

# Chemie životního prostředí II – Znečištění složek prostředí

## Atmosféra

(03)

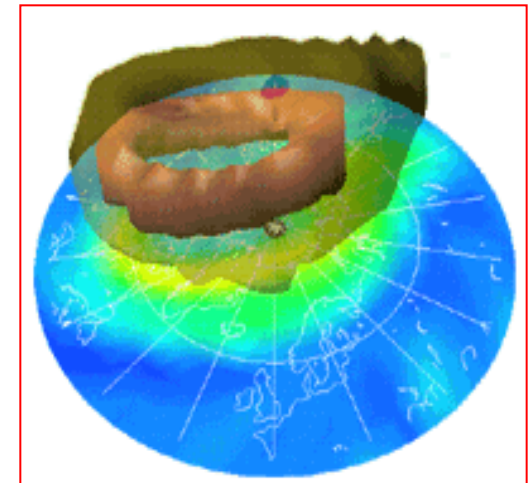
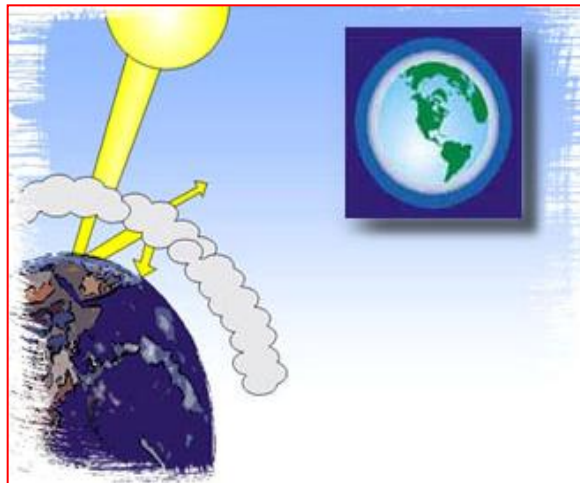
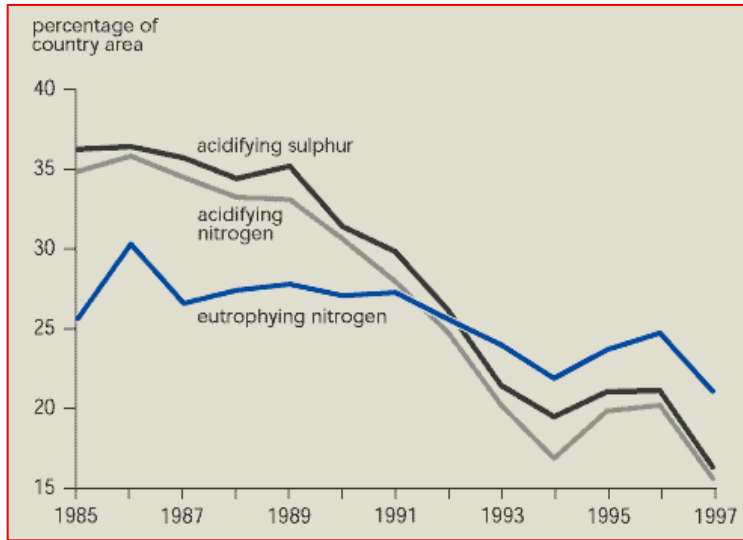
## Znečištění atmosféry obecně

Ivan Holoubek

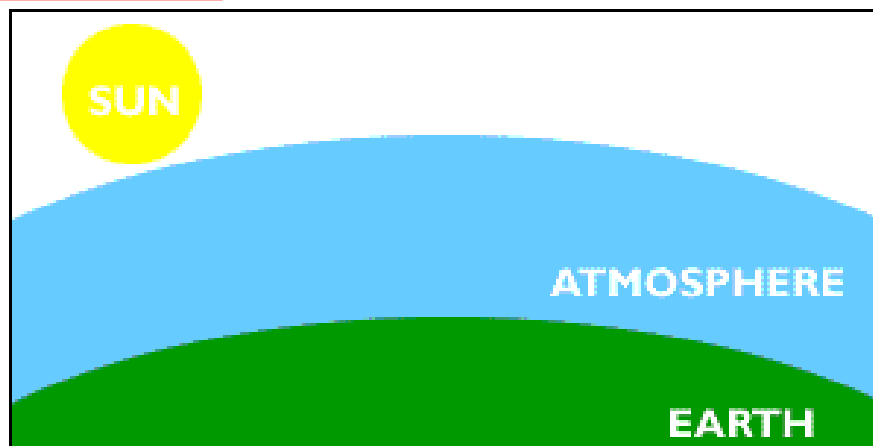
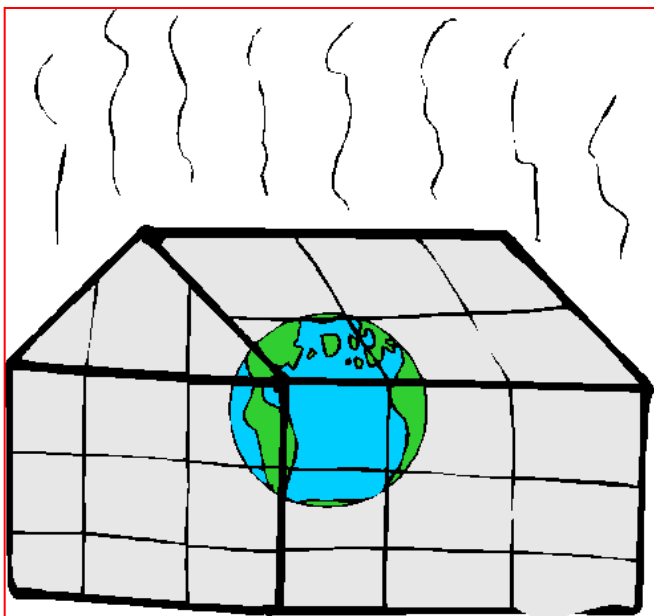
**RECETOX, Masaryk University, Brno, CR**

[holoubek@recetox.muni.cz](mailto:holoubek@recetox.muni.cz); <http://recetox.muni.cz>

# Problémy chemického znečištění prostředí - chemická rizika současnosti



# Problémy chemického znečištění prostředí - chemická rizika současnosti



# Atmosférické znečištění

- ↪ Vážný problém od počátku průmyslové revoluce (19. století) – spalování uhlí.
- ↪ Zdroje znečištění jsou přírodní i antropogenní, dnes je většinou způsobeno člověkem.





# Přírodní zdroje atmosférického znečištění

## Zdroj

## Produkuje

Sopky

SO<sub>2</sub>, pevné částice

Lesní požáry

CO a CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, pevné částice

Rostliny

uhlovodíky, pyly

Odumírající rostliny

CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>S

Půda

prach a viry

Oceán

slané aerosoly, pevné částice

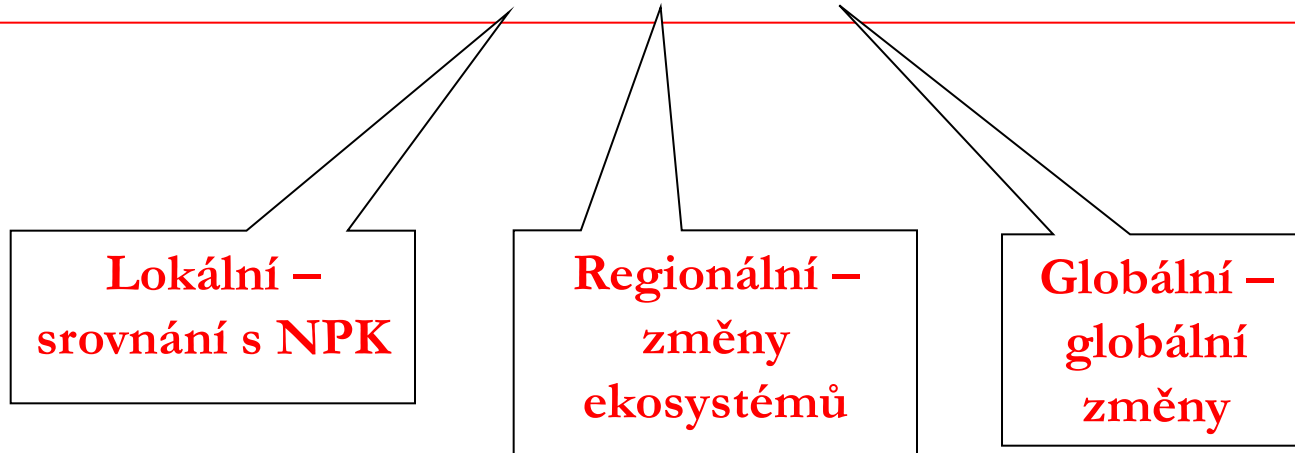
# Antropogenní atmosférické znečištění

- ↪ Oxid uhelnatý (CO)
- ↪ Fotochemický / los Angeleský smog (oxidační)
- ↪ Průmyslový / londýnský smog (redukční)
- ↪ Těkavé organické látky (VOCs)
- ↪ Pevné částice (PM)

Na jejich šíření mají vliv zejména

- ↪ Vítr
- ↪ Krajinný reliéf
- ↪ Teplotní inverze

# Znečištění atmosféry



**Emise, imise, transport**

**Emisní, imisní limity – dlouhodobé, krátkodobé**

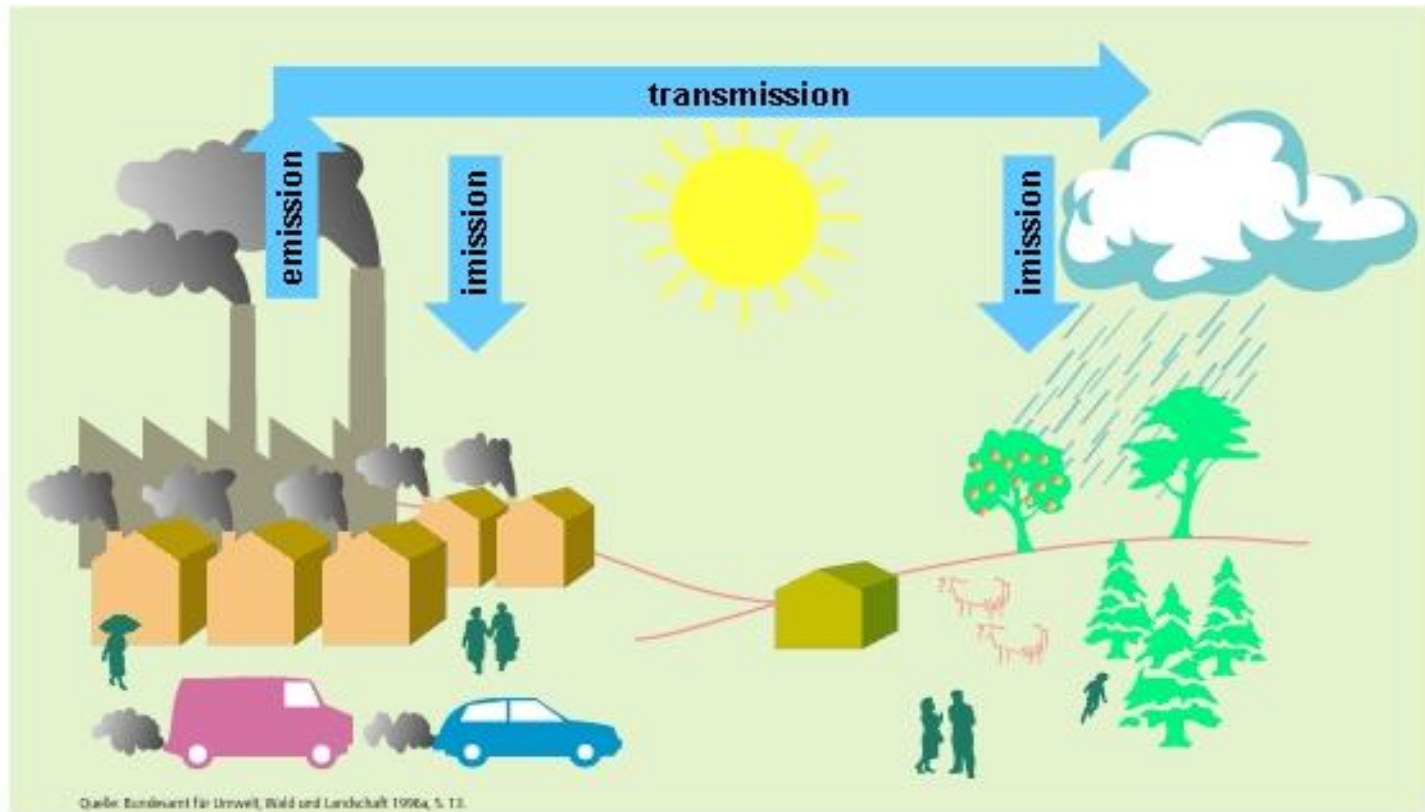
**Intenzita zdroje – hmotnostní tok [g.h<sup>-1</sup>, kg.h<sup>-1</sup>]**

**Měrná emise – zatížení určité oblasti [g.m<sup>-2</sup>.d<sup>-1</sup>, t.km<sup>-2</sup>.r<sup>-1</sup>]**

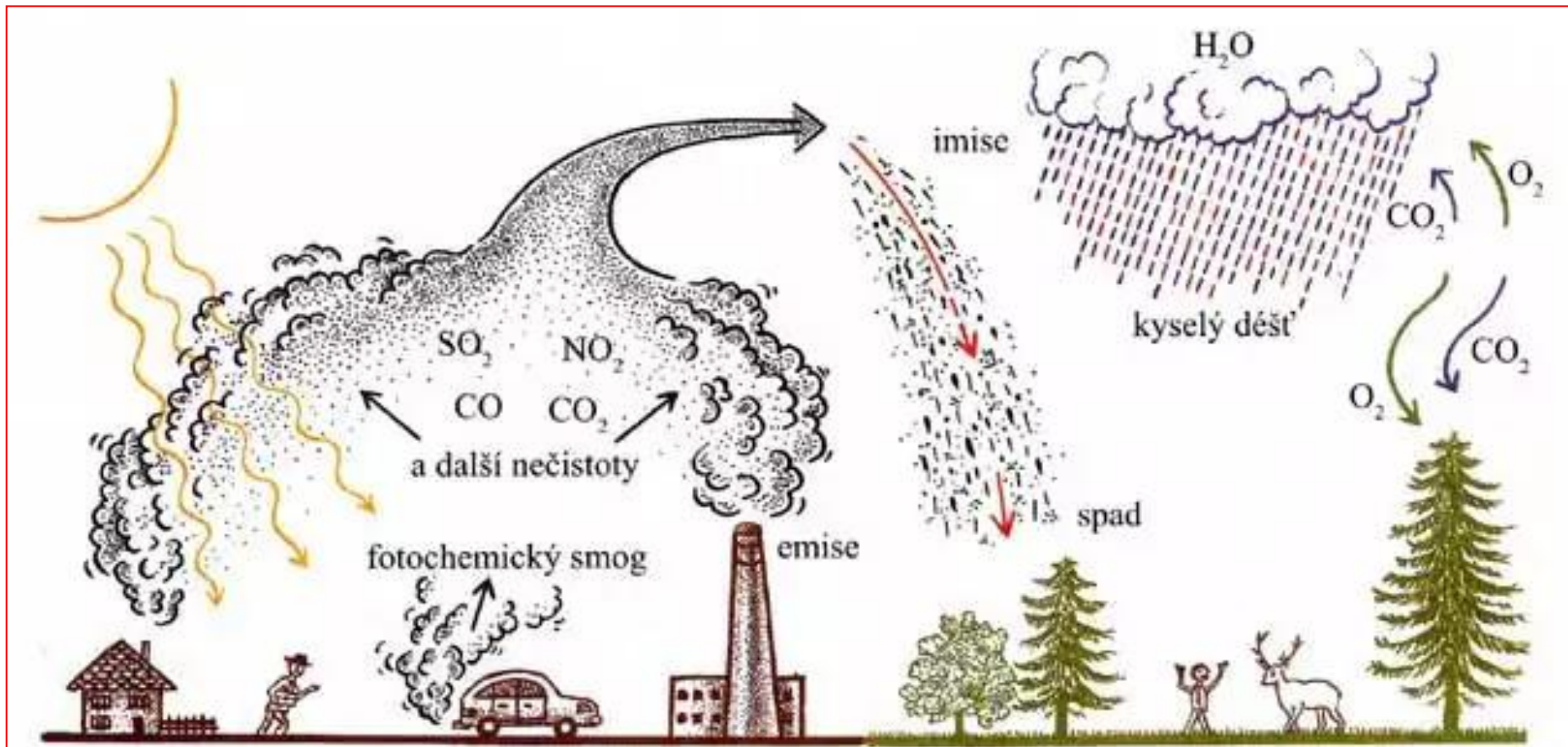
**Střední doba setrvání**

# Emise, imise a transmise

- ↪ **Emise** – vypouštění znečišťujících látek do ovzduší
- ↪ **Imise** – přítomnost nebo obsah látek v ovzduší a jejich účinek na biosféru, tedy důsledek emisí
- ↪ **Transmise** – přenos látek v atmosféře



# Emise, imise

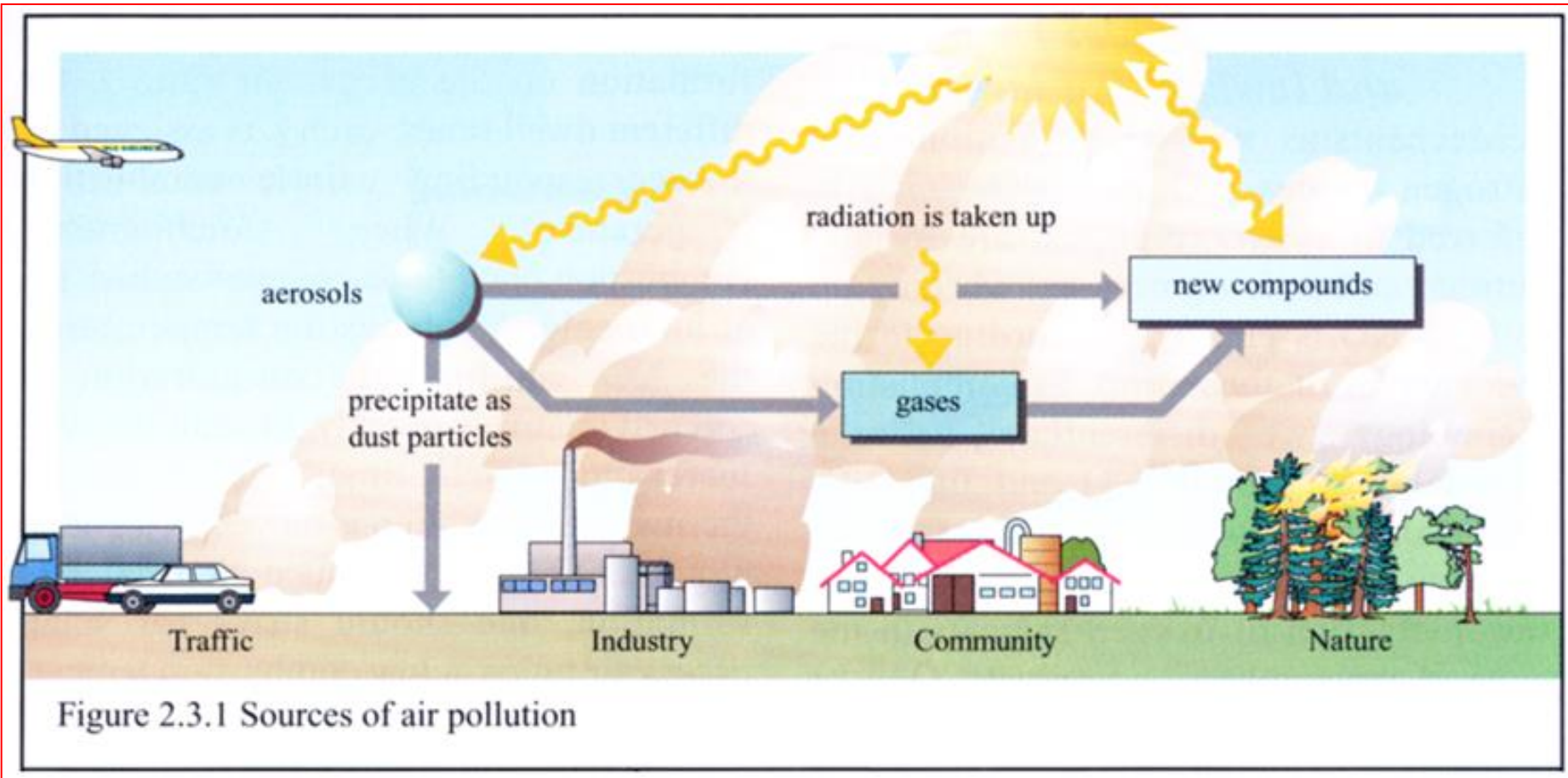


$$\text{emise} = \text{t} / \text{rok}$$

$$\text{imise} = \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$$

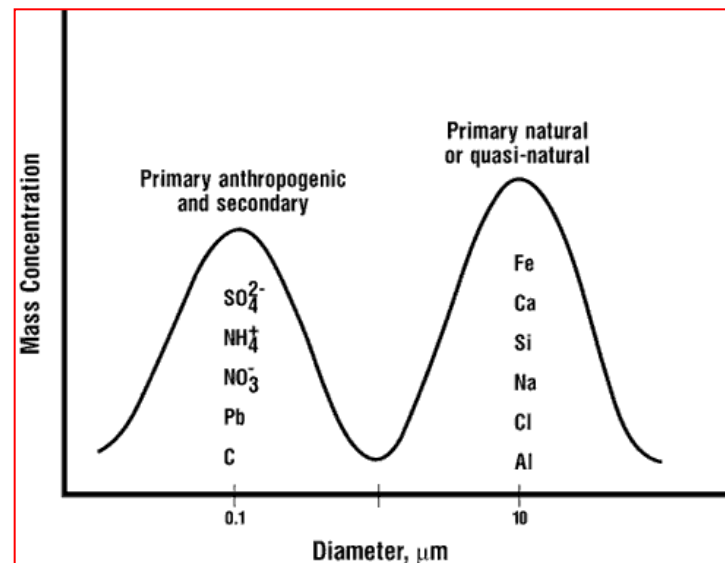


# Zdroje znečištění atmosféry

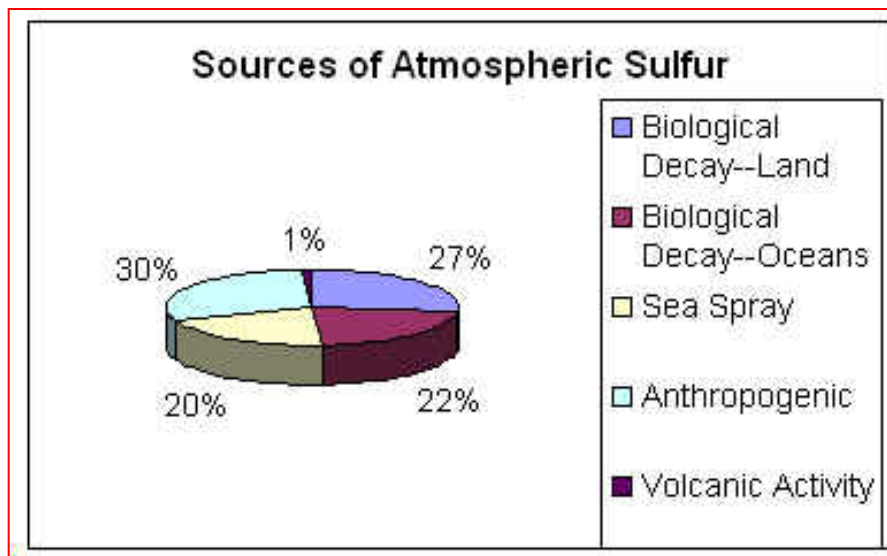


# Ohrožení globální atmosféry

- ↻ Pevné částice
- ↻ Emise síry
- ↻ Emise NO<sub>x</sub>
- ↻ Ozón
- ↻ Těkavé organické látky
- ↻ Kyselá dešť
- ↻ Emise oxidu uhličitého



**Pevné částice**



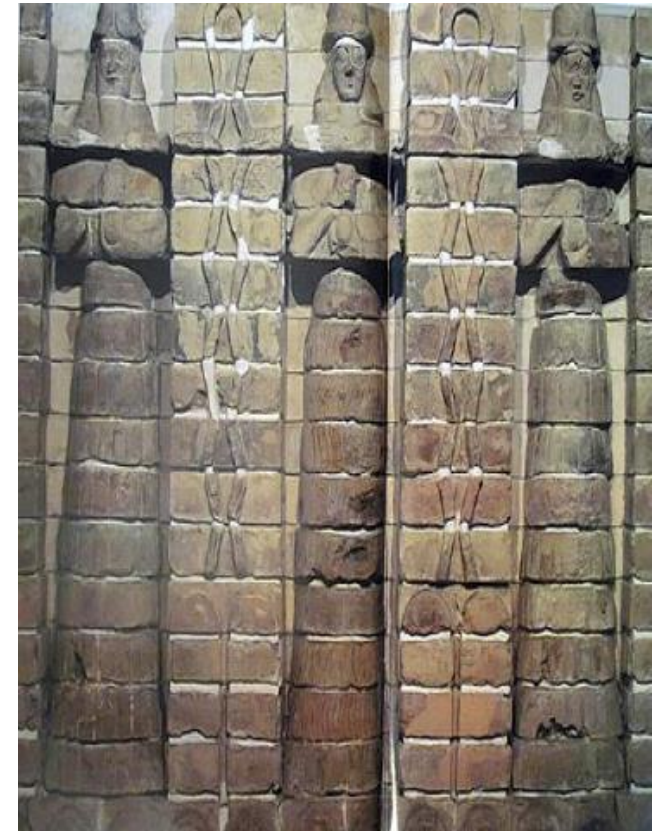
**Emise síry**

# Environmental history

# Sumerian/Babylonian attitudes towards smoke

my mood and heart. As if during the night watch .....like excrement..... my countenance like smoke. Don't cause the oven in a man's house to smoke...it will ruin the bread.

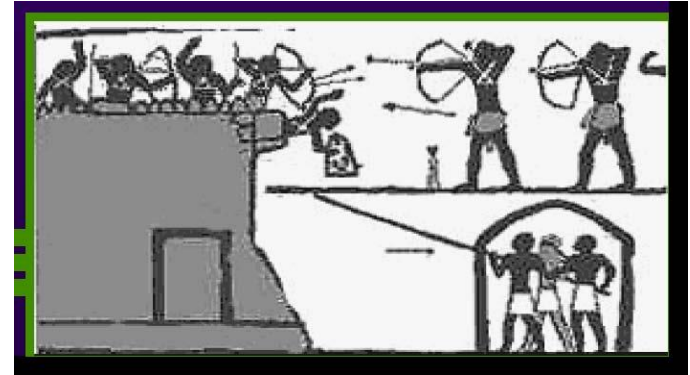
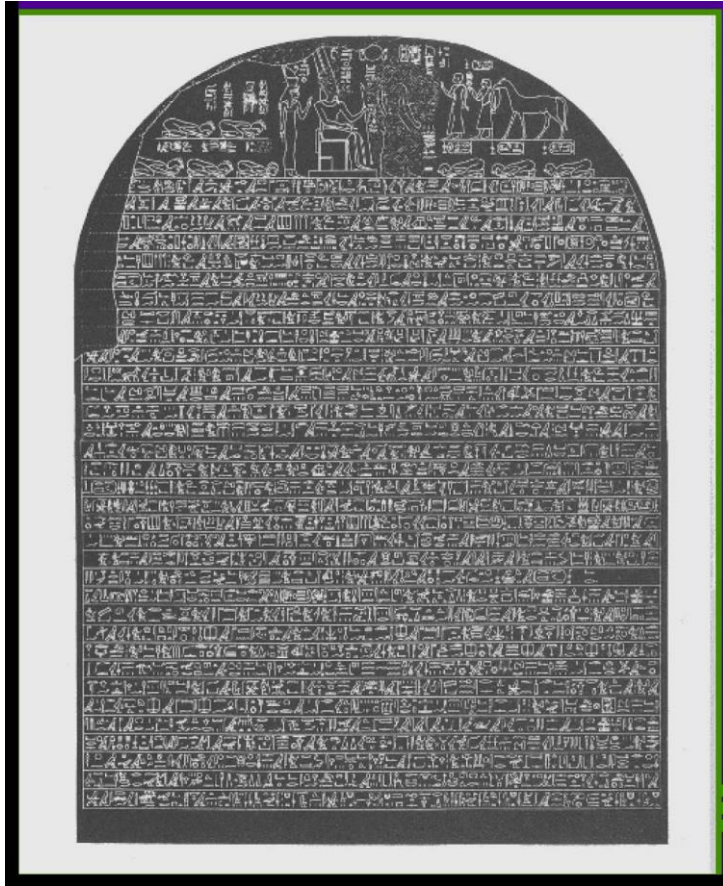
A hymn to Inanafor Išme-Dagan:  
c.2.5.4



Temple of Inana



# Victory Stela of King Piankhi

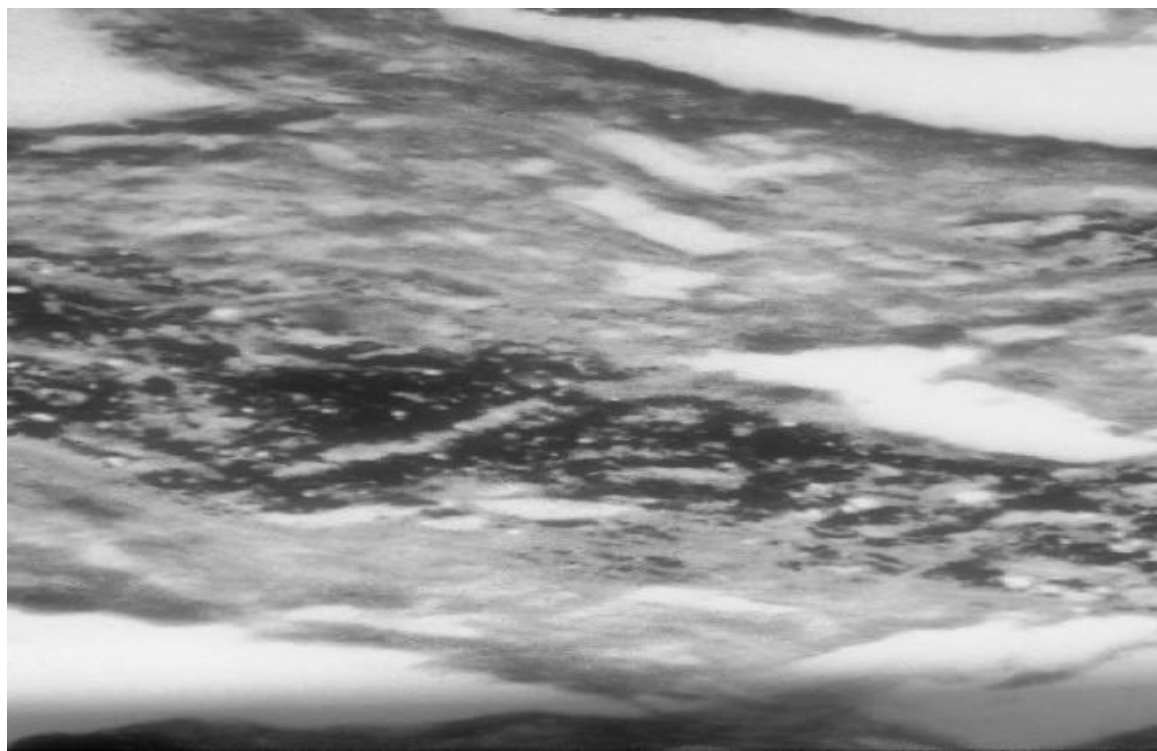


“Ur was a stench to the nose for lack of air to breathe and threw itself on its belly...”

Seige of Hermopolis  
734 BC



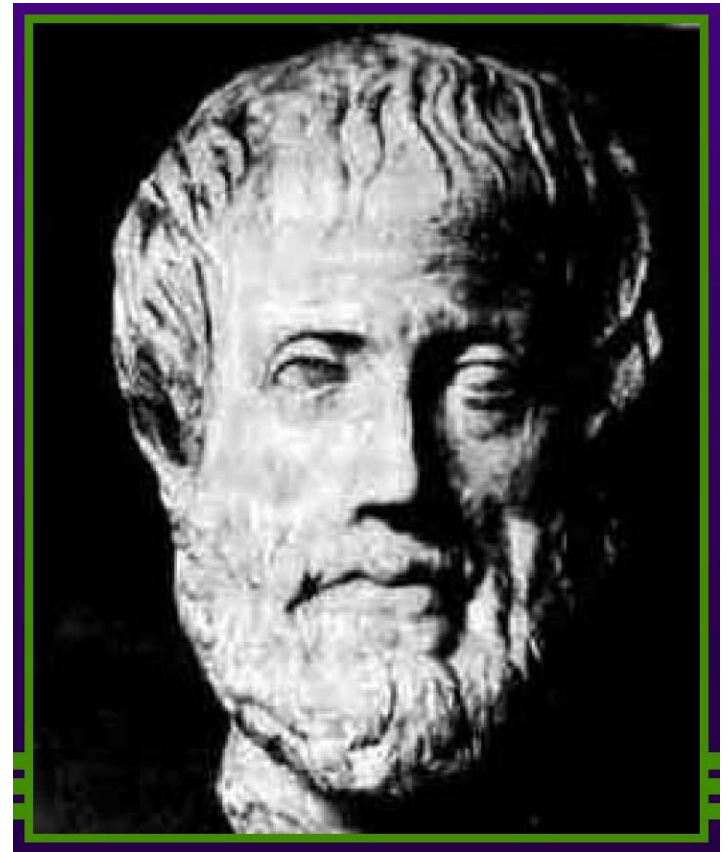
# Anthracosis, silocosis



Archeological evidence shows air pollutants in the lungs of mummies

# Astymomoi

In Aristotle's Athenian Politics-duties of the astymomoi who are responsible among other things for rubbish to be deposited beyond city walls

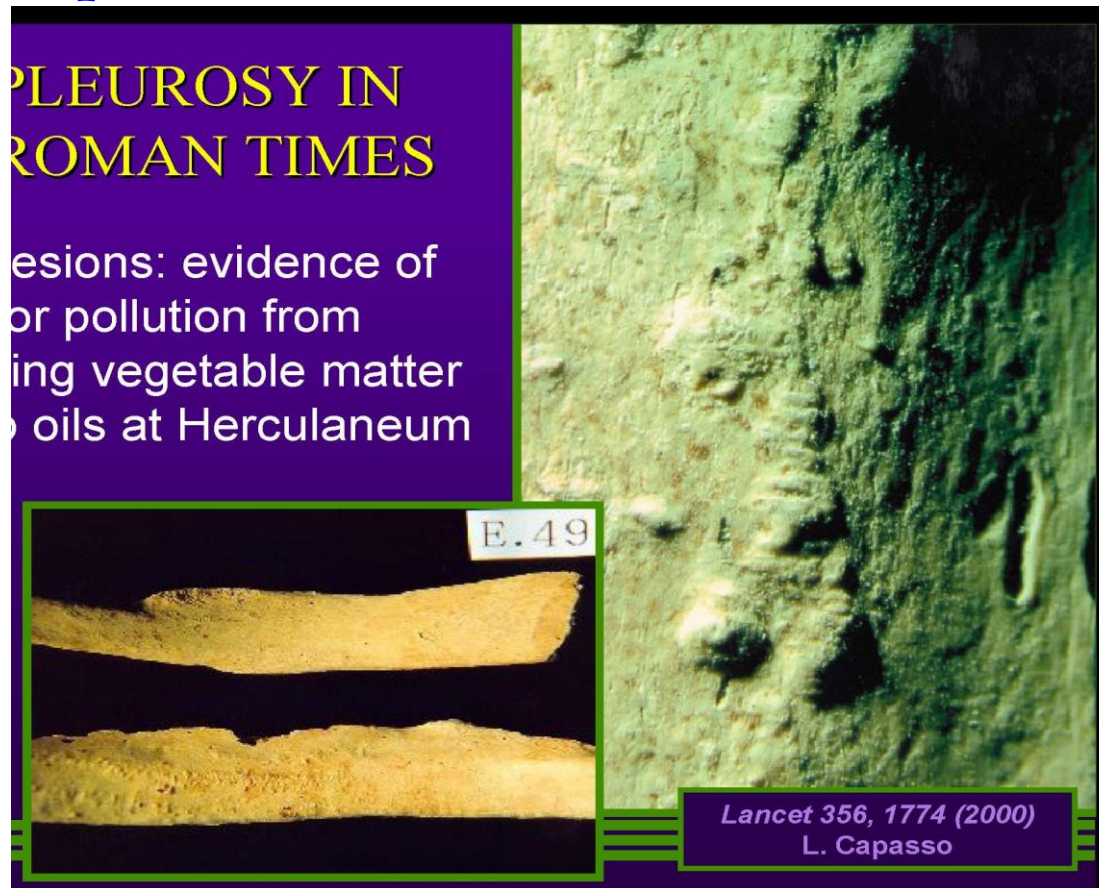


# Air and health

- ↪ The Hippocratic Corpus had linked air and health
- ↪ Vitruvius on Architecture sought the proper location of dwellings
- ↪ Seneca and culinary odours
- ↪ Initiated a long standing miasmatic approach to disease origin

# Pleurosy in Roman times

Rib lesions: evidence of indoor pollution from burning vegetable matter lamp oils at Herculaneum



# Legislating the urban environment

## Frontinus The Aqueducts of Rome

- Sextus Julius Frontinus (*Curator Aquarum*)  
Governor of Britain ~AD75-78    “Infamis aer...”  
  “Gravioris caeli...”
- Improved Rome's water improved the air  
(miasmatic theory)
- Rise of the professional administrator
- Moving industry (glass making) to suburbs



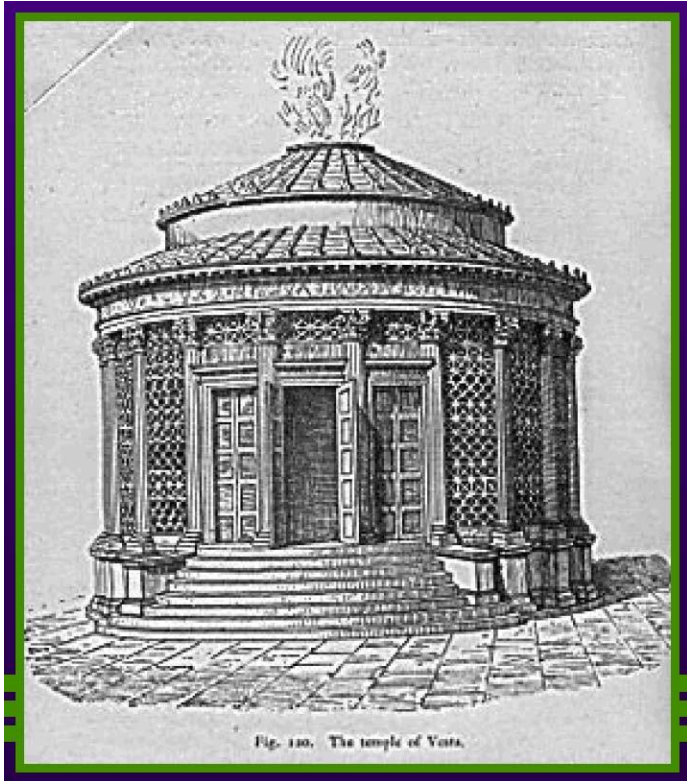
# Smoke like water

Urban servitudes

Roman nuisance law treated neighbourly behaviour

Smoke often treated like water...you could no more let water drain across a house than smoke

# Blackened buildings



Your fathers' guilt you still must pay,  
Till, Roman, you restore each shrine,  
Each temple, mouldering in decay,  
And smoke-grimed statue, scarce  
divine

*Odes and Carmen Saeculare*  
Horace

# Middle East



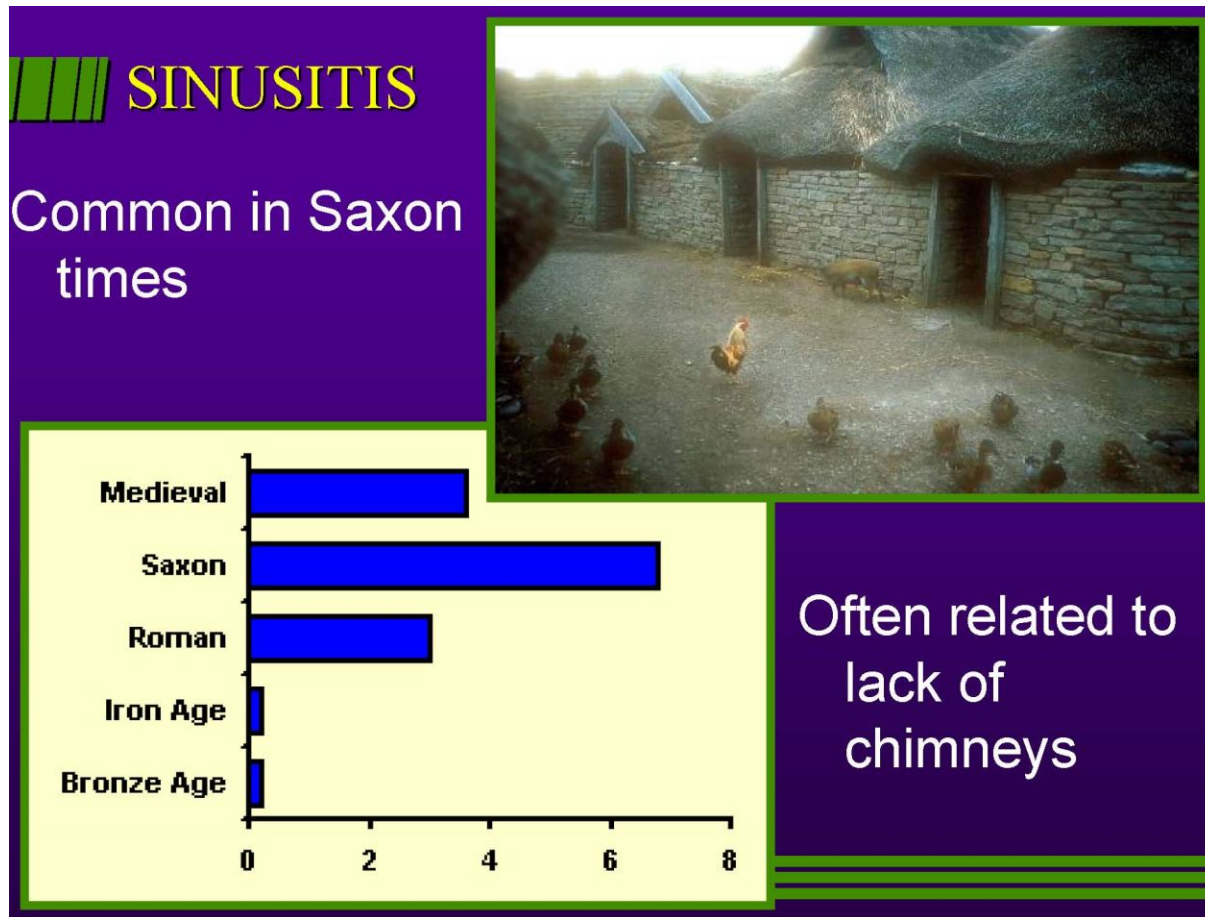
Arab inheritance of classical learning meant an understanding of focus air pollution and health by 10th C.

Hebrew Bava Batra and Ktubot describe laws: “You can't take a wife out of the village to a city...”

Rabbi Shlomo Yitzhaqi (“Rashi” 1040-1105) says this is “because the city is crowded and has no air.... In the village the air is nice”

# Sinusitis

Common in Saxon times



# Rain and fertilization (N)

**Vitruvius [~5 BC]**

“Itaquequæex imbribus aqua colligitur salubriores...”

**John Evelyn [1676]**

“rain impregnated with celestial nitre...”

**Samuel Johnston**

“rain is good for vegetables”



# Rain and damage

## Pliny the Elder (23-79AD)

Saline rain damage to crops

## Hildegard von Bingen [1140AD]

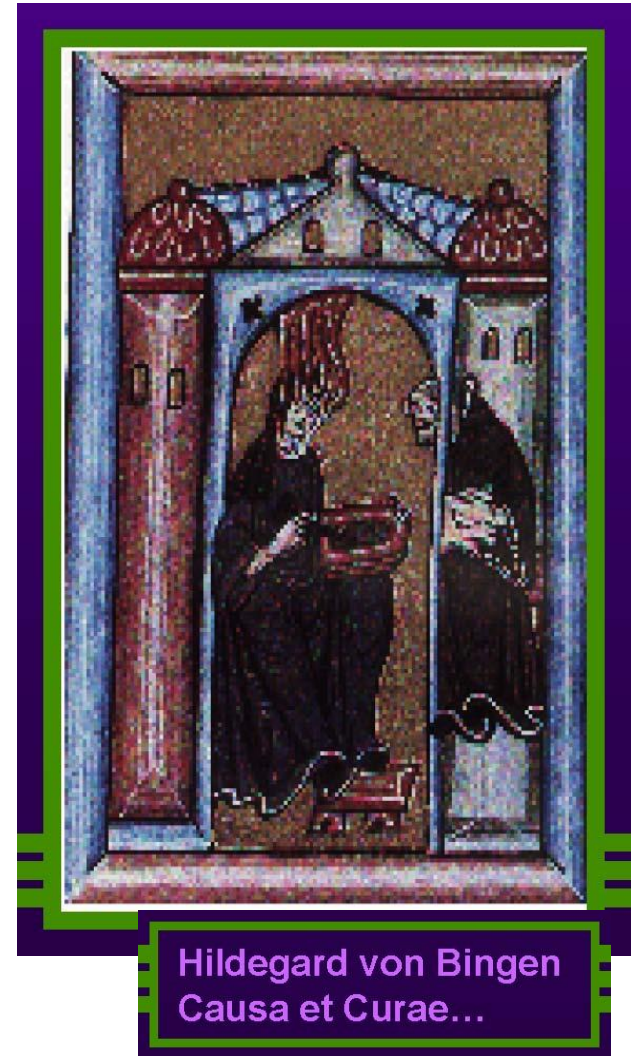
Dust unhealthy for plants

## John Evelyn [1661]

SO<sub>2</sub> damages plants

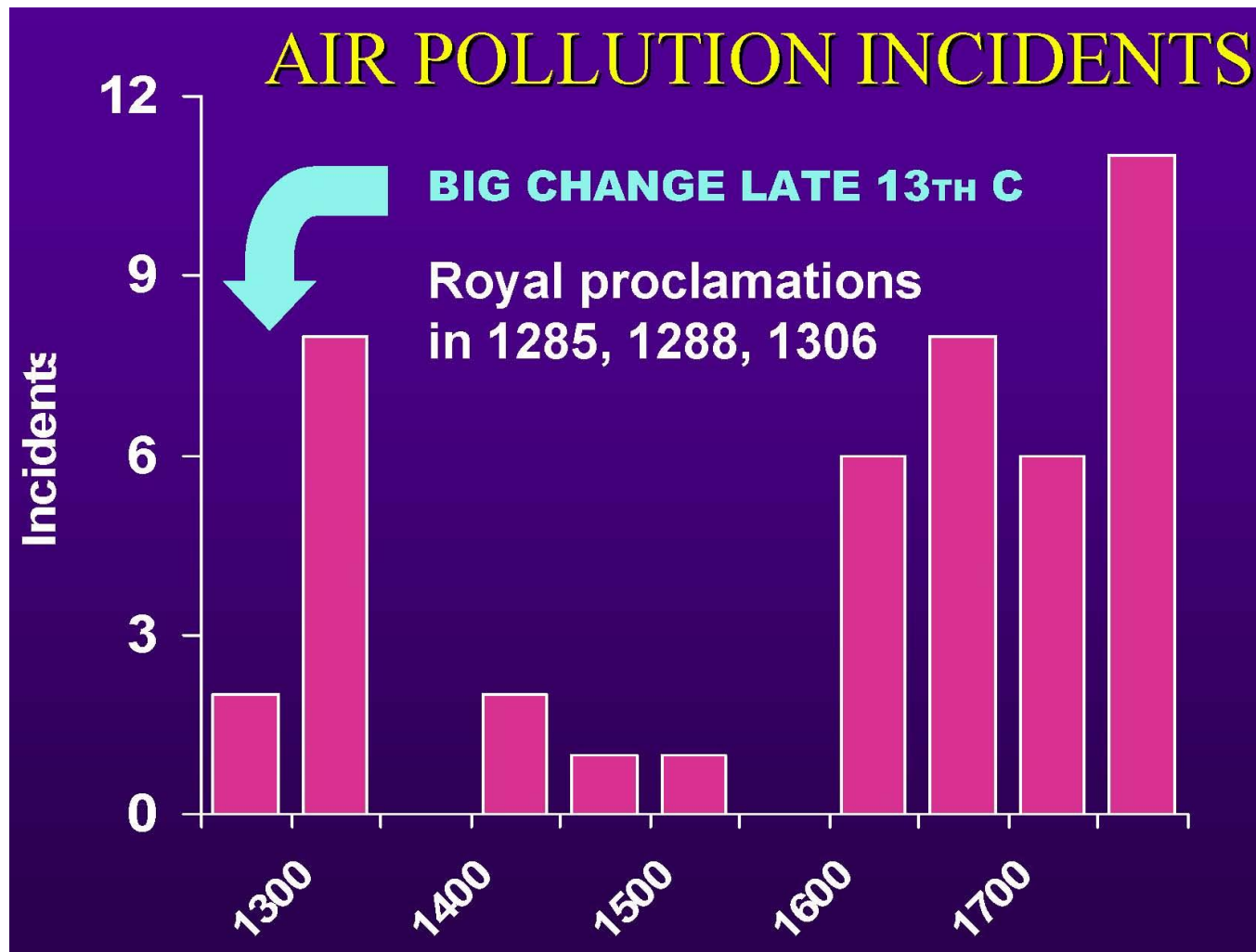
## Fabri [1670]

Volcanic acid rain damages fruit



Hildegard von Bingen  
Causa et Curae...

# Air pollution incidents



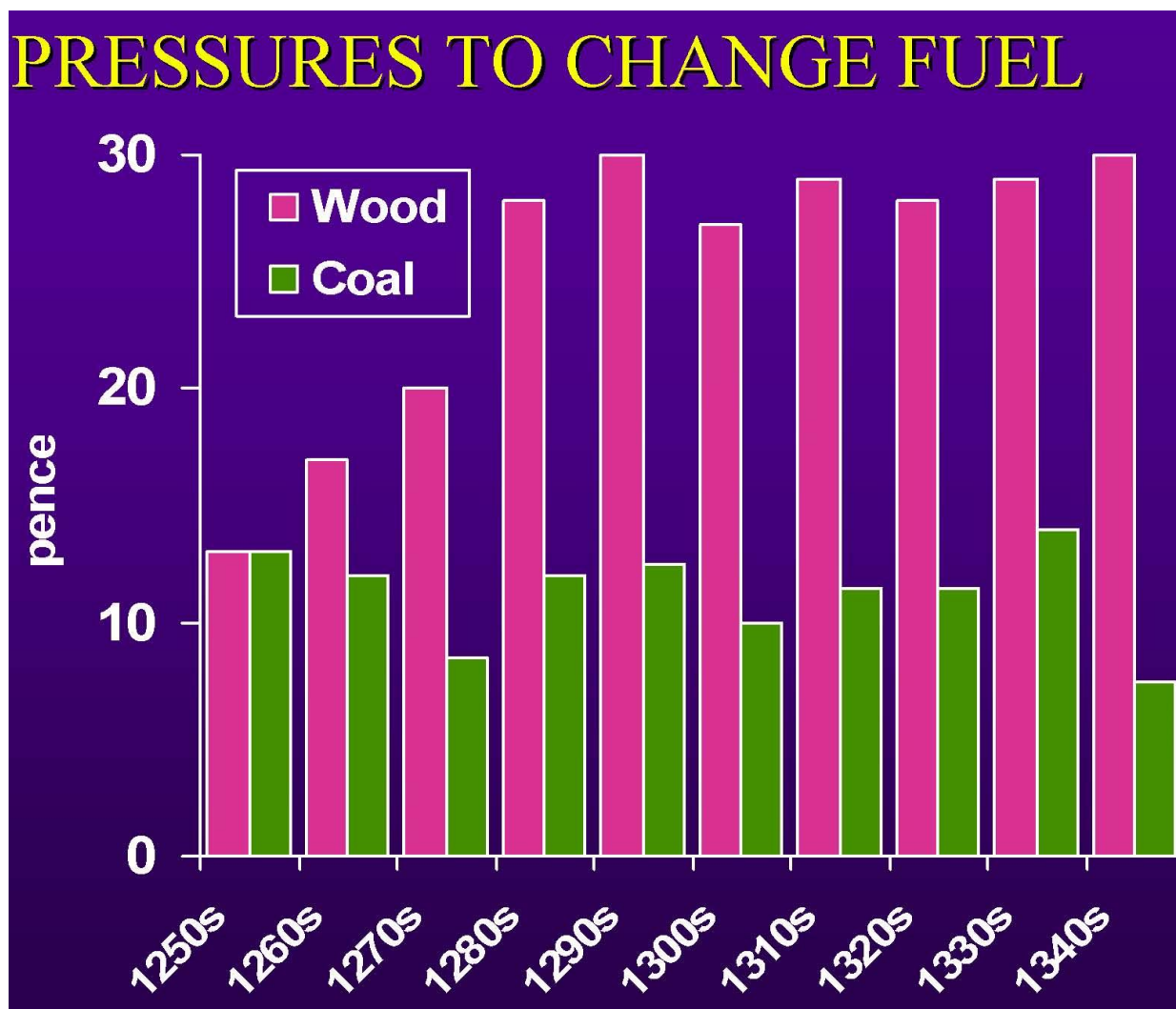
# Air pollution problems

## FUEL FOR MAKING CEMENT

- Building at Westminster  
1253 Henry III ordered oak brushwood
- Order of 23 July 1264 “purvey for the King in London... a boat load of sea-coal”



# Air pollution problems



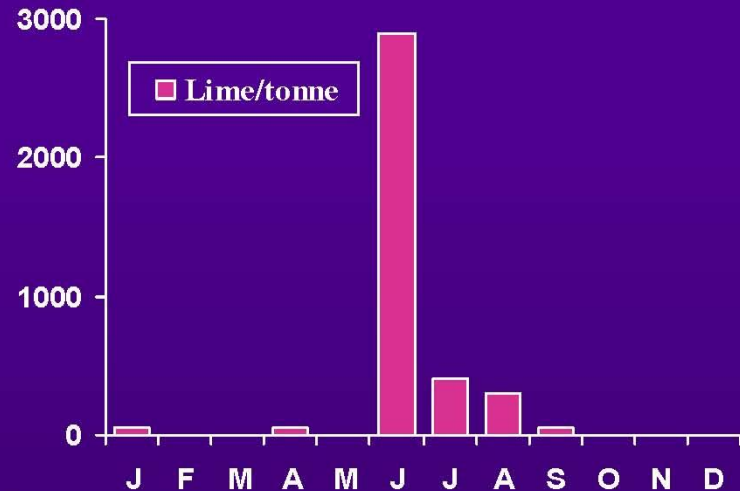
# Pollution seasons c 1300

## SEASONS c1300

Summer building works:  
extensive production of lime

Air pollution incidents  
mostly in summer

In 1950s smoke a winter  
problem - household heating





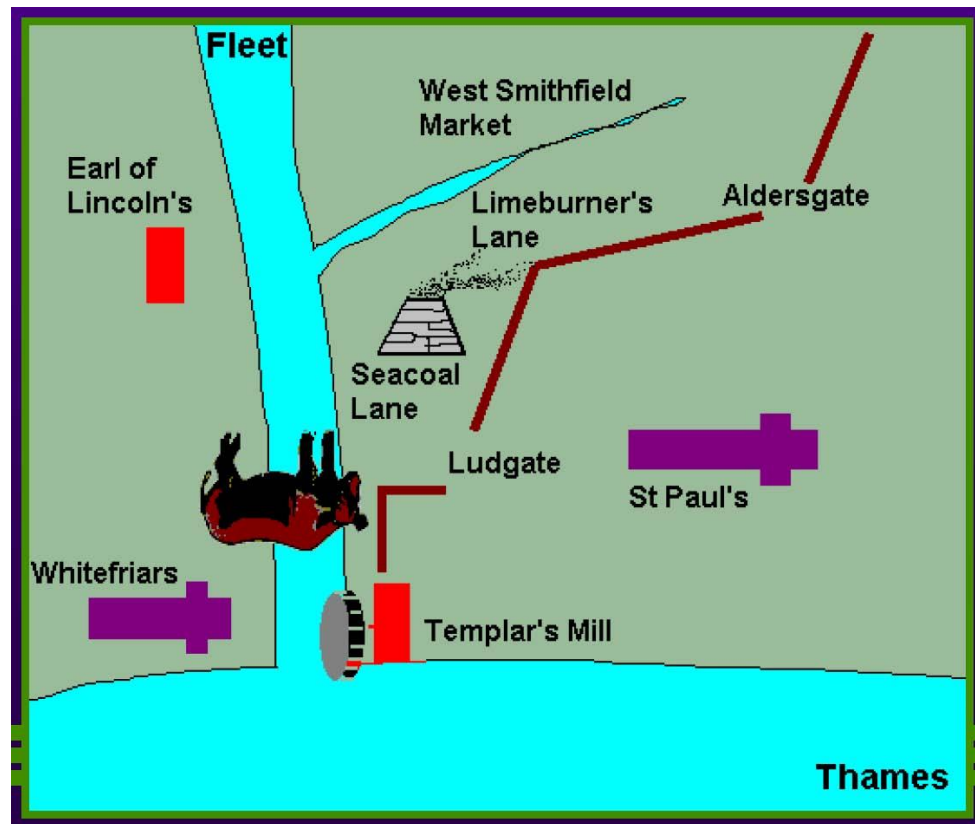
# Pollution in the West c 1300

## Problems near the River Fleet

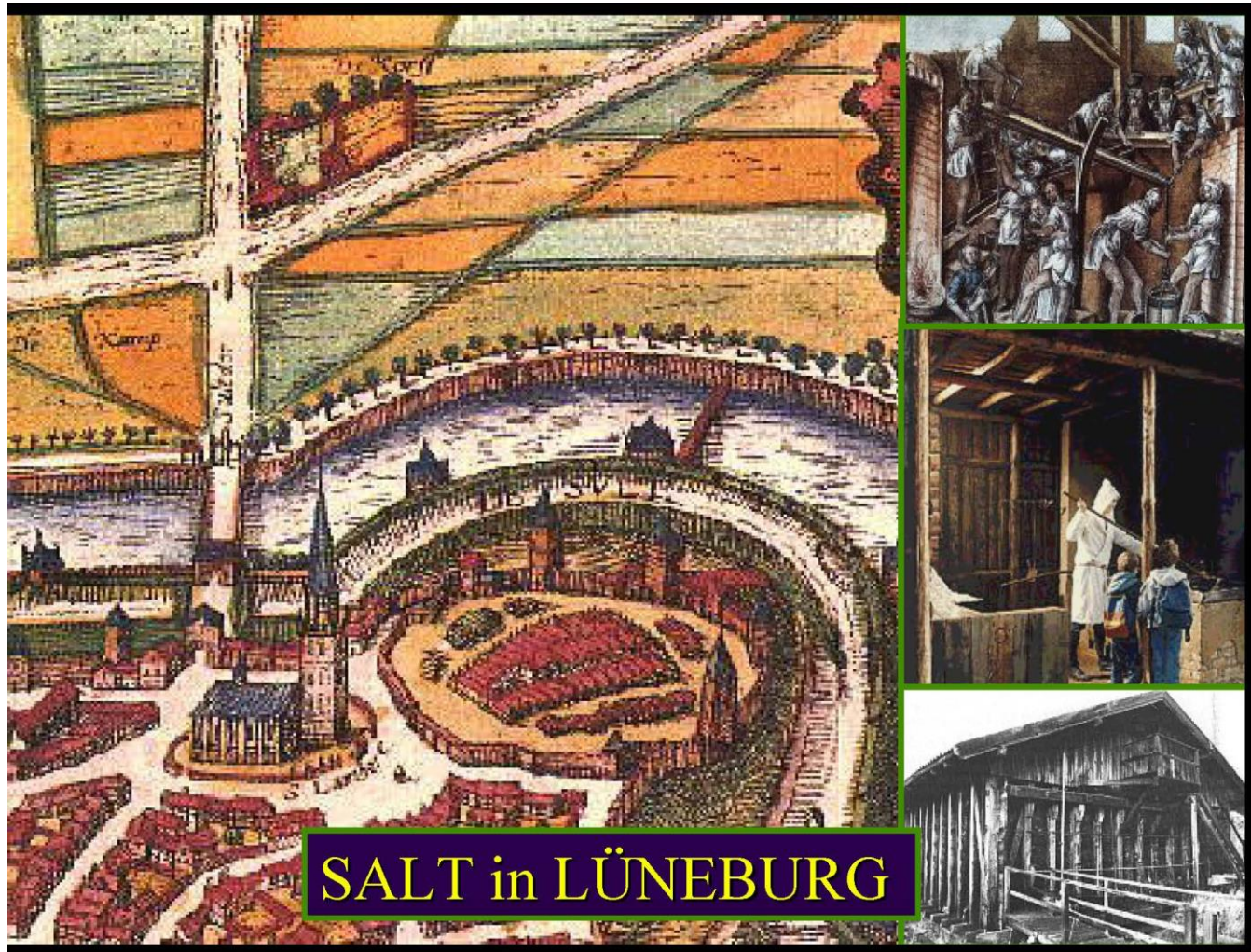
Odour and miasma

Coal use

*Socio-political context*



# Salt mining in Lunebürg



Research Centre for Toxic Compounds in the Environment

<http://recetox.muni.cz>



# Salt mining in Lunebürg



Braun and Hogenberg  
*Civitates Orbis Terrarum* (1572) from  
woodcut Sebastian Münster (1550)

# Chimney heights or economics

“...the chimney is lower by 12 feet than it should be.... And the stench of smoke from the sea-coal used in the forge penetrates their hall and chambers so that (earnings drop to a third)”

London Assize of Nuisance (1301-1431)

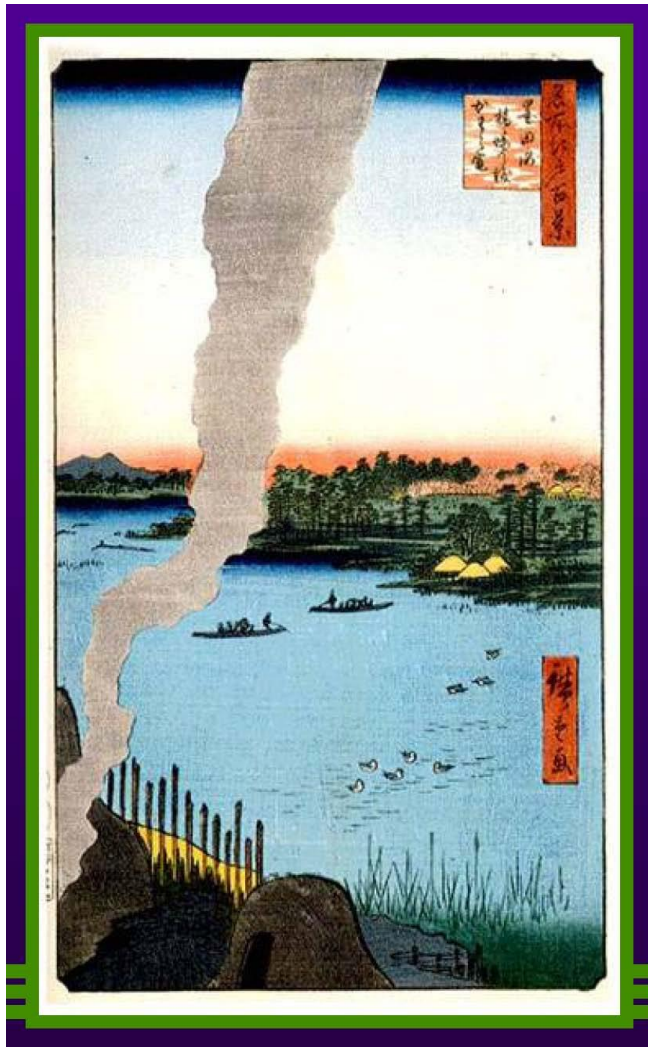
# Nocturnal inversions

A group of black smiths in 14<sup>th</sup> C London thought that sea-coal should not be burnt at night.

Cal Early Mayor's Court Rolls



# Industrial pollution in Asia



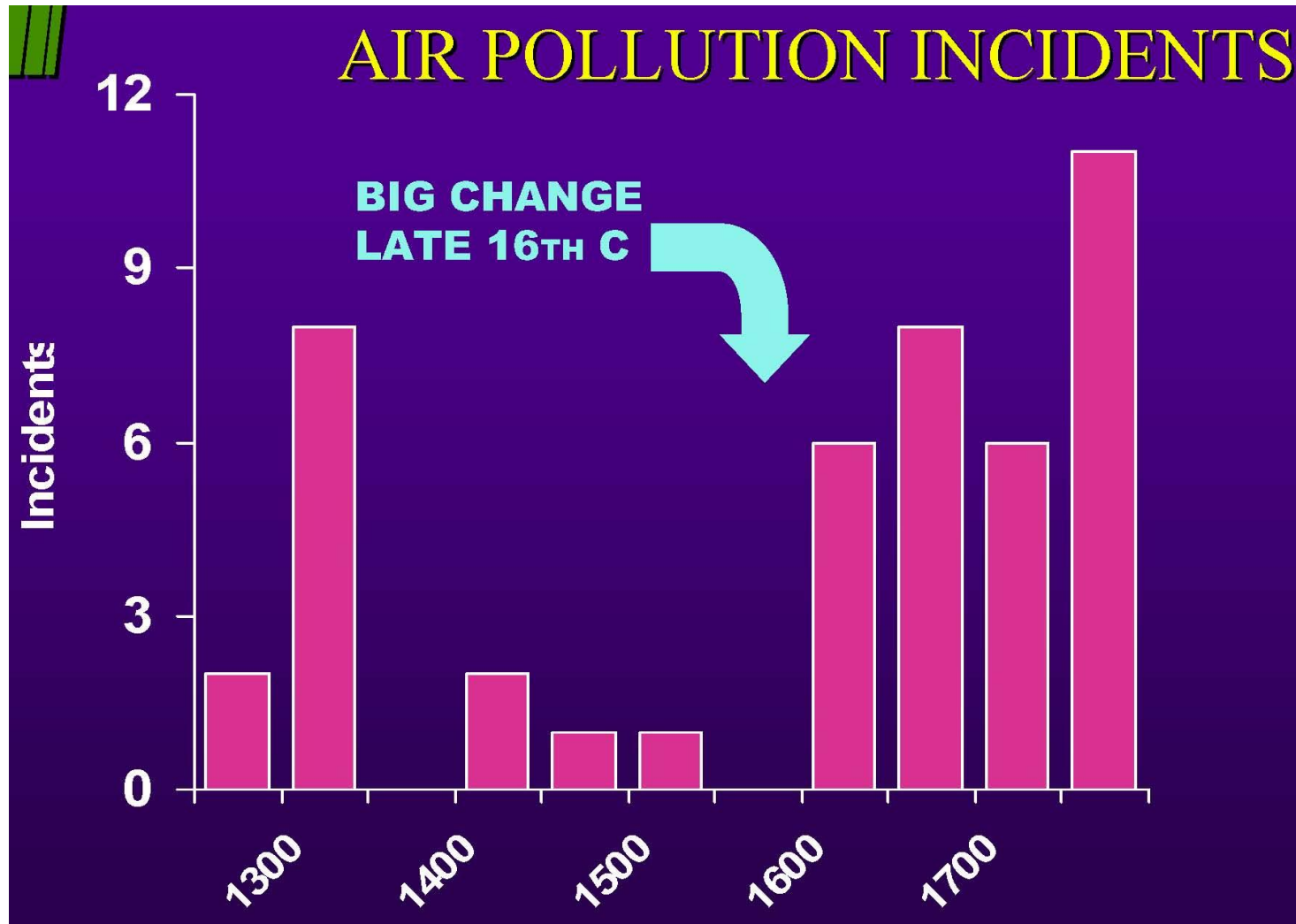
- Use of coal relatively late, so sulphur emissions comparatively low.
- Nevertheless early complaints of pollution, e.g 18<sup>th</sup> C breweries in Bangkok

Hiroshige: Lime kilns  
at Hashiba Ferry, Sumida River  
*One Hundred Famous Views of Edo*

# Kiln



# Air pollution incidents





# William LAUD

Losing you head over air pollutants

Boring or brewing



# Air pollution problems

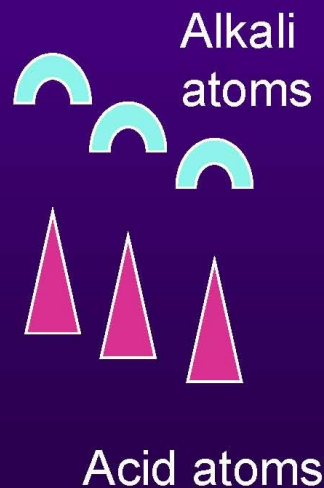
## Sir Kenelme DIGBY

Van Dyck



“Coal hath...  
volatile salt very sharp...”  
dissipated to atoms  
in smoke

*A Discourse on Sympathetic Powder 1658*





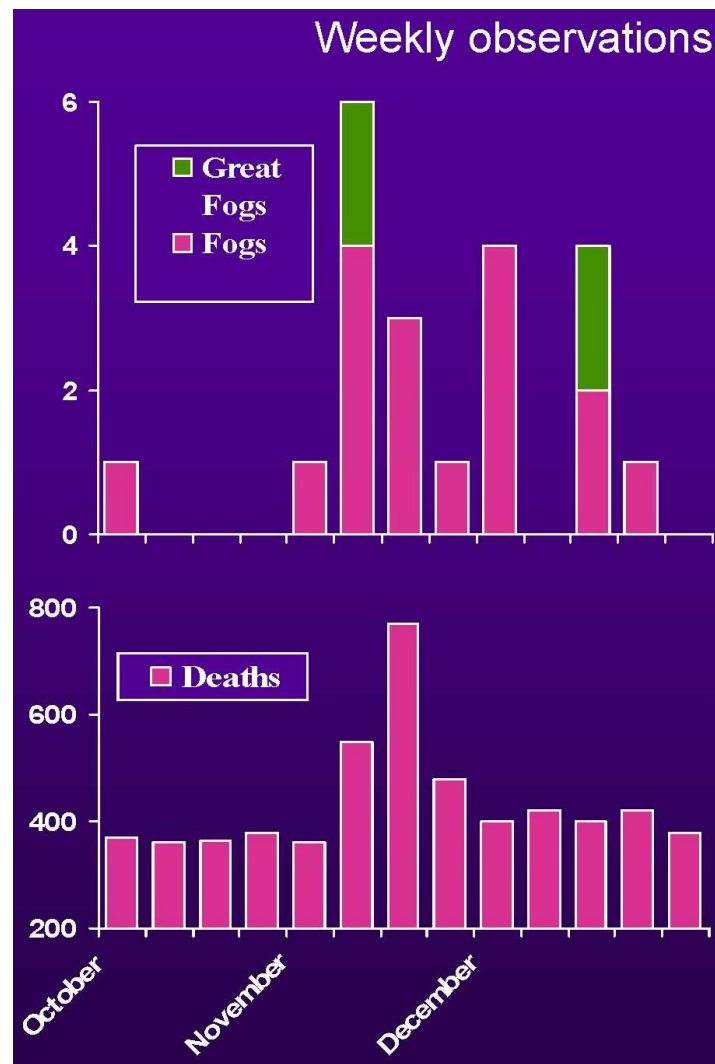
# Death by fog

John GRAUNT

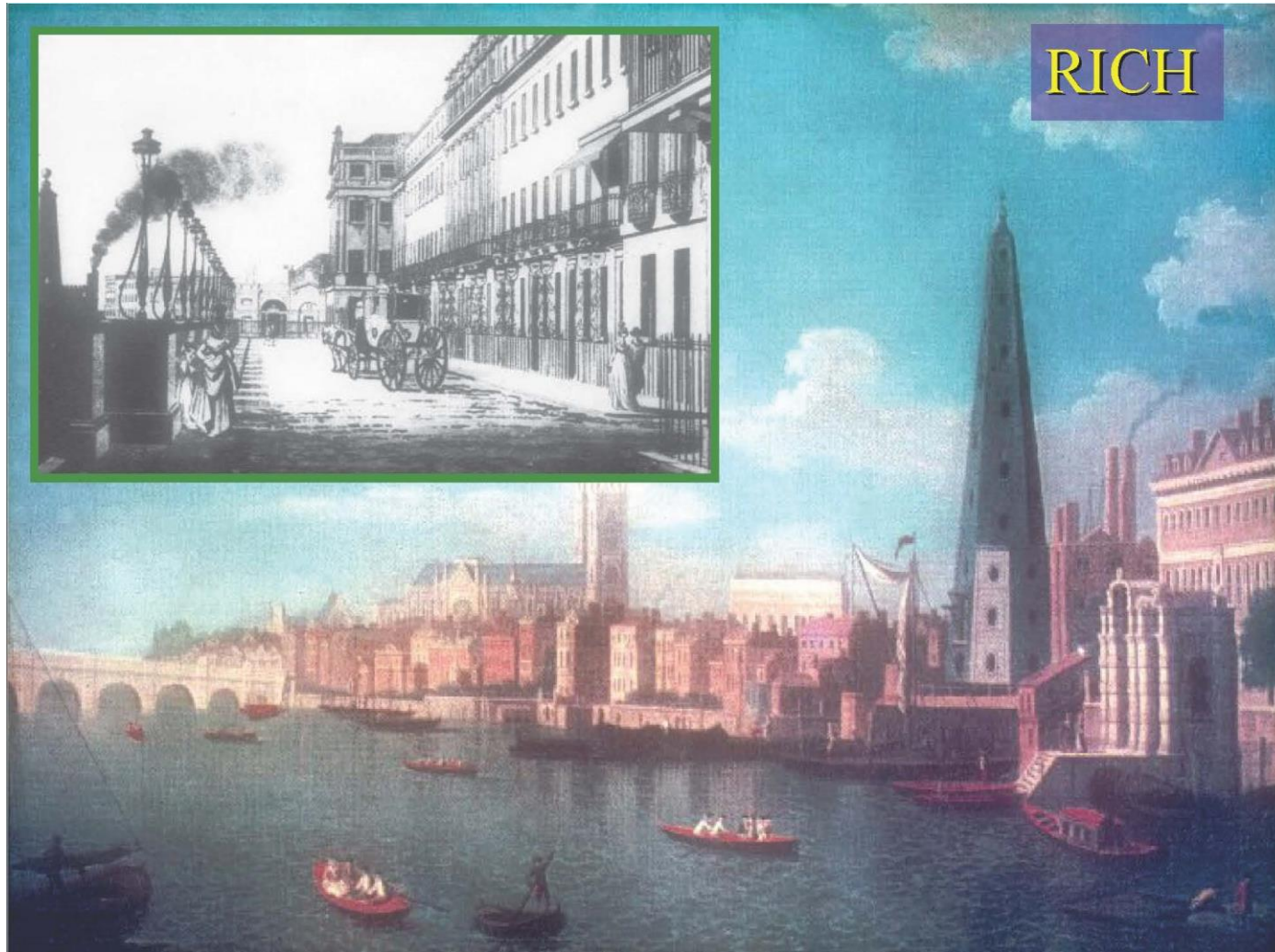
The winter of 1679

Deaths very high after weeks  
of fog

Especially from tisick and  
among elderly



# Air pollution problems



# Percival Potts and the climbing boys

## PERCIVAL POTTS AND THE CLIMBING BOYS

- Potts first recognised occupational cancer through exposure to coal tars (1775)..
- Scrotal and nasal cancers among chimney sweeps
- PAH



### THE WATER-BABIES

down his scythe; caught his leg in it, and cut his shin open, whereby he kept his bed for a week; but in his hurry he never knew it, and gave chase to poor Tom. The dairy-maid heard the noise, got the churn between her knees, and tumbled over it, spilling all the cream; and yet she jumped up, and gave chase to Tom. A groom cleaning Sir John's hack at the stables let him go loose, whereby he kicked himself lame in five minutes; but he ran out and gave chase to Tom. Grimes upset the soot-sack in the new-gravelled yard, and spoilt it all utterly; but he ran out and gave chase to Tom. The old steward opened the park-gate in such a hurry, that he hung up his pony's chin upon the spikes, and, for aught I know, it hangs there still;

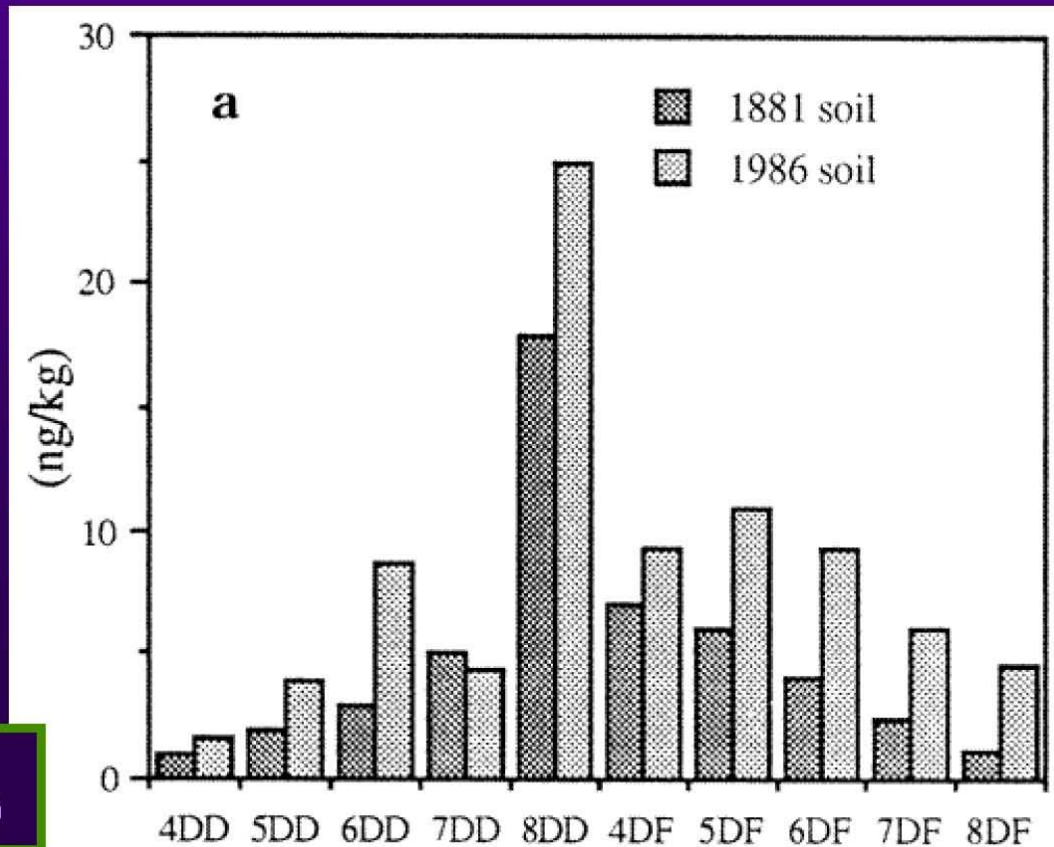
[ 4 ]



*The Water-Babies,*  
Charles Kingsley (1862-1863)

# History of PCDDs/Fs

Long record of deposition at Rothamsted – coal and wood burning



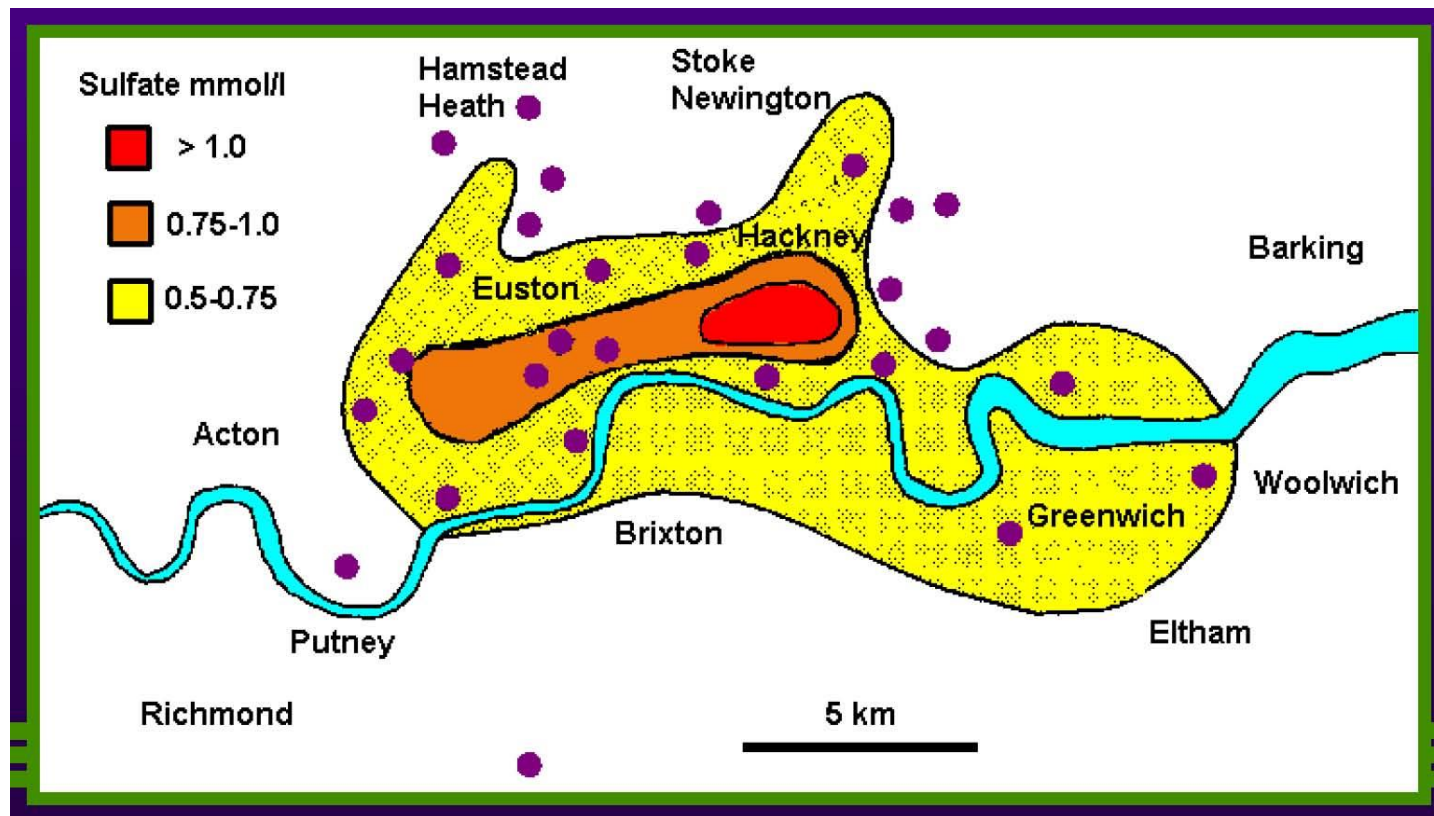
R. E. Alcock *et al* (1998)  
*Environ. Sci. Technol.* 32, 1580



# Poverty and pollution

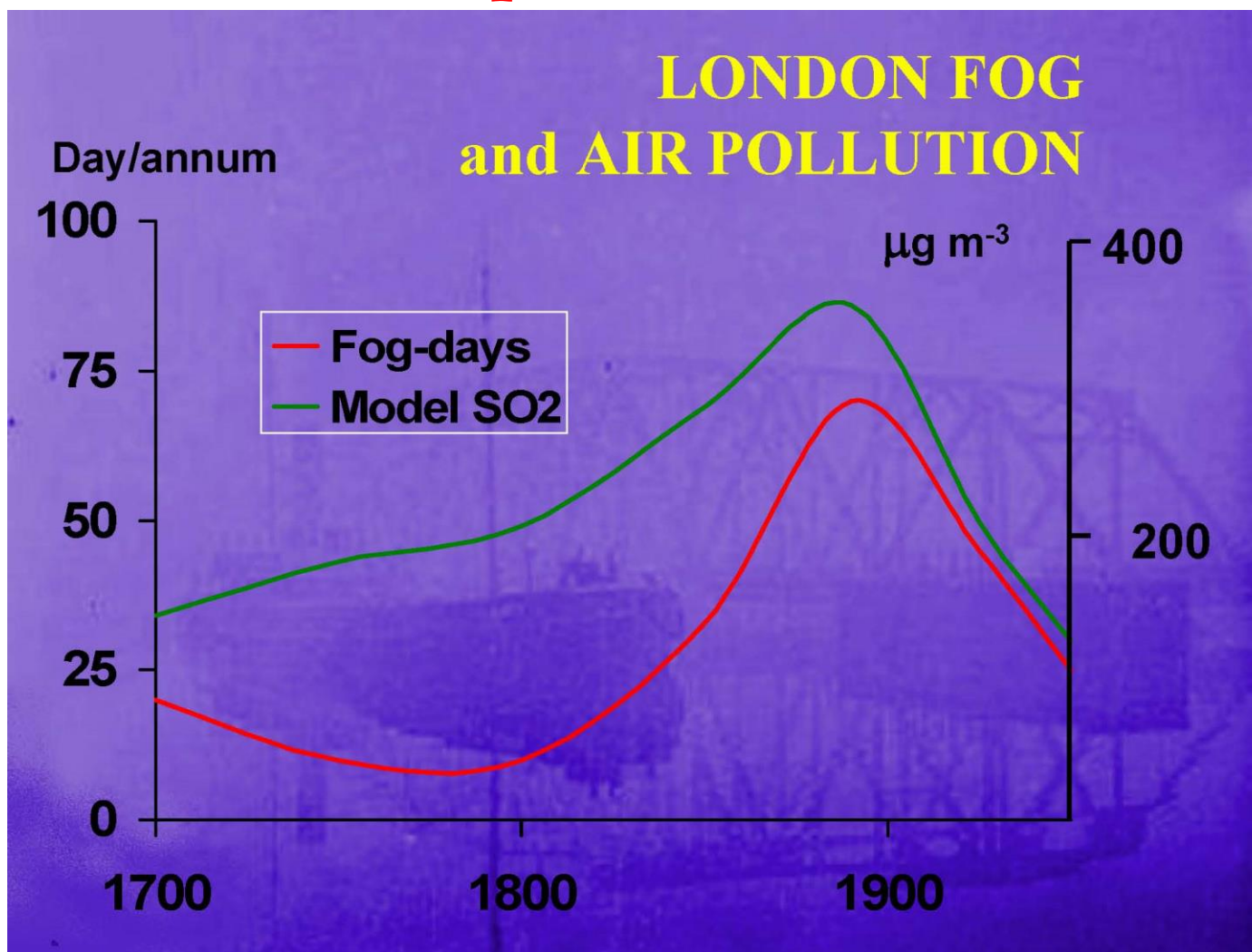
## Pollution of rain 1870

R. A. Smith placed tin cans on fire-stations in London





# Air pollution problems – London fog and air pollution

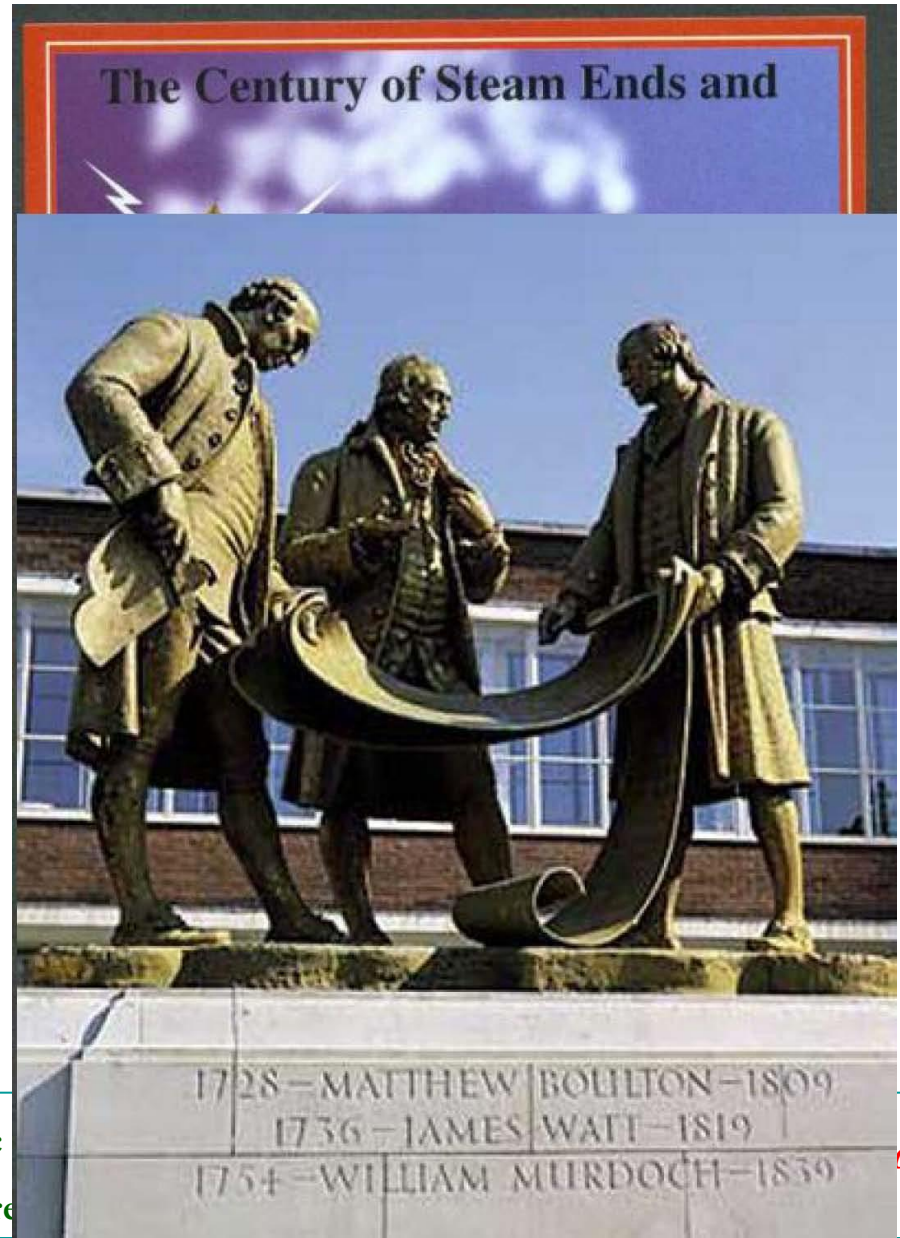


# Burn your own smoke

Go fly a kite!

Benjamin Franklin advised  
Boulton and Watt

Smoke as waste fuel (lost  
profit)



# Alkali Act (1863) - Best practical means (now BPEO)

Robert Angus Smith

The first Alkali Inspector to stop HCl emissions in Caustic Soda production for soap making

Basis for Success

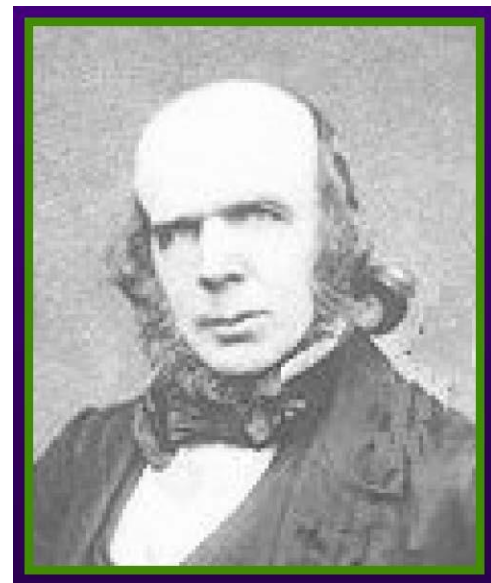
Manufacturers tired of litigation

Generated profit (sell HCl)

National: affected all equally

Emission control

Best practical means as an alternative legislative





# CALCUTTA - problems from the 18thC



- Victorian experts Grover and Nicholson went and pushed for stringent smoke inspection
  - Some measure of success
- smoke observation are not always reliable

# Controlling furnaces key to controlling smoke

Smoke abatement clauses in Public Health Acts

Developed an inspectorate

Often emphasised training of stokers

Encouraged the adoption of automatic stoking



# Environmental inspection

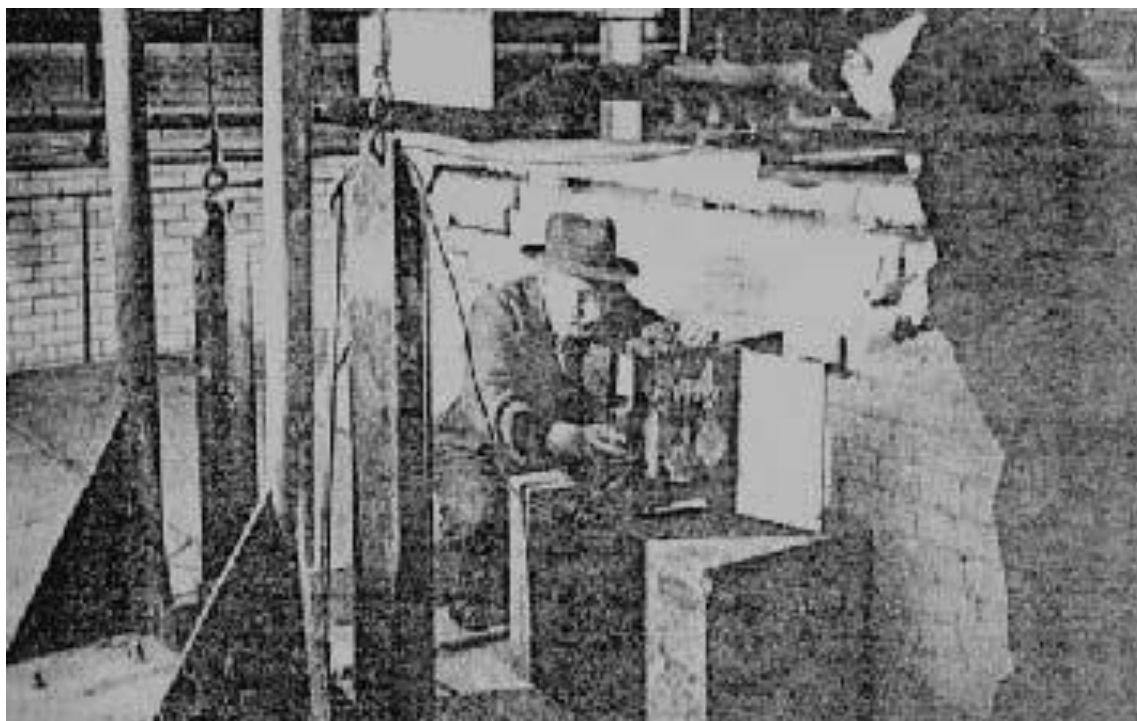
## PROFESSIONALIZATION

*key characteristic of the development  
of Public Health in the late 19<sup>th</sup> C*

Examinations for  
sanitary  
inspectors

Smoke inspectors

Specialization



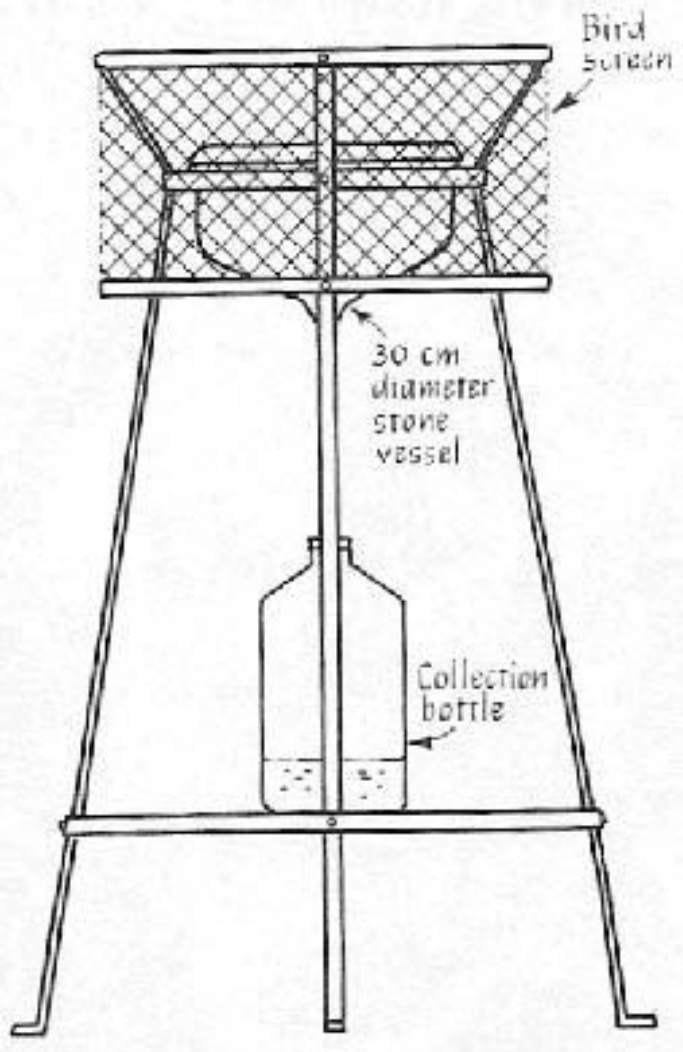
# Environmental inspection

- Selby Smelter commission in US c1900
- Smoke inspectorates developed
- Public Health widespread in Europe and North America
- Big debate in Germany on science of pollution damage to crops
- Germany emphasised training of stokers

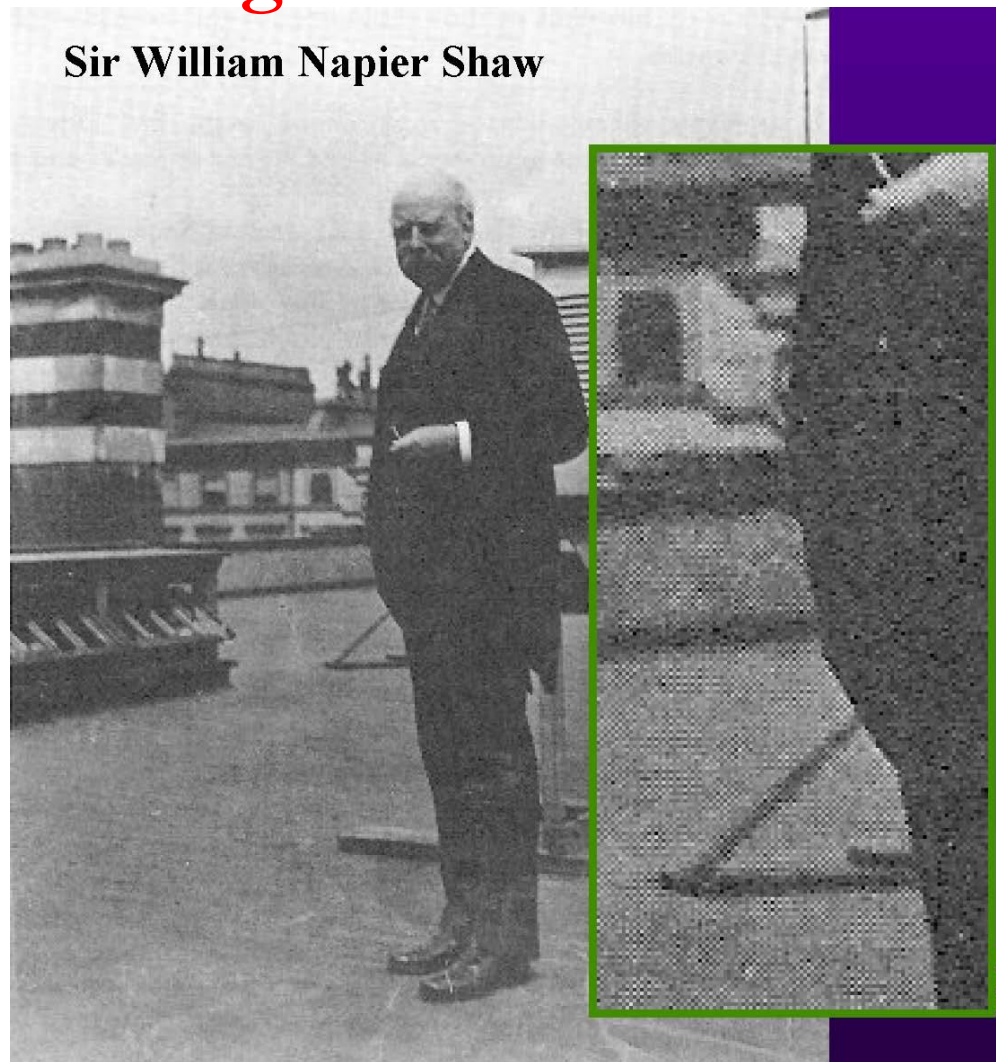


Black Point. Selby Smelter 1865  
Courtesy of The Bancroft Library. University of California

# Early meteorological office, air pollution monitoring

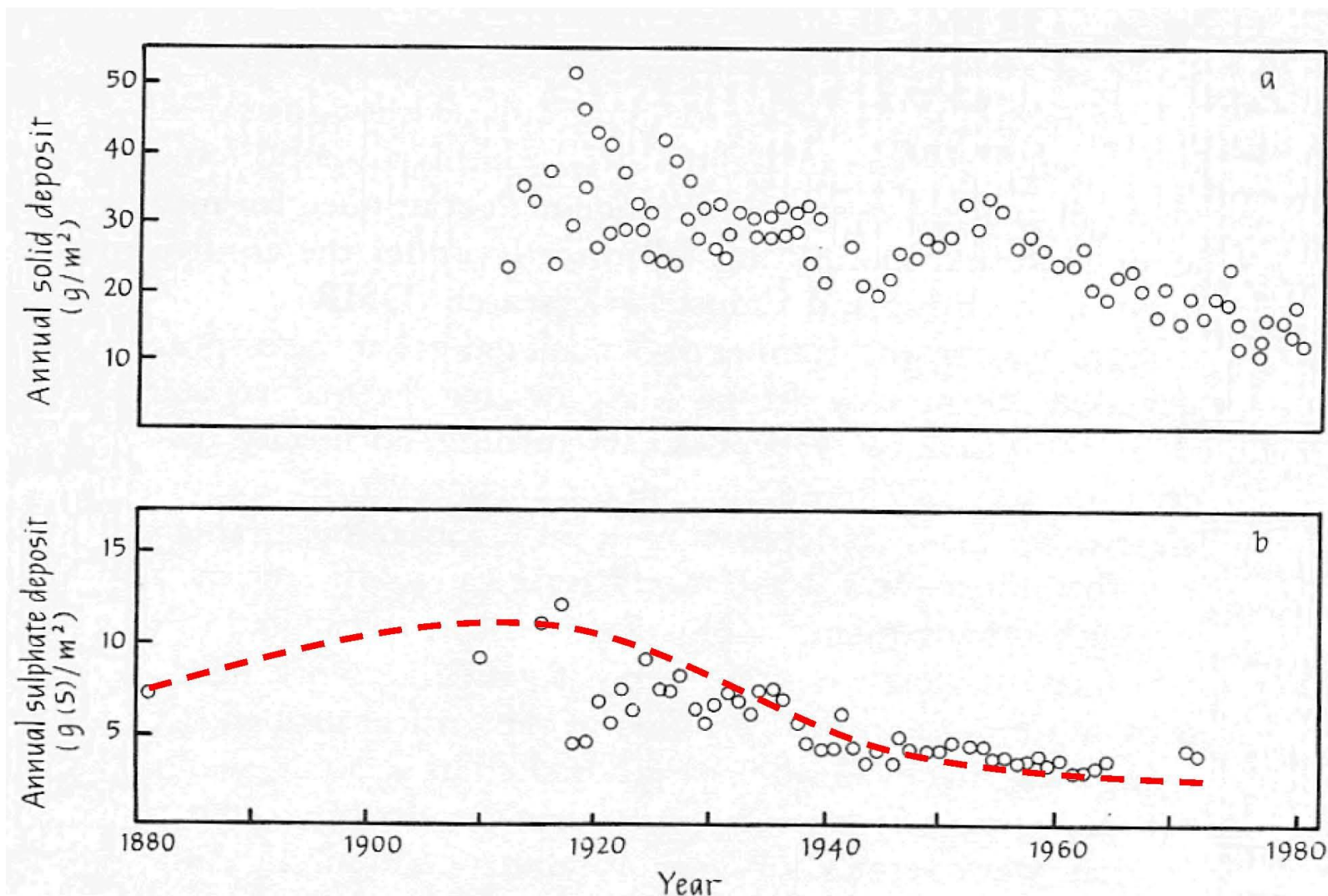


Sir William Napier Shaw





# Early measurements



# Post world was I





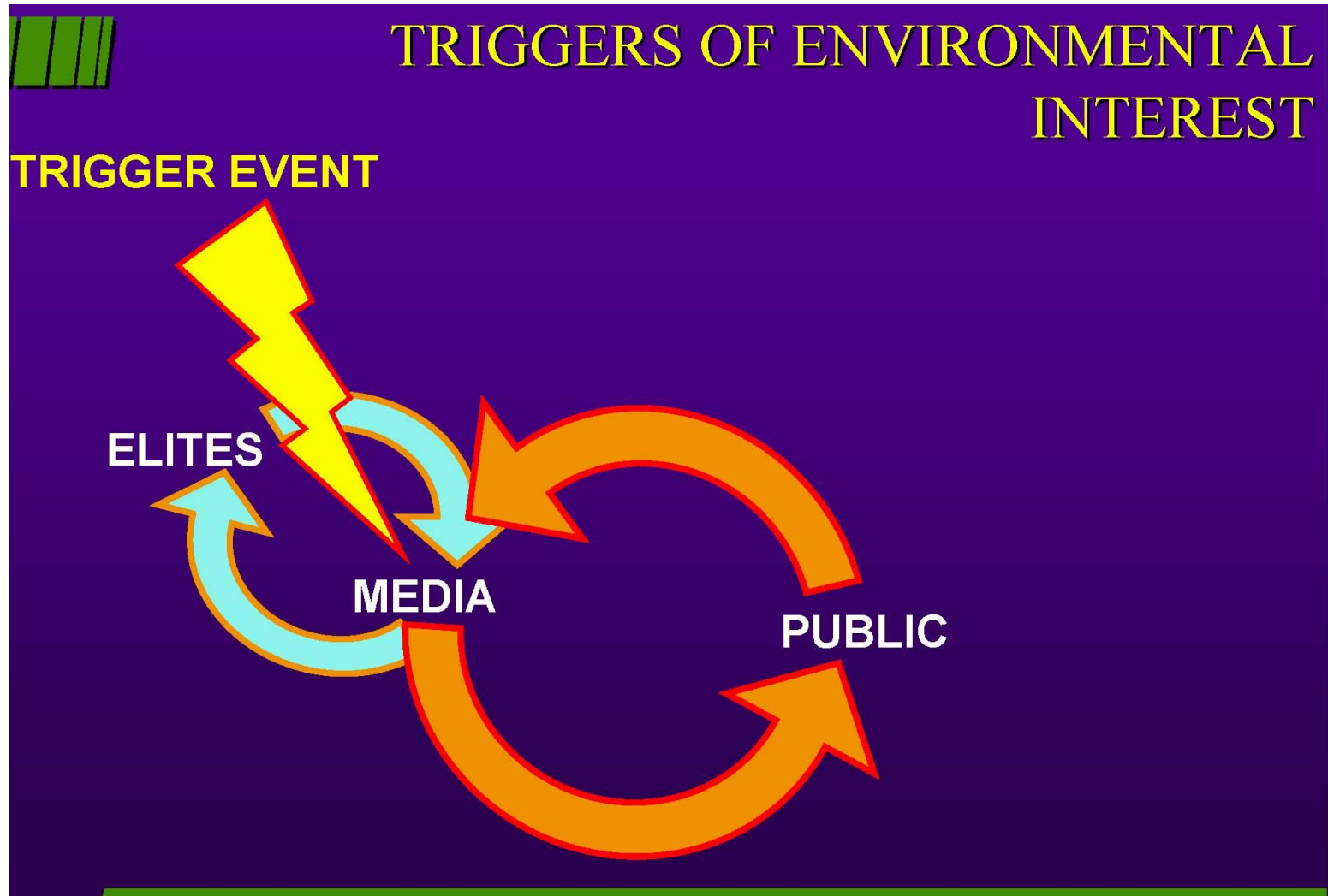
# BATTERSEA POWER STATION

Electricity (Supply) Act 1926 created  
*National grid, large power stations*

- 1927 London Power Co. gained consent to build Battersea



# Approaches



# Trigger-Barton Manchester “scorching hedges and fruit trees

- Manchester Corporation said statutes required them to produce electricity...
- House of Lords (1929/1930) statutory powers cannot excuse nuisance
- Shock!  
A decision of great moment





# BATTERSEA HEADLINES 1929

- FAILURE TO FORSEE
- A DEPLORABLE STEP
- SULPHUR CLOUD
- BUILDING IN SPITE
- SUNLIGHT AND SMOKE
- OUTPOURINGS OF GREAT CHIMNEYS
- BATTERSEA'S FOLLY
- ALARM
- THE SITE
- GAS WASHING
- FUMES  
MENACE
- NOXIOUS GAS
- FUME STATION

*“This will kill every green thing within two miles of Battersea, rot all the buildings and bleach all the babies.”*

G. Fry Prime Minister's personal secretary

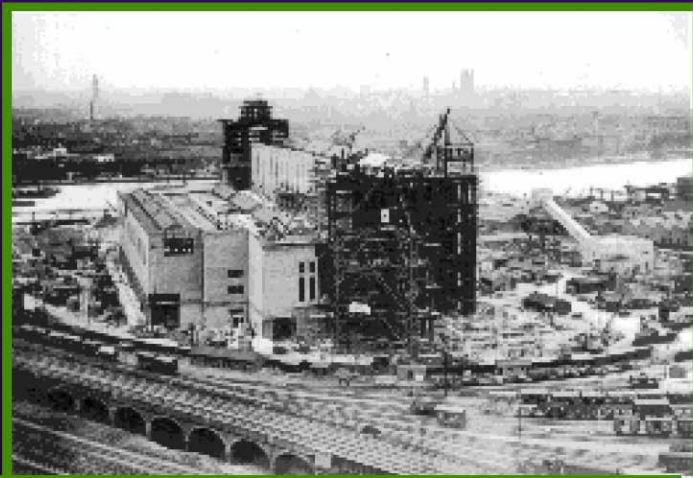
# Pollution worry from outset...but only among elites

Could attach conditions (1927)

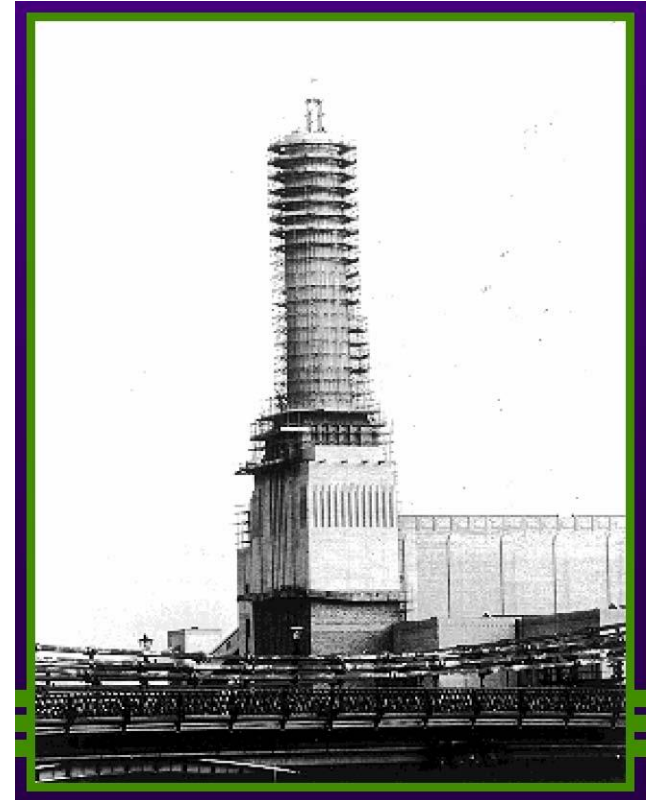
Not practical to revoke consent

Chimney heights

Gas washing (scrubbing)



**BUILDING IN SPITE OF PROTEST**





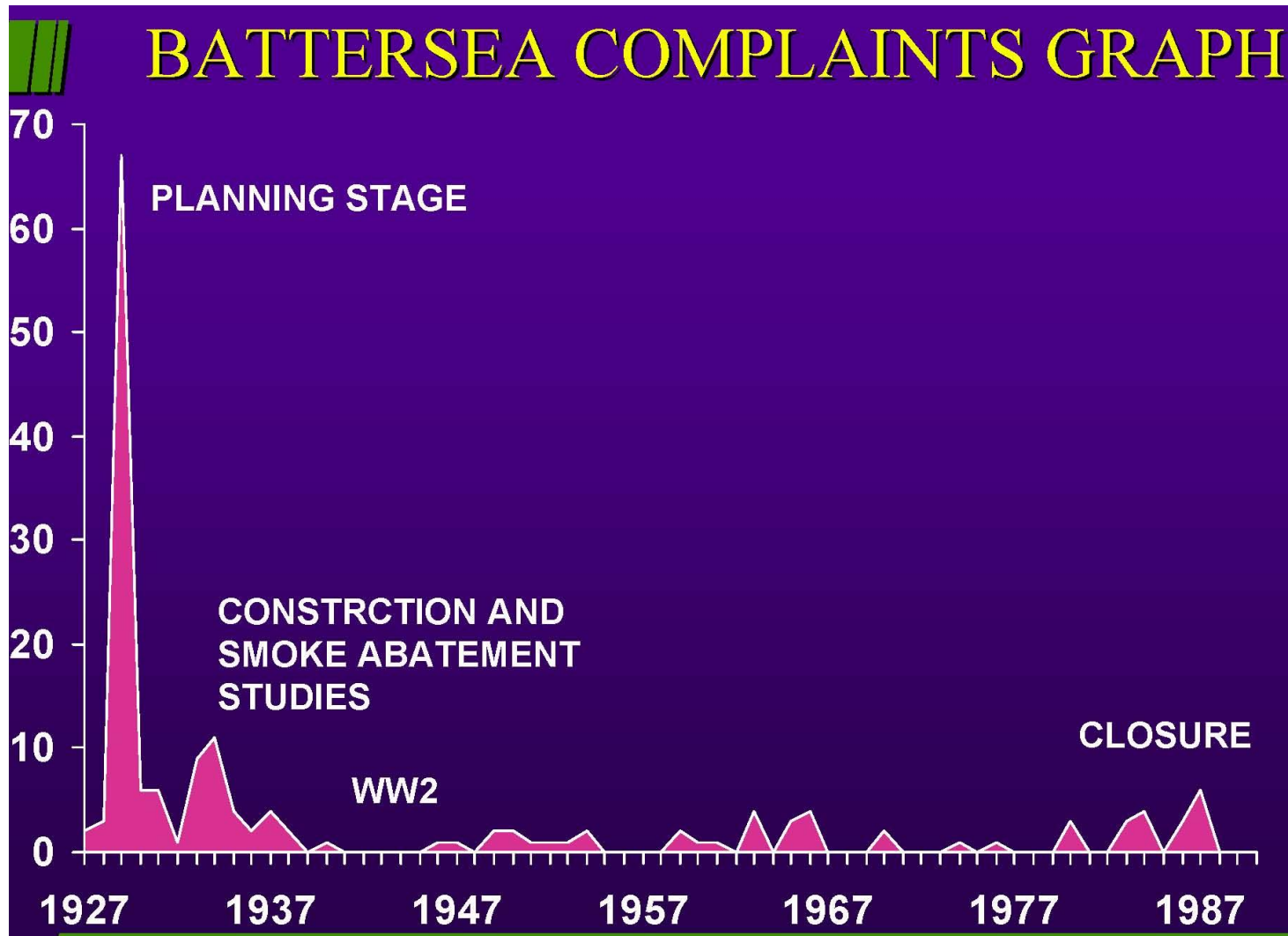
# At Battersea



As with Chelsea Works scrubbing not an entire success

Even blamed for 1952 fog

# Battersea



# Headlines after commissioning (1934)

- ↪ **Power**
- ↪ **Smoke without fumes**
- ↪ **A Riverside nocturne**
- ↪ **Biggest power station in the world**
- ↪ **The giant robot of Battersea**
- ↪ **Industry's smoke becomes beautiful**

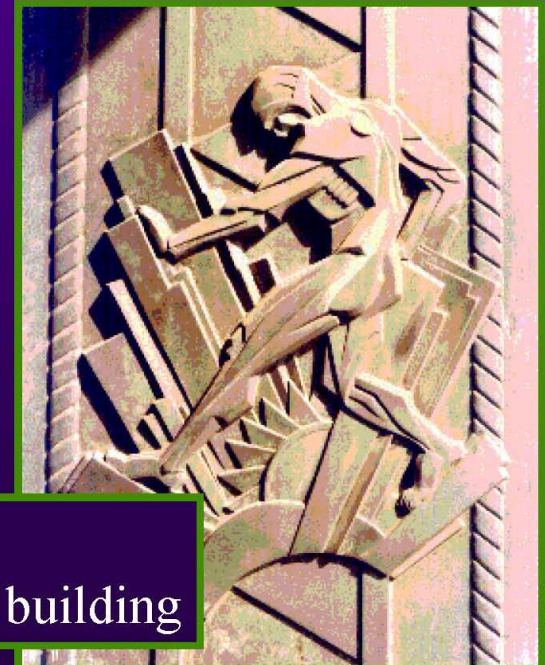
# Temple of power



- Fluted white smoke stacks – Greek Temple
- Turbine Hall as nave



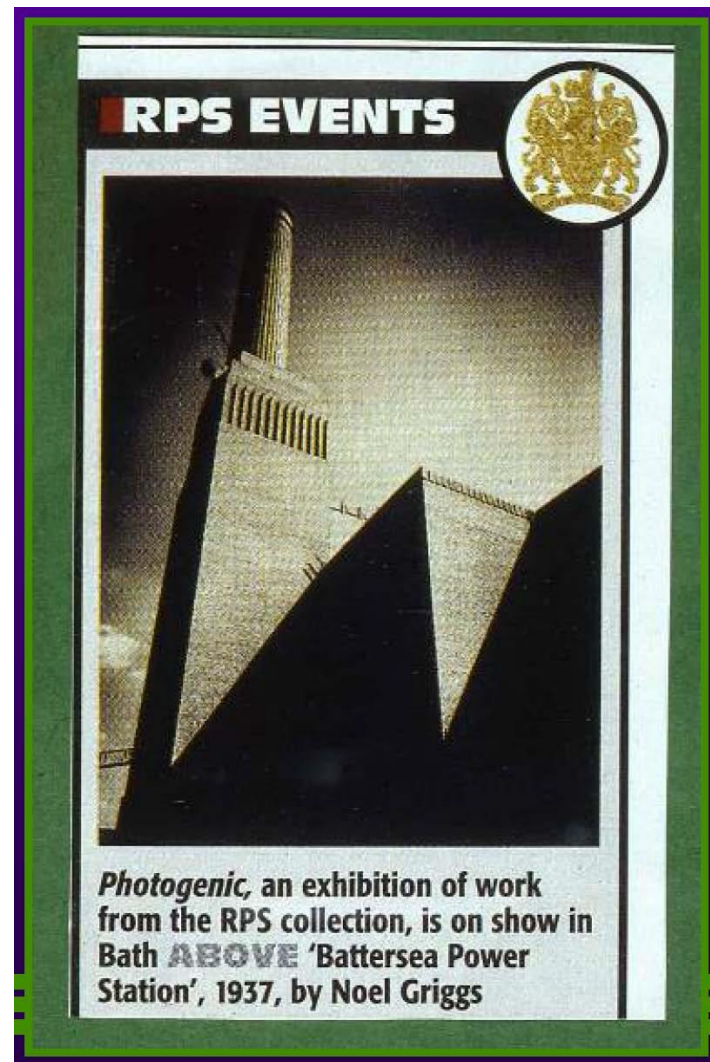
*Architects Journal* 1939  
celebrities vote it their 2nd favourite building





# Photographic competition

Memorable output can still be seen  
in retrospective exhibitions today





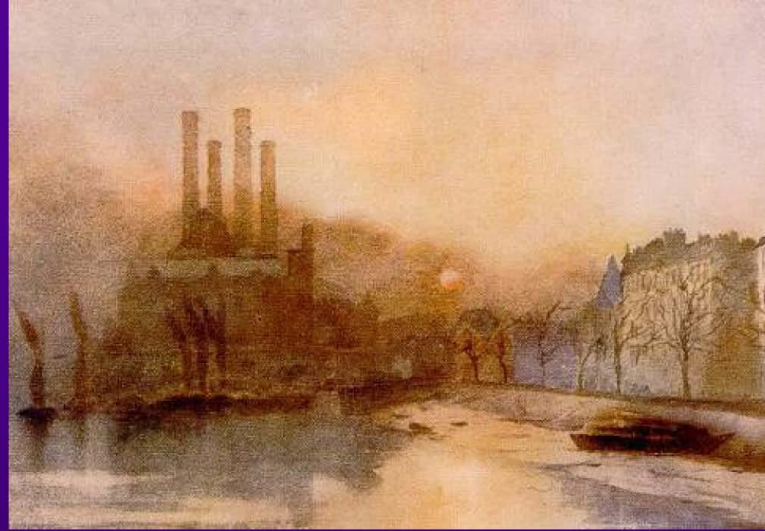
# Still photographed

## PHOTOGRAPHED



# Painted

## PAINTED



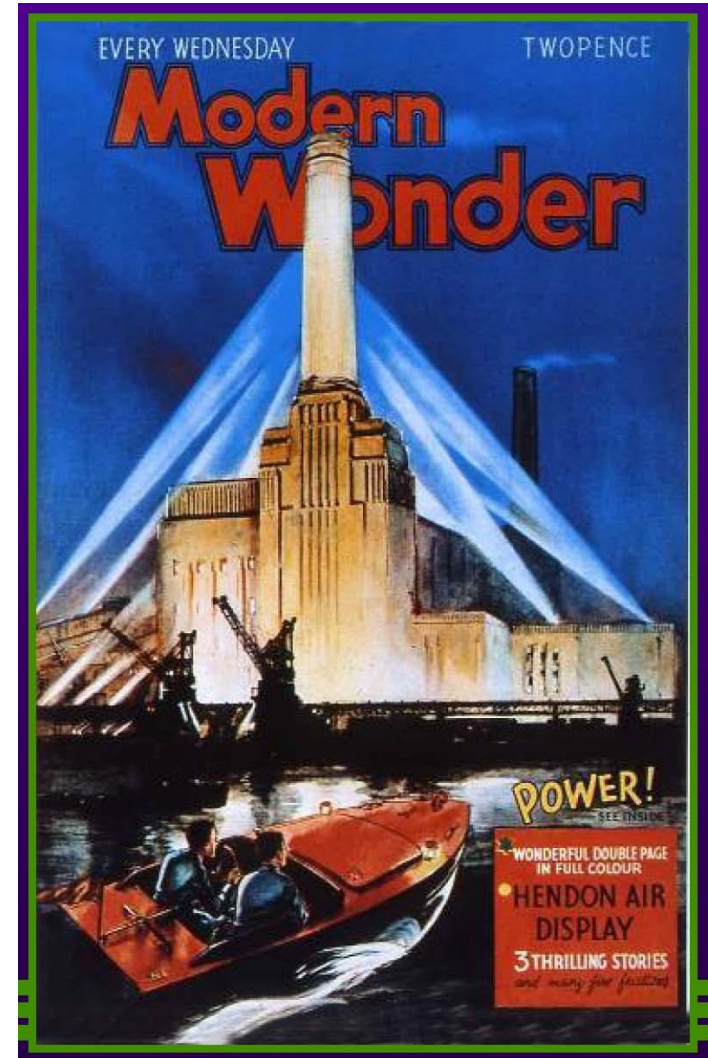


# Symbol of pride and modernity

## WONDERS OF WORLD ENGINEERING

BIGGEST POWER STATION IN  
THE WORLD

THE GIANT ROBOT OF  
BATTERSEA



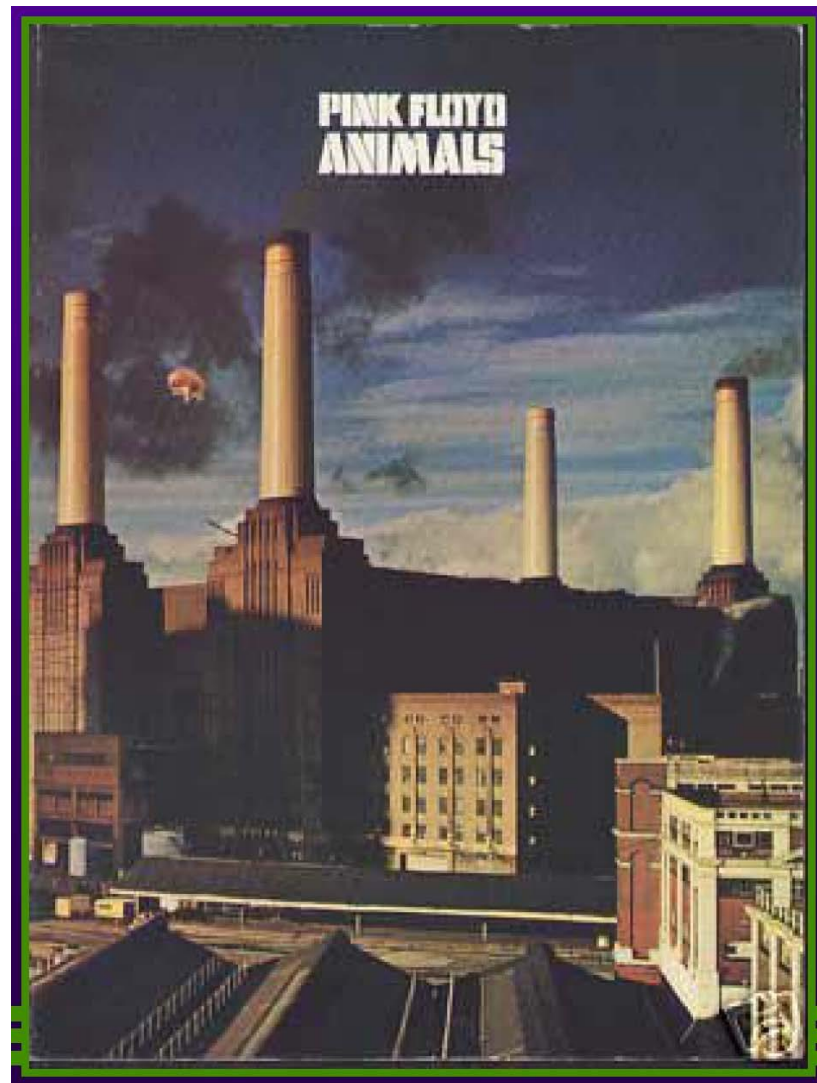
# Iconic status

Pink Floyd

Animals 1977

Songbook

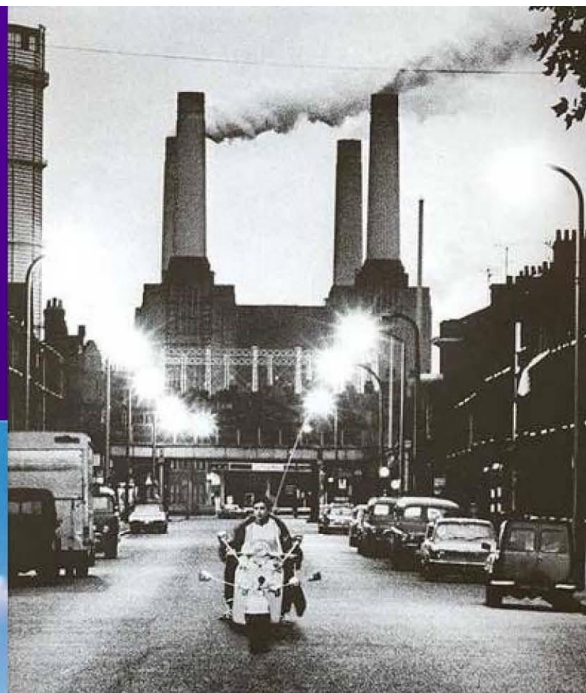
Album cover





# Iconic status

The Who  
*Quadrophenia* (1973)



Hitomi Yaida  
*The First Reflection* (2001)




Also:  
*The Orb's Adventures Beyond The Ultraworld* and  
*Les Claypool's Frog Brigade's Live Frogs*

# Iconic status

**ICONIC STATUS**

Ian McKellen 1995 film version of *Richard III* used the Battersea as a backdrop

...also  
Alfred Hitchcock *Sabotage* (1936)  
Monty Python's *The Meaning Of Life*





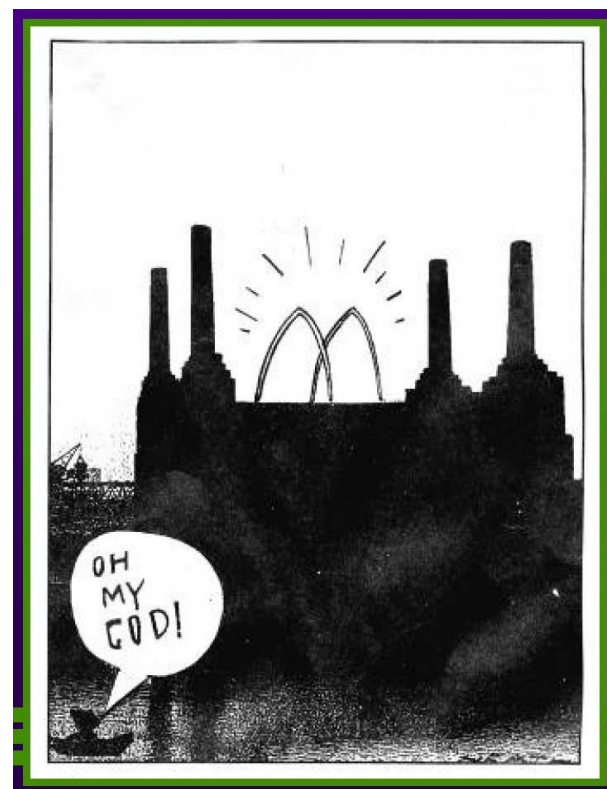
# Symbol of community

## Keeping Battersea as a living symbol



# Decommissioning and destruction

Battersea Power Station has been standing mute defying that fate and death...its rebirth and the removal of a major central London area of blight ...would re-energise this part of town



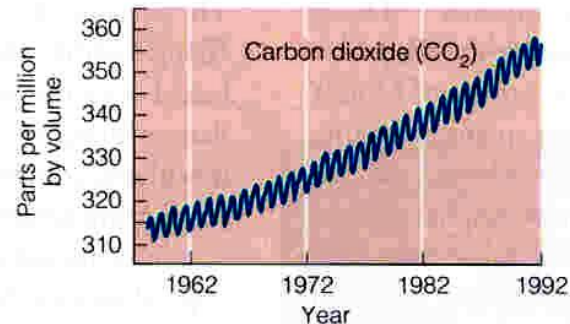
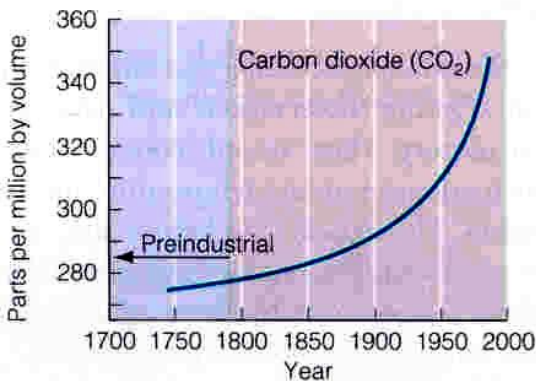
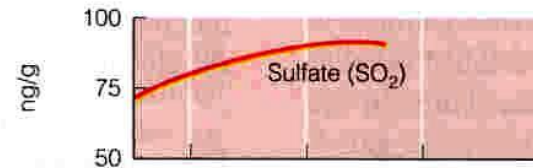
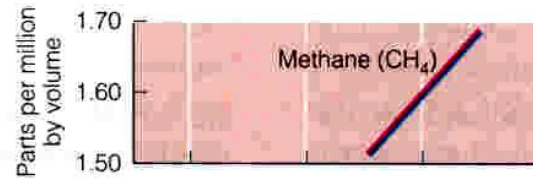
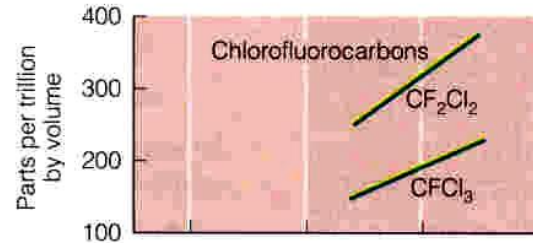
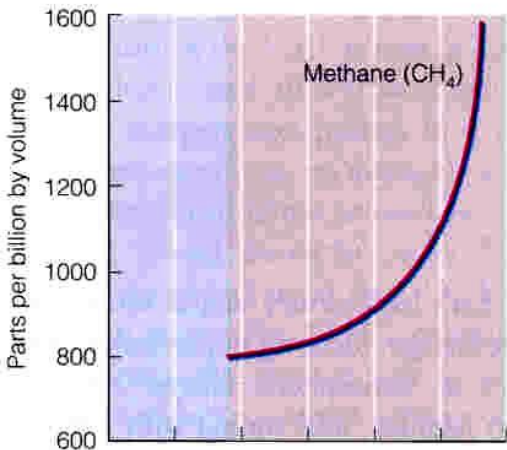
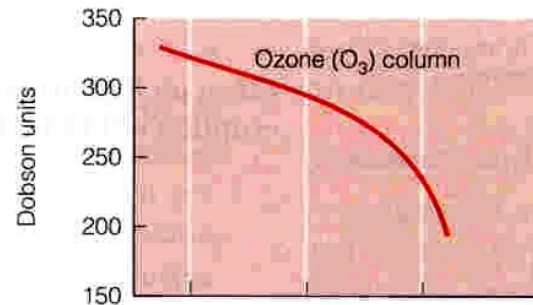
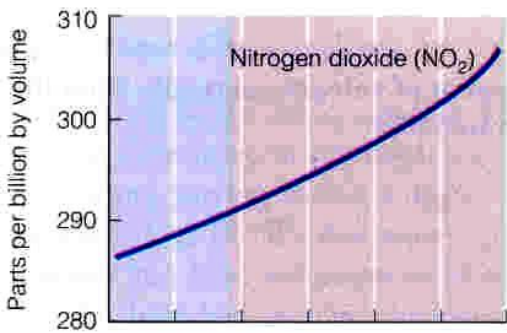


# Zdroje znečištění atmosféry

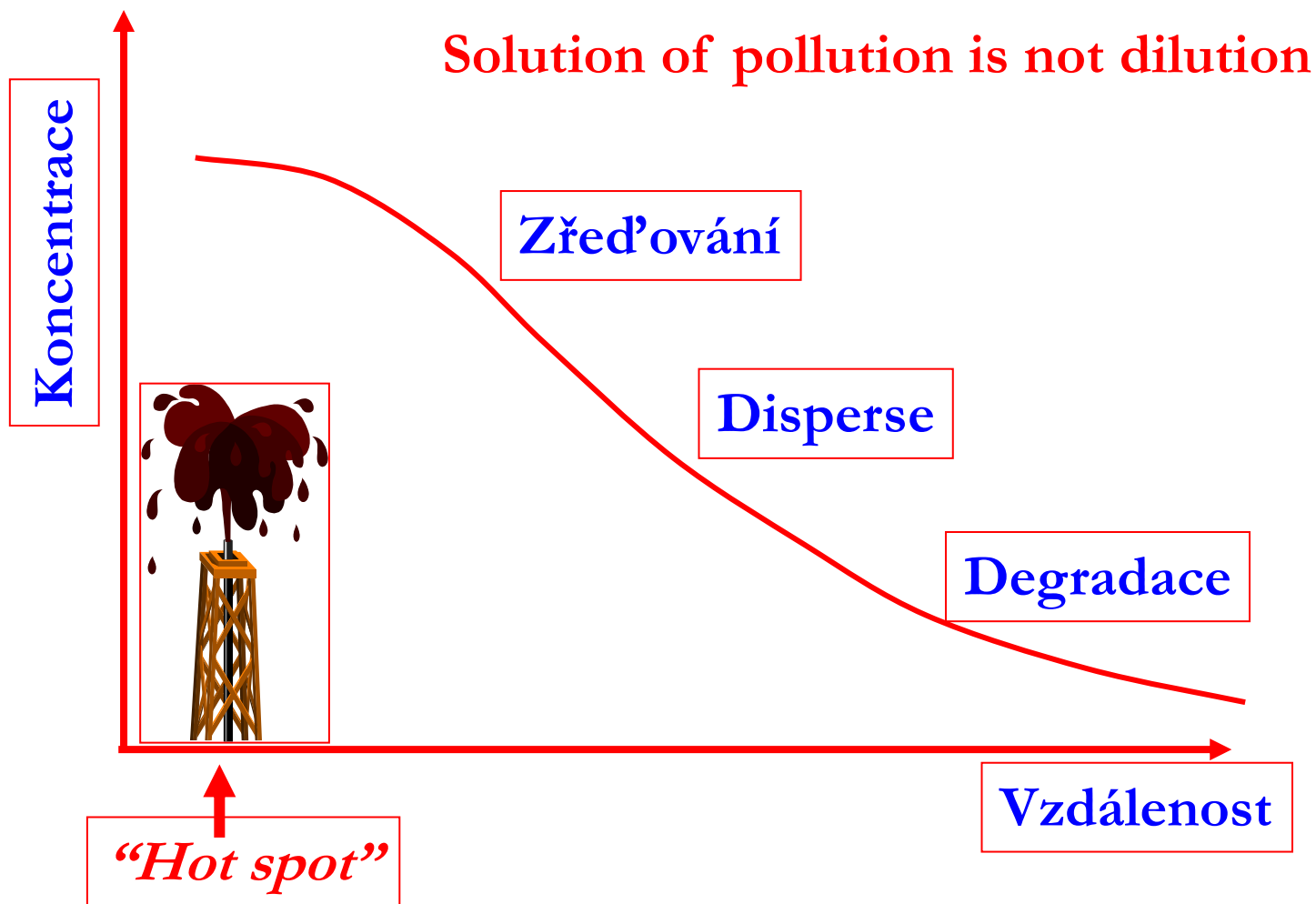
Přírodní	
Horniny a půdy	Těžké kovy – Cd, Mn, Hg
Vegetace	Se, Zn
Bažiny	H <sub>2</sub> S, VOCs
Vulkanická činnost	Těžké kovy
Požáry (lesní, préríjní..)	PAHs, kovy
Antropogenní	
Chemická výroba	Kovy, OCs, pesticidy
Doprava	HCs, PAHs, hetero-PAHs
Likvidace odpadů	Kovy, organokovy, OCs
Spalovací procesy	Kovy, PAHs, PCCs

# Antropogenní vlivy

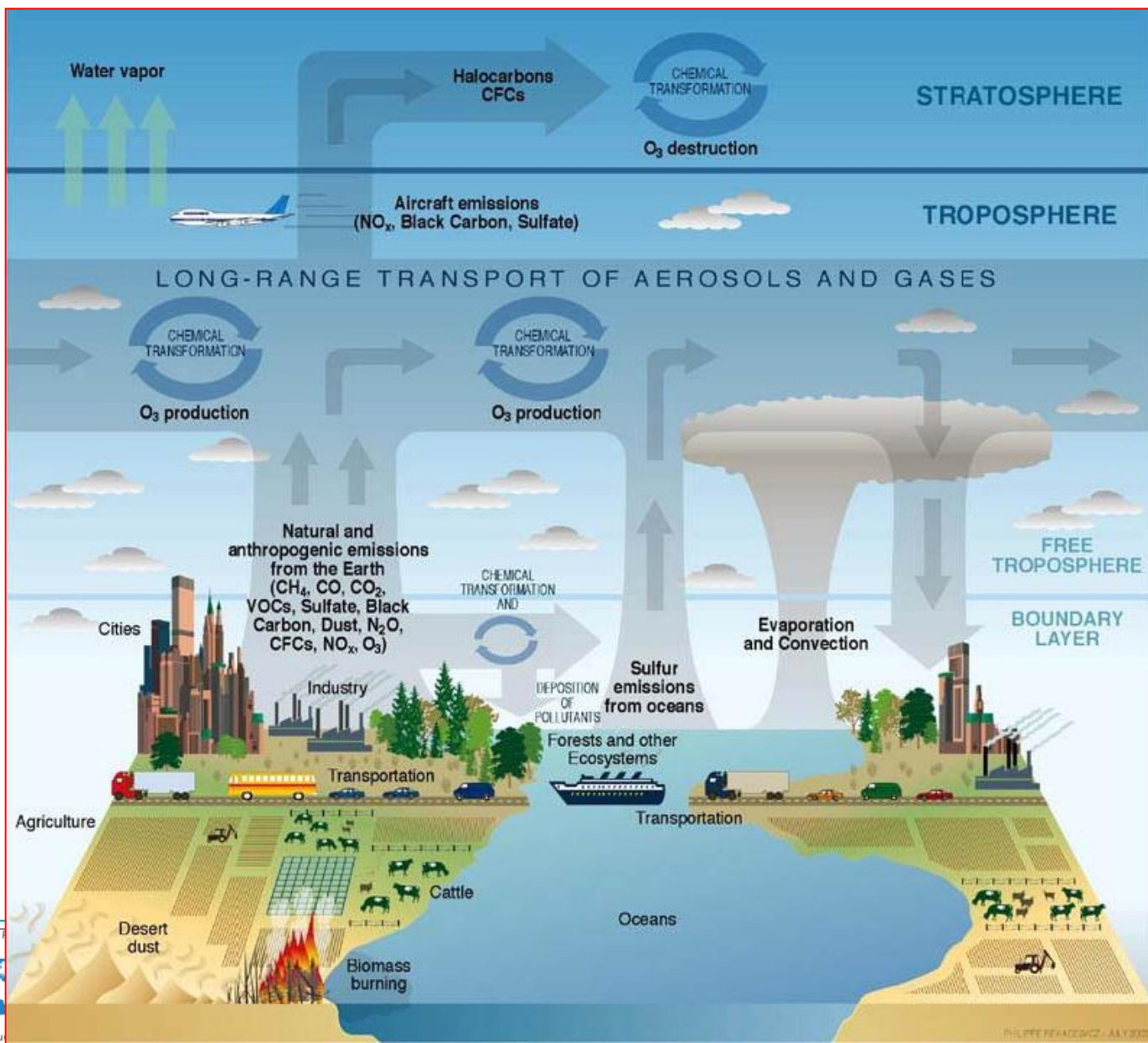
## Současné trendy



# Typický gradient znečištění



# Dálkový transport aerosolů a plynů





# Antropogenní vlivy – vztahy mezi hlavními problémy

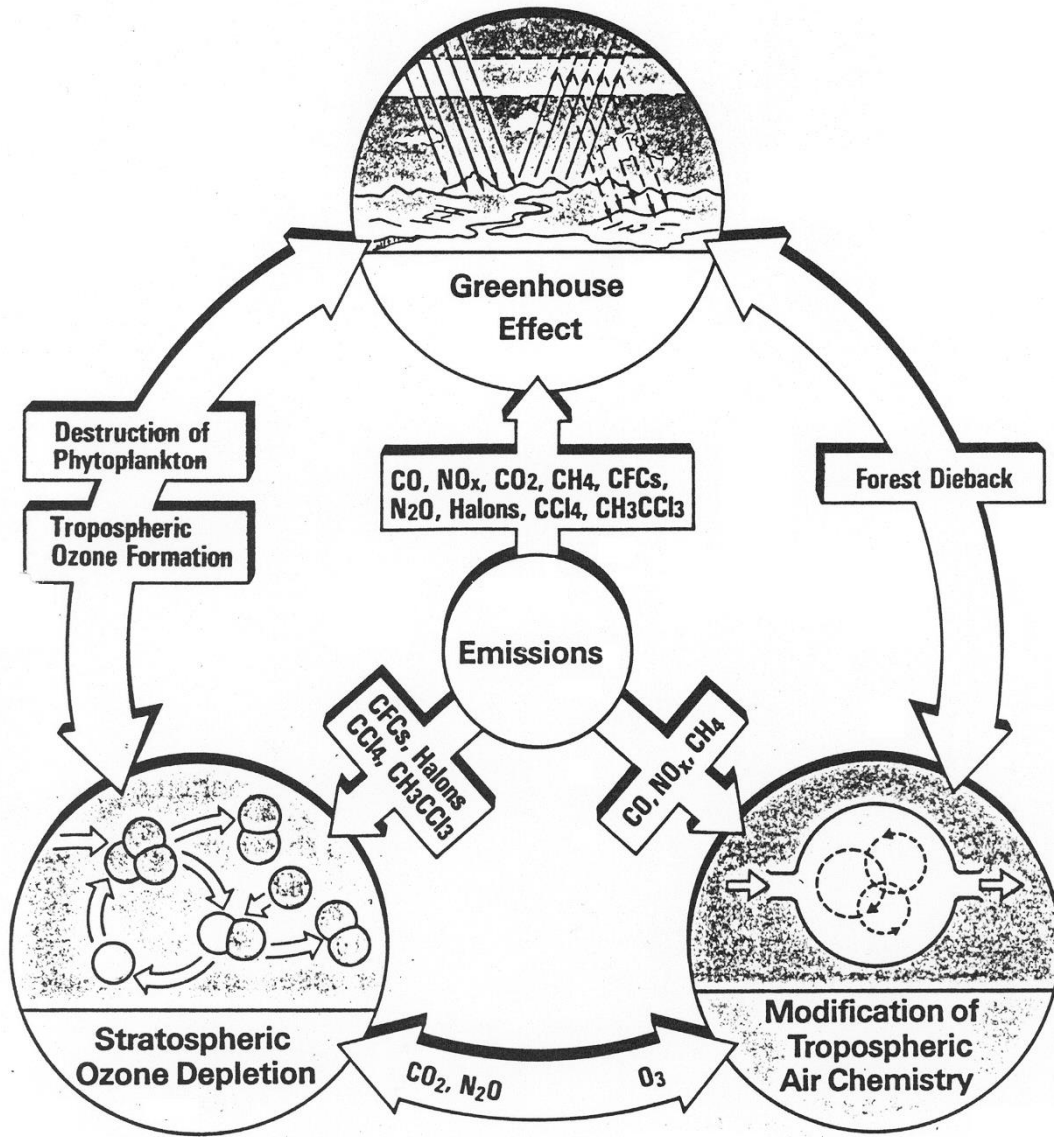
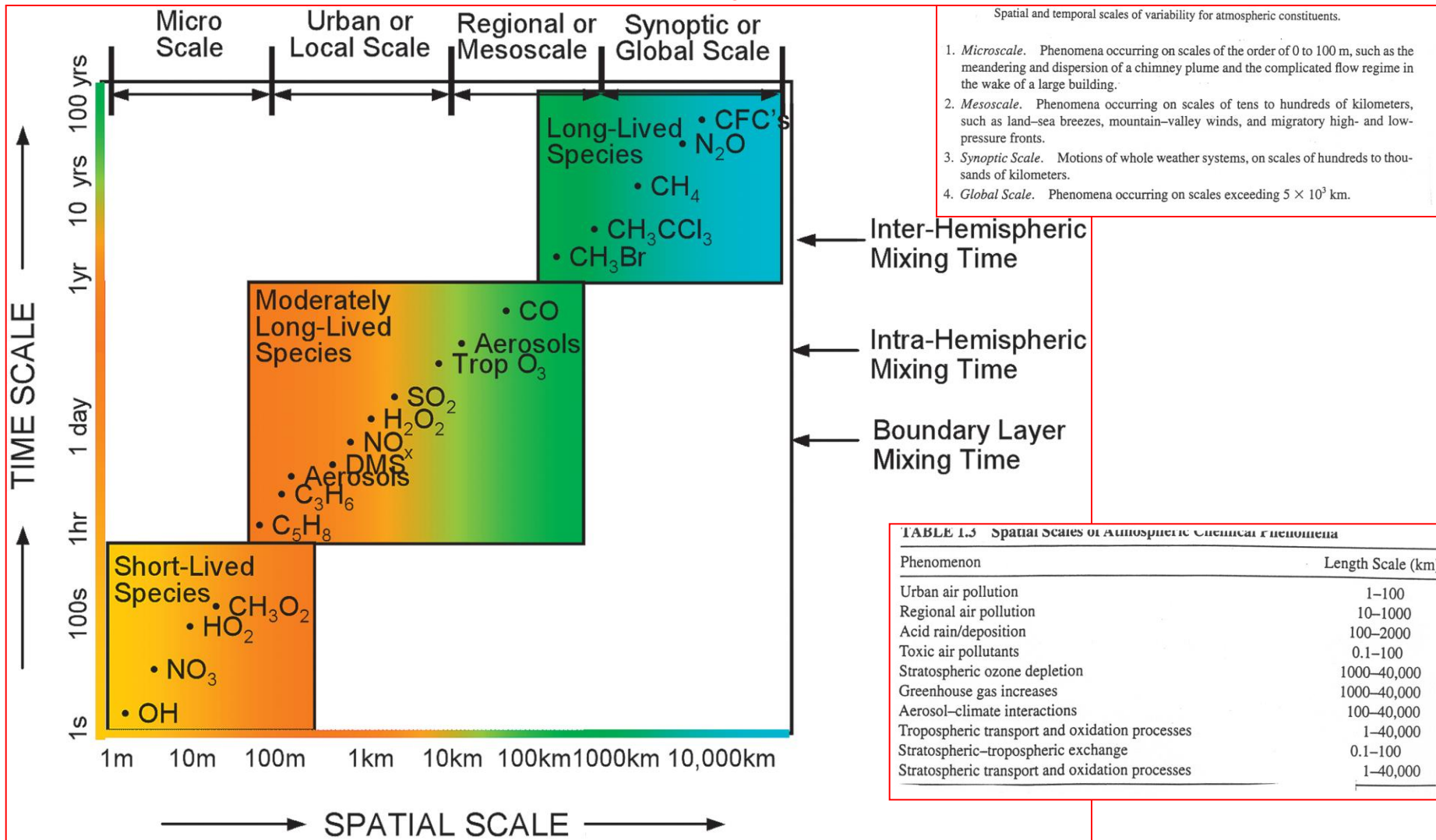
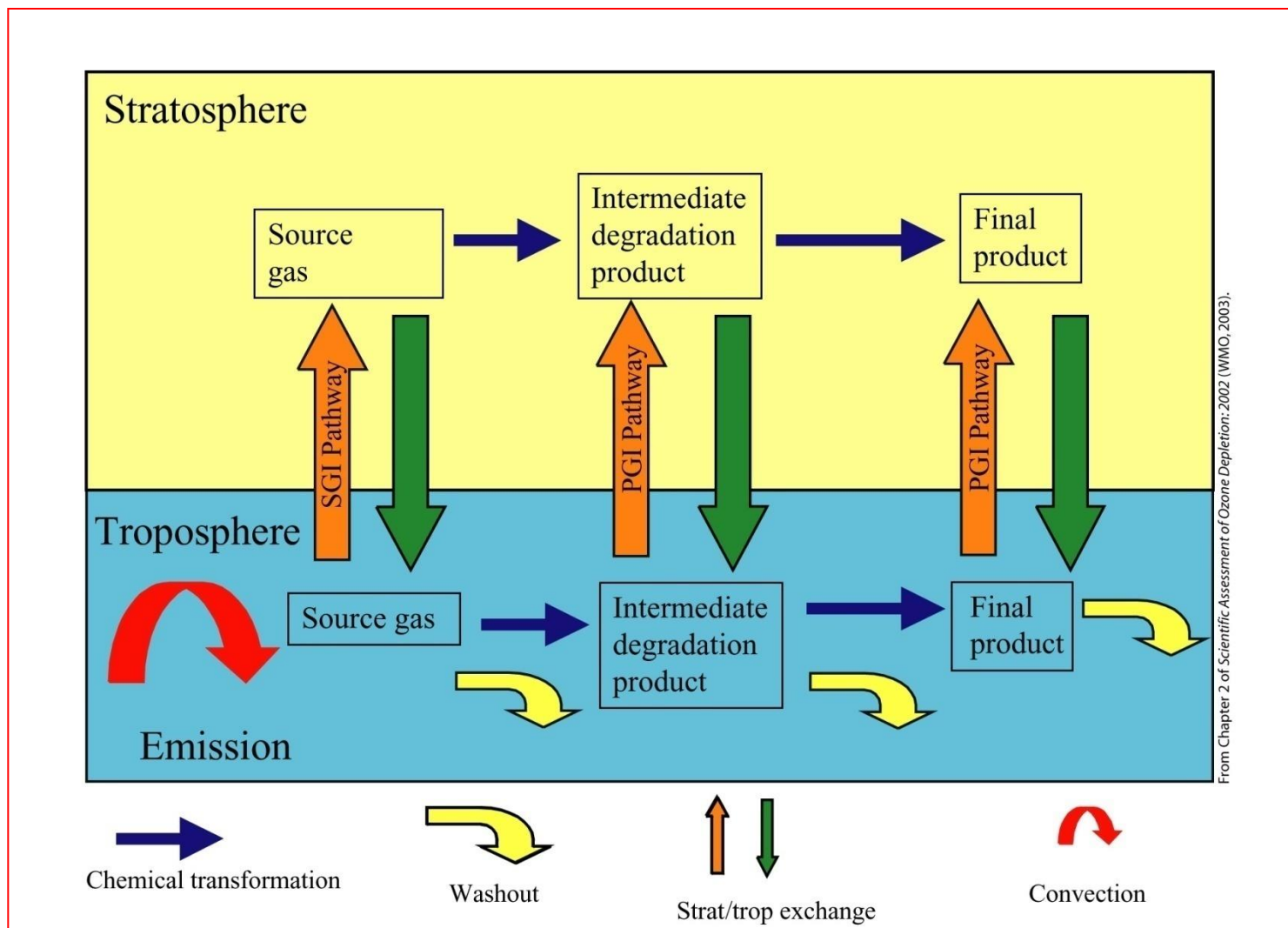


Fig. 6: Schematic illustration of the correlations between the three threats to the Earth's atmosphere.

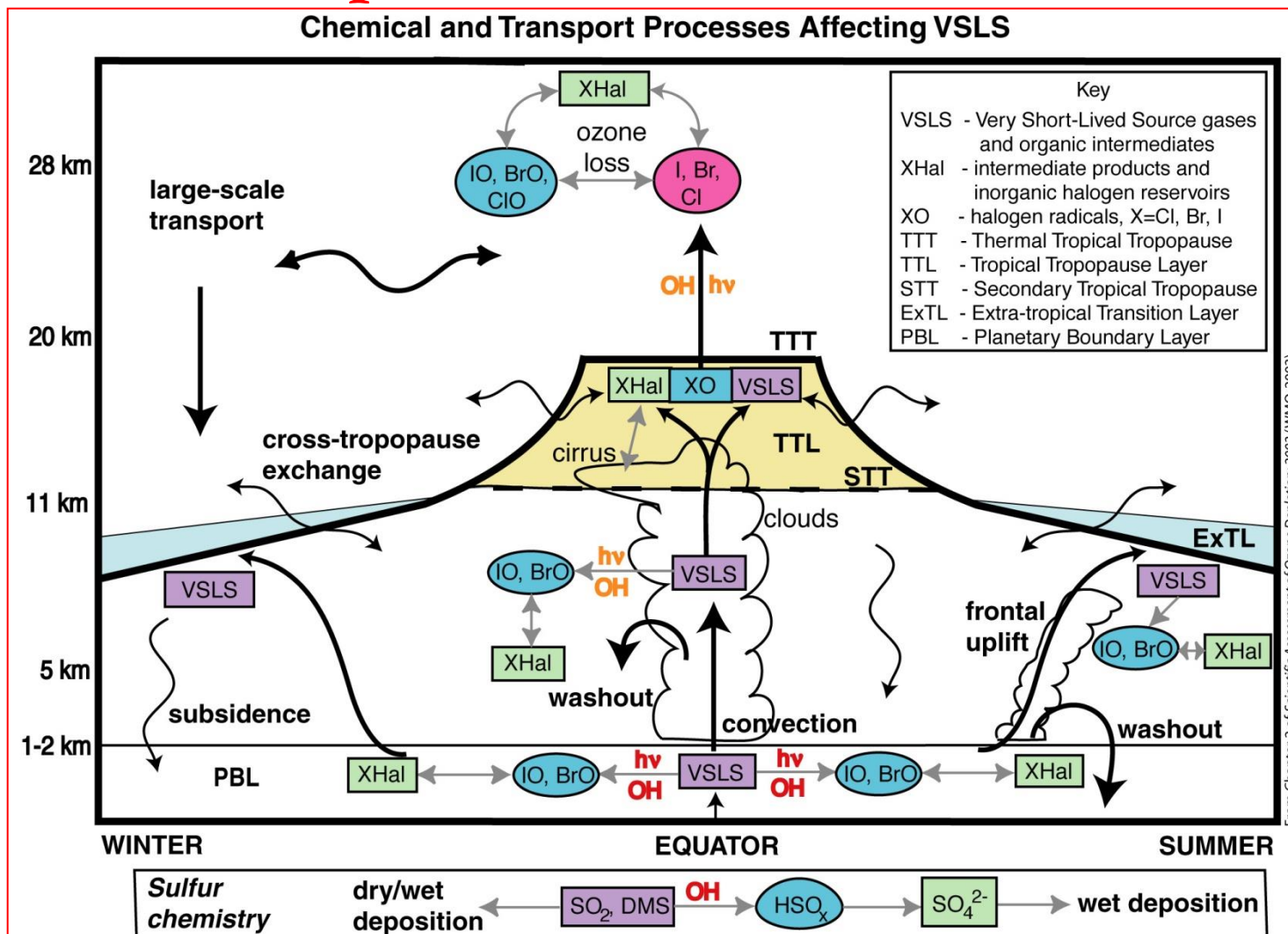
# Časové a prostorové rozměry atmosférických chemických jevů



# Látky s krátkou dobou života v atmosféře VSLs (Very short-live substances) (SGI – source gas injection, PGI – product gas injection)

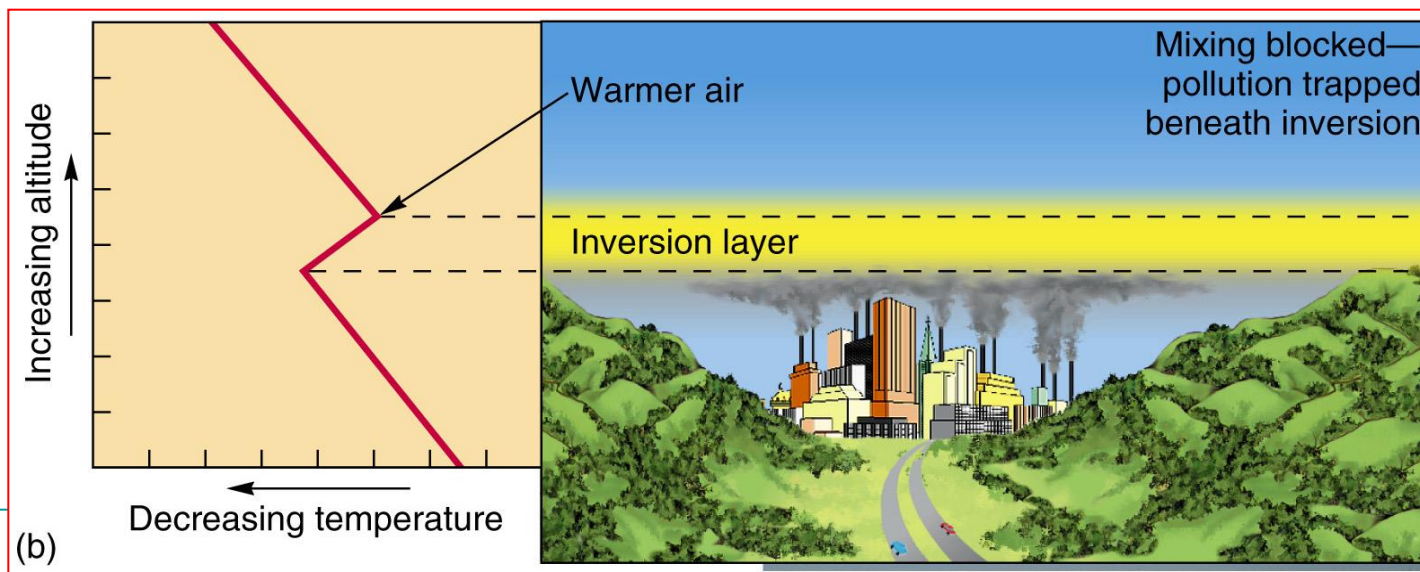
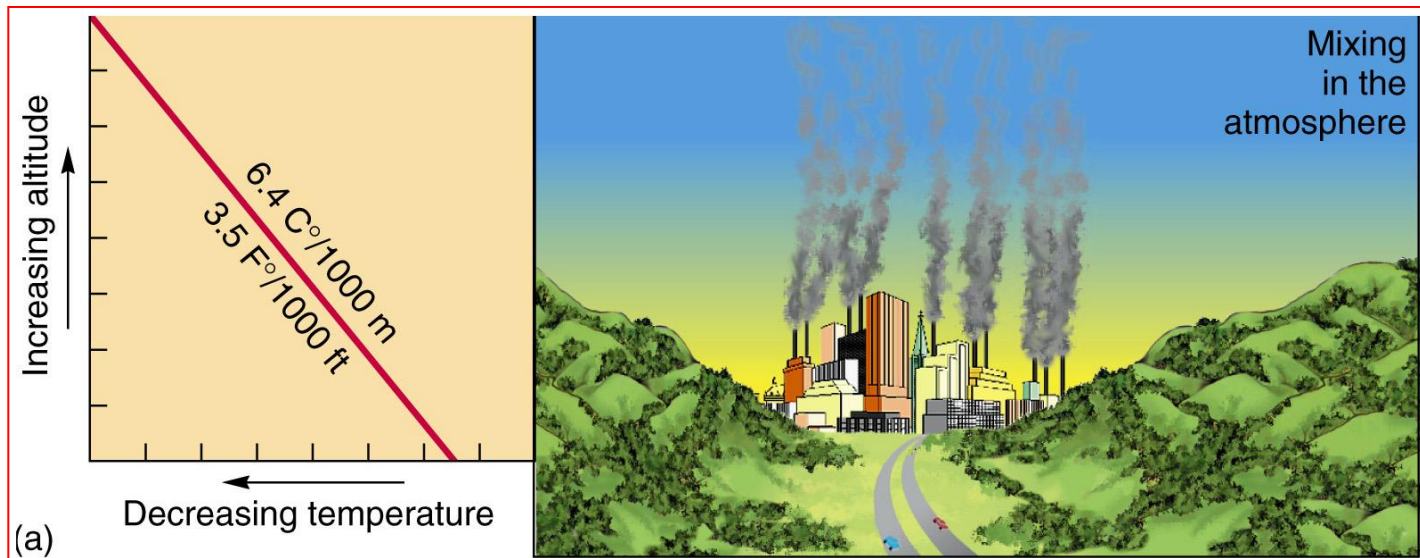


# Chemické a dynamické procesy ovlivňující VSLS v troposféře a stratosféře

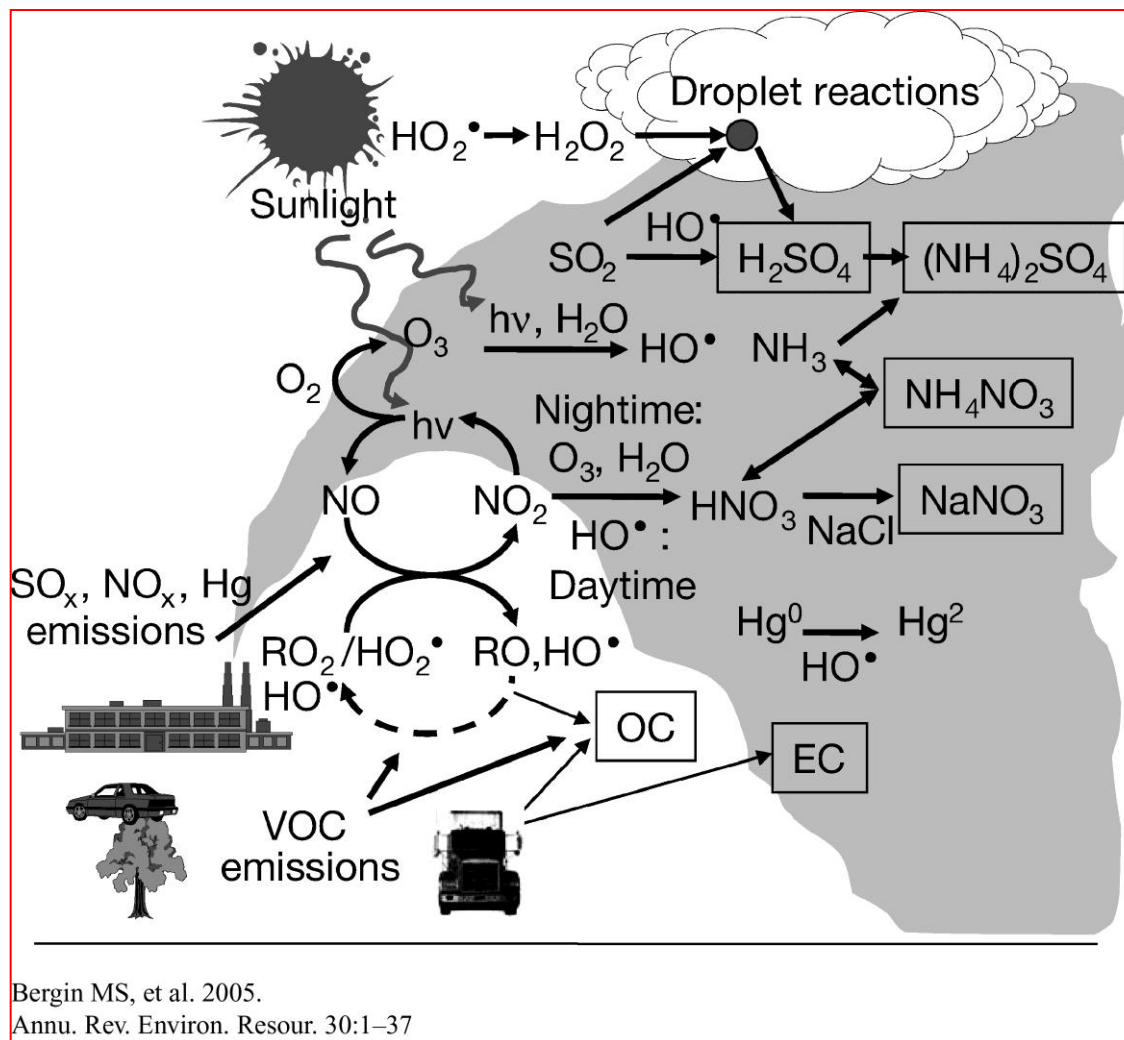




# Teplotní inverze



# Atmosférická chemie průmyslových emisí

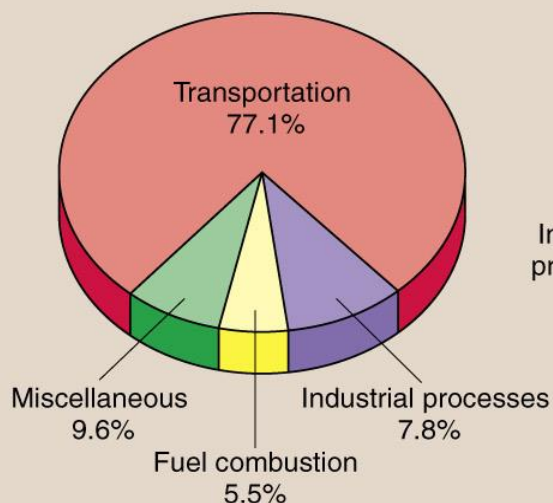


# Hlavní problémy znečištění atmosféry

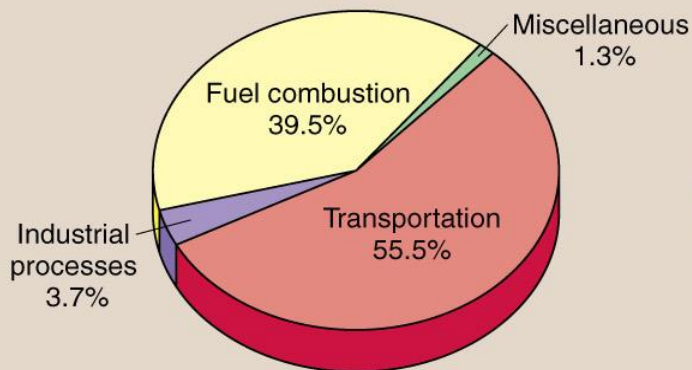
Pollutant <sup>a</sup>	Main anthropogenic sources	Lifetime in the atmosphere	Potential effects:				
			AQ/health effects	Acid deposition/ Eutrophication	Tropospheric O <sub>3</sub> <sup>b</sup>	Radiative forcing /climate	Oxidising capacity of atmosphere
SO <sub>2</sub> (→SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	Fossil fuel combustion	~ days	SO <sub>2</sub> & SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> aerosol	Acid deposition		SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> short-term cooling	
NO <sub>x</sub> (NO+NO <sub>2</sub> ) (→NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	Stationary combustion and transport	~ days	NO <sub>2</sub> & NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> aerosol	Acid deposition and eutrophication	✓	NO <sub>x</sub> indirect effect on CH <sub>4</sub> and O <sub>3</sub> NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> short-term cooling	✓
NH <sub>3</sub> (→NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	Agriculture	~ days	(NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> aerosol)	Acid deposition and eutrophication		NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> short-term cooling	
N <sub>2</sub> O	Soils, biomass	>100 years				Warming	
CO <sub>2</sub>	Combustion	50 – 200 years				Warming	
CH <sub>4</sub>	Fossil fuel, agriculture, landfills	12 years (adjustment time)			✓	Warming	✓
CO	Traffic	~1 month	Yes		✓	Indirect effect on CH <sub>4</sub> and O <sub>3</sub>	✓
VOCs	Fuel combustion, solvents, traffic	Varies by compound	Some species		✓	Indirect effect on CH <sub>4</sub> and O <sub>3</sub>	✓
Primary particles PM <sub>10</sub> /PM <sub>2.5</sub>	Combustion, traffic and grinding/dusty process	~ days	Yes in combination with secondary PM: SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , organic, etc.			Short-term warming and cooling	

# Zdroje antropogenních emisí

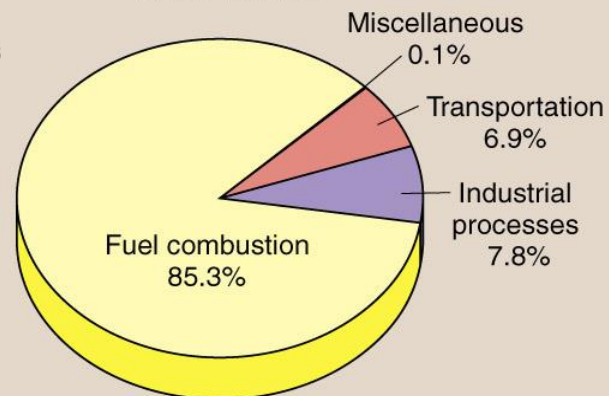
**Carbon monoxide**



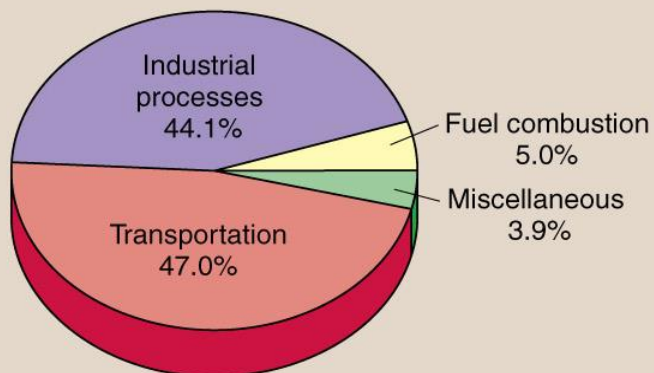
**Nitrogen oxide**



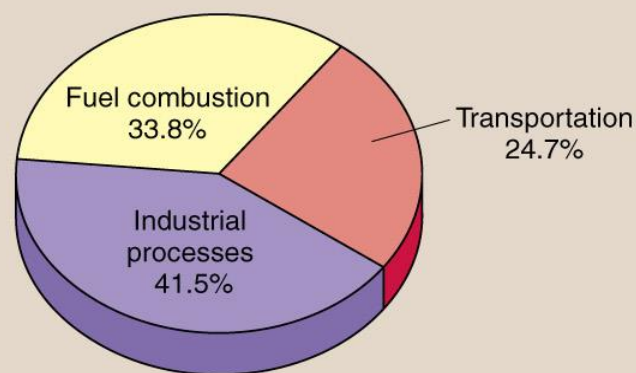
**Sulfur dioxide**



**Volatile organic compounds**



**Particulate matter (PM<sub>10</sub>)**





# Kvantifikace atmosférických polutantů dle zdrojů

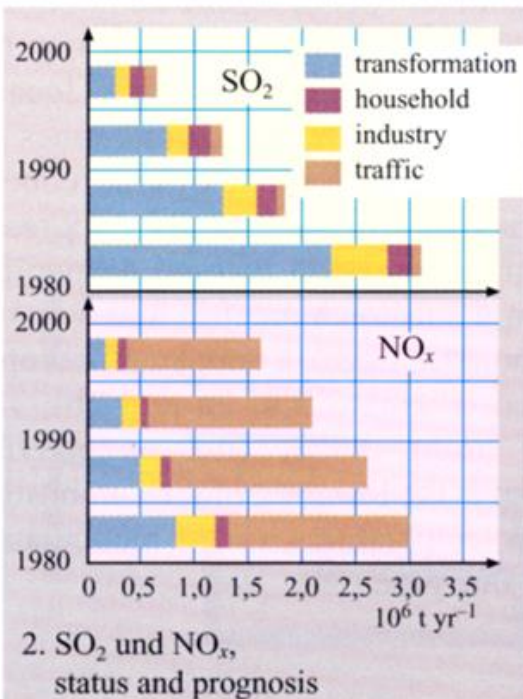
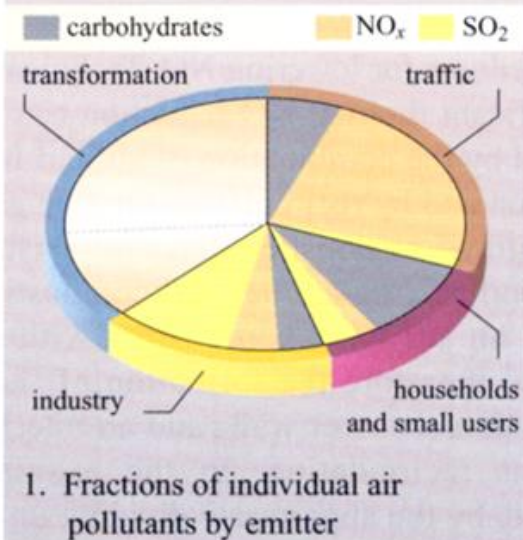


Figure 2.3.2 Quantification of air pollutants according to source

# Emise ze spalování vegetace

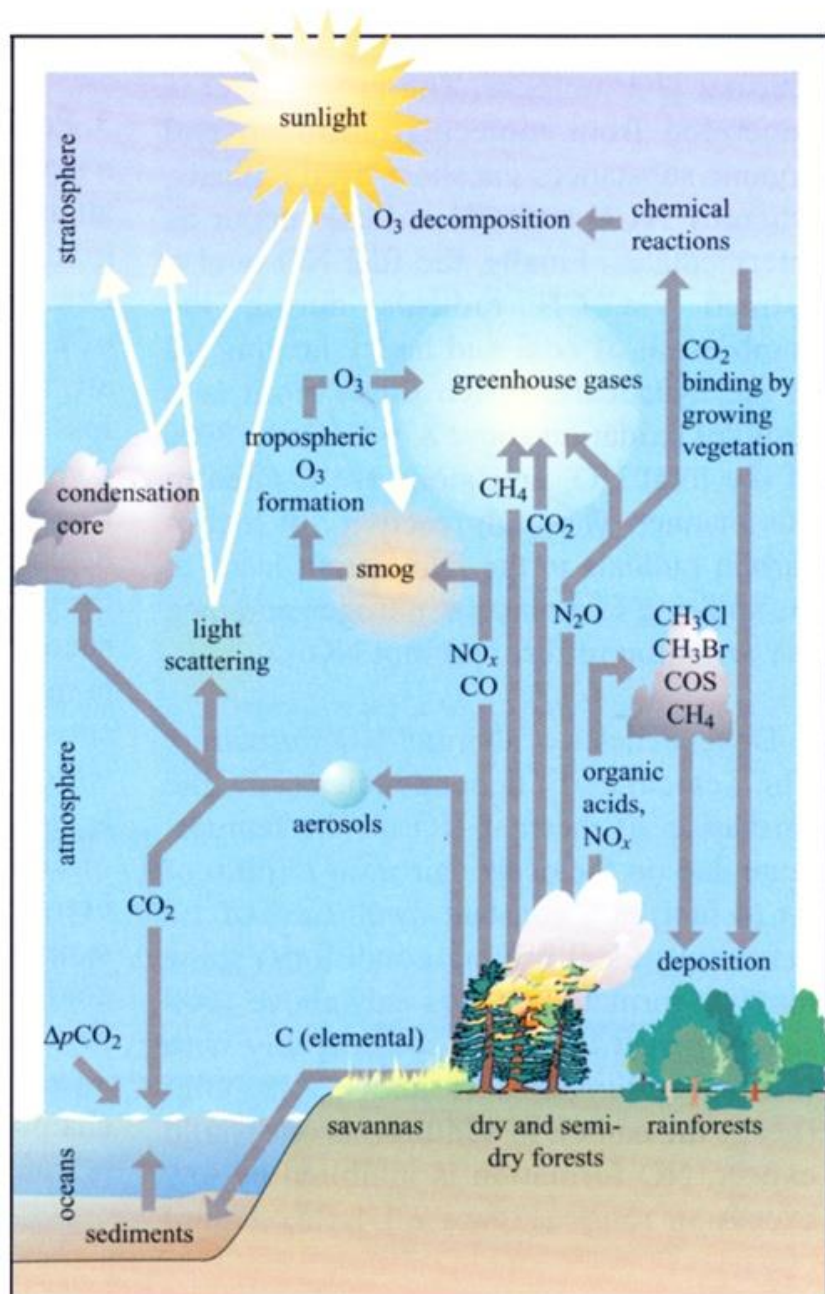


Figure 2.3.3 Emissions from burning vegetation

for Toxic Compounds in the Environment

<http://recetox.muni.cz>

# Přírodní zdroje znečištění ovzduší



**Figure 3.10.** Natural forest fire in Yellowstone National Park on August 1, 1988. Emissions from the fire include gases (e.g., carbon dioxide, carbon monoxide, nitric oxide, organics) and aerosol particles (e.g., soot, organic matter). Photo by U.S. Forest Service, available from National Renewable Energy Laboratory.



# Přírodní zdroje znečištění ovzduší



**Figure 5.7.** Soot emissions from a prescribed burn at Horse Creek Mesa, Big Horn National Forest, Wyoming, October 9, 1981. Photo by U.S. Forest Service staff, available from the National Renewable Energy Laboratory.

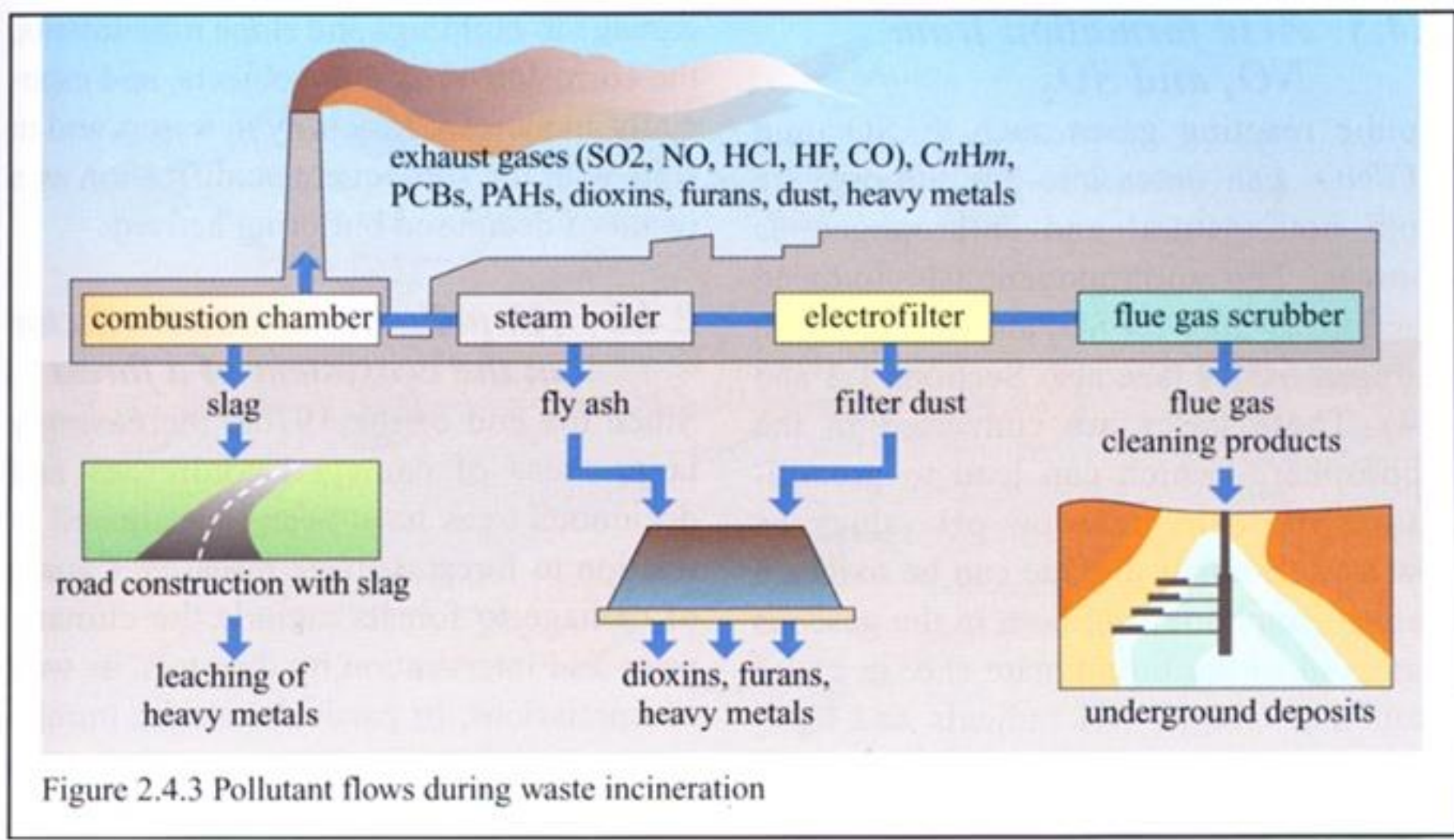


# Přírodní zdroje znečištění ovzduší



**Figure 5.4.** Dome-shattering eruption from Mount St. Helens in the fall of 1982. Photo by Peter Frenzen, available from Mount St. Helens National Monument photo gallery.

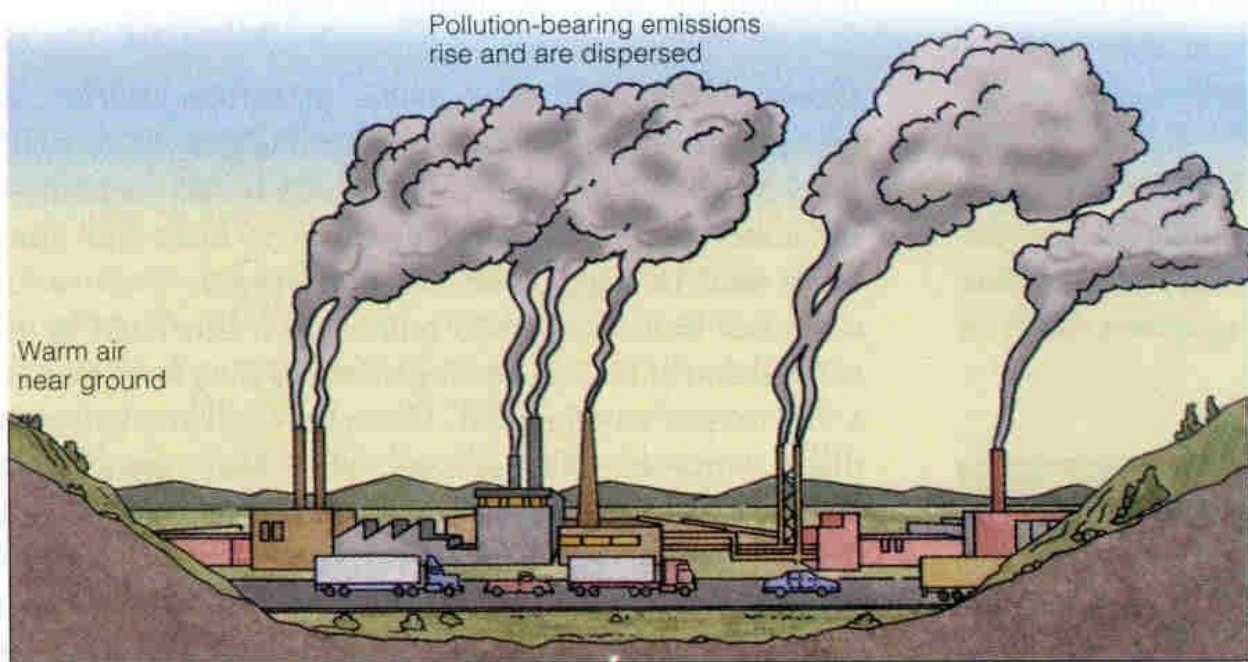
# Atmosféra – znečištění ze spalování odpadů



# Rozptyl škodlivin v atmosféře

Pollution-bearing emissions rise and are dispersed

Warm air near ground

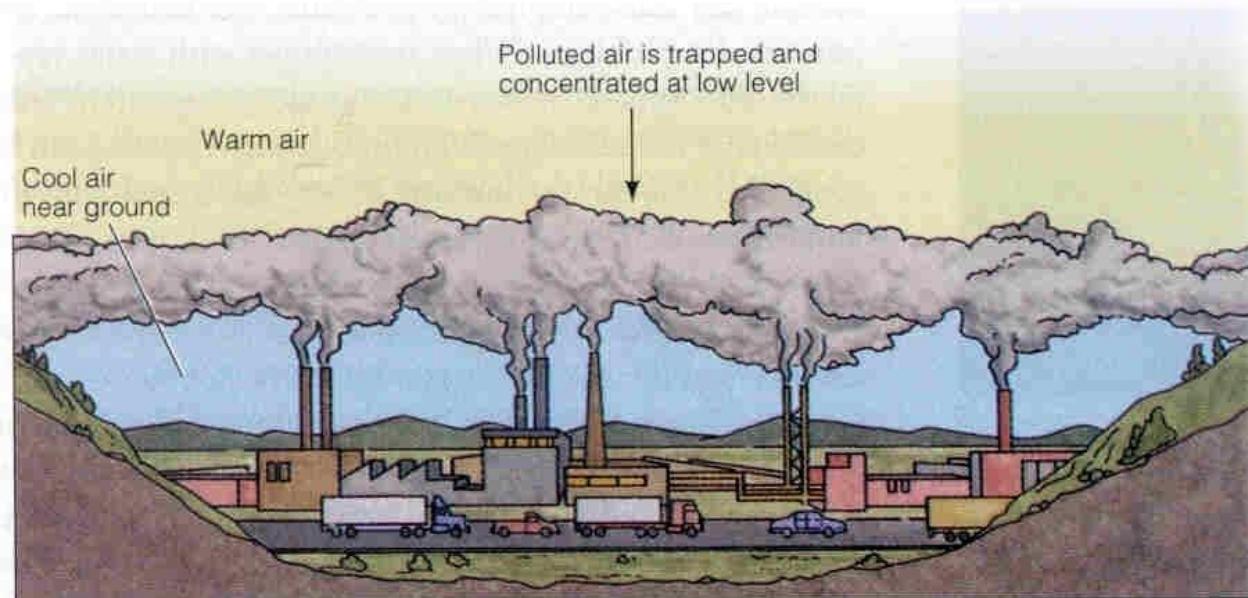


A.

Polluted air is trapped and concentrated at low level

Warm air

Cool air near ground



B.



# Znečištění ovzduší městských aglomerací



(a)



(b)

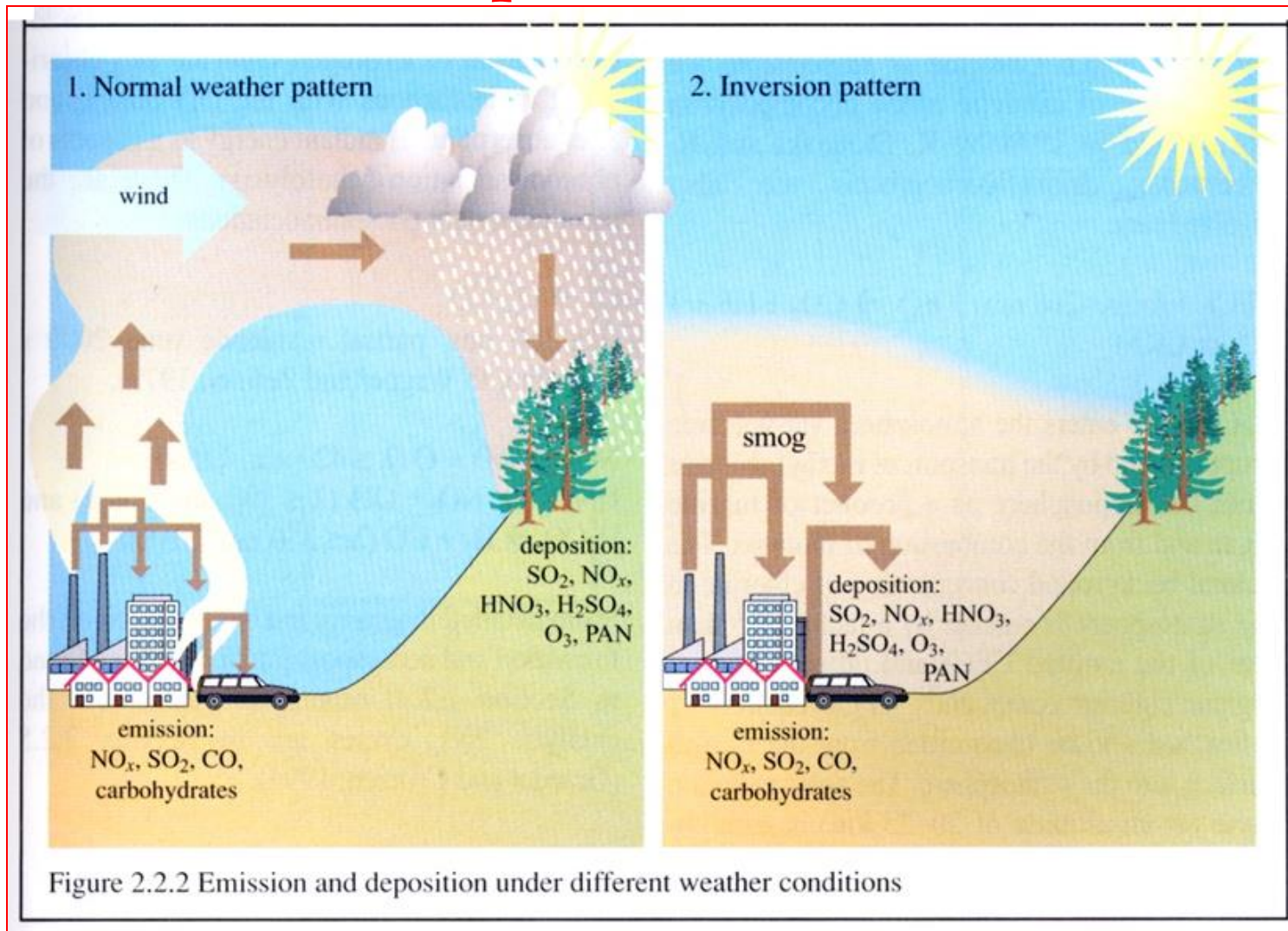


(c)

**Figure 4.2.** Panoramic views of (a) Reading, Pennsylvania, c. 1909; (b) Youngstown, Ohio, c. 1910; and (c) Indiana Steel Co.'s big mills, Gary Indiana, c. 1912. Photos (a) and (b) by O. Conneaut, (c) by Crose Photo Company, all available from the Library of Congress Prints and Photographs Division, Washington, DC.



# Emise a depozice za různých meteorologických podmínek



# Negativní vlivy znečištění atmosféry

- ↪ dráždění sliznic očí, dýchacích cest, plic,
- ↪ genotoxické účinky,
- ↪ škody na vegetaci,
- ↪ snížení viditelnosti,
- ↪ poškození stavebních materiálů,
- ↪ poškození biosféry,
- ↪ neznámé účinky.

# Přírodní a antropogenní zdroje stopových plynů v troposféře

Látka	Přírodní zdroje	Antropogenní zdroje
<b>Uhlíkaté látky</b>		
<b>Oxid uhelnatý (CO)</b>	Oxidace přírodního methanu a uhlovodíků C <sub>5</sub> -C <sub>10</sub> , oceány, lesní požáry	Oxidace antropogenních uhlovodíků, nedokonalé spalování dřeva, ropy, plynu a uhlí, zvláště v dopravě, průmyslových procesech, metalurgii
<b>Oxid uhličitý (CO<sub>2</sub>)</b>	Oxidace přírodního CO, destrukce lesů, respirace rostlin	Spalování ropy, plynu, uhlí a dřeva, pálení vápence
<b>Methan (CH<sub>4</sub>)</b>	Produkty fermentace volně žijících zvířat, emise z bažin, přírodních mokřých ploch, oceánů	Produkty fermentace velkochovů zvířat, emise z rýžových polí, úniky přírodních plynů, kalové plyny, spalovací zdroje, důlní plyny
<b>Lehké alkany (C<sub>2</sub>-C<sub>6</sub>)</b>	Aerobní biologické zdroje	Úniky přírodních plynů, emise z dopravy, emise z rafinerií
<b>Alkeny (C<sub>2</sub>-C<sub>6</sub>)</b>		Emise z automobilové dopravy
<b>Aromatické uhlovodíky</b>		Emise z dopravy, vypařování z aplikace barev, rozpouštědel, benzínu
<b>Semiterpeny (C<sub>5</sub>H<sub>8</sub>) Terpeny (C<sub>10</sub>H<sub>16</sub>) Diterpeny (C<sub>20</sub>H<sub>32</sub>)</b>	Stromy, rostliny	

# Přírodní a antropogenní zdroje stopových plynů v troposféře

Látka	Přírodní zdroje	Antropogenní zdroje
<b>Dusíkaté látky</b>		
<b>Oxid dusnatý (NO)</b>	Lesní požáry, anaerobní procesy v půdách, atmosférické výboje	Vysokoteplotní spalovací procesy (ropa, plyn, uhlí)
<b>Oxid dusičitý (NO<sub>2</sub>)</b>	Lesní požáry, elektrické výboje	Vysokoteplotní spalovací procesy (ropa, plyn, uhlí), atmosférické transformace
<b>Oxid dusný (N<sub>2</sub>O)</b>	Emise z denitrifikačních procesů v půdách, oceány	Spalování ropy a uhlí
<b>Peroxyacylnitráty (PAN) Amoniak (NH<sub>3</sub>)</b>	Degradace isoprenu Aerobní biologické zdroje v půdách Rozklad aminokyselin v organických odpadních materiálech	Degradace uhlovodíků Spalování uhlí a ropných paliv, likvidace odpadů



# Přírodní a antropogenní zdroje stopových plynů v troposféře

Látka	Přírodní zdroje	Antropogenní zdroje
<b>Sírné látky</b>		
<b>Oxid siřičitý (SO<sub>2</sub>)</b>	Oxidace H <sub>2</sub> S, vulkanická aktivita	Spalování uhlí a ropy, spékání sulfidických rud
<b>Sulfan (H<sub>2</sub>S)</b>	Anaerobní fermentace, vulkanická činnost	Petrochemické rafinerie, velkochovy zvířat, výroba buničiny, výroba umělého hedvábí, emise plynů z koksoven
<b>Sirouhlík (CS<sub>2</sub>)</b>	Anaerobní fermentace	Výroba viskózného hedvábí, zpracování rybiho masa, výroba cihel
<b>Karbonyl sulfid (COS)</b>	Oxidace CS <sub>2</sub> , vulkanická činnost	Oxidace CS <sub>2</sub> , výroba cihel, výtoky z výroby buničiny, metalurgie, výroba koksu
<b>Oxid siřičitý (SO<sub>3</sub>)</b>		Spalování paliv s obsahem S
<b>Methyl merkaptan (CH<sub>3</sub>SH)</b>	Anaerobní biologické zdroje	Velkochovy zvířat, výroba buničiny a papíru, výroba cihel, petrochemické rafinerie
<b>Dimethyl sulfid (CH<sub>3</sub>SCH<sub>3</sub>)</b>	Aerobní biologické zdroje	Velkochovy zvířat, výroba buničiny a papíru
<b>Dimethyl disulfid (CH<sub>3</sub>S<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>)</b>	Anaerobní biologické zdroje	Velkochovy zvířat, zpracování rybiho masa
<b>Další organické sloučeniny S: C2-C4 merkaptany, dialkyl disulfidy, dimethyl trisulfidy, alkyl tiofeny, benzothiofeny</b>	Anaerobní biologické zdroje	Velkochovy zvířat, zpracování rybiho masa, výroba cihel

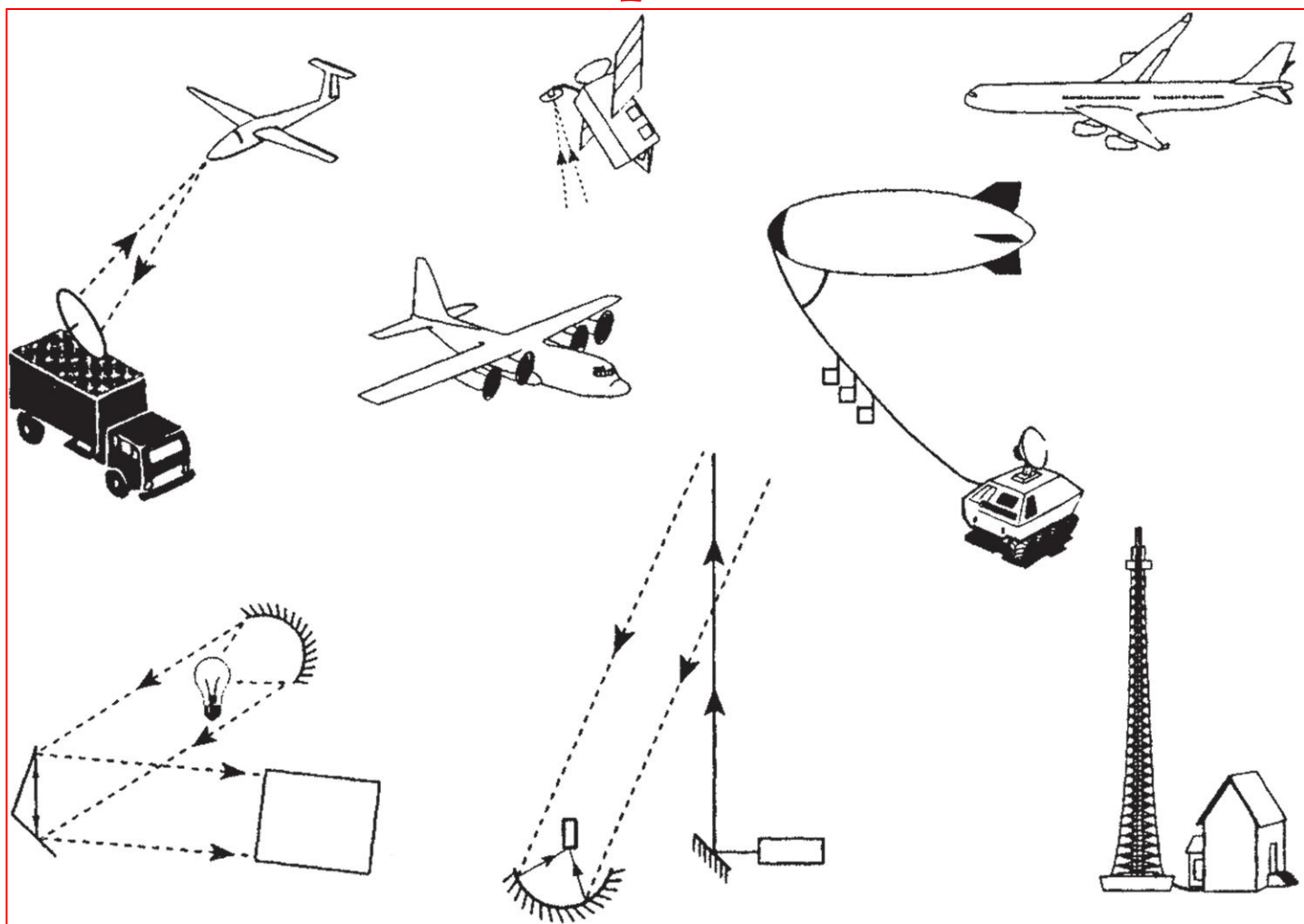
# Přírodní a antropogenní zdroje stopových plynů v troposféře

Látka	Přírodní zdroje	Antropogenní zdroje
Halogenované látky		
Fluorovodík (HF)		Atmosférická degradace HCFCs a HFCs
Chlorovodík (HCl)	Vulkanická činnost, degradace CH <sub>3</sub> Cl	Spalování uhlí, degradace halogenovaných uhlovodíků, CFCs a HCFCs
Methyl chlorid (CH <sub>3</sub> Cl)	Pomalé spalování organické hmoty, mikrobiální činnost v oceánech, řasy	Výroba a degradace PVC, spotřeba tabáku
Methyl bromid (CH <sub>3</sub> Br)	Aerobní biologické zdroje	Fumigace půd a obilí; zpomalovače hoření
Methyl jodid (CH <sub>3</sub> I)	Aerobní biologické zdroje	
Dichlormethan (CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> )		Rozpouštědlo
Chloroform (CH <sub>3</sub> Cl)		Farmaceutický průmysl, rozpouštědlo, spalování benzínu, bělení dřevné buničiny, degradace CCl <sub>2</sub> =CCl <sub>2</sub>
Tetrachlormethan (CCl <sub>4</sub> )		Rozpouštědlo, náplň hasicích přístrojů, degradace CCl <sub>2</sub> =CCl <sub>2</sub>
Tetrafluoromethan (CF <sub>4</sub> )		Výroba hliníku
Fluorid sírový (SF <sub>6</sub> )		Elektroizolátor zvláště v transformátorech
Trichlorethan (CH <sub>3</sub> CCl <sub>3</sub> )		Rozpouštědla, odmašťovací činidlo
Trichlorethylen (CHCl=CCl <sub>2</sub> )		Rozpouštědla, odmašťovací a čistící činidlo
Tetrachlorethylen (CCl <sub>2</sub> =CCl <sub>2</sub> )		Rozpouštědla, odmašťovací a čistící činidlo
CFCs, HCFCs, HFCs (CF <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> , CFCl <sub>3</sub> , CF <sub>3</sub> CHCl <sub>2</sub> , CF <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> F)		Nápně chladicích systémů, propelent v aerosolech, nadouvadlo

# Přírodní a antropogenní zdroje stopových plynů v troposféře

Látka	Přírodní zdroje	Antropogenní zdroje
Ostatní stopové plyny		
Vodík (H <sub>2</sub> )		Emise z dopravy, oxidace methanu přes formaldehyd
Vodní pára (H <sub>2</sub> O)		
Ozon (O <sub>3</sub> )		Antropogenní konverze NO na NO <sub>2</sub>

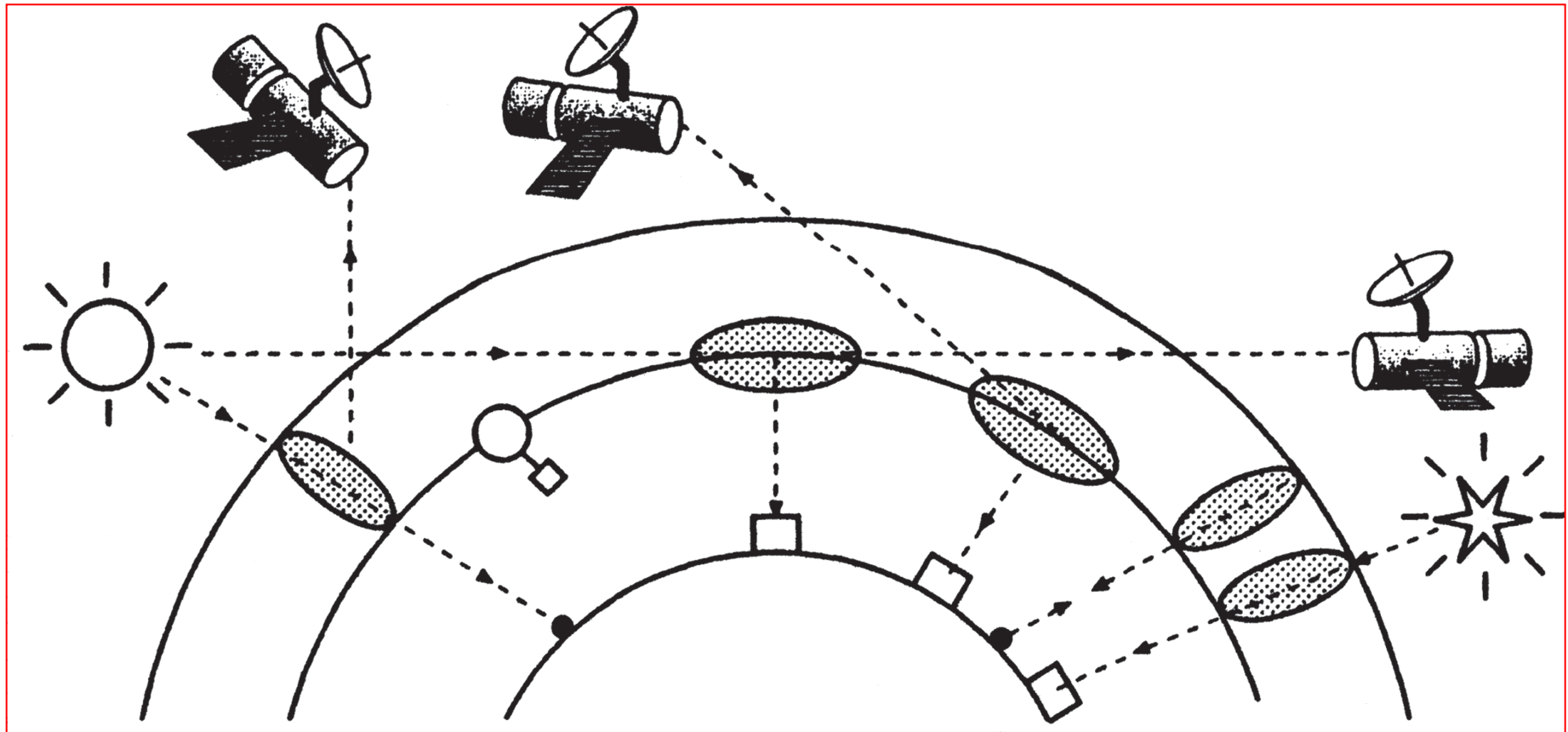
# Možnosti měření koncentrací stopových plynů v troposféře



Some platforms used for measurements of tropospheric trace gases. After H.K. Roscoe and K.C. Clemitshaw, Science 1997, 276, 1065.



# Metody pro stanovení koncentrací stratosférického ozonu



A selection of techniques that can be used for measuring stratospheric ozone concentrations from the ground, from airborne platforms, and from satellites.

# Emise znečišťujících látek

## Členění znečišťujících látek

Látky znečišťující ovzduší (resp. látky, u kterých tato možnost připadá v úvahu) jsou s ohledem zejména na chemické a toxikologické vlastnosti ve shodě s [přílohou č.1](#) Vyhlášky MŽP č. 356/2002 Sb. rozčleněny do 9 skupin.

### 1) Základní znečišťující látky

- ↙ tuhé znečišťující látky TZL, dle velikosti částic pak PM 10 (<10 μm) a PM 2,5 (<2.5 μm)
- ↙ oxid siřičitý SO<sub>2</sub>, oxid siřičitý a sírový (oxidy síry) SO<sub>x</sub>
- ↙ oxid dusnatý NO a oxid dusičitý vyjádřené jako oxid dusičitý NO<sub>2</sub> (oxidy dusíku NO<sub>x</sub>)
- ↙ oxid uhelnatý CO
- ↙ organické látky OC vyjádřené jako celkový organický uhlík TOC
- ↙ těkavé organické látky celkem VOC vyjádřené jako celkový organický uhlík TOC
- ↙ organická rozpouštědla vyjádřená celkovou hmotností jejich roční spotřeby dle bilance
- ↙ uhlovodíky vyjádřené jako celkový organický uhlík TOC
- ↙ amoniak NH<sub>3</sub>, amoniak a soli amonné vyjádřené jako amoniak NH<sub>3</sub>
- ↙ methan CH<sub>4</sub>

# Emise znečišťujících látek

2) Azbest a těžké kovy a jejich anorganické sloučeniny vyjádřené jako kov jmenovitě viz citovaná příloha č.1.

## 3) Persistentní organické látky (POPs)

- ↪ polychlorované dibenzodioxiny PCDD a dibenzofurany PCDF celkem, vykazované v ekvivalentech toxicity (I-TEQ) 2,3,7,8 – TCDD
- ↪ polychlorované dibenzodioxiny PCDD
- ↪ polychlorované dibenzofurany PCDF
- ↪ polycyklické aromatické uhlovodíky PAH celkem
- ↪ fluoranten
- ↪ pyren
- ↪ chrysen
- ↪ polychlorované bifenyly (PCB) celkem
- ↪ hexachlorcyklohexan
- ↪ hexachlorbenzen
- ↪ a další látky uvedené v citované příloze č.1.

# Emise znečišťujících látek

4) Organické sloučeniny klasifikované podle nařízení vlády 25/1999 Sb. jako karcinogeny, mutageny nebo jedy pro reprodukční proces neuvedené ad 1 a 3

- ↪ 1,2-dichlorethan (ethylendichlorid)
- ↪ 1,3-butadien\*
- ↪ 2-naftylamin
- ↪ akrylonitril (vinylkyanid)
- ↪ benzen\*
- ↪ hydrazin
- ↪ trichlormethan (chloroform)\*
- ↪ vinylchlorid\*
- ↪ a další látky uvedené v citované příloze č. 1.

5) Organické sloučeniny halogenované klasifikované podle nařízení vlády 25/1999 Sb. neuvedené v předchozích bodech

látky typu benzylchlorid, dichlormethan\*, chlorethan\*, 1,1-dichlorethylen\*



# Emise znečišťujících látek

6) Těkavé organické látky podle definice uvedené v . 1. - §2 odst.(1) písm.n) zákona o ochraně ovzduší 86/2002 Sb. neuvedené v předchozích bodech

7) Organické látky a jejich stanovené skupiny neuvedené v předchozích bodech

8) Anorganické látky a jejich stanovené skupiny neuvedené v předchozích bodech

↙ antimonvodík (stibin)

↙ arsenovodík (arsan)

↙ fosforovodík (fosfan)

↙ fosgen

↙ chlorkyan

↙ fluoridy vyjádřené jako F

↙ kyanidy vyjádřené jako CN

↙ kyanovodík

↙ sirovodík (sulfan)

↙ silné anorganické kyseliny vyjádřené jako H kromě HCl

↙ chlor, fluor, brom

↙ a další látky uvedené v citované příloze č.1.

9) Pachové látky

# Měření emisí

## Kontinuální

**In situ** - přímo v prostředí kouřovodu, bez odběru vzorku. Zpravidla jsou takto měřeny TZL, lze měřit i některé plynné znečišťující látky. Měření in situ je založeno na optickém principu, používají se elektro-optické měřicí systémy.

S kontinuálním odběrem vzorku, zpravidla v jednom místě.

## Manuální

Vzorek odpadních plynů zpravidla odebraný na více místech je analyzován následně v laboratoři přímými analytickými metodami.

Požadavky na to, jaký typ měření má být pro konkrétní skupiny znečišťujících látek u jednotlivých kategorií zdrojů prováděn, jsou specifikovány legislativně - viz kapitola "Legislativní systém ochrany ovzduší".

Z hlediska technických a analytických možností však lze kontinuální způsob prakticky uplatnit pouze při měření základních znečišťujících látek (1.skupina).

# Evidence zdrojů znečišťování ovzduší a vyhodnocování emisí

## Zdroje

Zdroje emitující do ovzduší znečišťující látky jsou celostátně sledovány v rámci tzv. **Registru emisí a zdrojů znečišťování ovzduší (REZZO)**.

Správou databáze **REZZO** za celou Českou republiku je pověřen **ČHMÚ**.

Jednotlivé dílčí databáze **REZZO 1-4**, které slouží k archivaci a prezentaci údajů o stacionárních a mobilních zdrojích znečišťování ovzduší, tvoří součást **Informačního systému kvality ovzduší (ISKO)** provozovaného rovněž **ČHMÚ** jako jeden ze základních článků soustavy nástrojů pro sledování a hodnocení kvality ovzduší ČR.

# Emise znečišťujících látek

**Velké a střední zdroje emisí** jsou sledovány jako bodové zdroje jednotlivě, **malé zdroje** plošně na úrovni obcí, **mobilní zdroje** liniově (silniční doprava na úsecích zahrnutých do sčítání dopravy) a plošně na úrovni okresů (ostatní mobilní zdroje).

- ↪ Velké zdroje znečišťování - REZZO 1
- ↪ Střední zdroje znečišťování - REZZO 2
- ↪ Malé zdroje znečišťování - REZZO 3
- ↪ Mobilní zdroje znečišťování - REZZO 4



# Emise látek znečišťujících ovzduší

Východím podkladem bilance emisí látek znečišťujících ovzduší z velkých zdrojů (celkem 2 220 zdrojů) jsou údaje souhrnné provozní evidence, předané provozovateli zdrojů České inspekci životního prostředí (ČIŽP), která zajišťuje jejich sběr a verifikaci dat.

V kategorii středních zdrojů jsou evidovány údaje o cca 30 000 zdrojích. Kompetence týkající se zpoplatňování emisí a ověřování údajů souhrnné provozní evidence středních zdrojů jsou od 1. 1. 2003 převedeny na úřady obcí s rozšířenou působností (ORP).

V kategorii malých zdrojů jsou vypočítávány emise z lokálních topenišť. Primárními podklady pro výpočet jsou údaje ze Sčítání lidu, domů a bytů (SLDB) provedených v letech 1991 a 2001. Emisní bilance je modelově zpracovávána z aktualizovaných údajů o klimatických podmínkách, spotřebách tepla pro vytápění bytů a z nich vypočtených spotřeb jednotlivých druhů paliv.

# Emise látek znečišťujících ovzduší

**Skladba paliv** vychází z podkladů SLDB o převládajícím způsobu vytápění a používaných druzích energií, které jsou každoročně aktualizovány z údajů poskytnutých centrálními dodavateli paliv a energií.

**Bilance emisí z dopravy**, která je v kompetenci ministerstva dopravy, je zpracována podle metodiky stanovení emisí znečišťujících látek z dopravy.

**Emise z provozu zemědělských a lesních strojů a dalších mobilních prostředků** jsou vypočítány z údajů o prodeji a spotřebě pohonných hmot.

**Emisní bilance VOC** je prováděna odlišným způsobem a zahrnuje také odhad množství emisí z používání rozpouštědel a nátěrových hmot u zdrojů, které nejsou evidovány v databázi REZZO – venkovní použití nátěrových hmot a rozpouštědel, spotřeba v domácnostech apod. Z tohoto důvodu je uváděn pouze údaj o celkových emisích VOC.

# Emise látek znečišťujících ovzduší

**Odkazy na podrobné informace:**

**ČHMÚ** <http://www.chmi.cz/>

**odkaz Emisní bilance**

<http://www.chmi.cz/uoco/emise/embil/emise.html>

**Emisní bilance - tabelární údaje v t/rok pro jednotlivé kategorie zdrojů (REZZO 1-4) rozčleněné po okresech ČR**

**odkaz Zdroje znečišťování**

<http://www.chmi.cz/uoco/data/emise/gnavemise.html>

**aktuální údaje (nyní zpracován rok 2001) o ročních emisích základních znečišťujících látek (prach, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>) pro jednotlivé zdroje REZZO 1 (členění po okresech)**

**MŽP** <http://www.env.cz/>

**odkaz Ovzduší a dále Emisní faktory motorových vozidel**

# Škodliviny a imisní limity

Znečišťující látka	Doba průměrování	Imisní limit	Maximální povolený počet překročení
Oxid siřičitý SO <sub>2</sub>	1 hodina	350 µg.m <sup>-3</sup>	24
Oxid siřičitý SO <sub>2</sub>	24 hodin	125 µg.m <sup>-3</sup>	3
Oxid uhelnatý CO	maximální denní osmihodinový klouzavý průměr	10 mg.m <sup>-3</sup>	
Suspendované částice PM <sub>10</sub>	24 hodin	50 µg.m <sup>-3</sup>	35
Suspendované částice PM <sub>10</sub>	1 kalendářní rok	40 µg.m <sup>-3</sup>	
Suspendované částice PM <sub>2,5</sub>	1 kalendářní rok	25 µg.m <sup>-3</sup>	
Olovo Pb	1 kalendářní rok	0,5 µg.m <sup>-3</sup>	
Oxid dusičitý NO <sub>2</sub>	1 hodina	200 µg.m <sup>-3</sup>	18
Oxid dusičitý NO <sub>2</sub>	1 kalendářní rok	40 µg.m <sup>-3</sup>	
Benzen	1 kalendářní rok	5 µg.m <sup>-3</sup>	

Znečišťující látka	Doba průměrování	Imisní limit
Arsen As	1 kalendářní rok	6 ng.m <sup>-3</sup>
Kadmium Cd	1 kalendářní rok	5 ng.m <sup>-3</sup>
Nikl Ni	1 kalendářní rok	20 ng.m <sup>-3</sup>
Benzo(a)pyren B(a)P	1 kalendářní rok	1 ng.m <sup>-3</sup>

Znečišťující látka	Doba průměrování	Imisní limit	Maximální povolený počet překročení
Ochrana zdraví lidí	maximální denní osmihodinový klouzavý průměr	120 µg.m <sup>-3</sup>	25x v průměru za 3 roky
Ochrana vegetace	AOT40	18000 µg.m <sup>-3</sup> .h	



# Smogový varovný a regulační systém (SVRS)

- ↪ 5. 11. byla poprvé od roku 1997 vyhlášena v zóně Severozápad smogová situace z důvodů vysokých koncentrací  $\text{SO}_2$
- ↪ Po rozrušení inverze v poledních hodinách 5. 11. se znečišťující látky z vysokých zdrojů (zejména tepelných elektráren), které se doposud hromadily ve vyšších částech stabilní inverzní vrstvy, dostaly k zemskému povrchu.

