

(1985. május 8.), nagyon úgy néz ki, hogy az 1985-ben végződött tervidőszak után esedékes feladatok meghatározásáról, illetve arról, hogy erre egyáltalán szükség van, mindenki megfeledezett. Ez a rendszerváltásig, a gazdasági megszorítások első hullámáig nem okozott gondot. A mérések a korábbi utasítások és rendelkezések lejárta ellenére rendben folytatódtak. Az 1990-es évek elején, az OMSZ tevékenységének létszámának kényszerű szűkítése kapcsán aztán kiderült, hogy ez a fontos, nemzetközi kormány szintű egyezményből fakadó feladat végrehajtása formálisan nem szerepel az OMSZ kötelezettségei között. Ez a tevékenység tehát takarékosági okokból saját hatáskörben megszüntethető, illetve végzéséért – üzleti tevékenységként - pénz kérhető. Az egyezmény végrehajtásáért felelős Környezetvédelmi és Területfejlesztési Minisztérium azonban ezt másként látta. A tisztázatlan jogi helyzet jó időre megakadályozta az EMEP mérési program fejlődésének követését, a módszertani korszerűsítéseket, amelynek a folyó mérések minősége látta kárát.

Az általános pénzszűke mindmáig rányomja bélyegét a hazai EMEP mérésekre. Az 1990-es évek közepén a kül-

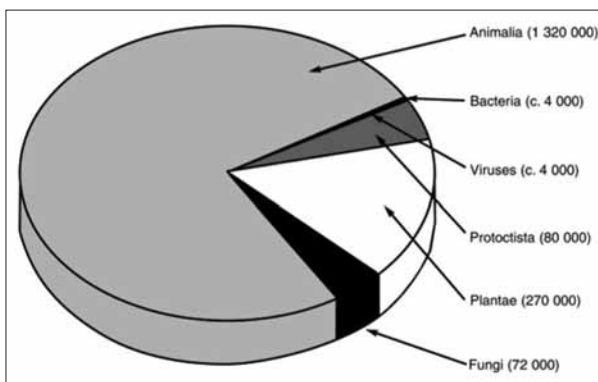
földi anyagi támogatás ellenére nem jött létre az Irányító Testület által kívánatosnak tartott második magyarországi EMEP mérőállomás, a hosszú távú finanszírozás bizonytalansága miatt. Magyarország csak egy 1. kategóriás, alapállomás (K puszt) fenntartását vállalta, a modellek pontosabbá tételéhez e földrajzi körzetben feltétlenül szükséges bonyolultabb, költségesebb méréseket nem. Némi optimizmusra ad azért okot, hogy a laboratóriumi háttér az elmúlt bő évtizedben számottevően korszerűsödött, jelentősen javítva a mérési adatok minőségét. Ha az EMEP mérési programba foglalásához képest hosszabb-rövidebb késlekedéssel is, de 1996-ban megindultak a felszínközeli ózonkoncentráció mérések, 2007-ben pedig az aeroszol tömegkoncentráció (PM10) mérések is. 2006-tól már a két legfontosabb nehézfém (ólom, kadmium) csapadékban és aeroszolban mért koncentrációját is jelentjük az EMEP adatközpontnak, és ezzel lényegében teljesítjük egy 1. kategóriás mérőállomás mérési programját.

Haszpra László

## MILYEN AZ ÉLŐVILÁG\* SZÁMÁRA OPTIMÁLIS ÉGHAJLAT?

### Az ökoszisztémák fontossága

A magasabbrendű élőlények, növények és állatok többsége általában szabad szemmel látható, ismert fajtáik száma körülbelül másfél millió (1. ábra). A magasabb rendű élőlények élete, szaporodása ökoszisztémában zajlik. Az ökoszisztéma sémája egy energia- illetve anyagáramlási körforgás, amelynek láncszemei a következők: a Napból érkező fény-kvantumok (fotonok) energiája, élettelen anyagok, pl. víz, tápanyagok, széndioxid, stb., a fotoszintézisre alkalmas anyagot (karotenoid vagy klorofil) tartalmazó „termelők” vagy producensek, a növényevők vagy primer



1. ábra. Megközelítőleg 1.75 millió fajt ismerünk, bár az egyes forrásokban található becslések nagyon különböznek. Adatok az ábrán: állatok 1 320 000, baktériumok 4000, vírusok 4000, protozoák (egysejtűek) 80 000, növények 270 000, gombák 72 000.

(Forrás: Bartholt et al., 2004)

konzumensek, a húsevők vagy szekunder konzumensek, ezek elhalása után a bomló szerves anyagot eltakarító dögevő rekuperálók, illetve a használhatatlan vagy éppen mérgező bomló anyagot átalakító reducens vagy dekomponáló mikroorganizmusok. Így lesz a szerves holt anyagból a növények számára újra használható „táplálék”.

Az ökoszisztéma működéséhez szükséges energiát a nap sugárzás jelenti, amelyből a producensek bizonyos fotonokat kiválogatnak, és ezek energiájának felhasználásával szerves anyagokat állítanak elő. Mindenekelőtt tehát szükség van napfényre. Az anyag, a táplálék áramlásához, a melléktermékek eltávolításához szükség van szállító közegre, (folyékony) vízre. Az élő sejtek életfunkciójukat bizonyos hőmérsékleti határok között képesek fenntartani. A napfény, a víz és a hőmérséklet éghajlati elemek. Így kapcsolódik az élővilág az éghajlathoz (Széky Pál, 1979).

### Az élővilág számára optimális éghajlat elméleti kérdése

Egy alkalommal agrometeorológus szakembernek tették fel a kérdést: „Milyen legyen egy év időjárása hazánkban, hogy a legfontosabb kultúrnövényeink mindegyikének optimális termést biztosítson, de kárt ne okozzon?” A válasz az volt, hogy ilyen időjárás nem létezik. Az egyes növényeknek fenofázisonként\* különböző mennyiségű napfényre,

\* Megjegyzés: élővilágon ebben a tanulmányban csak a szabad szemmel látható (makroszkopikus) élőlények összességét értjük.

nedvességre, más-más hőmérsékletre van szüksége. Ami jó az egyik növénynek adott évszakban, az kevésbé kedvező a másiknak és fordítva.

Hasonló mondható a természetes ökoszisztémákról. Ha megváltozik az éghajlat, ez a változás lehet, hogy kedvezőtlen egyes fajoknak, esetleg el is pusztulnak, vagy legalábbis módosulnak, de lehet, hogy az elpusztulók helyébe újak lépnek, amelyeknek a megváltozott éghajlat a kedvező. Richard S. Lindzen, az IPCC WG I\* egyik vezető munkatársa, a MIT meteorológiai professzora fel is teszi a kérdést: az örökké változó hőmérsékletű éghajlatot mikor nevezhetjük optimálisnak? Miből gondoljuk, hogy a jelenlegi éghajlat minden szempontból kedvező minden élőlénynek, és ha a klímánk megváltozik, az kizárólag hátrányokkal járna? (Lindzen, 2007).

Elgondolkodtató mindenesetre, hogy az élővilág mennyire tud alkalmazkodni még a szélsőséges környezeti viszonyokhoz is. A sivatagban élő hüllők a forró napsütés elől a homokba ássák magukat olyan mélységbe, ahol még kapnak elég levegőt, de a hőség már elviselhető számukra. Éjszaka, amikor már lehűl a talaj és a levegő, előbújnak. A sivatagi rovarok hasonlóképpen éjszaka bújnak elő a homokból, és amikor az erős lehűlés miatt harmat képződik, a testükre kicsapódott vizet csápjajkkal összekotorják és lenyelik, ez elegendő a napi víz-szükségletük kielégítésére. A hüllők elpusztulnának a nappal felforrósodott talajon, a sivatagi rovarok pedig az éjszakai harmat nélkül.

Elődeink, amikor félig a föld alá építkeztek, hasonlóképpen kihasználták azt, hogy a talaj a felszíntől a mélyebb rétegek felé haladva egyre kiegyensúlyozottabb hőmérsékletet biztosít. A pincékben például sohasem fagy meg a víz télen, és nem olvad meg a vaj nyáron, ezért lehet a pincéket természetes hűtőszekrénynek is használni.

Az is elgondolkodtató, hogy az éghajlat melege miatt emelkedő tengerszint miért okoz egyesekben olyan félelmet, mintha a tengerszint soha sem változott volna a múltban? Lindzen emlékeztet arra, hogy az utolsó eljegesedés óta eltelt 15 ezer év alatt a tengerszint 100 m-t emelkedett (lásd még: IPCC WG I, TAR, 2001 p. 656.). Ha ez az emelkedés egyenletesen történt, akkor évszázadonként mintegy 66 cm-t kellett emelkednie az átlagos tengerszintnek. Ezzel szemben a 20. században a tengerszint mért növekedését 10-20 cm-re becsülik (Meissner, 2004; IPCC WG I, TAR, 2001.). Ehhez hozzá kell tennünk, hogy a tengerszint magassága nem csak a víztömegtől függ, hanem egyebek között a tenger medrének változásaitól, a kéreglemezek mozgásától is.

### **A szubtrópusi-trópusi éghajlat általában kedvezőbb az élővilág számára a Földön, mint a hűvösebb klíma**

Ezt az állítást látszanak igazolni a következő tények. Az ember által használt növények, élelmiszerek, fűszerek, illatszerek készítésére alkalmas növények túlnyomó többsége a meleg éghajlatot kedveli, illetve a meleg évszakban hozza a

termését. A rizs, szőlő, gyapot és a kukorica kifejezetten hőigényes növény. A hűvös éghajlatot kedvelő növények is a meleg évszakban hozzák a termésüket, például a burgonya. A félszáraz éghajlaton az esős évszakban indul meg a növények újraeredése, ez a szavannákon egyben a nyári félév. Nem véletlen, hogy a földművelés első nyomait is a meleg éghajlaton találjuk, és az első civilizációk is a meleg vagy forró klímán alakultak ki, mint a kínai, hindu, mezopotámiai, egyiptomi, görög, föníciai, szábeus népek kultúrái (Koppány, 2006).

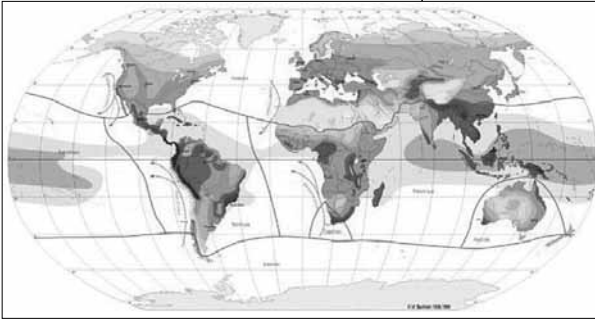
A látható, makroszkópikus élővilág elterjedésének, a Fanerozoikumnak korában a Föld éghajlata általában jóval melegebb volt a jelenleginél. 300–350 millió évvel ezelőtt, amikor dús növényzet borította a Föld nagy részét, szubtrópusi éghajlat volt a jellemző bolygónkon. Ezt paleoklimatológiai kutatások és őslénytani vizsgálatok igazolják.

Az állatvilág többsége is a meleg éghajlatot részesíti előnyben, ezért kelnek útra a vándormadarak a meleg évszak végén arra a féltekére, ahol éppen kezdődik a következő meleg évszak és nem pedig fordítva. Vagyis az őszből mennek a tavaszba hiszen a meleg évszakban találják meg az életben maradásukhoz szükséges táplálékot. Kivétel a tengerek élővilága, mivel a hideg víz több oxigént tud oldani, mint a meleg, ezért a hidegebb, oxigénben dúsabb vizekben több táplálékot találnak a bálnák és néhány halfaj.

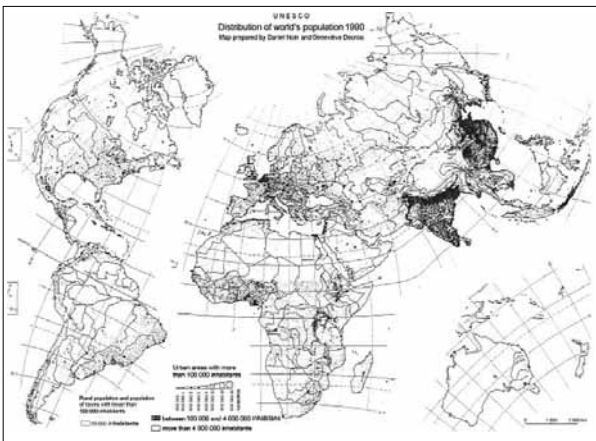
Természetesen más kivételek is akadnak, mint a sarki rókák vagy jeges medvék és a fókák. Az élővilágra azonban nem a sztatikus állapot a jellemző, hanem az állandó változás, ami vagy egyes fajok ritkulásával, esetleg kipusztulásával vagy alkalmazkodó képességének kifejlődésével jár. A földtörténet során bekövetkezett biológiai katasztrófák során azok az állatfajok maradtak meg, amelyek legjobban tudtak alkalmazkodni, és ezekből fejlődtek ki további új fajok (Budyko et al., 1988).

Hogy az élővilág produktivitása is a meleg évszakban növekszik, azt jól mutatják azok az űrfelvételek, amelyek hamis színek felhasználásával ábrázolják a biomassza sűrűségét az egész Föld területén. Ezek a felvételek feltűnő a legnagyobb biomassza sűrűségű zóna eltolódása januárban a déli, júliusban az északi félgömb közepes szélességei felé.

A biodiverzitás globális eloszlásának bemutatására szolgál a 2. ábra, amely a növényfajok előfordulási gyakoriságát szemlélteti. Az ábrán a legvilágosabb árnyalat 100-nál kevesebb növényfajt jelent 10 000 km<sup>2</sup>-en, a következő árnyalat 100–200 fajt és így tovább, a legsötétebb árnyalat 5000-nél több fajt (Bartholt et al., 2004). A sivatagokat leszámítva a trópusoktól a hűvösebb éghajlat felé haladva egyre csökken a biodiverzitás. A legnagyobb a növényfajok változatossága ott, ahol az orográfikus szintkülönbségek miatt kis távolságon belül erősen változik az éghajlat (Közép-Amerika, Andok, Madagaszkár stb.). Feltűnő még a trópuson kívül Dél-Afrika gazdag növényvilága.



2. ábra. Az edényes növények diverzitásának térképe Bartholt et al. szerint. A leghalványabb árnyalat: 10 000 km<sup>2</sup> területen 100-nál kevesebb faj, a következő árnyalat 100–200 faj, a következő 200–500 faj és így tovább, a legsötétebb árnyalat: 5000-nél több faj. Legnagyobb a diverzitás az egyenlítői zónában.



3. ábra. A népsűrűség eloszlásának globális térképe. (Forrás: UNESCO, 1997, in *Population Geography*, www.eolss.net).

Eurázsia és Észak-Amerika területén szembetűnő a növényfajok ritkulása a magasabb szélességek felé.

A 3. ábra a népsűrűség földrajzi eloszlását mutatja be. Jól látható a térképen, hogy Európa kivételével a legnagyobb népsűrűségű területek a 40–45° szélességek és az Egyenlítő között vannak. Korábbi tanulmányainkban kimutattuk, hogy az 50 legnagyobb népsűrűségű országnak több mint 90%-a a szubtrópusi és trópusi éghajlatú zónában található. Kivételt 4-5 európai ország képez. A legnagyobb népsűrűségű országoknak a felében az egy főre jutó GDP meghaladja a 15 000 USD-t, azaz nem mondhatók szegénynek (Koppány, 2004; Koppány, 2005, Nagy Világatlasz, 2004). A kivételt képező nagy népsűrűség kialakulása Európában valószínűleg annak is köszönhető, hogy az ókori Római Birodalom Európában észak felé terjeszkedett és legészakibb határa Anglia középső táján, kb. az 55 N szélességen húzódott. A Birodalom tehát részben kiterjedt a mérsékelt vagy hűvös éghajlatú területekre, ahol télen fűtésre volt szükség. Ezért a rómaiak kifejlesztették a padlófűtés rendszerét. Valószínű az is, hogy az Atlanti-óceán éghajlatot mérséklő hatása is vonzotta Európa nyugati vidékére az embert, továbbá Európa a legtagoltabb kontinens, itt van a legtöbb félsziget

és beltenger, így kiegyenlített hőmérsékletű és elegendően nedves éghajlat alakult ki.

Az éghajlat melegedésétől való félelmet nem az indokolja, mintha a melegedés az élővilág számára kizárólag káros hatással lenne, hanem sokkal inkább a változással járó gazdasági hatások növekedése. Az időjárási szélsőségek okozta károk 4 évtized alatt megtízszereződtek a világon: az 1950–1959 közötti évtizedben a világon összesen 39 milliárd USD, 1990–1999 között csaknem 400 milliárd USD volt a kár 1999-es USD árfolyammal számolva (IPCC WG II., 2001). Ennek elsődleges oka az óriási gazdasági fejlődés, a gazdasági értékek felhalmozása. Csak Magyarországon a személygépkocsik száma 50 év alatt 120-szorosára nőtt, de a világon ugyanekkor majdnem mindenütt sokat fejlődött főleg az infrastruktúra és a mezőgazdasági termelés, ami a társadalmat sebezhetőbbé tette.

James Lovelock szerint: „Nem a Föld sérülékeny, hanem mi magunk. A természet az általunk előidézetteknél sokkal nagyobb katasztrófát is átvészelt már. A tevékenységünkkel nem pusztíthatjuk el a természetet, de magunkat annál inkább” (Lovelock, 1987).

## Koppány György, Gulyás Ágnes

### Irodalom

- Bartholt, W., K.E. Linsenmair and S. Porembski, 2004: Biodiversity: Structure and Function. Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS), Developed under Auspices of the UNESCO, Eolss Publishers, Oxford, UK, www.eolss.net.
- Budyko, M.I., Golitsyn, G.S. and Izrael, Y.A., 1988: Global climatic catastrophes. Springer Verlag, Berlin.
- Climate Change, 2001. The Scientific Basis. WG I WG II. Third Assessment Report of the IPCC. Cambridge University Press.
- Climate Change, 2001. Impacts, Adaptation, and Vulnerability. WG II. Third Assessment Report of the IPCC. Cambridge University Press.
- Koppány, G., 2004: Climate Changes and their Influence on the Human History. Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS), Developed under Auspices of the UNESCO, Eolss Publishers, Oxford, UK, www.eolss.net.
- Koppány Gy., 2005: Ha tényleg bekövetkezne a globális melegedés. Léggör, 50. évf. 3. sz. 23-25.o.
- Koppány Gy., 2006: Az ókori civilizációk kialakulásának földrajzi elhelyezkedése. Táj, környezet és társadalom, 403-411.o. Szerk.: Kiss Andrea, Mezösi Gábor, Sümegehy Zoltán. SZTE, Szeged, 2006.
- Lindzen, R.S., 2007: Why so gloomy? Newsweek. Guest opinion. 16 April 2007.
- Lovelock, J.E., 1987: Gaia. Göncöl Kiadó, Budapest.
- Meissner, R., 2004: The Impact of Global Warming on Sea-level Rise. Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS), Developed under Auspices of the UNESCO, Eolss Publishers, Oxford, UK, www.eolss.net.
- Nagy Világatlasz, 2004 Nyír-Karta, Nyíregyháza.
- Széky Pál, 1979: Ökológia. Natura, Budapest.