihetjük, hiszen a képfeldolgozás egy leegyszerűsített formájával ismerkedhetnek meg a diákok.

## 5. „Az vagy, amit megeszel” – Káoszelmélet

STE(A)M-  
területek

matematika • fizika • biológia • orvostudomány • táplálkozástudomány •  
művészet • sport • történelem • fenntarthatóság

### Összefoglaló táblázat

Tantárgyak	matematika • fizika • biológia • kémia • földrajz • művészet • sport • történelem • idegen nyelv • digitális kultúra • műszaki tudományok • orvostudomány • táplálkozástudomány • fenntarthatóság • meteorológia • politika • káoszelmélet
Témák	Felszín, térfogat, sűrűség, tömeg, súly. Halmazállapot-változások. Optika, fényképezőgép. Emberi test, szervek. Mesterséges színezékek, vegyületek, keverékek. Éghajlat, domborzat. Színek, festészet, szobrászat. Korok és emberek, nemzetiség, népismeret. Mesterséges intelligencia. Statika. Dizájn. (Betegségek, ételérzékenységek. Ételek újrahasznosítása. Időjárás. Divatirányzatok. Kuglóf, kapucsínó.)
Diákok kora	6-18 év
Tanóra/projekt időtartama	4×45 perc
Diákok száma	10-15 fő
Online tanítási eszközök	tablet • PC • okostelefon • interaktív tábla • projektor
Offline tanítási eszközök	Listázva a megvalósítandó feladatoknál.
21. századi kompetenciák	kommunikáció • együttműködés • csapatmunka • kreativitás • innováció • kritikus gondolkodás • problémamegoldás
Tanulási célok	A tanulók felismerhetik mindennapi életükben és környezetükben a kaotikus jelenségeket: étel, áramlás, játék, időjárás, biológia, orvosi tanulmányok stb. A hallgatók megismerkedhetnek a káoszelmélet alapfogalmaival; bevezetés a haladó matematikába és természettudományba: fázisdiagramok, szimuláció, informatika használata, kitevők, hibaterjedés stb.

### Projektterv

A gyakorlat elnevezése	„Az vagy, amit megeszel” Káoszelmélet
---------------------------	--

### A megvalósítás menete



Érdeklődés  
felkeltése,

Miért eszünk?  
Mit nevezünk ételnek?  
Káosz vagy instabilitás?

## ÉTEL ÉS VÍZ

előzetes kérdések	<p>Milyen tudományban használják a káoszelméletet?          Mi a kapcsolat a szimuláció és a valós jelenségek között?          Mit tudunk a káoszelmületről?          Mik azok a kaotikus jelenségek?</p>
 Előkészületek	<p>Milyen témákat nézzünk át újra?          Milyen témákat vizsgálunk?          Milyen online/offline információkat használhatunk fel?          Milyen eszközökre van szükségünk?</p>
 Bemutató	<p>Vannak kísérletek, amelyeket elvégezhetünk, de vannak olyanok is, amelyeknek a feltételei túl bonyolultak.          Megismerhetjük a káosz lényegét.</p>
 Előzetes feltevések	<p>Milyen tartalmakat tanulhatunk a káoszelmületről?</p>
 Felfedeztető módszer	<p>A káoszelmélet szempontjainak vizsgálata széles skálán.          A klasszikus mechanika a mozgások speciális, ritkán megfigyelhető eseteiről szól.          Az osztályon belüli tudományos mozgáskísérletek nem könnyen demonstrálhatók, kaotikussá válhatnak.</p>
 Tapasztalatok	<p>Hétköznapi életünkben kaotikus jelenségek figyelhetők meg.          Ezeket tudományosan a 20. századig nem írták le.          A káoszelmélet a klasszikus fizikán alapul, de napjaink kutatási témája.          A káoszt a tudományos és művészeti területek nagyon széles skáláján használják.</p>
 Visszajelzések	<p>Jegyezd fel, milyen anyaggal talákoztál. Értékelj őket. Miért ajánlod a téma iránt érdeklődőknek.          Azt is rögzíts, hogy hasznosnak találtad-e vagy sem! Jegyezd meg, miért!</p>
 Bemutató	<p><b>Eszközök</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• papír, toll vagy ceruza (különböző színű)</li> <li>• digitális fényképezőgép</li> <li>• PC vagy laptop</li> <li>• okostelefon</li> </ul> <p><b>1. Készíts egy kaotikus teát!</b>  <b>2. Gyakorlatok gyurmával</b>  <b>3. Szórakozás kaotikus játékokkal</b>  <b>4. Csipke és fraktálok (fázisdiagramok)</b>  <b>5. Fraktálok – kézzel készített/természetben</b></p> <p>Néhány terület, amely nagyszerű példa lehet</p> <p><b>1. terület. Történelem.</b>          Vannak olyan tanulók, akik könnyebben megértik a fogalmakat, ha ismerik a történelmi háttérrel. Mindenki számára érdemes megtudni, milyen kérdések merültek fel és mikor, hogyan törekedtek a tudósok a tudomány feltárására.          A tudomány fő lépései a káoszelmélet felé</p> <p>a) Nemzetközi szint</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Weierstrass</li> <li>• Kovalevszkaja</li> <li>• Carlwright és Littlewood</li> </ul>

- Kolmogorov
  - Lorentz
- b) Magyar vonatkozások
- KöMAL 1965, Vermes Miklós
  - Szépfalussy Péter, Vicsek Tamás, Gruiz Márton, Tél Tamás

## 2. terület. Alapfogalmak.

Vannak olyan alapfogalmak, amelyek a legtöbb közép fokú tantervben megjelennek, mégis nagyon fontosak a káoszelméletben.

Ezeket kell tanulmányoznunk vagy felülvizsgálnunk:

- egyensúly (fogalom és típusok)
- instabilitás vagy kaotikus sorozat
- a klasszikus fizika törvényei
- hiba, hibaterjedés

## 3. terület. Matematika.

- fraktálok: Mandelbro-halmaz, Cantor-halmaz, Koch-hópehely, Sierpiński-szőnyeg, Menger-szivacs
- fraktálok a természetben: biológia – flóra, biológia – fauna, földrajz, meteorológia stb.
- művészet: fraktál létrehozása origamival
- a fraktál dimenziója: 1D, 2D, 3D, logab, tényezők, hányados dimenzió meghatározása, Poincaré-térkép

## 4. terület. Kaotikus kísérletek.

- similabda
- jójó
- inga
- kaotikus szobrok
- a mágneses inga
- kaotikus óra
- nem harmonikus oszcillátor
- füst
- kaotikus vízimalom
- indukált oszcilláció

## 5. terület. Kaotikus tevékenységek.

Kaotikus tea:

- márványtorta és kávé tejszínnel

Kaotikus tevékenységek:

- gyurma
- gumilabda egy tálban
- az ebru technika

## 6. terület. A felhasználási lehetőségek széles palettája.

Naprendszer, meteorológia, áramlás, sodródás, önoszcilláció, visszacsatolás elektromos áramkörökben, biokémiai folyamatok, a szív működése, az agy működése, a populáció dinamikája, véletlenszám-generálás, titkosítás, labdajátékok, gazdasági folyamatok modellezése, a mixer működése, a tésztadagasztás folyamata

## 7. terület. IT.

- az Atwood-féle gép

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• a matematikai inga</li> <li>• a poláris koordináta-rendszer</li> <li>• szimuláció</li> <li>• Dynamics Solver</li> <li>• különböző megoldások: kaotikus és időszakos megoldások</li> </ul>
	<b>Eredmények</b> Márványtorta kávéval. Jojó. Prezentáció. Videó. Kiosztott vers. Origami. Körömlakk. Festés ebru technikával. Origamifraktál. Szivacs.
	<b>Kritikus gondolkodás</b> Tekintse át az általunk használt fogalmakat és módszereket! Értékelje őket! Javasolj vagy helyettesíts!

## Tantárgyi kapcsolatok

	<b>Természet-tudomány</b> Fizika (részecskefizika, káoszelmélet, sűrűség, tömeg, súly, halmazállapot-változások, optika, fényképezőgép, Naprendszer, hidrodinamika, giroszkóp, kísérlet, hiba és hibaterjedés, fázisdiagram, Ljapunov-kitevő, fraktálok, egyensúlyok: stabil, semleges, instabil, kaotikus, mágneses inga, lengő Atwood-féle gép, labda egy táliban).
	<b>Kutatás</b> Tudománytörténeti vizsgálandó problémák: Poincaré, Kovalevszkaja, Kolmogorov, Lorentz stb. Feltérképezni azokat a területeket, ahol a káoszt alkalmazzák (csillagászat, meteorológia, sodródás, áramlás, vibráció, elektromos áramkörök duzzadása, agy- és szívjelenségek, kémiai és biokémiai folyamatok, populációdinamika, titkosítás, véletlenszerű és véletlenszerű jelenségek, közgazdaságtan, labdajátékok stb.). Modern matematika, numerikus módszerek, fraktálok, dimenzió. Rend a káoszban. Káosz a művészetben: filmek, videók, promóciós klipek és cikkek.
	<b>Technológia</b> Kiemeljük az aktív pedagógiát, és elősegítjük a gyakorlati, gondolati didaktikát a problémaalapú tanulásban is. Ezen a területen is számos lehetséges megoldás létezik, mint például inga, játékok, manikűr, jojó, étel, origami, grafikonok, kísérleti eszközök stb.  Informatikai vonatkozású: PC, okostelefonok, digitális fényképezőgép, internet, Dynamics Solver, YouTube.  Nem informatikai eszközök: olló, vonalzó, üres papír, milliméterpapír, (színes) ceruzák, jojó, (similabda), cigaretta, mérközések, tál, gumilabda.
	<b>Testnevelés</b> Sporteszközök: fittség-mérés.
	<b>Műszaki tudományok</b> Eszközök és anyagok: rádiós lokátor, kaotikus óra, inga: mágneses, kettős, számológép, PC, internet, milliméterpapír, vonalzó, ceruza, mágneses inga: gombmágnesek, farúd és fődém, ragasztó, markerek.

## ÉTEL ÉS VÍZ



Vizuális kultúra, művészetek

Művészeti és dizájn kellékek: versek, regények, viccek, anekdoták stb., ebru technika, melanzs, origami, manikűr, fraktálművészet.

Eszközök és anyagok: papír és toll vagy videórögzítő, víz, tál, festék, ruha vagy fa jójó, gyurma, origamipapír, olló, körömlakkok, körömlakklemosó, vatta, kis tálka, víz.



Matematika

Matematikai eszközök

- felszín, térfogat,
- kiosztott térképek,
- számológép,
- PC, laptop vagy okostelefon,
- papír, markerek.



Függelék

### **Magyar nyelven**

[Pillangóhatás \(elmélet\) \(Wikipedia\)](#)

[Káoszelmélet \(Wikipedia\)](#)

[Meszéna Tamás: Nemlineáris jelenségek tanítása a középiskolában](#)

[Jaloveczki József: Nemlineáris jelenségek vizsgálata diákköri-szakköri munkában](#)

[Szegedi matematikusok rendet tesznek a káoszban \(National Geographic\)](#)

[Szatmáry-Bajkó Ildikó: Káoszkísérletek a középiskolai fizika](#)

Szatmáry-Bajkó Ildikó 2006. „Káoszt”? – Azt! – Káoszelmélet a középiskolában. *Fizikai Szemle*. LVI/11: 376.

Gruiz Márton 1998. A kaotikus mechanika kapcsolata Platónnal és a leveles téstáival. *Természet Világa*. 129: 389.

[Fraktál \(Wikipedia\)](#)

[Fraktálművészet \(Wikipedia\)](#)

[Fraktálok \(YouTube\)](#)

[Káoszelmélet fejt meg a változócsillagok évszázados titkát \(Index\)](#)

[Nagy Péter – Tasnádi Péter: Fraktálok világa – játékos tudomány](#)

[Meszéna Tamás: Fraktálok és a káosz](#)

### **Angol nyelven**

[Chaos theory \(Wikipedia\)](#)

[Chaos: The Science of the Butterfly Effect \(YouTube\)](#)

[How Chaos Theory Unravels the Mysteries of Nature \(YouTube\)](#)

[Chaos theory explained: A deep dive into an unpredictable universe](#)

[Understand meteorologist Edward Lorenz's chaos theory](#)

[Fun with Fractals \(YouTube\)](#)

[Fractal \(Wikipedia\)](#)

[Fractals are typically not self-similar \(YouTube\)](#)

[What is a Fractal?](#)

[JoAnn Trygestad: Chaos in the Classroom: An Application of Chaos Theory](#)

## 6. Az éltető víz

STE(A)M-  
területek

fenntarthatóság • természetismeret • biológia • földrajz • művészet

### Összefoglaló táblázat

Tantárgyak	biológia • földrajz • művészet • sport • digitális kultúra • meteorológia
Témák	Mi mindenre használható a víz? Hol és milyen formában találkozunk a természetben vízzel? Folyó és állóvizek. A víz halmazállapotai. Sportolási lehetőségek télen és nyáron. A víz körforgása. Hogyan vigyázzunk a vízre? Vízhasználat a háztartásban.
Diákok kora	8-10 év
Tanóra/projekt időtartama	3×45 perc
Diákok száma	16-20 fő
Online tanítási eszközök	tablet • interaktív tábla
Offline tanítási eszközök	szókártyák • puzzle
21. századi kompetenciák	kommunikáció • együttműködés • csapatmunka • kreativitás • kritikus gondolkodás • problémamegoldás
Tanulási célok	A víznek, mint az élet forrásának a védelme; felelős, környezettudatos viselkedés kialakítása. A víz körforgásának megismerése. A víz halmazállapotai. Közös lapbook készítése.

### Projektterv

A gyakorlat elnevezése

Az éltető víz

### A megvalósítás menete



Érdeklődés felkeltése

Halász Judit *Esőben* című gyerekdalának meghallgatása.

Beszélgetés a vízről:

- Miért fontos, hogy essen az eső?
- Miért mondjuk azt, hogy a víz az élet forrása?
- Hol és milyen formában találkozunk a természetben a vízzel?
- Mi mindenre használható a víz?

Csoportok kialakítása: 4 csoport

- Kirándulók
- Meteorológusok
- Hasznosítók

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sportolók</li> </ul> <p>A közös lapbook fedőlapjának elkészítése: Mindenki írjon fel egy szót, ami a vízről eszébe jut (ezek a szavak kerülnek a fedőlapra)!</p>
 <p>Előkészületek</p>	<p>Szókártyák elkészítése a csoportalakításhoz: A négy szókártyából összesen a csoport létszámának megfelelő darabszámú kártyát készítünk. Minden tanuló választ magának egy-egy szókártyát, így alakulnak ki a csoportok.</p> <p>Forrásokról 4-5 db kép nyomtatása; puzzle-kép folyóról és tóról; szókártyák a víz körforgásához; szókártyák a folyó- és állóvizek sorba rendezéséhez; képek a csapadékfajtákról, keletkezésükről; lapbookhoz kartonok, vastag filctollak, színes ceruzák, rajzlapok, ragasztó, olló előkészítése.</p>
 <p>Bemutató</p>	<p>A tanulók 4 csoportban dolgoznak.</p> <p><b>1. csoport: Kirándulók</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• A tanulók képzeletbeli kirándulásra indulnak, ahol képeken forrásokat láthatnak.</li> <li>• Növekvő sorrendbe teszik a folyó- és állóvizek szókártyáit (forrás, ér, csermely, patak, folyó, folyam; tó, tenger, óceán).</li> <li>• Kiraknak egy tavat és egy folyót ábrázoló puzzle-t.</li> <li>• Összegyűjtik a folyó és a tó tulajdonságait. A saját lapbook-oldalukra ezeket felragasztják.</li> </ul> <p><b>2. csoport: Meteorológusok</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Megrajzolják a víz körforgását. Négyzet alakú lap csúcsaiba írva a víz körforgásának egy-egy lépését olvashatják a gyerekek. A négyzet alakú lap csúcsait középre hajtják, s az adott részen található leírásnak megfelelően rajzolnak. A kész munkát felragasztják a saját lapbook-lapjukra.</li> <li>• Párosítják a csapadékfajtákat a képekkel és azok keletkezésének magyarázatával. Felragasztják a saját lapbook-oldalukra.</li> </ul> <p><b>3. csoport: Hasznosítók</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hogyan tudunk takarékoskodni a vízzel otthon?</li> <li>• Megnéznek egy kis videót erről és abból kigyűjtik az információkat, amelyeket leírnak a csoport saját lapbook-lapjára.</li> </ul> <p><b>4. csoport: Sportolók</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rajzoljanak képeket vízi sportokról! Ne feledkezzenek meg a téli sportokról sem (jég, hó)!</li> <li>• Elkészült képeket felragasztják a saját lapbook-oldalukra.</li> </ul>
 <p>Tudás- megosztás</p>	<p>Minden csapat bemutatja az általa elvégzett feladatokat és a lapbook elkészített lapjait. Ezután az elkészült kartonlapokat összefűzik, így alakítják ki a közös lapbookot.</p>
 <p>Tapasztalatok</p>	<p>A tanulók közösen értékelik a csoportok és a saját munkájukat is. A közösen készített lapbook segítségével megfogalmazzuk, hogy milyen ismereteket szereztünk a vízről, miért kell takarékoskodnunk és vigyáznunk rá.</p>



Függelék

**Linkek**

[Halász Judit: Esőben \(gyerekdal, koncert részlet\) \(YouTube\)](#)

víztakarékoság

[A víz világnapja \(YouTube\)](#)

[Mit tehetünk az ivóvizeink védelmében?](#)

**Képek**

források

[Disznó-forrás \(Wikipedia\)](#)

[Vöröskő-forrás \(Wikipedia\)](#)

[Szabadság-forrás \(Wikipedia\)](#)

[Nagy-forrás \(Wikipedia\)](#)

csapadékfajták

[zúzmara \(Wikipedia\)](#)

[dér \(Pixabay\)](#)

további csapadékfajták

[CleanPNG](#)

puzzle-képhez

[Folyó \(Pixabay\)](#)

[Tó \(Pixabay\)](#)

**Szókártyák a csoportok feladataihoz**

*1. csoport*

Forrás – a folyóvíz eredete

Ér – a legkisebb felszíni vízfolyás

Csermely – az érnél nagyobb, a pataknál kisebb felszíni vízfolyás

Patak – folyónál kisebb vízfolyás

Folyó – felszíni vízfolyás, hossza 100–1000 km közé esik

Folyam – felszíni vízfolyás, legalább 1000 km hosszú

Óceán – világrészek között elterülő nagy tömegű sós víz

Tenger – nagy mennyiségű sós víz

Tó – minden oldalról zárt állóvíz

Szókártyák a tó-folyó témához:

- mederben folyik
- pusztító munkát a medrében lévő hordalék elszállításával végez
- van folyásiránya
- mederben helyezkedik el
- minden oldalról zárt
- lehet mesterséges állóvíz (pl. halastó, bányató)
- építő munkát a hordalék lerakásával végez
- van jobb és bal partja
- állóvíz
- lehet természetes állóvíz (pl.: tó, mocsár, láp)

*2. csoport*

A víz körforgásához (ezek a meghatározások kerülnek a négyzetlap sarkaiba)

- A felemelkedett könnyű pára a magasban kicsapódik és felhőket képez.
- A magasból csapadék hull alá, amely lehet folyékony, illetve szilárd halmazállapotú.
- A folyók, a tavak, a tengerek vize folyamatosan párolog, de párologtatnak az élőlények is. Majd a könnyű pára felemelkedik.

- A lehullott esőcseppek egy részét felissza a föld, más részét hasznosítják az élőlények életműködésük során. A talajba, mélybe szivárgott víz a felszín alatt folydogál és gyűlik össze.

### 3. csoport

Csapadékfajták:

dér, köd, eső, harmat, zúzmara, hó

- Tulajdonképpen felhő, amely a talaj közelében alakul ki. A lehűlt talaj fölé melegebb, nedves levegő áramlik. Ilyenkor a levegő is lehűl, a vízgőz apró cseppekké alakul.
- A felhőkből különálló vízcseppekben hullik a földre. Folyékony halmazállapotú.
- Amikor a levegőnek nagyobb a nedvességtartalma, és lehűl a vízgőz, cseppfolyóssá alakul. Nyáron és ősszel különösen jól megfigyelhető a kora reggeli órákban.
- Amikor a levegőnek nagyobb a nedvességtartalma, és  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  alá hűl. Apró jégkristályokból álló fehérség lepi el a fűvet, a talajközelben élő növényeket.
- $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  alatt képződik. Ha az alsó légrétegek hidegek, nem olvad el, miközben lehull.

### Felhasznált forrás

Farkas Lászlóné tanító szaktanácsadó környezetismeret bemutató foglalkozása. Tanítók Szakmai Napja. 2022.

## 7. Víz, víz, tiszta víz

STE(A)M-  
területek

tudományok • matematika • anyanyelv • vizuális művészetek • földrajz • zene • környezetismeret

### Összefoglaló táblázat

Tantárgyak	matematika • magyar nyelv és irodalom • vizuális művészetek • játék és mozgás • tudományok
Témák	Sűrűség. Halmazállapot-változások. Mesterséges színezékek, festékek, vegyületek, keverékek. Éghajlat. Színek, festészet.
Diákok kora	6-11 év
Tanóra/projekt időtartama	7×45 perc 1-2 óra a tanulmányi út a helyi vízművekhez.
Diákok száma	10-24 fő
Online tanítási eszközök	interaktív tábla • laptop • hangfal • projektor
Offline tanítási eszközök	Szemléltető képek.
21. századi kompetenciák	kommunikáció • együttműködés • csapatmunka • kreativitás • kritikus gondolkodás • problémamegoldás • technológiai műveltség
Tanulási célok	a tanulói közösségek alakulásának segítése • finommotorikus készségek fejlesztése • játékos tanulás • auditív készségek fejlesztése

### Projektterv

A gyakorlat elnevezése	Víz, víz, tiszta víz
------------------------	----------------------

### A megvalósítás menete



Érdeklődés felkeltése, előzetes kérdések

Mit tudunk a vízről?  
 Mikor használunk vizet?  
 Ismerünk-e olyan verset, mondókát, amely a vízről szól?  
 Mennyi víz fér bele egy edénybe?  
 Lehet-e hangja a víznek?  
 Hogyan hangzik a víz csepegése/csobogása/esése/zúdulása?  
 Hogyan csinál a víz magának medret?  
 Hogyan tudom tisztítani a vizet?  
 Hogyan keveredik a víz?  
 Milyen tulajdonságai vannak a víznek?  
 Mit jelent a víz körforgása?  
 Hogyan párolog a víz?  
 Melyek a víz halmazállapotai?  
 Létezik-e olyan folyadék, amely sűrűbb a víznél?

	<p>Festhetünk-e jéggel? Élhetnek-e az élőlények víz nélkül?</p>
 <p>Előkészületek</p>	<p>Alapanyagok beszerzése:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kísérleti eszközök (pl. poharak, homok, lapos, átlátszó doboz, jég, melegítő eszköz, különböző sűrűségű folyadékok, vízforraló, papírzsebkendő)</li> <li>• vízfesték, papír</li> <li>• mérésekhez szükséges eszközök (különböző méretű üvegedények)</li> </ul>
 <p>Bemutató</p>	<p>A projekt célja, hogy a 6-11 éves gyerekek játékos és élményszerű módon ismerjék meg a víz tulajdonságait, szerepét az életben, valamint a természeti körforgásban betöltött fontosságát. A gyerekek tapasztalati úton, kísérletekkel, kreatív tevékenységeken keresztül fedezik fel a víz különböző formáit, hangjait, halmazállapotait és az életben való nélkülözhetetlenségét.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>1. Mit tudunk a vízről?</b> Cél: Alapvető ismeretek szerzése a vízről (tulajdonságai, szerepe). Tevékenység: Beszélgetés a vízről, közös ötletelés, egyszerű kísérletek (pl. hogyan keveredik a víz sóval vagy cukorral, ecettel, olajjal).</li> <li><b>2. Mikor használunk vizet?</b> Cél: A mindennapi élethez kötődő vízfelhasználási módok megismerése. Tevékenység: Listakészítés vagy rajz arról, hogy mikor használunk vizet otthon, vagy miként fordul elő a természetben.</li> <li><b>3. Ismerünk-e olyan verset, mondókát, amelyik a vízről szól?</b> Cél: A vízhez kapcsolódó irodalmi alkotások és népi hagyományok megismerése. Tevékenység: Mondókák, versek gyűjtése és közös szavalás.</li> <li><b>4. Lehet-e hangja a víznek?</b> Cél: A víz által keltett különböző hangok megértése és érzékelése. Tevékenység: Hangok hallgatása (pl. patak csobogása, eső hangja), hangok utánzása játékosan.</li> <li><b>5. Hogyan hangzik a víz csepegése/csobogása/esése/zúdulása?</b> Cél: A víz mozgása és hanghatásai közötti összefüggések megértése. Tevékenység: Hanghatások előidézése vödör vízzel, csöpögő csapokkal vagy hangszerekkel (esőbot).</li> <li><b>6. Hogyan csinál a víz magának medret?</b> Cél: A víz eróziós hatásának bemutatása. Tevékenység: Kísérlet homokkal és vízzel: folyómeder kialakítása játék közben.</li> <li><b>7. Hogyan tudom tisztítani a vizet?</b> Cél: A tiszta ivóvíz fontosságának a megértése. Tevékenység: Egyszerű szűrőrendszer készítése homok, szén és kavics segítségével.</li> </ol>

- 8. Milyen fizikai tulajdonságai vannak a víznek?**  
 Cél: A víz színtelen, szagtalan, íztelen, valamint a hőtani tulajdonságainak a felfedezése.  
 Tevékenység: Hőmérsékletmérések különböző állapotokban (forralás, fagyasztás).
- 9. Mit jelent a víz körforgása?**  
 Cél: A víz természetes körforgásának megértése.  
 Tevékenység: Egyszerű modell készítése (pohárban víz elpárologtatása, majd lecsapódása).
- 10. Hogyan párolog a víz?**  
 Cél: A párolgási folyamat bemutatása.  
 Tevékenység: Melegítéssel végzett kísérlet, párolgás megfigyelése.
- 11. Melyek a víz halmazállapotai?**  
 Cél: A víz szilárd, folyékony és légnemű állapotainak megismerése.  
 Tevékenység: Jég olvasztása, víz forralása, gőz megfigyelése.
- 12. Létezik-e olyan folyadék, amely sűrűbb a víznél?**  
 Cél: A víz sűrűségének összehasonlítása más folyadékokkal.  
 Tevékenység: Sűrűségvizsgálat méz, olaj és víz segítségével.
- 13. Festhetünk-e jéggel?**  
 Cél: Kreatív tevékenység a víz jég halmazállapotának felhasználásával.  
 Tevékenység: Színezett jégdarabokkal való festés.
- 14. Élhetnek-e az élőlények, növények víz nélkül?**  
 Cél: A víz nélkülözhetetlenségének megértése az élőlények számára.  
 Tevékenység: Kísérlet: növények fejlődése locsolás mellett és anélkül.



Előzetes feltevések

A víznek van hangja.  
 A hang alapján el tudjuk dönteni a víz mennyiségét?  
 A víz létfontosságú a természetben és az emberi szervezet számára egyaránt.



Tervezés

A gyerekek számára fontos, hogy játékos és interaktív módon sajátítsák el ezeket az információkat, így mélyebb megértést és érdeklődést alakíthatnak ki a természeti jelenségek iránt.  
 A fenti tudnivalók és tevékenységek segítenek abban, hogy a projekt élvezetes és tanulságos legyen számukra.



Felfedeztető módszer

Néhány ismeret a felsorolt kérdések kapcsán, amelyeket a gyerekekkel közösen fedezhetünk fel:  
 Mit tudunk a vízről?  
 • Alapvető tulajdonságok: A víz színtelen, szagtalan és íztelen folyadék, amely a Földön a leggyakrabban előforduló oldószer.  
 Kémiai szerkezet: Két hidrogénatom és egy oxigénatom kötődik össze (H<sub>2</sub>O).  
 • Élethez való szükségesség: Minden élőlénynek elengedhetetlen a túléléshez, hiszen a sejtek működéséhez vízre van szükség.  
 • Természeti szerepe: A víz részt vesz a klíma, az időjárás szabályozásában, a táplálékláncban és a földtani folyamatokban.

## ÉTEL ÉS VÍZ

	<b>Tapasztalatok</b>	A gyerekek elmondták, hogy a kísérletek és kreatív feladatok során szórakozva tanultak a vízről, és érdekesnek találták, hogy saját maguk fedezhettek fel természeti jelenségeket. Kiemelték, hogy a közös játék és alkotás segített jobban megérteni a víz fontosságát az életünkben.
	<b>Visszajelzések</b>	A gyerekek visszajelzései alapján kiderült, hogy játékos tevékenységek és kísérletek révén sokkal könnyebben megértették a víz tulajdonságait és szerepét. A közös munka és tapasztalatok megosztása erősítette bennük a csapatmunkát és a környezettudatos gondolkodást.
	<b>Bemutató anyagok</b>	Azok a kísérletek, anyagok, amelyeket a projekt során a gyerekek használtak. Plakátok, műhelymunkán készített produktumok, képek.
	<b>Eredmények</b>	A projekt végére a gyerekek rendszerezett és tapasztalati úton szerzett tudással rendelkeznek a víz tulajdonságairól, körforgásáról, és annak szerepéről az életben és a természetben. Ez nemcsak a meglévő ismereteiket mélyíti, hanem kritikus gondolkodásukat, kreativitásukat, valamint környezettudatosságukat is fejleszti.
	<b>Kritikus gondolkodás</b>	A projekt során a gyerekek kritikai gondolkodása több területen fejlődött. Megtanultak megfigyelni folyamatokat, kérdéseket feltenni és következtetéseket levonni, például a víz halmazállapot-változásainak megfigyelése közben. Képesek voltak azonosítani a víz tisztításának lépéseit, és megérteni, hogy miért fontos a fenntartható vízhasználat. A kísérletek eredményeinek elemzése során fejlődött az ok-okozati összefüggések felismerésének képessége, valamint a saját tapasztalataik megfogalmazásának pontossága, tudományos jellege.

### Tantárgyi kapcsolatok



Természet-  
tudomány

#### I. Hogyan alakít medret a víz?

##### Szükséges eszközök

- egy nagyobb tál vagy lapos edény (például sütőforma)
- homok (vagy finom szemcsés föld)
- víz
- kis pohár vagy kancsó a víz öntéséhez
- (opcionálisan: kavicsok, növények, pici játékfigurák a táj kialakításához)

##### Előkészítés

**1. Homokréteg kialakítása:** Töltsd meg a tál alját homokkal és simítsd el. Ha szeretnétek, építsetek belőle valamilyen ismert „domborzatot” – például emelkedőket, kisebb dombokat, amelyek között a víz folyni fog.

**2. Mederminta:** Húzzatok az ujjatokkal egy vékony vájatot a homokban, amely a kiindulási folyómeder lesz.

**3. Kiegészítők (opcionális):** Helyeztetek apró kavicsokat vagy növényeket a „táj” kialakításához, hogy szemléletesebb legyen a folyómeder természetes útja.

## Kísérlet menete

**1. Öntetek vizet a mederbe:** Óvatosan kezdjétek vizet önteni a tál egyik végébe (pl. pohárral vagy kancsóval). Nézzétek meg, hogyan kezdi a víz kiszélesíteni vagy mélyíteni az ujjatokkal rajzolt medret.

**2. Figyeljétek meg az eróziót:** A víz folyamatosan elmozdítja a homokot, kimossa a meglévő vájatot, és hordalékot szállít a tál alacsonyabb pontjaira. Megfigyelhetitek, hogy a víz természetes módon kialakítja a saját útját.

**3. Hozzatok létre elágazásokat:** Ha több vizet öntötök vagy újabb vájatokat húztok a homokban, a víz „elágazik” és kisebb patakokat hoz létre.

**4. Változtassátok meg a terepet:** Építsetek dombokat a homokból, hogy lássátok, hogyan kerüli meg őket a víz, és hogyan alakít ki új medret.

## II. Hogyan párolog a víz?

**Cél:** A gyerekek értsék meg a víz párolgásának folyamatát, annak kapcsolatát a hőmérséklettel és a természeti körfolyamatokkal. A tevékenység során egyszerű kísérletet végeznek, és digitális eszközökkel, például okostáblával vizualizálják a tanultakat.

### II.1. Mi az a párolgás?

**Eszközök:** interaktív tábla, képek vagy videók a víz körforgásáról

Kezdjük egy beszélgetéssel: „Láttatok már, ahogy egy tócsa eltűnik a napon? Vagy ahogy a forró tea gőzölög?”

Az interaktív táblán jelenítsünk meg egy egyszerű animációt vagy képet a víz körforgásáról. (Pl. a napsütés melegíti a vizet, a víz párolog, majd felhők képződnek belőle.)

Kérdezzük meg: „Szerintetek mi történik a vízzel, amikor párolog? Miért nem látjuk utána?”

### II.2. Párolgás megfigyelése

**Eszközök**

- egy pohár víz
- egy kanál
- egy hajszárító
- egy kis tálka víz
- papírlap (a párolgás gyorsításának szemléltetésére)

#### Lassú párolgás

Töltsünk meg egy poharat vízzel és helyezzük az ablakpárkányra.

Kérdezzük meg a gyerekeket: „Mi fog történni, ha egy ideig itt hagyjuk a poharat? Miért?”

Jegyezzük fel a gyerekek válaszait az interaktív táblára.

#### Gyorsított párolgás

Tegyünk egy kanál vizet egy tálkába, majd irányítsunk rá hajszárítót alacsony hőmérsékleten. Kérdezzük meg: „Miért tűnik el gyorsabban a víz?”

Az interaktív táblán megjelenített animációk, kísérletek segítségével magyarázzuk el, hogy a meleg levegő gyorsítja a vízmolekulák mozgását, ezért azok könnyebben elpárolognak.

## Párolgás felületen

Cseppentsünk egy kis vizet egy papírlapra, és hagyjuk egy részét szabadon, míg a másik részre irányítunk hajszárítót. Figyeljük meg, melyik részen párolog el gyorsabban a víz.

Beszéljünk róla: „Hogyan segít a nagyobb felület a párolgásban?”

## A párolgás folyamatának megértése

Az interaktív táblán nyissunk meg egy egyszerű interaktív játékot vagy szimulációt, amely bemutatja a víz körforgását (pl. napsütés, párolgás, felhőképződés, eső).

A gyerekek maguk is húzhatják vagy mozgathatják az elemeket (pl. a napot a víz fölé, hogy beindítsák a párolgást).



Anyanyelvi foglalkozás

## Ismerünk-e olyan verset, mondókát, amelyik a vízről szól?

**Cél:** A gyerekek ismerkedjenek meg a víz fontosságával, tulajdonságaival, és különböző műfajokon keresztül (mondókák, versek, énekek) mutassák be ezt a természeti elemet.

**Eszközök:** papírok, színes ceruzák, zenei eszközök (pl. csörgő, dob, tamburin), képeslapok a vízről, projektor vagy más digitális eszköz

## Bevezetés – Képzletbeli utazás a víz világába

Kezdjük a foglalkozást egy közös beszélgetéssel a vízről. Kérdezzük meg a gyerekeket, mit tudnak a vízről, mi minden történik vele, hol találkozunk vele a mindennapjainkban. Miután megosztották gondolataikat, vezessük őket egy rövid történetbe, ahol a víz különböző formákban (patak, tó, eső, jég) szerepel, és kérjük őket, hogy próbálják meg elképzelni, hogy milyen érzés lehet ott lenni.

## Verseket a vízről

Gazdag Erzsébet: *Nyári eső és Esik eső*

Weöres Sándor: *Tó vize*

Kányádi Sándor: *Ha én zápor volnék*

Földi Erzsébet: *Csobogó*

Gryllus Vilmos: *Jégeső*



Földrajz/ integrált zene

## Kísérlet: A víz hangjai – Fedezd fel, hogyan szól a víz!

**Cél:** A gyerekek felfedezhetik, hogyan keltenek hangot a víz különböző mozgási formái. A kísérlet segít megérteni, hogy a víz mozgása és környezete hogyan befolyásolja az észlelt hangot.

## Eszközök

- egy kis tál víz
- egy műanyag pohár vagy üvegedény
- egy kanál vagy fakanál
- egy szórófejes palack (vagy spray doboz)
- különböző „víztestek” (pl. egy kis kád víz, esővíz, csobogó víz a kertből, ha elérhető)

- papír és toll a megfigyelések lejegyzéséhez

**Előkészületek:** Először is készítsük elő a különböző víztesteket, amelyeket a gyerekek megfigyelhetnek. Ha van lehetőség, a kísérletet különböző típusú vízzel végezhetjük el (pl. csapvíz, esővíz, víz a kertből). Ha ezek nem elérhetőek, akkor is elvégezhetjük a kísérletet egyetlen vízforrással is.

### A kísérlet menete

**Bevezetés:** Kezdjük a beszélgetést a víz hangjairól. Kérdezzük meg a gyerekeket, mit gondolnak, hogyan hallhatunk különböző hangokat a víztől, és milyen vízforrásokat ismernek (pl. patak, tenger, vizesés). Mutassuk be a kísérletet, és magyarázzuk el, hogy a víz mozgása hatással van a hangjára.

### I. Csepegő víz hangja

1. Töltsünk egy tálba vizet, és helyezzük a tálat a gyerekek elé.
2. Kérjük meg a gyerekeket, hogy figyeljék meg a víz csöpögését. Ehhez egy szórófejes palackot vagy egy kis csapot használhatunk, hogy vízcseppeket ejtsünk a tálba.
3. Megfigyelés: Kérjük a gyerekeket, hogy hallgassák meg, milyen hangot ad a víz, miközben csepeg. Készítsenek jegyzetet arról, hogy a cseppentés hangja „halk” és „szakaszos”.

### II. Patak csobogásának imitálása

1. Vegyünk egy műanyag poharat, és tegyük egy kisebb edényben levő vízbe, a felszín alá. Kérjük meg a gyerekeket, hogy figyeljék meg, mi történik, amikor a poharat lassan mozgatjuk a vízben (előre-hátra, le-fel stb.). A poharat töltsük meg vízzel, és lassan, a felszínhez közel öntsük a vizet az edénybe.
2. Csepegtethetünk vizet egy kanál segítségével a pohár szélére, próbálva imitálni a patak csobogó hangját.
3. Megfigyelés: Figyeljük meg, hogy a víz szakaszosan csobog, és a hang folyamatos, lágy. A gyerekek jegyezzék fel, hogyan változik a hang a víz mozgása során.

### III. A vizesés hangja

1. Öntsünk több vizet egy magasabban elhelyezett edényből egy másik nagyobb edénybe, például egy műanyag pohárból egy tálba, hogy imitáljuk a vizesés hangját. A víz gyors mozgása erőteljesebb hangot adhat. Ehhez használhatunk animációt vagy filmeket különböző vizesésekről: Niagara-vizesés, Angel-vizesés stb.
2. Megfigyelés: A gyerekek hallgassák meg, hogyan zúg a víz, amikor gyorsan esik. Beszéljük meg, hogy a vizesés hangja erőteljes, és gyors vízmozgást igényel.

**Összehasonlítás:** Kérjük a gyerekeket, hogy hasonlítsák össze a három hangot. Melyik volt a leglágyabb? Melyik volt a lehangosabb? Milyen különbségeket hallottak a három különböző vízmozgás között? Beszéljük meg, hogy miért keltenek más-más hangokat a víz különböző mozgásai. Hogyan befolyásolja a víz sebessége és mennyisége a hallott hangot?



## Festés jéggel – A víz halmazállapotainak felfedezése

**Cél:** A gyerekek felfedezhetik a víz halmazállapotainak változásait, és kreatívan használják fel a jeget festéshez. Ez a tevékenység segít a gyerekeknek megérteni a víz fagyási és oladási folyamatát, miközben művészeti élményt is nyújt.

### Eszközök

- jégkockák, amelyeket előre elkészíthetünk
- akvarellfestékek
- fehér papír (vagy akvarellpapír)
- ecsetek
- tálak vagy műanyag edények
- papírtörölő
- jégdarabok tárolására szolgáló tálca

**Előkészületek:** Előző nap fagyasszunk le a megszínezett vizet azzal a céllal, hogy a gyerekek az előre előkészített színezett jégkockákkal dolgozzanak.

A jég színezéséhez egyszerű ételfestékeket is használhatunk, ha nem rendelkezünk akvarellfestékekkel.

### A kísérlet menete

**Bevezetés:** Kezdjük egy rövid beszélgetéssel a víz halmazállapotairól. Kérdezzük meg a gyerekeket, hogy milyen formában találkozhatunk a vízzel (folyékony, szilárd, gáz), és hogyan változik a víz állapota különböző hőmérsékletek hatására. Magyarázzuk el, hogy ma a víz szilárd halmazállapotát, a jeget fogjuk használni festésre.

**Jégdarabok előkészítése:** Készítsük elő a színezett jégdarabokat, és tegyük őket a tálcákra. Minden gyerek kap egy kis jégtömböt vagy jégkockát, amelyet ecsettel fog festeni.

### Kreatív festés

1. Kérjük meg a gyerekeket, hogy vigyék a jégkockákat a papírra, és nézzék meg, hogyan olvadnak a jégdarabok, miközben festenek. A színes jégkocka lenyomatot hagy a papíron, ahogy olvad.
2. Az ecsetek segítségével a gyerekek különböző színeket használhatnak a jégdarabokon, miközben figyelik, hogyan olvad el a jég és hogyan keverednek a színek.
3. Megfigyelés: Kérjük a gyerekeket, hogy figyeljék meg a következőket:
  - Hogyan változik a jég a festés közben? Mi történik, amikor a jég elolvad?
  - Hogyan keverednek a színek? Alakulnak-e új színek a jég olvadása közben?
  - Milyen érzés a hideg jéggel festeni? Hogyan érezzük, ha a jég gyorsan elolvad?

**Képzalkotás és kreatív munka:** Mivel a jég gyorsan olvad, a gyerekeknek figyelniük kell, hogy miként dolgoznak vele. Biztassuk őket arra, hogy gyorsan alkossanak valamit, például egy színes tájat, absztrakt

műalkotást, vagy bármit, amit a jég olvadásával inspirálva hoznak létre. Az olvadó jég nyújthat érdekes textúrákat és színárnyalatokat.

**Összegzés és beszélgetés:** Miután a gyerekek befejezték a festést, ültessük le őket, és beszéljünk az alkotás élményéről. Mi történt a jéggel? Hogyan változott a szín és a textúra? Hogyan alakulták át, változtak a festés során a jégdarabok?

Mutassuk meg, hogy miként hozhatunk létre érdekes mintákat azzal, hogy figyelünk a jég oladására.

Kérjük meg a gyerekeket, hogy meséljenek a műveikről, mit ábrázoltak, mi inspirálta őket.

**Zárás:** A foglalkozás végén kérjük a gyerekeket, hogy hagyják megszáradni a festményeket. Ha az idő engedi, próbálhatjuk újra lefagyasztani a megmaradt vizet, hogy más jégtömböket készíthessünk, és újra felfedezhessük a víz halmazállapotaival való alkotást.



### Matematika

#### **Az űrtartalom felfedezése játékosan**

[Melléklet: Mértékegységek gyakorlása](#)

**Cél:** Az űrtartalom alapvető mértékegységeinek megismerése (liter, deciliter, milliliter stb.).

Az űrtartalom összehasonlítása különböző edények segítségével.

Becslés és mérés gyakorlása.

#### **Szükséges eszközök**

- különböző méretű edények (pl. pohár, tál, kancsó, üveg, palack)
- mérőedény (pl. mérőpohár, amely literre és deciliterre van skálázva)
- víz vagy más folyadék (pl. színezett víz a vizuális hatás érdekében)
- papír és ceruza a jegyzeteléshez

#### **Tevékenység menete**

**1. Ismerkedés az űrtartalommal:** Beszélgessünk arról, hogy mit jelent az űrtartalom. Példák: „egy liter tej”, „fél liter üdítő”, „1 deciliter gyümölcslé”.

Mutassátok meg a liter, a deciliter, a milliliter közötti kapcsolatot:

$$1 \text{ liter} = 10 \text{ deciliter} = 1000 \text{ milliliter}$$

#### **2. Becslés és mérés**

- **Becslés:** Helyeztetek az asztalra különböző edényeket, és kérjétek meg a gyerekeket, hogy tippeljék meg, melyikbe mennyi víz fér. Példák: Egy pohár kb. 2 deciliter? Egy kisebb palack fél liter?
- **Mérés:** Töltsétek meg az edényeket vízzel, majd öntsétek át egy mérőpohárba. Jegyezzétek fel az eredményeket!
- **Összehasonlítás:** Hasonlítsák össze az edények űrtartalmát: „Melyik edénybe fér több víz?” Figyeljék meg, hogy 5 deciliter megegyezik-e a fél literrel!

#### **3. Mértékegységek átváltása játékosan**

- Adjunk a gyerekeknek különböző gyakorlati „feladatokat”:  
„Hány deciliter vizet kell tölteni egy üvegbe, hogy 1 liter legyen?”  
„Egy pillepalackban 750 milliliter víz van. Hány deciliter ez?”
- Hagyjuk, hogy maguk kísérletezzék ki a választ, és közben gyakorolják a mértékegység-átváltásokat.



Környezet-  
ismeret

#### 4. Verseny vagy csoportmunka

Csoportos feladat: Adjátok oda a gyerekeknek az edényeket, és kérjétek meg őket, hogy mérjenek ki pontosan 1 litert úgy, hogy az összes edényt használhatják.

Verseny: Ki tudja a leggyorsabban megmérni pontosan a fél litert vagy a 3 decilitert?

#### Hogyan tisztítjuk a vizet?

A gyerekek megismerik a víz tisztításának alapvető módszereit egyszerű, gyakorlati kísérleteken keresztül. Megértik, miért fontos a víz tisztítása, és hogyan zajlik ez a folyamat a vízműveknél.

#### Miért fontos a tiszta víz?

Beszéljük meg a gyerekekkel, miért fontos, hogy tiszta vizet igyunk. Mutassunk példákat: tiszta ivóvíz és szennyezett víz képeit vagy mintáit hasonlítsuk össze.

Kérdezzük meg: „Szerintetek mi történik, ha szennyezett vizet iszunk? Hogyan lehet a vizet megtisztítani?”

#### Vízisztítási módszerek

Eszközök

- egy tál mocskos, szennyezett víz (pl. homokkal, apró levelekkel, magokkal szennyezve)
- szűrő (kávészűrő vagy gézdarab)
- aktív szén vagy pamut
- homok és kavics (tisztításhoz)
- tiszta edények
- tölcsér
- üveg vagy átlátszó műanyag palack

Menet

#### 1. Szennyezett víz vizsgálata

Töltsünk egy tálba szennyezett vizet. Kérjük meg a gyerekeket, hogy figyeljék meg, milyen szennyeződéseknek látnak (homok, levelek, törmelék, magvak stb.).

Kérdezzük meg: „Hogyan tisztítanátok meg a tálban lévő vizet, ha nincs gépünk vagy speciális eszközünk?”

#### 2. Szűrés folyamatának bemutatása

Helyezzük a tölcséret egy tiszta üveg vagy palack fölé.

Tegyünk bele egy réteg gézt vagy kávészűrőt, majd egy réteg homokot és kavicsot.

Öntsük lassan a szennyezett vizet a tölcsérbe, és figyeljük, hogyan szűri meg a homok- és kavicsrétegek a vizet.

Magyarázzuk el, hogy ez az egyik alapvető módszer a szilárd szennyeződések eltávolítására.

#### 3. Összehasonlítás

Öntsük a tisztított vizet egy másik üvegbe, és tegyük a szennyezett víz mellé. Kérjük meg a gyerekeket, hogy figyeljék meg a különbségeket. Beszéljük meg, hogy ez a víz még nem alkalmas ivásra, de közelebb van a tisztított vízhez.

#### 4. Összegzés a vízisztításról

Beszéljük meg a gyerekekkel, hogy a természetben a talaj is hasonlóan szűri meg a vizet.

Magyarázzuk el, hogy a vízművekben ez a folyamat sokkal nagyobb méretben és még hatékonyabb technológiákkal történik.  
Kérdezzük meg: „Milyen más módszereket tudtok elképzelni a víz tisztítására?”

#### Látogatás a helyi vízművekhez

Kérjük meg a vízművek munkatársait, hogy mutassák be a víztisztítás folyamatát, különösen a gyerekek számára érthető formában.  
Adjunk a gyerekeknek jegyzetfüzetet, hogy rajzolják le, amit látnak (pl. szűrőberendezések, víztározók). Az így elkészült munkát egymásnak bemutathatják a gyerekek.



Függelék

#### Linkek (videók, ötletek, segédanyagok)

[Mondókák Gyerekeknek – A víz körforgása \(YouTube\)](#)

[A víz körforgása \(Genially\)](#)

[Víz körforgása videóval és képekkel](#)

[A halmazállapotok](#)

[A víz körforgása \(YouTube\)](#)

[A víz körforgása 2 \(YouTube\)](#)

#### Összegyűjtött dalok víz témában

*Debrecennek van egy vize*

*A pisztráng*

*Ó, mely sok hal terem*

Gryllus Vilmos: *A teknősbéka*

Gryllus Vilmos: *Málna*

Gryllus Vilmos: *Kémény tetején*

Gryllus Vilmos: *Gólya*

Gryllus Vilmos: *Békavacsora*

*A part alatt*

*Hej, halászok, halászok*

*Elesett a lúd a jégen*

*Hej, Dunáról fúj a szél*

*A panyiti halastóba*

*Által mennék én a Tiszán*

*Nád alól és köd alól*

*Gólya bácsi, gólya*

*Gólya viszi a fiát*

*Itt is egy kis kút*

*Csepp, csepp csepereg*

Weöres Sándor: *Olvadás*

Weöres Sándor: *Tó vize*

*Széles a Duna*

*Kis kacsa fürdik*

*Balaton közepe náddal van kerítve*

*Ess eső, ess*

#### További mesék víz témában

Fésűs Éva: *A békakirály papucs*

Fésűs Éva: *Az irigy medve*

*Forrástól a tengerig – Mese a vízről*

Zelk Zoltán: *Párácscsa*

Vlagyimir Szutyjev: *A kis hajó*

Grimm testvérek: *A tavitündér*  
Grimm testvérek: *Béka király és Vashenrik*  
*A tölgy és a nád (Állatmesék)*  
*Az áruló béka (Állatmesék)*  
*A finnyás kócsag (Állatmesék)*  
*A menyét, a nyúl és a macska (Állatmesék)*  
Móra Ferenc: *Csupaszem a világjáró*  
Móra Ferenc: *A vízimolnár lánya*  
Móra Ferenc: *A sédi malom*  
*Az aranyhal (Benedek Elek: Magyar népmesék)*  
*A 13 hattyú (Benedek Elek: Magyar népmesék)*  
*A róka és a gólya (A világ legszebb meséi)*  
*A patak meséje (Zelk Zoltán: Erdei mulatság)*  
Zelk Zoltán: *A nagyravágyó felhőcske*  
*Halkisasszony (77 magyar népmese)*  
*A teknősbéka és a vadrucák (Ma én mesélek)*  
*Hattyú vitéz (Ma én mesélek)*  
*Halász Józsi (Ma én mesélek)*  
*A világszép nádszál kisasszony (Zilahy Józsefné: Mese – vers az óvodában)*  
Zelk Zoltán: *Hová szaladsz vízipók*  
Kacsásztató (Zilahy Józsefné: *Mese – vers az óvodában*)  
*Gólya, gólya (Zilahy Józsefné)*  
*A jeges medve (Zilahy Józsefné)*  
*Miért sós a tengervíz (japán népmese)*  
*Mese a piros kalapos békáról (lengyel mese)*  
Kányádi Sándor: *Pitty-potty és litty-lotty*  
*Az icike-picike halacska*  
Gazdag Erzsébet: *A pisztráng és patak*

Melléklet: Mértékegységek gyakorlása

### AZ ŪRTARTALOM MÉRÉSE

Mesélj a képről!



Az ūrtartalom mérésére mérőhengert használunk. Az ūrtartalom mértékegysége a liter. Jele: *l*.

Ebben az flakonban **2 l** ásványvíz van.

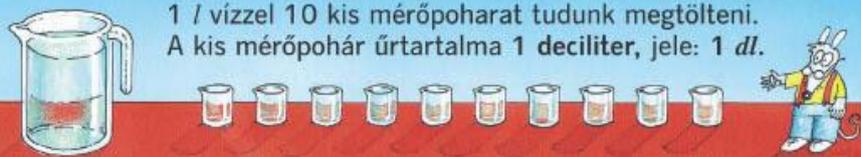
mérőszám
mértékegység



1 liter

---

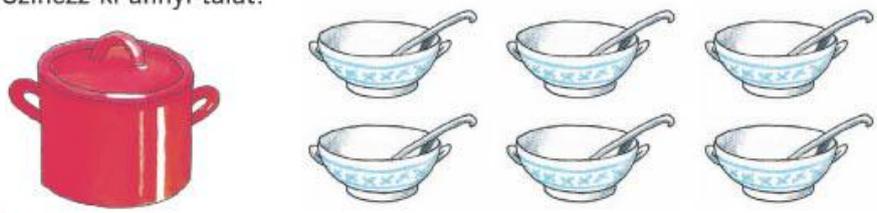
1 l vízzel 10 kis mérőpoharat tudunk megtölteni. A kis mérőpohár ūrtartalma 1 deciliter, jele: *dl*.



**1 liter = 10 dl**

---

Hány 3 literes levesestálat tudok teleönteni 12 liter levessel? Színezz ki annyi tálat!




---

Melyik fazékban lehet több levest főzni? Számozással állítsd sorba az edényeket! A legnagyobbval kezd!

Igaz vagy hamis?

- A sárga fazékba fér a legkevesebb leves.
- A sárga fazékba kevesebb leves fér, mint a kékbe.
- A kék fazékban lehet a legtöbb levest főzni.
- A kék fazékba több leves fér, mint a pirosba.
- A piros fazékba több leves fér, mint a sárgába.



## 8. Mit tudunk a vízről?

STE(A)M-területek	fizika • földtudomány • kémia • informatika • művészet
Kultúrák közötti kapcsolatok	A víz, mint az élet szüksége, véges édesvíz-készleteink mindenhol fontos kérdés. A víz elengedhetetlen az élethez (biológia, fizika, kémia, történelem, társadalom).

## Összefoglaló táblázat

Tantárgyak	természettudomány
Témák	Víz.
Diákok kora	10-18 év
Tanóra/projekt időtartama	4×45 perc
Diákok száma	max. 30 fő
Online tanítási eszközök	Az anyagok az egyes csoportok munkáira példát mutató állomásoknál találhatóak.
Offline tanítási eszközök	Az anyagok az egyes csoportok munkáira példát mutató állomásoknál találhatóak.
21. századi kompetenciák	innováció • kreativitás • problémamegoldás • analitikus gondolkodás • aktív tanulás • kritikai gondolkodás • információs és kommunikációs technológiák • együttműködési készség
Tanulási célok	szaktudományos tudás megszerzése • tanulói közösségek alakulásának segítése • manuális készségek fejlesztése • absztraháló képesség fejlesztése

## Projektterv

A gyakorlat elnevezése	Mit tudunk a vízről?
------------------------	----------------------

## A megvalósítás menete



Előzetes kérdések	Törött-e a ceruza? Lehet-e a vízen járni? Lehet buborékkal gyertyát fújni? Miért színes az olajfolt? Hogyan lehet színesre festeni egy fehér virágot? Mit jelent ez: pH 5,5? Mi az a korrózió? Kemény vagy lágy a víz? Ihatóvá tehető a pocsolyavíz? Csapvíz vagy ásványvíz?
-------------------	---

## ÉTEL ÉS VÍZ

	Lassú víz, partot mos? – A felszínformáló hatások. Vízhiány: segíthetünk valahogy?
	<b>Ötletbörze</b> Csoportok alakítása. Témakörök kiosztása. A diákok ötleteinek összegyűjtése.
	<b>Előkészítés</b> Az egyes kísérletekhez szükséges eszközök összegyűjtése, a kísérletek összeállítása, a feladatleírások és a magyarázatok elkészítése.
	<b>Bevezetés</b> Az egyes csoportok elkészítik az interaktív kiállítás egy-egy állomását. Minden állomáson kell, hogy legyen leírás és kipróbálható eszköz.
	<b>Hipotézisek</b> A víz sokoldalúságát, érdekes tulajdonságait és véges mennyiségét megismerve fokozható a tanulói környezettudatosság.
	<b>Célok</b> A víz sokoldalúságát, érdekes tulajdonságait és véges mennyiségét megismerve fokozható a tanulói környezettudatosság.
	<b>Felfedezések</b> Minden egyes csoport elkészíti az interaktív kiállítás egy-egy elemét a csoporton belüli kooperatív munkamegosztással. Az elkészült kiállítást „végigjászva” minden tanuló megismeri az összes csoport eredményeit.
	<b>Produktum</b> A kiállítás megtekintése közben a tanulók játszva sajátítják el az ismereteket.
	<b>Reflexiók</b> Miért egyeznek meg vagy különböznek az előzetes sejtések és az tapasztaltak?
	<b>Prezentálás</b> Interaktív kiállítást készítenek a diákok, amelyet mindenki meg tud tekinteni, ki tudja próbálni az egyes eszközöket.
	<b>Eszközök</b> Kísérleti eszközök.
	<b>Újratervezés</b> Az első kipróbálás után felmerülhetnek módosítások az egyes eszközökhöz vagy a leírások korrekciójához.

### Állomások

	<b>Bemutató</b> Az alábbiakban néhány példát mutatunk be arra, milyen ötletek merülhetnek fel a kiállítás egyes elemeinek elkészítéséhez. Valójában akárhányszor végezzük el a gyakorlatot, annyiféle kiállítás jön létre.  <b>1. Optikai csalódások vízzel (fénytörés)</b> Találjunk meglepő, érdekes optikai jelenségeket a vízhez kapcsolódóan, pl. törött-e a ceruza.
---	---



1. ábra

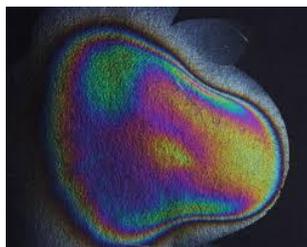
Online tananyag

[12 bámulatos optikai illúzió](#)

[Amazing Water Trick – Amazing Science Tricks Using Liquid \(YouTube\)](#)

## 2. Vékonyréteg interferencia

Miért színes az olajfolt? A víz felületén kialakuló vékony réteg miatt interferenciajelenség jön létre. Keressük meg a magyarázatát, és készítsünk modellt szintelen körömlakk és fotókarton segítségével!



2. ábra

Online tananyag

[Exploring Materials – Thin Films](#)

[Thin-film interference \(Wikipedia\)](#)

[Thin Film Interference \(part 1\) \(YouTube\)](#)

## 3. A víz felületi feszültsége

Lehet-e vizet hordani szitában?

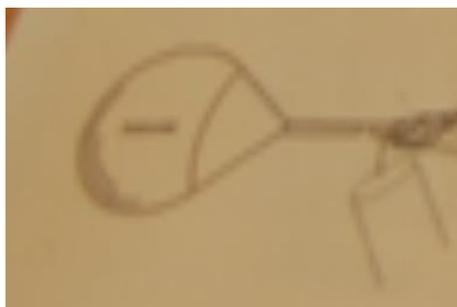
[Upside down bottle](#)

## 4. Görbületi nyomás

Hogyan lehet buborékkal gyertyát fűjni?



3. ábra



4. ábra

## 5. Kapillaritás és virágok

Színváltó virágok kísérlet

[Color Changing Flowers – Science Experiment for Kids](#)



5. ábra

### 6. Savak és bázisok

A vöröskáposzta pH-tesztje

[Az egészséges pH indikátor \(Facebook\)](#)

### 7. Kemény a víz?

Keményvíz-kísérlet

[Hard Water Experiment](#)

### 8. Vízisztítás

Készíts vízszűrőt!

[Make a Water Filter](#)

[Sand Filter Science Experiment](#)

[Water Filtration Science Project](#)

### 9. Lassú víz, partot mos – felszínformáló hatások

Időjárás, erózió, lerakódás

[Weathering, Erosion, and Deposition Experiment \(YouTube\)](#)

### 10. Vízhiány

Vízhiány (minden korosztálynak)

[The Water Crisis - Lesson Plans for All Grades](#)

A téma akár több „állomást” része is lehet.

[Komplex természettudomány kézikönyv](#) (132. oldal)

### 11. Csapvíz vagy ásványvíz

Van jelentős különbség a csapvíz és a palackozott víz között?

[Tap Water, Bottled Water](#)

### 12. Tudományos vizsgálat a szögön – korrózió

Mi az a korrózió?

[A fémek korróziója \(NKP\)](#)

[Experiment to prove that the presence of air and water are essential for corrosion/rusting \(YouTube\)](#)



### Tapasztalatok

A kiállítás készítése, a csapatmunka is fontos tapasztalat.

Az elkészült kiállítás megtekintése során a konkrét tartalmi ismeretek elsajátításán túl az is fontos tapasztalat, mennyire sikerült érthető és jól használható kiállításelemet készíteni egy-egy csoportnak.

## 9. Vízi állatokra ható erők

STE(A)M-területek	matematika • természettudomány • informatika • műszaki tudományok • fenntarthatóság
Kultúrák közötti kapcsolatok	A Föld különböző területein lévő ökoszisztémák közötti különbségek (biodiverzitás).

### Összefoglaló táblázat

Tantárgyak	biológia • fizika • matematika
Témák	Állatok vízben való viselkedésének fizikai magyarázata. Víz alatt élő állatokra ható erők.
Diákok kora	15-18 év
Tanóra/projekt időtartama	4×45 perc
Diákok száma	10-15 fő
Online tanítási eszközök	tablet • PC • okostelefon • interaktív tábla • projektor
Offline tanítási eszközök	Kísérletekhez szükséges eszközök.
21. századi kompetenciák	kommunikáció • együttműködés • csapatmunka • kreativitás • innováció • kritikus gondolkodás • problémamegoldás
Tanulási célok	interdiszciplináris tanulás • szaktudományos tudás megszerzése • kísérletezés gyakorlása

### Projektterv

A gyakorlat elnevezése	Vízi állatokra ható erők
------------------------	--------------------------

### A megvalósítás menete



Érdeklődés felkeltése

- Rovarok a tavak felszínén. Sok élő szervezet számára a vízfelszín kitűnő élettér. A könnyű rovarok és pókok szívesen népesítik be a tavak, lassú folyású patakok felszínét.
- A molnárpóloskák hossza általában 1 cm. A vízben állva sajátos felépítésű lábuk alatt a vízfelszín kissé behorpad, hártvaként viselkedik.
- A molnárkák lába nem olajos, hanem a láb utolsó, a vízzel érintkező ízét, apró, sílécekhez hasonló, finom, levegővel teli szőrpárna borítja. Vannak olyan rovarok is, amelyek nemcsak a láb utolsó ízével, hanem egész lábszárukkal is támaszkodnak a vízben.
- Lábukkal csapnak egyet a vízre, ahol kis gödör keletkezik. A gödör falának „támaszkodva” előre haladásukat a lábukra a gödör által kifejtett erőhatásnak köszönhetik. Egyetlen lábcsapással akár 12 cm-es távolságot is megtesznek, 90 cm/s sebességre is felgyorsulhatnak.

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Számos sajátos módon készített fotón is látható, hogy a víz felületén nyugvó bogár lábai alatt a felszín kissé benyomódik. Lábukat a víz nem nedvesíti.</li> <li>• A hátónúszó poloska a molnárka távoli rokona. A vízfelszín alatt él, csónak formájú teste alkalmazkodott a vízi életmódhoz. Az álcázás miatt hátoldala világos, hasoldala sötét, amelyet lapos és sűrű szőrzet borít. A víz felületén a felszín alatt a szőrpárnában lévő légbuborék miatt testük a vízfelület hártájához tapad. Ők alulról „kapaszkodnak” a vízfelülethez. A légbuborékból levegőt is vesznek (fizikai tüdőnek is nevezik), néha viszont maguk szakítják át a hártaként viselkedő felszínt, hogy levegőt vegyenek.</li> </ul>
	<p><b>Előkészületek</b></p> <p>Beszélgetsetek a következő témákról! Ha lemerülünk a korallok, a ráják, a teknősök és a cápák világába, akkor mi is tapasztalhatjuk, milyen veszélyek fenyegetik ezeket a csodálatra méltó állatokat, és mit tehetünk a fennmaradásuk érdekében?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Földünk <math>\frac{3}{4}</math>-ét óceánok, tengerek borítják, ezért nem is Földnek kellene hívni a bolygót, hanem víznek.</li> <li>• A víz alatti ökoszisztémák jelentős szerepet játszanak a klímaváltozás lassításában, a szén-dioxid mennyiségének csökkentésében a légkörben.</li> <li>• 1997-ben, a Maldív-szigeteken lévő korallszirtek majdnem 90 százaléka elpusztult az El Nino néven ismert természeti jelenség következtében.</li> </ul>
	<p><b>Bemutató</b></p> <p><b>1. kísérlet</b> Vágjunk ki papír vastagságú alumíniumfóliából 5-6 cm hosszú hajó formát. Helyezzük azt óvatosan víz felületére, és cseppentsünk egy kis csepp mosogatószert, vagy érintsünk egy darabka szappant a hajóforma végénél a vízre. A kis hajó ezzel ellentétes irányban elmozdul. A mosogatószer a cseppentés környezetében ugyanis kb. harmadára csökkenti a víz felületi feszültségét, a hajó korábbi egyensúlya megbomlik, ezért az eredő erő irányába elmozdul.</p> <p><b>2. kísérlet</b> A nyomás megváltozásával a mélytengeri halak szervezetében károsodások jönnek létre, amelyet a diákok egy látványos kísérletben maguk is megtapasztalhatnak. Mindehhez csupán orvosi fecskendőre és mályvacukorra (marshmallows) van szükségük.</p>
	<p><b>Előzetes feltevések</b></p> <p>A víziállatok „könnyebbek” a vízben. Felhajtóerő hat rájuk. A víz felületi feszültsége miatt tudnak a vízen „járni”. A halak az úszóhólyag segítségével változtatják átlagos sűrűségüket.</p>
	<p><b>Kérdések</b></p> <p>A víznél kisebb sűrűségű testek úsznak a víz felszínén? Ha a test sűrűsége megegyezik a víz sűrűségével, akkor a test bármely mélységben egyensúlyban van, lebeg? A víznél nagyobb sűrűségű, tömör testek elmerülnek a vízben? A víznél nagyobb sűrűségű anyagból készült, üreges testek úsznak a víz felszínén, ekkor ezek átlagos sűrűsége kisebb a víz sűrűségénél? Hogyan élnek túl az állatok az óceán legmélyebb részein lévő hatalmas hidrosztatikai nyomást?</p>

 Felfedeztető módszer	Tervezz kísérletet az előbbi kérdések igazolására! Számítással is ellenőrizd eredményeidet!
 Tapasztalatok	Pl. a nyomás a vízben közelítőleg 10 méter mélyen ugyanekkora, mint a tengerszint magasságában lévő légnyomás. Az ott tartózkodó testekre tehát a légköri nyomás kétszerese, kb. 200 kPa nehezedik. Minden újabb 10 méter a nyomást 100 kPa-lal növeli.
 Bemutató anyagok	<p><b>Vízi állatok egyedülálló merülési „praktikái”</b></p> <p>A tengerek, óceánok, tavak élővilága igen gazdag, egy-egy vízi élőlény élettere sokszor a vízfelszíntől kezdve több száz méter mély térségekre is kiterjed. Ahhoz, hogy az állat az energiáját a leggazdaságosabban használja, a megélhetéséhez szükséges cselekedetekre fordítsa, minden mélységben valamilyen „trükkkel” biztosítani kell neki azt az állapotot, amelyet „semleges úszóképesség” elnevezéssel illet a szakirodalom. Ez az állapot nem más, mint a mindenkori mélységnek megfelelő lebegés beállítása. A vízmélységgel nő a nyomás, csökken a hőmérséklet, és ezekhez a körülményekhez minden vízi állatnak alkalmazkodnia kellett. Minden tartózkodási helyükön az állatra ható nehézségi erőnek egyensúlyt kell tartani a felhajtóerővel, és ehhez a szabályozáshoz szükség van bizonyos fortélyokra. A vízi állatok merülése és felszínre emelkedése gyors folyamat, de azokban a kívánt mélységekben való huzamosabb tartózkodáshoz szükségesek a fortélyok, melyek többnyire az állat átlagsűrűségének változtatásán keresztül valósulnak meg.</p> <p><b>Vajon milyen fogásokat alkalmaznak a vízben élő állatok az átlagsűrűségük változtatására?</b></p> <p>Kezdjük a halakkal! A vízben élő állatok átlagos sűrűsége a vízával közel azonos, ezért a rájuk ható felhajtóerő a nehézségi erőt teljesen kiegyenlíti, lebegnek. Ez a körülmény felépítésükben úgy tükröződik, hogy a csontvázuk tömege a teljes testtömegnek csupán néhány százalékát teszi ki, nincsen szükség olyan masszív tartó szerkezetre, mint amilyen a szárazföldön élő társaiknál tapasztalható. Míg a halak csontváza a teljes testtömegük kb. 8%-a, a vízi és szárazföldi életet is élő békáké kb. 11%, addig a nyúlénál ez az érték már a 15%-ot is eléri.</p> <p>A csontos halak érdekes szerve az úszóhólyag, amellyel az úszás mélységét szabályozzák.</p> <p>Az úszóhólyag fala figyelemre méltó rugalmas tulajdonságokkal rendelkezik. A hal az úszóhólyagjával „állítja be” a mindenkori mélységnek megfelelő átlagos sűrűségét. A zárt úszóhólyagot gázzal tölti meg, ha a térfogat növelésére van szükség, ha viszont mélyebbre kerül, az ott uralkodó nagyobb nyomás miatt az úszóhólyag összenyomódik, az állat átlagsűrűsége nő. A hólyag méretével változik a hal térfogata, emiatt az átlagsűrűsége is.</p>
 Eredmények	Tapasztalataidat mutasd be egy prezentáció segítségével, vagy mutasd be társaidnak a kísérleteket magyarázatokkal együtt!

## Tantárgyi kapcsolatok

 Természet-tudomány	<p><b>Arkhimédész törvénye</b></p> <p>A természetben vízben élnek a Föld legnagyobb testű élőlényei. A kacsa a földön totyogva nehézkes madár benyomását kelti. Nem így a vízben! A vízfelszínen könnyedén siklik.</p>
--	--

A testek a vízben könnyebbek, s mozgásukat sem fékezi a víz annyira, mintha a talajon mozognának. A kisebb sűrűdés és a testekre a vízben ható felhajtóerő jelentősen befolyásolta a vízi élőlények felépítését, viselkedését.

Ha a rovar  $\rho$  sűrűségét a vízével azonosnak vesszük  $\rho=1 \text{ g/cm}^3$ , és a víz levegőre vonatkoztatott felületi feszültségét pedig  $\sigma=72,8 \text{ dyn/cm}$  értéknek, akkor az  $F_{\max}=19,7 \text{ dyn}$ . Ebből tehát a rovar tömegére kb.  $0,02 \text{ g}$ , a közelítő lineáris méretére pedig  $3 \text{ mm}$  adódik ( $1 \text{ dyn}=0,1 \text{ mN}$ ).

### Hidrosztatika

A nyugvó folyadékok tulajdonságait a hidrosztatika törvényeivel írhatjuk le. A nyugvó folyadékok felszíne a Földön vízszintes, a nehézségi erőre merőleges. A folyadékban egy adott mélységben a nyomás, a hidrosztatikai nyomás, a  $h$  mélységgel egyenesen arányosan nő,  $p=\rho \cdot g \cdot h$ , ahol a  $\rho$  a folyadék sűrűsége, a  $g$  a nehézségi gyorsulás értéke azon a helyen. A levegő nyomásával – Torricelli kísérlete szerint –,  $76 \text{ cm}$  magas higanyoszlop hidrosztatikai nyomása tart egyensúlyt. A légnyomás értéke a fenti összefüggésből könnyen kiszámítható,  $101000 \text{ Pa}=101 \text{ kPa}$ .

### Felhajtóerő

A folyadékba merülő testekre felhajtóerő hat, amelynek értéke a test folyadékba merülő térfogatának megfelelő térfogatú víz súlya.  $F=g \cdot \rho \cdot V$   
Úszáskor a testekre ható erők eredője nulla, a nehézségi erőt a felhajtóerő kiegyenlíti.

### Gáztörvények

A cápák porcos halak, nincsen úszóhólyagjuk. Más merülési praktikához kell folyamodniuk. A vázuk könnyebbé válik már azzal, hogy csont helyett porcból áll. De van más lehetőségük is az átlagsűrűségük változtatására. A cápamáj a mindenkori átlagos sűrűség beállításához használt szervük, mely az állat teljes testtömegének akár  $25-30$  százaléka is lehet (emlősöknél csak  $5$  százalék). A cápamáj kb.  $70$  százalékban a tengervíznél kisebb sűrűségű olajokat és egyéb szerves anyagokat tartalmaz. A cápa a tartózkodásához megfelelő átlagsűrűségét a máját alkotó anyagok térfogati hányadának változtatásával állítja be. A tengervíz sűrűsége  $\rho_t=1,026 \text{ g/cm}^3$ , az olajok sűrűsége  $\rho_o=0,90-0,92 \text{ g/cm}^3$ , a szkevalén sűrűsége pedig  $\rho_s=0,855 \text{ g/cm}^3$ . Mivel a cápáknál a máj mint sűrűség szabályozó nem annyira hatékony szerv, mint az  $51$  úszóhólyag a csontos halaknál, ezért a cápák állandóan mozgásban vannak, hogy elkerüljék az elmerülést.

A tintahal vagy szépia, a nevével ellentétben nem hal, hanem puhatestű, a polipok rokona. Merüléskor a szabályozást a szépiacsonttal oldja meg, amely a teljes testtérfogat közel  $10$  százalékát ( $9,3\%$ ) teszi ki.



Biológia

Molnárka.  
Hátónúszó poloska.  
Molnárpoloska.  
Halak.  
Cetek.  
Mélytengeri állatok.



Digitális kultúra

Digitális eszközök: interaktív tábla, okostelefon, laptop, tablet, PC.  
Prezentáció készítése.



Testnevelés

Sporteszközök: úszófelszerelés.

Bőröndmérleg:

- Mérd meg, mekkora felhajtóerő hat rád az uszodában, miközben teljesen elmerülsz a vízben!
- Határozd meg a tested sűrűségét a mért adatokból!



Matematika

Matematikai eszközök: számológép.

A nyomás mértékegységei közötti átváltás, prefixumok használata.



Függelék

Follow these steps to find out how pressure impacts the deep sea!

1. Pick a fluffy marshmallow. Don't eat it—they are for science!
2. Pull the syringe apart and put the marshmallow inside.
3. Push the plunger down until it nearly touches the marshmallow. Do not squish it!
4. Cover the end of the syringe with your finger.
5. Pull the plunger back and watch what happens to your marshmallow!

1. ábra

1. Vegyél egy puha mályvacukor darabot! Ne edd meg, ezt most tudományos célra használjuk!
2. Tedd bele a cukorkát a fecskendő elülső részébe és nyomd be a dugattyú segítségével!
3. Nyomd be annyira a dugattyút, hogy a cukorka mellett ne maradjon a fecskendőben levegő!
4. Fogd be az ujjaddal a végét!
5. Miközben befogva tartod a fecskendőt (hogy ne tudjon kívülről levegő beszivárogni, húzd vissza lassan a dugattyút és figyeld meg mi történik a mályvacukorral!



2. ábra

When you pull the plunger up, you are **decreasing** the pressure inside.

What you see happening to the marshmallow happens to deep sea animals if they are pulled up to the ocean's surface too quickly!

This is a deep-sea fish called a blob sculpin. The high water pressure supports its shape.

Credit: NOAA/MBARI

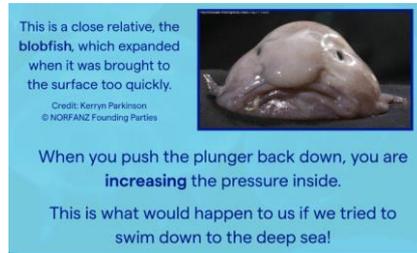


3. ábra

Miközben húzod visszafelé a dugattyút, a térfogat növelésével, (állandó hőmérsékleten; Boyle–Mariotte-törvény) a nyomás csökken.

Így a puha cukorka „felfúvódik”, hiszen a benne lévő nagyobb nyomás kifelé nyomja a részecskéket. Ugyanez történik a mélytengeri állatoknál

is, ha a felszínhez közelebb viszik őket, vagy egy sekélyebb tóba, tárolóba helyezik őket. Ebben az esetben a hidrosztatikai nyomás csökken le az állat felett lévő vízoszlop magasságának a csökkenésével együtt.



4. ábra

A kocsonyahal egy mélytengeri hal, ami ugyanígy „felfúvódik”, amikor gyorsan felhozzák a vízfelszínre.

Ez a kísérlet azt mutatja be, mi történne akár veled is, ha egy mélytengerbe szeretnél lemerülni és felemelkedni.

[Psychrolutes marcidus \(Wikipedia\)](#)

### **Forrás**

[STEM Learning](#)

# FENNTARTHATÓSÁG

# 1. Tanuljunk meg újrahasznosítani a csomagolóanyagokat!

STE(A)M-  
területek

környezetismeret • vizuális művészetek • természetismeret • szelektív hulladékgyűjtés

## Összefoglaló táblázat

Tantárgyak	tudományok • környezetismeret • matematika • magyar nyelv és irodalom • vizuális művészetek • játék és mozgás
Témák	Környezetvédelem. Szelektív hulladékgyűjtés. Különböző anyagok tulajdonságai (üveg, fém, papír).
Diákok kora	6-11 év
Tanóra/projekt időtartama	5×45 perc 1-2 óra tanulmányi út a helyi szeméttelpre/hulladékfeldolgozó üzemhez
Diákok száma	10-24 fő
Online tanítási eszközök	interaktív tábla (interaktív alkalmazásokkal, animációkkal) • laptop • hangfal • projektor
Offline tanítási eszközök	szemléltető képek • feladatlapok
21. századi kompetenciák	kommunikáció • együttműködés és csapatmunka • kreativitás • kritikus, innovatív gondolkodás • problémamegoldás • technológiai műveltség
Tanulási célok	a tanulói közösségek alakulásának segítése • finommotorikus készségek fejlesztése • játékos tanulás • auditív készségek fejlesztése

## Projektterv

A gyakorlat elnevezése

Tanuljunk meg újrahasznosítani a csomagolóanyagokat!

### A megvalósítás menete



Érdeklődés felkeltése, előzetes kérdések

Szelektíven gyűjtöd a hulladékot?  
Hogyan tudunk vigyázni a környezetünkre?  
Újrahasznosíthatjuk a fémet?  
Újrahasznosíthatjuk a papírt?  
Újrahasznosíthatjuk a műanyagot?  
Újrahasznosíthatjuk az üveget?  
Miért fontos a szelektív hulladékgyűjtés?



Előkészületek

Alapanyagok beszerzése

- kísérleti eszközök (pl. poharak; homok; lapos, átlátszó doboz; jég; melegítő eszköz; különböző sűrűségű folyadékok; vízforraló; papírzsebkendő)
- vízfesték, papír
- mérésekhez szükséges eszközök (különböző méretű üvegedények)

## FENNTARTHATÓSÁG

	Bemutató	A projekt célja, hogy játékos és interaktív módon ismertessük meg a gyerekekkel az újrahasznosítás fontosságát és folyamatát. A program során a résztvevők megtanulják, hogyan lehet a mindennapi hulladékot helyesen szétválogatni, újrahasznosítani. Az oktatás során különféle gyakorlati feladatokkal, kézműves tevékenységekkel és szemléltető példákkal segítjük a gyerekeket abban, hogy tudatosabbá váljanak és aktívan hozzájáruljanak a környezetvédelemhez. A célunk, hogy a gyerekek játékos tanuláson keresztül felismerjék, hogy már kis lépésekkel is nagy hatást érhetnek el bolygónk védelmében.
	Előzetes feltevések	A gyerekek többsége csak alapszinten ismeri az újrahasznosítást, és nem mindig tudja helyesen azonosítani, mely hulladék melyik kategóriába tartozik. Feltételezzük továbbá, hogy sokan nem érzékelik az újrahasznosítás közvetlen hatását a környezetre, ezért fontos, hogy játékos módon mutassuk be az összefüggéseket. Az is valószínű, hogy a gyerekek szívesen tanulnak a témáról, ha kreatív és interaktív tevékenységekkel tesszük érdekessé a folyamatot.
	Tervezés	A gyerekek számára fontos, hogy játékos és interaktív módon sajátítsák el ezeket az információkat, így mélyebb megértést és érdeklődést alakíthatnak ki. A fenti tudnivalók és tevékenységek segítenek abban, hogy a projekt élvezetes és tanulságos legyen számukra.
	Felfedeztető módszer	A gyerekek aktív részvételével és saját tapasztalataikon keresztül ismerjék meg az újrahasznosítás folyamatát. A projekt során például különböző hulladéktípusokat kapnak, amelyeket nekik kell szétválogatniuk a megfelelő kategóriákba (papír, műanyag, fém stb.), majd megbeszéljük, hogy ezek hogyan kerülnek feldolgozásra. Ezen kívül interaktív játékokkal és kísérletekkel (például egy saját „mini újrahasznosító rendszer” építésével) segítjük, hogy maguk fedezzék fel az újrahasznosítás környezeti és társadalmi előnyeit. A cél az, hogy az ismereteket ne csak hallás, hanem aktív cselekvés és problémamegoldás révén sajátítsák el.
	Tapasztalatok	A gyerekek lelkesen és kreatívan vettek részt a tevékenységben, és gyorsan megértették az újrahasznosítás alapjait a gyakorlaton keresztül. A saját rendszerük építése segített nekik abban, hogy személyes élményként tapasztalják meg a szelektálás fontosságát és a hulladék újrafelhasználásának lehetőségeit.
	Visszajelzések	A pedagógusok és szülők szerint a projekt nemcsak szórakoztató volt, hanem fontos szemléletformáló hatással is bír, amely a gyerekek mindennapjaiban is megjelenhet. A gyerekek élvezték a kreatív és játékos feladatokat, és büszkék voltak az elkészült mini újrahasznosító rendszerekre. Többen megjegyezték, hogy a tevékenység során sok új dolgot tanultak, például azt, hogy egy egyszerű hulladékból hasznos tárgy is készíthető.
	Bemutató anyagok	Azok az anyagok, amelyeket a projekt során a gyerekek használnak. Plakátok, a projektmunka során készült produktumok, képek, mini újrahasznosító rendszer.
	Eredmények	A projekt eredményeként a gyerekek tudatosabbá váltak az újrahasznosítás fontosságával kapcsolatban, és megtanulták a hulladék helyes szétválogatásának alapelveit. Az interaktív műhelyfoglalkozás során kialakított mini rendszerek révén nemcsak elméleti, hanem gyakorlati



Kritikus gondolkodás

ismereteket is szereztek, amelyeket otthon és az iskolában is alkalmazhatnak. A kreatív alkotás növelte a környezettudatosság iránti érdeklődésüket, és ösztönözte őket a fenntartható gondolkodásra.

A projekt során a kritikai gondolkodás fejlesztése is megvalósult, hiszen a gyerekeknek elemezniük kellett, mely hulladék melyik kategóriába tartozik és miért. Emellett a kreatív újrafelhasználás tervezésekor meg kellett fontolniuk, miként lehet egy „szemétnek” tűnő tárgynak új funkciót adni, ami ösztönözte őket az összefüggések és a megoldási lehetőségek átgondolására. Ezáltal képessé váltak arra, hogy kérdéseket tegyenek fel, és logikus érvekkel alátámasztva találjanak fenntartható megoldásokat.

Tantárgyi kapcsolatok



Vizuális művészetek

**I. Saját „mini újrahasznosító rendszer”**

**Cél:** A gyerekek ismerjék meg az újrahasznosítás alapvető lépéseit és működését egy saját kézműves projekten keresztül.

A tevékenység során kreatív módon mutatjuk be, hogyan lehet a hulladékot szétválogatni és új funkciókat találni neki.

**Eszközök:**

- üres kartondobozok (pl. cipős dobozok) a hulladékválogató állomáshoz.
- színes papírok (különböző színek a hulladéktípusoknak: pl. kék – papír, sárga – műanyag, zöld – üveg)
- olló, ragasztó, színes filctollak, matricák
- különféle hulladékok utánzatai (tisztára mosott joghurtos doboz, kartonpapír, kupakok, alufólia stb.)
- egy nagyobb alaplap (karton vagy vastag papír), amelyre az újrahasznosító rendszert összeállítják
- egy-két minta kép (fotó vagy rajz) újrahasznosító üzemekről vagy hulladékválogató gépekről.

[Melléklet: Tanuljuk meg újrahasznosítani a csomagolóanyagokat!](#)

**Beszélgetés:** Mi az újrahasznosítás? Miért fontos? Hogyan működik a hulladékválogatás? (Tanárok vagy segítők rövid magyarázata).

**Kérdések a gyerekeknek:** Ti hogyan szelektáljátok (választjátok külön) otthon a hulladékot? Melyik hulladékot hogyan lehet újrahasznosítani?

**Példa bemutatása:** Mutassunk egy képet/plakátot egy újrahasznosító üzembről, és magyarázzuk el, mi történik a hulladékkal, miután elvitték a szemétszállítók.

**Tervezés és anyagok előkészítése:** A gyerekek csapatokban vagy egyénileg kapnak egy kartonlapot és „hulladékmintákat”.

**Feladat:** Találják ki, tervezzék meg, hogyan építhetik meg a válogató állomásokat a dobozaikból (pl. színes jelölésekkel), és hogyan fog kinézni a mini rendszerük. Rajzolják fel az elrendezést a kartonlapra, mielőtt építeni kezdenek.

## Mini rendszer építése

**Állomások készítése:** A gyerekek a kartondobozokat színes papírokkal és matricákkal borítják be, hogy az egyes állomások jelöljék a különféle hulladéktípusokat (pl. kék – papír, sárga – műanyag stb.).

**Hulladék válogatása:** A „hulladékmintákat” (pl. kupakok, papírok, alufólia) a gyerekek szétválogatják és elhelyezik a megfelelő dobozokban.

**Új funkciók tervezése:** Egy-egy kiválasztott hulladéktípusból (pl. kupakból vagy kartonpapírból) valamilyen új tárgyat vagy eszközt kell készíteniük, például egy játékot vagy dekorációt. (Példa: kupakokból kis képet vagy kartonból ceruzatartót készítenek.)

A gyerekek bemutatják az elkészült mini újrahasznosító rendszerüket a többieknek.

## II. Új életet a fémhulladéknak!

A gyerekek készítsenek egy egyszerű tárgyat fémhulladékból, például:

- 1. Fémkupakból hűtőmágnes:** A kupak alját rajzokkal vagy matricákkal díszíthetik, majd egy mágnescsíkot ragaszthatnak rá.
- 2. Konzervdobozból ceruzatartó:** A dobozokat biztonságosan szigetelt éllel ellátva színes papírral vagy festékkel díszíthetik.
- 3. Alumíniumdobozból kis dekorációk:** Vágjanak ki belőle egyszerű mintákat (szív, csillag stb.) felnőtt felügyeletével!

**Eszközök:** fémhulladékok (tisztán!), színes papírok, filctollak, ragasztó, mágnescsíkok, olló, festékek, ecsetek

## III. Új életet a papírnak!

### 1. Papírgyöngyök készítése ékszerekhez

Színes magazinlapokat vagy újságokat használhatsz gyöngyök készítéséhez.

Vágj hosszúkas háromszög formákat, tekerd fel őket szorosan, és ragaszd le a végüket!

Fűzd fel őket egy cérnára vagy damilra (horgászszinór), hogy nyakláncot vagy karkötőt készíts belőlük!

### 2. Kézzel készített újrahasznosított papír

Régi papírokat (pl. füzetlapok, újságok) apróra téphetsz, vízbe áztatva pépet készíthetsz belőlük.

Egy szitára simítva és kiszárítva saját újrahasznosított papírlapokat készíthetsz, amelyeket képeslapokhoz vagy díszítéshez használhatsz.

### 3. Papírfonás kosár készítéséhez

Újságpapírt vagy régi lapokat csíkokra vágatsz, majd szorosan összetekerheted „papírszálakká”.

Ezekből a szálakból kis kosarakat fonhatsz, amelyek apró tárgyak tárolására alkalmasak.

### 4. Origami dekorációk

Színes vagy régi papírlapokból készíts origami figurákat, például darvakat, pillangókat vagy csillagokat!

Ezeket használhatod ajándéksomagolás díszítésére vagy lakásdekorációként.

**5. Egyedi ajándékdobozok és borítékok**

Régi kartondobozokat vagy vastagabb papírokat alakíts át kis ajándékdobozokká.

Színes papírral vagy rajzokkal díszítsétek őket, hogy különlegesek legyenek.

**6. Papírcsík-képek (quilling)**

Vágj vékony csíkokat színes papírból, és tekerd össze őket különböző formákra (kör, levél, szív)!

A csíkokat ragaszd fel egy alaplapra, hogy dombormű hatású képeket hozz létre!

**7. Papírmásé figurák vagy díszek**

Régi újságokat és papírlapokat liszt- vagy ragasztó alapú pasztával átitatva papírmásé tárgyakat készíthetsz (pl. maszkokat, tálakat vagy karácsonyfadíszeket).

**8. Jegyzetfüzet készítése**

Régi papírok tiszta oldalait összevághatod, lyukasztással és fonallal pedig egyszerű jegyzetfüzetet készíthetsz.

**9. Papírvágásos képek (papercut art)**

Régi kartonokat vagy színes papírokat felhasználva vágj ki szilvetteket (pl. fákat, állatokat, tájképeket).

Ezeket rétegezve 3D-s hatású képeket hozhatsz létre.



Természet-  
tudomány/  
játék és  
mozgás

**Miért fontos a szelektív hulladékgyűjtés?**

Képek bemutatása különböző színű kukákról.

[Melléklet: Feladatlap](#)<sup>3</sup>

**Különböző kukák használata**

Állítsunk fel a terem egyik részében „kukákat” színes kosarokból vagy dobozokból, amelyek a különböző szelektíven válogatott hulladéktípusokat jelképezik.

„Készítsünk” különböző típusú hulladékokat (tisztára mosott rongyok, tiszta üvegek vagy kartonból, papírból készült használati tárgyak):

- papír: újság, kartondoboz
- műanyag: joghurtos pohár, PET-palack
- üveg: befőttesüveg, üdítőszüveg
- szerves: gyümölcshéj, tojáshéj, kenyér
- vegyes hulladék: használt ceruza, rágógumi, ruhanemű

**Feladat**

- A gyerekek sorban kapnak egy-egy hulladéktárgyat, és el kell dönteniük, melyik „kukába” dobják.
- A döntésük után röviden megbeszéljük, helyesen választottak-e, és ha nem, miért.

**Csapatjáték: Verseny a helyes szelektálásért**

- Előkészület: Helyezzük el a hulladékokat egy halomban az osztály egyik oldalán. A kukák (színes dobozok) legyenek a terem másik oldalán.

• Játék menete:

1. Osszuk a gyerekeket két csapatra.

<sup>3</sup> A helyi köztisztaságért felelős vállalat által kiadott tájékoztató füzet inspirációja alapján készült.

2. Mindkét csapatból egy-egy tanuló, egyszerre kiválaszt egy hulladékot a halomból, és elviszi a megfelelő színű kukához.
3. A csapat kap egy pontot, ha helyesen szelektálnak.
4. A játék végén a csapatok röviden megbeszélik, mely tárgyak voltak nehezebben besorolhatók.

### **Kreatív feladat**

A gyerekek rajzoljanak egy plakátot vagy készítsenek kis táblát a családjuk számára, amely emlékezteti őket a szelektív gyűjtés szabályaira.

### **Kirándulás**

A gyerekekkel egy tanulmányi kirándulás keretében a helyi hulladékközpontot látogattuk meg. A szakemberek bemutatták, hogyan dolgozzák fel a különböző típusú hulladékokat, és hogyan csökkenthetjük a környezetre gyakorolt hatást. A gyerekek kérdéseket tettek fel, és aktívan részt vettek a bemutatókon. A kirándulás során fontos ismereteket szereztek a hulladékszennyezés megelőzéséről és a fenntartható életmódról. Mindez segített abban, hogy tudatosabbá váljanak a környezetük védelemben. A program végén a gyerekek számára is fontosabbá válik, hogy otthon is jobban odafigyeljenek a szelektív hulladékgyűjtésre.



Függelék

### **Linkek (videók, ötletek, tevékenységek)**

[Tanuljunk meg újrahasznosítani a csomagolóanyagokat! \(Canva\)](#)

[Feladatlap \(Canva\)](#)

[Szelektív hulladékgyűjtés szabályai](#)

[Szelektív hulladékgyűjtés \(Genially\)](#)

[Szelektív hulladékgyűjtés \(Genially\)](#)

[Ésszel szelektíven – Fülemüle Zenekar \(YouTube\)](#)

[Kukasuli – Töhötöm és Borsó ökokalandjai – ismeretterjesztő rajzfilm \(YouTube\)](#)

Melléklet: Tanuljuk meg újrahasznosítani a csomagolóanyagokat!



**Szelektív hulladékgyűjtés**

A szemetet azért kell újrahasznosítani, hogy:

- csökkentsük a környezetszennyezést
- védjük a természetet
- spóroljunk a nyersanyagokkal
- csökkentsük a szemételepek által elfoglalt helyet

Az üveg, a papír, az alumínium, az acél és a műanyag újrahasznosítható anyagok. Ahhoz, hogy könnyebben újrahasznosítsák, ezeket a hulladékokat különböző színű kukákba gyűjtik.

Fém - és  
műanyag hulladék



Papír és karton



Fehér és színezett  
üveg



## ÚJRAHASZNOSÍTJUK A FÉMET!



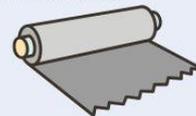
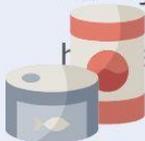
- Az alumínium csomagolóanyagok többségét az üdítőitalos dobozok teszik ki.
- Évente kb. 6 milliárd alumínium dobozt gyártanak a mi üdítőitalaink tárolására.



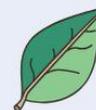
## ÚJRAHASZNOSÍTJUK A FÉMET!



- Az alumíniumot egy bauxit nevű ásványból nyerik. A folyamat rendkívül sok energiát vesz igénybe.
- Az összegyűjtött alumínium csomagolóanyagokat fémlemezekké alakítják át és elküldik a gyáraknak, hogy újabb dobozokat készíthessenek ezekből.
- Az újrahasznosított alumínium előállításához 5-ször kevesebb energia szükséges.



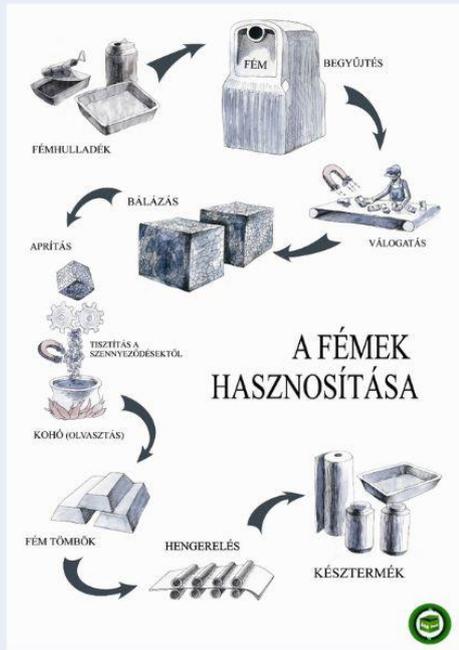
## ÚJRAHASZNOSÍTJUK A FÉMET!



- Az acélt különleges kohókban nyerik, vasércből, kokszból, földpátból és más használtfém darabokból.
- Az acélhulladékot bálákba préselik és a gyárakba küldik, ahol újra acéllá olvasztják.
- Az acél, amit újrahasznosítanak régi autókból, gépekből, konzervdobozokból származik.
- Az az energia amivel egy acéldobozt gyártanak, 4 újrahasznosított acéldoboz gyártására elegendő.



## ÚJRAHASZNOSÍTJUK A FÉMET!



Az acél és a fém újrahasznosítása csökkenti a környezetszennyezést és ezáltal megelőzheti a globális felmelegedést!



## ÚJRAHASZNOSÍTJUK A PAPIRT!



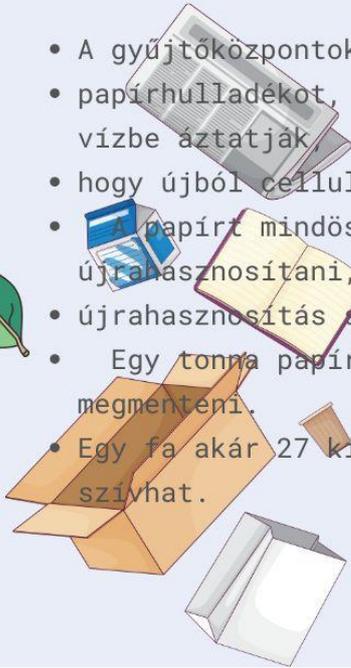
- A papírgyártásban használt elsődleges nyersanyagok a fa, valamint a nád és a szalma.
- A nyersanyagokból cellulózt vonnak ki, ami hosszú és erős rostokat tartalmaz.
- Nagyon sok élelmiszert csomagolnak papírba vagy kartondobozokba.
- Szintén papírból készülnek a füzetek, könyvek, újságok .



## ÚJRAHASZNOSÍTJUK A PAPÍRT!



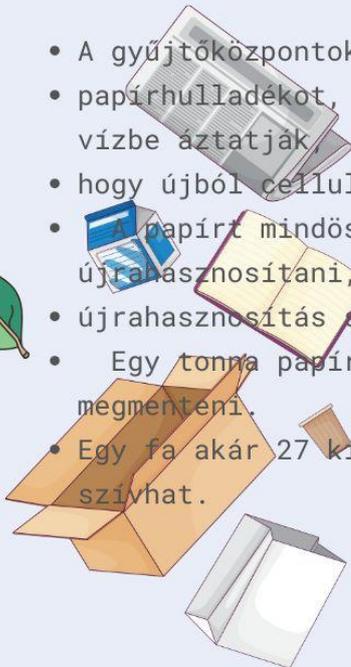
- A gyűjtőközpontokban különböző kategóriákba szortírozzák a papírhulladékot, papírgyárakba küldik, ahol ledarálják és vízbe áztatják
- hogy újból cellulóz massa legyen belőlük.
- A papírt mindössze 5-7 alkalommal lehet újrahasznosítani, mert az újrahasznosítás során elszakadnak a rostok.
- Egy tonna papír újrahasznosításával 17 fát lehet megmenteni.
- Egy fa akár 27 kilogrammnyi szennyező anyagot is magába szívhat.



## ÚJRAHASZNOSÍTJUK A PAPÍRT!



- A gyűjtőközpontokban különböző kategóriákba szortírozzák a papírhulladékot, papírgyárakba küldik, ahol ledarálják és vízbe áztatják
- hogy újból cellulóz massa legyen belőlük.
- A papírt mindössze 5-7 alkalommal lehet újrahasznosítani, mert az újrahasznosítás során elszakadnak a rostok.
- Egy tonna papír újrahasznosításával 17 fát lehet megmenteni.
- Egy fa akár 27 kilogrammnyi szennyező anyagot is magába szívhat.





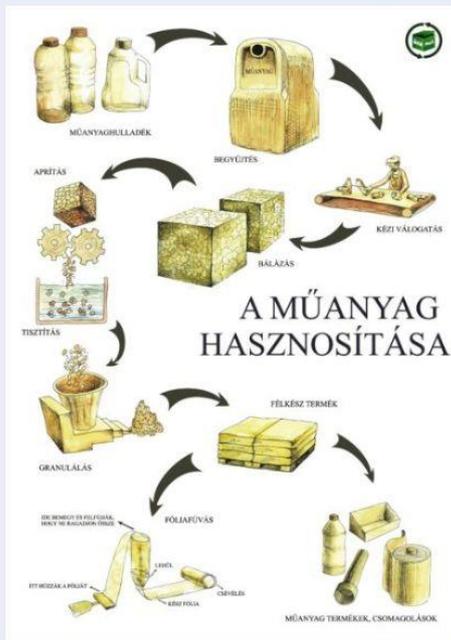
## ÚJRAHASZNOSÍTJUK A MŰANYAGOT!



- A műanyag termékek kőolajból készülnek, ami egy véges természeti erőforrás.
- Ha eldobjuk ezeket a természetbe, nagyon lassan bomlanak le, több évtized leforgása alatt.
- Az újrahasznosított műanyag hulladékokból nyerik: a plüssállatkák töltelékanyagát, a hálósák hőszigetelő anyagát, a CD-tartókat, háztartási gépeket.
- Csökken a szemét mennyisége.



## ÚJRAHASZNOSÍTJUK A MŰANYAGOT!





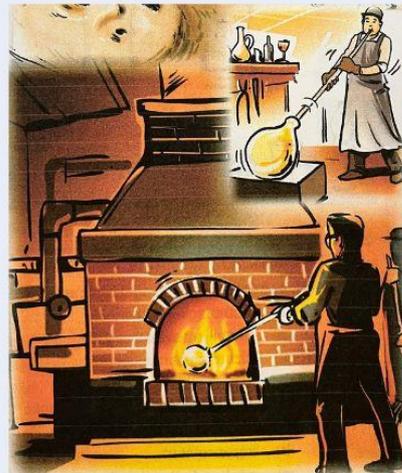
## ÚJRAHASZNOSÍTJUK AZ ÜVEGET!

- Az üveg gyártásához felhasznált nyersanyagok: a homok, a szóda, a mész, a földpát.
- Az üvegnek rendkívül hosszú időre van szüksége ahhoz, hogy természetes úton bomoljon le. (több, mint 400 év)



## ÚJRAHASZNOSÍTJUK AZ ÜVEGET!

- Ahhoz, hogy alakítható legyen, az üveget megolvasztják (1500 Celsius fok feletti hőmérséklet), formákba öntik és levegővel fújják tele.



# ÚJRAHASZNOSÍTJUK AZ ÜVEGET!



## Szelektív hulladék

### Műanyag és fém

- Tiszta műanyag csomagolások
- Fém- és nemfém csomagolóanyagok
- Tiszta nejlonzacskó
- Pillepalack

Tapossa laposra!

### Papír

- Újságok, folyóiratok, könyvek
- Papír és karton csomagolások

### Üveg

- Üvegek



## HOGYAN VÁLOGASSUNK?

### Biológiailag lebomló hulladék

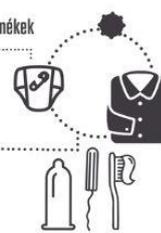
- Konyhai hulladék
- Kávézacc, teafilter
- Használt papírtörülő
- Növény, zöldség



Lebomló hulladékok edénye  
**FIGYELEM! MŰANYAGOT NEM TARTALMAZHAT!**

### Vegyes hulladék

- Nem újrahasznosítható műanyagok
- Ruhák, cipők
- Személyi higiéniai termékek
- Pelenkák

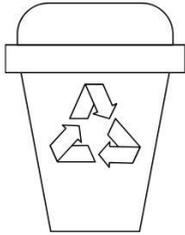


Melléklet: Feladatlap

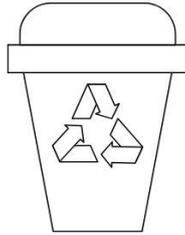
## Feladatlap

Újrahasznosítjuk csomagolóanyagainkat!

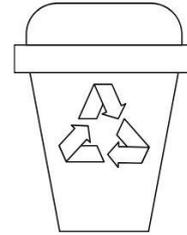
1. Színezzétek ki a hulladéktárolókat a megfelelő színnel és egy vonallal kössétek hozzájuk a bele tartozó csomagolóanyagokat!



Fém - és műanyag hulladék



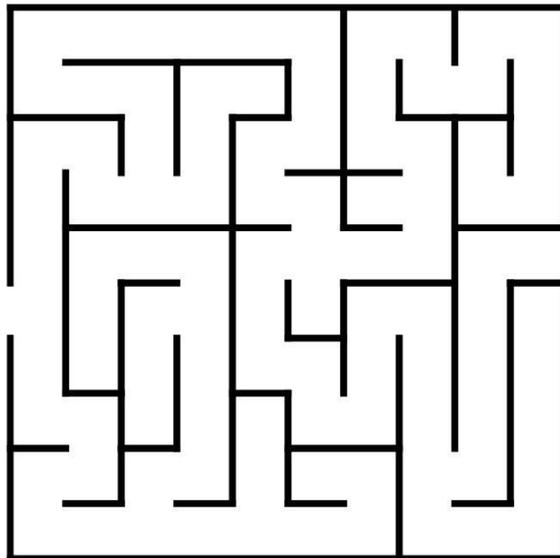
Papír és karton



Fehér és színezett üveg



2. Találjátok meg az üveg legrövidebb útját a megfelelő szemeteskukához!



3. Környezetvédelmi szempontból melyik jobb csomagolás? Húzd alá!

vászon bevásárló szatyor	nylon zacskó
eldobható borotva	villanyborotva
zacskós tejszín	tejszínhab spray
műanyag flakonos mustár	üveges mustár
zacskós tej	dobozos tej
nem visszaváltható műanyag flakon	visszaváltható üveg
filteres tea	teafű

## 4. HULLADÉKOS BINGÓ

Egy ember csak egy helyen szerepeljen!

Keress olyan embert,

1. aki legalább két anyagfajtát szelektíven gyűjt otthon .....
2. aki főzött be idén lekvárt .....
3. akinek háromnál kevesebb tévéje van otthon .....
4. aki többet iszik csapvizet, mint palackos vizet .....
5. aki zuhanyozik, és nem fürdik .....
6. aki fogmosás közben nem folytatja a vizet .....
7. aki szelektíven gyűjti a szemetet .....
8. aki használ energiatakarékos izzót .....
9. aki nem vesz egyszer használatos palackban vizet/üdítőt.....
10. aki komposztál .....
11. aki több almát eszik, mint banánt.....
12. aki bicajjal jár iskolába.....

## 2. Környezettudatosság az irodalomban

STE(A)M-területek	művészetek • digitális kultúra • természettudomány
Kultúrák közötti kapcsolatok	Magyarország élővilágának, tájegységeinek összehasonlítása más országokéval.

### Összefoglaló táblázat

Tantárgyak	magyar nyelv és irodalom • földrajz • dráma • fenntarthatóság • biológia • digitális kultúra • vizuális kultúra
Témák	Környezettudatosságra nevelés tájversek és egy mese kapcsán. Balaton. Alföld.
Diákok kora	10-14 év
Tanóra/projekt időtartama	6×45 perc
Diákok száma	10-15 fő
Online tanítási eszközök	tablet • PC • okostelefon • interaktív tábla • projektor
Offline tanítási eszközök	papír • ceruza • színes ceruzák • mesekönyv (Hínártündérek) • drámajátékhoz szükséges kellékek
21. századi kompetenciák	kommunikáció • együttműködés • csapatmunka • kreativitás • innováció • kritikus gondolkodás • probléma megoldás
Tanulási célok	kritikus gondolkodás • ismeretszerzés • kooperatív tevékenységek • megértés • alkalmazhatóság

### Projektterv

A gyakorlat elnevezése	Környezettudatosság az irodalomban
------------------------	------------------------------------

### A megvalósítás menete



Érdeklődés felkeltése, előzetes kérdések

#### I. téma

1. Óra elején felolvasom Nagy László *Balatonparton* c. versét, ami nagyon hangulatos, szemléletesen mutatja be a Balaton élővilágát. Youtube-videót nézünk a versről.
2. Saját balatoni élmények felelevenítése kis beszélgetéssel.
3. Milyen a vers hangulata? Ritmusa?
4. Milyen élőlények vannak a versben?
5. Gyermekfilozófia: Mit kérdeznének a Balatontól? A gyerekek tesznek fel kérdéseket, amelyeket felírunk, összesítünk.

#### II. téma

Lipták Gábor: Hínártündérek



Előkészületek

**III. téma**

Petőfi Sándor: Az alföld

3-4 fős csoportok alkotása. Kutatómunka a valódi kérdések alapján, majd prezentáció készítése. A nem valódi kérdésekre adott saját válaszok is belekerülnek a munkába.

**Kérdések az I. témához**

*Valódi kérdések*

(története, elhelyezkedése, külső tulajdonságai, élővilága, idegenforgalma, környezetvédelme)

- Milyen öreg vagy?
- Milyen nagy vagy?
- Milyen mély vagy?
- Hogyan vigyázhatnánk rád?
- Mit eszel, kik táplálnak téged?
- Milyen sportolási, szórakozási lehetőségeid vannak?
- Melyik fa a legkedvesebb barátod?
- Milyen madaraknak adsz otthont?
- Milyen halak élnek benned?
- Milyen vízinvízióid vannak?
- Miért hívnak „magyar tengernek”?
- Milyen dombok, hegyek vesznek körül?
- Melyik oldaladon sekélyebb a vized?
- Milyen színeid vannak?
- A téged körülvevő települések közül melyek a legszebbek?

*Nem valódi kérdések*

(céljuk az érdeklődés felkeltése, személyes érintettség megtapasztalása)

- Mi mindent láttál életedben?
- Kiket ismersz?
- Kik a barátaid?
- Szereted az embereket?
- Szereted a vihart?
- Szereted a fényt, a napot?
- Mi a kedvenc évszakod?
- Mi a kedvenc színed?
- Szépnek tartod magad?
- Nem fáj, ha korcsolyáznak rajtad?
- Milyen érzés egész nap az eget nézni?
- Kivel szoktál beszélgetni?
- Büszke vagy magadra?
- Biztonságban érzed magad a dombok ölelésében?
- Állóvíz vagy: milyen érzés egész nap egy helyben állnod?
- Irigyled-e a folyókat a mozgalmas életükért?
- A tükör testvére vagy?
- Az éjszakát szereted jobban vagy a nappalt?
- Milyen érzés, amikor megfagysz?
- Ha egy csónak siklik rajtad, olyan, mintha megsimogatnának?



Bemutató

Prezentációk bemutatása egymásnak. Vélemények megbeszélése, érvelések.

## FENNTARTHATÓSÁG

	Tapasztalatok	Miért kell vigyáznunk a Balatonra, az Alföldre és a többi földrajzi helyre Magyarországon? Ha megismerjük, megszeretjük az adott tereptárgyat, akkor jobban is vigyáznunk rá. Védjük őket, ezáltal fenntartható jövőt tudunk létrehozni.
	Bemutató anyagok	Prezentáció készítése. Drámajáték bemutatása. Versklipek bemutatása.
	Kritikus gondolkodás	<p><b>III. téma</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Petőfi Sándor <i>Az alföld</i> c. versével foglalkozunk, ami nagyon hangulatos, szemléletesen mutatja be az Alföld élővilágát. Felolvasást követően Youtube-videót nézünk a versről.</li> <li>2. Saját alföldi élmények, ki járt ott? Összehasonlítjuk a balatoni, hazai tájjal.</li> <li>3. Milyen a vers hangulata? Vers ritmusa?</li> <li>4. Milyenek a lírai én tájhoz fűződő érzései?</li> <li>5. Milyen élőlények vannak a versben?</li> <li>6. Gyermekfilozófia: Mit kérdeznének az Alföldtől? A gyerekek a balatonoshoz hasonló kérdéseket tesznek fel, amelyeket felírunk, összesítünk.</li> <li>7. A valódi kérdések közül egyet-egyet párban kikutatnak az internetről, majd megosztják a társaikkal a válaszokat. A nem valódiakra válaszolhat, aki szeretne.</li> <li>8. Felosztjuk a verset annyi részre, ahány tanuló van.</li> <li>9. Versklipet készítünk. Az iskola, ill. az iskolaudvar területén választható helyszínen mondják el a kis versrészletet, melyet telefonnal rögzítünk.</li> <li>10. A klipet megszerkesztjük, bemutatjuk, internetre is felkerülhet.</li> </ol> <p>A projekt során a tájak és az élőlények a megismerésen, átélésen, személyes érintettségen keresztül közel kerülnek a tanulókhöz. Vigyázni fognak a természeti értékekre!</p>

### Tantárgyi kapcsolatok

	Természet-tudomány	Balaton élővilága (növény és állatvilág) Alföld jellegzetessége
	Irodalom és dráma	<p><b>II. téma</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Olvassuk fel Lipták Gábor <i>Hínártündérek</i> c. meséjét!</li> <li>2. A mese tartalmát röviden megbeszéljük. Olyan, mint egy eredetmonda: hogyan keletkezett a balatoni hínár? Hangulata vidám és szomorú egyaránt. Kik voltak a szereplői? Hol és mikor játszódtok? A Balatonban, valamikor nagyon régen, talán az idők kezdetén, nyáron, teliholdkor. Milyen volt a palota (kagyló, moha)? Milyen volt a környezet (kagylótálak, selyemmoszat-ruha, mohaszőnyegek, hullámtakaró, hullámpalota, moszatfüggönyök)? Milyen cselekvések voltak (evés, táncolás, kiszökés, titkos mulatozás, zenélés, elátkozás)? Mi miatt lepleződtek le a lányok (nem figyelték, hogy reggel lett, nem húzták be apjuk függönyeit éjszakára)? Milyen átváltozás történt (tündérlányokból hínárrá)?</li> <li>3. Dramatizálás. A szerepek kiosztása, szereplők közös jellemzése, ki milyen?</li> </ol>

## FENNTARTHATÓSÁG

	<p>Főszereplők: vízikirály, lányai, a tavitündérek  A palota személyzete: harciaszakács, rákudvarmester, fogasinasok, fürge süllők, pontyőrök, harcsaparipák.  A mulatság résztvevői: tücskök, szentjánosbogarak, nádifiúk, békák, vízimadarak, nádirigók, gyíkocskák.  Narrátorok szövegét beosztjuk.  <b>4.</b> 2-3 szépen olvasó felolvassa a mesét, az érintett szereplők pedig némajátékkal eljátsszák a szerepüket. Az öreg király az átkát maga mondja vagy olvassa a végén.</p> <p>A dramatizálás során azonosulnak a tó élővilágával, tudatosodik a tanulóknak a Balaton élőlény volta. Ezáltal vigyázni is fognak rá.</p>
	<p>Digitális kultúra</p> <p>Prezentáció, versklip készítése.</p>
	<p>Földrajz</p> <p>Balaton.  Alföld.</p>
	<p>Vizuális kultúra</p> <p>A csoporttagok közül a rajzolni szeretők rajzot készíthetnek a témáról, melyet lefotózva szintén beletehetnek a prezentációba.</p>
	<p>Függelék</p> <p><b>Linkek, források</b>  <a href="#">Halász Judit: Balatonparton (YouTube)</a>  <a href="#">Petőfi Sándor: Az Alföld</a>  <a href="#">Versünnep: Az Alföld (Bozzay Pál Általános Iskola 6. osztálya) (Facebook)</a>  Lipták Gábor 1968. <i>Hínártündérek – Balatoni mesék</i>. Budapest: Móra.</p>

### 3. Mentsük meg a Földet!

STE(A)M-területek	természettudomány • informatika • műszaki tudományok • művészetek
Kultúrák közötti kapcsolatok	A Föld egyes országaiban, területein hatalmas különbségek vannak mind az energiatermelés, mind az energiafogyasztás módjai között.

#### Összefoglaló táblázat

Tantárgyak	fizika • biológia • földrajz • kémia • fenntarthatóság • digitális kultúra • vizuális kultúra
Témák	Üvegházhatás. Ózonlyuk. CO <sub>2</sub> -források. Ökológiai lábnyom. Újrahasznosítás. Levegő. Klímaváltozás. Globális felmelegedés.
Diákok kora	12-18 év
Tanóra/projekt időtartama	4×45 perc
Diákok száma	15-25 fő
Online tanítási eszközök	tablet • PC • okostelefon • interaktív tábla • projektor
Offline tanítási eszközök	Kísérletekhez a háztartásokban található, újrahasznosítható eszközök.
21. századi kompetenciák	kommunikáció • együttműködés • csapatmunka • kreativitás • innováció • kritikus gondolkodás • problémamegoldás • környezettudatosság
Tanulási célok	megértés • tudatosság • magabiztosság • ismeretátadás • mérhető eredmények • alkalmazhatóság

#### Projektterv

A gyakorlat elnevezése	Mentsük meg a Földet!
------------------------	-----------------------

#### A megvalósítás menete



Érdeklődés felkeltése, előzetes kérdések

##### 1. üvegházhatás

- [Ez az üvegházhatás.](#)
- Az üvegházhatású gázok és a globális felmelegedés.
- Sarkkörök, tenger, óceán vízszintjének emelkedése, fosszilis üzemanyagok használata.
- Az üvegházhatású gázok használatának, kibocsátásának csökkentése.
- Freongázos spray-k használatának kiiktatása, ózonréteget csökkentő vegyi anyagok kibocsátásának a visszaszorítása.
- elektromos autó népszerűsítése???
- Az üvegházhatás emeli a levegő hőmérsékletét (klímaváltozás!).



Előkészületek

## 2. ózonlyuk

- [Ózonlyuk helyzetkép.](#)
- Az elvékonyodott ózonréteg következményei.



Bemutató

## CO<sub>2</sub>-források

- Természetes, mint például a vulkánkitörések, az élő szervezetek légzése, a természetes erdőtüzek, a növények és állatok elhalt anyagának bomlása.
- Természetellenes, mint például az ipar, az autók, a kőolaj, a szén. (A globális átlaghőmérséklet 1900 óta emelkedik. Ez azzal magyarázható, hogy 1900 óta az emberek megnövelték a CO<sub>2</sub>-termelésüket, és megzavarták a természetes CO<sub>2</sub>-termelést.).

## 1. kísérlet

- A kísérlet napja előtt a két ásványvizes palack egyikét nyissa ki, hogy a gáz távozni tudjon. A kísérlet napján az egyes ásványvizes üvegek tartalmát kiöntjük az üvegpalackokba. A tanulók vegyék figyelembe, hogy az egyik palackban van gáz, a másikban pedig nincs. Jegyezzék le a munkafüzetbe a két hőmérő induló hőmérsékleteit! A palackokat lezárjuk és erős fény alá vagy napos idő esetén napfényre helyezzük. A hőmérőket a palackok belsejébe kell elhelyeznünk a dugón keresztül. A kísérletet egy rövid időre félretesszük. A kísérlet vége: A kísérlet akkor fejeződik be, amikor a két hőmérő közötti hőmérséklet különbség kb. 1,5 °C (kb. 10-15 perc után). Ekkor a tanulók lejegyzik az egyes palackok hőmérsékletét, és a következtetés levonásához majd a két további feladat után fognak visszatérni.
- A kísérlet egyszerűbb változata, hogy egy hőmérőt a levegőn hagyunk, egyet pedig egy üvegpalackba helyezünk, hogy összehasonlítsuk a hőmérséklet-különbséget, és demonstráljuk az üvegházhatást, de ebben az esetben a CO<sub>2</sub> hatását nem mutatjuk be.

## 2. kísérlet: A CO<sub>2</sub> szerepe

- Hozzávalók: 2 db kémcső dugóval, meszes víz, pipetta vagy fecskendő
- Az egyik kémcsőbe fogjon fel CO<sub>2</sub> gázt a kísérlet napján egy felbontott ásványvizes palackból úgy, hogy a palackot felrázza! Ezután hermetikusan zárja le a kémcsövet! Végezze el ugyanezt, de egy, az előző napon kinyitott palackkal a második kémcső előtt. Ez lesz a kontroll kémcső. Az elsőhöz hasonlóan zárja le a kémcsövet!
- Egy pipetta vagy fecskendő segítségével adjon egy kevés meszes vizet a kémcsőbe, majd gyorsan zárja le és rázza meg! Azt kell megfigyelni, hogy az egyik kémcsőben zavaros lesz a víz. Mondja el a tanulóknak, hogy a meszes vízről ismert, hogy kimutatja a CO<sub>2</sub> jelenlétét.
- A szén-dioxid jelenléte a hőmérséklet emelkedését idézte elő az egyik palackban. A szén-dioxidot üvegházhatású gáznak nevezik. A Földön a légkör játssza annak a palacknak a szerepét, amely csapdába ejti az üvegházhatású gázokat és befolyásolja a hőmérsékletet. Az üvegházhatású gázoknak van előnyük is: a légkör, és az abban befogott szén-dioxid nélkül a Föld átlaghőmérséklete túl alacsony lenne ahhoz, hogy lehetőség legyen az olyan életre, amelyet mi ismerünk. Ugyanakkor, ha a szén-dioxid mennyisége nő a légkörben, a Föld globális hőmérséklete is növekszik.

	<p><b>3. kísérlet:</b> A klímaváltozás hatása a jég olvadására</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• A Földön jég két területen található: a szárazföldön és a vízen. Amennyiben a globális hőmérséklet emelkedik, és a jég elolvad, hová kerül?</li> <li>• Hozzávalók:             <ul style="list-style-type: none"> <li>– 2 egyforma, átlátszó üvegedény</li> <li>– elegendő mennyiségű jégkocka</li> <li>– opcionális: ételszínezék a jobb láthatóság érdekében</li> <li>– egy nehéz tárgynak az elhelyezése az egyik üvegedénybe, amely a kontinenst jelképezi</li> <li>– filctoll, egy darab papír és ragasztó, vonalzó stb. az egyes tartályok vízszintjének bejelöléséhez</li> </ul> </li> <li>• Töltsön vizet a két üvegedénybe (ez a víz jelképezi az óceánokat). A két üvegedény egyikébe jégkockákat teszünk, amelyek a jégtáblát reprezentálják. A másik tartályba egy nehéz tárgyat (a kontinenst jelképezi) merítünk el és jégkockákat teszünk a tetejére (ezek képviselik az olyan jégmezőket, mint pl. a gleccserek).</li> <li>• Jelöld be a víz szintjét a jégkockák elolvadása után! (Emelkedik a vízszint vagy sem?)</li> </ul> <p><b>4. kísérlet</b> A minél kisebb vegyi szennyezés érdekében készíts saját tisztítószereket! <a href="#">20 DIY Natural Cleaning Recipes, Tips and Hacks that Actually Work! (YouTube)</a></p>
 <p>Előzetes feltevések</p>	<p>Az üvegházhatású gázok szennyezik a levegőt. A fosszilis energiahordozók magas CO<sub>2</sub>-kibocsátók. Megújuló energiaforrásokat kellene használni? A megújuló energiatermelés ökológiai lábnyoma kisebb? A Föld átlaghőmérséklete nem növekedhet 2 °C-nál nagyobb mértékben.</p>
 <p>Tapasztalatok</p>	<p><b>Következtetés:</b> A globálisátlaghőmérséklet-növekedés súlyos következményekkel jár a Földön. Összezavarja az éghajlatot és befolyásolja az ökoszisztémákat. Az emberiség felelős azért a szennyezésért is, amelynek ugyancsak komoly hatása van az ökoszisztémákra.</p> <p><b>1. kísérlet eredménye:</b> A CO<sub>2</sub> csapdába esik a légkörben úgy, mintha a palackban lenne. Ahogyan a légkörben nő a CO<sub>2</sub> mennyisége, úgy válik melegebbé a bolygó.</p> <p><b>3. kísérlet eredménye:</b> A vízben elhelyezett jég nagyon gyorsan olvad (pár perc alatt), míg a „kontinensre” helyezett jég sokkal lassabban olvad (néhány óra alatt). Ez a megfigyelés segíthet megérteni a szárazföldi jégnél gyorsabban olvadó jégtáblák törékenységét.</p>
 <p>Következtetések</p>	<p>A globálisátlaghőmérséklet-növekedés súlyos következményekkel jár a Földön. Összezavarja az éghajlatot és befolyásolja az ökoszisztémákat. Az emberiség felelős azért a szennyezésért is, amelynek ugyancsak komoly hatása van az ökoszisztémákra. A jó hír az, hogy mi mindannyian emberek vagyunk, és még változtathatunk azon, hogy melyik irányt választjuk!</p>

## FENNTARTHATÓSÁG



Bemutató anyagok

### Projektmunka

A biodiverzitás növeléséért és a tisztább levegőért mit tehetünk?

- Rovarhotel építése  
[Build An Insect Hotel In 4 Steps \(YouTube\)](#)
- Gilisztahotel építése  
[Science Crafts for Kids: Build a Worm Hotel](#)
- Virág, növény, zöldség ültetése, méhlegelő?
- Osztályterem ablakait kinyitva megmérni a levegő CO<sub>2</sub>-szintjét
- Milyen növényeket kellene elhelyezni a tanteremben, hogy tisztább legyen a levegő?
- Fotoszintézis



Eredmények

A tengervíz emelkedésének következményei ([Climate Change – Sea Level Rise \[OCE\]](#)).

A tengerszint emelkedésének katasztrofális következményei lehetnének Hollandiában, ha az ország nem számolna ezzel és nem építene különféle létesítményeket a városok védelmére. 2100-ban az óceánok szintje akár 1-2 méterrel is emelkedhet. Azonban más országok nem rendelkeznek ugyanilyen eszközökkel a védekezéshez. Ezekben az esetekben arra számíthatunk, az emberek egy részének el kell hagyniuk az országukat. Következmények az emberekre és a természetre ([Conséquences sur l'homme et sur la nature](#)).

A klímaváltozás hatása a Földre ([Images of Change – Cape Cod's Ever-Changing Coast 1984–2020 \[NASA\]](#)).



Kritikus gondolkodás

Iskolai kutatások.

Felmérés (statisztika), hogy a felső tagozaton ki, milyen ételleket fogyaszt (saját természetesen, vegetáriánus, saját sütésű kenyér stb.), a használati tárgyaik között mennyi a helyi termék (ne legyen szállítási költség), hogy gyűjtik a szemetet (szelektív), milyen közlekedési eszközzel jönnek iskolába.

Kutatások az iskola energia- és vízfogyasztásával kapcsolatban is (vízóra, villanyóra, gázóra leolvasása havonta?).

## Tantárgyi kapcsolatok



Természet-tudomány

### A levegő összetétele

Kördiagram az összetevők százalékos megoszlásáról.

Kísérlet: az oxigén hiányának következménye.

Hozzávalók: gyertya, gyufa, befőttesüveg.

### A levegő tulajdonságai (kísérletek)

- Összenyomható?  
Hozzávalók: fecskendő.
- Nincs nyomása?  
Hozzávalók: üvegpohár, kartonlap.
- Halmazállapota? Részecskéinek a mozgása? (Brown-mozgás)  
Hozzávalók: dezodor.



Magyar nyelv

### A levegővel kapcsolatos szólások, mondások

- *A levegőbe beszél.* Az egyik értelmezés szerint azt jelenti, hogy valaki hiábavalóan magyaráz, senki sem hallgat rá. A kifejezés arra utal, hogy az illető szavai elszállnak a levegőbe, mintha el se hangzottak volna. Ha például egy anyuka napról napra megkéri a fiát ugyanarra a dologra, de ő mégsem teszi meg, amit kér, akkor az anyuka

	<p>mondhatja azt, hogy „látom, a levegőbe beszélek”, mert a fia nem hallgat rá. A másik értelmezés szerint valaki haszontalan vagy hamis dolgokat mond, nincs semmi alapja az állításainak. Ha például valaki mindenféle kitalált hazugságot hadovál össze-vissza, akkor valaki más joggal tanácsolhatja a barátjának, hogy „ne hallgass rá, a levegőbe beszél”.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Ne rontsd itt a levegőt!</i> Menj el innen, nem vagyunk kíváncsiak rád.</li> <li>• <i>Tiszta a levegő.</i> Nincs veszély, nincs itt senki.</li> <li>• <i>Levegőnek néz.</i> Rá se néz valakire, nem létezőnek tekint valakit.</li> <li>• <i>Levegőre épít.</i> Megvalósíthatatlan, képzeletbeli terveket sző, ill. cselekedeteinek nincsen a valóságban gyökerező, szilárd alapja. Levegőbe nem lehet várat építeni.</li> </ul>
	<p>Digitális kultúra</p> <p>Digitális anyagokban hol szerepel a levegő pl. LearningAppsban?  <a href="#">A levegő összetétele (LearningApps).</a></p>
	<p>Biológia</p> <p><b>Ökoszisztémák</b>  <a href="#">Weather And Climate</a>  <a href="#">What are the major climate zones of the world?</a>  <a href="#">Climate (Britannica Kids)</a></p> <p><b>Szárazföldi ökoszisztémák</b>  <a href="#">Land food webs multimedia activity (OCE)</a></p> <p><b>Óceáni ökoszisztémák</b>  <a href="#">„Ocean Food Webs” Multimedia Activity (OCE)</a></p> <p><b>Kísérlet</b>  Mélytengeri élőlények viselkedése, ha felhozzuk őket a vízfelszín közelébe (hidrosztatikai nyomás).  Hozzávalók: fecskendő, mályvacukor.</p> <p><b>Tápláléklánc</b>  Az ökoszisztémákon belül az egymásra utaltság leginkább táplálékláncként írható le. A tápláléklánc olyan élőlények sorozata, amelyek mindegyike a következőtől függ, mint a táplálékforrástól. Például vannak állatok, amelyek növényeket esznek, majd ezeket az állatokat más állatok eszik meg. Készíts el egy tápláléklánctól!</p> <p><b>Biodiverzitás</b> (Az élővilág sokfélesége)  A biológiai sokféleség fontos szerepet játszik az egészséges ökoszisztémákban. Ez a Földön létező élet összes változatára vonatkozik (bio = élet, diverzitás = sokféleség), a közösségekre, amelyeket alkotnak és az ökoszisztémákra, amelyben élnek. A biológiai sokféleségnek három szintje van: 1. Gének sokfélesége 2. A különböző fajok sokfélesége 3. A különböző ökoszisztémák sokfélesége.  <a href="#">What is Biodiversity?</a></p>
	<p>Vizuális kultúra</p> <p>Készíts saját magad újrahasznosított tárgyakat, illetve gyűjtsd össze, milyen tárgyakat használunk otthon, amelyek újrahasznosíthatók!</p>
	<p>Földrajz/fenntarthatóság</p> <p><b>A klímaváltozás hatásai</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gleccserek olvadása: <a href="#">Google Earth Timelapse.</a></li> </ul>

## Műholdfelvételek a csodálatos, törékeny Földről (art, művészet)

### Az éghajlati övek

- Különböző ökoszisztémákat tartalmaznak.
- Az éghajlati övekről bővebben: [Climate \(Britannica Kids\)](#).

### A Föld megfigyelése

- [Képek \(Google Táblázatok\)](#).
- Mi történt a két kép közötti időben? Milyen változásokat figyeltetek meg? Gondolod, hogy ezek természetes változások?  
A gleccserek olvadnak, és a tengerszint emelkedik.  
A szélsőséges események gyakoribbá válnak: mint a képen látható kaliforniai hóhullámok és aszály. A következmények jelentősek a biológiai sokféleségre nézve – az élőlények egy része elveszíti élőhelyét vagy elpusztul (tűzvész, ciklonok, árvizek...) –, de az emberekre (az emberek elveszítik otthonukat, meghalhatnak...) vagy a mezőgazdaságra nézve is.  
A környezetszennyezés növekedése egészségügyi problémákat okoz az emberek, az állatok és a növények körében.  
Az ökoszisztémák elpusztulnak, mint például az erdők, amelyeket feláldoznak azért, hogy városokat építsenek vagy ültetvényeket hozzanak létre.

### Ökológiai lábnyom

- Készítsd el a saját ökológiai lábnyomodat!
- A talpadat zöld festékbe mártva helyezd kartonra vagy csomagolópapírra, majd írd rá olyan dolgokat, hogyan tudnád te csökkenteni az ökológiai lábnyomodat!
- A gyors klímaváltozás az egész bolygóra hatással van, de tudunk változtatni ezen, még ha kis lépésekben is!

Az ökológiai lábnyom az az érték, amely kifejezi az adott fejlettség mellett egy embernek, egy családnak, egy városnak, egy létesítménynek az energia-, étel-, víz-, építőanyag- és más fogyasztását, amely szükséges önmaga fenntartásához és a megtermelt hulladék elnyeléséhez.

### Nulla szennyezés

A szennyezés veszélyes az egészségünkre és a környezetre egyaránt. Ez a betegségeknek, sőt a halálozásoknak is a legjelentősebb környezeti oka. A szennyezés a biológiai sokféleség csökkenésének is az egyik fő oka, mivel megnehezíti az ökoszisztémák tiszta és egészséges megőrzését. A nulla szennyezés egy terv a levegő, a víz és a talaj szennyeződésének olyan szintre való csökkentésére, amely már nem veszélyes az ökoszisztémákra.

[Zero Pollution Action Plan \(European Commission\)](#)

### Újrahasznosítás

Az újrahasznosítás az a folyamat, amikor összegyűjtjük az olyan anyagokat, mint a használt papír, üveg stb., amelyet egyébként a szemétként dobnánk és egy kis feldolgozás, alakítás után ismét használható, új tárgyakat készítünk belőlük. Az újrahasznosítás új életet

ad a régi dolgoknak és hulladékoknak, és hasznára válhatnak a közösségnek és a környezetnek is.

[The Environment – Recycling](#)



Függelék

[Tematikus óratervek, mintaprojektek \(Fenntarthatósági témahét\)](#)

# HANG ÉS FÉNY

## 1. Furfangos hangszerek

STE(A)M-területek	fizika • matematika • tervezés • zene • biológia • technológia
Kultúrák közötti kapcsolatok	Zenei stílusok. Hangszerek készítése, használata. Zenei affinitás.

### Összefoglaló táblázat

Tantárgyak	fizika
Témák	Hangtan, hallás.
Diákok kora	6-20 év
Tanóra/projekt időtartama	8×45 perc
Diákok száma	15-20 fő
Online tanítási eszközök	Oláh Éva: Zenéljünk fizikául vagy fizikázzunk zenéül <a href="#">Oláh Éva Mária – Stonawski Tamás 2024. A STEM- és STE(A)M-pedagógia a fizikaoktatásban. Fizikai Szemle. 2024/5. Fizikakönyv</a>
Offline tanítási eszközök	Dr. Nagy Anett 2010. Hangszerek a „semmiből”. <i>Nukleon</i> . III/56. Stonawski Tamás 2019. <i>Trükkös Fizika</i> . Mozaik Kiadó.
21. századi kompetenciák	kritikus gondolkodás • kreativitás • együttműködés • kommunikáció • technológiai műveltség • rugalmasság • vezetési képesség • kezdeményezés • termelékenység
Tanulási célok	szaktudományos tudás megszerzése • az adott témakör (hangtan, fül és hallás) mélyebb megértése • tanulói közösségek alakulásának segítése • manuális készségek fejlesztése • absztraháló képesség fejlesztése • játékos tanulás

### Projektterv

A gyakorlat elnevezése	Furfangos hangszerek
------------------------	----------------------

### A megvalósítás menete

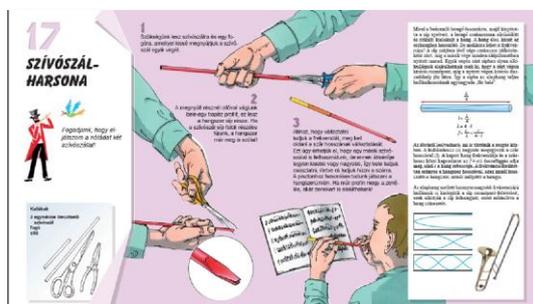


Kérdés	<p>Milyen típusú fúvós hangszereket ismertek (ék, rezgőnyelves, tölcser)?          Mikortól ismerünk hangszereket?          Kellenek-e matematikai alapismeretek, arányok ismerete a zenéléshez?          Mely szerveink segítik a hallást?          Mik azok a magas és mély hangok?          Kik a hallás bajnokai az állatvilágban?          Változik-e a hallástartományunk a korral?          Mit értünk „zene” alatt?          Mik azok az állóhullámok?</p>
--------	--

# HANG ÉS FÉNY

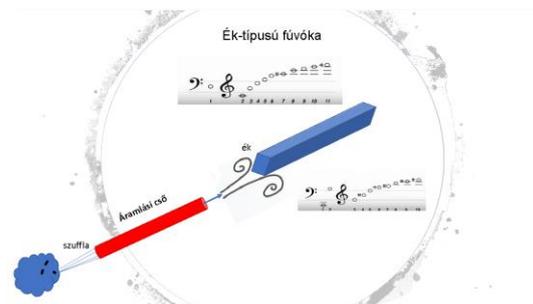
	<p>Mit jelent a temperált skála?          Van-e hallása a madaraknak?          Hogyan lehet változó frekvenciát előcsalni a fúvós hangszerekből?</p>
<p> Ötletelés</p>	<p>A diákok ötleteinek összegyűjtése.          Csoportmunkában való dolgozás után közös megbeszélés.          Saját ötletek, innovációk beépítése a projektbe.</p>
<p> Előkészítés</p>	<p>Alapanyagok beszerzése (szívószál, harapófogó, KPE cső, fűrészlap, fűrő, csiszolópapír, PET-palackok, parafadugó, szigetelőszalag).          „Hangszerek” elkészítése.          Zenedarabok kiválasztása.</p>

<p> Bemutató</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Hanggenerátorral „hallásvizsgálat”</b></li> <li>• <b>Doppler-effektus</b></li> <li>• <b>Hullámhossz és frekvencia a hangszereknél</b></li> </ul>
---	--

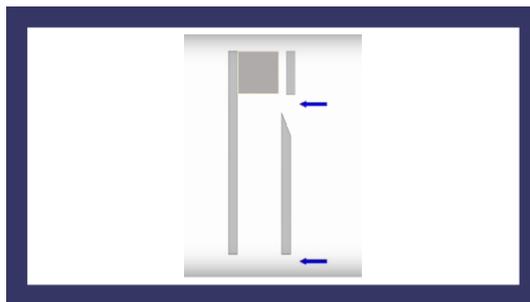


1. ábra

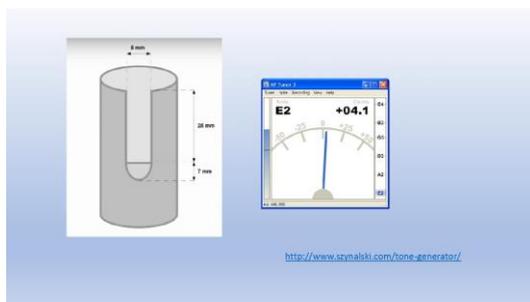
$c = \lambda \cdot f$  (ahol a  $c$  a hanghullám adott közegbeli terjedési sebessége, a  $\lambda$  a hanghullám hossza, az  $f$  pedig a hang frekvenciája). Alap matematikai ismeretekkel is észrevehető, hogy állandó terjedési sebesség mellett a hullámhossz és a frekvencia között fordított arányosság van. Gyakorlatban ez azt jelenti, hogy hosszabb hullámhossznál (hosszabb levegőoszlop, magasabb vízoszlop) kisebb a frekvencia, ami alacsonyabb zenei hangot ad.



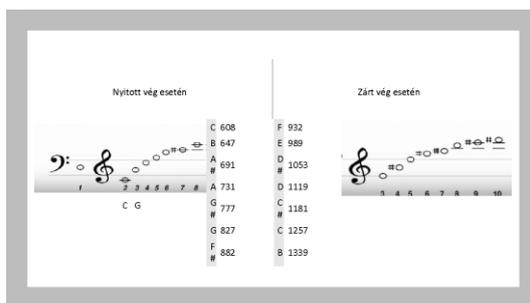
2. ábra



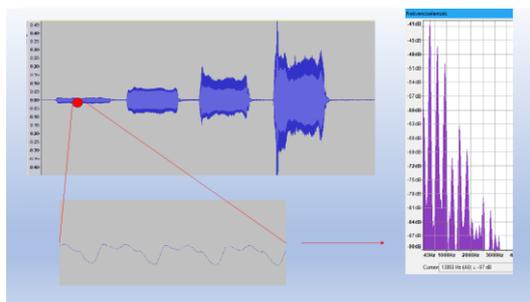
3. ábra



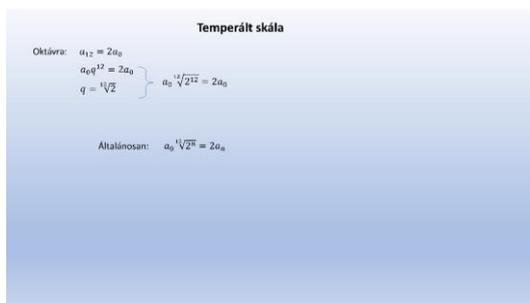
4. ábra



5. ábra

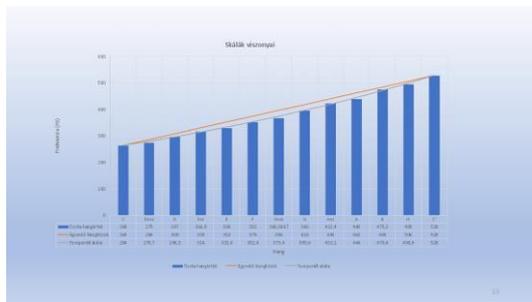


6. ábra



7. ábra

# HANG ÉS FÉNY



8. ábra

A madarak is ezt a skálát használják?

Le lehet kottázni a madárdalt?

az énekes hattyú (*Cygnus cygnus*) nagy tencel, a fehér daru (*Grus leucogeranus*) tizta kvartja, a háztücsk (*Gallus domesticus*) valós időben is jól hallható oktáv-ugrásai.

A szócínege viszont (Parus maior) az említett hangközök mellett még nagy szótelt is tud énekelni, sőt, párjával "hármashangzat-dallamokban" válaszolgatnak egymásnak.

9. ábra

**Tölcsér alakú fúvókák**

A Rómaiak az 1. században már ismerték a rézcsövek hajlításának technológiáját, de ez a tudás a korai középkorban feledésbe merült. Az egyre hosszabbá váló hangszerek (elsősorban a hosszú businre) hajlított formában való építése észak-itáliából indult ki, és a 15–16. században kezdett jellemzővé válni.

Minden olyan tárgy, ami hosszú üreggel rendelkezik, külszírizen megszólaltatható lehet, legyen az bambuszcső, kvájít, lopócső, üreges fadarab, nagyméretű csigahúr vagy akár egy porzívócső.

10. ábra

**Skála és technikai tudás**

A felhangsor a kiegyenlített hangoláshoz viszonyítva

A felhangsor második oktávja (a 2.-3.-4. részhang) már tartalmaz egy kvint hangközöt, amellyel egyszerű kurtjeleket, szignálokat lehet létrehozni. A harmadik oktávban egy jól használható szét hármashangzat van, a negyedikben pedig a tizta hangolási diatonikus hangornál részben azonos hangsorokat képezhető. A 4. fok (11. részhang) és a 6. fok (13. 14. részhang) hamis, de ajaktechnikával a helyére fújható.

11. ábra



12. ábra

## HANG ÉS FÉNY

	Jóslatok	Légüres térben nem hallunk. A hullámok visszaverődnek, összeadódnak. Az oktáv a kétszeres frekvencia. A periodikus nyomáskülönbségek hangokat keltenek.
	Tervezés	A háztartásban található hulladékok felhasználásával hangszerek készítése és ezeknek az eszközöknek a használatával a fizika egyes fejezeteinek mélyebb, szemléletesebb megértése.
	Felfedezés	A projekt lényege, hogy felfedezettő módszerrel ismerik meg a tanulók a fizika törvényeit, a „hands-on mind-on” módszer pedig egy mélyebb megértést, maradandóbb tudást eredményez.
	Tudás- megosztás	A diákok az eredményeiket összehasonlítják az előzetes sejtésekkel és megfogalmazzák tapasztalataikat.
	Reflexiók	Miért egyeznek meg vagy különböznek az előzetes sejtések és a tapasztaltak? Miért nem szólalnak meg a hangszerek? Mit lehetne fejleszteni a hangszerek megépítésénél?
	Prezentálás	Saját készítésű hangszerekkel, kiscsoportokban egyszerű zenedarabokat mutatnak be, elmagyarázzák azok működési alapelveit.
	Produktum	Különböző hangszerek. Dokumentumok. Videó.
	Újratervezés	Keressük meg azokat a hibákat, amelyek a hangszereknél a hangok keltését befolyásolják.

### Állomások

	Természet- tudomány	A tudomány magában foglalja a gondolkodást, a megfigyelést, a kísérletezést. Fontos az előzetes sejtések megfogalmazása, a tapasztalatok megosztása. Eszközök: hangszerek, tablet, PC, jegyzetfüzet, toll
	Kutatás	Fizika <ul style="list-style-type: none"> <li>• hangtani alapösszefüggések felfedezése, a frekvencia és a hullámhossz közötti kapcsolat meghatározása,</li> <li>• az önálló kísérletezésen keresztüli összefüggések felfedezése,</li> <li>• hangok keltése, hangszín, hangmagasság megfigyelése,</li> <li>• hullámtani fogalmak elsajátítása.</li> </ul> Eszközök: hangszerek, könyvek, tablet, számítógép, hullámmodell.
	Technológia	Elektronikai eszközök: számítógép, tablet, okostelefon, interaktív tábla, digitális fényképezőgép. Otthon található eszközök: szívószál, harapófogó, műanyag csövek, PET-palackok, fűrészlap, fűrész, ragasztó, ragasztószalag, vonalzó, csiszolópapír.
	Műszaki	Műszaki eszközök: harapófogó, fűrész, markerek, toll, vonalzó, olló, reszelő.
	Művészet és tervezés	Művészeti és formatervezési eszközök: ragasztó, olló, színes papír. Zene: hangszerek megszólaltatása, frekvenciaváltók készítése.

## HANG ÉS FÉNY

	Matematika	Matematika eszközök: számológép, vonalzó. Törtek bevezetése, adott hosszúság arányos osztása, mennyiségek kiszámítása egyenes és fordított összefüggések alapján.
	Bemutató	Eszközök: toll, vázlatpapír.
	Tapasztalatok	A projektet követően a diákokkal együtt közös értékelés, a tapasztalatok és a további ötletek, tervek megbeszélése. Az egyes diszciplínák kapcsolódási pontjainak felismerése, összefüggések megfogalmazása.
	Függelék	<b>Videó</b> <a href="#">Homemade Instruments – How to make a PVC pipe overtone flute (YouTube)</a>  <b>Linkek</b> <a href="#">Tölcséres fúvókájú hangszerek</a> <a href="#">Ajaksípos hangszerek</a> <a href="#">Handbauer Tamás: Trombitahang szintézise egydimenziós akusztikai modell alapján</a>  <b>Összegzés</b> A jóslatok, előzetes kérdések megvitatása, helyességének igazolása vagy cáfolása.  <b>Csoportmunka</b> Előkészítési feladatok szétosztása 2-3 fős csoportokban. Az egyes feladatok csoportok szerinti felosztása. A produktum (hangszer, PPT, DOCX) elkészítése kiscsoportokban.  <b>Kísérletek</b> A levegő megrezgetése hallható hangot ad ki. A hangok matematikai szabályokat követnek. Arányok keresése a különböző hangmagasságoknál.

## 2. Zenefizika

STE(A)M-területek	fizika • matematika • tervezés • zene • biológia • technológia
Kultúrák közötti kapcsolatok	Zenei stílusok. Hangszerek készítése, használata. Zenei affinitás.

## Összefoglaló táblázat

Tantárgyak	fizika
Témák	Hangtan. Csillagászat. Részecskefizika.
Diákok kora	6-20 év
Tanóra/projekt időtartama	8×45 perc
Diákok száma	15-20 fő
Online tanítási eszközök	Oláh Éva Mária: <a href="#">A mikrovilág zenéje (YouTube)</a> <a href="#">Oláh Éva: Zenéljünk fizikául vagy fizikázzunk zenéül (YouTube)</a> <a href="#">Kepler: Harmonices Mundi (YouTube)</a> <a href="#">Kepler and the Music of the Spheres (YouTube)</a>
Offline tanítási eszközök	Oláh Éva 2013. A mikrovilág zenéje, avagy játék a húrokkal. In Juhász András – Tél Tamás (szerk.): <i>A fizika, matematika és művészet találkozása az oktatásban, kutatásban.</i> Budapest. 141–146. Oláh Éva Mária 2018. <i>Részecskefizika tanítása középiskolában. Doktori értekezés. III. rész (A mikrovilág megismertetése zenei analógiákkal).</i> Dr. Nagy Anett 2010. Hangszerek a „semiből”. <i>Nukleon.</i> III/56.
21. századi kompetenciák	kritikus gondolkodás • kreativitás • együttműködés • kommunikáció • technológiai műveltség • rugalmasság • vezetési képesség • kezdeményezés • termelékenység
Tanulási célok	szaktudományos tudás megszerzése • az adott témakör (hangtan, csillagászat) mélyebb megértése • tanulói közösségek alakulásának segítése • manuális készségek fejlesztése • absztraháló képesség fejlesztése • játékos tanulás

## Projektterv

A gyakorlat elnevezése	Zenefizika
------------------------	------------

## A megvalósítás menete



Kérdés	Mit neveznek a szférák zenéjének? Mikortól ismerünk hangszereket? Kellenek-e matematikai alapismeretek a zenéléshez? Mitől függ, hogy valakinek van-e zenei hallása? Mely szerveink segítik a hallást?
--------	--

## HANG ÉS FÉNY

	<p>A fizikusok tudnak-e hangszereken játszani?          Mik azok a magas és mély hangok?          Kik a hallás bajnokai az állatvilágban?          Változik-e a hallástartományunk a korrall?          Mit értünk „zene” alatt?          Hogyan mozognak az égitestek?          Részecskefizika vagy húrelmélet?          Mik azok az állóhullámok?          Mi a geocentrikus és a heliocentrikus világkép közötti különbség?          Mozgásuk során adnak-e ki hangokat a bolygók?          Ha adnának ki hangokat mozgásuk során a bolygók, vajon lehetne-e hallani ezeket a Világűrben?          A hangmagasság függ-e a Naptól való távolságtól?          A hangterjedelem függ-e az ellipszispálya alakjától?</p>
	<p><b>Ötletelés</b></p> <p>A diákok ötleteinek összegyűjtése.          Csoportmunkában való dolgozás után közös megbeszélés.          Saját ötletek, innovációk beépítése a projektbe.</p>
	<p><b>Előkészítés</b></p> <p>Alapanyagok beszerzése (szívószál, harapófogó, papírhenger, befőttesüveg, kólásüveg, borospohár, műanyag csövek, PET-palackok, színes kartonpapír, olló, ragasztó, színes filctoll, vonalzó, zsinór, fakanál, lufi, konzervdoboz, falécek, gégecső).          „Hangszerek” elkészítése.          Szivárványkották megrajzolása.          Zenedarabok kiválasztása.</p>
	<p><b>Bemutató</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Hanggenerátorral „hallásvizsgálat”</b></li> <li>• <b>Kepler: A világok harmóniája bemutatása</b></li> <li>• <b>Kepler-törvények</b></li> <li>• <b>Naprendszer-modell</b></li> <li>• <b>A sebesség és a frekvencia kapcsolata</b></li> <li>• <b>Doppler-effektus</b></li> <li>• <b>Zenélő gégecső</b></li> </ul> <p>Ebben a fejezetben zenei analógiákkal szeretnénk bemutatni, hogy a Naprendszer bolygói Kepler törvényeinek megfelelően mozognak pályájukon. A Naptól való távolságuk, pályájuk mérete, alakjuk (excentricitása) és ebből fakadó sebességváltozásuk meghatározzák, hogy milyen hangok rendelhetők a mozgásukhoz, így hangtani ismeretek segítségével jobban megismerhetjük és felfedezhetjük azt a csodálatos rendszert, amelyben Földünk is található. Minél távolabb van a bolygó a Naptól, annál hosszabb a periódusideje, vagyis annál kisebb a frekvenciája (fordulatszama). Vagyis, amelyik bolygó van a legtávolabb, annak a legkisebb a frekvenciája, és ha ehhez zenei hangok frekvenciáit rendelünk, akkor a kis frekvencia mély hangot jelent.</p> <p>Példaként bemutathatjuk, hogy a konyhai szerelvények között számoltartott, úgynevezett „bűzcső” kézzel történő, változó sebességű forgatásával miként változik a hang magassága. Nagyobb sebességhez magasabb frekvencia rendelhető hozzá, amely magasabb hang kibocsátásával jár. A Naprendszer bolygói, a Vénusz kivételével a körtől különböző módon eltérő ellipszis pályákon keringenek az egyik fókuszpontjukban elhelyezkedő Nap körül, így változik a Naptól való távolságuk. Változik a rájuk ható gravitációs erő nagysága is, amit csak</p>

úgy tud kiegyenlíteni, ha a bolygó gyorsabban vagy lassabban mozog. Ez eredményezi, hogy a bolygóink különböző „dallamokat” játszanak le a Nap körüli keringésük során. A diákok több, saját készítésű hangszer megszólaltatásával ellenőrzik a frekvencia és a hangmagasság közötti összefüggéseket. Eltérő mennyiségű vízzel megtöltött üdítőszüvegek fújással, különböző méretre levágott műanyag csövek pedig ütögetéssel megszólaltathatók, a víz- és a levegőoszlopok megmérésével pedig meghatározhatók a hullámhosszak, illetve a frekvenciák. A diákok cselekvő aktivitásán keresztül, művészeti kapcsolatok bevonásával élménytelibb és maradandóbb tudás birtokába juthatnak.

## 1. Elemi részek, szuperhúrok ismertetése

Videó nézése, a látottak megbeszélése.

## 2. Longitudinális és transzverzális hullámok közötti különbség bemutatása „szívószál hullámgéppel”

Szívószálakat egy hosszú ragasztószalagra egyenletes távolságokban, a szalagra merőlegesen helyezünk el.

A még jobb eredmény érdekében gyurmagolyókat lehet tenni a szívószálak végére, így a periodikus folyamat hosszabb ideig tart.

## 3. Hullámhossz és frekvencia a hangszereknél

$c = \lambda \cdot f$  (ahol a  $c$  a hanghullám adott közegbeli terjedési sebessége, a  $\lambda$  a hanghullám hossza, az  $f$  pedig a hang frekvenciája). Alap matematikai ismeretekkel is észrevehető, hogy állandó terjedési sebesség mellett a hullámhossz és a frekvencia között fordított arányosság van. Gyakorlatban ez azt jelenti, hogy hosszabb hullámhossznál (hosszabb levegőoszlop, magasabb vízoszlop) kisebb a frekvencia, ami alacsonyabb zenei hangot ad.

## 4. Állóhullámok bemutatása gitáron

Gitár esetében az állóhullámok bemutatása alap- és felhangok előállítására. Fúvós hangszereknél a lyukak lefogatásával a hullámhosszakot és ennek következtében a frekvenciát tudjuk változtatni.

## 5. „Zene” csövek

A PVC-csöveket a [Dr. Nagy Anett cikkében](#) található táblázat alapján adott hosszúságú darabokra fűrészeljük, a végeket lecsiszoljuk. A [szivárványkottákban \(Pinterest\)](#) szereplő, adott hangokhoz meghatározott színekkel azonos színű jelölésekkel látjuk el. A csöveket a tenyerünkhöz ütögetve kapunk zenei hangokat a csövekben lévő levegőoszlop megrezegtetése által.

## 6. Papírhenger „xilofon”

Alufóliatekerics papírhengereit különböző méretűre levágva, zsinórral összekötve őket, dobverővel (fakanállal) szólaltatjuk meg, így a levegőoszlopot rezegtetjük meg.

## 7. Befőttesüveg „hangszer”

Befőttesüvegekből gyűjthetünk különböző méretűeket, de legjobbak az 1 literes térfogatúak. Különböző magasságokban (digitális hangoló

segítségével) az eddigi színeknek megfelelően színes csíkokkal jelöljük be a vízszint magasságát. Fakanál segítségével szólaltatjuk meg, az üveg megütésével egyben a benne levő vízoszlopot rezegtetjük meg.

## 8. PET-palack „hangszer”

Ennél az eszköznél is a beletöltött vízoszlopot fakanállal megütve (rezgésbe hozva) képezünk zenei hangokat.

## 9. Kólásüveg „hangszer”

Hagyományos, műanyag üdítőszüvegekbe vizet töltünk. Az adott színek szerint, színes papírcsíkokkal jelöljük be a vízmagasságokat, így használat után ki lehet belőlük önteni a vizet és legközelebb már egyszerűbb a „hangolás”.

## 10. Pohár „orgona”

Különböző méretű és alakú, üvegből készült borospoharak megfelelő kiválasztásával, vízzel töltjük adott magasságig, amit online hangoló síp segítségével állítjuk be a szükséges zenei hangokkal megegyezően. Az ujjunkat kicsit bevizezve „simogatjuk” a pohár száját körkörös mozdulattal, ezáltal az ujjunk időnként csúszik, időnként megakad. Az így létrehozott egyenetlen súrlódás következtében rezegtetjük meg a poharakban lévő vízoszlopokat.

## 11. Szívószál „duda”

Műanyag szívószálakat harapófogó segítségével ellapítjuk, hogy sípot tudjunk készíteni. A mellékletben lévő videó segítségével adott formára vágjuk a végeket. A szívószálakat megfűjva az adott hosszról függően (ollóval vágjuk egyre rövidebbre) más és más hangmagasságot kapunk. Itt is láthatjuk, hogy a levegőoszlop rezegtetésével, minél rövidebb a szívószál (csökken a hullámhossz), annál magasabb hangot (nagyobb frekvencia) kapunk.

## 12. Konzervdoboz „dob”

Konzervdobozok tetejét levágva és lecsiszolva lufiból kivágott gumihártyát erősítünk zsinórral kifeszítve az egyik nyílásra. A hártyát megrezegtetve (egy fa rúddal) rezgésbe hozzuk a benne lévő levegőt is, így keletkezik egy hang. A dobot nem tudjuk behangolni pontosan, ritmushangszerként használjuk zenélés közben.



Jóslatok

Légüres térben nem hallunk.  
A hullámok visszaverődnek, összeadódnak.  
A bolygóknak a közeg hiánya miatt nincs hangja.  
Az égitestek forgása és keringése közötti különbség.



Tervezés

A háztartásban található hulladékok felhasználásával hangszerek készítése és ezeknek az eszközöknek a használatával a fizika egyes fejezeteinek mélyebb, szemléletesebb megértése.



Felfedezés

A projekt lényege, hogy felfedeztető módszerrel ismerik meg a tanulók a fizika törvényeit, a „hands-on mind-on” módszer pedig egy mélyebb megértést, maradandóbb tudást eredményez.



Tudás-  
megosztás

A diákok az eredményeiket összehasonlítják az előzetes sejtésekkel és megfogalmazzák tapasztalataikat.

## HANG ÉS FÉNY

	Reflexiók	Miért egyeznek meg vagy különböznek az előzetes sejtések és az tapasztaltak? Miért nem szólalnak meg a hangszerek? Mit lehetne fejleszteni a hangszerek megépítésénél?
	Prezentálás	Saját készítésű hangszereikkel, kiscsoportokban egyszerű zenedarabokat mutatnak be, elmagyarázzák azok működési alapelveit.
	Produktum	Különböző hangszerek. Szivárványkották. Dokumentumok. Videó.
	Újratervezés	Keressük meg azokat a hibákat, amelyek a hangszereknél a hangok keltését befolyásolják.

### Állomások

	Természet-tudomány	A tudomány magában foglalja a gondolkodást, a megfigyelést, a kísérletezést. Fontos az előzetes sejtések megfogalmazása, a tapasztalatok megosztása. A bolygók mozgásának a hangokkal való megfeleltetése. Eszközök: hangszerek, tablet, PC, jegyzetfüzet, toll.
	Kutatás	Fizika: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kepler bolygómozgásra vonatkozó törvényeinek a megismerése és megértése.</li> <li>• A körmozgás dinamikájának és a gravitációs erőnek a bevezetése.</li> <li>• A tömegvonzás mibenléte.</li> <li>• Hangtani alapösszefüggések felfedezése, a frekvencia és a hullámhossz közötti kapcsolat meghatározása.</li> <li>• Az önálló kísérletezésen keresztüli összefüggések felfedezése.</li> <li>• Hangok keltése, hangszín, hangmagasság megfigyelése.</li> <li>• Hullámtani fogalmak elsajátítása.</li> </ul> Eszközök: hangszerek, könyvek, tablet, számítógép, hullámmmodell.
	Technológia	Elektronikai eszközök: számítógép, tablet, okostelefon, interaktív tábla, digitális fényképezőgép. Otthon található eszközök: szívószál, harapófogó, papírhenger, különböző üvegek, poharak, műanyag csövek, PET-palackok, színes kartonpapír, olló, ragasztó, ragasztószalag, színes filctoll, vonalzó, zsinór, fakanál, lufi, konzervdoboz, falécek, gégecső, gyurma, színes papírok.
	Műszaki	Műszaki eszközök: harapófogó, fűrész, markerek, toll, vonalzó, olló, reszelő.
	Művészet és tervezés	Művészeti és formatervezési eszközök: ragasztó, olló, színes papír. Zene: zenei hangok kottázása, hangközök felismerése, hangszerek megszólaltatása.  Hogyan ábrázolható a hang? <a href="#">Turn sound ON (Pinterest)</a> <a href="#">Spiritualitás (Pinterest)</a> <a href="#">Frequency Painting: Ouroboros</a> <a href="#">Cymatics – hanghullámok és rezgés vizsgálata (Pinterest)</a>

	Matematika	<p>Landfill Harmonic – the „Recycled Orchestra”  <a href="#">Landfill Harmonic – the „Recycled Orchestra” (YouTube)</a>          Létezik Paraguayban egy olyan szimfónikus zenekar (Recycled Orchestra of Cateura), akik a szemétből készítették hangszereket, majd ezekkel felléptek Los Angelesben. Egy dokumentumfilm mutatja be az életüket.  <a href="#">Landfill Harmonic Official Trailer 1 (2016) – Documentary (YouTube)</a>  <a href="#">Teaser of the upcoming documentary film „Landfill Harmonic” (YouTube)</a></p>
	Bemutató	<p>Eszközök: toll, vázlatpapír.</p>
	Függelék	<p><b>Videó</b>  <a href="#">A mikrovilág zenéje (YouTube)</a>  <a href="#">Oláh Éva: Zenéljünk fizikául vagy fizikázzunk zenéül (YouTube)</a>  <a href="#">Kepler and the Music of the Spheres (YouTube)</a>  <a href="#">Street artist playing Hallelujah with crystal glasses (YouTube)</a>  <a href="#">The straw trick – How to make a whistle straw (YouTube)</a></p> <p><b>Linkek</b>  <a href="#">Dr. Nagy Anett 2010. Hangszerek a „semmiből”. Nukleon. III/56.</a></p> <p><b>Összegzés</b>          A jóslatok, előzetes kérdések megvitatása, helyességének igazolása vagy cáfolása.</p> <p><b>Csoportmunka</b>          Előkészítési feladatok szétosztása 2-3 fős csoportokban.          Az egyes feladatok csoportok szerinti felosztása.          A produktum (hangszer, PPT, DOCX) elkészítése kiscsoportokban.</p> <p><b>Kísérletek</b>          Nagyobb sebesség magasabb hangot eredményez.          A levegő megrezgetése hallható hangot ad ki.          A hangok matematikai szabályokat követnek.</p>

## 3. Hangok – Zaj és zajszennyezés

STE(A)M-  
területekmatematika • fizika • biológia • földrajz • számítástechnika • technológia •  
művészet/zene

## Összefoglaló táblázat

Tantárgyak	matematika • fizika • biológia • földrajz • számítástechnika • műszaki tudományok • művészet • rajz
Témák	Hang, zaj, zajszennyezés.
Diákok kora	12-14 év
Tanóra/projekt időtartama	4×45 perc projektterv
Diákok száma	20-25 fő
Online tanítási eszközök	<a href="#">Gróf Andrea – Gärtner István – Leitner Lászlóné – Pető Mária: Zajszennyezés – Tanítási segédlet</a> <a href="#">A zajszennyezés és a hullámjelenségek kapcsolata</a> <a href="#">Feleletválasztásos feladatok</a> <a href="#">PhET szimulátor</a> <a href="#">Márkus Péter: Zajvédelem (hallás)</a>
Offline tanítási eszközök	Kísérleti eszközök, egyszerű anyagok, amelyekből mérési eszközök készíthetők. Tablet, PC, okostelefon (különböző hangtani alkalmazásokkal), interaktív tábla, projektor. Tankönyvek (7–10.), példatárak, szakfolyóiratok.
21. századi kompetenciák	kritikus gondolkodás • kreativitás • együttműködés és kommunikáció • műszaki jártasság • kezdeményezés • alkotómunka
Tanulási célok	A tudományos megismerés-kutatás eszköztárának bemutatása, egyszerű kutatási projektek összeállítása és bemutatása. Kétkezi munkakészségek fejlesztése, az elvonatkoztató (absztraháló) képesség fejlesztése játékos tanulás és csoportmunka által, valamint az együttműködési, kommunikációs készségek fejlesztése. Az adott témakör (hangtan, zajszennyezés) mélyebb megértése, ismeretbővítés.  Ehhez válaszokat keresünk az alábbi kérdésekre: Hogyan keletkeznek a hangok? Mi a különbség a hangok és a zaj között? Ultra- és infrahangok, mit jelentenek? Hogyan tehetők „láthatóvá” a hangok?  Az feldolgozásra szánt témák: • Zajszennyezés, zajártalom • „Hasznos és haszontalan” hangok • Hogyan védekezhetünk a zajszennyezés ellen?

## Projektterv

A gyakorlat elnevezése

Hangok – zaj és zajszennyezés  
 1. Hangok a mindennapokban  
 2. „A zajjal száz esztendő múlva több gondunk lesz, mint a fertőző betegségekkel...” Robert Koch (német bakteriológus)  
 3. Zajártalom. Zajszennyezés

### A megvalósítás menete



Érdeklődés felkeltése, előzetes kérdések

Milyen kérdéseket próbálunk megválaszolni:

- Milyen hangokat tudsz azonosítani az alábbi felvételek alapján? Mi lehet a hangforrás az előbbi esetekben (rövid hangbejátszások kép nélkül)?
- Hogyan keletkeznek a hangok? Hát a zaj?
- A nagyon erős hangok általában zavaró hatásúak. Miért?
- Hogyan „kommunikálnak”, hallanak az állatok?
- Miért hallod a szúnyog szárnyainak mozgását, de nem hallod a pillangószárnyak csapdosását, még akkor sem, ha mindkettőt egyszerre látod?
- Változik-e a hallási tartományunk az életkorral? Miért?



Előkészületek

Alapanyagok beszerzése: szívószálak, csipeszek, befőttesgumi, Bluetooth-os mobiltelefon, műanyag palackok, színes kartonpapír, olló, ragasztó, színes filctoll, vonalzó, zsinór, lufi, fémhúr, hangszóró; telefonos alkalmazások, a település térképe.



A téma feldolgozása, bemutatása

A környezetünkben fellelhető és az azt terhelő hang- és zajforrások megismerése, az emberre és a környezetre gyakorolt hatások vizsgálata, mérésekkel történő megfigyelése, feldolgozása.

A bemutatásra szánt témák:

- **Hangok a mindennapokban**
- **Zaj. Zajszennyezés**
- **„Hasznos és haszontalan” hangok**

#### 1. Hogyan hozhatunk létre hangokat?

##### Bevezető, ismétlés/rendszerezés

a) Pl.: Felismered milyen eszköz/hangszer hozta létre ezeket a hangokat? Egy szilárd test ütögetésével, dörzsölésével, vagy ha levegőt fújsz egy hengeres csőbe.

[Dabo – Tales of Goapan \(Official Video\) Handpan & Didgeridoo \(YouTube\)](#)

[Crystal harp meditation \(YouTube\)](#)

[Discover the Aeolian Drone Flutes at Singing Tree Flutes! \(YouTube\)](#)

[Sela SE 203 Harmony Handpan F# Hijaz Stainless Steel \(YouTube\)](#)

[Acme 446 Cuckoo Bird Call Whistle \(YouTube\)](#)

[Bonus: Démo Waterphone \(YouTube\)](#)

[Bolf Kalimbas: The kalimba story – When the forest is playing \(YouTube\)](#)

b) Miközben beszélsz, helyezd óvatosan a tenyered a nyakadra. Mit érzel, ha az ujjaid két oldalt a nyakra helyezed? (Enyhe rezgést... Miért?)

c) Feszíts ki egy rugalmas zsinórt vagy fémhúrt két rögzített rajzszög közé, majd pengesd meg előbb az ujjaddal, majd egy pengetőlappal. Mit veszel észre? (Hallhatod a keletkező hangot, és láthatod a szál rezgését.)

### Bevezető kísérlet

#### a) A „beszélő” lufi

Szükséged lesz ehhez egy félig felfújtt, kisebb léggömbre.

Munkamódszer: A félig felfújtt lufi végét (nyakát) fogd össze az ujjaiddal, úgy, hogy a levegő ne áramoljon ki egyszerre belőle, de tudd alakítani tetszés szerint a lufi nyakát. A levegőt lassan, fokozatosan engedd ki a lufiból úgy, hogy közben az ujjaddal folyamatosan alakítod (szétnyitod, összezáród) a léggömb „nyakát”. Mihez hasonlítható a léggömb „működése”? Mit figyelsz meg, amikor a levegő lassan vagy nagyon gyorsan áramlik ki a lufiból? Mi lehet a fizikai magyarázata a megfigyelt jelenségnek? Hogyan tudnád hasznosítani ezt a gyakorlatban?

A hang terjedése. Figyeld meg az alábbi animációkat/szimulációkat és fogalmazd meg következtetéseket a hang terjedése, jellemzői, illetve a hang érzékelésével kapcsolatban! [PhET szimulátor](#)

Hasonlítsd össze a biológiaórán tanultakkal (tüdő, hangkeltés, hangszálak) a lufis kísérlet megfigyeléseit! Mitől függ a hallott hang?

#### b) „Só és rock” – a „látható hang”

A kísérlethez szükséged lesz egy léggömbre, befőttesgumira, 2 literes (üres) műanyag palackra, finom sóra, ollóra, Bluetooth-os, internetkapcsolattal rendelkező okostelefonra, kisebb hangszóróra.

Munkamódszer: A műanyag palackot vágd el egy ollóval kb. 13-16 cm-re a kupakjától, majd a kupakot levéve a palackról feszítsd ki rajta jól a lufi egy darabját (használhatsz más rugalmas lemezt, hártyát is). A lufit egy befőttesgumival vagy szorosan rácsavart zsinórral rögzítheted a palack „száján”.

Az így előkészített palackot a nyitott részével helyezd a hangszóró fölé, majd csatlakoztasd az okostelefonodat a hangszóróhoz. A kifeszített rugalmas hártyára szórd rá a finom sót. A telefonodon keress rockzenét, amit változó hangerővel játszol le.

Pl. [AC/DC – Highway to Hell \(YouTube\)](#)

[The Doors – Break On Through \(YouTube\)](#)

Mit figyelsz meg? Mihez hasonlítható az így elkészített eszköz? Milyen órán tanultál már róla? Emlékezz, és meséld el, amit tudsz a hallásról.

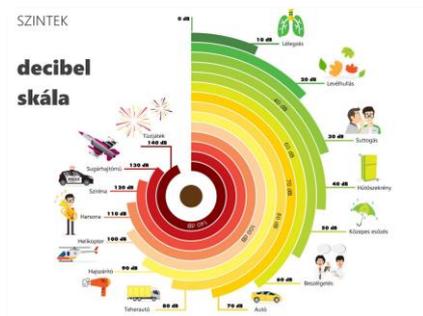
#### c) Mennyire hallod jól a hangokat?

Az okostelefonodon nyisd meg a Physics Toolbox Sensor Suite alkalmazást. Az alkalmazás menüjéből válaszd ki a „Hanggenerátor” opciót, majd utána a „Szinusz-hullám” opciót.

A hang frekvenciáját legkisebb értéktől a legnagyobbig változtasd lassan, miközben figyelsz arra, hogy melyik frekvenciától kezdődően hallod a hangokat, illetve mennyi a hallásod felső határa (legnagyobb frekvencia). A mérést végezzétek el az osztályban, és hasonlítsátok össze a kapott eredmények. Miért lehetnek különbségek? Változik-e a hallott frekvenciák tartománya, ha a hangerőt maximálisra állítjátok? Hogyan magyarázzátok a kapott eredményeket? Milyen következtetéseket tudtok megfogalmazni a kísérletek alapján?

# HANG ÉS FÉNY

Ha a fenti kísérleteket hangszerekkel végeztétek volna el, melyikhez milyen hangszert használtatok volna?



1. ábra



2. ábra

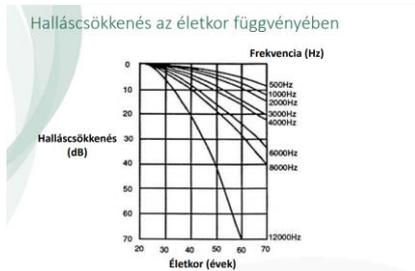
## Feladat

Készítsetek ehhez egy rövid bemutatót (videót vagy prezentációt, amit bemutattok az osztályban a téma végén)!

## Következtetések

Nem minden mechanikai hullám, ami a fülünkhöz jut, érzékelhető hangként, csak a kb. 20-20000 Hz közöttiek. A nagyon kis (infrahang) vagy a nagyon magas frekvenciájú (ultrahang) hullámokat nem hallja meg az ember.

A fül hangérzékelési érzékenysége nem egyforma minden ember esetében és ez életkorfüggő is. (3. ábra)



3. ábra

## Hangkeltés – érdekességek a nagyvilágból



4. ábra. Singing Ringing Tree, Burnley

[The Singing Ringing Tree, Burnley, Lancashire, England \(YouTube\)](#)



5. ábra. Singing Christmas Tree in Zurich  
[The Singing Christmas Tree Zurich \(YouTube\)](#)  
[The Singing Christmas Tree in Zurich \(YouTube\)](#)

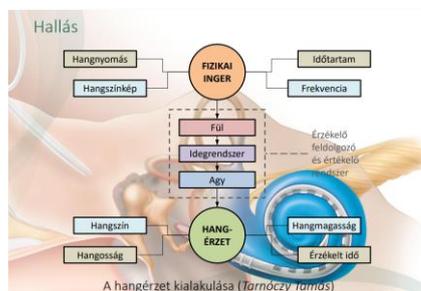


6. ábra. Aeolus Acoustic Wind Pavilion  
[Aeolus at The Eden Project – Acoustic Wind Pavilion \(YouTube\)](#)

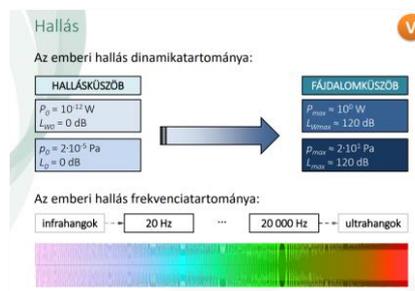
Miért különlegesek a fenti példák? Láttál, hallottál már hasonló szerkezeteket, építményeket vagy hasonló természeti jelenséget?

## 2. Alkalmazás – biológia/anatómia

Az agy a két fül által érzékelt hangok időbeli és erősségbeli különbségeit használja fel a hozzá érkező hang irányának és a hangforrás helyének meghatározására.



7. ábra



8. ábra

Az orvostudományban az ultrahangos képalkotás a hang visszaverődésének jelenségén alapszik, amellyel a belső szervek képét lehet láthatóvá tenni a készülékhez kapcsolt kijelzőn.



9. ábra



10. ábra

## Feladat

Kiscsoportokban beszéljétek meg a gyakorlati alkalmazási lehetőségeket és készítenek rövid (5-8 dia) prezentációkat ezekről!

## Akusztika/zene

A nagyméretű előadóterem falán a hang többszörösen visszaverődhet, és olyan hangkeveréket hoz létre, amely akkor is szól (hallható), amikor az eredeti hangforrás már nem ad ki hangot; ez a jelenség a reverberáció (az akusztikában a hang fennmaradása a hang létrehozása után). Ahhoz, hogy ez elkerülhető legyen, a nézőtereket speciálisan alakítják ki, az üléseket és a padlót bársonyanyaggal borítják, amely elnyeli a hangot.

## 3. A zaj

A zajt a hangforrások nem periodikus rezgései okozzák. Mivel ezeknek a rezgéseknek a frekvenciája állandóan változik, a zajoknak nincs meghatározott magasságuk. A hangos zajok zavarnak, ezért igyekezünk eltakarni a füleinket (pl. a földrengés hangja: [A japán földrengés hangja \[Video\]](#)).

## Hallottál már ilyet? Felismered a hangot, ha nem látod a hangforrást?

[Music for earthquakes \(2011\) \(excerpt\) \(SoundCloud\)](#)

Furcsa hangok (Forrás: [European Space Agency \[SoundCloud\]](#))

[The scary sound of Earth's magnetic field \(SoundCloud\)](#)

[The sound of the wind from space \(SoundCloud\)](#)

## Figyeltél már erre? Hogyan magyarázod?

A világ lehangosabb állata a kék bálna, 188 dB-es hangokat is képes kibocsátani.



11. ábra

A hangszín, akárcsak az ujjlenyomat minden egyes ember egyedi jellemzője. Ezt számos olyan biztonsági eszköz használja, amely a hangszínt „hanglenyomatként” alkalmazza. Minél több felharmonikus van egy hangban (gazdagabb a hangspektruma), annál dallamosabb. Elég hallani egy hangot ahhoz, hogy felismerjük milyen hangszer hozta létre.

Rockkoncert közben a hangosság elérheti a 115 dB értéket. A túl erős hangok fájdalmat okozhatnak. A fájdalomküszöb az a hangerő, amelynél fájdalomérzet jelentkezik a fülben. A tartós erős hangok (90-95 dB feletti hangosság) halláskárosodást okozhatnak.



12. ábra

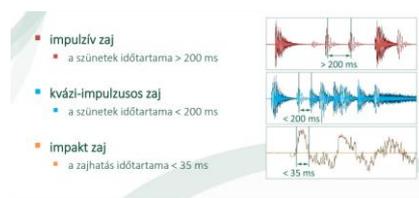
## Zajártalom

A zaj károsító hatása függ az erősségétől, a hangmagasságától, az időtartamától, az időbeli eloszlásától, az ember nemétől és életkorától, az egyéni hallásérzékenységtől stb.

A zajszennyezés káros hatásai: a hallószerv gyengülése, illetve romlása ezek hatására; az agyra és az idegrendszerre gyakorolt káros hatások halmozása (azoknak, akik tartósan zajszennyezett környezetben élnek, azoknak növekszik az infarktus és az idegrendszer károsodásának veszélye).



13. ábra



14. ábra

Példák ilyen hatásokra fenntartott, hosszas zajszint esetén:

40–60 dB: enyhe zavarok: összpontosítóképesség csökkenése, fokozott fáradtságérzés

65–75 dB: enyhe vegetatív zavarok: vérnyomás gondok, fokozódik az anyagcsere stb.

75 dB felett: észlelhető a hallásromlás, gyakori a fejfájás, az álmatlanság, a fülzúgás, az alacsony frekvenciák rosszul vagy nem hallhatók, néha már a magasabb frekvenciák hallása is gondot okoz 120–130 decibel esetén maradandó halláskárosodás

Orvosi megfigyelések igazolták, hogy a zaj által okozott élettani károsodások csak hosszú idő után észlelhetők, amikor már nehezen lehet megállapítani az összefüggést a zaj és a károsodás között. A zaj okozta maradandó hallásromlás nem gyógyítható, a legfontosabb a megelőzés.



15. ábra

## Feladat (2-3 fős csoportokban)

Térképezzétek fel a városotokat, a lakó- övezeteiteket, majd egy térképen jelöljétek be a legzajosabb és a legcsendesebb kerületeket/helyeket! Keressétek meg a legnagyobb zajterhelést okozó hangforrásokat! Az eredményeiteket mutassátok be az osztályban plakát vagy bemutató formájában!

Hogyan tudtok zajszintet mérni ahhoz, hogy hiteles legyen a bemutató? Például használhatjátok ezeket az okostelefonra letölthető alkalmazásokat:

- [Physics Toolbox Sensor Suite](#)
- [Sound Meter – Zajszintmérő \(Android és iPhone mobile\)](#)
- [Decibel Meter – Measure the sound around you with ease](#)

## Feladat

Figyeld meg, hogy a környezeti zajártalom milyen hatással van a lakóhelyed környékén élő állatokra (ha van ilyen, dokumentáld, és mutasd be a társaidnak)!



Tervezés/  
kutatás

Digitális mérési módszerek a zajszint meghatározására.  
A zaj csökkentésének módszerei.  
A hangszigetelés lehetőségei; megoldások a mindennapokban.



Felfedezett  
kérdések/  
kutatási témák

Hogyan keletkezik a hangrobbanás? Egyszeri, pillanatnyi jelenség vagy folyamatosan kíséri a repülőt?  
A repülőgép pilótája hallja a hangrobbanást?  
Hogyan hallhatod a denevér vagy a delfin hangját?



Bemutató  
anyagok

## Poszter készítése – Zaj, zajszennyezés

Keressetek egy ötletes, figyelemfelkeltő címet a poszterhez!  
Méret: A1 vagy A0 – tudományos poszter típus.

## Ötletek a poszterhez

- Saját készítésű fényképek, videók, rajzok zajforrásokról.
- Hogyan csökkenthető a zajártalom: otthon, az osztályban, a környezetünkben, a természetben stb.?
- Hogyan befolyásolják a zajok a pihentető alvást/a tanulást?
- Milyen szerepe van a növényzetnek a zajártalom csökkentésében?
- Rockkoncert és zajártalom stb.
- A zaj egészségkárosító hatásai.
- Mennyire zajos a város/település, ahol élsz? Zajtérkép a lakónegyedről.

## HANG ÉS FÉNY

	Eredmények	Prezentáció/Canva-bemutató/poszter vagy videó bemutatása az osztályban, amelyben a zajszennyezés, zajkeltés módjait mutatják be és magyarázzák meg a diákok.
		PDF- vagy Word-formátumban összeállított tanulmányok; PPT-, Prezi-Canva- vagy videó-prezentációk, plakátok.

### Tantárgyi kapcsolatok

	Természet-tudomány	<p>Fizika: mechanikai hullámok, hang, földrengések; az anyag tulajdonságai; hullámforrások, a zajszennyezés csökkentésének eszközei, megoldások. Kutatás: Az önálló kísérletezésen keresztüli összefüggések felfedezése. Hangok keltése, hangszín, hangmagasság megfigyelése, hallásérzékenység. Kísérleti bemutatók az ismeretek elmélyítéséhez. A zaj és zajszennyezés felismerése. Zajszennyezés csökkentése a mindennapokban.</p> <p>Biológia: a hallás élettana; hangok, zajok az állatvilágban; hogyan kommunikálnak az állatok?</p>
	Földrajz	<p>Földrengések keletkezése és az azt kísérő zajok. Hangok az univerzumban, a naptevékenység során keletkezett hullámok. Térkép – lakóhelyünk zajforrásai, földrengészónák.</p>

	Függelék	<p><b>Elméleti háttér és videók gyűjteménye</b>  <a href="#">Greatest Classic Rock Songs Of All Time   Best Classic Rock Songs Playlist (YouTube)</a>  <a href="#">A japán földrengés hangja (Videa)</a>  <a href="#">Learning Resources (NASA)</a>  <a href="#">Rezgések</a></p> <p><b>Érdekességek</b>  <a href="#">The Singing Ringing Tree, Burnley, Lancashire, England (YouTube)</a>  <a href="#">Discover the Aeolian Drone Flutes at Singing Tree Flutes! (YouTube)</a>  <a href="#">Aeolus at The Eden Project – Acoustic Wind Pavilion (YouTube)</a>  <a href="#">Music for earthquakes (2011) (excerpt) (SoundCloud)</a></p> <p><b>Művészet</b>  <a href="#">Noise Pollution Drawing / Stop Noise Pollution Drawing / Noise Pollution Poster (YouTube)</a>  <a href="#">12 különleges hangszer egyedi, varázslatos hangzással</a></p> <p><b>Telefonos alkalmazások a méréshez</b>  <a href="#">Sound Meter</a>            Decibel Meter</p> <p><b>Képek forrása</b>  <a href="#">Márkus Miklós: Zajvédelem (Rezgéstan és hangtan)</a>  <a href="#">Singing Christmas Tree Zurich at Werdmühleplatz</a>  <a href="#">Aeolus Acoustic Wind Pavilion (Wikipedia)</a>  <a href="#">Márkus Miklós: Zaj és rezgésvédelem (Hallás)</a>  <a href="#">4D Ultrahang Diagnosztikai Centrum</a>  <a href="#">Aranyklinika</a>  <a href="#">NOAA Photo Library, sanc0112</a>  <a href="#">Pixnio</a>  <a href="#">A zaj hatása az egészségre</a></p>
---	----------	--

## 4. Zaj és zajszennyezés

STE(A)M-  
területekmatematika • fizika • biológia • földrajz • számítástechnika • technológia •  
művészet/zene

## Összefoglaló táblázat

Tantárgyak	matematika • fizika • biológia • földrajz • számítástechnika • műszaki tudományok • művészet • rajz
Témák	Hang, zaj, zajszennyezés.
Diákok kora	15-18 év
Tanóra/projekt időtartama	4×45 perc Projektterv
Diákok száma	20-25 fő
Online tanítási eszközök	<a href="#">Gróf Andrea – Gärtner István – Leitner Lászlóné – Pető Mária: Zajszennyezés – Tanítási segédlet</a> <a href="#">A zajszennyezés és a hullámjelenségek kapcsolata</a> <a href="#">Feleletválasztós feladatok</a> <a href="#">Juhász András – Tasnádi Péter – Wiener Csilla – Gócz Éva 2021. A fizika tanítása középiskolában II. Budapest. 139–191.</a> <a href="#">PhET szimulátor</a> <a href="#">Márkus Péter: Zajvédelem (hallás)</a>
Offline tanítási eszközök	Kísérleti eszközök, egyszerű anyagok, amelyekből mérési eszközök készíthetők. Tablet, PC, okostelefon különböző hangtani alkalmazásokkal, interaktív tábla, projektor. Tankönyvek (9–11.), példatárak, szakfolyóiratok.
21. századi kompetenciák	kritikus gondolkodás • kreativitás • együttműködés és kommunikáció • műszaki jártasság • kezdeményezés • alkotómunka
Tanulási célok	A tudományos megismerés-kutatás eszköztárának bemutatása, egyszerű kutatási projektek összeállítása és bemutatása. Kétkezi munkakészségek fejlesztése, az elvonatkoztató (absztraháló) képesség fejlesztése játékos tanulás és csoportmunka által, valamint az együttműködési, kommunikációs készségek fejlesztése. Az adott témakör (hangtan, zajszennyezés) mélyebb megértése, ismeretbővítés.  Ehhez válaszokat keresünk az alábbi kérdésekre: Mi a különbség a hangok és a zaj között? Ultra- és infrahangok, mit jelentenek? „Láthatóvá” tehetők a hangok?  Az feldolgozásra szánt témák: • Zajszennyezés, zajártalom • Zaj és társadalom kapcsolata • Hogyan védekezhetünk a zajszennyezés ellen?

## Projektterv

A gyakorlat elnevezése

Zaj és zajszennyezés  
 1. „A zajjal száz esztendő múlva több gondunk lesz, mint a fertőző betegségekkel...” Robert Koch (német bakteriológus)  
 2. Zajártalom. Zajszennyezés  
 3. Zajártalom és a társadalmi fejlődés

### A megvalósítás menete



Érdeklődés felkeltése, előzetes kérdések

Milyen kérdéseket próbálunk megválaszolni:

- Milyen hangokat tudsz azonosítani az alábbi felvételek alapján? Mi lehet a hangforrás az előbbi esetekben (rövid hangbejátszások kép nélkül)?
- Hogyan keletkeznek a hangok? Hát a zaj?
- A nagyon erős hangok általában zavaró hatásúak. Miért?
- Hogyan „kommunikálnak”, hallanak az állatok?
- Változik-e a hallási tartományunk az életkorral? Miért?



Előkészületek

Alapanyagok beszerzése: befőttesgumi, Bluetooth-os mobiltelefon, műanyag palackok, olló, ragasztó, színes filctoll, vonalzó, zsinór, lufi, fémhúr, hangszóró; telefonos alkalmazások, a település térképe.



A téma feldolgozása, bemutatása

A környezetünkben fellelhető és az azt terhelő hang- és zajforrások megismerése, az emberre és a környezetre gyakorolt hatások vizsgálata, mérésekkel történő megfigyelése, feldolgozása.

A bemutatásra szánt témák:

- **Zaj. Zajszennyezés**
- **„Hasznos és haszontalan” hangok**

#### 1. Hogyan hozhatunk létre hangokat?

##### Bevezető, ismétlés/rendszerezés

a) Pl.: Felismered milyen eszköz/hangszer hozta létre ezeket a hangokat? Egy szilárd test ütégetésével, dörzsölésével, vagy ha levegőt fújsz egy hengeres csőbe.

[Dabo – Tales of Goapan \(Official Video\) Handpan & Didgeridoo \(YouTube\)](#)

[Crystal harp meditation \(YouTube\)](#)

[Discover the Aeolian Drone Flutes at Singing Tree Flutes! \(YouTube\)](#)

[Sela SE 203 Harmony Handpan F# Hijaz Stainless Steel \(YouTube\)](#)

[Acme 446 Cuckoo Bird Call Whistle \(YouTube\)](#)

[Bonus: Démo Waterphone \(YouTube\)](#)

[Bolf Kalimbas: The kalimba story – When the forest is playing \(YouTube\)](#)

A hang terjedése. Figyeld meg az alábbi animációkat/szimulációkat és fogalmazd meg következtetéseket a hang terjedése, jellemzői, illetve a hang érzékelésével kapcsolatban! [PhET szimulátor](#)

##### b) „Homok és rockzene” – a „látható hang”

A kísérlethez szükséged lesz egy léggömbre, befőttesgumira, 2 literes (üres) műanyag palackra, finom szemcsézettű homokra vagy sóra,

## HANG ÉS FÉNY

ollóra, Bluetooth-os, internetkapcsolattal rendelkező okostelefonra, kisebb hangszóróra.

Munkamódszer: A műanyag palackot vágd el egy ollóval kb. 13-16 cm-re a kupakjától, majd a kupakot levéve a palackról feszítsd ki rajta jól a lufi egy darabját (használhatsz más rugalmas lemezt, hártyát is). A lufit egy befőttesgumival vagy szorosan rácsavart zsinórral rögzítheted a palack „száján”.

Az így elkészített palackot a nyitott részével helyezd a hangszóró fölé, majd csatlakoztasd az okostelefonodat a hangszóróhoz. A kifeszített rugalmas hártyára szórd rá a finom sót. A telefonon keress rockzenét, amit változó hangerővel játszol le.

A kísérletet elvégezheted úgy is, hogy egy rugalmas fóliát (szétvágott lufit) kifeszítesz egy képkeretre, majd erre finom szemcséjű homokot szórsz. A hangszórót a rugalmas hártya alá helyezed, majd bekapcsolod a zenét.

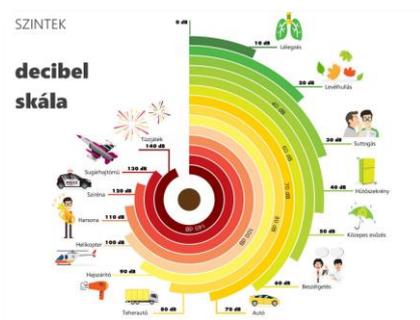
Pl. [AC/DC – Highway to Hell \(YouTube\)](#)

[The Doors – Break On Through \(YouTube\)](#)

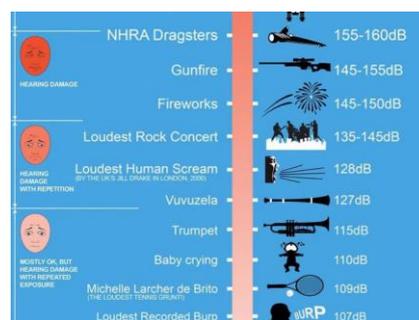
### c) Mennyire hallod jól a hangokat?

Az okostelefonodon nyisd meg a Physics Toolbox Sensor Suite alkalmazást. Az alkalmazás menüjéből válaszd ki a „Hanggenerátor” opciót, majd utána a „Szinuszhullám” opciót.

A hang frekvenciáját legkisebb értéktől a legnagyobbig változtasd lassan, miközben figyelsz arra, hogy melyik frekvenciától kezdődően hallod a hangokat, illetve mennyi a hallásod felső határa (legnagyobb frekvencia). A mérést végezzétek el az osztályban, és hasonlítsátok össze a kapott eredményeket. Miért lehetnek különbségek? Változik-e a hallott frekvenciák tartománya, ha a hangerőt maximálisra állítjátok? Hogyan magyarázzátok a kapott eredményeket? Milyen következtetéseket tudtok megfogalmazni a kísérletek alapján?



1. ábra



2. ábra

### Feladat

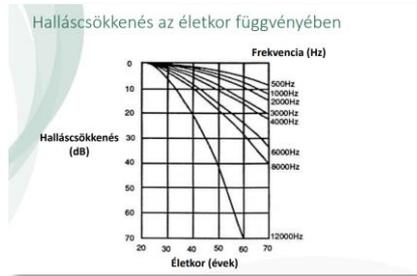
Készítsetek ehhez egy rövid bemutatót (videót vagy prezentációt, amit bemutattok az osztályban a téma végén)!

### Következtetések

Nem minden mechanikai hullám, ami a fülünkhöz jut, érzékelhető hangként, csak a kb. 20-20000 Hz közöttiek. A nagyon kis (infrahang) vagy a nagyon magas frekvenciájú (ultrahang) hullámokat nem hallja meg az ember.

# HANG ÉS FÉNY

A fül hangérzékelési érzékenysége nem egyforma minden ember esetében és ez életkorfüggő is. (3. ábra)



3. ábra

## Hangkeltés – érdekességek a nagyvilágból



4. ábra. Singing Ringing Tree, Burnley

[The Singing Ringing Tree, Burnley, Lancashire, England \(YouTube\)](#)



5. ábra. Aeolus Acoustic Wind Pavilion

[Aeolus at The Eden Project - Acoustic Wind Pavilion \(YouTube\)](#)

## Feladat

Kiscsoportokban beszéljétek meg a hanghullámok gyakorlati alkalmazási lehetőségeit és készítsetek rövid (5-8 dia) prezentációkat ezekről (orvosi, technikai stb. alkalmazások)!

## 2. A zaj

A zajt a hangforrások nem periodikus rezgései okozzák. Mivel ezeknek a rezgéseknek a frekvenciája állandóan változik, a zajoknak nincs meghatározott magasságuk. A hangos zajok zavarhatnak, ezért igyekezzünk eltakarni a füleinket (pl. a földrengés hangja: [A japán földrengés hangja \[Video\]](#)).

Hallottál már ilyet? Felismered a hangot, ha nem látod a hangforrást?

Például: Felismered mi hozta létre ezt a hangot?

[Music for earthquakes \(2011\) \(excerpt\) \(SoundCloud\)](#)

Furcsa hangok (Forrás: [European Space Agency \[SoundCloud\]](#))  
[The scary sound of Earth's magnetic field \(SoundCloud\)](#)  
[The sound of the wind from space \(SoundCloud\)](#)

Rockkoncert közben a hangosság elérheti a 115 dB értéket. A túl erős hangok fájdalmat okozhatnak. A fájdalomküszöb az a hangerő, amelynél fájdalomérzet jelentkezik a fülben. A tartós erős hangok (90-95 dB feletti hangosság) halláskárosodást okozhatnak.



6. ábra

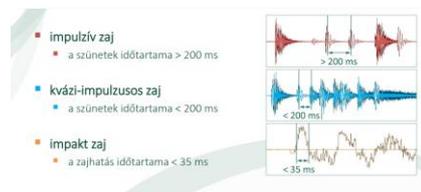
## Zajártalom

A zaj károsító hatása függ az erősségétől, a hang magasságától, az időtartamától, az időbeli eloszlásától, az ember nemétől és életkorától, az egyéni hallásérzékenységtől stb.

Következmény: a hallószerv gyengülése, romlása ezek hatására; az agyra és az idegrendszerre gyakorolt káros hatások halmozása (azoknak, akik tartósan zajszennyezett környezetben élnek, azoknak növekszik az infarktus és az idegrendszer károsodásának veszélye).



7. ábra



8. ábra

## Feladat

Keressetek információkat arról, hogy a hosszú ideig fenntartott zaj, hangok milyen hatással vannak az emberekre!

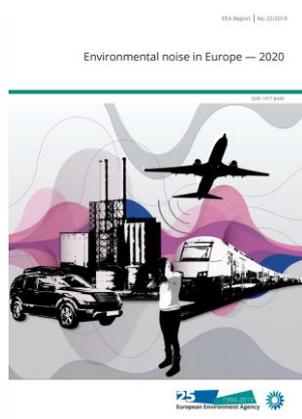
Orvosi megfigyelések igazolták, hogy a zaj által okozott élettani károsodások csak hosszú idő után észlelhetők, amikor már nehezen lehet megállapítani az összefüggést a zaj és a károsodás között. A zaj okozta maradandó hallásromlás nem gyógyítható, a legfontosabb a megelőzés.



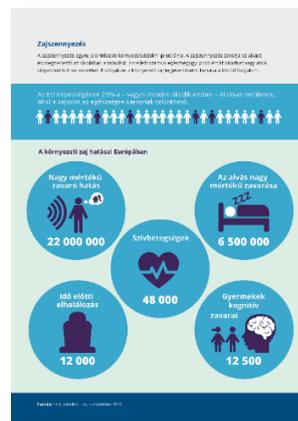
9. ábra

## 3. Zajártalom – ipari fejlődés, emberi társadalmak kapcsolata

A közlekedési forrásokból (a közúti, a vasúti vagy a légi közlekedésből) származó legnagyobb zajszennyezés a gazdasági tevékenységekhez kapcsolódik elsősorban (EU-jelentés: [Environmental noise in Europe – 2020](#)).



10. ábra

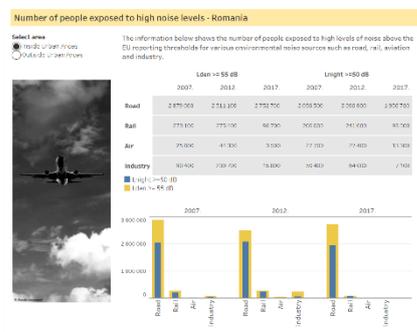


11. ábra

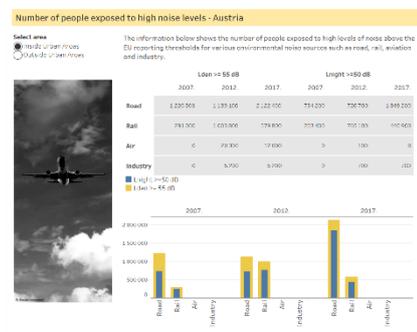
## Összehasonlító tanulmány (különböző mértékű ipari fejlettségű országok)

Milyen következtetéseket tudtok megfogalmazni a grafikonok alapján (társadalmi, gazdasági sajátosságok – zajterhelés)?

Zajszennyezés Romániában és Ausztriában:



12. ábra



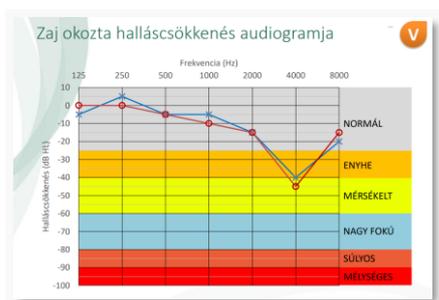
13. ábra

Kiegészítő magyarázat a grafikonok értelmezéséhez: A lakosságot érő zajterhelést két adatszolgáltatási küszöbérték alapján monitorozzák: az egyik az egész napos időszakra vonatkozó mérőszám (Lden, vagyis nappali-esti-éjszakai zajmutató), amely a „zavaró” zajszinteket méri, a másik pedig az éjszakai időszakra vonatkozó mérőszám (Lnight, vagyis éjszakai zajmutató), amely az alvás megzavarását határozott mértékben (EU-irányelvek).

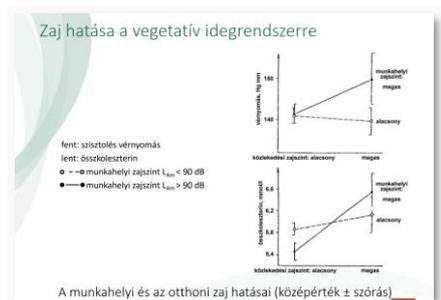
Quiet areas in Europe – The environment unaffected by noise pollution.



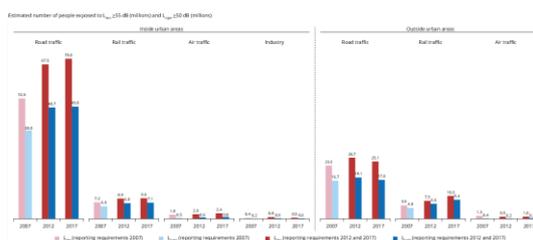
14. ábra



15. ábra



16. ábra



17. ábra

## Feladat (2-3 fős csoportokban)

Térképezzétek fel a városotokat, a lakó- övezeteiteket, majd egy térképen jelöljétek be a legzajosabb és a legcsendesebb kerületeket/helyeket! Keressétek meg a legnagyobb zajártalmat okozó hangforrásokat! Az eredményeiteket mutassátok be az osztályban plakát vagy bemutató formájában!

Hogyan tudtok zajszintet mérni ahhoz, hogy hiteles legyen a bemutató? Például használhatjátok ezeket az okostelefonra letölthető alkalmazásokat:

- [Physics Toolbox Sensor Suite](#)
- [Sound Meter – Zajszintmérő \(Android és iPhone mobile\)](#)
- [Decibel Meter – Measure the sound around you with ease](#)

Zajterhelést okozó források: repülőterek, közúti és vasúti közlekedés, szélturbinák, építkezések, nehézgépek, nyílt/zárt ipari zajforrások, fémmegmunkálás, szabadtéri hangversenyek stb. Például [What is Noise Pollution? | Sources of Noise Pollution | Letstute \(YouTube\)](#).



18. ábra

Európai felmérés alapján ([Environmental noise in Europe – 2020](#)): A mérések rámutatnak, hogy a közúti közlekedés váltja ki a legnagyobb zajterhelést.

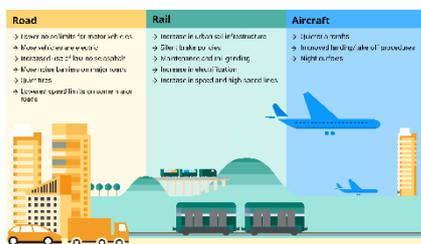
- Európa lakosságának 65%-át napi szinten 55 dB szintű zajterhelés éri – ez alvászavarokat vált ki.
- Európa lakosságának 17%-át 65 dB átlagos zajterhelés éri, ez már kimutatható károsodással jár.
- Európa lakosságának 1,4%-át 75 dB feletti zajterhelés éri, ez meghaladja az egészségügyi határértéket.

A zajszennyezés csökkentésének lehetőségei (aktív, passzív):

- zajkeltő források megszüntetése,
- a zaj csökkentése már a zajforrás közelében,
- a munkahelyek hangszigetelése,
- speciális védőeszközök, hangelnyelő eljárások/eszközök kialakítása és használata.

## Akusztika/zene

A nagyméretű előadóterem falán a hang többszörösen visszaverődhet, és olyan hangkeveréket hoz létre, amely akkor is szól (hallható), amikor az eredeti hangforrás már nem ad ki hangot; ez a jelenség a reverberáció (az akusztikában a hang fennmaradása a hang létrehozása után). Ahhoz, hogy ez elkerülhető legyen, a nézőtereket speciálisan alakítják ki, az üléseket és a padlót bársonyanyaggal borítják, amely elnyeli a hangot.



19. ábra

Zajtól védendő területek határértékei	Zajhatárértékek	
	Nappal (6:00-22:00)	Éjszaka (22:00-6:00)
Üdülőtér, különleges területek közül az egészségügyi területek	45 dB	35 dB
Lakóterület (lakóterület, közterület, különleges területek közül az oktatási intézmények területe, a temető, a zöldterület)	50 dB	40 dB
Lakóterület (közterület, vegyes terület)	55 dB	45 dB
Gazdasági terület	60 dB	50 dB

20. ábra

Milyen módon védhetjük meg magunkat, a környezetünket az ipari, gazdasági tevékenységek okozta zajszennyeződéstől?

## Ötletbörze

Javasoljatok olyan megoldásokat, amelyek közvetlen környezetekben segítené a zajterhelés csökkentését (osztály, iskola, lakópark, vasútállomás, autópálya stb.)!

Jelenleg használt megoldások a nagyvilágból

a) Hangvédőfal közutak mentén és hangvisszaverő felület



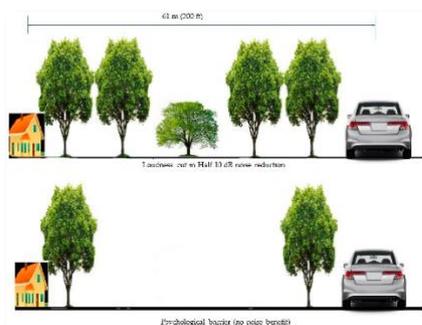
21. ábra

b) Hangelnyelési megoldások

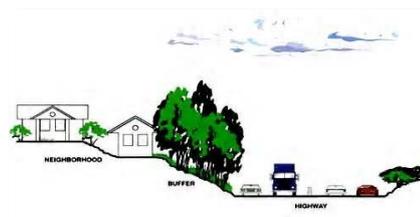


22. ábra

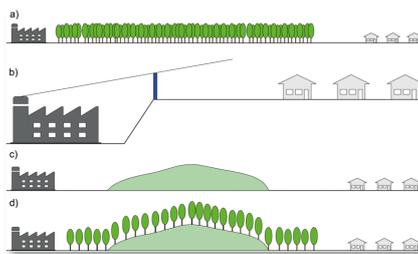
c) Természetes zajcsökkentés



23. ábra



24. ábra



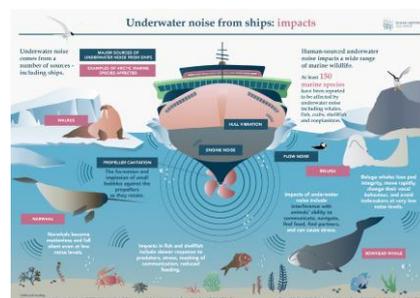
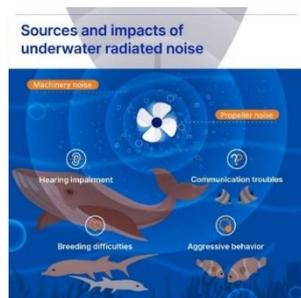
25. ábra

## Zajszennyezés és az állatvilág

A fenntartott erős hanghatások, a zaj nemcsak az embereket, hanem az állatokat is befolyásolja. Megváltoztatja az állatok közti kommunikációt, a költöző madarak útvonalait, az állatok szaporodását és túlélési esélyeit is csökkentheti.

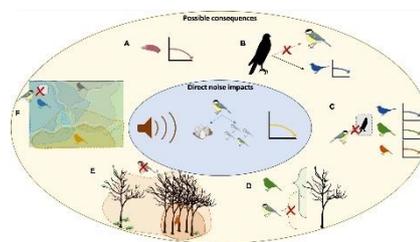
„Az állatok esetében a különböző hangok érzékelése kulcsfontosságú a túlélésük szempontjából, hallásuk többnyire jóval kifinomultabb és érzékenyebb, mint az emberé, így nagyobb mértékben reagálnak a zajokra. A zaj hatásai az állatok esetében is okozhatnak közvetlenül halláskárosodást, valamint közvetett hatásként befolyásolja viselkedésüket, szaporodásukat, valamint táplálkozásukat.”

[EMLA Alapítvány a Környezeti Oktatás Támogatására: Ipari és közlekedési zajforrások megelőzésének, csökkentésének jogi, műszaki és gazdasági eszközrendszere](#)

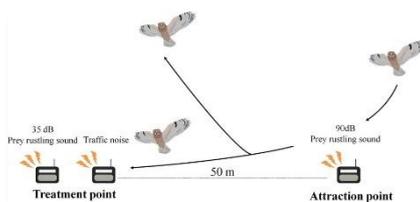


26. ábra

[Technology for a Peaceful Ocean: How Hanwha Ocean is Innovating to Reduce Underwater Noise \(YouTube\)](#)



27. ábra



28. ábra

## Feladat

Találkoztál már a fentiekben bemutatott esetekkel? Hol?  
Figyeld meg, hogy a környezeti zajártalom milyen hatással van a lakóhelyed környékén élő állatokra (ha van ilyen, dokumentáld, és mutasd be a társaidnak)!



Tervezés/  
kutatás

A hang, zaj és az emberi társadalom kapcsolata. Miért növekszik egyre jobban a zajszint a környezetünkben?  
Mérési módszerek a zajszint meghatározására.  
A zaj csökkentésének módszerei.  
Háttérzaj mérése.  
Hangsebesség mérése és hangerősség mérése.  
A hangerősség, hanghosszszint távolságfüggésének vizsgálata.  
A hangszigetelés lehetőségei; megoldások a mindennapokban.



Felfedezettő  
kérdések/  
kutatási témák

Hogyan keletkezik a hangrobbanás?  
A repülőgép pilótája hallja a hangrobbanást?  
Hogyan befolyásolja az állat- és növényvilágot az egyre növekvő hangosság, zaj?



Bemutató  
anyagok

## Poszter készítése – Zaj, zajszennyezés

Keressetek egy ötletes, figyelemfelkeltő címet a poszterhez!  
Méret: A1 vagy A0 – tudományos poszter típus.

### Ötletek a poszterhez

- Saját készítésű fényképek, videók, rajzok zajforrásokról.
- Zajszennyezést gátló, csökkentő eszközök bemutatása, hogyan működnek ezek, mennyire hatékonyak?
- Hogyan csökkenthető a zajártalom: az osztályban, a környezetünkben, a természetben stb.?
- Hogyan befolyásolják a zajok a pihentető alvást?
- Milyen szerepe van a növényzetnek a zajártalom csökkentésében?
- Rockkoncert és zajártalom stb.
- A zaj egészségkárosító hatásai.
- Mennyire zajos a város/település, ahol élsz? Zajtérkép a lakónegyvedről.

Prezentáció/Canva-bemutató/poszter vagy videó bemutatása az osztályban, amelyben a zajszennyezés, zajkeltés módjait mutatják be és magyarázzák meg a diákok.



Eredmények

PDF- vagy Word-formátumban összeállított tanulmányok; PPT-, Prezi-, Canva- vagy videoprezentációk, plakátok.

## Tantárgyi kapcsolatok

	<p>Természet-tudomány</p>	<p>Fizika: mechanikai hullámok, hang, földrengések; az anyag tulajdonságai; hullámforrások, a zajszennyezés csökkentésének eszközei, megoldások. Kutatás: Az önálló kutatási feladatokon keresztül összefüggések felfedezése. Hangok keltése, hangszín, hangmagasság megfigyelése, hangosság, hallásérzékenység. A zaj és zajszennyezés felismerése. Zajszennyezés csökkentése a mindennapokban.</p>
	<p>Földrajz</p>	<p>Földrengések: hanghullámok, zajok keletkezése a tektonikus lemezek mozgásakor. Gazdaságföldrajzi, népességföldrajzi kérdések megbeszélése: ipari fejlődés és zajkeltés kapcsolata.</p>
	<p>Matematika/ fizika</p>	<p>Egyszerű feladatok logaritmus, arányok, hatványok felhasználásával. Grafikonkészítés, -értelmezés.</p>
	<p>Függelék</p>	<p><b>Elméleti háttér és videók gyűjteménye</b>  <a href="#">A japán földrengés hangja (Videa)</a>  <a href="#">Munkavédelmi szakmérnök előadások</a>  <a href="#">Learning Resources (NASA)</a>  <a href="#">Noise Control Products: Features and Benefits</a>  <a href="#">What is Noise Pollution?   Sources of Noise Pollution   Letstute (YouTube)</a>  <a href="#">Sela SE 203 Harmony Handpan F# Hijaz Stainless Steel (YouTube)</a>  <a href="#">Rezgések</a></p> <p><b>Érdekességek</b>  <a href="#">Discover the Aeolian Drone Flutes at Singing Tree Flutes! (YouTube)</a>  <a href="#">Aeolus at The Eden Project – Acoustic Wind Pavilion (YouTube)</a>  <a href="#">A víz alatti zajszennyezés jelentős hatással van a tengeri állatok életére</a>  <a href="#">A közúti és vasúti közlekedésből származó zaj növeli az Alzheimer-kór kialakulásának kockázatát (Qubit)</a>  <a href="#">Music for earthquakes (2011) (excerpt) (Soundcloud)</a></p> <p><b>Művészet</b>  <a href="#">Noise Pollution Drawing/ Stop Noise Pollution Drawing/ Noise Pollution Poster (YouTube)</a>  <a href="#">12 különleges hangszer egyedi, varázslatos hangzással</a></p> <p><b>Telefonos alkalmazások a méréshez</b>  <a href="#">Physics Toolbox Sensor Suite</a>  <a href="#">Sound Meter – Zajszintmérő (Android és iPhone mobile)</a>  <a href="#">Decibel Meter – Measure the sound around you with ease</a>  <a href="#">Sound Meter</a></p> <p><b>Összegzés</b>  EU-dokumentumok, irányelvek a témában  <a href="#">A zajszennyezés jelentős probléma mind az emberi egészség, mind a környezet szempontjából (EEA)</a></p> <p><b>Képek forrása</b>  <a href="#">Márkus Miklós: Zajvédelem (Rezgéstan és hangtan)</a>  <a href="#">Aeolus Acoustic Wind Pavilion (Wikipedia)</a></p>

[Pixnio](#)

[Márkus Miklós: Zaj és rezgésvédelem \(Hallás\)](#)

[A zaj hatása az egészségre](#)

[Noise \(EEA\)](#)

[SOER 2020 jelentés környezeti zajról szóló 11. fejezete](#)

[Észrevesszük a káros zajt magunk körül?](#)

[Egészségügyi irányelvek alapján meghatározott értékek \(Balácsi Viktor 2021. A zaj hatása az egészségre.\)](#)

[Noise Barrier Singapore: The Best Option for a Peaceful Environment](#)

[MD Ohiduzzaman – Okan Sirin – Emad Kassem – Judith L. Rochat: State-of-the-Art Review on Sustainable Design and Construction of Quieter Pavements – Part 1: Traffic Noise Measurement and Abatement Techniques](#)

[Fig 4 – uploaded by Hossein Mehravaran](#)

[Figure – available from: Current Pollution Reports](#)

[Infographic: Underwater Noise From Ships](#)

[Noise Rigorous Pollution Ocean](#)

[How chronic anthropogenic noise can affect wildlife communities](#)

[Traffic noise reduces foraging efficiency in wild owls](#)

## 5. Fedezd fel a fényt!

STE(A)M-  
területek

természettudományok • technológia • mérnöki tudományok • matematika

### Összefoglaló táblázat

Tantárgyak	fizika • matematika • digitális kultúra
Témák	Fényvisszaverődés, fénytörés, törésmutató, színek keletkezése, színspektrum, szögszámítások, hullámhossz, frekvencia, a fény sebessége.
Diákok kora	10-18 év
Tanóra/projekt időtartama	3×45 perc
Diákok száma	20-25 fő
Online tanítási eszközök	PhET szimulációk (fény spektrum és törés), oktatóvideók Színpaletta, színkeverés <a href="#">Color conversion</a> <a href="#">RGB to CMYK color conversion</a>
Offline tanítási eszközök	prizma • tükör • 1-2 db lézermutató vagy zseblámpa • 3 db pohár • olaj • víz • 1 db átlátszó műanyag lap • 3 db átlátszó műanyag tál • papírlap • filctoll
21. századi kompetenciák	kommunikáció • együttműködés • csapatmunka • kreativitás • innováció • kritikus gondolkodás • problémamegoldás
Tanulási célok	A fény fizikai tulajdonságainak megértése. Digitális eszközök használatának fejlesztése a tanulási folyamat során.

### Projektterv

A gyakorlat elnevezése

Fedezd fel a fényt!

#### A megvalósítás menete



Érdeklődés felkeltése, előzetes kérdések

#### I. Bevezető óra: A fény visszaverődése és törése

Miért törik meg a fény?  
Hogyan jönnek létre a színek?  
Hogyan változik a fény iránya különböző anyagokon áthaladva?  
Mitől függ a fény törése?



Előkészületek

Eszközök: prizma, tükör, 1-2 db lézermutató vagy zseblámpa, 3 db pohár, olaj, víz, 1 db átlátszó műanyag lap, 3 db átlátszó műanyag tál, papírlap, filctoll előkészítése.



Bemutató

Csoportok (3-5 fő) kialakítása, feladatok kiosztása.  
A melléklet alapján a tanulók kísérleteket végeznek el.

## HANG ÉS FÉNY

		Cél: a diákok érdeklődésének felkeltése a fénytörés és a kapcsolódó jelenségek iránt.
	Előzetes feltevések	Cél: aktiválni a diákok előzetes tudását, és elgondolkodtatni őket a jelenség mögötti okokról. Nyitott kérdések a diákok számára, amelyekre a kísérletek során válaszokat keresnek.
	Felfedeztető módszer	A diákok aktívan és önállóan fedezik fel a jelenségeket a kísérletezés során.  A kísérletek elvégzésének leírása Mérési pontosság: pl. a beesési és törési szögek mérése szögmérővel. Megfigyelések rögzítése: pl. jegyzetek, diagramok készítése a fény útjáról.
	Tapasztalatok, tudásmegosztás	A diákok az eredményeiket összehasonlítják az előzetes sejtésekkel és megfogalmazzák tapasztalataikat. Mi volt váratlan vagy meglepő számukra?
	Visszajelzések	Közös kiértékelés: Mi működött jól a kísérletek során? Milyen problémák vagy kihívások merültek fel? Mit csinálnának másképp legközelebb?
	Bemutató anyagok	Jegyzetek, mérések eredményei, fényképek a kísérletekről. Adatgyűjtés eredményei táblázat vagy grafikon formájában.
	Eredmények	A kísérletek során megállapították, hogy a fény különböző anyagokban eltérő mértékben törik meg (pl. vízben nagyobb, mint levegőben). A prizma segítségével a diákok színspektrumot hoztak létre, és megértették, hogy a színek a különböző hullámhosszú fények eltérő töréséből származnak. Az optikai illúziók vizsgálata során megtapasztalták, hogy a fénytörés hogyan változtatja meg a tárgyak látszólagos alakját vagy helyzetét.
	Kritikus gondolkodás	Miért fontos a fénytörés ismerete a mérnöki tudományokban? Miért törik meg a fény különböző anyagokon más-más mértékben? Hogyan lehet a fénytörést a hétköznapi életben hasznosítani (pl. szemüveglencsék, mikroszkópok, teleszkópok)?
	Prezentálás	Csoportonként 10 perces prezentáció: Bevezetés: Mit vizsgáltak? Kísérlet bemutatása: Eszközök, elrendezés, lépések. Eredmények: Mit tapasztaltak, és milyen következtetéseket vonnak le? Érdekességek: Mi volt a legérdekesebb vagy legváratlanabb megfigyelésük? A prezentációt vizuális anyagokkal egészítik ki (pl. diagramok, fényképek).
	Produktum	Plakátok vagy digitális bemutatók: Az adott csoport kísérleteit, eredményeit és következtetéseit foglalják össze. Videók: A kísérletek folyamata, fénytörési jelenségek rögzítése. Modell: Egy egyszerű optikai modell (pl. prizmával vagy tükrökkel), amely bemutatja a tanult jelenségeket. Jegyzetek és adatok: Az elvégzett kísérletekhez kapcsolódó jegyzetek és számítások, amelyeket megosztanak az osztállyal.

II. A színspektrum és a színek keletkezése	
 Érdeklődés felkeltése, előzetes kérdések	Miért bontja a prizma a fehér fényt különböző színekre? Mi határozza meg, hogy milyen színt látunk egy adott anyagról visszaverődve? Hogyan viselkedik a fény különböző anyagokkal érintkezve?
 Előkészületek	Prizma, kék és zöld színszűrő, egyéb színszűrő, színes papír, zseblámpa, laptop.
 Bemutató	A tanár röviden bemutatja (prizma segítségével), hogy a fehér fény különböző hullámhosszú színekből áll. Ezt demonstrálhatja prizma segítségével, ahol a fehér fényt színekre bontja. Kiemeli a színek keletkezésének elvét (a fény hullámhossza határozza meg a színt). A bemutató része lehet egy videó vagy kép a színspektrummal kapcsolatban.
 Előzetes feltevések	A fehér fény valóban színek összessége? Ha igen, hogyan lehet ezeket a színeket elkülöníteni? Milyen színeket várnak a diákok, ha a fehér fényt egy prizmán keresztül törlik meg (piros, narancs, citromsárga stb.)? Gondolják-e, hogy a színek sorrendje mindig ugyanaz lesz? Miért?
 Felfedeztető módszer	<b>1. Kísérletek elvégzése</b> A diákok prizma segítségével bontják színekre a fehér fényt. Színszűrőkkel kísérleteznek: vizsgálják, mely színek tűnnek el vagy maradnak meg. Színes papír és színszűrők kombinálásával próbálnak különböző színekombinációkat létrehozni.  <b>2. Megfigyelések rögzítése</b> A színek sorrendjének leírása (pl. piros, narancs, sárga...). Dokumentálás arról, hogy melyik színszűrő hogyan változtatja meg a spektrumot.
 Tapasztalatok, tudás-megosztás	A diákok felismerik, hogy a prizma azért bontja a fényt, mert a különböző hullámhosszú fények eltérő mértékben törnek meg. Megértik, hogy a színszűrők csak bizonyos hullámhosszú fényeket engednek át. Felfedezik, hogy a színek keverése hogyan vezet új árnyalatok kialakulásához.
 Visszajelzések	Melyik kísérlet volt a leglátványosabb? Miért? Miért működnek egyes színszűrők másként, mint várták? Hogyan alkalmazható a színek keletkezésének megértése a mindennapi életben?
 Bemutató anyagok	Fotók a prizma által létrehozott színspektrumról. Jegyzetek és rajzok a kísérletek elrendezéséről és eredményeiről. Grafikonok, amelyek szemléltetik a színszűrők hatását a fény spektrumára.
 Eredmények	A diákok megértették a színspektrum kialakulásának elvét, és megtapasztalták a fénytörés gyakorlati alkalmazását. Azonosították, hogy a különböző hullámhosszú fények hogyan törnek meg eltérően.

## HANG ÉS FÉNY

	Megtanulták, hogyan lehet manipulálni a színek megjelenését színszűrők és különböző fényforrások használatával.
 Kritikus gondolkodás	<p>Hogyan használják a színspektrumot a modern technológiákban, pl. a monitorok, projektorok vagy színházi világítás tervezésénél?            Miért van szükség különböző hullámhosszú fényekre a tudományos kutatásokban (pl. spektroszkópia, orvosi képalkotás)?            Hogyan változik a színek érzékelése különböző kultúrákban és környezeti feltételek mellett?</p>
 Prezentálás	<p>Csoportos prezentáció            Kísérleti elrendezés bemutatása (pl. hogyan állították fel a prizma-fényforrás kombinációt).            Fényképek, rajzok és jegyzetek megosztása az eredményekről.            A színspektrum magyarázata és a színszűrők hatásának bemutatása.</p> <p>Plakát vagy digitális bemutató készítése: Az eredmények összefoglalása látványos vizuális elemekkel kiegészítve.</p>
 Produktum	<p>Fotók vagy rajzok a kísérletekről és az eredményekről.            Egy színskála diagram, amely bemutatja a színszűrők hatását a fény spektrumára.            Egy rövid videó vagy képes prezentáció, amely összefoglalja a kísérleteket és azok tanulságait.            Egy közös falitábla, amelyre minden csoport rögzíti a saját kísérletei során készült megfigyeléseket és következtetéseket.</p>
<b>III. A színek matematikája és fizikai alapjai</b>	
 Érdeklődés felkeltése, előzetes kérdések	<p>A tanár egy színes szívárványos képet mutat be, majd felteszi a kérdést: „Miért látjuk a szívárványt különböző színekben?”</p>
 Előkészületek	<p>Az óra előtt a tanár előkészíti a szükséges eszközöket: RGB LED-ek, színszűrők, prizma, számítógépes szín szimulátor.            Színgenerátor applikáció letöltése: Physics Toolbox Sensor Suite.</p>
 Bemutatás	<p>A tanár ismerteti, hogy a színek a fény hullámhosszának különböző tartományait jelentik (pl. piros: 620–750 nm).            RGB- és CMYK-színmodellek rövid bemutatása: hogyan keverhetők ki a színek különböző arányokkal?            Példák: színspektrum képek, színkeverési modellek</p>
 Előzetes feltevések	<p>Hogyan keletkeznek a színek? Miért látunk különböző színeket?            Hogyan kapcsolódik a hullámhossz a színérzékeléshez?            Milyen alapszínek szükségesek ahhoz, hogy más színek keletkezzenek?            Hogyan keverhetők össze az alapszínek (pl. piros, zöld, kék), hogy új színek jöjjenek létre?</p>
 Felfedezettő módszer	<p>Kísérletek</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Színes fények keverése RGB LED-ekkel: figyeljék meg, hogyan jön létre a fehér fény.</li> <li>2. Színszűrők hatása különböző színű fényekre: mely színeket engedik át vagy nyelik el?</li> <li>3. Grafikus színmodellek vizsgálata számítógépes szimulációval (pl. online RGB-szimulátor).</li> </ol>

## HANG ÉS FÉNY

	Tapasztalatok, tudás-megosztás	A diákok megfigyelik, hogy az RGB-moddellel a fehér szín a három alapszín keverékéből jön létre. A CMYK-modellben a fekete színt a pigmentek kombinációja adja. A különböző színszűrők elnyelik a fény bizonyos hullámhosszát, és csak a szűrő színét engedik át.
	Visszajelzések	Melyik színmodell volt a legegyszerűbb megérteni? Milyen nehézségek adódtak a színkeverési kísérletek során? Hogyan használhatók ezek az ismeretek a mindennapi életben (pl. nyomtatás, digitális tervezés)?
	Bemutató anyagok	Jegyzetek a színek hullámhosszairól és a színmodellek működéséről. Fotók a kísérletek eredményeiről (pl. RGB, CMYK színkeverése, színszűrők hatása). Színkeverési táblázatok és grafikonok.
	Eredmények	A diákok megértik, hogy a színek hullámhosszának különbségei adják a színspektrumot. Képesé válnak az RGB- és CMYK-színmodellek alapjainak megmagyarázására. Felismerik, hogyan használhatók ezek a modellek a digitális technológiában és nyomtatásban.
	Kritikus gondolkodás	Hogyan használjuk a színeket az iparban és a technológiában (pl. monitorok, nyomtatók)? Hogyan befolyásolja a szem biológiai működése a színérzékelést? Miért van szükség különböző színmodellekre a gyakorlatban?
	Prezentálás	Grafikonok, színskálák és jegyzetek bemutatása. Online színmodellek szimulációinak rövid ismertetése.
	Produktum	Egy színskála vagy színkeverési táblázat a kísérleti eredmények alapján. Jegyzetek a kísérletekről, ábrák a színmodellek működéséről.

### Tantárgyi kapcsolatok

	Természet-tudomány	Fizika: <ul style="list-style-type: none"> <li>Fényvisszaverődés, fénytörés, színek keletkezése.</li> <li>A fénytörés bemutatása prizmával.</li> <li>A fény természete (hullám és részecske tulajdonságok). A fénytörés bemutatása prizmával, fényvisszaverődés tükrök segítségével.</li> <li>Színspektrum kialakulása, hullámhossz és frekvencia kapcsolata.</li> </ul>
	Digitális kultúra	Adatgyűjtés eredményei táblázat vagy grafikon formájában. Online optikai szimulációk használata a fénytörés és a színspektrum modellezésére.
	Matematika	Fénytörés szögszámítás: egyszerű geometriai számítások elvégzése a fény beesési és törési szögének meghatározására. RGB-színmodell tanulmányozása, színek keverési arányának kiszámítása.
	Függelék	<a href="#">Melléklet: I. bevezető óra</a> Csoportok feladatai <a href="#">Melléklet: II. tanóra</a> 1. Bemutató 2. Csoportok feladatai <a href="#">Melléklet: III. tanóra</a>

Melléklet: Bevezető óra

## **Csoportmunka:**

### **1. csoport: A fénytörés vizsgálata víz és üveg használatával**

**Cél:** A fénytörés különbségének megfigyelése vízben és üvegben.

**Kísérlet menete:**

1. Helyezz egy üvegpohárba tiszta vizet, mellé egy üres poharat.
2. Állítsd a fényforrást (zseblámpa vagy lézermutató) úgy, hogy ferdén világítson be a poharakba.
3. Figyeld meg, hogyan törik meg a fény az üres pohárban (üveg törésmutatója), és hogyan a vízzel teli pohárban.
4. Jegyezd fel, melyik anyag milyen mértékben hajlítja el a fényt.

### **2. csoport: Fénytörés szögek szerint (üvegprizma)**

**Cél:** A prizma által okozott fénytörés szögének vizsgálata különböző beesési szögeknél.

**Kísérlet menete:**

1. Helyezz egy prizmat a fehér papírlapra.
2. Irányíts egy zseblámpát különböző szögekben ( $30^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $60^\circ$ ) a prizma egyik oldalára.
3. Figyeld meg, hogyan változik a törés iránya és szöge a prizmán belül és azon kívül.
4. Jegyezd fel a szögmértékeket és a fény irányát (pl. rajzold le).

**Megbeszélés:**

- Milyen szögben hajlott el a fény a prizma belsejében?
- Hogyan változik a törés mértéke a beesési szög növelésével?

### **3. csoport: A törésmutató hatása különböző anyagokon**

**Cél:** A fénytörés mértékének összehasonlítása különböző anyagok esetén (pl. víz, olaj, műanyag).

**Kísérlet menete:**

1. Helyezz el három átlátszó tálat: az egyikben víz, a másikban olaj, a harmadikban átlátszó műanyag lap legyen.
2. Világítsd meg az anyagokat ferdén egy lézermutatóval vagy egy zseblámpával.
3. Figyeld meg, hogyan változik a fény törési iránya az anyagokban.
4. Jegyezd fel az eredményeket: melyik anyag hajlította el legjobban a fényt?

**Megbeszélés:**

- Melyik anyag törésmutatója lehetett a legnagyobb?
- Hogyan használhatók ezek az anyagok optikai eszközökben?

### **4. csoport: Optikai illúzió létrehozása fénytöréssel**

**Cél:** Megfigyelni, hogyan hoz létre a fénytörés optikai illúziókat.

**Kísérlet menete:**

1. Rajzolj egy egyszerű mintát (pl. egyenes vonal) egy fehér papírra.
2. Helyezz egy üvegpoharat vízzel a rajz fölé, és nézd meg, hogyan változik a vonal alakja, ha különböző szögből nézed.
3. Ismételd meg a kísérletet egy másik formával (pl. egy nyíllal), és figyeld meg, hogyan hajlik vagy tűnik el.
4. Jegyezd fel, melyik szögből a leglátványosabb az illúzió.

**Megbeszélés:**

- Miért változik meg a minta alakja?
- Hogyan használják a fénytörést optikai illúziók vagy speciális effektek létrehozásához?

Melléklet: II. tanóra

## **A) Bemutató**

A bemutató célja, hogy a diákok megértsék, a színek kialakulásának alapja a fény hullámhossza, és hogy a színek közötti különbségek ennek a tulajdonságnak a változásából erednek. A magyarázat során egyszerű példák és látványos bemutatók segítik a tanulók figyelmét és megértését.

Ismerkedés a fény hullámhosszával és a színek kialakulásával

### 1. Mit jelent a hullámhossz?

- A fény hullámhossza a fényhullámok egymást követő csúcsai közötti távolság.
- Mértékegysége nanométer (nm).
- A fény hullámhossza határozza meg a látható színt: a hosszabb hullámhosszak piros árnyalatot, a rövidebbek kék vagy ibolya színeket eredményeznek.

### 2. A látható fény tartománya:

- Az emberi szem által érzékelt fény 380 nm (ibolya) és 750 nm (piros) között van.
- A színek spektrumát szivárványként lehet elképzelni, ahol a következő színek jelennek meg sorrendben: piros, narancs, sárga, zöld, kék, indigó, ibolya (ROYGBIV).

Egyszerű példák a hullámhossz és a színek kapcsolatára

### 1. Prizma használata a színspektrum bemutatására:

- Helyezzenek egy fehér fényforrást (zseblámpát) egy prizmára, és mutassák meg, hogyan bontja szét a fehér fényt a színek spektrumára.
- Magyarázat:
  - A prizma megtöri a fényt, és mivel a különböző hullámhosszú fények eltérő mértékben törnek meg, a színek szétválnak.
  - A piros fény (hosszabb hullámhossz) kevésbé törik meg, míg az ibolya (rövidebb hullámhossz) erősebben hajlik el.

### 2. Példa a hétköznapi életből:

- Szivárvány: A szivárványt a levegőben lebegő vízcseppek hozzák létre, amelyek ugyanúgy viselkednek, mint egy prizma: megtörik és szétbontják a fényt.
- Látható fény spektrumának szerepe: A Napból érkező fehér fény így bontódik színekre, amikor a vízcseppeken halad át.

### 3. LED-ek és színek:

- Mutassanak LED-eket (pl. piros, zöld, kék fényforrásokat), és magyarázzák el, hogy minden LED egy adott hullámhosszú fényt bocsát ki.
- Példa: a piros LED kb. 620–750 nm közötti hullámhosszon működik, míg a kék LED kb. 450–495 nm között.

## **B) Csoportmunka**

### 1. csoport: Színspektrum létrehozása prizma segítségével

**Cél:** A fehér fény színeire bontása és a színek sorrendjének megfigyelése.

**Feladat:**

1. Állítsanak fel egy prizmát úgy, hogy a zseblámpából érkező fehér fény áthaladjon rajta.
2. Mozgassák a prizmát, hogy a fehér papírlapra vetített színek jól láthatóak legyenek.
3. Jegyezzék fel a megjelenő színek sorrendjét (piros, narancs, sárga, zöld, kék, indigó, ibolya).

**Dokumentálás:** Rajzoljanak egy diagramot a prizmából kilépő színek elrendezéséről.

### **2. csoport:** Színszűrők hatása a fény spektrumára

**Cél:** Megvizsgálni, hogy a színszűrők hogyan változtatják meg a fehér fényt és a színes spektrumot.

**Feladat:**

1. Helyezzenek egy piros színszűrőt a fényforrás elé, és irányítsák a fényt a prizma.
2. Figyeljék meg, hogy milyen színek jelennek meg a papírlapon a prizma mögött.
3. Ismételjék meg más színszűrőkkel (pl. kék, zöld), és jegyezzék fel a változásokat.

**Dokumentálás:** Készítsenek jegyzeteket arról, melyik színszűrő hogyan befolyásolta a színek megjelenését.

### **3. csoport:** Színek keverése színszűrők segítségével

**Cél:** Felfedezni, hogyan keverednek a színek, és hogyan jönnek létre új árnyalatok.

**Feladat:**

1. Tegyenek két színszűrőt egymás mögé (pl. piros és kék) a fényforrás elé.
2. Figyeljék meg, milyen új színek jönnek létre, és jegyezzék fel az árnyalatokat.
3. Kísérletezzenek különböző színszűrők kombinálásával, és próbálják megjósolni a végeredményt.
4. Additív színkeverés CD-tokokkal kísérlet elvégzése: [Additív színkeverés CD-tokokkal \(YouTube\)](#)

**Dokumentálás:** Készítsenek egy táblázatot, amely tartalmazza a kevert színek eredményeit.

### **4. csoport:** RGB-, CMYK-színmodellek: pigmentek keverése

[Color conversion](#)

[RGB to CMYK color conversion](#)

**Feladat:**

1. Készítsenek színkeverési táblázatot a kapott színek alapján.
2. Vizsgálják meg, mi történik, ha mindhárom alapszínt keverik (→ fekete).

Melléklet: III. tanóra

## Részletes csoportmunka-leírások

### 1. csoport: RGB-színmodell – Színes fények keverése

1. Kapcsolják be az RGB LED-eket, és irányítsák őket egy fehér papírlapra.
2. Vizsgálják meg, hogyan keletkezik fehér fény, amikor mindhárom szín egyszerre világít.
3. Dokumentálják, hogyan változnak a színek, ha csak kettőt kombinálnak (pl. piros + zöld → sárga).
4. Jegyezzék le, milyen színek jönnek létre különböző arányok esetén.

### 2. csoport: CMYK-színmodell – Pigmentek keverése

1. Készítsenek táblázatot a keverési arányokról (pl. 50% cián + 50% bíbor → lila).
2. Keverjenek különböző arányokat a három alapszínből (cián, bíbor, sárga).
3. Vizsgálják meg, mi történik, ha fekete pigmentet is hozzáadnak.
4. Hozzanak létre egy színskálát a kapott színek alapján.

### 3. csoport: Hullámhosszak és színszűrők

1. Vizsgálják, hogy a piros színszűrő milyen hullámhosszú fényeket enged át.
2. Kombinálják a színszűrőket (pl. zöld + kék → cián), és figyeljék meg, hogyan változik a spektrum.
3. Készítsenek jegyzeteket arról, hogy mely hullámhosszak jelennek meg vagy tűnnek el a szűrők használatával.

### 4. csoport: Hullámhosszak és a spektrum kapcsolata

1. Helyezzenek fehér fényt egy prizma elé, és állítsák be úgy, hogy a színspektrum a falra vagy papírra vetüljön.
2. Jegyezzék fel, hogy milyen színek jelennek meg, és milyen sorrendben.
3. Készítsenek egy ábrát, amely bemutatja, hogyan változik a fény törése a hullámhossz függvényében.

## 6. Spektroszkóp építése. A fény által hordozott információ értelmezése

STE(A)M-területek	fizika • informatika • kémia • technika • művészet
Tantárgyközi kapcsolatok	Tudománytörténeti, ill. a technikai fejlődés szempontjából is megközelíthető a témakör. A diákok saját tapasztalat útján jutnak el olyan eredményekhez, melyek nélkülözhetetlenek voltak a társadalmi és a technikai fejlődésünkhöz. A diákok értelmezik a kapott információt, melyek adattá alakítva az informatika segítségével további ismeretekhez vezetik el őket.

### Összefoglaló táblázat

Tantárgyak	fizika • informatika • technika • kémia
Témák	A fény és komponensei által hordozott információ megismerése és megértése.
Diákok kora	15-20 év
Tanóra/projekt időtartama	4×45 perc
Diákok száma	4-20 fő kisebb csoportokra osztva (pl. 4-es csoportok)
Online tanítási eszközök	Az alábbi leírásban közölt eljárás szerint saját spektroszkópot készítenek a diákok, melyben gázkisülési csövek segítségével megfigyelhetik az egyes gerjesztett gázok vonalas színképét. Megmagyarázzuk a vonalas színkép kialakulásának történetét, itt összekapcsoljuk a tananyagot a kémián tanult atommodellek fejlődési útjával. Fotókat készítünk, majd a megörökített színképvonalak szerint megpróbáljuk beazonosítani a gáz kémiai összetételét.
Offline tanítási eszközök	Dálya Gergely 2021. <i>Bevezetés a csillagászatba (Az atomoktól a galaxisokig)</i> . Simonyi Károly 2011. <i>A fizika kultúrtörténete</i> .
21. századi kompetenciák	kreativitás • kezűgyesség • problémamegoldás • tapasztalati úton történő tanulás • információk közti kapcsolatok felismerése • információs technológia alkalmazása • együttműködési készség • csapatban dolgozás
Tanulási célok	Saját tapasztalás alapján történő tanulás, kísérleti eszköz építése, melyből tudományos igényességgel feldolgozható információt/adatot kapunk. Az adott tananyagrészt mélyebb megértése. Tanulói csoportok kialakítása, képfeldolgozó képesség fejlesztése. Absztrakt gondolkodásmód fejlesztése.

### Projektterv

A gyakorlat elnevezése	Spektroszkóp építése A fény által hordozott információ értelmezése
------------------------	---

## A megvalósítás menete

	Elméleti háttér	<p><b>I. Elméleti ismeretek megalapozása</b></p> <p>Az óra tananyagát 3 fő témakör köré építsük.</p> <p><b>1. Atommodellek fejlődése:</b> Ismertetni kell az atommodelleket a kezdetektől (Thomson) a napjainkban elfogadott (Bohr-Sommerfeld) modellig (<a href="#">Dálya 2021</a>). A diákok fogalmazzák meg maguk azt a logikai útvonalat, mely az egyes atommodellek hiányosságain keresztül elvezeti őket a felismerésig, melyen már megmagyarázhatóvá válik a vonalas színek létrejötte. Ezt a gondolati láncot a tanár irányítja, terelgeti tudománytörténeti ismereti alapján (<a href="#">Simonyi 2011</a>).</p> <p><b>2. Vonalas színek ismertetése</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Balmer-sorozat</li> <li>Balmer-formula alkalmazása hidrogénatomra – vonalak frekvenciájának meghatározása</li> <li>Vonaltávolságok, karakterisztikus mintázatok (pl. dupletek) megismertetése</li> </ol> <p><b>3. Fény diffrakciója</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Optikai rés, rács működésének ismertetése</li> <li>CD-lemez alkalmazása optikai rácsként</li> </ol>
	Előkészítés	<p><b>II. Spektroszkóp építése</b></p> <p>A spektroszkóp elkészítéséhez szükség van néhány alapanyagra, ezek előkészítését még a tanóra megkezdése előtt végezzük el. A következő eszközökre lesz szükség csoportonként:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>olló</li> <li>szalagragasztó</li> <li>fekete szigetelőszalag</li> <li>ragasztópisztoly</li> <li>fekete festékszóró (matt)</li> <li>szike vagy éles kés</li> <li>CD-lemez</li> <li>henger alakú chipses doboz</li> <li>konyhai törülőkendő belső gurigája</li> </ul>
	Megvalósítás	<p>Amennyiben 4 fős csapatokkal dolgozunk a feladatokat a következő módon osszuk szét:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1 fő a chipses doboz fém aljába éles szikével óvatosan 2,5cm hosszú vékony rést vág – ez szolgál majd optikai résként.</li> <li>1 fő a CD-lemezből az 1. ábrán látható módon a chipses doboz aljával megegyező méretű kört vág ki. Ez később a doboz nyitott felébe illesszük be, kb. 30°-os szögben megdöntve.</li> <li>1 fő a konyhai papírtörülők belső gurigáját 15°-os szögben elvágja (1. ábra).</li> <li>1 fő a 2. ábra alapján összeragasztja az eszközt, ügyelve arra, hogy ne maradjon rés, ahol a fény bejuthat (kivéve az első pontban vágott optikai rést), ezt fekete szigetelő szalaggal egyszerűen kiküszöbölhetjük.</li> </ul>

Ellenőrizzük, hogy jól működik-e a spektroszkópunk!  
Az utolsó ellenőrzés után fújuk le fekete matt festékkel, majd a következő foglalkozásig hagyjuk száradni (opcionális).



1. ábra



2. ábra



Hipotézis

Amennyiben eszközünket jól építettük meg, az optikai rést fény felé fordítva, a papírtörő gurigába belepillantva a Nap fényének spektrumát fogjuk látni. Ha ugyanezt egy gáztöltésű fénycső felé fordítjuk, akkor csak meghatározott színek vonalakat láthatunk.



Terv

A terv az, hogy az iskolai szertárban fellelhető különböző gázzal töltött gázkisülési csövek spektrumáról fotót készítsünk a következő foglalkozáson, majd ezt egy Python-nyelven írt programmal megvizsgáljuk.



Felfedezés

A második foglalkozás lényege, hogy a diákok megérezzék azt, hogy teljesen hétköznapi eszközökkel is eljuthatunk fontos információkhoz és megismeréshez a minket körülvevő világról. Ha mindezt körültekintéssel és igényes kivitelezéssel tesszük, akkor ebből digitalizálható adat (fotó) nyerhető ki, mely tudományos szempontból vizsgálható.

### III. Fotók készítése



Terv

A harmadik foglalkozás során az a cél, hogy fotókat készítsünk a különböző gáztöltésű csövek színekpeiről.



Mégvalósítás

A fotók készítése során sok szempontot kell figyelembe venni. A csoport összetételét illetően jó, ha tisztában vagyunk a diákok fényképezési ismereteivel. Ezáltal megtudjuk mik a lehetőségeink. A legegyszerűbb és legkézenfekvőbb azonban az, ha mobiltelefonnal készítünk fotókat. A körülmények megteremtésénél figyeljünk arra, hogy a teremben a lehető legsötétebb legyen, így kiküszöbölhetjük a napfény okozta hatásokat. Ez jellemzően zavaró becsillogásokként, szóródásként jelenik meg a fényképeken. Illetve jelentős lehet a gázkisülési csövek

színkép vonalaira ráakodó kontínuum. Minden ilyen hatás a későbbiekben megnehezíti a képfeldolgozást.

Ezen kívül érdemes arra is oda figyelni, hogy a fotókon megjelenő vonalak lehetőleg függőlegesek legyenek. Ezt a fotózásakor is megoldhatjuk, de szoftveres utómunkálatok is tökéletesen megfelelnek.



## Projekttermék

A tevékenység befejeztével a diákok saját készítésű színképpel rendelkeznek, melyek mintegy ujjlenyomat jellemző a vizsgált gerjesztett gázra. Amennyiben az iskolai készlet tartalmazott hidrogénnel töltött kisülési csövet, az egyes színkép vonalához hullámhosszt is tudnak rendelni, ezáltal a kép valamelyest referenciává válik, és ennek segítségével a többi fotóhoz kalibrációként szolgálhat.



3. ábra. A hidrogén alfa (piros 656 nm, 1,89 eV) és béta (kék 486 nm, 2,56 eV) vonala



4. ábra. A gerjesztett neon spektrumának egy részlete

## IV. Fotók kiértékelése



### Terv

Célunk, hogy a harmadik foglalkozás során készített fotókon látható színkép vonalakat beazonosítsuk, illetve azok szoftveres feldolgozása.



### Megvalósítás

A diákokban tudatosítanunk kell azt, hogy egy fotó csak akkor válik igazán értékesé számunkra, ha a rajta rejlő adatot értelmezhető információvá alakítjuk át.

Annak érdekében, hogy ezekből a spektrumokból információt tudjunk kinyerni, szükségünk van egy programra, mely elemzi őket. A terv az, hogy a program úgy dolgozza fel az adott képet, hogy a spektrumból egy intenzitás görbét rajzol fel, melyen megkeresi a csúcsokat.

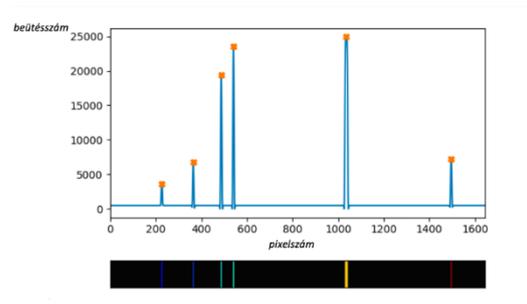
Referenciakép beolvasásakor a program a csúcsok közti távolságokból arányokat készít, majd ezeket elmenti egy adatbázisba. Mikor egy általunk készített képet olvas be, akkor az arányokat összehasonlítja az adatbázisával, majd visszaadja annak a gáznak a nevét, amelynek a referenciaspektrumára legjobban hasonlít az adott spektrum, így bizonyos

hibahatárokon belül képes megmondani, hogy a spektrum, amit vizsgálunk, milyen gáztól származik.

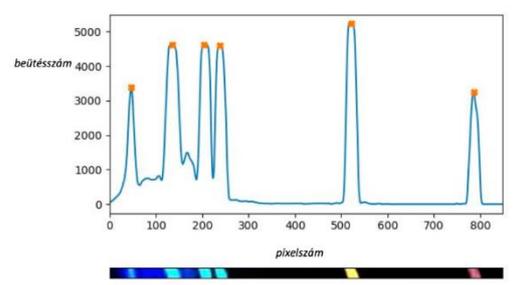
A képek feldolgozásához mellékelek egy Python-nyelven írt programot (ezt diákjaimmal közösen írtuk), melynek működése a következő:

- A program első lépésben beolvassa a képet, amit a szürke árnyalataiba konvertál, majd egy kicsit elhomályosítja, hogy ezzel szűrje a zajt és a kisebb hibákat a saját magunk által készített fotókról.
- Ezek után összegzi pixelenként az x-tengely mentén a pixelek értékét, amiből intenzitásgörbét rajzolhatunk fel. Ezen a görbén a program megkeresi a csúcsokat.

Eredményként a program a következő ábrákat hozza létre:



5. ábra. Hélium referenciaspektruma



6. ábra. Hélium általunk készített spektruma

A fenti két ábrán a diákok megfigyelhetik a referenciaspektrum és az általunk készített spektrum közti hasonlóságot. Fel kell azonban hívniuk a figyelmüket arra, hogy ez a program csak a mintázat felismerésére alkalmas. Konkrét hullámhosszokat nem tud rendelni az egyes vonalakhoz.

Ha nem szeretnénk használni a mellékelt programot, abban az esetben egy másik lehetőség is érdekes lehet a diákok és a tanár számára. Ebben az esetben a manapság oly divatos oktatási eszközt, a mesterséges intelligenciát hívjuk segítségül. Tanulságos lehet a diákoknak az is, ha megpróbálják elmagyarázni például a ChatGPT-nek, hogy mit szeretnénk megtudni a képről. A ChatGPT programozási képességei megfelelőek ahhoz, hogy olyan programot írjon, mellyel feldolgozhatóvá válnak a fotók. Viszont! Nagyon fontos, és tanulságos, hogy az algoritmikus gondolkodást így sem tudjuk kikerülni. Részleteire bontva kell elmagyarázni, hogy mit szeretnénk, és ez kifejezetten fejleszti a diákok gondolkodásmódját, illetve kialakítja bennük az igényt arra, hogy letisztultan, felülről nézzenek egy-egy megoldandó problémára.



## Tapasztalatok

A foglalkozások befejeztével a diákok további ötleteket, célokat tűzhetnek ki maguk elé. Megbeszélhetik a megvalósítás lehetőségét és a hétköznapi alkalmazhatóságra is fel kell hívnunk a figyelmüket. Az élet mely területein használják ki a spektroszkópia segítségével szerzett információkat.

## Python-program

```
import cv2
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
from scipy.signal import find_peaks

def ratio():
    ratios = []

    for i in peaks:
        ratios.append((int(i)/sum(peaks)) * 100)

    print(ratios)

def add_to_database():
    global ratios

    file = open("source.txt", "a", encoding="UTF8")

    name = input("Adja meg a referencia képen található
gáz nevét: ")
    print(name, end=" ", file=file)

    for i in ratios:
        print(i, end=" ", file=file)
    print()

img = cv2.imread('Photo/higany/higanyet1.png')

gray = cv2.cvtColor(img, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
blur = cv2.GaussianBlur(gray, (3,3), 0)

fig, (ax1, ax2) = plt.subplots(2, 1,
    gridspec_kw={'height_ratios': [3, 1]})

intensities = np.sum(blur, axis=0)

peaks, _ = find_peaks(intensities, prominence=img.shape[1],
    distance=img.shape[1] / 100)

print(peaks)

ratio()
'''add_to_database()'''
ax1.plot(intensities)
ax1.plot(peaks, intensities[peaks], "x")

ax1.set_xlim([0, img.shape[1]])

ax2.imshow(cv2.cvtColor(img, cv2.COLOR_BGR2RGB))

ax2.set_xticks([])
ax2.set_yticks([])

plt.show()
```

## Tantárgyközi kapcsolat



Digitális kultúra

A negyedik foglalkozást egy digitális kultúra órára is bevihetjük, hiszen a képfeldolgozás egy leegyszerűsített formájával ismerkedhetnek meg a diákok.



Függelék

**Források**

Dálya Gergely 2021. *Bevezetés a csillagászatba (Az atomoktól a galaxisokig)*.

Simonyi Károly 2011. *A fizika kultúrtörténete*. Akadémiai Kiadó.

## 7. Fényünnepek és hagyományok – A fény szimbolikája különböző kultúrákban

STE(A)M-területek	természettudomány • technológia • mérnöki tudomány • művészet • matematika
Kultúrák közötti kapcsolatok	A fény szimbolikus és gyakorlati szerepe különböző kultúrákban és ünnepeikben.

### Összefoglaló táblázat

Tantárgyak	történelem • földrajz • természettudomány • matematika • vizuális kultúra • digitális kultúra • idegen nyelvek • hit- és erkölcstan
Témák	Kulturális kapcsolatok, fenntarthatóság, művészet és dizájn, interkulturalitás, globális tanulás. A fény különböző kulturális szerepének bemutatása egy interaktív kiállításon keresztül.
Diákok kora	10-14 év
Tanóra/projekt időtartama	90 perces tanóra + 4×45 perces projektmunka
Diákok száma	20-25 fő
Online tanítási eszközök	Quizizz, Kahoot: óra végi teszt Canva: lámpás tervezése Teams: kapcsolódó anyagok, feladatok megosztása Padlet: kutatási eredmények és képek megosztásához
Offline tanítási eszközök	Színes papírok, olló, ragasztó, mécsesek/LED-fények, laptop/projektor a bemutatóhoz, képek és videók az ünnepekről. Képek és szövegek nyomtatott formában. Mécsesek és LED-fények a dekorációhoz.
21. századi kompetenciák	kommunikáció • együttműködés • csapatmunka • kreativitás • innováció • kritikus gondolkodás • problémamegoldás
Tanulási célok	A fény szimbolikus és gyakorlati jelentőségének megértése különböző kultúrák ünnepeiben. Kreatív készségek fejlesztése hagyományos tárgyak készítése során. A kommunikációs és az együttműködési készségek fejlesztése. Fejlődjék a diákok interkulturális érzékenysége és globális tudatossága. A tanulók értékeljék a tudomány és a technológia összekapcsolódását a kulturális hagyományokkal.

### Projektterv

A gyakorlat elnevezése	Fényünnepek és hagyományok – A fény szimbolikája különböző kultúrákban
------------------------	--

**A megvalósítás menete**

<b>I. Bevezető óra: Fény ünnepek és hagyományok (90 perc)</b>	
	<p>Érdeklődés felkeltése, előzetes kérdések</p> <p>Kérdés a diákokhoz: „Tudtok olyan ünnepet, ahol a fény fontos szerepet játszik?” A díváli (díwali), a hanuka, a karácsony és a kínai lámpás fesztivál rövid bemutatása képek és videók segítségével.</p>
	<p>Előkészületek</p> <p>A tanár előkészíti a szükséges anyagokat: színes papírok, ollók, ragasztó, gyertyák, mécsesek, vagy egyszerű lámpás készítéshez kellékek. Videók és képek kiválasztása az ünnepekről.</p>
	<p>Bemutató</p> <p>A diákokat 4 csoportra osztjuk, minden csoport kap egy ünnepet. Rövid kutatás folyik a csoportokon belül (pl. a díváli eredete, a hanuka szimbolikája stb.). A csoportok megtervezik saját lámpásukat vagy gyertyadíszüket az ünnep szimbolikája alapján.</p>
	<p>Felfedeztető módszer</p> <p>A diákok elkészítik a lámpásokat vagy gyertyadíszeket. Az alkotás folyamata során a tanár röviden bemutatja a fény természettudományos szerepét (pl. színek keveredése, gyertya égésének kémiai folyamata).</p>
	<p>Tapasztalatok, tudásmegosztás</p> <p>Minden csoport bemutatja lámpását és röviden elmondja az ünnep jelentőségét és szimbolikáját. A többiek kérdéseket tehetnek fel.</p>
	<p>Visszajelzések, értékelés</p> <p>Reflexió: Melyik ünnep tetszett legjobban és miért? Mit tanultak a fény szerepéről? A tanár összegzi a tanultakat, rámutat a közös motívumokra (jó vs. gonosz, fény mint remény).</p>
	<p>Bemutató anyagok</p> <p>Prezentáció, amely képeket, rövid videókat, leírásokat és kérdéseket is tartalmaz az ünnepekről.</p>
	<p>Eredmények</p> <p>Diákok kreatív alkotásai (lámpások/gyertyadíszek). Az ünnepek közötti különbségek és hasonlóságok megértése. Csoportmunka tapasztalata.</p>
	<p>Kritikus gondolkodás</p> <p>Reflexiók kérdések Mi a közös a bemutatott ünnepek között? Hogyan mutatják meg az ünnepek, hogy a fény szimbolikus jelentése egyetemes? Miért fontos a jó és a gonosz küzdelmének ábrázolása a fény szimbolikáján keresztül?</p>
	<p>Prezentálás</p> <p>Csoportos bemutatók: Minden csoport röviden bemutatja a választott ünnep szimbolikáját és saját alkotását (lámpás, gyertyadísz vagy digitális terv).</p> <p>Interaktív megosztás: A többi csoport kérdéseket tehet fel, pl. „Milyen anyagokat használtatok?” „Miért fontos ez az ünnep a kultúrában?”</p>
	<p>Produktum</p> <p>Kézzel készített lámpások/gyertyadíszek: A diákok saját kreatív alkotásai, amelyek az ünnepek szimbolikáját tükrözik. Digitális produktumok: digitális plakátok vagy lámpástervek Canva vagy más tervező alkalmazás segítségével.</p> <p>Reflexió írásban: Minden csoport rövid összefoglalót készít az általuk feldolgozott ünnepről.</p>

		<b>II. Interaktív kiállítás tervezete: „A fény a világ kultúráiban” (4×45 perc)</b>
	Érdeklődés felkeltése, előzetes kérdések	A tanár röviden bemutatja a fény szerepét különböző kultúrákban (képekkel, videókkal, példákkal). Kérdés a diákokhoz: „Hogyan kapcsolódhat a fény az emberek életéhez, hitéhez vagy ünnepeihez világszerte?”
	Előkészületek	Csoportok kialakítása, kultúrák hozzárendelése (pl. India – díváli [diwali], Kína – kínai lámpás fesztivál, zsidó hagyomány – hanuka, kereszténység – karácsony). Eszközök biztosítása: papírok, festékek, digitális eszközök.
	Bemutató	A tanár röviden ismerteti a kiállítás célját és a fény jelentőségét a különböző kultúrákban (pl. díváli, hanuka, karácsony, kínai lámpás fesztivál). Motivációs kérdések: „Miért lehet egyetemes szimbólum a fény?”  <b>Kiállítás előkészítése</b> A csoportok kutatják a választott kultúra fényhez kapcsolódó hagyományait, és rövid bemutatót készítenek. Interaktív elemek készítése: lámpások, gyertyadíszek, digitális bemutatók. Állomások dekorálása és kialakítása.  <b>Kiállítás lebonyolítása</b> Minden csoport felállítja saját állomását. A látogatók (diákok, tanárok, szülők) körbejárhatják az állomásokat, és részt vehetnek interaktív tevékenységekben (pl. lámpás készítése, kvíz).
	Felfedeztető módszer	A diákok saját kutatómunkájuk révén fedezik fel, milyen szimbolikus, történelmi és tudományos szerepet tölt be a fény az általuk feldolgozott kultúrában. Interaktív elemek készítése (pl. lámpások, gyertyadíszek) kreatív és kísérletező módon.
	Tapasztalatok, tudás-megosztás	Diákok megtapasztalják a fény szerepének különböző aspektusait (kulturális, vallási, tudományos). Kreatív munka: kézműves technikák használata lámpások és dekorációk elkészítése során. Kommunikáció: Az elkészült állomások bemutatása és interakció a látogatókkal.
	Visszajelzések	Közös reflexió: Melyik állomás volt a legérdekesebb és miért? A tanár összegzi a kiállítás tanulságait: Mi a közös a fény szimbolikájában világszerte?
	Bemutató anyagok	Fizikai alkotások: lámpások, gyertyadíszek, egyedi dekorációk. Digitális prezentációk (PowerPoint, Canva) a kultúra és ünnep rövid ismertetéséhez. Interaktív kvízek (Kahoot) a látogatóknak, játékos formában ismertetve a tanultakat.
	Eredmények	Minden csoport létrehozza saját állomását, amely bemutatja az általuk kutatott kultúrát és ünnepet. A látogatók betekintést nyernek a fény univerzális szerepébe, valamint megismerik a kultúrák közötti különbségeket és hasonlóságokat.
	Kritikus gondolkodás	Kérdések megvitatása: „Miért fontos a fény az ünnepekben?” A diákok összehasonlítják a kultúrák fényhasználatának hasonlóságait és különbségeit.

## HANG ÉS FÉNY

	Prezentálás	Minden csoport röviden bemutatja állomásának témáját és kreatív alkotását. A kiállítás interaktív részében a látogatók is kipróbálhatják az alkotást (pl. papírlámpás készítés).
	Produktum	Kézzel készített tárgyak (lámpások, gyertyák). Digitális anyagok (pl. prezentációk, képek, videók). Interaktív játékok vagy kvízek az állomásokon.

### Tantárgyi kapcsolatok

	Természet-tudomány	Optikai jelenségek (fény visszaverődése, törése). Gyertya égésének kémiai folyamatai.
	Történelem	A különböző fényünnepek eredetének és történeti kontextusának feltárása. A vallási és kulturális hagyományok bemutatása.
	Földrajz	A fényünnepek földrajzi elhelyezkedése: Mely kultúrákban és országokban ünneplik ezeket?
	Digitális kultúra	Digitális eszközökkel való tervezés (pl. Canva használata lámpások digitális megtervezésére). Online kutatás az ünnepekről.
	Vizuális kultúra	Hagyományos kézműves technikák (pl. lámpások, gyertyadíszek készítése). Színek és formák szimbolikája különböző kultúrákban.
	Matematika	Szimmetria és geometriai formák tervezése lámpáshoz. Arányok és méretek kiszámítása a kézműves munkák során.
	Függelék	<a href="#"><u>Melléklet: Bevezető foglalkozás (90 perces tanóra)</u></a> Csoportok feladatai A csoportmunka menete <a href="#"><u>Melléklet: Projekttanórák (3×45 perc)</u></a> Szervezési feladatok

*Melléklet: Bevezető foglalkozás*

**Csoportmunka célja:** A csoportok ismerjék meg a hozzájuk rendelt fényünnepet és készítsenek el egy kreatív produktumot, amely bemutatja az ünnep szimbolikáját. A munkájukat a csoportok egy rövid prezentáció formájában osztják meg az osztállyal.

**Csoportmunka menete:**

**1. Csoportok kialakítása:** Az osztályt 4 csoportra osztjuk, mindegyik csoport egy adott fényünnephez kapcsolódó feladatot kap:

- **díváli** (diwali) (India)
- **hanuka** (zsidó hagyomány)
- **karácsony** (keresztény hagyomány)
- **kínai lámpás fesztivál**

**2. Feladatok elosztása a csoportokon belül:** A csoport tagjai megosztják egymás között a következő feladatokat:

- **kutatómunka:** Az ünnep eredetével, jelentésével és szimbólumaival kapcsolatos információk összegyűjtése.
- **kézműves feladat:** Az ünnephez kapcsolódó hagyományos tárgy (pl. lámpás, gyertyadísz) megtervezése és elkészítése.
- **prezentáció elkészítése:** A bemutató anyag összeállítása, előkészítése.

**3. Feladatok a csoport számára:**

- **Kutatói feladatok:**
  - Mi az ünnep eredete és története?
  - Mi a fény szerepe az ünnepben?
  - Hogyan kapcsolódik az ünnep szimbolikája a fényhez?
- **Kreatív feladatok:**
  - **díváli csoport:** Készítsenek egy olajlámpást (diya), amelyet színes festékekkel díszítenek.  
Olajlámpás készítése: [How to Make Diwali Oil Lamps](#)
  - **hanuka csoport:** Készítsenek egy egyszerű menóra-modellt gyertyák használatával, vagy rajzolják meg digitálisan.  
Ötletek: [Eight Unique Menorahs Made of Bread, Candy, and More \(Pinterest\)](#)
  - **karácsony csoport:** Alkossanak egy gyertyadísz, vagy tervezzenek egy karácsonyi fényfüzért papírból vagy más anyagból.  
Ötletek: [Legegyszerűbb DIY ötletek karácsonyra a blogról! \(Pinterest\)](#)
  - **kínai lámpás csoport:** Készítsenek papírból színes lámpásokat, amelyeket a kínai hagyományok ihlettek.  
Ötletek: [DIY lanterns Crafts Perfect for this Season \(Pinterest\)](#)
- **Prezentációs feladatok:**
  - Állítsanak össze egy 2-3 perces bemutatót, amely tartalmazza:
    - Az ünnep rövid történetét.
    - A fény szimbolikáját az adott kultúrában.
    - A csoport által készített alkotás bemutatását és annak jelentését.

**4. Kreatív produktumok:** Fizikai lámpások, gyertyadíszek, vagy digitális terveik.

*Melléklet: Projektmunka – Kiállítás megtervezése (4×45 perc)*

A projektmunka megvalósítása az alábbi bontásban javasolt:

## **1. óra: Téma felvezetése és kutatás**

**Időtartam:** 45 perc

**Tartalom:**

- A tanár ismerteti a fény szerepét különböző kultúrákban (15 perc).
- Csoportok kialakítása, a feladatok kiosztása.
- A diákok elkezdik a kutatómunkát a kapott témával kapcsolatban (20-25 perc).

**Cél:** Az ünnepek megismerése a kutatómunka által.

## **2. óra: Kreatív tervezés**

**Időtartam:** 45 perc

**Tartalom:**

- A csoportok megtervezik állomásokat és a készítendő interaktív elemeket (pl. lámpások, gyertyák, digitális anyagok).
- Az eszközök és alapanyagok előkészítése.
- A kreatív produktumok elkészítése.

**Cél:** Az állomások vizuális és interaktív elemeinek megtervezése és előkészítése.

## **3. óra: Alkotás és állomások kialakítása**

**Időtartam:** 45 perc

**Tartalom:**

- A diákok folytatják és befejezik a lámpások, díszek, prezentációk és egyéb elemek elkészítését.
- Az állomások berendezése és tesztelése.

**Cél:** Az állomások vizuális kialakítása és gyakorlati felkészítés a bemutatóra.

## **4. óra: Kiállítás lebonyolítása**

**Időtartam:** 45 perc

**Tartalom:**

- Az állomások bemutatása: a csoportok ismertetik a témájukat és kreatív alkotásaikat a látogatóknak (osztálytársak, más osztályok, szülők).
- Interaktív tevékenységek levezetése (pl. lámpáskészítés, kvízek).
- Reflexió: közös értékelés, a kiállítás tanulságainak megbeszélése.

**Cél:** A diákok bemutatják, mit tanultak, és megosztják kreatív eredményeiket.

## **Összesen: 3–4 óra**

Az óraszám rugalmasan igazítható a diákok tempójához, az interaktivitás szintjéhez és a kiállítás nyilvánosságához.

**Témák:**

### **1. Díváli (diwali) (India):**

- Bemutató anyag: Képek, videók az indiai fény ünnepéről.
- Kreatív produktum: Olajlámpás (diya), amelyet a csoport tagjai készítenek és festenek.
- Interaktív tevékenység: A látogatók kipróbálhatják saját lámpásuk díszítését.

### **2. Hanuka (zsidó hagyomány):**

- Bemutató anyag: Rövid digitális prezentáció a menóra történetéről.
- Kreatív produktum: Egyszerű menóra-modell gyertyákkal.
- Interaktív tevékenység: Gyertyák gyújtása egyes történetek elmesélése közben.

### **3. Karácsony:**

- Bemutató anyag: Prezentáció a fények szimbolikájáról és hagyományáról.
- Kreatív produktum: Karácsonyi fényfüzér vagy gyertyadísz.
- Interaktív tevékenység: A látogatók különböző anyagokból készíthetnek díszeket.

### **4. Kínai lámpás fesztivál:**

- Bemutató anyag: Képek és videók a fesztivál színes lámpásairól.
- Kreatív produktum: Papírból készült hagyományos kínai lámpások.
- Interaktív tevékenység: Egyedi lámpások készítése a látogatók által.

# LEVEGŐ

## 1. Tiszta levegőt!

STE(A)M-  
területek

matematika • fizika • biológia • művészet • sport • fenntarthatóság

### Összefoglaló táblázat

Tantárgyak	matematika • fizika • biológia • kémia • földrajz • sport • idegen nyelv • digitális kultúra • műszaki tudományok • fenntarthatóság • meteorológia
Témák	A légszennyezés Európában a legnagyobb egészséget veszélyeztető tényező. Rengetegen lesznek betegek a szennyezett levegőtől. 10-szer annyian halnak bele a szennyezett levegő okozta betegségekbe, mint amennyi autóbaleset történik. A veszélynek leginkább a gyerekek vannak kitéve. A szennyezett levegő szívbetegséget, tüdőbetegséget okoz.
Diákok kora	8-10 év
Tanóra/projekt időtartama	4×45 perc
Diákok száma	10-30 fő
Tanítási eszközök	A tanórákhoz szükséges eszközök: interaktív tábla, füzet vagy papír, ceruza. A tanórához tabletek is használhatók, ha csoportmunkában vagy egyéb munkaformában szeretnénk feldolgozni a feladatokat.
Tanóra tartalma	Az órák során a tanulók megismerkednek a szabadtéri és a beltéri légszennyező tevékenységekkel és tényezőkkel. Szembesülnek a légszennyezés egészségre káros következményeivel. Megtudják, mit tehetünk mi a légszennyezés csökkentése érdekében. Megismerik a helyes szellőztetés technikáját, majd kreatív vagy kutató tevékenységek során alkalmazzák a megszerzett tudást, vagy bővítik ismereteiket személyre szabottan.
21. századi kompetenciák	kommunikáció • együttműködés • csapatmunka • kreativitás • innováció • kritikus gondolkodás • problémamegoldás
Tanulási célok	–

### Projektterv

A gyakorlat elnevezése	Tiszta levegőt!
------------------------	-----------------

### A megvalósítás menete



Érdeklődés felkeltése, előzetes kérdések

Mitől lesz szennyezett a levegő?  
Mi a szmog?  
Mi az a savas eső?  
Hogyan lehet csökkenteni a légszennyezést?  
Beltéri és kültéri légszennyezés?

	<p>Miért kell port törölni? Hogyan kell jól port törölni? Miért kell szellőztetni?</p>
 <p>Ötletbörze</p>	<p>A mai órára egy nagyon fontos szóval érkeztem. Ez a szó az egyik legfontosabb dolgot jelöli az életünkben. Vegyétek elő a füzetet, írjátok le azt a szót, amire gondolhattam! Kíváncsi vagyok, ki találta ki, mire gondoltam. A megfejtést egy online feladat segítségével fogjuk megtudni: <a href="#">Az egyik legfontosabb dolog az életünkben (LearningApps)</a> Megfejtés: egészség. A megfejtés után megnézzük, ki találta ki a legfontosabb szót!</p>
 <p>Bemutató</p>	<p><a href="#">A légszennyezés okai (LearningApps)</a> Légszennyezés csökkentése – <a href="#">Hogyan tudunk javítani a légszennyezésen? (LearningApps)</a> Az online feladatok megtalálhatók: <a href="#">Tiszta levegőt! (Padlet)</a></p>
 <p>Háttér- ismeretek</p>	<p><b>Szmog:</b> Sűrű füstköd, ami leginkább a nagyvárosokban alakul ki.</p> <p><b>Savas eső:</b> A szennyezett levegő keveredik a csapadékkal, így az is mérgezővé válik. Ilyenkor alakul ki a savas eső, amely beszívárog a talajba, megmérgezi a növényeket és az ezeket elfogyasztó állatokat. Az épületeket is rongálja.</p> <p><b>Dohányzás:</b> A cigarettafüst a kátrányon és a nikotinon kívül közel 4800, részben rákkeltő vegyi anyagot tartalmaz. A nem cigarettázó, csak a füstöt beszívó embereket passzív dohányosoknak hívjuk. Ez ugyanolyan káros az ember számára, mintha dohányozna. A dohányzás káros következményei: fejfájás, köhögés, szív- és érrendszeri betegségek, légzőszervi megbetegedések, asztma, tüdőrák, várandós nőknél koraszülés.</p> <p><b>Fotoszintézis:</b> Az emberek és az állatok oxigént lélegeznek be és szén-dioxidot lélegeznek ki. A kilélegzett szén-dioxidot mi már nem tudjuk felhasználni, de a növények igen! Cserébe oxigént állítanak elő, amely elengedhetetlen az ember túléléséhez.</p> <p><b>Penészgomba:</b> A párás, nyirkos lakásban könnyen megjelenhet a penészgomba. Belégzésük légúti megbetegedést, szénanáthát és asztmát okozhat. A penésztől mindenképpen meg kell szabadulni! Ehhez sokszor elegendő az adott helyiség páramentesítése, és a penészgomba-telepek elpusztítása. Figyeljünk a gyakori szellőztetésre!</p> <p><b>Por:</b> A por, az állati szőrök, a poratka nagyon könnyen megtelepszik a függönyökön, textíliákon, szőnyegeken, kanapékon. Ahányszor csak megérintjük ezeket, azonnal a levegőbe kerülnek.</p> <p><b>Vegyi szennyezés:</b> A tisztítószerek, a kozmetikumok, a légfrissítők, a festékek, a ragasztók, sőt az elektromos készülékek, valamint a gyertyák és a füstölők is számtalan olyan kémiai anyagot juttathatnak a levegőbe, amelyek veszélyeztethetik az egészségünket. Nagyon vigyázni kell arra, hogy ne keverjük egymással a vegyszereket, mert nagyon veszélyes és súlyosan mérgező hatású keverék keletkezhet!</p>

**Állatszőr:** A háziállatok bundáján keresztül sok por, baktérium és vírus kerül a levegőbe.

**Légszennyezés:** A légszennyezés Európában a legnagyobb egészséget veszélyeztető tényező. Rengetegen lesznek betegek a szennyezett levegőtől. 10-szer annyian halnak bele a szennyezett levegő okozta betegségekbe, mint amennyi autóbaleset történik. A veszélynek leginkább a gyerekek vannak kitéve. A szennyezett levegő szívbetegséget, tüdőbetegséget okoz.



Tervezés

Mit tehetünk a légszennyezés ellen?  
Jelöld pipával, amihez Te is hozzá tudsz járulni!

- Mellőzzük az autó használatát!
- Közlekedjünk kerékpárral vagy gyalog!
- Fűtsünk autógumival, műanyag hulladékkal!
- Használjunk autót a közlekedéshez, mert az gyorsabb!
- Hosszabb utakra menjünk vonattal vagy más tömegközlekedési eszközzel!
- Ha tehetjük, fűtsünk geotermikus energiával, távhővel!



A tanultak ellenőrzése

Jelöld X-szel az igaz állításokat!

- A légszennyezés nagyon káros az ember számára, súlyos betegségeket okoz.
- A levegő szennyezéséért mi nem vagyunk felelősek.
- A légszennyezés csökkentéséért mi is sokat tehetünk.
- A szálló por, az autók kipufogó füstje, a hulladékok égetése nagyon káros a levegő számára.
- A savas eső nem káros az élővilágra.
- A szmog jelentése: füstköd. A nagyvárosokban fordul inkább elő.
- A légszennyező anyagok bekerülnek a csapadékba, ami így károsítja a talajt és a növényeket.



Tapasztalatok

**Beltéri légszennyezés**  
Környezetekben melyikkel találkozol?



1. ábra

**Penészgomba**

Mit kell tenni a penészgomba megszüntetéséhez?



2. ábra



Projektmunka

**Választható feladatok**

1. Készítsetek kvízt az eddig megtanultakból!
2. Készítsetek plakátot a légszennyezés csökkentése érdekében! Hívjátok fel a figyelmet a káros légszennyező anyagokra!
3. Készítsetek egy listát, hogyan tudunk a levegő tisztaságán javítani! Ezeket az arany szabályokat írjátok fel egy nagyméretű rajzlapra, függesszük ki a tanterem falára!
4. Gyűjtsetek környezetbarát tisztítószereket! Hívd segítségül az internetet! Írjátok le közülük néhányat! (Mire tudjuk használni, összetevők stb.?)
5. Kutakodj! Melyek a legszennyezettebb országok? Melyek a legkevésbé szennyezettek? Melyek Magyarország legszennyezettebb városai? Hol a legjobb a levegő minősége?
6. Keresgéljete az interneten, milyen szobanövényeket érdemes ültetni a jobb levegő érdekében! Gyűjtsetek ki a növények nevét, képét! Készítsetek prezentációt!



Eredmények

**Megoldások a beltéri környezetszennyezés csökkentésére**



3. ábra

- Párosítsátok össze a képeket a leírással! Megtudhatjátok, melyek a legszennyezőbb tényezők! [A légszennyezés okai \(LearningApps\)](#)
- Volt olyan, amire nem is gondoltatok?
- Hogyan nevezzük azt a sűrű füstködöt, ami leginkább a nagyvárosokban alakul ki? (szmog)

- Miért éppen a nagyobb városokban alakul ki? (Itt több az autó, több az ipari létesítmény.)
- Tudtátok, hogy a szennyezett levegő a talajba is le tud jutni? Vajon hogyan? Segít a kép... A szennyezett levegő keveredik a csapadékkal, így az is mérgezővé válik. Ilyenkor alakul ki a savas eső, amely beszivárog a talajba, megmérgezi a növényeket és az ezeket elfogyasztó állatokat. Az épületeket is rongálja.
- Mit gondoltok, mi hogyan tudjuk csökkenteni a légszennyezést? Mi az, amin tudunk változtatni?
- Vajon a következő mondatok közül melyek a helyesek? [Hogyan tudunk javítani a légszennyezésen? \(LearningApps\)](#)



Kritikus gondolkodás

**Töltsd ki a táblázatot, tegyél javaslatokat!**

Légszennyező anyagok a házon belül	Javaslataink a légszennyezés csökkentésére:
	
	
	
	
	
	
	

### Tantárgyi kapcsolatok



Természettudomány

Mit gondoltok, milyen dolgok veszélyeztetik az egészségünket? (Egyéni vélemények meghallgatása.) Egy puzzle-t készítettem nektek. Rakjátok ki a képet, és megtudhatjátok, hogy mi az a dolog, ami a legveszélyesebb az egészségünkre nézve!  
[Légszennyezés puzzle.](#)

# LEVEGŐ



Digitális kultúra

Digitális eszközök: tablet, okostelefon, kivetítő, laptop, projektor.

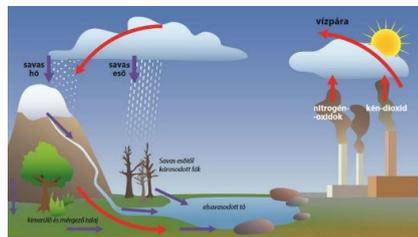


Mellékletek

Kellékek.



4. ábra Szmog



5. ábra Savas eső



6. ábra Fotoszintézis



7. ábra Állati szennyezés



Függelék

**Forrás**

[Tiszta levegőt!](#)

## 2. A tisztább levegőért

STE(A)M-  
területek

matematika • fizika • biológia • művészet • sport • fenntarthatóság

### Összefoglaló táblázat

Tantárgyak	matematika • fizika • biológia • kémia • földrajz • sport • digitális kultúra • műszaki tudományok • fenntarthatóság • meteorológia
Témák	Levegő összetétele, légszennyezés, élhető környezet.
Diákok kora	11-14 év
Tanóra/projekt időtartama	3×45 perc
Diákok száma	15-25 fő
Online tanítási eszközök	tablet • laptop • telefon • interaktív tábla • projektor
Offline tanítási eszközök	–
21. századi kompetenciák	kommunikáció • együttműködés • csapatmunka • kreativitás • innováció • kritikus gondolkodás • problémamegoldás
Tanulási célok	figyelemfelhívás a globális problémákra • szaktudományos ismeretek megszerzése • kutatómunka végzése

### Projektterv

A gyakorlat elnevezése

A tisztább levegőért

### A megvalósítás menete



Érdeklődés felkeltése, előzetes kérdések

Mit jelent az, hogy piszkos a levegő?  
Levegő nélkül van élet?  
Van-e élet a Holdon?  
Levegő nélkül tudunk beszélni?  
Mit tehetünk, hogy tisztább legyen a levegő?



Előkészületek

A tanulóknak prezentációs előadásban képek kivetítése a levegőszennyező anyagokról.  
A levegő összetételéről, szennyező anyagairól szóló 8 perces kisfilm levetítése. Eközben a tanulók leírják a kisfilmben hallottak alapján a levegőszennyezés legfontosabb problémáit.

Csoportalakítás: A tanulók különböző képekből húznak, és azok kerülnek egy csoportba, akik az azonos témakörhöz tartozó képeket húzzák. A csoportok feladatainak megbeszélése.

Szólások, közmondások kártyákat elkészíteni:

- *A levegőbe beszél.* Az egyik értelmezés szerint azt jelenti, hogy valaki hiábavalóan magyaráz, senki sem hallgat rá. A kifejezés arra utal, hogy az illető szavai elszállnak a levegőbe, mintha el se hangzottak volna. Ha például egy anyuka napról napra megkéri a fiát ugyanarra a dologra, de ő mégsem teszi meg, amit kér, akkor az anyuka mondhatja azt, hogy „látom, a levegőbe beszélek”, mert a fia nem hallgat rá. A másik értelmezés szerint valaki haszontalan vagy hamis dolgokat mond, nincs semmi alapja az állításainak. Ha például valaki mindenféle kitalált hazugságot hadovál össze-vissza, akkor valaki más joggal tanácsolhatja a barátjának, hogy „ne hallgass rá, a levegőbe beszél”.
- *Ne rontsd itt a levegőt!* Menj el innen, nem vagyunk kíváncsiak rád.
- *Tiszta a levegő.* Nincs veszély, nincs itt senki.
- *Levegőnek néz.* Rá se néz valakire, nem létezőnek tekint valakit.
- *Levegőre épít.* Megvalósíthatatlan, képzeletbeli terveket sző, ill. cselekedeteinek nincsen a valóságban gyökerező, szilárd alapja. Levegőbe nem lehet várat építeni.



Bemutató

## Kísérlet – Oxigén megléte és hiányának kimutatása

Eszközök: gyertya, öngyújtó, üveghenger.

### Mihez nélkülözhetetlen az oxigén?



1. ábra



2. ábra



3. ábra



4. ábra



5. ábra



6. ábra



7. ábra



8. ábra



Előzetes feltevések

**Közös gondolkodás**

Mit okozna  
az oxigén hiánya,  
a levegő hiánya,  
a tisztább levegő,  
a szennyezett levegő?



Tervezés

A projekt során a tanulók megismerkednek a levegő összetételével, a levegőt szennyező anyagokkal. A második óra végére elkészülnek a plakátok, amelyek felhívják a figyelmet a levegőszennyezés káros következményeire.

Az órák során megismerjük a levegő összetételét, a levegőt szennyező anyagok hatását. Megvizsgáljuk és megvitatjuk az egyén és a közösség felelősségét, megbeszéljük a preventív lehetőségeket. Érvelünk a tiszta levegő fontossága mellett.



Felfedeztető módszer

**Mi jut eszedbe a következő képekről?  
Sorold fel a légszennyezés alábbi formáit!**



9. ábra



10. ábra



11. ábra



12. ábra



Tapasztalatok

**A levegőben lévő por kimutatása**

Az osztályba hozott/otthon egy hétig megfigyelt növény levelén megtapadó por szemrevételezése és következtetés levonása. Független kísérletként hatoló napsugarak fényében „táncoló” porszemek megfigyelése.



Bemutató anyagok



Kritikus gondolkodás

Beszámoló: A megvalósításról tartsatok élménybeszámolót!

## Levegőörtség

Csoportokat alakítva tervezzétek meg, mit tehetnek a levegő minőségének jobbá tételére!

### Intézkedési terv

- az allergén növények eltávolítása a teremből/iskolából/otthonról
- szemléletformáló beszélgetések a kortárs csoportban, családban
- plakátkészítés (plakátkészítési verseny hirdetése az iskolában)
- portalanítás
- zöld felületek növelése az iskolában és otthon
- szelektív hulladékgyűjtés elősegítése
- kozmetikumhasználat mérséklése
- autómentes nap/hét „Közlekedj ÖKOsan!” jeligével

Tevékenység	Felelős	Határidő	Megvalósulás
Portalanítás	Hetes	Péntek 6. óra	👍

## Tantárgyi kapcsolatok



Természet-tudomány

Csoportokba rendeződve készítsétek az alábbi témakörökben prezentációt vagy plakátot!

### 1. csoport: Üvegházhatás

Ötletbörze: az üvegházhatású gázok és a globális felmelegedés hogyan jelenjen meg a plakáton.

### 2. csoport: Mesterséges szennyező források

Ötletbörze: az ipari szennyeződések, a mezőgazdaság, a közlekedési eszközök hogyan jelenjenek meg a plakáton.

### 3. csoport: Ózonlyuk

Ötletbörze: az elvékonyodott ózonréteg következményeinek plakáton való megjelenítése.

### 4. csoport: Szmog

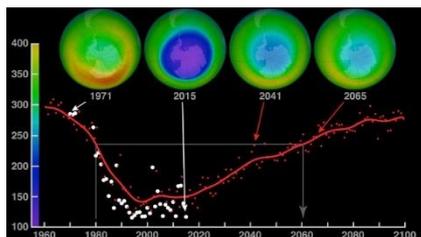
Ötletbörze: a szmog kialakulásáért felelős anyagok megjelenítése, és a következmények felvázolása a plakáton.



13. ábra. Üvegházhatás



14. ábra. Mesterséges szennyező-források



15. ábra. Ózonlyuk



16. ábra. Szmog

**Üvegházhatás:** A globális felmelegedéssel kapcsolatban sok mindent lehet a plakátra rajzolni, pl. jegesmedve sarkkörökön, tenger, óceán vízszintjének emelkedése, fosszilis üzemanyagok használata.

**Mesterséges-szennyezőforrások:** Ezzel kapcsolatban pl. gyárak kéményei, műtrágyázás, közlekedés, fűtés jelenhet meg a plakáton.

**Ózonlyuk:** Ezen a plakáton lehetséges pl. szén-dioxid, ózon, metán, nitrogén-oxidok megjelenítése.

**Szmog:** Ez a plakát tartalmazhatja pl. a füstköd lerajzolását.

## A levegő tulajdonságai

Learningapps közös megoldása közben a kiadott feladat megoldása egyénileg. Minden tanuló kap egy feladatot, amit a Learningapps közös megoldása közben/alatt önállóan old meg.

[A levegő összetétele \(LearningApps\)](#)

## A levegő tulajdonságai (Jelöld aláhúzással az igaz állításokat!)

- színtelen, szagtalan gáz
- nem nyomható össze (próbáld ki egy lufival)
- különböző gázok keveréke
- tartalmaz nitrogént
- nincs nyomása
- tartalmaz oxigént
- halmazállapotát tekintve szilárd
- vízben jól oldódik
- vízben rosszul oldódik
- a benne lévő oxigén táplálja az égést
- az élőlények számára nem fontos
- lehet benne por is
- nincs benne szén-dioxid
- minőségét a növények javítják
- az üvegházhatás emeli a levegő hőmérsékletét

## Oxigén megléte és hiányának kimutatása kísérlettel

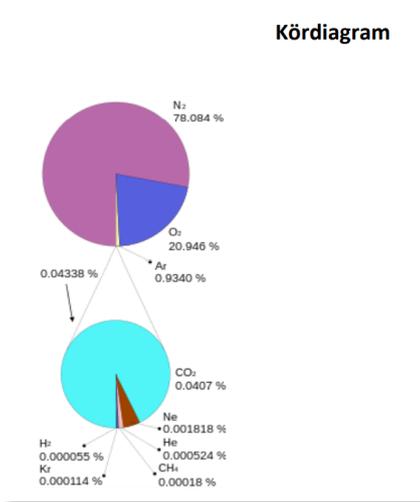
A tanulóknak a látott eszközök alapján kell kitalálni a kísérletet, majd azt elvégezve, levonni a következtetéseket.



Magyar nyelv

A levegővel kapcsolatos szólások, közmondások értelmezése frontális osztálymunka keretében: a tanulói ötletek alapján a felmerülő szólások, közmondások értelmezése és/vagy a táblán kivetítettek értelmezése.

# LEVEGŐ

	<p>Páros munka: az előzetesen kivágott szólásokat kell összepárosítani a magyarázatokkal.</p> <p>Csoportmunka: az előzetesen kivágott szavakból kell a szólásokat, közmondásokat kialakítani, majd közösen megtalálni hozzá a magyarázatot.</p>
	<p>Digitális kultúra</p> <p>Digitális eszközök: tablet, PC, okostelefon, projektor, laptop.</p>
	<p>Testnevelés</p> <p>Sporteszközök: fittség-mérés, vitálkapacitás.</p>
	<p>Földrajz</p> <p>Légköri folyamatok. Tornádók, szelek. Légnyomás. Magasságok és mélységek.</p>
	<p>Vizuális kultúra</p> <p>Kördiagram készítése: kördiagram nyomtatva vagy a diagramból körcikkek kivágva és azok összeállítása.</p> <div style="text-align: center;">  <p><b>Kördiagram</b></p> <p>17. ábra</p> </div>
	<p>Matematika</p> <p>Kördiagram értelmezése, arányok, százalékrészek.</p>
	<p><b>Források</b></p> <p><a href="#">A levegőszennyezés csökkenteti a napenergia potenciált Kínában</a>  <a href="#">Kevesebb fajlagos kibocsátás, de több autó? Mi az igazság?</a>  <a href="#">Sokkoló: az emberek 99 százaléka két évet veszít az életéből a légszennyezés miatt</a>  <a href="#">Légszennyezés hatásai</a>  <a href="#">Ez az üvegházhatásai</a>  <a href="#">Nem baj, ha dízelautód van, csak ne lélegezd be a füstjét!</a>  <a href="#">Ózonlyuk helyzetkép</a>  <a href="#">Bedurvult a szmog – itt a riasztás, korlátozzák a közlekedést</a>  <a href="#">Szmog</a>  <a href="#">Levegő (Wikipedia)</a></p> <p><b>Videó</b></p> <p><a href="#">A légkör és a levegő szennyezői (YouTube)</a></p>

### 3. A jövő levegőjéért!

STE(A)M-  
területek

matematika • fizika • biológia • művészet • sport • fenntarthatóság

#### Összefoglaló táblázat

Tantárgyak	matematika • fizika • kémia • biológia • földrajz • sport • digitális kultúra • fenntarthatóság • műszaki tudományok • meteorológia • idegen nyelv • művészet
Témák	A légszennyezés Európa egyik legnagyobb környezeti kihívása, amely súlyos egészségügyi és gazdasági következményekkel jár. Évente több százezer ember halála köthető közvetlenül a légszennyezéshez, miközben gazdasági kárt is okoz a munkaképesség csökkenése és az egészségügyi rendszerek terhelése révén.
Diákok kora	14-18 év
Tanóra/projekt időtartama	4×45 perc
Diákok száma	10-30 fő
Tanítási eszközök	projektor • interaktív tábla • füzet • ceruza • interaktív térképek • szimulációk és modellek • videók és animációk • kísérleti eszközök • edények • vattakorongok • gyertya • üveg • színes papír eszközök • tabletek
Tanóra tartalma	A légszennyezés az egyik legnagyobb egészségügyi kockázat Európában, amely szív- és tüdőbetegségeket, valamint idő előtti halálozást okoz, különösen a gyerekek körében. A szennyezett levegő tízszer több áldozatot szed, mint az autóbalesetek, ezért kiemelten fontos a források csökkentése és a tudatos környezetvédelem. A diákok megismerhetik a légszennyezés okait, hatásait, és gyakorlati példákon keresztül személyes megoldásokat kereshetnek a problémára.
21. századi kompetenciák	kommunikáció • együttműködés • csapatmunka • kreativitás • innováció • kritikus gondolkodás • problémamegoldás
Tanulási célok	globális problémák megismerése • környezettudatosságra nevelés

#### Projektterv

A gyakorlat elnevezése

A jövő levegőjéért!

#### A megvalósítás menete



Érdeklődés felkeltése, előzetes kérdések

Képzeld el, hogy a levegő, amit belélegzünk, nemcsak friss és tiszta, hanem hatással van az egészségünkre és a jövőnk alakítására is. Mi történik, ha a levegő szennyeződik? Hogyan befolyásolja ez a bolygónkat

	<p>és mindannyiunk életét? Miért fontos most lépni, hogy a jövő levegője tisztább és egészségesebb legyen?</p> <p>Előzetes kérdések</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mit gondolsz, hogyan befolyásolja a levegő minősége az egészségünket?</li> <li>2. Miért veszélyes, ha a levegőben káros anyagok vannak?</li> <li>3. Hogyan hatnak a légszennyezésből eredő betegségek a jövő generációjára?</li> <li>4. Miért fontos, hogy már ma tegyünk a tiszta levegőért?</li> <li>5. Milyen lépéseket tehetnénk a levegő minőségének javításáért?</li> </ol>
	<p><b>Ötletbörze</b></p> <p>Hogyan taníthatnánk meg az embereknek, hogy miért fontos a tiszta levegő, és hogyan védhetik meg magukat a légszennyezéstől? Miért fontos, hogy a jövő generációját már most felkészítsük arra, hogyan bánjanak a környezettel?</p>
	<p><b>Bemutató</b></p> <p>„The Air We Breathe” – 2019  <a href="#">The Air We Breathe (YouTube)</a></p> <p>„Before the Flood” („Mielőtt eláraszt”) – 2016  <a href="#">Before the Flood Full Movie National Geographic (YouTube)</a></p>
	<p><b>Háttér- ismeretek</b></p> <p><b>1. Alapvető fizikai és kémiai ismeretek</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• A légzés és a levegő összetétele: Fontos, hogy a diákok tudják, mi alkotja a levegőt (pl. nitrogén, oxigén, szén-dioxid, egyéb gázok), és hogyan befolyásolják a szennyező anyagok (például szén-monoxid, nitrogén-oxidok, kén-dioxid) a levegő minőségét.</li> <li>• Az oxigén szerepe az élő szervezetekben: Az oxigén szükséges az élőlények légzéséhez, ezért alapvető fontosságú a tiszta levegő megléte.</li> <li>• A levegő és a víz kémiai kölcsönhatásai: A levegőszennyező anyagok nemcsak a levegőt, hanem a vízkészleteket is szennyezhetik (pl. savas eső).</li> </ul> <p><b>2. Szennyező anyagok forrásai és hatásai</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Autóforgalom, ipari kibocsátások: A diákok ismerjék meg, hogy az ipari tevékenység, az autók és a háztartások szennyező anyagokat juttatnak a légkörbe.</li> <li>• PM<sub>2,5</sub> és PM<sub>10</sub>: A finom részecskék szerepe a légszennyezésben, amelyek mikroszkopikus méretűek, és hosszú távon káros hatással vannak az egészségre.</li> <li>• Üvegházhatású gázok: Meg kell érteniük az üvegházhatású gázok (mint a szén-dioxid és metán) szerepét, nemcsak a globális felmelegedésben, hanem a levegő minőségének romlásában is.</li> </ul> <p><b>3. Egészségügyi hatások</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Levegőszennyezés és légzőszervi betegségek: A diákoknak ismerniük kell, hogy a légszennyezés szoros kapcsolatban áll a légzőszervi betegségekkel, mint például asztma, hörghurut, tüdőrák.</li> <li>• Szív- és érrendszeri hatások: A szennyezett levegő hosszú távon szívbetegségeket, sztrókot okozhat.</li> <li>• Gyermek érzékenysége: A diákoknak tisztában kell lenniük azzal, hogy a gyermekek és az idősek különösen érzékenyek a levegő szennyezettségére.</li> </ul>

**4. Klímaváltozás és globális hatások**

- A légszennyezés szerepe a klímaváltozásban: A szennyezett levegő és a globális felmelegedés közötti kapcsolat. A szén-dioxid, a metán és egyéb gázok hozzájárulnak az üvegházhatáshoz, amely a bolygó felmelegedéséhez vezet.
- A légszennyezés hatása az éghajlati rendszerekre: Megérthetjük, hogy a légszennyezés nemcsak az emberi egészséget, hanem az időjárási rendszereket is befolyásolja (például viharok, aszályok).

**5. Fenntartható fejlődés és környezetvédelem**

- Zöld energia és fenntarthatóság: Fontos ismerni a fenntartható energiaforrásokat, mint a nap-, szél- és vízenergia, és azok szerepét a levegő tisztán tartásában.
- Városi zöldterületek: A zöldterületek szerepe a levegő minőségének javításában, például a növények szén-dioxidot nyelnek el.
- A környezetvédelmi szabályozások: Az iskolai anyagnak magába kell foglalnia a nemzetközi, az országos és a helyi környezetvédelmi szabályozásokat, amelyek a légszennyezés csökkentésére irányulnak.

**6. Társadalmi és gazdasági hatások**

- A levegőszennyezés gazdasági következményei: Hogyan befolyásolja a szennyezés a gazdaságot (pl. megnövekedett egészségügyi költségek, termelékenység csökkenés).
- Szennyezés hatása a társadalmi egyenlőtlenségekre: Miért vannak a szegényebb rétegek még inkább kitéve a szennyezés veszélyeinek?

**7. Technológiai megoldások**

- Szűrőrendszerek és légszennyezés-mérő eszközök: A különböző technológiák, mint a levegőszűrők, emissziós normák és a szennyező anyagok mérésére szolgáló eszközök szerepe a levegő tisztántartásában.
- Zöld technológiai fejlesztések: A jövőbeli innovációk, mint az elektromos autók, fenntartható ipari gyakorlatok és a városi zöld infrastruktúra.

**8. Globális példák**

- Szennyezés mértéke a világ különböző részein: Ismerniük kell, hogy a világ különböző részein milyen mértékű légszennyezés tapasztalható (pl. Delhi, pekingi szmog) és a helyi kormányok hogyan próbálnak küzdeni ellene.



Tervezés

**Mit tehetünk a légszennyezés ellen?**

- *Használj tömegközlekedést vagy biciklit!* A gépkocsik helyett válassz tömegközlekedést, gyaloglást vagy kerékpározást, hogy csökkentsd az autók kibocsátását!
- *Használj elektromos járművet!* Az elektromos autók kevesebb szennyező anyagot bocsátanak ki, mint a hagyományos benzin- vagy dízel motoros járművek.
- *Támogasd a zöld energiát!* Váltás át megújuló energiaforrásokra (pl. nap- és szélenergia)!
- *Csökkentsd a fűtéshez és hűtéshez szükséges energiafelhasználást!* Kisebb hőmérsékletek beállítása télen és nyáron, valamint

energiatakarékos eszközök használata segíthet csökkenteni a szennyezést.

- *Ne égess hulladékot!* A hulladék égetése a levegőbe kerülő szennyező anyagok egyik fő forrása.
- *Válassz környezetbarát termékeket!* Vásárolj olyan termékeket, amelyek nem tartalmaznak káros vegyi anyagokat, és amelyek előállítása nem terheli túl a környezetet!
- *Zöldítsd a környezetet!* Ültess fákat és más növényeket, amelyek segítenek tisztítani a levegőt!
- *Ne pazarolj vizet és energiát!* Az energia- és vízfogyasztás csökkentése csökkenti a szennyezést is, mivel ezek előállítása gyakran káros anyagok kibocsátásával jár.
- *Segíts a helyi közösségnek is a szennyezés ellen!* Érdeklődj a helyi környezetvédelmi programok iránt, és támogasd őket!
- *Taníts másokat a légszennyezés hatásaira!* Ismeretterjesztő tevékenységekkel segítheted a tudatosság növelését.



A tanultak ellenőrzése

## Melyik állítás igaz, melyik hamis?

- a) A légszennyezés legnagyobb forrása az ipari tevékenység és a közlekedés.
- ✓ Igaz – Az ipari tevékenységek (gyárak, erőművek) és a közlekedés (autók, teherautók, repülő) a legnagyobb légszennyező források.
- b) A szennyezett levegő csak a felnőttekre van negatív hatással, a gyerekek nem érzékenyek rá.
- ✗ Hamis – A gyermekek különösen érzékenyek a légszennyezésre, mivel fejlődő légzőszerveik és immunrendszerük miatt nagyobb kockázatnak vannak kitéve.
- c) Az autók és a gépjárművek a levegőbe jutó szén-dioxid egyik fő forrásai.
- ✓ Igaz – Az autók és más közlekedési eszközök jelentős mennyiségben bocsátanak ki szén-dioxidot, ami hozzájárul a légszennyezéshez és az üvegházhatású gázok növekedéséhez.
- d) A fák ültetése segíthet csökkenteni a levegő szennyezettségét, mivel oxigént termelnek és megkötik a port.
- ✓ Igaz – A fák oxigént termelnek és megkötik a port, segítve ezzel a levegő tisztulását, valamint csökkenthetik a szén-dioxid szintjét.
- e) A levegő tisztaságát nem befolyásolják a széljárások és az eső.
- ✗ Hamis – A szél és az eső fontos szerepet játszanak a levegő tisztításában, mivel a szél elszállítja a szennyező anyagokat, az eső pedig lemoshatja őket.
- f) A biciklizés és a tömegközlekedés választása csökkenti a légszennyezés mértékét.
- ✓ Igaz – A biciklizés és a tömegközlekedés csökkenti az autóhasználatot, ezáltal csökkentve a szén-dioxid-kibocsátást és a levegő szennyezését.
- g) A légszennyezés hatásai között szerepelnek a szívbetegségek és a tüdőbetegségek.
- ✓ Igaz – A légszennyezés súlyos egészségi problémákhoz vezethet, mint a szívbetegségek, az asztma, a COPD (krónikus tüdőbetegség) és más légzőszervi betegségek.

h) A háztartásokban használt energia csökkentése nem befolyásolja a légszennyezést.

✗ Hamis – A háztartások energiafogyasztásának csökkentése, például energiatakarékos eszközök használatával, csökkentheti a fosszilis tüzelőanyagok elégetését, ezáltal mérsékelve a légszennyezést.

i) A szélenergia és a napenergia hozzájárulnak a légszennyezés csökkentéséhez, mivel nem bocsátanak ki káros anyagokat.

✓ Igaz – A szél- és a napenergia tiszta energiaforrások, amelyek nem termelnek szennyező anyagokat, így hozzájárulnak a levegő minőségének javításához.

j) A hulladékégetés a levegő szennyezésének egyik fő forrása.

✓ Igaz – A hulladékégetés különböző káros anyagokat bocsát ki a levegőbe, például dioxinokat és egyéb toxikus vegyületeket, amelyek hozzájárulnak a légszennyezéshez.



### Tapasztalatok

Az otthoni tapasztalatok segíthetnek a tanulóknak jobban megérteni a légszennyezés hatásait és a lehetséges megoldásokat. Néhány kérdés, amely segíthet a diákoknak reflektálni saját tapasztalataikra, és kapcsolatot teremteni az otthoni környezetükkel:

- Milyen tapasztalataid vannak a levegő minőségével kapcsolatban a saját környezetben?
- Például: Milyen gyakran érzed úgy, hogy a levegő nehezen lélegezhető, vagy hogy szmog van a környéken?

- Szerinted hogyan befolyásolja a légszennyezés az otthoni életminőségedet?
- Például: Van-e nehézséged a légzéssel, küzdesz-e asztmával vagy más légzőszervi problémákkal? Vettél-e észre kapcsolatot a szennyezett levegő és a közérzeted között?

- Mit tesz a családod, hogy csökkentse a légszennyezést otthon?
- Például: Használtok-e energiatakarékos eszközöket, szelektíven gyűjtitek a hulladékot, autóval közlekedtek-e gyakran?

- Figyeltél-e valaha a levegő minőségére, amikor nyaralásra mentél?
- Például: Észrevetted-e, hogy más helyeken tisztább vagy szennyezettebb a levegő? Hogyan érezted magad, amikor tiszta levegőn voltál?

- Van-e bármi, amit te vagy a családod tenni tudnátok, hogy csökkentsétek a légszennyezést otthon vagy a környéken?
- Például: Lehetne-e többet használni tömegközlekedést, kerékpárt, vagy elkerülni az autós közlekedést?



### Projektmunka

#### Választható feladatok

##### 1. Légszennyezés és hatásai – Kép és leírás

Feladat: Készítsetek egy poszttert, amely bemutatja a légszennyezés hatásait az emberek egészségére, az élővilágra és a környezetre. Használjatok képeket, adatokat és rövid leírásokat.

Cél: A tanulók vizuálisan is érzékeltetik a probléma súlyosságát, miközben kreatívan dolgoznak.

**2. Hogyan csökkentjük a légszennyezést? – Megoldási lehetőségek**

Feladat: Írjatok egy listát, amelyben felsoroltok legalább 5 módszert, amellyel csökkenthetjük a légszennyezést az iskolában, otthon vagy a városban. A lista mellé rövid indoklást is írjatok.

Cél: A tanulók saját ötleteiket gyűjtik össze és elgondolkodhatnak a személyes felelősségvállaláson.

**3. Szennyezett levegő és egészség – Szerepjáték**

Feladat: Képzeljétek el egy helyzetet, ahol egy város lakói különböző egészségügyi problémákkal szembesülnek a szennyezett levegő miatt. Mindenki válasszon egy szerepet (orvos, szülő, gyermek, városvezető stb.) és játssza el, hogyan próbálnának megoldást találni a problémára.

Cél: A tanulók szituációs játékban gyakorolják a problémamegoldást és fejlesztik empátiájukat.

**4. Légszennyezés mérése – Kísérlet**

Feladat: Végezzenek egy egyszerű kísérletet, amelyben mérik a levegő minőségét otthonuk különböző pontjain (például ablaknyitás előtt és után, vagy különböző napszakokban). Jegyezzék fel a méréseket és vonjanak le következtetéseket a levegő minőségének változásáról.

Cél: A diákok tapasztalatokat szereznek a levegő minőségének méréséről, és jobban megértik a légszennyezés hatásait.

**5. Autó vs. közlekedési eszközök – Kép- és statisztikai összehasonlítás**

Feladat: Készítsetek egy összehasonlítást, amely bemutatja, hogy a különböző közlekedési eszközök (autó, busz, kerékpár) hogyan befolyásolják a levegő minőségét. Használjatok statisztikai adatokat, ábrákat és képeket a különbségek szemléltetésére.

Cél: A diákok jobban megértik, hogy a közlekedési eszközök választása milyen hatással van a környezetre.

**6. Iskolai légszennyezési akcióterv**

Feladat: Készítsetek egy iskolai akciótervet, amely tartalmazza a következőket: hogyan csökkenthetjük a légszennyezést az iskolában, mit tehetünk közösen az osztályban, és mik azok az eszközök, amik segíthetnek a tisztább levegő biztosításában.

Cél: A tanulók közösségi szemléletet alkalmaznak és dolgoznak együtt a problémamegoldásban.

**7. Egy nap a szennyezett levegőn – Történefirás**

Feladat: Írjatok egy történetet egy fiktív szereplőről, aki a jövőben él egy szennyezett városban. A történetben írjátok le, hogyan befolyásolja a levegő minősége az életét, az egészségét és a környezetet.

Cél: A diákok kreatívan dolgoznak, miközben elképzelik a jövőbeli problémákat és azok hatásait.

**8. Egyéni felelősség – Légszennyezés és a mindennapi élet**

Feladat: Készítsetek egy naplót, amelyben egy hétig követitek, hogy mennyire tudjátok csökkenteni az egyéni légszennyezést. Jegyezzétek fel, mikor és hogyan segítetek a légszennyezés csökkentésében,



## Eredmények

például tömegközlekedéssel, gyalogos közlekedéssel, hulladékkezeléssel stb.

Cél: A tanulók önállóan reflektálnak saját cselekedeteik hatására.

### 1. Légszennyezés és hatásai – Kép és leírás

Várható eredmény:

- A diákok képesek lesznek összefoglalni a légszennyezés hatásait az emberek egészségére, az élővilágra és a környezetre, vizuálisan is érzékeltetve ezeket.
- A kreatív megoldások és a vizuális ábrázolások segítenek mélyebb megértést kialakítani a témáról.

Mérés:

- A poszterek értékelése: esztétikai és tartalmi szempontok alapján.
- Kép- és szöveges elemek arányának megfigyelése, a pontos információk közvetítésének mérése.

### 2. Hogyan csökkentjük a légszennyezést? – Megoldási lehetőségek

Várható eredmény:

- A tanulók aktívan gondolkodnak a légszennyezés csökkentésére irányuló megoldásokon, és képesek lesznek gyakorlati tanácsokat adni a mindennapi életben.

Mérés:

- A listák értékelése a kreativitás, a reális megoldások és a problémára adott válaszok alapján.
- Rövid, érthető indoklások az egyes megoldásokhoz.

### 3. Szennyezett levegő és egészség – Szerepjáték

Várható eredmény:

- A tanulók különböző szerepekben (orvos, szülő, gyermek, városvezető stb.) gyakorolják a problémamegoldást és megértik a légszennyezés egészségügyi következményeit.
- Empátiát fejlesztenek, miközben együttműködnek a problémák megoldásában.

Mérés:

- A szerepjátékok során a tanulók empátiájának és megoldási készségének értékelése.
- A csoportos munkák minősége, a probléma megközelítése és a megoldások kidolgozottsága.

### 4. Légszennyezés mérése – Kísérlet

Várható eredmény:

- A tanulók megtanulják mérni a levegő minőségét, és feljegyzéseket készítenek az eredményekről.
- Képesek lesznek következtetéseket levonni a szennyezett levegő hatásairól.

Mérés:

- Az adatgyűjtés és a kísérletek dokumentálása.
- A mérésekből levont következtetések és az eredmények értelmezése.

**5. Autó vs. közlekedési eszközök – Kép- és statisztikai összehasonlítás**

Várható eredmény:

- A diákok megértik, hogyan befolyásolják a közlekedési eszközök a levegő minőségét, és képesek lesznek statisztikai adatokat használni a problémák szemléltetésére.

Mérés:

- Az összehasonlító munka minősége és az adatok pontos alkalmazása.
- A grafikai és statisztikai ábrák érthetősége.

**6. Iskolai légszennyezési akcióterv**

Várható eredmény:

- A tanulók képesek lesznek kidolgozni egy iskolai szintű akciótervet, amely konkrét lépéseket tartalmaz a légszennyezés csökkentésére.

Mérés:

- Az akcióterv részletessége, megvalósíthatósága és az ötletek innovativitása.
- A csoportmunka eredményessége.

**7. Egy nap a szennyezett levegőn – Történetírás**

Várható eredmény:

- A tanulók kreatívan gondolkodnak a jövőbeli légszennyezés hatásairól, és képesek lesznek a problémát egy fiktív történet formájában bemutatni.

Mérés:

- A történet összefüggései és a problémák érzékeltetése.
- A narratíva koherenciája és a kreativitás szintje.

**8. Egyéni felelősség – Légszennyezés és a mindennapi élet**

Várható eredmény:

- A tanulók képesek lesznek önállóan reflektálni a légszennyezés elleni cselekvésekre és a saját életükre gyakorolt hatására.

Mérés:

- A napló pontos vezetése és a tanulók egyéni elkötelezettsége.
- A tanulók aktivitása és a személyes tapasztalatok megosztása.

Általános eredmények

- Tudatosság növekedése: A diákok jobban megértik a légszennyezés hatásait, és felismerik a saját felelősségüket a probléma kezelésében.
- Problémamegoldó készségek: A tanulók aktívan keresnek megoldásokat, és képesek lesznek reális, gyakorlati javaslatokat tenni a légszennyezés csökkentésére.
- Empátia és kreativitás: A szerepjátékok és a kreatív feladatok segítik a tanulók empátiájának és problémamegoldó képességeinek fejlesztését.



Kritikus  
gondolkodás

A kritikus gondolkodás fejlesztése során a diákok nemcsak információkat gyűjtenek és értékelnek, hanem képessé válnak a problémák átgondolt elemzésére, különböző perspektívák figyelembevételére és komplex megoldások kidolgozására. A légszennyezés témakörében ez különösen fontos, mivel a kérdés nem csupán tudományos, hanem etikai, gazdasági és társadalmi dimenzióval is bír.

## 1. Kérdések a tanulók számára

- Miért van szükség az autók és az ipari tevékenységek szabályozására a légszennyezés csökkentése érdekében?
- Milyen alternatív megoldásokat ismerünk a közlekedési problémák enyhítésére, és miért fontos, hogy a társadalom ezeket alkalmazza?
- Hogyan mérhető a légszennyezés, és milyen adatokat használhatunk a probléma nagyságának meghatározásához?

### Példák elemzése

- Elemezhetjük a különböző országok légszennyezés csökkentésére tett lépéseit, például Kína vagy Nyugat-Európa országait, és megvizsgálhatjuk, miért működnek vagy miért nem működnek bizonyos intézkedések.
- A diákok mérhetik és értékelhetik saját városuk légszennyezésének szintjét, és megérthetik, miért vannak különbségek egyes városok között.

## 2. Szkepticizmus és forráskritika

### Feladat

A tanulók összehasonlíthatják különböző forrásokból származó információkat a légszennyezésről. Különböző médiumokból származó adatokat és véleményeket (tudományos cikkek, hírműsorok, közösségi média) elemezhetnek, és megpróbálhatják azokat értékelni, figyelembe véve a források hitelességét.

### Kérdések a tanulók számára

- Melyek a hiteles források, és hogyan tudjuk megkülönböztetni a megbízható információkat a félrevezetőktől?
- Hogyan befolyásolja a médiában való megjelenés a közvéleményt a légszennyezésről?

## 3. Problémamegoldás és alternatív nézőpontok

### Kérdések a tanulók számára

- Hogyan csökkenthetnénk a légszennyezést úgy, hogy közben figyelembe vesszük a gazdasági, társadalmi és politikai szempontokat is?
- Hogyan lehetne úgy alakítani a közlekedési rendszert, hogy csökkentse a környezeti terhelést, miközben biztosítja az emberek mobilitását?
- Miért fontos a fenntarthatóság és a hosszú távú megoldások keresése a légszennyezés csökkentésében?

### Viták és szerepjátékok

A diákok különböző szerepeket (pl. városvezető, környezetvédő aktivista, közlekedési szakértő) vállalhatnak, és vitákat szervezhetnek a legjobb megoldásokkal kapcsolatban. Különböző nézőpontok mérlegelése segíti a kritikus gondolkodás fejlesztését.

## 4. Etikai döntések

### Kérdés a tanulók számára

- Hogyan mérlegeljük az egyéni jogokat és a közösség érdekeit? Milyen etikai dilemmákat vet fel a légszennyezés csökkentése érdekében tett intézkedések, mint például a közlekedési korlátozások?

Feladat

- A diákoknak etikai szempontból kell megítélni különböző intézkedéseket (pl. az autók belvárosi tilalmát), és el kell magyarázni, miért tartják fontosnak vagy problémásnak őket.

**5. Tudományos és társadalmi kontextus**

Kérdések a tanulók számára

- Hogyan változott a légszennyezés mértéke az elmúlt évtizedekben? Mi okozta a legnagyobb változásokat?
- Hogyan hat a légszennyezés a társadalom különböző rétegeire, és miért van a gyermekeknek és az időseknek nagyobb kockázata?

Interaktív feladat

- A diákok statisztikai adatokat elemezhetnek, és megpróbálhatják azokat összekapcsolni a légszennyezés társadalmi hatásaival. Így láthatják a problémát nemcsak tudományos, hanem társadalmi szempontból is.

**6. Új megoldások keresése**

Kreatív feladat

- A tanulók olyan alternatív megoldásokat kereshetnek a légszennyezés csökkentésére, amelyek technológiai újításokat, társadalmi változásokat és egyéni felelősségvállalást ötvöznek.
- A feladat célja, hogy a diákok megtanulják, hogyan lehet egy problémát többféle módon megközelíteni és különböző szempontokat mérlegelni a legjobb eredmény érdekében.

**Tantárgyi kapcsolatok**



Természet-tudomány

Mit gondoltok, milyen dolgok veszélyeztetik az egészségünket? (Egyéni vélemények meghallgatása.)



Digitális kultúra

Digitális eszközök: tablet, okostelefon, kivetítő, laptop, projektor.

## 4. A növényzet levegőre ható ökoszisztéma-szolgáltatásainak becslése

STE(A)M-  
területek

matematika • fizika • biológia • művészet • sport • fenntarthatóság

### Összefoglaló táblázat

Tantárgyak	matematika • fizika • biológia • kémia • földrajz • sport • idegen nyelv • digitális kultúra • műszaki tudományok • fenntarthatóság • meteorológia
Témák	A növényzet levegőre ható ökoszisztéma-szolgáltatásainak becslése.
Diákok kora	16-18 év
Tanóra/projekt időtartama	6×45 perc
Diákok száma	15-25 fő
Online tanítási eszközök	tablet • PC • okostelefon • interaktív tábla • projektor
Offline tanítási eszközök	–
21. századi kompetenciák	kommunikáció • együttműködés • csapatmunka • kreativitás • innováció • kritikus gondolkodás • problémamegoldás
Tanulási célok	–

### Projektterv

A gyakorlat elnevezése	A növényzet levegőre ható ökoszisztéma-szolgáltatásainak becslése
------------------------	---

### A megvalósítás menete

 Érdeklődés felkeltése, előzetes kérdések	Néhány alapfogalom (pl. szolgáltatás, levegő, oxigén) felvetése. Alapfogalmak.
 Előkészületek	Csoportalakítás, a feladatok megosztása.
 Bemutató	A projekt egy a környezetünkben található terület, például az iskolakert növényzetének a levegőre történő hatásait vizsgálja. Ezen belül a növényi fotoszintézis során elnyelt szén-dioxid, illetve kibocsájtott oxigén, a növények által elpárologtatott víz és megkötött légszennyező anyagok mennyiségére ad becslést. A becsült értékeket összeveti egy átlagos erdő szolgáltatásaival. Megadja a vizsgált terület relatív, levegőre gyakorolt ökoszisztéma-szolgáltatás indexét. A projekt lehetőséget ad nagyobb területekről való térkép elkészítésére is.



Előzetes gondolatok

A századforduló környékétől vált egyre gyakoribbá és terjedt el köztudatban, hogy a zöldterületeknek, a fáknak fontos szerepük van. „Ne vágjuk ki a fákat, mert oxigént termelnek!”

De mégis mennyit? Nézzük meg azt a korongot, amelyen a fa kora, a becsült elnyelt szén-dioxid, és termelt oxigén mennyisége látható.

A DenziCam mobilapplikáció, egy lombkoronáról készült fotó alapján számít lombkoronaborítást, és ebből kiindulva adja meg az adott erdőrészletre jellemző elnyelt szén-dioxid- és termelt oxigénmennyiséget. Ezzel nemcsak a mennyiségekre ad becslést, hanem az index bevezetésével összehasonlításra is ad lehetőséget.

Használatával összehasonlíthatjuk a kertünkben álló fákat, vagy szűkebb-tágabb környezetünkről készíthetünk térképet.



Tervezés

**1. Terepi adatgyűjtés**

A fák kerületének mérése, a cserjék megszámlálása, a gyepterület méretének meghatározása, a feladatlap megfelelő részeinek kitöltése.

**2. A lombköbméter meghatározása**

A feladatlap segítségével a fák, a cserjék és gyepterület lombköbméterének meghatározása.

**1. Feladatlap**

A fa kerületének mérése 1-1,5 m magasságban  
 A fa kora: fa kerülete 1-1,5 m magasan (cm): 2,5 = életkor (év)  
 vagy (fa kerülete 1-1,5 m magasan (cm) \*4): 10 = életkor (év)

sor-szám	fa faja*	kerülete (cm)	a fa kora (év)	lombköbméter
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				
...				
lombköbméter összege				

1. táblázat

# LEVEGŐ

fa életkora (év)	lomkőbméter
10	2
20	9,5
30	24
40	49,5
50	90
60	142,5
70	225

2. táblázat

cserjék	darab	egység lombkőbméter	lomkőbméter
1 m-nél alacsonyabb		1,5	
1 m-nél magasabb		2	
lomkőbméter összege			
gyep	felület (m <sup>2</sup> )	egység lombkőbméter	lomkőbméter
fűnemű dominancia		1,2	
szélesebb levelű, kétszikű dominancia		1,5	
lomkőbméter összege			
A növényzet teljes lomkőbmétere (fák+cserjék+gyep)			

3. táblázat

## 3. Az ökoszisztéma-szolgáltatások értékei

A lomkőbméter és a megadott adatok alapján a mennyiségek kiszámítása.

### 2. Feladatlap

A levegőre ható ökoszisztéma-szolgáltatások becsült értékei

	lomkőbméter (m <sup>3</sup> )	egy vegetációs időszakra vonatkoztatott egységnyi mérték (kg/m <sup>3</sup> )	mennyiség (kg)	a vizsgált terület nagysága (m <sup>2</sup> )	1 m <sup>2</sup> -re vonatkoztatott mennyiség (kg/m <sup>2</sup> )
megkötött szén-dioxid		0,59 kg/m <sup>3</sup>			
elpárolgatott víz		47 kg/m <sup>3</sup>			
termelt oxigén		0,65 kg/m <sup>3</sup>			
kiszűrt szennyezőanyag		4,5 kg/m <sup>3</sup>			

viszonyítás egy hazai átlagos erdőhöz

4. táblázat

	A = vizsgált terület 1 m <sup>2</sup> -re vonatkoztatott mennyiség (kg/m <sup>2</sup> )	B = erdő 1 m <sup>2</sup> -re vonatkoztatott mennyiség (kg/m <sup>2</sup> )	A osztva B	az eredmény egész %-ra kerekítve megadva
megkötött szén-dioxid		1,1959 kg/m <sup>2</sup>		
elpárolgatott víz		94 kg/m <sup>2</sup>		
termelt oxigén		1,3175 kg/m <sup>2</sup>		
kiszűrt szennyezőanyag		12 kg/m <sup>2</sup>		

5. táblázat

	lombkoronával fedett terület (m <sup>2</sup> )	a vizsgált terület nagysága (m <sup>2</sup> )	árnyékolt terület %-ban
árnyékolás			

6. táblázat

#### 4. Átlagszámítás

##### 3. Feladatlap

A %-os értékek átszámítása

viszonyított érték (%)	0-5	6-20	21-40	41-60	61-80	81-100
szolgáltatásindex	0	1	2	3	4	5

	%	index
Szén-dioxidmegkötés-index		
Párolgatóási index		
Oxigéntermelés-index		
Szennyezőanyagszűrési index		
Árnyékolási index		
Az indexek összege		
<b>Az indexek átlaga</b>		

7. táblázat

#### 5. A %-os értékek megadott táblázat alapján történő átváltása



Visszajelzések

A mérések, számítások pontosságának ellenőrzése, a feladatlapok kitöltésének ellenőrzése, a bemutató értékelése.



Eredmények

Az eredmények ismertetése, prezentáció.

#### Tantárgyi kapcsolatok



Digitális kultúra

Digitális eszközök: számítógép, laptop, projektor.



Vizuális kultúra

Művészeti és dizájn kellékek.



Matematika

Matematikai eszközök.



Nyelvek, alsó tagozat, mese, írás, olvasás

Kellékek.

# VILÁGEGYETEM

## 1. Csodálatos Univerzum

STE(A)M-területek	matematika • természettudomány • informatika • dizájn
Kultúrák közötti kapcsolatok	A fejlett és a fejlettebb országok viszonya az űrkutatáshoz, a nagyhatalmak űrversenye.

### Összefoglaló táblázat

Tantárgyak	matematika • fizika • földrajz • technika • digitális kultúra • csillagászat • fenntarthatóság
Témák	Az Univerzum felépítése. Az Univerzum méretei. Űreszközök. Objektumok a Világűrben. Földönkívüliek.
Diákok kora	10-14 év
Tanóra/projekt időtartama	6×45 perc
Diákok száma	15-20 fő
Online tanítási eszközök	tablet • PC • okostelefon • interaktív tábla • projektor
Offline tanítási eszközök	színes karton • olló • színes ceruzák
21. századi kompetenciák	kommunikáció • együttműködés • kreativitás • innováció • kritikus gondolkodás • problémamegoldás
Tanulási célok	megismerés • megértés • alkalmazhatóság • ismeretbővítés

### Projektterv

A gyakorlat elnevezése	Csodálatos Univerzum
------------------------	----------------------

### A megvalósítás menete

	Érdeklődés felkeltése	Az űrkutatás rövid története: <a href="#">Az űrkutatás története (YouTube)</a>
	Előkészületek	A világűr felfedezéséhez különféle eszközökre van szükség: távcső, műhold, űrjármű, ISS. Párosító feladat: <a href="#">Az űrkutatás eszközei (Wordwall)</a>
	Bemutató	Távolságok a világűrben: <a href="#">Powers of Ten™ (1977) (YouTube)</a> A Nap méretének összehasonlítása: <a href="#">Les ÉTOILES les plus GRANDES de l'Univers – Comparaison de TAILLE des ÉTOILES (YouTube)</a> <a href="#">Our solar system's planets! Size and distance visualized (YouTube)</a> A bolygók méretei: <a href="#">Got Balls – Planet Size Comparison, 12tune (YouTube)</a>

## VILÁGEGYETEM

 <p>Előzetes kérdések</p>	<p>Miért kutatjuk a világűrt?          Mik találhatók a világűrben?  <a href="#">Objektumok a világűrben</a>          Vannak-e űrlények?          Miért vizsgáljuk a világűrt?</p>
 <p>Tervezés</p>	<p>Tervezd meg a saját, élhető bolygódat!          Tervezz egy űrlényt!          (Írj képeslapot a képzeletbeli bolygóról egy barátodnak! Meséld el neki, hogy miért jó ott élni!)          Készíts (arányos) modellkészletet a Naprendszer bolygóival!</p>
 <p>Felfedeztető módszer</p>	<p>Készítsd el a háztartásban található eszközök segítségével az alábbi kísérleteket!</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Szódabikarbóna-rakéta  <a href="#">Baking Soda Rocket</a></li> <li>• Mars helikopter készítése papírból  <a href="#">Make a Paper Mars Helicopter</a></li> <li>• Építs egy saját műholdat!  <a href="#">Build your own Integral model</a></li> <li>• Készíts egy üstökös!  <a href="#">How to Make a Comet</a></li> </ul>
 <p>Tapasztalatok</p>	<p>Fogalmazd meg a kísérletek elvégzése után tapasztalataidat!</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mitől mozognak a rakéták?</li> <li>• Hogyan tud közlekedni a Marson egy helikopter?</li> <li>• Milyen célt szolgálnak a műholdak?</li> <li>• Mi a különbség egy üstökös és egy meteorit között?</li> </ul>
 <p>Bemutató anyagok</p>	<p>Mutassátok be egymásnak kísérleteiteket, elképzelt űreszközeiteket, objektumaitokat!</p>
 <p>Eredmények</p>	<p>Plakát.          Naprendszer-modell.          Prezentáció.          Kísérleti eszközök.</p>
 <p>Kritikus gondolkodás</p>	<p>Beszélgessetek arról, hogy miért fontos a Világegyetem megismerése!          Miért kell bolygónkra, a Földre vigyázni?          Mit tehetünk azért, hogy megóvjuk a Földet, hogy minél tovább lakható legyen?          Van-e reális lehetőség arra, hogy elköltözzön az emberiség egy másik bolygóra?</p>

### Tantárgyi kapcsolatok

 <p>Természet-tudomány</p>	<p>Fizika:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gravitáció              Gravity szimulációs játék:  <a href="#">NSTMF Lab Gravity</a>              Miért nem esnek le a műholdak az égről?  <a href="#">Why Don't Satellites Fall Out of the Sky? (YouTube)</a>  <a href="#">Miért nem esnek le a műholdak az égből?   NOAA SciJinks – Minden az időjárásról</a></li> <li>• Súlytalanság              Tárgyak a súlytalanság állapotában</li> </ul>
---	---

	<p><a href="#">Alexander Gerst: Kleine Teilchen und große Planeten (Flying Classroom) (YouTube)</a></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Üstökösök <a href="#">Mik azok az üstökösök?   #74   ŰRKUTATÁS MAGYARUL</a></li> </ul>
	<p>Történelem</p> <p>Az űrkutatás története <a href="#">Az űrkutatás kezdete   #5   ŰRKUTATÁS MAGYARUL</a> <a href="#">The History of Space Exploration: a Timeline</a></p>
	<p>Digitális kultúra</p> <p>Prezentáció és/vagy plakát készítése számítógépes programokkal.</p>
	<p>Földrajz, csillagászat</p> <p>Online égbolt térkép (<a href="#">Égbolt térkép online [skymaponline.net]</a>)</p>
	<p>Vizuális kultúra</p> <p>Készíts rajzot a saját űrlényedről és a saját bolygódról, ahol szeretnél élni!</p>
	<p>Matematika</p> <p>10 hatványai. Mértékegységek közötti átváltás (távolság, idő). Aránypárok.</p>
	<p>Függelék</p> <p><b>Űrkutatás magyarul című videósorozat</b> <a href="#">Hol vagyunk az univerzumban?   #1   ŰRKUTATÁS MAGYARUL (YouTube)</a></p>

## 2. Napfizikai alapozó

STE(A)M-  
területek

matematika • fizika • biológia • földrajz • számítástechnika • technológia •  
művészet

### Összefoglaló táblázat

Tantárgyak	matematika • fizika • biológia • földrajz • számítástechnika • műszaki tudományok • művészet • rajz
Témák	A Nap forgási sebességének meghatározása napfoltok segítségével. A Nap átmérőjének meghatározása.
Diákok kora	14-18 év
Tanóra/projekt időtartama	4×45 perc Projektfeladat
Diákok száma	22-26 fő
Online tanítási eszközök	tablet • PC • okostelefon (különböző csillagászati applikációkkal) • interaktív tábla • projektor
Offline tanítási eszközök	Kísérleti eszközök, egyszerű anyagok, amelyekből mérési eszközök készíthetők.
21. századi kompetenciák	kommunikáció • együttműködés • csapatmunka • kreativitás • innováció • kritikus gondolkodás • problémamegoldás
Tanulási célok	Napfizikai alapismeretek: Hogyan forog a Nap? Miért vannak napfoltok az égitest felszínén? Hogyan keletkeznek ezek? Hogyan határozható meg az égitestek látszó átmérője vagy a forgási sebessége?

### Projektterv

A gyakorlat elnevezése	Napfizikai alapozó 1. A Nap szerkezete. Napfoltok 2. A Nap átmérőjének meghatározása 3. A Nap differenciális forgási sebességének meghatározása 4. Úridőjárás
------------------------	---

### A megvalósítás menete



Érdeklődés felkeltése, előzetes kérdések

Milyen mozgást végeznek az égitestek a Naprendszerben? Hogyan figyelhetők meg, írhatók le ezek a mozgások?  
Miért vannak sötét foltok a Nap felszínén?  
Néha a média (újságcikkek, tévéhírek stb.) arra figyelmeztet, hogy a távközlési (internet-, mobil-) szolgáltatások akadozni fognak, akár megszakadnak rövidebb-hosszabb időre. Mi okozza ezt?



Előkészületek

Ismerkedés a csillagászati, asztrofizikai adatbázisokkal: SDO, SOHO, Solarmonitoring, Napfizikai Observatórium Debrecen stb.



Bemutató

A tevékenységek célja, hogy a diákok megbízható ismereteket szerezzenek a napfizika, asztrofizika területén olyan módszerekkel, amelyek elérhetőek számukra, és amelyeket bármikor megismételhetnek egyéni, önálló kutatómunka során is.



Felfedeztető módszer

Mi lehet a naptevékenység (protuberancia, napfoltok, flerek stb.)?  
Mit nevezünk úridőjárásnak, és milyen kapcsolata van a földi időjárással?  
Hogyan határozható meg a napkorong átmérője vagy a forgási sebessége?  
Hogyan készíthető fénykép a napról?

### 1. A Nap látszólagos átmérőjének a meghatározása

2-3 diák alkotta csoportokkal mérés az iskola udvarán, szabadterén.



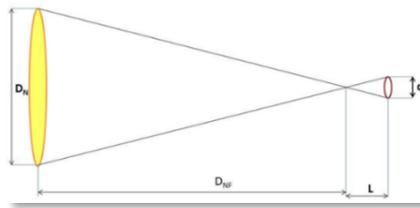
1. ábra

**Eszköz:** Egy hosszú (kb. 1 m vagy hosszabb) karton vagy műanyag henger, amelynek az átmérője 10 cm vagy annál kisebb, alumíniumfólia vagy vékony fémlap (pl. üdítősdoboz), matt, átlátszó lap (pauzspapír, fehér sütőpapír), ceruza, ragasztó/ragasztószalag, szögmérő, vonalzó. A henger egyik végére rá kell ragasztani a papírlapot teljesen kisimítva, a másik végére pedig a vékony fémlapot, és mindkettőt jól rögzíteni kell. A fémlap közepére egy vékony tűvel apró nyílást kell készíteni.

**A mérés elve:** A henger fémlappal ellátott végét a Nap felé kell fordítani, a másik végén pedig egy adott pillanatban (t) a papírlapra meg kell rajzolni a napkorong látható képét (ez egy sötétebb folt). Figyelni kell arra, hogy a Napba közvetlenül nem szabad nézni! Ha sikerült beállítani a megfelelő megfigyelési szöget (jól látható a Nap képe, mozgása), akkor ebben az irányban rögzítve kell tartani a megfigyelő hengert. A papírlapra 1-2 percenként rá kell rajzolni a napkorong látható körvonalát a lehető legpontosabban (vékonyra hegyezett ceruza ajánlott). Legalább 6-8 mérési adatra van szükség a pontosabb eredmény eléréséhez. Minden esetben le kell jegyezni az időpontot is (hh:mm:ss).

### Adatfeldolgozás

$$\frac{D_N}{d} = \frac{D_{NF}}{L} \Rightarrow D_N = d \cdot \frac{D_{NF}}{L}$$



2. ábra

**Jelölések**

$D_N$  a napkorong látszólagos átmérője

$d$  a napkorong átmérője a matt papírlapon (amit rajzoltunk)

$D_{NF}$  a Nap–Föld-távolság,  $D_{NF}=149600000 \text{ km}=1,496 \cdot 10^8 \text{ km}$

$L$  a megfigyelési henger hossza, pl.  $L=1,2 \text{ m}$

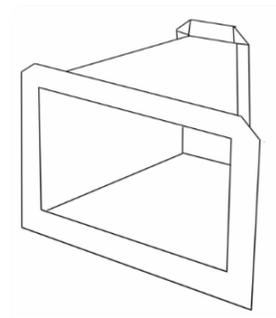
**Táblázat**

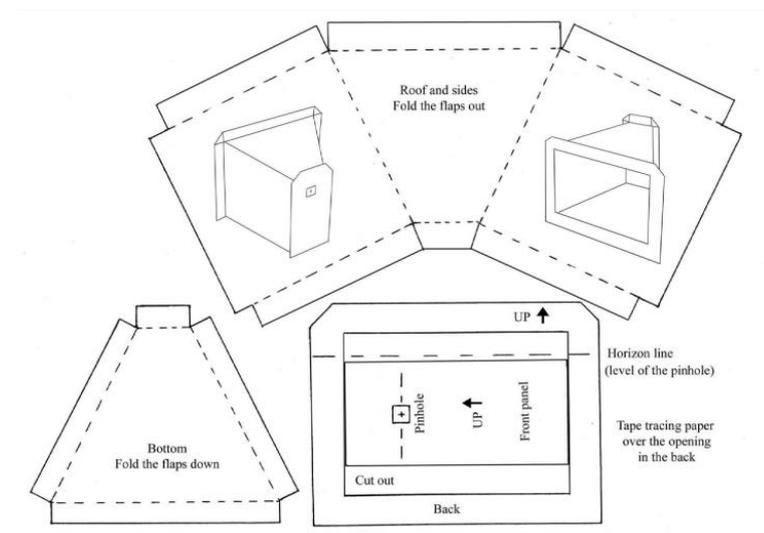
időpont	L (m)	d (mm)	$D_N \cdot 10^5$ (km)	$D_{\text{átlag}} \cdot 10^5$ (km)

1. táblázat

[Melléklet: Tanulói feladatlap 1. Napátmérő](#)

Henger helyett használható „tűkamerás” megfigyelő doboz is, hasonló munkamódszerrel. Lásd az ábrán.





3. ábra. Sakari Ekko (Turku) által kidolgozott modell (2007, EAAE Summer School)

Az így kapott eredményeket (a Nap látszólagos átmérője) hasonlítsátok össze a szakirodalomban található adatokkal. Értékeljétek a mérési módszert.

Ha sikerült megrajzolni pontosan a napkorong képét a pauszpapíron és a hozzátartozó időpontokat, akkor lemérve az árnyékfoltok elmozdulási ívének a hosszát és kiszámítva a mozgás időtartamát, határozzátok meg a mozgási sebességet. Mit tudtok mondani az így kapott sebességről? Indokoljátok meg a válaszaitokat!

Forrás:

[Sakari Ekko: Observations with a pinhole camera](#)  
[WS3 9 Diametro del Sol Camara oscura \(YouTube\)](#)



Tapasztalatok

Naptevékenységek – hírek a médiában a kommunikációs, navigációs eszközök meghibásodásáról (hírek, figyelmeztetések gyűjtése: újságcikkek, rövid videók, animációk a különböző hírportálokról).  
 Energiaproblémák a világon. A magfúzió, mint lehetséges megoldás...  
 A Holdnak mindig ugyanazt az oldalát látjuk, igaz ez a Nap esetén is? Miért? Hogyan igazolható?



Felfedeztető módszer

## 2. A Nap differenciális forgási sebességének meghatározása

### Elméleti alapozás

A napfoltok mozgása a nap felszínén egyenletes és megközelítőleg körív mentén történik. A mozgás leírására használhatjuk az egyenletes körmozgás egyenleteit.

$$\alpha = \alpha_0 + \omega \cdot \Delta t \quad (1)$$

$$\omega = \frac{\Delta \alpha}{\Delta t} \quad (2)$$

(Ahol a  $\omega$  a szögsebesség, a  $\Delta \alpha$  a hosszúsági szög változása, a  $\Delta t$  a két egymás utáni megfigyelés között eltelt idő.)

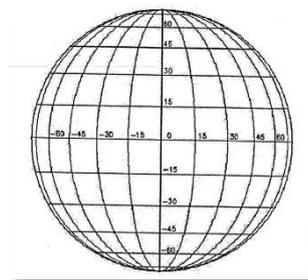
$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \cdot \frac{\Delta t}{\Delta \alpha} \quad (3)$$

(Ahol a  $T$  a forgási periódus.)

$$v = \frac{2\pi R}{T} = \omega \cdot R \quad (4)$$

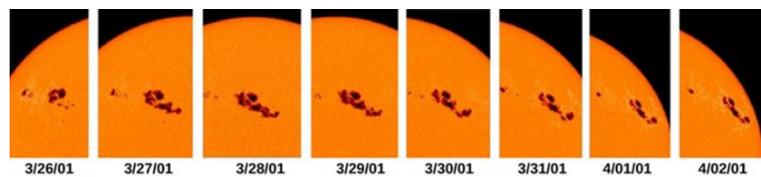
(Ahol a  $v$  a kerületi sebesség, az  $R=6,9598 \cdot 10^5$  km, a Nap sugara.)

- Azonosítsátok a megfigyelhető napfoltokat a kapott magnetogramokon (az SDO vagy más szakportál adatbázisából letöltött képek)! Válasszatok ki egyet, amelyet követni tudtok a megjelenésétől az eltűnésig!
- A rácsos fóliát helyezétek az első magnetogramra, és határozzátok meg a kiválasztott napfolt helyzetét/koordinátáit!



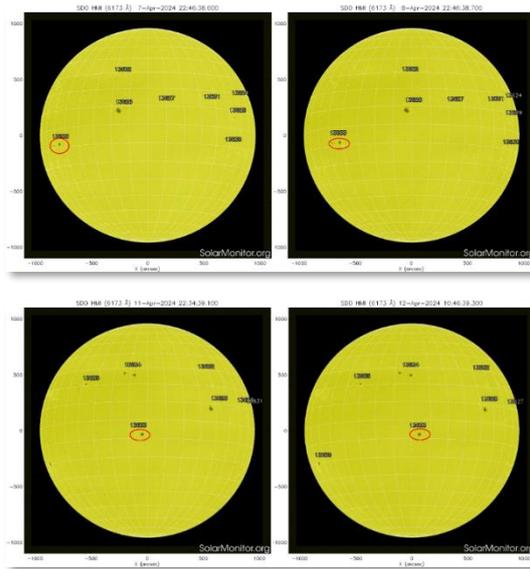
4. ábra

- Egy táblázatba jegyezzétek le a napfolt azonosítóját, a megfigyelés időpontját és a koordinátáit ( $x$ ,  $y$  vagy  $\beta$ ,  $\alpha$ )!
- Kövessétek a kiválasztott napfoltot az eltűnéséig, és minden alkalommal jegyezzétek le a megfelelő adatokat! Arra is figyeljétek, hogyan változik a vizsgált időszakban a folt mérete, alakja, helyzete! Ezeket a megjegyzés oszlopba rögzítsétek!
- A kapott adatok alapján számítsátok ki napról napra milyen távolságon mozdult el a folt, és mennyi a két megfigyelés között eltelt idő! Ennek alapján számítsátok ki a Nap forgási periódusát és sebességét!
- Az adatokat vezessétek be egy táblázatba!



5. ábra

A lenti példák segítségével követhető, hogy miként alkalmazható a fenti módszer konkrét esetben. Ajánlott legalább 10-12 darab kép letöltése egy-egy napfolt mozgásának a követéséhez.



6. ábra

Napfoltok letöltéséhez

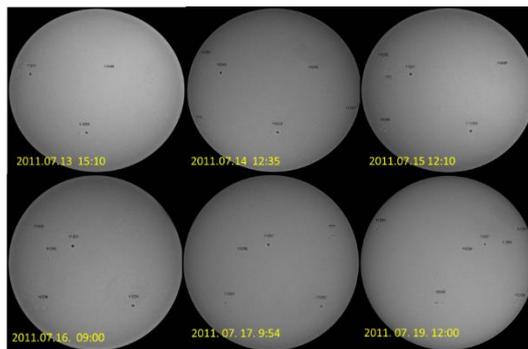
- [Quick-Look Debrecen Photoheliographic Data 2014 based on SDO/HMI](#)
- [Soho Science Archive](#)
- [Napfizika Bevezető](#)

A számítások elvégzése után hasonlítsátok össze a különböző napszélességre ( $x/\beta$ ) kapott eredményeket a szakirodalomban fellelhető adatokkal! Mit mondhattok el a Nap forgásáról?

A mellékelt képeken 2011. július 13–19. közötti időszakból találtak napfoltokat a gyakorlat elvégzéséhez, de a NASA adatbázisából letölthettek friss, 2024-es magnetogramokat is.

dátum	időpont (hh:mm:ss)	szélesség $\beta$ (fok)	hosszúság $\alpha$ (fok)	$\Delta\alpha$ (fok)	$\Delta\alpha$ (rad)	$\Delta t$ (nap)	$\omega = \Delta\alpha / \Delta t$ (rad/nap)	$T = 2\pi / \omega$ (nap)

2. táblázat (tetszés szerint bővíthető)



8. ábra

[Melléklet: Letöltött napfoltok 2007, 2014](#)

[Melléklet: Tanulói feladatlap 2. Napfoltok \(egyszerű\)](#)

[Melléklet: Tanulói feladatlap 3. Szoftveres elemzés \(emelt szint\)](#)



Visszajelzések

A foglalkozások után a diákok tájékozottabbak lesznek a naptevékenységekkel kapcsolatban, tisztázódnak az alapfogalmak, amelyek segítenek eligazodni a mindennapi média hírek világában, de ugyanakkor érthetőbbek lesznek a Nap kutatásával kapcsolatos fizikai, földrajzi fogalmak.

A diákok számára érthető válik, hogy egyszerű módszerekkel is lehet eredményekhez jutni, olyan területeken, amelyek számunkra elérhetetlennek tűnnek. A végső következtetések levonásához azonban szükséges, hogy ezeket az eredményeket összevegyék a szakirodalommal (megbízható forrásokkal: NASA, ESA szakportálok eredményeivel).



Bemutató anyagok

Poszterek/prezentációk, animációk készítése

1. Napfoltok és űridőjárás
2. Nukleáris folyamatok a csillagokban/a Napban
3. ITER – mesterséges nukleáris folyamatok ([ITER](#))
4. Beszámoló a napkorong átmérőjének, mozgásának a meghatározásáról (képek, megfigyelések, számolási eredmények)
5. Naptevékenységek bemutatása
6. Napfigyelő űrteleszkópok, kutatási programok



Eredmények

Elkészült bemutatói anyagok (PPT-, Canva- vagy Prezi-prezentáció, plakát), kísérleti jegyzőkönyvek, amelyek a tanulók napfizikai ismereteit, illetve azok kapcsolatát a mindennapi élettel.



Kritikus gondolkodás

Milyen kapcsolat létezik (vagy nem) az űridőjárás, a napfoltok, illetve a földi időjárás között? Keressetek válaszokat, érveket ennek a kérdésnek a megvitatásához!

[Sunspot Counts Hit Their Highest Level in 9 Years](#)

[Sunspot regions](#)

[Mi az a napciklus, és hogyan befolyásolja az időjárást?](#)

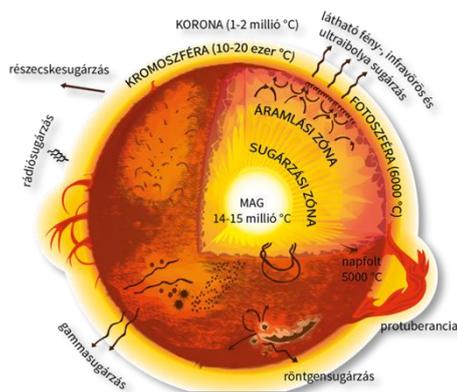
### Tantárgyi kapcsolatok



Természettudomány

Fizika: részecskefizika, mágnesség, sugárzások, hőtan, mechanika, halmazállapot-változások, optika, fénytani eszközök, teleszkópok.

1. Kepler-törvények, égi mechanika fogalmainak átismétlése és hasznosítása új tanulási helyzetben.



9. ábra

2. A Nap szerkezetének átvizsgálása, megbeszélése NASA-, ESA-képanyag segítségével.

3. A napfelszín sajátosságai (hőmérséklet, felszíni jellegzetességek). A hőmozgás és sugárzás, a termodinamika törvényeinek megbeszélése a Nap szerkezeti felépítése mentén.

[Solar Granules at Record High Resolution \(YouTube\)](#)

4. Nukleáris folyamatok a magmában. Áramlások. Energiaszállítási folyamatok. Részecskefizikai ismeretek elmélyítése, bővítése.

5. Konvekciós áramok. Napdinamó.

6. Mágneses mező és sugárzások.

7. Optika: távcsövek, földi és űrteleszkópok; Képkalkulációs módszerek átvizsgálása, gyakorlása.



10. ábra. 2023 januárjában nagyjából 144 napfolt volt megfigyelhető a napkorongon a 25. napfoltciklusban.



Történelem, tudomány-történet

### Galilei és az első napfoltok

Hogyan figyelték meg az első napfoltokat? Mire volt szükség ehhez? Mi tette lehetővé az első távcső elkészítését? Hol készültek az első távcsövek?

Hogyan értelmezték a jelenlétüket a Nap felszínén? Milyen jelentőséget tulajdonítottak ezeknek?

Először Galilei látott napfoltokat a napkorongon, amikor az 1610-ben megépített távcsövét csillagászati megfigyelésekre kezdte használni, és feljegyezte a megfigyelési adatait. Később más csillagászok is feljegyezték a megfigyelt foltok számát, így ez az egyik legjobban dokumentált naptevékenység. A napfoltok száma a nap aktivitásának fontos mérőszáma, hiszen a naptevékenységek legnagyobb része is kötődik a foltokhoz.



Digitális kultúra

Digitális eszközök: adatfeldolgozás JHelioviewer szoftverek segítségével, vagy a Helioviewer.org és SOHO online platformokon.

Képek, adatbázisok letöltése és használata a NASA/ESA napfizikai felületeiről.

- [The Sun \(NASA\)](#)
- [Astronomy – The Sun \(8 of 16\) Sunspots \(YouTube\)](#)
- [SDO | Solar Dynamics Observatory \(NASA\)](#)
- [JHelioviewer – Explore the Sun](#)
- [SDO | Dashboard \(NASA\)](#)

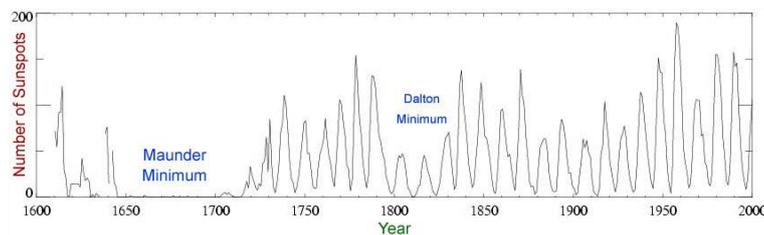


Földrajz

Naptevékenységek és az időjárás: A napfoltciklus aktív időszakában megemelkedik a Napból a Föld felé érkező sugárzás mennyisége, ami hatással van a bolygónk időjárására és klímájára.

Mi lehet a kapcsolat a napfoltok száma és az időjárás között?

A kis jégkorszakban, nagyjából 1645–1715 között, az ún. Maunder-minimum idején a Nap felszínén szinte egyáltalán nem jelentek meg napfoltok, mi lehetett ennek az oka?



11. ábra. [History of Sunspot Observations](#)

Tantárgyi kapcsolatok felfedezése a földrajz és az asztrofizika között.

- [Astronomy – The Sun \(10 of 16\) Surface Features \(YouTube\)](#)
- [The Sun and Sunspots](#)
- [Sunspots](#)
- [Földrajz 9. I. Kozmikus környezetünk és életterünk ábrázolása \(NKP\)](#)

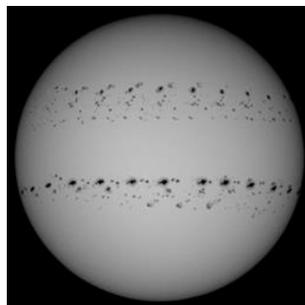


Vizuális kultúra

Poszterkészítéshez művészeti kellékek (színes karton, festékek, ragasztó, színes filcek stb.), fényképezőgép.

Például: [Photojournal – Sun \(NASA\)](#)

Ezt az összetett képet Patricio Leon készítette Santiagóból (Chile). Leon 2023 januárjában szinte minden nap lefényképezte a Napot, majd egymásra rakta a képeket, így látható a napfoltok haladása a napkorongon.



12. ábra



Matematika

Feladatmegoldás

Egyszerű számolási feladatok nukleáris folyamatokra, forgási sebesség, forgási periódus kiszámítása.

Hasonlóság alapján átmérő számolás pl. a Nap esetén.



Függelék

**Kísérletek/szoftver**[Aladin Desktop](#)**Elméleti alapozás**[ESA/2014/20140701-000040](#)[Solar Superflares once per Century](#)[The solar fire up close](#)[Astronomy GCSE: Topic 10 part 3 Sunspots \(YouTube\)](#)[The Sunspot Cycle](#)[Mystery of solar cycle illuminated](#)[ITER \(Wikipedia\)](#)**Ötletek**[Make Sunspot Cookies!](#)**Képek**[SOHO Mission Page](#)[Sunspots](#)[Sunspot regions](#)[Solar Cycle Progression](#)[Expedition to the solar fire](#)[„A panoramic view of the Sun”](#)**Videók**[STEMonstrations: Friction \(YouTube\)](#)[WS5 4 Manchas Solares \(YouTube\)](#)[What Are Sunspots? \(YouTube\)](#)[The Deepest We Have Ever Seen Into the Sun | SDO 4K \(YouTube\)](#)[NASA | Solar Cycle \(YouTube\)](#)

Melléklet: Tanulói feladatlap 1. Napátmérő

Tanulói munkalap \_ Napfizika- a Nap látszólagos átmérőjének meghatározása

1. Tanulói munkalap- A Nap látszólagos átmérőjének a meghatározása



**Eszköz:** egy hosszú (kb. 1 m vagy hosszabb) karton vagy műanyag henger, amelynek az átmérője 10cm vagy annál kisebb, alumínium fólia vagy vékony fémlap (pld. üdítős doboz), matt, átlátszó/áttetsző papír (pauzspapír, vékony sütő papír stb.), ceruza, ragasztó/ragasztószalag, szögmérő, vonalzó.

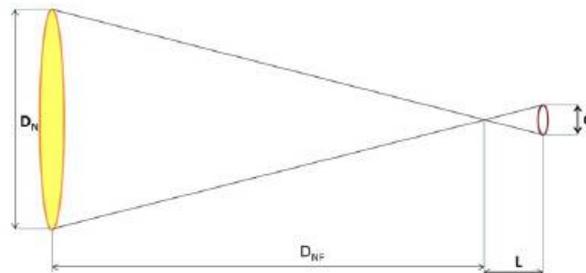
A henger egyik végére rá kell ragasztani az áttetsző papírlapot, teljesen kisimítva, a másik végére pedig a vékony fémlapot, és mindkettőt jól kell rögzíteni. A fémlap közepére egy vékony tűvel apró nyílást kell készíteni.

**A mérés elve:**

A henger fémlappal ellátott végét a Nap felé kell fordítani, a másik végén pedig egy adott t-pillanatban (hh:mm:ss) a papírlapra meg kell rajzolni a napkorong látható képét (ez egy sötétebb folt). Figyelni kell arra, hogy a Napba közvetlenül nem szabad nézni! Ha sikerült beállítani a megfelelő megfigyelési szöveget, akkor ebbe az irányba kell tartani folyamatosan a megfigyelési csövet. A papírlapra 1-2 percenként rá kell rajzolni a napkorong látható körvonalát a lehető legpontosabban (vékonyra hegyezett ceruza szükséges). Legalább 6-8 mérési adatra van szükség ahhoz, hogy az eredmény elég pontos legyen.

**Adatfeldolgozás:**

$$\frac{D_N}{d} = \frac{D_{NF}}{L} \Rightarrow D_N = d \cdot \frac{D_{NF}}{L}$$



**Jelölések:**

$D_N$ - a napkorong látszólagos átmérője;

$d$ - a napkorong átmérője a matt papírlapon (ezt kell megrajzolni nagyon pontosan)

$D_{NF}$ - a Nap-Föld távolság;  $D_{NF}=149600000\text{km}=1,496 \cdot 10^8\text{km}$

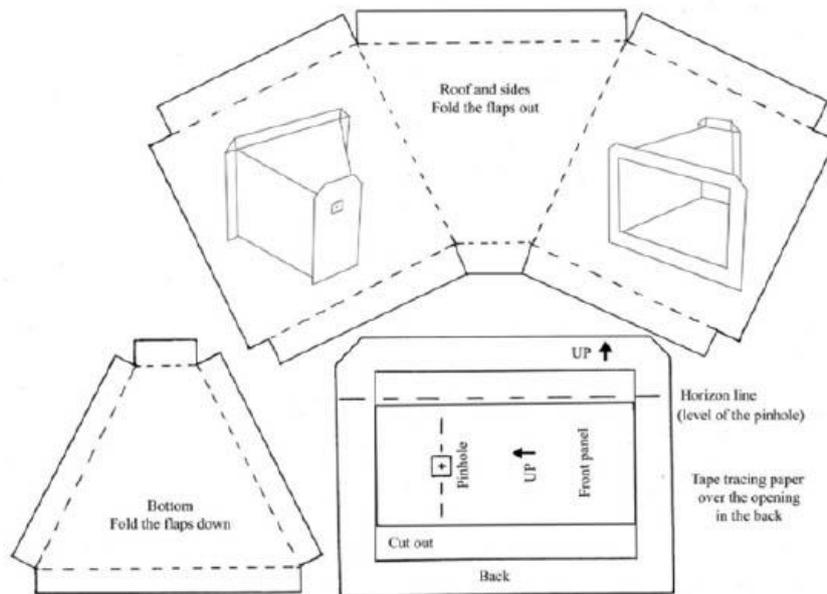
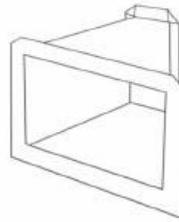
$L$ - a megfigyelési henger hossza; pld.  $L=1,2\text{m}$

## Tanulói munkalap \_ Napfizika- a Nap látszólagos átmérőjének meghatározása

Táblázat:

időpont	L (m)	d (mm)	$D_N$ (km) · 10 <sup>5</sup>	$D_{\text{lát}}(\text{km}) 10^5$

Henger helyett használható „tűkamerás” megfigyelő doboz is. Lásd alábbi képen:



Forrás: Sakari Ekko (Turku) - által kidolgozott modell (2007, EAAE- Summer School)

Melléklet: Letöltött napfoltok 2007, 2014

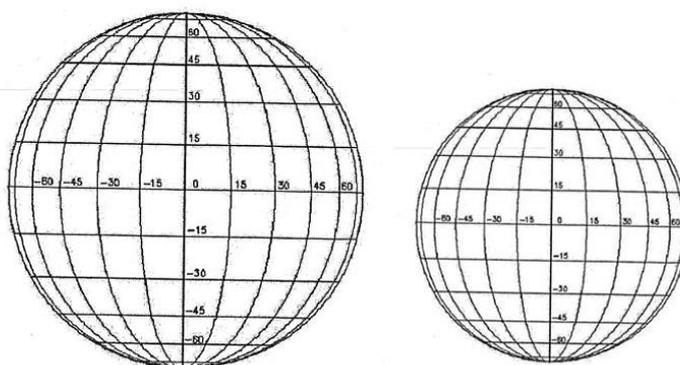
Tanulói munkalap- Adatlap melléklet

---

**Napfoltok- Tanulói munkalaphoz \_ Segédlet az adatok leolvasásához.**

**2014.04.28-05.15. SDO/ HMI Continuum (kicsi)**

Sor. szám.	dátum	időpont	Sor. szám.	dátum	időpont	Sor. szám.	dátum	időpont
1	2014. 04. 28.	07:30	7	2014. 05. 04.	07:30	13	2014. 05. 10.	07:30
2	2014. 04. 29.	07:30	8	2014. 05. 05.	07:30	14	2014. 05. 11.	07:30
3	2014. 04. 30.	07:30	9	2014. 05. 06.	07:30	15	2014. 05. 12.	07:30
4	2014. 05. 01.	07:30	10	2014. 05. 07.	07:30	16	2014. 05. 13.	07:30
5	2014. 05. 02.	07:30	11	2014. 05. 08.	07:30	17	2014. 05. 14.	07:30
6	2014. 05. 03.	07:30	12	2014. 05. 09.	07:30	18	2014. 05. 15.	07:30



**Naprácsok, a foltok helyzetének a meghatározásához**

**2007. január 4.-14. Napegyenlítő (kicsi)**

Sor. szám.	dátum	időpont	Sor. szám.	dátum	időpont
1	2007. 01. 04.	22:24	7	2007. 01. 10.	05:37
2	2007. 01. 05.	19:06	8	2007. 01. 11.	02:12
3	2007. 01. 06.	11:12	9	2007. 01. 11.	14:24
4	2007. 01. 07.	08:00	10	2007. 01. 12.	14:24
5	2007. 01. 08.	08:00	11	2007. 01. 13.	12:11
6	2007. 01. 09.	16:47	12	2007. 01. 14.	00:00

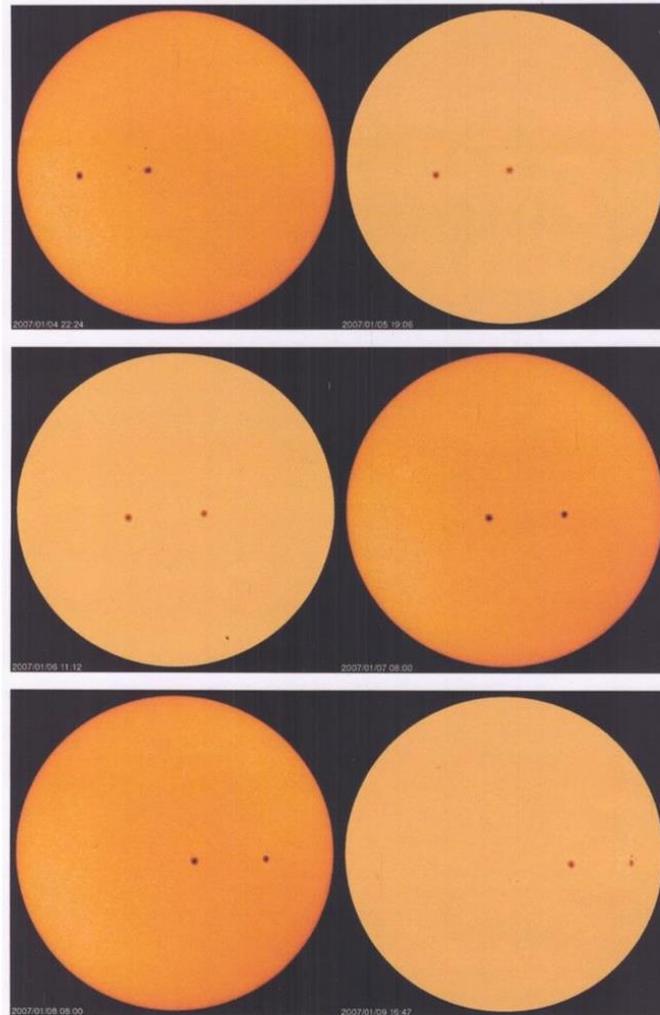
---

STE(A)M – Univerzum témakör

Tanulói munkalap- Adatlap melléklet

---

**2007. január 4.-14. Napgyenlítőhöz közeli foltok**

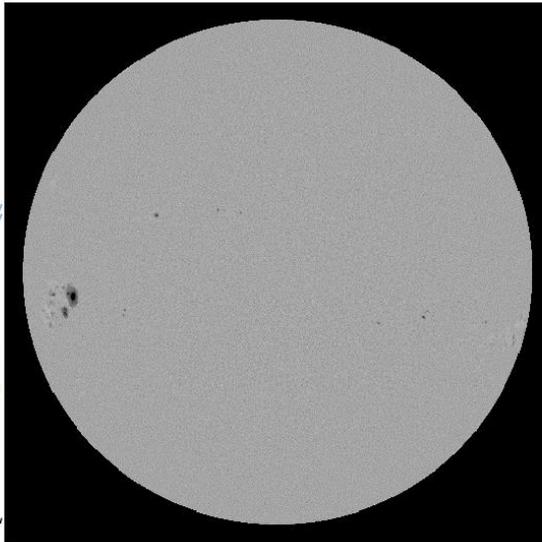
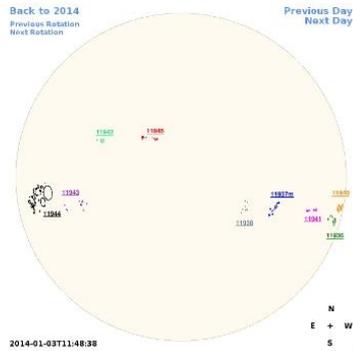
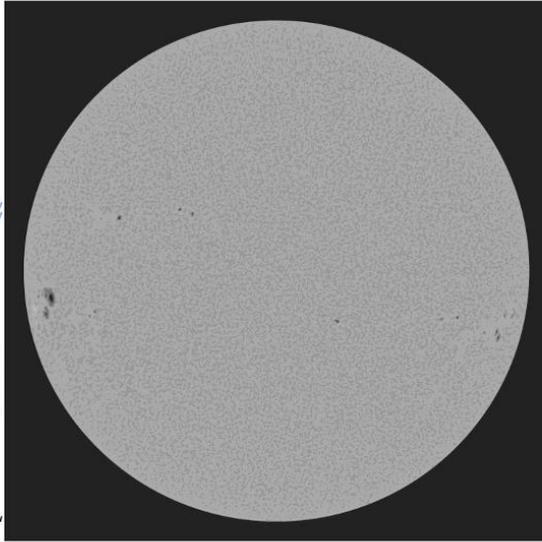
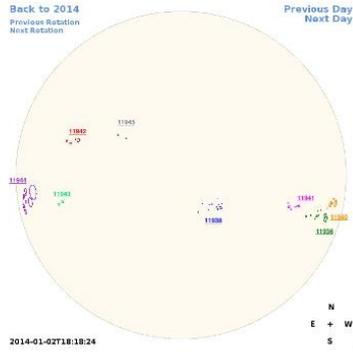


---

STE(A)M – Univerzum témakör

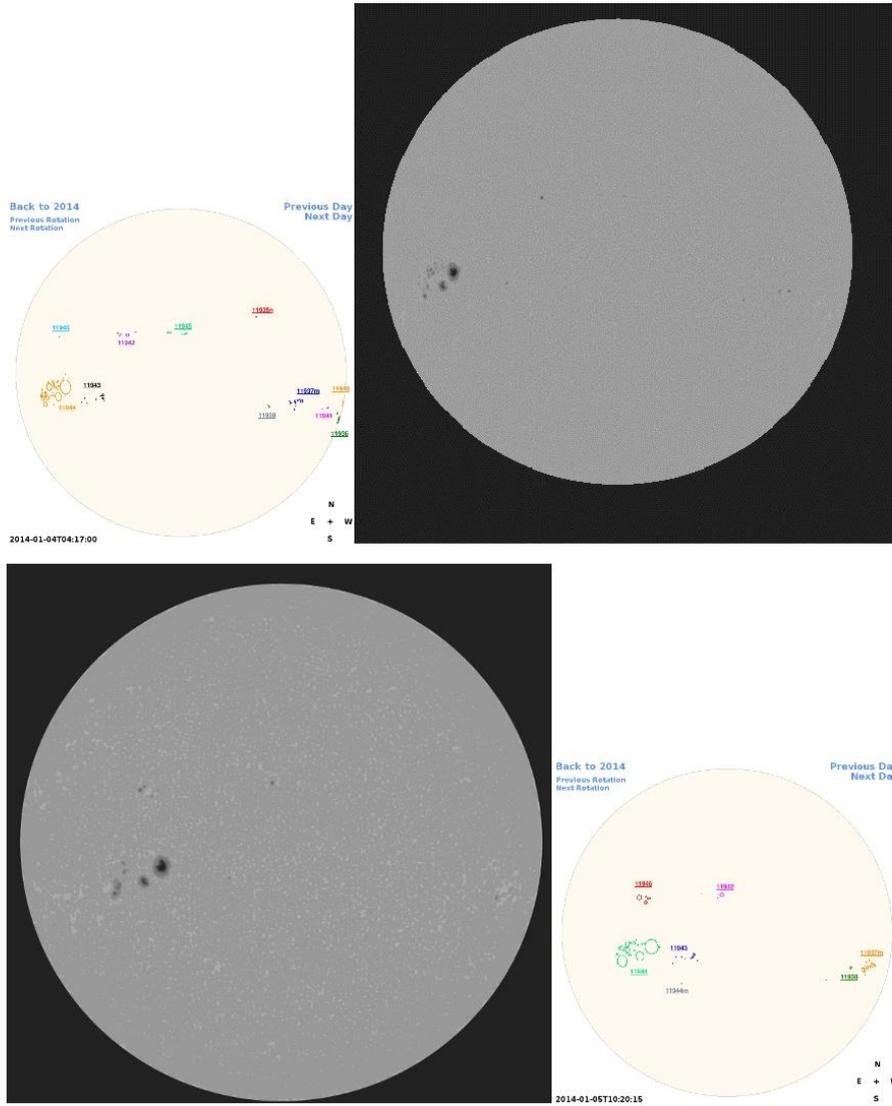
Tanulói munkalap- Adatlap melléklet

**Napfoltok 2014 január 2-13.**

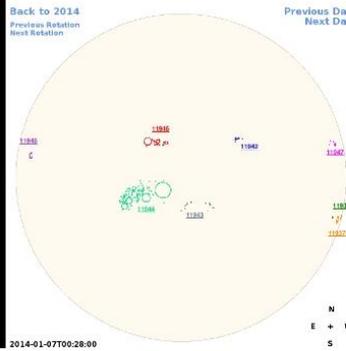
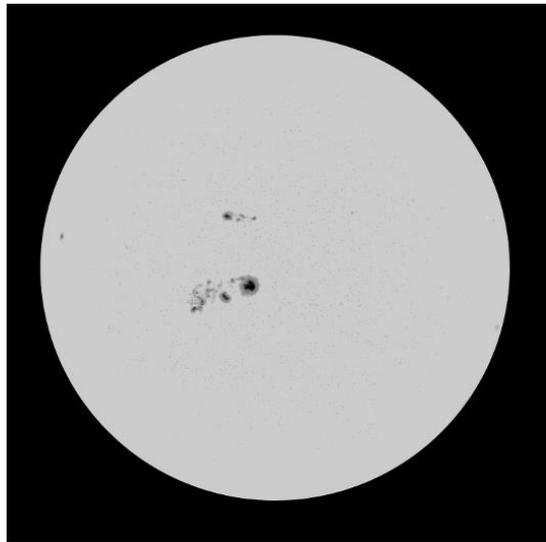
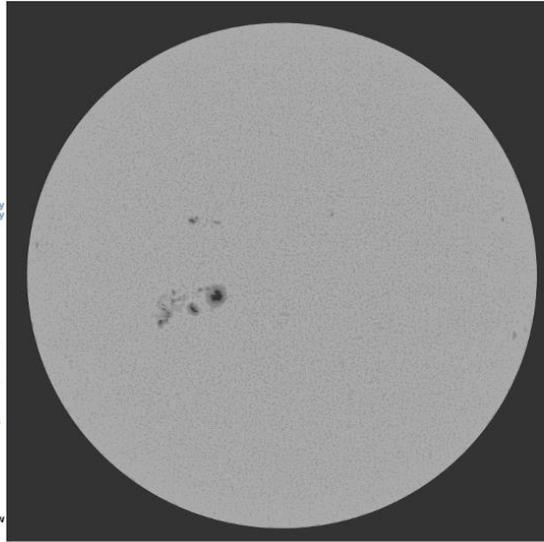
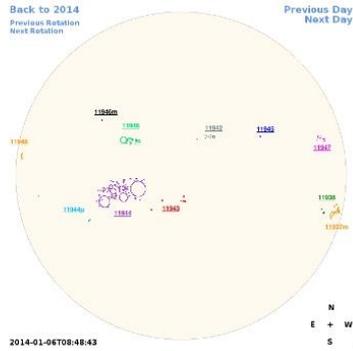


STE(A)M – Univerzum témakör

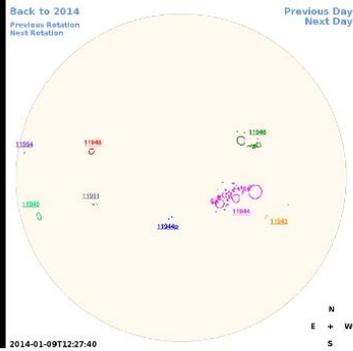
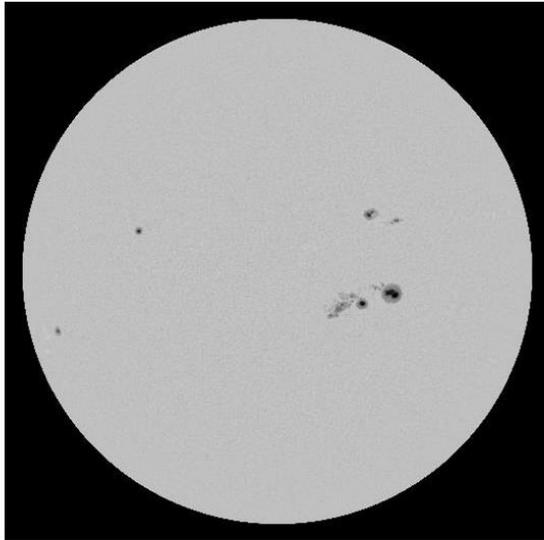
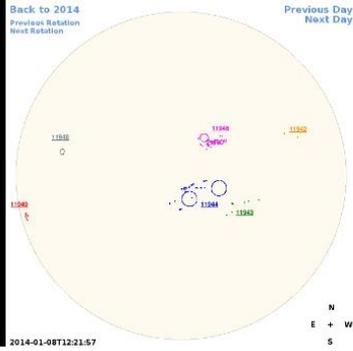
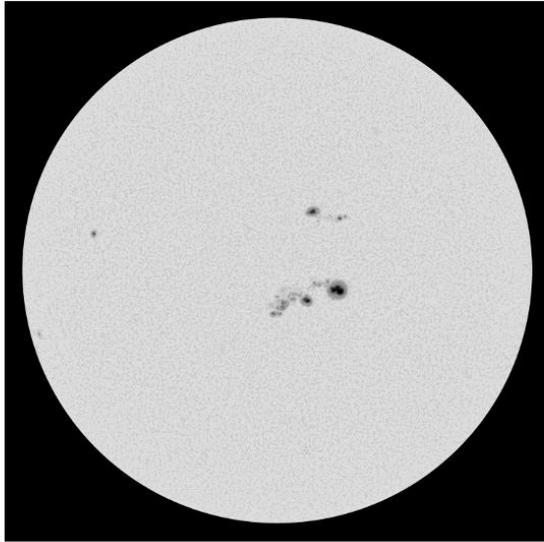
Tanulói munkalap- Adatlap melléklet



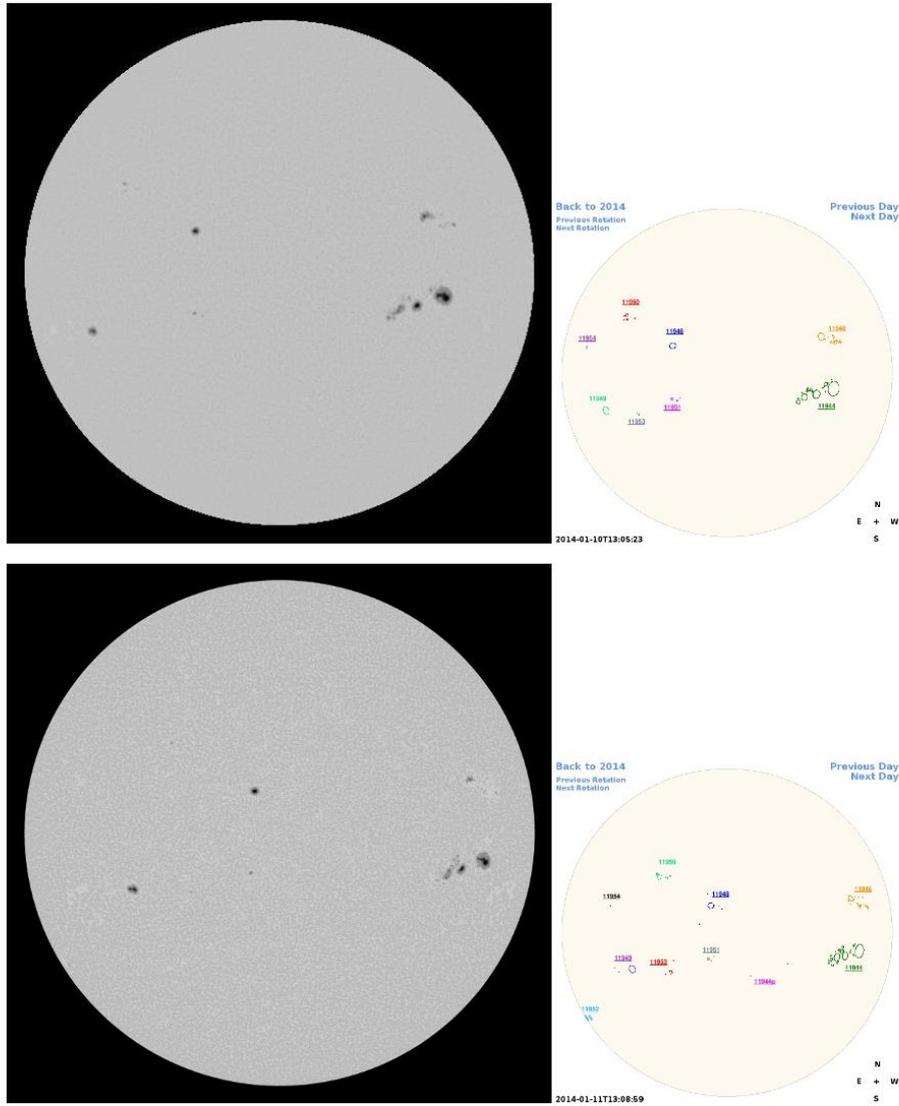
Tanulói munkalap- Adatlap melléklet



Tanulói munkalap- Adatlap melléklet

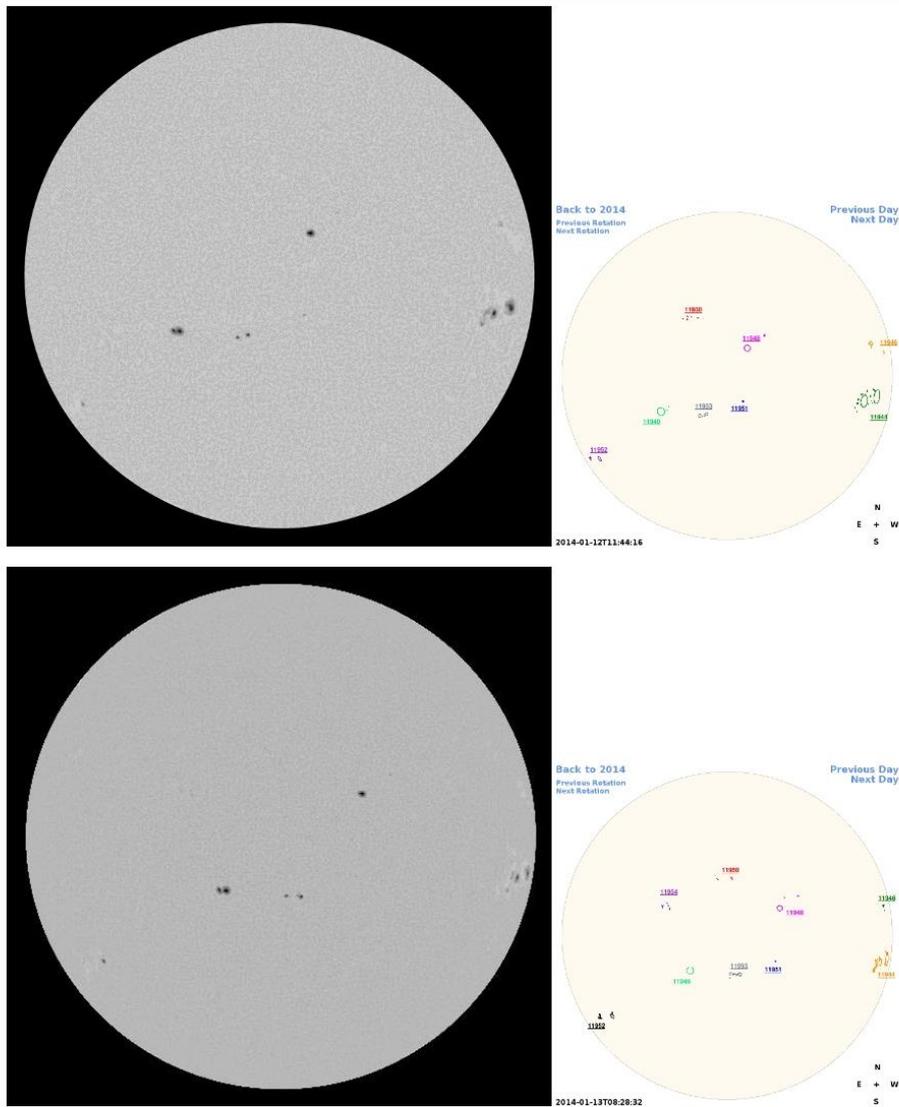


Tanulói munkalap- Adatlap melléklet



STE(A)M – Univerzum témakör

Tanulói munkalap- Adatlap melléklet

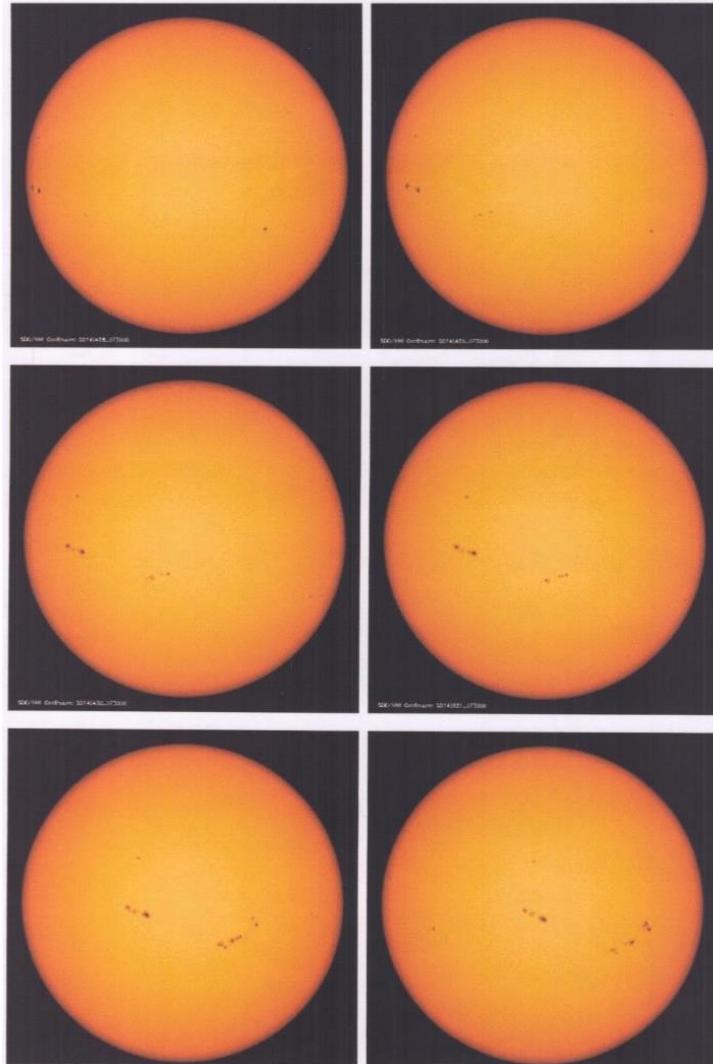


Forrás: <http://fenyi.solarobs.epss.hun-ren.hu/en/databases/DPD/>

Tanulói munkalap- Adatlap melléklet

---

**Napfoltok 2014. 04. 28. – 2014. 05. 15. SDO- Continuum**



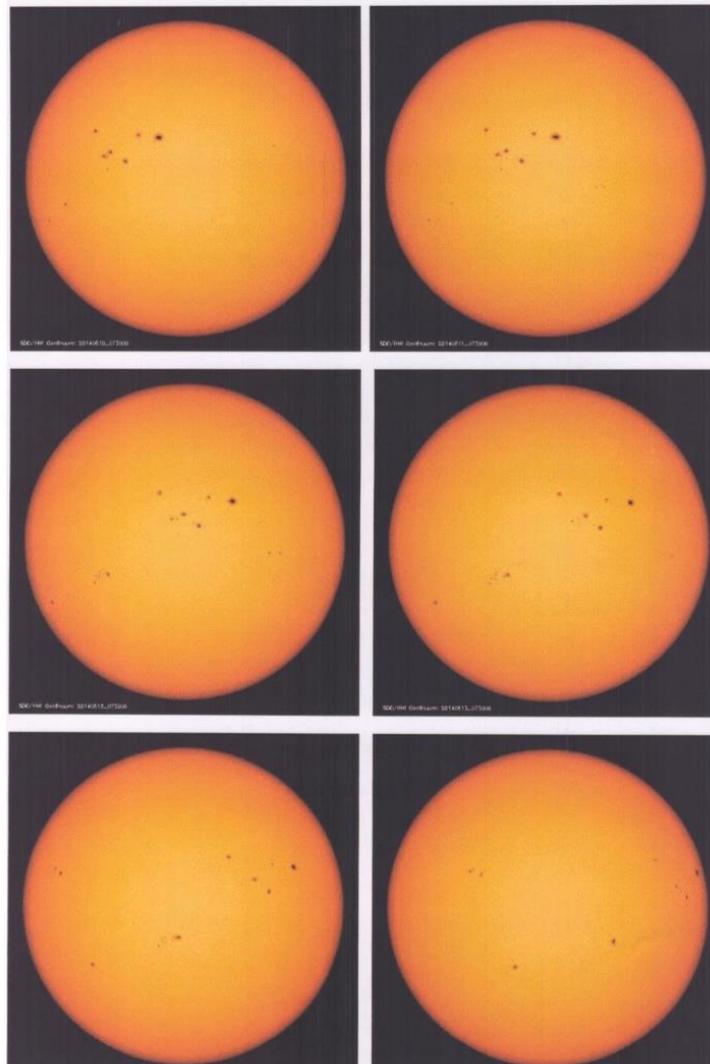
---

STE(A)M – Univerzum témakör



Tanulói munkalap- Adatlap melléklet

---



---

STE(A)M – Univerzum témakör

Melléklet: Tanulói feladatlap 2. Napfoltok (egyszerű)

Tanulói munkalap- A Nap forgási sebességének meghatározása napfoltok segítségével

**2. Tanulói munkalap**

Elméleti alapozás:

A napfoltok mozgása a nap felszínén egyenletes, és megközelítőleg körív mentén történik. A mozgás leírására használhatjuk az egyenletes körmozgás egyenleteit.

$$\alpha = \alpha_0 + \omega \cdot \Delta t \quad (1)$$

$$\omega = \frac{\Delta \alpha}{\Delta t} \quad (2)$$

$\omega$ - szögsebesség;  $\Delta \alpha$  - a hosszúsági szög változása;  $\Delta t$  - két egymás utáni megfigyelés között eltelt idő;

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \cdot \frac{\Delta t}{\Delta \alpha} \quad (3)$$

T- a forgási periódus;

$$v = \frac{2\pi R}{T} = \omega \cdot R \quad (4)$$

v–kerületi sebesség; R=6,9598·10<sup>6</sup>km a Nap sugara

**Munkamódszer:**

Töltsetek le legalább 10-12 darab képet (magnetogramot, HMI, continuum stb. típusút) a NASA/ESA SDO, SOHO teleszkópjainak vagy a Debreceni Napfizikai Intézet napfolt adatbázisából.

Pld: <http://fenyi.solarobs.epss.hun-ren.hu/en/databases/DPD/> vagy <https://soho.nascom.nasa.gov/sunspots/>, <https://sdo.gsfc.nasa.gov/data/dashboard/> és <https://solarmonitor.org/>

Figyeljete arra, hogy olyan periódusokat válasszatok, amikor napfoltmaximumok (vagy több folt volt a korongon) voltak. Ehhez megnézhetitek a <https://www.spaceweatherlive.com/en/solar-activity/top-25-sunspot-regions.html> vagy <https://www.swpc.noaa.gov/products/solar-cycle-progression> oldalakat.

**Megjegyzés:** Minden tanuló vagy csoport más időszaktól, más adatbázisból vett képsorral dolgozzon, hogy az eredményeket lehessen összehasonlítani és megbeszélni. Arra is jó figyelni a képek kiválasztásánál, hogy a napkorongon hol helyezkednek el a napfoltok, milyen a szórásuk (ne legyenek azonos nap-szélességen a különböző csoportok által feldolgozott foltok).

1. Azonosítsátok a megfigyelhető napfoltokat a kapott magnetogramokon. Válasszatok ki egyet, amelyet követni tudtok **a megjelenésétől az eltűnésig**.
2. A rácsos fóliát helyezzétek az első magnetogramra, és határozzátok meg a kiválasztott napfolt helyzetét/koordinátáit.
3. Egy táblázatba jegyezzétek le a napfolt azonosítóját, a megfigyelés időpontját és a koordinátáit.
4. Kövessétek a kiválasztott napfoltot az eltűnéséig és minden alkalommal jegyezzétek le a megfelelő adatokat. Arra is figyeljete, hogyan változik a vizsgált időszakban a folt mérete, alakja, helyzete. Ezeket a megjegyzés oszlopba rögzítsétek.

STE(A)M – Univerzum témakör



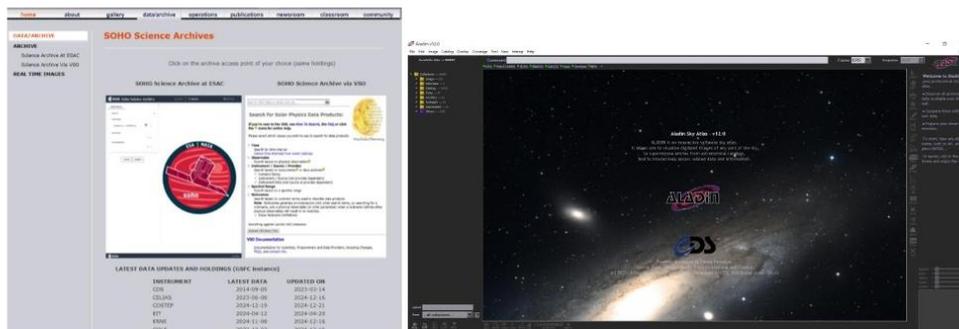
Melléklet: Tanulói feladatlap 3. Szoftveres elemzés (emelt szint)

Tanulói munkalap- NAPPFIZIKA – A Nap forgási sebességének meghatározása.

3. Tanulói munkalap

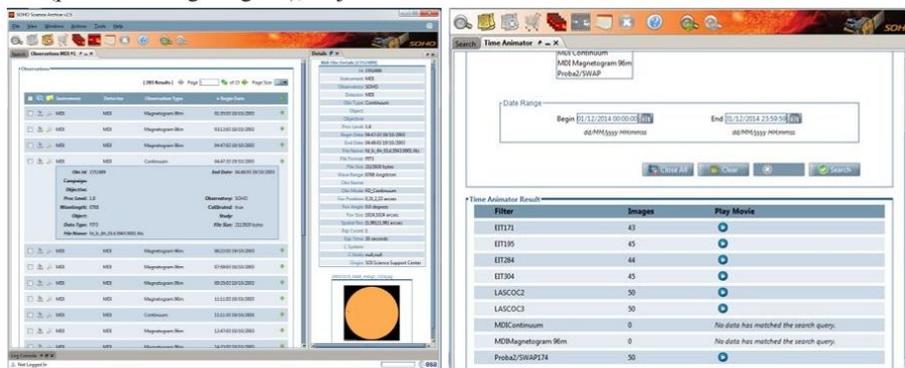
1. Adatfeldolgozás az Aladin szoftver segítségével.

A napfoltokat tartalmazó képeket a SOHO - SSA adatbázisából vesszük, amelyet az ESAC honlapon keresztül érhetünk el. Az Aladin nyílt forráskódú szoftver, amely ingyenesen tölthető le az internetről. A SOHO az Európai Űrügynökség és a NASA közös napfigyelési programjának űrszondája, amely a nap magjától a napkoronán keresztül a napszélig teljes egészében követi a naptevékenységeket. A SOHO adatbázisban nem csak MDI képek találhatóak, hanem minden napfigyelő eszköz adataihoz hozzá lehet férni, tehát a napfoltokon kívül nyomon követhetők a napkitörések, napfáklyák, flarek is.



1. ábra A SOHO-SSA adatbázis és az Aladin szoftver kezdő lapja.

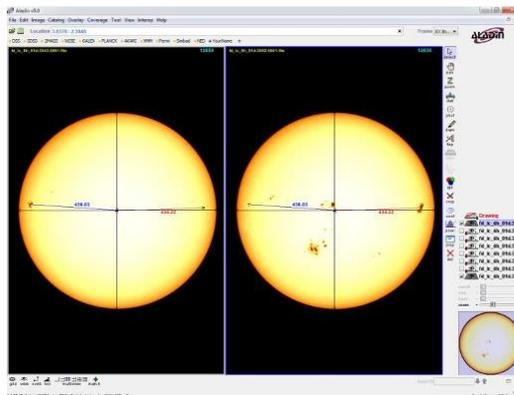
Az SSA keresési paneljén be kell állítani a vizsgálni kívánt idő intervallumot, és a keresett kép, adat típusát (pld. MDI- magnetogram), majd el kell indítani a keresést.



2. ábra A SOHO napfolt adatbázis keresési panelje. Animáció készítése a SOHO programmal

Ha kiválasztjuk az összes képet a napfolt megjelenésétől az eltűnéséig, akkor egy animációs képsort is létrehozhatunk a mozgás tanulmányozására, a Time Animator paranccsal (SOHO Science Archive- "Windows" menü és "Time Animator").

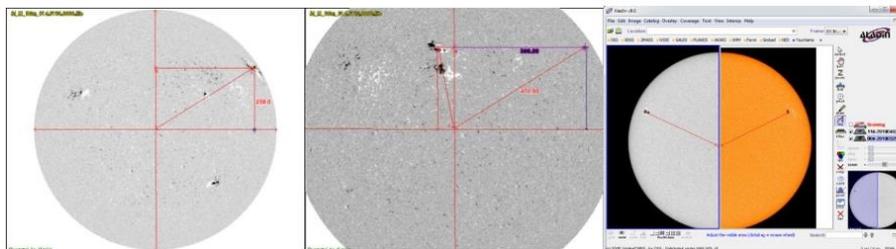
Tanulói munkalap- NAPPFIZIKA – A Nap forgási sebességének meghatározása.



3. ábra A napfolt kiemelt képe a napkorongon és helyzetmeghatározás.

dátum	időpont (t)	x	$\Delta x$	R	$\sin\beta = \Delta x/R$	$\beta = \arcsin(x/R)$	$\Delta\beta$	$\omega = \Delta\beta/\Delta t$	$T = 2\pi/\omega$

A kiválasztott képeken a mérés parancssal meghatározható a napfolt helyzete, távolsága a korong középpontjához viszonyítva: x és y koordinátákkal, illetve közvetlen távolság meghatározással vagy megadható a helyzete poláris koordinátával (helyzetvektor-r, vízszintessel bezárt szög- $\alpha$ ). Ajánlott egyszerre kiválasztani azt a két képet, amelyen a napfolt éppen megjelenik, illetve amelyiken éppen a napkorongon szélén eltűnik. A képekről leolvasott adatok segítségével meghatározható a nap forgási sebessége a foltok mozgása alapján.



4. ábra A napfolt helyzetének meghatározása az Aladin Sky Atlas-programmal.

A kapott adatokat az alábbi összefüggésekbe behelyettesítve megkapjuk a forgási periódust.

$$\text{szélesség} = \arcsin\left(\frac{(Y - Y_{\text{közép}})}{R_{\text{Nap}}}\right)$$

$$\text{hosszúság} = \arcsin\left(\frac{(X - X_{\text{közép}})}{R_{\text{Nap}}}\right)$$

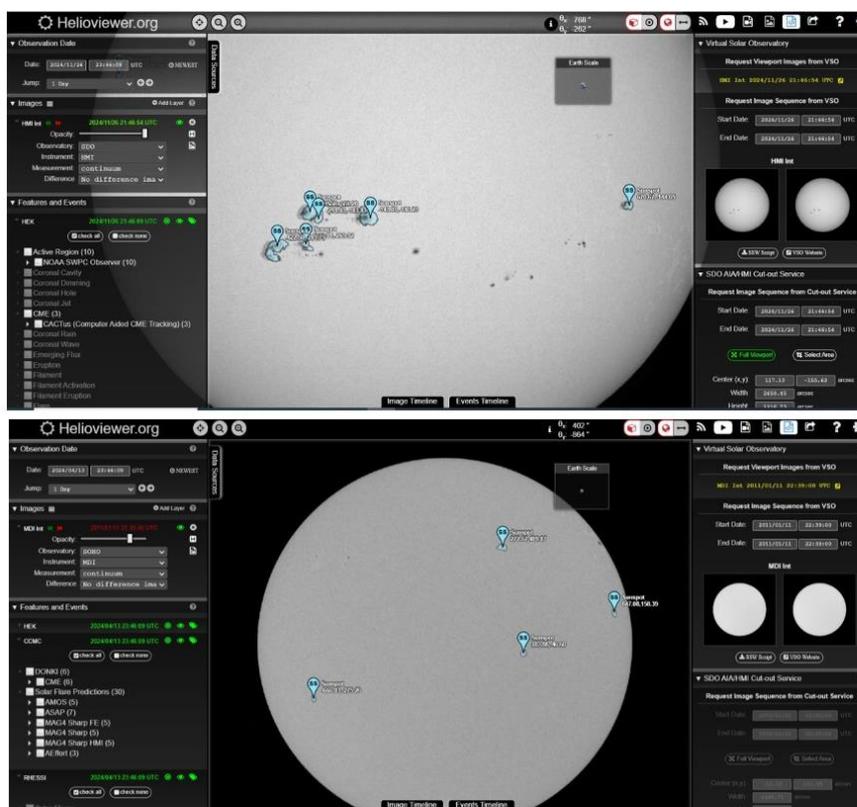
## Tanulói munkalap- NAPFIZIKA – A Nap forgási sebességének meghatározása.

dátum	időpont hh:mm:ss	x	y	R	$\sin\alpha=y/R$	$\alpha=\arcsin(y/R)$	$\Delta\alpha=\Delta\beta$	$\omega=\Delta\alpha/\Delta t$	$T=2\pi/\omega$ (nap)

### 2.Elemzés a “heliviewer” felületen vagy a jhelioviewer szoftverrel:

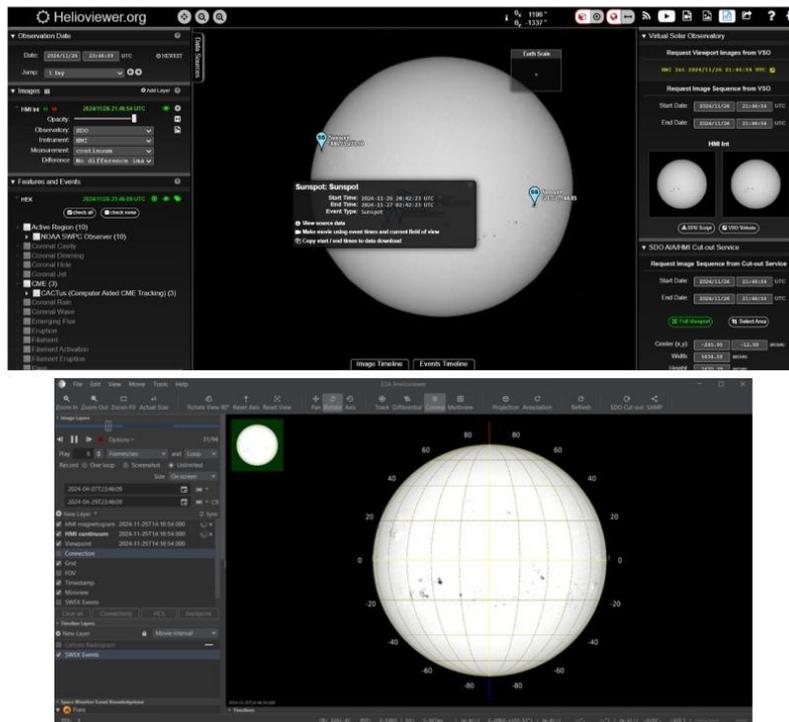
Letöltési források: jhelioviewer: <https://www.jhelioviewer.org/index.html>

heliviewer online: <https://heliviewer.org/>



5. ábra Képernyőfelvételek a helioviewer munkalapjáról

## Tanulói munkalap- NAPFIZIKA – A Nap forgási sebességének meghatározása.



6. ábra Jhelioviewer - [https://swhv.oma.be/user\\_manual/#images\\_sun](https://swhv.oma.be/user_manual/#images_sun)

### Rövidítések:

SOHO - Solar Heliospheric Observatory;

SSA - SOHO Science Archive

ESAC - <https://ssa.esac.esa.int/ssa/#/pages/search>

<https://idoc-medoc.ias.u-psud.fr/sitools/client-user/index.html?project=Medoc-Solar-Portal>

Aladin csillagászati atlasz/szoftver: [https://aladin.cds.unistra.fr/java/nph-](https://aladin.cds.unistra.fr/java/nph-aladin.pl?frame=downloading#Description)

<aladin.pl?frame=downloading#Description>

<https://sdo.gsfc.nasa.gov/data/aiahmi/browse/queued.php>

MDI - Michelson Doppler Imager; a SOHO űrszonda egyik műszere által készített kép típusa;

HMI- intensitygram

**Hasznos linkek, források:** <https://science.nasa.gov/mission/soho>

<https://umbra.nascom.nasa.gov/index.html/>

<https://solarmonitor.org/index.php?date=20241126>

[https://www.lmsal.com/solarsoft/last\\_events/](https://www.lmsal.com/solarsoft/last_events/)

<https://science.nasa.gov/heliophysics/> <https://science.nasa.gov/sun/>

### 3. Naprendszeren kívüli bolygók megismerése. Exobolygók paramétereinek meghatározása

STE(A)M-területek	fizika • informatika • geográfia
Tantárgyközi kapcsolatok	Manapság a kutatói munka elképzelhetetlen az információs technológia alkalmazása nélkül. Éppen ezért nagyon hasznosak az olyan feladatok, melyeknél az informatikát eszközként használva olyan felismerésekhez jutnak el a diákok, mely segíti őket abban, hogy valós képet alakítsanak ki a Világegyetemről és a benne elfoglalt helyükről. Önálló gondolkodásra, összefüggések felismerésére készítetnek, melyek az egyes tudományterületeket is szorosabban összekapcsolja.

#### Összefoglaló táblázat

Tantárgyak	fizika • digitális kultúra • földrajz
Témák	Naprendszeren kívüli bolygók tulajdonságainak meghatározása.
Diákok kora	15-20 év
Tanóra/projekt időtartama	3×45 perc
Diákok száma	15-20 fő kisebb csoportokra osztva
Tananyag	A négy alkalmas foglalkozás során a Föld elhelyezkedésétől kezdve az exobolygók kialakulásán és adatfeldolgozáson keresztül eljutunk a bolygórendszerek sokszínű változatos világához, ezzel megalapozva a gondolatot, hogy vajon az élet kialakulása mennyire törvényszerű, vagy éppen a véletlen műve?
Online tanítási eszközök	Szabó M. Gy. – Simon A. – Szalai T. 2011. Újdonságok az exobolygók világából. <i>Fizikai Szemle</i> . 61/7–8: 217. Horváth Zs. 2017. Exobolygók minden szinten. <i>Fizikai Szemle</i> . 67/3: 93. Ollé H. – Kovács T. 2020. Mi rejlik a fényképen, avagy fénygörbe analízise az osztályban. <i>Fizikai Szemle</i> . 70/9: 324.
21. századi kompetenciák	problémamegoldás • információk közti kapcsolatok felismerése • matematikai egyszerűsítések alkalmazása • információs technológia alkalmazása • együttműködési készség • csapatban dolgozás
Tanulási célok	A diákokkal azt tesszük, hogy egy fedési exobolygó rendszer esetén a tranzit hosszát, illetve mélységét egyszerűen megbecsülve mennyire pontos eredmény érhető el. Így a bonyolult matematikai modellek illesztését elkerülve, középiskolai módszerekkel szemléletes képet kapnak arról, hogy a csillagászok miként határozzák meg a fedési bolygórendszerek paramétereit. Ezáltal kialakítjuk a diákokban azt a képet, miként lehet egy bonyolult adathalmazból értelmezhető információhoz jutni, illetve, hogy az miként jelenik meg a hétköznapi tudományban, hogyan befolyásolja a mindennapi életünket.

**Projektterv**

A gyakorlat elnevezése	Naprendszeren kívüli bolygók megismerése Exobolygók paramétereinek meghatározása
------------------------	---

**A megvalósítás menete**

	<b>I. Helyünk a világegyetemben – elméleti megalapozás</b>
Elméleti háttér	<p>Az óra tananyagát 3 fő témakör köré építsük:</p> <p><b>1. Naprendszer</b> Az első egységben el kell helyeznünk Földünket a Világegyetemben, ismertetni annak összetett mozgását. Ez kiváló alkalom arra, hogy a standard tananyagban szereplő Kepler-törvényeket jobban megismertessük diákjainkkal, illetve egy példán keresztül bemutassuk annak alkalmazhatóságát.</p> <p>Térjünk ki a bolygórendszerek keletkezésére, az akkréciós korong fogalmára, a peridületmegmaradás törvényének szemmel látható megnyilvánulására.</p> <p>Ez az óra kiválóan alkalmas arra, hogy összekapcsoljuk a földrajz- és fizikaórán tanultakat, elmélyítsük az égi egyenlítő, az ekliptika fogalmát, ezzel tudatosítva bennük például a Föld forgástengelyének dőlését.</p> <p>Égi és földi koordinátarendszerek fogalmainak tisztázása után kitérhetünk a helymeghatározási módszerekre is.</p> <p><b>2. Más bolygórendszerek</b> Fontos a hasonlóságok és különbségek kiemelése az egyes exobolygórendszerekénél. Itt mindenképpen emeljük ki, hogy a Földről látható pályaaorientáció miatt annyira fontos a fedési exobolygórendszerek vizsgálatánál, így a mi foglalkozásunk során is.</p> <p>Tegyük fel nekik a kérdést, hogy mi okozhatja az egyes rendszerek sajátosságait, az esetlegesen megjelenő anomáliákat.</p> <p>Mik azok a fizikai mennyiségek, amivel a bolygórendszer leírható (csillagtól való távolság, tömeg-tömegarány, keringési periódus), pályaelemek fogalma.</p> <p><b>3. Lakhatóság</b> Tudatosítsuk a diákokban, hogy milyen lakhatósági feltételei vannak egy bolygónak. Az általunk vizsgált rendszer vajon megfelel-e ezek követelményeknek (csillagtól való távolság, felszíni hőmérséklet, légkör, kémiai összetétel, halmazállapotok, nehézségi gyorsulás meghatározása spektroszkópiai módszerrel...)?</p>
	<b>II. Exobolygórendszerek sajátosságai – adatbázis megismerése</b>
 Előkészítés	A foglalkozás előtt el kell készíteni a számítógépeket, melyen a diákok dolgozni fognak. Amennyiben van lehetőségünk informatikateremben tanítani, használjuk ki. Ellenőrizzük, hogy minden rendelkezésünkre álló

gépén van-e telepítve internetböngésző, illetve valamilyen táblázatkezelő program.



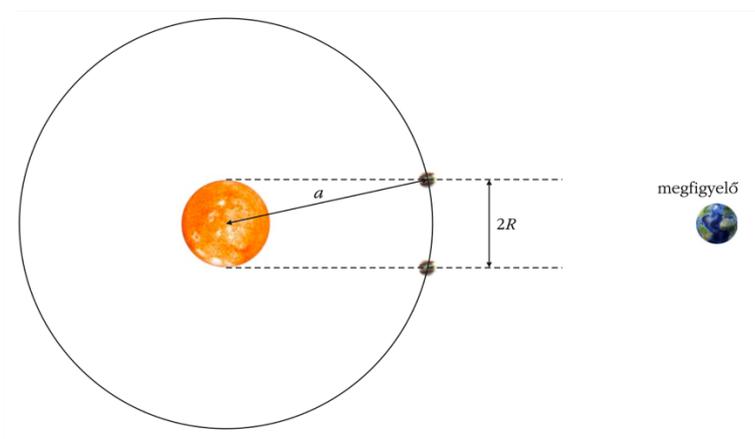
Megvalósítás

A foglalkozást osszuk 2 nagy egységre (15+30 perces bontásban):

### 1. Matematikai egyszerűsítések

Válasszunk olyan bolygórendszert, melynél az excentricitás viszonylag kicsi, így pályát közelíthetjük körrel, ez jelentősen leegyszerűsíti a helyzetünket. Erre alkalmas lehet pl. a Kepler-1, -7, -12, -15, -41, -43, -45 rendszerek ([Ollé H. – Kovács T. 2020](#)).

Ha a bolygó elég távol helyezkedik el a csillagától, akkor a fedés során megtett út görbülete szintén elhanyagolható és közelíthető a csillag sugarának kétszeresével –  $2R$  (1. ábra).



1. ábra. A rendszer elrendeződése felülnézetből

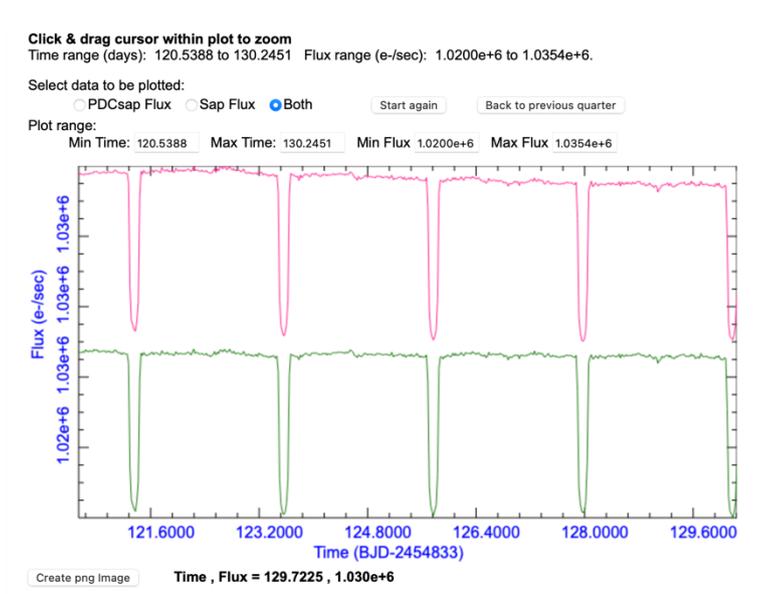
Ebben az esetben kihasználhatjuk a körmozgás során tanult összefüggéseket ([Ollé H. – Kovács T. 2020](#)).

### 2. Adatok meghatározása

Ismertessük meg a diákokat a Mikulski Archive for Space Telescopes (MAST) weboldalán található adatbázissal ([MAST](#)).

- a „Target Name” mezőbe beírjuk a kívánt objektum azonosítóját (például Kepler-2),
- majd a „Search” gombra kattintva egy táblázatot kapunk,
- itt a „Dataset Name” oszlopban dátum szerint rendezett adatsorokat találunk.

Gyakorlatilag bármelyikre kattintva rögtön egy fénygörbe jelenik meg. A vízszintes tengelyen az idő, a függőleges tengelyen pedig a beeső fluxus található (2. ábra).



2. ábra

A pontosabb eredmény érdekében célszerű belenagyítani az ábrába. Egérrel egyszerűen kijelöljük a kívánt területet, és ezzel automatikusan ránagyíthatunk a részletre. A kurzor mozgatásával, közvetlenül az ábra alatt, megjelenik az adott pozícióhoz tartozó idő és fluxus értéke. Ezeket az adatokat kell feljegyeznünk. Az egyszerűsítés kedvéért létrehoztunk egy Excel-táblázatot ([ZIP-fájl](#)), amely a diákok számára is könnyen használható. Ha ide beírjuk az egyes adatokat, rögtön kiszámolja a rendszerre vonatkozó paramétereiket.



Hipotézis

Amennyiben a diákok jól elsajátítják az adatbázis használatát, és különböző időpontokra – ám nagyon fontos megjegyezni, hogy ugyanarra a rendszerre – minél több adatot gyűjtenek, annál pontosabb eredményt érhetünk el az utolsó, adatfeldolgozás foglalkozáson. Ezzel segíthetjük őket abban, hogy megértsék a mérési hiba csökkentésének fontosságát.



Terv

A terv az, hogy meghatározzuk egy konkrét bolygórendszernek pl. a Kepler-2 (HAT-P-7b) rendszernek a paramétereit a lehető legnagyobb pontossággal, és ezt összehasonlítsuk az irodalomban jelenleg elfogadott értékekkel.



Felfedezés

Az előző pontban említett irodalmi értékekkel való összehasonlítás arra tanítja őket, hogy a technikai és módszertani fejlődéssel a kapott eredmények is tovább korrigálhatók, illetve megtanulnak a hiteles források között keresni, valódi tudományos szakfolyóiratokat olvashatnak. Mindemellert az sem elhanyagolható, hogy ők maguk végeznek méréseket a Kepler űrtávcső adatai alapján. Ez igazán felemelő, motiváló érzés.

### III. Adatelemzés



Terv

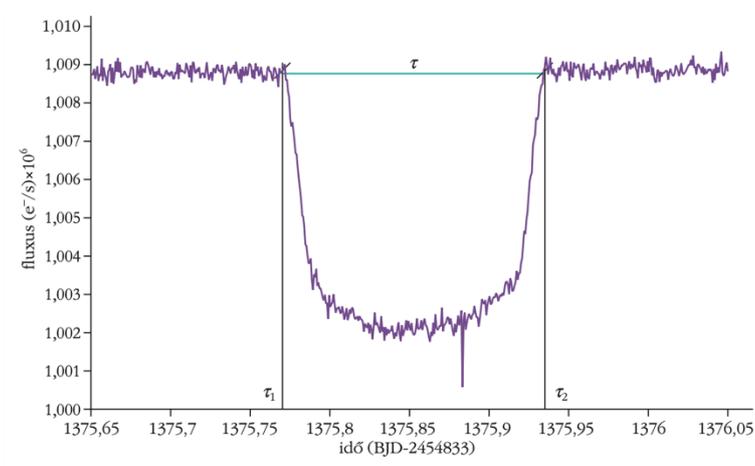
Az előző foglalkozáson kapott adatokat kell kiértékelni, és egy használható, értelmezhető információvá alakítani. Ez segíti a diákokat abban, hogy elképzeljék a rendszert.



Megvalósítás

Paraméterek meghatározása:

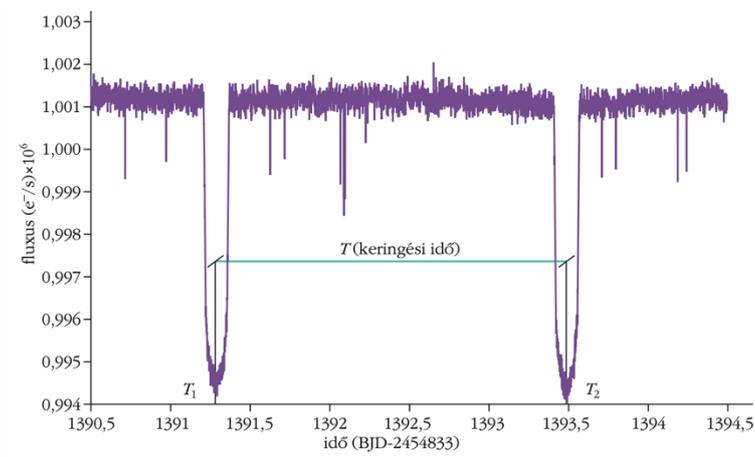
- **Fedés hossza:** A 2. ábrára nézve rögtön megbecsülhető a tranzit  $\tau_1$  kezdetének és  $\tau_2$  végének időpontja (3. ábra). E két adatot kivonva egymásból a tranzit napokban mért  $\tau$  hosszát kapjuk. A táblázatkezelőben ezeket az adatokat átlagolva kapjuk meg a fedés hosszára vonatkozó végleges adatot.



3. ábra

- **Bolygó és csillag sugáraránya:** Amikor a bolygó kitakarja a csillag egy részét, a megfigyelt fényesség (fluxus) leesik. Geometriai megfontolásból kapjuk, hogy a csillag látszó korongjának és az előtte elhaladó bolygó látszó korongjának aránya megadja a relatív fénycsökkenést, melynek gyöke a bolygó és a csillag sugárarányával egyenlő ([Ollé H. – Kovács T. 2020](#)). Ebben az esetben a diákoknak adjuk ki feladatként, hogy keressék meg szakfolyóiratokban a csillag más módszerrel meghatározott sugarát. Ha ez megvan, az arányba behelyettesítve megkapjuk a bolygó tömegének értékét.

- **Keringési idő:** A keringési idő meghatározásához két egymást követő fedést kell észlelni, hiszen ekkor van azonos pozícióban a bolygó az egymást követő keringések alkalmával. Szerencsére, a használt weboldalon ehhez is egyszerűen hozzáférünk. A keringési idő meghatározásához úgy állítuk be a nézetet, hogy két, egymást követő fedés látszódjon (4. ábra), majd a kurzort mozgatva a két,  $T_1$  és  $T_2$  minimum közt eltelt  $T$  idő egy egyszerű kivonással meghatározható. Ezt is a táblázatkezelőben egyszerűen megvalósíthatjuk.



4. ábra

• **Csillag tömege:** Ebben az esetben Kepler harmadik törvényét hívjuk segítségül, melynek segítségével, a  $T$  keringési idő ismeretében, illetve a bolygó tömegét elhanyagolva meghatározhatjuk a csillag tömegét a következő összefüggéssel:

$$M_{\star} = \frac{4\pi^2 a^3}{GT^2}$$

Ahol az  $M_{\star}$  a csillag tömege kilogrammban, az a a pálya fél nagytengelye méterben, a  $G$  a gravitációs állandó (értéke  $6,6743 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$ ), a  $T$  pedig a keringési idő másodpercben.



Projekttermék

A foglalkozások lezártaival összegezzük az ismereteket és a kapott eredményeket. A következő táblázat bemutatja a Kepler-2 rendszerre meghatározott paramétereket az irodalmi értékekkel összehasonlítva. Ebben az esetben 53 diák vett részt a foglalkozáson (4 csoportban).

*1. táblázat*

**A diákok, HAT-P-7b (Kepler-2) rendszer paramétereire vonatkozó becslései összevetve az irodalmi értékekkel [4].**

paraméter	a diákok által becsült érték	irodalmi érték
fedés hossza ( $\tau$ )	$0,1667 \pm 0,009$ nap	$0,1669 \pm 0,003$ nap
bolygó és csillag sugáraránya ( $r/R$ )	$0,0807 \pm 0,0036$ (ábrából) $0,0772 \pm 0,0052$ (adatokból)	$0,077590 \pm 3 \cdot 10^{-5}$
keringési idő ( $T$ )	$2,201631 \pm 0,011335$ nap	$2,204737 \pm 1,7 \cdot 10^{-5}$ nap
pálya fél nagytengelye ( $a$ )	$0,0366 \pm 0,0011$ CSE	$0,03796 \pm 0,00063$ CSE
csillag tömege ( $M_{\star}$ )	$1,4823 \pm 0,4107$ naptömeg	$1,500 \pm 0,03$ naptömeg

5. ábra



Tapasztalatok

A foglalkozások után a diákokban egy letisztultabb egyértelműbb kép alakul ki magáról a kutatói munkáról, illetve arról, hogy bizonyos fokú egyszerűsítés sok esetben célravezetőbb, mint elveszni a részletekben. Nekünk tanároknak kell azonban felhívni a figyelmüket arra, hogy ez növeli az eredmény bizonytalanságát, de az átlátható kép kialakítása szempontjából hasznos.

## Tantárgyközi kapcsolat

	Földrajz	A három foglalkozás során a diákok maguk fedezhették fel, miként lesz egy látszólag kusza adathalmazból jól értelmezhető, egyértelmű információ, amivel jellemezni tudjuk a bolygórendszert. Ehhez segítségül hívtuk a földrajzon tanult ismereteiket, illetve az informatika és matematika eszközeit.
	Művészetek	A foglalkozásokat tovább bővíthetjük egy negyedik alkalommal, ahol a bennük kialakult képet jelenítik meg valamilyen alkotáson keresztül. Ez lehet vers, rajz, festmény vagy akár a mesterséges intelligenciát segítségül hívva egy leírás, jellemzés alapján képet generáltathatunk a vizsgált rendszerünkről. Ezáltal a művészetek – legyen az klasszikus vagy MI segítségével létrehozott – is bevonhatók a projektbe.
	Függelék	<p><b>Források, hivatkozások</b></p> <p>Szabó M. Gy. – Simon A. – Szalai T. 2011. Újdonságok az exobolygók világából. <i>Fizikai Szemle</i>. 61/7–8: 217.</p> <p>Horváth Zs. 2017. Exobolygók minden szinten. <i>Fizikai Szemle</i>. 67/3: 93.</p> <p>Ollé H. – Kovács T. 2020. Mi rejlik a fényképen, avagy fénygörbe analízise az osztályban. <i>Fizikai Szemle</i>. 70/9: 324.</p> <p>Mikulski Archive for Space Telescopes (<a href="#">Kepler Data Search &amp; Retrieval</a>) Excel-táblázat <a href="#">ZIP-fájl</a></p>

## 4. Képes fizika

STE(A)M-területek	matematika • fizika • technika • történelem • művészet
Kultúrák közötti kapcsolatok	A különböző kultúrákban kik és mit fedeztek fel a fizikában, technikában? Hol és mikor jelentek meg a fenti találmányok? Van-e szerepe a különböző kultúráknak az egyes felfedezések elsődlegességében? Milyen jövőképet jósolunk a felfedezések terén? Mit, kitől, mikor és hol várjuk a jövő tudományát?

## Összefoglaló táblázat

Tantárgyak	fizika • technika
Témák	Fontosabb törvények. Felfedezések tudománytörténeti hátterei.
Diákok kora	12-20 év
Tanóra/projekt időtartama	8×45 perc
Diákok száma	12 fő
Online tanítási eszközök	A megadott festményeket kisorsoljuk a személyek között. Mindenkinek jut egy. Egy esszét kell írniuk róla, a képi jelekből meg kell fejteni, hol és mikor vannak, milyen törvényeket, találmányokat fedeztek fel, milyen személyeket látnak a képen. Ezt követően beszámolnak társaik előtt. Második részben titkos szavazással kiválasztanak egy képet, majd közösen egy színelőadásban eljátsszák, amit a képen látnak, éreznek, sejtenek, tudnak. A végén az előadóval közös értékelés, konzekvenciák levonása.
Offline tanítási eszközök	Károly Simonyi 1986. <i>A fizika kultúrtörténete</i> . Budapest: Gondolat Kiadó. Werner Heisenberg 1978. <i>A rész és az egész</i> . Budapest: Gondolat Kiadó. Victor F. Weiskopf 1978. <i>Válogatott tanulmányok</i> . Budapest: Gondolat Kiadó. F. Brandel 1985. <i>Anyagi kultúra, gazdaság és kapitalizmus XV–XVIII. sz.</i> Budapest: Gondolat Kiadó. John és Mary Gribbin 2003. <i>A természettudományokról mindenkinek</i> . Akkord Kiadó. Felix R. Paturi 1991. <i>A technika krónikája</i> . Officina Nova.
21. századi kompetenciák	innováció • kreativitás • problémamegoldás • analitikus gondolkodás • aktív tanulás • kritikai gondolkodás • információs és kommunikációs technológiák • együttműködési készség
Tanulási célok	szaktudományos tudás megszerzése • az adott témakör mélyebb megértése • összefoglaló tudás szerzése • tanulói közösségek alakulásának segítése • előadói, írói, szervezői készségek fejlesztése • absztraháló képesség fejlesztése

## Projektterv

A gyakorlat elnevezése Képes fizika

### A megvalósítás menete

	<b>Kikérdezés</b>	<p>Mikor és hol alakult ki a tudomány?          Kik voltak a főbb képviselői?          Ki a kedvenc tudósod, miért őt választottad? Mit tudsz róla?          Ki a kedvenc feltalálód, miért őt választottad? Mit tudsz róla?          Van-e közös része a fizikának és a technikának, ha igen, akkor mi lehet az?          Van-e a hatása a tudománynak a társadalomra, ha igen, akkor mi?          Változtatott-e a tudomány a történelmen, mikor és hogyan?          Tudod-e hogyan alakul egy felfedezés vagy találmány sorsa?          Kell-e ihlet a tudósoknak, tudsz esetleg konkrét példát mondani?          Mit gondolsz, milyen felfedezések, találmányok fognak megjelenni a jövőben?          Milyen hatással lesznek ezek a mindennapi életünkre?          Te találtál-e már fel valamit? Ha igen, mit és mikor?</p>
	<b>Ötletelés</b>	A diákok ötleteinek összegyűjtése.
	<b>Előkészítés</b>	<p>Alapanyagok beszerzése (a képek reprodukciói, papír, toll, esetlegesen ruhaanyagok kosztüm és díszlet készítéséhez, hurkapálcák, szigetelőszalag).</p> <p>Papír, toll a rövid esszé megírásához. Színdarab jelmezeihez különböző ruhaanyagok, kalapok stb. Tárgyak, találmányok készítéséhez hurkapálca, ragasztó.</p>
	<b>Szemléltetés</b>	Az esszék megírása, majd a festmény reprodukciókon való szemléltetése. 12 rövid előadás (10 percesek) szemléltetése.
	<b>Terv</b>	Az esszék alapján beleélhetjük magunkat a kor felfedezőinek társadalmi környezetébe, megismerkedhetünk a környezetük adottságaival, szükségleteivel, igényeivel és összehasonlíthatjuk napjainkkal azokat.
	<b>Felfedezés</b>	A projekt lényege, hogy felfedezettő módszerrel ismerik meg a tanulók a fizika törvényeit, a „hands-on mind-on” módszer pedig egy mélyebb megértést, maradandóbb tudást eredményez.
	<b>Feljegyzés</b>	A diákok az eredményeiket összehasonlítják az előzetes sejtésekkel és megfogalmazzák tapasztalataikat.
	<b>Reflexió</b>	<p>Miért egyeznek meg vagy különböznek az előzetes sejtések és a tapasztaltak?</p> <p>Valóban szoros a kapcsolat a tudomány és társadalom között?</p> <p>Hogyan hat ez a tudás vissza a mindennapi életünkre?</p> <p>Milyen érzés átélni a felfedezés örömét?</p>
	<b>Bemutató</b>	A festmények alapján elsajátított tudás alapján 1 konkrét festmény vizuális anyagát dolgozzák fel színdarabként. Maguk választják ki, kiket jelenítenek meg (akár több szereplőt is), közösen írják, rendezik-szervezik a darabot. Később egyéb helyeken is előadhatják az alkotásukat, esetleg szövegkönyvet írnak, vagy videófelvételt készítenek munkájukról.

	Projekttermék	Mindenkihez került egy reprodukció, amelyet hazavihetnek, akár elcserélhetik, ha más a kedvencük. Ha készül szöveggönyv, DOCX-formában elkerül minden tanulóhoz. Az egyéni esszéket összesítjük és mindenkihez elkerül, ahogy a reprodukciók digitális változatai is. Videó a színdarabról.
	Terv	Az esszék alapján beleélhetjük magunkat a kor felfedezőinek társadalmi környezetébe, megismerkedhetünk a környezetük adottságaival, szükségleteivel, igényeivel és összehasonlíthatjuk napjainkkal azokat.
	Újratervezés	Adjunk elegendő időt a tanulóknak, hogy újratervezzék a folyamatokat és módosítsák a beszámolójukat!

### Állomások

	Tudományos állomás	A tudomány magában foglalja a gondolkodást, a megfigyelést, a kísérletezést. Fontos az előzetes sejtések megfogalmazása, a tapasztalatok megosztása. A világ tudománytörténeti és társadalmi kérdéseinek megfogalmazása, megválaszolása. Adatok összegyűjtése, felírása és előadása. Eszközök: jegyzetfüzet, számítógép, toll, mobiltelefon.
	Kutatóállomás	Önálló felfedezés a tudományok és a társadalom kapcsolatában. Pl. megváltoztatta-e az ipari forradalom a társadalmat? Mivel? Miért csak akkor fogadnak el egy elméleti összefüggést a fizikában, ha kísérletileg igazolták? Mikor kell sokat várni az igazolásra? Tudsz rá példát mondani? Eszközök: iPadok, könyvek, térképek, enciklopédiák, tabletek, számítógépek, szépirodalmi és ismeretterjesztő könyvek.
	Technológiai állomás	Elektronikai technológia: számítógépek, tabletek, okostelefonok, interaktív tábla, digitális kamera. Hagyományos technológia: hurkapálcák, szigetelőszalag, papír, ruhaanyagok, kalapok, egyéb kéznél lévő használati tárgyak.
	Mérnöki állomás	Mérnöki eszközök és anyagok: hurkapálcák, szigetelőszalag, filctoll.
	Művészeti és dizájnállomás	Művész és dizájn kellékek: ruhaanyagok, kalapok, egyéb kéznél lévő használati tárgyak, festményreprodukciók.
	Matematika-állomás	Matematikai eszközök: <ul style="list-style-type: none"> <li>• sorsolás kockákkal,</li> <li>• fizikusok matematikával való kapcsolatának keresése.</li> </ul>
	Felvevő állomás	Színdarab felvétele mobiltelefonnal, majd közvetlen utána lejátszása.
	Tapasztalatok	A projektet követően a diákokkal együtt közös értékelés, a tapasztalatok és a további ötletek, tervek megbeszélése.
	Függelék	<b>Linkek</b> <a href="#">A reprodukciók digitális képeinek helye (OneDrive)</a> <a href="#">Tudománytörténeti érdekességek, esszék (OneDrive)</a>

## **Videók**

15 technikai vívmány, ami megváltoztatta a világot

[15 Emerging Technologies that Will Change the World \(YouTube\)](#)

A tudomány és technológia 10 legbefolyásosabb alakja

[Top 10 Influential Figures in Science and Technology \(YouTube\)](#)

## **Vita**

A jóslatok, előzetes kérdések megvitatása, helyességének igazolása vagy cáfolása. A 13. kép (a jövő képe) gondolati befejezése, ugyanis erről hiányoznak a hírességek és a felfedezések.

## **Csoportmunka**

Színdarab tervezése, szerepek és feladatok kiosztása, akár kisebb csoportra osztásban, majd egyesítve.

A színdarab lejátszása a csoportban.

## **Kísérletek**

A kiosztott hurkapálcák és szigetelőszalaggal be kell mutatni a fontosabb kísérleteket demonstrációs célból, ezek kialakítása nagyfokú kreativitást igényel. A környezetükben található eszközöket is bevonhatják.

## 5. pARTicle physics

STE(A)M-területek	fizika • matematika • tervezés • művészet
Kultúrák közötti kapcsolatok	Az atomelméletek (világnézet) közötti különbségek, művészetek ismerete.

## Összefoglaló táblázat

Tantárgyak	fizika • művészet • matematika
Témák	Részecskefizika.
Diákok kora	12-20 év
Tanóra/projekt időtartama	12×45 perc
Diákok száma	8-10 fő
Online tanítási eszközök	<a href="#">Dr. Oláh Éva Mária: Bevezetés a részecskefizikába</a> <a href="#">Dr. Oláh Éva Mária: Játékos részecskefizika</a> <a href="#">Oláh Éva Mária: Építsünk részecskefizikát</a>
Offline tanítási eszközök	Oláh Éva Mária 2017. Építsünk Részecskefizikát! <i>Nukleon</i> . X: 203. Oláh Éva Mária 2018. Játsszunk részecskefizikát! In Polonyi Tünde – Abari Kálmán. <i>Pszichológia-Pedagógia-Technológia</i> . Budapest: Oriold és Társai Kiadó. 375–382.
21. századi kompetenciák	innováció • kreativitás • problémamegoldás • analitikus gondolkodás • aktív tanulás • kritikai gondolkodás • információs és kommunikációs technológiák • együttműködési készség
Tanulási tevékenységek	szaktudományos tudás megszerzése • az adott témakör (Particle Physics) mélyebb megértése • tanulói közösségek alakulásának segítése • manuális készségek fejlesztése • absztraháló képesség fejlesztése • művészi érzék fejlesztése

## Projektterv

A gyakorlat elnevezése	pARTicle physics
------------------------	------------------

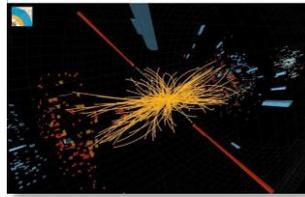
## A megvalósítás menete



Előzetes kérdések	Miből áll a Világegyetem? Az ókori görögök mennyit tudtak? Mik voltak az atomelmélet fejlődésének lépései? Melyek az elemi részecskék? Hogy tudjuk bemutatni a láthatatlan részecskéket? Honnan jöttünk, miből vagyunk, hová tartunk? Mit tudunk az additív színkeverésről? Mit tudunk a kiegészítő színekről?
-------------------	---

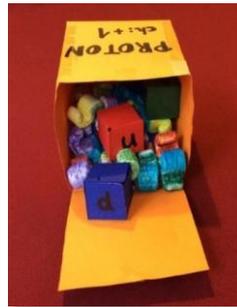
	<p>Miért 6 fajta kvark létezik?          Mire tudjuk használni a dobókockát (hexaéder)?          Mi a közös a fizikában és a festészetben?          Mik azok a neutrínók?</p>
	<p>Ötletelés</p> <p>A diákok ötleteinek összegyűjtése.</p>
	<p>Előkészületek</p> <p>Alapanyagok beszerzése (színes kartonpapír, olló, ragasztó, filctoll, vonalzó, hungarocell, ecset, festék).          Sablonok kivágása.          Adatok felrajzolása a kockákra, testek összeragasztása.          Muffinok megsütése, cukorkák összegyűjtése.          Hulahopp karika.          Színes papírok.</p>
	<p>Bevezetés</p> <p><b>1.</b> REGARD kutatócsoport logójának bemutatása: a fizikában szimmetriák vannak, a szimmetria szép.</p> <p><b>2.</b> Milyen egy jó fizikatanár esernyője?</p> <p><b>3.</b> A fizika és a festészet találkozása (<a href="#">Stonawski–Fülöp 2020</a>). Stonawski Tamás és Fülöp Csilla cikke alapján bemutatni néhány párhuzamot híres alkotások felhasználásával.</p> <div data-bbox="753 1012 1053 1176" data-label="Image"> </div> <p style="text-align: center;">1. ábra</p> <p><b>4.</b> Mit kell tudnunk a CERN-ről? Verssel és fotóval illusztráció.</p> <p><b>5.</b> Particle Zoo bemutatása, ötlet figyelemfelkeltés céljából.</p> <div data-bbox="746 1400 1056 1579" data-label="Image"> </div> <p style="text-align: center;">2. ábra</p> <p><b>6.</b> A híres gyorsító (Large Hadron Collider).</p> <div data-bbox="746 1736 1056 1937" data-label="Image"> </div> <p style="text-align: center;">3. ábra</p>

7. Láthatatlan részecskék szimulációkkal (=művészeti alkotások?).



4. ábra

8. A proton és a neutron belső szerkezetének a bemutatása. Protonkocka felbontása.



5. ábra

9. A kvarkok elektromos törtöltése. Hányféle kvark létezik?

**Kvarkokból összesen 6-féle van**

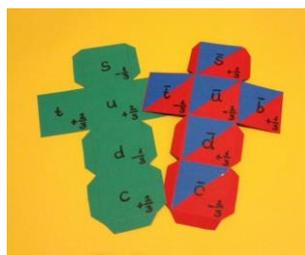
$m=E/c^2$  (eV?)

magyar név	angol név	jelölés	nyugalmi tömeg (GeV/c <sup>2</sup> )	elektromos töltés (e)
Fel	Up	<i>u</i>	0,0015-0,005	2/3
Le	Down	<i>d</i>	0,017-0,025	-1/3
Bájos	Charm	<i>c</i>	1,1-1,4	2/3
Ritka	Strange	<i>s</i>	0,06-0,17	-1/3
Felső	Top	<i>t</i>	165-180	2/3
Alsó	Bottom	<i>b</i>	4,1-4,4	-1/3

Még szerencséd, mert így...

6. ábra

10. 6 féle kvarkkocka elkészítése, a kockák oldalaira filctollal (megfelelő sorrendben) ráírni a kvarkok angol neveinek kezdőbetűit és elektromos töltéseit.



7. ábra

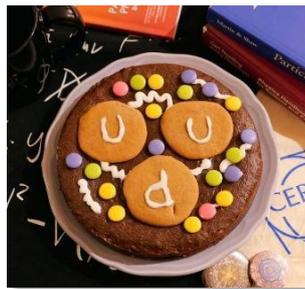
11. Nukleonok felépítésének bemutatása.



8. ábra

12. Színes kartonpapírokra felírni a kvarkok nevét és kiosztani, majd keresse mindenki a „párját”, rendeződjenek nukleonok szerint (például egy hullahopp karikába álljanak a tanulók).

13. Protonmuffin: az előre elkészített muffinokhoz kitenni kis tálakba tubusos ételfestéket, Smarties cukorkákat, linzer körlapokat. A muffinokat fel kell díszíteni a nukleonok belső szerkezetét bemutatva, majd meg lehet enni.



9. ábra

14. Kvarkok és antikvarkok: előre elkészített kvark és antikvark kockák segítségével a részecskék és antirészecskék közti különbségek felfedezése.



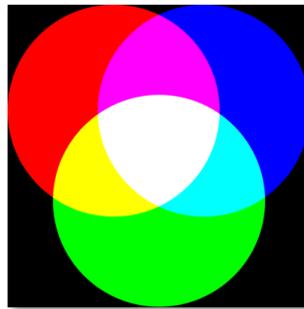
10. ábra

**15.** Részecskék és antirészecskék: a fa és papír kockakészlettel felépíteni részecskéket, de ehhez szorosan hozzátartozik a színek és antiszínek megismerése.



11. ábra

**16.** Barionok és mezonok összeállítása a megtanult szabályok (törvények) szerint. Csak fehér hadron létezik!



12. ábra

**17.** Gluonok, közvetítő részecskék: fehér színű hungarocell „kukacok” festése aszerint a kvantumszíndinamikai szabály szerint, amely kimondja, a gluonok is színt és antiszínt tartalmaznak, mint a mezonok, de soha nem fehérek!



13. ábra

**18.** Játékos megtanuláshoz speciális gummycukor (Haribo) használata, evése.



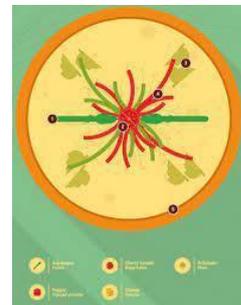
14. ábra

**19.** Radioaktív bomlás modellezése. Béta-bomlás nyárs.



15. ábra

**20.** Higgs-bozon pizza: recept tanulás, hogyan készítsünk házilag pizzát, amelyik a Higgs-bozon egyik bomlását ábrázolja a rátett zöldségek segítségével.



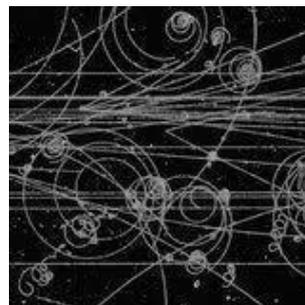
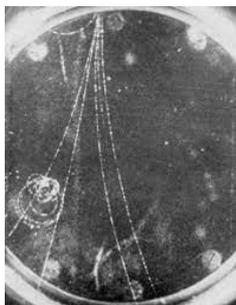
16. ábra

**21.** Részecskenyomok: Artistic laboratories ([Fermilab](#))



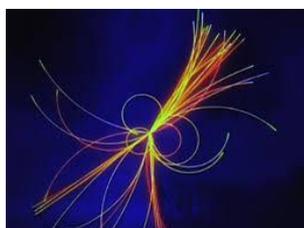
17. ábra

**22.** Diffúziós ködkamra, buborékkamra, gázdetektor, részecskedetektor felvételek bemutatása, elemzése.



18. ábra

**23.** Részecskenyomok rajzolása saját ötlet alapján a kiosztott lapokra a már megismert bomlási folyamatok alapján.



19. ábra



Jóslat

A gluonok nem fehérek.  
A kvarkok elemi részecskék.  
A fehér nem egy szín.  
A részecskék láthatatlanok.



Tervezés

A részecskék bemutatásán keresztül a mikrovilágban zajló folyamatok megértése önálló, aktív tanuláson keresztül.  
A művészi, gasztronómiai alkotásokon keresztül a mikrovilágban zajló folyamatok iránti érdeklődés felkeltése.



Felfedezés

A projekt lényege, hogy felfedezettő módszerrel ismerik meg a tanulók a fizika törvényeit, a „hands-on mind-on” módszer pedig egy mélyebb megértést, maradandóbb tudást eredményez.  
A részecskefizika művészetekkel való összekapcsolása növeli a motivációt.



Prezentálás

A diákok az eredményeiket összehasonlítják az előzetes sejtésekkel és megfogalmazzák tapasztalataikat.



Reflexió

Miért egyeznek meg vagy különböznek az előzetes sejtések és az tapasztaltak?  
Valóban elemiek-e a kvarkok?  
Csak háromfajta béta-bomlás létezik?  
A gluonok tényleg nem fehérek?  
Mi alkotja a nukleonokat?  
Hogyan lehet szemléltetni a bomlási folyamatokat?



Tudás-  
megosztás

A kockakészlet segítségével a tanulók bemutatják a nem elemi (összetett) részecskék felépítését, fizikai folyamatokat, törvényeket.  
Prezentáció formájában összefoglalják az eredményeiket.  
Az elkészített produktumokat összehasonlítják, elemzik.

	Eredmény	Iskolai újságban, szakfolyóiratban publikálják a tanulási folyamatokat és az eredményeket.
	Újratervezés	Adjunk elegendő időt a tanulóknak, hogy újratervezzék a folyamatokat és módosítsák a beszámolójukat, ha nem egyeznek a szakirodalmi leírásokkal!

### Állomások

	Természet-tudomány	A tudomány magában foglalja a gondolkodást, a megfigyelést, a kísérletezést. Fontos az előzetes sejtések megfogalmazása, a tapasztalatok megosztása. A világ működésével kapcsolatos kérdések megfogalmazása, megválaszolása. Adatok összegyűjtése, a bomlási egyenletek felírása. Eszközök: papírkockák, jegyzetfüzet, számológép, toll, színes papír.
	Kutatás	Önálló, felfedezés a mikrovilág folyamataiban. Pl. a proton és a neutron nem elemi részecske. A hadronok fehérek, de a gluonok nem. Tömeg-energia ekvivalencia. Eszközök: iPad, könyvek, térképek, lexikonok, tablet, számítógép.
	Technológia	Elektronikus eszközök: számológép, számítógép, okostelefon, interaktív tábla, digitális fényképezőgép. Egyéb eszközök: olló, ragasztó, filctollak, kartonpapír, vonalzó, ételek.
	Műszaki terület	Műszaki eszközök és anyagok: kartonpapír, táblafilc, vonalzó.
	Művészet és tervezés	Művészet és tervezés hozzávalók: ecset, olló, kartonpapír, ételfesték (tubusos), ételek (rizs), színes tinták (pipettával), filctollak, vonalzó, kávéfilter, üvegtányérok, papírpoharak, fólia, gumigyűrű, festékek, műanyag flakonok, zseníliazsalak, színes zselés cukorkák.



20. ábra

A rizsszemek segítségével egy fekete műanyag lapon tervezhetnek. Kipróbálhatják a szemek rezgés miatti elrendeződését.



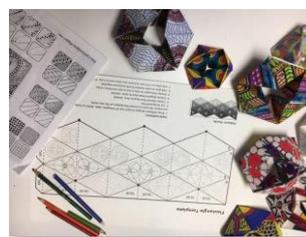
21. ábra. [Color Mixing on Coffee Filters – The Kitchen Table Classroom \(Pinterest\)](#).  
Kávéfilter megfestése



22. ábra. [Festés \(Pinterest\)](#)  
Szimmetria-aszimmetria



23. ábra. [Flexangle STE\(A\)M Art Project: Fusing Math and Art \(Pinterest\)](#)



24. ábra. [Flexangle STE\(A\)M Art Project: Fusing Math and Art \(Pinterest\)](#)

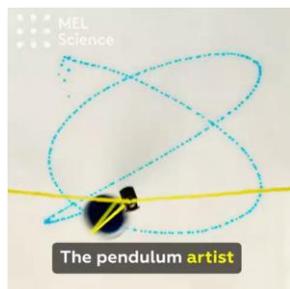
Erre a sablonra tervezhetnek ételeket. Mindig más lesz a „mintázat”, ahogyan forgatják a sablont.

Hogyan építsünk atommodelleket cukorkából, zseníliazárlból?

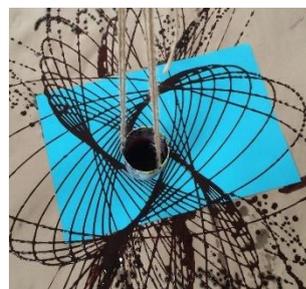


25. ábra [How to Build Atomic Models \(Pinterest\)](#)

Vagy festék segítségével.



26. ábra. [The pendulum artist \(Pinterest\)](#)



27. ábra. [Full STE\(A\)M Ahead \(Pinterest\)](#)

Liquid Light Show – A színes tinták keveredését figyelhetjük meg, ebbe be lehet vonni az akusztikát.

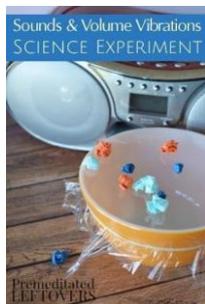


28. ábra. [Liquid Light Shows: 4-6th Grade \(Pinterest\)](#)



29. ábra. [Liquid Light Lab \(Pinterest\)](#)

A hang erősségének megfigyelése.



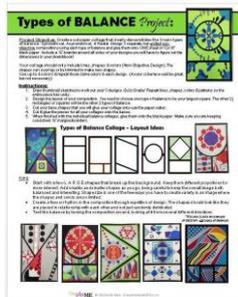
30. ábra. [Sound and Volume Vibrations Science Experiment for Kids \(Pinterest\)](#)

Az ötletek, receptek, minták gyűjtése pedig ebben a kis összehajtható könyvben lehetséges: [How to make an Explosion Book/Squash Book \(YouTube\)](#)



31. ábra

Szimmetria vagy aszimmetria a művészetben.



32. ábra. [Types of Balance Cut Paper Collage Art Project \(Pinterest\)](#)



33. ábra. [Types of Balance Cut Paper Collage Art Project](#)

	Matematika	Matematikai eszközök: számológép, vonalzó, dobókocka.
	Prezentáció	Memo-kártyák, toll, vázlatpapír, kamera.
	Tapasztalatok	A projektet követően a diákokkal együtt közös értékelés, a tapasztalatok és a további ötletek, tervek megbeszélése.
	Függelék	<p><b>A projekt részletes leírása nyomtatható sablonokkal együtt megtalálható</b>  <a href="#">Dr. Oláh Éva: Részecskefizika szakkör</a></p> <p><b>Linkek</b>  <a href="#">Dr. Oláh Éva Mária: Játsszunk részecskefizikát!</a>  <a href="#">Dr. Oláh Éva Mária: Játékos részecskefizika</a>  <a href="#">Oláh Éva Mária: Építsünk részecskefizikát</a>  <a href="#">Stonawski Tamás – Fülöp Csilla 2020. Mit jelent a tér a fizikának és a művészetnek? Fizikai Szemle. 2020/4.</a>  <a href="#">Fermilab</a>                      Kvantum színdinamika (QCD) <a href="#">Quantum Chromodynamics (QCD) (YouTube)</a></p> <p><b>Elemzés</b>                      A jóslatok, előzetes kérdések megvitatása, helyességének igazolása vagy cáfolása.</p> <p><b>Csoportmunka</b>                      Előkészítési feladatok szétosztása 2-3 fős csoportokban.                      Az egyes feladatok csoportok szerinti felosztása.                      A produktum elkészítése kicscsoportokban.                      A bemutatók elkészítése csoportokban.</p> <p><b>Kísérletek</b>                      Protonkocka „kiöntése”.                      Kvarkkockák elkészítése.                      Antirészecskék összeállítása.                      Gluonok festése, cukorkák válogatása.                      3 fajta béta-bomlás bemutatása a megmaradási törvényeken keresztül.                      Hadronizáció.                      Nukleonok építése, feldíszítése.</p>

## 6. Az aranymetszés

STE(A)M-területek	matematika • fizika • biológia • tervezés • művészet
Kultúrák közötti kapcsolatok	Az aranymetszés egy kitüntetett arány? A különböző kultúrákban mit tartanak szépnek, arányosnak? Mennyire vagyunk szépek, arányosak?

## Összefoglaló táblázat

Tantárgyak	matematika • biológia • művészet
Témák	Másodfokú egyenlet, arányok, átlag és szórás számítása.
Diákok kora	12-20 év
Tanóra/projekt időtartama	8×45 perc
Diákok száma	8-10 fő
Online tanítási eszközök	Stonawski Tamás 2013. Az aranymetszés az európai festészetben. In Juhász András – Tél Tamás (szerk.). <i>A fizika, matematika és művészet találkozása az oktatásban, kutatásban: Nemzetközi konferencia magyarul tanító tanárok számára.</i> Budapest. 89–96. Stonawski Tamás 2021. Az aranymetszés és más arányok: a tudomány és a művészet kölcsönhatása. <i>Fizikai Szemle.</i> 71 /7–8: 262–266.
Offline tanítási eszközök	Fernando Corbalán 2019. <i>Az aranymetszés.</i> London: Eaglemoss Ltd. Kovács Rita 2023. <i>Aranymetszés.</i> Prae Kiadó. Falus Róbert 2001. <i>Az aranymetszés legendája.</i> Budapest.
21. századi kompetenciák	innováció • kreativitás • problémamegoldás • analitikus gondolkodás • aktív tanulás • kritikai gondolkodás • információs és kommunikációs technológiák • együttműködési készség
Tanulási tevékenységek	szaktudományos tudás megszerzése • az adott témakör mélyebb megértése • tanulói közösségek alakulásának segítése • manuális készségek fejlesztése • absztraháló képesség fejlesztése • művészi érzék fejlesztése

## Projektterv

A gyakorlat elnevezése	Az aranymetszés
------------------------	-----------------

## A megvalósítás menete



Előzetes kérdések	Arányos-e a Világegyetem? Ki és mikor fedezte fel ezt az arányt, és mire használta? Kik alkalmazták később másra is ezt az arányt? Honnan származik a $\varphi$ elnevezés?
-------------------	---

	<p>Hogyan kapcsolódik Fibonacci a témához, van-e köze a névválasztásához?</p> <p>Ki adta az aránynak az aranymetszés vagy isteni arány elnevezést?</p> <p>Ki vetette fel az esztétikával való tudományos kapcsolatát és ki mérte először ezt?</p> <p>Milyen példát találtak a természetben az aranymetszésre?</p> <p>Mi a másodfokú egyenlet megoldóképlete?</p> <p>Hogyan számolunk átlagot és szórást?</p> <p>Van-e a szépség és az arányosság között kapcsolat?</p> <p>A szépséghez rendelhető-e egy kitüntetett arány, ha igen, hogyan lehet eldönteni?</p>	
	Ötletelés	A diákok ötleteinek összegyűjtése.
	Előkészületek	Alapanyagok beszerzése (gumiszalag, mérőszalag, olló, filctoll, kartonlap, gémkapocs). Téglalapok kivágása. Gumiszalagok méretre vágása, filctollal a $\varphi$ arány berajzolása. Téglalapok egymásba csúsztatása, gémkapocssal való rögzítése.
	Bevezetés	Az aranymetszés néhány szerkesztési eljárásának bemutatása. Az arany csigavonal készítése. Aranyháló szerkesztése, jelentősége ld. később. Téglalapok arányainak változtatásával megtalálni az ideális arányt. A gumiszalaggal ellenőrizni a köldök helyzetét és más domináns testarányt. PowerPoint segítségével az aranyháló illesztése fényképekre.
	Jóslat	Van kapcsolat az aranymetszés és az esztétikum között, de nem túl szoros. Van kapcsolat a növényi elrendezések, az ásványok és művészeti alkotások között. Megjelenik a fizikában is.
	Tervezés	A tanult matematikai fogalmak és jártasságok alkalmazásával megvizsgálhatjuk az aranymetszés és az esztétika közötti kapcsolatot. Majd kiterjesztjük a körülöttünk lévő világi objektumokra.
	Felfedezés	A projekt lényege, hogy felfedezettő módszerrel ismerik meg a tanulók a fizika törvényeit, a „hands-on mind-on” módszer pedig egy mélyebb megértést, maradandóbb tudást eredményez. A matematika művészetekkel való összekapcsolása növeli a motivációt.
	Prezentálás	A diákok az eredményeiket összehasonlítják az előzetes sejtésekkel és megfogalmazzák tapasztalataikat.
	Reflexió	Miért egyeznek meg vagy különböznek az előzetes sejtések és az tapasztaltak? Valóban kitüntetett arány az aranymetszés? Különbözik-e más valamiben is matematikailag a többi aránytól? Hol lehet ezt a tudást alkalmazni?
	Tudás- megosztás	A mérési eredményeiket táblázatba foglalják, átlagot és szórást számítva grafikonok is ábrázolják azokat. Prezentáció formájában összefoglalják az eredményeiket. Iskolai újságban, szakfolyóiratban publikálják a tanulási folyamatokat és az eredményeket.

	Eredmény	A plasztikázott téglalapok, további mérésekre is alkalmas gumiszalagok. Az aranyháló digitális formában továbbra is rendelkezésükre áll, később is vizsgálódhatnak saját és internetes fényképeken, műalkotásokon. Prezentáció. Szöveges dokumentum. Videó.
	Újratervezés	Adjunk elegendő időt a tanulónknak, hogy újra tervezzék a folyamatokat és módosítsák a beszámolójukat, ha nem egyeznek a szakirodalmi leírásokkal!

### Állomások

	Természet-tudomány	A tudomány magában foglalja a gondolkodást, a megfigyelést, a kísérletezést. Fontos az előzetes sejtések megfogalmazása, a tapasztalatok megosztása. A világ működésével kapcsolatos kérdések megfogalmazása, megválaszolása. Adatok összegyűjtése, a $\varphi$ arány felírása. Eszközök: papír téglalapok, jegyzetfüzet, számológép, toll, színes papír.
	Kutatás	Önálló felfedezés az aranymetszés és a testarányok kapcsolatában. Pl. a testmagasságot hol osztja az aranymetszés? Miért egy speciális téglalapot alkalmaznak bankkártyának? Mit jelent a szépérvék? Eszközök: iPad, könyvek, térképek, lexikonok, tablet, számítógép.
	Technológia	Elektronikus eszközök: számológép, számítógép, okostelefon, interaktív ábla, digitális fényképezőgép. Egyéb eszközök: olló, gémkapocs, kartonpapír, mérőszalag, gumiszalag, filctoll.
	Műszaki terület	Műszaki eszközök és anyagok: gémkapocs, kartonpapír, mérőszalag, gumiszalag.
	Művészet és tervezés	Művészet és tervezés hozzávalók: ecset, olló, kartonpapír.
	Matematika	Matematikai eszközök: számológép, vonalzó.
	Prezentáció	Memo-kártyák, toll, vázlatpapír, kamera.
	Tapasztalatok	A projektet követően a diákokkal együtt közös értékelés, a tapasztalatok és a további ötletek, tervek megbeszélése.
	Függelék	<p><b>Linkek</b></p> <p><a href="#">Dr. Stonawsky Tamás: Az aranymetszés az európai festészetben</a></p> <p><a href="#">Dr. Stonawsky Tamás: Az aranymetszés és más arányok</a></p> <p><a href="#">Tamas Stonawski – Imre Beszeda: Golden Ratio and Other Relations</a></p> <p><a href="#">Stonawski Tamás: Az aranymetszés és más arányok</a></p> <p><a href="#">Stonawski Tamás – Balla Csaba: Az aranymetszés középiskolai alkalmazása</a></p> <p><b>Videó</b></p> <p><a href="#">Mi az az aranymetszés? (YouTube)</a></p> <p>Az aranymetszés misztikuma <a href="#">Quantum Chromodynamics (QCD) (YouTube)</a></p>

[The Golden Ratio \(why it is so irrational\) – Numberphile \(YouTube\)](#)

### **Összegzés**

A jóslatok, előzetes kérdések megvitatása, helyességének igazolása vagy cáfolása.

### **Csoportmunka**

Előkészítési feladatok szétosztása 2-3 fős csoportokban.

Az egyes feladatok csoportok szerinti felosztása.

A produktum elkészítése kicscsoportokban.

A bemutatók elkészítése csoportokban.

### **Kísérletek**

Téglalap-szépségverseny zsűrizése előre megadott téglalapok alapján.

Téglalapplasztika (téglalapok nyújtása az ideális arányig).

Köldök- és egyéb testarányok mérése, kiértékelése.

Arcok és műalkotások arányainak mérése, kiértékelése.

