

**Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem  
Természettudományi és Művészeti Kar - Kolozsvár**

**Bevezetés a környezettudományba  
Biológiai vonatkozások**

**Egyetemi jegyzet**

Nyomtatóbarát változat – az előadások diáinak szövegével

Belső használatra

**Urák István**

**Kolozsvár, 2007**

# Bevezetés a környezettudományba

## Biológiai vonatkozások

### A környezet és a környezetvédelem fogalma

A környezettudománnyal kapcsolatos képzések napjainkra igen népszerűvé váltak. Ez elsősorban a környezetvédelmi problémák felismerésének és a környezeti krízis tudatosulásának következménye, de nem utolsósorban az ennek kapcsán jelentkező globális propagandának is az eredménye. Sajnos ennek hatására elterjedt a környezettudomány alapfogalmainak a helytelen használata is. Az egyik ilyen „legtöbbet szenvedett” alapfogalom éppen maga a környezet fogalma, melyet nagyon változatos és gyakran értelmetlen összefüggésekben használnak riporterek, újságírók, politikusok. De ha megnézzük a különböző szakkönyveket, melyek esetenként külön fejezetet vagy alfejezetet szentelnek e fogalom jelentésének a megfogalmazásra, tisztázására, akkor is sokszor nagyon eltérő meghatározásokkal találkozunk.

A klasszikus ökológia könyvek legtöbbször külön fejezeteket szentel a „környezet” tárgyalásának, bemutatva a „környezeti tényezőket” (pl. hőmérséklet, légnedvesség, légnyomás, talajtulajdonságok stb.), mintegy általános és bevezető természetföldrajzi, éghajlattani, fizikai vagy talajtani kurzusként, minimális biológiai referenciával arra vonatkozóan, hogy a fenti külső feltételek valóban hatnak-e adott élőlényekre és ha igen, mire, mikor és milyen módon hatnak. Ekkor tehát egyszerűen a külvilág komponenseit nevezik környezeti tényezőknak és a külvilágot azonosítják a környezettel (Gallé 2000).

Máskor a környezetet az élőhellyel szinonimizálják. A „városi környezet”, „természeti környezet”, „épített környezet” és hasonló fontoskodó fogalmakat használók célja, hogy minél többször szerepeltessék a környezet szót, hogy ettől szövegük „áramvonalasabbá” legyen, tekintet nélkül annak értelmetlenségére. Pedig sokkal egyszerűbb és érthetőbb lenne egyszerűen városról, természetről, esetleg városi vagy természetes élőhelyekről beszélni (Gallé 2000).

Mészáros (1994) megfogalmazása alapján a környezet az élőlényeket (élőlény együtteseket) körülvevő tér, amellyel az élő szervezetek anyag és energiacsereiben, állandó kölcsönhatásban vannak. A környezettudomány az ember és környezete kapcsolatát kutató tudomány. A környezetvédelem a környezet megóvását célzó műszaki, jogi vagy egyéb tevékenység.

Moser és Pálmai (1999) szerint az ember környezete az embert körülvevő világnak az a része, amelyben él és tevékenységét kifejti. Ez a környezet térbeli kiterjedését tekintve gyakorlatilag azonos az élővilág életterével, a bioszférával, amely a földkéregnek (litoszféra), a vizeknek (hidroszféra) és a légkörnek (atmoszféra) azt a részét foglalja magában, amelyet az élő szervezetek benépesítenek. A környezet tehát élő és élettelen, természetes és mesterséges (ember által létrehozott) alkotóelemeket tartalmaz. Ezek az alkotóelemek (föld, víz, levegő, élővilág, táj és települési környezet) egymással szorosan összefüggnek, közöttük kölcsönhatás érvényesül, ezért az egyes elemeket károsító ártalmak a környezet egészére kihatnak és végső soron az embert károsítják.

A környezet több nagyságrendi fokozatát különböztetik meg: a mikro-, mezo- és makrokörnyezetet. A helyiségeken, létesítményeken belüli térségeket nevezik mikrokörnyezetnek, a településeknek a létesítményeken kívüli térségeit mezokörnyezetnek, a települések határain kívül eső területeket pedig makrokörnyezetnek (Moser és Pálmai 1999).

Bordás (1999) megkülönböztet külső és belső környezetet. A külső környezet fogalmába az embert mint egyedet, illetve mint csoportot körülvevő tényezőket sorolja, függetlenül attól, hogy annak elemei természetes vagy mesterséges eredetűek-e. A környezet elemei és szintjei egymással szoros kölcsönhatásban vannak, az egész együtt mégis jellegzetes struktúrát mutat. A környezet három főbb összetevőjét – a természeti, az épített, illetve a mentális környezetet mint fő szinteket, az őket alkotó egységeket mint szinteket tárgyalja, hangsúlyozva, hogy ez nem pusztán didaktikai szétválasztás, mivel az egyes szintek más-más megközelítést igényelnek. A természeti környezet fogalmába az eredeti formájában embertől függetlenül is létező világ elemeit sorolja. Három szintet különböztet meg: természetes környezet (azok a területek, amelyek viszonylag megőrizték természetes állapotukat), gondozott környezet (az ember nem állandóan veszi igénybe, de alakulásába beavatkozik), megművelt környezet (mezőgazdaságilag szigorúan művelt területek). Az épített (mesterségesen létrehozott) környezetben a mesterséges anyagok veszik át a döntő szerepet. Ide tartoznak a települések, a munkahelyi környezet és a lakóhelyi környezet. A mentális környezet az emberek közti kapcsolatrendszerek összessége. Magába foglalja a társadalmi és szociokulturális környezetet, a munkahelyi viszonyokat és a családi környezetet. Mindezekkel szemben, a belső környezet a szervek működésének hátterét adó, több szabályozott komponensből álló bonyolult rendszer. Jellemző alkotói a testhőmérséklet,

az anyagcsere intenzitása és anyagi minősége, a savasság (pH), az ozmótikus viszonyok, a vérnyomás stb.

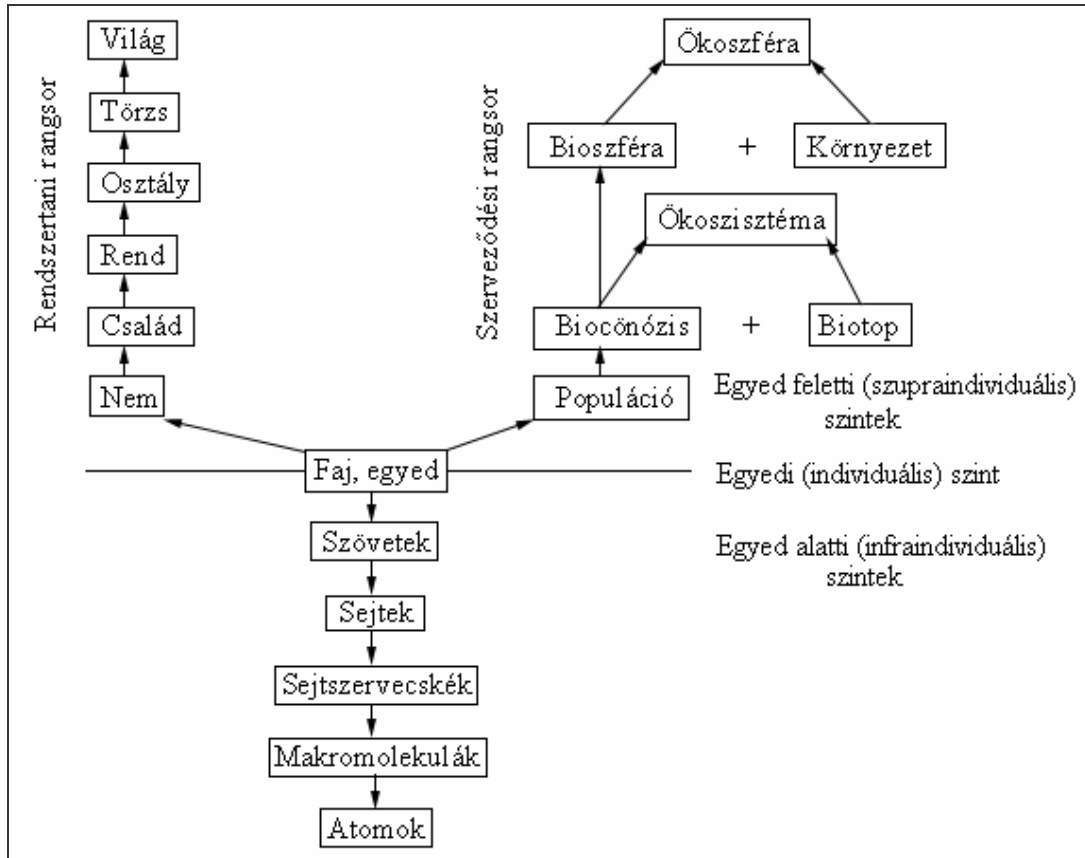
Odum (1993) az életfenntartó környezet fogalmába sorolja az épített rendszereket, termesztéses rendszereket és természetes rendszereket. Az épített rendszerek (technoökoszisztémák) az ember által szolgáltatott energiától függenek, amelynek nagy része a fosszilis eredetű tüzelőanyagok (gázok, kőolaj, szenek) égetésével állítják elő, energiasűrűségük tízszerese a természetes rendszereknek (iparosodott városi zóna energiasűrűsége akár ezerszerese is lehet egy erdő energiasűrűségének), energiafluxusuk pedig több millió kcal/m<sup>2</sup>. A termesztéses rendszerek (agroökoszisztémák) napenergiától és ember által szolgáltatott energiától (ide tartoznak a gépek, „növényvédőszer”, stb.) függenek, az ember céljainak (termelés, kikapcsolódás, esztétika stb.) megfelelően alakítja, lényeges hatással vannak a természetes rendszerekre, az energiafluxus körülbelül 20 000 kcal/m<sup>2</sup>. A természetes rendszerek napenergiától függő önfenntartó rendszerek, meghatározó szerepük van az élet fenntartásában, az energiafluxus 200 kcal/m<sup>2</sup>.

A környezet fogalmát sokszor még egyes szakemberek is összekeverik az élőhely, a környék vagy általában a külvilág fogalmával. Ilyen értelmezésben a koegzisztens élőlények egyetlen, azonos környezetben élnek, tehát a környezet valamiféle tartálynak tekinthető, amely az összes élőlényt tartalmazza. A környezet ilyen felfogását nevezte Juhász-Nagy Pál (1986) szinguláris környezetelvnek. Ezen a fajta környezeti felfogáson viszont még a szokásos értelmező szótárak is túllépnek, hangsúlyozva, hogy a környezet mindig csak adott objektummal kapcsolatban értelmezhető.

A Wikipédia szabad lexikon szerint is a környezet fogalma szorosan kapcsolódik a rendszer fogalmához. A két fogalom egymás nélkül nem is definiálható. A környezet a rendszerre ható tényezők összessége. Egy konkrét rendszert pedig úgy definiálhatunk, ha felsoroljuk (vagy más módon meghatározzuk) elemeit és megadjuk, hogy az elemek között milyen kapcsolatok (hatások és kölcsönhatások) léteznek. A rendszer az elemeinek és a köztük lévő kapcsolatoknak az összessége. A rendszer és környezete kapcsolatát komplementernek tekintjük. Egy rendszer definiálásakor meghatározzuk annak környezetét, és a környezet is meghatározza a rendszert. Egy objektumnak valamely másakra akkor van hatása, ha annak következtében a hatást elszenvedő objektum (rendszer) állapota megváltozik.

Ha a környezet definíciójához azzal közelítünk, hogy kijelentjük: a környezet a külvilágnak csak valamely biológiai objektumra ténylegesen ható elemeit tartalmazza (Gallé 1973), be kell látnunk, hogy annyi egymástól többé-kevésbé különböző környezethez jutunk, amennyi vizsgálati objektumunk van. Ez a plurális környezetelv (Juhász-Nagy 1986). A vizsgált biológiai objektum bármi lehet a sejttől vagy infracelluláris egységtől az életközösségig (Gallé 2000).

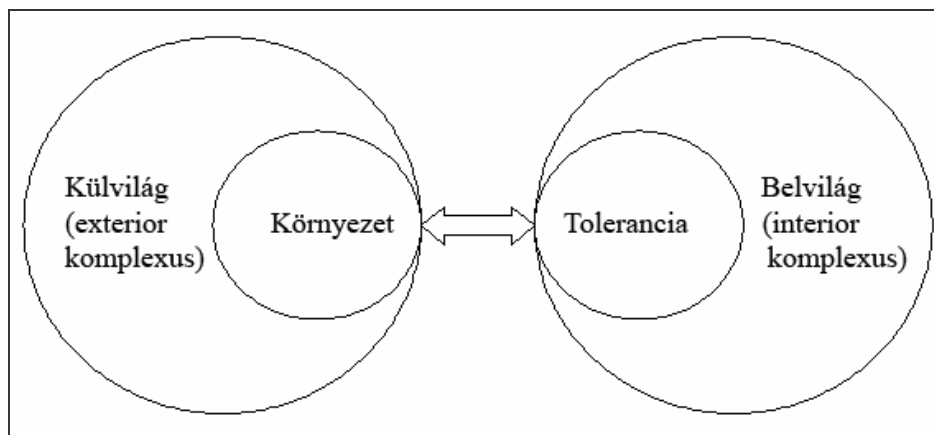
Ha kiindulási alapként az egyedi (individuális) szintet vesszük, akkor megkülönböztethetünk egyed alatti (infraindividuális) és egyed feletti (szupraindividuális) szinteket. Egyed alatti szinteket képviselnek a szerv-rendszerek és készülékek (idegrendszer, emésztőkészülék stb.), szervek (agyvelő, gyomor, máj stb.), szövetek (idegszövet, izomszövet, kötőszövet stb.), sejtek (idegsejt vagy neuron, izomrost, májsejt stb.), sejt szervecskék (sejtmag, mitokondrium stb.), makromolekulák, molekulák, atomok és szubatomiikus részecskék. Az egyedi szintet rendszertanilag a faj képviseli, az utána következő rendszertani egységek a nem, család, rend, osztály, törzs és világ. Szerveződési rangsor szerint az egyed fölött található a populáció, az életközösség (biocönózis) és a bioszféra.



Ábra. Az élővilág rangsorolása.

A biológia (a görög bios = élő és logos = tudomány szavakból) az élő szervezetekkel foglalkozó tudomány, különböző tudományágai révén, tanulmányozhatja az életet és a vele kapcsolatos jelenségeket a molekulák szintjétől a bioszféra szintjéig. A szupraindividuális szerveződésekkel foglalkozó tudományága a szünbiológia. A szünbiológia a környezetet természetesen a szupraindividuális egységekre vonatkoztatva vizsgálja.

A plurális elv alapján definiált környezetfogalom tárgyalásához kézenfekvő vizsgálódásainkat a külvilág fogalmával kezdeni és ebből fokozatosan közelíteni a környezetet. A külvilág (exterior komplexus) magába foglal mindent, ami az objektumon kívül létezik és potenciálisan az objektumra hathat. Az élőhely (habitat, biotóp) az a terület, ahol megfigyeléseink szerint a vizsgált szünbiológiai objektum előfordulhat. Ennek csak egy viszonylag kicsiny része a környék, ahol a vizsgált szünbiológiai objektum tényleges előfordulási helyeként adható meg. Nyilvánvaló, hogy a környék bizonyos tulajdonságai illetve komponensei között kell keresnünk a külvilág azon elemeit, amelyek hatását a szünbiológiai objektumunk fogadja. Már meglévő tapasztalataink, irodalmi ismereteink alapján a külvilág bizonyos elemeiről még vizsgálatunk kezdete előtt feltételezhetjük, hogy a vizsgálatunk tárgyát képező szünbiológiai objektumra hatással vannak. E hatásra gyanús tényezők halmaza az ökológiai miliő. Amennyiben a feltételezetten hatóképes faktorokról, azok egy részéről vagy éppen másokról bebizonyosodik, hogy a vizsgált szünbiológiai objektumra valóban hatnak, az ökológiai környezethez jutunk. Az ökológiai környezet tehát a külvilág valamely szünbiológiai objektumra ténylegesen és közvetlenül ható elemeinek halmaza. Fogalmunkat azért nem nevezzük egyszerűen környezetnek, mert például a topológiai környezet fogalma ettől eltér (Gallé 2000).



Ábra. A környezet és tolerancia komplementaritása.

E definícióból több, fontos dolog következik (Gallé 2000):

1. A környezet nem azonos az élőhellyel. Egy kidölt nyárfatörzsben élő és rágcsáló cincérlárva környezetének nem eleme a fatörzsre pihenni szálló lepke vagy légy, sem a tőle csak néhány centiméterre nyíló virágos növény. Az előbbi számára a fa anyagának keménysége, víztartalma, egyes komponenseinek mennyisége lehetnek milió-elemek, míg az utóbbira például a megporzó rovarok denzitása, a fény erőssége, a talaj víztartalma, abban bizonyos oldott sók mennyisége stb. gyanúsíthatók hatással.

2. A környezet a külvilág részhalmaza, a környezet elemei közvetlenül hatnak az objektumra. Nem lehet ezért környezeti faktor például a Nap, de lehet a hőmérséklet, a fény erőssége és színeképi összetétele. De nem lehet környezeti elem az ember sem, csak működésének bizonyos következményei.

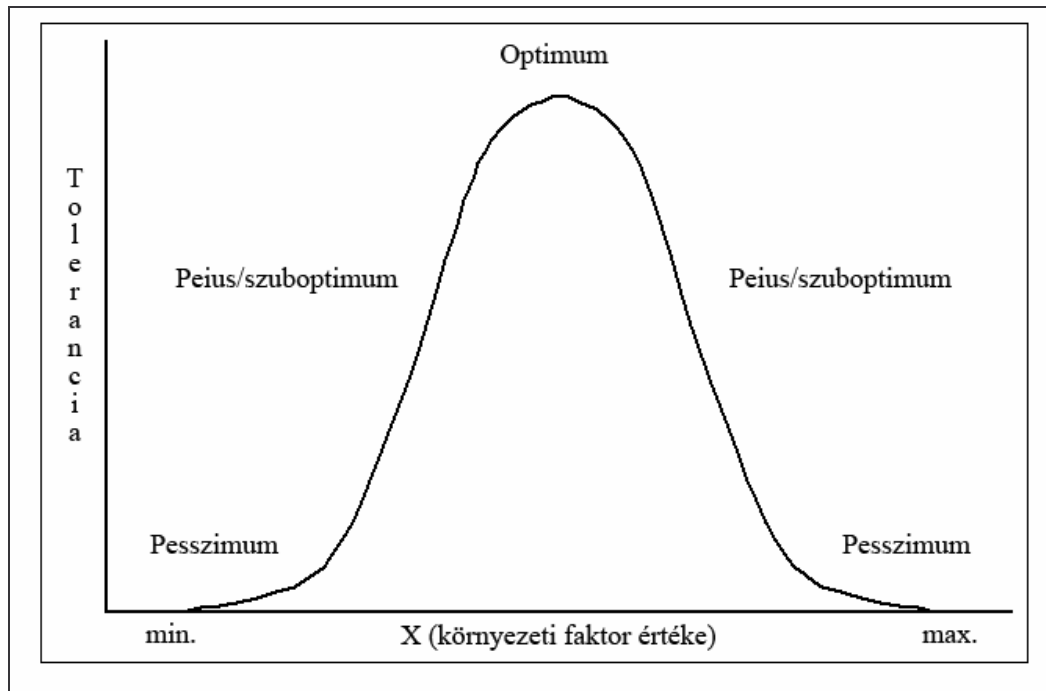
3. Nincs üres környezet, hiszen egyértelmű, hogy adott objektum nélkül annak környezete sem értelmezhető. Környezet pedig önmagában nem létezik.

4. Önmagában a fényről, vízről, hőmérsékletről, légnedvességről stb. nem jelenthetjük ki, hogy környezeti vagy miliótényező.

5. Számos új keletű diszciplína neve rossz. Nincs környezetföldtan, környezetbiokémia, de nincsen környezetföldrajz sem, mert a környezetnek nincsenföldtana, biokémiája, földrajza és fordítva, a földtannak, biokémiának, földrajznak sincs környezete. Az ilyen diszciplínák nevét helyesebben „környezeti”-re kellene változtatni.

6. A környezetvédelem nem a környezet védelmét jelenti, mert nincsen kikötve, minek a környezetéről van szó.

A környezet tehát a külvilág részhalmaza. A külvilágnak egyértelműen megfeleltethető a belvilág (interior komplexus). A belvilág környezeti hatásokat fogadó (toleráló) eleme a tolerancia (tűrőképesség). A környezet és a tolerancia egymást kölcsönösen kiegészítő és kölcsönösen feltételező, komplementer kapcsolatban vannak, egymás nélkül értelmetlenek. A környezet és tolerancia elemei együttesen alkotják az ökológiai tényezőket. A tolerancia a környezethez hasonlóan komplex jellegű, melynek elemei megfeleltethetők az egyes környezeti hatófaktoroknak. Minden hatófaktornak van egy értéktartománya, amelynél egy vizsgált populáció egyedei túlélni és szaporodni képesek, ez az adott faktorra vetített toleranciatartomány. Toleranciagörbével ábrázolható, hogy a toleranciatartomány különböző értékeit milyen mértékben preferálja a populáció (ezért helyesebb lenne preferencia-tartományokról beszélni). Az eltérően preferált értéktartományoknak elnevezéseket is adtak: optimum, peius, pessimum.



Ábra. Toleranciagörbe.

A toleranciatartomány szélessége alapján beszélünk tágtűrésű (euriöcikus) vagy szűktűrésű (sztenoöcikus) fajokról, aszerint, hogy populációik az adott hatófaktor milyen széles tartományában képesek megélni (Gallé 2000).

A fentiek értelmében aligha lehet elkezdni kutatni egy populáció denzitásának (egyedsűrűségének) változásaiért felelős környezeti tényezőket, ha fogalmunk sincs a populáció denzitásáról. Ha a szünbiológiai objektum mintázatának ismerete és az arra felállított hipotézis nélkül kezdünk el talajtulajdonságokat vagy mikroklímát mérni, akkor nem ökológiai vagy környezettudományi vizsgálatról van szó, maximum mikroklimatikus vagy talajtani mérésekről (Gallé 2000).

Amint láttuk, a környezetvédelem kifejezés nem adott objektum kikötése nélkül értelmetlen. A probléma kettős: 1. Miután objektív nélkül környezetről sem beszélhetünk, a környezetvédelem definíciójához először tisztázni kell, hogy minek a környezetéről van szó. 2. Amennyiben meghatározzuk az objektumot, még mindig kérdéses, értelmes dolog-e bármilyen környezetet védeni. Az 1-re a válasz egyszerű: a környezetvédelem kapcsán az „ember környezetéről” van szó, tehát szünbiológiai referencia-objektumaink az emberi populációk. A 2-re a válaszuk tagadó: nem a hőmérsékletet, a levegő alacsony szén-dioxid tartalmát, vagy a radioaktív sugárzás alacsony szintjét kívánjuk védeni, hanem az 1-ben meghatározott objektumunkat: az emberi populációkat, fenti paraméterek viszonylag kedvező beállításával. A



környezetvédelem tehát intézkedési tevékenység, amely az emberi populációk védelmét szolgálja, ökológiai környezeti paramétereik optimalizálása által.

A természetvédelem a környezetvédelemmel komplementer (kiegészítő) kapcsolatban áll, ugyanis nem az emberre, hanem a természetre vonatkozik. A természet világunknak az ember által nem, vagy csak kevésbé befolyásolt része. A természetvédelem egyszerűen a természet értékeinek védelmére irányuló intézkedési tevékenység.

A természet és környezetvédelem fenti definíciójából több fontos dolog következik (Gallé 2000):

1. A természet- és környezetvédelem egymást kiegészítő – és számos területen összefüggő – tevékenységek, egyikük sem eleme a másiknak, nem alá- és fölé, hanem mellérendeltségi viszonyban állnak.

2. Mindkettő intézkedési (nemegyszer hatósági) tevékenység, tehát nem politika és nem tudomány, bár mindkettőnek megvannak a tudományos alapjai és eredményesen csak megfelelő tudományos alapokkal művelhetők. Mind a természet-, mind a környezetvédelem legfontosabb elméleti alapozását az ökológia adja, amire egyértelmű bizonyíték pl. az a tény, hogy a környezet egyetlen operatív definíciója is az ökológiából származik.

3. A természet- és környezetvédelmet mellérendeltségük következtében illene együttes elnevezéssel illetni, erre azonban még elfogadott gyűjtőnév nincs, csak részleges elnevezések szerepelnek, mint pl. a „környezettudomány”. A két területet együtt szünbiológiai szempontból a szupraindividuális biológiai szerveződés védelmeként definiáljuk (Juhász-Nagy 1979).

A plurális környezetelv mellett létezik egy multiplurális környezetelv is, amelynek értelmében az ökológiai környezet mellett sok más, adott diszciplinától vagy vizsgálati metodológiától függő, de ugyancsak objektum-specifikus környezet létezik. Még biológián belül is sokféle környezetről beszélhetünk. A genetikai környezet az allélgyakoriságot befolyásolja, melynek hatását nem okvetlenül szünbiológiai értékű fenotipikus tulajdonságok indikálják. A fiziológiai környezet hatását fiziológiai változók állapotváltozásai indikálják, de ebben az esetben sem biztos, hogy az indikátum szünfenobiológiai értékű lesz. Beszélhetünk társadalmi környezetről is, mint valamely társadalomtudomány vizsgálati szempontjai szerint diszkriminált környezetről (Juhász-Nagy 1986, Gallé 2000).

## A környezet biológiai összetevői

Nagyon sok klasszikus biológia tankönyvben megjelenik a környezeti tényezők élő és élettelenre („biotikus és abiotikus”) történő felosztása. A környezeti tényezők ilyen jellegű megkülönböztetése helytelen. Egy adott külső életfeltétel környezethatása sokszor nem attól függ, hogy él-e vagy sem, pontosabban, hogy élőlénytől származik-e vagy sem. Például a vörös vércse számára egy élő fűzfa („biotikus faktor”) odva ugyanúgy fészkelési helynek minősülhet, mint a holt fái („abiotikus faktor”), vagy mint egy ugyancsak „abiotikus” sziklaüreget, esetleg toronyablak (Gallé 2000).

Tehát, ha a környezet biológiai összetevőiről beszélünk, akkor azt csak didaktikai szempontból választhatjuk el az élettelen, abiotikus tényezőktől, de nem árt akkor sem kihangsúlyozni a kettő egységét. Ha evolúciós szempontból vizsgáljuk az élet megjelenését, fejlődését a Földön, akkor is azt tapasztalhatjuk, hogy az élőlények együtt fejlődtek környezetükkel. A környezet is hatással volt az élőlények evolúciójára, de az élőlények is megváltoztatták környezetüket evolúciójuk folyamán.

Az élet keletkezéséről vallott jelenlegi elképzelések a következő csoportokba sorolhatók (Mészáros 2002):

1. Az élet a felszíni vizekben végbement kémiai evolúció eredménye, amelyhez az energiát kizárólag a Nap szolgáltatta.
2. Az élet a tengerek mélyén, úgynevezett melegforrások közelében jött létre és az energiát a feltörő hő biztosította.
3. Az élet a szilárd kéregben jött létre geotermális energia segítségével.
4. Az élőlényeket felépítő szerves vegyületek az űrből érkeztek a Földre.

Nagyon sokan szakítanak a szintetikus fejlődélméletekkel és az evolúciónak egy teista tanítása felé fordulnak (Gitt 1999).

Az élet keletkezésének klasszikus elmélete szerint az első szerves vegyületek a napenergia segítségével a sekély tengerekben agyagásványok felületén keletkeztek mintegy négy milliárd évvel ezelőtt. Több kutató is próbálta ezt az elméletet kísérlettel alátámasztani. Miller (1953) feltételezte, hogy az őslégkör metánt, ammóniát és hidrogént, azaz redukált állapotban lévő gázokat tartalmazott. Ha ezek a gázok vízzel érintkeznek, akkor elektromos kisülések hatására a vízben hangyasav, ecetsav és különböző aminosavak keletkeznek. A kísérlettel kapcsolatban viszont problémák is vannak. Az ősi légkörben a szén feltehetően szén-dioxid és nem metán formájában volt jelen. Másrészt, a keletkező aminosavak a két optikai izomért azonos arányban tartalmazták, míg a bioszférában a fehérjéket felépítő aminosavak kizárólag a balra

forgató izomerekből állnak (Lunin 1999). Egy másik kísérletben Fox kimutatta, hogy ha az őssevesnek megfelelő oldatot többször feloldunk és elpárologtatunk, akkor bizonyos körülmények között az aminosavak fehérjékké rendeződnek. Sőt a fehérjék kettős falú kicsiny gömböcskéket hoznak létre, amelyek különböző anyagokat abszorbeálnak, növekednek és osztódnak. De az életet jelentő, a genetikai kódot tartalmazó dezoxiribonukleinsavakat (DNS), illetve a DNS utasításait közvetítő ribonukleinsavakat (RNS), eddig még nem sikerült mesterségesen létrehozni (Mészáros 2002).

Azok a feltételezések, hogy az élet a Föld belsejében vagy a tengerek mélyén is kialakulhatott, akkor láttak napvilágot, amikor felfedezték, hogy egyes baktériumok egészen extrém körülmények között élnek. Egyesek közülük több mint 100 °C-t is elviselnek. A *Pyrodictium occultum* nevű ősbaktérium egészségesen átélte, hogy egy órában nagy nyomáson és 121 °C hőmérsékleten főzték (Davies 2000). Olyan baktériumok is vannak, amelyek megélnek a Holt-tenger sós vizében (*Halobacterium halobium*), kénsavoldatból álló tavakban (*Thiobacillus thio-oxidans*), vagy üledékes kőzetekben 3 km-el a felszín alatt (*Bacillus infernus*). Az élet a Földön mindenütt jelen van (Seebach 1999).

Az élet keletkezésének „kozmosz” elméletét látszik alátámasztani az a tény, hogy a csillagközi térben, ahol a molekulák koncentrációja igen kicsiny, szerves szénvegyületeket (acetilént, formaldehidet és alkoholokat) fedeztek föl, sőt egyes kutatók aminosavakat és policiklikus aromás szénhidrogéneket is kimutattak (Davies 2000). Ma már olyan elképzelések is léteznek, amely szerint az élet csírái a Naprendszerben egyik bolygóról a másikra terjedtek át.

Származásától függetlenül, a Földön uralkodó körülmények kedvezőek voltak az élet kivirágzásához és elburjánzásához: nagysága és Naptól mért távolsága pontosan megfelelő a cseppfolyós víz fenntartásához, amely az élet keletkezésében fontos szerepet játszott (Mészáros 2002).

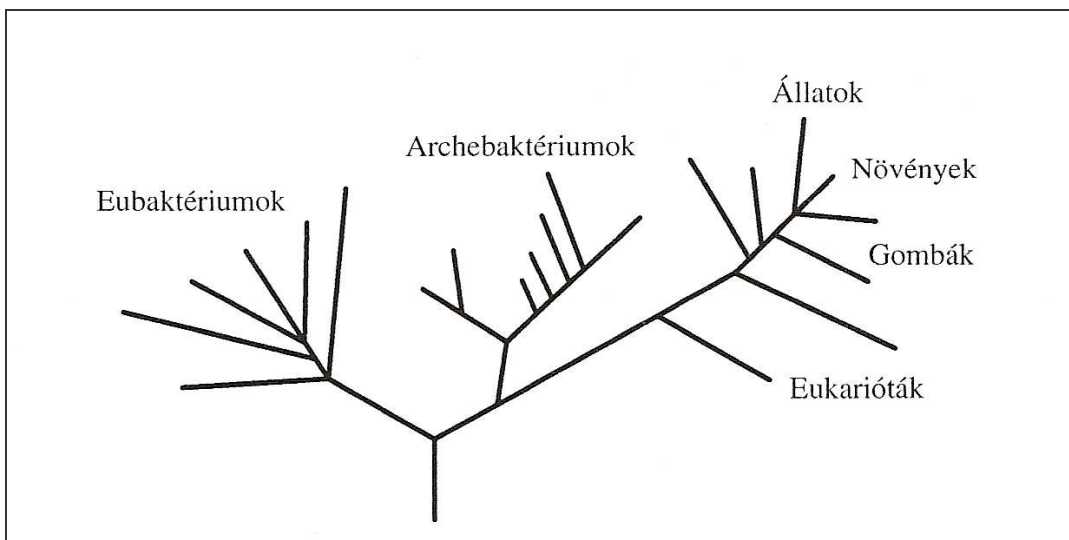
Az önmagukat szaporításra képes molekuláktól, illetve molekulacsoportoktól az egysejtűekig hosszú, nem teljesen ismert út vezetett. Az azonban bizonyos, hogy az első élőlények egysejtű, sejtmaggal nem rendelkező baktériumok voltak. Ezek a sejtmaggal nem rendelkező prokarióták (eubaktériumok és archebaktériumok) anyagcseréjükhöz a rendelkezésre álló szerves vegyületeket használták. Kémiai szintézisből álló anyagcseréjük során egyes prokarióták kémiai energiával szénhidrátokat hoztak létre. Ezt a táplálkozási formát autotrófiának nevezzük. A folyamathoz a környezetben széndioxid, metán, illetve hidrogén (vagy valamilyen hidrogénvegyület) bőven állt

rendelkezésre. Ugyanakkor feltételezhetően nagyon hamar megjelentek a heterotróf szervezetek is, amelyek energiájukat más baktériumok által előállított szerves anyagok kémiai átrendezése révén nyerték. Ezek a baktériumok a szén-dioxid vagy metán formájában visszajuttatták a környezetbe. A környezet egyensúlyát hosszú ideig valószínűleg e két anyagcseremód egyensúlya biztosította (Mészáros 2002).

Jelenlegi környezetünk kialakulása szempontjából nagy jelentőségű volt, amikor 3,5 milliárd évvel ezelőtt egyes baktériumok (cianobaktériumok) hidrogéndonorként a vizet kezdték használni. Megindult a fotoszintézis ma ismert formája, melynek során a Nap energiájának felhasználásával szén-dioxidból és vízből szénhidrátok és oxigénmolekulák keletkeznek.

A másik fontos esemény az eukarióták kialakulása volt. Ezek a sejtek jóval nagyobbak a prokariótáknál, membránnal körülvett maggal rendelkeznek, amelyben a DNS molekuláik vannak és meghatározott feladat elvégzésére alkalmas sejtestetcskék (organelumok) találhatóak. Margulis (2000) endoszimbionta elmélete szerint a kloroplasztiszok eredetileg saját DNS állománnyal rendelkező fotoszintetizáló, míg a mitokondriumok lélegző baktériumok voltak. A prekambriumi, 600 millió évnél régebbi időszak legfontosabb környezeti változása az oxigén megjelenése volt (Mészáros 2002).

Az élet megjelenése után a föld minőségileg megváltozott. Az élő anyag megjelenésével megváltozik a légkör összetétele (víz disszociációja az UV sugárzás hatására, fotoszintézis), megjelenik a pedoszféra (talajtakaró) és az élővilág elterjedésével, egyedi szint fölötti szerveződésével kialakul az élő burok (bioszféra).

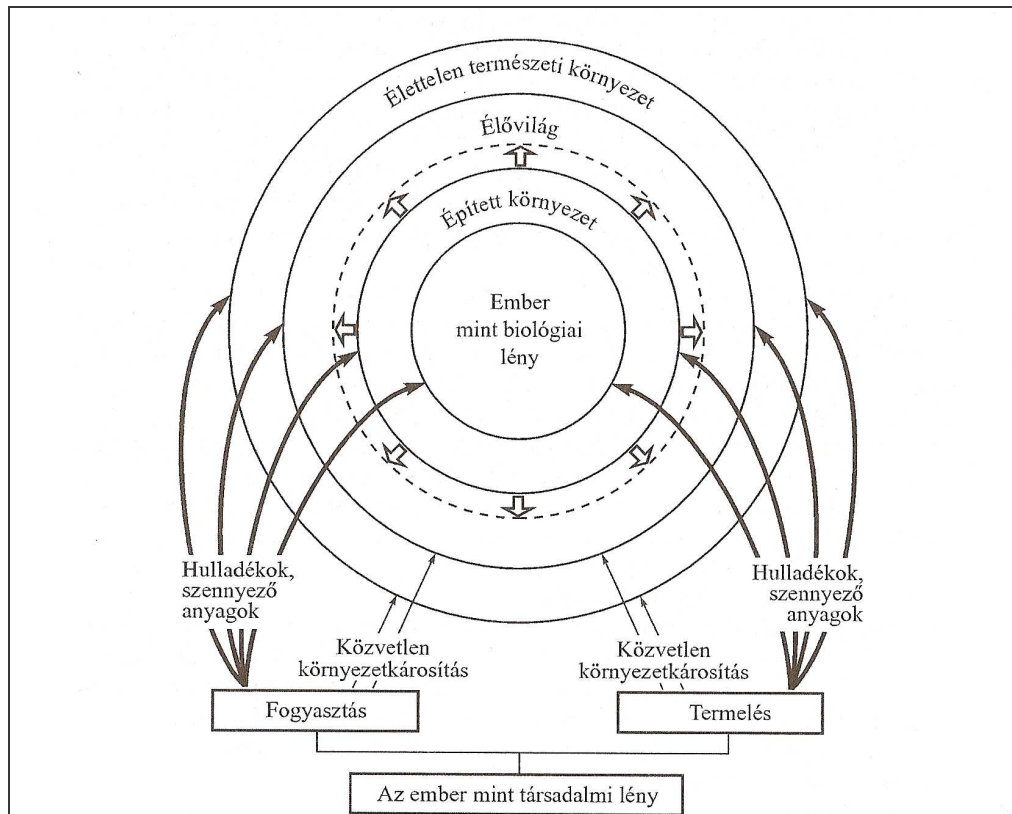


Ábra. Az élővilág felosztása (Woese 1994)

Egy másik nagyon fontos mozzanat volt az ember megjelenése. A jelenleg legelfogadottabb elmélet szerint, körülbelül 2-3 millió évvel ezelőtt jelent meg az első *Homo*-nak nevezett emberős Kelet-Afrikában. Kezdetben az ember a bioszféra részeként élt, de lassan kiemelkedett a többi élőlény közül és végigkövethető a történelem folyamán a különböző kultúráknál az ember és természet polarizációja. Ez végül elvezet a földi rendszerek nagy mértékű megváltoztatásához: litoszféra megváltoztatása bányászattal, hidroszféra és atmoszféra szennyezése, pedoszféra mechanikai pusztítása, kémiai degradációja, bioszféra tönkretétele a biodiverzitás (biológiai sokféleség) és biomassa (élő anyag)mennyiségének csökkentésével. Az élővilág pusztításának mértéke napjainkban meghaladja a földtörténet legdrasztikusabb kihalási periódusának pusztulási ütemét.

Az ember és az emberi tevékenység környezetre gyakorolt hatása több szempontból is különbözik a többi élőlényétől. Az ember képes természetben nem létező anyagokat létrehozni és ezen anyagok környezetébe való juttatása szennyező hatása mellett károsítja a környezetet, veszélyezteti a bioszférát. Ezen kívül az ember képes az információkat a saját agyán kívül is rögzíteni, továbbítani és feldolgozni. Valóságos információs hálózatokat hozott létre (például Internet) ami elősegíti a világ gyors megismerését és manipulálását. Mindezen tulajdonságai révén az ember rendelkezik azzal a képességgel, hogy tudatosan befolyásolja az egész földi rendszer működését, a Föld belső szférái kivételével a rendszer bármely elemére közvetlenül tud hatni.

Feltevődik a kérdés, hogy melyek azok a folyamatok, amelyek nemcsak a természetet, hanem magát az embert és épített környezetét is veszélyeztetik? Mindenekelőtt az emberi populációk növekedését kell megemlíteni. Ez maga után vonja az emberiség számára kedvező életfeltételeket biztosító épített környezet terjeszkedését, ami a természetes élővilág élőhelyeit pusztítja el, s ezzel önmagában is hozzájárul egyes populációk, sőt fajok kipusztulásához. És ez a hatás nem egyedüli. A termékek előállítására nyersanyagokra és energiára van szükség. A nyersanyagokhoz pusztítás árán jut hozzá az ember, s a termékek mellett a gyártás folyamán mindig keletkeznek hulladékok, amelyek – ha kikerülnek a környezetbe – szennyező anyagokká válnak. De a fogyasztás során is keletkezik nagyjából ugyanannyi hulladék és szennyező anyag, mint amennyi a termelésből származik. Tehát közvetlen környezetkárosítás valósul meg mindkét emberi tevékenység során (Kerényi 2003).



Ábra: Az ember fontosabb társadalmi tevékenységeinek hatása a környezetre és az emberre mint biológiai lényre (Kerényi 2003).

### Ajánlott irodalom

- Bordás Gy. 1999. A környezet és a belső állapot, pszichovegetatív folyamatok, pszichoszomatikus betegségek. In: Nánási I. (szerk.): Humánökológia. Medicina Könyvkiadó, Budapest, 407-427.
- Davies P. 2000. Az ötödik csoda. Az élet eredetének nyomai. Vince Kiadó, Budapest.
- Gallé L. 1973. Az állatökológia alapjai (egyetemi jegyzet). Szegedi Tudományegyetem. Szeged.
- Gallé L. 2000. Szünbiológia. Ökológia, biogeográfia, társulástan és alkalmazott ökológia. Egyetemi tankönyv. Szegedi Tudományegyetem. Szeged.
- Gitt W. 1999. Teremtés + evolúció = ?. Primo Kiadó, Budapest.
- Juhász-Nagy P. 1986. Egy operatív ökológia hiánya, szükséglete és feladatai. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Kerényi A. 1995. Általános környezetvédelem. Mozaik Oktatási Stúdió, Szeged.

- Kerényi A. 2003. Környezettan. Természet és társadalom – globális szempontból. Mezőgazda Kiadó. Budapest.
- Lumin J. I. 1999. Earth; Evolution of a Habitable World. Cambridge University Press, Cambridge.
- Margulis L. 2000. Az együttélés bolygója. Vince Kiadó, Budapest.
- Mészáros E. 1994. Bevezetés a környezettanba, Veszprémi Egyetemi Kiadó, Veszprém.
- Mészáros E. 2002. A környezettudomány alapjai. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Miller S. L. 1953. Production of amino acids under possible primitive Earth conditions. Science, 117, 528-529.
- Moser M., Pálmai Gy. 1999). A környezetvédelem alapjai. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- Odum E. P. 1993. Ecology and Our Endangered Life-support Systems. (Second Edition). Sunderland, MS: Sinauer Associates.
- Seckbach J. 1999. Enigmatic Microorganisms and Life in Extreme Environment. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, Boston and London.
- Woese C. R. 1994. Universal phylogenetic tree in rooted form. Microbiological Review, 58, 1-9.
- \*\*\* Wikipédia szabad lexikon. Internet: <http://hu.wikipedia.or>