



LÉGY MIKROTUDÓS! MUNKAFÜZET



Folyófelderzés és tudományos kutatás mikrotudósoknak

Készült az Európai Unió finanszírozásával. 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.



**Az Európai Unió
támogatásával**

LÉGY MIKROTUDÓS!

MUNKAFÜZET

A folyószennyezés egy része szabad szemmel láthatatlan. Ez azonban nem jelenti azt, hogy ne lenne hatással az életünkre. A mikroműanyagok megismerése, a műanyag műveltség elterjesztése érdekében indult útjára a Légy Mikrotudós (Be a Microscientist!) nevű kezdeményezés. Célunk, hogy a fiatalokban felébresszük a kíváncsiságot, és növeljük ellenálló képességüket mindenféle szennyezés, különösképpen a műanyagok káros hatásaival szemben.

Munkafüzetünk interaktív feladatokon keresztül, egyszerű eszközökkel és játékos formában mutatja meg, hogyan függ össze környezetünk épsége és az egészségünk, miként lehetnek a legkisebb dolgok is hatalmas hatással az ökoszisztémára, és az élővilág szerves részét képező emberekre. A gyerekek kifinomult érzékszerveik és néhány technikai eszköz segítségével fedezhetik fel a természet apró csodáit, benne saját szerepüket és hatásukat. Saját szemükkal látják a szennyezés formáit, és dolgoznak ki megoldásokat a probléma megoldására. A munkafüzet a Tiszta Tisza Tankönyvsorozat kiegészítő eleme. Háttéranyagokért, további izgalmas feladatokért és óravázlatokért látogass el az oktatási anyagainkat összefoglaló weboldalra:

www.tisztatisza.eu



A PET Kupa mobil laborjában digitális mikroszkóp segítségével folyik a mikroműanyag vizsgálat. Fotó: Géczy Anna

ÜDV A FEDÉLZETEN LEENDŐ MIKROTUDÓSOK!

PlastiX kapitány vagyok, petkalóz. Célom a folyók és tengerek megtisztítása a műanyagtól, és a műanyag műveltség elterjesztése. Ahogy a kalózok egy térképpel a kezükben indulnak a titkos kincs felfedezésére, úgy a tudományos kutatók is hasonló módon, célzottan keresnek új ismereteket. A tudományos felfedezés igazi kincse nemcsak a megfigyelésekben és az elméletekben rejlik, hanem a saját gondolataitokban és egyéni meglátásaitok alapján elért eredményekben is. Az ismeretekhez vezető utat mutató "térképet" ezen a munkafüzeten keresztül találjátok meg. A kincsestérkép értelmezéséhez egy kódra lesz szükség, ami nem más, mint a kíváncsiság.

Minden kutató kíváncsi, és minden kutatómunka kérdésekkel kezdődik.

A tudományos kutatásban, ahogyan a kincsvadászatban is, csak azok előtt tárulnak fel az igazán értékes felfedezések, akik nyitott szemmel és elmével keresnek. Ehhez egy különleges "kincsesládára" lesz szükségetek: ez nem más, mint az elmétek, amit folyamatosan megtölthettek új gondolatokkal, tapasztalatokkal és érzésekkel. Mert a legnagyobb kincs, amit gyűjthetünk, az maga a tudás.

Nyissátok hát ki elméteket, és vágjatok bele a kutatás kalandjába!



Mielőtt belekezdzenétek a munkába, érdemes jó alaposan elmélyülni a témában.

Ebben segítenek a kérdések és a kalózjegyzet.

A hajónaplóban gyűjthetitek össze az eredményeket és a konklúziót.

Minden feladat a kincsesláda kinyitásával kezdődik. Nézzétek meg, mire lesz szükségetek a feladat elvégzéshez, és horgonyt fel!

A kutatás lépéseit és irányát mutatja meg a navigátor.



TARTALOMJEGYZÉK

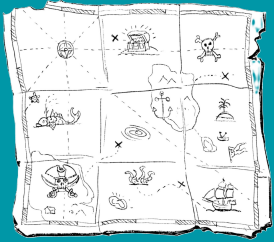


1. ÉRZÉKSZERVEINK, MINT NAGYÍTÓK
2. A FOLYÓK TITKOS ÉLETE
3. A SZENNYEZÉS LELEPLEZÉSE
4. MIKROMŰANYAG RIVALDAFÉNYBEN
5. KÉPZELT RIPOORT EGY FELMOSÓRONGGYAL
6. MIKROSZÁLAKON A TENGERIG
7. AZ ÁRULKODÓ SÓ
8. ARANYÁSÓK NYOMÁBAN
9. AZ UTCA EMBERE ÉS A MIKROMŰANYAG
10. ÖNTSÜNK TISZTA VIZET A POHÁRBA
11. A MIKROSZEMCSÉK ÚTJA A FOLYÓIG
12. BÓNUSZ FELADAT: A TUDOMÁNY MINDENKIÉ





A természetben töltött idő feltölt, megnyugtat és inspirál. Virágzó cseresznyefák, háttérben az áltéri erdő. Nagykőrű, Magyarország. Fotó: Pálvölgyi Krisztina



KINCSES TÉRKÉP

"Nézz a természet mélyére, és mindent jobban fogsz érteni!"

Albert Einstein

Hasznos háttérinformáció található a kalózjegyzetekben.

Mikroműanyag határozó segít eligazodni a parányi részecskék világában.



A Kincsesláda rejtja az információt, hogy milyen eszközökre lesz szükség a feladatok elvégzéséhez.



Tantermi és terepi feladatok várnak rátok, melyeket a következő jelölések különböztetnek meg:



Tantermi feladatok



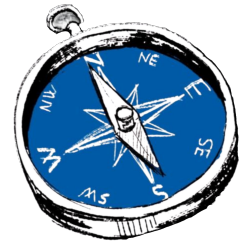
Szabadtéri feladatok



A feladat nehézségét fekete evezők jelölik: 3 nehézségi fokozat van.



TÁJOLÓ



A természetnek csak részei vagyunk, nem az egésze!

Ez a kulcsmondat annak felismerésében, hogy minden, amit a természetben és a természettel teszünk, azt végső soron önmagunkkal tesszük. Állandó kölcsönhatásban vagyunk a levegővel, az éghajlattal, a talajjal, a növényzettel, az állatvilággal, illetve a felszíni és felszín alatti vizekkel.

Vizsgáljuk meg a kapcsolódást a környezetünkkel az érzékszerveinken keresztül!

Milyen új dolgokat lehet így megismerni a természetben? Figyeljük meg, hogy az érzelmeinkre milyen hatással van ez a kapcsolódás.

Az érzékszerveink az elsődleges forrásai a környezetünk és a természet megismerésének. Segítenek észlelni a hangokat, színeket, formákat, ízeket, illatokat, valamint a hőmérsékletet és a tárgyak felszínét. Ezáltal az érzékszerveink segítenek bennünket abban, hogy tájékozódjunk a világ rejtelseiben, ismereteket gyűjtsünk a minket körülölelő környezetről, valamint gazdagítják a mindennapi élményeinket.

Ezt az érzékszervek általi megfigyelést a tudomány nyelvén **empirikus kísérletnek** is hívhatjuk.

A természetet alkotó élő- és élettelen világ nem csupán szoros kapcsolatban vannak, de kommunikálnak is egymással. Például a hangokat nem csak az állatok használják, így a mennydörgés a viharra figyelmeztet, míg a morajló föld földrengést, vagy vulkánkitörést jelez. A környezetünket átszövik a hangok, illatok, színek és textúrák. Vannak, amelyeket könnyű észrevenni, mások elbújnak a többi mögött. De ha jól figyelünk, akkor mi is érzékelhetjük azt a sok-sok jelet, ami körülöttünk kavargog.



A folyó számtalan ajándékkal lát el minket.

Ezeket azonban csak akkor élvezhetjük hosszú távon, ha odafigyelünk rá és felelősen bánunk vele. Ha elszennyezzük a folyókat, akkor nemcsak magát a folyót károsítjuk, hanem saját jövőnket is veszélyeztetjük. A felelőtlen emberi tevékenység korlátozza a folyók által adott ajándékok elérhetőségét, ezért közös felelősségünk, hogy megőrizzük őket.

A 20. század második felében ökológusok kezdték el tudományos módszerekkel vizsgálni, hogy a természet milyen ajándékokat nyújt, milyen javakat szolgáltat az ember számára. Ezeket hívják összefoglalóan **ökoszisztéma szolgáltatásoknak**, amelybe az élő és az élettelen környezet is beletartozik.

Összességében az ökoszisztéma szolgáltatás fogalma abból a felismerésből származik, hogy az ember és a természet elválaszthatatlan egységet alkot, és a természeti rendszerek fennmaradása kulcsfontosságú az emberi jólét szempontjából.



ÖKOLÓGIA



Ellátó szolgáltatások: A folyók tiszta vizet biztosítanak az iváshoz, az öntözéshez és táplálékot adnak.

Szabályozó szolgáltatások: A folyók a vizet a tájban szállítják, a nagy víz-körforgásba kapcsolódva. Hűsítő hatásukkal mérséklik a környezet felmelegedését.

Támogató szolgáltatások: A folyók életteret biztosítanak rengeteg élőlénynek, például halaknak, madaraknak és növényeknek. Emellett hozzájárulnak a talaj tápanyagainak szállításához is.

Kulturális szolgáltatások: A folyók nem csak szép látványt nyújtanak, de inspirálják a festőket, a költőket, valamint kiránduló- és pihenőhelyeket is biztosítanak. Gondolj csak egy csendes evezésre!

A folyók sokkal többet tesznek értünk, mint gondolnánk. Ha van a közeletekben folyó, ha nincs, akkor is részesültök ezekből az ajándékokból.

Minden cseppért hálásak lehetünk.



LÁSSUK MILYEN JELLEGŰ FELADATOK VÁRNAK RÁTOK!

MEGFIGYELÉS

A figyelem összpontosításával egy ismeretlen világ tárulhat fel előttünk.

KUTATÁS

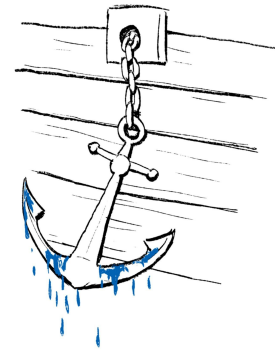
A témában való elmélyülést a minél szélesebb körből származó információ begyűjtése segíti elő.

LABORMUNKA

Az osztályterem laborrá változik izgalmas laboratóriumi eszközök segítségével.

HORGONYT FEL!

A természet legfőbb jellemzője a körforgás és az egyensúlyra való törekvés.



A természet egy rendkívül összetett rendszer, amely kémiai, fizikai és biológiai folyamatok mentén működik. A természethez tartoznak az élőlények (növények, állatok, gombák, baktériumok stb.) és élettelen környezetük (pl. hegyek-völgyek, kőzetek, talajok és vizek). Ezt az összetett rendszert hívjuk ökoszisztémának, aminek az élő és élettelen környezeti tényezők mellett az ember is a része. Minden egyes apró alkotóelem fontos, hiszen hatással vannak egymásra, minden összefügg mindennel.

Az emberiség fejlődése szorosan összefügg a természet megfigyelésével. Az ősi időkben az emberek a csillagok mozgását követve határozták meg az idő múlását, a növények és állatok viselkedését tanulmányozva fedezték fel a mezőgazdaság alapjait, és a természeti erők megértésével alkották meg az első eszközöket. A természet törvényeinek felismerése vezetett el a tudományos felfedezésekhez és a technológiai újításokhoz. Az emberi civilizáció minden nagy lépése – a hajózás, a repülés, az energiaforrások felfedezése – a természet megfigyeléséből és utánzásából született.

A természetben töltött idő mentális egészségünk számára rendkívül fontos. Itt találunk megnyugvást, feltöltődést és harmóniát.



A rejtvény abban rejlik, hogy hogyan tudjuk láthatóvá tenni a láthatatlant. Azaz megpróbáljuk láthatóvá tenni a nem látható vizet, a vízzel kapcsolatos érzéseket és mindazt a jót, amit a víz számunkra biztosít.

Fotó: Pesti Balázs



ÉRZÉKSZERVEINK, MINT NAGYÍTÓK

TEREPI FELADAT



Kérdések:

- Melyik érzékszervünkkel mit érzékelünk?
- Előfordult már veletek olyan, hogy egyikőtök meghallott vagy meglátott valamit, amikor a többiek még nem látták vagy hallották azt a dolgot?
- Tudtok olyan állatokat mondani, melyeknek valamelyik érzékszerve nagyon fejlett?
- Lehet, hogy az érzékszerveink, ha hallgatunk rájuk, akkor felnagyítanak apró jeleket a környező természetből?

KINCESLÁDA

ESZKÖZÖK ÉS KELLÉKEK



- ☐ SAJÁT MAGATOK ÉS A JELENLÉTTEK
- ☐ FIGYELMEK, ÉRZÉKSZERVEITEK
- ☐ PLÉDEK, AMIRE LE TUDTOK ÜLNI
- ☐ HAJÓNAPLÓ

MEGFIGYELÉS

A cél annak felismerése, hogy a természet nem egy távoli hely, ami nehezen elérhető.

A természet része az iskolakert, egy városi zöldterület, de a természet bennünk is ott van.

KALÓZJEGYZET



Mikrotudósaink többsége fiatal és egészséges diák, kiváló látással, szaglással, tapintással és hallással felfegyverkezve.

Az első fejezetben az érzékszerveket vesszük sorba, és kiderítik, mire képesek igazán.

Ehhez tudományos módszereket alkalmaznak. Annak érdekében például, hogy kiderüljön, mire képes a fül, be kell csukni a szemet.

Vajon érzékszerveinknek milyen rejtett képességei vannak, és mik a korlátai?

Kiderül a következő feladatból!





NAVIGÁTOR



1. Válasszatok ki egy szabadtéri helyszínt. A legjobb, ha egy közeli vízpartot kerestek, ami csendes, távol van a város és a forgalom zajától. De a helyszín lehet akár az iskolaudvar egy eldugott sarka, vagy egy közeli park is.
2. Beszéljétek meg, hogy mit vártok a kísérlettől! Mit fogtok érezni a bőrön keresztül? Mit fogtok hallani? Minek az illatát érezhetitek? Mit fogtok látni.
3. A kiválasztott helyszíntre érkezve helyezkedjétek el egy körben, álljatok kényelmes távolságra egymástól. Ha az időjárás engedi, akkor vegyétek le a cipőtöket, hogy a talajt és a fűvet is érezhessétek a lábatok alatt (ezt csak az tegye meg, akinek nem okoz kellemetlenséget). De ha nem hideg a föld, akkor le is ülhetnek. A lényeg: érezzétek magatokat kényelmesen!
4. Mielőtt nekilátnátok a feladatnak, csukjátok be a szemeteket, vegyetek egy mély levegőt, és lassan fújjátok ki. Képzeljétek el, hogy minden zaj és rohanás eltűnik. Csak ti vagytok, a környezet, és az, amit felfedezni készültök. Nincs semmi sietség, teljes a figyelem. A feladat vezetője irányítja ezt a figyelmet, és minden állomáson elidőzhetnek egy kicsit.
5. Kezdjük a tapintással. A tapintást nem csak a tenyerünkön, az ujjainkon keresztül tapasztalhatjuk, hanem teljes testünkkel. A szél simogatása, a nap melege, a talpunk alatt érzett talaj mind ehhez az érzékeléshez tartozik. Figyeljétek meg, hogy hol tapasztaljátok a tapintás útján történő érzékelést! Ez milyen érzéseket vált ki belőletek?



NAVIGÁTOR



- Következzen a szaglás. Figyeljete az orrotokra, a szélre és a levegőre, amelyek az illatokat és a szagokat szállítják. Kövessétek gondolatban a levegő útját, és fedezzétek fel, hogyan kapcsol össze titeket a levegő távolabbi területekkel, a természettel, és egymással. Lélegezzetek lassan, mélyen és figyeljétek meg ezt az áramlást. Tudatosítsátok, hogy a tüdőtökbe áramló friss levegő oxigént tartalmaz, ami minden sejtetekhez eljut. Figyeljete az illatokra. Csupott szemmel képzeljétek el honnan jönnek, milyen színek és formák kapcsolódhatnak hozzájuk. A levegőben található pára, apró vízcseppek szintén megtalálhatóak a testetekben. Ugyanúgy, ahogy a felettetek lévő felhőkben, és a folyóban, tengerben is. Mindenkiben van egy csepp az óceánból, még ha sohasem járt a partján, akkor is. A vízmolekulák a víz körforgásán át kötik össze az embert a mindenséggel.
- Térjünk át a hallásra, de maradjunk a levegőnél. A levegő nem csak illatok, hanem hangok szállításáért is felelős. Figyelmeteket irányítsátok a füleitekre, illetve arra, hogyan érzékelitek a hangokat. A hang rezgés, és nem csak a fülünkkel halljuk, hanem egész testünkkel érzékeljük. Figyeljétek meg milyen intenzitással érkezik hozzátok az inger. Melyik hang jött a legközelebről, és melyiket érzitek a legtávolabbinak. Maradjatok teljes csendben 1-2 percig, és közben számoljátok össze, mennyiféle különböző hangot hallotok! Mely hangok származnak emberi tevékenységből, és melyek a természeti környezetből?
- Az utolsó érzékszerv, amit bevetünk, az a szem, vagyis a látás. Óvatosan nyissuk ki a szemünket, úgy, hogy előtte azt felmelegített, összedörzsölt tenyerünkkel lefedjük (hogy ne vakítson el a napfény) és lassan nyissuk csak ki. Keressétek meg egymás tekintetét, és utána nézzetek körül. Figyeljétek meg újra a körülöttetek lévő tájat, területet, és találjátok meg mihez tartoznak a korábban hallott hangok és illatok. Milyen különleges színeket vagy alakokat látsz, amit eddig észre sem vettél?

HAJÓNAPLÓ



Minél többször végzitek el ezt a kísérletet, annál több dolgot fogtok érzékelni: olyan, mintha a természet összebarátkozna veletek, elkezdene felétek apró jeleket küldeni és lassan feltárná a titkait előttetek.

Szedjétek össze párat azok közül az érzések közül, amiket megtapasztaltatok a folyóparton!

Ezeket írjátok fel kis papírdarabokra, és tegyétek be egy befőttesüvegbe!

Helyezzétek a hálabefőttest egy jól látható helyre az osztályban. Ha bárkinek rossz kedve van, és szeretnétek emlékeztetni rá, hogy milyen csodák veszik körül, akkor vegyetek ki egy cetlit, és beszélgetsetek róla. Ahogy a természetben minden apró részecske hatással van a nagy egészre, nincs ez másként az emberek lelki állapotát tekintve sem. A közösség egyensúlya olyan, mint egy lánc vagy maga a folyó: ha valaki szomorú, az mindenkit érint, ahogy a folyó is összeköti a forrásvidéket, a településeket és a tengert. Amikor viszont sikerül szomorú társatokat felvidítani, az örömmérzet mindenki hangulatára pozitívan hat. Az öröm nemcsak jó érzés, hanem az egészségünk szempontjából is fontos!



FOLYÓK TITKOS ÉLETE

TANTERMI FELADAT



Kérdések:

- Mit gondoltok, mi mindent köszönhetünk a folyóknak?
- Milyen folyamatokban vesznek részt?
- Hogyan tud kapcsolódni az ember a folyókhoz?
- Van olyan emberi tevékenység, ami azt mutatja, hogy függünk a folyóktól?
- Mit adhat számunkra egy folyó?

KINCSESLÁDA

ESZKÖZÖK ÉS KELLÉKEK



- ☐ JEGYZETFÜZET
- ☐ JÓ MEGFIGYELŐKÉPESSÉG
- ☐ INTERNET ELÉRÉS A KUTATÁSHOZ
- ☐ ISKOLAI KÖNYVTÁR
- ☐ HAJÓNAPLÓ



KUTATÁS

Folyófigyelő küldetés, és kalandozás a víz útján.
Az ökoszisztéma szolgáltatások feltérképezése.

KALÓZJEGYZET



Miután megismerkedtek érzékszerveik által nyújtott lehetőségekkel és a korlátaikkal is, a mikrotudósok kiterjesztik látókörüket! Tudatosítják magukban, hogy a folyó nem azonos azzal a rövid folyószakasszal, amit szabad szemmel belátnak. A folyó egy sokkal nagyobb rendszer része, ami az égen vonuló felhőktől egészen a tengerekig nyújtózik. De mit jelent az konkrétan az adott iskolára, adott településre nézve? Honnan érkezik a folyó két partja közt áramló víz és merre megy tovább? Útja során mi mindent nyújt a partján élő növényeknek, állatoknak és embereknek?

Vizsgáljátok a folyót azokon az ökoszisztéma szolgáltatásokon keresztül, amit a Tájéolóban megismertetek.

Az **ellátó** szolgáltatásoknál végigkövethetitek a táplálékláncot az apró folyami planktonoktól a rovarokon át a madarakig, emlősökig.

Kulturális szolgáltatás vizsgálatánál kiindulhattok abból is, hogy milyen hatással van rátok a folyó látványa, a csendes csobogás, a vízpart illata. Írjátok le ezeket az érzéseket!

Kutatásokban térjete ki azokra a versekre, mesékre, festményekre vagy zeneművekre is, amelyeket a folyó ihletett!



Izgalmas felfedezéseket hozhat, ha a Föld ökoszisztémáját összehasonlítja a saját testetek működésével. A **szabályozó** szolgáltatások tanulmányozásakor keressetek hasonló összefüggéseket! Mi történik a testekben, amikor megbetegszetek, és milyen folyamatok indulnak el a természetben egy szennyezés kapcsán? Mindkét esetben az egyensúly helyreállítása a cél. Az immun-rendszerekhez hasonló "őrszolgálat" létezik a természetben is. A ragadozók segítenek kordában tartani a zsákmányállataik populációját. Így például megakadályozhatják hogy a növényevők vagy rágcsálók túllegeljék a növényzetet, tehát a ragadozók ezzel az egész rendszer egyensúlyát fenntartják. Ilyen ragadozók a katicabogár lárvái is, amelyek a levéltetvekre vadásznak, így segítenek megóvni a veteményt.

Mi a helyzet ezzel az egyensúllyal a folyókban? Kik végzik az őrszolgálatot a tengerekben?A támogató, vagy más néven **fenntartó** szolgáltatások révén valósul meg a vízkörforgás. Kövessétek a víz útját halmazállapotokon át és kontinenseken keresztül. Utazzatok térben és időben együtt a vízzel.



NAVIGÁTOR



1. Alkossatok csoportokat (max. 4 csoportot)! Minden csoport kapjon egy-egy ökoszisztéma szolgáltatást, a hozzá tartozó példákkal.
2. Jöhet egy kis kutatás! Ha van rá lehetőségetek, akkor az internet segítségével járjatok utána mit is találtok az adott szolgáltatással kapcsolatban.
 - Keressetek példát arra, hogy a vízmolekula útját követve (az óceánoktól a felhőkön át a folyókig) az adott szolgáltatás hogy jelenik meg.
 - Használhatjátok a sulis könyvtárát is, ha internet nem áll rendelkezésetekre.
 - Beszéljétek meg, hogy kinek milyen gondolatai és érzései vannak a témában.
 - Kell egy kis mozgás! Hozzatok a folyót a terembe egy esőjátékkal! Nézzétek meg, hogyan csinálják a petkalózok.

A kis herceg című regény írója, Antoine de Saint-Exupéry "Az ember földje" című művében ezt írta:

"Tudod, mi a víz? A víz nem pusztán kémiai képlet, hanem maga az élet. Felelős vagy azért, amit megmentesz, amit megosztasz. A víz nemcsak oltja a szomjat, hanem a lélek forrásává is válik."

A szolgáltatásszerű, kategóriákba sorolt megközelítés hibásnak tűnhet, miután tanulmányoztátok a folyók ajándékait, hiszen ugyanaz a jelenség megjelenhet több szolgáltatásban is.

Az igazság az, hogy minden természeti érték szoros átfedésben van, ahogy a természet rendszere is egy nagy összefüggő rendszer, melynek elemei hatással vannak egymásra. Nem lehet egymástól függetlenül értelmezni sem az alrendszerek működését, sem az őket alkotó elemeket, ahogy nem lehet csupán egy szolgáltatási kategóriába sorolni egyiket sem.

HAJÓNAPLÓ



Használjátok a kalózközösség adatbázisát!

Az összegyűjtött információt a www.riversaver.eu weboldalra tudjátok feltölteni, valamint a többiek eredményeit megismerni.

Legyünk bárhol a világban, a folyó láthatatlan szálakkal összekapcsol minket!

A hét generáció elvéről hallottatok már?

Ez egy ősi amerikai őslakos bölcsesség szerint minden döntést úgy kell meghozni, hogy annak hatásait ne csak a jelenre, hanem a következő hét generáció életére is figyelembe vegyük. A fenntartható fejlődés is hasonló elvek, és célok mentén lett megfogalmazva.

Meséljetez erről a bölcsességről a felnőtteknek is, és emlékeztessétek őket, hogy minden döntésük a ti jövőtöket is befolyásolja.

Ezentúl minden döntésetek előtt gondoljátok végig, hogy annak milyen hosszú távú hatásai vannak!



A SZENNYEZÉS LELEPLEZÉSE

TANTERMI FELADAT



Kérdések:

- Milyen folyó folyik a környezetedben? Honnan ered és hová igyekeznek?
- Hogyan segíti az életünket a folyó? Hogyan hasznosítja a társadalom a vizét?
- Milyen természetes és mesterséges anyagok lehetnek a folyók vizében?
- Vajon védelemre szorulnak-e a vízfolyások?

KINCESLÁDA

ESZKÖZÖK ÉS KELLÉKEK



- ATLASZ, TÉRKÉP
- INTERNETELÉRÉS
- HAJÓNAPLÓ
- KREATÍV ESZKÖZÖK POSZTEREKHEZ
- (SZÍNES CERUZA, PAPIR, RAGASZTÓ, OLLÓ STB.)
- BEFŐTTES ÜVEG

KUTATÁS

Válasszatok ki egy folyót,
amit felfedezhettek!
Minden apró részletet
derítsetek ki róla, azt is,
hogymi mindent ad
nektek!

KALÓZJEGYZET



A természeti környezethez tartozik az élővilág, a légkör, a domborzat, a talajok, a kőzetek, és az ezeket összekötő vízrendszer. Az ember számára meghatározó a természeti környezet, hiszen meghatározza azt, hogy milyen táplálékot eszünk, milyen erőforrásaink vannak, és persze az egészségünkre és a jólétünkre is hat. A folyók, patakok és tavak szerepe a természeti környezetben kiemelkedő, hiszen sokféle módon jelen vannak az életünkben, és számtalan módon segítik a jólétünket. De ahhoz, hogy a folyók nyújtotta lehetőségek hosszútávon fenntarthatók legyenek, és sokáig élvezhessük a folyók és tavak által nyújtott előnyöket, nekünk is tennünk kell: meg kell értenünk és védenünk a vizeinket!

Gondolatban és térképen kövessük végig a hozzánk legközelebbi folyó útját, és fedezzük fel, hogyan kapcsolódunk hozzá! Képzeljük el, milyen tájak mentén fut, és hogy az ott lakók hogyan befolyásolják a folyó életét, illetve a folyó hogyan befolyásolja az ő életüket!

Miután megismerkedtek a folyók adományaival, a Mikrotudósok figyelme az emberek "adományai" felé fordul. Tudatosítják magukban és egymásban, hogy az ember milyen sokféleképpen tudja befolyásolni a folyók életét.



Lelepleződik az igazság: a szennyezés száz és százféle módon éri el a folyókat, ezek közül sokkal az élő rendszer megbirkózik, mások viszont alaposan próbára teszik az élővizeket. A sok látható szennyezőforrás mellett vajon milyen láthatatlan szennyezésekkel kell szembenéznünk, amik akár egészségünket is veszélyeztetik?

A XXI. században sajnos már nincs olyan gyerek, aki nem látott volna vízen úszó PET palackot. A palack jól látható vészjelzést küld a világnak, hogy a vizeket szennyezik. Sokan azt gondolják, a PET palack az igazi probléma. De a Mikrotudósok nem dőlnek be a látszanak, tudják, hogy a PET palack csak a jéghegy csúcsa: tisztában vannak vele, hogy a szennyezés nemcsak szabad szemmel látható formában ér el minket. Sorra veszik a láthatatlan formában érkező veszélyeket, foglalkoznak a légszennyezéssel, a porral és zajjal. Időt szentelnek a stressznek, a fényszennyezésnek is. Ezután ezt a listát kivetítik a folyóra. Rájönnek, hogy az emberek sokszor tudatosan, máskor tudatlanságból szennyezik a vizeket. A mikroműanyag jól illeszkedik ezeknek a szennyezéseknek a sorába. Csak úgy lehet megállítani, ha tudatosítjuk magunkban, hogyan keletkezik, hogyan vándorol a természetben, és mi történik vele, hogyan befolyásolja mások életét.

De milyen utat jár be a mikroműanyag a világban?



NAVIGÁTOR



1. Készítsetek interjút a szülőkkel, vagy helyi lakókkal arról, hogy a település életében milyen szerepet tölt be a folyó. Mit tudnak a történetéről és jelentőségéről? Gyűjtsetek a folyóval kapcsolatos érzelmeket. Ehhez az [érzelemtérkép](#) is segítséget nyújthat.
2. Térképek segítségével határozzátok meg a folyó útvonalát, és készítsetek jegyzeteket az alábbi szempontok alapján, majd készítsetek táblázatot a begyűjtött adatokról. A táblázat egyes oszlopaiba kerüljenek a folyó főbb szakaszai (pl. felső, középső szakasz). A sorokba pedig egy-egy jellemző tulajdonsága (pl. mellékfolyók, nagyobb települések, védett területek, és szennyeződésének forrásai).
3. Kereséshez használjátok az internetet vagy a könyvtár könyveit! Járjatok utána irodalmi (pl. versek, mesék és novellák) és művészeti alkotásoknak (pl. festmények, zene, szobor), amelyek megmutathatják, hogy mások mit gondolnak a folyóról!
4. Készítsetek rajzot, posztert vagy digitális illusztrációt, ami bemutatja a folyó természeti értékeit és fenyegető veszélyeit, a folyó mentén lévő településeket és a művészeti inspirációkat.
5. Írjatok levelet a folyóhoz, amelyben megszólítjátok és kifejezitek gondolataitokat a védelmével kapcsolatban!

HAJÓNAPLÓ



Gondjátok át, és vitassátok meg a következő kérdéseket!

- Milyen kapcsolatot találtatok a folyó állapota és az emberi tevékenység között?
- Hogyan lehetne csökkenteni a folyó szennyeződését?
- Hogyan képzelitek el a jövőtöket a folyó partján? Hogyan fog változni néhány évtized múlva?

Osszátok meg gondolataitokat a kalózközösséggel!

Helyezzétek a hálabeföttet egy jól látható helyre az osztályban. Ha bárkinek rossz kedve van, és szeretnétek emlékeztetni rá, hogy milyen csodák veszik körül, akkor vegyetek ki egy cetlit, és beszélgetsetek róla. Ahogy a természetben minden apró részecske hatással van a nagy egészre, nincs ez másként az emberek lelki állapotát tekintve sem. A közösség egyensúlya olyan, mint egy lánc vagy maga a folyó: ha valaki szomorú, az mindenkit érint, ahogy a folyó is összeköti a forrásvidéket, a településeket és a tengert. Amikor viszont sikerül szomorú társatokat felvidítani, az örömméret mindenki hangulatára pozitívan hat. Az öröm nemcsak jó érzés, hanem az egészségünk szempontjából is fontos!



HORGONYT LE!



Kössetek ki egy kis időre, hogy megpihenhesetek, és a kincseket feltölthessétek a központi kalózraktárba.

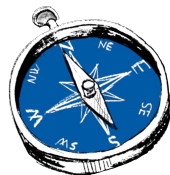
A kikötőben a hajónaplóban gyűjtött adatokat feltölthetitek a központi mikrotudós adatbázisba. Engedjétek az információt tova a hullámok hátán!

Nézzétek meg, hogy a többi mikrotudós milyen szelet kapott a vitorlájába, és merre sikerült elnavigálni a hajójukat a tudomány tengerén

Lehet, hogy közös küldetések, új felfedezések vagy akár egy nagyobb flottává kovácsolódás vár rátok!

www.tisztatisza.eu

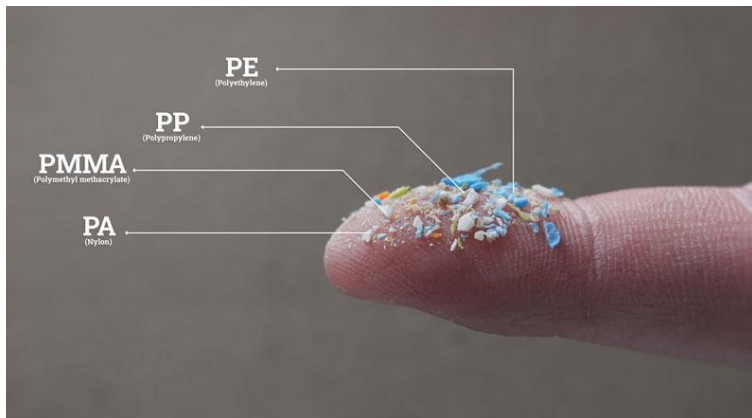
TÁJOLÓ



Kutatómunkára hívunk benneteket.

Igazi detektív munka következik, hiszen a kutatók, akárcsak a detektívek nyomokat keresnek, megfigyelnek, következtetéseket vonnak le.

Alig észrevehető, vagy szabad szemmel egyenesen láthatatlan mikro-nyomokat keresünk.



Ahogy műanyagból is sokféle létezik, így a mikroműanyag szennyeződés is különféle méretű, és típusú részecskéket tartalmaz.



A szennyezés sokszor számunkra láthatatlan formában jut el hozzánk - gondolatok a dízelüst koromszemcséire! De ez csak a szemünknek láthatatlan: amint a szemünk erejét megnöveljük például nagyító vagy mikroszkóp segítségével, a láthatatlan is láthatóvá válik. A mikroműanyagok is rejtőzködő szennyezési formák, igyekeznek minden lehetséges módon elbújni a kíváncsi szemek elől. De ez nem azt jelenti, hogy nem léteznek!

A mikrotudósok fő eszközei: a kíváncsiság, a technika, és a felkészültség. A mikrotudósok csapatban dolgoznak, felosztják a feladatokat. Eredményeiket közlik és megosztják közösségükkel, nemcsak az iskola falain belül, de azon kívül is.

De mit is keresünk valójában?

Ahhoz, hogy megértsük a mikroműanyag fogalmát, először arra kell megkeresnünk a választ, hogy mik azok a műanyagok. Kezdjük az elején, és utazzunk egyet az időben.

A Föld több millió éves geológiai fejlődésének eredményeképp alakult ki az a **természeti erőforrás**, mely a műanyaggyártás alapjául szolgál. Valaha élt élőlények bomlásterméke, mely cseppenként vándorolt azokba a tározó rétegekbe, ahonnan ma a kitermelése folyik. Ezeket a tározókat olajcsapdának hívják, az erőforrás pedig a **kőolaj**, vagy más néven ásványolaj.

HORGONYT FEL!

IRÁNY ÚJRA A TUDÁS, ÉS A KALANDOK TENGERE!



Miután felfedezték a természetet maguk körül, és az is kiderült, hogy a műanyagok ott vannak saját testükön is, mikrotudósaink a környezetünkben megtalálható, de szabad szemmel nem, vagy alig látható műanyagrészesecskék nyomába erednek.

A tudományos kutatás folytatódik! De előtte nézzük meg mit is keresnek pontosan mikrotudósaink!

A mikroműanyagok 5 mm-nél kisebb szemcsék. Egy részüket tudatosan ilyen apróra gyártják (pl. fogkrémekhez, arcradírhoz), ezért ezeket elsődleges mikroműanyagoknak nevezzük. A mikroműanyagok többsége másodlagos, azaz nagyobb műanyagok aprózódásával keletkeznek. Például apró foszlányokra hullanak a nylon zacskók, kicsiny szálakra bomlanak a ruháink. A mikroműanyagok tehát nagyon apró méretük miatt könnyen kijutnak a környezetbe, és ott akár a levegőben könnyen “tovaszállnak”.

Tényleg mindenhol ott vannak? Ha szabad szemmel körülnézték, akkor láttok erre utaló jeleket?

A következő feladatokban különféle tantermi és szabadtéri kísérletekre invitálunk titeket. A küldetés akkor válik valódi tudományos kutatássá, ha a megfigyeléseitek során gyűjtött adatokat rögzítitek egy közösségi tudományos adatbázisban. Itt nemcsak a saját eredményeitek követhetitek nyomon, hanem más mikrotudósok felfedezéseit is megismerhetitek.

A környezetben található mikroműanyagokat ha alakjuk szerint csoportosítjuk, akkor kiderül, hogy több típusuk is van. Az alakjuk pedig utalhat az eredetükre is. A mikroszálak a szintetikus ruhákból vagy kötöző zsinórokból származnak. A foszlányok és töredékek eldobott zacskókból, PET-palackokról vagy egyéb műanyag tárgyról válnak le. A gömbök az arcradírból vagy fogkrémből kerülnek a szennyvízbe.

Sajnos a szennyvíztisztítók sem tudnak minden mikroműanyagot kiszűrni, így a tisztított vízzel mikroműanyag is kerül a folyóba. Ma már olyan sok mikroműanyagot termelünk, hogy mindenütt, a vízben, a levegőben és a talajban is megtalálhatók.



A műanyagokat eredetileg olyan olajipari melléktermékből gyártották, amelyeket ez az ipar már nem tudott felhasználni, így hulladékká váltak. Ezeket a melléktermékeket elkezdték hasznosítható tárgyakká alakítani, így alakult ki a műanyagipar, amelynek első terméke a bakelit volt 1907-ben. A bakelit után számos és újabb és újabb műanyagtípus jelent meg, és az élet egyre több területén kezdték el használni a műanyagokat.

Pozitív tulajdonságuk, hogy könnyűek és egyszerűen alakíthatóak. Ezért szinte azonnal alkalmazni kezdte őket a csomagoló ipar, ahol felváltották az üveg, fém és fa tárolókat. A világon a legtöbb műanyagot ma is a csomagolóipar használja, de az elmúlt évtizedekben gyártott mindennapi tárgyaink szinte mindegyike tartalmaz műanyagokat.

A probléma abból ered, hogy a már nem használt és hulladékká vált műanyagoknak csupán igen kis része, kb. tizede kerül újrahasznosításra a Földön. A többi hulladéklerakókba vagy égetésre kerül, és - sajnos sok esetben - a természetbe jut. A természetbe kijutó műanyagok hosszú időn keresztül nem tűnnek el, általában aprózódnak és bekerülnek a víz, és a levegő körforgásába. Ezzel veszélyeztetik nem csak az élőlények, de számos környezeti elem pl. a talaj, a folyók a tengerek, és ezeken keresztül az ivóvizünk és az élelmiszereink minőségét is.

A környezeti következmények ma már jól ismertek: a természetbe kikerülő műanyagokat egyes állatok tévesen táplálékként fogyasztják el, mások beleakadnak, megint mások fészkeikbe építik bele a műanyagszemetet. Az emberi egészségre gyakorolt hatásokat ma még alig ismerjük, de valószínűleg nekünk sem tesz jót ha az étellel, vagy a csapvízzel apró mikro- vagy nanoműanyagokat fogyasztunk.

Bakelit lemezek - Analóg formátumban tárolják a hangfelvételeket, és mechanikus lejátszással, tűvel olvashatók. Láttatok már ilyet?

A műanyagok olyan népszerűek lettek, hogy mára minden évben közel 500 millió tonnát gyártanak belőlük világszerte.

Egyes kutatások szerint ma már nem kerülhető el, főként a műanyag csomagolások népszerűsége miatt, hogy ha még kis mennyiségben is, de műanyagot fogyasszunk. Évente nagyjából egy bankkártyányi mennyiség kerül be a szervezetünkbe kisebb és nagyobb darabokban, véletlenszerűen (pl. PET palack darabokból, ruhákból).

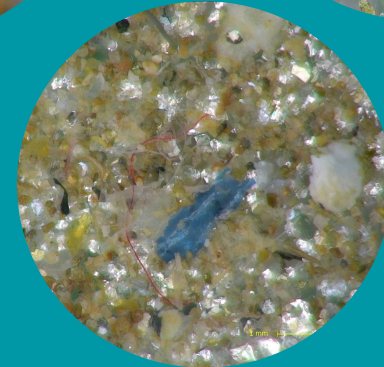
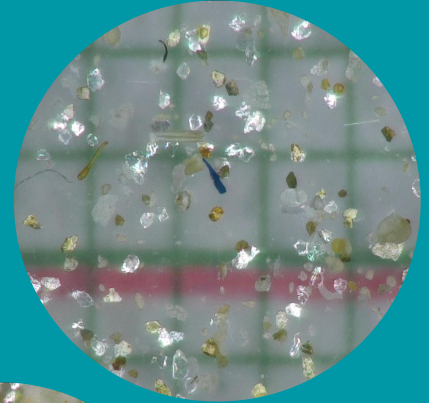


Mintavételezés során ismerkedünk meg a kutatás igazi izgalmával!

Érdekes laboreszközök segítségével a cél továbbra is: meglátni a láthatatlant



PET Kupa mobil labor akcióban
Fotó: Géczy Anna





MIKROMŰANYAG RIVALDAFÉNYBEN

TANTERMI FELADAT



Kérdések:

- Mik azok a mikroműanyagok?
- Hol találkozhattatok már velük?
- Szerintetek van-e a közvetlen környezetünkben (pl. a tanteremben, az iskolatáskában vagy a telefonon) mikroműanyag?
- Hogyan kerülhetnek ezek a részecskék a természetbe, például a folyókba és tavakba vagy a talajba?

KINCSESLÁDA

ESZKÖZÖK ÉS KELLÉKEK



- ❑ MŰANYAG TÁRGYAK A KÖRNYEZETÜNKBŐL (PL., KOPOTT PAPUCS, TÁSKA ALJÁN A SZÖSZMÖSZ)
- ❑ VONALZÓ
- ❑ NAGYÍTÓK, MIKROSKÓP
- ❑ UV LÁMPA
- ❑ MIKROMŰANYAG HATÁROZÓ
- ❑ HAJÓNAPLÓ

Megfigyelés

Miután megismerkedtek saját érzékszerveik képességeivel és korlátaival, mikrotudósaink a környezetükben megtalálható műanyagrészekké nyomába erednek!

KALÓZJEGYZET



Igazi tudományos kutatás kezdődik, ami sokban hasonlít a detektívmunkára, a nyomozásra. Mikrotudósaink a fokozatosság jegyében először saját lakókörnyezetükben, iskolájukban kezdik a munkát. A fő kérdés, van-e itt mikroműanyag, és ha igen, honnan került ide? A munkához a fiatal kutatók egy olyan eszközt alkalmaznak, ami ritkán téved: az UV-lámpát.

A színpadon a színész általában erős lámpák fényénél játszik, így jól látjuk arcának minden rezdülését. A színházi lámpák a Nap fényéhez hasonló fényt adnak, ami sok összetevőből áll. De van olyan lámpa is, ami csak egyfajta fényt ad ki, és sokszor használják nyomozásra.

A bankok és a pénzváltók az ultraibolya fényt kibocsátó UV lámpát használják például a hamis bankjegyek felismerésére. A mikrotudósok először pár papírpénzt vetnek vizsgálat alá. Miután megismerkedtek a mérőeszközzel, kezdődhet az igazi nyomozás mikroműanyag részecskék után.



Tudományos módszerrel minden lehetséges forrást meg kell vizsgálni, ezért a mikrotudósok saját magukkal kezdik.

Megvizsgálják saját ruhájukat, és meglepő felfedezésre jutnak. Némelyik póló és pulcsi UV fényben különös színekben tündököl.

Vajon miért?

Kiderül az első kutatásból!

Kövessétek a navigátort lépésről-lépésre!



NAVIGÁTOR



1. Vizsgáljátok meg egymás ruháját, saját ruhákat (pl. pulcsi, kabát), cipőtöket vagy műanyag eszközeiteket (pl. táska, tolltartó, vonalzó) nagyítóval, mikroszkóppal és UV-lámpával. Miben különbözik, ha nagyítóval nézzük őket, és miben más, ha UV lámpa fényénél? Milyen a ruhátok vagy az egyéb dolgaitok szerkezete? Van arra utaló jel, hogy ezek az dolgok lassan elkopnak? Töredeznek rajtuk a műanyag részek? A nyomok alapján leválhatnak róluk 5 mm-nél kisebb darabok?
2. Nézzetek körül az osztályteremben! Találtok mikroműanyag gyanús részecskéket? Használjatok nagyítót, az UV lámpát és a mikroszkópot a részletek megfigyelésére! Javaslat: nézzétek meg a táskátok alját, a terem és a polcok eldugott sarkait!
3. Honnan származhatnak az azonosított mikroműanyag szemcsék? Mérjétek le néhány darabkának a méretét vonalzó és mikroszkóp segítségével! (pl. a műanyag szemet helyezzétek milliméter-papírra, és így nézzétek meg a mikroszkópban)
4. Jegyzetkészítés és dokumentáció a hajónaplóba:
 - Készítsetek jegyzeteket és rajzokat arról, hogy mit találtatok!
 - Milyen típusú és mekkora részecskéket azonosítottatok? Ezek mikroműanyagok? Hogyan különböztettétek meg a mikroműanyagokat az egyéb szennyeződésektől?
 - Hol találtátok őket? Honnan eredhetnek a mikroműanyagok a környezetekben?
5. Megbeszélés:
 - Hogyan kerülhetnek a mikroműanyag részecskék a közvetlen környezetünkbe?
 - Hogyan kerülhetnek ezek a részecskék az élővizetekbe?
 - Milyen hatással lehetnek az élővilágra?
 - Mi az összefüggés a mindennapi szokásaitok és a mikroműanyag-szennyezés között?
 - Miért fontos a mikroműanyagok vizsgálata?

HAJÓNAPLÓ



Mit tanultatok a mikroműanyagokról, és azok hatásairól?

Ha voltak olyan érdekességek, ami különösen megérintett titeket, akkor arról készíttetek feljegyzést a hajónaplóba.

Tegyetek fogadalmat azzal kapcsolatban, hogy hogyan lehetne csökkenteni a műanyag használatot!

Vásároljunk kevesebb új ruhát vagy új iskolai eszközt, és próbáljunk a meglévőkre vigyázni, hogy minél tovább használhatók maradjanak!



KÉPZELT RIPORT EGY FELMOSÓRONGGYAL

TANTERMI FELADAT



Kérdések:

- Tudjátok-e, mi az a mikroműanyag?
- Szállnak e körülöttünk a levegőben mikroműanyagok?
- Találunk-e belőlük pár részecskét a padlón?
- Ha igen, akkor hogyan kerülhetett oda?

KINCSESLÁDA

ESZKÖZÖK ÉS KELLÉKEK



- FELMOSÓSZETT (VÖDÖR, FELMOSÓNYÉL FEJJEL)
- CSIPESZ, SZITA
- PETRICSÉSZE
- NAGYÍTÓK, ÉS MIKROSZKÓP
- UV LÁMPA
- HAJÓNAPLÓ

LABORMUNKA

A fő kérdés: van a tanteremben mikroműanyag? És ha igen, honnan? Kiderül a felmosóval készített interjúból!

KALÓZJEGYZET



Ahogy a tudósok használják a kérdőíveket, úgy kérdeznek, jegyzetelnek a nyomozók is. Mikrotudósaink kérdéseire a felmosó eleinte kéreti magát, de aztán megnyílik, és hosszú magyarázatba kezd. Elmondja, hogy hosszú évekre át minden ruha természetes anyagból - bőrből, lenvászonból, pamutból, gyapjúból, selyemből készült. Ez a műanyagok megjelenésével megváltozott, és az elmúlt pár évtizedben egyre több ruha készül mesterséges, szintetikus alapanyagokból. A felmosó tudja, hogy megváltozott a padlóról felszedett por összetétele, ugyanis a ruhák kopnak, a szövetek szálai lyukadnak, töredeznek.

A felmosó azt mondja, hogy a mikroműanyag megjelent a lakásban, az osztályban, és igenis ott van a padlón. Egy jó nyomozó nem hisz el mindent első hallásra.

Ti is vizsgáljatok meg egy kopott zoknit vagy pulcsit közelről. Ha még ez sem elég meggyőző bizonyíték, akkor kezdődjön a kutatás, és vizsgáljátok meg a felmosóvizet közelebbről, tudományos eszközökkel, megfelelő mintavételi módszert és mérőműszereket alkalmazva.

Ha jól végzitek a nyomozást, kiderül, igazat mondott-e a felmosó a vallomásában.

Jó kutatást, ifjú tudósok!

Lehet, hogy az iskola tiszta, de a víz biztosan rejtélyes!



NAVIGÁTOR



1. Mossátok fel a terem padlóját (ne olyankor, amikor sok sarat hordtok be). Gyűjtsétek be a mintát!
- Gondoskodjatok róla, hogy a minta ne legyen tele szennyeződéssel (pl. a nagyméretű hajszálakat vagy darabos szennyeződések szedjétek ki a csipesszel). -A felmosóvizet óvatosan öntsétek rá a szitára (a víz elfolyhat a mosdóba).
-A szitáról a mintát a csipesz segítségével helyezétek át egy tiszta Petri-csészébe, vagy nézzétek a szitaszövetet magát.
2. Húzzátok végig a nedves ujjatokat az ablakpárkányon és a polcokon. A kezetekről mossátok rá (óvatosan, kevés vízzel) az anyagot egy petri-csészébe, vagy ha több vizet használtok, akkor a szita fölött mossatok kezet és nézzétek meg, mi maradt fenn a szitaszöveten.
3. Figyeljétek meg nagyítóval a felmosóvízből és az ablakpárkányról származó mintákat!!
- Milyen szemcséket tudtok azonosítani szabad szemmel? Melyik honnan származik?
- Jegyezzétek fel a hajónaplóba, hogy mit találtok! Rajzoljatok is, ha valami érdekeset láttok.
4. UV-lámpás varázslat: vajon több minden kerül így a szemünk elé?!
- Kapcsoljátok le a lámpát, és világítsatok rá a mintákra UV-lámpával.
- Sok mikroműanyag UV-fényben világít, így lepleződik le! Jegyezzétek fel a hajónaplóba, ha valami érdekes dolgot láttok.
5. Mikroszkópos szuperfelfedezés!
- A petri csészét vagy a szitaszövetet tegyétek a mikroszkóp alá. Mit láttok?
- Keressetek apró szálakat, darabkákat, vagy akár csillogó szemcséket! Ezek lehetnek mikroműanyagok.
- Rajzoljátok le a hajónaplóba, amit találtatok, vagy készítsétek rövid jegyzetet a látottakról.



NAVIGÁTOR



6. Találjatok magyarázatot! Tapsztalataitokat jegyezzétek fel a hajónaplóba!
- Hogyan juthattak a mikroműanyagok a vízbe és a párkányra vagy a, polcokra?
 - Honnan származhatnak ezek a szemcsék? Jöhetnek a cipőtalpakról? Esetleg az iskolai szemetesből vagy műanyag használati tárgyakról?
 - Milyen műanyag tárgyak vesznek körül titeket? Ha megnézik a felszínüket (szabad szemmel és mikroszkóppal) látjátok-e, hogy darabok törtek le róla?
7. Merre utazik tovább a mikroműanyag?
- Hová szoktátok önteni a felmosóvizet az iskolában? Hova kerül az a víz, amivel lemossák a polcokat és párkányokat? Van csatornahálózat?
 - Ha van csatornahálózat, akkor járjatok utána, hogy hova szállítják a csövek a szennyvizet? Hol van a legközelebbi szennyvíztisztító üzem, és hogyan működik?
 - Hova jut a szennyvíztisztító által megtisztított víz?
8. Számoljunk tovább!
- Hány tanterem van az iskolában, ahonnan a tiétekhez hasonlóan mikroműanyagok kerülnek a szennyvízbe?
 - Hány iskola van a településen, ahol minden nap ugyanez megtörténik? Tippeljétek meg, hogy mennyi felmosóvíz kerül a csatornahálózatba, és onnan a szennyvíztisztító telepre a településen, ahol éltek.

Ez egy tudományos küldetés, de ne felejtsetek: mossatok kezet utána, és a kísérletekhez kérjétek felnőtt segítséget!

HAJÓNAPLÓ



Írjatok összefoglalót, ami bemutatja a nyomozások eredményét, és adjatok ötleteket arra, hogyan csökkenthetnétek a mikroműanyagok mennyiségét a felmosóvízben és a környezetben.

Ha megvan a megoldás, már csak egy kis odafigyelés kell.

Azt is gondoljátok át, hogy vajon a levegőben repkedő szemcsék hova juthatnak még el? Bejuthatnak a szervezetetekbe is?

A felmosóvízen kívül érdemes odafigyelni a mindennapi hulladéktermelésre is.

Nézzétek meg, hogyan csinálják a petkalózok! Meríthettek ötleteket, szerezhettek inspirációt a Folyómentő kézikönyv 3. kötetéből amiből azt is megtudhatjátok, hogy mi az a 9R, és hogy hogyan segít a környezettudatos életmód elérésében.



MIKROSZÁLAKON A TENGERIG

TANTERMI FELADAT



Kérdések:

- Melyikőtök kapott az elmúlt hónapokban új ruhát, cipőt vagy kabátot? Tényleg szükség volt rá, mert kinőtted az előzőt, vagy a divat miatt kaptál új ruhát?
- Szerintetek a sok új ruha megterheli a Földet? Milyen módon?
- Prüszkölt már valaki közületek, amikor levetette a pulcsiját? Vajon az orrotok milyen mikro-darabkát érzékelt?
- Ezt a darabkát pillanthatjuk meg egy kísérlet során.

KINCESLÁDA

ESZKÖZÖK ÉS KELLÉKEK



- ☐ SZITA
- ☐ BEFŐTTESÜVEGBE ÖSSZEGYŰJTÖTT MOSÓGÉPBŐL KIFOLYÓ VÍZ
(VAGY A SZÁRÍTÓGÉP SZŰRŐJÉN FENNAKADT ANYAG)
- ☐ NAGYÍTÓK, MIKROSKÓP
- ☐ UV LÁMPA
- ☐ PETRICSÉSZE
- ☐ HAJÓNAPLÓ

LABORMUNKA

Minden nap mikroszálak
milliárdjai indulnak útnak
a háztartásokból.
Eredjünk a nyomukba!

KALÓZJEGYZET



Miután bebizonyosodott, hogy a mikroműanyag ott van a levegőben és a padlón, felmerül a kérdés, vajon hogyan jut ki a környezetbe? Mikrotudósaink már egyre gyakorlottabbak a tudományos kutatásban, ezért képesek több módszert is kombinálni. Követik a ruhákat alkotó szintetikus részecskék útját a szennyeskosártól a mosógépig, és onnan - a szennyvízig.

Talán nem is gondoltátok volna, de a mikroműanyag kibocsátás legnagyobb részben a szintetikus ruháinkból érkezik a természetbe. Dédszüleink és az ő felmenőik még természetes anyagokból, azaz lenből, kenderből és gyapjúból készült ruhaanyagokat használtak. Ezek bár akkor is drágák voltak, de sokáig viselték a belőlük készült ruhákat, így ritkán vásároltak új ruhát. Ráadásul kézzel mosni nagyon nehéz volt, ezért jobban vigyáztak a ruháikra és ritkábban mostak.

A nagyszüleink ifjúkorában terjedtek el a szintetikus kelmék a műanyagipar térhódításával. Ezek olcsóbbak, rugalmasabbak voltak, ami arra ösztönözte az embereket, hogy egyre több új ruhát vegyenek. A ruhák lassan elértéktelenedtek, ezáltal a legyártott mennyiség, és a textilhulladék mennyisége is megnőtt. Ráadásul az automata mosógépek elterjedésével sokkal gyakrabban mossuk a ruhákat, mint régen. Így a fonál, amiből a ruha készül, lassan eltöredezik, és mosás során nagy mennyiségű törött műanyag szálát “termelünk”.



De hogyan kerül a környezetbe a ruhánkból mikroműanyag? És vajon eljuthat-e a tengerig?

Jelenleg a szennyvíztisztítók csak a mikroműanyagok 80-90%-át képesek kiszűrni, azaz minden 5. vagy 10. szemcse bejut a folyókba. Mivel műanyagok, nagyon lassan bomlanak le. A probléma az, hogy az apró folyóvízi élőlények tápláléknak (plankton) nézik a fonál-darabokat, és ezzel táplálkoznak, ami megbetegíti őket.

A természetes anyagok is kopnak, felületükön is elindul az aprózódás, és belőlük is kerülhetnek mikroszkopikus részecskék a környezetbe. Lényeges különbség azonban, hogy ezek az anyagok a természetes körforgás részeként viselkednek, és elbomlanak, azaz újra a természet részévé válnak. Ha természetes anyagokból készült ruhát viselsz, az nem csak az ökoszisztémának, hanem a bőrödnek és az egészségednek is jót tesz, hiszen a te tested is a természet, vagyis az ökoszisztéma része.

A mosógépből kifolyó víz vagy a szárítógép szűrője valóságos kincsesbánya lehet egy mikrotudós számára: tele van olyan apró műanyagdarabkákkal, amiket szabad szemmel alig lehet látni.

A ti küldetéseitek az, hogy megtaláljátok őket, és megtudjátok, hogy merre folytatódik az útjuk. A kísérlet végén arra is keressük a választ, hogy mit lehetne tenni a szennyezés csökkentése érdekében.



NAVIGÁTOR



- Gyűjtsétek** **be** **a** **mintát!**
- Gyűjtsétek egy üvegedénybe (pl. befőttes üveg) a mosógépből kifolyó vizet! Ez lesz a minta, amivel dolgozunk. A mintavételhez kérjétek **a** **szüleitek** **segítségét!**
- Figyeljete rá, hogy a minta ne legyen tele szennyeződéssel (pl. nagyméretű hajszálakkal vagy papírsebkendő darabokkal).
- Helyezzétek a szitát úgy, hogy a belőle kifolyó víz ne okozzon gondot (vödör fölé, vagy mosdó fölé tartsátok). A befőttesüvegnyi mintát szűrjétek át a szitán! Érdemes még egy kis csapvízzel is átmosni, hogy a koszt és a mosószert kimossuk. A szitán fennakadó részekkel fogunk tovább dolgozni, ezt kell beletenni egy Petri-csészébe (de a szitán is hagyhatjuk, és ott is kereshetjük a mikroműanyagokat).**
- Figyeljétek meg a mintát először nagyítóval!**
- Mit láttok a nagyítóval? Jegyezzétek fel a hajónaplóba, hogy mit találtok! Milyen színűek a darabkák? Milyen az alakjuk? Vannak csillogó ruhadísz-darabok? Rajzoljatok is, ha valami érdekeset fedeztek fel!
- UV-lámpás varázslat!**
- **Kapcsoljátok le a laboratórium világítását, és világítsatok rá a mintára UV-lámpával.**
- Sok mikroműanyag UV-fényben világít, így lepleződik le! Jegyezzétek fel a jegyzetfüzetbe, ha valami érdekes dolgot láttok! (Figyelem! Nem minden műanyag-szál világít fényesen!)
- Mikroszkópos szuper-ellenőrzés!**
- **Tegyetek a mintát a mikroszkóp alá!**
- **Keressetek apró szálakat, darabkákat, vagy akár csillogó szemcséket! Ezek lehetnek mikroműanyagok.**
- **Rajzoljátok le a kincsesládába, amit találtatok, vagy készítsetek rövid jegyzetet a látottakról.**



NAVIGÁTOR



6. Most nézzétek meg mikroszkóp vagy nagyító alatt a pulcsitok vagy kabátotok szerkezetét! Származhattak a mosóvízből kinyert szemcsék ruhákból?

7. Találjatok ki magyarázatot! A tapasztalatokat rögzítsétek a hajónaplóba.

-Miért lehetnek mikroműanyagok a vízben?

-Milyen anyagból készülnek a ruháink? (ellenőrizzétek le a pulcsitok vagy kabátotok belső oldalában lévő kis cetlin, hogy milyen anyagból gyártották őket!)

8. Merre utazik tovább a mikroműanyag a mosógépből kifolyó vízzel?
- Hová jut a mosógép vize? Van nálatok csatornahálózat?

- Ha van csatornahálózat, akkor járjatok utána, hogy merre kanyarognak a csövek, amelye a szennyvizet szállítják? Hol van a legközelebbi szennyvíztisztító üzem, és hogyan működik? Mi történik a víztisztítóban?

- Milyen folyóba ömlik a szennyvíztisztító által megtisztított víz?

9. Számoljunk tovább (a hajónapló segítségével)!

--Milyen gyakran mossátok otthon a ruhákat? Számoljátok ki, mennyi vizet használtok így el egy héten, és egy évben!

-Hány háztartás van a településeinken, ahol minden nap ugyanez megtörténik, ahonnan a tiétekhez hasonlóan mikroműanyagok kerülnek a szennyvízbe?

-Tippeljétek meg, hogy mennyi mosógépből kifolyó víz kerül a csatornahálózatba hetente, és onnan a szennyvíztisztító telepre a településen, ahol éltek.

- Feltételezve, hogy egy liter szennyvízben 500 mikroműanyag darabka van, mennyi mikroműanyag jut a víztisztítóba? Ha ennek 90%-át kiszűrik, akkor a maradék 10% hány szemcsét jelent, azaz mennyi kerül így a természetbe?

HAJÓNAPLÓ



Gyűjtsetek ötleteket, javaslatokat a probléma mérséklésére.

Használhatjátok az internetet, vagy megnézhetitek a petkalóz adatbázist.

A kevesebb vagy tudatosabb ruhamosás kevesebb mikroműanyagot termel.
<https://holyduck.hu/2019/08/03/mikromuanyag-ellen-tippek-mosashoz/>

Egy mosás során akár 700 ezer mikroszál is letöredezik a ruhákról (függ a ruha típusától, korától, a mosás hosszától és hőfokától).

Beszélgétek át, hogy a megoldási javaslataitok és ötleteitek alapján mit csináltok ezentúl másként.

Javaslataitokat osszátok meg otthon is! Beszélgetsetek a szüleitekkel a mosási szokásokról és a környezetvédelem fontosságáról. Ne feledjétek: a jövő a ti kezetekben is van!



AZ ÁRULKODÓ SÓ

TEREPI FELADAT



Kérdések:

A vízben a műanyagok vagy medúzaként lebegnek, vagy a víz felszínén sodródnak, mint az uszadékfa.

- Láttatok már ilyen lebegő vagy úszó műanyagokat a közeli folyón?
- A TV-ben vagy az interneten láttál már a tengerekben lebegő műanyagot? Hol gyűlik össze a legtöbb? Mit gondolsz, miért nem süllyednek le könnyen a tenger aljára?
- Szerintetek a kis méretűek is hasonló módon úsznak?

Használjuk ki a műanyagoknak a lebegését a vízben, és csalogassuk elő őket az üledékből a tengervízhez hasonló sóoldat segítségével.

KINCESLÁDA

ESZKÖZÖK ÉS KELLÉKEK



- TÖLCSÉR
- PET PALACK (FOLYÓPARTON TALÁLT A LEGJOBB)
- SPAKLI
- 1 KG ÉTKEZÉSI SÓ
- NAGYÍTÓ, MIKROSZKÓPOK
- SZITA
- 1,5 MÉTERES MŰANYAG CSŐ
- UV LÁMPA
- HAJÓNAPLÓ
- MIKROMŰANYAG HATÁROZÓ

LABORMUNKA

A folyó üledéke sok izgalmas titkot rejt. Távoli tájakról érkező mikroszemcsék történetét, és a múlt lenyomatát is. A só segíthet felfedni a titkokat.

KALÓZJEGYZET



Miután sikerült kimutatni a mosógépből távozó és a vízbe jutó mikroműanyagokat, felmerül a kérdés, mi lesz ezzel a szennyezéssel a természetben?

Mikrotudósaink már tudják, hogy a szennyvíztisztítók elbírnak a mikroműanyag részecskék többségével, de így is kijut valamennyi a folyókba. Követik tehát a szennyezés útját a természetbe, de a nagy folyónál bizony elvesztik a nyomokat.

A fő kérdés - hová kerül a folyóban a mikroműanyag? Kiderül a sokat eláruló sónak köszönhetően!

Amikor a folyó menti területeken sok csapadék esik, akkor az eső a domb- és hegyvidéki területekről lemoshatja a lejtőkön lévő talajt és a rajta található szennyeződések is. Ilyenkor a folyópart mentén eldobott szemetet is magával ragadja a vízfolyás, és a lentebbi szakaszok felé szállítja. Ugyanez történik a szennyvízzel a folyóba jutó mikroműanyag részecskékkel is.

Mikrotudósaink sejtik, hogy amint a folyó apadásnak indul, az üledék és a szennyező anyagok egy része is (pl. mikroműanyagok) leülepszik a partok mentén, és az aljzaton.

Kémiából tudjuk, hogy a természetben található vizek minden esetben oldatok, melyek tulajdonságait a vízben zajló különböző fizikai, kémiai és biológiai folyamatok határozzák meg. Alapvetően híg sóoldatnak tekinthetjük a folyó vizét is, hiszen a talajvízből és a környező területekről oldott sók is bemosódnak a vízbe.

Kis gondolkodás után mikrotudósaink arra gondolnak, megváltoztatják kicsit a folyóvíz sótartalmát, hogy fény derüljön a rejtett szennyezésre. Minél jobban növelik a sótartalmat, annál nagyobb lesz a víz sűrűsége. Ezért az alacsonyabb sűrűségű anyagok, mint például az apró műanyag részecskék felúsznak a víz tetejére, így könnyen nyakoncsíphetitek őket! Ha jól végzitek a kutatást, kiderül, az áruklodó só a szintiszta igazat mondta-e.



NAVIGÁTOR



Mielőtt nekilátnánk a feladatnak, fontos tisztázni pár biztonsági szabályt!

Minden terepi munkánál elsődleges szempont a biztonság!

Saját magatok és társaitok testi épsége a legfontosabb a feladat végrehajtásánál!

A következőkre ügyeljete:

- Mindig dolgozzatok csapatban! Figyeljete egymásra, hogy senki ne kerüljön veszélyes helyzetbe.
- Felnőtt felügyelete mellett közelítséte meg a vízpartot!
- Ne mély vízből merítsetek vizet.
- Használjatek védőkesztyűt a hulladék gyűjtése közben.
- Ha valami veszélyeset találtok (pl. törött üveg, vegyi anyag, elpusztult állat), hívjatek felnőtt segítséget.
- A folyóban lévő oldott anyagok mennyisége és minősége az élővilág szempontjából rendkívül fontos. A nátriumklorid, vagyis az egyszerű konyhasó, amit a kísérletben használunk nem tűnik veszélyes anyagnak, ám a megnövekedett koncentrációja problémákat okoz a víz élővilágában. Ezért a vizsgálati anyagot, vagyis a sóoldatot ne öntséte vissza a folyóba!!! Az élővilág sérülhet a megváltozott körülmények miatt. A legjobb, ha a WC-be öntéte, és a szennyvíztisztító telepre bízzáte az oldat megtisztítását!



NAVIGÁTOR



1. Hulladékgyűjtés:
 - Ha lehet, akkor kísérlethez használjatok folyóparton talált palackot, hogy ne termeljete a kísérlet során plusz szemetet. Válasszatok egy 1,5 literes PET-palackot (a táskában is találtok, ha nem volt a parti hulladék között ilyen). Arra ügyeljete, hogy a palack ne legyen lyukas, vagy szennyezett, és legyen kupakja.
2. Palack megtöltése a folyóból:
 - Először tegyete a PET-palackba üledéket egy tölcser segítségével: kb. 8-10 cm vastagon töltse meg a palack alját. Törekedjete arra, hogy frissen lerakódott (lehetőleg homokos) üledéket gyűjtsetek, mert azt rakta le a legutóbbi árvíz. Ez azt jelenti, hogy a homoknak csak a legfelső néhány milliméter-vastag rétegét gyűjtsetek be a spakli segítségével.
3. Sóoldat készítése:
 - Adjate a palackhoz kb. 30 dkg étkezési sót a tölcser segítségével (1 liter vízhez kell 30 dkg só, ha nagyobb az üveg, akkor több só is kell)
 - Töltséte fel a palackot teljes mértékben folyóvízzel (a tölcser és egy másik palack segítségével).
 - Zárjátok le a palackot, majd erőteljesen rázogassátok addig, amíg a só teljesen fel nem oldódik (ez kb. 10-15 perc).
4. Megfigyelés:
 - Hagyjátok állni a palackot legalább egy órára. Figyeljete meg, hogy mi történik: a nehezebb üledék az aljára süllyed, míg a könnyebb anyagok, mint a szerves törmelékek és a műanyagok a felszínre úsznak.
5. UV-fénnyel történő vizsgálat:
 - Miután elég ideig állni hagyjátok, óvatosan vegyete kézbe a palackot (ne rázódjon fel)!
 - Az oldat felszínén lévő anyagot világítsátok meg UV-lámpával! Mit láttok?

6. Nagyítós vizsgálat:

- Használjatok nagyítót, hogy közelebről is megnézzétek az összegyűlt anyagot. Találtok benne mikroműanyagot?

7. Minták további, mikroszkópos vizsgálata:

- Vigyétek magatokkal a palackot az osztályterembe. Rázzatok fel erőteljesen, majd hagyjátok állni legalább egy órán át, de ha egy (vagy több) napig áll, az még jobb! Így több időt adunk a mikroműanyagoknak arra, hogy felússzanak az oldat felszínére.
- Egy műanyag cső segítségével szívjátok ki a sóoldatot a palackból (ne az aljáról, hanem a cső vége legyen mindig éppcsak a víz alatt), vagy nagyon óvatosan öntsétek le a vizet! Ne keveredjen fel az üledék, mert arra már nem lesz szükségünk!

- A leöntött, vagy kiszívott vizet juttassátok rá a szitára. Így a sóoldatban lebegő anyagok a szitára kerülnek és fennakadnak rajta.

- A szita alján összegyűlt anyagot nézzétek meg mikroszkóp és UV fény alatt.

- Milyen anyagokat láttok? Van benne növényi maradvány? Van benne műanyag szál, vagy foszlány?

8. Az eredmények rögzítése a hajónaplóba:

- Készítsetek fényképeket és rajzokat az általatok talált mikroműanyagokról, és írjátok le azok jellemzőit.
- Jegyezzétek fel, hogy milyen típusú mikroműanyagokat találtatok, és próbáljátok meghatározni, hogyan kerülhettek a környezetbe.

9. Értékeljük az eredményeket:

- Miért sikerült a mikroműanyagokat kicsalogatni az üledékből? Hogyan segített a só az üledék és a műanyag szétválasztásában? (Oldódási folyamat ismertetése.) Miért kerültek a víz felszínére? (Fajsúlyról és sűrűségről való beszélgetés.) Minden műanyag könnyű vagy vannak a víz alá süllyedő műanyagok is? Ha egy kagyló megtelepszik egy lebegő műanyag-darabon, szerinted hogyan változik a műanyag úszási vagy lebegési képessége? Mikor ülepedhetnek le a műanyagok a folyómeder aljára?
- Van a folyóknál sósabb víz a Földön? A tengerekben hol gyűlik össze nagyon sok műanyag: a felszínhez közel, vagy lent a mélyben? Mit gondoltok, mennyire érinti a folyók élővilágát a mikroműanyagok jelenléte? Hogyan csökkenthetjük a műanyagszennyezést? Hova juthat az általad vizsgált folyóból a műanyag szennyezés? Melyik tenger a végső befogadója?



HAJÓNAPLÓ



Az édesvizekben a tömény sóoldat, amit használtunk, mérgező az élőlények számára. Ha kíváncsiak vagytok, hogy kik azok, akiket védelmezünk a vizsgálati anyag megfelelő kezelésével, akkor kalandozzatok el Becz Álmossal a vízi parányok világában.

Ez a kísérlet nemcsak a mikroműanyagok felismerésében segít, hanem arra is rávilágít, hogy milyen fontos a környezetvédelem, és a fenntartható gondolkodás.

A tengerek jóval sósabb vizűek mint a folyók vagy tavak. Ezért a tengerek felszínén gyorsan összegyűlnek a nagyobb és a kisebb méretű műanyagdarabok. Ezek ma már a tengeráramlások hátán hatalmas távolságokra sodródhatnak és ahol összegyűlnek, ott szigeteket alkotnak. Érdeemes képeket nézni a tengeri szennyeződésekről, hogy elképzelhessük, hogy hasonló módon, a felszínhez közel lebegve úszik a mikroműanyag is a folyók vizében. Tehát az a szennyezés, amit most a folyón láttok vagy láthatatlanul lebeg a vízben, előbb-utóbb eljut a tengerekig. De ha összegyűjtöttünk néhány műanyag hulladékot a parton, akkor már ezzel nagyon hosszú szakaszon csökkentettük az úszó hulladék mennyiségét.

Fogadjátok meg, hogy nem dobtok el szemetet, sőt, ha eldobva láttok, elviszitek azt a legközelebbi kukába.



ARANYÁSÓK NYOMÁBAN



Kérdések:

TEREPI FELADAT

- Szerintetek ha most elkezdenénk szétválogatni a szemétkörmökjét mit találnánk benne?
- Láttatok-e már arra példát, hogy valamit eldobtak vagy elvesztettek a strandon? Mi lesz az így elveszett tárgy sorsa?
- Ha a folyó felsőbb szakaszán kerül a vízbe a tárgy, akkor mi történhet vele, amíg elér hozzánk vagy a tengerig?

KINCSESLÁDA

ESZKÖZÖK ÉS KELLÉKEK



- SPAKLI
- BEFŐTTES ÜVEG
- MOZSÁR (VAGY VALAMI, AMIBEN APRÍTHATÓ A MINTA)
- SZITA (FINOM HÁLÓS, 0,5-1 MM-ES LYUKAKKAL)
- UV LÁMPA, NAGYÍTÓ, MIKROSZKÓP
- PETRICSÉSZE
- MŰANYAGHATÁROZÓ
- HAJÓNAPLÓ

LABORMUNKA

Tovább vizsgáljuk a folyó üledékét az aranyásók ősi módszerével. Mit találunk benne? Kincseket, vagy szennyeződést?

KINCSESLÁDA

ESZKÖZÖK ÉS KELLÉKEK



TOVÁBBI ESZKÖZÖK HALADÓKNAK

- ❑ ALKOHOLOS FILC
- ❑ GPS ALKALMAZÁS A MOBILTELEFONON
- ❑ VÍZSPRICCELŐ (EGYSZERŰ ABLAKMOSÓ FOLYADÉKOS PALACKOT IS LEHET HASZNÁLNI)
- ❑ GRAMM PONTOSSÁGÚ MÉRLEG
- ❑ MILLIMÉTERPAPÍR (AKKORA, AMEKKORA A PETRI-CSÉSZE)
RAJTA AZ 1 CM-ES FÜGGŐLEGES VONALAKAT HÚZZÁTOK ÁT: EGYIK VONALAT PIROSSAL ÉS
A MELLETTÉ LÉVŐT KÉKKEL. EZ FOGJA SEGÍTENI A MIKROSZKÓPI MUNKÁT

KALÓZJEGYZET



Az aranyásók és aranymosók olyan kalandorok vagy mesteremberek voltak, akik a meggazdagodás reményében a folyók üledékében kutattak az arany után. Esőben-szélben, hidegben és forróságban, étlen-szomjan szitálták és mosták a folyók kavicsos-homokos anyagát, és remélték, hogy a szitájukon fennakad pár aranszemcse.

A folyók üledékében arany már alig van, mivel a hegyvidéki víztározókban leülepszik. Ugyanakkor egy új anyag, a mikroműanyag jelent meg a lerakódott hordalékban: a folyó távoli területekről mosta el, valahol lerakta, majd a következő árhullámkor felkapta és a mintavétel helyére hozta. De a következő árhullám innen is tovább viszi az üledéket és a benne lévő szennyezéseket is.

Tartalmaz-e mikroműanyagot a folyó (vagy tó) homokja? Honnan eredhet? Hogyan került a mikroműanyag a folyó homokjába? Milyen hatása lehet az élővilágra?

Járjatok utána! Lépjetek a modernkori aranyásók, azaz a kutatók nyomába!

A kezdő mikrotudósok is elvégezhetik a feladat nagy részét, azaz azonosíthatják a mikroműanyagokat. De ha már tapasztalt és gyakorlott mikrotudós vagy, akkor egy kicsit több munkával hozzájárulhatsz ahhoz, hogy az eredményeid egy tudományos kutatásban is szerepeljenek.

Biztonsági szabályok:

A mintavétel idején ügyeljete a biztonságra! A folyó hirtelen mélyülhet, ne essetek bele! Mindig legyen veletek felnőtt segítő.

A minta elszennyeződésének elkerülése miatt a kísérlet során próbáljatok természetes anyagú ruhákat viselni (pl. vászon laborköpeny) és a levegő mozgását a teremben minimalizálni érdemes, hogy ne repüljenek a ruháitokról és a hajatokról mikroműanyag a mintába.

Az UV-lámpa használatakor kerüljétek el, hogy a fénye közvetlenül a szemetekbe jusson.

Amikor a mintával nem dolgoztok, takarjátok le (a Petri-csésze tetejével, vagy a szitát alufóliával)!

Ez a feladat segít bepillantást nyerni egy tudományos mérés alapjaiba. Némi gyakorlással a mintavételezés, a vizes szitálás és az azonosítás is felgyorsítható, de így is több órát vesz igénybe.



NAVIGÁTOR



KEZDŐ mikrotudósoknak

1. Mintavétel

- Tervezzétek meg, hol fogtok mintát venni! Érdemes a víz színéhez közel, finom-homokos mintát gyűjteni. Ha ilyen nincs, akkor agyagos minta is jó (de nehezebb vele dolgozni!).
- A spakli segítségével vegyetek mintát az üledék legfelső (1-2 mm) rétegéből. Így biztos, hogy a legutolsó árhullám üledékét mintázzátok meg. Gyűjtsetek össze több pontról anyagot és keverjétek össze!
- A mintát helyezétek üveg befőttesüvegbe, zárjátok le!

2. Minta laboratóriumi előkészítése

- A minta megtisztítása: A begyűjtött minta különböző részecskéket tartalmaz, amelyeket alaposan meg kell vizsgálnotok. A nagyobb darabokat (pl. gyökér, levelek, egyéb szerves anyagok) szedjétek ki a homokból, erre nem lesz szükség.
- A szita megtisztítása: a vizsgálat előtt a szitát alaposan öblítsétek le csapvízben.
- A mintából helyeztetek egy kávéscsészényit (kb. 5-10 dkg) a szitára.
- Tartsátok a csap alá, és folyassátok át a szitán a vizet, közben apró mozdulatokkal körkörösén mozgassátok a szitát. Így kimossátok az agyag és iszap szemcséket. Addig kell a mintát átmosni, amíg a belőle kifolyó víz víztiszta nem lesz!
- A mintát vizsgálhatjátok a szitaszöveten is, de óvatosan átmoshatjátok egy Petri-csészébe is. Ilyenkor ferdén borítsátok rá a tetejét, és a fűtőtestre helyezve (vagy sütőbe) vagy a napon hagyjátok a vizet elpárologni!



NAVIGÁTOR



3. Mikroműanyag keresés UV lámpával, nagyítóval és mikroszkóppal
 - A szitaszöveten vagy a Petri-csészében lévő anyagot vizsgáljuk tovább!
 - Az UV lámpa segíthet abban, hogy azonosítsátok a mikroműanyagokat, mivel egyes műanyagok fluoreszkálnak, amikor ultraibolya fény éri őket. Sötétítsétek el a laboratóriumotokat, és világítsatok rá a mintára. Ha fluoreszkáló fényt láttok, az valószínűleg mikroműanyag.
 - Használjatok nagyítót vagy mikroszkópot a minta részletesebb vizsgálatához. Keressetek olyan apró részecskéket, amelyek műanyagra emlékeztetnek (pl. színes vagy átlátszó szálak, foszlányok). Használjátok a mikroműanyag határozót, hogy megállapítsátok, milyen típusok fordulnak elő az üledékben.

4. Eredmények rögzítése a hajónaplóba:
 - Jegyezzétek fel az azonosított mikroműanyagok típusát, színét és hogy melyikből találtátok a legtöbbet.
 - Készítsetek fényképeket vagy rajzokat az általatok talált mikroműanyagokról, és írjátok le azok jellemzőit.
 - Jegyezzétek fel, hogy milyen típusú mikroműanyagokat találtatok, és próbáljátok meg meghatározni, hogyan kerülhettek a környezetbe.



NAVIGÁTOR



HALADÓ mikrotudósoknak

1. Mintavétel

- Tervezzétek meg, hogy a folyó melyik szakaszán és pontosan hol fogtok mintát venni!
- Amikor odaértek a mintavétel helyére, mobiltelefonos alkalmazás segítségével határozzátok meg a mintavételi hely GPS koordinátáit. (Így az adatbázisba felvihetők az adatok, és egy nemzetközi kutatás fontos eleme lehet). Adjatok a mintavételi helynek nevet (pl. Szolnok-1, így majd a mintaszámotok Sz-1 lesz). Jegyezzétek fel a hajónaplóba!
- Ha láttok a mintavételi hely környezetében műanyag hulladékot, jegyezzétek fel a hajónaplóba! (Minél több a hulladék a környezetben, annál nagyobb valószínűséggel találunk mikroműanyagot az üledékben).
- Azt is írjátok fel, hogy kisvízkor vagy nagyvízkor gyűjtöttétek a mintát, illetve apad vagy árad-e a folyó.
- A spakli segítségével vegyetek mintát az üledék legfelső (1-2 mm) rétegéből. Így biztos, hogy a legutolsó árhullám üledékét mintázzátok meg. Gyűjtsetek össze több pontról anyagot!
- A mintát helyezétek üveg befőttesüvegbe, zárjátok le! Az üvegre írjátok rá alkoholos filccel a mina számát (pl. SZ-1). Így lehetőség van arra, hogy több helyről is gyűjtsetek mintát, és azok ne kavarodjanak össze.



NAVIGÁTOR



2. Minta laboratóriumi előkészítése:

- minta megtisztítása: Az így nyert minta különböző részecskéket tartalmaz, amelyeket alaposan meg kell vizsgálnotok. A nagyobb darabokat (pl. gyökér, levelek, egyéb szerves anyagok) szedjétek ki a homokból, erre nem lesz szükség.
- A szita megtisztítása: a vizsgálat előtt a szitát alaposan öblítsétek le csapvízben.
- A (lehetőleg) száraz mintából helyezzetek 5 dkg-ot a szitára (a pontos súlyt jegyezzétek fel a jegyzőkönyvbe).
- Tartsátok a csap alá, és folytassátok át a szitán a vizet, közben apró mozdulatokkal körkörösén mozgassátok a szitát. Így kimossátok az agyag és iszap szemcséket. Addig kell a mintát átmosni, amíg a szitából kifolyó víz víztiszta nem lesz!
- A mintát mossátok át óvatosan (kevés vízzel) egy Petri-csészébe (használgatok vízspriccelőt). Előtte a Petri-csésze oldalára alkoholos filccel írjátok fel a minta számát! Majd mindkét esetben le kell fedni (pl. alumínium-fóliával vagy a Petri-csésze tetejével) a mintát és a fűtőtestre vagy a napra (sütőbe) helyezve hagyjátok a vizet elpárologni! Vigyázzatok! 65 C fok felett a műanyagok összeolvadnak.
- SZOBAHIBA (SzH): A körülöttünk lévő levegő is tele lehet mikroműanyag szálakkal. Ezek a ruháinkról a minták előkészítése során bejutnak a mintába, és növelik az ott lévő mikroműanyagok mennyiségét. Ha pedig ezt beleszámoljuk az eredményeinkbe, akkor sokkal nagyobb szennyezettséget kapunk, mint ami a valós érték! Ezért egy üres szitával ugyanazokat a lépéseket végig kell csinálni, ugyanolyan hosszán, mint a mintával. A Petri-csésze oldalára jegyezzétek fel az SzH jelzést, majd mossátok bele a szitáról a látszólagos “semmit”. Majd a “szobahiba” eredményét ki kell vonni a minta eredményéből. (De erről majd később!)



NAVIGÁTOR



3. Mikroműanyag keresés UV lámpával és mikroszkóppal:

- Mikroszkóp segítségével szisztematikusan járjátok be a Petri-csésze területét! Ebben segít, ha a csészét a milliméter papírra helyezitek, amin piros és kék vonalak segítik a haladásotokat. Meanderező módon (fel-le) mozgassátok a mintát a mikroszkóp alatt, a csésze egyik szélétől a másikig. Figyelem! Egyetlen szemcse se kerülje el a figyelmeteket! Ez gyakorlást igényel, nem mindig sikerül elsőre!
- Minden egyes mikroműanyagot jegyezzetek fel: milyen típusba tartozik (pl. színes vagy színtelen szál, foszlány, gömb) és pontosan hány van belőle. Használjátok a mikroműanyag határozót, hogy megállapítsátok, milyen alaktípusok fordulnak elő az üledékben.
- Jegyezzétek fel a jegyzőkönyvben az azonosított mikroműanyagok típusát, színét és számát.
- Az UV lámpa segíthet abban, hogy azonosítsátok a mikroműanyagokat, mivel egyes műanyagok fluoreszkálnak, amikor ultraibolya fény éri őket. Sötétítsétek el a laboratóriumotokat, és világítsatok rá a mintára! Ha fluoreszkáló fényt láttok, az valószínűleg mikroműanyag. (de jóval több mikroműanyag van!)
- Ugyanezt végezzétek el az SzH mintával is!
- Számoljátok ki, mennyi a mikroműanyag-tartalma 1 kg (=100 dkg) üledéknek: Először a minta mikroműanyagtartalmából vonjátok ki a Szobahiba műanyag-tartalmát! Ez a korrigált érték. Mikroműanyag-tartalom =(100* korrigált érték)/bemért anyag súlya

4. Eredmények rögzítése a hajónaplóba:

- Készítsetek fényképeket és rajzokat az általatok talált mikroműanyagokról, és írjátok le azok jellemzőit. Bővítsétek a mikroműanyag határozót!
- Jegyezzétek fel, hogy milyen típusú mikroműanyagokat találtatok, és próbáljátok meg meghatározni, hogyan kerülhettek a környezetbe!
- Töltsétek fel a jegyzőkönyv adatait az online felületre! www.tisztatisza.eu

HAJÓNAPLÓ



Mit kellene nektek és családotoknak tenni ahhoz, hogy a problémát mérsékelni lehessen?

Például a mi fogadalmunk, hogy kevesebbszer mossuk a ruháinkat, így kevesebb szál jut el a szennyvíztisztítóba, majd onnan a folyóba.

Milyen más megoldási javaslataitok és ötleteitek vannak? Mit csináltok ezentúl másként, hogy a probléma mérséklődjön?

A kutatás segít megérteni, hogy mennyi mikroműanyag van a környezetünkben, és mások adataival összehasonlítva megállapítható, hogy a ti mintavételi pontotok milyen mértékben szennyezett.

Vessük össze az általunk gyűjtött adatokat a már meglévő tudományos KUTATÁSSAL.

Az általunk vizsgált minta több, vagy kevesebb mikroműanyagot tartalmazott, mint a korábbi értékek? Mi lehet ennek az oka? Honnan eredhettek a megtalált műanyag darabkák? Milyen élőlényekre lehetnek ezek káros hatással? Mit lehetne tenni, hogy ezek a mikroműanyag darabok ne kerüljenek be az élővizekbe?

Ne feledjétek: az adatok rögzítésével hozzájárulhattok a tudományos kutatáshoz a mikroműanyagok elterjedéséről, ami segít megismerni ezt a homokban láthatatlanul megbúvó gazfickót!



AZ UTCA EMBERE ÉS A MIKROMŰANYAG

TEREPI FELADAT



Kérdések:

- Miért rágunk rágógumit? Mennyi ideig szoktuk rágni?
- Miből készülhet a rágógumi?
- Mi történik a rágógumival, miután már nincs rá szükségünk?

KINCSESLÁDA

ESZKÖZÖK ÉS KELLÉKEK



- INTERNETELÉRÉS
- HASZNÁLT RÁGÓGUMI, VAGY TISZTA DARABOK MODELLEZÉSHEZ
- VÍZZEL TELI TÁL VAGY BEFŐTTESÜVEG
- HOMOK, VAGY FÖLD
- NÖVÉNYI LEVELEK, APRÓ KAVICSOK
- SPAKLI
- KRÉTA ÉS 1 DB 1 MÉTERES ZSINÓR
- HAJÓNAPLÓ

KUTATÁS

A mikrotudósok bevetnek minden eddig tanult módszert, és eddig használt eszközt hogy felfedjék, mi-minden hever a járdán.

KALÓZJEGYZET



Miután a háztartásokból induló mikroműanyag útjának végére jártak, mikrotudósaink újabb szennyezés források után néznek. Megkérdezik az utca emberét, pontosabban az utcát, honnan származnak további műanyag darabkák? Hamar kiderül, hogy sok mikroműanyag részecske érkezik az autók kerekéből, de van egy egészen váratlan, különleges forrás is. Hogy megtalálják, a mikrotudósoknak elég követni az utca emberei közül azokat, akiknek mentolos lehellete.

Az utcát járva mindenki hozzájárul a mikroműanyag szennyezéshez, ennek ellenére kevesen gondolnak bele, mit tehetnének ez ellen. A mikrotudósok nagyítóval vizsgálják meg az autók gumiját és saját cipőjük talpát, megállapítva, hogy a közlekedés során bizonyos felületek folyamatosan kopnak, hozzájárulva a mikroműanyag részecskékhez. De a szennyezési forrásoknak ezzel még nincs vége!

A mikrotudósok nagyítóval veszik szemügyre az utca aszfaltját és megállapítják, hogy sok városrészen az egy négyzetméterre eső, kiköpött rágógumik száma meghaladja a 10-et! De vajon mi történik ezekkel az egyszer használt műanyagokkal odakint, a szabad ég alatt?

Ha jól végzitek a kutatást, kiderül, hogy a rágógumi is hozzájárul-e a folyók műanyag szennyezéséhez.



Rágógumit (vagy hasonló rágcsálni való anyagot) évezredek óta használnak az emberek, hogy felfrissítsék lehelletüket és oldják feszültségüket. Az ókori görögök fenyőgyantát, míg az aztékok a sapotafa nedvéből kinyert chicle nevű anyagot rágtak. A chicle lett a modernkori rágók alapanyaga is, amit az 1800-as évek végén kezdtek el gyártani az USA-ban.

A rágó világméretű elterjedését, és népszerűsítését a 2. Világháborúban szolgáló amerikai katonák indították el, akiknek a rágógumi alapfelszerelésük részét képezte.

Napjainkban a rágó alapanyagát szintetikusán gyártják, azaz olajipari (petrolkémiai) eredetű polimerből készítik. A problémát az okozza, hogy a mesterséges anyagú rágó a sapotafa nedvéből származó természetes alapanyaggal szemben nem bomlik le biológiailag. A természetes alapanyagot tartalmazó rágók lebomlása is nagyon lassú, hiszen a tartósság érdekében azok is tartalmaznak mesterséges anyagot, például azért, hogy ellenálljanak a nedvességnek, és a savaknak, hiszen a nyálunk savas-nedves közegével találkozhatnak amikor valaki rágni kezdi őket. Miután meguntuk rágni, kiköpjük. Ettől a lépéstől kezd izgalmassá válni a rágógumi sorsa.

KALÓZJEGYZET



A rágógumi lassan bomlik le, ezért hosszú távon szennyezi a környezetet. Nem szép az az járdaszakasz, ami tele van pötyyözve kiköpött rágókkal, az eltávolításuk pedig nagyon nehéz. A még oda nem tapadt rágógumit az állatok elfogyaszthatják, ami emésztési problémákat okozhat nekik. A csatornarendszerbe kerülve az élővízbe jut, ahol károsíthatja az ökoszisztémát.

Fedezzétek fel, hogyan viselkedik a rágógumi különböző környezeti feltételek mellett! Nézzétek meg, hogy mi tapad a kiköpött rágó felszínéhez! Bekerülhet-e ez a félig szintetikus anyag az élővízbe (pl. folyók, patakok, tavak)?

Hova jut a már kiköpött rágógumi? Milyen környezeti hatásai lehetnek a nem a kukába kiköpött rágónak? Vizsgáljátok meg az alábbi szempontok alapján!

- Hol találkoztatok már használt rágógumival, hol okoz kárt (pl. járdán, padon, természetben, állatok környékén)? Hol köpik ki a legtöbb rágót az emberek?

- Mi van az eldobott rágógumi felszínén?- Nézd meg egy olyan rágógumi felületét mikroszkóppal vagy nagyítóval, amely már egy ideje a padra vagy a földre ragadt!



Találsz-e a rágógumi felületén olyan részt, ami arra utal, hogy onnan kisebb mikroműanyagok törtek le?

- Mik a rágógumi környezeti hatásai? Miért okoz gondot, ha a rágógumi nem a szemetesbe kerül?

- Lehetséges-e, hogy a rágógumi veszélyt jelent az állatokra vagy a környezetre?

- Hogyan kerülhet rágógumi az élővízbe?

- Milyen károkat okozhat a rágógumi, ha állatok megeszik, vagy más szennyeződéssel keveredik?



NAVIGÁTOR



1. Egy 1 méteres zsinór segítségével, egy kis ügyességgel és együttműködéssel ki tudtok jelölni vele egy egy négyzetméteres mintaterületet (1x1 m). Rajzoljátok fel a mintaterületet a kréta segítségével! Számoljátok meg, hogy hány darab odaragadt rágógumi van benne. Más pontokon is mérjük meg a rágógumik számát! A térképezéskor induljatok ki az iskolától, és nézzétek meg a buszmegálló környékét vagy bármilyen érdekesnek tűnő helyet! Minél több mintavételi helyen számoljátok meg a rágógumik számát, annál pontosabb képet kaptok a települések “rágógumi-szennyezettségéről”.
2. Gyűjtsetek be legalább három rágógumit a további vizsgálatokhoz a spakli segítségével. Helyezzétek őket egy zárható üvegedénybe, és vigyétek be a laborba.
3. Nézzétek meg egy olyan rágógumi felületét mikroszkóppal vagy nagyítóval, amely már egy ideje a padra vagy a földre ragadt. Milyen anyagok vannak hozzá tapadva? Esett-e le róla darabka?
4. Tegyetek egy darab rágógumit a vízzel teli tálba vagy befőttesüvegbe. Figyeljétek meg, hogyan viselkedik. Lebeg? Süllyed? Mi történik a rágógumival a folyóban vagy tóban? Ez mely élőlényekre lehet hatással?
5. Szórjatok az egyik mintadarabhoz homokot, földet, vagy más, a környezetben előforduló anyagokat. Dörzsöljétek össze a két anyagot, azt imitálva, mint amikor a rágót sodorja az eső a földön. Figyeljétek meg a hatásokat: Hogyan változik a rágógumi felszíne? Ha ezt a rágógumit vízbe helyezitek, hogyan változik a viselkedése a vízben?
6. Hogyan kerülhet a rágógumi a folyókba, tavakba?



NAVIGÁTOR



És mi a helyzet a cigicsikkel?

Sajnos a használt rágónál sokkal nagyobb mennyiségben találunk eldobott cigicsikket az utcákon és köztereken. Nem csak több van belőlük, de sokkal veszélyesebbek is.

A legtöbb cigarettaszűrő, bár úgy néz ki, mintha papír lenne, valójában műanyag, így akár évszázadokig szennyezheti a környezetet, mérgező mikroműanyag formájában.

De mitől lesz mérgező? A cigicsikkekben maradnak a dohány égéstermékei, köztük a nikotin, ami nemcsak rákkeltő az emberekre nézve, akik cigarettafüstöt szívnak be, hanem eldobva rendkívül ártalmas az élőlényekre, és a folyókba jutva a vízi ökoszisztémára is. A csikk tartalmaz még nehézfémeket, amelyek beszivároghatnak a talajba és a vízrendszerbe.

Egyetlen eldobott cigicsikk akár 1000 liter vizet is el tud szennyezni.

Mindezek mellett nagyon csúnya is, és rontja az utcaképet. A sok eldobott cigicsikk tökéletes példa arra, hogy az egészségkárosítás és a természetszennyezés összefügg.

A következő kis videó megmutatja, hogy milyen veszélyeket rejt a dohányzás:

https://www.youtube.com/watch?v=HD__r66sFik

Ebben a videóban pedig nyomon követhető, hogy mi történik az eldobott cigarettával a természetben:

<https://www.youtube.com/watch?v=BqQn-cnFTFQ>

HAJÓNAPLÓ



Mit tanultatok a rágógumi és a cigicsikk környezeti hatásairól? Mi befolyásolhatja, hogy mennyi van a környezetben eldobva? Hogyan tudnánk megelőzni a káros hatásokat? A dohányzás az egyik legkárosabb dolog, ami a tüdőnkkel történhet. A friss és tiszta levegőt meg kellene becsülnünk és nem kellene füsttel beszennyezni. A cigicsikk eldobásával pedig nem csak saját magát veszélyezteti az ember, hanem nagy mértékben árt környezetének is.

Le tudtok mondani a rágóról? Vagy csökkenteni a rágózást és alkalmoszerűvé tenni? Érdemes a boltban is folytatni a kutatómunkát! A termékeken, most például a rágógumi csomagolásán alaposan tanulmányozzátok az összetevők listáját. Vannak gyártók, akik fenntartható, egészséges megoldásokat kínálnak a fogyasztóknak, és arra törekszenek, hogy természetes összetevőkkel dolgozzanak. Most már tudjátok, hogy a chicle a rágógumi természetes változata. Ha az összetevők között ezt látjátok első helyen, akkor válasszátok azt a terméket! De még ebben az esetben is gondosan járjatok el a használt rágóval! A szemetes a legjobb hely a használt rágó számára!

„Rágógumit a szemetesbe, ne az utcára!”

„Tiszteld a környezetet – dobd a rágót a kukába!”



ÖNTSÜNK TISZTA VIZET A POHÁRBA

TANTERMI FELADAT



Kérdések:

- Szerintetek honnan származik a csapvíz? A föld alól vagy a folyókból?
- Honnan jön nálatok a víz a csapba?
- Vajon melyik jobb minőségű? A csapvíz, vagy a palackozott ásványvíz?
- Miért nem lehet most inni közvetlenül a közeli folyókból, tavakból, ha dédapáink még ittak belőlük?
- Milyen anyagok veszélyeztetik a vizeink minőségét?

KINCSESLÁDA

ESZKÖZÖK ÉS KELLÉKEK



- ☐ **HÁROM EGYFORMA ÜVEGKANCSÓ:
AZ EGYIKBE TÖLTÜNK CSAPVIZET (AMIT KICSIT HAGYUNK ÁLLNI, HOGY A
KLÓR KIMENJEN BELŐLE)
A MÁSIK KÉT KANCSÓBA TEGYÜNK KÉTFÉLE MÁRKÁJÚ BUBORÉKMENTES
ÁSVÁNYVIZET, ÉS TÁROLJUK SZOBAHŐMÉRSÉKLETEN HÁROM NAPIG**
- ☐ **BUBORÉKMENTES ÁSVÁNYVÍZ (2 FAJTA)**
- ☐ **POHARAK**
- ☐ **HAJÓNAPLÓ**

MEGFIGYELÉS

Testünk ugyanúgy része a víz körforgásának, mint a felhők, vagy a folyó. Nézzük meg, hol kapcsolódunk be mi a körforgásba!

KALÓZJEGYZET



Miután az átlagembereknél sokkal, de sokkal többet megtudtak a mikroműanyagok keletkezéséről és hatásairól, a mikrotudósok figyelme ismét saját maguk felé fordul. A kérdés az, hogy hogyan előzhetik meg, hogy a mikroműanyag részecskék a szervezetükbe kerüljenek?

A mikrotudósokat nem tévesztik meg a kéretlen ásványvíz reklámok, helyette inkább tovább növelik műanyagműveltségüket, megtanulják a PET és propilén közti különbséget, és igazi tudományos vízkóstolót rendeznek.

Egészségetekre, fenéig!

A munkafüzet végén, sok tanulság és tudás megszerzése után eljutottunk a legfontosabb kérdéshez: mit tegyünk, ha megszomjazunk? Mit tudunk tenni annak érdekében, hogy minél kevesebb mikroműanyag kerüljön a testünkbe, és közben mi is a lehető legkevesebb mikroműanyagot termeljük?

A mikrotudósok először listát készítenek, és tudatosítják magukban, hogy az ivóvíz milyen sokféle formában, sokféle úton érkezhethozzánk.



Ezután felteszik a kérdést: a pillepalackból ivott ásványvíz, vagy az üvegből ivott csapvíz a jobb? Nem dőlnek be a reklámoknak, hanem tudományos publikációkat olvasnak, megismerkednek a PET és a PP palackok, valamint üveg és fémlaskák előnyeivel és hátrányaival.

És miután ezzel megvannak, kezdődhet a közös ivászat!

Ha jól végzitek a kutatást, kiderül, melyik víz a legfinomabb és legegészségesebb!

KALÓZJEGYZET



Az ivóvíz mennyiségét a víz körforgása határozza meg. Ha csökken a csapadék mennyisége vagy növekszik a vízkivétel, akkor egyre kevesebb ivóvíz áll a rendelkezésünkre. Azonban fontos a minőségét is megőrizni ahhoz, hogy a jövőben is fogyaszthassunk belőle.

A Föld vízkészlete nagyjából 1,4 milliárd köbméter, ebből az édesvíz azonban mindössze 3%-ot tesz ki, és ennek jelentős része (kb. 80%-a) a sarki jégtakarókban található. Így a társadalom rendelkezésre álló édesvíz mennyisége a Föld vízkészletének csupán 0,5%-a. A probléma abban rejlik, hogy még ez az édesvíz sem teljes mennyiségben iható, hiszen a világ számos pontján a különböző szennyezések miatt emberi fogyasztásra alkalmatlanná vált.

Ezzel is indokolható, hogy világszerte közel egymilliárd ember nem jut hozzá még alapszintű ivóvíz-szolgáltatáshoz sem, és még többen vannak azok, akik számára semmilyen szennyvízkezelési megoldás nem érhető el. Az ENSZ glasgow-i klímacsúcsán elhangzott adat szerint 3,6 milliárd ember nem fér hozzá megfelelő ivóvízforrásokhoz évente legalább egy hónapon át, és 2050-re számuk várhatóan meghaladja az 5 milliárdot.



Tehát azok az országok, ahol elérhető és iható a csapvíz, kivételesen szerencsés helyzetben vannak. De sokan nem értékelik ezt a kivételes lehetőséget, és drága, környezetterhelő megoldást választanak szomjuk oltásához: palackozott vizet isznak, amelynek nagyon nagy az ökológiai lábnyoma. Fontos tudnotok, hogy a csapvíz és az ásványvíz minősége nem lehet eltérő, mert ugyanazok a rájuk vonatkozó vízminőségi szabályok. Ízükben ugyan eltérhetnek kicsit egymástól, de egyik sem lehet szennyezettebb a másiknál. Ugyanakkor a palackozásuk során többféle kémiai kezelésem esnek át. Például először kivonják belőlük az ásványok egy részét (pl. a vasat, hogy ne színeze barnára a palackot), majd más ásványokat adnak hozzá, hogy biztosítsák az állandó ásványi összetételt. Ezt követően palackozzák. A palackok gyártása is hatalmas ökológiai lábnyommal jár: egy kutatás szerint a palackozott víz környezetterhelése a csapvíz 3500-szorosa (<https://greendex.hu/biztonsagos-budapesti-csapviz/>), és ha a műanyagpalack kijut a környezetbe, akkor jelentős mértékben szennyezheti a folyókat és végső soron az ivóvíz készleteinket. Egyre több kutatás bizonyítja, hogy a műanyag palackok használata során apró darabok (mikroműanyagok) válhatnak le a palack faláról, amik károsíthatják az egészséged.



NAVIGÁTOR



Az élelmiszerek - így a víz - egyik fontos tudományos vizsgálati szempontja az érzékszervi vizsgálat. Vizsgáljuk meg a víz ízét, illatát és színét! A következő lépésben pedig vizsgáljuk meg, melyik típusú vízmintában található mikroműanyag! Az összehasonlítás alapján betekintést nyerünk a csapvíz és a PET-palackos ásványvizek minőségébe. A PET-palackok elöregedése során átlátszó mikroműanyag foszlányok kerülhetnek az ivóvízbe, vagy ha a palackot eldobják, akkor azok szennyezhetik a természetes vizeket és veszélyeztetik az élővilágot.

Egyes kutatások szerint a palackozott ásványvizek gyakran több mikroműanyagot tartalmaznak, mint a csapvíz. A műanyagokban és felületükhöz kapcsolódva számos vegyi anyag fordul elő, amelyek egészségkárosítóak.

Az UV-fény, a hő és a hűtés felgyorsíthatja a műanyag lebomlását, amely további szennyezést okozhat.

1. Mintagyűjtés és előkészítés:

- Gyűjtsétek be a vízmintákat! Egyik kancsóba kerüljön csapvíz, a másik kettőbe palackozott víz. Csak a kísérlet vezetője tudja, melyik kancsóban mi van! (Érdemes a kancsókat megszámozni, és a számokat felírni!). Hagyjuk a vizet állni pár percig!
- Ügyeljetek arra, hogy minden vízminta tiszta kancsóba kerüljön, hogy elkerüljük a szennyeződést!
- A kísérlet vezetője öntsön poharakba a vizekből (csak ő tudja, melyik víz honnan származik). Ezt követően jöjjön az érzékszervi vizsgálat!
 - Különbözik-e a vizek színe és átlátszósága?
 - Van-e különbség az illatukban?
 - Melyik milyen ízű? Melyiket éreztétek a legfinomabbnak? Miért?
 - Mindenki tippeljen, melyik pohár milyen vizet tartalmazott! Indokoljátok meg a tippeteket!
 - Végül a kísérlet vezetője ismerteti, hogy melyik vízminta honnan származik. Jobb a PET-palackos ásványvíz?
 - Kóstoló jegyzet



NAVIGÁTOR



2. A tapasztalatok rögzítése a hajónaplóba:

- Jegyezzétek fel a kísérletben tapasztalt esetleges eltéréseket a különböző minták között!
- Hányan fogyasztotok rendszeresen palackos vizet vagy üdítőt? Számítsátok ki, hogy az osztályban egy nap alatt mennyi palackra van így szükség?
- Egy év alatt mennyi palackot használtok fel? Vajon megéri-e (mennyibe kerül egy liter csapvíz és egy liter palackozott víz)?
- Mennyit lehetne megspórolni, ha az osztály egy évig csapvizet inna (mire költenétek ezt az összeget)? Milyen hatással van a palackozott víz fogyasztása a környezetre?



HAJÓNAPLÓ



Fogyasztatok minél kevesebb palackozott vizet és üdítőt, és ösztönözzétek erre a barátaitokat és ismerőseiteket is.

A palackokon kívül próbáljatok meg elhagyni más nélkülözhetőt, vagy többször használható alternatívával kiváltható csomagolóanyagokat is!

Volt-e különbség a különböző eredetű vizek íze, illata és színe között? Melyik ízlett a legjobban és legkevésbé?

A csapvízből, vagy a palackozott vízből jöhet több mikroműanyag?

Milyen környezethasználat tartozik a palackos ásványvizekhez? Melyik terheli kevésbé a környezetet: az ásványvíz vagy a csapvíz?

Mit gondoltok, hogyan kerülhető el a műanyag szennyezettség a mindennapi életben?



MIKROSZEMCSÉK ÚTJA A FOLYÓIG

TANTERMI FELADAT



Kérdések:

- Láttál-e már (akár a TV-ben, interneten) olyan folyót, ami szennyezett volt? Mi mutatta a szennyezést? Hogyan kerülhetett oda a szennyezés?
- Láttál már a folyón sodródó műanyag hulladékot? Hogyan juthatott oda?
- Vajon csak a víz felszínén vannak nagyméretű műanyagdarabok?
- A műanyag mellett még milyen szennyezés érik a folyókat?
- Hogyan lehetne megállítani a szennyezéseket?

KINCESLÁDA

ESZKÖZÖK ÉS KELLÉKEK



- ❑ **FESTÉKPOR (PL. VÍZFESTÉK GOMBJAIBÓL ŐRÖLVE/ÉTELFESTÉK) - EZ MODELLEZI A KÉMIAI SZENNYEZŐANYAGOKAT**
- ❑ **LISZT - EZ MODELLEZI A MIKROMŰANYAGOKAT**
- ❑ **KONFETTI, VAGY APRÓRA VAGDOSOTT PAPÍR - EZ KÉPVISELI A MAKROMŰANYAGOKAT**
- ❑ **KARTONPAPÍR (ANNÁL JOBB, MINÉL KEVÉSBÉ ÁZIK ÁT)**
- ❑ **RAJZTÁBLA (A KARTONPAPÍR ALÁ, HOGY AZT MOZGATNI LEHESSEN)**
- ❑ **RAJZESZKÖZÖK, OLLÓ, RAGASZTÓ, SZIGETELŐ SZALAG**
- ❑ **HAJÓNAPLÓ**
- ❑ **FÉLBEVÁGOTT PET PALACK**
- ❑ **SZÓRÓFEJES ÜVEG (PL. ABALAKTISZTÍTÓ OLDAT ÜVEGE) VÍZZEL (EZ MODELLEZI AZ ESŐT)**
- ❑ **VATTA/MOHA/APRÓ CSÍK SZÚNYOGHÁLÓ/FÜGGÖNYANYAG - MODELLEZNI A SŰRŰ, BOKROS TERÜLETET**

MEGFIGYELÉS

Hogyan hat a domborzat, a természetes, és az épített környezet a szennyezés terjedésére? Modellezzük le!

KALÓZJEGYZET



A településeket átszelő folyók, patakok vagy az ott lévő tavak különlegessé teszik a városokat és falvakat. A tiszta víz, a gazdag élővilág és a jó levegő kiváló lehetőséget nyújtanak számunkra a kikapcsolódásra. Ugyanakkor ezt a természeti adottságot meg kell becsülnünk: törekednünk kell a jó állapotban való megőrzésére, illetve arra, hogy a jelenlegi állapotán javítsunk. A folyókat érő egyik legnagyobb fenyegetést a műanyag szennyezés jelenti. Egyre több műanyag eszközt használunk, amelyek a hulladék nem megfelelő kezelése révén kijutnak a környezetbe.

Ezek a makro- és mikroműanyagok és a belőlük származó vegyületek pedig a nagy esők során, vagy erősen szeles napokon bekerülhetnek a vízfolyásokba, ahonnan már nagyon nehéz őket összegyűjteni, hiszen a víz elviszi távoli területekre. Minél több eső esik, minél nagyobb a lejtők szöge, annál könnyebben mosódnak le az anyagok a település házairól és útfelületeiről. Azonban megfelelő akadályok (pl. fasorok, sűrű bokros területek, árvízvédelmi gát) kiépítésével megakadályozható az anyagok folyóba jutása, sőt, össze is lehetne itt gyűjteni a szennyezések nagy részét.

Van a településeken olyan vízfolyás, vagy tó, ahol szoktatok sétálni? Szerinted milyen állapotban van ez a víz és környezete?



Hogyan mozognak a makro- és mikroműanyagok, valamint a kémiai vegyületek a település irányából a folyó felé?

A ti településeken lévő folyót, vagy tavat hogyan lehetne megvédeni a szennyezésektől? Mit tehetnek ti, illetve a tágabb közösségek a víz és környezete megőrzéséhez?

Modellezzük, hogy hogyan juthatnak a különböző méretű műanyag szennyezések egy településen áthaladó folyóba!

A kutatás második lépésében pedig modellezzük azt, hogy hogyan lehetne a különböző méretű szennyezőanyagokat megállítani még mielőtt a folyóba érnének, és így a folyót meg lehetne menteni a szennyezésektől.

Az eredmény segíthet abban, hogy környezetünket okosabban használjuk és védjük, illetve segít tudatosabb döntéseket hozni a környezetvédelem terén.



NAVIGÁTOR



1. A település egy részének és a folyó partjának megrajzolása a kartonlapra (több rajz is készíthető, és akkor az egyes lépésekhez külön-külön rajzokat használunk):
 - Vágjatok le a kartonlapból egy 3-4 cm-es csíkot. Ennek hajtsátok be az alsó 1 cm-es szegélyét. Ez lesz az „árvízvédelmi gát” vagy „töltés”, amit a kísérlet egyik lépésében majd a térképre ragasztunk.
 - Rajzoljátok le felülnézetből a kartonlapra a folyó menti természetes sávot, és a település néhány házát.
 - A kartonlapot erősítsétek egy rajztáblára!
 - Vágjatok félbe egy PET-palackot, amit a rajztábla egyik oldalához kell illeszteni (szigetelőszalaggal oda is lehet ragasztani)! Ez fogja összegyűjteni a kartonra spriccelt vizet, ez jelképezi a folyót.
2. Szennyeződések bemosódása a folyóba:
 - A település területére szórjátok a különböző szennyezőanyagokat! A festék képviseli a legkisebb nanoműanyagokat és kémiai anyagokat, például kifolyt olajat, vegyi anyagokat, a liszt reprezentálja a kisméretű szennyeződéseket, például mikroműanyagot, míg a konfetti a nagy méretű eldobott szemetet (makroműanyag) képviseli.
 - Döntsetek meg a kartonlapot a folyó (PET-palack) felé. Először kicsit döntésetek, majd jobban (mintha hegyek között, egy völgyben volna a település).
 - Spricceljétek rá vizet, mintha esne az eső. Az eső eléri a felszín, majd elindul a víz a folyó (=PET palack) irányába.
 - Figyeljétek meg, hogyan mosódnak az anyagok a folyóba! Melyik mosódik be legkönnyebben?
 - Ha több rajzot készítettetek, akkor ki lehet próbálni, hogy hogyan mozognak az eső által elindított anyagok ha sík a terület (a rajztábla vízszintes), vagy ha enyhén lejt, azaz dombvidéki területen vagyunk, vagy ha a rajztábla erősen lejt, mint a lejtők a hegyekben.
 - A kalandos kedvű mikrotudósok akár igazi utcákat is készíthetnek (pl. gyógyszeres dobozokból házakat), és akkor kiderül, hogy máris máshogy mozog a víz és a szennyezés is az utcán! Próbáljátok továbbfejleszteni a modelleteket! (Készítsetek fotókat!)



NAVIGÁTOR



3. A folyó jó állapotának megőrzése a szennyeződés bemosódásának akadályozásával:
 - A folyó (PET palack) és a település közötti területre ragasszátok rá a gátat (kartonszalag), illetve a sűrű növényzetet megtestesítő vattát (mohát vagy szúnyoghálót).
 - Újra szórjátok a festéket, a lisztet és a konfettiit a településre. Essen az eső!! Figyeljétek meg, hogy most hogyan mosódnak az anyagok a folyóba? Melyik mosódik be legkönnyebben?
 - Mi állítja meg jobban a szennyeződések, a gát vagy a növényzet?
 - A valóságban mit lehetne tenni, hogy a folyóba ne jusson be a szennyezés?

HAJÓNAPLÓ



Jegyezzétek fel a kísérlet lépéseit, rajzoljátok le az egyes modell-lépéseket.

Készítsetek posztert a modellépítésről és a kísérlet lépéseiről!

Jegyezzétek fel, hogy mikor, melyik anyag jutott legkönnyebben a folyóba!

Részt vehettek szemétgyűjtési akciókban, hogy minél kevesebb műanyag jusson el a folyóig.

A folyó menti erdősávok vagy bozótosok hasznos területek, hiszen egyrészt megakadályozzák a szemét folyóba jutását, miközben élőhelyet is biztosítanak sok állat-, és növényfaj számára.

OSSZUK MEG A TUDÁSUNKAT!

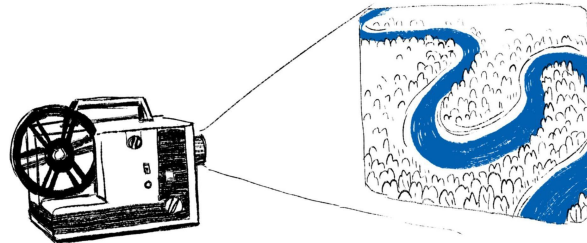
Hajónaplótokat megtöltöttétek izgalmas feljegyzésekkel, megszerzett tapasztalatokkal és tudásmorzsákkal. Ugye, alig várjátok, hogy megoszthassátok másokkal? A tudás az a fajta kincs, amit ha megosztunk másokkal nem kevesebb lesz belőle, hanem megsokszorozódik.

A tudományos felfedezések, eredmények megosztása a tudománykommunikáció, melynek széleskörű eszköztára számtalan megoldást kínál. Izgalmas, figyelemfelhívó vagy játékos formában is átadható a tudás, amit szereztetek. Találjátok meg a módját, hogyan juttathatjátok el az eredményeiteket, és hozhatjátok érthető közelségbe a problémát, amit kutattatok.

Térjete ki a megoldási javaslatokra, de hagyjátok nyitva a lehetőséget, hogy a közönség maga gondolhassa végig, mit tehet a probléma mérséklése érdekében.

Hosszú távon célravezetőbb, ha a "miértekre" helyezitek a hangsúlyt, ami egy belső motivációt indíthat el a "hogyanok" felé. Például, ha azt mondjuk, hogy ne dobj el üveghulladékot, az kevésbé eredményes kommunikáció, mintha megmutatnánk, hogy az üvegszilánkok hogyan sértik fel a kisállatok lábát.

Osszátok meg saját fogadalmaitokat, és mutassátok be azt is, miként sikerült betartani azokat.





A TUDOMÁNY MINDENKIÉ

BELTÉRI FELADAT



Kérdések:

- Hozzátok hogyan jut el egy-egy tudományos felfedezés vagy eredmény?
- Miért fontos, hogy mások is megismerhessék egy-egy kutatás eredményeit?
- Ti hogyan osztanátok meg másokkal (társaitok, családok, ismeretlenek) a mikrotudósként szerzett tapasztalataitokat?



KINCESLÁDA

ESZKÖZÖK ÉS KELLÉKEK



- ☐ HAJÓNAPLÓ
- ☐ AZ EMLÉKEITEK
- ☐ INTERNET, OKOSTELEFON
- ☐ SZÁMÍTÓGÉP

TUDÁSMEGOSZTÁS

A tudományos munka lényege, hogy folyamatosan új szempontok kerüljenek bele, tanulhassunk egymástól, és gazdagíthassuk az emberiség tudását.

KALÓZJEGYZET



A tudományos felfedezések és eredmények megosztása a **tudományos kommunikáció**, ami sokféle módon segíthet abban, hogy mások is megértsék és izgalmasnak találják a kutatók által felfedezett problémát és annak megoldásait. Ti is sok-sok tudásmorzstát csipegettetek fel, miközben igazi mikrotudóssá váltatok. A célunk az, hogy ne csak elmondjátok, mit találtatok, hanem megmutassátok azt is, hogy miért fontos mindez a közösség számára. A megszerzett tudással már máshogy néztek a természeti környezetre, hiszen jobban megértitek. Ráadásul segíthettek abban, hogy a folyókat és a környezetet jó állapotban megőrizzük a jövő számára!

Nyissátok ki a hajónaplótokat, ahová a feladatok elvégzése közben gyűjtöttétek a legértékesebb kincset, a tudást. Ez a fajta kincs, ami nem fogy el, ha megosztjuk – éppen ellenkezőleg: megsokszorozódik!

Nyerjétek meg minél több embert a folyók ügyének!

Gondoljátok végig, hogy a különböző embereket, mi érdekli, és hogyan lehet őket bevonni. Lehet, hogy egy vicces videó fogja meg őket, vagy egy lenyűgöző tény vagy rajz a témáról.



Ne feledjétek: a példamutatás mindig a leghatékonyabb módja a cselekvésre ösztönzésnek!

Nézzétek meg, hogy végzik az ifjú petkalózok ezt a feladatot?
[Petkány és Szakállkapitány bemutatja.](#)





NAVIGÁTOR



A következő feladatban csoportokat alkotva válasszatok a különböző tudománykommunikációs módszerek közül, majd mutassátok be az elkészült anyagokat, és beszéljétek meg, melyik milyen célcsoport körében lehet érdekes. Lehetőségek: újságcikk, híradós tudósítás, poszt közösségi médiában, kisvideó, kiselőadás.

1. Válasszatok egy tudománykommunikációs eszközt!

Csoportokat alkotva döntsétek el, hogy milyen formában szeretnétek megosztani a tudásotokat. Az alábbi lehetőségek közül választhattok:

- **Újságcikk:** Képzeljétek el, hogy egy magazinba vagy online portálra írjátok a cikket.
- **Híradós tudósítás:** Állítsátok össze egy hírműsor rövid beszámolóját.
- **Poszt közösségi médiában:** Egy Instagram-, TikTok- vagy Facebook-poszt megírása, ami figyelemfelkeltő és könnyen megosztható.
- **Kisvideó:** Egy rövid, 1-2 perces videó, amely játékos vagy látványos módon adja át az üzenetet.
- **Kiselőadás:** Egy 3-5 perces bemutatónak, amelyet élőben vagy online adtok elő.

2. Készítsétek el az anyagotokat!

- Gondolkodjatok azon, hogyan lehetne a témát izgalmasan és érthetően elmagyarázni.
- Térjétek ki a megoldási javaslatokra, de hagyjátok, hogy a közönség maga is gondolkodjon: mit tehetne ő a probléma megoldásáért?
- Hangsúlyozzátok a "miérteket"! Például, ne csak azt mondjátok, hogy „ne szemetelj”, hanem mutassátok meg, milyen hatással van a szemét a természetre vagy az élőlényekre, és mutassatok be egy jó példát!



NAVIGÁTOR



3. Személyes példamutatás

Osszátok meg saját fogadalmaitokat a problémával kapcsolatban. Mit tesztek ti magatok, és hogyan sikerül betartani a saját ígéreteiteket?

4. Mutassátok be a munkátokat!

- Minden csoport mutassa be az elkészült anyagát az osztálynak vagy közönségnek.
- Beszéljétek meg közösen:
 - Kinek szólt az anyagotok?
 - Milyen módszerekkel próbáltátok megfogni a célcsoport figyelmét?
 - Mi működött a legjobban, és miért?

FÖLD A LÁTHATÁRON!

Amíg a tudást és az ismereteket magunkba zárjuk, addig nem tudunk hatékonyan segíteni sem egymásnak, sem a környezetnek! Ha együtt dolgozunk és gondolkodunk a kutatócsoportban, akkor sokkal több és érdekesebb eredmény születhet, hiszen mindenki kicsit más szemszögből látja ugyanazt a problémát.

Ha több kísérletet is sikerült elvégeznetek, talán észrevettétek, hogy a feladatok hasonlítanak egymáshoz. Általában a tudományos kutatások módszerei és az elemzés lépései hasonlóak. A kutatások egyediségét a feltett tudományos kérdés és a megoldandó feladat adja. Ahogy ti, mikrotudósok is hasonló módszerekkel, de különböző kérdésekre, problémákra kerestétek a választ.

A lényeg, hogy meglássátok az összefüggéseket, és gondolkodjatok kritikusan. A kritikus gondolkodás alapja pedig az, hogy minél több forrásból gyűjtsetek be információt, és ha lehetőség van rá, akkor szerezzetek saját tapasztalatot egy adott témában.

Azok a módszerek, amelyekkel a tudományos adatgyűjtést most elsajátítottátok, nem kívánnak különleges vagy nehezen beszerezhető eszközöket, viszont kiváló lehetőséget adnak a tapasztalatszerzésre.

Bármikor alkalmazhatjátok őket, ha az általunk ajánlott feladatokon kívül tovább vizsgálódnátok. Sőt! Ha van egy jó kutatási tervetek, akkor szeretnénk, ha megosztanátok velünk. A tudományos munka lényege, hogy folyamatosan új szempontok kerüljenek bele, tanulhassunk egymástól, gazdagíthassuk az emberiség tudását.

A kutatások az ember alapvető kíváncsiságára, tudásszomjára építenek, és a felfedezés örömét adják, miközben az eredményekkel jobba tehetjük a Földet.

Ne feledjétek: a mikrotudós - mint minden más tudós - egy kutatócsoportban jóval hatékonyabban kutathat és terjesztheti tudását, mint egyedül!

KIKÖTÉS ÉS UTÓSZÓ

Ne aggódjatok, a világ még mindig csodás hely!

Tudtátok, hogy mikroműanyagok szinte mindenhol vannak körülöttünk? Ez igaz, de ne essetek kétségbe! Az, hogy felfedezzük őket, már egy hatalmas lépés a megoldás felé. A világ tele van szépséggel és lehetőséggel, és sok okos ember dolgozik azon, hogy a környezetünk tisztább legyen. Már ti is részesei vagytok ennek, hiszen a tudás és a figyelmesség az első lépés! A természet hihetetlenül alkalmazkodó és erős – éppen úgy, ahogy mi is. Csak tegyétek, amit tudtok: csökkentsétek a hulladék mennyiségét, használjátok újra amit lehet, és sose feledjétek, hogy minden apró tett számít. Együtt megóvjuk a bolygónkat, és közben rengeteg mókás kaland vár ránk!

Azzal az üzenettel engedünk el benneteket, hogy a tudomány felfedezése nem ér véget itt!

A kíváncsiságotok, a kérdéseitek és a kísérletezések visznek előre benneteket – és a világot is.

Mindig járjatok nyitott szemmel és szívvel a világban, merjetez kérdezni, és ne féljetez kipróbálni új dolgokat!





Légy mikrotudós munkafüzet. E-book, első digitális kiadás.

Megjelent a Tiszta Tisza Tankönyvsorozat részeként, magyarul, angolul, román és bolgár nyelven az Be a microscientist! Erasmus+ program keretében.

Szerzők: Dr. Molnár Attila Dávid, Dr. Szabó István, Vészity Katalin, Dr. Kiss Tímea

Illusztrálta: Gauder Áron

Design, ikonok: Silimon Emese

Fotók: Pálvölgyi Krisztina, Kubinyi Enikő, Molnár Vanda, Varga Tamás, Géczy Anna, Hankó Gergely és a PET Kupa önkéntesei

Készült a Be a Microscientist! 2023-2-HU01-KA210-SCH-000185151 azonosítójú Erasmus+ projekt keretében, az Európai Unió támogatásával.

Légy mikrotudós munkafüzet - Tiszta Tisza Tankönyvsorozat
kiadja a PET Kupa Egyesület
5000 Szolnok, Gutenberg tér 2. V/3.

szemleletformalas@petkupa.hu



Az Európai Unió finanszírozásával. 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