

HOGYAN SEGÍTHETNEK A FIZIKAI KÍSÉRLETEK KISISKOLÁS KORBAN A KÖRNYEZETVÉDELEM ÉS A FENNTARTHATÓSÁG MEGÉRTÉSÉBEN

Tóth Attila^{0000-0003-1885-4330 1*}, Jurik Tünde^{0000-0002-8286-8562 2*}

^{1*2*} Pedagógusképző Intézet, Közép-európai Tanulmányok Kara, Konstantin Filozófus Egyetem, Nyitra,
Szlovákia

<https://doi.org/10.47833/2023.2.CSC.005>

Kulcsszavak:

irreverzibilis folyamat, erkölcsi
GPS, fizikai kísérletek
kisiskolásoknak

Keywords:

irreversible process, moral GPS,
physical experiments for
elementary school students

Cikktörténet:

Beérkezett 2023. szeptember 5.
Átdolgozva 2023. október 28.
Elfogadva 2023. november 6.

Összefoglalás

A tanulmány célja elsősorban megállapítani, hogy a pedagógusaink és a kutatóink egyáltalán tudatában vannak-e, hogy a visszafordíthatatlan folyamatok borotvaéles határán haladunk. Mikor billen egy folyamat a visszafordíthatóból a visszafordíthatatlanba? Megállapítottuk-e a maximális teherbíróképességét a Földnek? Elkéstünk vele? Még felállítható egy erkölcsi GPS? Hogyan lehet mindezt elmagyarázni, illetve milyen útmutatást kaphatnak már kisiskolás kortól kezdve? Bemutatunk néhány fizikai kísérletet, amelyek segítségével könnyebben érthető a környezetszennyezés, az árvizek és a légörvények keletkezése.

Abstract

The aim of the thesis is primarily to establish whether our teachers and researchers are at all aware that we are moving on the razor-sharp edge of irreversible processes. When does a process tip from reversible to irreversible? Have we established the maximum carrying capacity of the Earth? Are we late for it? Can a moral GPS still be set up? How can all this be explained, or how can it be taught in this way from an early age? We present some physical experiments, which help to understand more easily the creation of environmental pollution, floods and air vortices.

1. Bevezetés

Az emberi találékonyosság elképesztő. Ez azonban attól függ, hogy az ember a találékonyosságát gonosz vagy nemes célokra használja-e. Egy kőbányászásra szánt találmányt az emberek ma is puszkaporként használják. Az is bebizonyosodott, hogy Heisenberg fizikus a korának a legnagyobb hőse, mert nem fedte fel az atombomba titkát, amikor azt katonai hódításra szánták. Az atomenergia felhasználásának morális kérdései még nyitottak és megválaszolatlanok. Tudna-e ma egy kortárs fizikus hősként viselkedni? Milyen modern problémák merültek fel azóta, miről hallgatunk, és milyen víziók tárulnak elénk? [8] Ha a fizikusok az ipari forradalom ideológiai hősei, akkor csak ők a felelősek a visszafordíthatatlan folyamatokért? A környezetvédelem-e a legsürgetőbb feladat? Ezekre a kérdésekre próbáltunk választ találni.

2. Morális kihívások

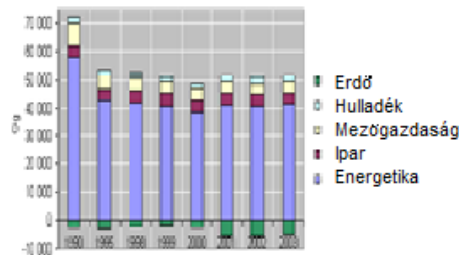
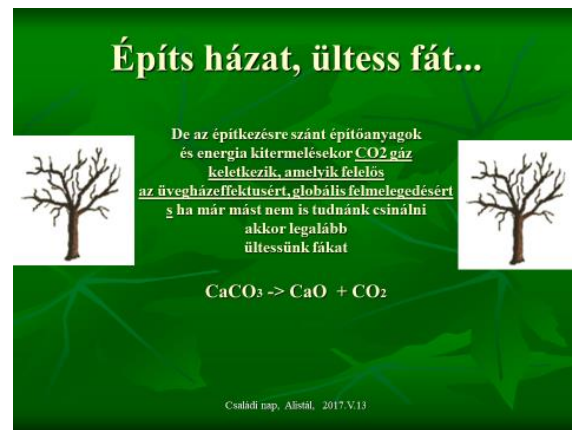
Fokozatosan először nekünk, oktatóknak, feltalálóknak, kutatóknak kell választ adnunk a modern idők erkölcsi kérdéseire és kihívásaira. Globális szempontból jelenleg a környezetvédelem a legsürgetőbb feladat. Elemzők szerint az egyes fenyegetéstípusok sorrendjét megváltoztatják a

* Tóth Attila.
E-mail cím: atoth2@ukf.sk

hatalmi döntések – legyen szó olajválságról, fegyverkezésről és leszerelésről, piacgazdasági kockázatokról, nacionalizmusról és terrorizmusról, urbanizációról, népességrobbanásról, éhínségről, ivóvízhiányról, a kábítószer-függőségről vagy a környezettel való törődés mértékéről. A fizikusok szerint egy visszafordíthatatlan folyamat stádiumának küszöbét léptük át, fél lábbal máris visszafordíthatatlan zsákutcában vagyunk. Ennek ellenére kötelességünk korlátozni az egy főre jutó energiatermelést és -fogyasztást. Ezért szükséges a Föld teherbíró képességének a felső határait meghatározni egy morális GPS-rendszer segítségével. Egyénenként elegendő lenne a hulladék szeperációja, de csoportosan már oly kevesen törődünk azzal, mi van a felhalmozódott szeméttel. Még az ivóvízkészlet elszennyeződése, és a globális felmelegedés miatti büntudattól sem szabadulunk meg, aminek az a következménye, hogy az emberek elmenekülnek olyan országokból, ahol már nincs elég. Emellett továbbra is a katonai célok érvényesülnek, és jelenleg is gazdasági háború zajlik a világban. Magasrangú egyházi méltóságok a feltalálókat okolják mindezért, hiszen a fizika atomfegyvere, és az ipar tönkreteszti a levegőt, a vizet, tönkre tesszük a lelkiismeretünket, megöljük gyermekeinket és öregjeinket, a biológusok pedig új vírusokat állítanak elő. Szükség lenne új tízparancsolatra? Ez a vád nemcsak a fizikusokat célozza, hanem jól tudjuk, hogy a biológiai vívmányok kéz a kézben jelennek meg a fizika felfedezéseivel, a tudományok differenciálódása után pedig ezek összeolvadásának vagyunk a tanúi. Ezért ez a kritika nemcsak a fizikusoknak szól, hanem általában a természettudósoknak is. Az alábbiakban azzal foglalkoznánk, mi, a megvádolt természettudósok (és nem csak fizikusok, hanem vegyészek, biológusok, környezetvédők is...) hogyan harcolhatunk békés céllal a találmányok, vívmányok (például egészségtudomány) népszerűsítéséért. Hogyan lehetséges, hogy a fiatalok elméje a mesterséges intelligencia oldalán áll? Hogyan lehet egy ifjú gondolkodása ilyen: „Megismerve a Higgs-részecske tulajdonságait és a vele együtt a Higgs-mező tulajdonságait, majd megtanuljuk kezelni ezt a mezőt, akkor csodálatos kulcsunk lesz az anyag átalakításához. kedvünk szerint” [5]. Az idősebb nemzedék erkölcsi kérdése lehetne: Az emberi elme eme majdani találmányát minden esetben nemes célokra fogják használni? Ha kétségeink lennének, jobb lenne, ha elmagyaráznánk a fiataloknak a találmánnyal való visszaélés lehetséges veszélyeit, de megmutathatnánk a sikereket, a jó eredményeket is. Ezért szükséges az egészséges és felelősségteljes természetszemlélet kialakítása a fiatalokban. Fel kell ismerniük a lehetőségek határait, korrigálni kell az érzelmi szemléletet; az egészséges környezetszemlélet megvalósítása érdekében. A természetet olyan állapotban kötelesek átadni jövő nemzedékeinknek, ahogyan azt őseinktől kaptuk. Az egyéni felelősségvállalás mellett szükséges lenne az ún. kollektív felelősség, és annak fokozatos kialakítása is a fenntarthatóság szempontjából.

3. A környezet globális állapotával kapcsolatos igazság feltárásának módjai kisiskolásoknak

A végső cél a természettel való egészséges kapcsolat kialakítása. Szeretnénk, ha az általános iskola 1. és 2. évfolyamába beillesztenék a környezeti nevelés óráit, amely a környezetvédelem témaköreivel foglalkozna, ezzel a kisiskolások elképzeléseit bővítenék a témáról. Érzékenyen és tudományosan, kísérletek segítségével világosan kell bemutatni, hogy mi a levegő, milyen mennyiségű oxigén szükséges az élethez, és rávilágítani a levegő minőségére. Sok éves tapasztalat bizonyítja, hogy a vizualizáció javítja a tanulók megértését az örvények, hurrikánok és tornádók kialakulásáról. Szintén foglalkozunk ivóvíz problémával, a víz minőségének veszélyeztetettségével és bemutatjuk, hogyan lehet kimutatni a vízszennyezést. Foglalkozunk az árvizekkel is – hogyan és hol keletkeztek a múltban, és miért van egyre több árvíz. Felhívjuk a figyelmet arra, hogy több fát kell ültetni, mint amennyit kivágnak, és játékos formában. Megtaníthatjuk a tanulóknak a fák által termelt oxigén mennyiségének kiszámítását. A környezet tisztaságának megőrzése érdekében megerősítjük, hogy a megújuló energiaforrások felbecsülhetetlen értékűek lesznek a jövőben. Szemléltető táblázatokkal rámutatunk arra, hogy ha nem változtatunk az egy főre jutó energiafogyasztáson, akkor 2050-re 3 földgömbre lenne szükségünk [8]. Több szén-dioxidot termelünk, mint amennyit az erdei ökoszisztémák elnyelnek (1. ábra). Az animáción a bolygónk mozgó állapotban van, a fák pedig levelet bontanak, illetve hullatnak.



1. ábra: Az ökológiai lábnyom, a fák fontossága, valamint a széndioxid termelése és elnyelése, a zöld vízszintes tengely alatti rész a visszanyelés, a feletti a termelés

3.1. Mit tett a környezet megóvásáért az öregedő nemzedék?

Bár már mintaszerűen szeparálunk otthonainkban, nem tudunk mit kezdeni a felgyülemlett abnormális mennyiségű hulladékkal. Hiába beszéltük le a PET-kampány aktivistáit az üveg helyett a műanyag csomagolás bevezetéséről, hogy az üveget műanyagra vagy az ilyen csomagolásra cserélni nem egészséges, nem volt elég bizonyítékunk a PET-lobbi megakadályozására. Csak azt állapították meg, hogy az üvegpalackok mosását megtakaríthatjuk.

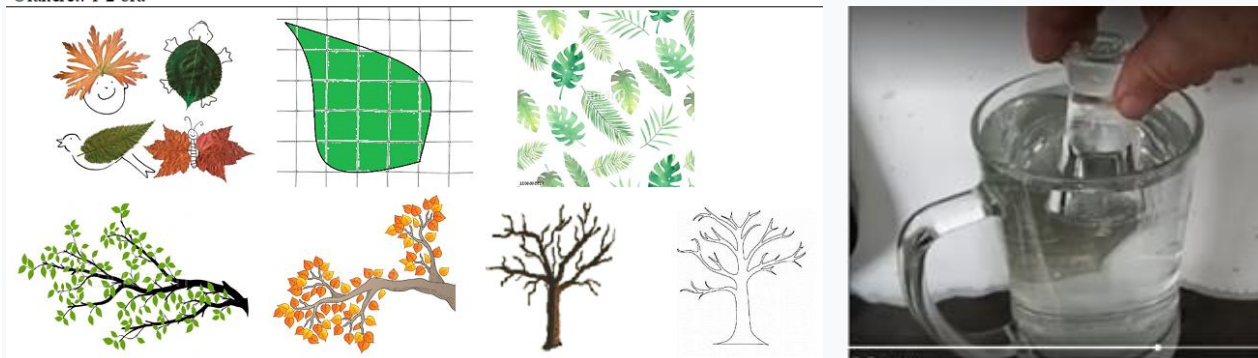
Két évtized után csak annyit tudunk megjegyezni, hogy rengeteg a műanyag hulladék, mindenhol megtalálható, hiszen a mikrorészecskék fokozatosan beépülnek szervezetünkbe. Megpróbáltuk biológiailag lebomló fóliák formájában ártalmatlanítani (krumplikeményítőt raktunk a PE fóliába, önbomlasztás céljából), de kiderült, hogy ehhez nem elegendő a mikroorganizmusok száma a talajban. A következő lépésben, amikor kiderült, hogy a műanyag égésterméké káros, felmerült az ötlet, hogy a műanyag hulladék égéstermékét, a keletkező (mérgező) gázt mész- és cementgyárakban is elégethetik. Csakúgy, mint a szemétegetőkben, a kórházi hamut is elégetik a cement égetésekor (természetesen ezt a cementterméket nem ajánlottuk ivóvíz kutak készítésére). A hulladék ilyen jellegű elhelyezése azért jó, mert a műanyagok égetésekor keletkező mérgező gázt hermetikusan tárolják, és a cement 930 K hőmérsékletű égetésekor gyakorlatilag teljesen, tehát szennyezés hátra hagyása nélkül, elég a gáz, akár csak a földgáz (2. ábra). Egy másik javaslat lenne a műanyag hulladék optimális (egyben hasznos) ökológiai ártalmatlanítási módja, amely szerint a PET-et és egyéb tiszta műanyag hulladékokat "betonoznánk" és új típusú szigetelőanyagot hoznánk létre (3. ábra). Az ilyen javaslatokon kívül [9], újabb és újabb megoldásokat keresnek [2].

Ezt a kísérletet szinte minden iskolában meg lehet valósítani, kell hozzá mérőhenger, ha nincs, akkor egy hosszú, átlátszó pohár is megteszi. Az aljára tegyünk szűrőpapírt vagy egy szalvétából kivágott kört. Ezt követően kb. öntsük kavicsot a henger negyedébe, és rétegenként agyagot vagy gyurmát. Ezt követően homokot és fekete vagy barna földet teszünk, ami jellemző az általunk lakott földrészre. Helyezzünk fűvet a tetejére gyökerekkel. A következő hengerbe tegyünk egy henger alakú szivacsot, amelyet előtte kék tintába vagy vízben oldódó festékbe mártottunk. A homok fölé helyezve és a környezetünk jellegzetes rétegeivel letakarva egy kis bogrács segítségével vizet öntünk (az esőzést imitáljuk). Már a kísérlet során, valamint az egyes rétegek eltávolítása után is kimutathatóak a foltok a szűrőpapíron. Annak bizonyítására, hogy a talajvíz gyakorlatilag ugyanezt fogja tenni (árvizek, hosszan tartó esőzések okozzák), a vizet szívószállal juttatjuk a henger aljára. Figyelembe kell venni, hogy szélsőséges időjárási változások során előfordulhat olyan jelenség, amikor a víz felülről és alulról is ömlik. Ilyen egyszerű módon bizonyíthatjuk, hogy a vegyszerek és veszélyes anyagok kockázatot jelentenek, hogy például az árvíz, de magas talajvízszint esetén is a kutakba kerülhetnek (bizonyításként a 3. kép középső fotója). Az idősebb diákoknak elmagyarázhatjuk, hogy mindezek az események mérhetők és kimutathatók, például mérhető az egyes rétegek átteresztőképessége, illetve az időbeli lefutása azoknak a vegyszereknek, amiket általában már mindenütt használunk [1]. Sikertelen megértetni velük, hogy hogyan működnek a zeolit szűrők, a homokos tisztítóberendezések.

3.3. Hogyan mutatható be a felső határérték, amit morálisan nem léphetnénk át

Hogyan tudnánk pár szóban vagy kísérletek segítségével megmutatni, mi a levegő és mi a gond a levegővel. Ennek érdekében feladatlapokat készítettünk, amelyeken részletesen le van írva, hogy mire és hogyan kell felkészülni, hogy kellően szemléletes legyen, és az általános iskola első osztályos tanulói minél többet értsenek. A levegő jelenléte két különböző méretű üvegpohárral igazolható. Ha a kisebb üveget ferdén behelyezzük, megtelik vízzel. De függőleges merítésnél a levegő nem enged be vizet. A levegő jelenléte léggömb segítségével is igazolható, amikor egy felfújt ballont feszülő zsinegre kötünk és elengedünk, bemutatjuk, hogyan keletkezik a szél. Ugyanakkor elmagyarázzuk, hogy a levegő körülbelül egynegyede oxigén, amely az élő szervezetek számára szükséges. Az 1. ábrán látható, hogy több CO₂-t termelünk, mint amennyit a növények be tudnak lélegezni, és fordítva, oxigént lélegeznek ki, tehát O₂ termelők. Ennek érdekében, hogy a tanulók fantáziáját oxigéntermeléssel kapcsolatos ismeretekkel gazdagítsuk, javasoltuk a tűlevelű és lombos fák leveleinek összegyűjtését és méretük négyzetes papír segítségével történő megmérését (becslés...). Ezt követően megszámlálják, hogy hány levél van az ágon, és körülbelül hány ág van a fán. Így jobban el tudják képzelni, miért értékesebbek a fák, mint például a fű a zöldfelület és az oxigéntermelés szempontjából (5. ábra).

Órakeret: 1-2 óra



5. ábra: Egy feladatlap, amelyen a levelek nagyságát, felületét számosságát mérhetjük, illetve a levegő létét bizonyítjuk egy nagyobb és egy kisebb pohár egymásba fordításával.

A kutatások alapján előállíthatnánk egy "ún. morális GPS-t", amely veszélyes és visszafordíthatatlan zsákutcákhoz vezető folyamatokat jelezne kockázati tényezőként. Holland és brit tudósok elemzése szerint 2100-ra 2 °C-os globális felmelegedés visszafordíthatatlan folyamathoz vezet. Az üvegházhatású gázok kibocsátása radikálisabb fellépést igényelne, legkésőbb 2035-ig, a két fok 67 százaléka még visszafordítható, így 33 százalék az esélyünk, hogy

nem lépjük át ezt a küszöböt. Ezért meg kell ragadni a „mentőövet”, amely szerint az országoknak hatékony és radikális intézkedéseket kell tenniük, és gyorsabban kell cselekedniük, mert „ha túllépjük ezt az időkorlátot, a katasztrófa visszafordíthatatlan. Hogyan mondható mindez el a kisiskolásoknak? Nagy problémákat okoznak a vulkánok, a befagyott metán, az atombomba veszélyeztetettsége nem szűnik. Az extrém változások, a hirtelen esőzések okozta áradásokra is figyelmeztetnünk kell. Erre készítettünk kísérleteket, hogyan önti el a víz a magasabban fekvő falukat is, ha a még magasabban elhelyezkedő településen, völgyzáró térrészben megtelik a katlan, hol szakad át a gát. Mindezt a 6. ábrán látható edényekkel és egy kevés sóliszt gyurmával érzékeltetni lehet. A nagy edény megtelik vízzel, előnti az alsóbb helyeken fekvő házakat, utcákat. Sajnos gyakori látvány a TV-ben is, ahogyan mindent sodor a víz.

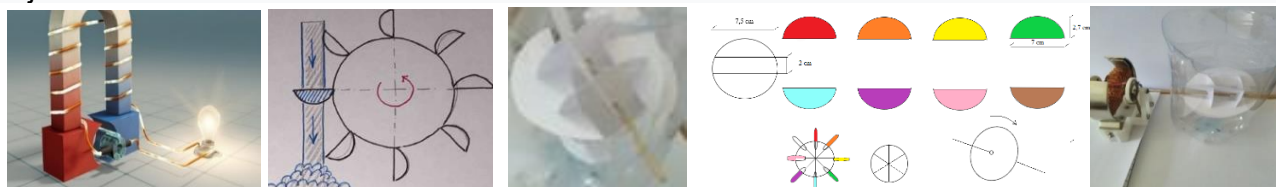
Egy közönséges PET üvegben pedig bemutatható, hogyan keletkezik örvény. A légörvények szaporaságát ki is mutatjuk (6. ábra). Kis agyagedényekkel, gyurmával imitálható a valós állapot, a nagy edény megtelve vízzel, előnti az alsóbb helyeken fekvő házakat, utcákat. Gyakori látvány a TV-ben is, mindent sodor a víz.



6. ábra: Az ökopark által kínált programok bemutatói, amelyek lehetővé teszik a valós felszín reprodukálását, szimulációval megtudjuk, hol a leggyengébb a gát, hogyan alakul ki az örvény a vízben és a levegőben, megmagyarázzák, miért van olyan sok tornádó Forrás: Tribeč környékének topográfiai térképei, ökopark, saját kísérletek és rajzok (TASR adatok)

3.4 Áramtermelés játékos módon

Elsősorban meg kell érteni a diákokkal, hogy az emberi élet ma már elképzelhetetlen energia nélkül, szükségünk van elektromos energiára, áramra. Az áram keletkezésére sok ábra videó található az interneten. Dinamó is található a biciklikén, és gyakorlatilag kivitelezhető keménypapírból, vagy keményebb ollóval vágható vékony műanyaglapocskákból összeállított turbina, amely megforgatja az állandó mágnesek közötti térben a tekercset, így áramot tudunk termelni. Színes, szivárvány színeivel festett lapocskákból készült lemezek nemcsak áramot termelnek, hanem összeáll az összetett fehér fény is a forgatás során. A 7. ábrán a forgó hurok az állandó mágnesek között áramot termel, így az izzó világít. A forgást a mellette levő ábra segítségével kialakított lapátokkal is biztosítani tudjuk, illetve két kör alakú tartólapba beszúrjuk a félhold alakú lapokat. Az így kialakított lapátok turbinaként működnek, vízzel forgatva áramot fejlesztünk.



7. ábra: Forgó tekercs áramot termel, a víz helyzeti energiája - rajz, saját turbina készítés, áram

Stephen Hawkins posztumusz üzenetében arra figyelmeztetett, hogy a tudomány és az oktatás világszerte "nagyobb veszélyben van, mint valaha" (MTI/MH, 2018). Hawking elismerte, hogy a tudománynak számos komoly problémával kell szembenéznie a világon, mint például az éghajlatváltozás, a túlnépesedés, a fajok kihalása, az erdőirtás és az óceánok pusztulása [7], de továbbra is arra buzdította a fiatalokat, hogy a csillagokat nézzék, ne a lábukat. Próbáld megérteni,

amit látsz, és gondolj arra, hogyan jött létre az univerzum. Fontos, hogy ne add fel. Engedje szabadjára a fantáziáját. "Alakítsd a jövőt" - mondta a tudós. Hawking többek között kifejti, hogy véleménye szerint az emberiségnek nincs más választása, mint elhagyni a Földet, ha nem akarja a "pusztulást" kockáztatni, és azt jósolta, hogy a számítógépek a következő időszakban felülmúlják az emberi elmét. Az emberi intelligencia szempontjából, " kellene meggyőződnünk arról, hogy a számítógépek céljai, értékrendje összhangban vannak-e a mieinkkel". Ezzel megerősítette azt az elképzelésünket, hogy erkölcsi GPS-t kell létrehozni, ha még nem túl késő [3].

4. Befejezés

A jövő titkai éppúgy megjósolhatók, mint az időjárás. Valószínűleg csak néhány napos előrejelzés lehet nagyon pontos. Az előrejelzések szerint már 2019-ben is súlyos kockázatokra számítottak: több járvány fog keletkezni (megtörtént), de a legnagyobb veszély az, hogy az emberiség katasztrófa felé tart. Az extrém időjárási változások, az éghajlati hatások és a természeti katasztrófák enyhítésének elmulasztása a három legvalószínűbb kockázat, amellyel foglalkozni kell. Az új évszázad első évtizedei azt mutatják, hogy a környezeti katasztrófákat az emberi tevékenység, valamint a biológiai sokféleség csökkenése és az ökológiai összeomlás okozza. De a vulkánkitörések, szökőárok, kaliforniai tüzek vagy ausztráliai és európai hőmérsékleti rekordok is bizonyítják, hogy lehetséges, hogy a folyamatot nem lehet visszafordítani, így a folyamat már visszafordíthatatlan. A cikkben bebizonyítjuk, hogy az egy főre jutó energiafogyasztással rossz irányba megyünk, aminek következtében bolygónk lakhatatlanná válhat. A mi pragmatikusaink, és kutatók csoportja ellenezte a PET lobbit. Igyekeztünk megmenteni az üveg, mint csomagolás dominanciáját a műanyaggal szemben. Nagy mennyiségű PE és PET hulladékot kívántunk ártalmatlanítani az ún. biológiai lebomlás útján, sikertelenül. A PET és a polimerek annyira elterjedtek, hogy mikrorészecskék a tenger fenekén, állatokban és bennünk is megtalálhatók; és mi magunk vagyunk a hibásak [6]. Szerencsére azon dolgozunk, hogy étetéssel ártalmatlanítsuk a mérgező melléktermékeket és földgázként használjuk (ártalmatlanítjuk) a cementgyártásban. A műanyag hulladékot különféle ökológiailag megfelelő módon lehet feldolgozni, új szigetelőanyagot létrehozva [2], [9]. A fogyasztás csökkentésével meg akarjuk állítani az üvegházhatást, ezen a nagyszámú (kiszámítható) faterlepítés is segítene. Azt is bebizonyítottuk, hogy a mész- és cement tartalmú habarcsok elnyelik a gyártás során keletkező szén-dioxidot, mert ez a kapcsolat lényege. Az állami oktatási program is igyekszik nyomon követni ezeket a modern idők sürgető problémáit, ahol a természetes élőhelyek és a növény- és állatvédelem, a környezetszennyezés, beleértve az újrahaznosítást, a hulladékgazdálkodás és a fenntartható energiaforrások problémáit. Az óvodáskortól kellene rámutatni, milyen lehetne az ember és a környezet harmonikus kölcsönhatása. Az oktatás ne csak elméleti szinten történjen, hanem játékosan, bemutatókkal, kísérletekkel tele, élményszerű tanulási formában, így formálhatnánk a gyermekek kritikai gondolkodását. A gyakorlati bemutatók vagy kísérletek itt kulcsszerepet játszanak. Kísérletek segítségével a tanulók megismerik a természet működésének alapelveit, törvényszerűségeit, amelyek megzavarása környezeti problémákhoz, sőt természeti katasztrófákhoz is vezet. Hiszen nem elég megismerni a környezeti veszélyeket, hanem alternatív megoldásokat is kellene kerestetni velük. Pl. hogyan lehet megakadályozni a víz- és energiapazarlást az otthonunkban, vagy tudtak-e reagálni a környezetükben fellépő problémákra, pl. fekete hulladéklerakók. Hiszen az egészség környezeti összetevője nagyon fontos ráhatás. Nem utolsósorban pedig a felsőbb tagozaton már nem lesz ismeretlen a mérés, a kísérlet, és maga a fizika sem lesz olyan titokzatosan ismeretlen.

Köszönetnyilvánítás

Ez a tanulmány a KEGA 011UKF-4/2022 keretén belül valósult meg

Irodalomjegyzék

- [1] Davar, E.: How Flaws in the General Theory Render It Irrelevant to the Real World. 2014. In Modern Vol. 5, pp. 93-104, DOI 10.4236/me.2014.51011
[2] Geyer, R.: Solutions for plastic pollution, Nature geoscience, 2023, Vol. 16, p. 655, DOI: 10.1038/s
[3] Hawking S. Brief Answers To The Big Questions, Magyar Hírlap, 2018. [cit. 2018.10.16.]

- [4] Mamba, B. B.: A call for multidisciplinary approach towards water, npj clean water, 2023, Vol. 6, Nr. 22, DOI 10.1038/s41545-023-00242-0
- [5] Marevick, M. : Mire "jó" a Higgs-bozon? - avagy az anyag 11tetszés szerinti átalakításának kulcsa, Fókuszpont, [cit. 2012.07.17] https://voyager.blog.hu/2012/07/17/4_mire_jo_a_higgs
- [6] Morales-Caselles, C.: An ishare-offshore sorting system revealed from global classification of ocean litter, NAtuer - sustainability, 2021, Vol 4, pp. 484-493, DOI 10.1038/s41893-021-00720-8
- [7] Tóth A.: Napravme to! (Analýza životného prostredia očami fyzika z oblasti stavebníctva), 2008, Konferencia Fyzika a etika, Nitra : UKF. 216-236 p. ISBN 978-80-8094-312-7
- [8] Tóth, A., Csáky, A.: Hová vezet a mindent átszégő emberi kreativitás: jó és rossz irányú leleményesség a természettudományokban. 2016, 19. Apáczai-napok Nemzetközi Tudományos Konferencia, 2015. Győr: Széchenyi István Egyetem Apáczai Csere János Kar, 351-362 p. ISBN 978-615-5391-80-4.
- [9] Tóth A., Csáky A.: Optimális (egyúttal hasznos) környezetkímélő műanyag hulladék likvidálás, , 2018. 22. Apáczai-napok Nemzetközi Tudományos Konferencia, Széchenyi István Egyetem Apáczai Csere János Kar