

A LEVEGŐVÉDELEM IDŐSZERŰ KÉRDÉSEI KÖLÖNÖS TEKINTETTEL AZ IMMISSZIÓS PROBLÉMÁKRA

ELŐADÓ: Bálint Mária



Konferencia a Jövő Nemzedékek Országgyűlési Biztosának Irodája szervezésében 2010.10.04.

A levegő védelméről szóló egyes jogszabály tervezetek

Tisztább levegőt Európának elnevezésű program- Levegőminőségi Irányelv hazai jogrendbe történő beültetése

Szabad fordításban: „Minden állampolgárnak joga van a tiszta egészséges levegőhöz”
A „Jó” szabályozáshoz ismerni kell a:

- a szennyező anyagokat (minden olyan anyag amely a levegőbe kerül/het és közvetve vagy közvetlenül, rövid vagy hosszú távon egészségkárosodást okoz)
- a szennyező forrásokat
- a szennyező anyagok viselkedését (keletkezési és bomlási kinetikákat)
- a reprezentatív mérésre alkalmas mérőhelyeket
- megfelelő mérési eljárásokkal és eszközökkel kell rendelkezni
- a mérési eredményeket meg kell tudni érteni, le kell tudni dolgozni azokat
- szakmai, jogi és gazdasági eszközök a tiszta egészséges levegő biztosításához

PM10 - PM2.5

Az Európai Környezetvédelmi Ügynökség (EEA) 2009-ben az európai ózon és részecske-szennyezésről készített egy átfogó tanulmányt, melyben a Közép-Kelet-Európai térségről lesújtó eredményeket közölt.

A tanulmány szerint Magyarországon évente körülbelül 16 000 ember hal meg a PM₁₀-légszennyezés miatt, ami a 38 tagállam listáján a 4. helyet jelenti!

Irodalmi hivatkozások:

A Magyar Tudományos Akadémia folyóirata

Szerző: Salma Imre (prof. ELTE)

<http://www.matud.iif.hu/2010/03/06.htm>

Természet Világa

Szerző: Salma Imre (prof. ELTE)

<http://www.termeszetvilaga.hu/szamok/tv2006/tv0603/salma.html>

PM10 ábrák:

Spatial assessment of PM10 and ozone concentrations in Europe (2005); EEA; 2009

http://www.eea.europa.eu/publications/spatial-assessment-of-pm10-and-ozone-concentrations-in-europe-2005-1/at_download/file

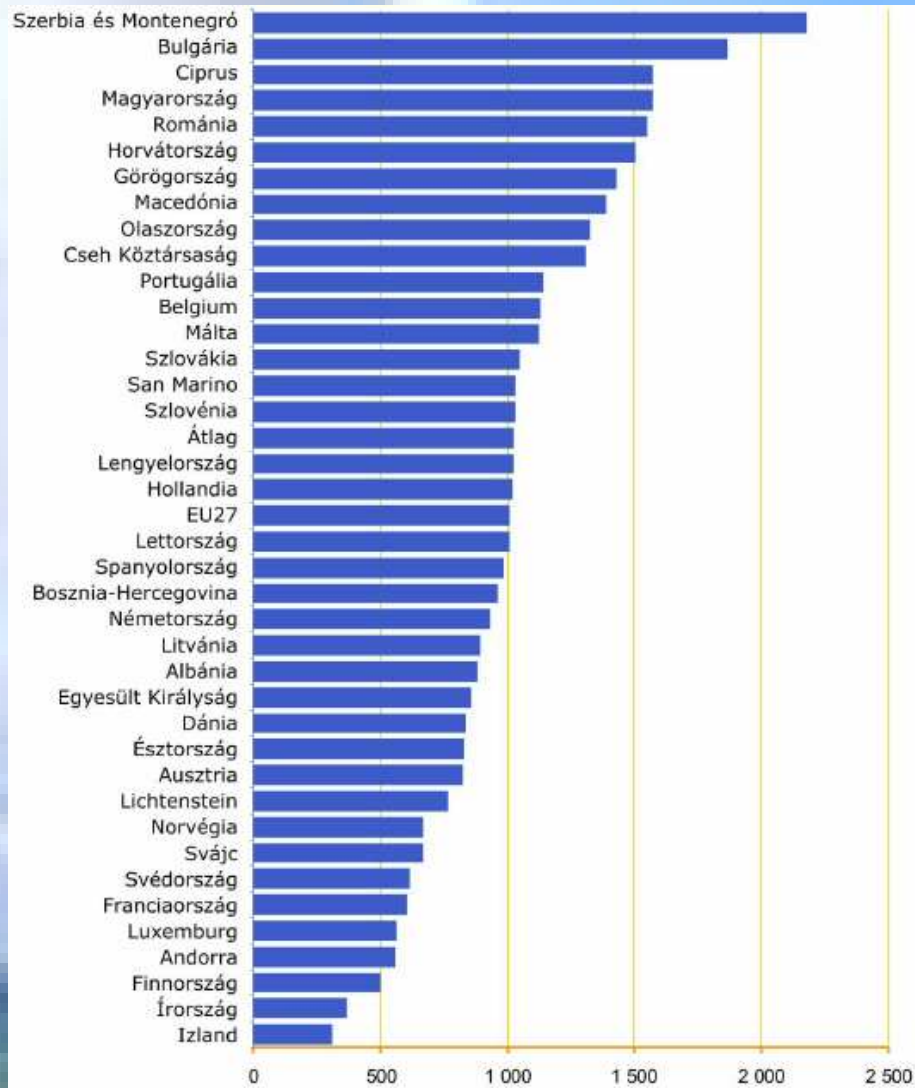
PM2.5 ábra

http://air-climate.eionet.europa.eu/docs/ETCACC_TP_2008_13_HealthImpact_AirPoll.pdf

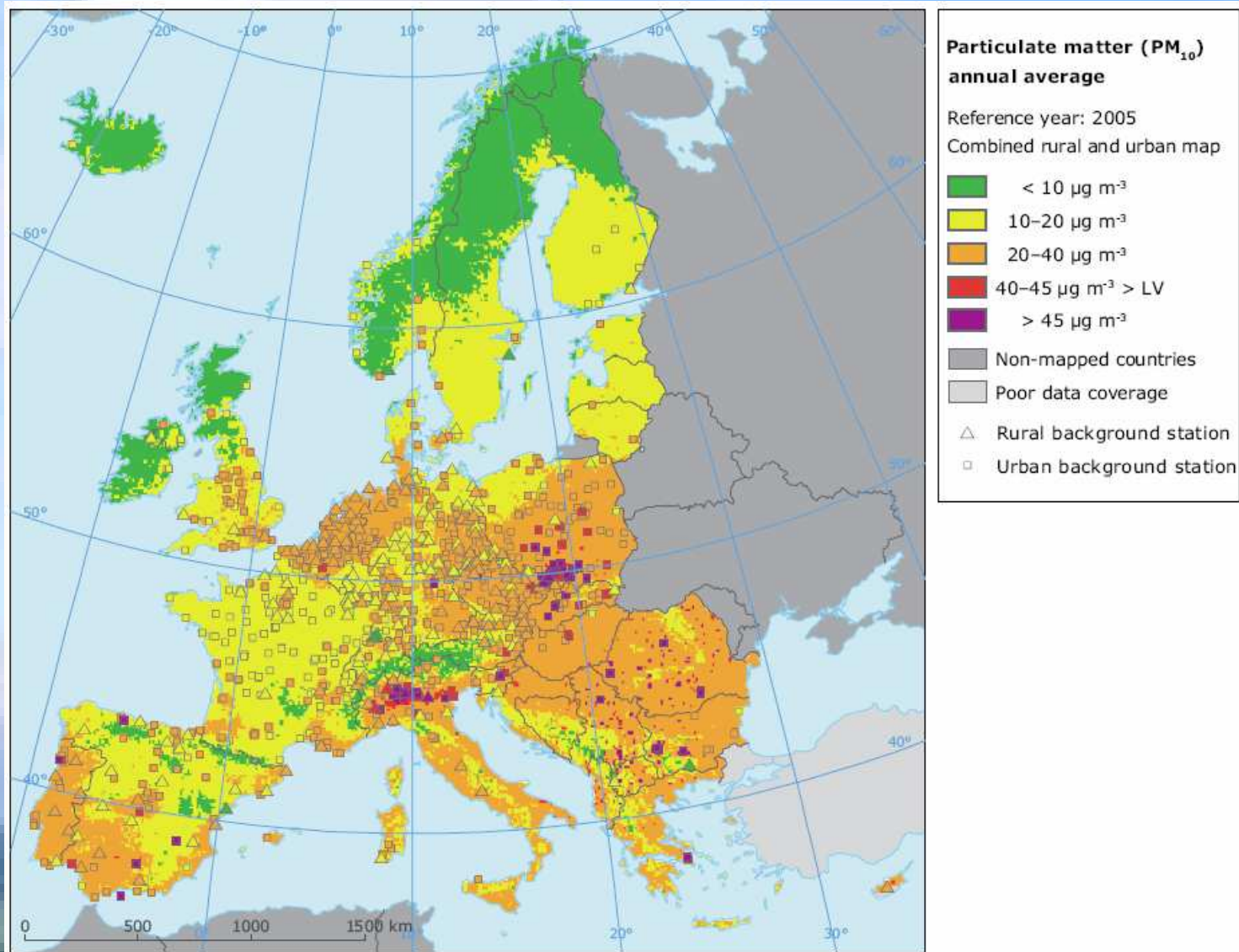
33.oldal

Dr Bajnóczy Gábor BMGE Vegyészmérnöki Kar egyetemi jegyzet

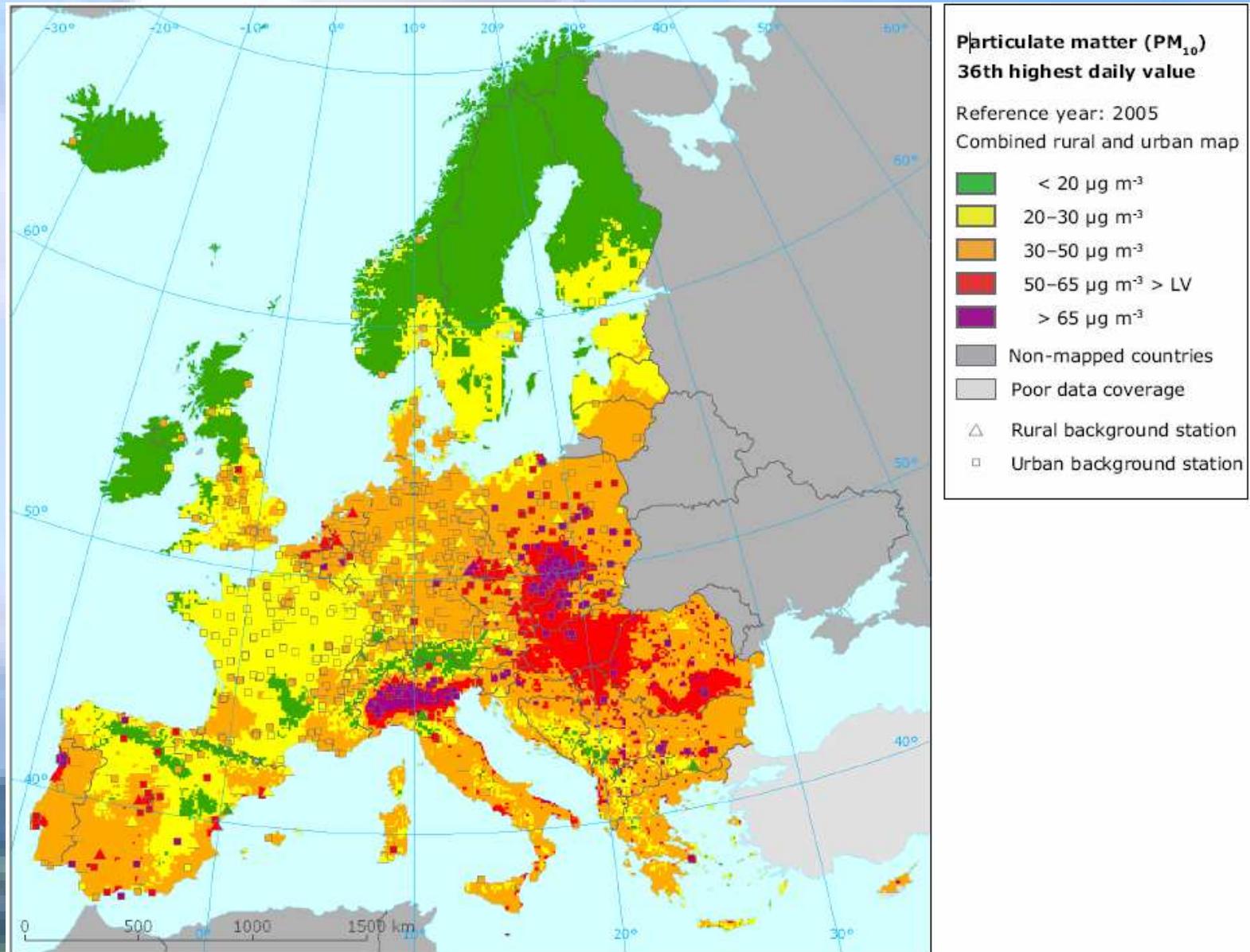
PM10 - PM2.5



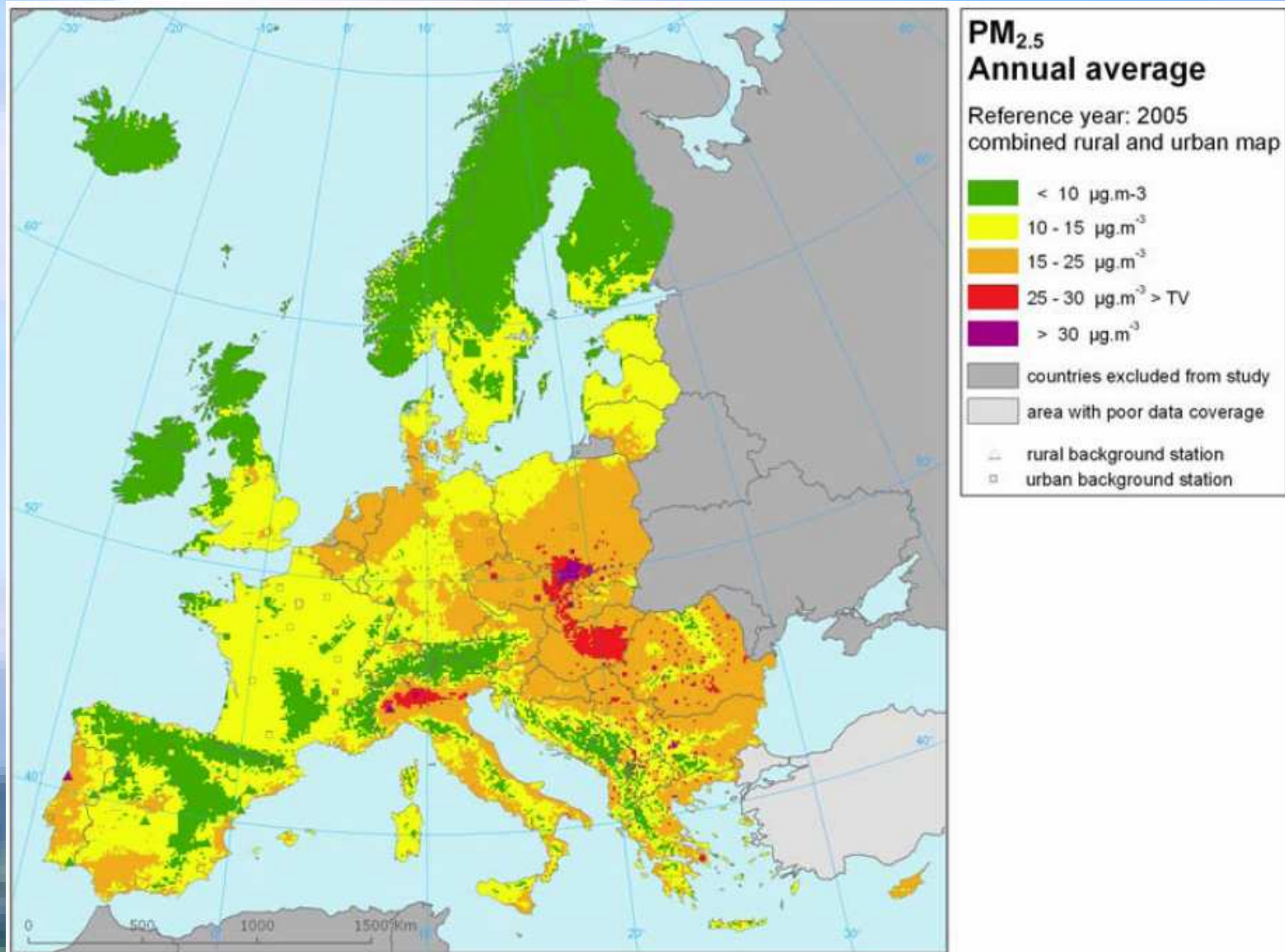
PM10 - PM2.5



PM10 - PM2.5



PM10 - PM2.5



PM10 - PM2.5

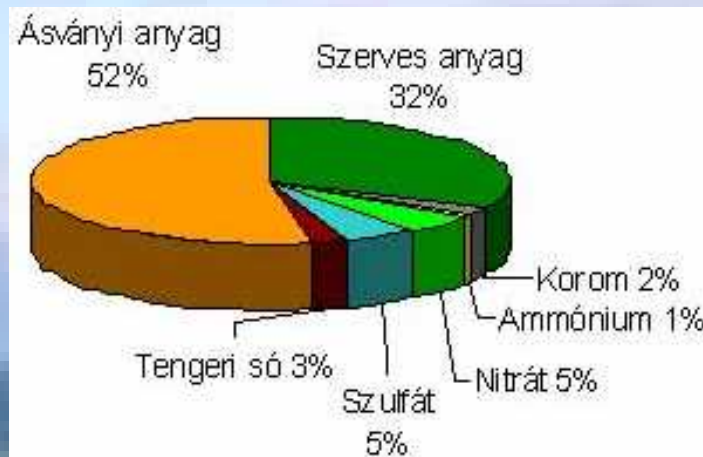
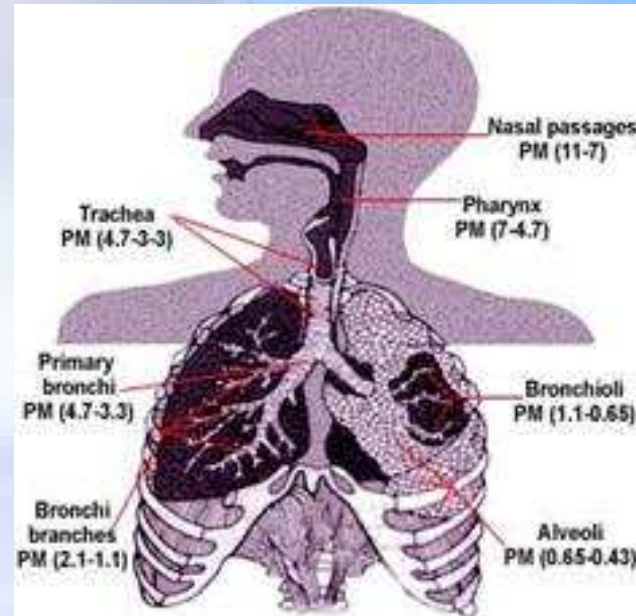
■ A **PM₁₀** mechanikai folyamatokból és elsősorban természetes forrásokból származnak (felszín aprózódása), így elsősorban

- kőzetalkotó ásványi elemekből
- szerves anyagból áll, melynek felületére
- további szerves anyagok és toxikus fémek kötődhetnek.

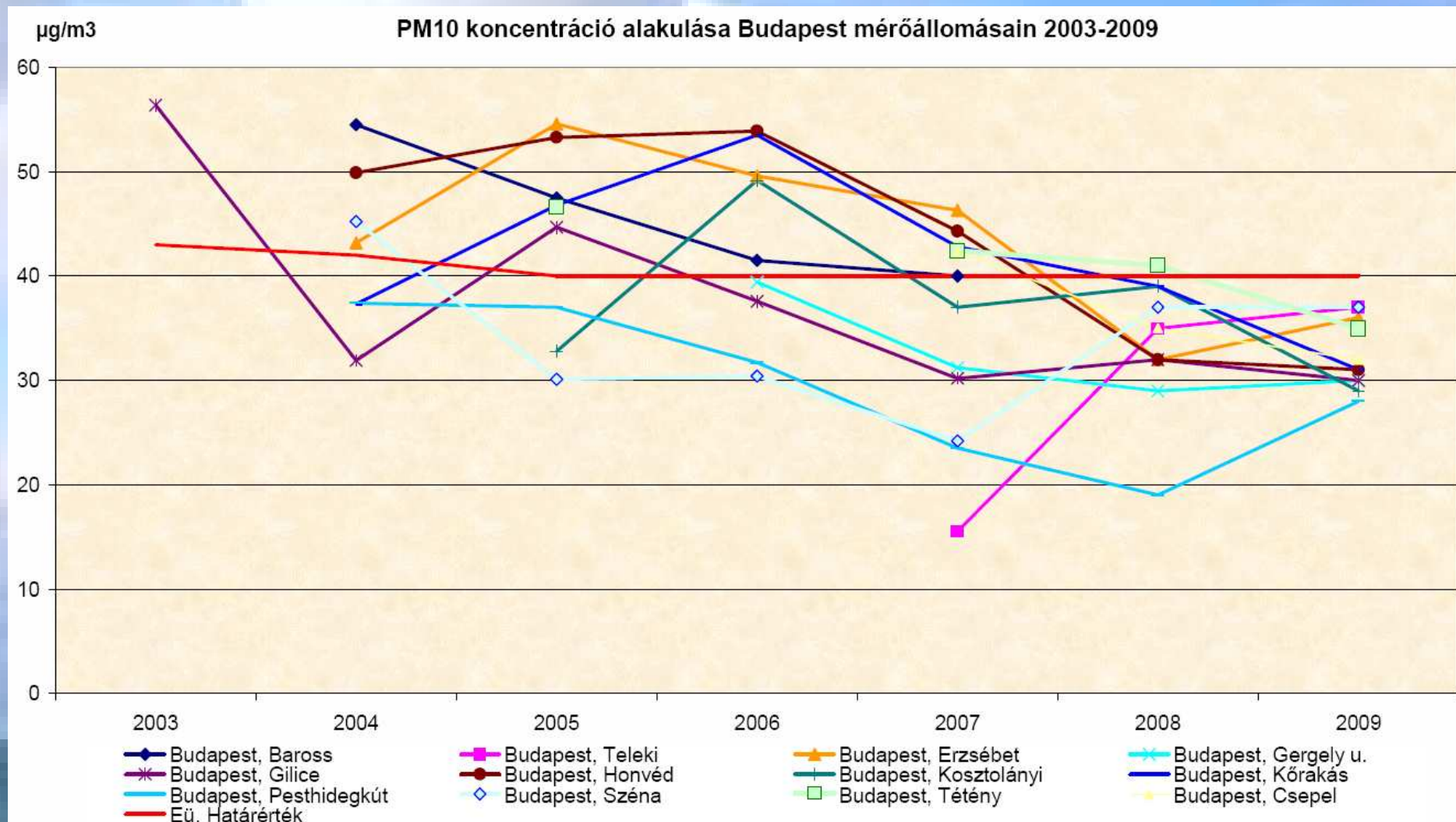
■ A **PM_{2.5}** a légekben képződnek gázfázisú kémiai reakciók termékeinek vagy égéstermékek kondenzációjával (kipufogógáz, égetőművek, erőművek, stb...). Nagy arányban tartalmaznak

- ammónium-szulfátot, ammónium-nitrátot (ammóniai természetes légköri kiülepedése SO_2 és NO_x -nel történő reakciókon keresztül)
- szerves vegyületeket (pl.: tökéletlen égésekből származó PAHok
- benz(a)pirén)
- kormot
- átmeneti és nehézfémeket

PM10 - PM2.5



PM10 - PM2.5



A scenic landscape with a blue sky, white clouds, and green hills. The text "KÉN-OXIDOK" is overlaid in the center.

KÉN-OXIDOK

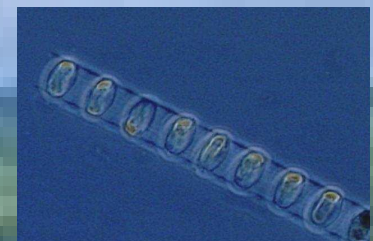
Természetes kén-dioxid források

Az atmoszféra közvetlen eredetű kén-dioxid tartalmáért döntően az **emberi tevékenység felelős**.

- A legnagyobb közvetlen természetes SO_2 forrás a **vulkáni tevékenység**.
 - A vulkáni gázok kb. 90%-ka vízgőz és CO_2 , a SO_2 tartalom 1-10 % .
- Biológiai tevékenységből származó **egyéb kénvegyületek** (CH_3SCH_3 , H_2S , CS_2 , COS) az atmoszférában **kén-dioxiddá oxidálódnak**.

Legnagyobb mennyiségben a dimetil-szulfid kerül az atmoszférába
→ forrása az óceánokban található **fitoplankton**.

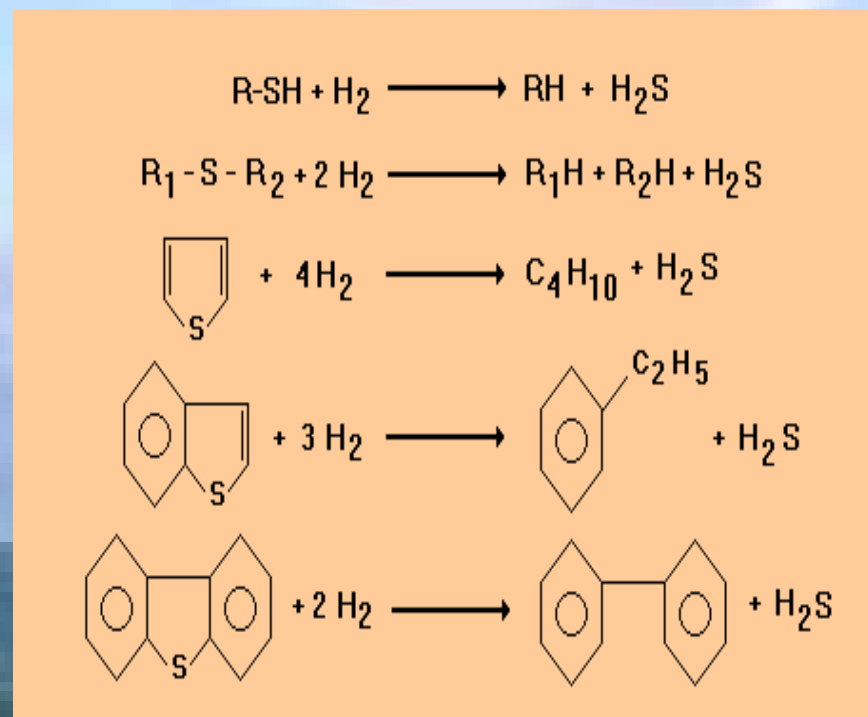
A vegyületek atmoszférikus oxidációjában a hidroxilgyökök játszanak szerepet.



Emberi tevékenységből származó kén-dioxid

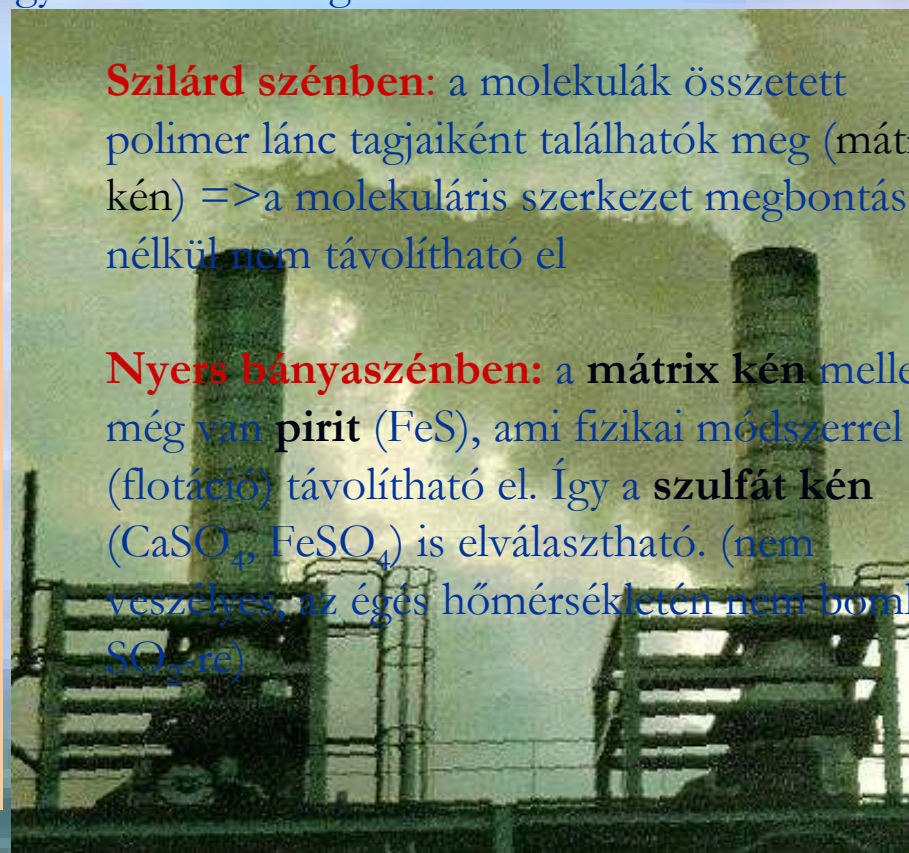
- Legjelentősebb forrás: a fosszilis tüzelőanyagok égetése
- **A kőolaj és a szén kéntartalma között jelentős különbség van.**

Kőolajban: főleg szerves, heteroatomként kenet tartalmazó molekulák (szulfidok, merkaptánok, biszulfidok, tiofének) => egyszerű technológiával eltávolíthatók.



Szilárd szénben: a molekulák összetett polimer lánc tagjaiként található meg (mátrix kén) => a molekuláris szerkezet megbontása nélkül nem távolítható el

Nyers bányaszénben: a mátrix kén mellett még van pirit (FeS), ami fizikai módszerrel (flotáció) távolítható el. Így a szulfát kén (CaSO₄, FeSO₄) is elválasztható. (nem veszélyes, az égés hőmérsékletén nem bomlik SO₂-re)

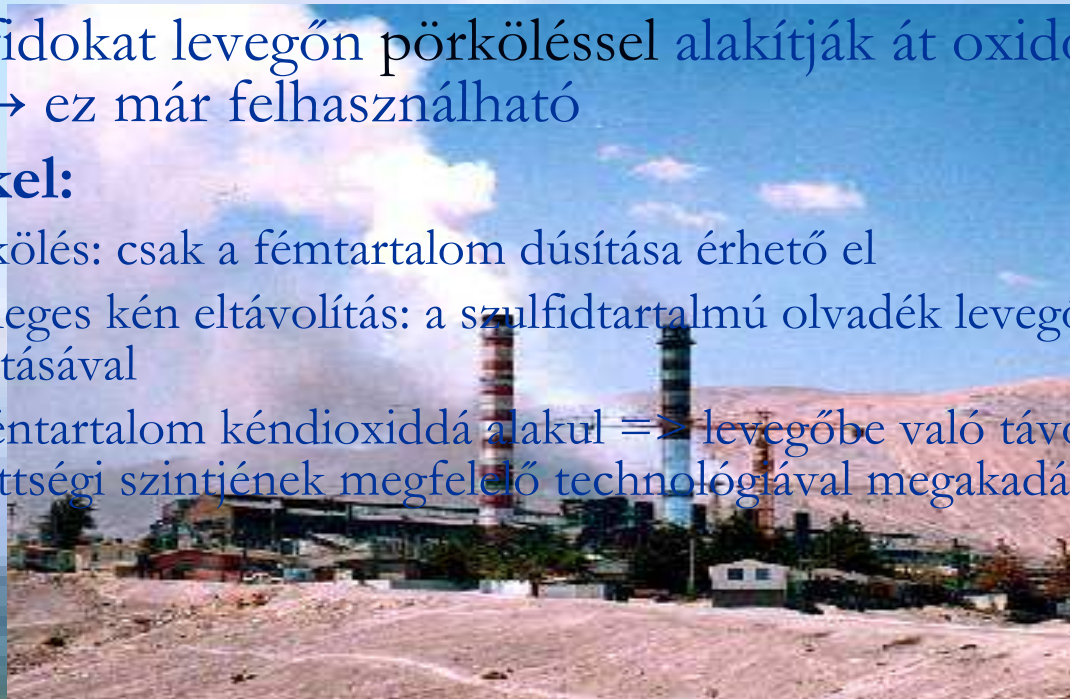


Emberi tevékenységből származó kén-dioxid

- Másik jelentős forrás: színesfém kohászat
- Az iparilag fontos fémek (pl. a Cu, Zn, Cd, Pb) gyakran **szulfidos ércként** fordulnak elő a természetben, amik közvetlenül nem kohósíthatók.
- A szulfidokat levegőn pörköléssel alakítják át oxidokká (pl. cink) → ez már felhasználható

Réz, nikkel:

- Pörkölés: csak a fémtartalom dúsítása érhető el
- Végleges kén eltávolítás: a szulfidtartalmú olvadék levegővel történő fúvatásával
- A kéntartalom kéndioxiddá alakul ⇒ levegőbe való távozását az üzem fejlettségi szintjének megfelelő technológiával megakadályoznak.



A scenic landscape with a blue sky, white clouds, and green hills. The text "SZÉN-MONOXID" is overlaid in the center.

SZÉN-MONOXID

A szén-monoxid forrásai

Természetes \Leftrightarrow Antropogén (teljesnek 10-50%-a)

Eltérések:

■ Eloszlás:

1. Természetes források: egyenletes
2. Emberi források: koncentrált

■ Sebességi viszonyok:

1. Természetes körülmények között:
képződés sebessége \approx távozás sebessége az atmoszférából
2. Humán források környezetében (városok, ipari területek):
képződés sebessége $>$ távozásé (**felhalmozódás**)

Természetes eredetű szén-monoxid források



Mocsaras, lápos területek, rizsföldek oxigén mentes környezet.



Az óceánok vízfelszíne szén-monoxidra túltelített, a CO a víztestben keletkezik a víz szerves anyag tartalmából, amely a vele érintkezésbe kerülő troposzférába távozik.



A zöld levelek klorofill tartalmának elbomlása során keletkezik. A szennyeződés mentes levegő CO tartalma ősszel valamivel magasabb, mint a többi évszakban. Egyes növények gyökereiben is képződik.

Emberi tevékenységből származó szén-monoxid

1. **Közlekedés:** Belső égésű és reaktív motorok kiáramló füstgázai (teljes humán eredetű CO \sim 2/3-a)
2. **Mezőgazdasági** égetés, erdőtüzek, szerkezeti anyagok tüzesetei (kb. 10%)
3. **Ipari:** koromgyártás, kőolajipar, vaskohászat és hulladékkezelés, cellulóziparban a feketelég regenerálás (kb. 10%)
4. Fosszilis tüzelőanyagot felhasználó **erőművek** (kb. 1%)
 - Érdek: a viszonylag nagy fűtőértékű CO minél kisebb hányada távozzon a kéményen keresztül.

The background of the slide is a scenic landscape. It features a bright blue sky with scattered white clouds. In the foreground, there are rolling green hills and a valley. The overall atmosphere is bright and clear.

NITROGÉN- OXIDOK

Természetes eredetű nitrogén-oxidok forrásai



A villámláskor létrejövő elektromos kisülés hőmérsékletén a levegő nitrogénje és oxigénje nitrogén-monoxidot képez.



A talajba kerülő elhalt élő szervezetek nitrogéntartalma baktériumok segítségével alakul át nitrogén-oxidokká.



Folyómedrek fenekén kialakult oxigénhiányos környezetben mikrobiológiai tevékenység során nitrogén-oxidok képződhetnek. (torkolatnál)

Emberi tevékenységből származó nitrogén-oxidok



**Közlekedés, benzin
és dízelüzemű
motorok**



**Energiatermelés
fosszilis
tüzelőanyaggal**



**Talajerő utánpótlás
nitrogéntartalmú
anyagokkal**

Emberi tevékenységből származó nitrogén-oxidok

■ NO:

- Fosszilis tüzelőanyagokat felhasználó **erőművekből** és a **közlekedésből** származik (1:1, $\Sigma > 90\%$, főleg NO)
- Talaj N tartalmú szerves és szervesetlen trágyázása következtében megnövekedett biológiai tevékenységnek köszönhető

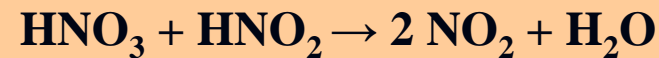
■ N₂O:

- **Mezőgazdasági tevékenység:** talaj szerves és N tartalmú szervesetlen trágyázásának eredménye.
- **Közlekedés** (katalizátoros autók)
- **Fosszilis alapú erőművek**
- **Vegyipar** (a nejlón alapanyagának az adipinsavnak a gyártása, salétromsav gyártás)
- Atmoszférikus koncentrációja évenként 0,2%-kal növekszik.

Nitrogén-oxidok távozása az atmoszférából

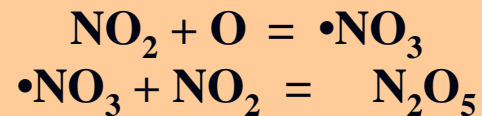
Nitrogén-monoxid, nitrogén-dioxid

- NO fotokémiaailag inaktív, vízben rosszul oldódik, NO₂-vé alakul
- NO₂ jól oldódik:



lassú

NO₂ kivonás más úton is:

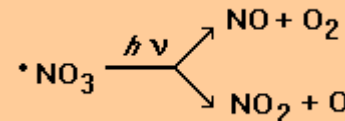


Csak napnyugta
után játszódik le.



MERT

Fény hatására



Dinitrogén-oxid

Troposzférában mozgó légtömegek szállítják a sztratoszférába, itt bomlik:

• Oxidáció: $\text{N}_2\text{O} + \text{O} = \underline{2\text{NO}}$ **Káros:** bontja az ózonréteget

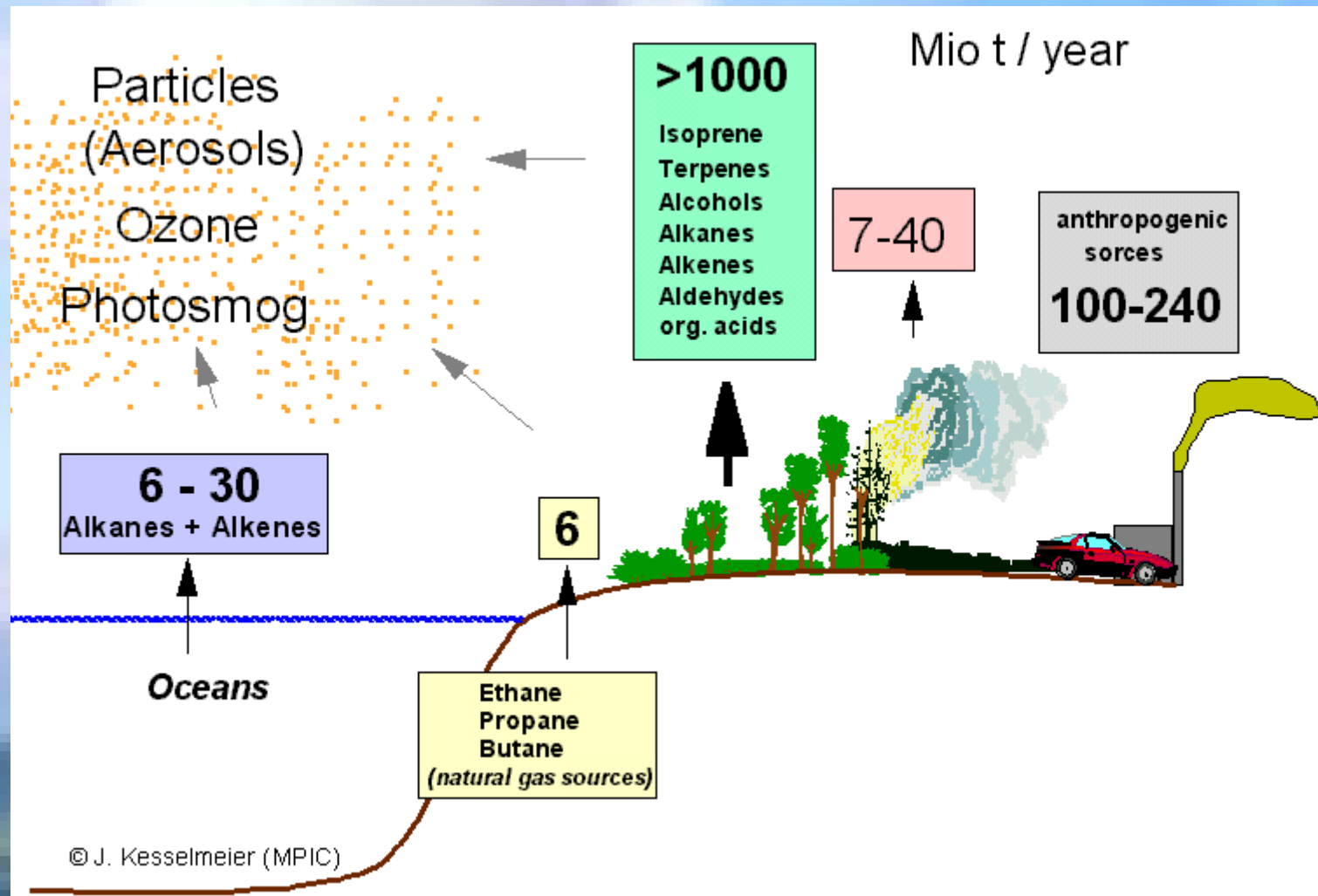
• Fotokémiai: $\text{N}_2\text{O} \xrightarrow{\lambda \leq 260\text{nm}} \text{N}_2 + \text{O}$

Az emberi tevékenység megzavarja a képződés és kivonás egyensúlyát. A légkör **dinitrogén-oxid** koncentrációja évente **0,25%-kal** növeli a természetes háttér koncentrációhoz képest.












**SZÉNHIDROGÉNEK,
FOTOKÉMIAI
OXIDÁNSOK**

Szénhidrogének



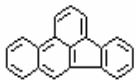
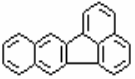
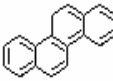
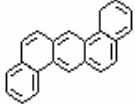
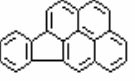
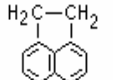



Policiklusos aromás szénhidrogének

- PAH (polycyclic aromatic hydrocarbons)
- Két vagy több kondenzált benzolgyűrűt tartalmaznak
- Néhányuk rákkeltő → egyik legerősebb a benz[a]pirén, rövidítése BaP

| Gőznyomásuk alapján az atmoszférában előforduló policiklusos aromás szénhidrogének | | | | |
|--|---|----------------------------------|-------------------|---|
| Megnevezés | Oldhatóság 25 °C vízben [μg/dm ³] | Gőznyomás 25 °C -on [Hgmm] | Rákkeltő hatás | Szerkezeti képlet |
| Naftalin | 12500 | 1.8×10^{-2} | Nincs |  |
| Antracén | 59 | 2.4×10^{-4} | Nincs |  |
| Fenantrén | 435 | 6.8×10^{-4} | Nincs |  |
| Pirén | 133 | 6.9×10^{-7} | Nincs |  |
| Benz[a]anthracén | 11,0 | 1.1×10^{-7} | Van |  |
| Benzo[a]pirén | 3,8 | 5.5×10^{-9} | Erős |  |
| Benzo[e]pirén | 2,4 | 5.5×10^{-9} | Nincs |  |
| Benzo[g,h,i]perilén | 0,3 | 1.0×10^{-10} | Nincs |  |
| Koronén | 0,14 | 1.5×10^{-11} | Nincs |  |

- Első három: festék-, gyógyszer-, növényvédőszer-ipari alapanyagok
- Többi: fa, kőszén, földgáz és kőolajszármazékok égésekor képződik és a füstgázzal kerül az atmoszférába
- Atmoszférában: kondenzált részecskéként vagy más részecskéhez pl. koromhoz tapad

Policiklusos aromás szénhidrogének

| Az atmoszférában kondenzált részecskéként vagy részecskén adszorbeálódva található policiklusos aromás szénhidrogének | | | |
|---|---|-------------------|---|
| megnevezés | Oldhatóság 25 °C vízben [$\mu\text{g}/\text{dm}^3$] | Rákkeltő hatás | Szerkezeti képlet |
| Benzo[b]fluorantén | 2,4 | Van |  |
| Benzo[k]fluorantén | 2,4 | Van |  |
| Krizén | 1,9 | Mérsékelt |  |
| Dibenz[a,h]antracén | 0,4 | Van |  |
| Indeno[1,2,3-cd]pirén | | Van |  |
| Acenaftén | | Nincs |  |
| Acenaftilén | 3420 | Nincs |  |
| Fluorantén | 260 | Nincs |  |
| Fluorén | 800 | Nincs |  |

Természetes források

- Az atmoszféra természetes alkotó elemei
- Legnagyobb mennyiségben: **metán** → szerves vegyületek anaerob bomlása során képződik
- Természetes háttérkoncentráció:
 - **Metán:** 1.0 – 1.5 ppm
 - **További szénhidrogének:** < 0,1 ppm
- **Természetes eredetű szénhidrogének** pl.: a növények által (pl. citrus félék, fenyők) emittált, gyakran igen kellemes illatú **terpének**.
- Policiklusos szénhidrogének természetes forrásai:
 - erdőtüzek
 - kőolajtartalmú kőzetek eróziója
 - természetes olajszivárgás
- **Peroxiacil-nitrátok:**
 - nincs közvetlen természetes forrása
 - képződésükhöz szénhidrogének és nitrogén-oxidok szükségesek
→ ezek a vegyületek természetes úton is képződnek, ezáltal igen kismennyiségű természetes eredetű peroxiacil-nitrát képződés nem zárható ki.

Antropogén források

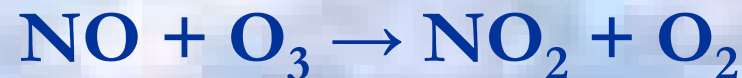
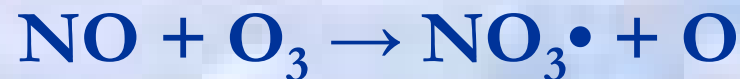
- **Emisszó döntő többsége:**
 - Elégetett motorhajtóanyag, fűtőanyag **füstgázai**
 - Festékek elpárolgó **szerves oldószertartalma** (toluol, xilol, alkánok, észterek)
 - Gumiipar által felhasznált **korom** gyártása
- **Egyéb** emberi tevékenység: pl. kőolaj- és kőszénipari termékek előállítása és felhasználása, dohányzás.
- Pl: **Benz[a]pirén** megtalálható: a benzin- és dízelmotorok füstgázaiban, cigaretta füstben, szénhidrátok, aminosavak és zsírsavak pirolízis termékeiben, kőszénkátrányban, kátrányolajokban, koromban, aszfaltban.
- **PAH emisszó:**
 - Kőszénfeldolgozás (szénleparlás, kokszgyártás szénelgázosítás, szurok felhasználás)
 - Kőolajfeldolgozás (bitumen gyártás)
 - Koromgyártás, alumínium- és elektroacélipar (PAH emisszió szénelektrodból)
 - Bitumen felhasználás (szigetelés, zindely előállítás, útburkolat készítés).
 - Fatüzelés, biomassza tüzelésnél
- **Peroxi-acilnitrátok** és **ózon** emberi tevékenység során csak közvetett úton képződnek az égetéskor az atmoszférába kerülő szénhidrogénekből és nitrogén-oxidokból.

The background of the slide is a scenic landscape. It features a bright blue sky with scattered white clouds. In the foreground, there are rolling green hills and a valley. The overall atmosphere is bright and clear.

Ózon képződés a troposzférában

Ózon képződés a troposzférában

- A troposzférában képződik
- Képződés előfeltétele: nitrogén-dioxid, szénhidrogén és napsütés együttes jelenléte
- Erős oxidáló képesség => néhány napos élettartam
- A levegő számos alkotójával képes reakcióba lépni, nitrogén-dioxiddal, nitrogén-monoxiddal, telítetlen szénhidrogénekkal, de fotokémiaailag is bomlik.



Ózon képződés a troposzférában

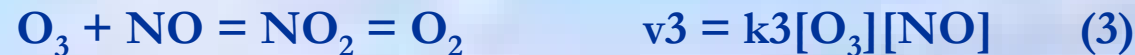
- Trimolekuláris reakció: egy atomos oxigén reagál egy molekuláris oxigénnel.
- Szükséges egy harmadik partner (M), amely abszorbeálja a felszabadult energiát (M*).



- A szükséges atomos oxigént a nitrogén-dioxid fotolízise biztosítja



- A képződő ózon azonban a nitrogén-monoxiddal reagálva nitrogén-dioxidot képez és ezzel záródik a nitrogén-dioxid tiszta fotociklusa.



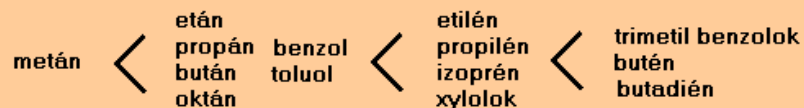
- A nitrogén-dioxid fotolitikus bomlása a sebességmeghatározó lépés.
- Ez az oka, hogy a troposzférikus ózon éjszaka nem képződik és koncentrációja a nyári hónapokban, délben a legmagasabb.
- Az ózon folyamatosan halmozódik fel a városi légkörben a nitrogén-oxidok emisszós sebességétől és a meteorológiai viszonyoktól függően. A második és a harmadik reakciósebességi egyenlet egyenlősége esetén az állandósult ózonkoncentráció az alábbi összefüggéssel közelíthető.

$$[\text{O}_3] = (k_2/k_3) \times [\text{NO}_2] / [\text{NO}]$$

Ózon képződés a troposzférában

- Sebességi konstansok aránya $k_2/k_3 = 1/100 \Rightarrow 0,1$ ppm egyensúlyi ózonkoncentráció esetén $\text{NO}_2 = 10$ ppm és $\text{NO} = 1$ ppm kell hogy legyen
- A városi levegőben azonban NO_2 / NO nem $10 : 1$, hanem $1 : 10 \Rightarrow$ tisztán a nitrogén-dioxid ciklus nem képes olyan mennyiségű ózont termelni, mint amilyen koncentráció a városi levegőt jellemzi
- Van egy másik reakció út: A peroxi-acilnitrátok képződésének kezdetén a szénhidrogénekből képződő alkil-peroxigyökök folyamatosan oxidálják a nitrogén-monoxidot nitrogén-dioxiddá.
- A városi levegőben jelenlévő $(\text{CH})_x / \text{NO}_x$ aránya alapján megkülönböztethetünk:
 - szénhidrogének által limitált ózon koncentrációt: ha az adott helyen a levegőben az NO_x aránya lényegesen meghaladja a szénhidrogénékéét
 - illetve nitrogén-oxidok által limitált ózon koncentrációt: amennyiben a szénhidrogén koncentráció jelentős többletet mutat az NO_x koncentrációjához képest
- A szénhidrogének ózonkoncentráció növekedést előidéző képessége függ a szénhidrogének típusától

SZÉNHYDROGÉNEK ÓZON TERMELŐ KÉPESSÉGE



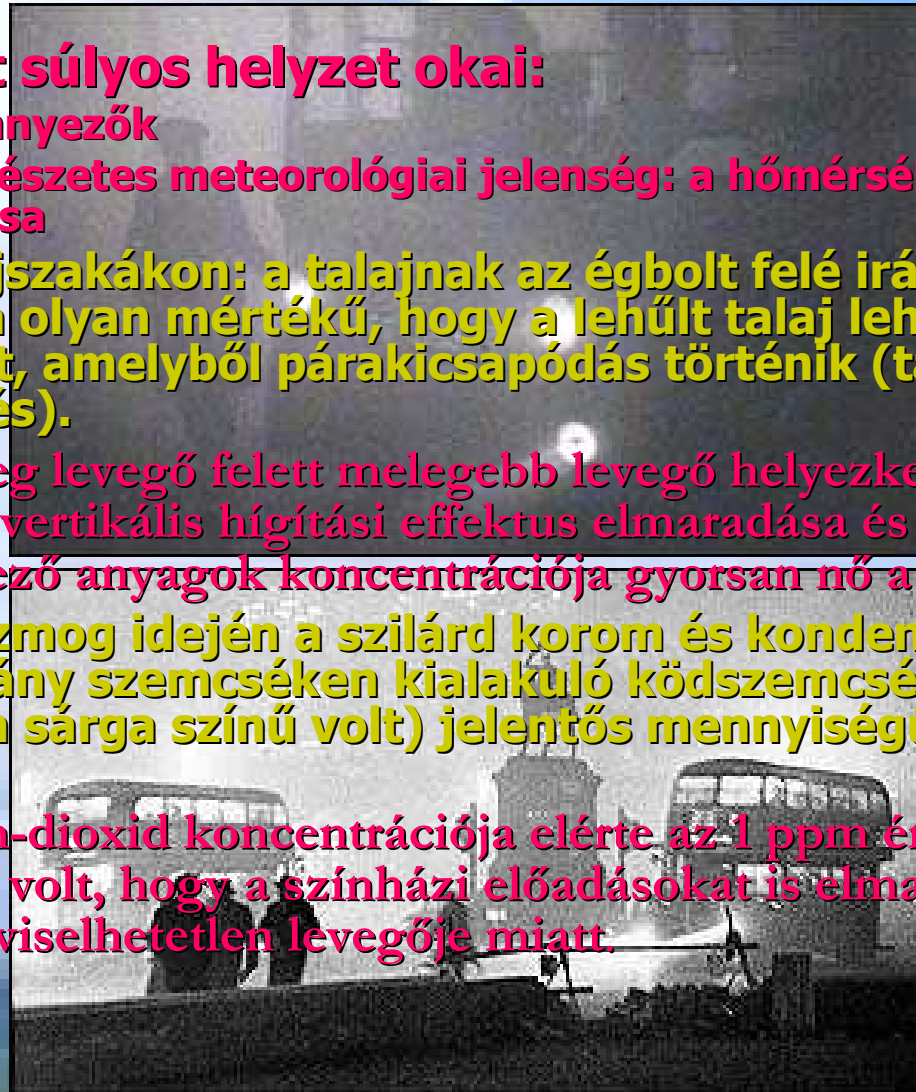
A szénhidrogének és nitrogén-oxidok természetes forrással is rendelkeznek, így a troposzférának természetes eredetű ózon tartalma is van, amely közelítőleg 20 – 30 ppbv, amely lényegesen alacsonyabb, mint a városi levegő 0,1 ppm körüli ózon szintje.

Füstköd (smog) kialakulása

- Smog (smoke + fog), magyar megfelelője a füstköd
- A troposzférába emittált **elsődleges légszennyezők** (pl. NO, CH_x, SO₂, aeroszólók) és a körülményektől függően **belőlük képződő másodlagos légszennyezők** (pl. ózon, aldehidek, peroxiacil-nitrátok) összessége.
- Az ipari fejlődés során a füstköd két típusát (**londoni** vagy **ipari, fotokémiai** vagy **los angelesi**) különböztethetjük meg.
- Széntüzelés elterjedése => London 1952 december, a kialakult füstködben olyan magas volt a légszennyező anyagok koncentrációja, hogy közel 3000 halálesetet tulajdonítanak a várost négy napig sújtó jelenségnek.
- Erről a típusú füstködről, mint a londoni típusú szmogról beszélünk, amelynek jellemzői:
 - téli hónapokban alakul ki
 - kora reggeli órákban (reggeli befűtés a széntüzelésű kályhákba)
 - magas páratartalom kíséretében
 - napsütés nélkül
- Összetevői főleg: szénhidrogének, korom, kén-dioxid.

Füstköd (smog) kialakulása

- **A kialakult súlyos helyzet okai:**
 - a légszennyezők
 - egy természetes meteorológiai jelenség: a hőmérséklet inverzió kialakulása
- **Felhőtlen éjszakákon: a talajnak az égbolt felé irányuló energia kisugárzása olyan mértékű, hogy a lehűlt talaj lehűti a közelében lévő levegőt, amelyből párakicsapódás történik (talaj menti ködképződés).**
- **A lehűlt hideg levegő felett melegebb levegő helyezkedik el, így a természetes vertikális hígítási effektus elmaradása és szél hiánya miatt a légszennyező anyagok koncentrációja gyorsan nő a talaj közelben.**
- **A londoni szmog idején a szilárd korom és kondenzált kőszénkátrány szemcséken kialakuló ködszemcsékben (a köd kifejezetten sárga színű volt) jelentős mennyiségű kén-dioxid is oldódott.**
- **A levegő kén-dioxid koncentrációja elérte az 1 ppm értéket. A helyzet olyan súlyos volt, hogy a színházi előadásokat is elmaradtak a nézőterek elviselhetetlen levegője miatt.**



Füstköd (smog) kialakulása

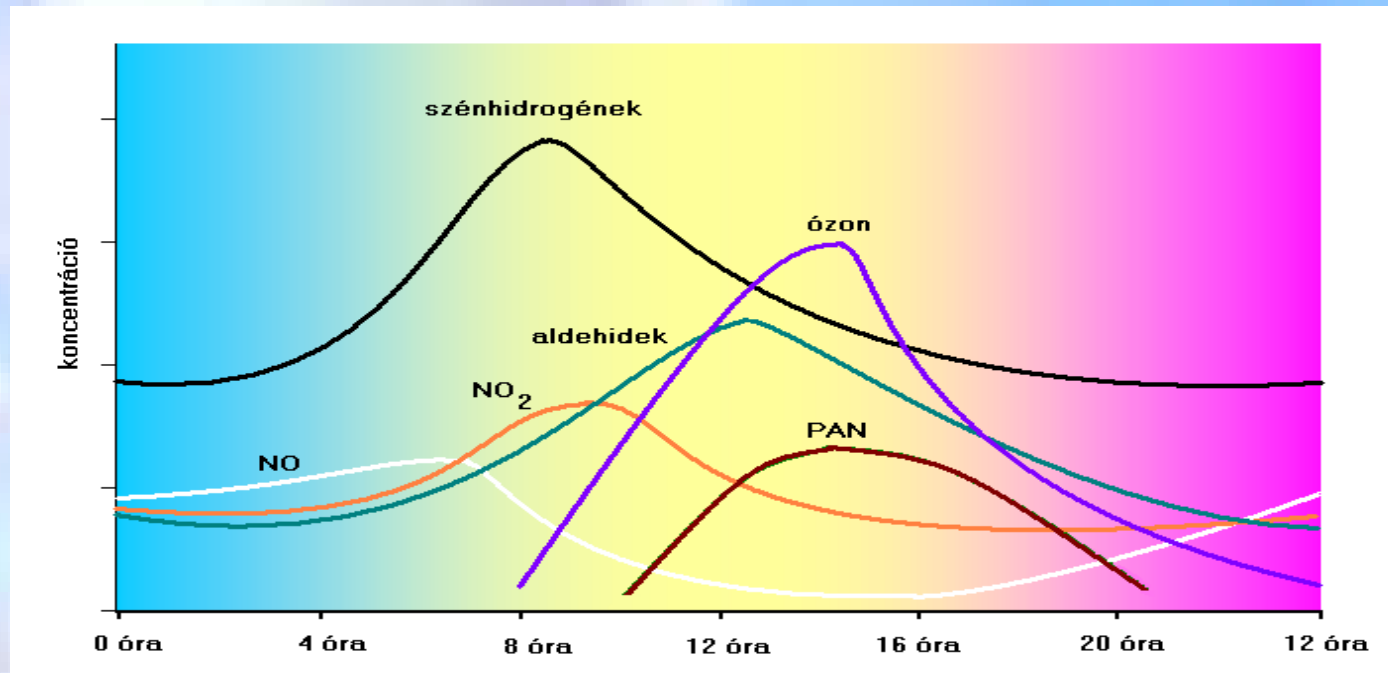
- A fűtési szokások megváltozása miatt (szén => olaj és gáz) a londoni típusú szmog kialakulására kevésbé kell számítani.
- Közlekedés fejlődése egy másik fajta füstköd okoz környezeti ártalmakat a los angelesi vagy fotokémiai smog.
- A fotokémiai szmog jellemzői:
 - a nyári hónapokban képződik,
 - a déli órákban,
 - alacsony páratartalom mellett,
 - erős napsütés esetén.
- Összetevői főleg másodlagosan kialakult légszennyezők (ózon, aldehidek, nitrogén- dioxid, PAN).
- Ez a típusú szmog jelentős autóforgalommal terhelt, melegebb éghajlatú, napsütötte, szél mentes városokban gyakori.

Füstköd (smog) kialakulása

- Kialakulásának előfeltétele:
 - nitrogén oxid
 - szénhidrogén
 - napsütés, stabilis légkör
- A hőmérséklet inverzió kialakulása fokozza a légszennyezők felhalmozódását.
- A kora reggeli órákban meginduló autóforgalom egyre több nitrogén-oxidot és szénhidrogént juttat az atmoszférába. A nitrogén-oxidból lassan megindul a nitrogén-dioxid képződés. Az átalakulás sebessége függ a jelenlévő szénhidrogénektől, hidroxil és hidroperoxi gyököktől.
- A felkelő nap egyre intenzívebb sugárzása a nitrogén-dioxidot bontja és ezáltal egyre növekszik az ózon koncentráció. A szénhidrogének hidroxilgyökkel és ózonnal történő reakciója során peroxiacil-nitrátok képződnek.

Füstköd (smog) kialakulása

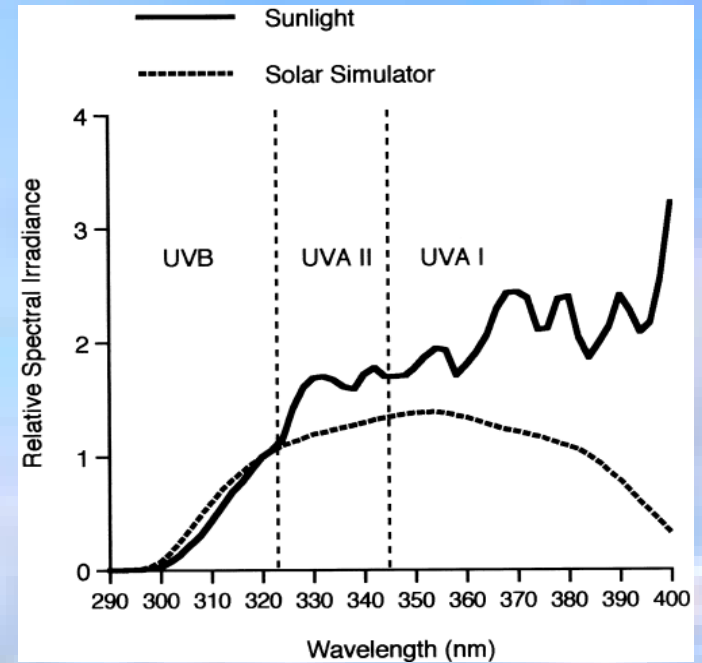
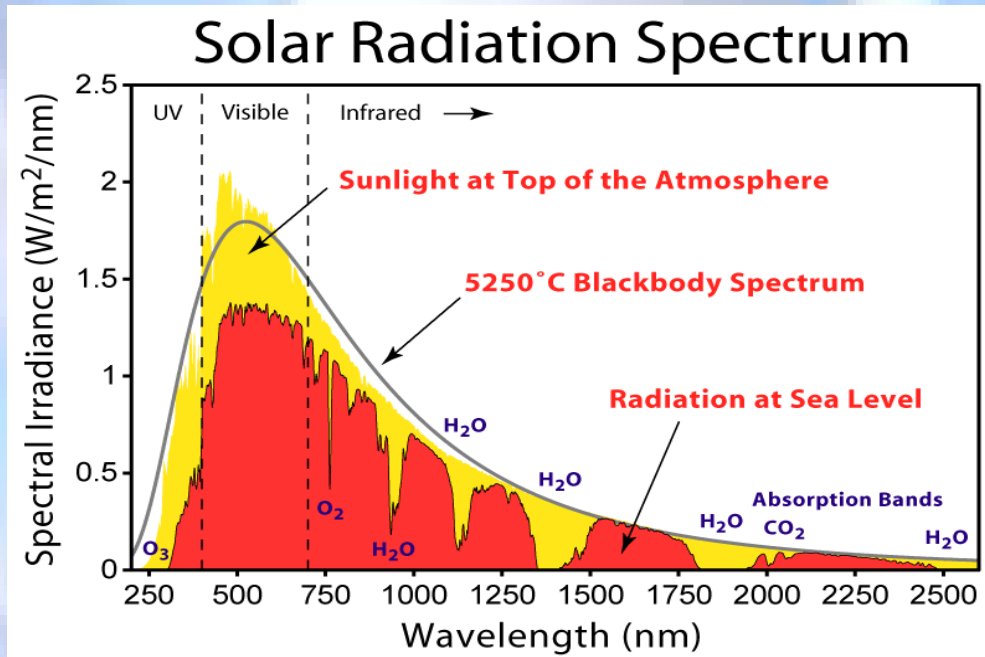
A szmogot alkotó főbb komponensek időbeli alakulása



A fotokémiai szmog erősödésével a levegő vöröses barna árnyalatú lesz, mivel a napsugárzás kék komponensét a nitrogén-dioxid elnyeli.

A fotokémiai folyamatokban a napsugárzás jelentős szerepe miatt a nyálkahártya irritáló vegyületek (ózon, peroxi-acilnitrátok, aldehidek) koncentrációja a déli órákban éri el a maximumát és napnyugtával jelentős mértékben csökken.

Ózon képződés

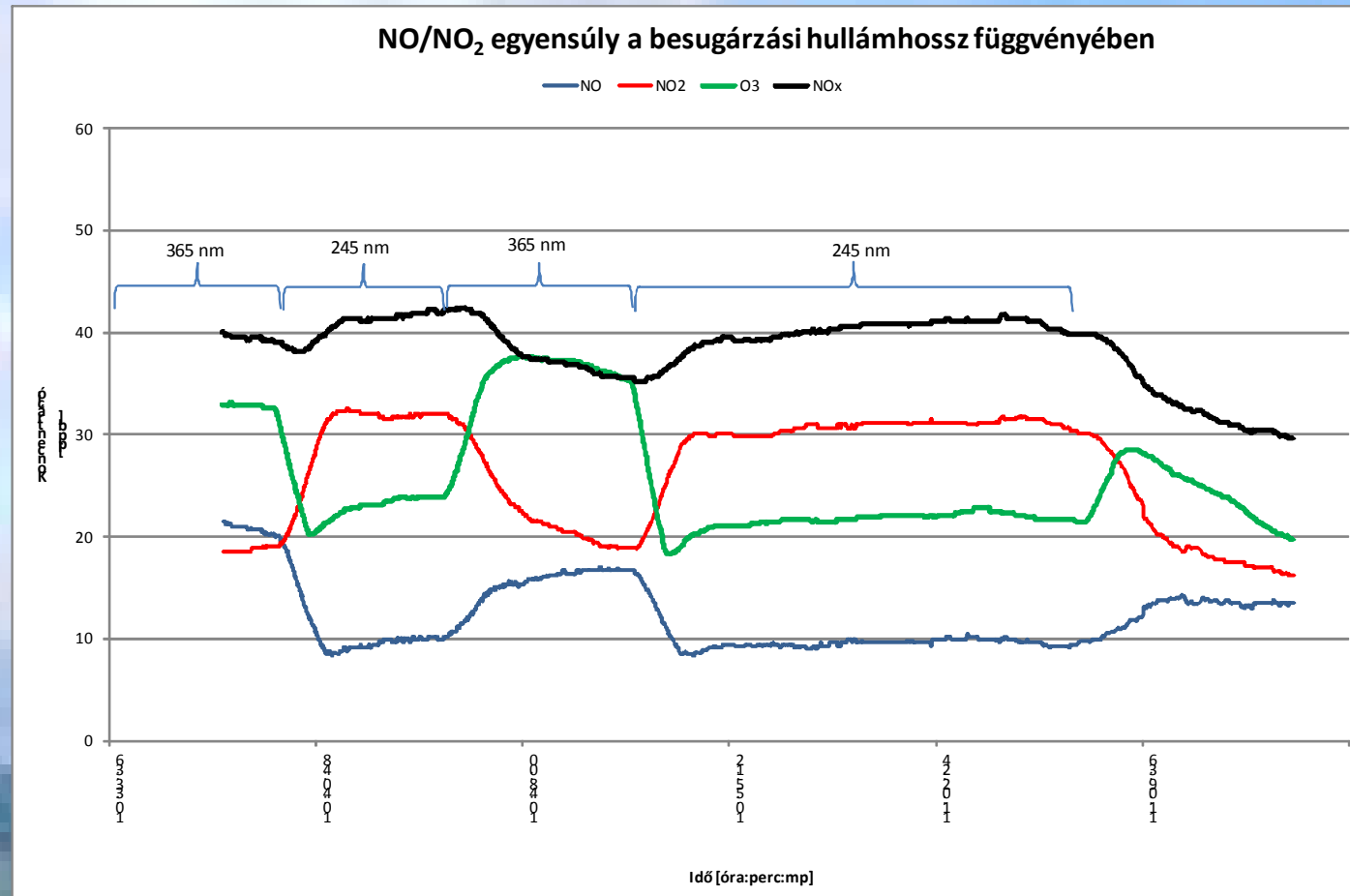


American Society for Testing and Materials (ASTM) Terrestrial Reference Spectra for Photovoltaic Performance Evaluation
<http://rredc.>

nrel.gov/solar/spectra/am1.5/

Kísérlet

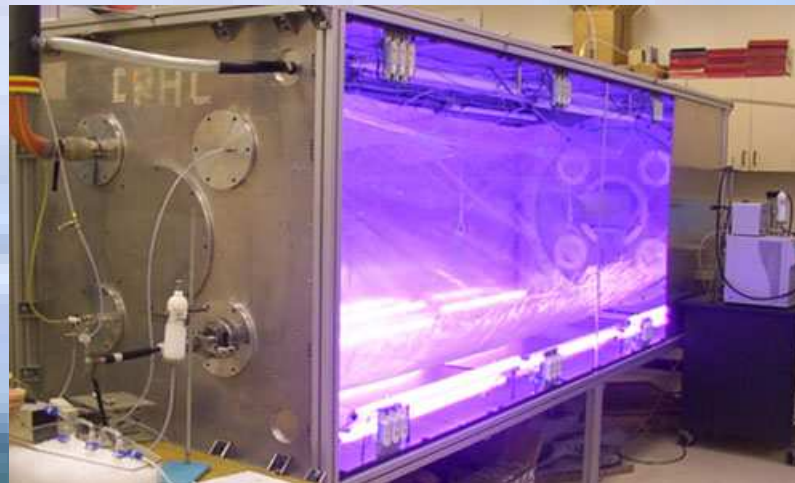
1. NO/NO₂ arány a besugárzott hullámhossz függvényében



Kísérlet

1. NO/NO₂ és Ózon arány a szerves anyag függvényében

| | | | | | |
|-----------------|------------|----------|-----|-----------|---------------------------------|
| | bes. Előtt | bes után | | | |
| O ₃ | 0,5 | 0,5 | ppb | | nincs szerves van víz |
| NO | 69,5 | 69,3 | ppb | 30 perc | |
| NO ₂ | 0,6 | 0,6 | ppb | 310-380nm | |
| Nox | 70,1 | 69,9 | ppb | | |
| O ₃ | 0,5 | 76 | ppb | | van toluol 1 van víz ppmC |
| NO | 47,1 | 3,4 | ppb | 30 perc | |
| NO ₂ | 55 | 81,2 | ppb | 310-380nm | |
| Nox | 102,1 | 84,7 | ppb | | |



Példa 1 Kékestető

Ózon

168 ppb

50 ppb

38 ppb



Példa 2 lakossági búz panasz

Megbízó: Pataki Károly Igazságügyi Szakértő

Minta neve: Tisztítónyílás 2008.09.23.

Minta kódja: 08-634/78

A minta PCDD/PCDF tartalma

| Komponensek | TEF | Mennyiség (pg/g) | Mennyiség (pg TEQ/g) | Mennyiség* (pg TEQ/g) |
|-------------------------|-------|---------------------|-------------------------|--------------------------|
| • 2,3,7,8-TeCDD | 1 | 59,9 | 59,9 | 59,9 |
| 1,2,3,7,8-PeCDD | 0,5 | 273 | 136 | 136,3 |
| 1,2,3,4,7,8-HxCDD | 0,1 | 153 | 15,3 | 15,3 |
| 1,2,3,6,7,8-HxCDD | 0,1 | 499 | 49,9 | 49,9 |
| 1,2,3,7,8,9-HxCDD | 0,1 | 349 | 34,9 | 34,9 |
| 1,2,3,4,6,7,8- HpCDD | 0,01 | 3022 | 30,2 | 30,2 |
| OCDD | 0,001 | 4690 | 4,69 | 4,69 |
| 2,3,7,8-TeCDF | 0,1 | 588 | 58,8 | 58,8 |
| 1,2,3,7,8-PeCDF | 0,05 | 521 | 26,1 | 26,1 |
| 2,3,4,7,8-PeCDF | 0,5 | 22,0 | 11,0 | 11,0 |
| 1,2,3,4,7,8-HxCDF | 0,1 | 399 | 39,9 | 39,9 |
| 1,2,3,6,7,8-HxCDF | 0,1 | 391 | 39,1 | 39,1 |
| 2,3,4,6,7,8-HxCDF | 0,1 | 312 | 31,2 | 31,2 |
| 1,2,3,7,8,9-HxCDF | 0,1 | 45,8 | 4,58 | 4,58 |
| 1,2,3,4,6,7,8- HpCDF | 0,01 | 630 | 6,30 | 6,30 |
| 1,2,3,4,7,8,9- HpCDF | 0,01 | 103 | 1,03 | 1,03 |
| OCDF | 0,001 | 159 | 0,16 | 0,16 |
| Összesen | | 12217 | 549 | 549 |

Példa 2 lakossági búz panasz

Megbízó: Pataki Károly Igazságügyi Szakértő

Minta neve: Vaslemezkiűrtő Tisztítónyílás 2008.09.23.

Minta kódja: 08-634/79

A minta PCDD/PCDF tartalma

| Komponensek | TEF | Mennyiség (pg/g) | Mennyiség (pg TEQ/g) | Mennyiség* (pg TEQ/g) |
|-------------------------|-------|---------------------|-------------------------|--------------------------|
| 2,3,7,8-TeCDD | 1 | n.d. | n.d. | 1,000 |
| 1,2,3,7,8-PeCDD | 0,5 | 72,5 | 36,2 | 36,2 |
| 1,2,3,4,7,8-HxCDD | 0,1 | n.d. | n.d. | 0,100 |
| 1,2,3,6,7,8-HxCDD | 0,1 | 95,5 | 9,55 | 9,55 |
| 1,2,3,7,8,9-HxCDD | 0,1 | 69,7 | 6,97 | 6,97 |
| 1,2,3,4,6,7,8- HpCDD | 0,01 | 38,8 | 0,388 | 0,388 |
| OCDD | 0,001 | 750 | 0,750 | 0,750 |
| 2,3,7,8-TeCDF | 0,1 | 191 | 19,1 | 19,1 |
| 1,2,3,7,8-PeCDF | 0,05 | 68,9 | 3,45 | 3,45 |
| 2,3,4,7,8-PeCDF | 0,5 | 121 | 60,3 | 60,3 |
| 1,2,3,4,7,8-HxCDF | 0,1 | 79,6 | 7,96 | 7,96 |
| 1,2,3,6,7,8-HxCDF | 0,1 | 99,4 | 9,94 | 9,94 |
| 2,3,4,6,7,8-HxCDF | 0,1 | 60,8 | 6,08 | 6,08 |
| 1,2,3,7,8,9-HxCDF | 0,1 | n.d. | n.d. | 0,100 |
| 1,2,3,4,6,7,8- HpCDF | 0,01 | 99,8 | 0,998 | 0,998 |
| 1,2,3,4,7,8,9- HpCDF | 0,01 | n.d. | n.d. | 0,020 |
| OCDF | 0,001 | n.d. | n.d. | 0,002 |
| Összesen | | 1747 | 162 | 163 |

Példa 2 lakossági bűz panasz

Megbízó: Pataki Károly Igazságügyi Szakértő

Minta neve: Faégetési pernye (referencia kazán és égetés)

Minta kódja: 08-634/93

A minta PCDD/PCDF tartalma

| Komponensek | TEF | Mennyiség (pg/g) | Mennyiség (pg TEQ/g) | Mennyiség* (pg TEQ/g) |
|-------------------------|-------|---------------------|-------------------------|--------------------------|
| 2,3,7,8-TeCDD | 1 | n.d. | n.d. | 0,500 |
| 1,2,3,7,8-PeCDD | 0,5 | n.d. | n.d. | 0,250 |
| 1,2,3,4,7,8-HxCDD | 0,1 | n.d. | n.d. | 0,050 |
| 1,2,3,6,7,8-HxCDD | 0,1 | n.d. | n.d. | 0,050 |
| 1,2,3,7,8,9-HxCDD | 0,1 | n.d. | n.d. | 0,050 |
| 1,2,3,4,6,7,8- HpCDD | 0,01 | 4,82 | 0,0482 | 0,048 |
| OCDD | 0,001 | 8,61 | 0,0086 | 0,0086 |
| 2,3,7,8-TeCDF | 0,1 | 1,83 | 0,1828 | 0,183 |
| 1,2,3,7,8-PeCDF | 0,05 | n.d. | n.d. | 0,025 |
| 2,3,4,7,8-PeCDF | 0,5 | n.d. | n.d. | 0,250 |
| 1,2,3,4,7,8-HxCDF | 0,1 | n.d. | n.d. | 0,050 |
| 1,2,3,6,7,8-HxCDF | 0,1 | n.d. | n.d. | 0,050 |
| 2,3,4,6,7,8-HxCDF | 0,1 | n.d. | n.d. | 0,050 |
| 1,2,3,7,8,9-HxCDF | 0,1 | n.d. | n.d. | 0,050 |
| 1,2,3,4,6,7,8- HpCDF | 0,01 | 1,40 | 0,0140 | 0,014 |
| 1,2,3,4,7,8,9- HpCDF | 0,01 | n.d. | n.d. | 0,010 |
| OCDF | 0,001 | 9,13 | 0,0091 | 0,0091 |
| Összesen | | 25,8 | 0,26 | 1,65 |

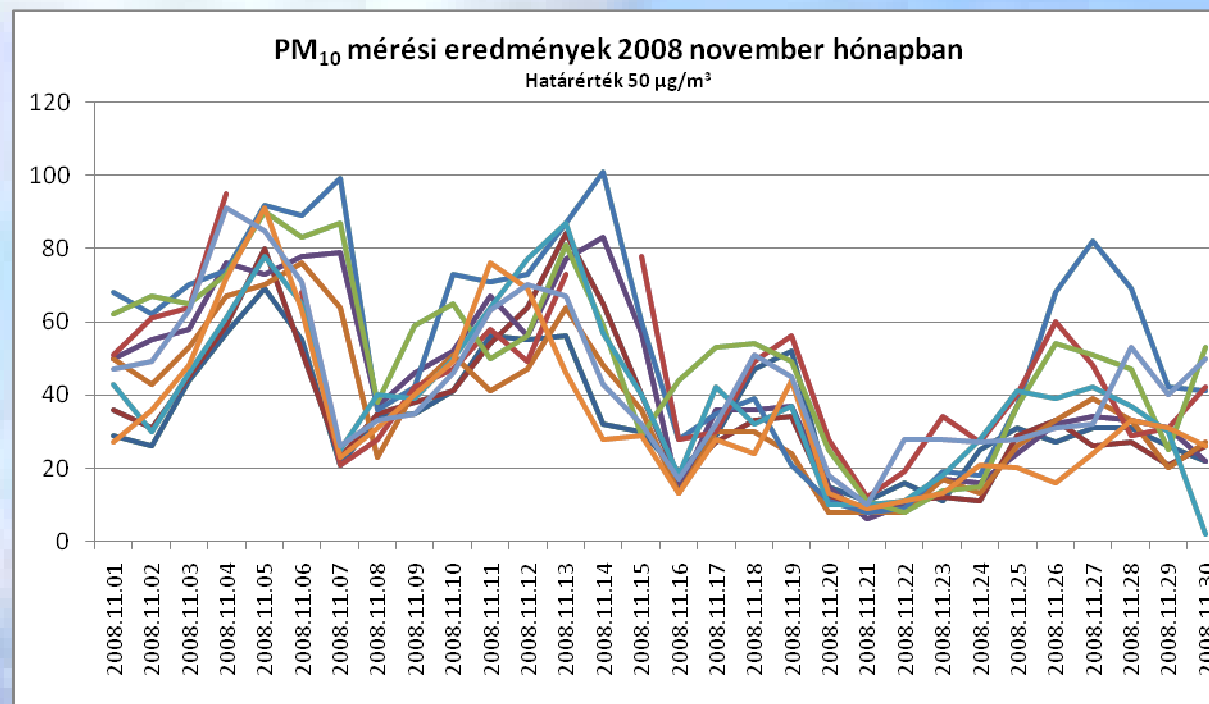
Példa 2 lakossági bűz panasz

2008.09.23.

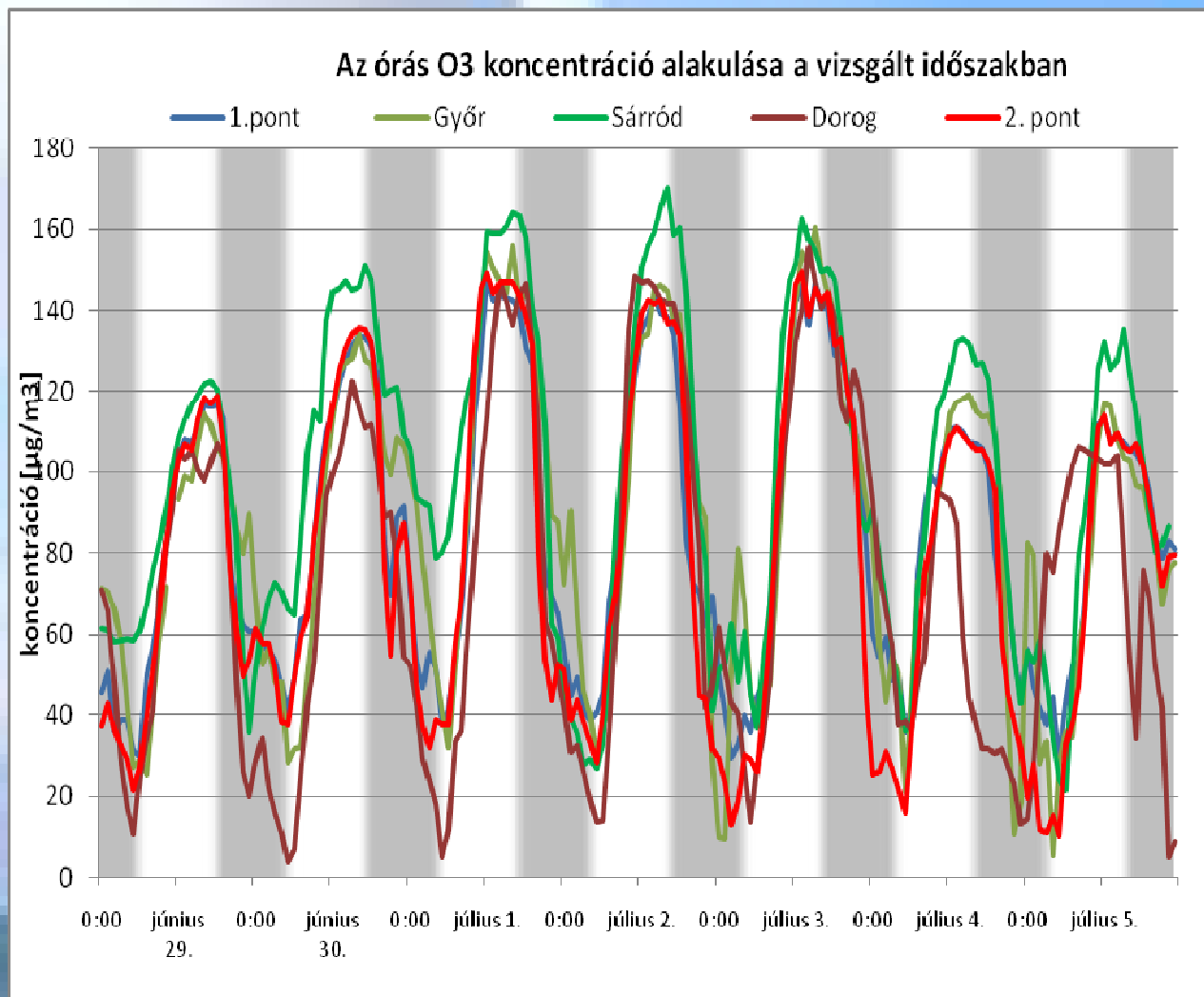
| | |
|---------------------------------------|---|
| Minta jele | Azonosított komponensek |
| Tisztítónyílás | fenol, piridin-3-ol, izokinolin, vanillin, N-metil-ftálimid, kumarin, ftálimid, acetovanillon, naftonitril, 4-hidroxi-3,5-dimetoxi-benzaldehid, xantén-9-on |
| Vaslemezkiürítő tisztítónyílás | fenol, vanillin, kumarin, ftálimid, acetovanillon, xantén-9-on |
| Tűztérajtó pereme | fenol, izokinolin, vanillin, ftálimid, acetovanillon, 4-hidroxi-3,5-di-metoxi-benzaldehid, xantén-9-on |
| Tűztérajtó repedései | fenol, izokinolin, vanillin, ftálimid, kumarin, acetovanillon, 4-hidroxi-3,5-dimetoxi-benzaldehid, xantén-9-on |
| Padló összefolyó | fenol, vanillin, ftálimid, 4-hidroxi-3,5-dimetoxi-benzaldehid |
| Rostélyajtó zárófelülete | fenol, vanillin, acetovanillon, 4-hidroxi-3,5-dimetoxi-benzaldehid |
| Kazán alja + padozat | vanillin |

Példa 3

Az alábbi diagramon 10 városból származó PM_{10} mérési adatait ábrázoltuk. Az adatokat a Környezetvédelmi Minisztérium honlapjáról töltöttük le.



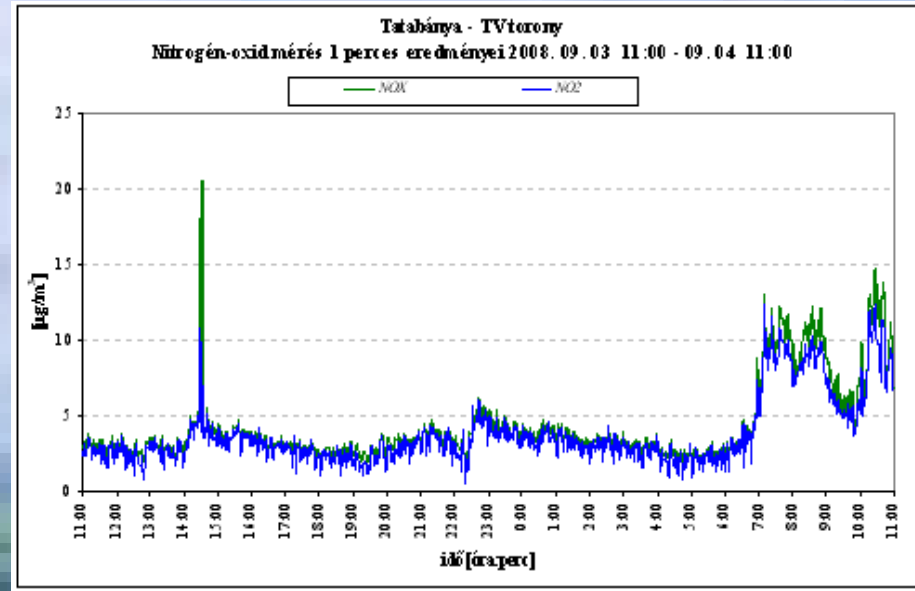
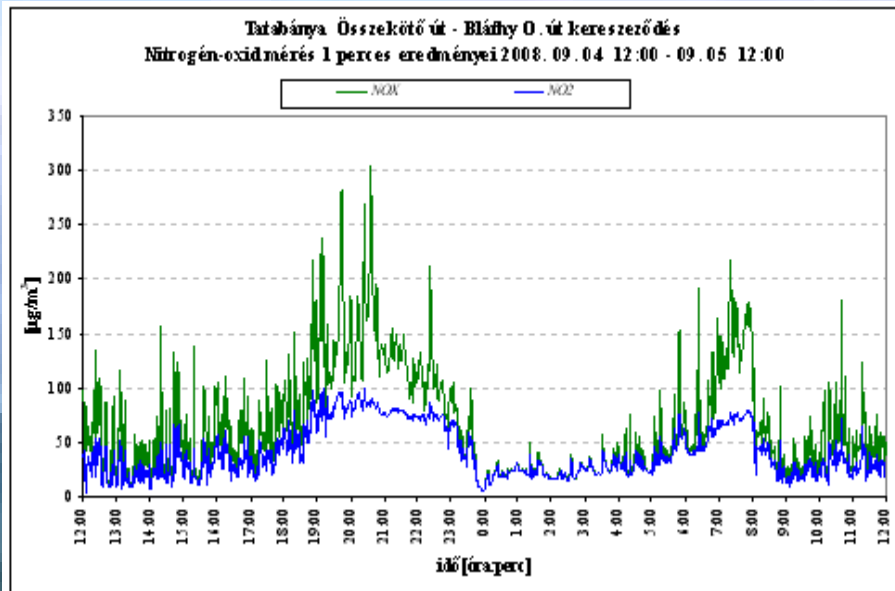
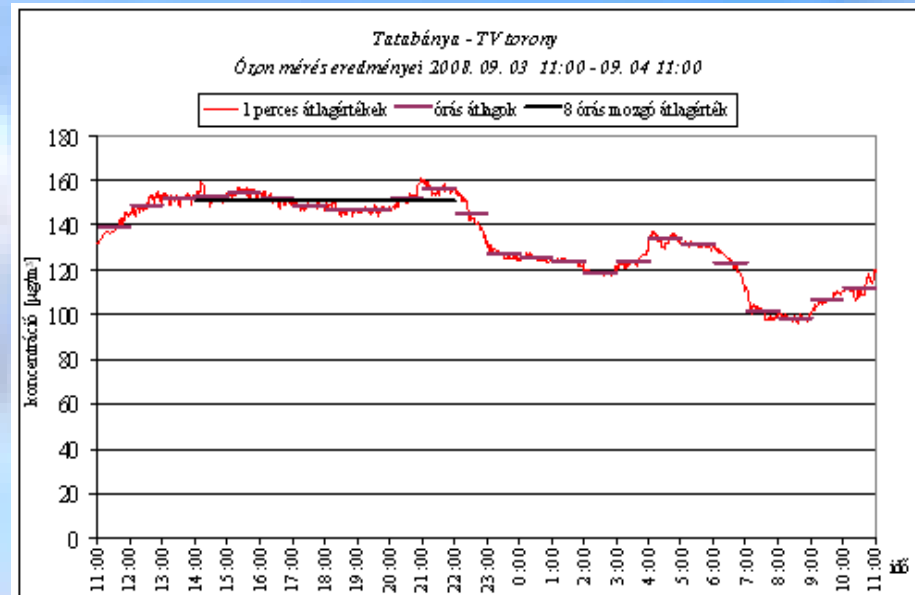
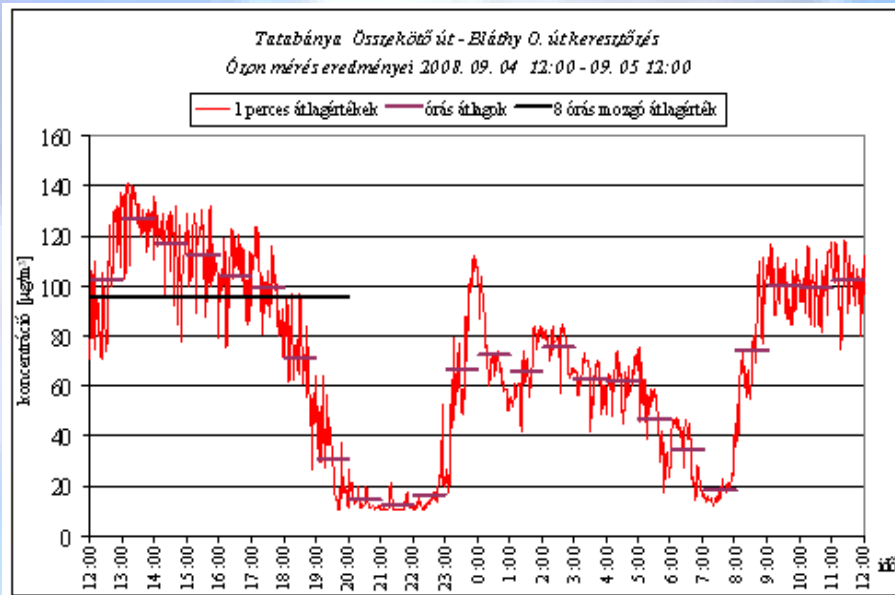
Példa 4 M.o.-Szlovákia



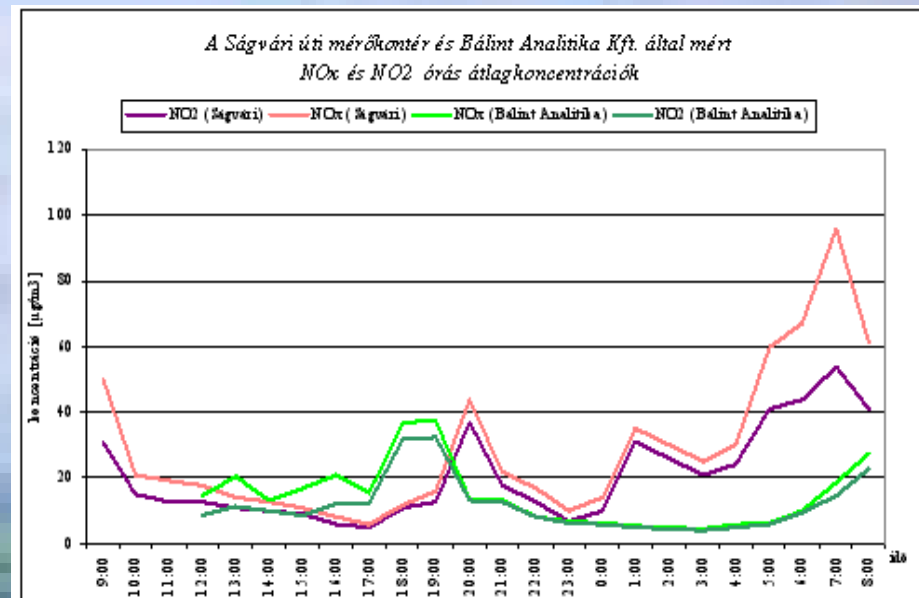
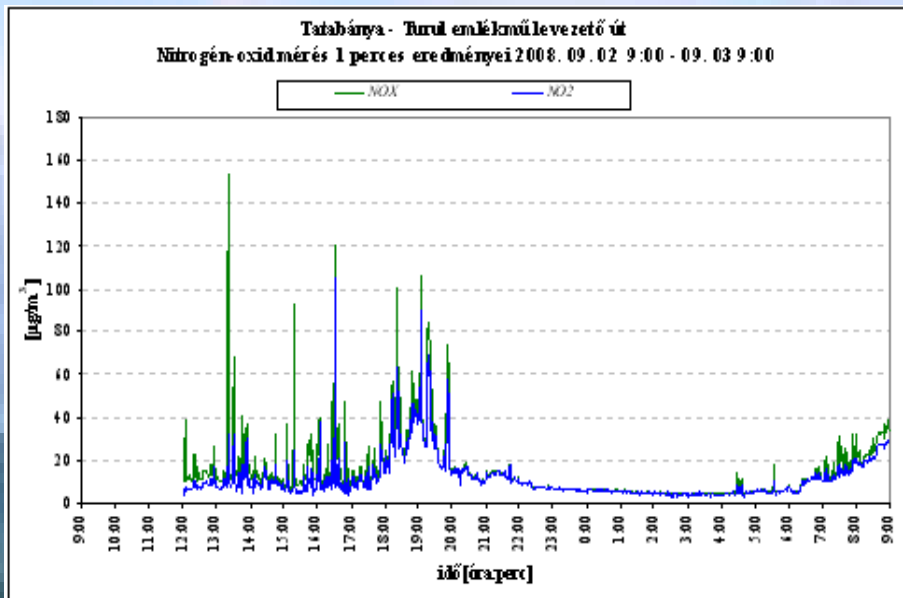
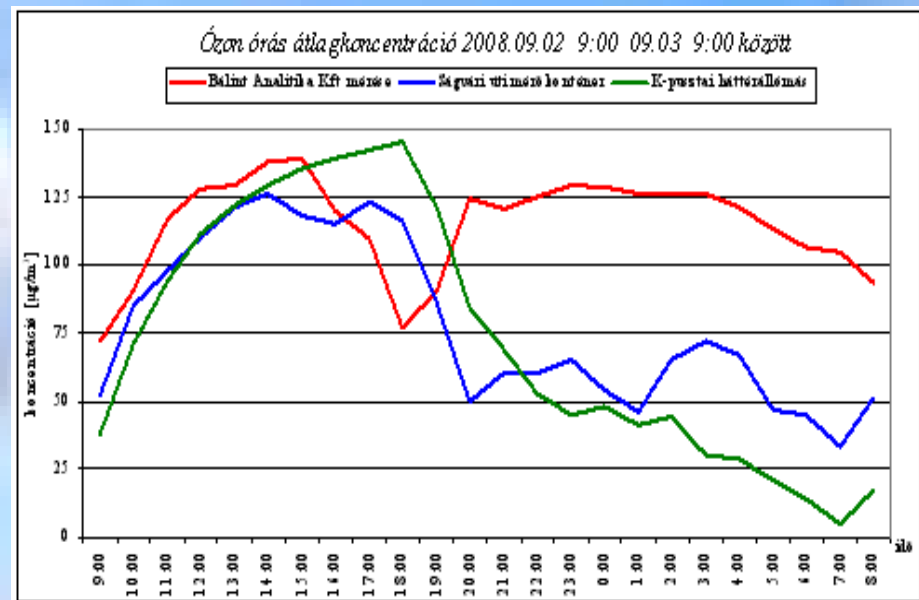
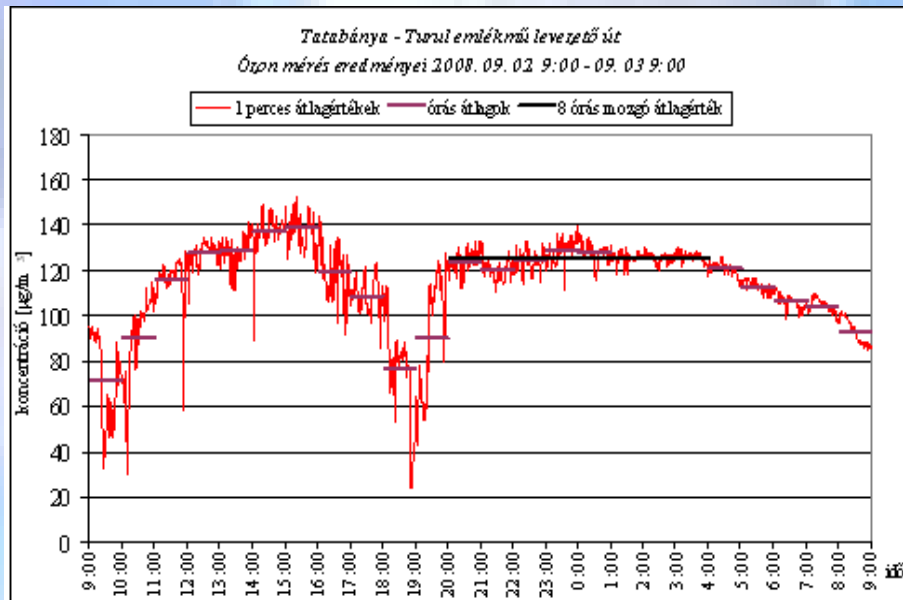
Példa 5 Tatabánya



Példa 5 Tatabánya



Példa 5 Tatabánya



Köszönöm megtisztelő figyelmüket

