

# AMIT TUDNI KELL A LEVEGŐ MINŐSÉGRŐL

## — BEVEZETÉS

A levegő minőség egy komplex kérdés, amit számos tényező befolyásol. A levegő minőség, mint jellemző, leírja az eltérést egy adott helyen a tiszta, szennyezőanyagoktól mentes levegőtől. Légszennyezőknek nevezzük a levegőben a szokásos háttér szint feletti koncentrációban jelen levő azon anyagokat, melyek mérhető hatással vannak az emberekre, állatokra vagy a növényekre.

conca<sup>w</sup>e

## Gyakori légszen- nyezők

---

A légszennyezésnek számos forrása és formája van. Lehet természetes eredetű, vagy emberi tevékenységből származó:

- **Kén-dioxid (SO<sub>2</sub>):** Az SO<sub>2</sub> színtelen, nem gyúlékony gáz. A légkörbe kerülve az SO<sub>2</sub> más vegyületekké, mindenekelőtt szulfátokká alakul át, amelyek a másodlagos lebegő anyagok fontos forrásai. A legfontosabb emberi tevékenységhez kapcsolódó SO<sub>2</sub> forrás a ként tartalmazó fosszilis üzemanyagok (pl. szén, nehéz fűtőolaj) és biomassa égetésének véggázai. A SO<sub>2</sub> vulkáni tevékenység során keletkezik a természetben.
- **Nitrogén-oxidok (NO<sub>x</sub>):** Az NO<sub>x</sub> általánosan használt fogalom a nitrogén monoxid (NO) és a nitrogén-dioxid (NO<sub>2</sub>) elegyeire. Az NO<sub>x</sub> égési folyamatok során keletkezik. Az NO<sub>x</sub> zöme NO-ként termelődik, és csak később alakul NO<sub>2</sub>-vé, miután kémiai reakcióba lép az ózonnal. Az NO<sub>2</sub> narancssárga – vörösesbarna gáz. Napfény hatására az NO<sub>2</sub> visszaalakul NO-á, aminek következtében a NO/NO<sub>2</sub> összetétele a környezeti levegőben igen változatos. Az NO<sub>2</sub>-re létezik levegőminőségi határérték, ám az NO-ra és az NO<sub>x</sub>-re nem. Az NO<sub>2</sub> természetes forrásainak tekintendők az erdőtüzek és a villámlások, emberi tevékenységgel kapcsolatos forrásai a fosszilis tüzelőanyagok és a biomassa égetése. Az NO<sub>x</sub> kibocsátás fontos szerepet játszik a másodlagos lebegő anyagok kialakulásában.

- **Lebegő anyagok (PM):** A lebegő anyagokat szemcseméretük alapján osztályozzák. Az alapvető kategóriák a következők: totál lebegő anyag (azaz por),  $PM_{10}$  (10 mikrométernél kisebb átmérőjűek),  $PM_{2,5}$  (2,5 mikrométernél kisebb átmérőjűek) és ultrafinom részecskék (0,1 mikrométernél kisebb átmérőjűek). A PM akkor tekintendő elsődlegesnek, ha az szilárd részecskék formájában bocsátódik ki, másodlagosnak pedig akkor, ha csak a légkörben, bizonyos gázok kémiai reakciójával keletkezik. A levegőben levő lebegőanyagok forrásai az országutak pora, a mezőgazdasági tevékenység, járművek kipufogó gáza, fa égetése, erdőtűzek füstje és az ipari tevékenység. A másodlagos lebegőanyagok a  $PM_{2,5}$  fontos frakcióját adják, amelyek elsősorban  $NO_x$ -ből,  $SO_2$ -ből vagy ammóniából ( $NH_3$ ) keletkezhetnek.
- **Szén-monoxid (CO):** A CO színtelen, szagtalan gáz. Tökéletes égés során keletkezik. Forrásai lehetnek tüzelőanyagok égetése, ipari folyamatok, de lehet természetes eredetű is pl. az erdőtűzek.
- **Illékony szerves vegyületek (-Volatile Organic Compounds- VOC):** A VOC-k olyan szerves vegyületek, melyek összetételük alapján már közönséges légköri körülmények között elpárolognak. Tipikus VOC a benzol, az etilén-glikol vagy a formaldehid. A VOC-k az elsődleges felelősei a talajközeli ózon és lebegő anyag képződésnek, amik a füstköd (szmog) fő alkotóelemei. A VOC-k forrásai lehetnek természetesek (pl. a növényzet) vagy emberi tevékenységhez kötöttek (pl. a vegyipar és a fosszilis tüzelőanyagok égetése). Úgy becsülik, hogy a VOC-k képződésének természetes forrásai, tehát az erdők, füves területek és mocsarak jóval nagyobbak, mint az emberi tevékenységgel kapcsolatosak.
- **Ózon ( $O_3$ ):** Ózon közvetlenül nem bocsátódik ki a levegőbe, hanem az  $NO_x$  és a VOC-k közti, napfény hatására lejátszódó, kémiai reakciók következtében keletkezik. Az ózonnak van természetes előfordulása. Fontos szerepet játszó kémiai anyaga a felső légrétegnek, ahol blokkolja az ultraibolya sugárzást, viszont káros a talaj közelében.
- **Ammónia ( $NH_3$ ):** Az  $NH_3$  nagyon reakcióképes molekula ezért nem is marad meg sokáig a légkörben, de az  $NH_3$  emissziója igen nagy területeket érinthet. Az  $NH_3$  a levegőben ammónium-szulfáttá vagy ammónium-nitráttá alakulhat, amelyek a másodlagos lebegőanyagok fő alkotói. Az  $NH_3$  kibocsátás mintegy 94%-a Európában a mezőgazdaságból származik<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Az Európai Környezeti Ügynökség 2017-es jelentése: „Légszennyezés a mezőgazdaságból, az ammónia 2015-ben meghaladta az emissziós határértéket”.

Az üvegházhatást kiváltó szén-dioxidot ( $CO_2$ ) és metánt ( $CH_4$ ) általában nem tekintik légszennyezőnek, bár van amikor tévesen így hivatkoznak rájuk.

## Levegő minőségi emisszióvs. környezeti levegő minőségi koncentráció

Az emisszió és a koncentráció fogalma gyakran összekeveredik. Az emisszió az a szennyezőanyag mennyiség, ami adott forrásból adott időtartam alatt a légkörbe kerül. Mértékét általában időegységre eső kibocsátott tömegben (pl. kg/h) fejezik ki. A koncentráció a szennyezőanyagnak egységnyi levegőtérfogatban levő mennyisége, amit tömeg/térfogat (pl.  $\mu g/m^3$ ) határoznak meg. A környezeti levegő koncentráció az a fogalom, ami a levegő minőség értékét fejezi ki, összehasonlítva a jogszabályban megadott levegőminőségi határértékekkel. Európában a levegőminőségi határértékeket az emberi egészség védelmét szem előtt tartva állapították meg. Értékeit a környezeti levegőminőségről és a tisztább európai levegőről szóló irányelvben hozták nyilvánosságra<sup>2</sup>.

Egy emissziós forrás természete (mit bocsát ki, mennyit bocsát ki, mikor és milyen gyakran bocsát ki, milyen magasra bocsát ki), a meteorológiai és éghajlati feltételek, a forrástól mért távolság és a domborzati viszonyok együttesen befolyásolják a levegőminőség koncentrációt. Ennek következtében az emissziót és a környezeti koncentrációt nem lehet tökéletesen számszerűsíteni. Általában a szennyező anyag koncentrációja a környezeti levegőben számos, különböző hatású forrás összege. Az emisszióknak egy adott százalékkal történő redukálása, nem feltétlenül jelenti a környezeti levegő káros anyag koncentrációjának azonos mértékű csökkenését. Emiatt az emisszió szabályozási stratégiákat a helyi viszonyokhoz kell igazítani, de nemzetközi együttműködés kell a háttér koncentráció csökkentéséhez.

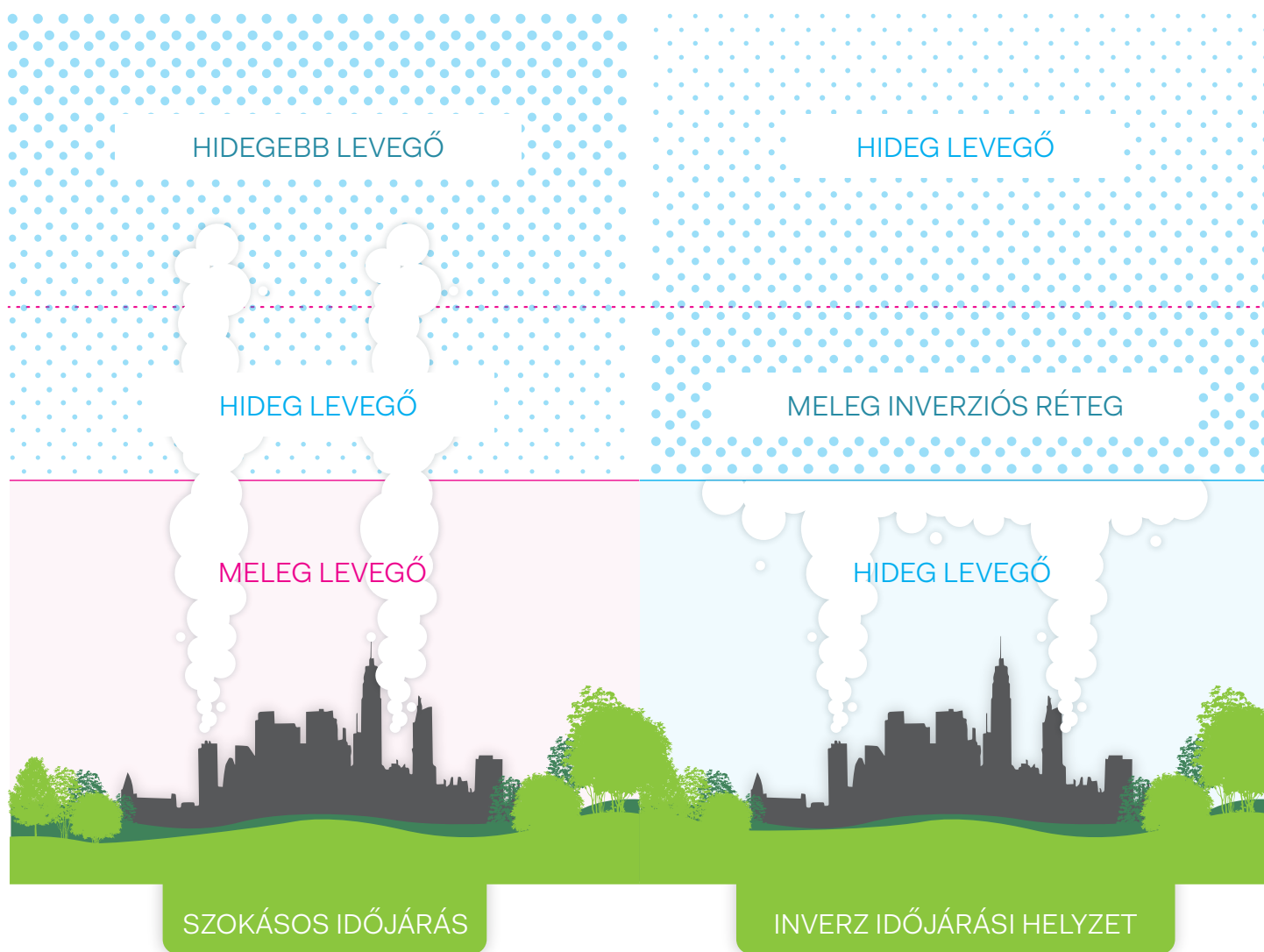
<sup>2</sup> Az Európai Parlament és a Tanács 2008/50/EK Irányelve a környezeti levegő minőségéről és a Tisztább levegőt Európának elnevezésű programról.

## Diszperzió és lerakódás

A diszperzió vagy eloszlás a szennyezőanyag terjedését jellemzi a légkörben, míg a lerakódás annak felhalmozódása a talajon vagy a víz felületén, akár közvetlenül (száraz lerakódás), akár esővel (nedves lerakódás). Az eloszlás sebessége és mintája nagymértékben függ olyan környezeti tényezőktől, mint például az aktuális időjárás vagy az általános meteorológiai kondíciók. Például egy inverziós esetben, azaz amikor egy talajhoz közeli, hideg levegőréteget csapdába ejt egy felette elhelyezkedő melegebb levegőréteg, a levegő nem tud felemelkedni, és a szennyező koncentrációk megnőnek a talaj közelében (lásd a lenti ábrát).

<sup>3</sup> Az Európai Környezet Ügynökség honlapja „Légszennyezők eloszlása”: <https://www.eea.europa.eu/publications/2599XXX/page005.html>.

Általában a magasabb hőmérséklet, gyenge szél és a csapadék hiánya elősegítik a kémiai reakciókat az atmoszférában, és rontják a levegőminőséget. A szennyezőanyag szétoszlást befolyásolja továbbá a helyi és a környékbeli domborzat, az emissziós források magassága, valamint a közelben levő épületek és szerkezetek<sup>3</sup>.



## Becslési módszerek

---

A levegő minőség megfelelése azt mutatja meg, hogy egy típusú szennyezőanyag koncentrációja a környezeti levegőben mennyire közelíti meg annak levegő minőségi határértékét. Általánosságban két módszert használnak a levegőminőség megállapítására, a környezeti levegőminőség megfigyelést és az eloszlás modellezést.

- **Környezeti levegőminőség megfigyelés:** A környezeti levegőminőség megfigyelés a szennyező szintek mértékének meghatározása adott helyen adott időszakban. A megfigyelőállomások helye és az alkalmazott megfigyelés típusa függ a megfigyelés céljától. A készüléket elhelyezhetik nagy forgalmú út közelében, lakott területen, vagy a mérés szempontjából kritikus ponton, illetve messze az emissziós forrásoktól a háttérszennyezettség szintjének meghatározása érdekében. Sok megfigyelési tevékenység irányul az emberek kitétségének meghatározására, amikor a mérőberendezéseket sűrűn lakott területeken helyezik el. A megfelelő elhelyezés alapvető kérdés, mivel az állomás helye nagymértékben befolyásolhatja a mérések eredményét. Az időjárás évszakos változása miatt hosszú távú megfigyelések szükségesek annak bemutatására, milyen változások következnek be a levegő minőségében néhány nap, hónapok vagy évek során.
- **Eloszlás modellezés:** A légköri eloszlás modellek matematikai szimulációk, amelyek azt mutatják be, hogyan terjed szét egy adott légszennyező az atmoszférában. Míg környezeti megfigyeléssel csak létező emissziós források mérhetők, addig az eloszlási modellek hatékony eszközök lehetnek annak előrejelzésére, milyen hatással lesz a környezet levegőjére egy jövőbeli emissziós forrás megjelenése vagy annak eltávolítása. Az eloszlási modellek hasznosan alkalmazhatók a levegőminőség koncentráció meghatározására olyan területeken is, ahol nem helyeztek el megfigyelő berendezéseket. A modellekhez egyedi bemenő adatokra van szükség a levegőminőség koncentráció megbecsüléséhez, mint például az emisszió forrás jellemzői (forrás típusa, magassága, emisszió aránya, kibocsátási sebesség, hőmérséklet stb.) a meteorológiai információk és a domborzati adatok. A modellek előrejelzése csak annyira pontos, mint a bemenő adatok és a modell feltételezései. A modell összehasonlítási és kiértékelési gyakorlatok fontos eszközök annak ellenőrzésére, hogy a modell által szolgáltatott előrejelzések mennyire következetesek és reálisak. Az eloszlási modelleket adott alkalmazásokra szabják, mint például levegő minőség modellezés országos vagy városi szinten, illetve egy adott ipari alkalmazás vagy egy út esetén.

Európában az elmúlt években csökkent a légszennyezők koncentrációja a környezetben az erre irányuló politikai lépések és az alkalmazott emisszió csökkentési intézkedések következtében. Azonban a légszennyezés bonyolult kérdés, hiszen, ha a légszennyezők kibocsátása nő az egyik országban az a koncentrációk emelkedéséhez vezethet a szomszédos országokban. A legtöbb légszennyezési kérdés ma a helyi és a szélesebb határú hatások kombinációjával kapcsolatos. A halmozódó hatásokat csak az összes káros anyag kibocsátás csökkentésével, nemzetközi együttműködésben lehet enyhíteni.

## Hasznos linkek

---

Az Európai Környezet Ügynökség légszennyezettségi adatlapokat tesz közzé az EU 28 országáról, amelyek emissziós trendeket ismertetnek, és összefoglalják a nemzeti levegőminőség helyzetét minden tagország esetében. Az adatok a következő helyen találhatóak: <https://www.eea.europa.eu/themes/air/air-pollution-country-fact-sheets-2014/air-pollution-country-fact-sheets-2014>