



KÖRNYEZETTUDATOSSÁG - TERMÉSZETTUDOMÁNYOS KITEKINTÉSEL

KIVONAT

Az ember és a természet számos módon kommunikál egymással. A „környezettudatos” ember igyekszik felelősséget vállalni ökológiai lábnyoma kapcsán környezete értékeinek minél nagyobb megőrzése érdekében. Jelen munka célja, hogy első sorban tanár kollégák, valamint középiskolai hallgatók számára egy olyan anyagot állítsunk össze, amely segítségével a diákok még nyitottabbá válnak a környezettudatosság irányába - nem titkolva, hogy szemléletmódunk erősen természettudományos beállítottságú. Ugyanakkor számos esetben csak kulcs-gondolatokat vethetünk fel – hiszen bármely általunk említett téma irodalma hatalmas.

**Dr. Tóth Erika, Dr. Pándics Tamás,
Dr. Jáger Katalin, Kiss Boglárka, Dr.
Tauber Tamás**

Tartalomjegyzék

1. FOGALOMTÁR.....	3
2. KÖRNYEZETUDATOSSÁG ÉS FENNTARTHATÓSÁG	7
Bevezetés	7
2.1. Ökológiai alapfogalmak	8
2.2. A Föld fejlődése, a földi élet kialakulása.....	11
2.3. Az ökológiai lábnyom	13
2.4. „A közlegelők tragédiája” – Ökológiai válság és egy kis játékelmélet.....	14
2.5. Fenntarthatóság fogalma, alapvető célkitűzései.....	17
2.6. A fogyasztói életmód ismérvei és kritikája	20
3. KÖRNYEZETÜNK SZENNYEZÉSE, KÖRNYEZETI EXPOZÍCIÓK	21
3.1. Környezetszennyezés fajtái (fizikai, kémiai, biológiai szennyezések)	24
3.2. Levegőszennyezés.....	29
3.3. Vizek szennyeződése	30
3.4. Talajszennyezések.....	33
3.5. Környezetvédelem alapelvei	34
3.6. „Felgyülemelő” hulladékok.....	36
3.7. A mérleg nyelve: haszon vagy veszélyforrás?	39
4. HULLADÉKGAZDÁLKODÁS	42
4.1. A megelőzés.....	43
4.2. Szelektív hulladékgyűjtés.....	43
4.3. Szennyvízkezelés.....	44
5. KLÍMAVÁLSÁG ÉS EGYÉB KRÍZISTÉNYEZŐK.....	47
5.1. A Gaia hipotézis	47
5.2. A Földi klíma változása	48
5.3. A biodiverzitás csökkenése	50
5.4. Társadalmi, gazdasági okok és következmények	52
5.5. Magyarország környezeti állapota: gondok és lehetőségek.....	53
6. AZ ÖKOLÓGIAILAG FELELŐS CSELEKVÉS FORMÁI – LEHETSÉGES MEGOLDÁSOK.....	56
6.1. Mi van az emberek fejében? - Tipikus hozzáállástípusok az ökológiai válsághoz	56
6.2. Ki a felelős? - A közösségiség fontossága társadalmaink kiútkeresésében	60
6.3. Szemléletváltás szükségessége a fogyasztásban.....	63
6.4. Az egyén felelőssége	66
6.5. Az újrahasznosítás lehetőségei.....	71

6.6. Biológiai lebontás, a mikroorganizmusok kiemelkedő szerepe a lebontási folyamatokban	79
6.7. Biodeterioráció – amikor a biodegradáció nem „öröm”	87
6.8. Táplálkozási láncok és hálózatok, a mikrobiális hurok.....	87
6.9. Biogeokémiai ciklusok és jelentőségük	90
6.10. Környezeti kármentesítés, a bioremediáció formái.....	98
6.11. Vállalatok felelősségvállalása	103
6. 12. Megoldások keresése – egyéni megoldások és ami azokon túl van, önkéntességen és életszemlélet változáson alapuló megoldások	104
7. ÖSSZEFOGLALÁS.....	105
8. FÜGGELÉK.....	106
9. FELHASZNÁLT IRODALOM	128

1. FOGALOMTÁR

Aerob légzés: Olyan a légzési folyamat, amelyben a végső elektronakceptor a molekuláris oxigén.

Aerob szervezetek: Oxigén jelenlétében növekedő, szaporodó élőlények.

Anabolizmus: Energia befektetést igénylő, építő anyagcsere irány. Élő szervezetek sejtalkotóinak építő kövekből történő felépítése.

Anaerob légzés: Olyan a légzési folyamat, amelyben a végső elektronakceptor nem a molekuláris oxigén, hanem valamilyen más szervetlen vagy szerves anyag.

Anaerob szervezetek: Oxigén hiányában növekedő, szaporodó élőlények. Az obligát anaerobok számára az oxigén toxikus, de vannak köztük fakultatív anaerob és aerotoleráns szervezetek is.

Ásványosítás: Szerves kötés szervetlenbe alakulása.

ATP: Az adenosin-5'-trifoszfát nagyenergiájú nukleotid származék. A sejten belüli energiaátvitelre szolgáló molekula.

Autotróf szervezetek: testük a szerves anyagait szervetlen C-forrásokból építi felépítő szervezetek.

Bíbor kénbaktérium: Bakterioklorofill-*a* és *b* tartalmú anoxikus fotoszintetizáló autotróf prokarióta szervezetek. A kén-hidrogén kénné történő oxidációjára képesek. Kén-hidrogén tartalmú vizekben, forrásokban, tavakban, mocsarakban és egyéb sós vizekben (tengerek, szódavizek, szikesek) elterjedtek. Tömegesen elszaporodva, bíbor vagy vöröses színű vízvirágzást okoznak.

Bíbor nemkén baktérium: Bakterioklorofill-*a* és *b* tartalmú anoxikus, főként fotoheterotróf prokarióta baktériumok. A kénhidrogént csak kis koncentrációban tolerálják. Víz környezetekben, tengerekben, sós és édesvízi tavakban, üledékekben, mocsarakban és nedves talajokban elterjedtek. Tömegesen elszaporodva színes vízvirágzást okoznak.

Bioaugmentáció: Mikroorganizmusok kijuttatása kármentesítés céljából.

Biodeterioráció: Anyagok és termékek nem kívánatos károsodása biológiai hatásra.

Biodiverzitás: Biológiai sokféleség.

Biofilm: A különböző vízzel érintkező felületeken kialakult élőbevonat, amelyben a baktériumok az általuk termelt extracelluláris mátrixba ágyazódva helyezkednek el. Jellemzője a sejtközi térben való folyadék és tápanyagáramlás, valamint a külső hatásokkal szembeni védelem.

Biohulladék: nem mérgező, szerves (elsősorban konyhai) hulladékok.

Biológiai lebontás: Különböző anyagoknak élő szervezetek biokémiai reakciói során történő lebontása.

Bioremediáció: élő szervezetek (általában mikroorganizmusok) vagy ezek anyagcsere termékeinek alkalmazása szerves szennyező anyagok lebontására, ill. szervetlen ionok és vegyületek kémiai, biokémiai átalakítására.

Bioszféra: Az élővilág összessége a Földön.

Cellulázok: Cellulózkötő és cellulózt bontó enzimek. Feladatuk a poliszacharid szerkezetének fellazítása és glikozidos kötéseinek hidrolizise. A bakteriális és gomba eredetű cellulázokat az élelmiszer- és a papíripar is alkalmazza.

Cellulóz: β -glükóz molekulák alkotta cellobióz egységekből felépülő lineáris poliszacharid. A bioszféra legnagyobb mennyiségben képződő poliszacharidja. Bontására főként baktériumok és gombák képesek.

Cianobaktérium: Klorofill- a -t tartalmazó, oxigént termelő, fotoautotróf prokarióta szervezet.

Endenergonikus reakció: Energia befektetést igénylő kémiai reakció.

Erjesztés (fermentáció): Szerves anyagok anaerob bontását, és a redukált koenzimek visszaoxidálódását biztosító folyamat.

Eukarióta: Olyan szervezet, mely sejtjei membránnal körülzárt sejtmaggal és autonóm sejtszervecskékkel rendelkezik.

Eutrofizáció: Vízi ökoszisztémákat érintő folyamat, amelynek során elsősorban nitrogén és foszforvegyületek felhalmozódnak. Ennek következtében az algák és más szervezetek túlszaporodnak.

Exergonikus reakció: Spontán végbemenő, energia felszabadulással járó kémiai reakció.

Extracelluláris enzimek: Pro- és eukarióta sejtek által termelt enzimek, melyek a sejten kívüli térben látják el funkciójukat. Számos biológiai folyamatban – így pl. különböző makromolekulák lebontásában, és a sejt számára felvehető egyszerű vegyületekké alakításában – is részt vehetnek.

Extrém környezet: Olyan környezet, ahol egy vagy több fizikai vagy kémiai paraméter folyamatosan az élet alsó vagy felső határához közeli értékeket mutat.

Fenntartható fejlődés: Fejlődés, amely kielégíti a jelen szükségleteit anélkül, hogy veszélyeztetné a jövő nemzedékek esélyét arra, hogy ők is kielégíthessék szükségleteiket.

Fenntarthatóság: Egy tevékenység vagy intézményi működés olyan módja, amely lehetővé teszi a szóban forgó gyakorlat korlátlan ideig (legalábbis történelmi időskálán tekintve akármeddig) történő folytatását.

Fitoremediáció: Környezeti kármentesítés növények segítségével.

Fixáció: Valamely anyag gázhalmazállapotból más halmazállapotúba történő konverziója.

Fogyasztó szervezet: Közvetlenül vagy közvetve a termelő szervezetek által előállított szerves anyagokat fogyasztó élőlény.

Fossilizáció: Kövületek képződése élőlényekből és azok maradványaiból földtörténeti korokon keresztül.

Fotofoszforiláció: ATP előállítása fototróf anyagcsere során.

Gaia hipotézis: A Földön az összes élő és élettelen rendszer szorosan összefügg egymással, ún. homeosztatisz rendszert alkot így tág határok közt képes fenntartani létezésének feltételeit.

Globális felmelegedés: A földi klíma átlaghőmérsékletének megemelkedését jelenti hosszú távon.

Globalizáció: A világot átfogó társadalmi és gazdasági kapcsolatok növekedése oly módon, hogy azok világszintű egységesedési folyamatokat indítanak el.

GMO: Géntechnológiával módosított szervezet.

Heterotróf szervezet: Olyan élőlény, amelyik sejtanyagait szerves C-szénforrásokból építi fel.

Hidrolázok: Olyan enzimek, melyek szubsztrátjainak kovalens kötéseit víz részvételével bontják.

Immobilizáció: Tápelemek konverziója szervesből szervesbe.

Karbonsemlegesség: Egyensúly valósul meg a széndioxid kibocsátás a légkörből kivont és a szénnyelőkben tárolt szén-dioxid mennyisége között. A cél a gázkoncentráció stabilizálása a légkörben, hogy megelőzzék az emberiségre gyakorolt veszélyes antropogén hatásokat.

Katabolizmus: Energiát nyerő, lebontó anyagcsere irány. Különböző anyagoknak - élő szervezetek biokémiai reakciói során - építő köveire történő lebontása és energiaforrásként való hasznosítása.

Kemolitotróf szervezetek: Azok a mikroorganizmusok, amelyek szerves vegyületek oxidálásával nyernek energiát.

Kiotói egyezmény: Az ENSZ éghajlat-változási keretegyezménye, amelyben a fejlett országok azt vállalták, hogy 2008 és 2012 között átlagosan 5,2%-kal csökkentik az üvegházhatású gázok kibocsátását.

Kitin: N-acetil-D-glükózamin molekulák lineáris polimerje. Elsősorban a gombák sejtfalának és az ízeltlábúak vázának építő eleme.

Klímaszorongás: Az éghajlatváltozás hatásaival kapcsolatos súlyos aggodás.

Klímaváltozás: Az éghajlat tartós és jelentős mértékű megváltozása akár helyi vagy globális szinten, az eredendő októl függetlenül.

Környezettudatosság: Az emberi viselkedés környezetre gyakorolt hatásának és a környezetvédelem fontosságának a megértését jelenti.

Környezetvédelem: A környezetvédelem az emberi populáció védelmét helyezi középpontba, innen közelíti meg környezeti értékeink védelmét.

Laktóz: Egy glükóz és egy galaktóz egységből felépülő diszacharid.

Lebontó szervezet: Elhalt szervezetek szerves vegyületeit szervesetlenné alakító szervezet.

Légszennyezés: A beltéri vagy kültéri környezeti levegő szennyezése, bármilyen kémiai, fizikai vagy biológiai anyaggal, amely megváltoztatja a légkör annak természetes jellemzőit.

Lignin: A fák sejtfalának szilárdságát növelő, szabályos szerkezet nélküli szerves vegyület.

Lipázok: Zsírokat hidrolizáló enzimek.

Lipidek: Zsírok. A neutrális lipidek a zsírsavak glicerinnel alkotott észterei. A foszfolipideknél a glicerinhez két zsírsav molekula és egy foszfát csoport kapcsolódik.

Megújuló energiaforrás: Azon energiaforrások, amelyek emberi időléptékben képesek újratermelődni (nem fogynak el), pl. napenergia, geotermikus energia, szélenergia stb.

Niche: az a funkció, amit az adott faj populációja az ökoszisztéma anyagforgalmában és energiaáramlásában betölt.

Ökológia: Életközösségek és élettelen környezetük viszonyát vizsgáló tudomány.

Ökológiai lábnyom: Az a terület, ami fenntartható módon meg tudja termelni egy adott személy aktuális életviteléhez szükséges javakat, és számszerűsíti, hogy életmódunk mekkora hatással bír a természetre.

Ökoszisztéma szolgáltatás: Mindazon javak és szolgáltatások, amelyek az ökológiai rendszerek működése során keletkeznek és hozzájárulnak a társadalom jóllétének fenntartásához és növeléséhez.

Pektin: Galakturonsav származékokból felépülő poliszacharid. Növények sejtek közötti lemezeiben található nagyobb mennyiségben. Az élelmiszergyártásban - pl. lekvárok, gyümölcsajtok készítésénél - zselésítő anyagként használják.

Populáció: A fajok olyan csoportja, ahol az egyedek egy időben, egy helyen vannak, így szaporodási közösségeket alkotnak. (megjegyzés: prokariótáknál a fajfogalom eltérő!).

Prokarióta: A prokarióta egysejtűek a Bacteria és az Archea doménbe/birodalomba tartoznak. Sejtjeik membránnal körülvárt sejtmaggal, és autonóm sejtszervecskékkel nem rendelkeznek.

Redoxreakciók: Oxidációs és redukciós reakciók, melynek során elektron adódik át az elektron donorról az elektron akceptorra: az elektron donor oxidálódik, míg az elektron akceptor redukálódik.

Rekalcitráns vegyület: Biológiai úton nem, vagy csak nagyon nehezen bontható anyag.

Táplálkozási lánc: A különböző fajok (illetve populációk) közötti táplálkozási kapcsolatokat írja le egy adott ökoszisztémán belül.

Társulás (életközösség): Egyed feletti szerveződési szint, az adott élőhelyen élő populációk összességét jelenti.

Termelő szervezet: Szervetlen anyagokból szerves vegyületeket előállító szervezet (pl. növények).

Természetvédelem: A bioszféra és annak létét biztosító abiotikus környezet egészére fókuszál, nem emberközpontú fogalom.

Túlnépesedés: A Föld, természeti erőforrásai végesek, így a népesség száma nem növekedhet korlátlanul. Ha a populáció túlságosan nagy ahhoz, hogy az erőforrások eltartsák, túlnépesedésről beszélünk.

Üvegházhatás: A légköri üvegházhatású gázok (CO₂, CH₄, CFC stb.) a földfelszínről érkező hosszuhullámú sugárzást elnyelik, majd visszasugározzák a felszínre.

Üvegházhatású gáz: Elnyeli és visszasugározza az infravörös sugárzást a Föld felszínére (pl. vízgőz, szén-dioxid, metán, ózon stb.).

Vízszennyezés: Minden olyan emberi tevékenység és anyag, mely a víz természetes minőségét (fizikai, kémiai stb.) károsan megváltoztatja.

Volatilizáció: Valamely elem gázhalmazállapotúba transzformálása.

Xenobiotikum: Azon anyagok, amelyek idegenek az élő szervezetek számára, bár esetenként kémiai szerkezetük hasonló lehet a természetben előforduló vegyületekéhez.

Xenobiotikum: Környezetidegen, illetve az adott élőlények számára idegen szerves vagy szervetlen anyag. Eredetüket tekintve lehetnek természetes, vagy ember által szintetizált vegyületek.

Zöld gazdaság: Olyan erőforrás-hatékony és szociálisan befogadó gazdaság, amely törekszik a környezeti kockázatok csökkentésére (pl. alacsony szén-dioxid-kibocsátással), és a fenntartható fejlődésre anélkül, hogy közben a környezetét károsítaná.

2. KÖRNYEZETUDATOSSÁG ÉS FENNTARTHATÓSÁG

Bevezetés

Az emberi tevékenységek számos módon hatással lehetnek a környezetre: használjuk környezetünk erőforrásait, a felhasználás során nem csak kapcsolatba kerülünk a természettel, hanem beleavatkozunk a különböző ökológiai folyamatokba is. Gyakori, hogy aktivitásunk nyomán a levegőbe, vizeinkbe, talajainkba stb. szennyező anyagok kerülnek. Annak érdekében, hogy elkerülhessük a már visszafordíthatatlan károkat Földünkön, hogy hozzájáruljunk élőhelyünk (akár tágabb értelemben vett lakóhelyünk) védelméhez, a környezettudatos viselkedés elengedhetetlen.

Ehhez pedig szükséges, hogy a természetben lezajló folyamatokat megértsük – és az alapok lerakását nem lehet elég korán elkezdni.

A jelen mű célja nem az, hogy részleteiben beszéljünk minden környezettudatossággal kapcsolatos természet- és társadalomtudományos ismeretanyagról, vagy hogy feltárjuk a témát érintő, legújabb kutatásokkal kapcsolatos információk összességét. Nem vállalhatjuk fel azt sem, hogy minden témakörben egységes és mélységekbe menő tudást biztosítsunk, hiszen a téma irodalma mind magyar mind angol nyelven hatalmas. Célunk, hogy első sorban természettudományos nézőpontból főleg középiskolás diákok, valamint az őket tanító kollégák számára egy olyan ismeretanyagot állítsunk össze, amit később az oktatás során maguk és jól felhasználhatnak.

A szövegtestbe beillesztettünk néhány plusz gondolatot azzal kapcsolatban, mit lenne érdemes a diákokkal (természetesen korosztályuknak megfelelően) átbeszélni, a függelékben pedig konkrét ötletekkel állunk elő.

Kívánunk mindenkinek jó böngészést, eredményes elgondolkodást a diákokkal a felvetett témakörökben!

A szerzők

2.1. Ökológiai alapfogalmak

Az ökológia életközösségek és élettelen környezetük viszonyát vizsgáló tudomány, egyed feletti szerveződési szintekkel foglalkozik, a természetben zajló folyamatok törvényszerűségeit tárja fel. A mai változatos élővilág kialakulása a környezeti feltételekhez való széleskörű alkalmazkodás révén jöhetett létre.

A szerveződés alapegysége ökológiai szinten a populáció, amely a fajok olyan csoportját jelenti, ahol az egyedek egy időben, egy helyen vannak, így szaporodási közösségeket alkotnak. Megemlítjük azonban, hogy a prokarióták (baktériumok) esetén magát a faj fogalmát is nehéz definiálni, hiszen az ún. horizontális géntranszfer során különböző fajok, sőt esetenként különböző nemzetségek között is létrejöhet génkicserélődés, annak ellenére, hogy náluk nincs ivaros szaporodás.

Egy populáció nagyságát az egyedszám határozza meg, azonban ezen a szinten is érdemes a mikroorganizmusokat egy kicsit külön kezelni, hiszen egyetlen baktérium telep akár sejtek milliárdjait is tartalmazhatja.

A társulás (életközösség) szintén egyed feletti szerveződési szint, az adott élőhelyen élő populációk összességét jelenti.

A bioszféra magába foglalja az élővilág összességét a Földön.

Az egyes metabolikusan is aktív populációk között, ha azonos élőhelyen vannak interakciók lép(het)nek fel, amelyek lehetnek egymást segítőek (kooperatívok) – ekkor a közösségek túlélési hatékonysága általában növekszik, a rendelkezésre álló erőforrások kihasználása fokozódik, és lehetnek egymás számára károsak (destruktívok) – ezen kapcsolatoknak kiemelt szerepe van a populációk sűrűségének szabályozásában, a közösségi stabilitás fennmaradásában. Azonban fontos megemlíteni, hogy a populációk közötti interakciók dinamikusán változhatnak a résztvevő szervezetektől függően, valamint a környezet tulajdonságai is hatással vannak rájuk: pl. két populáció közötti versengés kimenetelét egy harmadik fél – pl. egy predátor – megjelenése mindenképpen befolyásolja.

Pozitív interakciók: kommenzalizmus (az egyik populáció aktivitása révén egy másik populáció előnyhöz jut, míg az előbbi számára a kapcsolat közömbös); protokeooperáció (laza, nem specifikus, de az együtt élő populációk számára kölcsönösen előnyös kapcsolat, pl. fototróf algák és heterotróf baktériumok kapcsolata vízi ökoszisztémákban); mutualizmus (szűkebb értelemben vett szimbiózis, amely szoros, specifikus és az együtt élő populációk számára kölcsönösen előnyös kapcsolat, pl. zuzmók, ahol egy fototróf szervezet – alga vagy cianobaktérium és egy gomba élnek szoros együttműködésben).

Allelopátia: élőlények különböző vegyületek kibocsátásával „szomszédaik” életfolyamatát befolyásolják, azok növekedését elősegíthetik, vagy gátolhatják.

Negatív interakciók: ammenzalizmus (tipikus negatív allelopátia, pl. a mikroorganizmusok antibiotikum termelése); versengés (kompetíció), ahol a versengés a területért, tápanyagokért, oxigénért, egyéb szubsztrátokért is folyhat, hátrányos mindkét fél számára. Ez a természetes szelekció alapja. Végkimenetelében kétféle megoldás létezik: mindkettő túlél,

alacsonyabb szinten és megosztják a forrásokat VAGY valamelyik „túlnövi” a másikat a forrásért való küzdelemben.

Kompetitív kizárás elve (Gauze-elv): két versengő faj populációja csak niche differenciációval élhet együtt tartósan ugyanazon az élőhelyen, egyébként a versengés kimenetelét a populációkat alkotó fajok szaporodási sebessége határozza meg.

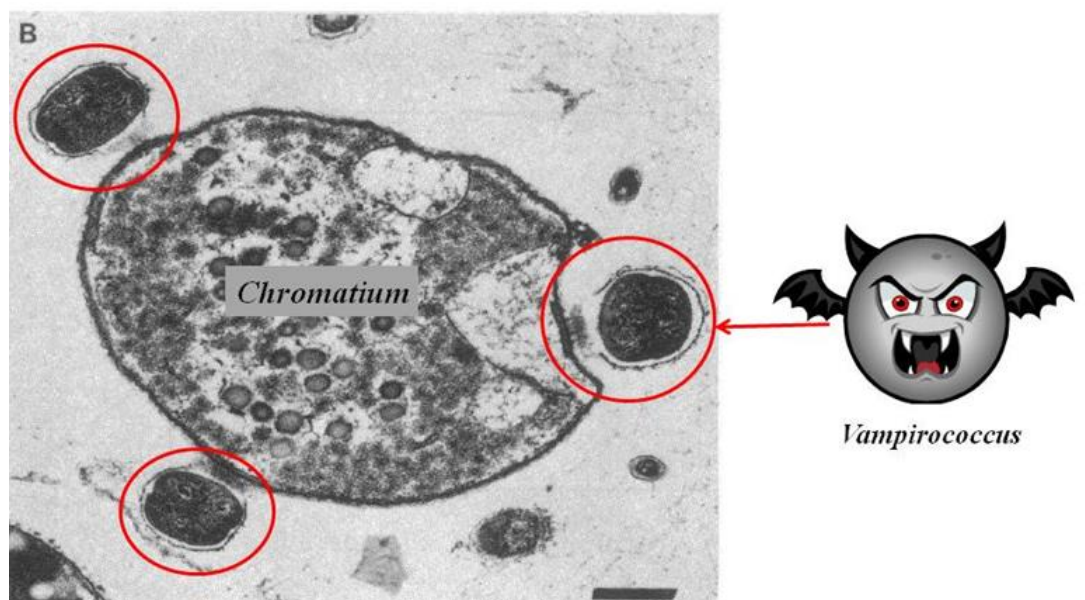
Niche: az a funkció, amit az adott faj populációja az ökoszisztéma anyagforgalmában és energiaáramlásában betölt, nem felétlenül azonos az élőhellyel (biotóppal).

Számos kompetíciós stratégia létezik: a specialista kevés fajta forrást jól hasznosít (sok környezeti feltétellel szemben szűktűrésű élőlények - k-stratégisták), a generalista könnyen vált a tápanyagforrások között (azok a fajok, amelyek számos alapvető környezeti tényezőre tág tűrésűek), az opportunista általában kerüli a versengést, de versenytársak hiányában gyorsan elszaporodik (r-stratégista).

Parazitizmus során a parazita a gazdaszervezet sejtjeiből, szöveteiből stb. táplálkozik, a gazda és parazita között szoros anyagcsere kapcsolat van, gyakran függőség alakul ki (ám a „jó parazita” nem pusztítja el a gazdát, hiszen a túléléshez szüksége van rá).

A ragadozás (predáció) táplálkozási kapcsolat, a (kisebb méretű) préda és (nagyobb méretű) predátor kölcsönhatása. Hadd említsünk egy érdekes példát, hiszen a predáció nem csak magasabb rendű élőlények között fordul elő, hanem akár mikroorganizmusok között is.

A *Vampirococcus* egymozdulatlan, vizekben szabadon élő, gömb alakú, kicsi baktérium, amely egy másik, fototróf baktériumon élősködik: specifikus sejtfelszíni kapcsolódással kapcsolódik a gazdaszervezethez, annak sejtfalát sem bontja meg, viszont az epibionta növekedésekor a gazdasejt citoplazmája degradálódik, végül a gazdasejt elpusztul (1. ábra).



1. ábra. *Vampirooccus* baktérium kölcsönhatása *Chromatium* sejtrel (TEM felvétel, forrás: Ricardo Guerrero, Carlos Pedros-Alio és mtsai., 1986).

A populációk környezete sem állandó, hanem változhat térben és időben egyaránt. A populációk egyedeinek egyes környezeti tényezők (pl. hőmérséklet, nyomás, sókoncentráció, fényviszonyok, flóra és fauna összetétele stb.) változásaihoz történő örökletes alkalmazkodóképességét tűrőképességnek nevezzük, ez egy hosszú evolúciós fejlődés során alakul ki.

Egy adott környezeti tényezőre, a tűrőképességi tartomány szélességétől függően, egy populáció lehet szűk, átlagos, illetve tág tűrésű. Azonban nem egyetlen faktor határozza meg, hogy egy adott populáció hol és hogyan képes túlélni és elterjedni, egy populáció lehet, hogy egyik paraméter alapján szűk, míg egy másik alapján tág tűrésűnek mutatkozik.

Egy adott környezeti tényező esetén a populáció mérete maximum-, minimum- vagy optimum értéket mutathat. A maximum-, illetve a minimumérték közelében van a kérdéses populáció egyedeire nézve az „elviselhetőség határa”, az itt élő élőlényeket extremofileknek nevezzük.

Extrém környezet az, amelyben egy vagy több fizikai vagy kémiai paraméter folyamatosan az élet alsó vagy felső határához közeli értékeket mutat. Köznapi értelmében a környezeti tényezők folytonosságában azok a feltételek, melyek megnehezítik a szervezetek életműködéseit.

Az azonban, hogy mi számít normál környezetnek, ez mindenképpen emberközpontú megközelítés (általában: hőmérséklet 10-40°C; pH 5,0-8,0; nyomás 1 atm; szalinitás <30 g/l).

Attól függően, hogy az adott élőlény csoport a teljes életsiklusát szélsőséges környezeti feltételek között tölti-e, illetve az extremofil jelleg egy vagy több környezeti tényező vonatkozásában áll fenn, megkülönböztetünk extremofil és poliextremofil szervezeteket. Extrém környezetek pl. a vulkanikus hőforrások, gleccserek, permafroszt, magas sókoncentrációjú környezetek, extrém, savas/lúgos, magas nyomású környezetek. Ezeket az élőhelyeket elsősorban prokarióta (valódi sejtmaggal nem rendelkező) szervezetek népesítik be (1. táblázat).

1. táblázat. A mikroorganizmusok előfordulásának környezeti határértékei és a földi életformák rekorderei (Forrás: Borsodi és Márialigeti, 2015)

Környezeti tényező	Túlélési érték	Mikroorganizmus
Hőmérséklet	121°C	<i>Geogemma barossii</i> (Archaea)
	110-113°C	<i>Pyrolobus fumarii</i> (Archaea)
		<i>Methanopyrus kandleri</i> (Archaea)
		<i>Pyrodictium abyssi</i> (Archaea)
	-12°C	<i>Psychromonas ingrahamii</i> (Bacteria)
Kémhatás (pH)	≥10	<i>Bacillus</i> spp. (Bacteria)
	≤3	<i>Acidithiobacillus ferrooxidans</i> (Bacteria)
	0,5	<i>Picrophilus oshimae</i> (Archaea)
	0,0	<i>Ferroplasma acidarmanus</i> (Archaea)
Vízaktivitás	0,6-0,65	<i>Torulopsis</i> spp. (Eukarya)
		<i>Candida</i> spp. (Eukarya)
Nyomás (atm)	500-1035	<i>Colwellia hadaliensis</i> (Bacteria)
Sugárzás (Gy)	15000	<i>Deinococcus radiodurans</i> (Bacteria)

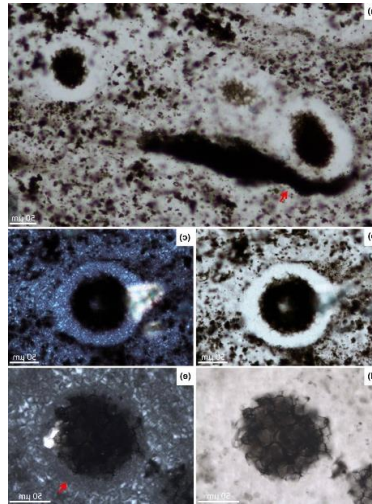
A populációk egyedszáma nem állandó, méretüket általában a környezet eltartóképessége határozza meg. A környezet eltartóképessége valójában az az egyedszáma, amely az adott életközösségben az adott körülmények között tartósan fennmaradhat.

2.2. A Föld fejlődése, a földi élet kialakulása

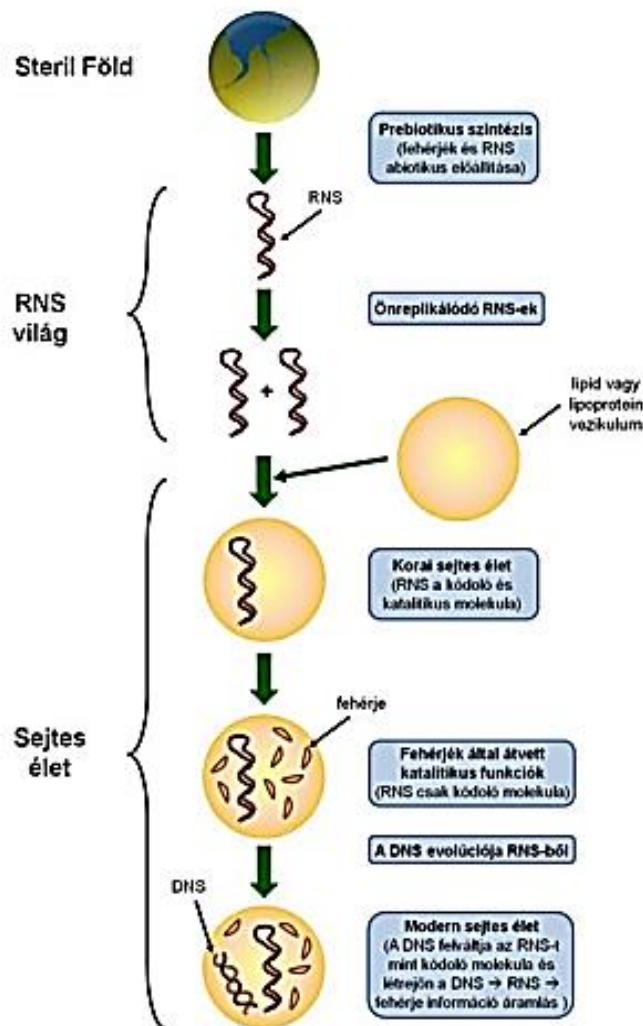
A Föld kb. 4,6 milliárd éve alakult ki és a legújabb vizsgálatok szerint felszíne sokkal hamarabb lehűlhett, mint azt korábban gondolták és elképzelhető, hogy akár már 4,3 milliárd éve is megtalálható volt cseppfolyós víz bolygónkon, megteremtve ezáltal az élet kialakulásának alapközegét.

Többféle hipotézis létezik az élet kialakulására, pl. 1. Az élet egy őssevesből alakult ki (az 1950-es években Stanley Miller kémiai úton az ősi légkörre jellemző szerves anyagok segítségével aminosavakat állított elő elektromos kisülések energiájával.). 2. Egyes tudósok úgy vélik, hogy az élet szempontjából fontos molekulák egy része a Földön kívül is keletkezhetett (2019-ben egy francia és olasz kutatócsoport arról számolt be, hogy a dél-afrikai Barberton 3,3 milliárd éves üledékeiben földönkívüli szerves anyagot találtak). 3. Jelenlegi legvalószínűbb hipotézis szerint az élet a Föld felszínén lévő melegvízes tavacskákban és az óceánok felső rétegeiben alakulhatott ki – viszonylag stabil körülmények között. Az élet kialakulásához szükséges, abiotikus úton létrejött szerves prekursor molekulák az évmilliók során felhalmozódhattak (hiszen azt semmilyen élő szervezet nem használta el), így a sejtek építőkövei rendelkezésre álltak. Következő lépésben az önreprodukcióra képes rendszereknek kellett létrejönniük, jelenleg ezt az ún. „RNS világ” elmélete támasztja leginkább alá (az önmagukat megsokszorozó egységek RNS molekulák). Később az RNS-nél sokkal stabilabb DNS molekulák megjelenésével kialakult a biológiai információ tárolásának és kifejeződésének hármas egysége, a DNS-RNS-fehérje molekuláris rendszer (2. ábra). Egy másik nagyon fontos lépés a biokémiai folyamatokat térben körülhatároló sejtmembrán létrejötte volt, lehetővé téve a különböző tápanyagok be- és az anyagcseretermékek kijutását, továbbá az energiakonzerváló folyamatok (ATP szintézis) kialakulását. Mindemellett a biokémiai reakciók hatékonyságának és sokféleségének folyamatos fejlődése és tökéletesedése is szükséges volt. Mivel oxigén az ősi légkörben nem volt jelen, mindenképp anaerob anyagcseretípust feltételezhetünk, és az autotrófia korai megjelenése is valószínűsíthető.

Mindezt és a hidrotermális mélytengeri forrásokhoz kötődő élet kialakulásának elméletét alátámasztja, hogy az élővilág leszármazási viszonyait tükröző filogenetikai törzsfa legkorábbi elágazásain autotróf és hipertermofil nemzetségek találhatók. Az első életformák legrégebbi fosszilis maradványainak korát 3,5 milliárd évesnek becsülik. Ezek a mikrofossziliák a mai prokariótákhoz hasonló, apró pálcika vagy gömb alakú sejtek megkövesedett lenyomatai (1. kép), egyértelmű bizonyítékaul szolgálnak annak, hogy az élet kialakulását követő egymilliárd éven belül már meglehetősen változatos formák voltak jelen Földünkön.



1. kép. Mikrofosziliák (Forrás: <https://www.sci.news/paleontology/paleoproterozoic-microfossils-12448.html>)



2. ábra. A Földi élet elméleti kialakulásának lépései (Forrás: Márlaigeti (szerk.), 2013. Bevezetés a prokarióták világába)

További ajánlott irodalom:

https://www.eltereader.hu/media/2014/04/Bevezetes_a_prokariotak_vilagaba.pdf

<https://news.uchicago.edu/explainer/origin-life-earth-explained>

2.3. Az ökológiai lábnyom

Egyre nyilvánvalóbbá válik, hogy az emberi környezethasználat jelenlegi mértéke nem fenntartható. Az ökológiai lábnyom (3. ábra) definíció szerint az a terület, ami fenntartható módon meg tudja termelni egy adott személy aktuális életviteléhez szükséges javakat, és számszerűsíti, hogy életmódunk mekkora hatással bír a természetre. Az ökológiai lábnyom megállapításához az emberi lét fenntartásához szükséges főbb tevékenységeket veszik számba (élelmiszerek termelése és előállítása, vízhasználat, fűtőanyag és áram előállítás, levegőhasználat, hulladékok kezelése stb.) és megbecsülik azok előállításához szükséges területigényt. Mértékegysége a globális hektár (gHa). Egy adott népesség ökológiai lábnyoma így az összes lakos által fogyasztott összes termék előállításához szükséges területtel lesz egyenlő (Wackernagel és Rees, 2001). Mérésével megbecsülhetők és egységesen mérhetők egy adott ország, térség vagy akár tevékenység környezetre ható igényei. Annak kifejezésére szolgál, hogy mennyire használjuk fel, illetve használjuk túl Földünk javait. Egy terület (pl. egy ország) képessége az erőforrások fenntartható megújítására szintén kifejezhető gHa-ban, ez a terület úgynevezett biokapacitása. Ha a terület népességének ökológiai lábnyoma nagyobb (gHa-ban mérve), mint a biokapacitása, az azt jelenti, hogy vagy nem fenntarthatóan bányász a területével, hanem kizsákmányolva lepusztítja azt, vagy pedig, hogy a saját határain túlról importál javakat. Sajnos az egész Földre vetítve csak az első lehetőség áll fenn, márpedig az emberiség összesített ökológiai lábnyoma sajnos legalább másfélszeresével meghaladja manapság bolygónk biokapacitását. Összességében tehát nem élünk fenntarthatóan, hiszen csak egy Föld van.



3. ábra. Az ökológiai lábnyom sematikus ábrázolása

2.4. „A közlegelő tragédiája” – Ökológiai válság és egy kis játékelmélet

Garett Hardin 1974-es híres esszéjében, mely a Science magazinban jelent meg (*The tragedy of the commons* - A közlegelő tragédiája), s azóta a magas rangú tudományos lap egyik leghivatkozottabb cikke, afféle tanmese formájában ír le és elemez egy közösségi élethelyzetet, amelyben bár mindenki racionálisan cselekszik a saját önérékének megfelelően, az eredmény mégis katasztrofális lesz. Ez a maga idejében nagy port kavart, hisz először cáfolta közérthetően azt az addig hallgatólagosan elfogadott, és a közgazdaságtani gondolkodást alapjaiban meghatározó Adam Smith-féle meggyőződést, miszerint az emberek önérdekkövető magatartása összességében és végső soron a közjót fogja szolgálni, mintha egy "láthatatlan kéz" igazítana el jótékonyan mindent.

A mindenki számára azonnal érthető tanmese így hangzik:

Volt egyszer egy falu, a falunak pedig egy közösségi legelője, amelyen bárki legeltethette a jószágait. Tíz tejtermelő gazda élt a faluban, mindegyiküknek volt egy-egy tehene. A tíz tehén naponta fejenként tíz liter tejet adott, mellyel gazdáik családját ellátták tejjel, és még a többi falubelinek is jutott megvásárolható mennyiség. Sokáig ment ez így szépen, rendben, ám egy nap az egyik gazda vásárolt még egy tehenet, és kicsapta a legelőre ezt is. Így már tizenegy tehén legelt, és mivel kicsit kevesebb fű jutott már nekik, mindegyik csak 9 liter tejet adott naponta. Ezt a fogyatkozást a többi gazda az elején talán észre sem vette, ám a kéttehenes gazda 18 liter tejhez jutott, ami komoly többletet jelentett számára az addigiakhoz képest, mellyel haszonnal kereskedhetett. A példa ragadós volt. Hamarosan még egy gazda kihajtott egy újabb tehenet is. Így már csak 8-8 liter tejet produkáltak a tehenek, de a kéttehenesek még mindig 16 l tejet termeltek naponta. Hamarosan újabb gazdák álltak át több tehenre, hisz a hozamcsökkenés az egy teheneseket egyre jobban érintette, és lemaradni sem akartak az élelmes szomszédoktól. Igen hamar azonban öt liter alá esett a tehenek fejenkénti tejhozama, így már a két tehenes gazdák is kevesebb tejhez jutottak, mint amennyit eredetileg termeltek. Bár érzékelték a problémát, mégsem volt visszaút, a gazdák tehetetlennek érezték magukat: Bármelyikük is csökkentette volna újra a felére tehenei számát, azzal rögtön felére esett volna a tejhozama, ráadásul a többieknek ettől valamivel több teje keletkezett volna, ami pont az önmegtartóztatót sújtotta volna komoly hátránnyal. A tönk szélére jutva is jövedelmezőbb volt bárki számára még egy tehenet kihajtani, mint visszavenni a tehenek számából. A csapda lassan bezárult, a legelő kopárrá vált, a tehenek elpusztultak, a tehenes gazdák tönkrementek, a családok éheztek.

Nem nehéz észrevenni, hogy a légkör, a nemzetközi vizek halállománya, a klíma stb. olyan közlegelő, ahol az emberiség hasonló csapdahelyzetben vergődik. Ebben a klasszikus felállásban a helyzet egy többszereplős fogolydilemma-helyzet(<https://hu.wikipedia.org/wiki/Fogolydilemma>), amelyben a helyes cselekvés (a mesében a tehenek számának csökkentése, a fogolydilemma klasszikus leírásában a vallomástétel megtagadása) olyan fokú egyéni hátránnyal/kockázattal párosul, hogy racionális egy hosszabb távon önsorsrontó stratégiát választani annak elkerülésére. (Környezeti kontextusban nagyfokú egyéni kockázatként értelmezhetjük az adott társadalmi helyzetben élethetetlen vagy annak tűnő fogyasztói önkorlátozás felvállalását.)

Észre kell vennünk, hogy a tanmesében nem szerepelnek gonosz, rossz szándékú emberek, sőt, még önzésként is nehéz elítélni a cselekedeteiket. Családjuk anyagi jólétét tartják szem előtt, és annak megfelelően cselekszenek. (Fel kell tennünk persze, hogy nem látták előre, hogy csapdahelyzetbe sétálnak bele, de ezt nem is nehéz feltételezni.) És éppen a (rövid távú) önérdékkövetés vezet (hosszabb távon) súlyos önérdéksérelemhez ilyen helyzetben.

Ha már kellőképpen elszontyolodtunk, igen fontos tudatosítani, hogy vannak módok a csapdahelyzet kialakulásának elkerülésére, sőt, kellő fegyvellemmel és elszántsággal használva, a csapdahelyzetből is kiségitethetnek bennünket ezek a stratégiák. Természetesen az ökológiai válsággal kapcsolatosan is végig kell gondolni, hogy mit jelentenek ezek, és ránk milyen felelősség hárul ezekben – magánemberként vagy akár jövőbeni döntéshozóként.

Takács-Sánta András esszéje alapján (<https://unipub.lib.uni-corvinus.hu/110/1/2009tsa.pdf>) négy alapstratégiát nevezhetünk meg a csapdahelyzet megelőzésére

1. Hatalmi ösztönzők

Elképzelhető például, hogy a tehenesgazdák országában törvény írja elő, hogy hektáronként legfeljebb hány tehén legelhet a közlegelőkön, és a szabályszegőket a törvény szigora sújtja. Ha időben meghoznak (és persze betartatnak) egy ilyen intézkedést, a csapdahelyzet elkerülhető lett volna, vagy egy ideig a romlás kezdetét követően is visszaállítható lett volna a fenntartható állapot. A módszer tehát gyors és hatékony. Árnyoldala azonban, hogy a résztvevők nem fogják sajátjuknak érezni, önkényesen rájuk oktrojált korlátozásként élhetik meg, amelyet – amint lehetőségük nyílik rá, mert pl. csökken az állami kontroll – azonnal áthágnak.

Itt érdemes röviden közbevetni, hogy a játékelmélet kimutatja, hogy az úgynevezett mohó algoritmusokat (vagyis a szűk látókörű önérdékkövetést) korlátozó helyes szabályok *mindig* olyanok, hogy rövidtávon érdemes volna megszegnünk őket. Ez világos, hiszen ellenkező esetben nem is kellene szabályt alkotni, hisz önmagától beálló büntetésként a helytelen cselekvés azonnal megbosszulná magát. Hosszabb távon viszont az eredetileg jól járó egyén is hátrányát látja a szabályszegésnek a közjó romlása révén! Gondolkodási "keretezés" kérdése tehát, hogy egy jó (vagyis nem öncélú önkényeskedésből származó) szabályt mi ingerlő korlátozásként, vagy a javunkat szolgáló és helyénvaló intézkedésként fogunk-e fel. Lehet ugyan, hogy ha elemek egy cukorkát a boltból, azzal még senkinek nem okoztam észrevehető kárt. Világos azonban, hogy ha mindannyian ilyen módszerrel kezdenénk el édességhez majd ételhez jutni (ami egyéni szinten persze megérné), annak következtében előbb-utóbb tönkremennének az élelmiszer előállító és forgalmazó vállalkozások, aminek mindenkit (bennünket is) sújtó következményei lennének. A bolti csenés tiltása tehát nem a kis ember ellenében védi a kereskedőt / termelőt, hanem a kis ember érdekét is védi hosszabb távon. Mindez persze nem jelenti, hogy mindig kritikátlanul kell bólogatnunk a fennálló rendet védelmező szabályokkal kapcsolatban, és hogy félnünk kell azok megváltoztatásától. De hogy alapcéljukat figyelmen kívül hagyó, rövidlátó felülrírásuk bennünket is veszélyeztet, az mindig jó, ha eszünkbe jut.

2. Közösségi szabályozás

Az is lehetséges, hogy a gazdák falujában létezik egy – akár hallgatólagos – közösségi megegyezés, amely szerint senkinek sem szabad a többi érintettel folytatott egyeztetés nélkül a közjavakból való részesülését megnövelnie. Ezért, ha valaki önkényesen duplájára növelné a tehenei számát, az számíthatna arra, hogy a faluközösség megszólja, más előnyöktől esetleg megfosztja, egyszóval szankcionálja a törtetését. Ha mégis méltányosnak érzi további tehenek kihajtását, azt hosszas egyeztetési procedúra, kiegyenlítő ajánlatok tétele, az ügy közösségi "érlelése" kellene, hogy megelőzze, amelyben óhatatlanul mérlegre kerülnének a közösség érdekének szempontjai is, és ez jó eséllyel garantálná, hogy a hátrányos gyakorlat ne harapózhasson el, esetleg meg se kezdődjék. Ez az ellenható stratégia lassabban alakítható ki, mint a központi szabályok meghozatala, de nem is húzható át egy tollvonással, ráadásul a résztvevők sokkal inkább magukénak érzik, interiorizálják a közösségük saját normáit, mint a fejük fölött meghozott szabályokat, így akkor is nehezebben hágják át őket, ha kockázat nélkül megtehetik.

3. Ismeretterjesztés

A tanmese feltételezi, hogy a gazdák nem tudtak arról, hogy vagyongyarapító magatartásuk később tragédiába fog torkollani. Naivan feltételezhatték például, hogy a legelő fűhozama korlátlan, így akármennyi tehenet képes volna ellátni. Ha korábban felvilágosították volna őket arról, hogy mit jelent, ha egy erőforrás *korlátosan megújuló*, hogy egy ökológiai rendszer (pl. egy gyepe) tipikusan ilyen, hogy hogyan tudják felismerni, ha egy rendszer így működik, vagy egyáltalán arról, hogy az ilyen értelemben vett fenntarthatóság egy fontos vizsgálati szempont lehet életdöntéseik meghozatalában, akkor lehet, hogy nem kezd el senki több tehenet legeltetni, vagy ha igen, a többieknek időben feltűnik az ebből fakadó hozamromlás, és az első két stratégia is időben működésbe léphet ennek folytán, hogy visszaszorítsa a mohó algoritmus követőjét.

4. Értékrendváltoztatás

Tegyük fel, hogy a tanmesebeli falu népének közösségi értékrendje olyan, hogy nem vallják nyugati kultúránk egyik sajnálatos alapmeggyőződését, miszerint anyagi javak tekintetében a több mindig jobb a kevesebbénél. Éppen ezért amikor nem nélkülöznek fájdalmasan (márpedig a tanmese ilyen kielégítő szituációval indul), nem is törekszenek anyagi életszínvonaluk további növelésére, hanem az egyszerűség, a kevéssel való megelégedés, az egyensúlyok keresése, az elmélyülés igyekezete náluk a kulturális norma (amilyen vonásokat például Japán tradicionális kultúrájában felismerhetünk), és nem szűnő előrejutásra csak szellemi, lelki, esetleg közösségi utakon törekednek, anyagiakban nem, vagy csak igen alárendelt mértékben. Ekkor vélhetőleg fel sem merülne senkiben, hogy még egy tehenet kihajtsa a legelőre, hisz miért is tenné? Nyugatias civilizációnkban annak ellenére terjedt el és duzzadt bolygó-méretűvé a halmozás, a szüntelen növekedés, anyagi gyarapodás, fogyasztás és státuszszimbólum-hajszolás kultúrája az utóbbi párszáz évben, hogy annak boldogító mivoltát egyébként minden vallási hagyomány következetesen tagadja, tarthatatlanságát minden komolyabb gondolkodó belátja, és számtalan irodalmi vagy filmművészeti alkotás azóta is leleplezi. A korábbi rossz közgazdaságtani alapvetések talaján kialakult egyenlőtlenségek,

érdekvezérelt reklámpraxis, anyagi stá tuszversengést hirdető populáris kultúra hatásai azonban ezt egyelőre általában felülírják. Egy mértékletes, megelégedő, közösségi értékszemplélet vezérelte gondolkodásmódra visszatérni, társadalmainkat ilyen alapszemplélethez visszavezetni vitathatatlanul a leglassúbb és legnehezebb feladat a négy közül, hatásai azonban a legmaradandóbbak és legmélyebbre hatók lennének.

Látható tehát, hogy mind a négy stratégiának vannak előnyei és hátrányai is a többihez képest, és egymagában egyik sem üdvöztető. Mind a négy területen pástra kell lépünk tehát, és nem várni ölbe tett kézzel, hogy például állami szereplők megfelelő jogszabályok meghozatalával oldják meg helyettünk és nélkülünk a környezeti válságot. Azonban ne is kezdünk mondjuk felvilágosító vagy spirituális életszemplélet-váltó gyakorlatokba anélkül, hogy részt vállalva lakóhelyünk közügyeinek apró-cseprő küzdelmeiben, helyes szabályok, határozatok, döntések meghozatalára igyekeznénk rászorítani az illetékes döntéshozókat. Fedezzük fel továbbá újra a közösségi létmódot (kiskozossegek.hu, kiutak.hu), ahol a közösség önszabályozása és megtartó ereje révén újra egyre többen képviselhetjük egy fenntarthatóbb életforma normáit és gyakorlatait!

2.5. Fenntarthatóság fogalma, alapvető célkitűzései

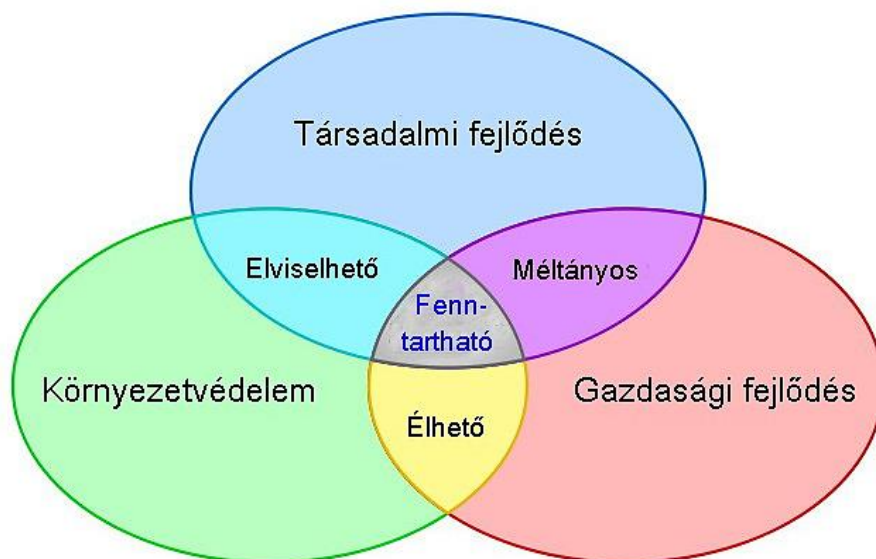
A fenntarthatóság fogalma egy tevékenység vagy intézményi működés olyan módját jelenti, amely lehetővé teszi a szóban forgó gyakorlat korlátlan ideig (legalábbis történelmi időskálán tekintve akármeddig) történő folytatását.

Nem megmaradva ennél a talán túlon túl általános megfogalmazásnál, jó, ha figyelmünket a szó leggyakoribb, már-már szállóige- vagy közhelyszerűen ismételt összetételére, a "fenntartható fejlődés" kifejezésre fordítjuk, majd ennek kritikáit szőrméntén érintve a "fenntartható megélhetés" fogalmi felhőjének kulcsjelentése mellett tesszük le a voksot.

"A fenntartható fejlődést a Környezet és Fejlődés Világbizottságának 1987. évi, „Közös jövőnk” című Brundtland-jelentésében a következőképpen fogalmazták meg: „A fenntartható fejlődés olyan fejlődés, amely kielégíti a jelen szükségleteit anélkül, hogy veszélyeztetné a jövő nemzedékek esélyét arra, hogy ők is kielégíthessék szükségleteiket.” A gazdasági fejlődésnek a társadalmi és környezeti egyensúly védelmével való összeegyeztetésére irányul.”(<https://eur-lex.europa.eu/HU/legal-content/glossary/sustainable-development.html>)

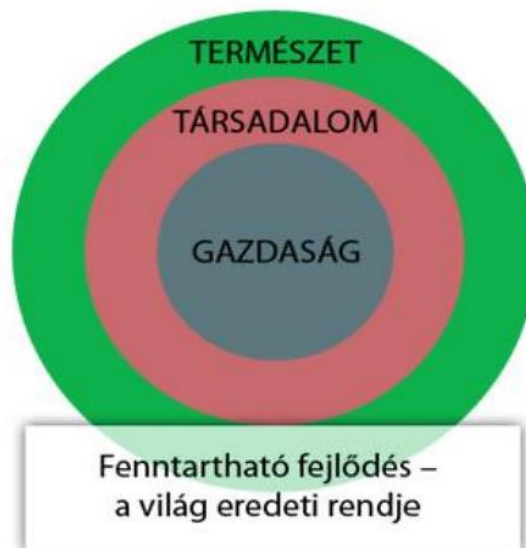
Az egyik kulcsprobléma, amely a kritikák egyik első sarokpontja kezdettől fogva, hogy a "fejlődés" kifejezés kulturális-gazdasági alapgondolkodásunkban nyíltan vagy burkoltan feltételezi a reálgazdaság növekedését, amelyet véges erőforrások (adott méretű bolygó) mellett nyilvánvalóan lehetetlen akármeddig folytatni, a jelen gazdasági rendszerben azonban még mindig rendkívül nehezen kerülhető el, mint cél. Nem vitatva azokat az előremutató, a globális problematika komplexitását helyesen felismerő vonásokat, amelyekkel az ENSZ fenntartható fejlődési célkitűzéseit összeállították, észre kell vennünk, hogy a gazdasági növekedés problémás alapkövetelményétől nem sikerült elszakadni ezek összeállításakor, amint az az ENSZ hivatalos témaismertetésében meg is jelenik: "A fenntartható fejlődéshez és

ezáltal az egyének és a társadalmak jóllétének eléréséhez három központi és egymással összefüggő elem – a gazdasági növekedés, a társadalmi integráció és a környezetvédelem – összehangolására van szükség." (https://unis.unvienna.org/unis/hu/topics/sustainable_development_goals.html))



4. ábra. A fenntarthatóság "három pillérének" halmazábrázolása. Meghaladott szemléletet tükröz.

Jól mutatja a paradigmaváltó merészség hiányát az a széles körben elterjedt ábrázolás is a fenntarthatóság "három pilléréről", amely a gazdasági rendszert, ha nem is mindenek fölé rendelt, de legalábbis a társadalmi, sőt természeti rendszerekkel egyenrangú entitásként kezeli (4. ábra). Hamar megjelent ennek kritikája, jött az egymásba ágyazottság szemlélethelyesebb modellje (5. ábra), mely elismeri e rendszerek hierarchiáját. Kérdés azonban, hogy ez a szemléletváltás a kívánt komolyságban át tudott-e szivárogni a döntéshozói gondolkodásba. Mindenképpen érdemes odafigyelni, hogy a kifejezés használói olyan paradigmából teszik-e ezt, amely a hagyományos értelemben vett gazdasági növekedést elsődleges prioritásként tekinti, vagy olyanból, amely hajlandó azt gondolkodásában ténylegesen alárendelni a felettes rendszerekből (társadalom, bio-geoszféra) származó korlátoknak.



5. ábra. A fenntarthatóság három területének mai modellje

Egy további probléma a fenntarthatóság szó közkeletű használatával kapcsolatban:

"A fenntarthatóság, a fenntartható fejlődés nagyon divatos, sokszor használt, részben le is járatott fogalom. A lényege mindenképpen olyan fejlődési pályára való törekvés, amelyik tartósan követhető, azaz amely mentén haladva a fejlődés során nem éljük fel a későbbi létezmények tartalékait és lehetőségeit. A fenntarthatóság értelmezésével kapcsolatos legfőbb probléma, hogy igen elterjedt a kifejezés olyan használata, amikor a döntéshozók, egyszerűen az általuk kijelölt pálya tartós követésének a biztosítását, az ennek útjában álló akadályok elhárítását, félresöprését próbálják fenntartható fejlődésnek nevezni. Így születik meg – itthon és külföldön – a „fenntartható növekedés”, vagy a „fenntartható mobilitás” kifejezés, amelyek mögötti tartalomnak kevés köze van a fenntarthatóság eredeti fogalmához. A fenntarthatóság követelménye ugyanis, éppen ellenkezőleg, azt hivatott kifejezni, hogy a célok nem választhatók meg egy-egy dimenzióban, ágazatban szabadon, hanem azoknak bonyolult rendszerösszefüggések következtében tiszteletben kell tartaniuk bizonyos korlátokat." - írja Fleischer Tamás A fenntarthatóság fogalmáról c. esszéje bevezetőjében (http://real.mtak.hu/18404/1/fleischer_1-a-fenntarthatosag-fogalmarol_nke-2014.pdf), amivel jól összefoglalja azt a tisztázatlanságot, amelyet korunknak ez a kulcsfogalma hordoz magában.

Mind a fenntarthatóság, mind a fejlődés szavak fogalmi jelentése körül problémák adódnak (<https://mek.oszk.hu/15500/15563/15563.pdf>), jóllehet, az alapjelentés mindenki számára világos: "úgy kell ma élnünk, hogy holnap is élhessünk". Hogy a hétköznapi gyakorlat aprópénzére (vagy a döntéshozói stratégiai gondolkodás "bankóira") ez miképpen váltható – nos az nem egyéb, mint tanítványaink életének homlokterében a legnagyobb betűkkel felírt kérdés (pontosabban kérdésrendszer) maga.

Fleischer Tamás és mások is elemzik a fenntartható fejlődés, illetve a fenntarthatóság fogalmainak ellentmondásosságát vagy legalábbis tisztázatlanságát. Érdekes elolvasni Wolfgang Sachs Miféle fenntarthatóság? c. rövid esszejét

(<https://mek.oszk.hu/09500/09580/09580.pdf> - 35. oldal - a kötet többi írása is igen érdemi mondanivalóval bír a témakör vonatkozásában.), ahol a fogalomkör kortárs felfogásának három alaptípusát különíti el, és az általa *verseny-szemléletnek* és *úrhajós-szemléletnek* nevezett felfogásokkal szemben, az *otthon-szemlélet* mellett tör lándzsát, melyben a gazdasági növekedés már nem cél, vagy ha mégis, többedrangú szempont csupán a *fenntartható megélhetés* egyéb szempontjai mellett. "Fenntartható megélhetést teremteni annyi, mint létrehozni egy decentralizált, és nem a felhalmozásra törekvő társadalmat." Saját szemléletformálásunk szempontjából is igen hasznos, ha alaposan végigtanulmányozzuk ezeket az elemzéseket, tanítványainktól ez azonban természetesen nem várható.

További ajánlott irodalom:

Gyulai Iván (<https://mek.oszk.hu/15500/15563/15563.pdf>)

<https://eionet.kormany.hu/a-fenntarthato-fejlodes-fogalma>

2.6. A fogyasztói életmód ismérvei és kritikája

A fogyasztói társadalom - ismérvek és kritika

„A fogyasztás kettős tragédia: elégtelenséggel kezdődik, és megfosztottsággal végződik.”
(Sahlins, 1974).

A fogyasztói társadalom társadalomfilozófiai, etikai, szociológiai, antropológiai (és részben közgazdasági) fogalom, melyet általában kritikai élel használnak a jelenlegi társadalmi-gazdasági-kulturális rend bírálói. Pontos, mindenki által elfogadott definíciója ugyan nincs, mégis körvonalazható. Mivel a valós szükségleteinken túlmenő fogyasztás és az azt kiszolgáló tömegtermelés vitathatatlanul komoly háttértényezője a fenntarthatatlanságnak és az ökológiai krízisnek, valamint rendkívül káros mentálhigiénés következményei lehetnek, fontos, hogy diákjainknak is segítsünk felvenni egy kritikai attitűdöt azzal az életformával kapcsolatban, amelynek követésére a jelenlegi fősodorbéli rendszerműködés igyekszik rávenni őket. Ez a fogyasztói társadalmi lét mibenlétének megértésével kezdődhet el.

Kocsis Tamásnak a Gyökereink c. kutatási beszámolójában (2002) vázolt kritériumrendszere alapján megkíséreljük azonosítani azokat a szempontokat, amelyek teljesülésekor fogyasztói társadalmi létről beszélhetünk:

Fogyasztói társadalom az, ahol...

1. az emberek nagy többsége jócskán a létfenntartásához szükséges szint felett fogyaszt. (pl. "cseréljük le újabbra az ülőgarnitúrát - már öt éve a mostani van, unom.")
2. az emberek a fogyasztásukhoz szükséges javakhoz és szolgáltatásokhoz jellemzően csere révén jutnak, azaz nem jellemző az önellátás. ("Miért termeljek zöldséget és gyümölcsöt a kertemben, amikor olcsón kapok az áruházban mindent? Jó lesz oda a pázsit és a tuja.")
3. a fogyasztás, mint tevékenység társadalmi megítélése kedvező ("Shoppingolni menő").

4. az emberek hajlamosak fogyasztói életstílusuk alapján ítéletet alkotni másokról és saját magukról. ("remélem, megcsodálják majd a társaim a legújabb modellek közé tartozó okostelefonomat - engem ne tartsanak olyan lúzernek, mint XY-t az ósdi bunkofonjával!").

Ezeket a kritériumokat jelenlegi életformánk sajnos Magyarországon is teljesíti, és bár valószínűleg senki nem szívesen írná alá nyilatkozat formájában, hogy ő életvitelszerűen vallja és követi azt, ami a fenti pontokban foglaltatik, a többségünk – vagy legalábbis egy kritikusan nagy hányadunk – mégis ezekhez igazodik. (Jó lenne, ha a diákok is azonosítanák magukban, hogy alighanem ők sem mentesek ennek a gondolkodásmódnak a hatásaitól. Mivel ők még a fogyasztásuk egy jelentős részéről nem saját maguk döntenek – vagy legalábbis ez megelőlegezhető nekik – talán még háritás nélkül hajlandók szembenézni ezzel, ami pedig a jóteknony pedagógiai *beoltás* lehetőségét teremti meg - vö. a meggyőzés McGuire-féle beoltásemlélete: <https://mindsetpszichologia.hu/ellenallas-a-meggyozessel-szemben-van-rad-mod>). Az első két pont egyértelműen megmutatja, miként ássa alá a fogyasztói társadalmak létmódja a fenntarthatóság lehetőségét, az utolsó két pont pedig rávilágít, miért és miként válunk pszichológiai, mentálhigiénés értelemben kizsákmányoltjaivá a fogyasztói életmódnak.

Tim Kasser Az anyagiasság súlyos ára című (2005), magyarul is megjelent könyvében számos kutatás eredményeire támaszkodva mutatja be a fogyasztói létmódnak a személy jóllétére és szociális kapcsolatrendszerére gyakorolt romboló hatását.

További ajánlott irodalom:

<http://ecopedia.hu/fogyasztói-társadalom>

https://hu.wikipedia.org/wiki/Fogyaszt%C3%B3i_t%C3%A1rsadalom

<https://lexikon.katolikus.hu/F/fogyaszt%C3%B3i%20t%C3%A1rsadalom.html>

További filmek, videók:

<https://zanza.tv/fogalom/fogyasztói-társadalom>

3. KÖRNYEZETÜNK SZENNYEZÉSE, KÖRNYEZETI EXPOZÍCIÓK

„A környezet az embert, egyedet, csoportot körülvevő tényezők összessége” (Kiss Á. (szerk.) 2012).

„A természeti és az épített környezet (kültérben és beltérben egyaránt) jelentős hatással bír az emberi egészségre. A hatások lehetnek fizikai, kémiai és biológiai eredetűek és egyaránt lehetnek kedvezőek, illetve kedvezőtlenek. Az egészséges környezet fontosságát a nemzetközi és hazai jogi egyezmények is elismerik. Magyarországon az Alaptörvény rögzíti minden ember jogát az egészséges környezethez. Az Egyesült Nemzetek Szövetsége (ENSZ) által a 2015-2030 közötti időszakra meghatározott 17 Fenntartható Fejlődési célja közül 3 célzottan, illetve áttételesen szinte valamennyi összefüggésben áll az egészséges környezettel. Az Egészségügyi Világszervezet (WHO) 1989-ben indított Környezet és Egészség folyamatának, és az ennek

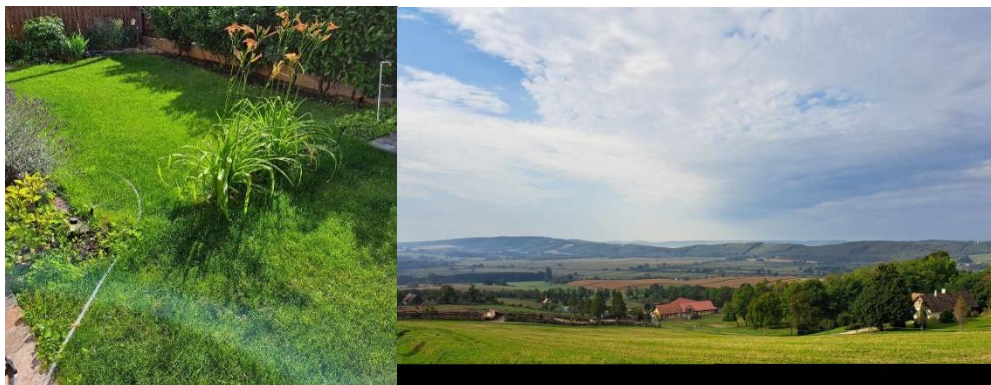
keretében rendszeresen megrendezett Környezet és Egészség össz-európai környezetvédelmi és egészségügyi miniszteri konferenciáknak is fő fókusz a környezet emberi egészséget befolyásoló hatása és a kedvezőtlen hatások kiküszöbölése, mérséklése” (Pándics, 2018).

Környezetünk szennyeződése mindenképpen káros hatással van az élőlényekre, köztük az emberekre akár egyéni szinteken, akár társadalmi szinten vizsgáljuk.

Megkülönböztetjük a természeti környezet (természeti elemekből áll): ember által nem érintett (pl. őserdő, érintetlen vízpart), a gondozott környezet (2. kép, pl. gyepek, vízpart), a megművelt környezet (pl. kertek, 3. kép) és a mesterséges (4. kép, pl. építmények) környezet fogalmát (a mentális környezettel jelen írásban nem foglalkozunk).



2. kép. Gondozott környezet (fotó: Tóth Erika)



3. kép. Megművelt környezet (fotó: Tóth Erika)



4. kép. Mesterséges környezet (fotó: Tóth Erika)

A környezetszennyezés mindenképpen a környezet nem megfelelő/kedvezőtlen irányú megváltozásával jár, amely során a levegő, a víz vagy a talaj (esetleg mindhárom együtt) minősége romlik, gyakran emberi felhasználásra alkalmatlanná válik.

A Földön a legtöbb környezetszennyezés az emberektől és találmányaiktól származik. Például az autó vagy az ember által készített műanyag (5. kép). Napjainkban az autók gázkibocsátása a légszennyezés egyik fő forrása, amely hozzájárul az éghajlatváltozáshoz, a műanyagok pedig elárasztják óceánjainkat, és jelentős egészségügyi kockázatot jelentenek a tengeri állatok számára, és ezek csak kiemelt példák.....



5. kép. Műanyag szennyeződés görögországi tengerparton (fotó: Tóth Erika)

A környezetszennyezés elválaszthatatlanul kapcsolódik az egészség/egészségügy problémaköréhez is. Korai leírásokból tudjuk, hogy a környezetszennyezés legelső okaként az emberi ürülék említik (pl. vízzel terjedő fekális eredetű mikrobák leírása), bár az alacsony népsűrűségű területeken ez eleinte nem okozott problémát. Az ókori Római Birodalomban is ismerték a csatorna- és vízvezetékrendszert: az ókori Róma mérnökei a Cloaca Maxima-t építettek, ami a Tiberis folyóba ömlött, és ott rendkívüli szennyezést eredményezett. Megemlítendő, hogy az egyes társadalmi-gazdasági osztályok között a hulladékgazdálkodási gyakorlatok tekintetében is határozott különbségek mutatkoztak, a hulladék kezeléshez való hozzáférésért akkoriban is fizetni kellett (Hopkins és Kenneth (2012). A közegészségügyi problémák és a tiszta ivóvíz megoldása tizenkilencedik századig a legtöbb országban nem élvezett elsőbbséget.

Az első ismert szennyvízkezelő rendszer a mai Szíria területén (El Kowm) található, amely kiépítése i. e. 6500 körül kezdődhetett, és középpontjában a háztartási szennyvízelvezetés állt (Mays, L., ed., 2010).

A por-szennyeződést Hippokratész a bányászok "légszomj" állapotaként említi, és 1690-ben Lohneiss megjegyezte, hogy amikor "a por és a kövek a tüdőre hullanak, az emberek tüdőbetegek, nehezen lélegeznek." Később ezt a bányászok betegségének tartották.

(<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0011502907001101>)

Kenneth Mellanby (angol ökológus és rovartanász) úgy határozta meg a környezetszennyezést, hogy az "a mérgező anyagok jelenléte, amelyeket az ember juttatott a környezetébe".

A levegőszennyezés megfékezésére pl. Nagy-Britanniában már a tizenharmadik és a tizennegyedik században számos kísérletet tettek, elsősorban a szén égetését kívánták szabályozni, a szabályok megsértőit büntették (Bailey és mtsai., 2016).

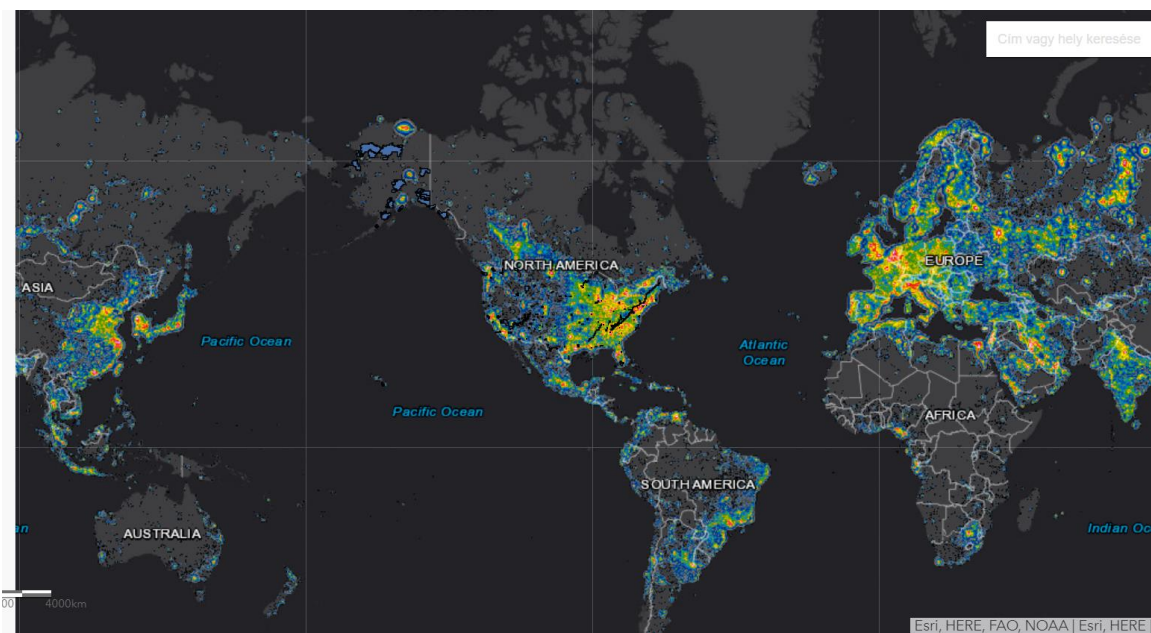
3.1. Környezetszennyezés fajtái (fizikai, kémiai, biológiai szennyezések)

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 feketeterítőkon 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>)

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 "bolygósintű 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-vorosiszap-katasztrofa#lg=133319&slide=1>)

További irodalom:

<https://muzeum.katasztofavedelem.hu/35837/10-eve-tortent-a-vorosiszap-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 előidézhet.



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.

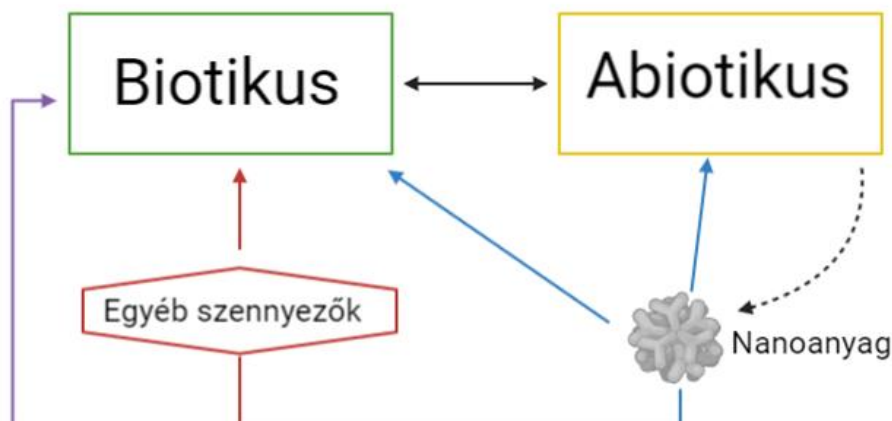
A jövő technológiájaként említett nanotechnológiai eljárással előállított anyagok világszerte egyre nagyobb figyelmet kapnak, aminek hátterében a nanoméretből (jellemző méretük legalább egy átmérő tekintetében 1 és 100 nm közé esik) adódó tulajdonságok állnak. Széles körben alkalmazzák őket a számítógépek 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).

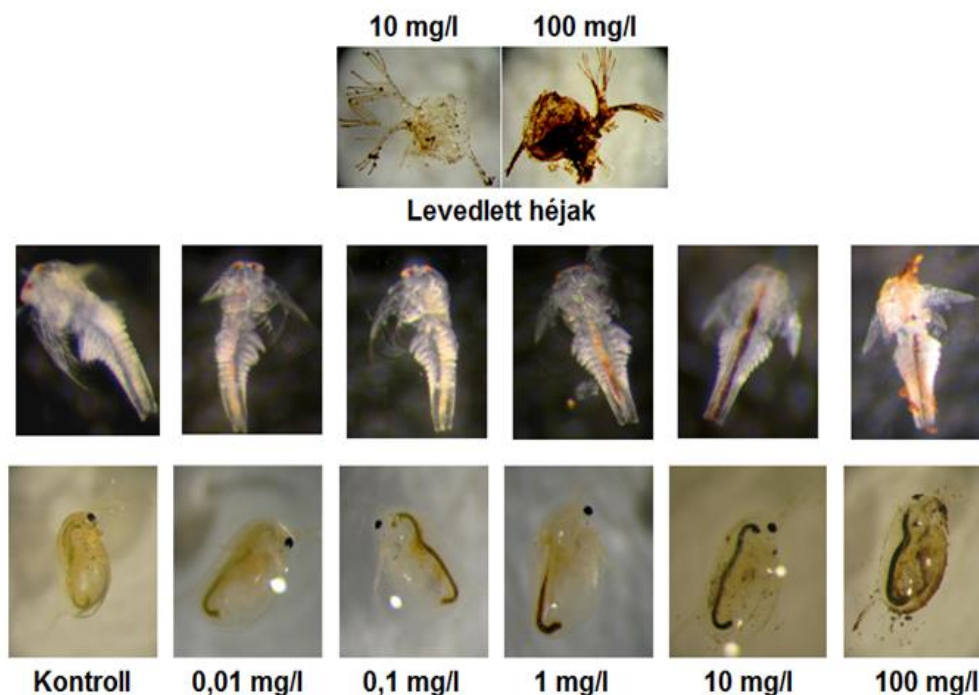
Antibakteriális tulajdonságaiknak köszönhetően némelyek megváltoztathatják a biogeokémiai ciklusok menetét a kulcsfontosságú baktériumok gátlásán keresztül (SCENIHR 2007).

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).

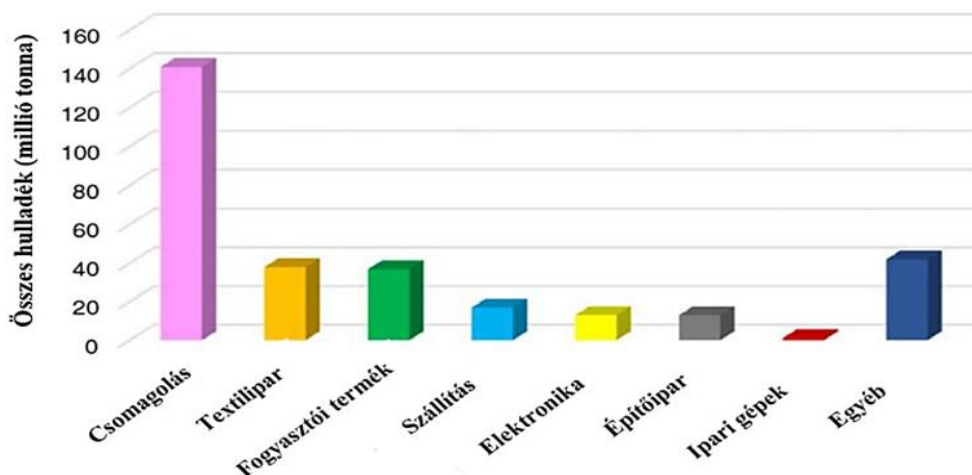


8. kép. Nano vas(II,III)-oxid (szemcseméret: átlagosan 29 nm) hatása *Daphnia magna* testszervezetre akut testben, 48 órás expozíciót követően, fénymikroszkópos felvételen (30x nagyítás). (Forrás: Pándics, 2018).

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 műanyag 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-kornyezettudatossag/>

Video:

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

3.2. Levegőszennyezés

A tiszta levegő összetétele: 78,08% nitrogén, 20,93% oxigén, a maradék szén-dioxid, argon és egyéb mennyiségében változó nemesgázok, gázok. A légszennyezés a beltéri vagy kültéri környezeti levegő szennyezése, bármilyen kémiai, fizikai vagy biológiai anyaggal, amely megváltoztatja a légkör természetes jellemzőit. A WHO adatai azt mutatják, hogy a világ népességének nagy része a WHO irányadó határértékeit meghaladó (<https://www.who.int/publications/i/item/9789240034228>), magas szennyezőanyag-tartalmú levegőt lélegzik be, az alacsony és közepes jövedelmű országokban a legmagasabb a légszennyezettség (<https://www.who.int/teams/environment-climate-change-and-health/air-quality-and-health/health-impacts/types-of-pollutants>).

Porszemcsék, mint szennyező anyagok: a legnagyobb, durva részecskéknek nevezett részecskék (2,5 µm és 10 µm közötti átmérőjű részecskék – PM_{2,5} és PM₁₀) forrásai elsősorban az erózióból, mezőgazdasági területekről, utakról és bányászati műveletekből származó pollen, tengeri pára és szél által fújt por. A szálló por legnagyobb forrása a lakóépületek környékén, általában a szennyező tüzelőanyagok nyílt tűzhelyeken vagy rosszul szellőző, nem hatékony kályhákban vagy fűtőberendezésekben történő elégetése.

Ugyanakkor a szennyezett levegőjű közutak kipufogógázai miatt a levegő nitrogén-dioxid tartalma is az ideális mennyiség felett van (A nitrogén-dioxid egy vörösesbarna színű, vízben oldódó gáz, amely erős oxidálószer). Környezeti forrásai a tüzelőanyagok magas hőmérsékleten történő elégetéséből származnak, például a fűtés, a közlekedés, az ipar és az energiatermelés során. Számos vegyület a napfény hatására fotokémiai szmogot és ózont hoz létre, ami asztmát is okozhat. A gépjárművek ólmot és szén-monoxidot bocsátanak ki, de súlyos probléma a szálló por kibocsátásuk is. Az ólom (Pb) és az ólomrészecskéket tartalmazó vegyületek egyébként a lakásokban is fellelhetők, pl. festékek, kerámiák, csövek és vízvezeték-szerelési anyagok, forrasztószerek, benzin, elemek, lőszerek és kozmetikumokból származó por-részecskékben. A környezeti levegőben az ólomtartalmú üzemanyagot tartalmazó járművek kipufogógázaiból származó ólom is megtalálható. A WHO becslése alapján évente 700 ezerrel kevesebb ember halna meg a fejlődő országokban, ha ezeket a levegőszennyezőket kivonnák a forgalomból.

Az alábbi WHO által kiadott táblázat bizonyos szennyező anyagokra vonatkozó ajánlott irányértékeket adja meg (2. táblázat).

2. táblázat. A WHO által kiadott irányértékek légszennyező anyagok vonatkozásában

Szennyező anyag	Javasolt határérték	Irodalom
PM _{2.5}	5 µg/m ³ 15 µg/m ³	World Health Organization, 2021
PM ₁₀	15 µg/m ³ 45 µg/m ³	World Health Organization, 2021
Szén monoxid	4 mg/m ³	World Health Organization, 2021
Nitrogén dioxid	10 µg/m ³ 25 µg/m ³	World Health Organization, 2021
Kéndioxid	40 mg/m ³	World Health Organization, 2021
Formaldehid	0.1 mg/m ³	World Health Organization, 2010
Ólom	0.5 µg/m ³	World Health Organization. Regional Office for Europe, 2000

3.3. Vizek szennyeződése

Az emberi élethez édesvízre feltétlenül szükség van. Annak ellenére, hogy a víz az egyik legelterjedtebb anyag a Földön, az ivóvízellátás biztosítása nem egyszerű feladat Földünk minden pontján. Ráadásul természetes vizeink szennyezésével jócskán megnehezítjük ezt, miközben a vízfelhasználás évről évre dinamikusán növekszik, és 1950 óta kb. háromszorosára növekedett (Salma (szerk) 2012)

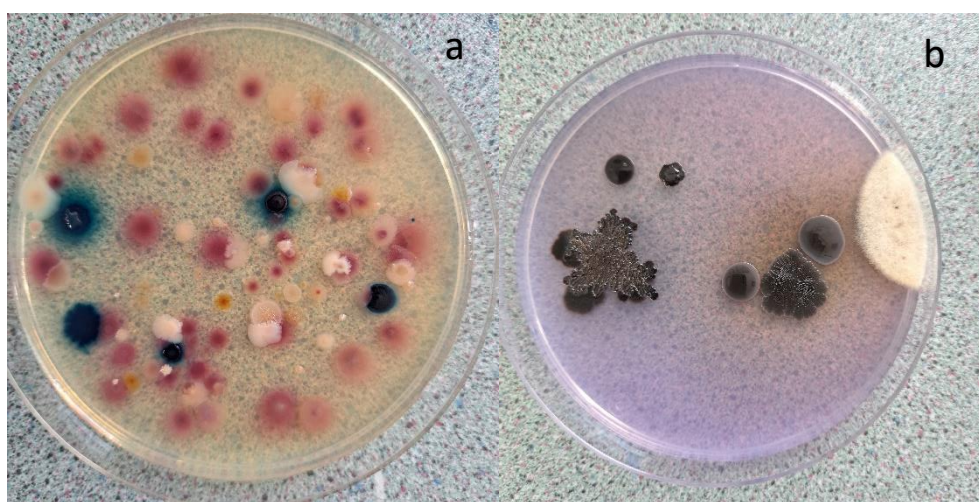
Vízszennyezésnek nevezünk minden olyan emberi tevékenységet és anyagot, mely a víz természetes minőségét (fizikai, kémiai stb.) károsan megváltoztatja. A vízszennyezés következtében a víz emberi használatra részben, vagy teljesen alkalmatlanná válik, illetve a természetes vízi életfolyamatok kárt szenvednek. A vízszennyeződés történhet különböző mérgező, fertőző, vagy egyéb ártalmas anyagok, például a kommunális szennyvíz és ipari szennyvíz stb. vízbe vezetésével vagy származhat a vízgyűjtő természetes forrásaiból is (természetes vízszennyezés), sőt magában a vízben is keletkezhet.

Az utóbbi időszakban a szerves mikroszennyezők (pl. gyógyszerek és gyógyszermaradványok) is a tudomány és a közvélekedés célkeresztjébe kerültek. Az analitikai módszerek fejlődésével, valamint az ökotoxikológiai vizsgálatok terjedésével számos, eddig figyelmen kívül hagyott szennyező anyag is kimutathatóvá vált. Ezen tendenciát mutatja a hatósági szabályozások kiterjesztése e mikroszennyezők detektálására, valamint eltávolításuk ösztönzésére.

A legújabb Európai Unióban honosított szabályozás, amely ezen szennyezők veszélyére hívja fel a figyelmet az Európai Unió Vízkeret irányelve

(https://publications.europa.eu/resource/cellar/ff6b28fe-b407-4164-8106-366d2bc02343.0015.01/DOC_1). Az irányelv az emberi fogyasztásra szánt ivóvíz minőségi paramétereit szigorítja, illetve kiterjeszti a jelenleg vizsgálandó anyagok körét.

Vízszennyezés esetén tehát a víz minősége romlik, felhasználhatósága csökken. Természetesen felhasználástól függően különböző minőségi kategóriák léteznek: más az elvárás egy természetes víztől, egy ivóvíztől vagy egy kommunális szennyvíztől. A természetes vizek (patakok, folyók, tavak, tengerek stb.) szennyeződésének számos forrása lehet: mezőgazdaság (pl. növényvédőszer), ipari (pl. festékek, oldószer stb.), olajszennyezések, kommunális szennyvíz beömlések stb. Érdekes megemlíteni azt is, hogy előfordul, hogy a szennyeződés forrása nem külső, hanem belső eredetű, pl. toxintermelő mikroorganizmusok jelenléte esetén (pl. cianotoxinok). A vizeket számos paraméter alapján minősítik (pl. trofitás, szaprobitás, halobitás, toxicitás, fekális indikátor mikroorganizmusok – 9. kép - jelenléte).



9. kép. Fekális indikátor baktériumok kimutatása Duna vízből (a) Chromocoult táptalajon. A kék telepek *Escherichia coli*, a rózsaszínű telepek egyéb koliform baktériumok. (b) Szita E-67 táptalajon fekális eredetű *Enterococcus* baktériumok figyelhetők meg – fekete telepek (Fotó: Makk Judit, Tóth Erika)

Vizeink eutrofizációja is számos esetben komoly problémákat vet fel (10. kép)

Az Európai Unió célul tűzte ki, hogy jó állapotba hoznak minden felszíni és felszín alatti vizet az Európai Unió egész területén, ezt - az EU Víz Keretirányelvével tették kötelezővé.



10. kép. Lakiteleki-Holt-Tisza Tőserdőnél, vízi rucaöröm (*Salvinia natans*) vastagon borítja (Fotó: Ács Éva)

„A környezeti kockázatok jelentős része köthető az emberi használatra szánt vizekhez, különösképpen az ivó- és fürdővizekhez. Az Egyesült Nemzetek Szövetségének Közgyűlése az ivóvízhez való hozzáférést 2010-ben emberi alapjoggá nyilvánította, vagyis a világon mindenkinek joga van elégséges mennyiségű, biztonságos, elfogadható, fizikailag hozzáférhető és megfizethető ivóvízhez (ENSZ, 2010).

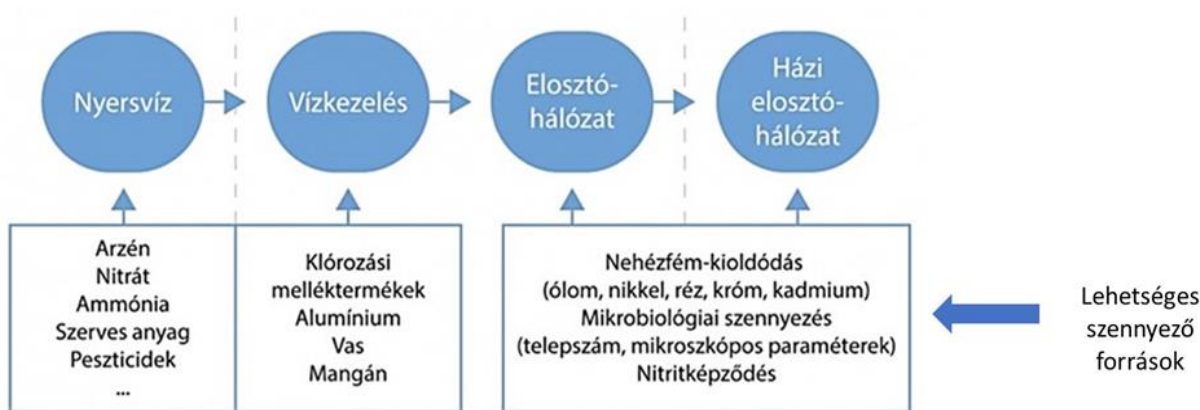
Már a Millenniumi Fejlesztési Célok között is szerepelt, hogy 2015-re felére csökkenjen azok száma világszerte, aki számára a biztonságos ivóvíz nem elérhető. Bár a cél teljesült, jelenleg is közel 900 millió embert érint a mennyiségi vagy minőségi szempontból nem kielégítő vízellátás (WHO és UNICEF, 2017). Még a fejlett országokban is, ahol a statisztikai adatok 100 %-hoz közelítő ivóvíz-ellátottságot mutatnak, a számok mögött jelentősek lehetnek a területi vagy szocio-ökonómiai eltérések. Az Országos Népegészségügyi és Gyógyszerészeti Központ koordinálásával a közelmúltban végzett hazai felmérés kimutatta, hogy Magyarországon is fennáll a tiszta ivóvízhez való hozzáfutás problémája, különösen a mélyszegélyességben vagy a tanyasi környezetben élők körében.

A Fenntartható Fejlődési Célok között már önálló célként szerepel a teljes körű hozzáférés megvalósítása az egész világon.

„A fiziológias és higiénés igények kielégítésére elegendő víz mennyisége mellett az egészséghatás szempontjából annak minősége is jelentős” (Pándics, 2018). Az ivóvízkezelés és a csatornázás kiépülésével az ivóvíz eredetű fertőzések száma jelentősen csökkent. Ivóvizek esetén a vízminősítési paraméterek szabályozása szigorú.

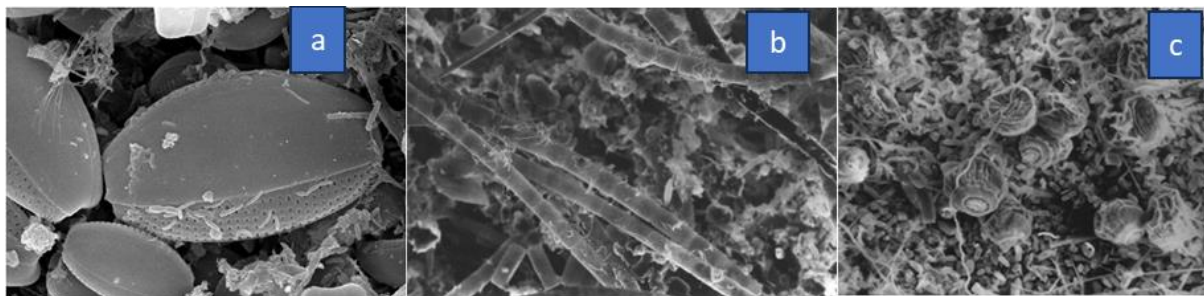
Az ivóvíz, mint élelmiszer, nem tartalmazhat az emberi szervezetre határérték feletti koncentrációban káros anyagot vagy mikroorganizmust. Minőségét szabványokban rögzítik, ivóvíznek minősül minden olyan víz, amelynek a paraméterei megfelelnek a 201/2001. (X. 25.) Kormányrendeletnek, függetlenül annak származásától (tartályból, vagy vezetékhálózatról). Szabvány szerint ivóvíznek számít minden olyan víz, amely alkalmas ivásra, élelmiszerek készítésére, és egyéb háztartási célokra, ide tartozik azon anyagok, és termékek gyártása, feldolgozása is, amelyeket emberi fogyasztásra szánunk.

A nyersvíz eredete szerint lehet felszíni vagy felszín alatti víz, a tisztítás folyamata számos lépést foglal magába (9. ábra). Fontos, hogy a víz minősége nem romolhat az emberi egészség védelme szempontjából lényeges tényezők tekintetében, és nem nőhet a szennyezettsége a tisztítás, és szállítás során (pl. elosztó hálózatban), sajnos ez utóbbi nem mindig valósul meg.



9. ábra. Ivóvíz előállításának és elosztásának sematikus ábrája (Forrás: Vargha Márta, <https://tudomany.hu/cikkek/milyen-az-ivoviz-magyarorszagon-109563>)

Az ivóvíz előállításának egy különleges módja valósul meg a budapesti parti szűrészű kutak esetében. Budapesten egyik legfontosabb vízforrás a Duna folyó, amelyből leggyakrabban csápos kutakon keresztül emelik ki a vizet (kb. 40 m mélységből). A parti szűrés természetes folyamat, elsősorban a kavicságyon kialakult biofilmek (élőbevonatok) erőteljes aktivitásának köszönhető, amelyben számos pro- és eukarióta mikroorganizmus is részt vesz (11. kép.)



11. kép (a-c). Dunai parti szűrészű kavicsbevonatok pásztázó elektronmikroszkópos képei. (fotó: Makk Judit)

3.4. Talajszennyezések

A talaj a földkéreg legkülső, laza, termékeny rétege, kialakulása gyakran hosszú időt vesz igénybe. A talajszennyezés leggyakoribb forrásai a szemét- és hulladék lerakók, de szennyezettnek tekintünk bármely talajt, amelybe emberi tevékenység során szennyező anyagok kerültek. Esetenként a szennyeződés már régen fennáll (krónikus). Számos tevékenység vezethet a talajok szennyeződéséhez: ipari vagy mezőgazdasági tevékenységek (pl. peszticidek használata, túlzott műtrágya alkalmazása, illetve a környezetvédelmi előírások figyelmen kívül hagyása esetén mérgek, nehézfémek is felhalmozódása is előfordulhat stb.)

A talajszennyezésektől általában nehéz megszabadulni, és gyakran ehhez költséges eljárásokat kell alkalmazni (ld. később: bioremediáció). Sajnos, amennyiben a szennyeződés megművelt területet érint, a növények ezek egy részét felszívhatják (számos ún. hiperakkumuláló növényt ismerünk nehézfémekre vonatkozóan), így a szennyeződések akár a táplálkozási láncokba/hálózatokba kerülve az emberi egészségre is veszélyesek lehetnek.

3.5. Környezetvédelem alapelvei

A környezetvédelem egyre nagyobb hangsúlyt kap napjainkban, hiszen egy globális krízishelyzet immár nemcsak valószínűsíthető, hanem tény, hogy a Föld forrásainak gátlástalan kihasználásával, élőhelyeink szennyezésével és tönkretételével az emberiség komoly veszélybe sodorja önmagát is. A témának számos jó, magyar nyelvű irodalma is van (Kerényi, 2006; Szabó és Angyal (szerk.) 2012), ezért ezt a rövid fejezetet inkább figyelemfelkeltőnek szánjuk.

Megjegyzendő, hogy a környezetvédelem és természetvédelem nem azonos fogalmak, bár átfedés van közöttük. De míg a környezetvédelem az emberi populáció (ne felejtsük el, a Földön egyetlen emberi faj él jelenleg, a Homo sapiens!) védelmét helyezi középpontba, a természetvédelem a bioszféra és annak létét biztosító abiotikus környezet egészére fókuszál.

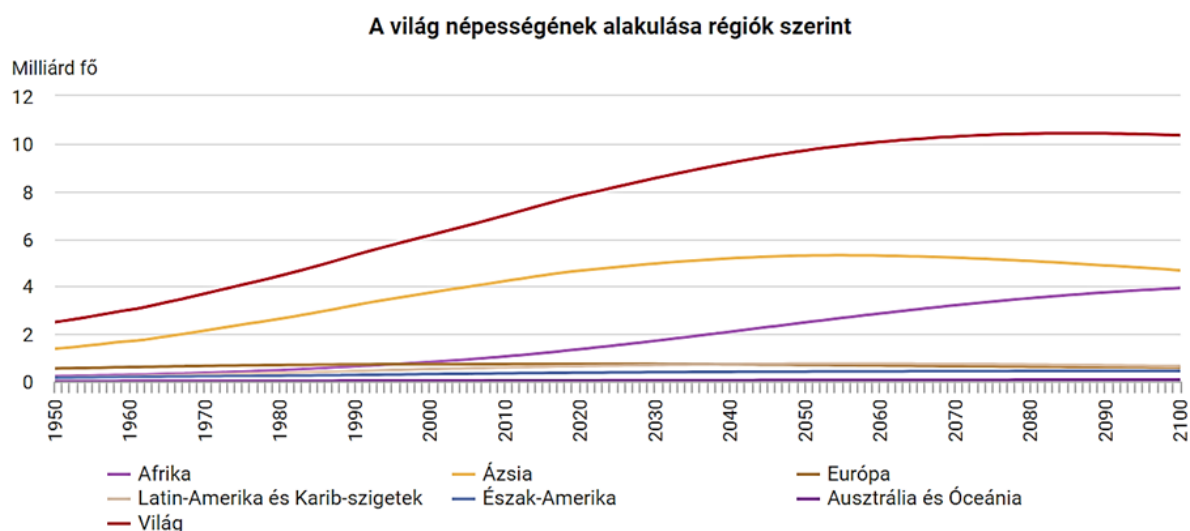
Számos modell létezik, amiben különböző forgatókönyveket feltételezve vizsgálták a világ 21. században várható „sorsát” (pl. Meadows-féle világmodellek). Természetesen a modellek sosem képesek minden lehetőséget számba venni, azonban a súlyos környezeti katasztrófát, amennyiben az ember nem változtat „kizsákmányoló” életvitelén, mindegyik előrejelíti. Ahhoz, hogy változásokat érijünk el, mindenképpen sürgős intézkedésekre van szükség.

Ebben fontos első lépés volt a Stockholmban még 1972-ben megtartott ENSZ konferencia (címe: „Az Egyesült Nemzetek Konferenciája az Emberi Környezetről”), tehát nem új keletű a szemlélet. 1984-ben az ENSZ Közgyűlésén megalakították a Környezet és Fejlődés Világbizottságát (független szakértőkből álló bizottság). Definiálták a fenntarthatóság fogalmát: „A fenntartható fejlődés olyan fejlődés, amely kielégíti a jelen generáció szükségleteit anélkül, hogy veszélyeztetné a jövő generáció esélyeit arra, hogy ők is kielégíthessék szükségleteiket. (ld. még 2.6. fejezet)”. Kimondták, hogy bár az alapvető szükségletek kielégítése elsődleges, azonban bizonyos technológiai és társadalmi korlátozások szükségesek, amelyek biztosítják, hogy a következő generációk szükségletei is kielégítésre kerülhessenek (fenntartható fejlődés elve).

Magyarországon az 1995. évi LIII. törvény (Környezetvédelmi törvény) mondja ki, hogy a „környezetvédelem olyan tevékenységek és intézkedések összességét jelenti, amelyeknek célja a környezet veszélyeztetésének, károsításának, szennyezésének megelőzése, a kialakult károk mérséklése vagy megszüntetése, a károsító tevékenységet megelőző állapot helyreállítása.”

Így a környezetvédelem legfőbb feladatai között találunk kármegelőzési intézkedéseket, az okozott károk megszüntetésére vonatkozó eljárásokat és a természeti erőforrásokkal való észszerű gazdálkodásra vonatkozó javaslatokat is (diákokkal is érdemes megvitatni a témát!).

Célja tehát a globális környezeti problémák (pl. növekvő energia igény, talaj-, légköri és vízszennyezések, természeti erőforrások korlátozottsága, hulladékkezelés stb.) lehetőleg rendszer szintű kezelése. A világ népességének problémája is ide tartozik (10. ábra), hiszen 2022-re a Földön ez elérte a 8 milliárd főt, és az ENSZ becslése szerint a tendencia lassuló ütemben, de egyelőre tovább folytatódik.



Forrás: ENSZ.

10. ábra. A világ népességének alakulása régiók szerint (forrás: <https://www.ksh.hu/s/kiadvanyok/nepesedesi-vilagnap-2023/index.html#footnote-1>)

Így valójában egy nagyon komplex, szerteágazó és kihívást jelentő problémával szembesülünk, amit az egyes elemek megoldásával nem lehet orvosolni, csupán az általánosabb elveket felvázolni.

Az egészséges környezethez minden embernek alapvetően joga van.

A környezetvédelem legfontosabb alapelve a *megelőzésé*, amely kimondja, hogy a környezetváltozással járó tevékenységeket úgy kell megszervezni, hogy azok a lehető legkisebb terhelést jelentsék, megelőzve a környezet szennyeződését és károsodását (ld. még a Hulladékgazdálkodás c. fejezetet). A *felelősség alapelve* kimondja, hogy minden környezethasználó felelős azon tevékenységeikért, amelyekkel közvetve vagy közvetlenül hatással van a környezetre. A környezet károsítása esetén anyagi felelősséggel is tartozik a károk helyreállításáért.

Szubszidiaritás elve azt határozza meg, hogy mi a cselekvés optimális szintje, általában igaz, hogy a különféle környezeti problémákat a keletkezési szinten érdemes megoldani. A helyettesítés elve szerint a veszélyesebb technikákat alacsonyabb veszéllyel járóra kell cserélni. Fontos a biodiversitás védelme és a fentartható fejlődés alapelve is (ezt korábbi fejezetben már részletesebben tárgyaltuk).

Fontos, hogy a környezetvédelmi alapelvek a gazdaságpolitikába és általában a társadalmi tevékenységekbe is integrálódjanak, és már a fiatalok oktatásakor előkerüljenek.

Ugyanakkor a környezet és természet védelme közügy. Így a kormány által kialakított jogszabályi környezetben mind a hatóságok, mind a gazdálkodó szervezetek, mind az állampolgárok együttműködésére szükség van a megfelelő működéshez. A különböző intézmények (pl. állami szervezetek, önkormányzatok stb.) együttműködésben kell eljárjanak a környezet és természetvédelmi feladatokban.

Ehhez viszont elengedhetetlen, hogy az ember (társadalom) tisztában legyen a környezetkárosító tevékenységek szerepével és megértse a környezet és természet védelmének fontosságát (nyilvánosság alapelve). (Ld. még HULLADÉKGAZDÁLKODÁS c. fejezet)

3.6. „Felgyülemelő” hulladékok

A történelem során a hulladékkal való küzdelem témaköre mindig is jelen volt – a szemét kérdése szinte egyidős az emberiséggel, azonban míg az apró népcsoportok a természettel szoros együttműködésben éltek ez korántsem jelentett a Föld számára problémát. Az ipari forradalom előretörésével, az azóta is világszerte hatalmas iramban növekvő technikai/technológiai fejlődéssel (ami természetesen magával hozta a fogyasztási igények és ezzel együtt a termelés fokozódását), a keletkezett hulladékok mennyisége és felhalmozódása nagyon komoly problémákat vet fel világszerte. A pazarló életmód miatt ráadásul egyre több, tovább nem hasznosított anyag került a környezetbe. „Jelenleg sokoldalú nemzetközi megállapodások és programok foglalkoznak a hulladékok keletkezésének és az országhatárokon áttérjedő hatásainak problémájával, a nemzetközi együttműködést szükségessé tevő megoldásokkal” (Faragó, 2013).

Az Európai Unióban évente megközelítőleg 2,2 milliárd tonna hulladék keletkezik. Ennek több mint egynegyede olyan hulladék, amit a települések önkormányzata gyűjt össze: „2018 és 2021 között növekedett az egy főre eső hulladéktermelés Európában, ugyanakkor a tagországokban egymástól különböző trendek figyelhetők meg. Míg a legtöbb tagállamban nőtt az egy főre jutó települési hulladék mennyisége, addig Máltán, Cipruson, Spanyolországban és Romániában csökkent.” Az egyes tagállamok helyzetét a 3. táblázat mutatja.

3.táblázat. Hulladékkezelés AZ EU-ban: Trendek és statisztikák (Forrás:

<https://www.europarl.europa.eu/topics/hu/article/20180328STO00751/hulladekkezeles-az-eu-ban-trendek-es-statisztikak-infografika>)

Helyzet a tagállamokban			
	Keletkezett települési hulladék (kg/fő - 2021)	A települési hulladék újrahasznosításának és komposztálásának aránya (2021)	A hulladéklerakók aránya (a főbb ásványi hulladékok nélkül) (2020)
EU27	530	49,6%	18%
Ausztria	834 *	62,3% * *	9% •
Luxemburg	793	55,3%	9% •
Dánia	786	34,3%	1% •
Belgium	759	53,3%	3% •
Németország	646	71,1% •	9% •
Ciprus	644 *	15,3%	52%
Írország	633	40,8% *	18% ***
Málta	611	13,6%	73%
Finnország	609	37,1%	7% •
Csehország	570	43,3%	27%
Franciaország	561	45,1%	22%
Görögország	524 **	21,0% **	60% ***
Hollandia	515	57,8%	2% •
Portugália	514	30,5%	46%
Szlovénia	511	60,0% •	6% •
Szlovákia	496	48,9%	31%
Olaszország	487 *	51,4% *	15%
Litvánia	480	44,3%	17% ***
Spanyolország	472	36,7%	43%
Lettország	461	44,1%	25%
Horvátország	446	31,4%	34%
Svédország	418	39,5%	8% • ***
Magyarország	416	34,9%	35%
Bulgária	408 *	65,5% • *	73% ***
Észtország	395	30,3%	83% ****
Lengyelország	362	40,3%	11%
Románia	302	11,3%	51%

• A már elért célokat zöld színnel jelöltük.
 * adatok 2020-ból
 ** adatok 2019-ből
 *** adatok 2018-ból
 **** adatok 2016-ból
 A hulladék ártalmatlanításának egyéb módszerei, mint például az égetés, 100%-ra növelik a teljes mennyiséget.

Források:
 Eurostat (env_wasmun, Env_wasoper), Európai Bizottság

A felhalmozódó hulladékok nem csak veszélyesek, hanem komoly érzékszervi kihívást (látvány, szag) is jelenthetnek.



12. kép. A kertben (a) és lakásban (b) felhalmozódó hulladék (fotó: Kiss Boglárka)

Gyakran előfordul, hogy a szemetes tele van és a kukásautó csak pár nap múlva érkezik, így a szemét felhalmozódik. A szelektív hulladékgyűjtés sokszor nem megvalósítható, így a sajnos a háztartásokban végül mindent beleszórnak a vegyes szemétbe (12. kép).

Tudnunk kell, hogy ha a területünkön olyan hulladék keletkezik, ami környezetkárosító, akkor annak eltávolítására a birtok tulajdonosa kötelezett (213/2001. (XI. 14.) Korm. rendelet), ezért különösen fontos, hogy tudjuk, mi számít veszélyes hulladéknak és adott esetben hogyan szabadulhatunk meg tőlük. Veszélyes hulladéknak számítanak például az elektromos eszközök, a gumiabroncs és a lomok. Ezeket hulladék udvaroknál tudjuk leadni, de figyelni kell, mert speciális hulladékokat (vegyszerek, nyomtató patronok, orvosi hulladék, építési törmelék) csak bizonyos leadóhelyeken lehet otthagyni, így ezeknek nézzünk utána előre. Illegálisan hulladékot lerakni és elhagyni tilos (2012. évi CLXXXV. törvény) és büntetőeljárás indítható, melynek összege 1500 Ft-tól 50.000 Ft-ig terjedhet. (271/2001. (XII. 21.) Korm. rendelet)

Milyen problémákat okozhatnak a felhalmozódó és nem megfelelően kezelt hulladékok?

A kezeletlen hulladékok veszélyesek lehetnek anyagukat tekintve is (pl. kémiai kockázatot jelentve - mérgező anyagokat juttathatnak a környezetbe), különösen, ha a környezetbe jutva terjedni tudnak, de elszaporodhatnak rajtuk kórokozók, esetleg azok hordozói, például patkányok vagy csótányok. Ennek következtében fennállhat járványveszély is, esetleg a kártevők további károkat okozhatnak. Ezek mellett rombolják a tájképet, állatok belegabalyodhatnak és elpusztulhatnak, és adott esetben szaguk zavarhatja a lakókat vagy járókelőket (13. kép).



13. kép. Túltelített vegyes szemetes (a), illegálisan lerakott szemét (b) (fotó: Kiss Boglárka)

Környezetünk szennyezése mára világszintű problémává nőtt. Az európai parlament becslése szerint, ha a műanyag szennyezés mértéke tovább folytatódik, akkor “2050-re az óceánokban több műanyag lehet, mint hal.” (14. kép)

(https://www.europarl.europa.eu/pdfs/news/expert/2018/10/story/20181005STO15110/20181005STO15110_hu.pdf)



14. kép. Műanyag szennyezés nyílt óceánon (Forrás: <https://eos.org/articles/a-new-census-of-plastic-debris-entering-the-ocean>)

A műanyag szennyezés nagy részét egyszer használatos műanyag hulladék teszi ki, illetve a halászáshoz, horgászashoz használt műanyag eszközök. (Ezért is nagyon fontos a tudatos vásárlás és az egyszer használatos, nem lebomló műanyag zacskók, poharak vagy szívószállak kerülése is!)

További ajánlott irodalom:

https://real.mtak.hu/62439/1/GlobalisHulladek_IpOk_u.pdf

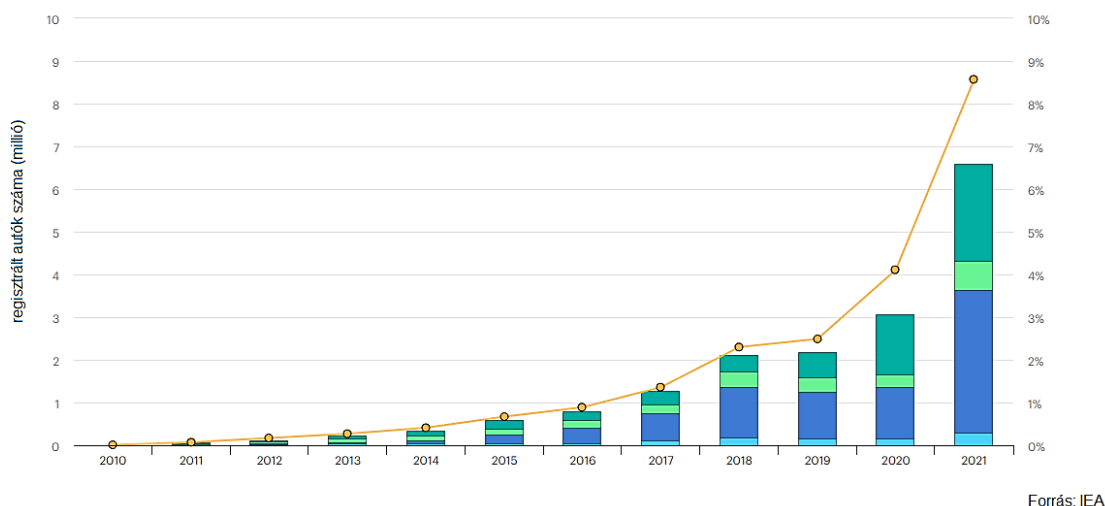
3.7. A mérleg nyelve: haszon vagy veszélyforrás?

Kérdés, mi a helyzet azokban az esetekben, amikor azért történik valamely fejlesztés, hogy komolyan az emberiség hasznára legyen – de ez részben környezeti, ökológiai vagy egyéb kockázattal jár...

Az elektromos autók problematikája – az elektromobilitás

Az elektromos autók (és egyéb elektromos járművek – rollerek, kerékpárok, akár hajók is) térhódítása manapság tagadhatatlan. Az átállás a benzines és dízel meghajtású eszközökről ugyan lassú, de úgy tűnik, szükségszerű lesz a fosszilis energiaforrások kimerülése és a környezeti károk mérséklése kapcsán.

2012-ben az összes eladott autónak mindössze 0,17 százaléka volt elektromos, öt év múlva 1,36 százalék volt, 2019-ben kb. 2,5 %, 2020-ban 4,11 %, 2021-ben pedig már 8,57 százalékon állt (<https://qubit.hu/2022/11/09/statusszimbolumbol-az-eladasi-listak-elere-a-hibrid-es-az-elektromos-autok-tortenete-es-jovoje>) (11. ábra).



11. ábra. A globálisan értékesített elektromos autók száma, és azok aránya az összes autóeladás között (2010-2021)

(Forrás: <https://assets.4cdn.hu/kraken/7oxdbRwJXnmHJY9ks.png>)

Sokan azt gondolják, hogy az elektromos autók (15. kép) a 21. század gyermekei. Pedig maga a technológia kb. egyidős a belső égésű motorokkal, az első elektromos autók az 1880-as években készültek (a sebességrekordot is egészen 1900-ig egy elektromos autó tartotta 😊). Azonban sokkal drágább volt őket működtetni, mint pl. a benzines vagy autót, így eleinte nem terjedtek el.

Az elektromos autók részei: egy lítium-ion akkumulátor, generátorként üzemelő villanymotor, töltő csatlakozóegység és elektromos hajtásrendszer. Ezek közül a legproblematisabb maga az akkumulátor (rendkívül drága – több millió HUF - és maga is környezetszennyező).

Az elektromos autózás előnyei és hátrányai

Mi az előnye az elektromos autóknak?

- olcsóbb „üzemanyag”- töltés
- fürgébb, mint a benzines vagy dízeles autók
- kevesebb alkatrészt tartalmaz – így kevésbé romlik el, könnyebben karbantartható
- általában okos, fejleszthető szoftverek
- használatkor kisebb a környezeti terhelés (kisebb zaj és légszennyezés)

Mi a hátránya az elektromos autóknak?

- az akkumulátoruk komoly környezeti kockázatot jelent – veszélyes hulladék
- drágábbak belső égésű társaiknál
- töltésük nem mindenhol lehetséges, hosszabb ideig tart, mint pl. egy benzines tankolás és leterheli az adott hálózatot
- javítani szinte csak márkaszervíz tudja
- nem vontathatók hagyományos módon (meghibásodás esetén platón kell szállítani)
- alacsony hatótáv: csak pár száz kilométer

Végső soron elmondható, hogy az elektromos autók használata mind egyénileg, mind a Föld szempontjából hasznos, azonban ahhoz, hogy ez a technológia széles körben el tudjon terjedni, még környezetbarátabbá váljon, folyamatos kutatásra, fejlesztésre van szükség.



15. kép. Elektromos autó töltés közben (Fotó: Makk Judit); Elektromos autó töltőállomása Budapesten (Fotó: Tóth Erika)

További hasznos irodalom:

<https://greenfo.hu/hir/az-akkumulatorok-gyartasanak-felhasznalasanak-es-ujra-hasznositasanak-kornyezeti-hatasai/>

További video:

<https://www.youtube.com/watch?v=zv2PfFVN-Ss>

GMO növények elterjedése és felhasználása ételmezési célokra

A GMO „géntechnológiával módosított szervezet”, amelyet molekuláris biológiai eszközökkel hoztak létre: növények, állatok stb. A genetikai módosítást azért hajtják végre, hogy az adott élőlényt „hasznos” tulajdonságokkal ruházzák fel, pl. ellenállóbb legyen vagy javuljon a minősége. A technológiát főleg ételmezési célokra használják, így létezik GMO kukorica, szója,

cukorrépa stb. A GMO növények felhasználására az egyes országokban különböző törvények születtek, az EU-ban több ország, köztük Magyarország is betiltotta területén termesztésüket. Ugyanakkor több termékre van fogyasztási engedély, az Unióban a GMO növények legnagyobb részét takarmányozási célokra használják. Néhány emberi fogyasztásra szánt élelmiszer is tartalmazhat ilyen összetevőt, akkor ezt az áru címkéjén egyértelműen fel kell tüntetni.

Mi az előnye a GMO növényeknek?

- nagyobb terméshozam érhető el
- ellenállóbbak lehetnek kártevőkkel és betegségekkel szemben
- genetikai módosítással növelhető a növények élvezeti értéke (íze, színe stb.)
- termesztésükkor a gyomirtás könnyen megoldható

Mi a hátránya a GMO szervezeteknek?

- előfordulhat a módosított genetikai anyag terjedése a környezetben, ezzel befolyásolva a biodiverzitást
- élelmiszerbiztonsági kérdések merülhetnek fel: nem ismertek a GMO növények hosszú távú egészségügyi hatásai (Egy amerikai kardiológus szerint pl. a GMO búza gliadint tartalmaz, amely képes a sejtek opiát receptorához kötődni, ezzel serkentve az ember étvágyát, <https://drdavisinfinitehealth.com/2012/01/the-gliadin-effect/>)
- a GMO termesztés etikai kérdéseket is felvet: vajon jogunk van-e beleavatkozni a természet rendjébe...

Tény, hogy a GM növényekkel szemben gyakran erős társadalmi ellenállás is mutatkozik, ami természetesen befolyásolja fogyasztásukat és elterjedésüket is egy adott piacon.

Tény, hogy a népesebb országokban, ahol az éhezés és élelmiszerellátás komoly kihívást jelent, nagy az igény arra, hogy az élelmiszerhiányon enyhítsenek, így a génmódosított technológiát erősebben támogatják (India és Kína esetében pl. termőterületük 2-3%-án már GMO növényeket termesztenek – ezeket zömében észak-és dél amerikai államokban állítják elő). A tudomány és a politika is keresi a választ és megoldást: ahhoz, hogy a különböző negatív hatások kiszűrhetőek legyenek, a kutatást meg kell támogatni anyagi és politikai eszközökkel egyaránt. Fontos az is, hogy ennek eredményeit a társadalom is elfogadja, és amennyiben a veszélyeket sikerül kizárni, abban az esetben a súlyos élelmezési problémák egyfajta megoldását jelenthetik a GMO növények.

4. HULLADÉKGAZDÁLKODÁS

Az ember által termelt hulladékok eltávolításának és a hulladékok kezelésének számos módja létezik, ezzel foglalkozik a hulladékgazdálkodás, amely különböző alapelvek nyomán működik.

4.1. A megelőzés fontossága

A megelőzés alapelve szolgálja leginkább a környezet és természet védelmét: a környezet használatát úgy kell(ene) megszervezni és környezetünket használni, hogy az minél kisebb környezetterheléssel és igénybevétellel járjon, lehetőleg megelőzve a környezetszennyezést és környezetünk bármilyen irányú károsodását.

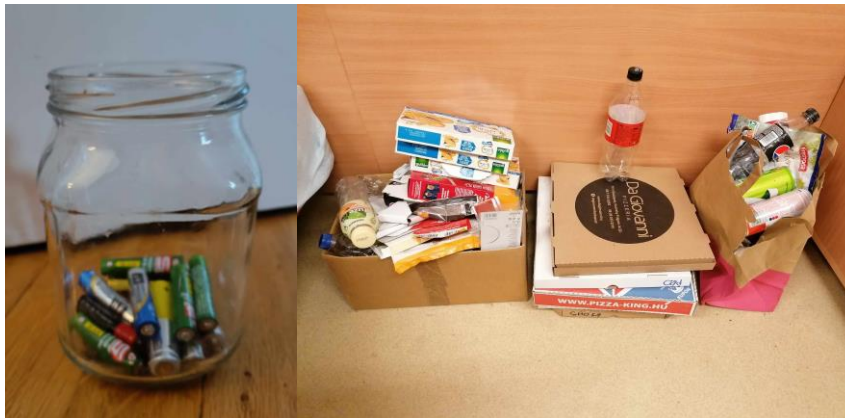
Így elővigyázatossággal és takarékoszággal kell igénybe venni forrásainkat, csökkenteni kell a keletkező hulladékok mennyiségét, lehetőleg törekedve az újrahasznosításra is. „A fentiekén túl, mindenkinek kötelessége közreműködni a természeti értékeket és területeket érintő veszélyhelyzetek és károsodások megelőzésében, a károk enyhítésében.” (Bibók, 2006).

Rendelkezésre állnak jogi szabályozó eszközök is (engedélyek, szakhatósági hozzájárulás, természeti állapotfelmérés, Natura határbecslés), amelyek eredendően a megelőzésre irányulnak, azonban szükség esetén szigorú szabályozást is lehetővé tesznek. Így jogszabályaink a mindennapi tevékenységekre való hatásukkal befolyást gyakorolnak a környezet állapotára is. A természetvédelem nem korlátozódhat csak bizonyos objektumok védelmére, hiszen azok komplex rendszerek részei, így teljes ökológiai lehetőségeket és potenciáljukat is figyelembe kell venni. A megelőzés, mint a környezet és természetvédelem első alappillére, valójában társadalmi tevékenységet igényel.

4.2. Szelektív hulladékgyűjtés

A papírt, a műanyagot, fémet és az üveget több helyen szelektív szemétyűjtő szigeteken gyűjtik. Ezzel nem csak a környezetünket óvhatjuk, de még a lakásban felgyülemelő hulladéktól is megszabadulhatunk.

Érdemes lehet akár külön szemetest beszerezni a különböző típusú szelektív szemétnak, mert sokkal nagyobb kellemetlenséget okozhat az, ha a szemetes előtt állva az esőben kell szétválogatni a papírt a műanyagtól, minthogy eleve egy külön zacskóba gyűjtsük. Amire mindenképp figyelniünk kell, hogy ezek ne legyenek szennyezettek ételmaradékkal, zsírral vagy vegyszerekkel. Illetve érdemes lehet a használt elemeket is külön egy dobozba gyűjteni, mert ezek leadására több kisebb lerakó hely is üzemel (16. kép).



16. kép Üvegben gyűjtött használt elem és halmozódó papírszemét (fotó: Kiss Boglárka)

Ne öntsünk ki vegyszereket, ne hagyjuk szanaszét a fémhulladékot! Rengeteg példát lehetne hozni, de a fontos, hogy tisztába legyünk az egyéni felelősségünkkel, és hogy ez milyen hatást gyakorolhat nem csak a környezetünkre, hanem az embertársaink életére is. Helyesen gyűjteni a hulladékot, majd megfelelően tárolni és felhasználni sokkal kevesebb erőforrást és áldozatot igényel, mint utólagosan a károk mérséklése. (ld. bővebben még 6. fejezet: Felelős cselekvés formái címszó alatt).

4.3. Szennyvízkezelés

Környezetünk „tisztántartásának” egyik alappillére képződő szennyvizeink tisztítása is.

Szennyvizek típusai:

1. **Kommunális szennyvíz**, amelyben a felmosóvíz, mosóvíz, fürdővíz, ételmaradék, széklet, vizelet stb. található. Fő jellemzője a nagy mennyiségű szervesanyag-tartalom, és a nagy tömegű mikroorganizmus. Kétféle problémát jelenthet: részben a szennyvízben a szerves anyagok bomlása során lecsökken a víz oldott oxigén tartalma, részben a mikroorganizmusok közvetlen fertőzési veszélyt jelentenek.

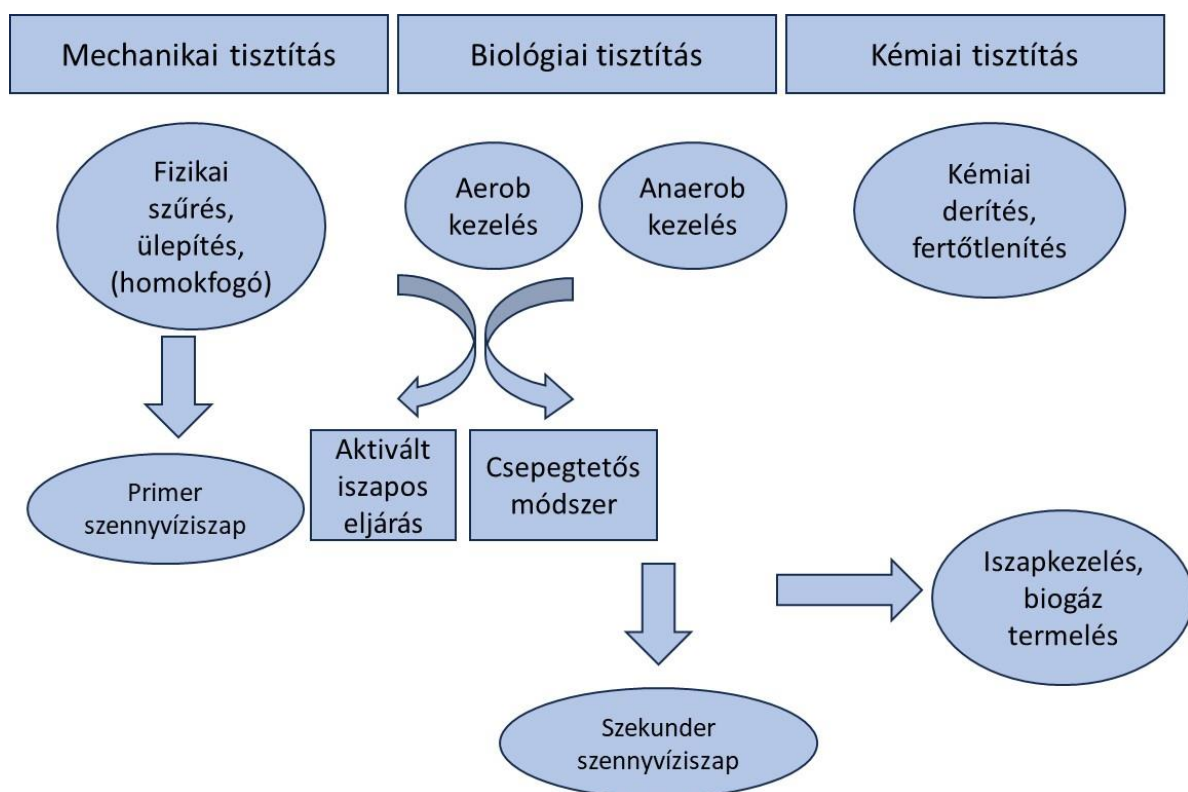
Mit tartalmaz?

Hatalmas baktérium tömeget, bomló fehérjéket, növényi maradványokat (pl. cellulózt), zsírt, felületaktív anyagokat, ureát, gyógyszermaradványokat, nehézfémeket, mosószer maradványokat stb. - és gyakorlatilag bármit, ami az emberi felhasználás után „marad”.

2. Ipari és mezőgazdasági szennyvíz, amely összetétele üzemenként változhat. Tisztításuk az adott üzemnek megfelelően speciális feladat, ezen szennyvizekkel a jelen keretek között nem foglalkozunk.

Kommunális szennyvizek tisztítása:

Cél: A szennyvíz megtisztítása, hogy az így keletkezett víz természetes befogadó helyekre kerülhessen. Mivel a kommunális szennyvizek nagy mennyiségű szerves anyagot tartalmaznak, ezek lebontása nagyon fontos, emellett a káros/toxikus anyagok lehetséges eliminálását és a kórokozók elpusztítását is lehetőség szerint el kell végezni. A kommunális szennyvíztisztítás általános sémáját a 12. ábra mutatja be:



12. ábra. Kommunális szennyvizek tisztításának sematikus ábrája

Biológiai kezelés – aerob eljárások: célja a szerves anyagok (szénhidrátok, fehérjék, zsírok stb.) minél jelentősebb lebontása aerob körülmények között. A folyamat során kisebb molekulák, széndioxid, ammónia stb. is termelődnek. Ülepítés során iszap képződik, amelyet ülepítenek (még mindig magas szerves anyag tartalommal).

Aktivált iszapos eljárás:

Az eljárás során flokkulumok képződnek, amely egysejtűek, kis állatok, fonalas baktériumok, gombák együttese. A baktériumközösség jelentős tagja: pl. *Zoogloea ramigera* amelyre aktív oxidatív anyagcsere és a lebontható szerves anyagok széles spektruma jellemző (Palleroni, 1992). -. Ezt folyamatosan keverik, levegőztetik és keringetik a kezelőmedencékben, hogy elősegítsék a szerves szén baktériumok általi oxidációját.

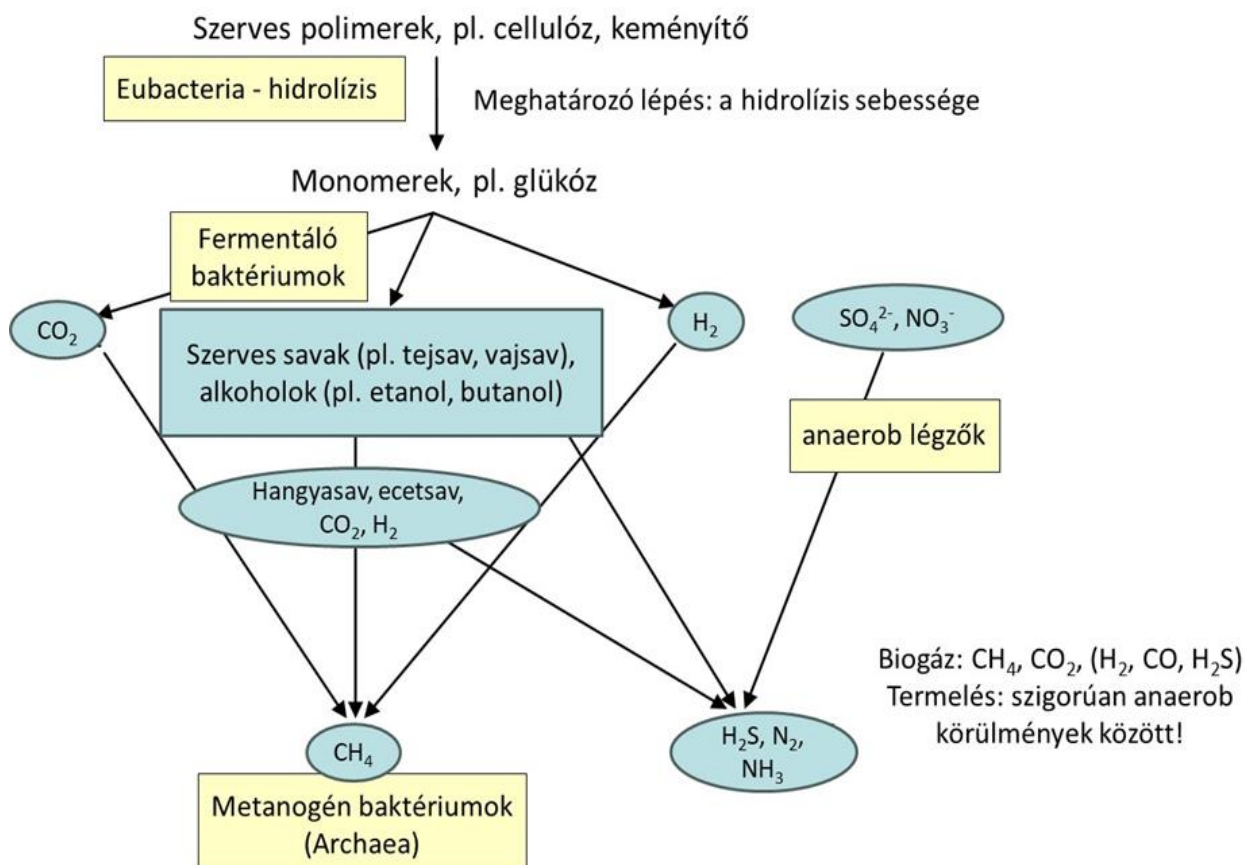
Csepegtető módszer:

Ezen módszernél a szennyvizet a nagy fajlagos felületű szilárd hordozó (pl. szikladarabok, zeolit stb.) tetejére permetezik, ami lassan áthalad ezen a vastag rétegen (amely akár 2 m is lehet). A szennyvízben lévő szerves anyagok a sziklákhöz adszorbeálódnak, a mikroorganizmusok pedig a nagy, szabadon lévő hordozó felületeken növekednek és élőbevonatokat (biofilmeket) képeznek – ezeken belül történik meg a szerves anyag degradációja.

Ammónia eltávolítása: több lépésben valósul meg. Aerob medencékben nitrifikáló baktériumok (aerob légző szervezetek, ammóniát és/vagy nitritet oxidálnak) és anaerob medencékben denitrifikáló baktériumok (nitrát légzők) segítségével. Ennek eredménye molekuláris nitrogén lesz, amely már a légkörbe távozhat.

Később a foszfor eltávolítása kémiai úton vagy egyéb mikroszervezetek anyagcseréjének felhasználásával (pl. *Accumulibacter phosphatis*) történhet.

A szervesanyagok anaerob lebontását a 13. ábra mutatja be.



13. ábra. Szerves anyagok lebontása anaerob körülmények között.

A 17. képen tisztított szennyvíz látható.



17. kép. Tisztított szennyvíz egy budapesti szennyvíz tisztítóban (Fotó: Tóth Erika)

Szennyvíziszap kezelése során cél a tisztítás során keletkezett iszap mennyiségének csökkentése, kórokozó és fakultatív kórokozó szervezetek elpusztítása, esetleges agráripari hasznosítás, biogáz termelés.

Biogáz: anaerob körülmények között képződött gázkeverék, amelynek fő komponense a metán (metanogén baktériumok termelik).

5. KLÍMAVÁLÁSÁG ÉS EGYÉB KRÍZISTÉNYEZŐK

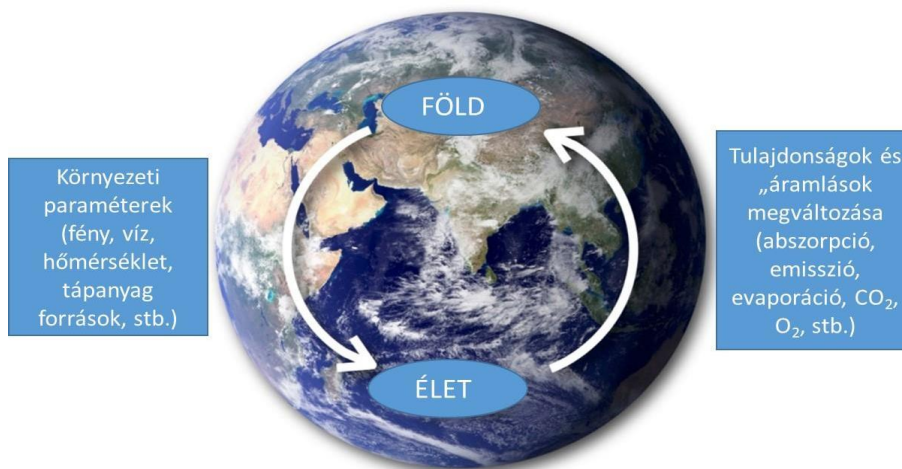
Földünk több egyre problémával küzd és bár ezek önmagukban is jelentősek, be kell látnunk, hogy összeadódva komoly kihívást jelentenek az emberiség és általában a földi élőlények számára.

5.1. A Gaia hipotézis

Kérdés, vajon a Föld egy élőlény?

Alexander von Humboldt (1769-1859) ismerte fel először, hogy az élőlények, az éghajlat és a földkéreg együttesen fejlődnek, magát a Gaia elméletet James Lovelock (1919-2022) angol tudós fogalmazta meg és Lynn Margulis (1938-2011) amerikai biológus dolgozta ki. Az elmélet szerint a Föld egy önszabályozó (homeosztatikus), globális rendszer, amelyben az élő és élettelen rendszerek szoros együttműködést tartanak fenn. A bioszféra működése szorosan összefügg az abiotikus tényezőkkel és a Föld, mint egységes rendszer tag határok között képes fenntartani létezésének feltételeit – „önszabályozó” Föld. (14. ábra).

Tény, hogy a Földi rendszer rendkívül összetett, számtalan egymással kölcsönhatásban lévő folyamattal úgy működik, mint egyetlen szuperorganizmus, amely módosítani képes a környezetét, és amelyben az élőlények (köztük a mikroorganizmusok) szerepe jelentős az önszabályozó mechanizmusok megfelelő működésében. Ezt támasztja alá az is, hogy a Föld felszín hőmérséklete, az atmoszféra összetétele és az óceánok sótartalma relatíve állandó.



14. ábra. A Föld környezete és az élet kölcsönhatásban van egymással (Kleidon, 2023 alapján)

További irodalom:

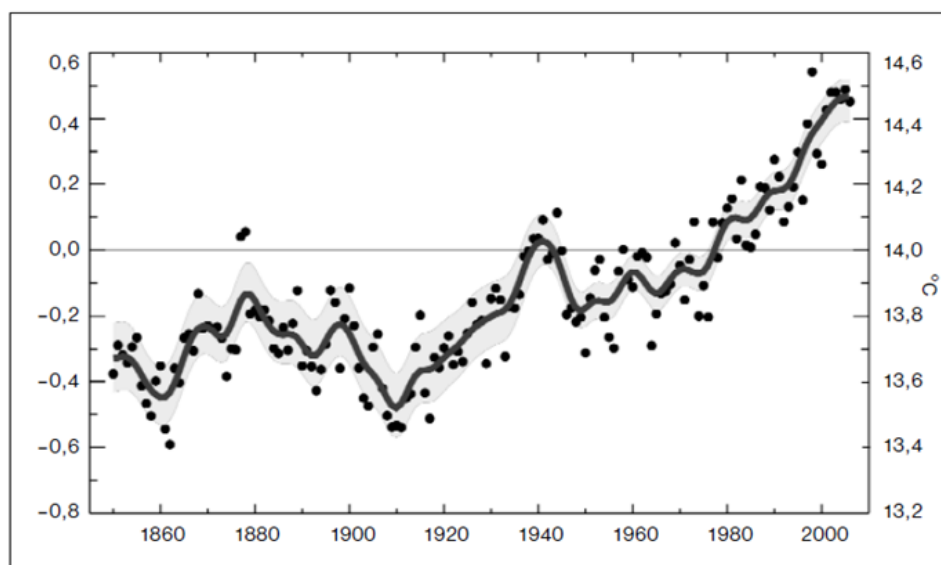
<https://aeon.co/essays/the-gaia-hypothesis-reimagined-by-one-of-its-key-sceptics>

5.2. A Földi klíma változása

A földi időjárást (klímát) számos fizikai, kémiai, biológiai, geológiai erő együttesen formálja, amelyek közül néhány mára emberi tevékenységek hatására is jelentősen sérült (fosszilis tüzelőanyagok mértéktelen felhasználása, környezetszennyezés, mezőgazdasági tevékenységek stb.). Az atmoszféra fizikai állapota és kémiai összetétele az energiafluxust (áthaladás, reflexió, abszorpció) alapvetően meghatározza, a kétirányú energiaáramlás mértéke pedig döntő a földfelszín hőmérséklete szempontjából (Kerényi, 2011). Az elemek biogeokémiai ciklusai (ld. 6.9. fejezet) ebben kitüntetett szereppel bírnak, hiszen érintik a légkörbe jutó bioaeroszolkó képződését, azok összetételét, így magát a melegházhatást is.

Klímaváltozásnak az éghajlat tartós és jelentős mértékű megváltozását nevezzük, akár helyi vagy globális szinten, az eredendő októl függetlenül: hatását tapasztalni lehet pl. az átlagos hőmérséklet növekedésében vagy a csapadék mennyiségének változásában is.

A Földön ez részben természetes folyamatoknak köszönhető, pl. tektonikus mozgások, óceánok hőkapacitásának változása, esetleges naptevékenység stb. következtében, de antropogén hatásokra is visszavezethető. A globális felmelegedéshez az üvegházhatású gázok (vízgőz, szén-dioxid, metán, dinitrogén-oxid, ózon, CFC) mennyiségének növekedése jelentősen hozzájárul – ezek egy része egyértelműen emberi tevékenységekhez köthető. Az üvegházhatású gázok mennyiségének változása befolyásolja a Föld energiamérlegét, ezzel annak éghajlatát is. A Föld légköri szén-dioxid koncentrációjának emelkedése pl. szembetűnő az ipari forradalom időszakát követően (15. ábra): a műszeres mérések kezdete (1850) óta följegyzett tíz legmelegebb év mindegyike 1990 után következett be.



15. ábra. A globális átlaghőmérséklet alakulása a Föld felszínén a műszeres mérések kezdete óta. A jobb oldali skála az abszolút értéket, a bal oldali az 1961–1990 közötti átlagértéktől való

eltérést mutatja. A fekete pontok az egyes évekre vonatkoznak, a folytonos vonal ezek simított átlaga, a szürke sáv pedig a mérési bizonytalanság mértékét szemlélteti. (Forrás: Jánosi, 2007)

Számos jól megírt forrás fellelhető jelenleg a klímaváltozással kapcsolatban magyar és angol nyelven egyaránt (pl. Flannery, 2006; Behringer, 2010; Friedlingstein és mtsai, 2023), ezért ennek az anyagnak nem célja a téma részletes kifejtése.

Azonban néhány fontos dologra érdemes itt is felhívunk a figyelmet, hiszen a klímaváltozás a Föld teljes egészére, így az élővilágra is jelentős hatással van. Ismert például, hogy az északi félteke jégtakarója rohamosan zsugorodik, a globális tengerszint folyamatosan emelkedik, 20 év alatt duplájára gyorsult a grönlandi gleccserek visszahúzódása (Larocca és mtsai, 2023). Kutatások igazolják, hogy bár a gepárd egy nappali ragadozó állat, a klímaváltozás őt is életmódváltásra kényszerítheti (Rafique és mtsai, 2023), vagy hogy pl. még bizonyos madarak (pl. tarka rigótimália) értelmi képességeit is negatívan befolyásolja a növekvő hőmérséklet (Soravia és mtsai, 2023). Emellett számos egyéb példát is említhetnénk még, az éghajlatváltozás akár az ember mentális egészségét is befolyásolhatja (a folyamatot klímaszorongás névvel illetik).

A klímaváltozás problémája régóta ismert, az ENSZ éghajlat-változási keretegyezménye aláírásra került már 1992-ben (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC), melynek protokollját kiotói jegyzőkönyv néven ismerjük. Ebben a fejlett országok vállalták, hogy 2008 és 2012 között átlagosan 5,2%-kal csökkentik az üvegházhatású gázok kibocsátását. Az egyezményt később meghosszabbították, Magyarország 6%-os csökkentést vállalt az 1985-1987-es időszak átlagos kibocsátásához képest (nálunk a jegyzőkönyvet 2007-ben a Magyar Közlönyben hirdették ki 2007. évi IV. törvény formájában).

A Párizsi Megállapodás további jogilag kötelező erejű nemzetközi egyezmény írt elő az éghajlatváltozásról. A megállapodást 196 fél fogadta el az ENSZ éghajlatváltozással foglalkozó konferenciáján (COP21) 2015. december 12-én Párizsban. A megállapodás 2016. november 4-én lépett hatályba. Az átfogó cél az, hogy "a globális átlaghőmérséklet növekedését jóval az iparosodás előtti sinthez képest 2°C alatt tartásák", és törekedjenek arra, hogy "a hőmérséklet-emelkedést az iparosodás előtti sinthez képest 1,5°C-ra korlátozzák". Ennek oka, hogy az ENSZ Éghajlatváltozási Kormányközi Testülete szerint az 1,5°C-os küszöb átlépése sokkal súlyosabb éghajlat-változási hatásokat, többek között gyakoribb és súlyosabb aszályokat, hóhullámokat és esőzéseket eredményezhet. Ahhoz, hogy a globális felmelegedés 1,5°C-ra korlátozódjon, az üvegházhatású gázok kibocsátásának legkésőbb 2025 előtt el kell érnie a csúcspontját, és 2030-ig 43%-kal kell csökkennie. A célok között szerepel, hogy 2050-re az EU elérje a karbonsemlegességet. Az Európai Parlament 2019 novemberében éghajlatváltozási vészhelyzetet hirdetett, amelyben az EB kidolgozta az európai zöld megállapodást, amely kijelölte Európa számára a klímasemlegességig vezető utat 2050-re (ebben számos javaslatot fogalmaztak meg az ipar, a közlekedés és más ágazatok káros anyag kibocsátásának csökkentésére).

További ajánlott irodalom:

<https://www.ppk.elte.hu/content/a-klimavalsag-pszichologiai-kovetkezményei.t.42058>

<https://www.cnn.com/amp/2021/09/26/how-to-discuss-climate-change-productively.html>

<https://www.greenpeace.org/hungary/sajtokozlemenye/10832/veget-vetne-a-klimabunozesnek-a-matrai-eromunel-akciozo-greenpeace/>

További filmek, videók:

Érdekes megnézni David Attenborough filmjét, amelyben bolygónk sorsáról, esetleges megmentéséről nyilatkozik (<https://www.netflix.com/title/80216393>)

5.3. A biodiverzitás csökkenése

A biodiverzitás az élőlények sokféleségét jelenti, azonban erről több szinten, különböző szempontok szerint is lehet beszélni: a genetikai diverzitás megkülönböztethető pl. egy egyed genetikai állományán belül, egyedek populáción belül, vagy egy faj különböző populációi között is. Beszélhetünk taxonómiai diverzitásról, ami a taxonok (pl. fajok) sokféleségét veszi számításba vagy például élőhelyek sokféleségéről, mikroorganizmusok esetén pedig különösen fontos azok anyagcsere változatossága, metabolikus diverzitása. Ezek tér és időbeli mintázatot is jelentenek, így a Földön eltérő életközösségek, társulások lesznek jellemzőek (ezek részletes ismertetése nem célja az anyagnak). Bármelyikben történő változás, például egy környezeti szennyezés hatással lesz a többire is: egy szennyeződés bizonyos élőlények eltűnésével járhat, míg mások így szelektíven előnybe kerülhetnek, elszaporodhatnak (pl. inváziós fajok). A mezőgazdasági művelés és annak módja közvetlenül is hat a biodiverzitásra: a növényvédő szerek használata is csökkenti azt, nem beszélve a rétek kaszálásának vagy az intenzív talajművelés hatásáról. Az ökológiai gazdálkodással az ember pont ezt a folyamatot igyekszik csökkenteni (pl. agrokémiai szerek mellőzése, vegyes gazdálkodási rendszerek, zöldtrágya felhasználása, alacsonyabb állatsűrűség alkalmazása stb.)

Hadd mondjunk itt el egy érdekes, bár szomorú példát a biodiverzitás drasztikus csökkenésére egy környezetszennyezéssel járó probléma kapcsán:

Nauru, egy kicsi (kb. 21 km² területű) szigetország a Csendes-óceánban. A XX. század elején nagy mennyiségű foszfátot fedeztek fel rajta, melynek bányászatát szinte azonnal megkezdték, ez lett a sziget fő bevételi forrása, exportjából adódó bevételek a lakosságot is gazdaggá tették. Ugyanakkor ennek hatására eltűnt az önellátó gazdálkodás, élelmiszerekben is egyre inkább behozatalra szorultak. Az 1990-es évek végétől a foszfátkészletek viszont kimerülni látszottak, ez gyors gazdasági hanyatlást jelentett, miközben nyilvánvalóvá vált a drámai természeti katasztrófa, ami a bányászat következményeként kialakult: a bányák helyén meddőhányók maradtak, a népes dzsungelt élettelen sziklák váltották fel, élelmiszer termelése is lehetetlenné vált (18. kép). A szigeten a növény- és állatfajok száma lecsökkent, a foszfátbányászatból származó, tengerbe ömlő iszap súlyosan károsította a környező tengerek élővilágát is. Természetesen az utóbbi évtizedben próbálkoznak a sziget megmentésével (pl. bányarehabilitációs program), de ez minden bizonnyal hosszú évtizedeket vesz igénybe, ha egyáltalán lehetséges.



18. kép. Nauru szigetének látképe.

(Forrás: <https://www.theguardian.com/world/2018/sep/04/corruption-incompetence-and-a-musical-naurus-riches-to-rags-tale>)

Tény, hogy a biológiai sokféleség számos módon hozzájárul az élethez, ennek fenntartása kulcsfontosságú a Föld életében. A természetvédelem fő célja maga is a biológiai diverzitás és ezzel kapcsolatosan az élőhelyek megőrzése.

2024. augusztusában lépett érvénybe az Európai Unió természet-helyreállítási rendelete (Nature Restoration Law – NRL), amely értelmében a tagállamok olyan intézkedéseket hoznak, amelyekkel 2050-ig helyreállítják a leromlott állapotú/sérült élőhelyeket. Ez különösen fontos, hiszen törvényhozóink végre belátták, hogy az egészséges ökológiai rendszerek biztosítják az emberi élet alapvető feltételeit.

A jogszabály főbb kitételei:

Az ökoszisztémák, élőhelyek helyreállítása az EU szárazföldi és tengeri területein, ezáltal a fajok „visszatelepülésének”, diverzitásának újradefiniálása, biodiverzitás csökkenésének megakadályozása.

A helyreállító intézkedések uniós szinten a szárazföldi és tengeri területek legalább 20%-át, 2050-ig pedig a helyreállításra szoruló ökoszisztémák 190%-át kell fedniük. A helyreállítást a megjelölt minden ökoszisztémában (szárazföldi, tengerparti, édesvízi, erdei, mezőgazdasági és városi ökoszisztémák), beporzó populációk vonatkozásában is végre kell hajtani. Egy stratégiai helyreállítási terv kidolgozásához a tagállamoknak két év áll rendelkezésére.

5.4. Társadalmi, gazdasági okok és következmények

„A mind kiterjedtebb környezethasználattal is járó emberi tevékenységek nyomán, a környezetre gyakorolt hatások a tágabb értelemben vett globalizáció részeként megsokasodtak, megnövekedtek, földi léptékűvé váltak” (Faragó, 2022). A természeti erőforrások növekvő kihasználása együtt jár a környezet egyre erőteljesebb terhelésével, a környezeti problémák súlyosbodásával, globális szintre emelkedésével. Egyre nagyobb az igény azonban társadalmi szinten is egy fenntartható(bb) fejlődésre, egy olyan világra, amely nem Földünk teljes kizsákmányolására törekszik, és ehhez hajlandó megfelelő jogi szabályozást is életbe léptetni.

Az UNESCO már 1970-ben elindította az „Ember és Bioszféra” (MAB) programot, majd 1972-ben megszervezték az ENSZ első környezetvédelmi világkonferenciáját is Stockholmban. Az első és egyben a legnagyobb hatású világmodell a Római Klub nevű tudós társasághoz köthető. A Klub 1968-ban jött létre, Aurelio Peccei olasz közgazdász magánkezdeményezéséeként. Céljukat szerint meg kívánják ismerni a földi rendszerek határait és azok kölcsönhatásait: „Olyan módon kívánjuk feltárni az emberi események menetét, amely hatni képes a kormányokra és népekre, és befolyásolja az emelkedő népesség, a növekvő környezetszennyeződés, a nagyobb zsúfoltság és a növekvő társadalmi összeütközések trendjét” (Donella és mtsai, 1982). A Római Klub felkérésére, a „világ problémáinak” elemzésére kifejlesztettek egy számítógépes programot (World3 modell), melynek segítségével lehetővé vált a globális gazdaságok alrendszerének (népesség, élelmiszertermelés, ipari termelés, környezetszennyezés és a nem megújuló természeti erőforrások) és azok egymásra hatásainak vizsgálata (Rakonczai, 2003). A modell időskálája 1900-tól indul és 2100-ig tart, és bár a modellnek számos hibáját vetették fel később, bebizonyítja, hogy a jelen (70-es évek) gazdasági és társadalmi folyamatok belátható időn belül az emberiség katasztrófájához vezetnek pl. nyersanyaghiány és/vagy élelmiszerhiány következtében, de megemlíti a környezetszennyezések hatását is (Kerényi, 2011).

Ezt követte a Leontief-modell felállítása, amiben felteszik a kérdést, hogy vajon elkerülhetetlen-e a szennyeződés növekedése azzal, hogy fejlődik a gazdaság, másrészt mennyire lehet a környezeti károkat „gazdaságos” módon enyhíteni.

Sajnos ezen modellek első sorban a gazdasági és társadalmi feltételeket tartották szem előtt, így a környezetvédelmi szempontok sokáig háttérbe szorultak, az előírások nem szigorodtak.

A környezeti problémák súlyosbodása azonban jelezte a társadalom felé is, hogy sürgős beavatkozásra lesz szükség, számos konferenciát rendeztek a fokozódó veszélyek bemutatására, előtérbe került a fenntartható fejlődés ideája (ld. 2.6. fejezet). Azonban az utóbbi években az is megkérdőjeleződik, vajon lehetséges-e a természetes rendszerek és források fenntartása úgy, hogy közben nem sérülnek a társadalmi/gazdasági érdekek sem: mennyire érhető el a gazdasági növekedés és fogyasztás a környezet állapotának fenntartása mellett. A személyes felelősséget ezen kérdésben azonban nehéz jogilag is keretek közé szorítani a globális problémák esetén. Erre vetették fel az ökológiai lábnyom fogalmát (ld. 2.4. fejezet).

További ajánlott irodalom:

https://real.mtak.hu/133300/1/Glob_kornyezet-AK-2022.pdf

<https://greenfo.hu/hir/a-romai-klub-elso-jelentese/>

5.5. Magyarország környezeti állapota: gondok és lehetőségek

Magyarország környezeti állapotának részletes elemzésére jelen munka keretei között nem vállalkozhatunk, és ez nem is tűnik szükségesnek, hiszen azt arra hivatott szervezetek több szempontból rendszeresen elemzik és tárgyalják (pl. <https://xn--knyezetvdelem-jkb3r.hu/magyarorszag-kornyezeti-allapotarol-magyarorszag-kornyezeti-allapota>, https://www.ksh.hu/apps/shop.lista?p_lang=HU&p_temakor_kod=U, <https://www.nfft.hu/nffs-otodik-elorehaladasi-jelentese-2021-22> , <https://web.okir.hu/hu/>,

Ehelyett néhány olyan kulcsgondolatot kísérünk meg összegyűjteni, amelyeknek nem volna szabad hiányozniuk a magyar fiatalok hazánkról alkotott ismeretei közül.

Magyarország nem a szédítő magasságok és mélységek, nem a végeérhetetlen rónaságok és tengerek, nem az érintetlen vadon erdőségek, a regényes sivatagok, sem a dübörgő vízesések vagy a hegycsúcsokon magasodó, mesebeli, tornyos várkastélyok sokaságának országa. Magyarország a mérsékelt, emberléptékű szépségek földje. Mindig új élményekre, extremitásokra és legekre vadászó fogyasztói újdonságkeresésünkben, a nagyvilág tévéképernyőjén és interneten áradó képeinek hatása alatt talán hajlamosak vagyunk kicsit lebecsülni és mint közepszerűt, elhanyagolni hazánk tájainak szépségét és épségét.

Éppen ezért lehet egyesek számára meglepő, amikor geológus vagy ökológus szakemberek kijelentik, hogy Magyarország földje nemzetközi összevetésben is rendkívül változatosnak és gazdagnak számít. A kunhalmok maradványgyepeitől a bazaltorgonáig, az ex lege védett tőzeglápoktól a karsztbarlangokig, a szikes tavaktól a fajgazdag sziklagyepekig, vagy akár budapesti műemlékkertektől a vidéki árokpartokig: országunk a területéhez képest rendkívül sokszínű a természetközeli és a kultúrtájak, a földtani különlegességek és az élővilág tarkasága szempontjából is – még ha kétségtelenül kevés számú "legekkel" dicsekedhetünk is. Ha még tágabb pátriánk, a Kárpát-medence tájait is magunkénak érezzük, és figyelembe vesszük, akkor pedig még inkább elmondható mindez. Ez a sokféleségben rejlő gazdagság bizony érték, amelyre tudatosan kellene szemet nyitnunk, és persze meg is kellene ismernünk közelről minél többet a felsoroltak és a fel nem soroltak közül. (<https://web.okir.hu/map/?config=TIR&lang=hu>) Csak annak védelmét fogjuk szívünkön viselni, amit szeretünk, és csak azt szerethetjük, amit ismerünk is.

Mindehhez hozzá kell tenni, hogy a magyarországi tájak ökológiai állapota európai viszonylatban még mindig elég jónak mondható, noha az ideálistól sajnos távolodunk, és biztonságban sem érezhetjük ezt a viszonylagosan még kedvező állapotot! Mégis: Nyugat-Európa szépen zöldellő, rendezett, első pillantásra sokszor idillinek tűnő kultúrtájai sok esetben messze elmaradnak táji egészség és ökológiai eredetiség szempontjából attól, ami a mi "elhanyagoltabb" tájainkon még mindennapos. Anglia bizonyos vidékein a természetvédőknek még nyáron is etetniük kell a helyi madárvilágot, olyannyira

elszegényedett a növény- és rovarvilág, míg nálunk a téli etetés is csak akkor igazán indokolt, ha sokáig borít hótakaró erdőt-mezőt (vagy ha kertünkbe akarjuk szoktatni őket, hogy nyáron a rovarkártevők ritkításával hálálják meg a téli gondoskodást). Ökológus szakemberek olykor beszámolnak róla, hogy nyugat-európai kollégáik – ha valamilyen tudományos konferencia vagy egyéb összejövetel miatt hazánkba látogatnak, és az itthoniak kiviszik őket "terepre" – nem egyszer lenyűgözve hasalnak a fűbe, és valóságos elragadtatással vetik rá magukat virágra, bogárra, mert az útszéli árokpартokon is olyan gazdagságával találkoznak flórának és faunának, amelyet otthon csak hírből ismernek. Nem csak nemzeti parkjaink őrzik ezt a sokféleséget, hanem az sok helyen fellelhető még a "kertek alatt", az ember lakta települések tözsomszédságában is. Sokan meglepődnének, hogy csak Budapest belterületén hány ökológiailag értékes, védelem alatt álló természeti kincs lelhető fel [https://budapest.hu/Documents/BP_helyi_vedett_ertekek_web.pdf], és a védelem alá nem tartozóknak számát sem tudjuk. Gyakorlatilag akármelyikünk kertjében mesebeli gazdagsággal állhat helyre a tájra jellemző élővilág – ha hagyjuk neki. Hívjuk fel diákjaink figyelmét, hogy szinte karnyújtásnyira rejtőzködik tőlük a sokféleségnek egy olyan kincsesbányája, amelyre joggal lehetnek – magyarokként – büszkék.

Magyarország földjének vizekben és talajokban bővelkedő gazdagsága nem csak közmondásos, de rajta élők mindennapi életlehetőségei szempontjából stratégiai fontosságú, alapvető kincs is. Ezek épségének, ökológiai egészségének megőrzése mindannyiunk szívügye kell legyen.

Sajnos az már nem mondható el, hogy a magyar társadalom derékhada manapság féltő gonddal óvná tájaink rejtett értékeit, egészségét és sokféleségét. Mindazzal együtt, amit fentebb felsoroltunk, az is igaz, hogy Magyarországon mára sok kicsinyke területen maradt csak jó ökológiai állapotú természetes élőhely. Különösen kevés a gyepterület, és ezen belül is alig van fokozottan védett terület. Ezek a mozaikdarabocskák általában igen sérülékenyek, például taposásra igen érzékenyek. Ugyanakkor több ilyen terület őriz a világon egyedülálló növény- és állatfajokat. A legtöbben egyáltalán nem is ismerik lakóhelyük környékét, nem tanulják meg értékelni épített és természetes környezetük gazdagságát. Gyakorlatilag soha nem mennek ki és időznek el a lakóhelyüket övező tájban. Ez még a vidéki emberre is igaz, aki ma már nem tölt kevesebb időt képernyő előtt, mint a városi, akinek elvileg messzebbre kellene mennie, hogy lássa a természetes környezetét. Ez persze világjelenség, nem csak a magyaroknak kellene visszalépniük a természeti valóság tereibe, de ettől még igen komoly probléma ez a fajta "tájvakság", és a rövid távú érdekek mentén véghez vitt természetpusztítást megengedő közöny melegágya. Senki nem emel egykönnyen szót annak felperzselése ellen, amit nem szeret, és senki nem szeret meg olyasmit, amit sosem látott igazán.

Kibetonozott patakmedrek, illegális szemétklerakók, pöffeszkedő rezidenciákkal beépített -- nem egyszer elvileg védett -- hegyoldalak, kiirtott nádasok, eldózerolt lápvilág, levert fecskefészkek, szúnyoggyérítés ürügyén széles hatásspektrumú inszekticidekkel (vagy éppen motoros fűkaszával) gyilkolt rovarvilág, vadmadármérgezések és etikátlan vadászat, eltüzelt műanyagok füstjét levegőbe engedő lakossági kémények, természetközeli állapotú erdők tarvágása, természetes tájrészletekbe rondító luxusberuházások vagy a fajszegény gyepek és

tájidegen nyitvatermő fák tartása a kertekben (ahol pedig embert-állatot tápláló tájfajta gyümölcsfáknak, zöldségnövényeknek és a tájainkra jellemző gazdag lágyszárú vegetációnak kellene nőnie a rá épülő rovar- és madárvilággal) - sajnos sokáig lehetne sorolni azokat az ökológiai kártételeket, amelyek a magyar lakosság aktív vagy passzív közreműködésével mennek végbe nap mint nap, s amelyekről még az sem mondható el, hogy nehezen kiváltható gazdasági kényszer állna a háttérükben, mint a mező- és erdőgazdálkodási vagy ipari gyakorlatok jelentős részének esetében. Sokszor egyszerűen csak cselekvéseink emberre és környezetre káros hatásainak nem ismerete, a figyelmen kívül hagyott természeti rendszerek idegensége húzódik meg a társadalmilag már-már szokásosnak tekintett tettek mögött.

A mező- és erdőgazdálkodási, valamint ipari tájhasználatokkal is óriási és egyre nagyobb adóssága halmozódik társadalmunknak országunk földjével szemben. Ilyen például a vegyszer, műtrágya- és gépierő-alapú, monokultúrás (szántóföldi és ültetvényes) mezőgazdálkodás talajpusztító gyakorlata, a felszín alatti vizek herdálása (párosulva a vízbázisoknak főleg a XX. században végbement jelentős elszennyezésével), a legeltető állattartás (fenntartható) formáinak visszaszorulása, a gátak közé szorított folyók egykori ártereinek tájidegen használata, az őserdei állapotú fás élőhelyek elenyésző számú és területű meghagyása, a nem egyszer védelem alatt álló területeken végbe vitt zöldmezős beruházások. Mind olyan tevékenységek felfüggesztése vagy ökológiai szempontból felelős újraszervezése bár nem egyszer komoly pénz- és időbeli ráfordítást továbbá szakértelmet igénylő, lassú megtérülésű vállalkozások lennének, hosszabb távon még mindig kifizetődőbb volna cselekedni, mint halogatni a romlás visszafordítását. Társadalmi akarat és döntéshozói szándék elengedhetetlen volna a megvalósításhoz. Az ehhez szükséges támogató társadalmi bázis megteremtésében nem tekinthetünk el a diákok megnyerésétől az ügynek, akik a nem túl távoli jövő szavazópolgárai, véleményformálói, döntéshozói lesznek.

Ezért minden nevelő felelőssége, hogy a felnövekvő korosztályok tudjanak legalább mindezen tényezők problematikus voltáról, még inkább pedig ezek alternatíváiról akkor is, ha jelenlegi tudásunk, rutinjaink, eszközeink ismeretében ezen alternatívák széleskörű bevezetése ijesztően nagy falatnak tűnhet is. Sok esetben éppen a fejekben lakó tájékozatlanság és tanult tehetetlenség képezi a legfőbb gátját új utak tevékeny keresésének.

Mert alternatíva már most is van számos, köztük olyanok is, melyek egyszerűbben is megvalósíthatóak. A regeneratív tájgazdálkodás, a szakaszoló legeltetés, a permakultúra, az ártéri gazdálkodás, szálaló erdőgazdálkodás, gyümölcsészet, a növényi kártevők biodiverzitás-alapú visszaszorítása, biológiai szúnyoggyérítés, vízmegtartás, talajok takarása és humuszosítása, komposzttoalett-használat, önellátási technikák, háztáji állattartás alapjai, közösség által támogatott mezőgazdaság (AMAP, CSA) mint termelési és gazdasági alternatívák - mind olyan múlt- vagy jövőbeli lehetőségek, melyekről akár csak mint elméleti lehetőségről legalábbis tudnia kellene minden felnövekvő magyarnak.

Addig is legalább kezdjük el vagy folytassuk tovább annak megszervezését, hogy minél több minőségi időt töltsünk közösségben lakóhelyünk természeti környezetében. Tudatosan, élményadó módon ismerjük meg azt, s ne csak nézzük, lássuk is a bennük megbúvó gazdagságot. Persze a gyakori és népes kint tartózkodás is jelenthet tehertételt a természetes környezetre, ezért annak minél kisebb nyomot hagyó, csendes formáit részesítsük előnyben,

hisz ez is olyasmi, aminek közvetlen humánökológiai áldásai mellett pszichológiai, mentálhigiénés gyümölcsei is várhatók.

6. AZ ÖKOLÓGIAILAG FELELŐS CSELEKVÉS FORMÁI – LEHETSÉGES MEGOLDÁSOK

Kérdés, mit lehet tenni, hogy az emberekben – különösen pedig egy felnövekvő generációban az ökológiai felelősséget, a lehetséges megoldások magvait elültessük... (megjegyzés: ez immár rengeteg iskola programjában szerencsére benne is van).

6.1. Mi van az emberek fejében? - Tipikus hozzáállástípusok az ökológiai válsághoz

A környezeti nevelés hagyományos gyakorlatában kevés figyelem irányul arra, hogy az emberek – mint a földi rendszereken egyre jobban eluralkodó "technoszféra" többé vagy kevésbé tudatos polgárai – miként gondolkodnak a környezeti válságról, melyhez többé vagy kevésbé ők maguk is hozzájárulnak életmódjukkal.

A tipikus gondolkodásmódok rendszerező megismerése jó referenciaalapot jelentene akár a diákok számára is, hogy idejekorán reflektív viszonyba kerüljenek saját hozzáállásukkal. Hiszen előbb-utóbb mindenkinek érdemes megpróbálnia reflektálni saját gondolkodásmódjára a környezeti, ökológiai válsággal kapcsolatban. Nem érdekel a probléma? Vajon minden "zöldet" hiteltelen divathippinek tartok? Felháborít a politikai és gazdasági szereplők közönye vagy tehetetlensége? A hétköznapi emberek viselkedése háborít fel? Igaza van a magukat odaláncoló Greenpeace-aktivistáknak vagy éppen ártanak a saját ügyüknek? Egyáltalán, hogy lehet ennyiféle hozzáállás? És mennyiféle is van? Nem csoda, ha valakinek a klíma- vagy ökoszorongását még fokozza is az a rendetlenség, amely a közbeszédben az egész kérdéskört uralja látszólag.

Előre bocsátjuk, hogy miközben mindenkinek a személyes világlátása megérdemli a kellő tiszteletet, azt mégsem gondoljuk, hogy a hozzáállástípusok egyenrangúak volnának, és távolságtartó, semleges álláspontot kellene szorgalmaznunk velük szemben. Hogy melyik követendő, melyik kerülendő, az termékeny megvitatásra ad lehetőséget a tanulói közösségben (akár a nyilvános vita munkaformáját is alkalmazva), és mindegyikkel kapcsolatban meg lehet kísérelni pro és kontra érvek felsorakoztatását. Az ismeretek feldolgozása végén azonban egyáltalán nem cél tartózkodnunk az állásfoglalástól. Az alább bemutatott tipológiák kidolgozói sem teszik ezt, egyértelműen leteszik a voksukat egyik gondolkodási típus vagy típuscsoport mellett. Jelen sorok szerzője is meg fogja ezt tenni a fejezet megfelelő pontjain.

4 féle hozzáállás a környezeti válsághoz Takács-Sánta András nyomán

Takács-Sánta András egyik rövid tanulmányában (<https://www.kiskozossegek.hu/media/kiutikonyv3.pdf>) négy alapvető hozzáállástípust különít el. (Mivel az írás valóban rövid és olvasmányos, akár közvetlen tanulói szövegfeldolgozásra is kézbe adható.) Felesleges volna itt elismételni Takács-Sánta bekezdéseit, így csak felsoroljuk, és tömören jellemezzük a négy alaptípust. Minden

kategorizálás egyben leegyszerűsítés is, egy négyes tipológia esetében ez egészen nyilvánvaló. Valamelyik kategóriában vagy kettő határmezsgyéjén azonban alighanem bármelyikünk gondolkodásmódja elhelyezhető valamiképpen.

A négy gondolkodási típus tehát a következő:

1. Problémahárító

Az ilyen gondolkodású ember nem foglalkozik a problémával, érdektelenségbe vagy egyenesen problématagadásba menekül előle. Egyértelműen a legrosszabb gondolkodási minta, hisz semmiféle megoldást nem keres.

2. Rendszerhű ökokrata

A problémát fel- és elismeri, emellett azonban úgy gondolja, hogy a jelenlegi társadalmi, gazdasági és kulturális rendszer "zöld" megreformálásával az leküzdhető. A politikában zöld pártoktól, a gazdaságban környezetkímélő technológiáktól, a kultúrában nagyobb fokú általános környezettudatosságtól várja a megoldást. Elterjedt gondolkodásmód (a fősodratú környezetvédelemben is főleg ez jut kifejezésre), Takács-Sánta mégsem ezt tekinti követendőnek.

3. Békésátmenet-hívó

Nem csak felismeri a problémát, de a nyugati világ jelenlegi politikai, gazdasági és kulturális berendezkedési módjait a probléma forrásaként jelöli meg, és abból határozott átmenetet tart szükségesnek a probléma megoldásához. Reméli azonban, hogy ezt az átmenetet nem kataklizmatikus kényszerek fogják kikényszeríteni civilizáció-összeomlás formájában, hanem hogy a világ átrendeződhet (s civilizációnk értékes részei így megmenekülhetnek) kellő számú ember radikális jobbító munkája révén, amely azonban gyökeresen más világműködéshez kell vezessen. (ld. még Függelék)

4. Katasztrófista

A problémát elismeri, sőt annak mértékét már kezelhetetlennek tartja. A civilizáció menthetetlen összeomlására számít, a megoldási próbálkozásokat reménytelennek ítéli, legtöbb, amit tehetünk, hogy felkészülünk a katasztrófák átvészelésére, hogy a civilizáció romjain valahogy túléljünk. Nem követendő gondolkodásmód. Megölve a reményt lemond a jóért folytatott küzdelemről, így önbeteljesítő jóslatként funkcionálhat, ráadásul bizonyossággal ismerni véli a jövőt, ami komoly elvi hiba.

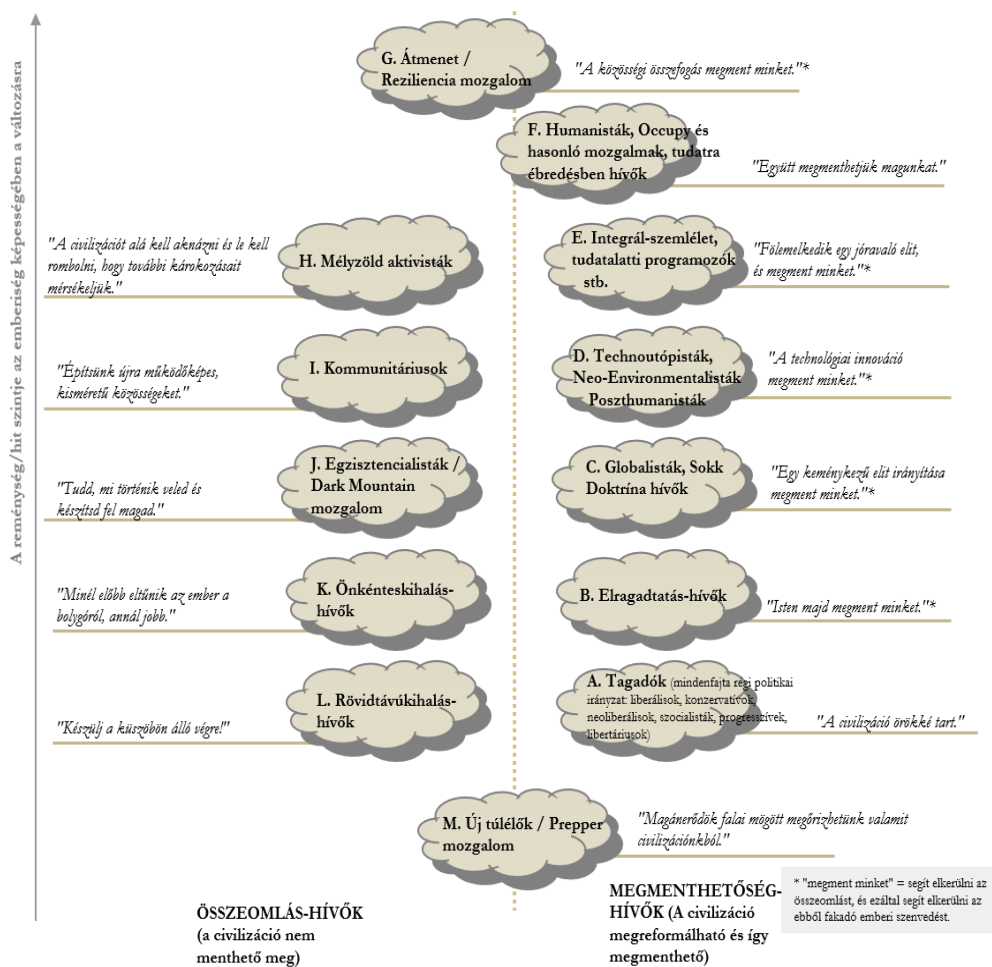
Takács-Sánta András egyértelműen a békésátmenet-hívó hozzáállást tekinti követendőnek, amiben bátran csatlakozhatunk hozzá. Nem csak etikai és gyakorlati hanem ismeretelméleti érveket is felhoz (közérthetően) ezen álláspontja mellett, s ezeken a megfontolásokon nagyon érdemes a tanulókat végigvezetni. Ez az az álláspont, amely egyszerre veszi komolyan a problémát és a tennivalók komolyságát.

13 féle hozzáállás az összeomláshoz Dave Pollard nyomán (ld. még Függelék)

Ismerjünk meg egy másik rendszerező felosztás alapjait is a világban előforduló jellegzetes hozzáállásokról.

A következő tipizálás Dave Pollard amerikai gondolkodó, környezetvédelmi esszéista és blogger munkája. Megközelítése annyiban különbözik Takács-Sántától, hogy nem az ökológiai válsághoz való viszonyulásban keresi a különböző hozzáállástípusokat, hanem feltételezve egy civilizáció-összeomlás lehetőségét, az ezen összeomláshoz fűződő gondolatiságot vizsgálja. A két megközelítés ennek ellenére jól párhuzamba állítható. Típusait Pollard diagramon is elhelyezi két változó mentén: egyik a hit foka civilizációnk megmenekülésében (vízszintes kiosztás), a másik az emberiség változtatási képességébe vetett bizalom mértéke (függőleges pozíció). „Új politikai térkép” néven felvázolt rendszerét magyarra fordítva alább mutatjuk be, az eredeti, angol nyelvű pedig felkereshető itt: <https://howtosavetheworld.ca/2015/05/17/poster-the-new-political-map/>. A 16. ábrán kis felhők jelképezik a hozzáállástípusokat. A felhőben olvasható a gondolkodási típus (illetve az azt jellegzetesen képviselő mozgalmak) megnevezése, a felhő mellett pedig egy, a gondolkodási típust jellemző „jelmondat”, amelyből jobban megérthetjük a szóban forgó irányzat attitűdjét (További részletek a Függelék megfelelő fejezetében találhatók).

Pollard rendszeréhez fűzött személyes gondolatai az alábbi linkeken érhetők el eredeti nyelven, ahol saját hozzáállásának fejlődéséről számol be az F – G – H – I – J kategóriákon keresztül haladva: <https://howtosavetheworld.ca/2013/02/04/preparing-for-collapse-the-new-political-map/> és <https://howtosavetheworld.ca/2014/10/23/links-of-the-month-october-23-2014/>



Hogy készülünk az összeomlásra? Új politikai térkép

az eredeti forrása: <http://howtosavetheworld.ca/images/new-political-map-2014.png>

16. ábra Az ökológiai válsághoz való hozzáállás típusai (Dave Pollard munkája nyomán)

A szerző a saját szellemi útját az F-től a J „táborig” tolódva tette meg. Takács-Sánta András állásfoglalásával tökéletes egyetértésben (a „békésátmenet-hit” követendő voltáról) és a közösségiség fontosságát hangsúlyozva (amelyre következő fejezetben is kitérünk).

Mi magunk a Pollard-féle rendszer F, G és I gondolatfelhőit tudjuk leginkább megfeleltetni annak a hozzáállástípusnak, amelyet a békésátmenet-hívő álláspont körvonalaz a négyes tipológiában, és meggyőződésünk szerint ezek felé a konstruktív gondolkodásmódok felé érdemes orientálni neveltjeinket – amennyire az rajtunk múlik.

Végezetül kitekintésként utalnánk arra, hogy az első bekezdésben felsorolt kérdések közül a radikális környezetvédő mozgalmak akcióira vonatkozó kérdésre (magukat odaláncoló Greenpeace-aktivistákra utalva) a fenti gondolkodástípusok tanulmányozásával hiába keresünk választ. Ebben az esetben ugyanis nem az ökológiai válsághoz és nem is az összeomláshoz való viszonyulás, hanem az emberek által *célravezetőnek ítélt cselekvésekkel* kapcsolatos hozzáállások tipizálása segítene (ha segítene). Ez pedig egy másik kérdéskör.

6.2. Ki a felelős? - A közösségiség fontossága társadalmaink kiútkeresésében

Gyakori vitatéma (és az egyéni felelősségelhárítás gyakori hivatkozási pontja), hogy elsősorban kik is tehetők felelőssé az ökológiai válság kialakulásáért és elmélyüléséért, illetve kitől volnának elvárhatóak azok a hathatós lépések, melyek kivezetnének belőle.

Előrebocsátva, hogy *minden* szóba jöhető társadalmi szintnek és szereplőnek megvan a maga elháríthatatlan felelősségi köre és tennivalója világunk fenntarthatósági problémája kapcsán, érvelni fogunk amellett, hogy a témát érdemes egy olyan irányba kifuttatni, amely ritkán szokott terítékre kerülni, mégpedig az (ökológikus) *kisközösségi lét* újrafelfedezése, kulcsszerepének tudatosítása, kialakítása és megélése felé.

Nézzük először a hagyományosan számontartott szereplőket. Az ő megnevezésüket és felelősségük kifejtését (legalábbis alapvonalaiban) nyugodtan rábízhatjuk a tanulóifjúságra is: akár csak kérdeve kifejtéssel vagy egy irányított beszélgetésben rá fognak mutatni ezekre, hiszen tudnak róluk, és logikusan következik is világunk működéséből a főszereplők kiléte és lehetőségeik. Mindazonáltal nem tűnik feleslegesnek jelen munka keretei közt az alábbi rövid helyzetelemzés, amely jól kifuttatható a kisközösségek fontossága melletti érvelésre.

1. Gazdasági döntéshozók, cégek vezetői

Mivel a környezeti kártételek java része gazdasági társaságok tevékenysége során keletkezik, logikus, hogy az ő szerepüket és lehetőségeiket hangsúlyozzuk. Le kell szögezni, hogy valóban kulcsszereplők, és sok is múlik rajtuk. Ám ne feledjük, hogy minden gazdasági tevékenységnek, mi, végfelhasználók vagyunk a megrendelői közvetve vagy közvetlenül, s olyan szabad piacgazdasági berendezkedésre bízunk rá nap mint nap fogyasztói döntéseinkkel (akár lelkesedő beleegyezéssel akár – a kommunista kísérletek történelmi kudarcai után – már-már tanult tehetetlenségnek beillő kritikátlansággal), amely berendezkedés keretrendszerében az ökológikus megoldást választó vállalatok könnyen versenyhátrányt szenvedhetnek (az erőforrások rablógazdálkodás-szerű felhasználását tovább folytató versenytársaikkal szemben). Valamilyen szervezett, együttes zöldítésük megszervezésére nincsenek kialakult keretek (még a politikai szabályozás jöhetne szóba, de az is csak korlátozottan valósulhat meg, ld. következő pont). Igaz az is, hogy a cégvezetők jelenlegi szociokulturális miliőinkben társadalmaink nyerteseinek számítanak, így érdekük (legalábbis rövidtávon) a társadalmi-gazdasági status quo fenntartása. Ettől persze még nem szabad lemondanunk róluk, mint olyan kulcsszereplőkről, akiktől helyes ökológikus változtatásokat várhatunk el, és nem kevés példa van rá, mikor valóban felelős gyakorlatokat vezetnek be egyes cégek a működésükben. Mivel a nem is olyan távoli jövő gazdasági vezetői még iskolapadokban ülnek, fontos is, hogy már most halljanak a felelősségről és a céges mozgásterek létéről ezen a téren. Mégis: amíg a jelenlegihez hasonló gazdasági rendszerben és fogyasztói társadalmakban élünk, alkalmasint hiába várjuk, hogy ezek a szereplők oldják meg (nélkülünk) a krízishelyzetet.

2. Politikai döntéshozók

A közhatalom birtokosaiként valóban sok lehetőségük van/volna a gazdasági szereplők szabályozására vagy a lakosság életvitelének környezetkímélő irányba terelésére, ám a jelenlegi politikai berendezkedés mellett sajnos nem várható, hogy érdemi mértékben meg is fogják tenni ezt. A képviseleti demokráciák választási ciklusokban működő rendszerei

rövidtávon érvényesülő, népszerűséget hozó döntésekre szorítják rá őket, ráadásul a tömegeket meggyőző kampányok igen drágák, amelyekhez az (elvileg megrendszabályozandó) gazdasági szereplők kínálnak pénzt – aligha feltételek nélkül. A függelmi helyzetük tehát fordított ahhoz képest, ahogy talán elsőre gondolnánk, vagy legjobb indulattal is kölcsönös, úgy tűnik, hogy a deklaráltan zöld pártok sem tudnak áttörni ezen a rendszerdinamikán. Persze ha mi választók szavazatokban is markánsan megmutatkozó módon zöld hozzáállást követelnénk meg a hatalomtól (amire a zöld pártok fél évszázados története már bőven kínált volna lehetőséget), ma már minden párt automatikusan zöld is volna. De hát ez jól láthatóan nem történt és nem történik meg.

3. Az egyének

A fentiekből látszik, hogy végső soron mi, hétköznapi állampolgárok tartjuk kezünkben (fogyasztóként és választóként) a gazdasági szereplőket és politikai döntéshozókat mozgató szálak végét, és kétségtelen, hogy mi vagyunk a legszabadabb szereplői a rendszerműködésnek: bennünket nem lehet leváltani, míg a cégigazgatókat és politikusokat le lehet. Minket nem büntethet meg az üdítőgyártó, ha nem vesszük meg a termékét, vagy a politikus, ha nem rá szavazunk, míg mi – legalábbis elvileg – könnyen büntethetjük őket épp ilyen döntéseinkkel. Persze nem minden üdítő, és nem mindig válogathatjuk meg, hogy milyen forrásból rendeljük meg szükségleteink (vagy szükségletnek vélt igényeink) kielégítését. Ám ennél is fontosabb, hogy az egymástól elszigetelt egyének (vagy legalábbis háztartás-szinten elszigetelt családok) ritkán fordulnak szembe a társadalmi elvárásokban is kifejeződő fogyasztói normákkal, nehezen vállalnak önkorlátozást, ha semmi nem garantálja, hogy azt mások is megteszik, és nem igazán képesek értékeiket, gondolkodásmódjukat és cselekedeteiket egymással összehangolni az egységes fellépés érdekében. Nagyon fontos továbbá, hogy a gazdasági és politikai szereplők rengeteg jól megtervezett manipulációs eszközt vetnek be (főleg reklámok és populista üzenetek formájában), hogy az ő érdekeiknek megfelelő döntésekre vegyenek rá bennünket, nem egyszer az "oszd meg és uralkodj" elvének használatától sem visszariadva. (Aki valaha igazította már *divathoz* bármilyen fogyasztói döntését, kapásból nem mondhatja már el, hogy ő ki tudná vonni magát a manipuláló hatások alól.) Egyénként természetesen egyáltalán nem lehetetlen megfelelő tudatossággal kimászni ezekből a kvázi csapdahelyzetekből, ám ez a tudatosodás nem terjed olyan gyorsan és olyan mélységgel társadalmainkban, mint ahogy az megnyugtató volna.

4. Civil szervezetek

Hagyományosan fontos szereplők, akiktől sokat várhatnánk és várhatunk is, ám egyrészt ők sem működhetnek az egyének kellő fokú részvételi hajlandósága és lehetősége nélkül (hiszen egyénekből szerveződnek), másrészt általában speciális ügyeken dolgoznak, míg az ökológiai megoldáskeresés átfogó változtatásokat kellene, hogy jelentsen.

És itt alighanem véget is ér a felsorolás, miközben a legősibb társadalmi szerveződés: az emberléptékű csoport, a *kisközösség* feltűnően hiányzik belőle.

Az emberi faj történetének 99%-ában vadászó-gyűjtögető, majd földművelő közösségekben létezett, túlnyomó többségünk még a múlt század elején is faluközösségekben élt világszerte. A személyes kapcsolatokkal átszőtt kisközösségekben biológiai jellegzetességeinkből fakadóan

magától kialakul az értékharmonizáció, a csoportazonosság-tudat, az együttműködés és kölcsönös segítségnyújtás kultúrája, és általában a lakókörnyezethez való érzelmi kötődés is. Mindezek olyan dolgok, amelyeket a fogyasztói tömegkultúra inkább gyengít, mint erősít, jóllehet kimondottan a fenntarthatóság irányába hatnának. A városiasodott, globalizált világban a valódi közösségek eltűntek, pontosabban egy főre zsugorodtak! Erről a baljóslatú jelenségről Csányi Vilmos etológus professzor több írásában értekezik (pl. www.matud.iif.hu/02jun/csanyi.html), különösen ajánlható ezek közül a Fékevesztett evolúció c. tanulmánykötet bevezető írása (https://www.tyotex.hu/upload/book/2350/fekevesztett_evolucio_reszlet.pdf), amely iskolai feldolgozásra (vagy felolvasásra) is alkalmas a téma kiegészítéseként, elmélyítéseként vagy nyomtatékosításaként, mivel sok egyéb érdekes jelenséget is sorra vesz (pl. státusszimbólumok, droghasználat, civilizációs betegségek evolúciós gyökerei stb.) ezzel pedig középiskolás korú tanulók figyelmét bizonytalán képes ébren tartani.

Sok érv hozható fel amellet, hogy éppen a közösségi létmód újrafelfedezése és ökológikus kisközösségek létrehozása volna képes a legígéretesebb kiutakat kínálni az ökológiai válságból, hiszen ha egy kisközösségnek az ökológikus életmód megvalósítása is fő szervező elvei közé tartozik, az nagyban megkönnyíti a tagok ökológikus döntéshozását egyéni életükben és háztartás-vezetésükben, az önellátás különböző közös útjait nyithatja meg (amelyek szeparált egyének számára nagyon nehezen lennének járhatók), a státusznövelő törekvéseinket konstruktívabb irányokba terelné mint a fogyasztói társadalmi minták, a biztonságkeresés anyagiak halmozása helyett a kapcsolati háló építését és gondozását katalizálná (aminek nincs környezetterhelése, más jótékony hatásai azonban annál inkább vannak), nem utolsósorban pedig gyors és egységes fellépést tesz lehetővé a közösség számára a szűkebb vagy tágabb lakóhelyet illető közügyek terén. Kellő számú ökológikus kisközösség hálózatosodása mindezek révén már olyan számottevő ökológikus társadalmi-gazdasági változások katalizátora lehetne, amilyeneket ma valószínűleg elképzelni is nehezen tudunk. Ráadásul, ha az ökológiai válságforgatókönyvek pesszimistább verziói valósulnának meg a jövőben, a békés átvészeléshez szükséges társadalmi stabilitás letéteményeseivé is válhatnak (szemben a szervezetlen tömegekkel, amelyek ilyen szempontból inkább kockázati tényezőt jelentenek).

Nagyon fontos további szempont, hogy egy közösségi fordulat akkor is rendkívül kívánatos volna, ha nem sürgetné az ökológiai válság. A fogyasztói társadalmak igen sok tagja (minden korábbi felülmúló jóléti hozzáférései dacára) csapnivaló mentálhigiénés állapotban van (ld. még a fogyasztói társadalomról szóló fejezetet), a depresszió, a kiégés, a függőségek, az elmagányosodás, a családok szétesése, a céltalanság, a káros devianciák stb. mindennaposak. Ez nagyban köszönhető annak, hogy nem a biológiailag kialakult alaptermészetünknek megfelelően, vagyis nem közösségekben élünk További részletek ld. Függelék fejezetben).

További irodalom:

<https://qubit.hu/2024/04/11/a-felnottek-negyede-nagyon-maganyosnak-erzi-magat-ami-mar-az-egeszsegukre-is-komoly-veszelyt-jelent>

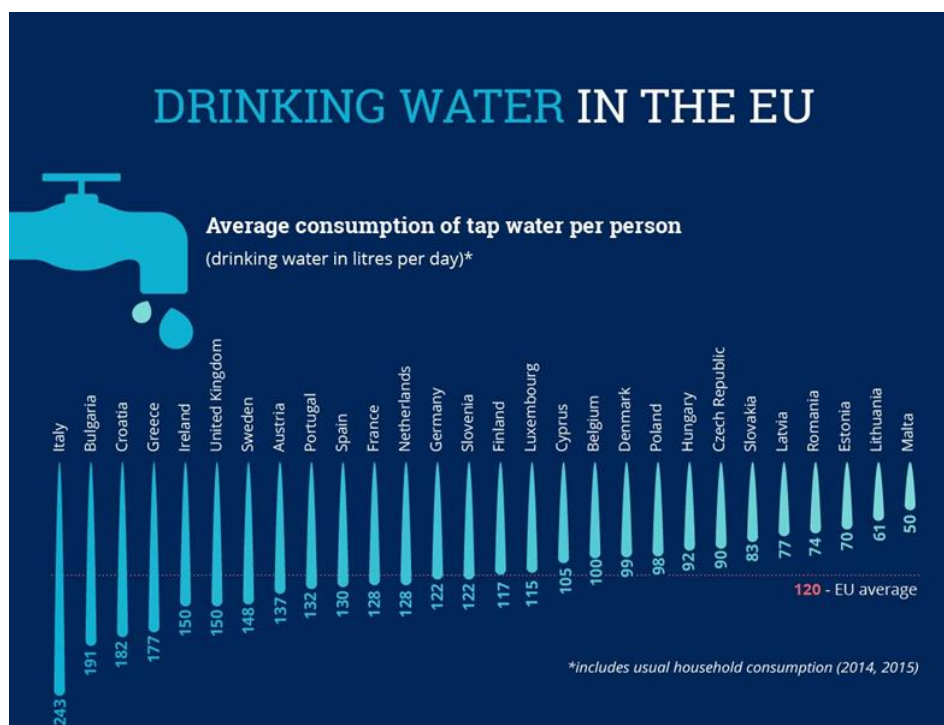
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2921311/?fbclid=IwAR3XV2KZ8ZQOq0kC-y3GnU0HfcLVITo1e50DryztYBXLgVB4Zgy0YhUEBgw>

6.3. Szemléletváltás szükségessége a fogyasztásban

Az emberek fogyasztási szokásaiban (fogyasztói magatartásukban) mindenképpen változásra van szükség annak érdekében, hogy az erőforrások felhasználásának hatékonysága növekedjen és azáltal, hogy a kevesebb vagy más típusú nyersanyagot használnak fel, kevesebb hulladék is képződjön, ezzel csökkentve a környezeti károkat is. A készletek végletekig történő fel- és kihasználásáról át kellene térni egy igény szerinti felhasználásra, hiszen Földünk készletei tovább már nem kizsigerelhetők.

A szemléletváltásnak ki kell terjednie a vízgazdálkodásra is, hiszen a Föld vízkészletei bár nagyok, eloszlásuk nem egyenletes, így bizonyos területeken még a biztonságos ivóvíz sem elérhető nagyon sok ember számára.

Még az Európai Unión belül sem egyenletes az egy főre jutó vízfogyasztás (17. ábra). A magyar lakosság egy főre eső vízfogyasztása jelenleg jóval az uniós átlag alatt van.



17. ábra. Egy főre jutó vízfogyasztás az EU tagállamaiban. (Forrás:

<https://www.europarl.europa.eu/news/en/headlines/society/20181011STO15887/drinking-water-in-the-eu-better-quality-and-access>)

Számos afrikai országban még a nálunk legalacsonyabb vízfelhasználási kapacitás is csak álom, ezért egyre több helyen dolgoznak ki saját stratégiát a hozzáférés és megfelelő ellátás kapcsán (Egyiptom pl. nemzeti vízmegőrzési tervet dolgozott ki, hiszen területének több, mint 90%-át sivatag teszi ki).

És a víz csak egy példa....

A gazdasági termelésben és felhasználásban szintén szemléletváltásra van szükség. Az EU jelenleg az ún. körforgásos gazdaság megvalósítására törekszik. Ennek az a lényege, hogy

lehetőség szerint a termékek élettartamát minél jobban meghosszabítsuk, és ne az ún. „egyszeri fogyasztás” elvét kövessük.

Így tehát a vásárlás helyett inkább kölcsönözzünk bizonyos dolgokat, ösztönözzük az elromlott eszközök/termékek javítását, az alapanyagokat hasznosítsuk újra stb., így a folyamatok során a keletkező hulladékok mennyisége is csökkenhet.

Maga a körforgásos gazdaság (CE) jelenleg egy népszerű koncepció, amelyet az Európai Unió, számos nemzeti kormány és számos vállalkozás támogat világszerte és amelynek célja a növekedés újra-definiálása (Rivela és mtsai., 2022). A CE egy olyan gazdasági modell, amely alternatívát kínál a termelés és fogyasztás lineáris mintájára ("vegyél-készítsd-eldobd"), valójában egy komplex koncepció, amely a fenntartható fejlődés megvalósítását célozza (Gomes és mtsai., 2022).

A körkörös fogyasztási rendszerek (18. ábra) tehát azokat a rendszereket jelentik, amelyekben a fogyasztók körkörös tranzakciós folyamatokon keresztül elégítik ki szükségleteiket: a termékek és szolgáltatások beszerzése, használata és utóhasználata révén. A fogyasztási rendszerek valójában olyan tevékenységek, döntések és magatartásformák összességét jelentik, amelyek a termékek és szolgáltatások beszerzését és használatát foglalják magukban a vásárlói igények kielégítése érdekében.



18. ábra. A körforgásos gazdaság modellje (Forrás:

https://www.europarl.europa.eu/resources/library/images/20230927PHT05957/20230927PHT05957_original.png)

A körforgásos magatartást befolyásoló tényezők (Gomes és mtsai, 2022 alapján):

1. **A politikai és jogi kategória:** jogszabályokkal és közpolitikákkal kapcsolatos tényezők, pl. társadalmi intézmények, gazdasági erők vagy fizikai struktúrák, ezek a ruházati termékek

fogyasztóinak környezetbarát magatartását ösztönző vagy akadályozó tényezőként léphetnek fel.

2. **Gazdasági tényezők:** ár, jövedelem, pénzügyi hozam és megtakarítás. Az ár a körforgásos magatartás egyik fő befolyásolója, a versenyképes árak a fogyasztói elkötelezettség meghatározó tényezői, ezért a tisztességes és alacsony árú körforgásos termékek és szolgáltatások a körforgásos magatartás pozitív befolyásolójaként jelennek meg.

3. **Környezeti tényezők:** az erőforrások szűkössége is motiválhatja a körkörös üzleti modellek elfogadására, ugyanis gyakran a fogyasztók olyan termékeket vagy anyagokat keresnek, amelyek nem könnyen elérhetők, ezáltal növelve a fogyasztási élmény egyediségét. A környezetre vonatkozó egyéb tényezőket (pl. az erőforrások elérhetősége, az éghajlatváltozás, a fizikai környezet), tovább kellene elemezni.

4. **Demográfiai tényezők:** vizsgálták az életkor, a nem, az iskolai végzettség, a fogyasztók nemzetisége és a háztartás tagjai számának hatását. Azt tapasztalták, hogy gyakran nincs konszenzus a demográfiai tényezők hatását és jelentőségét illetően, a magasabb iskolai végzettség azonban összefügg a bioélelmiszerek vásárlásával és a hulladékok nagyobb mértékű szelektálásával. A bioélelmiszerek vásárlása továbbá összefügg a fogyasztók nemzetiségével, mivel a fejlett országokban élők várhatóan úgy vélik, hogy a biogazdálkodás jobb választás az éghajlatvédelem, az állatjólét és a környezet szempontjából. Emellett a kevés tagú (1-2) háztartások magasabb arányt mutattak a textilhulladék szelektálásában és ártalmatlanításában.

5. **Fogyasztókkal kapcsolatos egyéb tényezők:** Számos tanulmány a környezettudatosságot és a környezeti aggodalmakat említi a fogyasztók fenntarthatósági kérdésekkel (pl. kimerülő természeti erőforrások, globális felmelegedés és környezetszennyezés) kapcsolatos tudatosságaként, ami pozitívan befolyásolja a körforgásos magatartást. A lineáris termelési mintákra vonatkozó, kollektív kötelezettségként felfogott társadalmi normák azonban negatívan befolyásolják a vásárlók körforgásos viselkedési szándékait. A kortársak nyomása és tapasztalatai szintén befolyásoló tényezők (pl. azok az egyének, akiknek barátai és családtagjai lízingelik a telefonjukat, kényszert éreznek erre). Emellett a termékkel vagy szolgáltatással kapcsolatos pozitív korábbi tapasztalatok megtartják a fogyasztókat a körkörös fogyasztási rendszerekben stb.

6. **Termékek/szolgáltatási kínálat tényezői:** a legtöbbet említett tényező ebben a kategóriában a "kényelem" volt. Tanulmányok azt mutatják, hogy ha a körforgásos kínálat kényelmét kommunikálják (pl. "a vegytisztítást mi álljuk"), a fogyasztók nagyobb valószínűséggel hajlandóak körforgásos magatartást tanúsítani, emellett a kényelem hiánya akadálya vagy gátja lehet a körkörös termékek beszerzésének, a megosztási platformok használatának (Kuah és Wang, 2020), a visszavételi rendszerekkel való elköteleződésnek és a hulladék megfelelő ártalmatlanításának. Megállapítást nyert, hogy az ügyfélszolgálat és a támogatás megléte pozitívan befolyásolja a fogyasztók körforgásos magatartás iránti elkötelezettségét. Ezenkívül az ügyfélszolgálat és a támogatás kínálata kívánatos, és a felújított termékekkel kapcsolatos észlelt kockázatot csökkenti. A körkörös ajánlatok közelsége szintén

fontos tényezőnek számít a körkörös fogyasztók bevonásában. Az újrahasznosítás és visszavételi magatartás fokozódik, ha a gyűjtőpontok közelebb vannak a fogyasztókhoz.

7. Termékekhez/szolgáltatáshoz kapcsolódó tényezők: a termékinformációk és a terméktörténet például fontos tényezőként jelennek meg a termékek következő élettartamát elősegítő körforgásos üzleti modellekben. A vizuális információk (pl. a kopás jelei) és a korábbi használatról szóló szóbeli közlés a fogyasztók negatív értékeléséhez vezethet a felújított termékekkel kapcsolatban. Ezzel szemben a felújítás jellemzőire vonatkozó konkrét információk hiánya távol tarthatja a fogyasztókat. Ezenkívül a fenntarthatósági szintet jelző címkék használatát a fogyasztók vonzónak tartják.

Így tehát egy teljes szemléletváltás, a hagyományos fókuszon túlmutató, a döntéshozatali folyamatok teljes környezeti, társadalmi és gazdasági következményeinek megértése és figyelembevétele, hihetetlenül fontos a fenntarthatóság szempontjából. A társadalmi megértés és elfogadás sok helyen még gyerekcipőben jár, de világszerte egyre nagyobb az igény egy fenntartható fejlődés létrehozására, hiszen sosem nehezedett ekkora nyomás a Földre és a teljes bioszférára, mint a jelenkori időszakban.

6.4. Az egyén felelőssége

Ebben a fejezetben röviden összefoglaljuk azokat a lehetőségeket, amik az egyének számára is lehetőséget nyújtanak a felelősségteljes viselkedésre a hulladékgazdálkodás során.

A szemet és a hulladék nem azonos fogalmak. A „hétköznapi” szemetet hivatalosan Települési Szilárd Hulladék”nak (TSZH) nevezik.

A szelektív hulladékgyűjtés Magyarországon háromféleképpen történhet:

Egyénileg, háznál történő hulladékgyűjtés: Ez magába foglalja a „házhoz menő” szelektív hulladékgyűjtést, illetve a „házhoz menő” zöldhulladék begyűjtését (19. kép). A szelektív hulladékok közül ez a következőket tartalmazza: kék színnel jelölt szemetes: papírhulladék, sárga színnel jelölt szemetes: műanyag és fém hulladék.



19. kép. Háznál kihelyezett hulladékgyűjtő szemetesek (Fotó: Kiss Boglárka)

Szelektív hulladékgyűjtőszigeteken (20. kép): Itt színnel jelölt szemetesekben helyezhetjük el a szelektív hulladékot: papírt, műanyagot és üveget.



20. kép. Szelektív hulladékgyűjtő sziget Budapesten (Fotó: Kiss Boglárka)

Hulladékgyűjtő udvarokban, szemléletformáló és újrahasznosító központokban történő elhelyezés (21. kép): A hulladékudvarokba bizonyos típusú veszélyes hulladékokat, építkezéskor keletkező törmelékeket lehet elhelyezni. A szemléletformáló és újrahasznosító központba pedig olyan, még használható állapotban lévő tárgyak kerülnek, amikre a tulajdonosok már nem tartanak igényt. Érintésvédelmi okokból, elektromos árammal működő eszközöket (kivéve elemmel, vagy törpefeszültséggel működőket) ide nem lehet leadni.



21. kép. Elektromos hulladék szelektálására kihelyezett gyűjtő (Fotó: Kiss Boglárka)

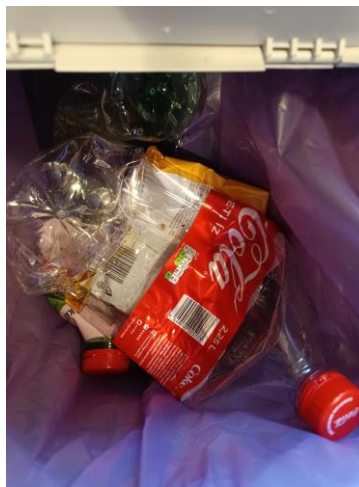
Szelektíven gyűjthető hulladékok (erről rengeteg információ található pl. FKFV honlapja)

Papírhulladék (22. kép): Ebbe a kategóriába tartozik a vegyes papír (pl.: csomagolópapír, könyv, újság) és a hullámkarton. A kisebb dobozokat kilapítva helyezzük a szemetesbe, ezzel helyet spórolunk. Papírhulladék leadható háznál történő szelektív hulladékgyűjtésnél, szelektív gyűjtőszigeteken, illetve hulladékgyűjtő udvarokban. Papír számára a szelektív szemetesek kék színűek. Zsírral szennyezett papírt, zsebkendőt, szalvétát és pelenkát tilos a szelektív papírszemét közé dobni!



22. kép. Papírhulladék (Fotó: Kiss Boglárka)

Műanyag hulladék (23. kép): Ide tartoznak a műanyag PET palackok lecsavart kupakkal, flakonok, fóliák. Másik nagy csoportja az italos kartondobozok például tejes-, gyümölcsleves dobozok (2022. január 1-től). Fontos, hogy ezeket azonban csak öblítés után dobjuk a szelektív szemetesbe. A kupakokat minden esetben le kell csavarni, majd a flakon összelapítása után visszacsavarni. Ezeket kidobhatjuk háznál történő hulladékgyűjtőbe, szelektív gyűjtőszigeteken, vagy hulladékgyűjtő udvarokban. Fontos azonban, hogy a hungarocellt a hulladékgyűjtő udvarokba vigyük, illetve, hogy ne dobjunk a műanyag szelektívbe zsíros vagy vegyszeres flakonokat.



23. kép. Műanyag hulladék (Fotó: Kiss Boglárka)

Fémhulladék: Ide tartoznak a konzervdobozok, fém üdítő- és sörös flakonok. 2022-es szabályozás szerint a fémet és a műanyagot azonos szelektív szemetesbe kell gyűjteni, aminek a színe a sárga. Ne kerüljön bele étellel szennyezett konzerv. Nagy múlttal rendelkezik a vas tartalmú hulladék újrahasznosítása, ezeket mágnes segítségével szelektálják a többi fém közül. Az alumínium tartalmú szemétből, bár kevesebb keletkezik, mégis az újrahasznosítása olyan energiatakarékos, hogy a gyáraknak sokkal jobban megéri, mint újra előállítani (<https://www.fkf.hu/mit-hova-dobjak-muanyag>)

Fehér üveg hulladék (24-25. kép): Gyűjtőszigeteken és hulladékgyűjtő udvarokban tudjuk szelektíven gyűjteni. A szelektív szemetes színe: fehér. Ne dobjuk ki síküveget, ami például

tükör vagy ablaküveg. Továbbá nem kerülhet a szelektív szemét közé villanykörte, veszélyes hulladékos üveg, vagy hőállóüveg.



24-25. kép. Befőttes üvegek (Fotó: Kiss Boglárka)

Színes üveg hulladékok (26. kép): Öblös üvegek: boros, pezsgős és sörös üvegek. Gyűjtőszigeteken és hulladék udvarokon tudjuk szelektíven gyűjteni. A szelektív szemetes színe: zöld. Ne dobjunk ki a szelektív közé: kerámiát, porcelánt, illetve veszélyes hulladékot tartalmazó üveget.



26. kép. Borosüvegek (Fotó: Kiss Boglárka)

Használt olaj, mint hulladék (27. kép): A használt sütóolaj és göngyölege, illetve a fáradt olaj és göngyölege tartozik ebbe a kategóriába. Ezt csak az erre kijelölt hulladékudvarban vagy gyűjtőhelyen lehet leadni. Fontos, hogy nem csak a gépkocsi olajat és a használt sütóolajat, hanem azok kiürült flakonjait is ide kell leadni.



27. kép. Használt olaj, olajosflakon és használt étolaj lerakó (Fotó: Kiss Boglárka)

Veszélyes és speciális kezelést igénylő hulladékok (28-29. kép): Ezeket két csoportba sorolhatjuk az alapján, hogy bármely szemétdudvarban leadhatók-e, vagy csak speciálisan erre kijelölt hulladékudvarok foglalkoznak-e vele.

Bármely szemétdudvarban leadhatók közé tartoznak az elektronikus hulladékok, elemek és akkumulátorok.



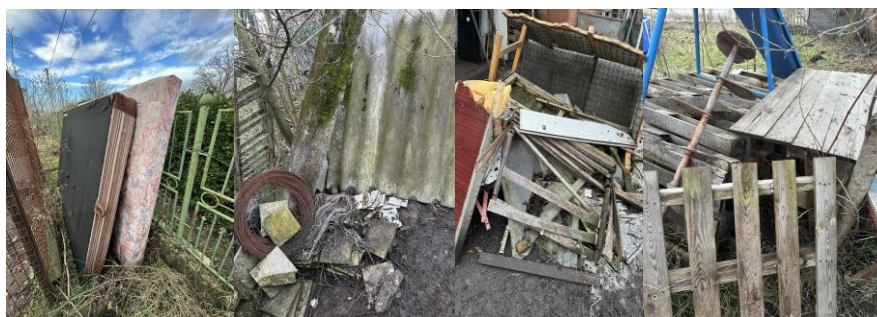
28. kép. Tönkrement hűtő és gumiabroncs (Fotó: Kiss Boglárka)

Speciális lerakó hellyel rendelkeznek például az abroncsok, vegyszerek, olajsűrők, nyomtató patronok, festékhulladék és építési törmelékek.



29. kép. Használt patron, festék és oldószer, orvosi veszélyes hulladék (Fotó: Kiss Boglárka)

Lom (30. kép): Olyan nagy darabos hulladék, amely nem tartalmaz veszélyes hulladékot. Ezeket a kijelölt hulladékudvarokban lehet lerakni, gyakran előzetes egyeztetés alkalmával. Másik alkalom erre a lomtalanítás, ami helyenként változó időpontban történik. Ilyenkor a házak vagy lakások elé kihelyezett lomokat egy adott időpontban elszállítják.

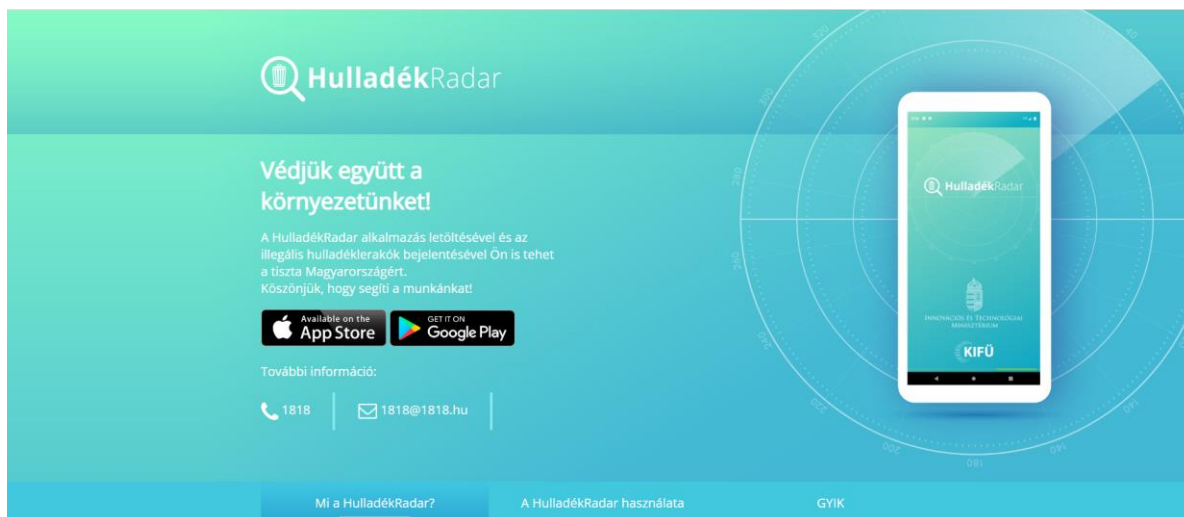


30. kép. Kerti lomok (Fotó: Kiss Boglárka)

6.5. Az újrahasznosítás lehetőségei

Újrahasználat: A használható állapotban lévő használati tárgyakat gyűjtik, illetve azok elvitelére is van lehetőség. Ilyenek lehetnek például: bútorok, könyvek vagy konyhai felszerelések. Újra használati központokban van lehetőség mind a leadásra, mind a felvételre.

Előfordulhat, hogy kirándulásaink alkalmával illegális hulladéklerakó helyeket fedezünk fel. Ilyen esetben ezt jelenteni kell az illetékes személyeknek, hogy a hulladék minél hamarabb elszállításra kerülhessen. Ebben segíthet minket a HulladékRadar (31. kép) nevű applikáció, aminek segítségével könnyebben megtehetjük a bejelentést.



31. kép. Hulladékradar applikáció honlapja: <https://hulladekradar.hu/>

Fontos, hogy ne csak szelektíven gyűjtsük a hulladékokat, hanem próbáljuk a háztartásunkban termelődő szemét mennyiségét is csökkenteni. Ezzel nem csak a környezetet óvjuk, de adott esetben spórolhatunk is vele, ráadásul nem kell a lakásunkban kerülgetni az egyre csak gyűlő hulladékot (32. kép).



32. kép. Lakásokban gyakran felhalmozódó hulladékok (Fotó: Kiss Boglárka)

Összefoglalásként hadd mutassuk be a FKFV honlapjáról származó ábrát, amely egyértelműen jelzi, hogyan/hová érdemes a hulladékokat elhelyezni (33. kép).

További információkért kattintson az egyes sorokra!

HÁZHOZ MENŐ SZELEKTÍV		GYŰJTŐSZIGET		HULLADÉKUDVAR		ÚJRAHASZNÁLATI KÖZPONT																																															
PAPÍR	vegyes papír Pl.: újság, könyv, füzet, magazin, csomagolópapír, nyomtatvány, szórólap, reklámlap, elemtárcák és homokkukor papírdobozok hullámkarton-papír csomagolásból származó nagybőrt kartonpapír-dobozok																																																				
		HÁZHOZ MENŐ SZELEKTÍV	GYŰJTŐSZIGET	HULLADÉKUDVAR																																																	
MŰANYAG	műanyag Pl.: szórólap, levelezőlap és újság PST-csomagok és azok lezárólapjai, műanyagfalazók, műanyagcsövek, fólia, (szingetű) -csuk a hulladékudvarban! italos kartondobozok szárított tejek... gyümölcslevek dobozok																																																				
	MŰANYAG + FÉM + ITALOSKARTON együtt gyűjtve 2022-től a sárga színű szűrt edényben	HÁZHOZ MENŐ SZELEKTÍV	GYŰJTŐSZIGET	HULLADÉKUDVAR																																																	
FÉM	fém csomagolási hulladék Pl.: konzervek, üdítők, sörös üdítődobozok																																																				
		HÁZHOZ MENŐ SZELEKTÍV	GYŰJTŐSZIGET	HULLADÉKUDVAR																																																	
FEHÉR ÜVEG	fehér üveg Italos, borítós és partitós üvegek (csak 0,5l/1l üvegek)																																																				
			GYŰJTŐSZIGET	HULLADÉKUDVAR																																																	
SZÍNES ÜVEG	színes üveg Pl.: boros, sörös és pezsgős üvegek (csak 0,5l/1l üvegek)																																																				
			GYŰJTŐSZIGET	HULLADÉKUDVAR																																																	
HASZNÁLT OLAJ	használt sütőolaj és gőngyőlege konyhai használatú és fűtési fűtőolaj és gőngyőlege gépkocsik használt olaja és fűtőolaja																																																				
					HULLADÉKUDVAR																																																
VESZÉLYES ÉS SPECIÁLIS KEZELÉST IGÉNYLŐ HULLADÉK	- háztartási kis- és nagygépek - informatéchnológiai (IT) és távközlési berendezések - szórakoztató elektronikai cikkek - elektromos szerszámok - elektromos szabaddíó és sportfelszerelések, elektromos játékok - fénycsővek és világítótestek - szárazselemek és hordozható kis akkumulátorok - gépjárműindító-akkumulátorok																																																				
	CSAK a táblázatban jelölt hulladékudvarokban adhatók le: <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>XVII. Jegenyefás 15. melléklet</th> <th>XV. Károlyi Sándor út 105.</th> <th>XII. Nagybányai út 205.</th> <th>XVI. Bencze utca 1/a.</th> <th>XVI. Csabai út 3-4.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>toner (nyomtatási papírral)</td> <td></td> <td>✓</td> <td>✓</td> <td>✓</td> <td>✓</td> </tr> <tr> <td>festék-hulladék és szóróspray</td> <td></td> <td>✓</td> <td>✓</td> <td>✓</td> <td>✓</td> </tr> <tr> <td>gumi- és fémszűrő-hulladék (gépkocsi)</td> <td></td> <td>✓</td> <td>✓</td> <td>✓</td> <td>✓</td> </tr> <tr> <td>gépkocsi olajszűrő, rézfolyadék, fagyálló folyadék</td> <td></td> <td>✓</td> <td>✓</td> <td>✓</td> <td>✓</td> </tr> <tr> <td>növényvédő szerek</td> <td></td> <td>✓</td> <td>✓</td> <td>✓</td> <td>✓</td> </tr> <tr> <td>építési, bontási törmelék (sejt)</td> <td>✓</td> <td>✓</td> <td>✓</td> <td>✓</td> <td>✓</td> </tr> <tr> <td>veszélyes mosó- és tisztítószerek</td> <td></td> <td>✓</td> <td>✓</td> <td>✓</td> <td>✓</td> </tr> </tbody> </table>		XVII. Jegenyefás 15. melléklet	XV. Károlyi Sándor út 105.	XII. Nagybányai út 205.	XVI. Bencze utca 1/a.	XVI. Csabai út 3-4.	toner (nyomtatási papírral)		✓	✓	✓	✓	festék-hulladék és szóróspray		✓	✓	✓	✓	gumi- és fémszűrő-hulladék (gépkocsi)		✓	✓	✓	✓	gépkocsi olajszűrő, rézfolyadék, fagyálló folyadék		✓	✓	✓	✓	növényvédő szerek		✓	✓	✓	✓	építési, bontási törmelék (sejt)	✓	✓	✓	✓	✓	veszélyes mosó- és tisztítószerek		✓	✓	✓	✓				
	XVII. Jegenyefás 15. melléklet	XV. Károlyi Sándor út 105.	XII. Nagybányai út 205.	XVI. Bencze utca 1/a.	XVI. Csabai út 3-4.																																																
toner (nyomtatási papírral)		✓	✓	✓	✓																																																
festék-hulladék és szóróspray		✓	✓	✓	✓																																																
gumi- és fémszűrő-hulladék (gépkocsi)		✓	✓	✓	✓																																																
gépkocsi olajszűrő, rézfolyadék, fagyálló folyadék		✓	✓	✓	✓																																																
növényvédő szerek		✓	✓	✓	✓																																																
építési, bontási törmelék (sejt)	✓	✓	✓	✓	✓																																																
veszélyes mosó- és tisztítószerek		✓	✓	✓	✓																																																
						BÁRMELY HULLADÉKUDVAR	CSAK BIZONYOS HULLADÉKUDVAROKBAN ADHATÓ LEI																																														
LOM	Nagydarabos hulladékok csak a táblázatban jelölt hulladékudvarokban adhatók le! lom (nagydarabos hulladék) veszélyes hulladékokat nem tartalmazó lom																																																				
			XV. Károlyi Sándor út 105.	XII. Nagybányai út 205.	XVI. Bencze utca 1/a.	XVI. Csabai út 3-4.	CSAK BIZONYOS HULLADÉKUDVAROKBAN	CSAK BIZONYOS HULLADÉKUDVAROKBAN																																													
ÚJRAHASZNÁLAT	Használati állapotban lévő használati tárgyak adással mellett, azok átvételére is van lehetőség a csatlakozási díj – minimálisan 100-30 000 Ft – megfizetésére. Használati tárgyak átadását a hulladékudvaroknál lehet megkezdni. (Dobozó díj: 1000 Ft) Használati tárgyak átadását a hulladékudvaroknál lehet megkezdni. Használati tárgyak átadását a hulladékudvaroknál lehet megkezdni.																																																				
	Használati tárgyak átadását a hulladékudvaroknál lehet megkezdni. Használati tárgyak átadását a hulladékudvaroknál lehet megkezdni. Használati tárgyak átadását a hulladékudvaroknál lehet megkezdni.		XV. Károlyi Sándor út 105.	XII. Nagybányai út 205.	XVI. Bencze utca 1/a.	XVI. Csabai út 3-4.	ÚJRAHASZNÁLATI KÖZPONT	ÚJRAHASZNÁLATI KÖZPONT																																													

33. kép. Mit hová dobiak? (Forrás: <https://www.fkf.hu/mit-hova-dobiak>)

A hulladék mennyiségének csökkentési lehetőségei

1. Komposztálás

A nem mérgező, szerves (elsősorban konyhai) hulladékok kezelésének egyik legjobb módja. A háztartásban keletkező biohulladék tárolására és újrahasznosítására kiválóan alkalmas a komposztálás (ld. még biológiai lebontás fejezet). Komposztálással nem csak csökkentjük a személtlerakók terhelését, de még a saját termőföldünket is dúsíthatjuk vele, hiszen javíthatjuk a talaj szerkezetét. Fontos azonban figyelni arra, hogy bizonyos hulladékok ne kerüljenek a komposztba, ugyanis ezzel nemcsak rágcsálók jelenhetnek meg, de még fertőzésveszélyt is előidézhetnek (pl. állati eredetű hulladékok).

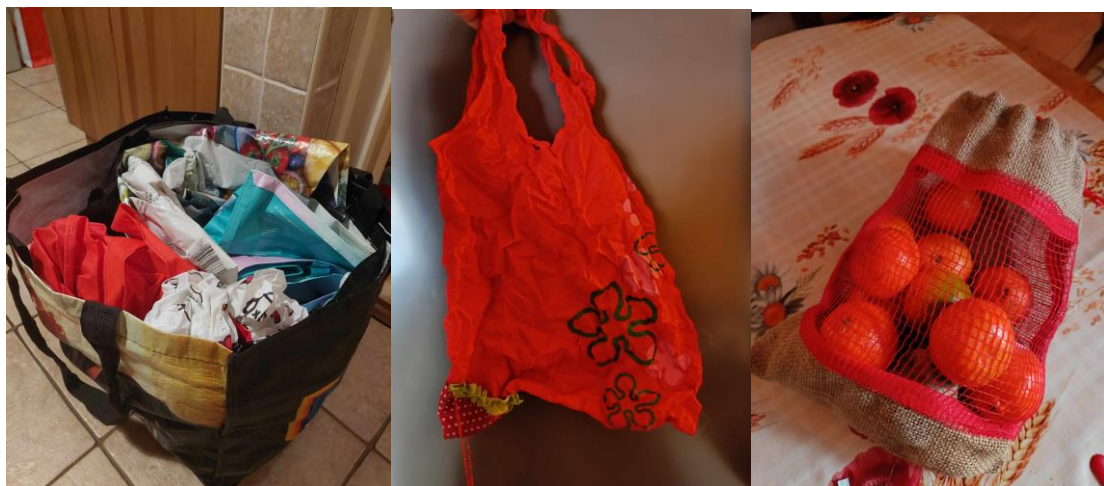
Fontos elem a komposztáló láda/hely (34. kép), aminek jól kell szellőznie és ideális esetben árnyékban állnia. Ilyen ládákat már lakásban is el lehet helyezni, mert kis méretű változatokat is készítenek. A láda aljára durva anyag kerül, olyan, ami nem akadályozza a szellőzést, ilyen például a faforgács. Erre érdemes lehet humuszt vagy komposzt réteget helyezni, ugyanis ezzel gyorsítható a komposztálás folyamata. Ennek a tetejére helyezzük a bio-hulladékot. A keveréket a jobb aeráció eléréseért két-három hetente érdemes forgatni. (<https://www.fkf.hu/ehcsh-tippek-komposztalas>)



34. kép. Komposztáló láda, komposztálható hulladék és levélkomposzt (Fotó: Kiss Boglárka)

2. Tudatos vásárlás

Többször használható műanyag zacskók lehetnek kitéve akár a péksütemények környékén is. Ezek a szatyrok elvileg strapabírók és jól szellőznek. Ha ilyenben vásároljuk meg a péksüteményt vagy a gyümölcsöt, nemcsak a hulladékot csökkentjük, de még az új zacskó árát is megspóroljuk. Erre a célra alkalmasak lehetnek még a vásárlások után megmaradó nagyobb műanyag zacskók is. Ha ezeket magunkkal visszük a bevásárláskor, akkor szintén megspórolhatjuk az új zacskó vételét, bizonyos üzletekben kaphatóak vékony hálók is erre a célra (ezek valóban sok alkalommal használhatóak) (35. kép).



35. kép. Újrahasználható, lebomló műanyag szatyor, újrahasználható zacskó és jól szellőző újrahasználható háló (Fotó: Kiss Boglárka)

Fém szívószálak (36. kép) vásárlásával és használatával is sokat tehetünk azért, hogy csökkentsük a műanyag hulladék termelését. Habár már sok országban tiltott a műanyag poharak és szívószálak használata (301/2021. (VI. 1.) Korm. rendelet), a papír megfelelőjük gyakran kényelmetlen, átázik, illetve papír szemetet termel.



36. kép. Fém szívószál (Fotó: Kiss Boglárka)

Csomagolásmentes élelmiszer (37. kép) **vagy lebomló csomagolások vásárlása.** A greenpeace felmérést készített 2022-ben, majd pontozta a különböző üzletláncokat. Szempontjaik között szerepelt, hogy kapható-e csomagolás mentes élelmiszer. (Ennek eredménye itt megtekinthető: <https://sites.greenpeace.hu/supermarketek-stop-muanyag-ertekes/>)



37. kép. Csomagolásmentes magvak (Fotó: Kiss Boglárka)

Fém sörös flakonok visszaváltása (450/2023. (X. 4.) Korm. rendelet). Léteznek olyan sörök, amiken feltüntetik, hogy visszavihetők a boltokba és akkor az eladó 50 Ft-ot visszatérít a termék árából. Bizonyos **boros, ásványvizes, szörpös, gyümölcsleves, tejes dobozok visszaváltására** is van lehetőségünk, amiért szintén 50 Ft pénzvisszatérítés jár. 2024 január 1-jétől életbelépett egy új rendszer, amit Repontnak neveznek (38. kép). Itt kizárólag az ettől az időponttól számítva legyártott műanyag, fém és üveg italcsomagolásokat lehetséges majd szelektíven gyűjteni. Fontos azonban, hogy ezeket ne nyomjuk össze. Ehhez a kezdeményezéshez nemsokára applikáció is elérhető lesz, ezzel könnyítve gyűjtőpontok megtalálását.

(<https://mohu.hu/media/hirek/2024-január-1-tol-uj-italcsomagolas-visszavaltasi-rendszer-lesz-magyarorszagon.html>)



38. kép. Repont hirdetés a Kisalföld című újságban

Kulacsok és uzsonnás dobozok használata

A kulacsok nemcsak azért lehetnek hasznosak, mert magunkkal vihetjük az italunkat és így nem kell pénzt kiadni egy újabb és újabb fél literes üdítőre, hanem adott esetben melegen is tarthatjuk benne a teánkat és megkönnyíti annak követését, hogy a folyadékbevitelünk mennyisége megfelelő legyen egy adott napon. Ezek mellett több cégnél is, ha a saját üvegedet vagy poharadat viszed, megtöltik neked, így az eldobható pohár árát már nem kell kifizetned (39. kép).



39. kép. Újrahasználható Starbucks pohár, termosz és műanyag flakon (Fotó: Kiss Boglárka)

Műanyag zacskó vagy fólia helyett csomagolhatunk élelmiszert uzsonnás dobozba vagy ételhordóba is (40. kép). Ezek nem szakadnak el és bizonyos típusok akár mikrohullámú sütőkbe is betehetők.



40. kép. Ételhordó dobozok (Fotó: Kiss Boglárka)

Ruhanemű és cipő javítása vagy újrahasznosítása (41. kép)

Sokszor járunk úgy, hogy a nadrág vagy felső elszakad, de ahelyett, hogy kidobnánk jó lehetőség lehet a ruhanemű javítása, illetve „újraértelmezése”. Varrhatunk farmerből táskát vagy a szakadt részt foltvarrással is javíthatjuk. Így nemcsak a pénzt spórolunk és védjük a

környezetünket, de új egyéniséget is kölcsönözhetünk régi ruháinknak és stílusunkhoz alakíthatjuk. (Emellett készíthetünk többször használatos sminklemosó kendőket vagy betéteket is 😊)



41. kép. Házilag varrt táska, átalakított farmer, házilag varrt sminklemosó kendő (Fotó: Kiss Boglárka)

Sokszor előfordul, hogy leválik a cipő talpa, ez azonban javítható. Pár ezer forintért cipész is vissza tudja ragasztani, illetve, ha veszünk ragasztót, akkor akár mi is házilag meg tudjuk javítani kedvenc cipőnket (42. kép).



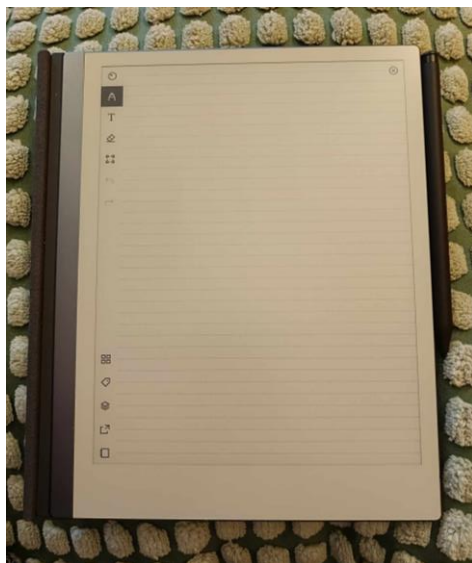
42. kép. Cipőtalp-ragasztó anyag (Fotó: Kiss Boglárka)

Nyomtatás helyett digitális megoldások

Manapság már majdnem mindegyik múzeumba és moziba lehetséges pl. online jegyet vásárolni vagy időpontot foglalni. Ezeket a jegyeket kinyomtathatjuk, de mivel csak egyszer használatosak utána azonnal kidobjuk a szemétkbe. Ehelyett különböző okos eszközökön (pl.: telefonon) felmutathatjuk a már megváltott jegyünket, ugyanis a kiküldött emailben gyakran csatolnak QR kódot vagy vonalkódot.

Órai jegyzetek, füzetek is nagy mennyiségű papírhulladékot termelnek, amit papírgyűjtéseken leadhatunk. Azonban a digitális technológia terjedésével egyre könnyebben hozzáférhetővé válnak a digitális jegyzetelők. Ezek csak jegyzetek készítésre alkalmasak, nem telepíthető rájuk

játék és nem lehet velük böngészni az interneten. Felismerik a kézírást és internetkapcsolat segítségével a jegyzet feltölthető a laptopra, vagy számítógépre (43. kép).



43. kép. Elektromos jegyzetelő (Fotó: Kiss Boglárka)

Hiteles információk és átverések

Sajnálatos módon sok terméket reklámoznak környezettudatossággal, még akkor is, ha ennek semmi alapja nincs. Ezt a jelenséget “greenwashing-nak” hívják. Ez azt jelenti, hogy egy cég a termékét környezettudatosnak állítja be, amikor ez nem, vagy nem minden tekintetben igaz. Ezzel nemcsak a vásárlókat tévesztik meg, de a valóban környezettudatosan készített terméket nehezebb megtalálni és hitelességük is megkérdőjeleződik. Fontos, hogy felismerjük ezeket az álhíreket, és több forrásból próbáljuk tájékozódni.

További ajánlott irodalom:

<https://www.fkf.hu/europai-hulladekcsokkentesi-het-hulladekcsokkentesi-tippek-fkf-modra>

<https://www.fkf.hu/budapest-szelektiv-hulladekgyujtesi-rendszere>

<https://www.europarl.europa.eu/news/hu/headlines/society/20180328STO00751/hulladek-kezeles-az-eu-ban-trendek-es-statisztikak-infografika>

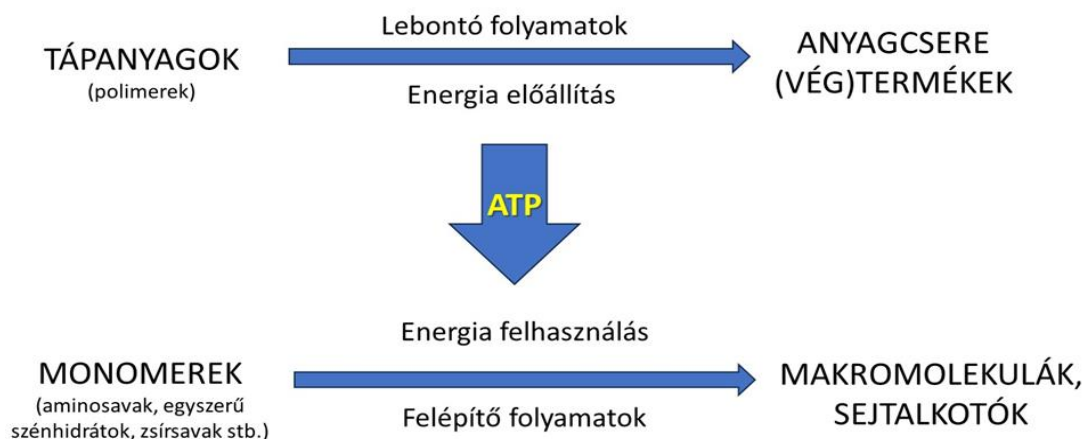
<https://www.europarl.europa.eu/news/en/press-room/20240112IPR16772/meps-adopt-new-law-banning-greenwashing-and-misleading-product-information>

6.6. Biológiai lebontás, a mikroorganizmusok kiemelkedő szerepe a lebontási folyamatokban

Környezetünk szerves és szervetlen anyagainak biológiai bontása, átalakítása – történjek akárhány lépésben is – utolsó lépéseiben mindig sejtes és molekuláris szinten történik.

A különböző anyagok lebontási sémáját a sejtek szintjén az 19. ábra szemlélteti. A cél, hogy a különböző tápanyagokból (szénhidrátok, zsírok, fehérjék) a lebontó folyamatok

(katabolizmus) során energia keletkezik, amely energiát a felépítő folyamatok (anabolizmus) a makromolekulák és sejtalkotók felépítésére fordíthatnak.



19. ábra. Biológiai lebontás a sejtek szintjén

A környezetben számos anyag lebontása mikroorganizmusok által történik (pro- és eukarióta szervezetek: baktériumok, gombák stb.). Az állati szervezetek sokszor az anyagok fizikai aprítását végzik el (pl. növényi levelek megrágása természetek által), bár bizonyos emésztő enzimeikkel képesek zsírok, fehérjék stb. lebontására. A növényi cellulóz és lignin lebontására az állatok nem/ritkán képesek. A nagyméretű polimerek lebontása a környezetben általában extracelluláris enzimekkel kezdődik (cellulázok, lipázok, egyéb hidrolázok stb.), hiszen ezek a molekulák túl nagyok ahhoz, hogy a sejtek egyszerűen felvegyék őket.

PÉLDA:

Ez történik pl. a komposztálás során is (44. kép). A komposztálás egy biológiai folyamat, melynek során pl. a növényi hulladékok, melléktermékek szerves anyagait élő szervezetek humusz-szerű terméké alakítják át. A mezőgazdaságban, különösen a kertészetekben régóta ismert és alkalmazott módszer. Komposztanak nevezzük azt a morzsalékos, sötétbarna színű, földszerű, magas szerves anyag tartalmú anyagot, amely szerves hulladékokból, maradványokból elsősorban mikroorganizmusok tevékenységének hatására jön létre, megfelelő környezeti tényezők mellett (oxigén, nedvességtartalom).

A cellulóz és a lignin (növényi sejtfal fő alkotói) nehezen bontható szubsztrátok, annak ellenére, hogy a Földön a leggyakoribb szerves anyagokhoz tartoznak. A cellulóz lebontása két fő szakaszban zajlik: fizikai aprítás és (bio)kémiai bontás. A két szakasz gyakran átfed (pl. kérődző állatok bendőjében, földigiliszták bélcsatornájában stb.), aerob és anaerob környezetben egyaránt megvalósulhat. A cellulóz lebontását a celluláz enzimek végzik: ez egy enzim csoport, az egyes enzimek a lebontás más-más lépését katalizálják. A teljes degradációhoz ezek kooperatív működése szükséges. A lignin alapstruktúrájában a propanofenol játszik fontos szerepet, nem specifikus enzimek szintetizálják, hanem fenolprekursorok, reaktív szabadgyökök közvetítésével végbemenő polikondenzáció eredménye, sok multidimenzionális kötést tartalmaz. A lignin a cellulóz vázba épül a növényi sejtfal anyagába és a hemicellulózzal együtt képződik, tehát nem megfelelő bomlásakor káros anyagok is képződhetnek.



44. kép. Kerti fa komposztáló (Fotó: Tóth Erika)

A komposztálás során pl. ezen nehezen bontható szubsztrátok is átalakulnak. Komposztálás folyamata során fontos a megfelelő szén/nitrogén arányt megtartani, illetve megfelelő nedvesség tartalmat biztosítani.

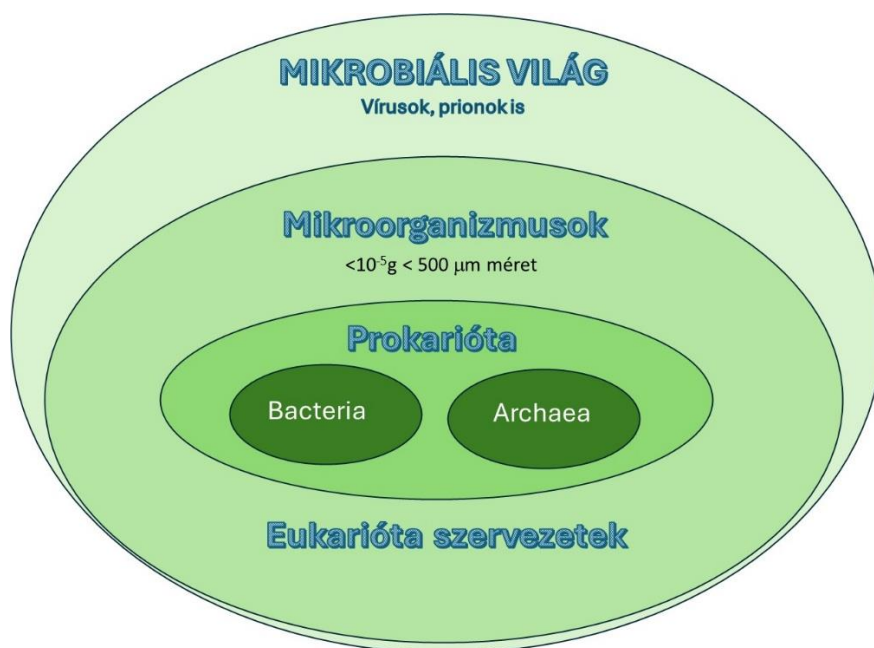
A komposztálás kezdeti szakaszában a bomlás intenzív hőtermeléssel is jár, ezért nem kell megijedni, hogy a komposztunk felmelegszik – ráadásul a megemelkedett hőmérsékleten (60-70° C) a kórokozók is többnyire elpusztulnak. Ebben az első fázisban a fehérjék, egyszerű cukrok, keményítő bomlása történik meg. Ezt követi a hőmérséklet csökkenése után, a nehezen bomló cellulóz és kissé a lignin bontása is. Az érési fázisban a hőmérséklet tovább csökken, pl. giliszták kezdik az anyagot lazítani, keverni, és a humuszképződés tulajdonképpen befejeződik.

FIGYELEM! Mi NEM kerülhet a komposztálandó anyagok közé?

- olaj és zsírmaradék, állati eredetű hulladékok (pl. hús, csont - fertőzésveszély!)
- szintetikus anyagok
- festék, lakk, egyéb mérgező anyag
- beteg (fertőzött) növények, növénydarabok
- húsevő állatoktól származó alom
- magas nehézfémtartalmú növények (pl. nagy forgalmú utak szegélyéről)

FONTOS: A komposztálandó anyagokat pár hetente érdemes forgatni (aerob körülmények között gyorsabb a lebomlás, a rothadási folyamatok is kevésbé indulnak be).

Közben tekintsük át, „kik” is azok a mikroorganizmusok (20. ábra), milyen anyagcsere folyamatokkal vesznek részt a Föld életében és miért is nélkülözhetetlenek a környezet egészsége számára.



20. ábra. A mikrobák világa

A mikroorganizmusok világát, a szabad szemmel láthatatlan, vagy alig látható szervezetek alkotják. Közöttük is a legkisebbek - az önálló életre képtelen - fehérje szerkezetű prionok, a 20-400 nm nagyságú – és kizárólag gazdaszervezetben szaporodni képes - nukleinsavakból (DNS-ből vagy RNS-ből) és fehérjékből álló vírusok, valamint a már mikrométeres nagyságrendet elérő, önálló életre képes prokarióta szervezetek.

Méretüket tekintve ide sorolhatunk még több eukarióta felépítésű, de mikroszkópikus méretű gombát, algát és egysejtű szervezetet is.

A bioszféra működését tekintve a prokarióták különös szereppel bírnak: szinte mindenütt ott vannak és kis méretüknek köszönhetően, akár a szelek szárnyán, akár vízzel vagy a legkülönbözőbb vektorokkal mindenhol eljutnak és eljuthatnak. Ezen szervezetek mozgatják Földünk nagy biogeokémiai (elemkörforgalmi) ciklusait. Nagy biokémiai és élettani aktivitásuknak köszönhetően pedig, akár kis ad hoc közösségekbe szerveződve is a lehető leggyorsabban elkezdik az anyagok bontását, átalakítását.

A prokarióta szervezetek - fosszilis maradványok bizonyága szerint – már több mint 3,5 milliárd évvel ezelőtt megjelentek (ld. még élet kialakulása a Földön c. fejezet). Ők voltak Földünk úttörő szervezetei, s mintegy másfél milliárd éven át a kizárólagos benépesítői is. Ez idő alatt az adott környezeti viszonyoknak, a rendelkezésükre álló anyag és energiaforrásoknak megfelelően, anyagcsere folyamataik differenciálódása és káprázatos sokféleségének kialakulása is megtörténhetett. Ennek a hosszú folyamatnak az egymásra épülő lépései során bizonyos tápanyag források kimerülhettek, miközben más anyagcsere termékek feldúsulhattak, és ezzel újabb anyagcsere folyamatok felé utat nyitottak.

Az energiaforrások kihasználása is egyre hatékonyabbá vált. Az eredendően anoxikus környezetet a mai oxidatív légkör váltotta fel, amelyben az oxigéntermelő

cianobaktériumoknak is jelentős szerep jutott. Ezt követte újabb és energetikailag jóval hatékonyabb anyagcsere utak létrejötte, s ezzel a földi élet robbanásszerűen felgyorsuló evolúciós folyamatainak az alapja lett.

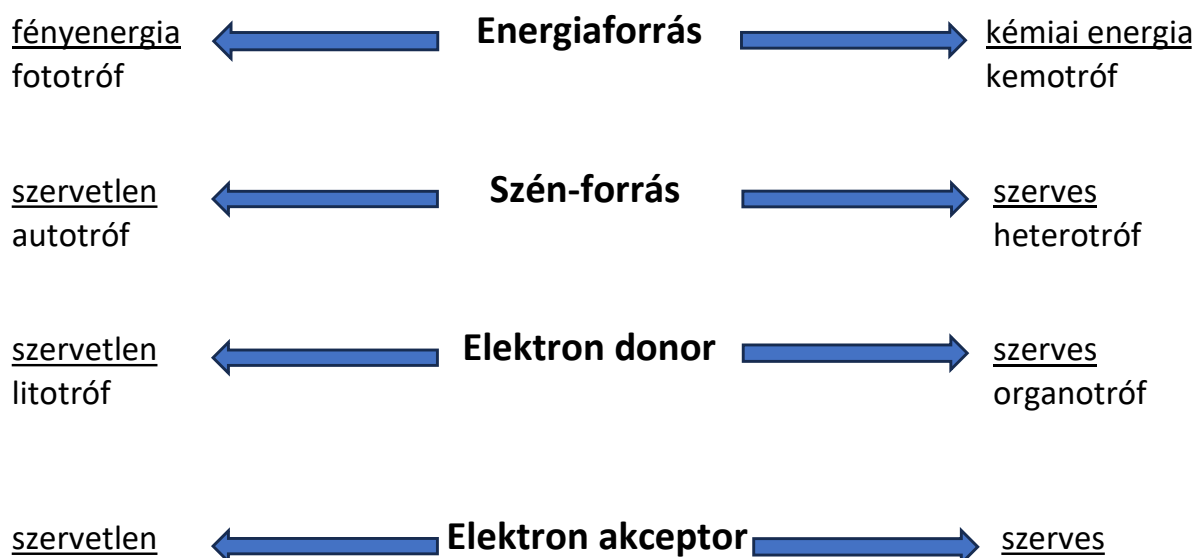
A prokarióta anyagcsere útvonalak sokfélesége

A különböző prokarióta szervezetek, a környezetünkben fellelhető valamennyi szerves és szervetlen tápanyag bontására, átalakítására képesek – amennyiben termodinamikailag kedvezőek a feltételek. Nem csak energiaforrásaik, hanem az energianyerő folyamataik sokfélesége is egyedülálló. Sejtanyagaik felépítéséhez, működéséhez és szaporodásukhoz azonban nekik is megfelelő építő molekulákra, energiára és redukáló képességre van szükségük. Az általuk végzett lebontó reakciók feladata pedig ezeknek a megteremtése.

A sejtnak mindenekelőtt energia kell, ami forrását tekintve, lehet a fény vagy kémiai energia. A fényenergiát hasznosító (fototróf) szervezetek fotofoszforilációval, klorofill molekuláik fény hatására gerjesztett elektrontranszport folyamata, vagy fény hajtotta protonpumpa során állítanak elő energiát. A kémiai energia különböző szerves vagy szervetlen anyagok átalakítása során képződik. A kémiai energiát hasznosító (kemotróf) szervezetek energiatermelésének alapja a különböző oxidációs-redukációs reakciók lépéseiből álló folyamatok sora. Ezek egyes lépéseiben az egyik fél elektront ad le (oxidálódik), míg a másik tőle elektront vesz fel (redukálódik). Minél nagyobb az elsődleges elektrondonor és a végső elektronakceptor közötti redoxpotenciál különbség, annál több energia képződik.

Az így nyert energiát mind a fototróf, mind a kemotróf szervezetek ATP formájában raktározzák. A lebontó folyamatok másik feladata, a sejt redox egyensúlyának ($\text{NAD}^+/\text{NADH}+\text{H}^+$) fenntartása. Mivel a felvett tápanyagok a sejt makromolekuláinál sokszor oxidáltabbak, a felépítő anyagcseréhez és a makromolekulák bioszintéziséhez megfelelő redukáló erőt kell biztosítani.

Energiatermelő folyamataik során a sejtek különböző szénforrásokat, elektrondonorokat és akceptorokat használhatnak. Ennek alapján az anyagcsere fő típusai az alábbiak szerint alakulnak (21. ábra):



21. ábra. Anyagcsere folyamatok sokfélesége a prokarióta szervezeteknél

A fényenergiát hasznosító szervezetek ezek szerint lehetnek:

1. fotolitotróf-autotróf szervezetek (ha szervetlen elektron donort és szervetlen szénforrást, pl. CO_2 -ot használnak. Ilyenek pl. a bíbor- kénbaktériumok, a cianobaktériumok és az algák.)
2. fotoorganotróf szervezetek (ha szerves elektron donort, és szénforrásként CO_2 -t vagy szerves vegyületet hasznosítanak, mint pl. a bíbor nemkén baktériumok).

A kemotróf mikroorganizmusok energiakonzerváló folyamatainak sokszínűsége az elektrondonorok és akceptorok sokféleségében rejlik.

A légzőknél az elsődleges elektrondonor lehet szervetlen (litotrófok) vagy szerves (organotrófok) vegyület, míg a végső elektronakceptor általában szervetlen vegyület. Annak függvényében, hogy a terminális elektronakceptor szerepét az O_2 , vagy más redukálható szervetlen anyagok (pl. NO_3^- , SO_4^{2-} , Fe^{3+} , CO_2) töltik be, különítjük el az aerob és az anaerob légzőket. Az anaerob anyagcserét folytató erjesztőknél (vagy fermentálóknál) mind az elektrondonor, mind az -akceptor szerves vegyület. A kemotróf szervezetek fő anyagcsere típusait a 4. táblázat mutatja be.

4. táblázat. A kemotróf mikroorganizmusok fő anyagcsere típusai.

Elsődleges elektrondonor ↓	Végő elektronakceptor		
	Szervetlen anyagok *		Szerves anyagok
	O ₂ (Aerob légzők) *	NO ₃ ⁻ , SO ₄ ²⁻ , Fe ³⁺ , CO ₂ (Anaerob légzők) *	
Szervetlen anyagok NH ₃ , NO ₂ ⁻ , S ²⁻ , Fe ²⁺ , H ₂	Kemolitotróf ▲ aerob légzők pl. nitrifikálók	Kemolitotróf ▲ anaerob légzők pl. nitrátlégzők	Halorespiráció
Szerves anyagok	Kemoorganotróf ▲ aerob légzők pl. metilotrófok számos prokariota	Kemoorganotróf ▲ anaerob légzők pl. CO₂ légzők szulfátlégzők	Fermentálók ▲ pl. tejsavas fermentálók *

(A táblázatban az autotróf szervezetek piros, míg a heterotrófok kék betűkkel jelöltek.

Az energia előállítás módját a csillagok színe jelzi: zöld * az elektrontranszport foszforilációt, piros * a szubsztrát szintű foszforilációt. A redukáló erő biztosítása: elsődleges elektron donorok által piros háromszöggel, fordított elektrontranszporttal ATP rovására kék háromszöggel jelölt

(Forrás: Márialigeti, K. (szerk.) 2013. Bevezetés a prokarióták világába.)

A prokarióta szervezetek nagy túlélők, és akadnak olyanok is, amelyek különböző környezeti feltételek mellett, különböző anyagcsere folyamatokat folytathatnak. Teszik ezt mindig annak a függvényében, hogy energiatermelésük mindig a lehető legeredményesebb legyen, az adott körülmények között a legtöbb energiát nyerjék a folyamatok során. Tehát: NAGYON „OKOSAK” 😊!

A katabolikus folyamatok által nyert energia, és az ezek során képződött, vagy a környezetből felvett molekulák biztosítják az alapot a sejt felépítő folyamataihoz, a bioszintézisekhez. Az autotróf szervezetek szerves szénvegyületeiket főként a szén-dioxid redukációjával nyerik. A heterotróf mikrobáknál a lebontó folyamatok köztestermékei, a bioszintézisek fontos szénforrásai. Bármelyik is legyen, sejtanyagaik felépítéséhez mind az autotróf, mind a heterotróf szervezeteknek rendelkezni kell azon „kulcsvegyületekkel”, amelyekre a legfontosabb bioszintetikus utak épülnek.

Noha a lebontó folyamatok sokszínűségéhez képest az anabolikus utak sokfélesége némileg csekélyebb, a mikroorganizmusok anyagcsere változatossága lenyűgöző. Az általuk képviselt energianyerő mechanizmusok közül mi emberek - az izom tejsavas fermentációját leszámítva – csak eggyel, a kemoorganotróf aerob légzéssel élünk. De mégis, az ezeket irányító közös termodinamikai törvények, a közel azonos a központi anyagcsere utak és azok biokémiai folyamatai, látható és láthatatlan élővilágunk egységét tükrözik. Az aerob és anaerob lebontási folyamatok részletes ábráit a Függelék tartalmazza.

A bontható szubsztrátok sokfélesége

A mikroorganizmusok a környezetükben található szerves és szervetlen tápanyagok széles skáláját hasznosítják - és bármerre is nézzünk, a tápanyagok óriási tárháza áll rendelkezésükre.

Sejtanyagaik legnagyobb része szerves vegyület. Az ezekhez szükséges szén-szén kötések kiépítéséhez, mint korábban írtuk, az autotróf mikrobák környezetük szervetlen szénforrásait (CO_2) hasznosítják. A heterotrófoknak azonban kész szerves vegyületek kellene. Az aerob és fakultatív anaerob szervezetek növekedéséhez, szaporodásához szén és energiaforrásként akár egyetlen vegyület is elegendő lehet, az anaerob szervezetek azonban ezt aligha valósíthatják meg.

Valójában az élőlények által létrehozott valamennyi természetes vegyület tápanyagforrásuk lehet. Legyenek azok akár egyszerű szerves molekulák, akár biopolimerek (fehérjék, nukleinsavak, poliszacharidok), vagy más komplex szerves vegyületek (pl. lipidek). Ezek kiváló energiaforrások és a mikrobák még a legellenállóbbak bontására is képesek lehetnek. Ilyenek pl. a növényi pektinek, a cellulóz és a lignin (ld. komposztálás fejezet), az ízeltlábúak vázát alkotó kitin, vagy a bakteriális tokanyagok és lipopoliszacharidok. De ide sorolhatók még a különböző környezeti fizikai-kémiai hatásokra módosult vegyületek is (pl. kerogén) és akár a „természetidegen” anyagokat is.

Ezeket a nagyméretű szerves polimereket azonban extracelluláris enzimeikkel még a sejten kívül építőegységeikre kell bontani, a monomereket képesek aztán a mikroorganizmusok tovább metabolizálni, a tápanyagok sejtanyagokká konvertálása vagy további bontása már sejten belül történik.

Az szerves vegyületek mellett azonban nagy jelentőséggel bírnak környezetük szervetlen anyagai is. Tápanyagként ugyanis minden mikroorganizmus igényel valamilyen nitrogén-, foszfor- és kénforrást, de sejtjeik zavartalan működéséhez pl. vasra, magnéziumra és más mikroelemekre is szükségük lehet. Kiválóan alkalmazkodnak a változó környezeti viszonyokhoz és a rendelkezésükre álló anyag- és energiaforrásokhoz. Ez köszönhető egyrészt anyagcsere rendszereik sokféleségének, másrészt annak, hogy a tápanyagok bontásához szükséges enzimek szintézise mindig a rendelkezésükre álló szubsztrátoknak megfelelően alakul. A különböző szubsztrátok bontásának szabályozásakor ugyanis az időegység alatt felszabaduló energia mennyisége a meghatározó. Így pl. több szénforrás esetén a baktérium elsőnek mindig a számára kedvezőbbet, a könnyebben bonthatót, a nagyobb energiaértékűt hasznosítja. (Ha pl. glükóz és laktóz is a rendelkezésükre áll, előbb a glükózt hasznosítja, és amikor az már elfogyott, akkor kezdi a laktózt bontani.)

Nem szabad azonban figyelmen kívül hagynunk, hogy az anyagok bontása és hasznosítása, általában különböző mikrobák alkotta közösségek együttműködésének az eredménye. Az élőhelyük mikrokörnyezetében az egyes sejtek rendelkezésére álló szubsztrátok mennyisége és milyensége térben és időben is állandó változásban lehet.

Lássuk be tehát, hogy mivel a mikroorganizmusok képesek lehetnek szerves és szervetlen anyagok lebontására, átalakítására, fény- illetve kémiai energia hasznosítására is az általuk

végzett reakciók sokasága a Föld energiaforgalmában valóban nélkülözhetetlen (ld. még biogeokémiai ciklusok c. fejezetet).

6.7. Biodeterioráció – amikor a biodegradáció nem „öröm”

A biodeterioráció különböző anyagok és termékek nem kívánatos károsodása biológiai hatásra. Valójában biodegradációs folyamat, amely számunkra kedvezőtlen eredménnyel jár. A szerves és szervesetlen anyagok, a polimerek biológiai károsodása a különböző élő szervezetek növekedése és anyagcsere-tevékenysége által kiváltott elváltozási folyamatok összessége. Felismerhető műemlékeken, falfestményeken, kőn, fán, papíron, növényi/állati rostokon, pergamen műtárgyakon stb. A műemlékek elszíneződhetnek és állapotuk leromolhat az élő szervezetek növekedése és tevékenysége miatt. A mikroorganizmusok biofilmeket képezhetnek a kőfelületeken, ami esztétikai és szerkezeti károkat okozhat. Ilyen elváltozásokat lehet látni egy belső fal felületen vagy egy fürdőből származó cső vasas biofilmjében (45. kép). Hueck (1968) meghatározása szerint a biodeterioráció "egy anyag tulajdonságaiban bekövetkező minden olyan nemkívánatos változás, amelyet az élőlények élettevékenysége okoz". Mind a makroorganizmusok (pl. állatok), mind a mikroorganizmusok (például autotróf vagy heterotróf baktériumok, mikrogombák, cianobaktériumok, algák és zuzmók) részt vehetnek a folyamatban. Számos mikroorganizmusról ismert például, hogy cellulózbontó enzimek termelésével lebontja a cellulózt és a lignocellulózt különböző kompozit anyagok összetevőiben. De a mikroorganizmusok számos, egyébként nehezen bontható anyag/szubsztrát bontására is képesek lehetnek. Ha ez valamilyen eszközünket/tárgyunkat érinti, biodeteriorációról beszélünk.



45. kép. Fekete penész fürdőszoba fugájában, baktériumok szaporodása falfelületen és csővezeték biodeteriorációja (Fotó: Makk Judit, Tóth Erika)

6.8. Táplálkozási láncok és hálózatok, a mikrobiális hurok

Az ökoszisztémákban (ökoszisztéma: összetett, heterogén, nyílt rendszer, mely környezetével folytonos anyag- és energiaforgalomban áll) számos táplálkozási lánc és hálózat létezik, amelyek az ökoszisztémák anyag és energiaforgalmi ciklusaiban kiemelkedő szereppel bírnak. Általában igaz, hogy a táplálkozási láncokban termelő és fogyasztó szervezetek is vannak és bizony az egyes trofikus szinteknél energiaveszteség lép fel, hiszen az energia egy része hő

formájában távozik a rendszerből. A táplálkozási láncokat az egyedszám és produktivitás alapján ún. ökológiai piramisok formájában ábrázolják.

Termelő szervezetek: producensek - szerves anyagokból szerves vegyületeket állítanak elő (pl. növények, kemolitotróf autotróf baktériumok).

Fogyasztó szervezetek: konzumensek - közvetlenül vagy közvetve a termelő szervezetek által előállított szerves anyagokat fogyasztják.

Lebontó szervezetek: dekomponálók - az elhalt szervezetek szerves vegyületeit szervesen lebontják.

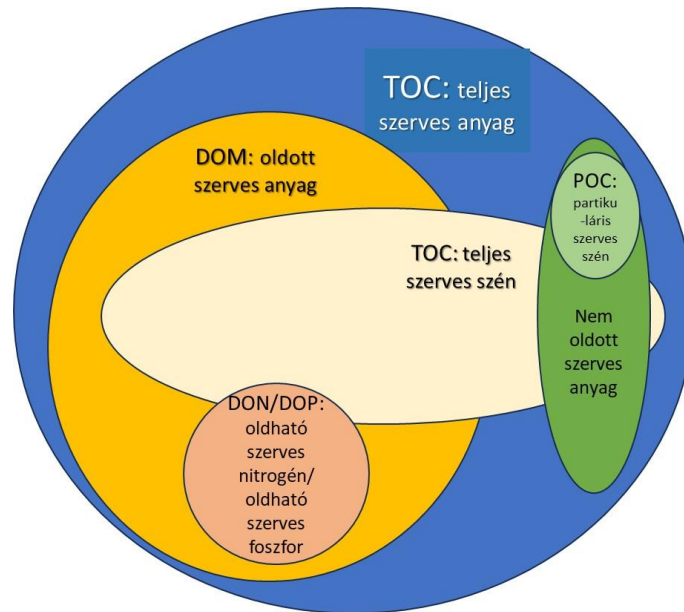
Egy ökoszisztémára vonatkoztatva a folyamatok a különböző trofikus szintek között valósulnak meg.

- Növényevő/ragadozó táplálkozási lánc: a producensek különböző autotróf (foto vagy kemoautotróf) szervezetek, leggyakrabban növények, az elsődleges és másodlagos fogyasztók pedig azon kemoheterotróf élőlények, mely az előbbieket fogyasztják: elsődleges fogyasztók a növényevők; másodlagos fogyasztók: ragadozók és mindenevők, a harmadlagos fogyasztók: ragadozókat fogyasztó ragadozók és mindenevők, végül a csúcsragadozók.
- A szaprofita (korhadékevő) táplálkozási lánc esetén nincs élő termelő szervezet, elhalt szerves anyag fogyasztásán alapul.
- A parazita (élősködő) táplálkozási lánc esetén a szerves anyag maga az élő szervezet.

A táplálékláncok helyenként táplálékhalálzáttá fonódnak össze, mivel a legtöbb élőlény egynél többféle állatot vagy növényt fogyaszt, a különböző típusú táplálkozási láncok maguk is összekapcsolódhatnak pl. elhalt szerves anyagaik révén.

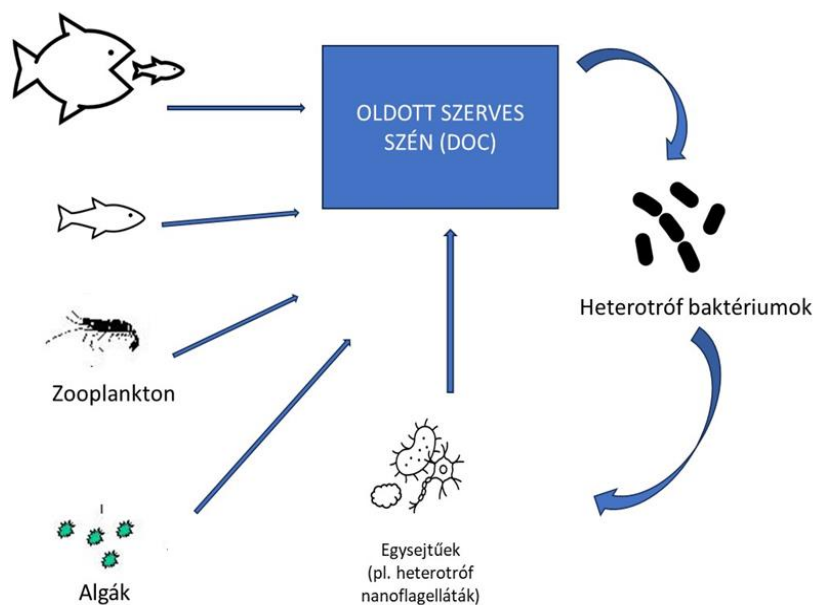
Vízi ökoszisztémákban ennek egy különleges formáját is megfigyelhetjük, ugyanis a táplálkozási láncok minden egyes szintjén képződött oldott szerves anyag veszteséggént jelentkezik és a rendszerből elveszne, azonban egy különleges kapcsolat, amit mikrobiális hurok (22. ábra) néven említünk képes az oldott szerves anyagokat is visszacsatolni az egyes trofikus láncokba és hálózatokba.

Nézzük először a szerves anyagok fajtáit egy vízi ökoszisztémában (22. ábra). Az oldott szervesanyag (DOM) forrásai az oldott szerves szén (DOC), nitrogén (DON) és foszfor (DOP). A nitrogén és a foszfor gyakran limitáló mennyiségben vannak jelen, így az élőlények (pl. baktériumok és algák) gyakran versengenek a forrásokért.



22. ábra. A szerves anyagok jellemző formái vízi ökoszisztémákban.

A víztestbe az oldott szerves szén minden trofikus szintről kerülhet (23. ábra). A primer produktivitás jelentős része nem kerül magába a táplálkozási láncba, hanem DOC (oldott szerves szén) formájában az ökoszisztémába jut, hiszen az oldott formában lévő szerves anyagokat a magasabbrendű szervezetek nem képesek anyagcseréjük során felhasználni, erre a heterotróf baktériumok képesek. A különböző szervezetek által kijuttatott oldott szerves szén (algasejtek és egyéb mikrobák kibocsátása, vízi állatok szennyező anyagai, egyéb szerves anyagok – akár parti régiókból, külső forrásból) visszakapcsolódik a táplálkozási láncba a heterotróf baktériumok szervesanyag hasznosítása által. Ezen prokarióta szervezeteket egysejtűek, azokat pedig a zooplankton kisebb tagjai fogyasztják. Ezt a folyamatot nevezzük mikrobiális huroknak.



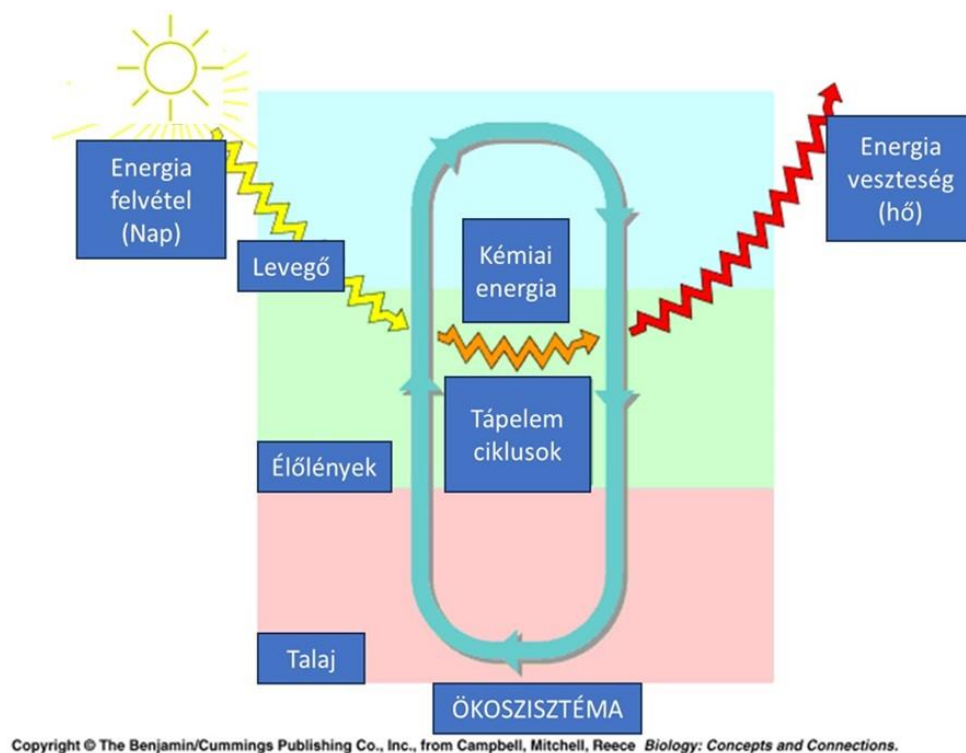
23. ábra. A mikrobiális hurok

6.9. Biogeokémiai ciklusok és jelentőségük

A biogeokémiai ciklusok a Föld elemkörforgalmi ciklusai, amelyekben az egyes tápelemek regenerációja valósul meg, így a földfelszín anyag és tápelemkészletének jelentős részét tartják állandó mozgásban.

A ciklusokban az elemvándorlás előből élettelenbe és vissza zajlik, hatalmas geológiai depók épülhetnek bele (pl. szénképződés). Az elemvándorlás során az egyes anyagok kötési szerkezetei szerves kötéstől szervetlenbe és vissza alakulnak, miközben az elemek oxidációs foka, esetenként a halmazállapota is változik. Az egyes elemek tápelem ciklusai egymással szorosan összefüggnek, változatos időskálán, változatos környezetekben zajlanak, szorosan kapcsolódnak a vízkörforgalomhoz.

A ciklusok biotikus (elemvándorlás biológiailag ellenőrzött) és abiotikus fázisokra különíthetők (24. ábra).



24. ábra Tápanyagok körforgása és energiaáramlás az ökoszisztémákban (Campbell és mtsai (2006) nyomán; *Biology: Concepts and connections*)

A mikroorganizmusok szerepe az elemkörforgalmi ciklusokban kiemelkedő, hiszen a mikroorganizmusok a bioszféra minden részében jelen vannak, jelentős szerepet játszottak a légkör és a litoszféra (talaj) kialakulásában is, segítségükkel számos mineralizációs folyamat megy végbe (néhány folyamatra pl. kizárólag prokarióta szervezetek képesek). Így segítenek a szervesanyagokat felépítő elemek (C, H, O, N, S, P, Fe) körforgalomban tartásában.

Mikroorganizmusok lehetséges szerepei az elemkörforgalmi ciklusokban:

- **Ásványosítás:** Szerves kötés szervesetlenbe alakulása, a vegyületek energia tartalma, biokémiai komplexitása csökken; közösségi funkció; tápelem-regeneráció; bioszintézis számára nélkülözhetetlen elemeket újra felvehető alakba transzformálja.
- **Immobilizáció:** Tápelemek konverziója szervesetlen kötésből szervesbe; biokémiai komplexitás nő; szaprofita mikroorganizmusok anorganikus kötésű tápelem hasznosítása; teljes spektrumú immobilizáció (autotrófok).
- **Oxidációk lehetnek:** A sejt energetikai anyagcseréjével kapcsolatos folyamatok (szerves és szervesetlen vegyületek oxidálása)
Enzimatikusan katalizált oxidációk (pl. heterotróf nitrifikáció)
Közvetett hatásra bekövetkező oxidációk (valamely mikrobiális anyagcseretermékek hatására)
- **Redukciók lehetnek:** A sejt energetikai anyagcseréjével kapcsolatos folyamatok (szerves és szervesetlen vegyületek redukálása)
Oxigén felhasználásra visszavezethető redukciók (redukáló vegyületek produkciója)
Savképzés hatására bekövetkező redukciók ($\text{Fe}^{3+} - \text{Fe}^{2+}$)
- **Volatilizáció és fixáció:** Az egyes elemek mennyiségének szabályozása az ökoszisztémákban
Fixáció: valamely anyag gázhalmazállapotból másba (pl. biológiai nitrogén kötés)
Volatilizáció: gázhalmazállapotúba transzformálás (pl. denitrifikáció)
- **Geológiai üledékképződés mikrobák hatására:** Oxido-redukciós folyamatok, mikroorganizmusok anyagcsere termékei és maguk a mikrobák is – geológiai formációk létrejötté (szénülés, kőolaj képződés stb.)
Függ: milyen körülmények között képződnek és mely mikrobák vannak jelen.
- **Kelátképző anyagcsere termékek:** Viszonylag oldhatatlan anyagok oldatba vitele (pl. kétértékű kationok), oldódó stabil komplex kialakítása
- **Kémiai elemek egyoldalú felhalmozása:** Anorganikus anyagok adszorpciójánál a mikrobák göcként szerepelhetnek (pl. gyeptelepek kialakulása)

A LEGFONTOSABB TÁPELEKÖRFORGALMI CIKLUSOK (5. táblázat)

5. Táblázat. A legjelentősebb biogeokémiai ciklusok.

Ciklus	Gáz fázis jelentős	Redukált forma	Köztes oxidációs állapotok			Oxidált forma
C	igen	CH_4 (-4)		CO (+2)		CO_2 (+4)
N	igen	NH_3 , szerves-N (-3)	N_2 (0)	N_2O (+1)	NO_2^- (+3)	NO_3^- (+5)
S	igen	H_2S , R-SH (-2)	S^0 (0)	$\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ (+2)	SO_3^{2-} (+4)	SO_4^{2-} (+6)
Fe	nem	Fe^{2+} (+2)				Fe^{3+} (+3)

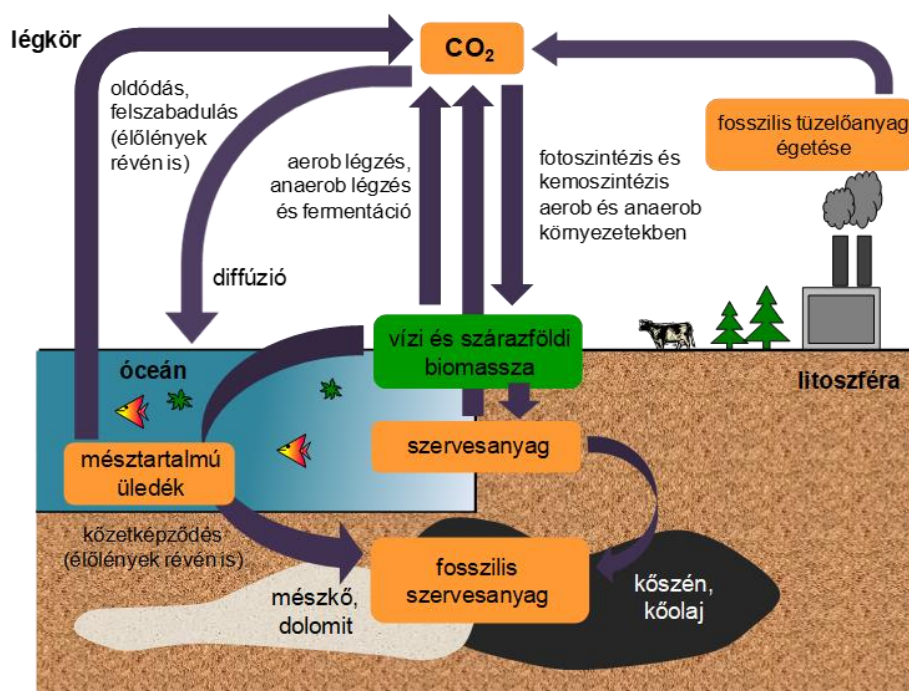
A SZÉN BIOGEOKÉMIAI CIKLUSA:

A szén a Föld 12. leggyakoribb eleme, a Föld tömegének 0,034%-a, földkéregben 0,19%-át adja, valamennyi élő szervezetben előfordul, előfordulását a Földön az 6. táblázat mutatja.

6. táblázat A szén előfordulása a Földön

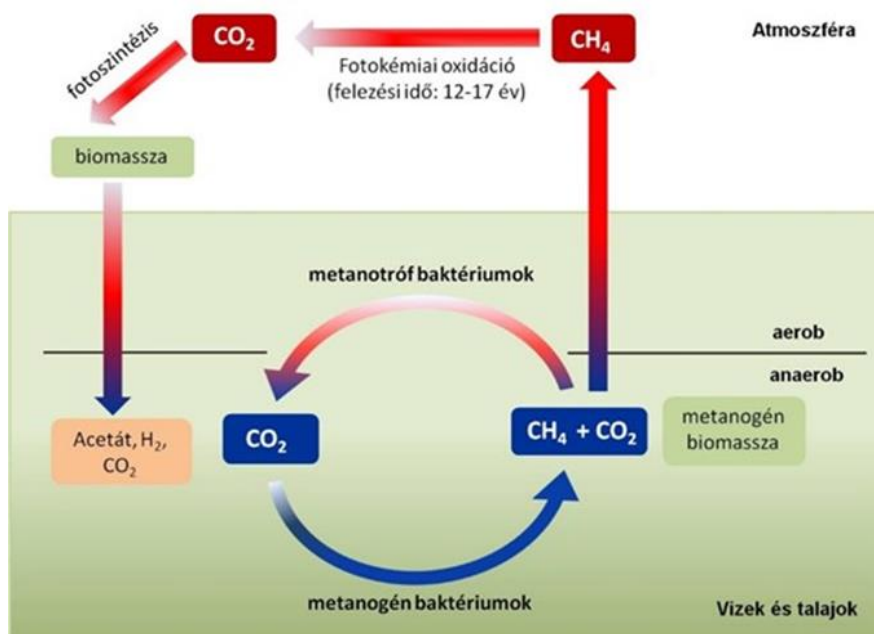
Rezervoár	Szén (Gt)	Földünk szén-készletének %-a
Óceánok	38×10^3 (>95% szervesetlen)	0,05
Kőzetek és üledékek	75×10^6 (>80% szervesetlen)	>99,5
Szárazföldi bioszféra	2×10^3	0,003
Vízi bioszféra	1-2	0,000002
Fosszilis tüzelőanyagok	$4,2 \times 10^3$	0,006
Metán hidrátok	10^4	0,014

A szén körforgalma a termelő szervezetek CO₂ fixációja, szerves anyag előállítása és a lebontó szervezetek szerves anyag fogyasztása, CO₂ kibocsátása köré szerveződik (25. ábra).



25. ábra. A szén körforgalma (Forrás: Márialigeti, K. (szerk.) 2013. Bevezetés a prokarióták világába.)

Az ábrán ugyan nem szerepel külön, de kiemelkedő szerepük van a ciklusban a metanogén és metilotróf/metanotróf szervezeteknek is, a metánciklus jelentős szereppel bír a Föld klimatikus szempontjából is (26. ábra). A metán biológiai körforgalmában a metanogén és metanotróf baktériumok vesznek részt: a metanogén baktériumok obligát anaerob környezetben metánt állítanak elő, míg a metanotróf szervezetek aerob körülmények között a metán oxidációját valósítják meg.



26. ábra A metán ciklus (Forrás: Márialigeti, K. (szerk.) 2013. Bevezetés a prokarióták világába.)

Amikor a szerves anyag lebontása hiányos, lassú (pl. lápokban, bizonyos mélytengeri, anaerob körülmények hatására csapdázódik a szerves anyag) holt szerves anyag felhalmozódás indulhat meg és megfelelő körülmények esetén a szén a körforgalomból kivonódik, ezt a folyamatot hívjuk fosszilizációnak. A folyamatra, bármely végtermék is keletkezzen, jellemző, hogy a szerves anyag víztartalma csökken, a szén mennyisége feldúsul, az O_2 , nitrogén és kéntartalom csökken, valamint mindig szerepet játszanak benne egyéb geokémiai folyamatok is (konjugált hó és rétegterhelés hatása) (Márialigeti szerk., 2013).

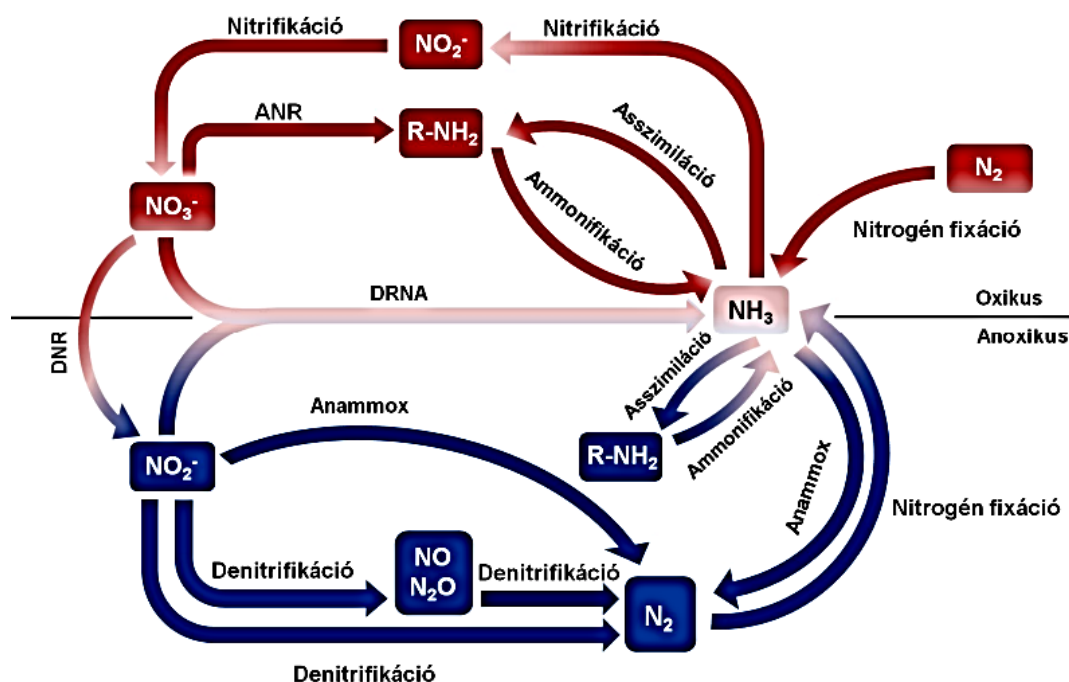
A NITROGÉN BIOGEOKÉMIAI CIKLUSA:

A nitrogén, mint biogén elem, szintén minden élő szervezet felépítésében részt vesz, pl. a nukleinsavakban, a fehérjékben és számos más biológiai szempontból fontos molekulában megtalálható. A nitrogén azonban korlátozó anyag számos ökoszisztémában. A nitrogén transzformációs reakciók egyedi és globális szinten is fontosak, földi előfordulásukat a 7. táblázat mutatja, az elemkörforgalomban résztvevő nitrogén legnagyobb része a légkör, a talaj és a talajvíz, továbbá a bioszféra között oszlik meg szerves és szervetlen vegyületek formájában (Márialigeti (szerk., 2013).

7. táblázat. A nitrogén előfordulása a Földön

Rezervoár	Nitrogén (kg)	Formái
Litoszféra	$\sim 1,64 \times 10^{20}$ kg	magmás kőzetek, elsősorban ammónium gyökök; vulkáni gázok, üledékes kőzetek (salétrom, szalmiáksó)
Atmoszféra	$\sim 3,86 \times 10^{18}$ kg	elemi nitrogén
Hidroszféra	$\sim 2,3 \times 10^{16}$ kg	vízben oldott formában, szerves és szervesetlen, nitrátok
Bioszféra	$\sim 2,8 \times 10^{14}$ kg	élőlények

A nitrogén körforgalom főbb lépései (27. ábra):



27. ábra. A nitrogén biogeokémiai ciklusa (Forrás: Márialigeti, K. (szerk.) 2013. Bevezetés a prokarióták világába.)

Biológiai nitrogén fixáció (BNF) - CSAK PROKARIÓTÁK ÁLTAL MEGVALÓSULÓ FOLYAMAT! Szabadon és szimbiózisban élő szervezetek segítségével valósul meg, a növényi szimbiózisban élők között vannak gümőképzők és nem gümőképzők is. A folyamatban a légkori nitrogén (N_2) ammóniává (NH_3) alakul.

Asszimiláció: az ammónia formájában fixált nitrogén beépülése szerves anyagokba.

Ammonifikáció: ammónia felszabadulása a szerves vegyületekből.

Nitrifikáció: szervesen nitrogénvegyületek (ammónia és nitrit) oxidálása aerob körülmények között végső soron nitráttá – szintén csak prokarióta szervezetek sajátja, kemolitotróf baktériumok végzik.

Disszimilatórikus nitrát redukció: nitrát redukciója történik ammóniáig, melynek során a nitrát először nitritté redukálódik, majd ezt követően a nitrit elektron felvételével történő redukciós lépésben ammóniává alakul. Valójában nitrát légzés történik – szintén kizárólag prokarióta szervezetek által.

Denitrifikáció: a disszimilatórikus nitrát redukció különleges formája, a légzésben a nitrát itt is végső elektronakceptorként szerepel (anaerob légzés), de a folyamat végterméke légnemű halmazállapotú, általában molekuláris nitrogén gáz (N_2).

A KÉN BIOGEOKÉMIAI CIKLUSA:

A kén a földkéreg elemeinek gyakorisági sorrendjében a 14. helyet foglalja el, az élővilágban relatív mennyiségét tekintve sorrendben a 10. Tápelemként szulfhidril (-SH) csoportot tartalmazó aminosavak (cisztein, metionin), koenzimek (koenzim A, biotin), egyes vitaminok (B1 vitamin, H vitamin, liponsav) esszenciális komponense.

Előfordulása sokrétű:

Litoszféra: a földkéreg és földköpeny magmás kőzeteiben szulfidásványok formájában, üledékes kőzetekben az evaporitok (szulfátok), valamint a szénhidrogének és kőszén a kén legfontosabb tárolói (átlagosan a barnakőszén 0,7%, átlagos feketekőszén 1% körüli ként tartalmaz), talajokban a kén kisebb mennyiségben szulfát (10-25%) és nagyobb mennyiségben szerves anyagokba beépülve fordul elő anaerob talajokban szulfidok, polyszulfidok halmozódnak fel.

Atmoszféra: SO_2 , H_2S és illó szerves kénvegyületek, szulfátos aeroszolok.

Hidroszféra: főleg szulfát (SO_4^{2-}).

Bioszféra: szerves kénvegyületek formájában (fehérjék, vitaminok pl. B₁ vitamin, liponsav)

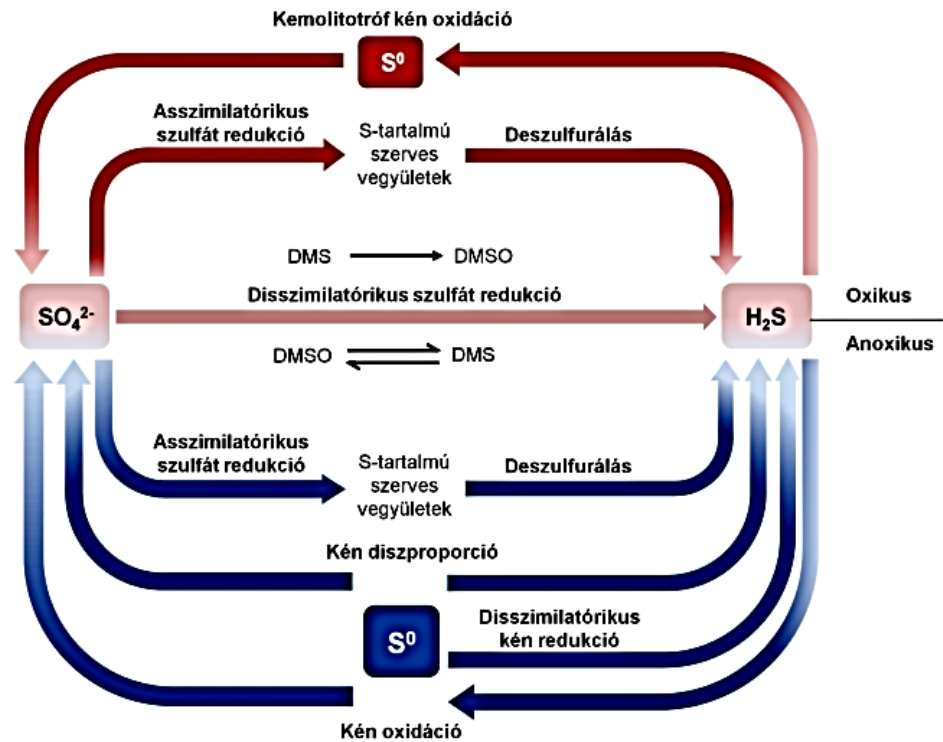
A kén biogeochemiai ciklusában az alábbi folyamatok zajlanak (28. ábra):

Szulfid és elemi kén oxidációja kemolitotróf és fotolitotróf prokarióták által (46-47-48. kép)

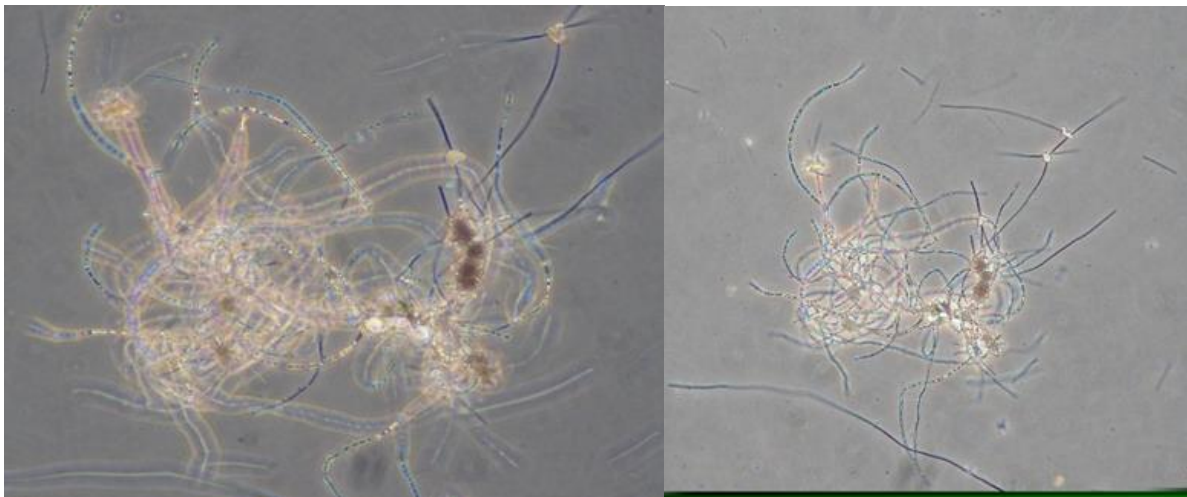
Disszimilatórikus szulfátredukció (szulfát légzés) anaerob szulfát légző baktériumok által

Asszimilatórikus szulfátredukció (szulfát redukálása és beépítése szerves anyagokba) növények és mikrobák által

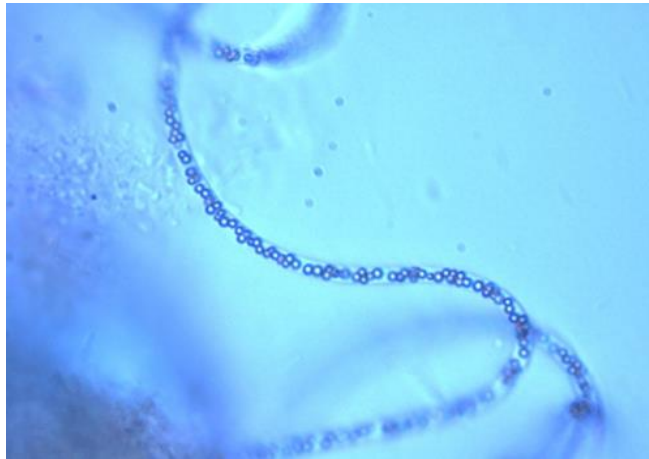
Deszulfurálás (szerves anyagokból kénhidrogén felszabadítása) mikrobák és állatok által.



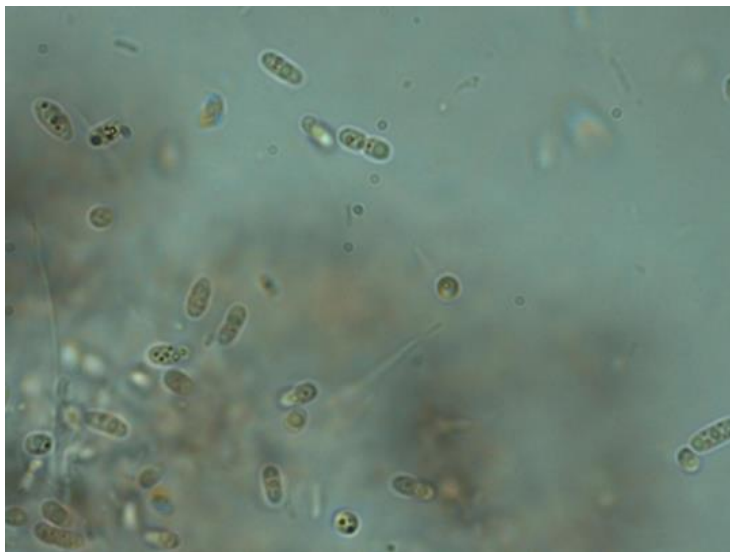
28. ábra. A kén biogeokémiai ciklusa (Forrás: Márialigeti, K. (szerk.) 2013. Bevezetés a prokarióták világába.)



46. kép. A Harkányi termákvíz fonalas kénbaktériumai (*Thiotrix* spp., Fotó: Miseta Roland)



47. kép. Fonalas kénbaktériumok (*Beggiatoa* spp., fotó: Makk Judit)

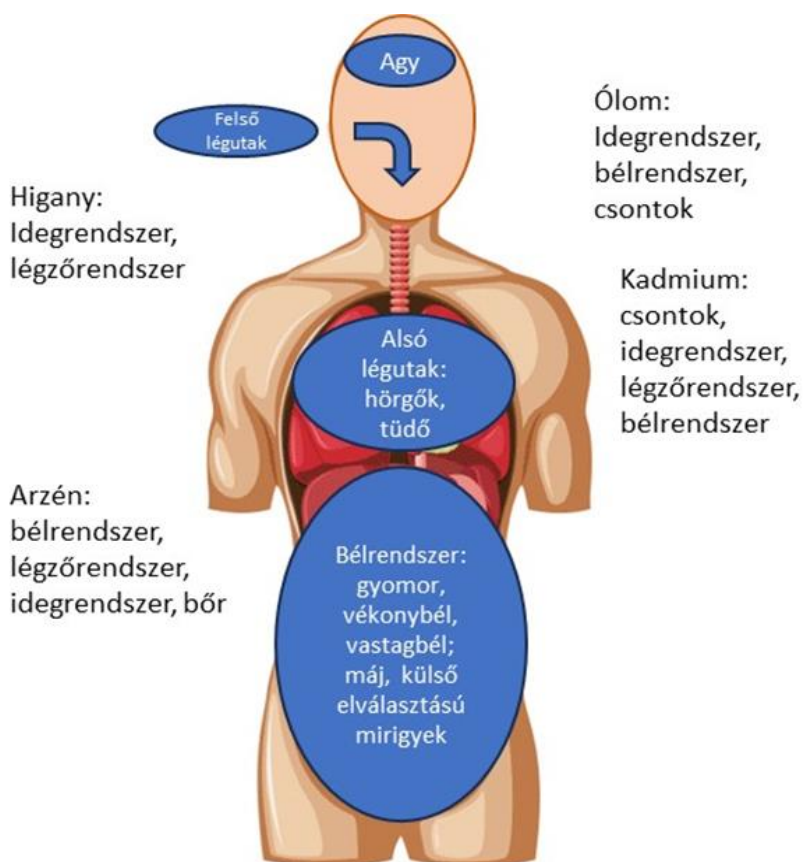


48. kép. Vízben található anaerob fényhasznosító kénbaktériumok (*Chromatium* sejtek, Fotó: Makk Judit)

NEHÉZFÉMEK ÉS TOXIKUS ELEMOK A FÖLDÖN

65 fémes elemet ismerünk, diverz fizikai, kémiai és biológiai tulajdonságokkal. Számos közülük alacsony koncentrációban esszenciális (pl. enzimek kofaktorai – Co^{2+} , Mn^{2+} , Ni^{2+} , Zn^{2+} stb.), magasabb koncentrációban már ezek is mérgezőek lehetnek. Sok közülük azonban nagyon toxikus, és nem is szükségesek az életműködésekhez pl. As^{3+} , Pb^{2+} , Hg^{2+} , Cd^{2+} , Cr^{3+} . Természetes környezetekben ezen elemek koncentrációja általában alacsony, azonban koncentrációjuk emelkedése bizonyos helyeken és esetekben kritikussá válhat. A szennyező források változatosak, természetes vagy mesterséges eredetűek egyaránt lehetnek, pl. vulkánok, talajerózió, fosszilis tüzelőanyagok égetése, ércbányászat és feldolgozás, nukleáris és ipari szennyvíziszap, biocidok és lepárló üzemek, egyéb ipari aktivitások. Ezen anyagok potenciális kockázatot jelentenek, akut/krónikus mérgezés formájában (29. ábra).

Határértékek EU szabályozás alá esnek, Magyarországon a 6/2009(IV.14) KvVM-EüM-FVM rendelet írja elő megengedett határértékeiket.



29. ábra. Bizonyos nehézfémek és toxikus elemek gyakori mérgező hatásai az emberre

A Földön ezen toxikus elemeknek is létezik körforgása, melyben a mikroorganizmusok széles körű adaptációs és transzformációs lehetőségeikkel szintén jelentős szerepet játszanak.

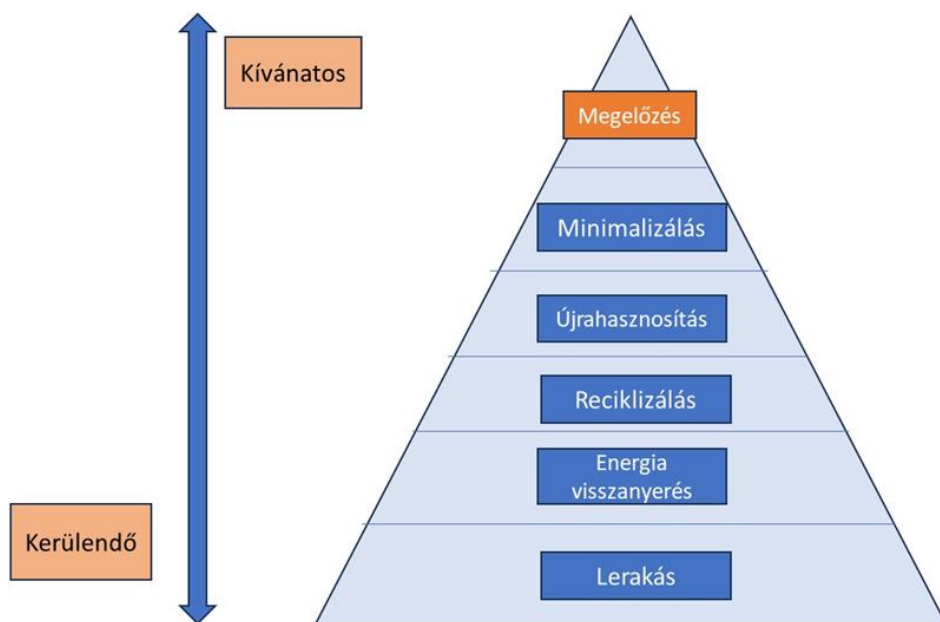
További ajánlott irodalom:

Márialigeti, K. (szerk.) 2013. Bevezetés a prokarióták világába

6.10. Környezeti kármentesítés, a bioremediáció formái

A bioremediáció élő szervezetek (általában mikroorganizmusok) vagy ezek anyagcsere termékeinek alkalmazását jelenti szerves szennyező anyagok lebontására ill. szerves ionok és vegyületek kémiai, biokémiai átalakítására.

Természetesen a hulladékgazdálkodás esetén a cél, hogy a környezetet a lehető legkevésbé károsítsuk (30. ábra).



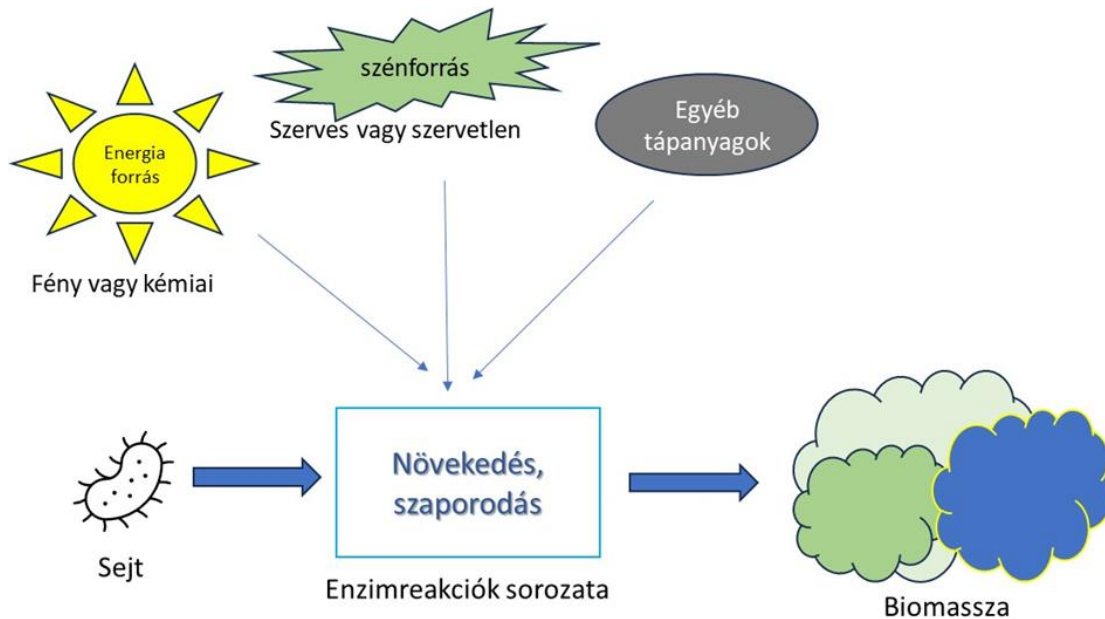
30. ábra Hulladékgazdálkodási hierarchia piramisa

A már kialakult szennyeződések esetén a kármentesítés történhet az adott környezet (pl. talaj) saját mikrobiológiai aktivitásának felhasználásával vagy megfelelő lebontó/átalakító képességű mikroorganizmusok bevitelével. Bármelyik esetben biztosítani szükséges a megfelelő nedvesség-tartalmat, tápanyag ellátást, aerob eljárás esetében a megfelelő oxigén koncentrációt, pH-t stb. A lebontás (vagy az eltávolítás) hatékonyságát továbbá befolyásolja tápanyagok (N, S, P, Ca, Mg stb.) hozzáférhetősége, a hőmérséklet és az esetleges gátló anyagok jelenléte.

Környezeti kármentesítés előtt egy nagyon pontos felmérést (survey) kell végezni. Ez magába foglalja a szennyező anyag(ok) minőségének és mennyiségének pontos felmérését, a szennyezés „korát” és időtartamát, a szennyező forrás azonosítását (lehetőség szerint a további szennyeződés megakadályozását). Fontos megismerni azt is, vajon a szennyező anyag terjed-e, veszélyeztet-e bármely olyan környezetet (pl. ivóvízbázist), amely további komoly veszélyforrást jelent pl. emberek vagy állatok számára. A bioremediációs stratégia megtervezésénél fontos szempont, hogy később az adott területnek milyen feladatot szánunk (pl. egészen más elbírálás alá esik az a szennyezett talajfolt, ahol golfpályát kívánnak létesíteni, mint az, amelyet később mezőgazdasági megművelésre szánunk).

Érdeemes megvizsgálni, hogy az adott helyen lévő élőlény (gyakran mikrobiális) közösség képes lehet-e az adott szennyező anyag lebontására, környezetből való kivonására. Fontos szempont természetesen az eljárás költsége is, azt biztonságos eljárást választva minimalizálni igyekeznek.

Amikor a szennyező anyag szén és energiaforrásként szolgálhat mikroorganizmusoknak, és a szennyezett környezetben ezen szervezetek jelen vannak, az igen szerencsés eset (31. ábra), ilyenkor valójában csak várni szükséges (természetes szennyezőanyag csökkentés).



31. ábra A szennyező anyag biomasszába építésének lehetősége

Biodegradációs hatékonyság és rekalcitrancia:

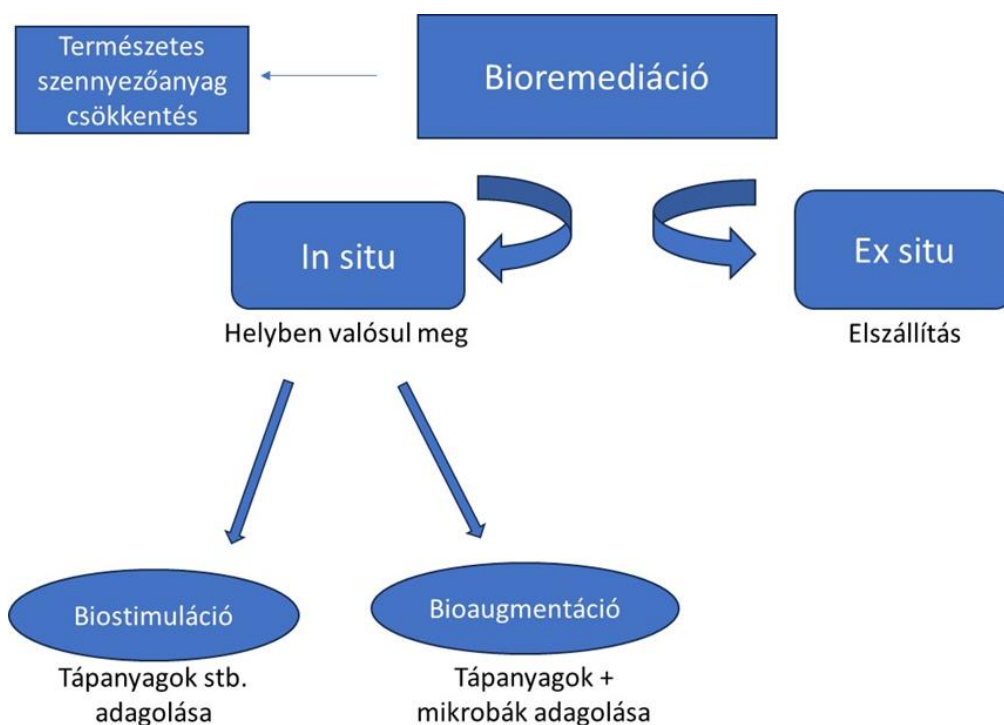
Rekalcitráns vegyületeknek hívjuk a biológiai úton nem, vagy csak nagyon nehezen bontható anyagokat, ezek lehetnek természetes vagy szintetikus vegyületek. Valójában egy molekula rekalcitráns jellege annál nagyobb, minél eltérőbb molekulaszervezete a természetben előforduló vegyületektől, ha valamilyen szubsztituenst (pl. halogént) tartalmaz, ha a vegyület túl nagy, vízdékonyság hiánya stb.

Xenobiotikumoknak hívjuk azon anyagokat, amelyek idegenek az élő szervezetek számára, bár esetenként kémiai szerkezetük hasonló lehet a természetben előforduló vegyületekéhez, pl. növényvédő szerek (pesticidek). Ezek átalakítása lassú folyamat, a természetben mikrobiális reakciókhoz kötődhet, pl. a peszticid szubsztrátként szolgál a szaporodáshoz és energia utánpótláshoz.

Bizonyos toxikus anyagokat prokarióta szervezetek légzésük során oxigén helyett elektron akceptornak is használhatnak (pl. arzenát).

Bioremediációs stratégiák:

A környezeti kármentesítés lehetőségei sokfélék (32. ábra)



32. ábra. Bioremediációs lehetőségek mikroorganizmusok felhasználásával

A biológiai ártalmatlanítás módszerei között megkülönböztetünk in situ és ex situ eljárásokat a kezelés helye szerint.

Ha a tisztítást a szennyezett, de zavartalan helyszínen végzik, a szennyezett talaj kitermelése nélkül, akkor „in situ” módszerről beszélünk. In situ eljárást választunk, pl., ha a szennyező anyag nem terjed tovább a környezetben, így a kármentesítés a szennyeződés helyszínén megvalósítható. Ex situ eljárás ugyan drágább megoldás, hiszen a szennyezett környezetet – pl. talajt – ki kell emelni eredeti helyszínéről és elszállítani, majd a kármentesítés végeztével lehetőség szerint visszahelyezni eredeti helyére, de pl. a szennyeződés terjedésekor, valószínűleg ez a választandó stratégia.

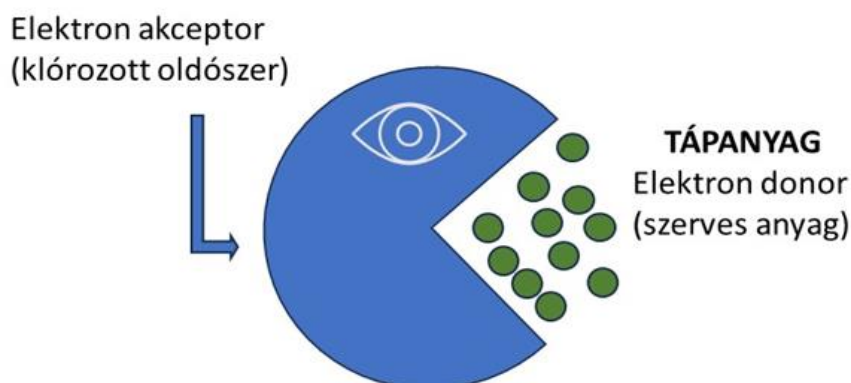
Sok esetben elegendő „megsegíteni” a biológiai lebontást (biodegradációt) pl. tápanyag vagy légzési elektron akceptor (oxigén – levegőztetés) bejuttatásával, ilyenkor biostimulációról beszélünk, ekkor a környezetben már jelenlévő mikroorganizmusok aktivitását használjuk ki.

Ha a környezetben nincsenek jelen olyan mikrobák, amelyek a káros anyag lebontását képesek elvégezni, ilyenkor a helyszínen egyéb mikrobák (akár adott szennyező anyag lebontására adaptált/módosított mikroorganizmusok) kijuttatására is szükség lehet. Ilyenkor bioaugmentációról beszélünk. Ebben az esetben fontos, hogy a kijuttatott mikrobák az adott területen életképesek maradjanak és az eredeti mikrobákkal való versengés során is életképesek maradjanak, a környezetben szaporodni tudjanak. Leggyakrabban nem egyetlen mikroorganizmust juttatnak ki, hanem a lebontásra adaptált kisebb-nagyobb konzorciumot.

Példa:

A klórozott szénhidrogének eltávolítása mikroorganizmusok által, jó példája a mikrobák felhasználásának bioremediációs célokra pl. reduktív deklorináció segítségével, ahol a triklór-

etilén (szerves klorid) elektron akceptorként szolgál a baktériumok (pl. *Dehalococcoides* nemzetség) anaerob lélegzéséhez. A reakcióhoz elektron donorként a hidrogént használják (33. ábra).

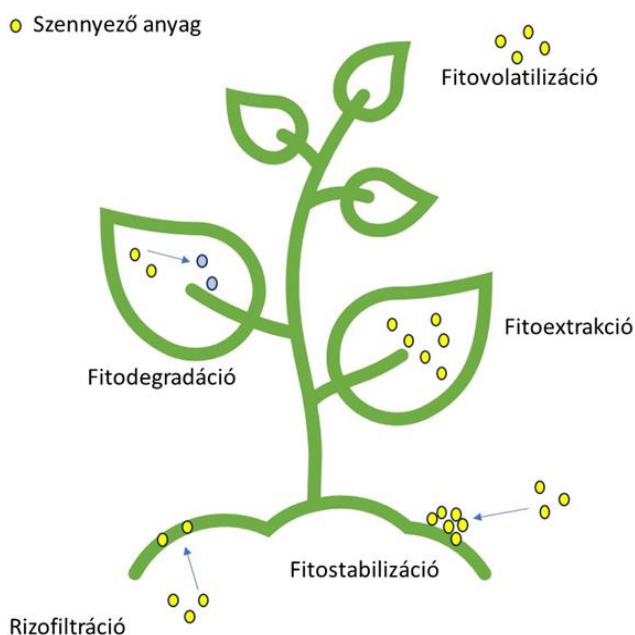


33. ábra. Klórozott szénhidrogén lehetséges bontásának sematikus ábrája

A környezeti kármentesítés még elfogadottabb formája a növények felhasználása, a „növényzettel történő gyógyítás”.

Bizonyos növények a tápanyagokkal együtt nagy mennyiségű talajszennyezőt, pl. nehézfémeket szívhatnak fel és anyagcseréjük megzavarása nélkül képesek lehetnek ezeket felhalmozni bizonyos szöveteikben, pl. a gyökerekben, törzsükben, levelekben. Számos olyan növényt ismerünk, amelyek nehézfémek vonatkozásában ún. hiperakkumulációra lehetnek képesek. Ennek során a növények és a rizoszférajukban lévő mikroorganizmusok a talajból, a felszíni és a felszín alatti vizekből esetleg a levegőből a különböző szerves és szervetlen szennyező anyagok eltávolítását valósíthatják meg.

A fitoremediáció lehetséges formáit a 34. ábra mutatja be.



34. ábra Fitoremediáció formái

Fitoextrakció (Fitoakkumuláció): szennyező anyagok akkumulálása a növényben talajból, vízből; pl. nehézfémek (ólom, kadmium, cink) eltávolítása

Fitostabilizálás: szennyező anyagok immobilizálása a talajból a gyökérzet által

Fitodegradáció (Rizodegradáció = Fitostimuláció): szerves szennyezők (pl. szerves oldószerek, olajszenyveződés) átalakítása, lebontása növények és/v. mikroorganizmusok által

Rizofiltráció: szennyezőanyagok adszorbeálódása vagy felvétele vízinnövények, v. vizes élőhelyek növényeinek gyökérzetével

Fitovolatilizáció: szennyező anyagok (pl. Hg, As, Se vegyületek) átalakítása illékony, v. nem mérgező vegyületekké és a légkörbe juttatása

6.11. Vállalatok felelősségvállalása

A mai globalizált világban az egyes vállalatok vezetőinek lépést kell tartaniuk a partnerek, a piac és a társadalom elvárásaival is. Ráadásul a földrajzi határok gyakran elmosódnak az üzleti világban, így a környezeti és társadalmi kihívások gyakran országhatárokon túlnyúló kihívásokkal szembesítenek minket.

A fenntartható fejlődés, az etikus vállalatirányítás, az ökológiai lábnyom kérdésköre egyaránt ráébreszt bennünket arra, hogy a vállalatokat sem csak önmagukban, hanem szűkebb környezetükkel együtt kell értelmezni. A vállalati társadalmi felelősségvállalás (CSR: Corporate Social Responsibility) egy olyan felelős gazdasági viselkedésformát takar, amely valójában túlmutat jogi elvárásokon és egyfajta önkéntességet feltételez a vállalatok részéről. E szerint a vállalatoknak úgy kellene törekedniük eredményeik maximalizálására, hogy közben negatív hatásait minimalizálják (Holliday és mtsai., 2002)

A társadalmi felelősségvállalás területén több ajánlás és szabvány is létezik. Az ISO 26000:2010 szabvány a társadalmi felelősségvállalással kapcsolatos alapelveket fekteti le, megjelöl számos követhető gyakorlatot. Ilyenek lehetnek pl. A vállalat kötelezi magát, hogy a bevételeinek egy részét egy speciális ügyszhez rendeli (egészség-megőrzés, környezetvédelem stb.); adományok; önkéntes munka stb.

További ajánlott irodalom:

<https://tudasportal.unike.hu/xmlui/bitstream/handle/20.500.12944/12941/Tarsadalmi%20felelossegvallalas%20a%20kozszferaban%202019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

6. 12. Megoldások keresése – egyéni megoldások és ami azokon túl van, önkéntességen és életszemlélet változáson alapuló megoldások

Az elmerülés a fenntarthatóság kérdéskörében előbb-utóbb szükségszerűen elvezet a kérdéshez:

**„DE AKKOR ÉN MOST MIT TUDOK
TENNI?”**

Hogy erre megfelelő választ tudjunk adni, ahhoz mindenképpen igazodnunk kell neveltjeink életkorukból fakadó élethelyzetére és sajátságaira.

Az alábbiakban elsősorban olyan (ökológiai lábnyomot csökkentő) cselekvési tippeket fogunk felsorolni, melyek a legtöbb magyar polgár számára (természetesen életkörülményeitől függő módon és mértékben) kivitelezhetők (*ennek részletes kifejtése a Függelék fejezetben található.*)

Ezek többnyire csupán egyéni (illetve háztartási szintű) megoldási utak, melyek üdvöztető volta önmagukban (ha csak ilyenekre hagyatkoznánk) kérdéses (amint azt a közösségiség fontosságáról szóló fejezetben hangsúlyoztuk), ám megvalósításuk ezzel együtt is fontos volna társadalmaink minél szélesebb rétegében. Mindazonáltal alkalmasak arra, hogy a cselekvési utak sokféleségére (és ezen keresztül a társadalmi és ökológiai rendszerek komplexitására) rávilágítsunk velük.

Hasznos persze, ha tudatosítjuk a diákokban, hogy ezeknél az életvezetési döntéseknél jóval nagyobb kaliberű stratégiai döntéseket is hoznak majd az életükben, amelyek még markánsabban meg fogják határozni, hogy a probléma vagy a megoldás részeivé válnak-e a globális (és persze lokális) fenntarthatóság szempontjából:

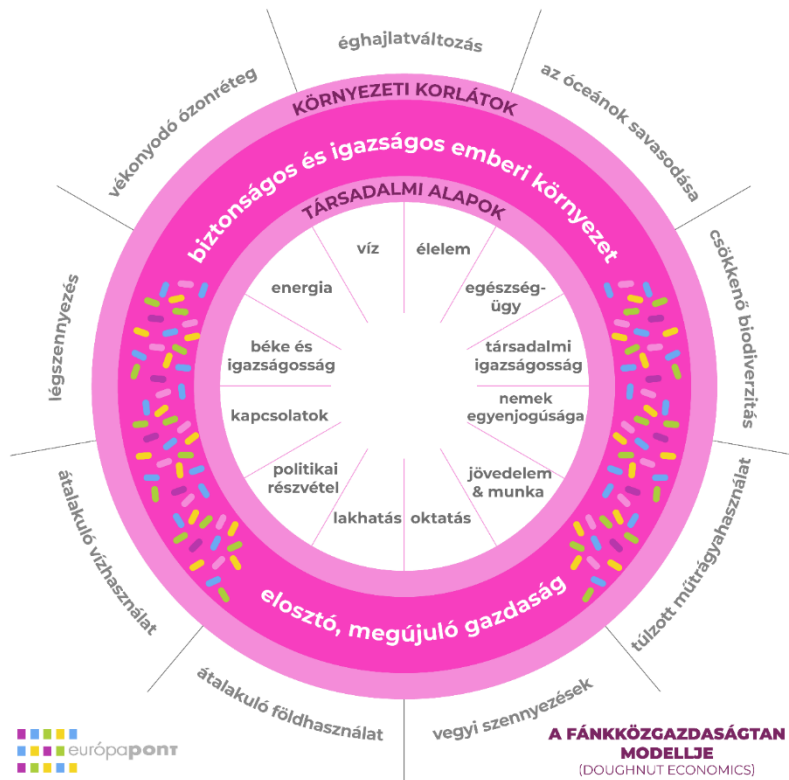
1. Amikor költöznek
2. Amikor építkeznek
3. Amikor táplálkozási és élelembeszerzési szokásokat választanak
4. Amikor választott hivatásukban szakosodnak
5. Amikor vállalkozásokat indítanak
6. Amikor földművesekké válhatnak
7. Amikor földterületek kerülnek a birtokukba (kiskerttől akár tájakon átnyúló földekig)
8. Amikor a közügyekkel foglalkozni kezdenek
9. Amikor döntéshozókként társadalmi, gazdasági, közigazgatási döntések múlnak rajtuk
10. És végül, de nem utolsósorban, amikor lehetőség szerint ökológikus helyi kisközösséget választanak, alapítanak, működtetnek (vagy épp passzívan kimaradnak ebből)

Mindezekben a helyzetekben különösen fontos volna, hogy már a tervezési fázisok elejétől kezdve megfelelő alapismeretekkel, értékrenddel, reflexiós képességgel dolgozzanak. Ezek formálására az egyik (bár korántsem az egyetlen) eszköz szétnézni a mindennapi kis döntések lehetőségi terében.

7. ÖSSZEFOGLALÁS

Összefoglalásként tehát elmondjuk, hogy a környezeti problémák megismerése, a tájékoztatás, az emberi populációk környezetükkel való együttműködése, a tudatos felelősségvállalás mind fontos elemei annak, hogy egy felnövekvő nemzedék már sokkal környezettudatosabban álljon hozzá saját életéhez, ezzel hozzájárulva Földünk egészségéhez is. Bár a legtöbb ember elvileg kiáll a környezetvédelem ügye mellett, tettei alapján csak kevés ember tekinthető igazán környezettudatosnak.

A Fánk-közgazdaságtan (Doughnut Economics) egy megközelítési módot mutat be arra, hogyan, milyen összefogások szükségesek ahhoz, hogy kielégítsük az emberek alapvető szükségleteit (kezdve az élelmiszerellátástól az egészségügyig, természetes igények pl. lakhatás, oktatás stb.), úgy, hogy ezzel ne terheljük túl bolygónkat sem (35. ábra), hiszen mi magunk is függünk a Föld jólététől. A fánk valójában bemutatja azokat a korlátokat, korlátozó tényezőket, amelyek kihívást jelentenek az egyének és a társadalom előtt is és amely feladatok csak komplex összefogással valósíthatók meg.



35. ábra. Fánk-közgazdaságtan sematikus ábrája (Forrás: <https://europapont.blog.hu/2022/03/28/fankkozgazdasagtan>)

8. FÜGGELÉK

A függelék elsősorban az oktatáshoz nyújt plussz segédletet a tanárok számára, a TANÓRÁKHOZ tartalmaz hallgatói közreműködéssel elvégezhető, figyelemfelkeltő feladatokat, egyéb kiegészítéseket.

KIEGÉSZÍTÉS A KÖRNYEZETTUDATOSSÁG ÉS FENNTARTHATÓSÁG, A "KÖZLEGELŐK TRAGÉDIÁJA" C. ALFEJEZETHEZ

A tanulók mindennapjaival könnyebben kapcsolható a téma, ha ők maguk fogalmazhatják meg a fentieket akár a tanmesével, akár a közösségi élet mindennapjaival, akár a fenntarthatósági problematikával kapcsolatban. Az egész témakör felvezetéseként beszélgethetünk például az alábbi gondolatébresztő kérdésekről a diákokkal, majd vissza-visszautalhatunk rájuk a stratégiák említésekor:

- "Azért vannak a szabályok, hogy megszegjük őket" - van ebben a szállóigében igazság? Mikor igaz, mikor hamis?
- Mikor jó, mikor rossz, ha fontos a számunkra, mit gondolnak rólunk mások?
- Mondjatok nem megújuló erőforrásokat! (ásványi energiaforrások, érc stb.) Mondjatok megújuló erőforrásokat (pl. napfény, szélenergia stb.) Csak ez a kétféle van? A megújuló megújulására lehet hatásunk? Lehet megújuló forrást fenntarthatatlanul használni? Mikor? [Fontos lenne annak belátására jutni, hogy vannak korlátozott megújulókapacitású erőforrások, amelyek megújulókapacitásuk dacára túlhasználhatók. Az élőlények populációi, a fák, a halak, a legelő füve stb. tipikusan ilyenek. Nagyon jó, ha az is elhangzik, bár a témához nincs szorosabban köze, hogy minden erőforrás- vagy energiahasználatnak van környezetterhelése, a megújulóknak is. A mértékletesség ezért elkerülhetetlen összetevője minden megoldáskeresésnek.]
- Harry David Thoreau (kiejtése: ,henri ,deɪvɪd θə' rəʊ) XIX. századi amerikai gondolkodó, akit szokás az első környezetvédőként is emlegetni, s aki a Walden-tó partjára három évre kiköltözve ott önálló életet élt, majd híres Walden c. művében foglalta össze tapasztalatait, leírja az alábbi gondolatot: "Egy ember annál gazdagabb, minél több dolgot tud nélkülözni." - Milyen értelemben volt igaza, milyen értelemben nem? Egyet tudsz-e érteni vele? Ennek szellemében működik-e ma a világ körülöttünk? Miért?

KIEGÉSZÍTÉS A „FENNTARTHATÓSÁG FOGALMA” C. ALFEJEZETHEZ

A diákokkal jó, ha ismertetjük az ENSZ Fenntartható Fejlődési Céljait, mert azok valóban releváns bepillantást engednek a fenntarthatóság kifejezés mögött meghúzódó globális problematika összetettségébe. Hasznos továbbá, ha megtanítjuk nekik a fenntarthatóság bruttland-féle definícióját, de a legnagyobb szolgálatot azzal tesszük, ha fő vonalaiban megismertetjük velük a fejlődés szó körüli problémákat, különös tekintettel arra, hogy a gazdasági növekedés kérdése miként vet fel kínzó dilemmákat.

Nagyon jó, ha tudunk a Degrowth (Nemnővekedés-) közgazdasági mozgalmáról, valamint az *ökológiai közgazdaságtan* létéről és alapállításairól. Utóbbi nem azonos a környezetgazdaságtannal, amely (leegyszerűsítve) a hagyományos gazdasági paradigmán belül a környezeti komponensek (externáliák) beárazására törekszik, és azzal nagyjából meg is elégszik, hanem ezzel szemben gyökeresen más gazdasági alpműködés és szemlélet lehetőségeit kutatja (<https://tudastar.mk.uni-pannon.hu/ff/03-fgazdasag/FGazdasag.xhtml#d6e445>). Nobel-díjasa is van Elinor Ostrom személyében. Pályaválasztásra készülő középiskolás diákoknak ezekről szóló anyagokat egy az egyben ajánlhatunk, mint amilyen például az Új Egyenlőség magazin Zöld Egyenlőség podcastja (<https://ujegyenloseg.hu/category/podcast/zold-egyenloseg/>)

A fogalomról beszélgetve az alábbi és ezekhez hasonló kérdések csoportos megbeszélése kialakíthatja diákjainkban a diszkurzív viszonyt a fogalmi felhő fő elemeivel:

Mit is akarunk fenntartani? (a gyarapodást, a megélhetést, az emberfaj életét, az életszínvonal növekedését, az életszínvonalat, az életminőséget, a bioszféra állapotát stb.?)

Jó mérőszáma-e egy társadalom boldogulásának a GDP?

Miért ez hallani a legtöbbet?

Jó mérőszám-e a HDI (Human Development Index), amely három elemből tevődik össze: oktatás, születéskor várt élettartam és anyagi jólét?

Milyen mérőszámok vannak még?

Mi kell a jó élethez?

Mi a különbség szükségleteink és igényeink között?

Mi a különbség életminőség és életszínvonal között?

Van-e összefüggés életminőség és életszínvonal között? (Van, és nem lineáris!)

Biztosíthat-e önmagában a technológiai fejlődés megoldást a fenntarthatóság kérdéseire (Itt mindenképp legyünk felvértezve a Jevons-paradoxon ismeretével)?

Le kell-e mondanunk dolgokról a fenntarthatóság érdekében, illetve biztosan lemondás-e, ha a ma szokványosnál anyagi szempontból mértéketesebben élünk? (Itt persze tekintettel kell lenni a tanulói csoport átlagos szociális helyzetére illetve differenciálás lehet szükséges, ha nagy anyagi különbségek jellemzők tanulóink családjai között).

A túlnépesedés kérdése..... (<https://index.hu/tudomany/til/2022/12/17/hany-embert-kepes-eltartani-a-fold/> - cikk végkicsengésére reflektálni! - akár diákokkal!)

KIEGÉSZÍTÉS A „FOGYASZTÓI ÉLETMÓD ISMÉRVEI ÉS KRITIKÁJA” C. ALFEJEZETHEZ

Egy rövid, kreatívan illusztrált, magyarul is feliratozott videóban foglalja össze a lényegét a szerző (<https://www.youtube.com/watch?v=T8pyL6X7Z6w&t=336s>), melyet a diákok is megtekinthetnek, házi feladatként szemelvényeket készíthetnek belőle, véleményezhetik,

kritikai megjegyzésekkel láthatják el azokat. Globális kontextusba helyezve szintén kritikai álláspontot mutat be a Tárgyaink Története kisfilm (Annie Leonard és csapatának alkotása eredetileg The Story of the Stuff címmel, magyar felirattal szintén megtekinthető 21 percben akár tanórai keretek között – <https://www.youtube.com/watch?v=CwmYd4pDd18>). Bár a film amerikai adatokkal van tele, a mai magyarországi kép többé-kevésbé hasonló. Igen információ-tömény alkotás, sokoldalú, saját tanulói tevékenységen alapuló feldolgozása is lehetséges – lp. kigyűjthetik belőle a tanulók azokat a mondatokat, melyek a fenti négy kritériummal állíthatók párhuzamba. A Tárgyaink Története egy oktatófilm-sorozat fő darabja, melynek további részei (pl. A palackozott víz története, A kozmetikumok krónikája stb.) szintén fellelhető magyar feliratozással vagy hangalámondással az interneten a Diverziti Egyesület munkájának köszönhetően.

A téma egy másik lehetséges feldolgozási módja, ha a kortárs művészet optikai lencséjén keresztül vesszük szemügyre a korunk berendezkedésének visszasságait. Felküldhetjük tanítványainkat a világhálóra, hogy keressenek olyan képzőművészeti alkotásokat, melyekben a fogyasztói társadalmi jelenségek kritikája fogalmazódik meg. A "consumerism critics" keresőkifejezés egy képkereséshez jó kiindulás kezdésként, de javasolhatjuk nekik pl. Angel Boligan, Pawel Kuczynski, Andy Singer vagy más alkotók munkásságát is. Legjobb azonban, ha maguk találják (és akár töltenek fel közös tárhelyre) őket megszólító alkotásokat, és röviden meg is fogalmazzák találataikról, hogy miként dekódlják annak üzenetét, és mi szólította meg őket az alkotásban.

KÖRNYEZETÜNK SZENNYEZÉSE, KÖRNYEZETI EXPOZÍCIÓK

Kiegészítés a „Környezetszennyezés fajtái” c. alfejezethez

Különböző típusú „zajok, hangok” felvételeinek lejátszása a diákoknak, nekik meg kell állapítani, melyek minősülnek zajszennyezésnek.

Feladat: felismerni az adott hangokat/hangzásokat és megállapítani, zajszennyezésnek számítanak-e.

Fényszennyezéshez javasolni egy esti (sötét) városi sétát. Ezt összehasonlítani egy kirándulás alkalmával „mérhető” fényszennyezéssel.

A diákok válaszolják meg az alábbi kérdéseket, nézzenek utána:

- Milyen kémiai szennyeződést ismernek a diákok a saját közvetlen környezetükben?
- Soroljanak fel minél több biológiai szennyeződést is!
- Mire használnak ma műanyagot – ami kiváltható lenne egyéb, kevésbé környezetszennyező anyagokkal?
- Melyek a leggyakoribb levegőszennyezések azon a területen, ahol laknak? Hasonlítsák össze a különböző országok adatait!
- Keressenek adatokat a diákok magyarországi természetes vizek állapotáról!
- Kérdés: biztonságos-e az ivóvíz Magyarország teljes területén?
- Milyen szennyeződések érhetik a talajt különböző üzemek telepítésekor/működésekor? Mire kell figyelni például egy akkumulátorgyár

telepítésekor? Hogyan szennyezhetik a levegőt/vizeket/talajokat a különböző közlekedési eszközök? Miben tudná megadni az elektromos autók problematikáját?

Néhány példán keresztül nézzük meg (és a diákokkal is vitassuk meg!), hogy mennyi idő alatt bomlanak le valójában bizonyos hulladékok a hulladéklerakókban: cigarettacsikkek - 10-12 év; átlag horgászsinór - 600 év; gumicsizma talpa – 50-80 év; habosított műanyag poharak - 50 év; tejesebdozok - 5 év; festett karton - 13 év; pamutkesztyű - 3 hónap; nylon szövet- 30-40 év; bádogdoboz- 50 év; alumíniumdobozok- 200-250 év; - egészségügyi betétek - 500-800 év; - gyapjú ruhák- 1-5 év stb.

(forrás:http://storage.neic.org/event/docs/1129/how_long_does_it_take_garbage_to_decompose.pdf)

Meg kell jegyezni azonban azt is, hogy a lebomlás sebessége számos környezeti paramétertől, illetve lebontó mikroorganizmusok jelenlététől is függ.

KIEGÉSZÍTÉS A „KÖRNYEZETVÉDELEM ALAPELVEI” C. ALFEJEZETHEZ

A diákokkal együtt átbeszélni, hol, milyen problémákat vet fel a túlnépesedés?

KIEGÉSZÍTÉS A „FELGYÜLEMLŐ” HULLADÉKOK C. ALFEJEZETHEZ

A diákokkal fel kellene dolgozni az alábbi témákat:

1. Közvetlen környezetükben milyen hulladékokkal találkoznak, melyek számítanak veszélyes hulladéknak, miért.
2. Járjanak be különböző területeket (pl. Budapest egyes kerületei) és fényképek és esetleg videofelvételekkel támasszák alá észrevételeiket.

KLÍMAVÁLTSÁG ÉS EGYÉB KRÍZISTÉNYEZŐK

Kiegészítő feladat a diákoknak a „Magyarország környezeti állapota” c. fejezethez

A diákok gyűjtsenek példákat magyarországi (akár lakóhelyi viszonylatban) az alábbiak kapcsán:

- regeneratív tájgazdálkodás a szakaszoló legeltetés
- permakultúra
- ártéri gazdálkodás
- szálaló erdőgazdálkodás,
- növényi kártevők biodiverzitás-alapú visszaszorítása
- biológiai szúnyoggyérítés
- talajok takarása és humuszosítása

- komposzttoalett-használat

AZ ÖKOLÓGIAILAG FELELŐS CSELEKVÉS FORMÁI – LEHETSÉGES MEGOLDÁSOK

KIEGÉSZÍTÉS A „MI VAN AZ EMBEREK FEJÉBEN? - TIPIKUS HOZZÁÁLLÁSTÍPUSOK AZ ÖKOLÓGIAI VÁLSÁGHOZ” C. ALFEJEZETHEZ

Hogy a tanulók¹ további szellemi orientációjához is fogódzókat kínáljunk, és egy megnyugtató viszonyítási rendszert is találjunk, amelyben elhelyezhetik mások gondolatiságát, érdemes tehát tisztázni, hogy milyen alapvető attitűdtípusok élnek egymás mellett a világban a környezeti válságot illetően.

Azoknak, akik vállalkoznak arra, hogy tanulóikkal feldolgozzák ezt a témakört, felvázolunk két, véleményünk szerint jól használható tipológiát. Elsőre egy igen világos, egyszerű, könnyen megjegyezhető felosztást érdemes bemutatni, de létezik finomabb felbontású rendszer is, amelybe a témában jobban elmélyülni vágyók beleáshatják magukat: itt a függelékben egy ilyet mutatunk be röviden, a (13 kategóriával).

¹Ebben a témában a középiskolás tanulók a célközönség.

Igény szerint tanulóinkkal is megismertethetjük, ha az érdeklődésük elbírja, illetve, ha el akarjuk mélyíteni bennük a vonatkozó kérdéskör ismeretét. Megtehető például, hogy egy interaktív gyakorlat keretében cetlik vagy kártyák csoportosításával nekik kell átfedésbe hozni a fent tárgyalt négyes és a most következő tizenhármas tipológiát. Miközben megvizsgálják a megkülönböztetendő nézőpontokat, várhatóan bele is helyezkednek azokba néhány gondolat erejéig, és megtapasztalhatják az elméletileg felvehető álláspontok sokféleségét és különbözőségeit.

Rövid jellemzés és néhány irodalomajánló Dave Pollard-féle hozzáálláskategóriákhoz A-tól M-ig. E vázlatos felsorolás azoknak kíván kiindulópontot kínálni, akik szeretnék magukat jobban beleásni a témába, és jobban megismerni a szóbanforgó irányzatokat.

A: Tagadók – Deniers

Nem egységes vagy saját identitással rendelkező csoport, így többé-kevésbé azzal írható körül, amit Takács-Sánta András saját rendszerében a Problémahárító típus leírásaként megfogalmaz.

B: Elragadtatás-hívők – Rapturists

Fundamentalista keresztény mozgalmak vallják (elsősorban Amerikában), hogy Krisztus második eljövetele küszöbön áll, az ökológiai krízis pedig a végidők jele. Jézus az őt követő híveket második eljövetelekor elragadja (elragadtatás), az apokalipszis szörnyűségeitől azok tehát megmenekülnek. Környezetvédelmi erőfeszítéseknek nem látják értelmét és létjogosultságát sem. Megjegyzendő, hogy ez semmiképpen sem tekinthető általános keresztény álláspontnak az ökológiai krízissel kapcsolatban (ld. még teremtésvédelem).

Magyarul (bár környezetvédelmi relevancia nélkül) ez a forrás például képviseli a meggyőződést: <https://bibliaiprofeciak.webnode.hu/a1-a-veg-kezdete/>

C: Globalisták (Sokkdoktrína, Randiánusok) – Globalists (Shock Doctrine, Randians)

A Takács-Sánta-féle rendszerhű ökokraták keményvonalasai lehetnek, egységes vagy tudatosan szerveződő csoportnak aligha tekinthetők. Az alárendelt (zárójeles) kifejezések Naomi Klein Sokkdoktrína c. könyvére illetve Ayn Rand író munkásságára utalhatnak. Randianism: <https://en.bab.la/dictionary/english/randian>

D:Technoutópisták (Új-Environmentalisták, Poszthumanisták) – Technoutopians (Neo-Environmentalists, Post-humanists)

Az Új-Environmentalizmus Pollard felfogásában azokra vonatkozik, akik minden bizonyíték ellenére abban hisznek, hogy innováció és technológia elegendő a „zöld forradalom” előidézésére, a megújuló energia teljes mértékben felváltja a szénhidrogén energiát, megakadályozza az összeomlást és a klímaváltozást visszafordítja. Az irányzat jellegzetes figurája Rebecca Solnit. Példa erre vonatkozó írására (angol nyelven): <https://www.theguardian.com/commentisfree/2023/jul/26/we-cant-afford-to-be-climate-doomers>

Poszthumanizmus (Transzhumanizmus): <https://hu.wikipedia.org/wiki/Transzhumanizmus>

Neo-environmentalism: Progresszív, üzletbarát, posztmodern felfogása a környezeti dilemmának. A hagyományos zöld gondolkodást, amely a korlátokra és a társadalmi értékek átalakítására helyezi a hangsúlyt, naivnak tartja. Az új technológiák, a globális kapitalizmus és a nyugati típusú fejlődés szemükben nem a probléma, hanem a megoldás. Nézetük szerint a jövő a biotechnológia, a szintetikus biológia, a nukleáris energia, a nanotechnológia, a geomérnöki és minden egyéb új és összetett dolog lelkes felkarolásában rejlik. forrás: <https://www.theguardian.com/commentisfree/2012/aug/01/neogreens-science-business-save-planet>

Ezzel a gondolkodásmóddal kapcsolatban “egyrészt-másrészt” viszony kialakítása javasolható. A zöld(ebb) technológiák fejlesztése fontos! Környezetterhelése azonban minden technológiának van, és a Jevons-paradoxon miatt ezek önmagukban nem vezetnek kisebb ökológiai lábnyomokhoz. A társadalmak egészét átható értékrendváltáson alapuló radikális életformaváltoztatás szorgalmazása nélkül (ld. még a közlegelő tragédiájáról és a fogyasztói társadalomról szóló fejezeteket) illuziórikusnak tűnik ezektől várni valódi “zöld forradalmat”.

E: Integrál szemlélet, tudatalatti programozók stb. – Integrals, reprogrammers

Dave Pollard így ír: "Bevallom, nem ismerem túlságosan azoknak a filozófiai vagy politikai nézeteit, akiket “integrálóknak” vagy “tudatalatti programozóknak” nevezek, de ismerek jó néhány embert, pl. Wilber, a spiráldinamika, a neurolingvisztikai programozás, néhány harcművészet stb. híveit, akik – amennyire meg tudom ítélni – úgy gondolják, hogy az önfejlesztés konkrét programjain végzett kemény munka a személyes üdvösség kulcsa, és azok, akik ebben különösen jók, képesek túllépni a normál emberi korlátokon, és így válhatnak választott vezetőkké, amikor beüt a krach. Nem azt mondom, hogy ezek a csoportok mind ugyanabban a dologban hisznek, és nem is mondok ítéletet róluk, csak azt mondom,

számomra úgy tűnik, hogy egy mintához, egy klaszterhez igazodnak, ami észrevehetően különbözik a diagram többi „táborától”.
(saját fordítás; forrás: <https://howtosavetheworld.ca/2013/02/04/preparing-for-collapse-the-new-political-map/>)

Integrál szemlélet, spiráldinamika (a szemléletet képviselő oldal):
<https://blog.integralakademia.hu/gondolkozz-szineken-a-spiraldinamika-elmelete/>

F: Humanisták, Elfoglaló mozgalom/Metamozgalmak, tudatra ébredésben hívők – Humanists, Occupy/Metamovements, Human consciousness

Tudatosan szerveződő aktív mozgalmak, a fősodratú rendszer kritikája és a paradigmaváltó gondolkodásmód miatt (is) figyelemre méltó irányzat ez.

Occupy - Elfoglaló mozgalom: <https://merce.hu/2021/10/19/utopia-a-jelenben-10-eves-a-z-occupy-mozgalom/>

https://occupy.fandom.com/hu/wiki/Occupy_mozgalom

Human consciousness: talán “öntudatra ébredés” kifejezéssel fordítható nézettípus. Pollard az egyik legjellegzetesebb megnyilvánulásának Charles Eisenstein munkásságát tartja, akinek magyar nyelven is jelent meg könyve, és magyar nyelvű (vagy feliratos) videók is találhatók róla ill. tőle.

G: Átmenet vagy átalakulás mozgalom, Reziliencia mozgalom – Transition/Resilience movement

Konstruktív jobbító irányzatok, az alulról építkező, együttműködésen alapuló, valódi változások katalizálása mindenképp elismerendő és követendő vonásuk.

Transition movement - átmenet-mozgalom ismertetés:

https://epa.oszk.hu/01700/01739/00085/pdf/EPA01739_eszmelet_2013_100_tel_112-129.pdf

Magyarországon is jelen van: <https://kozossegek.atalakulo.hu/mirol-szol-az-atalakulas>

Reziliencia-mozgalom - angolul saját honlapjukról: <https://resiliencemovement.eu/english/>

H: Mélyzöld aktivisták – Deep Green activists

Radikális rendszerkritikát megfogalmazó mozgalom. A Takács-Sánta-féle “békésátmenet-hívő” kategóriába tartozását a “békés” kitétel valamelyest talán megkérdőjelezi.

A Deep Green Resistance honlapjának magyar fordítása is van:
<https://old.deepgreenresistance.org/hu/who-we-are/about-deep-green-resistance>

I: Kommunitáriusok – Communitarians

Mint sajátos arculattal rendelkező mozgalom inkább a globális Dél országaiiban (Latin-Amerika, Afrika) körvonalazódik. Az a belátás azonban, hogy alulról szerveződő, és a közösségi létformát újraélesztő embercsoportok lehetnek a kulcsa az ökológiai kiút keresésnek nem korlátozódik a "harmadik világra". Mint egy másik fejezetben bővebben is tárgyaljuk ez a megközelítés Magyarországon sem példa nélküli, és igen ígéretes paradigmát kínál, amely mindenképpen megérdemli, hogy megismerjük és felzárkózzunk hozzá. A <https://kiskozossegek.hu> és <https://kiutak.hu> oldalakon érdemes tovább tájékozódni.

Kommunitarianizmus:

<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frsus.2022.944252/full>

J: Egzisztencialisták, Dark Mountain mozgalom – Existentialists, Dark Mountain movement

Az elkerülhetetlennek elkönyvelt összeomláshoz történő egyéni, belső alkalmazkodást (mentálhigiéné, művészet, közösségiség útján) előtérbe helyező mozgalom. A pesszimista kilátásokkal való bátor szembenézést és emberileg magas minőségű válaszlépéseket igyekeznek elérni. Leírása alapján a Dark Mountain mozgalom szellemi rokonságot mutat a később útjára indult mélyalkalmazkodás (deep adaptation) mozgalommal, mely az utóbbi időben hazánkban is terjed. Konstruktív vonásai ellenére beletörődő alaphangoltsága miatt csak óvatos, kritikus megismerését javasolhatjuk.

Dark Mountain kulturális mozgalom: <https://greenfo.hu/hir/nekunk-befellegzett/>

K: Önkénteskihalás-hívők – Voluntary Human Extinctionists

VHEMT névrövidítéssel tudatosan szerveződő mozgalom, az emberiség önkéntes kihalását szorgalmazza. Alapfilozófiájuk nyilvánvaló ellentmondásossága mellett bizonyára megvannak a maguk érvei, melyek megvitatása érdekes lehet, de nem javasolhatjuk a besorolást ebbe a szemléletmódba.

Magyar nyelvű ismertető: <http://titkokszigete.hu/egy-szervezet-celja-hogy-az-emberiseg-onkent-kihaljon-30-eve-kuzdenek-ellenunk/>

A szervezet saját honlapja és a mozgalomról szóló angol nyelvű wikipédia oldal: <https://www.vhemt.org/>;

https://en.wikipedia.org/wiki/Voluntary_Human_Extinction_Movement

L: Rövidtávúkihalás-hívők – Near Term Extinctionists (NTHE)

Az emberi faj küszöbön álló, elkerülhetetlen kihalását tényként könyvelik el. A véleménycsoport emblemikus képviselője Guy McPherson, az Arizonai Egyetem emeritus professzora, akinek előadásai, interjúi, egyéb mondatai magyarul is fellelhetők a weben. Már 2022-re is jósolta a Homo sapiens kihalását.

<https://mikenowak.net/2019/09/28/guy-mcpherson-near-term-human-extinction/>

M: Új-Túlélők – Neo-Survivalism

A Takács-Sánta-féle katasztrofisták emblematikus képviselői. Angol nyelvű források: <https://trendsresearch.com/wp-content/uploads/2020/05/TA-Winter-2010-neo-survivalism.pdf>

<https://academic-accelerator.com/encyclopedia/survivalism> - itt a 2020-as évekről szóló részben közelebbi ismertetés olvasható a "Neo-" irányzatról.

A "prepper" szubkultúrával kapcsolatban – fatalista és voltaképpen önző mivolta dacára – elismerhető az a törekvés, hogy ne "letolt gatyával" várjuk az esetleg bekövetkező nagyobb megrázkódtatásokat, hanem legyünk minél többen tudatosan felkészülve váratlan krízishelyzetek legalább rövid távú átvészelésére (pl. tartsunk otthon tartós élelmiszerekből, gyertyából, elemekből, fűtőanyagból stb. némi készletet). Egy-két hétre elegendő "túlélőkészlet" birtoklása a népesség kritikus hányadában már megelőzheti felvásárlási – vagy egyéb természetű – pánikhelyzetek kialakulását, segíthet megőrizni a társadalom stabilitását, amíg közösségileg feltaláljuk magunkat a váratlan helyzetben. A finn társadalomban ez például – igaz, inkább történelmi tapasztalatok és klimatikus adottságok miatt – magától értetődő dolog. Egy készletfelhalmozó harácsolás azonban semmiképp ne váljék fő életvezetési stratégiánkká!

Kitekintésként utalnánk arra, hogy a radikális környezetvédő mozgalmak akcióira vonatkozó kérdésre (magukat odaláncoló Greenpeace-aktivistákra utalva) a korábbi gondolkodástípusok tanulmányozásával hiába keresünk választ. Ebben az esetben ugyanis nem az ökológiai válsághoz és nem is az összeomláshoz való viszonyulás, hanem az emberek által *célravezetőnek ítélt cselekvésekkel* kapcsolatos hozzáállások tipizálása segítene (ha segítene). Ez pedig egy másik kérdéskör.

Ha mindezt tudatosítottuk, ez alkalmat kínál a továbblépésre a teendők kérdésköre felé. (Érdekes lehet a tanulókkal közösen megkísérelni egy ilyen tennivaló-tipológia felvázolását és megvitatását. Léteznek például semmittevők, saját háztartásukat zöldizők, felvilágosító munkát végzők, ökoélelmiszer-termelők, készlethalmazók, közösségalapítók, kutatók, aktivisták stb.) Ezzel kapcsolatban annyi eligazító megjegyzést még megengednénk magunknak, hogy a fent tárgyalt hozzáállástípusokkal szemben, ahol nem csak lehet, de véleményünk szerint kell is egyértelmű iránymutatást adni a diákoknak saját álláspontjuk orientálásához, addig itt (a semmittevés és az ökoterrorizmus szélsőségit leszámítva) véleményünk szerint nem kell keresni az optimális pozíciót. Mivel különbözőek vagyunk, a Greenpeace-aktivista cselekedete például egyikünknek lehet visszatetsző, míg másikunk számára elgondolkodtató vagy egyenesen imponáló. Vagy a nullahulladék (zero waste) életmód bár önmagában joggal kevesellhető, mégis fontos mérőföldkő lehet a világművelő életmód kialakításában. A cselekvési stratégiák sokféleségében (melyek mindegyike lehet részben célravezető) találja meg ki-ki az életállapotához, személyiségéhez és meggyőződéséhez illőt, majd innen léphet tovább.

Gyakori vitatéma (és az egyéni felelősségelhárítás gyakori hivatkozási pontja), hogy elsősorban kik is tehetők felelőssé az ökológiai válság kialakulásáért és elmélyüléséért, illetve kitől volnának elvárhatóak azok a hathatós lépések, melyek kivezetnének belőle. Egészen biztos, hogy tanulóink fejében is eleve él egy elképzelés erről, amelyet érdemes előcsalogatni,

tudatosítani, reflexió tárgyává tenni, majd kiegészítve tovább fejleszteni. Ám milyen irányba fejlesszük tovább, ha meglehet, nekünk magunknak sincs kiforrott álláspontunk ebben az összetett kérdéskörben?

KIEGÉSZÍTÉS A „KI A FELELŐS? C. TÉMAKÖRHÖZ

Felhívható a gyerekek figyelme, hogy ők (ha jól működő osztályközösség tagjai) most még megélhetnek egy viszonylag hasonló, nagyon is embernek való életállapotot társaikkal! A rendszeres személyes találkozások, közös akciók és élmények, közös történet és identitás: mind az egészséges közösségiség ismérvei. A közoktatásból kikerülve azonban egyenes utak vezetnek majd számukra az elszigetelődéshez és elmagányosodáshoz (a "tömegben magányos" állapot egyébként egy családot is sújthat, nem csak egyént), hacsak nem fogják kellő tudatossággal vezetni az életüket ebből a szempontból is.

Sajnos az emberi kapcsolatok óhatatlanul konfliktusokkal terheltek olykor, ezért a közösségi kapcsolataink felszámolását (ha egyáltalán kialakulnak) könnyen választjuk ezen konfliktusok "megoldására", ha együttműködési kényszerek hiánya, a fogyasztói vigasztalások vagy a "közösségi médiában" megélhető kvázi kapcsolatok erre lehetőséget kínálnak. Holott később a kapcsolatmegszakítás általában megbosszulja magát. (Persze itt nem bántalmazó kapcsolatokról beszélünk, amelyeket sokszor valóban a legjobb megszakítani.) Itt is a rövid távú és hosszú távú érdekek konfliktusa érvényesül, az előbbiek győzelmével. (ld. még a közlegelő tragédiájáról szóló fejezetet.)

Ennek a nehézkedésnek a leküzdéséhez is tudatosodás kell tehát, diákjaink környezeti tudatosodását ezért nagyon érdemes ebbe az irányba is kitágítani. Természetesen nekik sem életkorukból¹ sem életállapotukból fakadóan nem feladatuk még ilyen területen életdöntéseket hozni, ám nagyon jó, ha szembesülnek az ezzel kapcsolatos gondolatokkal, érvekkel, szempontokkal, és át is gondolják, fel is dolgozzák őket. Lehet bízni abban, hogy későbbi élethelyzeteik fel fogják idézni bennük mindezek lényegét.

Hasznos háttérolvasmány mindehhez Takács-Sánta András: Kisközösségek békés ökoforradalma c. írása (<https://ellensuly.hu/kiskozossegek-bekes-okoforradalma/>) és sok más publicisztikája is (melyek egyszerű internetes kereséssel könnyen fellelhetők). A kisközösségek szervezéséhez és a közösségi cselekvés lehetőségeinek megtalálásához segítséget kínál a Kisközösségi Program (<https://www.kiskozossegek.hu/>) valamint annak <https://kiutak.hu/> címen fellelhető tudásbázisa. Megismerésre érdemes még az Átalakuló Közösségek mozgalom

¹ Az ökológiai válsággal kapcsolatos témákat elsősorban a kamasz korosztállyal érdemes megbeszélni. Egyéni útkeresésükre, identitásformálódásukra és igazságérzetükre alapozva fogékonnyá lehet tenni őket mindezen témák iránt. Fiatalabb korosztályokat nem tanácsos jobban kitenni az krízishelyzettel való szembesülésnek, mint amennyire saját érdeklődésből felhozzák azt témaként. Náluk a természeti nevelésre (a természeti világ ismeretének és szeretetének növelésére) kell helyezni a hangsúlyt (sok saját "terepi" élménnyel), ami megágyaz a későbbi érzékenységnek és "konstruktív felháborodásnak", amikor a természet kizsákmányolásával szembesülnek.

(<https://kozossegek.atalakulo.hu/>), akinek pedig lehetősége van rá, látogassa meg a magyarországi ökofalvakat is.

KIEGÉSZÍTÉS A „SZEMLÉLETVÁLTÁS A FOGYASZTÁSBAN” C. ALFEJEZETHEZ:

Érdemes a témát a diákokkal is végigbeszélni, ütköztetve a szükséges és elégséges vásárlási kategóriákat a túlfogyasztásból és esetleg „divatból” vásárolt holmik kérdéskörével. Érdekes téma lehet a különböző generációk vásárlási szokásainak is utánanézni.

Érdemes a diákokkal átbeszélni azt is, mennyire értenek egyet a körforgásos teóriával, mennyiben befolyásolják az egyéni érdekek a csoportok, közösségek érdekeit és lehetőségeit.

KIEGÉSZÍTÉS A HULLADÉK-MEGELŐZÉS ÉS SZELEKTÍV HULLADÉKGYŰJTÉS C. ALFEJEZETHEZ.

Ez is olyan téma, amely bármely korosztály számára érdekes és fontos lehet – a gyerekeknek pontos információk kellene arról, mit, hogyan és hová lehet leadni, hogyan lehet kezelni. Itt mi magyarországi lehetőségeket soroljuk fel. Javasoljuk, hogy a diákokkal folytassák az ötletelést a témában!

KIEGÉSZÍTÉS A „MEGOLDÁSOK KERESÉSE – EGYÉNI MEGOLDÁSOK ÉS AMI AZOKON TÚL VAN, ÖNKÉNTESÉGEN ÉS ÉLETSZEMLÉLET VÁLTOZÁSON ALAPULÓ MEGOLDÁSOK” C. FEJEZETHEZ

Az alább sorolt cselekvési tippeket valamilyen formában dolgoztassuk fel a diákokkal. Értékelhetik, osztályozhatják őket különböző szempontok szerint. Például:

5: Eddig is (sokszor) csináltam.

4: Eddig nem ismertem, de holnaptól akár csinálhatom így is.

3: Nem csinálnám, mert... (itt indoklást adni. Pl. kivitelezhetetlennek tartom, nem hiszem, hogy működik stb.)

2: Nem érint (pl. nem locsolok, hisz nincs is kertünk).

1: Egyéb, éspedig ... (nem értem, jobb ötletem van stb.)

* : csillaggal jelöld meg, amit különösen hatékony környezetkímélő megoldásnak értékelsz.

(Ehelyett természetesen más feldolgozás is megvalósítható. A cselekvési tippeket témakörökre bontottuk, ez azonban természetesen újrarendezhető. A lista tetszés szerint rövidíthető vagy bővíthető. Félkövérrrel kiemeltük az “erősebb” tippeket, amelyekkel jelentősebb lábnyomcsökkentés valósítható meg, de tetszés szerint ez a kiemelés is elhagyható. Engedjük, hogy a diákok megfogalmazzák kritikai észrevételeiket is az egyes

cselekvési lehetőségek kivitelezhetőségével, értelmességével kapcsolatban. Ezek érdemi beszélgetésre teremthetnek alkalmat.)

A közlekedési ökológiai lábnyom csökkentése

- Gyalogolj!
 - Kerékpározz! (Rollerezz, görkorizz...)
 - Inkább tömegközlekedési eszközökkel (autóbusz, villamos, metró, stb.) utazz, mint autóval!
 - A repülőgépek nagyon sok energiát fogyasztanak és sok légszennyező anyagot termelnek. Ha megválaszthatod, olyan úti célt és közlekedési módot válassz, amelyhez nem kell repülőre ülnöd. Legjobb a vonat. (Annál már csak a kerékpár vagy a séta jobb.;)
 - Ha autóval utaztok, tervezzétek meg ésszerűen az utat még a városban is, hogy ne fogyjon feleslegesen a benzin! Ezzel kevesebb szennyezőanyag jut a levegőbe, és olcsóbb is lesz az autózás.
 - Ha autóval visznek az iskolába, vigyétek el a környéken lakó gyerekeket is! Szervezzétek meg a közös fuvarozást! (Nézz utána a telekocsi mozgalomnak!)
 - Az autó kerekeit mindig az előírás szerint pumpáljátok fel! A lapos gumik miatt többet fogyaszt az autó.
 - Vezess lassabban, ezzel is csökken az autó fogyasztása, és biztonságosabb is! (90 km/h sebességnél 10%-kal kevesebbet fogyaszt az autó, mint ha 100-al menne)
 - Tartsd csukva a kocs ablakát, ha nincs túl meleg. A nyitott ablak rontja az autó légellenállását, ezért az energiát veszít.
 - Ha fél percnél hosszabb időre megállsz, kapcsolj le a motort!
 - Tankolj egyszerre kevesebbet! Könnyebb lesz az autó, kevesebbet fogyaszt majd!
5. Lefelé ne lifttel menj! (sőt, akár fölfelé se...)

A vízfogyasztási lábnyom csökkentése

Általános tanácsok:

- Gyűjtsd össze az esővizet, ezzel locsolhatod a kertben a növényeket, a fűvet, öblítheted a WC-t!
- Ne folyasd addig a csapot, amíg elég hideg, vagy elég meleg víz folyik belőle! Inkább tarts egy palack csapvizet a hűtőben. (A hűtőnek is jobb, ha tele van.)
- Javítsd meg a csapot, ha csöpög!
- Ne slaggal takarítsd a teraszt, a járdát stb.!

A szabadban:

- Minél kevesebbszer locsolj (csak amennyit szükséges)!
- Inkább locsolókannát használj és ne gumitömlőt (slagot)!
- A nap hűvösebb részében (este vagy kora hajnalban) locsolj! Így a párolgási veszteség kisebb.
- Ne öntözz, ha nagyon szeles az idő!
- Hagyd egy kicsit magasabbra nőni a fűvet, mert így árnyékolja a talajt és a gyökereket!
- Alkalmaz talajtakarást! Lassabban szárad a talaj, így öntözővizet spórolsz, és a növénynek is kiegyensúlyozottabb hozzáférése lesz a vízhez.
- A talaj humusztartalmának növelése (szerves talajtakarással, komposztálással) növeli a talaj vízmagtartó képességét!

A fürdőszobában:

- Legtöbbször zuhanyozz fürdés helyett!
- Alacsonyra tedd a zuhanyrózsát, vagy fogd a kezedbe, így kevesebb víz folyik mellé!
- A zuhanyozás általában ne tartson 5 percnél tovább! Mindezzel vizet és energiát egyaránt megtakarítasz!
- A használt papírzsebkendőt a szemetesbe dobd, a WC-ben egy öblítésre kb. 10-20 liter víz folyik le!
- Készíts „vízféket” a WC tartályokba, így kevesebb víz fog fogyni! Egy műanyag palackot töltsd meg vízzel, zárd le, és tedd bele a víztartályba!
- Zárd el a csapot, amíg a fogadat mosod!
- A mosógépet mindig teljesen töltsd fel ruhákkal. Válogasd szét a fehér és színes ruhákat!
- Csak a legmakacsabb szennyeződések ellen használj mosóport! Ne dőlj be a reklámoknak! Az általános szennyes (átizzadt póló, zokni stb.) nagyon kevés mosószerrel vagy mosósózával, sőt akár egyszerű vizes öblítéssel is megtisztul! A mosószóda a vízkőképződés ellen is hatásos!
- A fürdővizet hasznosítsd újra, töltsd bele a mosógépbe, használd WC-öblítésre!
- Szerelj levegőadagolót (víztakarékos perlátor) a csapokra otthon. Így kevesebb vízzel is elérhető ugyanolyan mosó hatás.
- Folyékonyszappan-adagolókra szerelj habosítót (vagy eleve ilyet szerezz be), így nem fogtok feleslegesen sok szappant nyomni a kezetekre (és juttatni a vízbe aztán).
- **Ha meg tudod oldani, használj alomszékert! (itt olvashatsz róla bővebben: <http://okovolg.hu/alom-lenne-az-alomszek-bebizonyitjuk-hogy-nem-az/>) A talajerő-utánpótlás (trágyázás) legtermészetesebb módja is ezzel valósítható meg.**

A konyhában:

- Mosogatáskor félig töltsd vízzel a mosogatót, ebben öblítsd az edényeket!
- Ne mosogass folyóvízzel!
- A gyümölcsöt tálban vagy a mosogatóban mosd meg, ne folyó vízben!
- A gyümölcs-zöldségmosáshoz használt vízzel aztán öntözz növényeket!
- Teafőzésnél csak annyi vizet forralj föl, amennyit meg is iszol.
- A zöldségeket kevés vízben párold meg!
- Igyál csapvizet ásványvíz helyett! (Az állni hagyott csapvízből kiszellőzik a klór.)
- Használj fedőt, így nem kell utántölteni az elforrt vizet!
- Étkezés után töröld ki a tányérod kenyérrel. Később szennyeződik majd el a mosogatóvíz, így ritkábban kell cserélni.

Élelmiszer fogyasztási lábnyom csökkentése

Nagy tételben és nagy kiszereelésben vásárolj, ha tartós élelmiszert veszel!

- Vegyél sokféle helyben termelt gyümölcsöt, zöldséget!
- Tervezd meg előre a heti étrendet, ne vásárolj felesleget!
- **Kerüld az impulzusvásárlást! Vásárolj bevásárlólistával, hogy ne vegyél felesleges dolgokat, vagy annyit, amennyi nem fogy el!**
- Ne dobj ki ételmaradékot! Ha ehető, turbózd fel, készíts belőle mást!
- **Fogyaszd el az ételt, mielőtt megromlik!**
- Ne vegyél egyenként csomagolt élelmiszereket!
- Hasznosítsd újra a műanyag palackokat, vagy csak visszaválthatót vegyél!
- **Hazai élelmiszereket vásárolj! A szállítás lábnyoma nagyon nagy!**

„Ökomangó az a mangó, amit nem veszel meg!”

- Vegyél részt a "szedd magad" akciókban!
- Termeld meg magad (lehetőségeid szerint) a saját zöldségedet, gyümölcsödet! (otthoni kiskertben, balkonon cserépben vagy akár városi közösségi kertben!)
- Kérd meg a boltosodat, hogy legyen a boltban helyi áru, és azt jelölje meg!
- **Közvetlenül a termelőktől vásárolj termelői piacon!!**
- Amikor csak lehet, friss élelmiszert vásárolj. Télen eltartható hazai gyümölcsöt vegyél, vagy befőttet, esetleg fagyasztottat, a külföldről behozott gyümölcs helyett!
- A kedvenc müzlidet magad állítsd össze a nyersanyagokból!

- **Az évszaknak megfelelő gyümölcsöket vedd!**
- Tartósítsd magad a szezonális gyümölcsöket (befőzés, aszalás, szárítás stb.)!
- **Ne szokj rá a kávé, a tea, a kakaó, csokoládé rendszeres fogyasztására!** Ha mégis veszel ilyet, méltányos kereskedelemről (fair trade) származót vásárolj. Ez drágább, de éppen azért, mert nem bérabszolgákkal termeltetik meg a harmadik világban. (Sajnos az általános kereskedelemben kaphatókat igen!)
- Helyezkedj mélyebbre a táplálékláncokon! A húsfogyasztás lábnyoma nagyon nagy, és átlagban rengeteg húst eszünk, ami nem is egészséges! Sokan vállalják, hogy csak hétvégén, vagy ünnepeken esznek hústartalmú ételeket, ők a „hétköznapi vegetáriánusok”. A teljes értékű fehérje- és vitaminbevitelre viszont figyelni kell!
- Még kisebb lábnyomot jelent a teljes vegetáriánus életmód. A teljes értékű fehérje- és vitaminbevitelre viszont ilyenkor még jobban figyelni kell! (A veganizmust nem ajánljuk: helyi, termelői, szezonális és feldolgozatlan forrásokból – tehát ökológiailag is etikusak – nem oldható meg a szükséges tápanyagteljesség)
- **Ha húst fogyasztasz, igyekezz háztáji tartásból, regeneratív legeltetésből vagy vadászatból származó húst beszerezni.** Ennek környezetterhelése sokszor kisebb lehet még olyan növényi táplálékoknál is, amelyek intenzív monokultúrák termesztéséből származnak.

Hulladék lábnyom csökkentése

- **Gyűjtsd szelektíven a papír, üveg, alumínium és műanyag hulladékot!** (Nem, nem öntik egybe úgylátja!)
- Komposztáld a szerves hulladékot otthon, vagy csatlakozz be közösségi komposztálásba!
- Ha csak teheted, vásárolj inkább újrahasznosított anyagból készült termékeket! (füzet, könyv, ajándéktárgyak, WC-papír stb. ...)
- Használd újra a csomagolást otthon! (töltsd meg a befőttes üveget, a zacskót stb.)
- Alkoss valamit a használható hulladékból; neked is lehet alapanyag!

Élelmiszer-hulladék

- **Csökkentsd a megvásárolt élelmiszer mennyiségét a szükségesre!**
- Az ehető maradékot használd fel újra, készíts belőle mást!
- **Komposztáld a zöld hulladékot!**
- Készíts listát vásárlás előtt, és ne vedd meg mást, csak ami rajta van.
- **Tarts a konyhai hulladékon haszonállatot (pl. csirkét).**
- **Gondolkozz, mielőtt vásárolsz: Tényleg kell ez nekem? Nem túlcsomagolt ez?**

Háztartási veszélyes hulladék

- Próbálj olyan eszközöket használni, amelyek nem elemmel működnek!
- Használj tölthető akkumulátorokat!
- **Gyűjtsd külön az ólomtartalmú elemeket, akkumulátorokat, és add le azokat a veszélyes hulladék gyűjtésekor, vagy az üzletekben található elemgyűjtőkben!**
- Vízrel hígítható festékeket használj az olajos festékek helyett!
- Vízrel hígítható ragasztót használj!
- Komposztálj a kertben, és ezt használd műtrágya helyett!
- Természetbarát módon gyomtalaníts, és így védekezz az állati kártevők ellen is!
- Gyorsan bomló, nem mérgező tisztítószeret használj!
- Használj kevesebb vegyszert, kísérletezd ki, melyik a legkisebb mennyiség, ami elég!
- Ne öntsd a használt olajat a lefolyóba! Gyűjtsd külön, add le veszélyeshulladék-gyűjtéskor vagy benzinkúton!
- **Ne öntsd ki a lejárt kozmetikumokat, tisztítószeret, tisztálkodási szeret! Add le a veszélyes hulladékkal!**
- **A lejárt gyógyszereket vidd vissza a gyógyszertárba! Soha ne dobd ki a szemétkbe!**
- Használj tisztításhoz, mosáshoz, mosogatáshoz mosódiót, mosósódat, szóda-bikarbónát, ecetet, citromlevet, szappant!
- Használj természetes tisztálkodási szeret, kozmetikumokat! (szóda-bikarbóna, ecet, szappan, kakaóvaj, olívaolaj, illóolajok... - lehetőleg ezekből is csak mértékkel: van, amelyet messziről kell utaztatni.)

Papír

- Textilzsebkendő-t használj papírzsebkendő helyett! Különösen, ha nem vagy beteg.
- Textiltörölközőt használj papír helyett!
- Ha lehet, textil szalvétát és pelenkát használj a papírból készült helyett!
- Porcelán vagy üveg táányérok használj a papírtányér/pohár helyett!
- Az ablakokat nedves ruhával vagy régi újságpapírral töröld le!
- Ne fehérített papírt használj!
- Az újságokat a szomszédal oszd meg, többen is olvashatják!
- Járj könyvtárba! (egyáltalán: a tárgymegosztás minden formája ökológus)
- **A papír mindkét felére írd vagy nyomtass! Használj kis betűméretet, keskeny margót és kis sorközt!**

- Tegyé ki az ajtóra egy cédulát, hogy nem kéred a reklámújságokat!
- Udvariasan utasítsd vissza a szórólapokat az utcán!
- **Ne vásárolj feleslegesen csomagolt árukat!**
- Olyan termékeket vegyél, amelyek csomagolása újrahasznosított!
- A felesleges újságpapírt gyűjtsd össze, és vidd el a papírgyűjtésre, hulladékátvevő telepre!

Műanyag

- Használd többször a műanyag flakonokat, dobozokat!
- **Ha üdítőt vásárolsz, minél nagyobb kiszerezésben vedd! Egy két literes kólásüveg sokkal kevesebb műanyag hulladékot jelent, mint 6 db 3,3 dl-es.**
- Ha van, zacskós tejet válassz, mert kevésbé terheli a környezetet, mint a flakonos, vagy a dobozos! (De a legjobb a kimért tej saját, többször használható edénybe.)
- Töltsd újra az flakonokat!
- **Ha bevásárolni mész, saját szatyrot vigyél, vagy használd fel többször, amiket kapsz, de legalább ne új műanyag szatyrokat használj!**
- Válassz műanyag helyett üveg csomagolást, amit többször lehet újrahasználni!
- A csipszes zacskót nem lehet szelektálni (mert műanyagot és fémbevonatot is tartalmazó kompozit anyag). Ezt vedd figyelembe!

Üveg

- Váltsd vissza a visszaválthatót! Az újratöltés energiatakarékosabb az újragyártásnál!
- Töltsd újra otthon a befőttes üvegeket!
- Ajándékozd el a befőttes üveget, ha nincs rá szükség, vagy vidd a piacra, ahol a termelők szívesen fogadják, újratöltik!

Fém

1. Válassz konzerv helyett visszaváltható üveges befőttet, dobozos üdítő helyett üvegbe palackozottat!

Egyéb

- **Nyugodtan szerezz be *használt* bútort, ruhát, szerszámot stb., ha jó állapotú!**
- Ne adj felesleges ajándékot!
- **Adj élményt ajándékba! (pl. adj színházjegyet, szervezz pikniket a barátaival stb.)**

- **Használd a kölcsönzőket és újraelosztó intézményeket** (bababörze, ruhacsereakciók, adományboltok stb.), ahol a feleslegessé vált, de használható árucikkek új gazdára lelhetnek!
- **Csereberélj! - ruhát, könyvet, használati tárgyat! Szervezz cserebulit!**
- **Általános szabály, hogy ha valami elromlik, igyekezz megjavítani vagy megjavíttatni ahelyett, hogy újat vennél.** Az új legyártása és a régi hulladékként való elnyeletése sokkal nagyobb környezetterhelést jelent, mint amennyire a javítás fáradsága terhel téged. Ráadásul utóbbiból sokat tanulhatsz is.)

Az energiafelhasználási lábnyom csökkentése

- A házad körül a fák és a bokrok védenek a zajtól, az erős fénytől, a melegtől és a szélről. Telepíts ilyeneket.
- Éjszakára vedd letebb a fűtést, ezzel csökkented a szoba hőmérsékletét és az energiafogyasztást!
- Egy fokkal alacsonyabb hőmérsékletre állítsd a fűtést, ezzel 5% energiát takaríthatsz meg!
- **Télen vedd fel még egy pulcsit, ha hűvös van, ne a fűtést tekerd maximumra!**
- Nyáron tartsd behúzva a függönyt, tartsd kint a meleget! Télen ne lógjon rá a függöny a fűtőtestre, mert kivezeti a meleg levegőt az ablaktáblához, ami ott lehűl!
- Cseréld, vagy tisztítsd rendszeresen a kazán szűrőjét!
- **Légkondicionálás helyett nyáron árnyékolj!**
- Ha már légkondicionáló berendezést használsz, tisztítsd vagy cseréld a szűrőjét előírás szerint, hogy ne csökkenjen a hatásfoka. (A kültéri egység hőleadását kihasználhatod szárításra, aszalásra.)
- Kapcsold le a lámpát, ha nincs rá szükséged! (Akkor is, ha energiatakarékos!!!)
- Használd a természetes fényt, amíg csak lehet!
- Töröld le az izzókról a port!
- Használj energiatakarékos izzókat!
- Húzd ki a konnektorból a nem használt elektromos berendezéseket. A TV, HiFi, laptopadapter sokszor akkor is fogyaszt áramot (standby üzemmód), ha nincs bekapcsolva! Az áramtalanítás egyszerűbb, ha kapcsolós elosztókat használsz.
- Télen rövid ideig szellőztess, ne tartsd nyitva az ajtókat, ablakokat!
- A radiátorok mögé tegyél hővisszaverő fóliát, erre jó lehet az alufólia is. Ettől jobb lesz a fűtés hatásfoka, hisz így nem a fal, hanem a szobalevegő melegszik.
- **Szigeteld le jól az ajtókat és az ablakokat, így nem szökik ki a meleg!**

- Szigeteld a melegvízcsöveket és a melegvítárolót!
- Nyáron éjszaka nyisd ki az ablakokat, hogy lehűljön a lakás, nappal zárd ki a meleg levegőt!
- A szabadban szárítsd a ruháidat, amikor csak lehet!
- Ha választhatsz, ne tartályos vízmelegítőt használj, hanem átfolyós rendszerűt, így csak akkor melegszik a víz, amikor éppen használod.
- Gyakrabban jégtelenítsd a mélyhűtőt! A vastag jégréteg szigeteli a belső terét, ami miatt több energiával tudja csak lehűteni azt.
- Tisztítsd meg a hűtőszekrény hátsó rácsát, így hatékonyabban működik majd!
- Tartsd lehetőleg teli a hűtőt, ne üresen menjen. (Ajtónyitáskor a sok cucc tartja a hideget, míg ha csak a levegő hideg bent, ez az ajtónyitáskor „kifolyik”, mivel sűrűbb a szobainál.)
- Állítsd energiatakarékos üzemmódra a laptopod!
- Mosd a ruhákat alacsonyabb hőfokon – a mosógép a fűtésre fordítja a legtöbb energiát.

KIEGÉSZÍTÉS A „MEGOLDÁSOK KERESÉSE – EGYÉNI MEGOLDÁSOK, ÉS AMI AZOKON TÚL VAN, ÖNKÉNTESSÉGEN ÉS ÉLETSZEMLELET VÁLTOZÁSON ALAPULÓ MEGOLDÁSOK” C. FEJEZETHEZ

Hogy erre megfelelő választ tudjunk adni arra a kérdésre, hogy egyénileg MI az, ami megtehető, ahhoz az oktatás során mindenképpen igazodnunk kell neveltjeink életkorukból fakadó élethelyzetére és sajátosságaira.

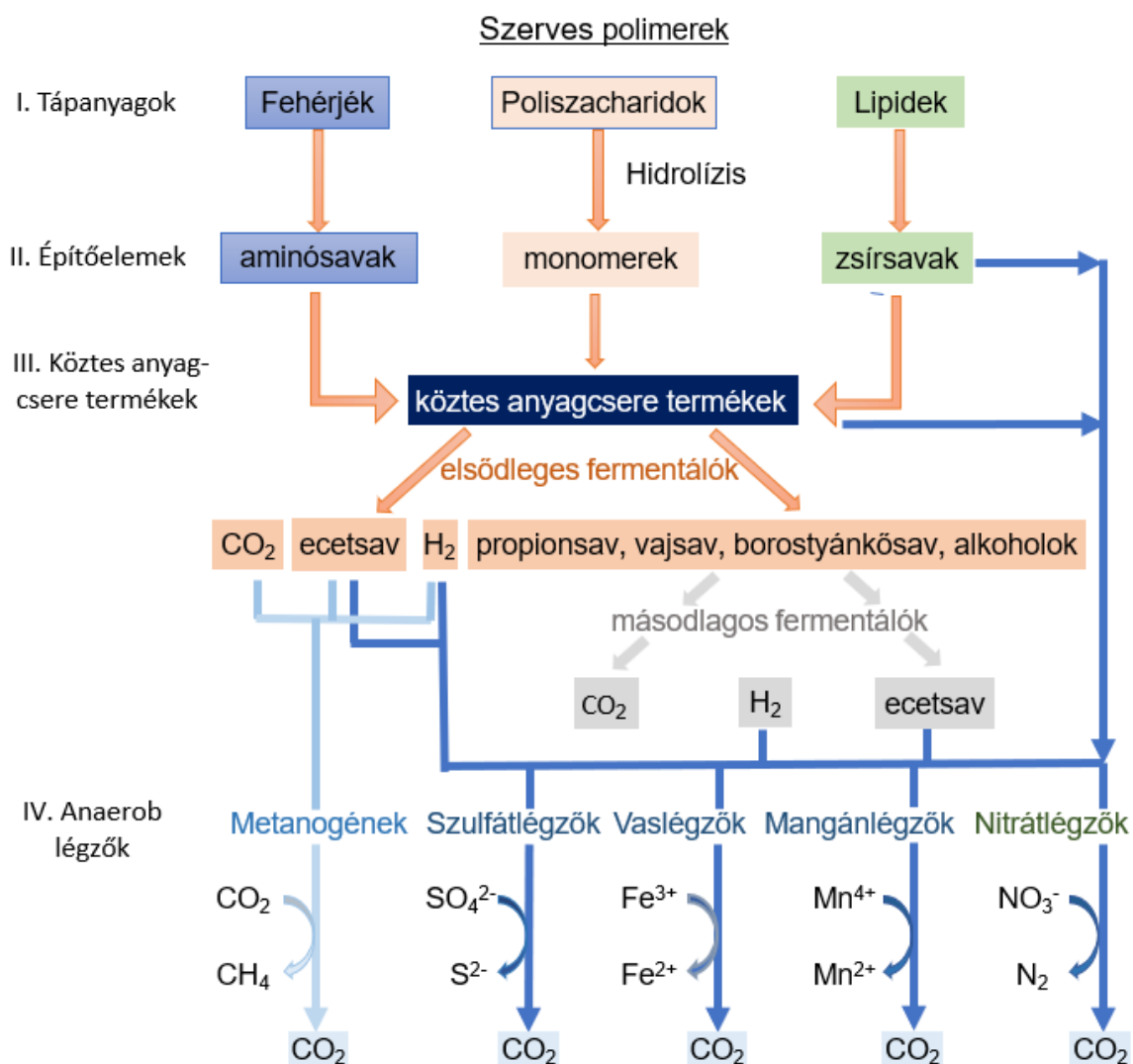
Mindenekelőtt fontosnak tartjuk, hogy kamaszkoruk előtt a gyerekeket csak annyiban terheljük az ökológiai válság, a fenntarthatósági problematika és az ebben felvállalandó megoldási utak témájával, amennyire saját természetes érdeklődésük ezekre vonatkozó kérdésfeltevésekre rávezeti őket, illetve amennyi példamutatással, mindennapi szocializációval, normateremtő szabályalkotással átadható a jó gyakorlatokból. A strukturális hibák, társadalmi tehetetlenségek, kizsákmányolási mechanizmusok, fenyegető jövőforgatókönyvek, a válsághelyzet elemzései, a pusztulás láttelelei könnyen felkavaróak lehetnek számukra és megijeszthetik őket, ami ebben az életkorban még semmiképp sem kívánatos. Náluk elsősorban a természetszeretetre és természetismeretre nevelésnek van tere, amelytől remélhetjük, hogy értékrendjükben megalapozza a természeti létezők (köztük az ép ökológiai rendszerek) önértékének felismerését, ami pedig később az ezeket veszélyeztető rendszerek kritikájának etikai alapjául szolgálhat. Kamaszkorban (14 éves kor felett), amikor kritikai érzékük, igazságszeretetük, identitáskeresésük már megengedi, szembesíthetővé válnak a világban működő káros társadalmi, gazdasági, politikai

rendszerelemek visszásságaival, és az ezekkel szembemenő megoldások (akár mint konstruktív lázadási formák lehetősége) is felkínálható nekik.

Természetesen egy kamasz még kevés önálló döntést hoz saját életvezetésével kapcsolatban, fogyasztói döntéseket ugyanakkor már nagyon is hoz, s ezek mentén elindítható az (ismeretek fényében megélhető) szabadság és felelősség kérdései reflektív feldolgozásának útján. (Ugyanakkor tényleges hatással is lehet családja és tágabb környezete döntésalakítására is az élet számos területén.) Mivel még előtte állnak a későbbi életvitelét megalapozó belső (értékrendi) és külső (életviteli) döntések, mindenképpen érdemesnek tűnik felvonultatni előtte a lehetőségek hosszú sorát, hogy megfelelően tág fogalmi felhő alakuljon ki fejében a konstruktív cselekvés útjainak és a konstruktívan meghozható döntések tárházának gazdagságáról. Ne feledjük azonban, hogy nekik még nem feladatuk környezetvédelmi aktivistává válni. A kamaszkor lelki, biológiai és társas viszontagságain kell elsősorban keresztülverekedniük magukat, amibe különböző lehetőségek (így fogyasztási, "világhasználati" lehetőségek) kipróbálásának bele kell férnie. Cél azonban mindeközben olyan ismeret- és értékrendalakító háttérmunkát végeznünk (illetve végeztetnünk velük), amely a későbbiekben képessé teszi majd őket reflektív és humánökológiailag felelős döntéshozatalokra életpályájukon.

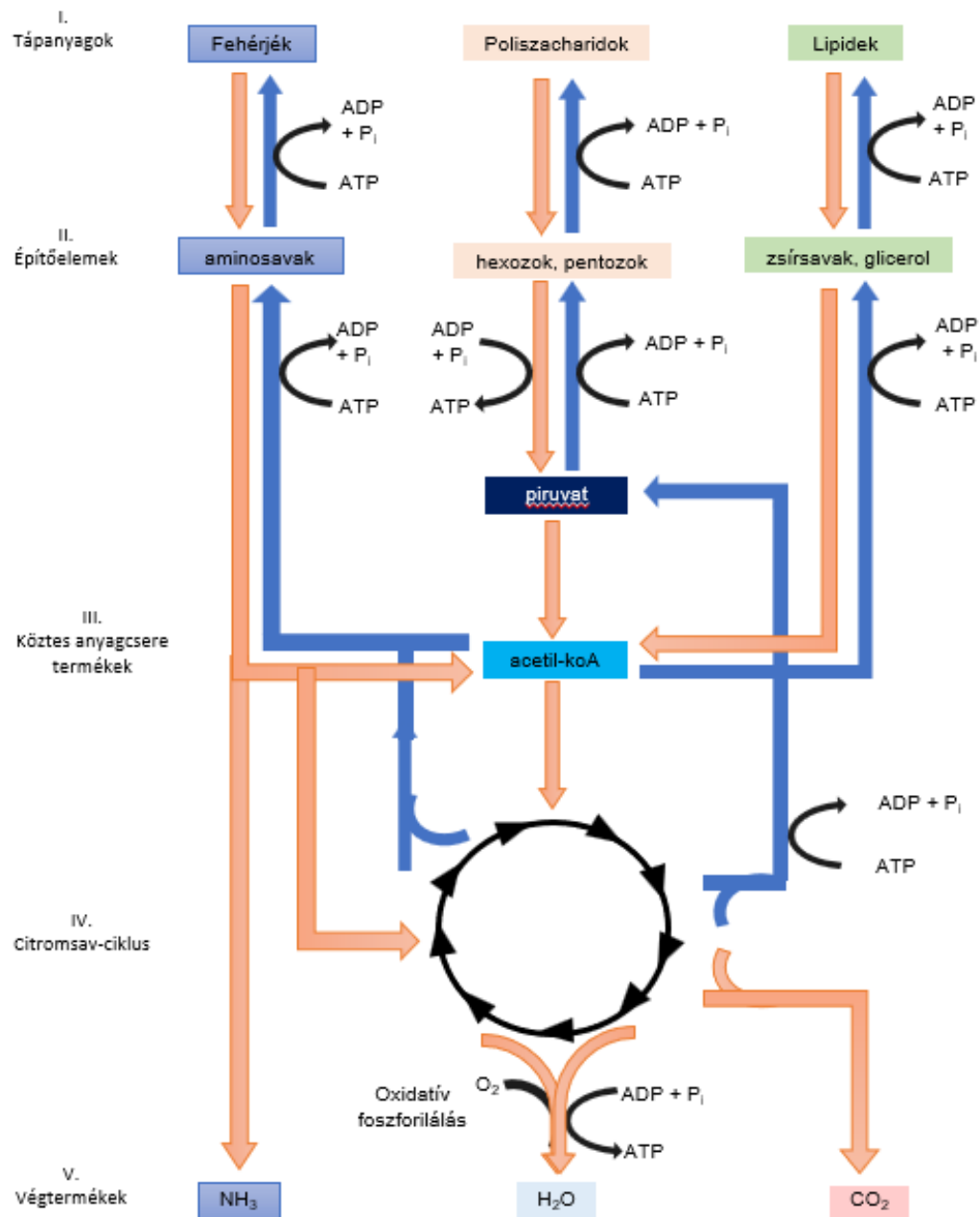
Javasoljuk továbbá, hogy a témát beszéljék át a diákokkal, a felmerült ötletek bővítsék az Ő segítségükkel is!

KIEGÉSZÍTÉS A" BONTHATÓ SZUBSZTRÁTOK SOKFÉLESÉGE" C. ALFEJEZETHEZ (36-37. ábrák)



36. ábra. A szerves tápanyagok anaerob lebontása és az ebben részt vevő legfontosabb prokarióta csoportok.

AEROB LEBONTÁSI ÚTVONALAK



37. ábra. A szerves tápanyagok aerob lebontása

Mivel a folyamat megfordítható, a barna színű vonalak a katabolikus (lebontó), míg a kék színűek az anabolikus irányt jelölik.

9. FELHASZNÁLT IRODALOM

- Behringer, W. (2010) A klíma kultúrtörténete. A jégkorszaktól a globális felmelegedésig; ford. Tarnói Judit; Corvina, Budapest
- Bernhardt, ES., Colman, BP., Hochella, MF és mtsai (2010) "An Ecological Perspective on Nanomaterial Impacts in the Environment." *Journal of Environmental Quality* 39 (6): 1954–65. <https://doi.org/10.2134/jeq2009.0479>.
- Bibók, Zs. (2010) A környezeti és természeti hatások vizsgálata. Útmutató az előterjesztések és miniszteri rendelet-tervezetek hatásvizsgálatához. <https://hatasvizsgalat.kormany.hu/download/d/38/20000/kornyezeti.pdf>
- Borsodi, A. Márialigeti, K. (2015) Mire képesek a baktériumok? A prokarióták világáról tanároknak. Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest. <https://ttk.elte.hu/dstore/document/1154/HQ.pdf>
- Di Carlo, E., Barresi, G., Palla, F. (2022). Biodeterioration. In: Palla, F., Barresi, G.(eds) *Biotechnology and Conservation of Cultural Heritage*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-97585-2_1
- Donella MH., Meadows, DL., Randers, J., Behrens, WW. (1972) „A növekedés határai” (The Limits to Growth)
- ENSZ (2010) Resolution 64/292. The human right to water and sanitation. Elérhető: http://www.un.org/waterforlifedecade/human_right_to_water.shtml
- Faragó T. (2022) Közös környezetünk és a globalizáció: árnyak és remények. Akadémiai Kiadó (ISBN 978 963 454 765 5)
- Flannery, T. (2006) Időjárás-csinálók. Hogyan változtatja meg az ember a Föld klímáját, és milyen hatással van mindez az életre?; ford. Kovács Tibor; Akkord, Budapest. (Bolygónk jövője)
- Friedlingstein, P., O'Sullivan, M., Jones, M.W., Andrew, R.M., Bakker, D.C.E., Hauck, J., Landschützer, P., Le Quéré, C., et al. (2023). *Global Carbon Budget 2023*. *Earth System Science Data* 15 (12) 5301-5369. <http://doi.org/10.5194/essd-15-5301-2023>.
- Gomes, GM., Moreira, N., Ometto, AR. (2022) Role of consumer mindsets, behaviour, and influencing factors in circular consumption systems: A systematic review. *Sustainable Production and Consumption* 32. 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2022.04.005>
- Goschi, Á. (2022). Baktériumok részvétele a mikroműanyagok lebontásában (Szakdolgozat)
- Guerrero, R., Pedros-Alío, C. és mtsai, 1986). Predatory prokaryotes: Predation and primary consumption evolved in bacteria, *Evolution and Microbiology*, Vol. 83, pp. 2138-2142.
- Holliday, CO., Schmidheini, S., Watts, P. (2002) *Walking the Talk – The Business Case for Sustainable Development*. Greenleaf Publishing, San Francisco
- Hopkins, J., Stow, K., Bradley, Mark (ed.) (2012) "The 'sacred sewer': tradition and religion in the Cloaca Maxima", *Rome, Pollution and Propriety*, Cambridge: Cambridge University Press, pp. 81–102).

- Hueck HJ. (1968) The biodeterioration of materials – an appraisal. In: Walters AH, Elphick JS (eds) Biodeterioration of materials. Elsevier, London, pp 6-12.
- Jánosi, I. (2007). Globális éghajlatváltozás és természeti katasztrófák. Természet világa. 357-360.
- Juhász, P. (2021) Nanoanyagok hatása mikrokozmoszból izolált baktériumtörzsekre (ELTE TTK, Szakdolgozat)
- Kasim, R., Neil JR., Golabek, K. és mtsai (2023) Increasing ambient temperatures trigger shifts in activity patterns and temporal partitioning in a large carnivore guild. Proc. R. Soc. B.2902023193820231938 <http://doi.org/10.1098/rspb.2023.1938>
- Kasser, T. (2005): Az anyagiasság súlyos ára. Ursus Libris, Budapest.
- Kerényi A. (2006) Általános környezetvédelem. Mozaik Kiadó, 2006, Szeged.
- Kerényi A. (szerk) (2011) Környezettan. Pannon Egyetem (Az anyag a HEFOP 3.3.1-P.-2004-0900152/1.0 téma keretében készült a Pannon Egyetemen)
- Kiss, Á. (szerk) (2012) A környezettan alapjai. ELTE TTK tankönyv
- Kleidon, A. (2023). Understanding the Earth as a Whole System: From the Gaia Hypothesis to Thermodynamic Optimality and Human Societies. in: König, Peter und Schlaudt, Oliver (Eds.): Kosmos: Vom Umgang mit der Welt zwischen Ausdruck und Ordnung, Heidelberg: Heidelberg University Publishing, 417-446. <https://doi.org/10.17885/heiup.857.c15266>
- Kocsis, T. (2002) Gyökereink – örömről és gazdagságról egy világméretű fogyasztói társadalomban. Kairosz Kiadó, Budapest.
- Kuah, A.T., Wang, P. (2020) Circular economy and consumer acceptance: An exploratory study in East and Southeast Asia. Journal of Cleaner Production, 247, 119097. <http://doi.org/10.2478/bsrj-2022-0026>
- Larocca, L.J., Twining–Ward, M., Axford, Y. és mtsai (2023). Greenland-wide accelerated retreat of peripheral glaciers in the twenty-first century. Nat. Clim. Chang. 13, 1324–1328 (2023). <https://doi.org/10.1038/s41558-023-01855-6>
- Liu, X., Koestler, R.J., Warscheid, T. és mtsai. (2020) Microbial deterioration and sustainable conservation of stone monuments and buildings. Nat Sustain 3, 991–1004 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41893-020-00602-5>
- Lovelock, J. (2010) Gaia halványuló arca. Utolsó figyelmeztetés (The Vanishing Face of Gaia. A Final Warning); ford. Barna László; Akadémiai, Budapest (Új polihisztor) 207. ISBN 978 963 05 8923 9, ISSN 2062-1477
- Margulis, L. (2000) Az együttélés bolygója. Az evolúció új megközelítése; ford. Schoket Zsófia; Vince, Budapest
- Márialigeti, K. (szerk.) (2013) Bevezetés a prokarióták világába. Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest. <https://ttk.elte.hu/dstore/document/854/book.pdf>
- Mays, L. ed. (2010). Ancient Water Technologies
- Nor Fasihah, Z., Jaafar, M. (2020) A review on degradation mechanisms of polylactic acid: Hydrolytic, photodegradative, microbial, and enzymatic degradation. Polymer Engineering & Science 60(9). DOI: 10.1002/pen.25511

- Othman, AR., Hasan, AH., Muhamad, MH. és mtsai (2021) Microbial degradation of microplastics by enzymatic processes. *Environmental Chemistry Letters* 19, 3057–3073.
- Palleroni, N.J. (1992) Introduction to family Pseudomonadaceae. In: Balows, A., Trüper, H.G., Dworkin, M., Harder, W., Schleifer, K.-H. (Eds.) *The prokaryotes.*, 2nd Ed. Springer Verlag, Berlin, pp. 3069-3085.
- Pándics, T. (2018) Ivóvíz és medencés fürdővíz komplex egészséghatása (PhD dolgozat)
- Rafiq, K., Jordan, R. Golabek, K., McNutt, JW., Wilson, A., Abrahms B. (2023) Increasing ambient temperatures trigger shifts in activity patterns and temporal partitioning in a large carnivore guild. *Proc. R. Soc. B.* 29020231938. <http://doi.org/10.1098/rspb.2023.1938>
- Rakonczai, J. (2003) Globális környezeti problémák. (ISBN: 963-941-652-5)
- Rivela, B., Kuczynski, B., Suchozanay, D (2022) Chapter 6 - Life Cycle Sustainability Assessment-based tools. *Assessing Progress Towards Sustainability, Frameworks, Tools and Case Studies.* 93-118. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85851-9.00018-3>
- Sahlins, M. (1974): *The Original Affluent Society.* In: M. Sahlins: *Stone Age Economics*, Aldine de Gruyter, New York. https://www.luminist.org/archives/Sahlins_original.htm
- Salma (szerk) (2012) Környezetkémia. ELTE TTK tankönyv
- SCENIHR (Scientific Committee on Emerging and Newly-Identified Health Risks) “The Appropriateness of the Risk Assessment Methodology in Accordance with the Technical Guidance Documents for New and Existing Substances for Assessing the Risks of Nanomaterials.” 21-22 June 2007 Elérhető: https://ec.europa.eu/health/ph_risk/committees/04_scenihr/docs/scenihr_o_010.pdf
- Soravia, C., Ashton, B., Thornton, A. Ridley, AR. (2023) High temperatures are associated with reduced cognitive performance in wild southern pied babblers. *Proc. R. Soc. B.* 2902023107720231077 <http://doi.org/10.1098/rspb.2023.1077>
- Szabó, M. Angyal, ZS. (szerk) (2012) A környezetvédelem alapjai. ELTE TTK tankönyv
- Tavazzi, S., Mariani, G., Comero, S., Ricci, M. és mtsai. (2016) Water Framework Directive, Watch list method, Analytical method for the determination of compounds selected for the first Surface water watch list, Validation report, according to ISO 17025 requirements
- Wackernagel, M., Rees, WE. (2012) Ökológiai lábnyomunk, Föld Napja Alapítvány
- WHO, UNICEF (2017) Progress on drinking water, sanitation and hygiene: 2017 update and SDG baselines. Egészségügyi Világszervezet és Egyesült Nemzetek Gyermekalapja, Genf, Svájc.