

Földünk, az élhető bolygó

A Föld különleges bolygó, rajta évmilliók óta olyan körülmények uralkodnak, amelyek lehetővé teszik magasan fejlett élőlény populációk kialakulását, és tartós fennmaradását.

Jogos a kérdés, hogy a Föld mennyire tekinthető speciális kivételnek, hiszen a fizika törvényei lehetővé teszik, hogy az élet más bolygókon is kialakulhasson.

Ezt a véleményt támasztja alá a fizikai Nobel díjas Leon Ledermann professzor, aki szerint egy átlagos galaxis átlagos csillagának átlagos bolygóján élünk.

A világegyetemben számtalan hasonló bolygó létezhet, ezért nem kizárható, hogy az univerzumban törvényszerűen jelenik meg az élet, sőt az értelemmel rendelkező élet is.

Földünk a Tajúrendszer nevű galaxisban helyezkedik el, amelyben legalább 100 milliárd csillag van, és a legtöbb körül bolygók keringenek. Mivel az univerzumban több 100 milliárd galaxis található, a bolygók száma hihetetlenül hatalmas. Bár a lakható bolygók száma ezeknek csupán töredéke, mégis sok milliárd lakható bolygóról lehet szó.

Feltehetjük a kérdést, miért nem lehet velük kapcsolatba lépni. A válasz az, hogy a lakható bolygók közötti távolság térben és időben hatalmas.

Ami a térbeli távolságot illeti, a legközelebbi lakható bolygó több ezer fényév távolságra lehet tőlünk, ezért egy fénysebességű üzenetváltás is évezredekig tarthat.

A másik az időbeli távolság. A Föld kb. 4600 millió évvel ezelőtt keletkezett. Ha ezt az időt – földtörténeti értelemben – 24 órának tekintjük, akkor az emberi civilizáció kialakulása az éjfél előtti utolsó másodpercben zajlott le. Nagyon valószínű, hogy az emberiség a soron következő földtörténeti másodpercben vagy elpusztítja önmagát, vagy olyan fejlettségi szintre jut, ahol már nincs értelme felvenni a kapcsolatot kevésbé fejlett civilizációkkal. Ezért, ha létezik is a közelben hasonló bolygó, szinte nulla annak a valószínűsége, hogy a két bolygón egybe esik az a bizonyos kritikus földtörténeti másodperc.

A földi élet számtalan kedvező körülmény szerencsés egybeesésének köszönhető. Az egyik a bolygó térbeli helyzete. A Nap körül létezik egy lakhatósági zóna, ahol olyan hőmérsékleti körülmények uralkodnak, ahol a víz egyszerre van jelen mind a három halmazállapotban, folyékony vízként, jégként, és vízgőzként. A föld – optimálisan – éppen a lakhatósági zóna közepén kering, a Vénusz és a Mars pályája között, amelyek a lakhatósági zóna határait képezik.

A másik kedvező körülmény naprendszerünk térbeli helyzete. Napunk egy kb. 100 ezer fényév átmérőjű spirál galaxisban helyezkedik el, nagyjából fele úton a centrum és a galaxis széle között, még hozzá két spirálkar között. Nem vagyunk túl közel a centrumhoz, ahol a hatalmas ionizáló sugárzás minden életet elpusztítana, de nem vagyunk nagyon távol sem, ezért kapunk annyi sugárzást, hogy működhessen a mutációk sorozatára épülő biológiai evolúció. Szerencsés a naprendszer két spirálkar közötti helyzete is, mert itt kicsi a csillag sűrűség, ezért kicsi az életet elpusztító ütközéses katasztrófák valószínűsége. Szerencsés az is, hogy a naprendszer felé közeledő veszélyes objektumok jelentős részének a pályáját két nagybolygó, nevezetesen a Jupiter és Szaturnusz gravitációs ereje eltéríti, ezzel óvja a Földet az ütközésektől.

A Földi élet szerves vegyületekre épül. Ezek molekuláinak vázát láncszerűen összekapcsolódó szénatomok alkotják, a molekulák legfontosabb építőelemei pedig a szén, a hidrogén, az oxigén, és a nitrogén. Az élőlények biológiai működéséhez jelentős mennyiségű vízre is szükség van.

A Föld különlegessége, hogy a felszínének csaknem háromnegyed részét víz borítja, miközben az atmoszférában jelen van az élethez szükséges négy legfontosabb gáz, nevezetesen az oxigén, a nitrogén, a széndioxid, és a vízgőz.

Az antropikus elv

Az univerzumban az élet kialakulásához szükséges körülmények szerencsés egybeesése nem lehet a pusztán véletlen műve.

A kérdés összefügg a természet működését meghatározó paraméterek számszerű értékével, amelyek biztosítják, hogy a fizikai, kémiai, biológiai folyamatok mindig mindenütt ugyanolyan törvények szerint működjenek.

A természeti állandókat két fő csoportba lehet sorolni: vannak matematikai és vannak fizikai állandók. Matematikai állandóra példa a π szám (3,1415926536...), amely megadja a kör területének és átmérőjének viszonyát egy euklideszi térben, vagy az e szám (2,7182818285...), amely a természetes logaritmus alapszáma. A fizikai állandók nem függetlenek a matematikai állandóktól, azokkal szoros kapcsolatban vannak. Fizikai állandóra példa a fénysebesség, az elektron töltése és tömege, a gravitációs állandó, a Planck állandó, a Boltzmann állandó, stb.

A fizikai állandók kombinálásával egyre újabb állandókat lehet képezni. Felvethető a kérdés, hány független fizikai állandó létezik, amelyeket a többi állandóból nem lehet levezetni. John C. Baez (University of California) szerint a független fizikai állandók száma 26.

Felvethető az is, hogy a fizikai állandók öröktől fogva léteznek-e, vagy a feltételezett ősrobbanás során alakultak ki, és az is, miért akkorák a fizikai állandók, amekkorák. A kérdés azért fontos, mert bármelyik állandó csekély megváltozása megváltoztatná a világ működését, olyannyira, hogy például a csillagok nem tudnának sugározni, mert bennük nem működne termonukleáris fúziós reakció, vagy az atomok nem tudnának szerves molekulákat alkotni, ezért nem jöhetett volna létre az élet, esetleg egyáltalán nem létezhetnének atomok, mert az elektronok nem tudnának stabil pályákon keringeni az atommagok körül, stb.

Hogy a világ olyan, amilyen, az a fizikai állandók összehangolásának következménye.

Valószínűtlen, hogy a természeti állandók pontos összhangja, finomhangolása csupán a vak véletlen műve, mert egy ilyen véletlennek kisebb a valószínűsége, mintha valakinek minden héten ötös találatja lenne a lottón. Ebből a felismerésből kiindulva több természettudós feltételezi, hogy megalapozott az ún. antropikus elv, amely szerint az univerzum azért ilyen, hogy létezhesse benne értelmes lény, aki megfigyeli.

Az antropikus elvnek két változata van.

A gyenge antropikus elv szerint sok világegyetem keletkezett, ezekben véletlenszerűen alakultak ki a természeti állandók, és mi egy olyan világegyetemben élünk, ahol véletlenül éppen összejöttek a megfelelő paraméter kombinációk, és ezáltal vált lehetővé az életünk. Ez az elgondolás egyfajta kozmológiai darwinizmusként is felfogható.

Az erős antropikus elv szerint létezik egy kozmikus intelligencia, amely úgy irányította a természeti állandók kialakulását, hogy az élet létrejöhessen.

Az is fontos tény, hogy az univerzumnak fejlődési története van, régen nem olyan volt, mint most, és a jövőben sem olyan lesz, mint most, azonban feltételezhető, hogy a fizika törvényei mindig és mindenütt változatlanul érvényesek maradnak.

A GAIA elmélet

Ha rendelkezésre áll egy élhető bolygó, ahol adva van minden kedvező körülmény, az még nem jelenti azt, hogy az élet megjelenik. Komoly viták folytak, és folynak ma is, hogyan jött létre az élet a Földön. Egyes elképzelések szerint más bolygóról került át ide valahogyan az élet csírája. Akkor viszont meg kellene magyarázni, hogy azon a másik bolygón hogyan jött létre az élet. Egy lehetséges válasz James Ephraim Lovelock GAIA elmélete.

Lovelock szerint lehet, hogy 3 és fél milliárd évvel ezelőtt véletlenül jöttek létre a megfelelő környezeti feltételek az organikus élethez, ámde ami ezután történt, az már nem véletlen.

A rendszeres szupernóva robbanások miatt a csillagközi és bolygóközi térben lebegő porfelhőkben minden kémiai elem előfordul, és a csillagok közelében a hatalmas ionizáló sugárzás hatására ezekből folyamatosan képződnek szerves és szervesetlen molekulák. A világegyetem ontja magából az élet építőköveit, és ha ezek olyan bolygóra kerülnek, ahol megfelelők a körülmények, az élet létrejön. Ha pedig az élet létrejött, az élőlények olyan rendszert alkotnak, amelyek szabályozzák az élet fennmaradásához szükséges környezeti feltételeket.

Lovelock szerint a bioszféra működése élőlényhez hasonlítható, amelyben visszacsatolt szabályozások biztosítják az élet fenntartásához szükséges paramétereket.

Példa erre az emberi test, amelyben bonyolult önszabályozó mechanizmusok tartják optimális szinten a hőmérsékletet, a vércukorszintet, a testnedvek pH értékét, a sejteken belüli nátrium, kálium, kalcium, foszfor ionkoncentrációt, és számos egyéb kulcsparamétert. E szabályozó rendszer

megfelelő működtetése a testünket alkotó sokmilliárd sejt, valamint a szimbiózisban résztvevő mikroorganizmusok hatékony együttműködése útján valósul meg. Lovelock szerint hasonlóan működik az egymással kölcsönhatásban lévő élőlények és az atmoszféra önszabályozó rendszere, amelynek célja az élet fenntartása, az élethez szükséges optimális körülmények stabilizálása útján.

Az elképzelés nem új, korábban is felmerült, hogy a Föld olyan lehet, mint egy élőlény. Ilyen elméletet publikált 1787-ben a földtani tudós James Hutton, 1913-ban a biofiziológus Lawrence Henderson, és 1926-ban a biokémikus Vladimir Vernadsky. Ezek az elméletek azonban nem voltak tudományos alapossággal kidolgozva.

Lovelock, bár az elméletét elméleti úton nem igazolta, azonban meggyőző tapasztalati adatokkal támasztotta alá, ezért az önszabályozás tényét sok tudós elfogadta, azt azonban már vitatták, hogy az önszabályozásnak „célja” van, sőt hogy a cél a földi élet fenntartása.

Lovelock érvei között szerepel, hogy az élet kialakulása óta a klíma meglepően stabil, miközben a Földet hatalmas katasztrófák érték. Előfordult, hogy hosszú ideig olyan intenzív kozmikus ionizáló sugárzás érte a bioszférát, amelyhez hasonlót csak úgy lehetne előidézni, ha az atomhatalmak a nukleáris bombáikat egyszerre felrobbantanák. Máskor a napsugárzás több millió évig 30%-kal volt gyengébb, mint most, ami 50-80 fok hőmérséklet csökkenést is okozhatott volna, azonban az átlagos hőmérséklet alig változott, mivel a csökkenő besugárzást az üvegház effektus felerősödése kompenzálta. Az is előfordult, hogy az „ózonréteg” nemcsak meggyengült, de hosszú időre megszűnt létezni, mivel a sztratoszférából az összes ózon eltűnt, de a bioszféra ezt is túlélte.

Lovelock szerint a bioszférában az élőlények és a természet erőforrásai közötti kölcsönhatások jól működő önszabályozó és környezet alakító rendszert képeznek, amelyben az élőlények nemcsak élvezik a kedvező feltételeket, hanem azokat aktív módon alakítják, és a kedvező állapotot – a lehetőségek határain belül – stabilizálják.

Lovelock az elméletét a „Százszorszépek világa” (Daisy world) modellel szemléltette.

Képzeljünk el egy bolygót, amelynek a felszínét százszorszépek borítják.

Kétféle százszorszép van, fekete és fehér. A fekete virágok a napfény jelentős részét elnyelik, míg a fehérek a nagy részét visszaverik. Ha a Nap fénye, és/vagy a légkör fényáteresztő képessége megváltozik, a rendszer ehhez alkalmazkodik. Ha a napsugárzás csökken, a fehér virágok kevesebb energiát elnyelnek el, ezért kevésbé szaporodnak, miközben a csökkent besugárzást jól hasznosító fekete virágok egyre nagyobb területeken virítanak, így a felszín fényenergia elnyelő képessége növekszik, a talaj és a levegő melegebbé fog. Ha viszont a Napsugárzás erősödik, fordított folyamat játszódik le. A fekete virágok túl sok energiát nyelnek el, kiszáradnak és elpusztulnak, miközben a fehérek szaporodnak, és a Napfény egyre nagyobb hányada verődik vissza a világűr felé anélkül, hogy melegítené a talajt, tehát a hőmérséklet csökkenni fog.

A valóságban az önszabályozó folyamat persze sokkal bonyolultabb, abban számos állat és növényfaj játszik szerepet, folyamatosan változik a növények és állatok aránya, és a különféle állat és növény fajok és fajták aránya is.

Lovelock szerint a klíma szabályozásában nem annyira a nagytestű állatok és növények, sokkal inkább a mikro élőlények, baktériumok, penészgombák, moszatok, kék és zöld algák, korallok játszzák a főszerepet. Bár ezek klímaszabályozó képessége lassú, azonban nagyon hatékony. Lovelock példaként hozza fel, hogy sokmilliárd korall mészkővázából több kilométer magas, több ezer kilométer hosszú tenger alatti zátonyok épültek fel. Ekkora építmények hatalmas terhelést képeznek az óceánok alatti vékony földkérgen, képesek befolyásolni a tengeráramlatokat és a lemez-tektonikai folyamatokat, ezen keresztül a földrengéseket, a vulkáni tevékenységeket, vagy akár a kontinensek vándorlását is. Mikro-élőlények önpusztító tevékenysége megváltoztathatja a mély-tengerek és a magasabb légrétegek közti gázcserét, és ezzel befolyásolhatja a sztratoszféra metán, halogén, szénhidrogén és ózon tartalmát, ezen keresztül az üvegházhatást, és a talajszintet elérő ultrabolya sugárzás erősségét.

Lovelock, elkötelezett környezetvédőként, az elméletét több könyvben, számos publikációban és előadásban fejtette ki. Érdemes megemlíteni, hogy utolsó könyvében, amely magyarul is megjelent „*Gaia halványuló arca*” címen, kiábrándító megállapításokat tesz a nagyvárosi környezetvédő mozgalmak kártékony tevékenységéről, amellyel többet ártanak a természetnek és a

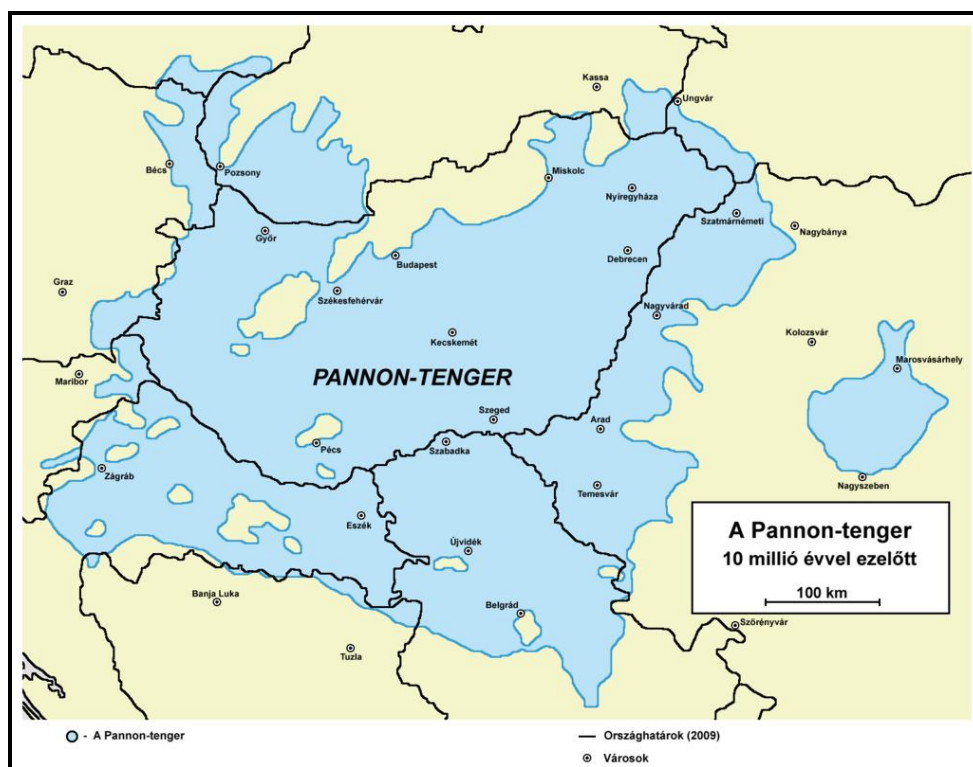
környezetnek, mint amennyit használnak. A zöld mozgalmak főleg a nagyvárosokban szerveződnek, és az aktivistáik leginkább a természetfilmekből ismerik a természetet, amelyről csak a forgatókönyvírók és operatőrök által megszűrt és eltorzított változat jut el a nézőkhöz. Nem véletlen, hogy „vidéken”, ahol az embereknek sokkal több személyes tapasztalatuk van arról, hogy hogyan működik a valóságban a természet, sokkal kisebb a zöld mozgalmak népszerűsége.

Lovelock elméletének megalapozottságát alátámasztja az atmoszféra összetételének alakulása.

A Föld őslégkörében még nem volt oxigén, ez csak kb. 3,5 milliárd évvel ezelőtt kezdett – először nyomokban – megjelenni, amikor a cianobaktériumok a fotoszintézisük során vízből jutottak hidrogénhez, és a felszabaduló oxigén az atmoszférába került. Az atmoszféra összetétele az utóbbi 300 millió évben alig változott, és ez főleg a növényvilág intenzív fotoszintézisének köszönhető. Ha a növényvilág elpusztulna, például a levegő széndioxid tartalmának jelentős csökkenése miatt, ez a folyamat valószínűleg megszűnne, majd az oxigén is lassan eltűnne a légkörből, mivel előbb-utóbb minden olyan anyag oxidálna, amely erre alkalmas.

Az örök változás

Gyakran hallunk olyan véleményeket, hogy vissza kellene állítani a természet „eredeti” állapotát. A természetnek azonban nincs eredeti állapota. 10 millió évvel ezelőtt például a Kárpát Medence nagy részét víz borította, ez volt a Pannon tenger.



Az ókori görög bölcstől, Hérakleitosztól származik a mondás, hogy nem lehet ugyanabba a folyóba kétszer bele lépni. A természet lényege ugyanis a folyamatos, visszafordíthatatlan változás.

A régészek sokáig vitatkoztak arról, hogy a régi egyiptomiak miért építették a sivatagba a hatalmas Kheopsz piramist. Az utóbbi időben fény derült a rejtélyre. A piramis eredetileg a Nílus partjára épült, gyönyörű dús növényekkel teli környezetben. A Nílus azonban az évezredek során odébb vándorolt, a hoppon maradt piramis pedig ott ragadt a kietlen sivatagban.

Az elmúlt több száz millió év alatt mindenütt hatalmas változások zajlottak a bolygón, és az evolúció során jelentősen átalakult az élőlény populációk összetétele.

Jelenleg a Földön az állat, növény és gomba fajok számát több 10 milliós nagyságrendre becsülik, pontos adataink nincsenek. Eddig csupán mintegy 1,7 millió állat, növény és gomba fajt írtak le, a tengeri fajok száma pedig 2,2 millió körül lehet.

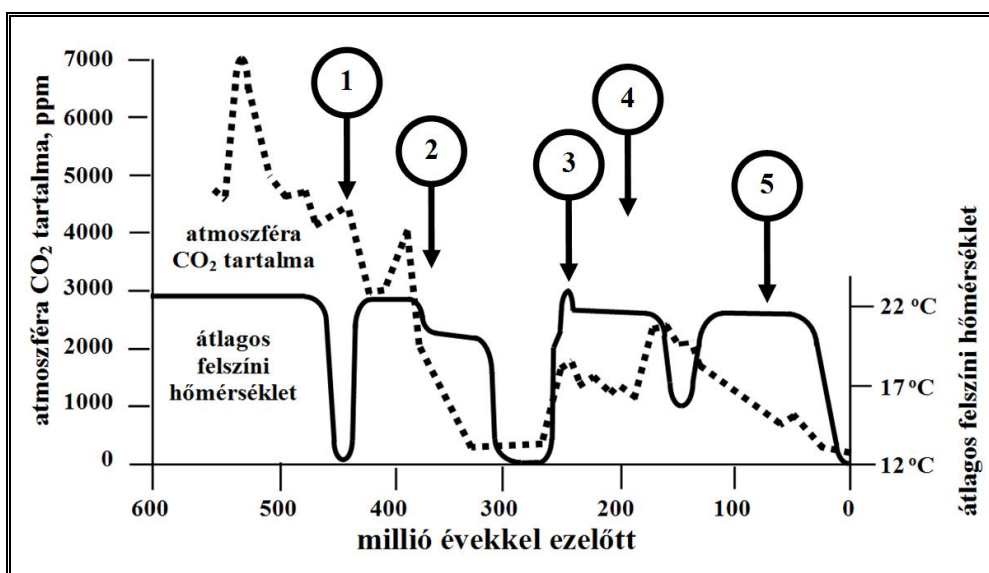
Darwin szerint az evolúció hajtóereje a létért folyó küzdelem, amelyben alkalmazkodni kell a változó feltételekhez. Annál nagyobb egy faj a túlélési esélye, minél jobb az adaptációs képessége.

A környezet változása pedig – amelyet túl kellene élni – az éghajlat változásában, időjárási anomáliákban, természeti katasztrófákban (tűzhányó kitörés, földrengés, cunami, hurrikán, árvíz, stb.) nyilvánul meg. Ezek a tényezők élőlény fajok tömeges kipusztulását okozhatják, ami azonban a természet szempontjából nem katasztrófa, csupán egy-egy lépés az élőlények evolúciójában.

Bár hatalmas méretű és hatású katasztrófák is előfordultak, ezek gyakorisága szerencsére ritka, ismétlődési idejük sok millió évre tehető. Sokkal gyakoribb az éghajlat váratlan gyors megváltozása, amely súlyosan próbára teszi az élőlények adaptációs képességét.

Az evolúció során rendszeresen halnak ki élőlény fajok, miközben újabb fajok jönnek létre, így az élőlény fajok struktúrája, a „biomix” állandóan változik, átalakul. Évmilliókkal ezelőtt egészen más volt az élővilág összetétele, mint most, újabb évmilliók elteltével megint más lesz, rá sem lehet majd ismerni. Ha az új fajok keletkezése gyorsabb, mint a kihalások, az élővilág sokszínűsége, a „biodiverzitás” növekszik, ellenkező esetben csökken. Ha pedig a kihalások túlsúlya extrém méretűvé válik, tömeges kihalásról beszélhetünk.

Az elmúlt 600 millió év során öt nagy tömeges kihalás zajlott le az ordovicium, a devon, a perm, a triász és a kréta korszakok végén, kb. 440 (1), 364 (2), 255 (3), 200 (4), és 65 (5) millió évvel ezelőtt. A bolygó átlagos felszíni hőmérsékletének, valamint az atmoszféra átlagos széndioxid tartalmának a változását ezen idő alatt a diagram mutatja:



A tömeges kihalások számos okra vezethetők vissza. Szerepet játszottak vagy játszhattak a gyors klímaváltozások, a hosszan tartó jégkorszakok, a tengerszint jelentős csökkenése vagy emelkedése, a tengerek és óceánok vizének pH értékének a megváltozása, a levegő oxigén tartalmának csökkenése, a levegő metán tartalmának jelentős növekedése, aszteroida becsapódás, szupervulkán kitörés, közeli szupernóva robbanás, és még sorolhatnánk. A ritkán előforduló nagy kihalások mellett gyakran következtek be kisebb léptékű kihalások is, főleg a jégkorszakok idején.

Éghajlatváltozások

Az elmúlt több százmillió év során a jégkorszakok közötti időszakokban általában melegebb volt, mint most, olyannyira, hogy a sarkoknál nyáron a hó és jégtakaró teljesen elolvadt, majd a hat hónapig tartó téli sötétség idején újra képződött.

Az utóbbi 800 ezer évben nagyjából 100-110 ezer évenként követték egymást a jegesedési és melegedési ciklusok. Ezeket hosszú idejű jégkorszakok, valamint ezek közé ékelődő mindössze néhány ezer éves interglaciális korszakok alkották. A jégkorszakokban az északi féltekén a sarki jég határa dél felé húzódott, és csaknem egész Európát jégtakaró borította, a meleg időszakokban pedig a jégmezők visszahúzódtak, de soha nem olvadtak le teljesen.

Jelenleg egy jégkorszakok közötti interglaciális időszakban vagyunk, amelynek során az északi féltekén az éghajlati övek Észak felé, a déli féltekén pedig Dél felé tolódnak el. Főleg ebből adódik, hogy a teljes bolygóra átlagolt felszíni hőmérséklet emelkedik.

Az utóbbi 800 ezer év hőmérsékletének változásait Milutin Milanković szerb tudós vizsgálta. Elmélete szerint ezeket főleg az okozza, hogy ciklikusan változik a Föld keringési pályának excentricitása, a forgási tengelyének dőlési szöge, valamint a dőlés iránya (precessiója), és ezek miatt ciklikusan változik a bolygót érő napsugárzás erőssége és területi eloszlása.

A Föld keringési pályája szüntelenül változik, és ez jelentősen meghatározza a Napból a bolygóra besugárzott energia mennyiségét, térbeli és időbeli eloszlását. Nagyrészt ettől függ az átlagos éves felszíni hőmérséklet, valamint az évszakok ciklikus változása, amely az északi és a déli féltekén „ellenfázisú” időeltolással zajlik.

A Föld forgástengelye a keringési pályasíkra merőleges irányhoz képest kb. 23,5 fokkal elhajlik, és ezt a hajlásszöget a bolygónk körül keringő Hold nagymértékben stabilizálja. A Föld forgási tengelyének elhajlása miatt néha az északi, máskor pedig a déli félteke kap több napfényt, ez okozza az évszakok váltakozását, és azt is, hogy nyáron hosszúak a nappalok és meleg van, télen pedig hideg van, és a nappalok rövidek.

A Föld keringési pályája soha nem teljesen kör alakú, hanem kissé elnyúlt ellipszis, ezért a Föld-Nap távolság az átlag körül kb. +/-3% körüli mértékben ingadozik, és a Föld akkor van egy kicsit távolabb a Naptól, amikor Európában nyár van.

Bár a Föld forgási tengelyének dőlési szöge viszonylag stabil, ez nem jelenti azt, hogy változatlan. Bolygónk hasonlóan viselkedik, mint egy pörgettyű, vagy mint egy bűgőcsiga. Ha az asztalon a pörgettyűt megforgatjuk, eleinte stabilan tartja a függőleges helyzetét, de amikor lassulni kezd, egyre jobban imbolyog, miközben a dőlés mértéke is ingadozik, és a forgástengely egy képzeletbeli kúp palástján vándorol.

Hasonló történik a Földdel. Változik a forgástengely dőlésszöge, és iránya, a bolygó forgása pedig lassul. Ebben szerepet játszik, hogy a Hold távolodik a Földtől, és csökken a stabilizáló hatása. A folyamat lassú, csak évszázadok, sőt évezredek alatt válik mérhetővé. Közben a „tavaszpont” helyzete is változik, emiatt a tavaszi nap-éj egyenlőség idején a Nap látszólagos helyzete a csillagképekhez viszonyítva vándorol.

A keringési pálya paramétereinek változásai jelentősen befolyásolják az éghajlatot, a bolygónkra jutó napsugárzás eloszlását az északi és a déli félteke között, valamint a különféle szélességi körök között, és hatással vannak annak időbeli eloszlására is. Milanković szerint a felsorol tényezők együttes hatására az északi sark közelében a nyári napsugárzás mennyisége akár 20%-kal változhat, ez okozhatja a jégmezők előrenyomulását, és visszahúzódását.

Később Bacsák György akadémikus pontosította Milanković számításait. Szerinte a Föld forgástengelyének a keringési pályasíkkal (ekliptika) bezárt szöge kb. 40 ezer éves periódussal ingadozik, az ellipszis alakú pálya kistengelyének és nagytengelyének aránya kb. 92 ezer éves periódussal mutat ingadozást, a keringési pálya nagytengelyének iránya pedig kb. 110 ezer év ciklus idővel fordul körbe, és ezek szuperponált hatása befolyásolja a Földre jutó napenergia térbeli és időbeli elosztását, és idézi elő a jégkorszakok és felmelegedési korszakok ciklikus változását.

Bacsák egy millió éves visszamenőleges számításainak helyességét a földtani kutatások alátámasztják. Szerinte az utolsó jégkorszak kb. 10-11 ezer évvel ezelőtt ért véget, és jelenleg két jégkorszak közötti melegedő periódusban vagyunk.

Energia és entrópia

A földi életet a napsugárzás energiája működteti. Ennek egy része, kb. 30%-a, a bolygóról visszaverődik, szétszóródik a világűrben, a fennmaradó kb. 70% pedig elnyelődik a talajban, a felszíni tárgyokban, növényekben, élőlényekben, valamint az óceánokban, az atmoszférában, és a felhőkben. Ha a bolygó átlagos hőmérséklete, néhány fokos ingadozásoktól eltekintve, hosszú időn át nem változik, akkor az azt jelenti, hogy amennyi energiát a bolygó a napsugárzásból elnyel, ugyanannyit előbb-utóbb a világűr felé ki is sugároz, különben a bolygó – ahogyan azzal az emberekkel mostanában ijesztgetik – valóban túlmelegedne.

Feltehetjük a kérdést, hogy ha a befogadott energiától rendszeresen megszabadulunk, akkor voltaképpen nincs is szükségünk energiára, mert az energia csupán magával hordoz valamiféle más tényezőt, ami nélkülözhetetlen az élethez.

A kérdés jogos, és ez a más tényező nem más, mint a negatív entrópia, rövidítve negentrópia. Az entrópia egy fizikai rendszer rendezetlenségének a mértéke.

A természetben az entrópia folyamatos növekedésének tendenciája zajlik. Ez azt jelenti, hogy a dolgok a rendezett állapotból, a rendből, a rendezetlenség felé haladnak. Ha például egy földrengés miatt összedől egy épület, azon nem csodálkozunk. Azon viszont már csodálkoznánk, ha egy második földrengés hatására az összedőlt épület „véletlenül” magától újra felépülne. Általános szabály, hogy egy magára hagyott dinamikusan működő rendszer entrópia szintje, vagyis a rendezetlensége, folyamatosan növekszik, és ez veszélyezteti a biológiai struktúrák életképességét.

Az élő biológiai szervezetek rendezettsége nagyon magas, belső entrópia szintjük nagyon alacsony a környező élettelen világhoz képest, éppen ez teszi lehetővé az életet. Neumann János szerint minden élő szervezet egy-egy kis sziget a növekvő entrópia tengerében. Az élőlények kemény küzdelmet folytatnak, hogy az entrópiájukat alacsonyan tartsák, ellenkező esetben a szervezetük alacsony entrópiájú rendezett állapotra felborul, és beáll egy magasabb entrópiájú rendezetlen állapot, a biológiai halál állapota. És ez nem csupán az élőlényekre igaz, hanem a Föld bioszférájára is. Nem véletlenül nevezik a Földet élő bolygónak.

Az élőlények úgy tudják biztosítani az alacsony belső entrópia szintet, hogy a környezetükben nagyobb mértékben növelik az entrópia szintet, mint amennyi negentrópiát nyernek. És ez nem csupán egyes élőlényekre igaz, de az egész élővilágra is, amely az élet tevékenységével folyamatosan növeli maga körül az entrópiát.

Hasonló lokális környezeti entrópia szint növekedést okoznak a természeti katasztrófák, valamint az ember által okozott környezet szennyezések. Amikor károsítjuk a környezetet, ha spontán természeti katasztrófa, vagy akár közlekedési baleset történik, vagy egy híd összeomlik, akkor az azt jelenti, hogy egy adott helyen lokális entrópia szint növekedés következett be, negentrópiát veszítettünk. Ha a károsodást helyre akarjuk állítani, ez csak úgy lehetséges, ha más helyről vonunk el erőforrásokat, ahol viszont ezzel entrópia növekedést okozunk.

Becslések szerint egy lokális entrópia szint növekedés kompenzálása esetén – a sok kicsi sokra megy elv alapján – más körzetekben okozunk összesen, azaz globális szinten, kb. 3-szor nagyobb entrópia növekedést, mint amekkora az eredeti káresetnél lépett fel.

Általános elv, hogy ha lokálisan csökkentjük az entrópia szintet, az entrópia szint globálisan sokkal nagyobb mértékben fog növekedni. Amikor a gazdag országok kihelyezik a „fejlődő” országokba a környezetet károsító technológiákat, például azért, hogy a saját országukban környezetkímélő energiatakarékos eszközöket használhassanak, kamatostól küldik át az entrópia szint növekedést egy másik földrajzi térségbe, oda, ahol olcsó a munkaerő, és olcsó az emberi élet.

Kérdés, hogy ha a bolygónk élővilága – és nem csupán az ember – folyamatosan növeli a globális entrópia szintet, hogyan maradhat a rendszer állapota hosszú ideig stabil, mi módon pótlódik a negentrópia veszteség. És itt lép be a képbe az éltető napsugárzás jelentősége. A Nap felszíni hőmérséklete nagyjából 20-szor magasabb, mint a Föld felszíni hőmérséklete. Emiatt a napsugárzás fényrészecskéi, a fotonok, kb. 20-szor magasabb frekvencián rezegnek, és az energiájuk 20-szor nagyobb, mint a bolygó által kisugárzott láthatatlan infravörös fotonok frekvenciája és energiája. Ha tehát a bolygó elnyel egy magas frekvenciájú, rövidhullámú, alacsony entrópia szintű nap-fotont, helyette előbb-utóbb kisugároz kb. 20 darab magas entrópia szintű infravörös föld-fotont, a nyereség pedig az entrópia szint csökkenése, vagyis a negentrópia.

Hogyan működik az üvegházhatás

Az üvegházhatás azt jelenti, hogy a napsugárzás által felmelegített felszín „hűtése” korlátozott, emiatt a Föld felszínén a hőmérséklet magasabb, mint egy olyan bolygón, amelyen nincs légkör, miközben a napsugárzásból éppen annyi energiát nyel el, mint a Föld.

Az üvegházhatás oka pedig az, hogy az üvegházhatású gázok elnyelik a felszínről kiáradó láthatatlan infravörös hősugárzás jelentős részét, majd az lenyelt hőenergiát ismét kisugározzák, részben a felszín, részben a világűr felé. A felszín felé visszasugárzott hőenergia melegítő hatásának köszönhetően talajszerint magasabb a hőmérséklet, mint egy olyan bolygón, ahol nincs üvegházhatás. Az üvegházhatás azonban önmagában nem káros, nélküle a Föld fagyott bolygó

lenne, rajta nem létezhetne élet. Ha azonban az üvegházhatás túlzottan felerősödik, a bolygó veszélyesen túlmelegedhet.

A hivatalos klímaelméletben az üvegházhatású gázok között kiemelt szerepet tulajdonítanak a széndioxidnak, miközben alig szokás említeni a legfontosabb üvegházhatású gázt, nevezetesen a vízgőzt, amely az infravörös elnyelődés túlnyomó részét (kb. 95%-át) okozza.

Az üvegházhatás mértékére több meghatározás létezik, leggyakoribb az említett hőmérséklet eltérés megadása. Ehhez meg kell határozni a Föld felszínének átlagos hőmérsékletét, továbbá egy olyan hipotetikus bolygó átlagos felszíni hőmérsékletét, amely a napsugárzásból ugyannyi energiát nyel el, mint a Föld.

Egy tárgy felszíni hőmérsékletének mérése két módon történhet. Hozzá érinthetünk egy hőmérőt, majd leolvassuk az eredményt. Ez a kontakthőmérséklet, más néven termodinamikai hőmérséklet.

Mérhetjük a hőmérsékletet érintésmentesen is, a tárgy által kibocsátott hősugárzás alapján, például hőkamerával. Ez a kisugárzási, más néven emissziós hőmérséklet. A két módon mért hőmérséklet nem teljesen azonos, aminek okát itt nem részletezzük.

A Föld átlagos felszíni hőmérsékletének mérése egy harmadik módszerrel történik. A talajszint felett 120-200 cm magasságban mérik a levegő hőmérsékletét, sugárzásoktól árnyékolt, átszellőzést biztosító mérőállomásokon, majd a mérési adatokat az egész évre és az egész bolygóra átlagolják. Az így kiszámított eredmény gyakorlatilag azonosnak tekinthető a felszín átlagos emissziós hőmérsékletével.

Felvethetjük a kérdést, mennyire lehetnek megbízhatók az ilyen mérések a Csendes Óceán közepén, a Himalája hegység lejtőjén, vagy az Antarktiszon, és mennyire lehettek pontosak egy-két évszázaddal ezelőtt, amelyekhez képest a melegedés sebességére ma csupán becslések készülhetnek.

További kérdés, hogyan lehet megmérni vagy elméletileg kiszámítani egy olyan hipotetikus bolygó felszíni hőmérsékletét, amelyen nincs üvegházhatás. Nos, egy ilyen bolygó pontosan annyi hőmérsékleti sugárzást bocsát ki a világűr felé, amennyit a napsugárzásból elnyel.

Mivel hosszabb távon a Föld energetikai egyensúlyban van, erre is igaz, hogy a bolygónk globálisan, átlagosan annyi hőenergiát sugároz ki a világűr felé, amennyit a napsugárzásból elnyel.

Ez elméleti úton is kiszámítható, de ma már arra is lehetőség van, hogy műholdról, vagy űrhajóból ténylegesen elvégezzük a mérést. A mérések és számítások alapján a Föld átlagos felszíni hőmérséklete kb. +15 C fok, a bolygó globális kisugárzási hőmérséklete pedig kb. -18 C fok, amiből kiadódik, hogy az üvegház hatás kb. 33 C fok.

A NASA és az IPCC szerint, mivel az emberiség egyre több széndioxidot bocsát ki, az üvegházhatás folyamatosan növekedni fog, míg végül annyira meleg lesz, hogy a bolygó élehetlenné válik. Kérdés azonban, hogy képes lehet-e az üvegházhatás és ezen keresztül a felszíni hőmérséklet korlátlanul növekedni, hiszen a fizikai világban semmi nem növekedhet korlátlanul, és a fák sem nőnek az égig-

Az üvegházhatás kifejezés a növénytermesztésben alkalmazott üvegházak analógiájára honosodott meg a szakirodalomban, azonban a két „üvegház” működési elve sok tekintetben eltér. Az utóbbinál ugyanis az üvegházhatást merev üveglapok okozzák, miközben az atmoszférában kaotikusan kavargó légáramlatok vannak jelen. Ennek ellenére a kérdés lényegét mégis meg lehet világítani egy ilyen hasonlattal.

Adott egy igazi mezőgazdasági üvegház, amelynek a tetejét üveglap borítja. Az üveglap a melegítő napsugárzást átengedi, az üvegházból kilépni akaró hősugárzás egy részét azonban visszafogja, csapdába ejti, miáltal az üvegházban melegebb lesz, mint odakint.

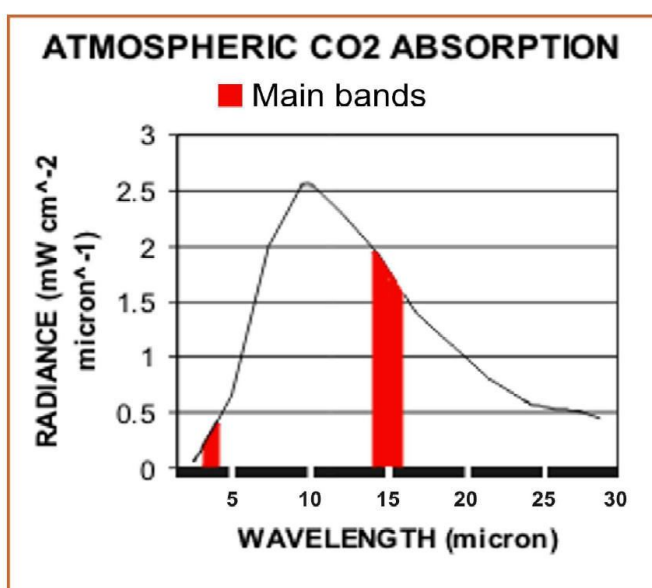
Az egyszerűség kedvéért tegyük fel, hogy az üveglap a felszínről kilépő hősugárzás egyik felét visszafogja, a másik fele lép ki az üvegházból. Ha erre ráteszünk egy újabb üveglapot, akkor ez az első üveglap által átengedett sugárzás felét, vagyis az eredeti sugárzás negyedét fogja tovább engedni. A harmadik üveglap után pedig már csak az eredeti sugárzás nyolcada fogja elhagyni az üvegházat. Egy bizonyos számú üveglap feltétele után azonban már további észrevehető változás nem fog bekövetkezni, vagyis az üvegházhatás telítődött.

Nézzük meg ugyanezt a Föld esetén, és vizsgáljuk meg, hogy a felszíni hőszugárzásból mennyi tud kilépni a világűr felé.

Műholdas felvételek szerint a bolygó felszínének több mint 2/3 része felett felhőtakaró van. Mivel a felhők a felszíni hőszugárzást teljesen elnyelik, ezeken a területeken egyáltalán nem lép ki a világűrbe olyan hőszugárzás, amely közvetlenül a felszínről ered. A felhők által elnyelt sugárzást a felhők előbb-utóbb ismét kisugározzák részben a felszín felé, részben a világűr felé.



Ami a felhőtlen területeket illeti, az alábbi diagram mutatja a felszín infravörös kisugárzási spektrumát, pirossal feltüntetve azokat a sávokat, amelyeket a levegőben lévő széndioxid képes elnyelni.



Mivel ezeken a sávokon a levegő széndioxid tartalma már most is gyakorlatilag telítésben van, vitatható, hogy a széndioxidnak meghatározó szerepe lehet az üvegházhatásban.

Műholdas mérések alapján ugyanis a világűr felé kilépő infravörös sugárzásnak kb. 17 százaléka származik a felszínről, 83 százalékot pedig az atmoszféra és a felhők sugároznak ki. Ezek a mérési adatok a NASA honlapján hozzáférhetők, azonban az adatok értelmezése nem könnyű.

Üvegházhatás és entrópia

Erdemes megvizsgálni, milyen kapcsolat áll fenn a bolygó entrópia háztartása, és az üvegházhatás között.

Mint említettük, az éltető energiát a napsugárzásból kapjuk, azután az „elhasznált” energiát magasabb hullámhosszon ismét kisugározzuk a világűr felé, így teljesül a bolygó energia egyensúlya, amely azonban a NASA és az IPCC szerint felborulni látszik, a növekvő üvegházhatás miatt. Azt is említettük, hogy ahol energia áramlik, ott entrópia is áramlik. A bolygón azért nem

következik be entrópia növekedés, mert a forró napsugárzásból nagyon alacsony entrópia szinten kapjuk az energiát, a „fölsleges” energiát pedig alacsony hőmérsékleten sugározza ki a bolygó nagyon magas entrópia szinten.

A sugárzás formájában felvett és kisugárzott energia nyalábokkal együtt utazó entrópia egyenesen arányos az áramló energia mennyiségével, és fordítottan arányos a sugárzó test hőmérsékletével. Annál több entrópiától szabadulunk meg, minél alacsonyabb hőmérsékleten sugározzuk ki a „fölsleges” energiát.

Mint említettük, az üvegházhatás a felszíni hőmérséklet és a bolygó globális sugárzási hőmérsékletének a különbsége. Minél alacsonyabb a bolygó globális sugárzási hőmérséklete, annál nagyobb az üvegházhatás. Másfelől, mint láttuk, minél alacsonyabb a bolygó globális sugárzási hőmérséklete, annál több entrópiától szabadulunk meg.

A helyzet azonban nem ennyire egyszerű. Már említettük a kontakt hőmérséklet és a sugárzási hőmérséklet különbségét, és sugárzások esetén még számolni kell egy harmadik fajta hőmérséklettel is, ez pedig a sugárzás színhőmérséklete, és ez a három nem teljesen azonos.

Az üvegházhatásnál a sugárzási hőmérsékletekkel dolgozunk, az entrópia áramlás kiszámításával viszont az ún. „színhőmérséklettel”. Az ezzel kapcsolatos méréseket a NASA volt munkatársa, Miskolczi Ferenc professzor dolgozta fel, és megállapította, hogy a bolygó energetikai folyamatait elsősorban az ún. hidrológiai ciklusok, vagyis a bolygón található hatalmas mennyiségű víz áramlásai és halmazállapot változásai tartják stabil szinten. Ez főleg annak köszönhető, hogy a bolygó felszínének több mint 2/3 részét víz borítja, így az atmoszféra vízgőz utánpótlása gyakorlatilag korlátlan.

Más szóval:

A hidrológiai ciklusok szabályozó hatásának köszönhetően a Földön az üvegházhatás, és ezzel a negentrópia nyereség mindig maximális, azt mesterséges beavatkozással tovább fokozni nem lehet.

Nagyon jól van megkonstruálva ez a bolygó, nem könnyű tönkretenni.

Környezetvédelem és klímavédelem

A környezet károsodása, valamint a Föld népességének rohamos növekedése inspirálta 1968-ban a Római Klub (Club of Rome) megalakítását. Az alapító tudósok úgy vélték, hogy a Föld erőforrásai kimerülőben vannak, ezért a magas életszínvonal hosszabb távon nem tartható fenn, és a kialakult gazdasági-társadalmi rend összeomolhat. A Klub célul tűzte ki a kormányok és a közvélemény tájékoztatását a problémákról, amelynek során javasolták az ipari termelés és fogyasztás visszafogását, valamint a környezet védelmét.

A környezetvédelmi célokat azonban időközben felváltotta a „klímavédelem”.

Márpedig a kettő nem ugyanaz, ezek beszélő viszonyban sincsenek egymással.

A környezetvédelem fő célja, hogy ne bocsássunk ki a környezetbe, a talajba, a levegőbe, és az élővizekbe olyan anyagokat, amelyek károsítják az egészséget és az élővilágot.

Ezzel szemben a klímavédelem célja megakadályozni az éghajlat melegedését, akár azon az áron, ha ezzel még több káros anyagot bocsátunk ki a környezetbe, a talajba, a levegőbe, és az élővizekbe. És ez a megállapítás nem túlzás. A „veszélyes” melegedés oka ugyanis a hivatalos magyarázat szerint az ember által kibocsátott üvegház hatású széndioxid, amelynek a csökkentése elsőrendű cél. Mivel az antropogén széndioxid emisszió legnagyobb része a közúti közlekedésből, valamint a villamos energia termelésből származik, úgy kell termelni villamos energiát, hogy ne járjon széndioxid kibocsátással, miközben a közúti közlekedést és a szállítást át kell állítani villany autókra, villany buszokra, villany kamionokra.

Ha ez megvalósul, az emberiség villanyáram fogyasztása duplájára növekszik, amit azután majd főleg szélturbinákkal és napelemekkel kellene megtermelni. A megbízhatatlan működésű, alacsony kapacitás kihasználtságú, hatalmas helyigényű és ökológiai lábnyomú szél és naperóművek megépítése, valamint a rövid élettartamuk lejártá után hátramaradó veszélyes hulladékok kezelése azonban jelentős káros anyag kibocsátással jár, és ez ellentmond a hagyományosan értelmezett környezetvédelmi követelményeknek.

Ha például Magyarország villanyáram szükségletét napelemekkel szeretnénk megtermelni, ehhez legalább 100 ezer hektár területet kellene napelem táblákkal beborítani, és akkor még az a probléma is felmerülne, hogyan lehet tárolni, télire elpárizolni a nyáron termelt napenergiát. Az is kérdés, hogy ha majd 15-20 év múlva az a sok napelem tábla tönkremegy, és le kell selejtezni, mit fogunk kezdeni a nyakunkba szakadó hatalmas mennyiségű veszélyes elektronikus hulladékkal

Hasonló a probléma a villanyautókhoz szükséges akkumulátorok gyártása, és ezek tönkremenése után a hátramaradó veszélyes hulladékok kezelésével kapcsolatban is. Jelentős környezet terheléssel jár az akkumulátorokhoz szükséges lítium bányászata és feldolgozása is. A kibányászható lítium legnagyobb része Chilében, Argentínában és Bolíviában, a tengerszint felett 3650 méter magasságban elhelyezkedő Salar de Uyuni sósvivatagban található, ahol a kitermelés komoly környezeti károsodással jár, veszélyeztetve a bányászok egészségét, szennyezve a talajt és a vízkészleteket.

Ráadásul a villany autók teljesítmény-elektronikai berendezéseihez, valamint a napelemek gyártásához nélkülözhetetlen ritka földfémek bányászata és feldolgozása is a lítiumhoz hasonló súlyos környezet terheléssel jár, és ezek kitermelésének legnagyobb része Kínában történik.

További gondot okozhat a „megújuló” erőművek hatalmas területigénye, valamint a beruházás és a pótalkatrész utánpótlás óriási anyag szükséglete. A szükséges réz, alumínium, acél, és műanyagok előállításához, a speciális ötvöző anyagok, a lítium, és a ritka földfémek bányászata, feldolgozása ugyanis jelentős széndioxid kibocsátással és környezet terheléssel jár.

Káros anyag-e a széndioxid

Gyakran hallunk klíma-elkötelezett aktivistáktól és politikusoktól olyan kijelentéseket, amely szerint „*A széndioxid éghajlatváltozást okozó levegőszennyezés*”

Érdemes tisztázni, hogy tényleg szennyezi-e a levegőt a széndioxid, okozhat-e melegedést, és ha igen, ez jelenthet-e katasztrófát.

Kezdjük a levegő szennyezettséggel.

Az ember oxigén tartalmú levegőt szív be, és széndioxiddal telített levegőt lehel ki, miközben a növények kivonják a levegőből a széndioxidot, és oxigént bocsátanak ki, a visszatartott szénből pedig víz hozzáadásával, a napsugárzás energiájával szintetizálják azokat a szerves vegyületeket, amelyek táplálékul szolgálnak emberek és állatok számára.

Az emberi test szerves vegyületekből épül fel. Egy 80 kilós ember teste kb. 14 kg szén tartalmaz, és ez a szén valamikor a levegőben lebegett széndioxid formájában. Ha nem lenne a levegőben széndioxid, minden élet elpusztulna a Földön.

A széndioxid nem okoz egészségkárosodást. Ezt igazolják a mátradereskei MOFETTA Széndioxid Gyógy-gázfürdő tapasztalatai, ahol eredményesen alkalmazzák a széndioxiddal dúsított levegőt többek között krónikus légúti és gyulladásszerű mozgásszervi betegségek kezelésére.

Az üvegházás növénytermesztésben is egyre gyakrabban használnak széndioxid fejlesztő készülékeket. A szabadtéri levegő átlagos 400 ppm (0,04%) széndioxid tartalma helyett 3-szoros (1200 ppm = 0,12%) széndioxid koncentráció mellett ugyanis megduplázható a terméshozam. És egy ilyen széndioxiddal dúsított levegőjű üvegházban emberek dolgoznak, anélkül, hogy az egészségük károsodna

Érdemes még megemlíteni egy rádióhírt, amely szerint egyes németországi sörgyárak kénytelenek visszafogni a termelésüket, mert akadozik a széndioxid ellátás. Ha a széndioxid káros lenne, be kellene perelni a sörgyárakat, hogy széndioxiddal mérgezik a sör barátokat.

Okozhat-e katasztrófát a melegedés?

A hivatalos klímapolitikai álláspont szerint 1,5-2 fokos melegedés visszafordíthatatlan katasztrófához vezethet, és veszélybe sodorhatja az emberiséget. A történelmi és földtörténeti tapasztalat azonban mást mutat.

Az elmúlt több száz millió év során a Föld átlagos felszíni hőmérséklete gyakran volt sokkal magasabb mint most. Egyes időszakokban évmilliókon keresztül 20-22 fok körül volt az

átlaghőmérséklet, a mostani kb. 15 fokkal szemben. Ilyen korszakokban nyáron a sarkvidékeken minden hó és jég elolvadt, és azután télen, amikor hat hónapig sötét van, az Északi Sarknál a tenger ismét befagyott, a Déli Sarknál pedig újraképződött a hó és jégtakaró. A bolygó biológiai-ökológiai rendszere pedig köszöni szépen, jól érezte magát. Az élővilágban a legnagyobb kárt általában a mostaninál hidegebb időszakok jelentették, a jégkorszakok szinte megtizedelték az élővilágot.

Hasonló volt a helyzet az emberiség elmúlt néhány ezer éves történetében. 2500 évvel ezelőtt kb. 3-4 fokkal volt melegebb, mint most, a skandináv félszigeten szőlőt és bort termeltek.

Hasonlóan meleg volt a magyar honfoglalás időszaka is. A mostaninál jóval hidegebb középkori „kis jégkorszak” idején viszont katasztrofálisan lecsökkentek a mezőgazdasági termés hozamok, éhínség és pusztító járványok sújtották az európai embereket.

Nem kellene félni a melegedéstől. Sokkal nagyobb kockázatot jelent egy újabb jégkorszak, amelyre reális esély van, ha figyelembe vesszük és extrapoláljuk a felszíni hőmérséklet ciklikus változásait, amelyek az elmúlt fél millió év alatt zajlottak le.

Okozhat-e melegedést a széndioxid

Gyakran halljuk, hogy amikor a levegő széndioxid tartalma növekszik, olyankor a felszíni átlaghőmérséklet emelkedik. Az elmúlt évszázadok, évezredek során számos esetben valóban kimutatható korrelációs kapcsolat ezek között. Vannak ugyanakkor évmilliókat átfogó időszakok, amikor nincs közöttük összefüggés, és olyanok is, amikor a mostaninál 3-szor magasabb széndioxid szint mellett kezdődött el egy jégkorszak.

Gyakran fordult elő az is, hogy a melegedés megelőzte, és nem követte a széndioxid szint növekedését, amiből az következne, hogy nem a széndioxid okozza a melegedést, hanem a melegedés hatására emelkedik a levegő széndioxid tartalma.

Elhamarkodott következtetéseket azonban ezekből nem érdemes levonni.

A Földön a szén mennyisége állandó, és a következő formákban van jelen:

- a levegőben széndioxid formájában,
- az óceánok vizében széndioxidként és szénsavként elnyelődve,
- állatokban, növényekben, biológiai struktúrákban, biomasszában,
- a földkéregben széntartalmú kőzetekben (mészkő, dolomit) kémiaiilag lekötve,
- a földkéregben fosszilis tüzelőanyagok formájában (szén, földgáz, kőolaj).

Ha a szén valamelyik formájának a mennyisége csökken, egy másiknak növekednie kell. Mivel jelenleg a levegő szén-dioxid-tartalma, a korábbi évmilliókhöz mérten, nagyon alacsony, más komponensek nyilván növekedtek. Kézenfekvően adódik, hogy jelenleg a szén túlnyomó része a földkéregben helyezkedhet el széntartalmú kőzetek formájában. Amikor ezek a kőzetek a kéreglemezek alján fokozatosan beleolvadnak a magmába, kémiaiilag felbomlanak, és a keletkező szén-dioxid nagyrészt az óceánok mélyén, a földkéreg lemezek törésvonalai mentén működő vulkánokból áramlik felfelé, elnyelődve a vízben, majd onnan kiszabadulva az atmoszféra felé. Ez lehet az egyik magyarázat – az antropogén emisszió mellett – a szén-dioxid-szint növekedésére.

Érdemes összehasonlítani a Földön és a Mars bolygón működő üvegházhatást is. A Mars légköre nagyon ritka, azonban a légköre csaknem teljesen (kb.96%-ban) széndioxidból áll, vagyis egyetlen üvegház gáz dominál, a széndioxid. A Marson a felszín egy négyzetmétere feletti légoszlopban kb. 194 kg tömegű széndioxid van, szemben a Földdel, ahol a széndioxid oszlop mennyisége kb. 6,3 kg/m². A Marson az üvegházhatás kb. 3 fok, a Földön viszont kb. 33 fok. Jogos feltenni a kérdést, hogy ha a Mars légkörében kb. 30-szor több a széndioxid, miért csak tized akkora az üvegházhatás. A válasz az, hogy a Földön nem a széndioxid az egyetlen üvegház gáz. A bolygónkon az üvegházhatás mintegy 95 százalékát a vízgőz okozza, és a maradék 5 százalékon osztozik az összes többi „futottak még” kategóriába sorolható üvegház gáz, közöttük a széndioxid.

Mint említettük, a hivatalos üvegház elmélet szerint az üvegház gázok úgy fejtik ki a melegítő hatásukat, hogy a napsugárzás hatására felmelegedő felszínt nem engedik lehűlni, mert a felszínről kiáradó infravörös hőmérsékleti sugárzás jelentős részét elnyelik, és visszasugározzák a felszínre. Emiatt alakul ki a felszínen a +15 C fok körüli átlaghőmérséklet, amely üvegházhatás nélkül csak kb. –18 fok lenne. E két hőmérséklet különbsége a már említett 33 fokos üvegházhatás.

Érdeemes feltenni a kérdést, mekkora lehet a széndioxid tényleges infravörös elnyelő képessége, ha a Marson csak ennyire csekély hatást tud kifejteni.

Példaként nézzünk egy szélsőséges példát, ez pedig a Szahara sivatag.

A Szaharában nappal a felforrósodott homok 50 fokra is felmelegítheti a levegőt, amely éjszaka fagypontra alá is lehülhet. A talajról kiáradó hősugárzás ugyanis akadálytalanul hatol át a légkörön, mert a csontszáraz levegőből hiányzik az egyetlen igazán hatásos üvegház gáz, nevezetesen a vízgőz. Széndioxid persze itt is van, hatása azonban annyi, mint elefántnak a szúnyog csípés. És akkor választ kaphatunk arra is, miért olyan kicsi az üvegházhatás a Marson. Hát azért, mert a Mars légkörében nincs vízgőz.

Az üvegház gázok között a vízgőz nem csak a leghatásosabb, de az egyetlen olyan üvegház gáz, amelyből felhők képződhetnek. Lássunk erre is példát.

A Balatonnál nyaralunk, a forró napsütésben tikkasztó a hőség, a levegő hőmérséklete 38 fok, a növények kezdenek kiszáradni, belőlük, a talajból, és víz felszínéről hatalmas mennyiségű vízpára kerül a levegőbe. Azután egyszer csak, teljesen váratlanul, sötét felhők jelennek meg az égen, hamarosan zápor zúdul a nyakunkba, és a levegő percek alatt akár 10-15 fokot is hűlhet.

Valahogyan így működik a vízgőz szabályozó szerepe, amely nem csupán melegítő üvegház gáz, hanem, mint láttuk, akár hűteni is tud. Egyetlen más üvegház gáz (széndioxid, ózon, metán, dinitrogén-oxid, freongáz, stb.) sem képes hasonlóra.

Mint már említettük, műholdas felvételek igazolják, hogy a bolygó felszínének több mint a 2/3 része felett állandóan felhőtakaró van. Márpedig a felhők nappal leárnyékolják a talajt, éjszaka viszont nem engedik nagyon lehűlni a levegőt, mivel a felhőréteg visszafogja, nem engedi át a felszínről kiáradó infravörös felszíni hősugárzást, tekintet nélkül arra, hogy egyébként mennyi széndioxid, vagy egyéb üvegház gáz van a levegőben.

Klímavédelem és gazdaság

Nem vitatható, hogy a fosszilis tüzelőanyagok előbb-utóbb elfognak, és az emberiség energia ellátását más módon kell megoldani. Ezt a kérdést vizsgálta idézett utolsó könyvében James Lovelock is, és a véleménye kifejezetten lesújtó a „megújuló” energiákról. Szerinte a megújuló energiák iránti lelkesedést nem a racionalitás, hanem az ideológiai alapon osztogatott támogatási rendszer táplálja, ezért az emberiség energiaigényét nem szabadna és nem is lehet a természeti folyamatok energiájának megcsapolásából fedezni. Természetpusztítónak tartja a megújuló energiafajták hatalmas területigényét, amelyek erőltetésével oda juthatunk, hogy a termőföldek nagy részét energiaültetvények, bio-üzemanyag gyárak, biogáz-generátorok, nap- és szélenergia-erőművek lepik el, holott a földterületnek inkább az élelmiszer-termelést és az elviselhető éghajlat fenntartását kellene szolgálnia a felszíni albedo optimális szinten tartásával. A legkisebb területen legtöbb energiát ugyanis nukleáris erőművel lehet megtermelni, miközben a zöld energiákkal hatalmas területeket vonunk ki nemcsak az élelmiszertermelésből, hanem a talaj fényvisszaverő képességének megváltoztatásával a természetes klímaszabályozásból is. Lovelock szerint nem lehet probléma a veszélyes hulladék sem, mert egy 1000 megawattos atomerőmű éves nukleáris hulladéka olyan csekély, hogy elférne egy közepes méretű autóban. Ami pedig az egészségi ártalmakat illeti, a vegyipar sokkal veszélyesebb, mint a nukleáris erőművek, hiszen az áldozatok száma nagyságrendekkel nagyobb.

Lovelock-nak igazat lehet adni abban, hogy „nem szabad az ember energia szükségletét a természeti folyamatok energiájának megcsapolásából fedezni.”

Vegyünk egy példát. Ha Magyarország villamos energia szükségletét szélerőművekkel kellene megtermelni, ehhez kb. 30 millió négyzetméter össz-hatáskeresztmetszetű szélturbina erdőt kellene felállítani. Olyan ez, mintha építenénk az ország közepén egy 300 km hosszú, 100 méter magas szélfogó falat. Ilyen hatalmas mennyiségű energia kivonása a széljárások energiájából, kiszámíthatatlan hatású lenne a mezőgazdaságra, és a szennyezett levegőjű városok átszellőzésére. A bolygó biológiai-ökológiai folyamatait működtető aktív természeti erőforrások túlzott mértékű megcsapolása olyan, mintha valaki beszúrna egy tűt az ütőerébe, és az onnan kicsatolt energiával akarná működtetni a laptopját és az okos telefonját.

Ez nem jelenti azt, hogy le kellene mondani a szél és napenergiáról. Ezeknek is megvan a helyük az energia mixben, de csak az ésszerű mértékletesség határain belül.

Igaza lehet Lovelock-nak, aki az egyetlen racionális megoldást az atomenergia fokozott alkalmazásában látja, hiszen a kitermelhető nukleáris üzemanyag készlet több évezredre biztosíthatná az emberiség energia ellátását, méghozzá zérus széndioxid kibocsátással.

A klímavédő mozgalmak megerősödése jelentősen sértette a fosszilis tüzelőanyagok kitermelésében és hasznosításában érdekelt tőke befektetőket. A mozgalom azonban erősödött, és egyetlen megoldás maradt. A történelemben régi szabály, hogy ha nem tudunk egy folyamatot megfékezni, álljunk az élére. És ez is történt. Ma már a nagybefektetők a tőkéjük jelentős részét átcsoportosították a megújuló üzletágba, számos nagy olajcég hatalmas részvény hányaddal rendelkezik pl. a napelemek gyártásában. Mert a tőke mindig oda áramlik, ahol nagyobb a profit. Hazánkban is a „megújuló” naperőművek telepítésében meghatározó szerepet vállal a MOL és az MVM. Különösen nagy az összefonódás a fölgáz üzlet és a megújuló energia üzlet között. A kiszámíthatatlan teljesítmény ingadozással működő időjárás függő erőművek ugyanis veszélyeztetik a villamos energia rendszer stabilitását. Ennek kiszabályozása, a stabilitás helyreállítása gyakran többbe kerül, mint maga a megtermelt energia. A megoldás általában háttér kapacitásként gyorsan szabályozható gázturbinás erőművek építése. Így azután minél több megújuló erőművet építenek, annál több gáz erőművet és annál több gázt lehet eladni.

A hivatalos klímaelmélet tudományos megalapozása egy Nobel díjas svéd tudóstól, Arrhenius-tól származik, aki egy 1896-ban megjelent tanulmányában mutatta ki a széndioxid és a vízgőz üvegház hatását. Ezt az elméletet azután a tudósok nagy része el is fogadta.

A világháborút követő évtizedekben pl. ugyanerre az elméletre hivatkozva hívták fel a figyelmet a klímatudósok egy lehetséges klímakatasztrófára, méghozzá egy veszedelmesen közeledő jégkorszakra, amint azt a Time magazin 1977. április 4-i számának a címlapja is illusztrálja:



Abban az időben ugyanis a „main-stream” tudósok többsége hitt a közeledő jégkorszakban, és most nagyrészt ugyanezek hisznek ennek ellenkezőjében.

Kérdés persze, mire alapozódik a közhiedelem, hogy a tudósok túlnyomó része elfogadja a hivatalos klímaelméletet, hiszen a „szkeptikusok” nem kapnak semmiféle nagyobb nyilvános megszólalási lehetőséget. Hazánkban is számos szakember – köztük a jelen sorok írója is – többször próbálkozott megszervezni olyan nyilvános TV vitaműsort, amelyben az ellentétes álláspontokat nyilvánosan lehet ütköztetni. Általában már a kezdeményezés is azonnal falakba ütközött, vagy a kezdeti hajlandóság után a megkért műsorvezető később visszalépett azzal, hogy nem szeretné

kockázatni az állását. Hogy mekkora a hivatalos elutasítottság, arra jellemző példa egy svéd EU képviselő asszony felszólalása, aki szerint a hivatalos klímaelmélet tagadása ugyanolyan bűn, mint a holokauszt tagadás, és börtönnel kellene büntetni.

Ide kívánczik még egy történet:

Barack Obama az elnöksége idején felkérte a csikágói egyetem egyik tanszékét, csináljanak felmérést, hogy a tudósok hány százaléka szerint okozza a klímaváltozást az emberi tevékenység. Mintegy 10 ezer tudóshoz küldtek ki kérdőívet. A legtöbb tudós nem válaszolt, a beérkezett kb. 3000 válasz viszont nem igazolta a várakozást. Hogy az eredményt feljavítsák, csak azoknak a tudósoknak a válaszát vették figyelembe, akiknél a publikációik többsége kifejezetten ezzel a kérdéssel foglalkozik. 79 ilyen válaszolót találtak, ezek közül 76 megfelelt az elvárásoknak. Ennek alapján tették közzé az eredményt, amely szerint a tudósok 97 százaléka egyetért a hivatalos klíma elmélettel. Később maga a felmérés vezetője hozta nyilvánosságra a történetet, és utólag elhatárolódott a történetektől. http://energiaakademia.lapunk.hu/dokumentumok/201906/a_97_.pdf

Lássunk még egy példát:

Egy időben óriási média propaganda hirdette, hogy az északi sarkvidéken pusztulnak a jegesmedvék, mert a klímaváltozás miatt olvad a jég a talpuk alatt.

A valóság azonban az, hogy a jegesmedvék nem hó és jégmezőkön élnek, hanem szárazföldön, a sarktól távolabbi melegebb vidékeken, a tengerpart közelében, és a parthoz közeli kisebb szigeteken. A jegesmedve a sarkvidék csúcs ragadozója, kitűnően és gyorsan úszik, legfontosabb tápláléka a fóka. Ezekre főleg a tavaszi olvadás idején úgy vadásznak, hogy egy-egy úszó jégtáblára felhuppanva figyelik a vizet, ahonnan a vízbe ugorva ejtik el a zsákmányt. A jegesmedve állomány az utóbbi évtizedekben nem csökkent, hanem nőtt, számuk ma már 25-28 ezer között becsülhető. Mivel a növekvő létszámukkal erősen megritkították a fókákat, Kanadában legálisan megengedett a jegesmedve vadászat. Ugyanis a medvéket időnként ritkítani is kell, ha nem akarjuk, hogy teljesen felfalják a ritkuló fóka állományt.



A jegesmedve vadászat meglehetősen költséges sport, mondhatjuk „úri passzió”. Egy vadászat szervező vállalkozás hirdetménye szerint egy 3 hetes kanadai jegesmedve szafari részvételi díja meghaladja a 30 ezer kanadai dollárt.

Nagyon tisztességtelen az a média propaganda is, amelynek során „füstölgő” kéményeket mutatnak azt a benyomást keltve, hogy amit látnak, az széndioxid, amely szennyezi a levegőt:



A széndioxid azonban színtelen, szagtalan, láthatatlan gáz, a képen látható „kémény” pedig nem kémény, hanem hűtőtorony, amely a gőzturbinákból kilépő fáradt gőz víztartalmának visszanyerésére szolgál. Belőle hófehér gőzfelhők szállnak felfelé, amelyek ellenfényben, ha a Nap szemből süt, ijesztően sötétnek tűnnek, ahhoz hasonlóan, ahogyan sötétben minden ténen fekete.

Ilyen világban élünk. A közvélemény manipulálása, az emberek szándékos félrevezetése egészen természetes, minden napi, megszokott dolog. Ma már az a furcsa és szokatlan, ha megfelel a valóságnak az, amit velünk közölnek.

Következtetések

Az emberiség legnagyobb kockázata az erőforrások kimerülése, és a környezetszennyezés, amelynek során fokozódó mértékben bocsátunk ki a levegőbe, a talajba, és a vizekbe az élővilágot károsító anyagokat. Az ilyen tendenciák megfékezését célozta eredetileg a környezetvédelem, amelyet azután lassan felváltott a „klímavédelem”.

Tudomásul kellene azonban venni, hogy az éghajlatot nem tudjuk befolyásolni. Az éghajlatot olyan hatalmas természeti erők mozgatják, amelyeket emberi beavatkozással nem tudunk befolyásolni. Az éghajlatváltozást nem megakadályozni kell, mert az nem is lehetséges, hanem ahhoz alkalmazkodni kell, ahogyan tették ezt évezredekben keresztül az őseink.

Abba kellene hagyni az értelmetlen és hatástalan szélmalomharcot a széndioxid ellen. Tudomásul kellene venni, hogy a széndioxid nem káros anyag, hanem a földi élet egyik legfontosabb erőforrása. Ha tényleg sikerülne a levegőt „dekarbonizálni”, akkor az a földi élet megsemmisülését jelentené.

Vissza kellene térni a környezetvédelem eredeti céljához, az erőforrásokkal való takarékosághoz, valamint az olyan szennyező anyagok kibocsátásnak korlátozásához, amelyek tényleg károsítják a környezetet. A széndioxid azonban nem tartozik ezek közé.

Dr. Héjjas István
2022. október

Források és további információk

James Ephraim LOVELOCK:

- GAIA, A New Look at Life on Earth, Oxford University Press, 1982
- GAIA halványuló arca, Akadémiai Kiadó, 2010

MISKOLCZI Ferenc:

- Az éghajlat önszabályozása, Püski Kiadó, 2021
- The Greenhouse Effect and the Infrared Radiative Structure of the Earth's Atmosphere, Development in Earth Science, Volume 2, 2014
- Greenhouse effect in semi-transparent planetary atmospheres, IDŐJÁRÁS, 2007. jan-márc.
- Értekezés az üvegházhatásról, Magyar Energetika, 2018/3.

SZARKA László Csaba:

- Föld és ember, akadémiai székfoglaló előadás, 2019. szeptember 17.
<https://www.youtube.com/watch?v=X1tyzRnbLl0>
- Hazánk és a környezetbiztonság, előadás, Energiapolitikai Hétfő Esték, 2019. június 17.
- Titokfejtők, Természettudományi Közlöny, 2020. 151. évf. 8. füzet,
http://real.mtak.hu/111995/1/361-365_milankovic.pdf

John David BAROW. & Frank Jennings TIPLER: The Anthropic Cosmological Principle, Oxford University Press, 1996

BALÁZS Béla: The Cosmological Replication Cycle, the Extraterrestrial Paradigm and the Final Anthropic Principle, Diotima, Athens, 2005

KLOPFER Ervin: A természeti állandókról, Informatika, 2004. szeptember

LÁSZLÓ Ervin: Kozmikus Kapcsolatok, a harmadik évezred világképe, Magyar Könyvklub, 1996.

- MÉSZÁROS Ernő: A Föld különleges légkörének kialakulása és fejlődése, Magyar Tudomány, 2017. április 9. <http://www.matud.iif.hu/2017/04/09.htm>
- Michael SHELLENBERGER: Apokalipszis SOHA, Gingko Kiadó, 2021.
- LÓRÁNT Károly: Világvége helyett, Századvég Kiadó, 2022.
- REMÉNYI Károly: Globális Lehűlés, globális Felmelegedés, szén-dioxid, Magyar Tudomány, 2014.09.10.
- HÁGEN András: Milanković–Bacsák-ciklus és a földtan, Magyar Tudomány, 2013/2
- John IMBRIE, Katherine IMBRIE: Ice Ages: Solving the Mystery, Harvard University Press. 1986.
- BÖLCSFÖLDI József: Technikai civilizációk kapcsolatának valószínűségi korlátai, Fizikai Szemle, 2004/10
- DÁVID Gyula: Kozmikus termodinamika, Parrise Kiadó, 2017.
- Status of Canadian polar bears, <https://polarbears-science.com/tag/population-2/>
- Hirdetmény jegesmedve vadász programról, <http://www.mistral-hungaria.hu/Dokumentumok/Mistral-Hungaria-Eszak-Amerika-Jegesmedve.pdf>
- HÉJJAS István:
- Klímaváltozás és megújuló energiák, Püski Kiadó, 2021
 - Klímaváltozás és széndioxid, Magyar Energetika 2015/5-6
 - Elkerülhető-e a klímakatasztrófa? Magyar Energetika 2020/1-2
 - Ökológiai katasztrófák, <https://www.klimarealista.hu/okologiai-katasztrofak/>
 - A szuperhúrok és az antropikus elv, IPM Interpress Magazin, 2006/3.