

## BEVEZETÉS

# LEVEGŐTISZTASÁG-VÉDELEM: a probléma és feladataink

A levegő az ipar fontos nyersanyaga, nem csak a tüzelési folyamatokban! A levegőt a legtöbb ipari folyamatban valamilyen formában használjuk, melynek során különböző elemek és vegyületek kerülnek bele. Közülük sok veszélyes a bioszféra vagy annak egy része, tehát az atmoszféra, a hidroszféra vagy a litoszféra (talaj) számára. E levegőáramok rendszerint a levegőbe kerülnek kibocsátásra, melynek valamely fizikai, kémiai vagy biológiai tulajdonságát károsan befolyásolják, módosítják, így az kevésbé lesz képes kielégíteni a bioszféra, benne az élővilág (beleértve az embert is) igényeit. Ezeket az anyagokat **szennyezőanyagoknak** vagy egyszerűen csak **szennyezőknek**, a levegő tekintetében **légszennyezőknek** nevezzük. Egy részük közvetlenül is veszélyes (pl. bizonyos mérgező – toxikus – vagy rákkeltő – karcinogén – anyagok), mások a kibocsátás után kémiai reakcióban vehetnek részt, s ilyen módon hoznak létre mérgező vegyületeket.

A bioszféra illetve a légkör védelme érdekében a kibocsátott levegőáramban a kibocsátás (emisszió) előtt csökkentenünk kell ezeknek az anyagoknak a mennyiségét és/vagy koncentrációját egy, valamely szabályozás (törvény, rendelet) által előírt szint alá. Ilyen anyagok lehetnek az illékony szerves anyagok (VOC-k – volatile organic compounds, melyek szénhidrogének vagy származékaik, kivéve a metánt), kén-dioxid (SO<sub>2</sub>), nitrogén-oxidok (NO<sub>x</sub>-k vagy NO vagy NO<sub>2</sub>), szén-monoxid (CO), ammónia (NH<sub>x</sub>), metán (CH<sub>4</sub>), valamint sok más gázfázisú anyag, továbbá szemcsés anyagok (szilárd vagy cseppfolyós részecskék).

A **légszennyező anyagokat** eredetük és állapotuk alapján **osztályozhatjuk**.

**Eredetük alapján** a légszennyező anyagok lehetnek:

- elsődleges (primer) légszennyezők, melyek a technológiai folyamatokból közvetlenül kerülnek a légkörbe,
- másodlagos (szekunder) légszennyezők, melyek kémiai reakció során keletkeznek a légkörben.

**Állapotuk alapján** a légszennyező anyagok lehetnek:

- szemcsés anyagok, melyek a levegőben finoman elosztatott (diszpergált) szilárd vagy folyadék részecskék (szilárd részecskék: mint pl. porok, párák, füstök; folyadék részecskék: mint pl. cseppek, ködök, aeroszolok stb.),
- gázfázisú anyagok: valódi gázok (mint pl. kén-dioxid, nitrogén-oxidok, szén-monoxid stb.) és gőzök (mint pl. benzingőz, festékek oldószereinek gőzei, a száraztisztítás vegyszereinek gőzei, de akár egyszerű vízgőz is lehet stb.).

A gázfázisú légszennyezők lehetnek szervetlen vagy szerves anyagok. **Szervetlen légszennyezők** a következők: kéntartalmú vegyületek (kén-dioxid és kén-trioxid, kénhidrogén), szén-oxidok (szén-monoxid és szén-dioxid), nitrogén tartalmú gázok (nitrogén-monoxid, nitrogén-dioxid, ritkábban dinitrogén-oxid), halogén vegyületek (fluór, klór, hidrogén-fluorid, hidrogén-klorid vagy sósavgáz, szilícium-tetraklorid), fotókémiai termékek (ózon és oxidáló szerek), cianidok (hidrogén-cianid), ammónia vegyületek (ammónia) és klórozott-fluórozott szénhidrogének (freonok). A **szerves légszennyezők** szénhidrogének (paraffinok, acetilén, aromás vegyületek) és alifás oxidált vegyületek (aldehidek, ketonok, szerves savak, alkoholok, szerves szulfidok, szerves hidrogén-peroxidok).

A légszennyező anyagok kibocsátásának szabályozására, csökkentésére különböző technikai eljárásokat és módszereket, illetve berendezéseket használhatunk, melyek csoportosítását a **B1. ábra** szemlélteti, az egyes módszerek néhány szavas jellemzésével. A feladat megoldása céljából lényegében két utat követhetünk:

- a veszélyes szennyező anyagot eltávolítjuk a szennyezett gázfázisból annak a légkörbe történő bocsátása előtt (tehát pl. csökkentjük a kén-dioxid koncentrációját illetve mennyiségét a szennyezett gázáramban);
- a veszélyes szennyező anyag egy részét átalakítjuk egy kevésbé veszélyes vagy egy teljesen veszélytelen anyaggá (pl. így csökkentjük a nitrogén-oxidok kibocsátását).

Az ábrát ezeknek az elveknek az alapján szerkesztettük. A legtöbb szennyezőanyag több módszerrel is kezelhető, közöttük műszaki és gazdasági szempontok alapján dönthetünk. Ha a szennyezőanyag eltávolítását lehetővé tevő módszert választunk, akkor esetleg lehetőségünk van annak visszanyerésére és ismételt felhasználására, akár az adott technológiai folyamatban. Így pl. ha valamely értékes illékony szerves anyagot tekintünk (VOC), gazdaságilag is kifizetődő lehet visszanyerése. A **B1. táblázat** a szerves illékony anyagok (VOC-k) kezelésére szolgáló módszereket tünteti fel: az első oszlopban azokat az eljárásokat látjuk, melyek lehetővé teszik az anyagok visszanyerését, a második oszlopban azok az eljárások láthatók, melyek kémiai reakció révén átalakítják az anyagokat kevésbé veszélyes vagy esetleg teljesen ártalmatlan anyagokká. Az előadások során röviden áttekintjük az alkalmazható eljárásokat az ábra alapján, melyet követően egyes eljárásokat részletesebben is meg tárgyalunk.

Az oldószer visszanyerését lehetővé tevő módszerek	Oldószer visszanyerése nélküli módszerek
cseppfolyósítás (kondenzáció) hűtés abszorpció nagy forrponú oldószerekkel inert gázáramokkal adszorpció aktív szén, zeolitok, gyanták membrántechnikai művelet gázsztválasztás membrán érintkeztetők	biológiai kezelés bioszűrők bio csepegtető (permetező) szűrők bio(gáz)mosók termikus kezelés (égetés) (rekuperatív vagy regeneratív termikus vagy katalitikus oxidáció)

**B1. táblázat**  
**Szerves illékony komponensek kezelésére alkalmazható eljárások**

Bármelyik légszennyezési probléma értékelése és megoldása (megtervezése) előtt szükséges ismerni az emisszió (a kibocsátás) típusát és mértékét. Ha ez nem áll rendelkezésre, akkor gyakran segíthet a technológiai folyamatra felírt anyagmérleg, de segíthetnek esetlegesen közzétett (publikált) kibocsátási adatok is. A kibocsátás nyilván függ az alkalmazott gyártási folyamattól, annak energetikai rendszerétől, a felhasznált anyagok minőségétől, az ellenőrzés hatékonyságától stb. Ezek sokféle módon kombinálódhatnak, így valamely kibocsátási forrásra vonatkozó információ esetleg nem alkalmazható közvetlenül egy másik kibocsátási forrásra. Ezért rendszerint igen nagy gondosság és jó ítélőképesség szükséges a megfelelő kibocsátási adatok beazonosításához. Ha mindezek nem adnak elég segítséget a probléma kezeléséhez, akkor kísérleti úton kell a segítséget “biztosítani”, a kibocsátás mértékét kísérleti mérésekkel meghatározni, melynek megtervezéséhez ugyancsak gondosság és szakértelem szükséges.

## A levegőtisztítás (gáztisztítás) módszerei



