

EMEP - Egy európai környezetvédelmi program három évtizede

Az EMEP születése

A levegőszennyezés csaknem egyidős az emberiséggel. Az ősember által lakott barlangok falára kirakódott vastag koromréteg meggyőző bizonyíték. Az ipari forradalom kibontakozásával, később a gépkocsiforgalom megjelenésével a nagyobb ipari települések levegőjének szennyezettsége egyre súlyosabbá vált. Ugyanakkor egészen az 1950-es évek súlyos szmog-katasztróáiig az emberek többsége a levegőszennyezettséget a városiasodás, az ipari fejlődés természetes velejárójának tartotta. A füstölgő gyárkéményeket mintegy a fejlettség szimbólumának tekintette.

A súlyos egészségügyi következmények miatt (pl. az 1952. decemberi londoni szmog 4000–12000 áldozatot követelt*) az 1950-es, 1960-as években a nagyobb városokból igyekeztek száműzni a szén-tüzelést, a nagyobb ipari létesítmények pedig magas kéményeket kaptak. Ez utóbbi lépés, miközben javította a városok levegőminőségét, a levegőszennyezést regionális léptékűvé tette. A szennyezőanyag-kibocsátás általános korlátozására ekkor még nem gondoltak. Európában 1950 és az 1970-es évek eleje között, a II. világháborút követő gazdasági fellendülés következtében, a korábban sem csekély kén-dioxid kibocsátás megduplázódott!

1952. DECEMBERI LONDONI SZMOG:

1952. december 5-én a derült, szélcsendes és hosszabb ideje szokatlanul hideg idő hatására a kialakuló stabil és sekély határ-retegben kisugárzási köd képződött. A csaknem egymillió intenzíven fűtött széntüzelésű kályhából és kazánból, továbbá az ipari forrásokból származó égéstermék (korom, kén-dioxid, stb.) fokozatosan felhalmozódtak. Éjszakára a kialakuló füstködben a látástávolság néhány méterre csökkent. A városközponttól viszonylag távoli heathrow-i repülőtéren két napon keresztül 10 méter alacsonyabb látástávolságot észleltek, és a látástávolság 114 órán keresztül nem emelkedett 500 m fölé. A korabeli mérések alapján becsült PM10 koncentráció 3000–14000 µg/m³ között alakulhatott, ami a manapság szokásos szint 100–400-szorosa. A kén-dioxid koncentráció helyenként meghaladta a 3000 µg/m³-t. A sűrű füstködön a napsütés nem tudott áthatolni, így a hőmérsékleti inverzió tartósan fennmaradt. A szmog-epizód idején és az azt követő két hétben az átlagosnál 4000-rel többet haltak meg Londonban. A halálozás a tél hátralévő részében is magasabb volt a szokásosnál, így több forrás az 1952. december 5-10-i londoni szmog halálos áldozatainak számát legalább 12000-re becsli.

Svéd kezdeményezésre az 50-es évek végén a regionális skálájú levegőszennyeződés vizsgálatára létrehozták az Európai Levegőkémiai Hálózatot. Ennek adatai egy idő után világossá tették, hogy a csapadékvíz savassága a mérőhálózat által lefedett észak- és nyugat-európai területeken folyamatosan növekszik. Ugyanakkor más vizsgálatok kimutatták, hogy a skandináv tavakban tapasztalt halpusztulások és az Európa számos területén észlelt erdőkárosodások hátterében is a légkörbe bocsátott kén-

dioxid, és kisebb mértékben a nitrogén-oxidok okozta környezet-savasodás áll.

A nagyközönség a környezet savasodásával, a „savas eső” fogalmával és súlyos következményeivel az ENSZ 1972. évi stockholmi környezetvédelmi konferenciája kapcsán találkozott először. Ugyanebben az évben az OECD égisze alatt tizenegy európai ország közös programot indított a légszennyező anyagok nagytávolságú terjedésének vizsgálatára. A program bebizonyította, hogy a levegőbe bocsátott kén-dioxid napokig a légkörben maradhat, és eközben sok száz kilométeres távolságra juthat el. Ennek következtében az országok jelentős mértékben szennyezhetik egymás levegőjét. Érdemi javulás csak összehangolt nemzetközi levegőtisztaság-védelmi intézkedésekkel érhető el. 1977-ben az addig nyert ismeretek alapján az ENSZ Európai Gazdasági Bizottsága (EGB) az ENSZ Környezetvédelmi Programjával (UNEP) és a Meteorológiai Világszervezettel (WMO) együttműködve létre hozta a légszennyező anyagok nagytávolságú terjedésének európai vizsgálatára az EMEP-et (European Monitoring and Evaluation Programme – Európai Megfigyelési és Értékelési Program).

Az EMEP – teljes nevén Cooperative Programme for Monitoring and Evaluation of the Long-Range Transmission of Air Pollutants in Europe (Európai Együttműködési Program a Légszennyező Anyagok Nagytávolságú Terjedésének Megfigyelésére és Értékelésére) – elsődleges célja az volt, hogy a kormányoknak információt nyújtson a szennyezőanyagok koncentrációjáról, kiülepedéséről, országhatárokat átlépő mennyiségéről, és ezzel segítse a kibocsátás-csökkentési intézkedések előkészítését, meghozatalát. A kitűzött célok elérése évtizedeken át tartó folyamatos munkát igényelt, amelyhez stabil politikai és gazdasági háttérre volt szükség.

Az EMEP és a Genfi Egyezmény

1975-ben a történelmi korszakhatárt jelző helsinki Európai Biztonsági és Együttműködési Értekezleten a résztvevők megállapították, hogy a szennyezőanyagok nagytávolságú transzportja Európa-szerte megfigyelhető és egyetértettek abban, hogy a jelenség megfigyelésére és értékelésére nemzetközi programot kellene indítani. Az értekezlet sikeres befejezését követően a politikusok a hidegháború és Európa megosztottságának végét ünnepezték. Mindkét oldalról számos együttműködési programot kezdeményeztek. Korabeli magyar források szerint Leonyid Iljics Brezsnyev, a Szovjetunió Kommunista Pártjának első titkára, a Szovjetunió vezetője, a Lengyel Egyesült Munkáspárt 1975. decemberi, VII. Kongresszusán mondott beszédében vetette fel, hogy „kedvező eredménnyel járna a

környezetvédelmi, a közlekedési és az energetikai együttműködés kérdéseivel foglalkozó összeurópai kongresszusok vagy kormányközi értekezletek megtartása”. Miközben számos kelet-nyugati kezdeményezés érdeklenségbe fulladt, vagy a felek ellenérdekeltsége, gyanakvása miatt elhalt, a környezetvédelmi egyezmény előkészítése az EGB égisze alatt elindult, és ha nem is problémamentesen, de haladt. Ebben szerepet játszhatott, hogy e téren a résztvevők – mai szemmel nézve meglepő módon – nem láttak komolyabb politikai vagy gazdasági kockázatot, a környezeti károk mérséklése pedig nyilvánvalóan nemzetközi megállapodást igényelt.

Közel négyéves előkészítés után megszületett az „Egyezmény a nagy távolságra jutó, országhatárokon áterjedő levegőszennyeződésről” (Convention on Long-range Transboundary Air Pollution) tervezete, amely 1979. november 13–16. között Genfben került az összeurópai, miniszteri szintű környezetvédelmi konferencia elé. Itt a tervezetet 34 ország kormányának aláírásával lényegében vita nélkül elfogadták (http://www.unece.org/env/lrtap/lrtap_h1.htm). Az egyezmény, amelyet gyakran Genfi Konvenció néven említenek, a 24. ratifikációs okmány letétbe helyezését követően, 1983. március 16-án lépett hatályba.

Az objektív tájékoztatás érdekében meg kell említeni, hogy a Genfi Konvencióhoz vezető tárgyalások kezdeményezését a nyugat-európai országok is magukénak vallják, és a korábbi OECD vizsgálatok eredményének tekintik. A konvenció létrejöttét annak idején a szocialista országok elsősorban politikai eredményként, míg a nyugat-európai országok a politikai szempontokat háttérbe szorító szakmai munka gyümölcseként értékelték. Az egyezmény persze aligha jöhetett volna létre úgy, hogy azt ne tekintette volna mindkét fél saját sikerének.

A Genfi Konvenció keretegyezmény, egyfajta szándéknyilatkozat. A konkrét kötelezettségeket az egyezményhez később csatolt jegyzőkönyvek tartalmazzák. A konvenció aláírásával a szerződő felek kinyilvánították, hogy a levegőszennyeződést súlyos problémának tekintik és az ember, valamint a környezet védelme érdekében korlátozzák, a lehetőségek határain belül fokozatosan csökkentik, amennyiben lehet, megakadályozzák. A szerződő felek kinyilvánították készségüket a környezet állapotára vonatkozó információk, a kutatási és mérési eredmények szabad cseréjére. Egységes, megfelelő szakmai színvonalú mérőhálózat nélkül a Konvenció nem érhetne el a célját, ezért az egyezmény 9. cikkelyében a szerződő felek kívánatosnak nevezték, hogy minden aláíró ország csatlakozzon az akkor már két éve létező EMEP programhoz, amely a kimunkálandó környezetvédelmi intézkedések tudományos alapját biztosíthatja.

A Genfi Konvenció aláíróinak tehát az EMEP-re, az EMEP-nek pedig a stabil, hosszú távú működéshez szükséges politikai, pénzügyi háttérre volt szüksége. Kézenfekvő volt tehát az EMEP beemelése a konvencióba. Ezt rögzíti a konvencióhoz csatolt első jegyzőkönyv (Jegy-

zőkönyv az EMEP hosszú távú finanszírozásáról – Protocol to the 1979 Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution on Long-term Financing of the Cooperative Programme for Monitoring and Evaluation of the Long-range Transmission of Air Pollutants in Europe (EMEP) – http://www.unece.org/env/lrtap/emep_h1.htm). Az EMEP hosszú távú finanszírozásáról, az egyes országok kötelező anyagi hozzájárulásának mértékéről szóló jegyzőkönyvet 1984. szeptember 28-án fogadták el és a megfelelő számú ratifikációs okmány letétbe helyezését követően 1988. január 28-án lépett hatályba. A Jegyzőkönyv egyebek mellett minden országot kötelez az EMEP program előírásai szerint működő mérőállomások fenntartására, valamint a mérési és szennyezőanyag-kibocsátási adatok rendszeres jelentésére.

Ezt követően születtek meg a Genfi Konvencióhoz csatolt közismert jegyzőkönyvek a kén-dioxid, a nitrogén-oxidok, az illékony szerves szénhidrogének, a nehézfémek és a környezetben tartósan megmaradó szerves anyagok kibocsátásának, illetve országhatáron való átáramlásának korlátozásáról, valamint a négy szennyezőanyag kibocsátását mérséklő 1999. évi Göteborgi Jegyzőkönyv. A Jegyzőkönyveket az érdeklődő olvasó megtalálhatja a Konvenció honlapján (<http://www.unece.org/env/lrtap/welcome.html>).

Az EMEP felépítése

A program a regionális léptékű légszennyezettség mérése és a szennyezőanyagok nagytávolságú terjedésének vizsgálatára jött létre. A mérések szakmai irányítására, a mérési-analitikai módszerek fejlesztésére, az állomások által mért adatok összegyűjtésére és elemzésére létrehozták a Kémiai Koordinációs Központot (Chemical Coordinating Centre), amelynek a kezdetektől a Norvég Légekörkutató Intézet (Norwegian Institute for Air Research – NILU) ad otthont. A szennyezőanyagok terjedésének, területi eloszlásának vizsgálatát, az ezeket a folyamatokat leíró matematikai modellek fejlesztését, a szükséges szennyezőanyag-kibocsátási adatok összegyűjtését a Meteorológiai Szintetizáló Központok (Meteorological Synthesizing Centres) végzik. Ezekből – az 1970-es évek politikai viszonyait tükrözve – kettő is született: a nyugati központ a Norvég Meteorológiai Intézetben, Oslóban, a keleti központ pedig Moszkvában, kezdetben az Alkalmazott Geofizikai Intézetben, kapott elhelyezést. A politikai szembenállás idején a párhuzamosan végzett modell-fejlesztéssel a központok egymás munkáit is ellenőrizték. Az 1990-es évekre azonban a központok már szakosodtak. Míg a Nyugati Központ a savasodást, eutrofizációt* okozó anyagok és a fotokémiai oxidánsok* terjedésének, ülepedésének folyamataira vonatkozó kontinentális skálájú matematikai modellt fejleszt és üzemelteti, a Keleti Központ a nehézfémekkel és a lassan lebomló szerves anyagokkal (POP) foglalkozik. A bővülő feladatok miatt 1999-ben létrehozták az Integrált Hatáselemzési Központot (Centre for Integrated Assessment Modelling),

amely a Nemzetközi Alkalmazott Rendszerelmzési Intézetben (International Institute for Applied Systems Analysis) működik (Laxenburg, Ausztria). Feladata a jövőben várható szennyezőanyag-kibocsátás becslése, a különböző beavatkozási stratégiák hatásának környezeti, egészségügyi és gazdasági hatásainak elemzése.

Az EMEP-et az Irányító Testület (Steering Body) vezeti. Az évente egyszer, szeptember elején Genfben ülésező testületbe minden tagország delegál képviselőt. Magyarországot a kezdetektől az Országos Meteorológiai Szolgálat szakértői képviselik. 1991-ig Szepesi Dezső, majd e sorok írója töltötte be ezt a feladatot. 2007-től Pappné Ferenczi Zita képviseli hazánkat az EMEP Irányító Testületében. A testület beszámoltatja a Központokat, határozatot hoz a következő év munkatervéről, beleértve a méréseket, a kibocsátási adatok gyűjtését, a hatáselemzéseket és a más megfigyelési/kutatási programokkal való együttműködésekre vonatkozó kérdéseket, továbbá ellenőrzi a program tárgyevi költségvetésének teljesülését és előkészíti a következő évi költségvetést. Határozatait jogi erejű döntésre a Konvenció Végrehajtó Bizottsága (Executive Body) elé terjeszti.

Az Irányító Testület munkáját az említett Központokon kívül munkacsoportok (Task Force) segítik. Jelenleg négy ilyen munkacsoport működik: 1) Emisszió-kataszter* és kibocsátás-előrejelzési munkacsoport (Task Force on Emission Inventories and Projections), 2) Mérési és modellezési munkacsoport (Task Force on Measurement and Modelling), 3) Integrált hatáselemzési munkacsoport (Task Force on Integrated Assessment Modelling), 4) Hemiszférikus légszennyezés-terjedési munkacsoport (Task Force on Hemispheric Transport of Air Pollution).

Az EMEP mérési programja és állomáshálózata

Az EMEP-et a környezet egyre aggasztóbb mértékű savasodása és az ebből fakadó környezeti károk hívták életre, így mérési programja kezdetben a savasodást okozó anyagok megfigyelésére irányult. A környezet savasodását elsősorban a légkörbe bocsátott kén-dioxid és a belőle a légkörben képződő szulfát részecskék száraz, illetve nedves ülepedése okozza. Mérendő volt tehát ezen nyomanyagok légköri és csapadékbani mennyisége. Lényegében ez a feladat képezte az 1980-ig tartó 1. fázis mérőállomásainak minimum-programját. A minimum-programba beletartozott még a csapadékvíz savasságát általánosságban jellemző pH-érték mérése, továbbá a csapadékvíz klorid-, magnézium-, kalcium- és nátrium-ion tartalmának mérése ott, ahol a tengeri levegőből származó, természetes eredetű szulfátot indokolt volt elkülöníteni a döntően az emberi tevékenység által kibocsátott kén-dioxidból származó antropogén eredetűtől. Az úgynevezett bővített (extended) programot megvalósító állomásokon mérték a csapadékvíz ammónium- és nitrát-ion tartalmát is.

Az 1983-ig tartó 2. fázis a minimum-programban nem hozott változást. A bővített program azonban már vala-

mennyi ezt választó állomás esetében tartalmazta a döntően tengeri eredetű (fent említett) ionok mennyiségének mérését, továbbá megjelentek a savasodásban a növekvő gépkocsiforgalom miatt egyre nagyobb szerepet játszó nitrogén-vegyületek is. Így a bővített program tartalmazta a levegő nitrogén-dioxid, ammónia és salétromsav koncentrációjának, valamint az aeroszol részecskék nitrát és ammónium tartalmának a mérését is.

Az 1984 és 1986 közötti 3. fázis a kibővített csapadékkémiai elemzést és a nitrogén-dioxid légköri koncentrációjának mérését beemelte a minimum-programba, újabb komponensek mérését azonban nem írta elő a bővített programot végző állomások számára sem.

Az 1980-as évek közepére a környezetvédelmi intézkedések hatására megindult a környezetsavasodás lassú mérséklődése. Ugyanakkor egyre aggasztóbb méreteket öltött a magas ózon-koncentrációval járó fotokémiai szmogok megjelenése. A korábban csak Amerikából ismert, – Los Angeles(-i)” típusú szmogot* az 1970-es években észlelték először Európában, de a motorizáció terjedésével kialakulása egyre gyakoribbá vált. A korabeli Amerikával ellentétben Európában, az eltérő földrajzi viszonyok miatt, kevésbé súlyos, de nagy kiterjedésű, regionális léptékű fotokémiai szmog epizódok alakultak ki. Így a 1987-1989 közötti 4. fázis bővített mérési programjában megjelent a felszínközeli légréteg ózon-koncentrációjának megfigyelése is.

LOS ANGELES(-I) TÍPUSÚ SZMOG:

Nitrogén-oxidokkal, szén-monoxiddal, reaktív illékony szénhidrogénnel (fő forrásaik a belső égésű motorok) szennyezett levegőben intenzív napsütés hatására olyan (foto)kémiai reakciók zajlanak le, amelyek erősen egészség- és környezetkárosító, ún. másodlagos szennyezőanyagok (ózon, peroxiacetil-nitrát, aeroszol részecskék, stb.) képződéséhez vezetnek. Stagnáló időjárási viszonyok között ezek a másodlagos szennyezőanyagok felhalmozódhatnak, kialakulhat a fotokémiai (eredetű) szmog. A jelenséget először az 1940-es évek végén, az 1950-es évek elején Los Angeles környékén figyelték meg. Innen kapta nevét: Los Angeles vagy Los-Angeles-i típusú szmog. Ellentétben a magas kén-dioxid és korom koncentrációval jellemezhető, téli viszonyok között kialakuló ún. londoni szmoggal, a magas ózon-koncentrációval jellemezhető Los Angeles-i típusú szmog a nyári intenzív napsütés hatására alakulhat ki.

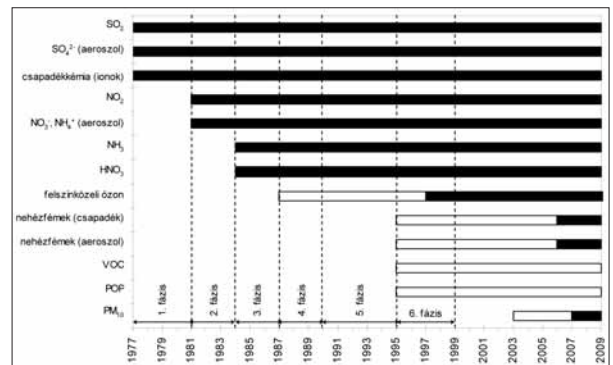
Az 1992-ig tervezett, de 1994-ig meghosszabbított 5. fázis megszüntette a bővített program kategóriáját és az előző fázis bővített programját valamennyi EMEP mérőállomásra alapfeladatként előírta. Ez volt az az időszak, amikor az EMEP mérési tevékenysége kezdett elszakadni a Konvenció által diktált tempótól. Javában tartott már az illékony szerves anyagok (VOC - az ózonképződés fontos nyersanyagai) kibocsátásának korlátozásáról szóló jegyzőkönyv előkészítése, amikor az EMEP-en belül ilyen méréseket csak önkéntes alapon, kutatási programokba ágyazva végzett néhány állomás. A Jegyzőkönyv előkészítéséhez szükséges tudományos alapokat, méréseket alapvetően az 1987-ben indult EUREKA/EUROTRAC

projekt biztosította. Ebben az időszakban indult meg a nehézfémekre és a lassan lebomló szerves anyagokra (POP) vonatkozó egyezmények alapozása. Ezeknek a nyomonnyomásoknak a mérése komoly szakértelmet és költséges laboratóriumi háttérrel igényel. Így az EMEP Irányító Testülete e komponensek mérését csak önkéntes felajánlásokként kérhette a tagországoztól. A 6. fázisban (1995–1998) ugyan kísérlet történt bizonyos nehézfémek és szénhidrogén vegyületek mérésének kötelezővé tételére, ez azonban csak mérsékelt sikerrel járt. Egyedül a legfontosabb nehézfémek (ólm, kadmium) kerültek be a kötelező mérési programba. Kísérlet történt az egyre heterogénebb hálózat egységesítésére, a terjedési modellek adat-igényéhez illesztésére is, ajánlások születtek az egyes országokban működtetendő állomások darabszámára és mérési programjára, ezek a kezdeményezések azonban a tagországok érdektelensége vagy (anyagi) ellenérdeklése miatt elhaltak.

Az 1999-ben indult 7. fázisnak megoldást kellett találnia a fenti problémára. Nem volt tovább tartható, hogy minden mérőállomástól ugyanazt a mérési programot követeljük meg, mivel az egyre költségesebb technikát és egyre nagyobb, jól képzett személyzetet igényelő mérések megkezdését számos tagország anyagi okokból határidő megjelölése nélkül halogatta, lényegében megtagadta az újabb mérések programba iktatását. (A Genfi Egyezmény semmilyen szankciót nem tartalmaz erre az esetre!) Ugyanakkor a sűrűbb állomáshálózatú régiókban szakmailag sem feltétlenül indokolt, hogy minden állomáson az összes programban szereplő légszennyező anyag mérését végezzék. Az EMEP Irányító Testülete 2003-ban elfogadta az állomások kategóriákba sorolását, ami lényegében visszahozta az alap- és bővített-program koncepciót. Az alapállomások (1. kategória – Level 1) a bonyolultabb kémiai analízisek nélküli, lényegében a 6. fázisban kialakult mérési program szerint dolgoznak, amihez 2003-ban kötelező feladatként jött a 10 µm alatti aeroszol-részecskék tömeg-koncentrációjának (PM10*) mérése. Az Irányító Testület határozata szerint 50000 km²-enként legalább egy ilyen állomásnak kellene Európában működni (EB.AIR/GE.1/2003/3/Add.1 – http://www.unece.org/env/lrtap/emep/emep27_docs.html). Cél, hogy ezek közül az állomások közül minél többet idővel 2. kategóriájú állomássá fejlesszenek.

A 2. kategóriájú (Level 2) állomások végzik – az alapprogram végrehajtása mellett – a komolyabb szakértelmet és laboratóriumi háttérrel igénylő, de egyébként egységesített módszertan alapján végezhető méréseket. Ebbe a körbe tartoznak a Genfi Konvencióhoz csatolt Jegyzőkönyvekben nevesített nehézfémek, illékony és lassan lebomló szerves anyagok, továbbá a légköri aeroszol részletesebb vizsgálata. Európában legalább 20–30, földrajzilag jól elosztott 2. kategóriájú állomásra lenne szükség. A 3. kategória (Level 3) a kutatási szintet jelenti. Ezek az állomásokon, döntően különböző kutatási projektek

keretében olyan méréseket is végeznek, amelyek jelenleg még csak az általános ismeretszerzést vagy a mérési módszertan kidolgozását, fejlesztését szolgálják. Itt nem kötelezők az alacsonyabb kategóriájú állomások mérései, hiszen ezek az állomások jellemzően kutatási célokat szolgálnak. Az EMEP mérési programjának fejlődését az 1. ábra mutatja be, míg a különböző kategóriájú állomások aktuális mérési programját az 1. táblázat tartalmazza. Az EMEP mérési stratégiája és programja a Kémiai Koordinációs Központ honlapján érhető el (<http://www.nilu.no/projects/ccc/>).



1. ábra: Az EMEP mérési programjának fejlődése és Magyarország részvétele (sötét sáv)

1. kategóriájú állomások

- szerves ionok a csapadékokban (SO₄²⁻, NO₃⁻, C₁⁻, NH₄⁺, H⁺, Na⁺, K⁺, Ca₂⁺, Mg₂⁺, továbbá pH és vezetőképesség – napi mintavétel);
- nehézfémek a csapadékokban (legalább Cd és Pb, továbbá Cu, Zn, As, Cr, Ni – napi vagy heti mintavétel);
- gázok és aeroszol részecskék (SO₂, SO₄²⁻, teljes nitrát [HNO₃ + NO₃⁻], teljes ammónium [NH₃ + NH₄⁺], HC₁, NO₂, Na⁺, K⁺, Ca₂⁺, Mg₂⁺ – napi mintavétel, O₃ – órás mintavétel);
- aeroszol részecskék tömegkoncentrációja (PM₁₀, PM_{2.5} – órás vagy napi mintavétel);
- gáz-részecske arány (HNO₃ / NO₃⁻, NH₃ / NH₄⁺ – havi mintavétel);
- meteorológia (csapadékmennyiség, léghőmérséklet, relatív nedvesség, légnyomás, szélirány, szélesség – órás átlagok).

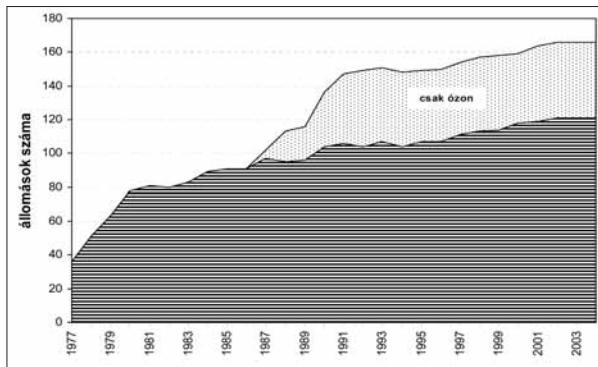
2. kategóriájú állomások (az 1. kategóriájú állomások feladatain túlmenően)

- gáz-részecske arány (HNO₃ / NO₃⁻, NH₃ / NH₄⁺ – órás vagy napi mintavétel);
- gázok (NO, NO₂, C₂, C₇ szénhidrogének – órás mintavétel, aldehidek és ketonok - 8 órás mintavétel, hetente kétszer);
- nehézfémek a csapadékokban (Hg – heti mintavétel);
- nehézfémek az aeroszol részecskékben (legalább Cd és Pb, továbbá Cu, Zn, As, Cr, Ni - napi vagy heti mintavétel, Hg [gáz fázisban is] – órás vagy napi mintavétel);
- lassan lebomló szerves anyagok (POP) a légkörben és a csapadékokban (PAH, PCB, HCB, HCH, DDT/DDE – napi vagy heti mintavétel);
- aeroszol részecskék összetevői PM₁₀-ben és PM_{2.5}-ben (SO₄²⁻, NO₃⁻, C₁⁻, NH₄⁺, Na⁺, K⁺, Ca₂⁺, Mg₂⁺ – órás vagy napi mintavétel, Si [csak PM₁₀-ben], elemi szén, szerves szén – napi vagy heti mintavétel).

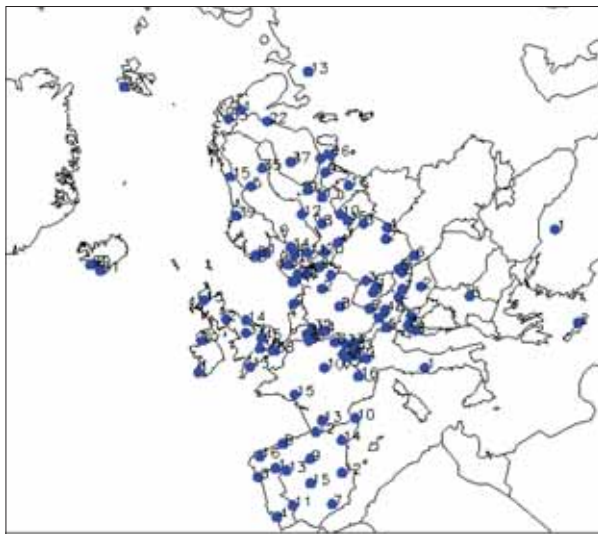
1. táblázat Az EMEP mérőállomások mérési programja a 2004–2009-es Stratégiai Terv szerint (<http://www.nilu.no/projects/ccc/>)

A Kiotói Jegyzőkönyv aláírása után többször felmerült, hogy az EMEP vonja be mérési programjába az üvegházhatású gázok mérését is. Mivel azonban egyrészt a már létező mérési program is csak részlegesen teljesült, másrészt az üvegházhatású gázok meglehetősen költséges és szakemberigényes mérésére, a kibocsátási adatok gyűjtésére már léteztek nemzetközi szervezetek és programok, a tagországok ellenállása miatt a kezdeményezést az Irányító Testület végül levette a napirendről.

Az EMEP megalakulásakor 36 mérőállomás csatlakozott a programhoz. A következő néhány évben a hálózat gyorsan bővült (2. ábra). Ezt követően a bővülés már lelassult, évente csak néhány új állomás létesült, miközben egy-kettő különböző okokból meg is szűnt. A regisztrált EMEP állomások számában az 1980-as évek végén, a felszínközeli ózon-koncentráció mérés programba emelések jelentős ugrás történt. Ennek az az oka, hogy a tagországok a már meglévő ózommérő állomásaikat EMEP állomásként is regisztrálták, és megkezdtek ezek mérési adatainak a jelentését is. Ezeknek az állomásoknak a nagy részét a



2. ábra Az EMEP mérési programjában résztvevő állomások számának alakulása



3. ábra A savasodást és eutrofizációt okozó nyomonanyagokat mérő állomások földrajzi elhelyezkedése 2004-ben. A térkép szokatlan tájolását az EMEP szennyezőanyag-terjedési modellje indokolja, amely a lehető legkisebb téglalappal (értelmezési tartomány) próbálja lefedni Európát (forrás:

<http://www.nilu.no/projects/ccn/network/index.html>)

hálózat megítélésekor célszerű külön kezelni, mivel többségük mindmáig csak az ózon mennyiségét méri, más méréseket nem végez, így még csak valódi 1. kategóriájú EMEP állomásnak sem tekinthetők. Az állomáshálózatra vonatkozó legfrissebb adatok (2004 – <http://www.nilu.no/projects/ccn/network/>) szerint a mérőhálózat, az Irányító Testület minden erőfeszítése ellenére, területileg ma sem homogén (3. ábra). Az állomáshálózat Dél- és Kelet-Európában lényegesen ritkább, mint Észak- és Nyugat-Európában. 2004-ben az illékony szerves anyagok (VOC) mérését csupán 17 állomás végezte, a lassan lebomló szerves anyagokról (POP) pedig csak 12 küldött adatot. Ráadásul ez utóbbiak közül csak 5 volt teljes értékű, a többi vagy csak a csapadékvíz, vagy csak az aeroszol-részecskék POP tartalmát mérte.

Magyarország és az EMEP

A csapadékvíz szulfát- és nitrát-ion tartalmának mérése Magyarországon már 1965-ben megkezdődött az Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ) csapadékkémiai mérőállomásain. Az OMSZ a levegő kén-dioxid és nitrogén-dioxid regionális háttérkoncentrációjának mérését 1972–1973-ban kezdte meg néhány mérőállomáson, egyebek között a VITUKI kiskunsági Komlói Imre Kísérleti Telepén. 1980-ban ennek a mérőhelynek az örökébe lépett a közvetlen a szomszédságában létesült, azóta is működő K-pusztai mérőállomás. Az EMEP megszületésekor tehát az elvárt mérések mindegyike jó ideje folyt már hazánkban. Magyarország egyike volt annak a tíz országnak, amely az EMEP létrejöttének pillanatától küldött adatokat a programnak. EMEP mérőállomásként a regionális háttér-levegőszennyezettség mérésére leginkább alkalmas kiskunsági állomást jelentettük be (Komlói telep/K-puszta).

A Genfi Egyezmény hazai előkészítése természetesen kormányzati szinten zajlott, az Építésügyi és Városfejlesztési Minisztérium koordinálásával és – egyebek között – az OMSZ bevonásával. A Konvenciót Magyarország – az Orosz Föderáció, Ukrajna és Fehéroroszország után – negyedikként, 1980. szeptember 22-én ratifikálta. A Konvenció aláírására összehívott genfi miniszteri értekezlet után, 1979 végén, a Minisztertanács az Országos Környezet- és Természetvédelmi Hivatal (OKTH) bízta meg az egyezményrel kapcsolatos hazai feladatok megszervezésével. Az intézkedési terv az OMSZ feladatává tette egy öt mérőállomásból álló mérőhálózat kialakítását. Az OMSZ meghatározó részfeladatokat kapott egy nagytávolságú szennyezőanyag-transzport modell kidolgozásában és a kutatásokat végző intézmények sorában is helyet kapott. Az OKTH intézkedési tervében megfogalmazott, OMSZ-ra vonatkozó feladatokat az OMSZ elnökének 3/1980. számú határozata fordította le konkrét teendőkre.

Az intézkedési tervek az 1985-ben végződött VI. ötéves terv idejére szabtak meg feladatokat. Bár Magyarország ugyancsak az elsők között iktatta jogrendszerébe a Genfi Konvencióhoz csatolt, EMEP-ről szóló Jegyzőkönyvet

(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-

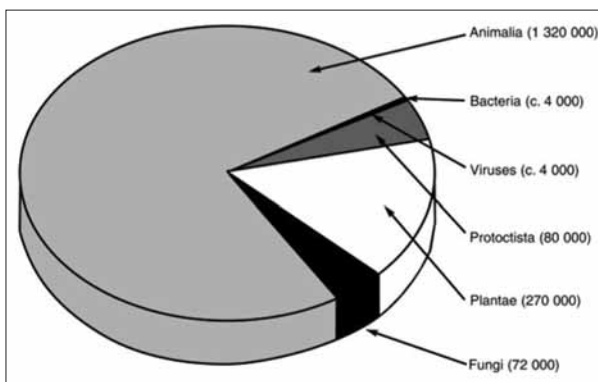
földi anyagi támogatás ellenére nem jött létre az Irányító Testület által kívánatosnak tartott második magyarországi EMEP mérőállomás, a hosszú távú finanszírozás bizonytalansága miatt. Magyarország csak egy 1. kategóriás, alapállomás (K pusztai) fenntartását vállalta, a modellek pontosabbá tételéhez 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.