

## Levegőtisztaság védelem

2. előadás

## A levegő definíciója

---

- A levegő gázkeverék, a természetes, tiszta levegő is számtalan gáz keveréke.
- Szennyezett, városi levegő: akár több ezer komponens.
- Légkörtani definíció: A levegő bizonyos gázok keveréke, amely különböző, jórészt a kolloid méret tartományba eső szilárd és cseppfolyós részeket, aerosolokat is tartalmaz

## A levegő összetétele

---

- A levegőben lévő gázokat csoportosíthatjuk
  - **tartózkodási idejük** és
  - **relatív mennyiségük** alapján.
- A levegő alkotóit csoportosíthatjuk
  - **halmazállapotuk** szerint is.

## Légköri tartózkodási idő ( $\tau$ )

---

- kvázi-stacionárius állapotra értelmezzük (a légkör összetétele nem változik),
- Tartózkodási idő: amely alatt a gáz a légkörből eltűnne, ha nem lenne utánpótlása,
- Függ a bekerülési és az eltávozási sebesség viszonyától (Források és nyelők).
- $\tau > 100$  év -- állandó gázok
- $\tau \sim 1-100$  év -- változó gázok
- $\tau < 1$  év -- erősen változó gázok

## A levegő gázösszetétele a gázok tartózkodási ideje alapján

---

1. Állandó gázok (nitrogén, oxigén, nemesgázok)
2. Változó gázok (szén-dioxid, metán, hidrogén, dinitrogén-oxid, ózon)
3. Erősen változó gázok (vízgőz, szén-monoxid, nitrogén-dioxid, ammónia, kén-dioxid, kén-hidrogén)

## I. Állandó gázok

---

- Azok a légköri gázok, amelyek mennyisége a légkörben hosszú időn át változatlan.
- Tartózkodási idejük igen nagy.
- Ilyenek a nitrogén, az oxigén, a nemesgázok.
- Egyes elemek tartózkodási ideje:
  - N<sub>2</sub>: 10<sup>6</sup> év
  - O<sub>2</sub>: 5 · 10<sup>3</sup> év
  - He: 1 · 10<sup>7</sup> év

## II. Változó gázok

---

- A változó gázok mennyisége néhány év, vagy évtized alatt módosul.
- A legfontosabbak: szén-dioxid, metán, hidrogén, ózon.
- Néhány elem tartózkodási ideje:
  - CO<sub>2</sub> : 10 év
  - CH<sub>4</sub> : 7 év
  - H<sub>2</sub>: 6,5 év
  - N<sub>2</sub>O: (110 év)
  - O<sub>3</sub> : 2 év

## III. Erősen változó gázok

---

- Azon légköri gázok, amelyek mennyisége a légkörben néhány nap alatt is jelentősen megváltozhat.
- Ilyen többek között a vízgőz, a szén-monoxid, az ammónia és a kén-dioxid.
- A légszennyezés szempontjából mégis ezeknek van a legnagyobb jelentősége.
- A légszennyezés szempontjából mégis ezeknek van a legnagyobb jelentősége.
- Tartózkodási idejük:
  - H<sub>2</sub>O: 10 nap
  - CO: 0,3 év
  - NO<sub>2</sub>: 6 nap
  - NH<sub>3</sub>: 7 nap
  - SO<sub>2</sub>: 4 nap
  - H<sub>2</sub>S: 2 nap.

## A levegő alapgázai és nyomgázai

---

### Alapgázok:

- nitrogén 78,09%,
- oxigén 20,93%
- argon 0,93%
- szén-dioxid 0.03%
- hidrogén és nemesgázok 0,01%

Nyomgázok: levegő azon összetevői, melyeket csak nyomokban ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) találunk meg:  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{O}_3$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$

## A levegő alkotó részeinek csoportosítása halmazállapotuk alapján

---

- Szilárd fázis
- Cseppfolyós fázis
- Gáz fázis

### Aeroszolk

- Diszperziós
- Kondenzációs
- **Por** (szilárd részecskéket tartalmazó aeroszol)
- **Füst** (szilárd+ folyékony részecskéket tartalmaz)
- **Köd** (csak folyékony részecskéket tartalmaz)

## Aeroszolk

---

Egyszerű részecskék vagy folyadékcseppek az áramló levegőben.

Valamely gáznemű közegben finoman eloszlott szilárd vagy folyadék részecskék együttes rendszerét.

A folyadék részecskék általában gömb alakúak, a szilárd részecskéknek azonban lehet összetett alakja is.

## Légköri aeroszolk

---

- Az elsődleges aeroszolk közvetlenül jutnak a légkörbe főleg diszperziós folyamatokon keresztül-**diszperziós**.
- A folyadék vagy szilárd halmazállapotú másodlagos aeroszolkat nukleációs és kondenzációs folyamatok hozzák létre gáz halmazállapotú prekursorokból-**kondenzációs**.

## Aeroszolak keletkezése

---

- Gázreakciók eredményeképpen
- Gőzök kondenzációja
- Koaguláció
- Felszín aprózódása, mállása (sók, porok)
- Égéstermékek, vulkánkitörés

## Por

---

- Szilárd részecskéket tartalmazó aeroszol
- Ülepedés szempontjából a következőképpen csoportosítható:
  - **1000-10  $\mu\text{m}$**  szemcseméretűek gyorsan ülepednek (pl. ülepedő porok);
  - **10-0,1  $\mu\text{m}$**  szemcseméretű részecskék igen lassan ülepednek, stabil aeroszolt képeznek (pl. lebegő porok);
  - **0,1-0,001  $\mu\text{m}$**  szemcseméretűek már nem ülepednek, hígulásuk a gázokéhoz hasonló
- Fő forrása a litoszféra, a hidroszféra de a bioszféra is
  - Felkavart homok ( $\text{SiO}_2$ ),
  - ásványok pora,
  - karbonátok, szulfátok, oxidok,
  - korom, pernye, propagulumok,
  - tengeri vízcseppek beszáradása után visszamaradó vegyületek

## Füst

---

- Szilárd és folyékony diszperz fázist együttesen tartalmazó aeroszol.
- A levegőben vagy más gáz halmazállapotú diszperz közegben égésterméként keletkezett gázok és porlasztott szilárd anyagi részek oszlanak el.
- Tökéletlen égéskor (fa-, szén-, olajtüzelés, benzinégés stb. esetén) a felszabaduló gázokkal együtt számottevő szilárd anyag is kerül a levegőbe, s e diszperz részecskék révén a füst láthatóvá válik.

## Köd

---

- Csak folyékony részecskéket tartalmazó aeroszol.
- A levegő páratartalmának egyik megjelenési formája.
- Kialakulását alapjában a légkör földfelszíni lehűlése okozza.

## Aeroszolok egészségügyi hatásai

---

- A kis aeroszol részecskéktől (PM10) eredő terhelés főleg a légzőrendszeren keresztül éri az emberi szervezetet.
- A 10 mm-nél nagyobb részecskék közel 100 %-a, valamint az 5-10 mm aerodinamikai átmérőjű részecskék 60-80 %-a befogódik az orr-garat régióban. A kisebb részecskék azonban mélyen behatolhatnak a tüdőbe.

## A tiszta levegő fogalma

---

A tiszta levegő fogalma kémiai szempontból nehezen adható meg, mert összetétele helytől és időtől függően változik.

Várkonyi T. (1977) a következőképpen határozza meg: *"Tiszta levegő az, amelyben a szennyező anyagok mennyisége nem haladja meg kísérletileg megállapított élettani határértékeket. Más szóval növényre, állatra, emberre sem rövid, sem hosszú távon káros vagy kellemetlen hatást nem fejt ki."*

Tiszta, ha a levegőben lévő szennyezőanyagok koncentrációja nem haladja meg az egészségügyi határértékeket.

## Szennyezett levegő fogalma

---

Szennyezett, ha a levegőben lévő szennyezőanyagok koncentrációja meghaladja az egészségügyi határértékeket.



## Természetes eredetű légszennyezés

---

- Vulkánkitörések
- Sivatagi por
- Tengeri eredetű aeroszolok
- Szántóföldek pora
- Erdőtüzek
- Kozmikus por



## Antropogén eredetű légszennyezés

---

- Az ember légszennyező tevékenysége a tűz használatával kezdődött
- Az ókori kézművesek főleg fával tüzeltek
- A kőszén már a görögök és a rómaiak is ismerték (Theophrastus, Horatius)
- A kézműipar idején Angliában is a fatüzelés terjedt el. A XIII. század közepére azonban a London-környéki erdők már jórészt kipusztultak, és kőszén lett az általánosan használt ipari tüzelőanyag.

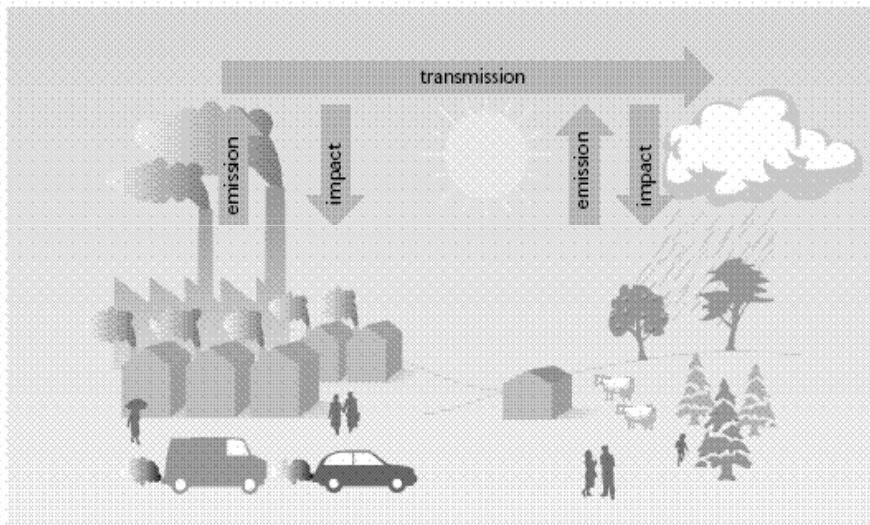
## Antropogén légszennyezés az ipari forradalom után

---

- A levegő nagymértű mesterséges légszennyezése az ipari forradalommal kezdődött
- Az ipari forradalom lényege a manufakturális termelésről a gyári tömegtermelésre való áttérés
- Elsőként a textiliparban jelent meg
- A fonás szövés folyamata
- Találmányok a textiliparban

## NABEL measures air pollution

---



## Légszennyezés folyamat

---

- **Emisszó:** a környezeti levegőbe bocsátott szennyezőanyag mennyisége. Különböző típusú forrásokból időegység alatt a környezeti levegőbe bocsátott szennyező anyag mennyiségét emisszióknak nevezzük, értékét általában **kg/h** egységben adjuk meg.
- **Transzmisszió:** a szennyező anyagok hígulása, ülepedése, fizikai, kémiai változása.
- **Immisszió:** a környezeti levegőminőség, a talajközeli levegőben kialakult szennyezőanyag koncentráció.

# A légszennyezés emissziós forrásai

- **Helyhez kötött pontforrás** (ún. koncentrált paraméterű források) : az a kémény, kúrtó, amelyből a kibocsátott szennyezőanyag koncentrációja, vagy ennek meghatározásához szükséges alapadat egyértelműen meghatározható)
- **Felületi forrás** (szórt paraméterű vagy diffúz): a szabadban végzett műveletek, berendezések, takaratlan tárolók, melyeknél a környezetbe kerülő anyag mennyiségére csak közvetett mérések és számítások útján lehet következtetni
- **Vonalas forrás** (közutak, vasutak)



## A légszennyező anyagok keletkezési mechanizmusuk alapján

- **Elsődleges (primer) légszennyezők**
  - Természetes úton , vagy technikai berendezésekből kerülnek a szabad légtérbe. Kémiai változáson nem mennek keresztül
- **Másodlagos (szekunder) szennyezők**
  - Az atmoszférában képződnek a primer szennyezőkből és az atmoszféra normál összetevőiből.

## Elsődleges légszennyezők

- **Formált anyagok**
  - hamu
  - füst
  - por
- **Anorganikus gázok**
  - szén-monoxid
  - kéndioxid
  - kénhidrogén
  - nitrogénoxid
  - ammónia
- **Szénhidrogének**
- **Radioaktív anyagok**

## Másodlagos légszennyező anyagok

### Keletkezhetnek:

- *Oxidációval*
- $\text{SO}_2 \rightarrow \text{SO}_3$
- $\text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- *Disszociációval:*
- $\text{NO}_2 \rightarrow \text{NO} + 1/2 \text{O}_2$
- *Dissolutióval (feloldódás,)*
- $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3$
- $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$

### Néhány példa:

- ózon
- nitrogén-dioxid
- különböző szulfát és nitrát sók
- kén-trioxid
- aldehidek
- Ketonok, stb.

## A légszennyező anyagok csoportosítása halmazállapotuk alapján

---

- Szilárd fázisú
  - Tömeg szerinti koncentráció vagy portterhelés: mg/Nm<sup>3</sup>
  - Részecskeszám szerinti koncentráció: db/cm<sup>3</sup>
  - Ülepedő porok jellemzésére szokásos a porszórás megadása, amely a környezet területegységére időegység alatt leülepedő por mennyisége g/(m<sup>2</sup> • hónap) vagy t/(km<sup>2</sup> • év) egységben kifejezve
- Cseppfolyós fázisú
  - A kódszennyezés mértéke: db/cm<sup>3</sup>
- Gáz fázisú
  - A gázhalmazállapotú anyagok koncentrációját ppm vagy µg/m<sup>3</sup> értékben adjuk meg
  - A ppm (parts per million) térfogatarányban kifejezett jelentése

## A levegőszennyezés hatásai

---

Három fő csoport:

- Lokális hatások
- Kontinentális hatások
- Globális hatások

### Lokális hatások

---

A kibocsátó forrás, vagy források legfeljebb néhány tíz kilométeres körzetében jelennek meg a közvetlen hatások ( egészségügyi hatások, korróziós és növénykárok).

### Kontinentális hatások

---

- Több száz vagy néhány ezer kilométer kiterjedésű körzet összefüggő légszennyezettségét jelenti.
- Ilyen távolságban a transzmisszió során történő átalakulási folyamatok miatt már nem csak az eredetileg kibocsátott légszennyező anyagok, hanem ezek átalakulás termékei is kifejtik hatásukat. Ebben a pontban a savas esők miatti savasodást kell megnevezni.
- a savasodás mértékét döntően a szennyezett terület összes kibocsátása szabja meg, csak a kibocsátás korlátozása lehet célravezető



## Globális hatás

---

- A földi légkör egészére kiterjedő hatás,
- az üvegházhatás és a sztratoszférikus ózon koncentrációjának csökkenése,
- a kedvezőtlen hatású gázok légköri koncentrációjának korlátozása tehát globális nemzetközi egyezmények keretében valósítható meg.