

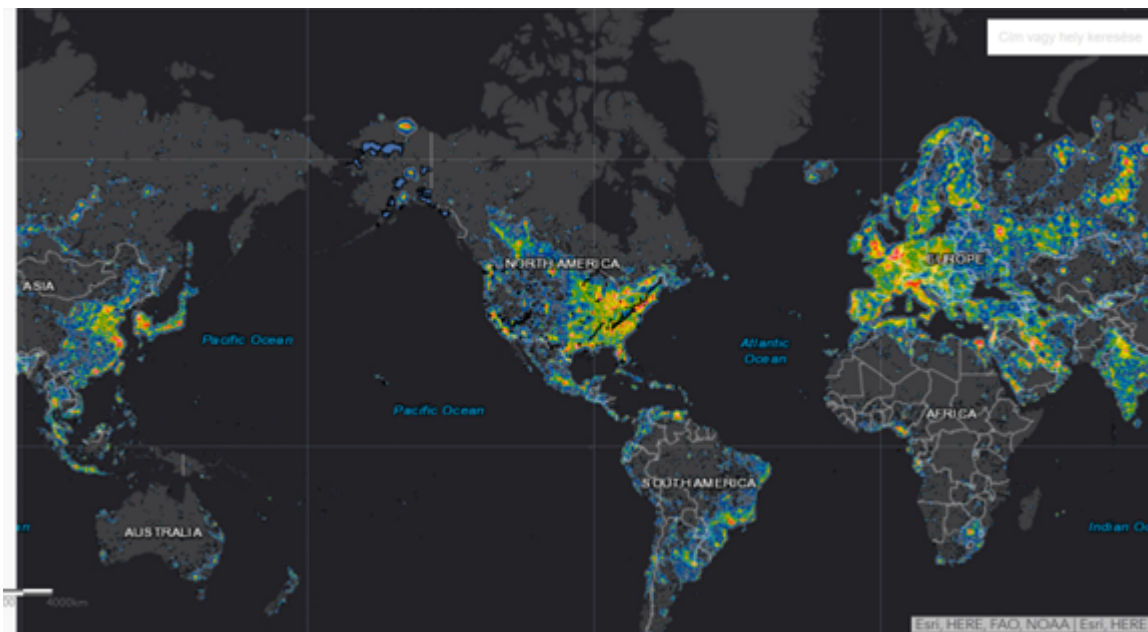
3.1. Környezetszennyezés fajtái (fizikai, kémiai, biológiai szennyezések)

Fizikai szennyezések:

Zajszennyezés – Az Egészségügyi Világszervezet (WHO) a 65 decibel (dB) feletti zajszintet zajszennyezésként határozza meg, elvileg a zaj akkor válik egészségkárosítóvá, ha meghaladja a 75 decibelt (dB), és 120 dB felett már fájdalmas.

Hőszennyezés: Megfelelő hőmérsékletre természetesen minden ökoszisztéma működéséhez szükség van. Ez azonban az ökoszisztéma állapotában kedvezőtlen változásokhoz is vezethet, így a hő közvetett szennyezőanyag is – mind az élőlényeknek, mind a környezetnek van egy optimális hőmérsékleti tartománya, ahol a működése optimális.

Fényszennyezés (6. ábra): az éjszakai égbolt mesterséges megvilágítása gyakran korlátozza a bizonyos égi objektumok láthatóságát. Az éjszakai fény megszakíthatja az alvást és annak ciklusait (cirkadián ritmus), így károsan befolyásolhatja az élőlények viselkedését. Egy németországi feketeterítőkön végzett vizsgálat megállapította, hogy a közlekedési zaj és a mesterséges éjszakai világítás miatt a városi madarak korábban aktivizálódnak, mint a természetes területeken élő madarak – akár öt órával korábban ébrednek és énekelnek, mint vidéki rokonaik.



6. ábra. Forrás: [World Atlas of Night Sky Brightness](https://cires.colorado.edu/Artificial-light) (<https://cires.colorado.edu/Artificial-light>)

Kémiai szennyeződések:

A kémiai szennyezés a környezetünk olyan vegyi anyagokkal való szennyezését jelenti, amelyek a természetben általában nem fordulnak elő (szerves és szervetlen anyagok). Bár ezen vegyi anyagoknak számos funkciója van (mezőgazdasági és ipari termékek, háztartási anyagok stb.), sok esetben nem, vagy csak nehezen lebonthatóak, így hosszú távú (krónikus) szennyeződéssé is válhatnak.

Becslések szerint jelenleg mintegy 100 000 szintetikus vegyi anyag van forgalomban az EU piacán, és folyamatosan új anyagok jelennek meg a piacon (ClientEarth Communications, 2022). Sajnos az ember által előállított vegyi anyagokat bolygónk legeldugottabb részein is megtalálták, és a legújabb kutatások szerint a vegyi szennyezés mértéke átlépett egy „bolygószintű határt”. Sürgős fellépésre van szükségünk a stabil életterek biztosítása érdekében, mivel komoly hatással lehet a Föld ökoszisztémáinak kényes egyensúlyára.

Tény, hogy minél közelebb áll egy vegyület szerkezete egy a természetben is előfordulóéhoz, annál könnyebb a lebontása (gyakran csak mikroorganizmusok képesek számos környezetidegen anyag hasznosítására – ld. még bioremediáció).

Magyarországon a 2010-ben bekövetkezett vörösiszap katasztrófa (6. kép) is jó példája a borzasztó környezetszennyezésnek (timföldgyárhoz tartozó iszaptároló kazetta gátja szakadt át) – hatalmas anyagi és környezeti károkat okozó szerencsétlenség volt. Következtében több települést (Kolontár, Devecser, Somlóvásárhely) elárasztott a mérgező „zagy”. A maró hatású (erősen lúgos) ipari hulladék kiömlése során több ember életét veszítette vagy megsérült, és több százan egyik pillanatról a másikra veszítették el az otthonukat. Ezek mellett a környezetre gyakorolt hatásai is súlyosak voltak: a Torna patak élővilága csaknem teljesen kipusztult, a károk helyreállítása sok milliárd forintot emésztett fel.



6. kép. A magyarországi vörösiszap katasztrófa (Forrás:

<https://muzeum.katasztofavedelem.hu/35837/10-eve-tortent-a-vorosizsap-katasztrofa#lg=133319&slide=1>)

További irodalom:

<https://muzeum.katasztofavedelem.hu/35837/10-eve-tortent-a-vorosizsap-katasztrofa>

Biológiai természetű szennyeződések:

A biológiai szennyező anyagok élő szervezetekből származnak (7. kép), és negatív hatással lehetnek az egészségünkre, pl. bizonyos baktériumok, penészgombák, vírusok, állati szőr és macska nyál, házipor, atkák stb. Számos közülük „csak” allergén reakciókat vált ki, néhányuk azonban komoly fertőzéseket is előidézhethet.



7. kép. Baktériumok különböző emberi tárgyakról (Fotók: 2022. év tanárszakos hallgatói (ELTE))

„Új típusú” szennyeződések - nanoanyagok és a mikroműanyag

Valójában a következő példákat a fizikai és kémiai szennyeződéseknel egyaránt említhetnénk, azonban jelentőségüket tekintve szeretnénk külön tárgyalni őket.

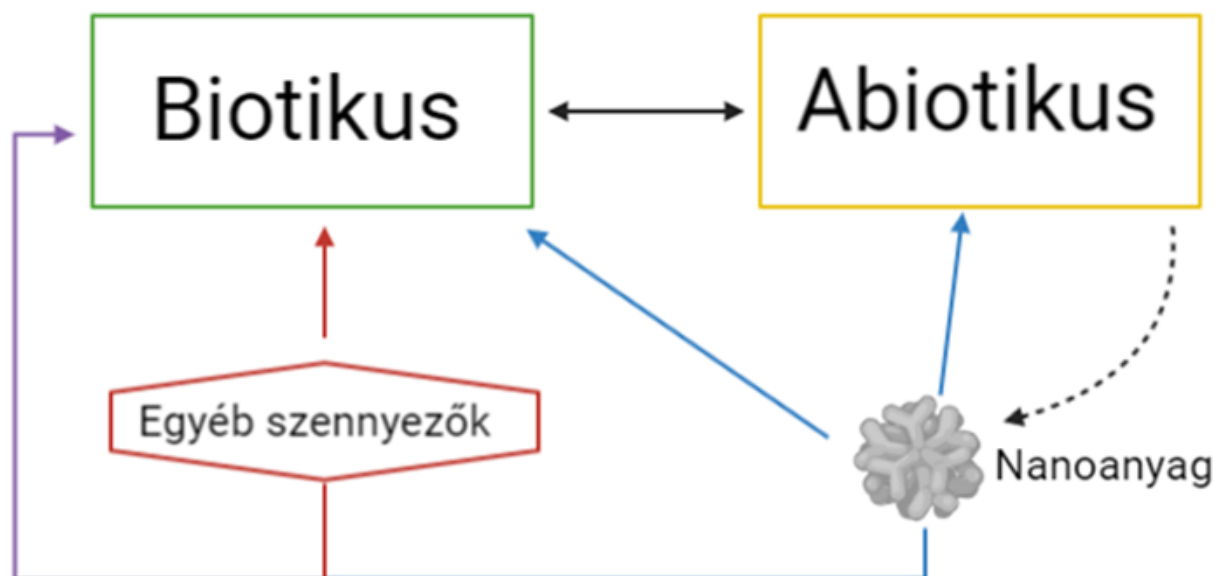
A jövő technológiájaként említett nanotechnológiai eljárással előállított anyagok világszerte egyre nagyobb figyelmet kapnak, aminek hátterében a nanoméretből (jellemző méretük legalább egy átmérő tekintetében 1 és 100 nm közé esik) adódó tulajdonságok állnak. Széles körben alkalmazzák őket a számítógépek merevlemezétől a napvédő krémeken át a szennyeződéstaszító bevonatokig, így egyre növekvő mennyiségben juthatnak ki a környezetbe is.

Léteznek fém (pl. vas) és fém-oxid (pl. titánium-dioxid), szén (szén nanocső) vagy kerámia alapú stb. nanoanyagok, melyek felhasználási területei (orvostudomány, hadiipar, elektronika stb.) széleskörűek és az általuk elért eredmények vitathatatlanok. A növekvő felhasználásukkal együtt jár azonban, hogy a környezetbe is nagyobb mértékben kijutnak és mivel a nanoanyagok a nem nano formától eltérő hatással lehetnek az emberi szervezet működésére, illetve a környezetre is – ez indokolja a nanotechnológiai módszerekkel előállított anyagok veszélyességi, környezeti és egészségügyi kockázat elemzésének szükségességét (Pándics, 2018).

Ökológiai hatásuk összetett lehet, az élő szervezetekre kifejtett toxicitási mechanizmusokon kívül egyéb más módon is befolyásolhatják a különböző élőlény közösségek összetételét és azok működését, hiszen hatással lehetnek egy életközösség biotikus és abiotikus tényezőire egyaránt. Egyéb szennyező anyagokkal kapcsolatba lépve pl. módosíthatják (esetenként emelhetik) azok toxicitását, az abiotikus környezet megváltoztatásával pedig befolyásolhatják bizonyos források hozzáférhetőségét (Bernhardt és mtsai., 2010).

Antibakteriális tulajdonságaiknak köszönhetően némelyek megváltoztathatják a biogeokémiai ciklusok menetét a kulcsfontosságú baktériumok gátlásán keresztül (SCENIHR 2007).

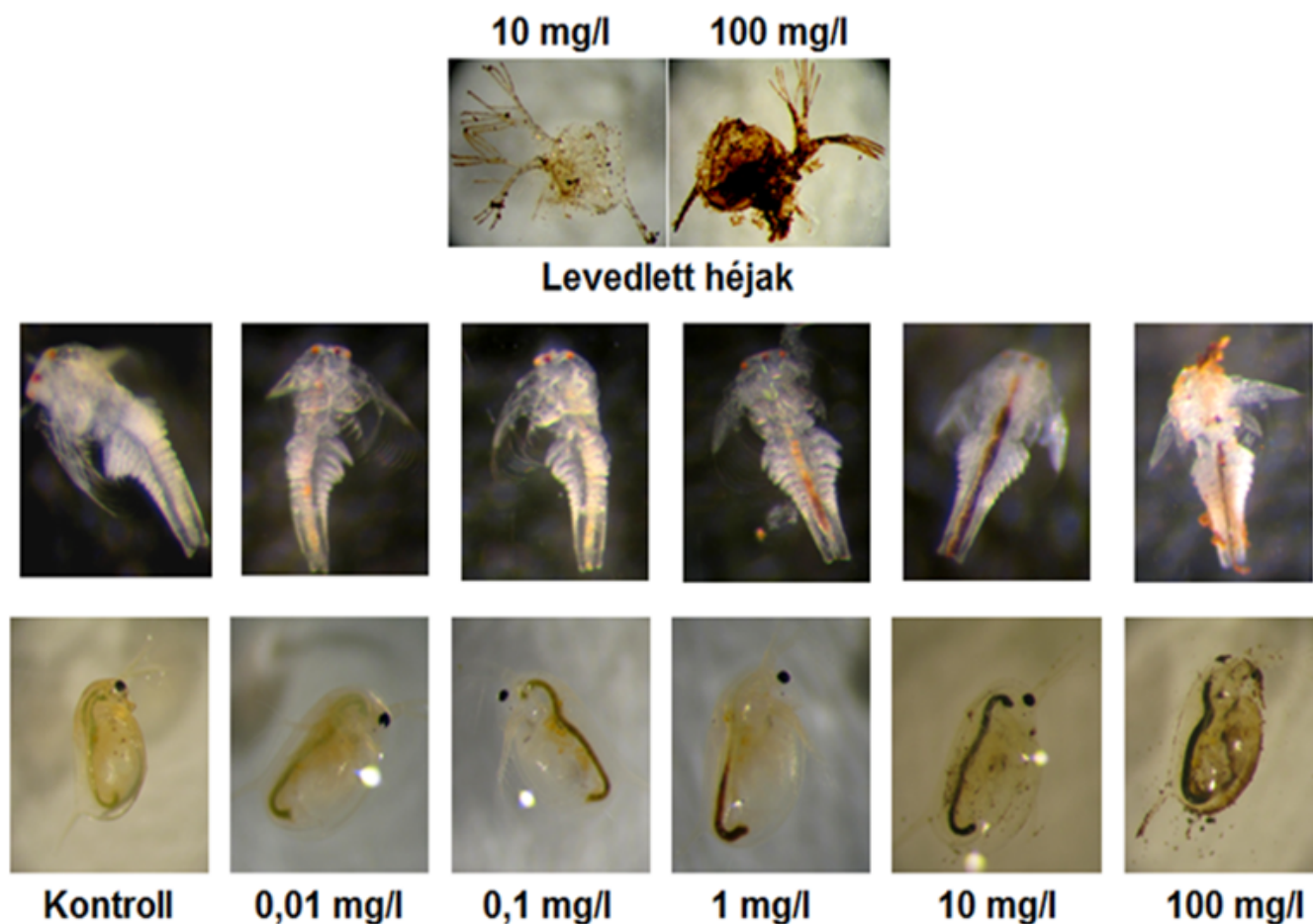
A nanoanyagok és a környezet különböző elemeinek lehetséges kölcsönhatásait a 7. ábra mutatja be.



7. ábra. A nanoanyagok és a környezet kölcsönhatásai (Forrás: Juhász, 2021)

Vas nanoanyagok *Daphnia* tesztekben: vizsgálat során például kiderült, hogy a nano-vas toxicitása révén, a koncentráció növekedésével fokozottabb vedlés és korlátozottabb mozgás volt

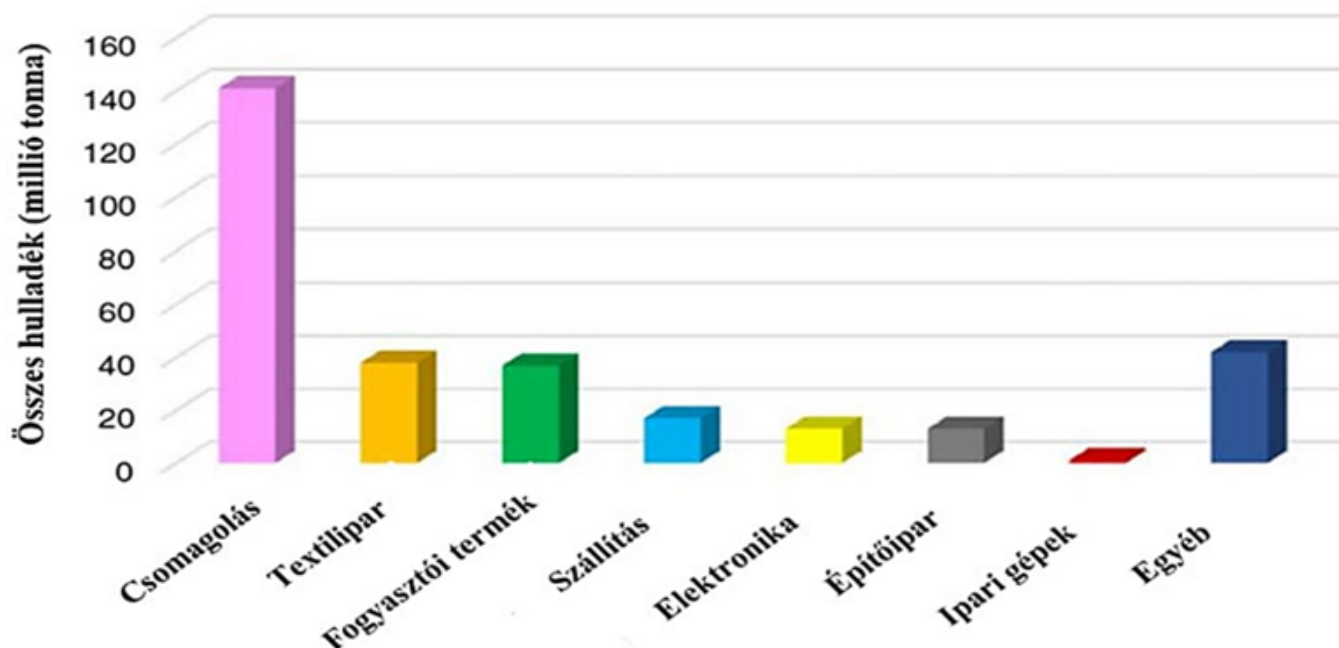
megfigyelhető, valamint fénymikroszkóposan vas-oxid lerakódás látszott a béltraktusban (Pándics, 2018; 8. kép).



8. kép. Nano vas(II,III)-oxid (szemcseméret: átlagosan 29 nm) hatása *Daphnia magna* tesztszervezetre akut testben, 48 órás expozíciót követően, fénymikroszkópos felvételen (30x nagyítás). (Forrás: Pándics, 2018).

Napjainkban széleskörben elterjedt a műanyaghasználat is (PET palackok, műanyag zacskók, egyszerhasználatos eszközök stb.), hihetetlen mennyiségük komoly környezetszennyezési problémákat okoz. A nagy méretű műanyag hulladékok mellett említést kell tennünk az ún. „mikroműanyagokról” is (méretük 5mm alá esik), amelyek környezetbe kikerülve szintén problémát jelenthetnek (ökológiai, élelmiszerbiztonsági stb. kockázatok).

Az évente keletkező műanyag hulladékok szektoronkénti mennyisége a 8. ábrán látható.



8. ábra. Az évente keletkező műanyagok hulladékok szektoronkénti mennyisége (Forrás: Zaaba és Jaafar, 2020 alapján Goschi, 2022)

Az ábrán jól látható, hogy a legnagyobb mennyiségű hulladék a különböző csomagoló anyagokból keletkezik, de a többi forrás sem elhanyagolható.

A talajban és a vízi ökoszisztémákban keringő mikroműanyagok bizonyítottan hatással vannak a növény- és állatvilágra (Ahmad Razi Othman és mtsai, 2021), megváltoztathatják a talaj fizikai tulajdonságait a talajrészecskék közötti kohézió csökkentésével vagy fokozásával, levelekben, hajtásokban vagy gyökerekben felhalmozódva negatív hatást gyakorolhatnak a növényekre is (Goschi, 2022).

Mikroműanyagok felhalmozódása volt megfigyelhető *Utricularia vulgaris* (közönséges rence) tömlőjében. A kísérlet eredményei szerint a mikroműanyag magas koncentrációja mellett rence relatív növekedése és a levelek funkcionális tulajdonságai (pl.: fotoszintézis) jelentősen gátoltak voltak.

Állatkísérletekben bizonyították, hogy a mikroműanyagok halak bélrendszerében felhalmozódva gyulladásos reakciókat váltanak ki, valamint gátolhatják a tápanyagok megfelelő felszívódását (Othman és mtsai, 2021), de hasonló eredményeket kaptak pl. csigák, kagylók, rákok és rovarlárvák esetében is.

Összességében elmondható, hogy a mikroműanyagok és nanoanyagok számos veszélyt rejthetnek, és bár veszélyességük mértéke erősen koncentrációfüggő, a nap mint nap óriási mennyiségben keletkező műanyag hulladékok, valamint a nanoanyagok egyre szélesebb körű felhasználása miatt,

égető kérdés a hatékony és környezetbarát hulladékkezelési technológiák megalkotása és alkalmazása.

További ajánlott irodalom:

<https://index.hu/techtud/2021/07/01/jurecska-laura-interju-mikromuanyag-veszelyei-kornyezettudatos-sag>

Video:

<https://www.youtube.com/watch?v=g7Q2T5HjLNA>