



# Globális környezeti problémák és fenntartható fejlődés modul

## Környezeti elemek védelme I. Levegőtisztaság védelme

KÖRNYEZETGAZDÁLKODÁSI AGRÁRMÉRNÖKI MSC  
TERMÉSZETVÉDELMI MÉRNÖKI MSC



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



# Lokális szennyezés: a londoni szmog

8. előadás  
22.-24. lecke



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



# A londoni szmog történeti előzményei

## 22. lecke



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



## A londoni szmog

- A második lokális szennyezés-példánk a londoni szmog. Tulajdonságai lényegesen eltérnek a korábban megismert Los Angeles szmogétól.
- Bár Angliában a ködök nem számítottak ritka jelenségnek, a 19. században felfigyeltek eltérő megjelenésére: változott a színe, szaga, vastagsága és gyakorisága. Hamar rájöttek, hogy a téli köd kapcsolatban van a fűtéssel. Volt aki megoldásként a szolgák tanítását javasolta a helyes fűtési módra (nem tüzelőanyag módosításra), mások walesi lányokkal akarták a szenet szállíttatni...





- Érdekességképpen említjük, hogy voltak akiket nem hogy zavart a köd, hanem ellenkezőleg, úgy érezték, hogy ösztönzi munkájukat. Ezek a ritka kivételek nem a „hétköznapi emberek” között keresendők, hanem a művészvilág neves személyiségei között
- Monet több művében megörökítette Londont és a Temzét. Festményei alapján a köd nemhogy zavarta volna, sőt...Céltudatosan mindig télen látogatott Londonba, amikor a köd gyakorisága nagyobb.
- Az impresszionista festőknél a köd szervesen hozzátartozott sajátos kifejezőmódjukhoz, pl. Pisarrónál több festmény címe is tartalmazza a köd szót.





## 45. ábra Monet így látta a Parlamentet (London, 1904)



[iscience.wordpress.com/.../monet-the-astronomer/](http://iscience.wordpress.com/.../monet-the-astronomer/)



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



## 46. ábra Monet: a Waterloo híd (1903 táján)



[www.brooklynmuseum.org/.../waterloo\\_bridge.php](http://www.brooklynmuseum.org/.../waterloo_bridge.php)



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg

## 47. ábra Pissarro Temzéje



*Charing Cross Bridge, Londres par Camille Pissarro*

[http://thames.me.uk/s00120\\_files/charing\\_pissarro.jpg](http://thames.me.uk/s00120_files/charing_pissarro.jpg)



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg





- A szmog szó eredetileg a London típusú füstköd leírására szolgált, melyben a füst és a köd elnevezések összekapcsolásával hozták létre a „szmog” nomenklatúrát (smoke + fog). Reduktív szmog néven is ismeretes.
- Leírásának színhelyén Londonban gyakori vendég volt a szmog a múlt század végéig, a 80-as évekig. Sajátos időjárás és légszennyezés együttesen szükséges a jelenség kialakulásához. Nem minden földrajzi térségben van meg a feltétele a megjelenésének. Hazánkban számolni kell a London típusú szmog feltűnésére is, bár ritkábban, mint az oxidatív szmogéra.





## 48. ábra Kémények Donora felett (Donora Szmog Múzeum)



[pabook.libraries.psu.edu/palitmap/DonoraSmog.html](http://pabook.libraries.psu.edu/palitmap/DonoraSmog.html)



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



## Mi történt 1952 telén Londonban?

- Angliában, s közte Londonban is alacsonyabb volt a ködös napok száma a 20. század elején, mint azt korábban megfigyelték. Ugyanez nem mondható el a légszennyezés intenzitásáról. A 20. sz. elejére a korábban épített épületek, berendezések meglehetősen elhasználódtak. Ezek felújítására nem került sor, amely azért volt különösen kedvezőtlen, mert a légszennyező anyagok a málló-bomló épület és más berendezéssel kapcsolatba kerültek, s kémiai reakciók léptek fel. Erre a legtöbbször felhozott példa a vasúti tartóoszlopok megdőlése, mely a kénes füst miatt csaknem 10%-ban tartalmazott  $\text{FeSO}_4$ -ot

(Charing Cross kidőlt oszlopa).



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



## 49. ábra Egy 1950-es évekből származó fotó a szmogról



[news.bbc.co.uk/2/hi/uk\\_news/england/2545759.stm](http://news.bbc.co.uk/2/hi/uk_news/england/2545759.stm)



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



- A század közepére a helyzet nem sokban javult. A várost esetenként sűrűn beburkolta a fekete és büdös füstköd. Főleg télen volt érzékelhető a súlyos jelenség. A lakosok alkalmazkodtak a környezeti feltételekhez:
    - „divatba jött” a sötét tapéta
    - csökkent az ezüst-neműk (evőeszközök) népszerűsége
    - nem volt ember (szolgáló), aki állandóan tisztította volna az ezüstneműt
- A házfalak megfeketedtek, a függönyökhöz hasonlóan, amelyeket egyszerűen nem lehetett tisztán tartani.





# A londoni szmog statisztikája. 1952. decemberének időjárása és a szmog katasztrófa

## 23. lecke



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg

## 8. táblázat A londoni szmogok történeti időszora (Makra)

*A legnagyobb londoni szmogok*

év	hónap	tartam (nap)	halálozási többlet	Maximális napi SO <sub>2</sub> koncentráció, μg m <sup>-3</sup>	Maximális napi füst- koncentráció, μg m <sup>-3</sup>
1873	december	3	270-1000		(a)
1880	január	4	700-1100		
1882	február				
1891	december				(b)
1892	december	3	≈ 1000		
1948	november	6	≈ 300		
1952	december	5	4000	3700	4460
1956	január		480	2800	1700
1957	december		300-800	2800	3000
1962	december	4	340-700	4100	1900
1975	december	3	(c)		500-600
1982	november			560	

(a) a füstkoncentráció a korai kódokban 800 μg m<sup>-3</sup>, vagy annál nagyobb volt.

(b) a korom ülepedés ebben a kódokban 9,4 g m<sup>-2</sup> volt.

(c) statisztikailag nem szignifikáns.



- Főleg fosszilis tüzelőanyagok, s azok közül is a szén égetése okozza, melyet kén-dioxid ( $\text{SO}_2$ ), por (korom) és szén-monoxid megjelenése is kísér. A megnövekedett koncentrációjú korom és az egyéb légköri aeroszolokként - kondenzációs magok – csapadék megjelenését vonhatják maguk után.
- A felszálló levegő fokozatosan lehűl, s eléri a telítettséget, amely során az aeroszol felületén vízfilm kiválását eredményezi. Ez a vízréteg aztán feloldja a légkörben lévő  $\text{SO}_2$ -ot és annak oxidációs termékét a  $\text{SO}_3$ -ot. Az eredmény a környezet savasodása, lásd. később.







## 50. ábra A szmog forrása: kéménysor Londonban



[www.metoffice.gov.uk/education/teens/casestud...](http://www.metoffice.gov.uk/education/teens/casestud...)



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



- A Nagy Londoni Szmog kialakulásához több kedvezőtlen feltétel együttesen vezetett. A helyzet az 1900-as évek kezdetétől fokozatosan romlott. A széntüzelés uralkodó volta lehetett a legkritikusabb pont a szmog kialakulásában. A lakossági tüzelésben és az ipari méretű energia előállításban egyaránt a szén játszott vezető szerepet, s többek szerint az I. világháború után a gazdasági romlás miatt annak minősége sem a legkedvezőbb volt. Sokáig nem is vettek tudomást az intézkedésre lehetőséggel bíró vezetők a helyzet romlásáról. Ahhoz, hogy határos rendeletekkel kordába szorítsák a levegőszennyezést, az 1952-es év telének történései nyújtottak alapot.





## Az időjárási helyzetkép

- 1952 decemberének elejének napjain csak mérsékelten lengedező szél volt. A felhős idő domináns volt, de néha azért rövidebb időszakokra kisütött a nap. 1952. december 14-én változott az időjárás. A szél teljesen megállt, a légnedvesség emelkedett, az ég színe sötétebb szürkére váltott. London felett kiépült egy anticiklon, melyben a lefelé irányuló légmozgás lett az uralkodó. Csütörtök estére láthatóvá váltak a másnapi köd előjelei.
- December 15-e reggel: a várakozásnak megfelelően hatalmas köd ülte meg a várost.





- A nap folyamán nemhogy csökkent volna, hanem még inkább sűrűsödött. A levegő „büdös” volt, a kint tartózkodó emberek a szagot hosszabb ideig nem bírták elviselni. A ruházatuk, szabadon lévő végtagjaik bőre megfeketedtek a leszálló füsttől.
- Péntek éjszakára megnövekedett a légzési problémákkal kórházba kerülő lakosok száma (kb. kétszeresére).
  - Az anticiklon „beült”, maradt, a kibocsátott szennyezőanyagokat folyamatosan visszanyomva a városra, miközben az idő hidegebbre fordult, s a lakosság rendületlenül fűtött. Szénnel...





- Szombaton reggelre a köd tovább vastagodott. A korábban is jelentősen mérséklődött látástávolság gyakorlatilag nullára csökkent. Mindennemű közlekedés csaknem teljesen leállt. Az elhalálozások száma megemelkedett.
- Vasárnapra annyi hívást kapnak a mentők, hogy feladatukat ellátni nem tudják. A halálesetek száma tovább emelkedik.
- Hétfőre az időjárás javul. A közlekedés újraindul.
- Keddre a szmog feloszlik...





## 51. ábra 1952 december Londonban



[www.pyr.ec.gc.ca/airshed/back\\_e.htm](http://www.pyr.ec.gc.ca/airshed/back_e.htm)



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



- A rekonstruált történések között a szennyezőanyagok koncentráció alakulását is tudjuk követni (lásd. 8. táblázatot is), bár ekkor még a légszennyező anyagok mérése közel sem volt olyan részletes, mint amilyen napjainkban.
- A szennyezőanyagok közül a kén-dioxid és a por (korom) alakulását tekintjük át a néhány kritikus napon. A legmagasabb koncentráció december 5-ére lett bejegyezve, amikor értéke a  $\text{SO}_2$ -nál napi átlagban  $3700 \mu\text{g m}^{-3}$ .

Biztosra vehetjük, hogy egy-egy órában ennél jóval magasabb értékek is jelen lehettek.



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



- A legnagyobb napi átlagos füstkoncentráció  $4460 \mu\text{g m}^{-3}$ .  
A 4 órás átlagra meghatározott csúcs elképzelhetetlenül magas,  $14\ 000 \mu\text{g m}^{-3}$ .
- Álljon szemben a mért értékekkel az Európai Unió által megadott egészségügyi határérték a két vizsgált légszennyező anyagnál, a kén-dioxidnál és a pornál.
- Por esetében az óránkénti megengedett érték:

$240 \mu\text{g m}^{-3} \text{ óra}^{-1}$

a nyolc órás átlag pedig:

$120 \mu\text{g m}^{-3} \text{ 8 óra}^{-1}$



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg





# A kén-dioxid káros hatásai, határértékek. Anglia Intézkedési terve. Hazai vonatkozások

## 24. lecke



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



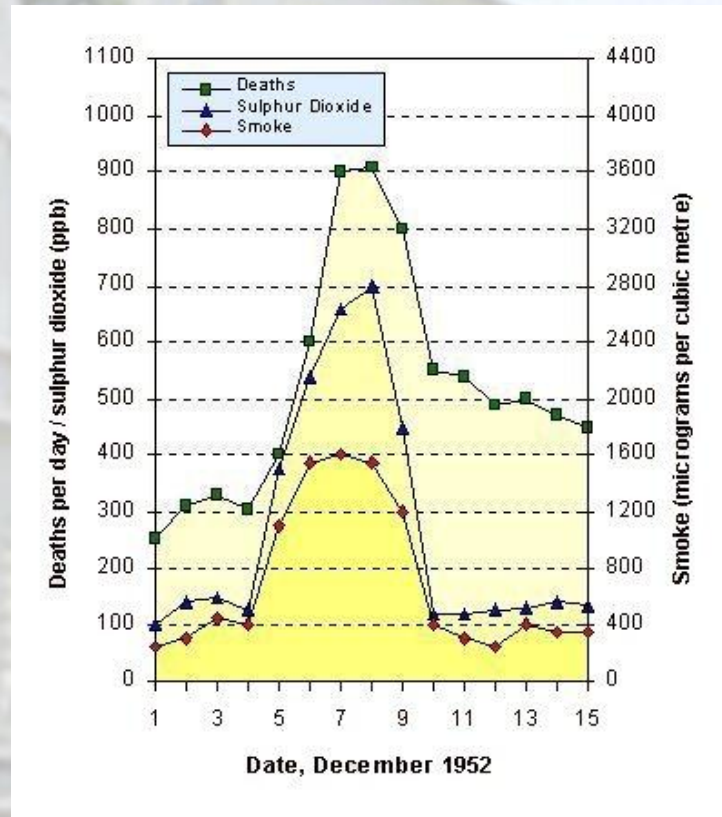
## A kéndioxid hatásai

- Kén-dioxid esetén
  - 1 órás periódusban  $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$
  - napi átlaga  $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$
  - éves átlag:  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- A  $\text{SO}_2$  belélegezve emberre és állatra veszélyes, izgató hatású gáz (savas kémhatás).
- A véráramba kerülve a hemoglobinnal reakcióba lépve szulf-haemoglobint alkot, mely megakadályozza a sejtek normális oxigénfelvételét. A szennyezés megszűntével a vérkép helyreállhat.





# 52. ábra Kapcsolat a szennyezőanyagok koncentrációja és a halálesetek között



[www.ace.mmu.ac.uk/.../Air\\_Pollution/03.html](http://www.ace.mmu.ac.uk/.../Air_Pollution/03.html)



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



- Kén-dioxid jelenlétében nyálkahártya irritáció keletkezik (orrtól lefelé a tüdőig). A gyulladások száma (melléküreg gyulladások) fokozódik.
- Köhögést, krákogást, erőteljes váladékképződést vált ki. Az arra érzékenyeknél asztmás rohamot okoz.

Krónikus megjelenésekor (pl. munkahelyi terhelés) a  $SO_2$  hörghurutot (bronchitist) idézhet elő.

Súlyos esetekben, mint amilyen az 1952-es esemény volt, légzési és szívelégtelenség miatt halálhoz is vezethet.

Normál körülmények között nyílt térben ezek a tünetek nem jelentkeznek. Beltérben mérgezés bármikor előfordulhat.





## 53. ábra Ahogyan az emberek védekeztek (1952)



[news.bbc.co.uk/2/hi/uk\\_news/england/2545759.stm](http://news.bbc.co.uk/2/hi/uk_news/england/2545759.stm)  
[www.pastreunited.com/id143.html](http://www.pastreunited.com/id143.html)



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



- A halálozási ráta növekedését már a korábbi szmog helyzetekben is észrevette néhány orvos. Komolyan azonban 1952 előtt nem tekintették. Sőt volt olyan vélemény, hogy sok turista azért jön Londonba, hogy a ködöt lássa. De amikor ideérkezve a sűrű szmog miatt a koncerteken nem lehet látni a színpadot, ill. a mozikban a filmvásznot, annak abszolválása már nem lehet turisztikai cél. 1952-ben a fenti jellegű programokat el kellett halasztani.
- Napjainkig is tartjuk, hogy az 1952-es londoni szmog az eddig ismert legnagyobb városi légszennyezési havaria.





- Első közelítésben a halálozási többlet a Nagy Londoni Szmog öt napján elérte a 4000 főt. Ez megegyezik az 1866-os legutolsó kolerajárvány idején meghaltak számával. Erre már nem lehetett nem odafigyelni Londonban.
- A későbbiekben a szmog idején többlet halálozási értékhez hozzáadták az utókérosodottak valószínűsített számát is, amely további légzési problémák súlyosbodását, szív- és keringési rendellenességek megjelenését és a rákos esetek növekedését tartalmazták. Ezzel a 4000 fő többlet halálozeset rögtön megháromszorozódott (12000 fő).





## 53. ábra Nem múlt el azonnal minden gond Londonban



[www.kathleenkaufman.com/](http://www.kathleenkaufman.com/)



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg





## Intézkedések a tisztább levegőért

- A probléma orvoslásához a londoniak az 1956-os választásokat követően láttak hozzá, de akkor példamutatóan. Napjainkra Európa egyik legtisztább levegőjű városa lett London.
- 1956. júl. 5-én hatályba lépett a Tiszta Levegő Törvény. Ebben az volt rendhagyó, hogy nemcsak az ipari, hanem a háztartási források megrendszabályozását is célul tűzte ki. Ehhez azonban a kormánynak gesztusokat kellett tenni a lakosok felé. (Korábban a szén jelentősen olcsóbb volt, mint az elektromos áram és a gáz.)





- A törvény szerint füst-korlátozást vezettek be a társadalom minden résztvevőjére vonatkozóan. Emellett a „fekete” füst kibocsátását a rendelet megtiltotta! Természetesen a lakosságnak is...
- Az önkormányzatok füstmentes övezeteket, zónákat különítettek el a városok levegőjének tisztábbá tételére
- Az iparban megemelték a kémények magasságát
- Az újonnan létesítendő üzemekben magasabb kéményeket terveztek
- Nagyobb hatékonyságú szűrőket szereltek fel a meglévő létesítményekben is





## Hazai vonatkozású problémák

- Magyarországon a Londoni szmog képződésének feltételei adóttak (anticiklon, erős stabilis légrétegződés – vertikális kicserélődés hiánya–gyenge szél, csapadékmentes, hideg idő), mégpedig sok év átlagában januárban és februárban. A tél folyamán a Kárpát-medencében akár 1 hónapig is itt maradhat az anticiklon, de egyáltalán nem ritka, ha két-három hétig fennáll. A hideg légpárna kipucolásához erőteljes szél kell, melyhez erős hidegfront átvonulás szükségeltetik.
- A reduktív szmog nálunk a 60-as és a 70-es években okozott gondot, de napjainkban is kialakulhat.





## 9. táblázat A két szmog tulajdonságainak összehasonlítása

	<b>London</b>	<b>Los Angeles</b>
Fő szennyezők	Por; CO; SO <sub>2</sub> ; CO;	Trop.O <sub>3</sub> ; NO <sub>x</sub> ; VOC (PAN)
Jelentkezés	ősz-tél (reggel)	nyár (késő du.)
Meteorológiai jellemzők		
- léghőmérséklet	-1 - -4 °C	24 - 32 °C
- légnedv.	85% felett (köd!)	kb. 70%
- szél	0 m/sec	3 m/sec-ig



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



Köszönöm figyelmüket!



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg