

Chemie životního prostředí II – Znečištění složek prostředí

Atmosféra

(03)

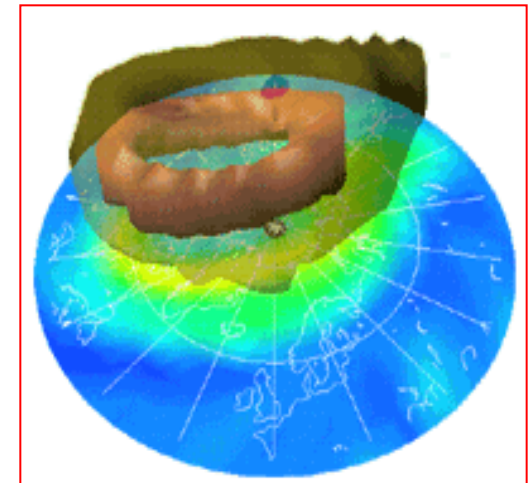
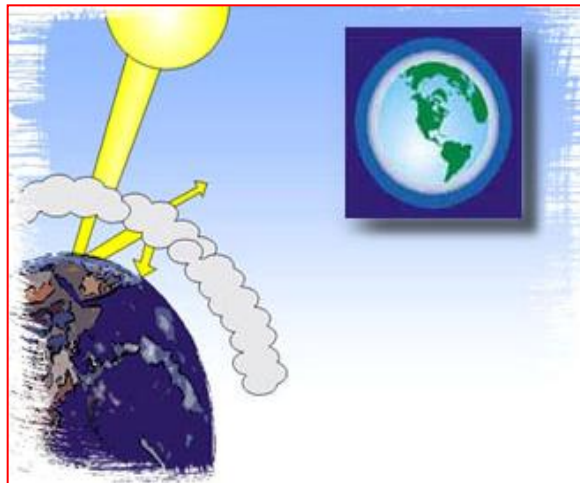
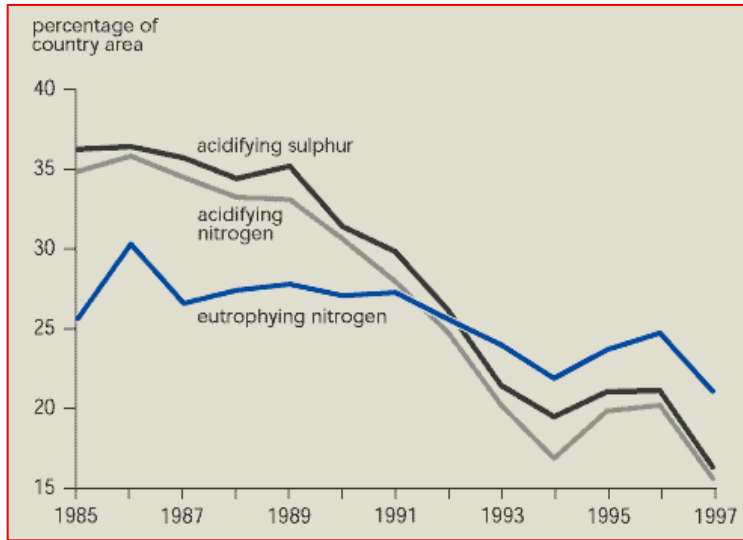
Znečištění atmosféry obecně

Ivan Holoubek

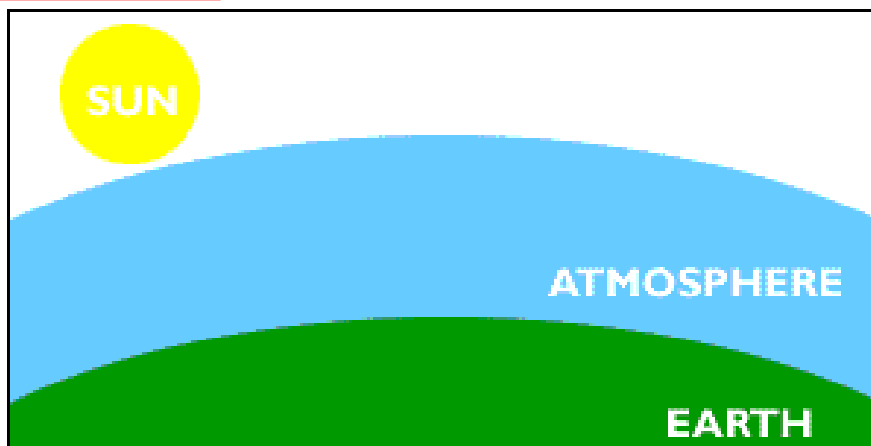
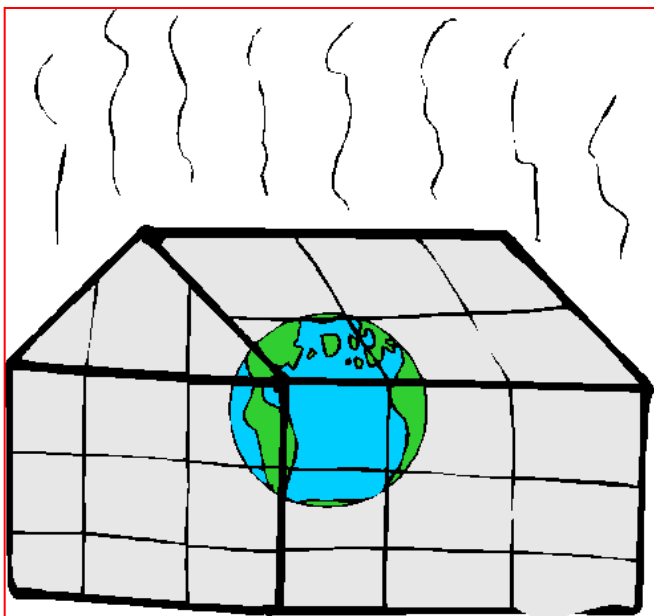
RECETOX, Masaryk University, Brno, CR

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

SO₂, pevné částice

Lesní požáry

CO a CO₂, NO_x, pevné částice

Rostliny

uhlovodíky, pyly

Odumírající rostliny

CH₄, H₂S

Půda

prach a viry

Oceán

slané aerosoly, pevné částice

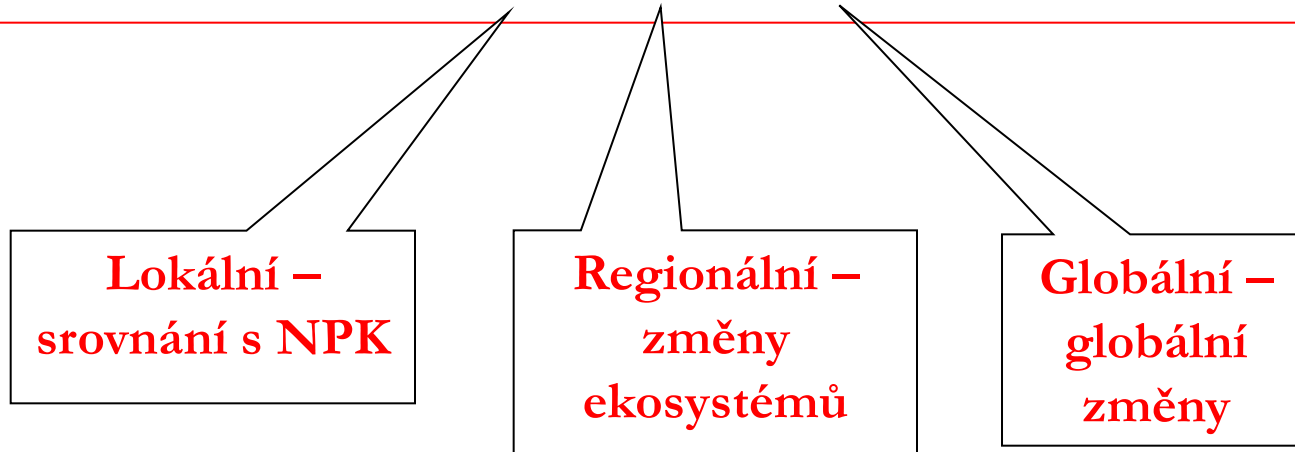
Antropogenní atmosférické znečištění

- ↪ 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

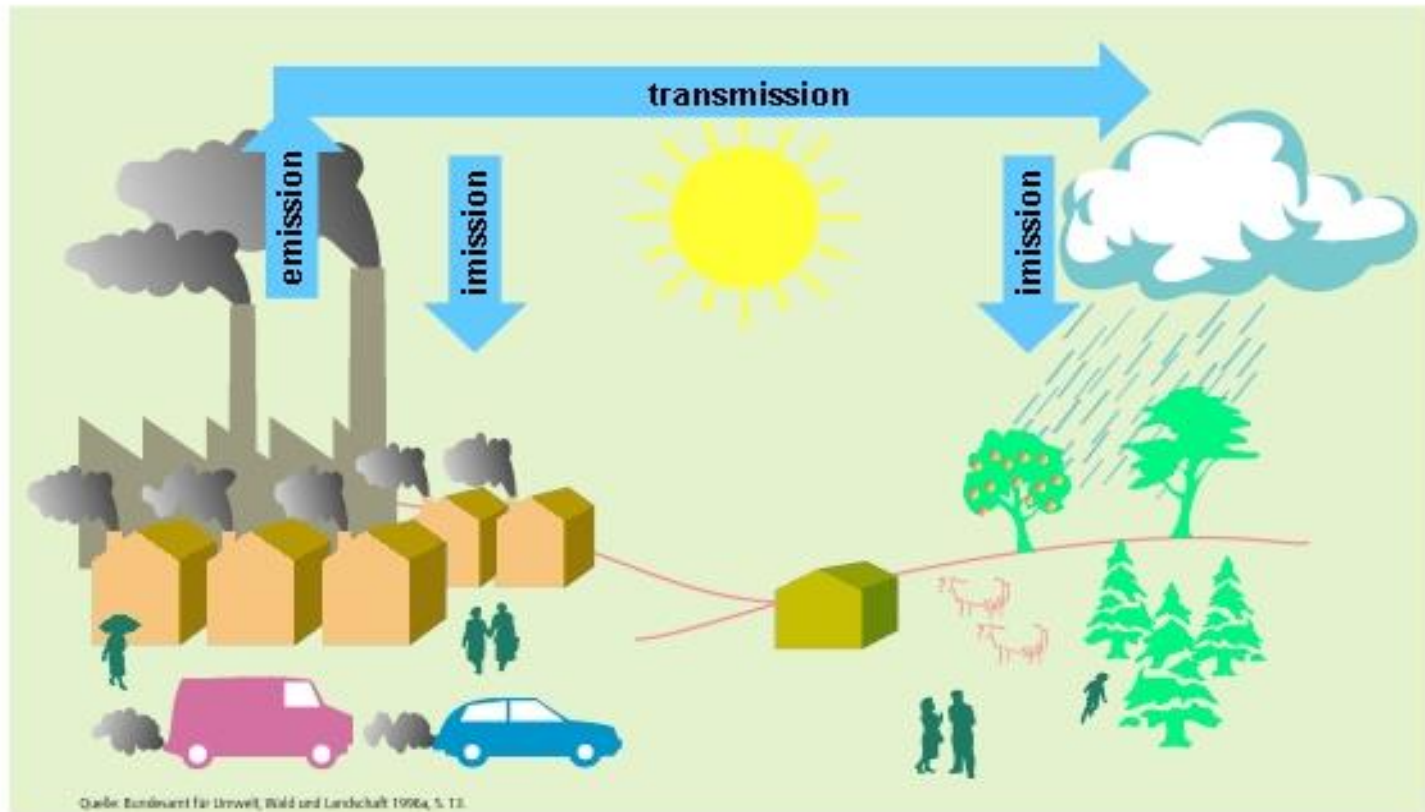
Intenzita zdroje – hmotnostní tok [g.h⁻¹, kg.h⁻¹]

Měrná emise – zatížení určité oblasti [g.m⁻².d⁻¹, t.km⁻².r⁻¹]

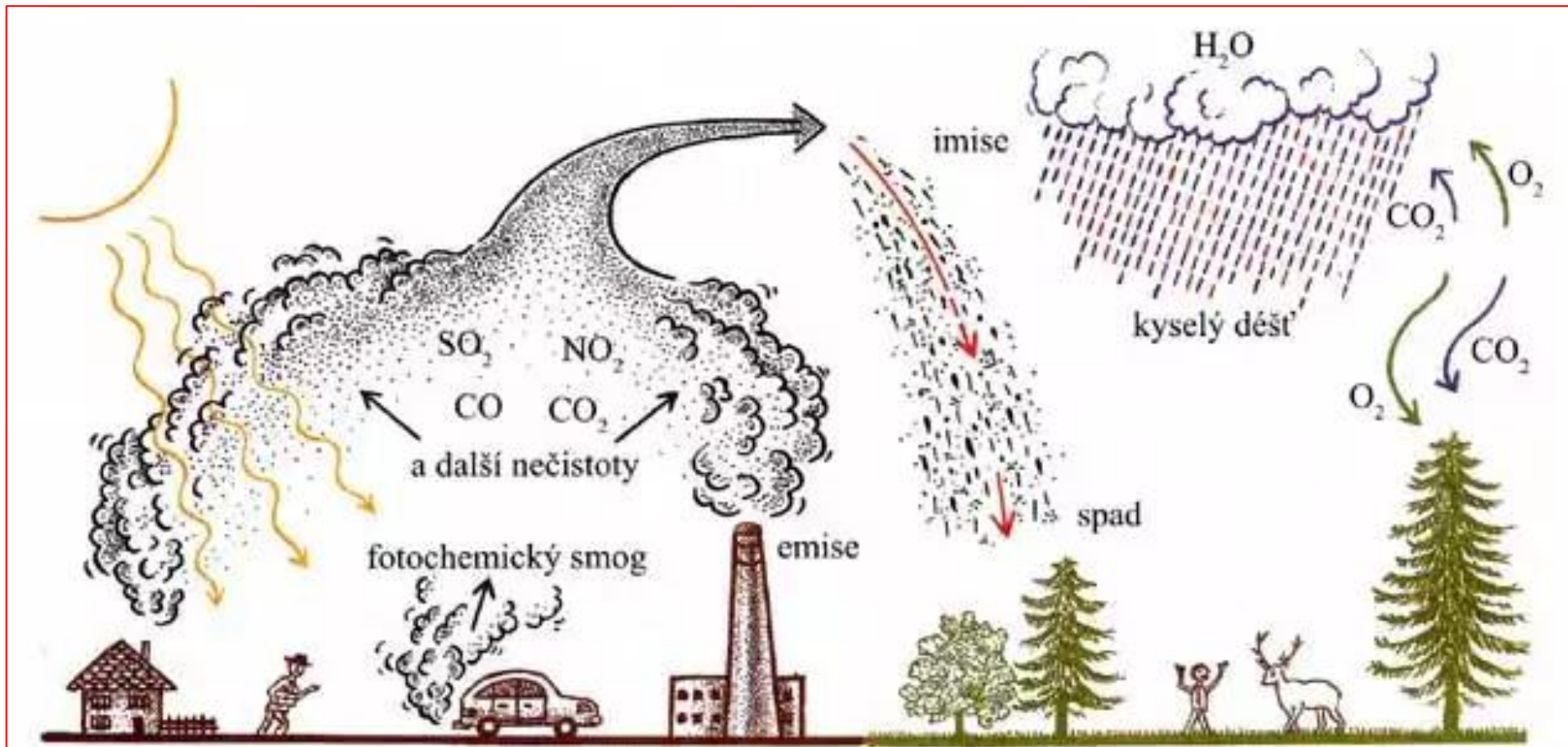
Střední doba setrvání

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



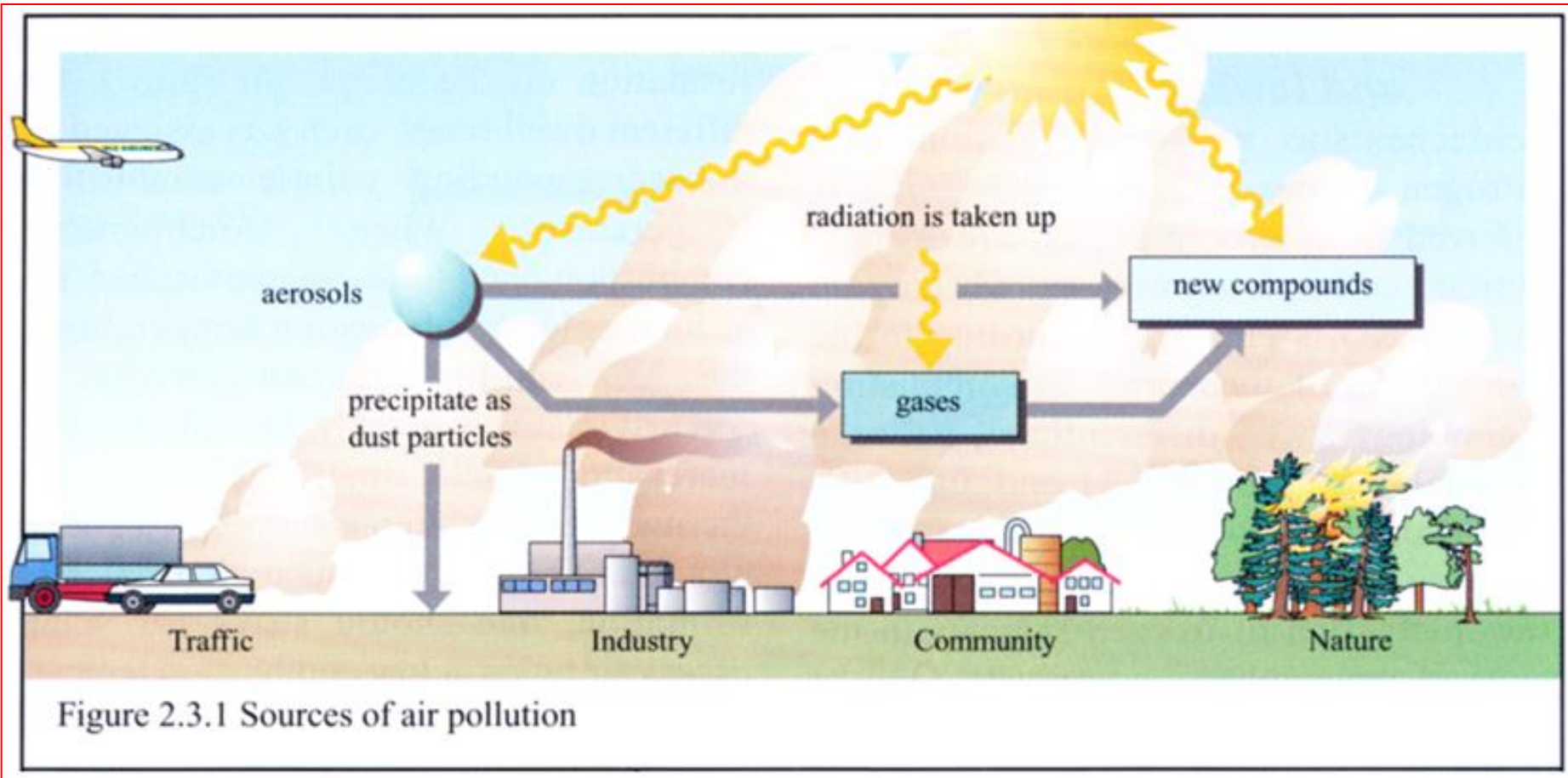
Emise, imise



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

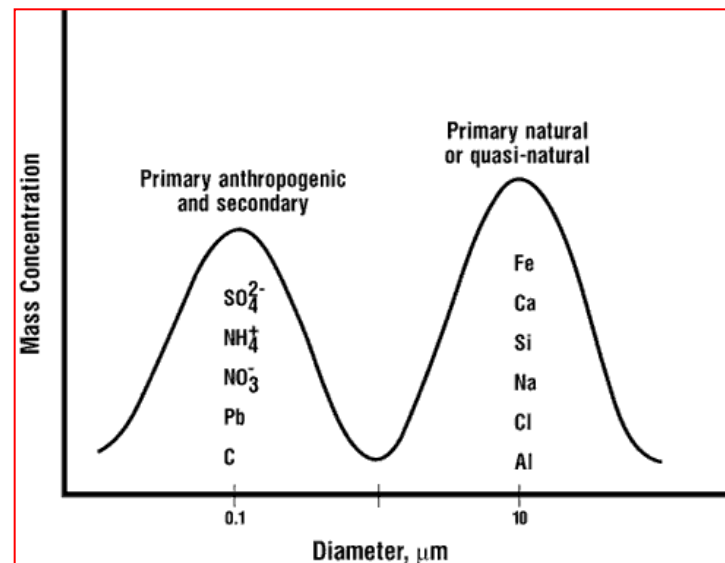
$$\text{imise} = \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$$

Zdroje znečištění atmosféry

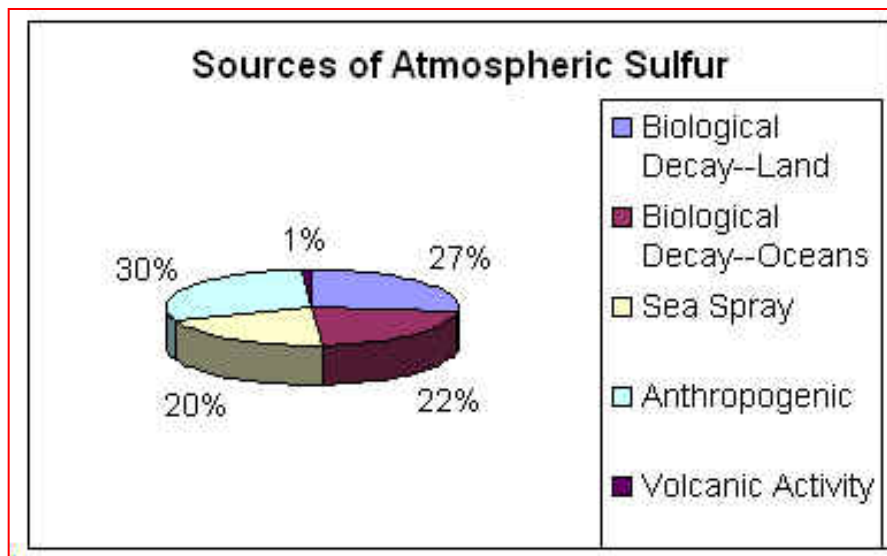


Ohrožení globální atmosféry

- ↻ Pevné částice
- ↻ Emise síry
- ↻ Emise NO_x
- ↻ Ozón
- ↻ Těkavé organické látky
- ↻ Kyselé deště
- ↻ Emise oxidu uhličitého



Pevné částice



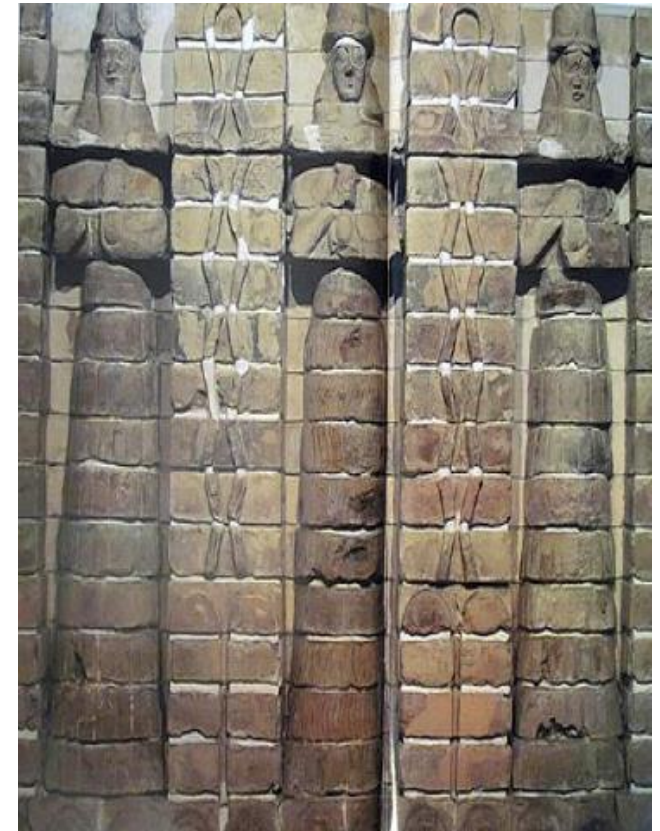
Emise síry

Environmental history

Sumerian/Babylonian attitudes towards smoke

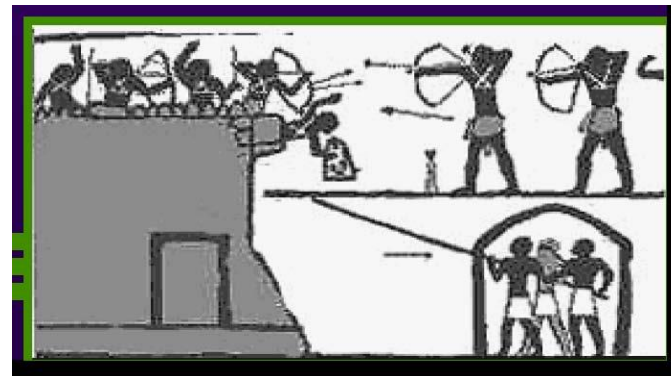
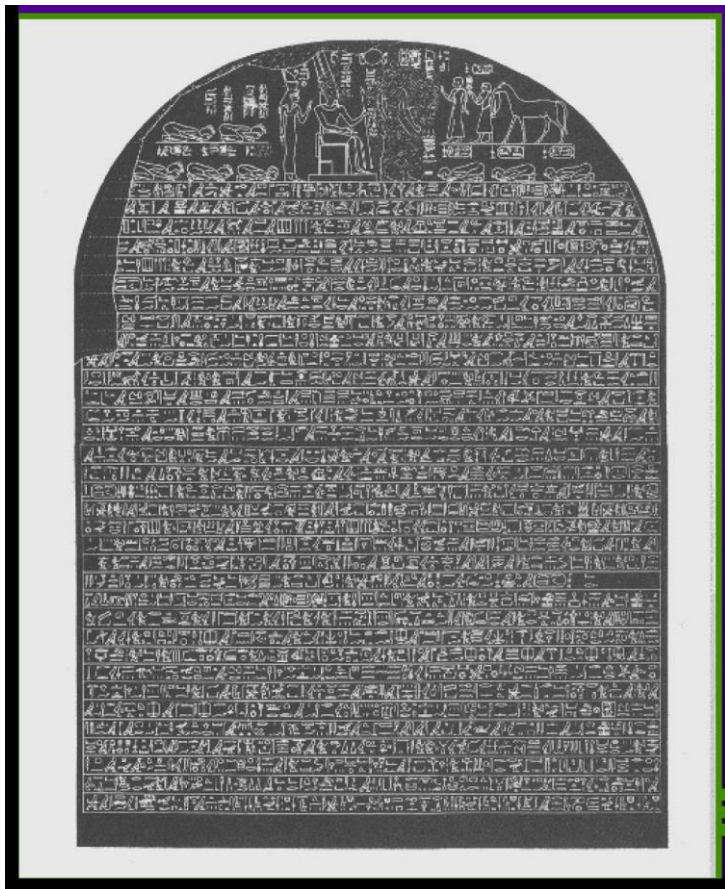
my mood and heart. As if during the night watchlike excrement..... my countenance like smoke. Don't cause the oven in a man's house to smoke...it will ruin the bread.

A hymn to Inanafor Išme-Dagan:
c.2.5.4



Temple of Inana

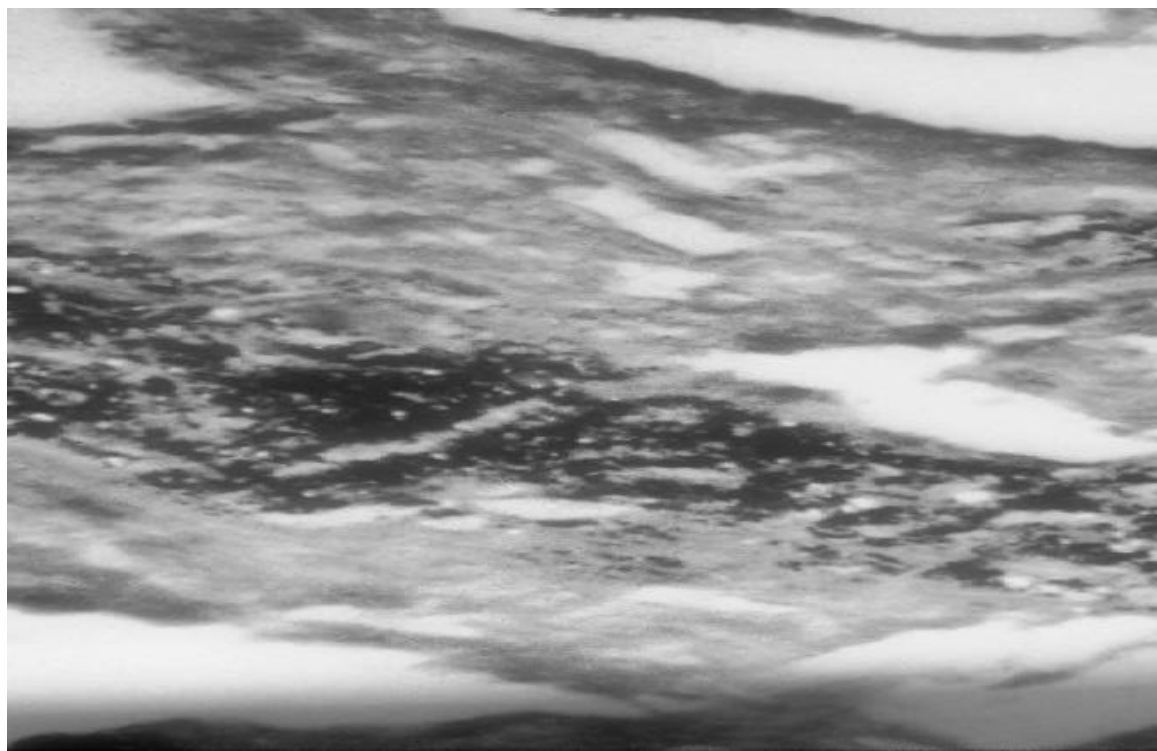
Victory Stela of King Piankhi



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

Seige of Hermopolis
734 BC

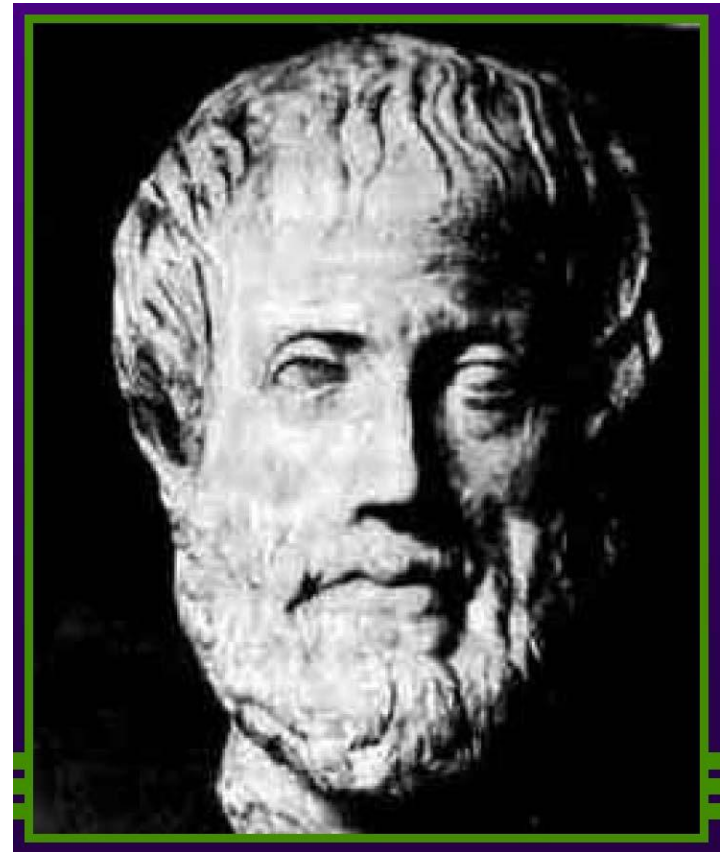
Anthracosis, silocosis



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

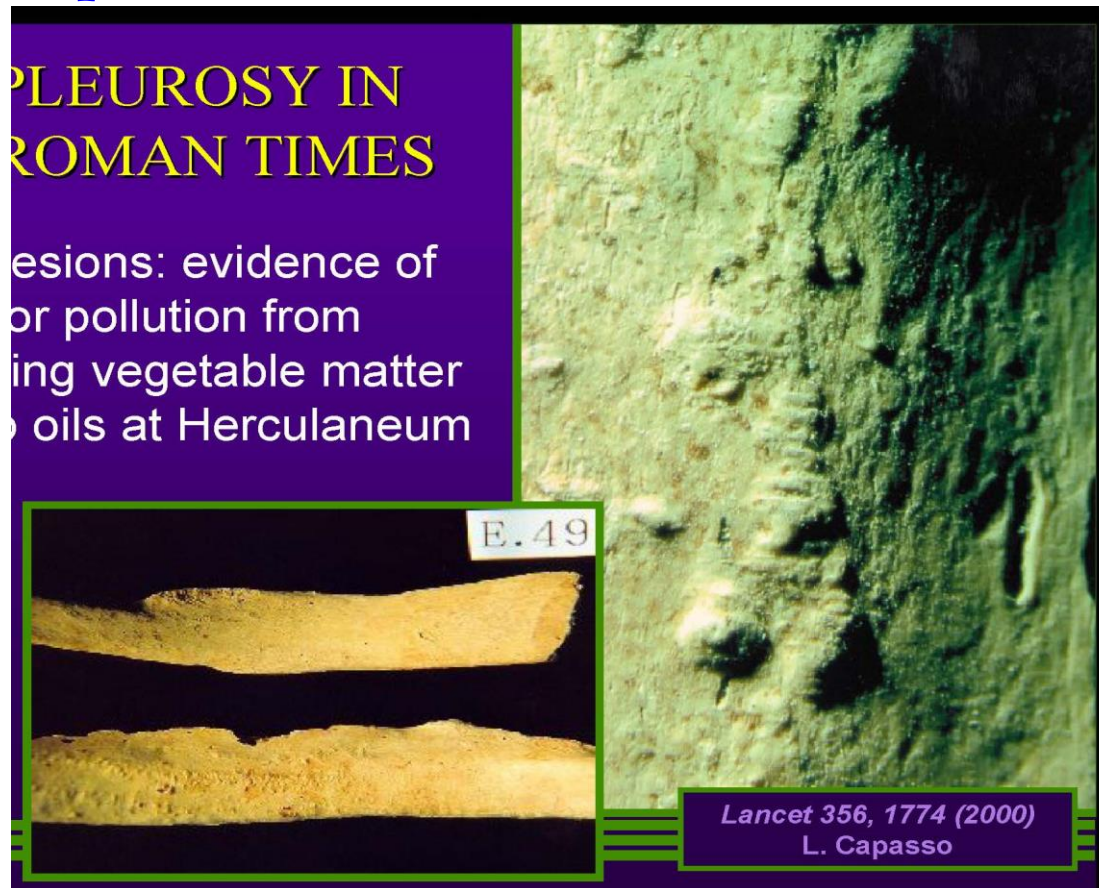


Air and health

- ↪ 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



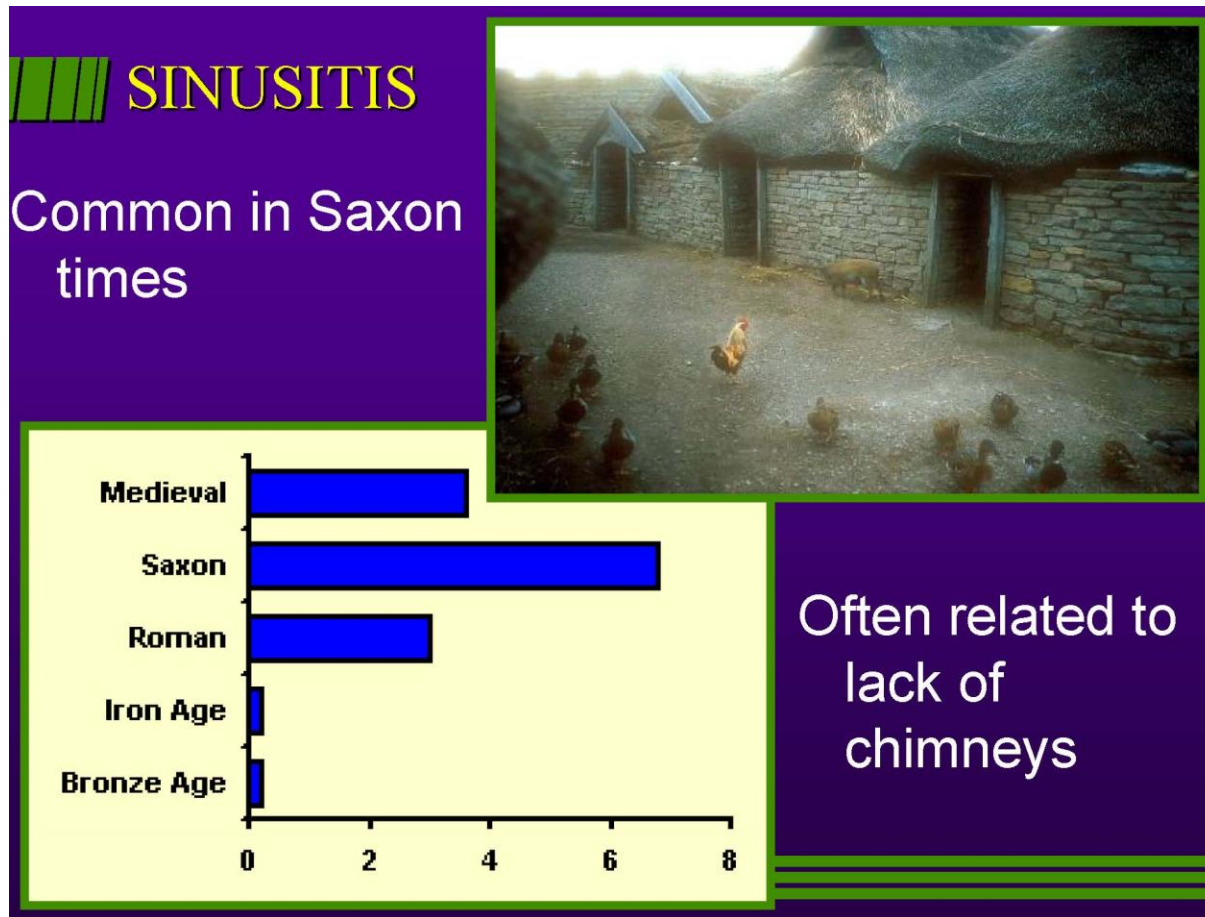
Arab inheritance of classical learning meant an understanding of focus air pollution and health by 10th C.

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 imbribrusaqua colligitursalubriores...”

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]

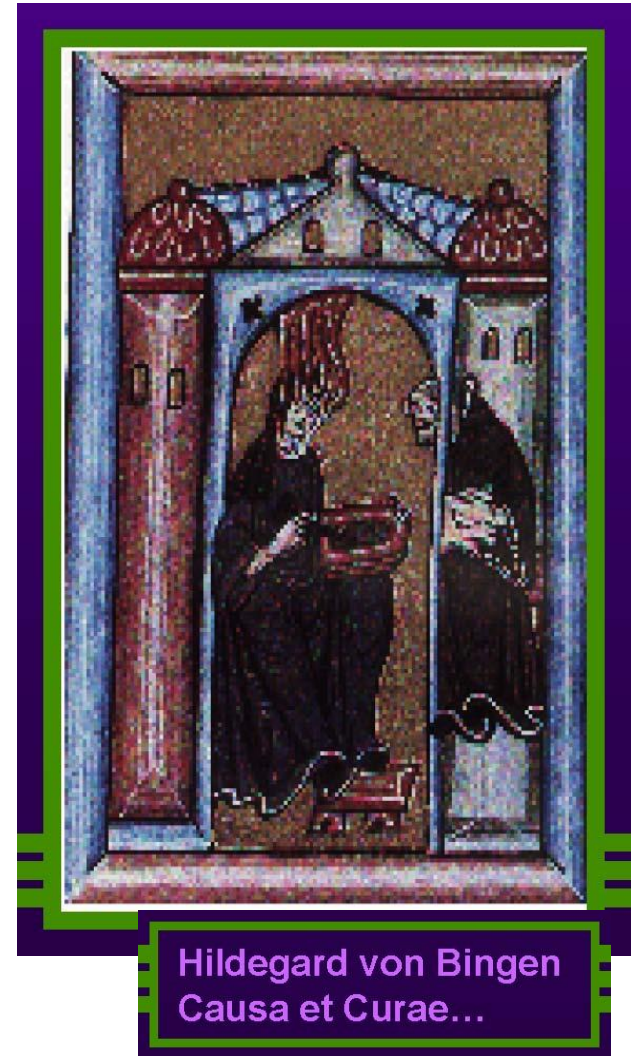
Dust unhealthy for plants

John Evelyn [1661]

SO₂ damages plants

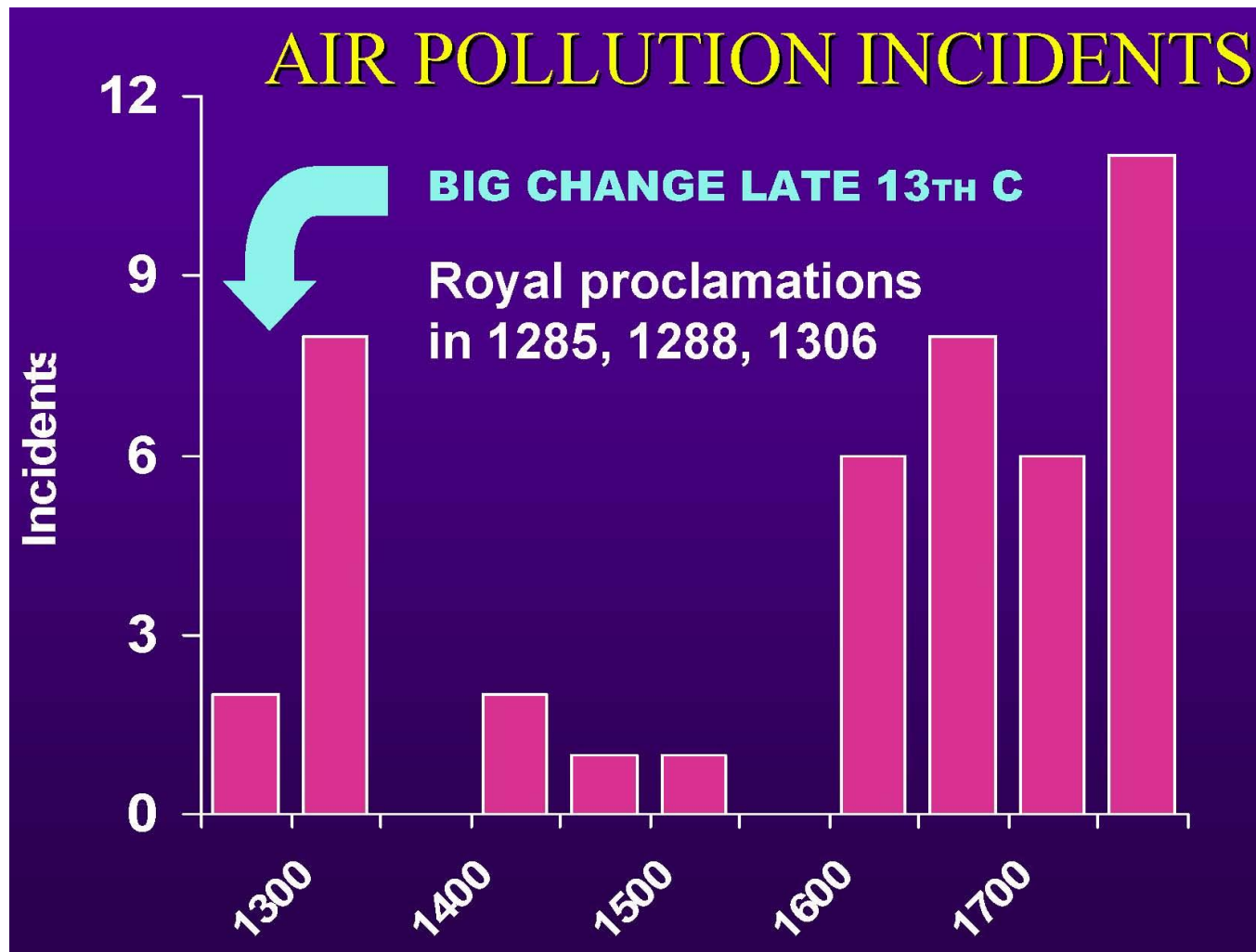
Fabri [1670]

Volcanic acid rain damages fruit



Hildegard von Bingen
Causa et Curae...

Air pollution incidents



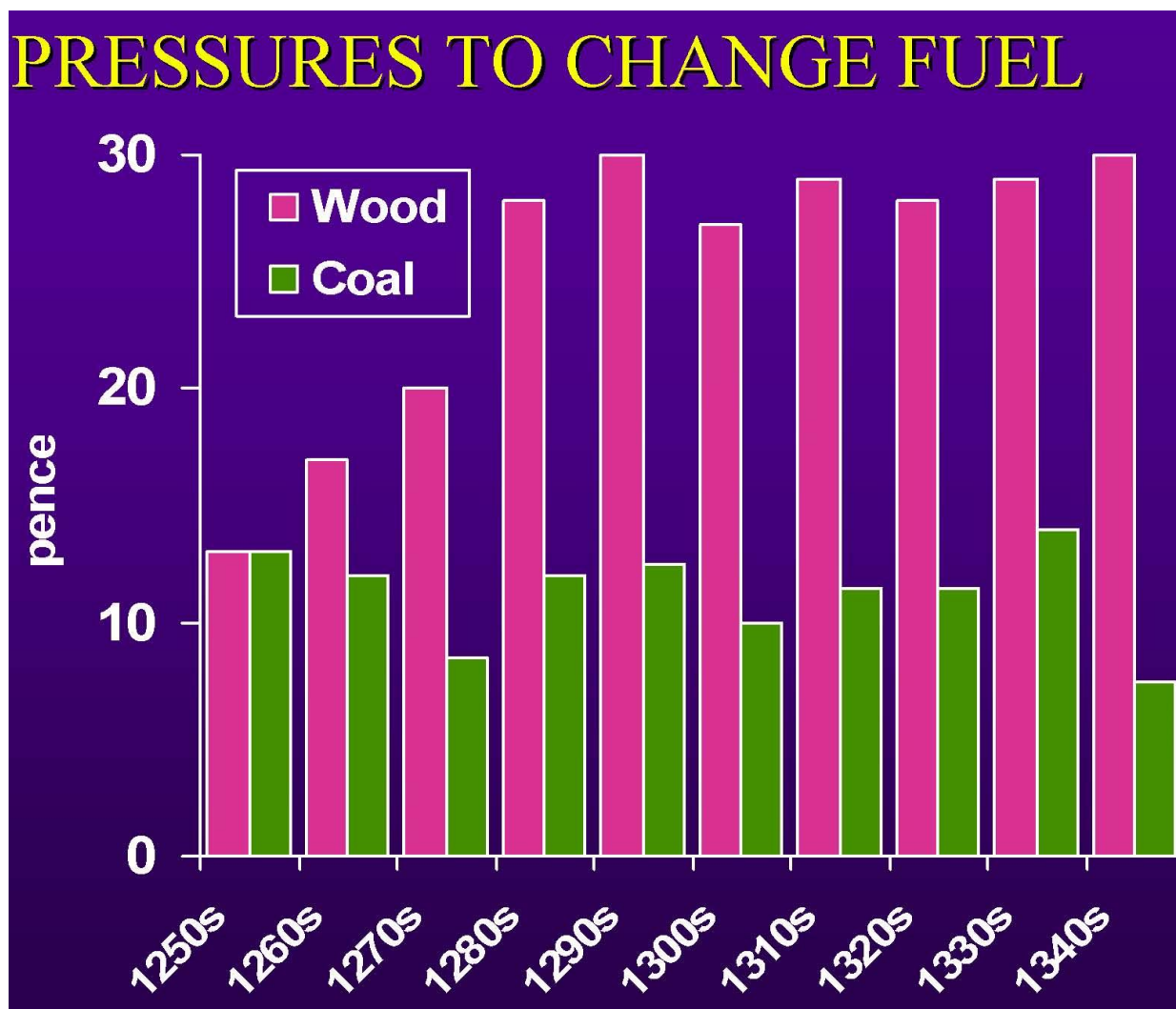
Air pollution problems

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



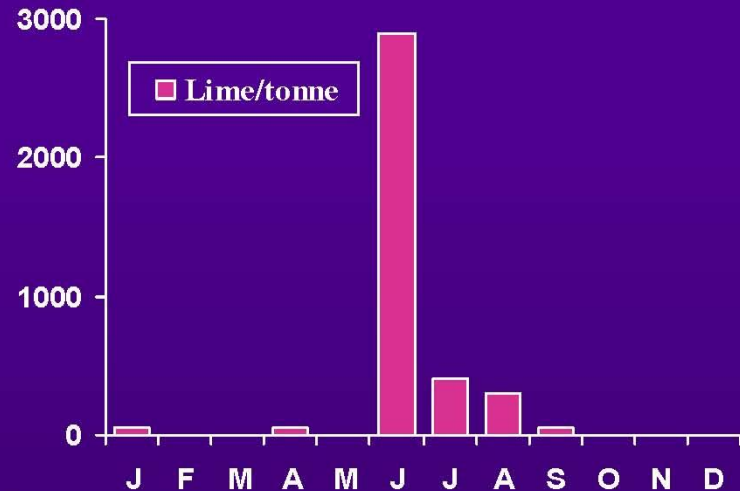
Pollution seasons c 1300

SEASONS c1300

Summer building works:
extensive production of lime

Air pollution incidents
mostly in summer

In 1950s smoke a winter
problem - household heating



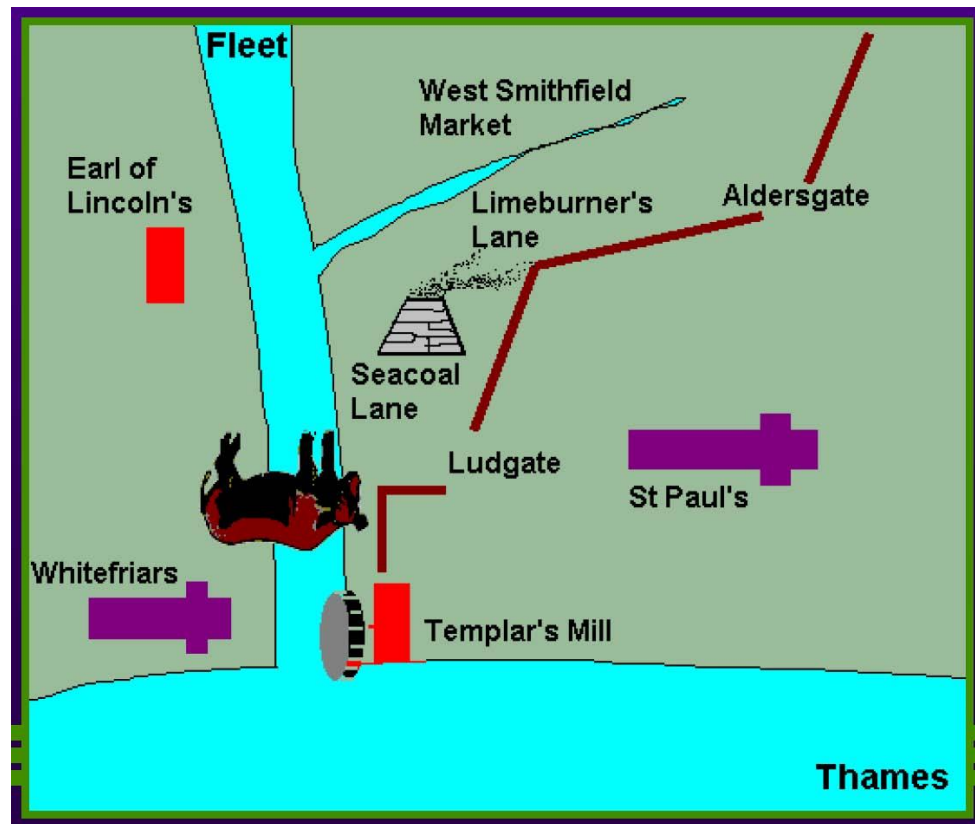
Pollution in the West c 1300

Problems near the River Fleet

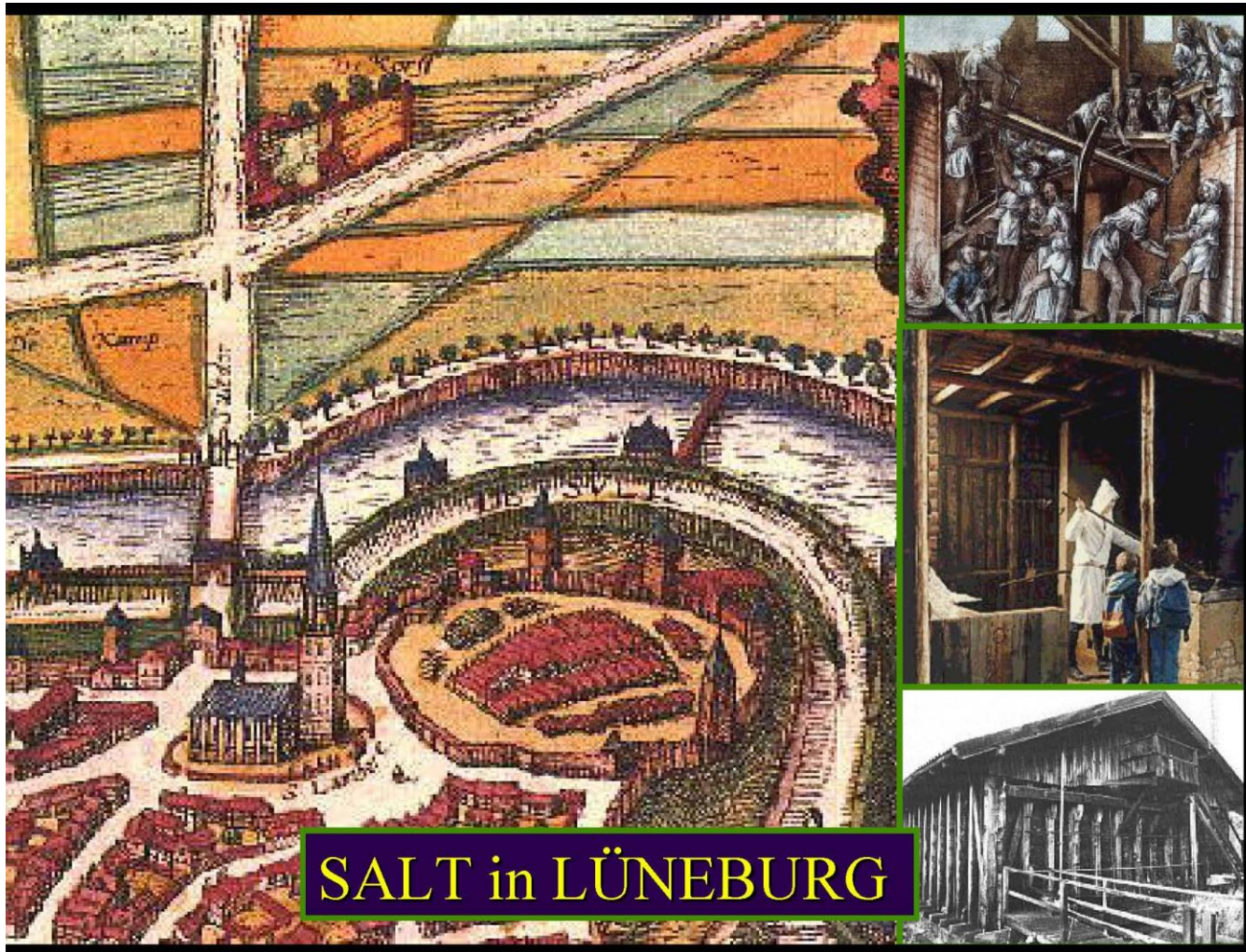
Odour and miasma

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)”

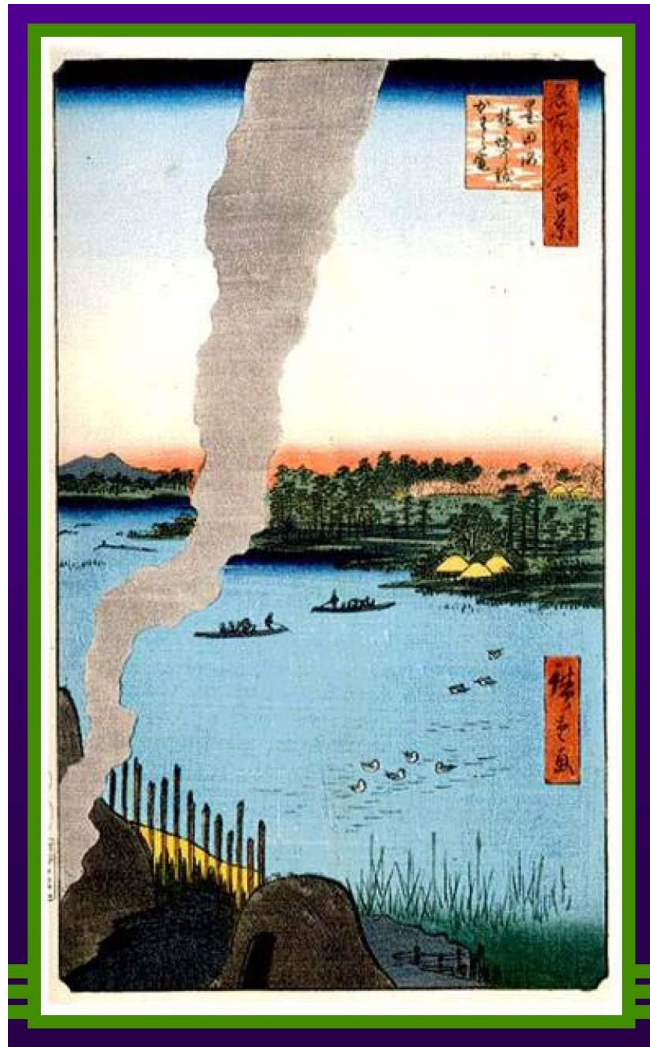
London Assize of Nuisance (1301-1431)

Nocturnal inversions

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

Cal Early Mayor's Court Rolls

Industrial pollution in Asia



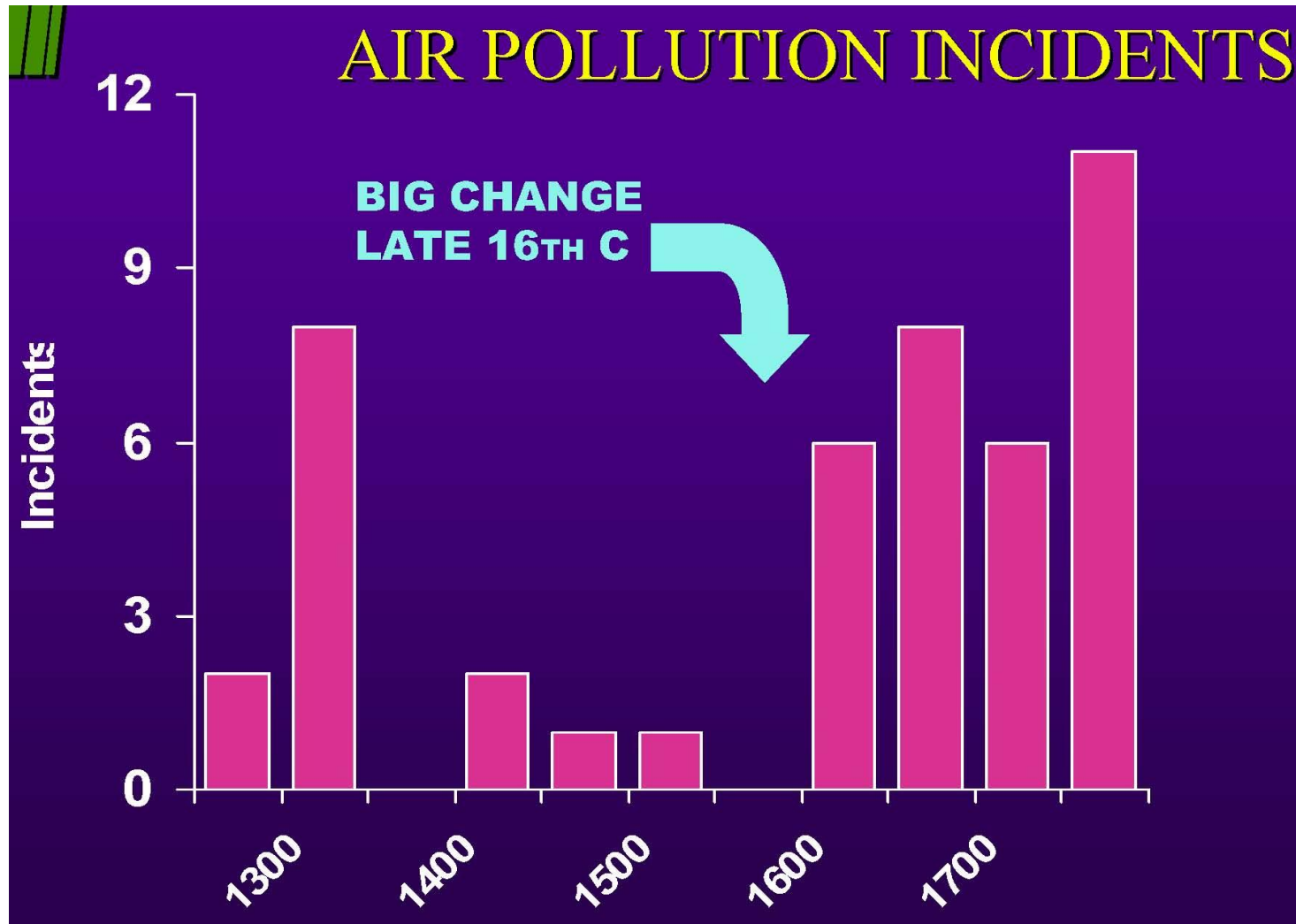
- Use of coal relatively late, so sulphur emissions comparatively low.
- Nevertheless early complaints of pollution, e.g 18th C breweries in Bangkok

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

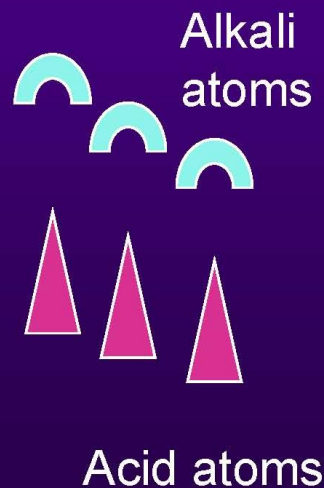
Sir Kenelme DIGBY

Van Dyck



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

A Discourse on Sympathetic Powder 1658



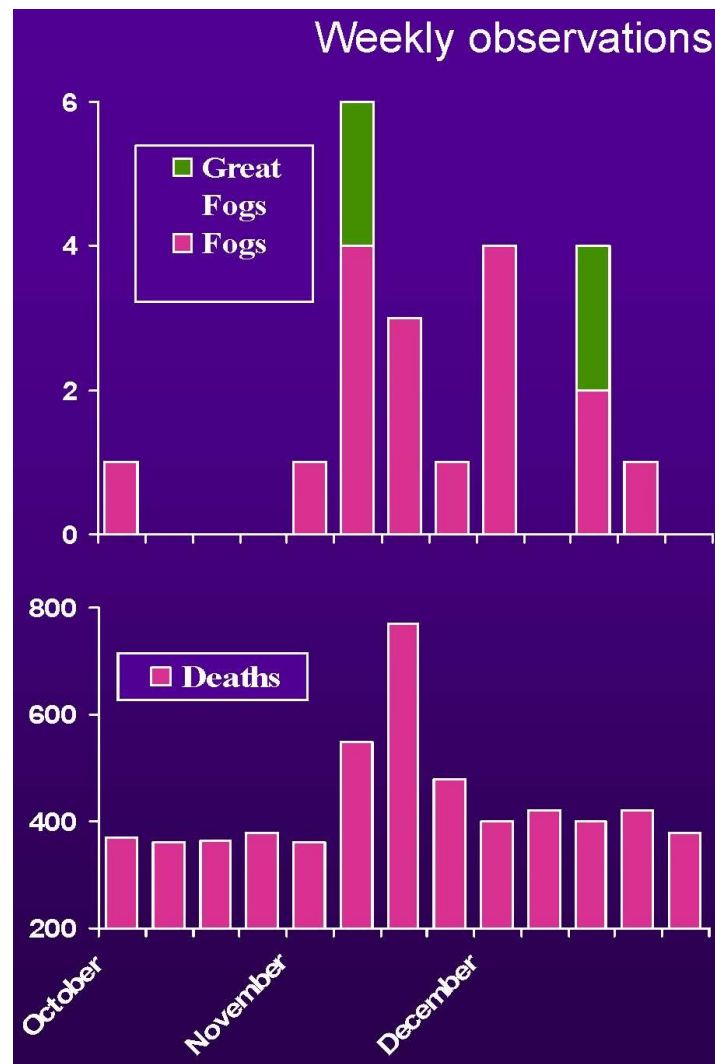
Death by fog

John GRAUNT

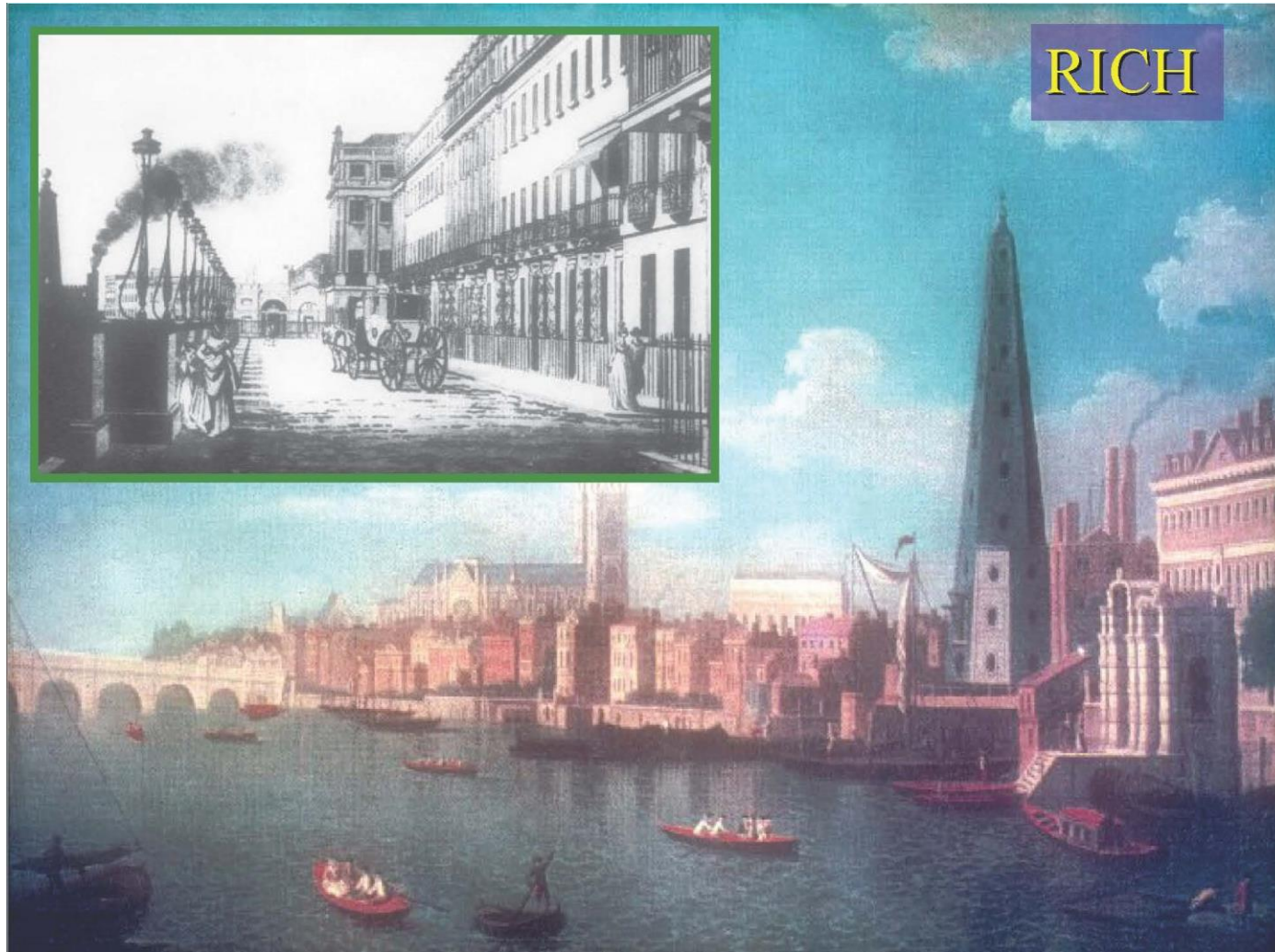
The winter of 1679

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,
Charles Kingsley (1862-1863)

THE WATER-BABIES

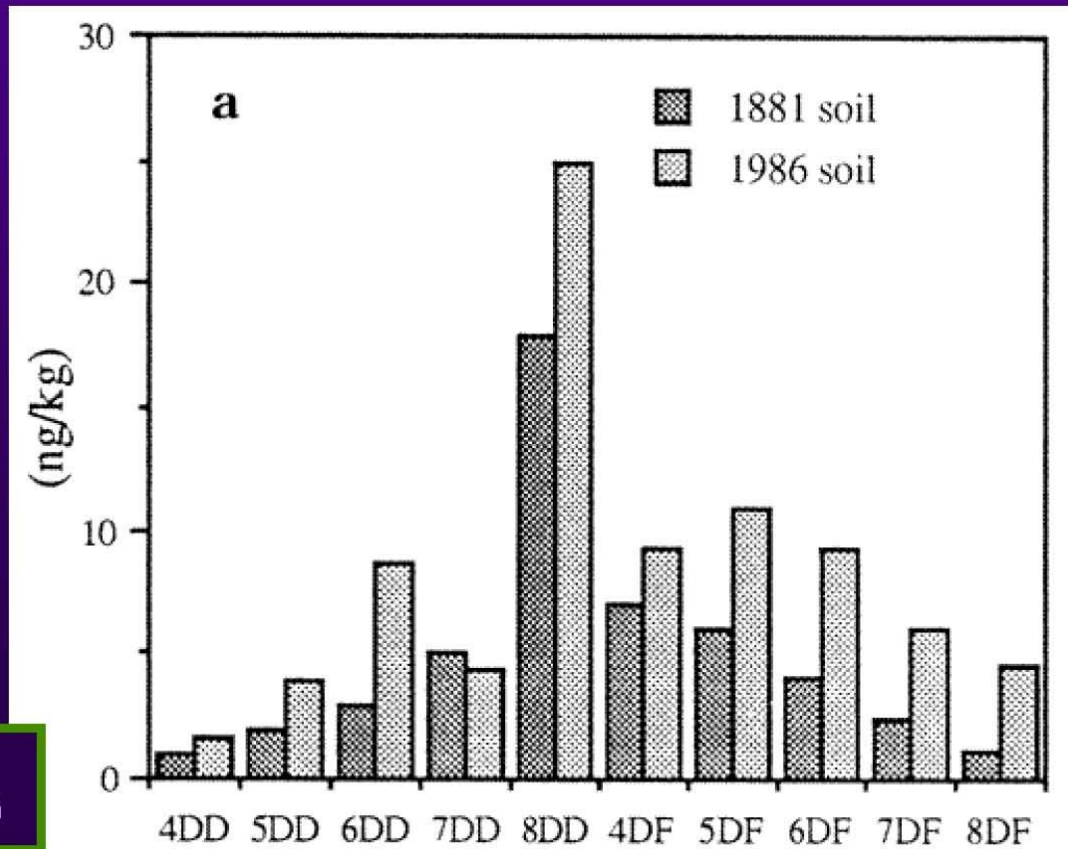
down his scythe; caught his leg in it, and cut his shin open, whereby he kept his bed for a week; but in his hurry he never knew it, and gave chase to poor Tom. The dairy-maid heard the noise, got the churn between her knees, and tumbled over it, spilling all the cream; and yet she jumped up, and gave 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]



History of PCDDs/Fs

Long record of deposition at Rothamsted – coal and wood burning

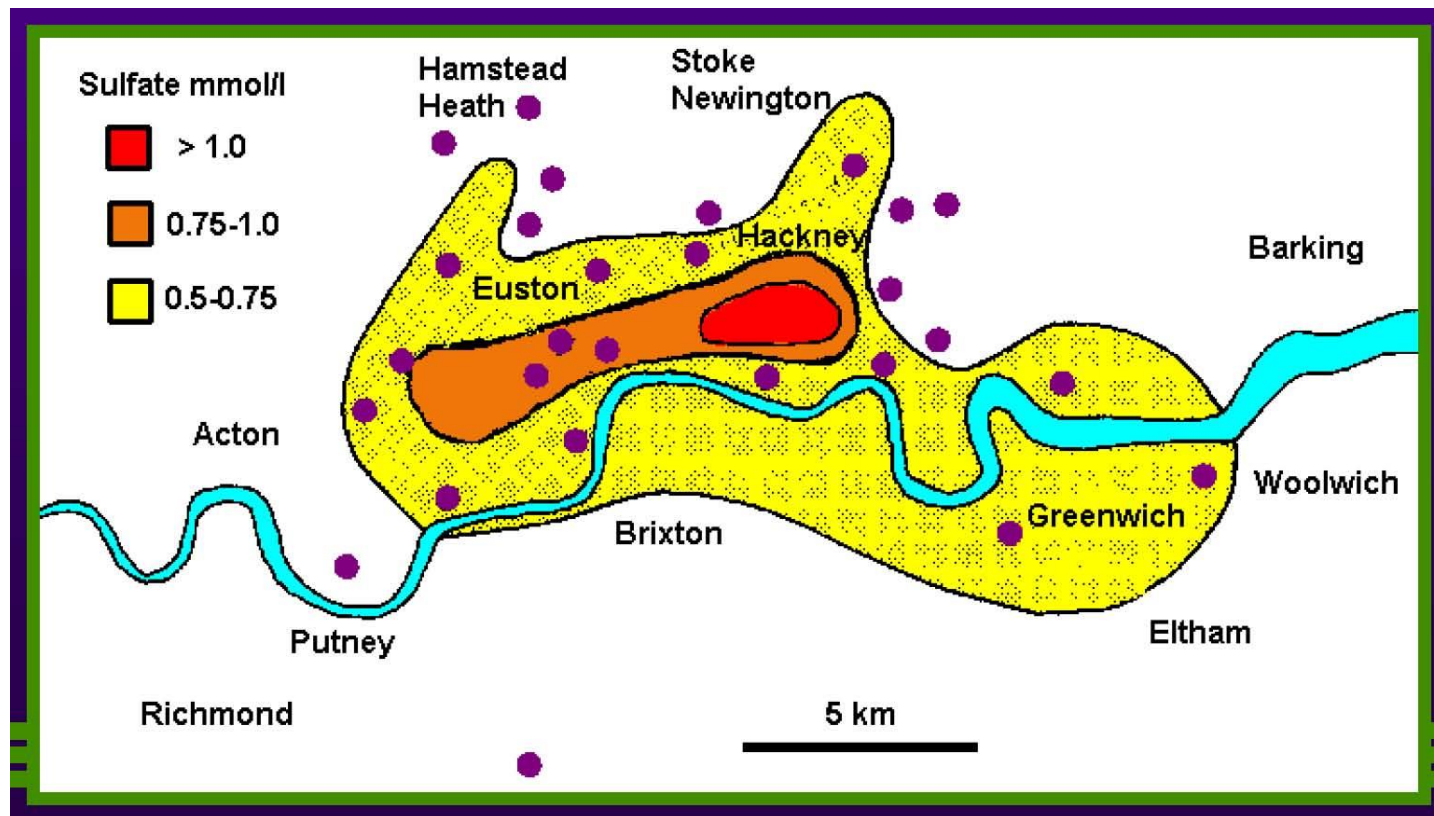


R. E. Alcock *et al* (1998)
Environ. Sci. Technol. 32, 1580

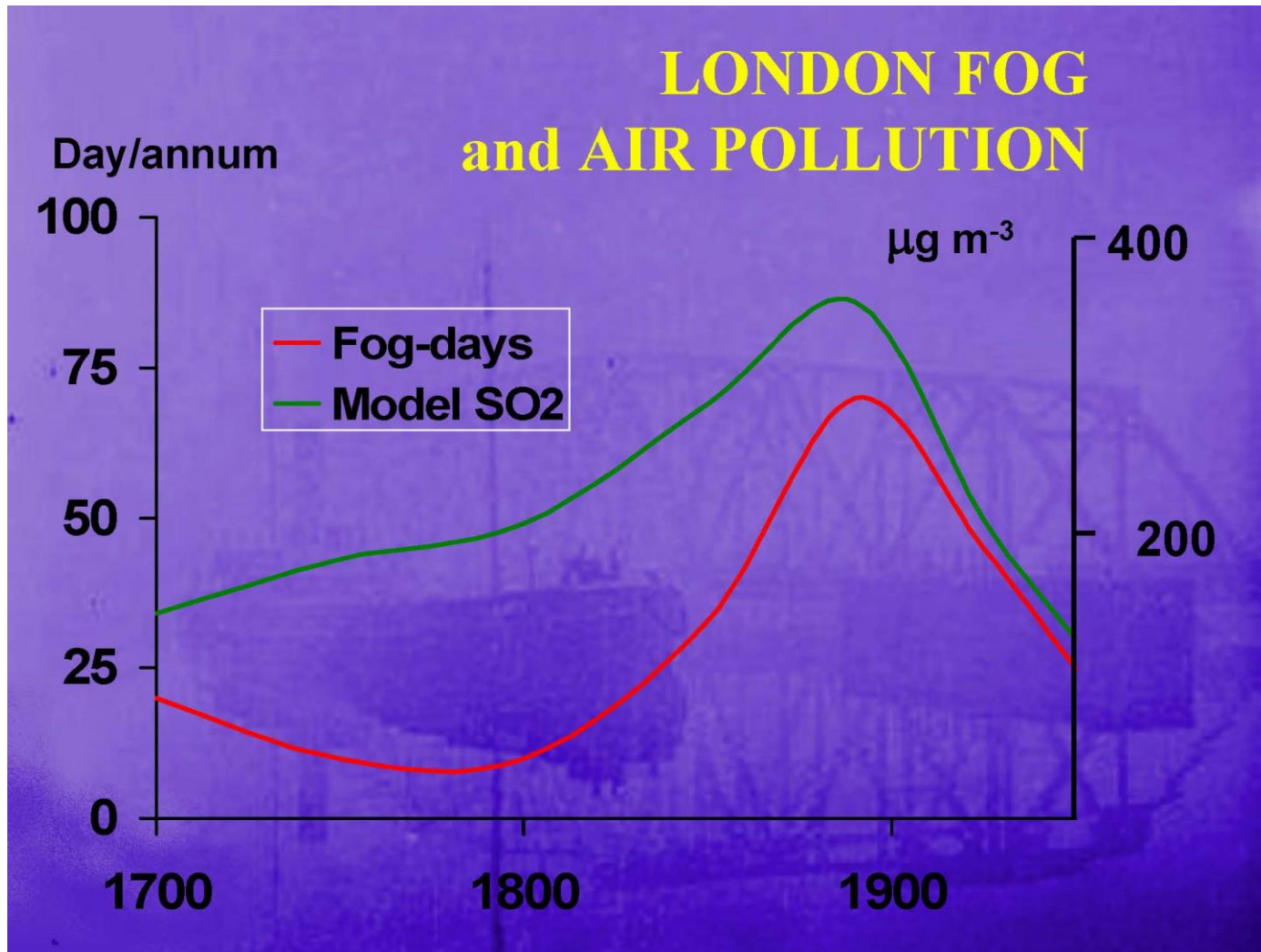
Poverty and pollution

Pollution of rain 1870

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



Air pollution problems – London fog and air pollution

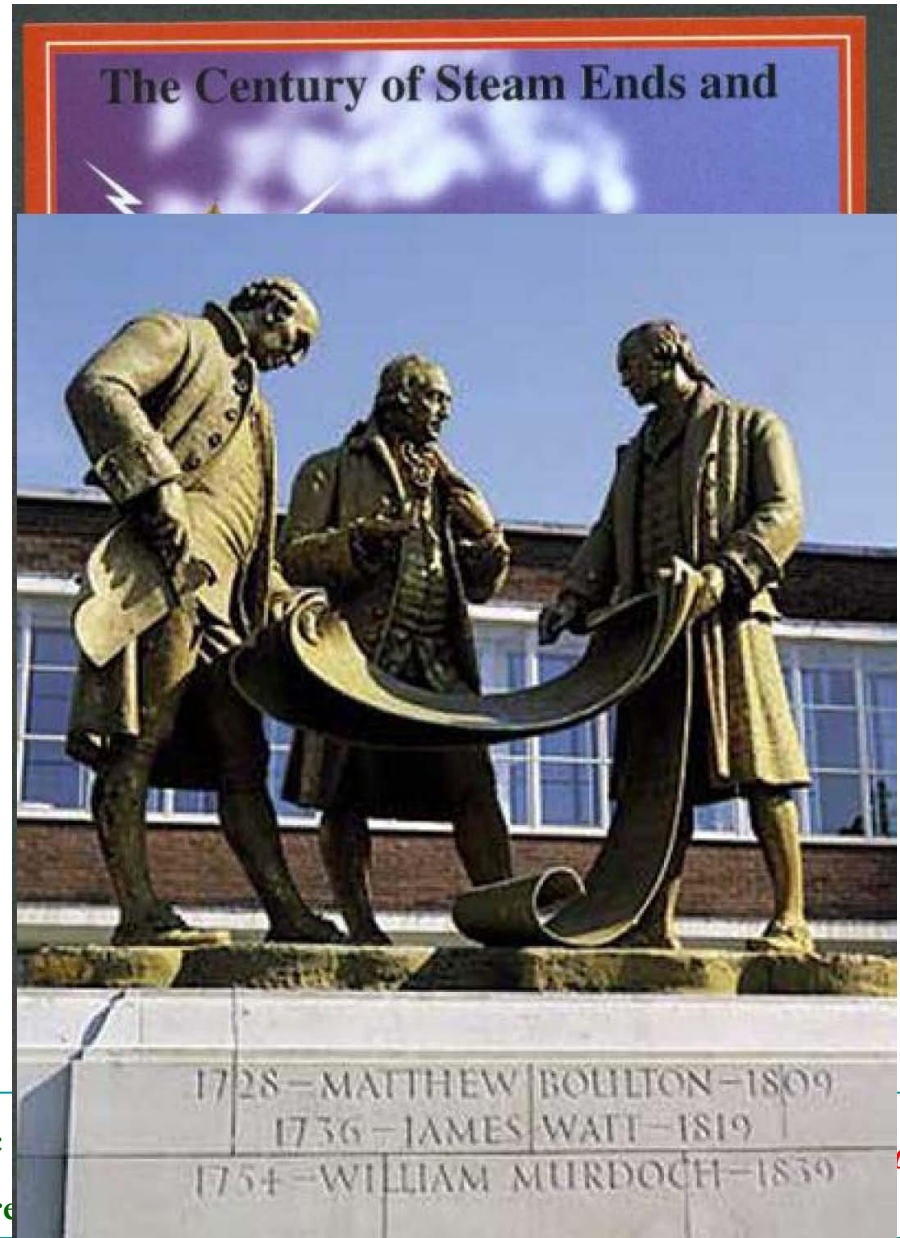


Burn your own smoke

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

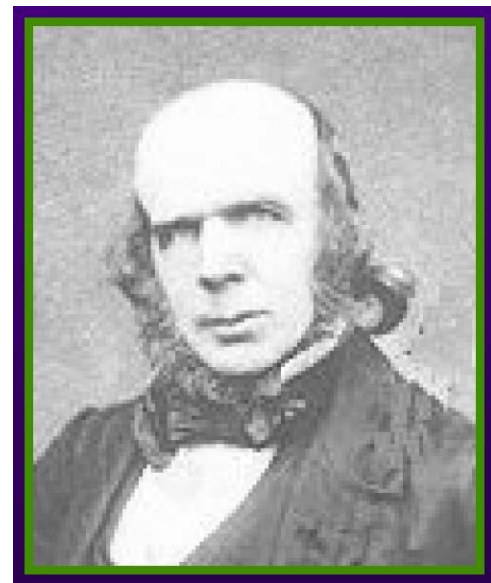
Manufacturers tired of litigation

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

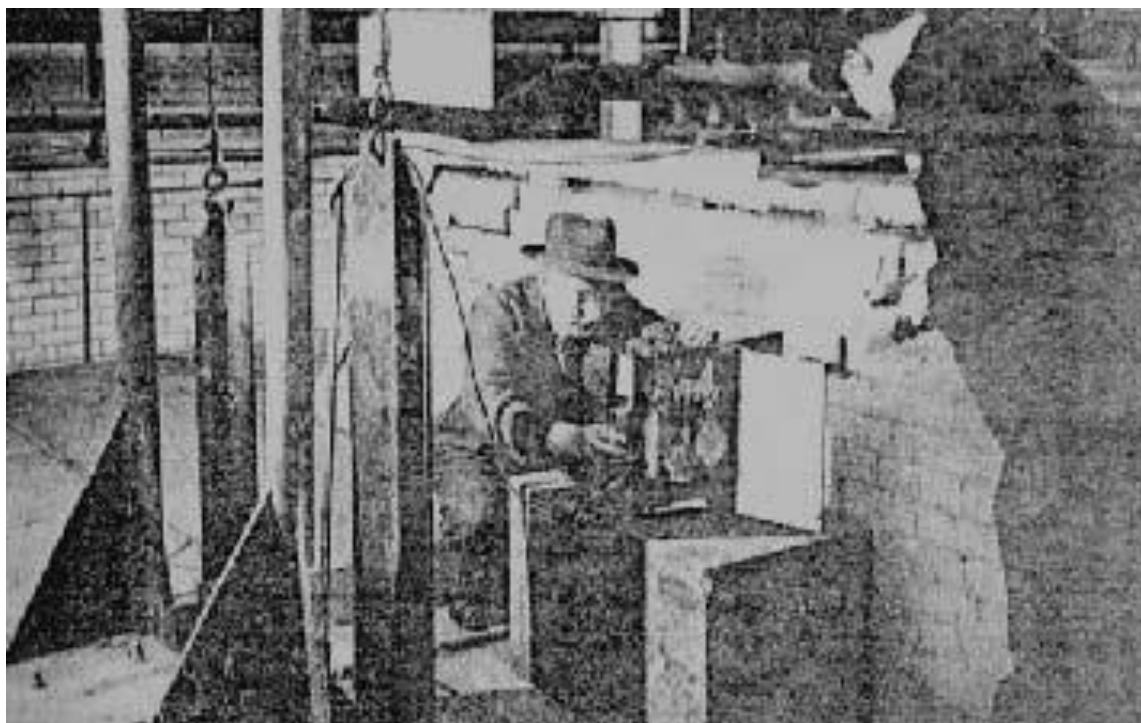
PROFESSIONALIZATION

*key characteristic of the development
of Public Health in the late 19th C*


Examinations for
sanitary
inspectors

Smoke inspectors

Specialization



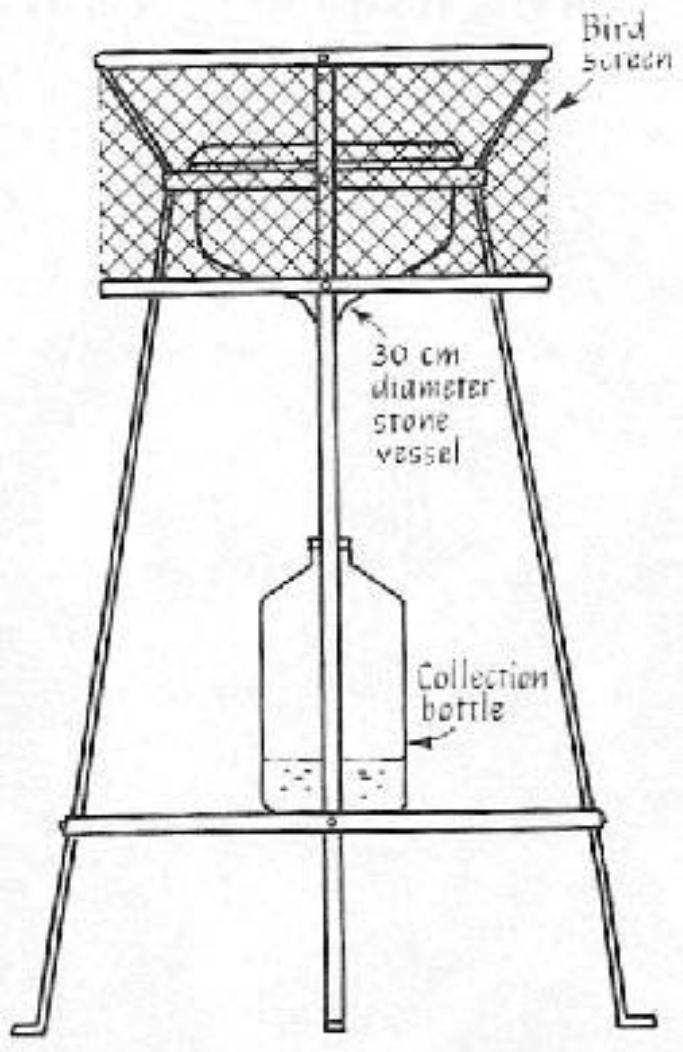
Environmental inspection

- 
- 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

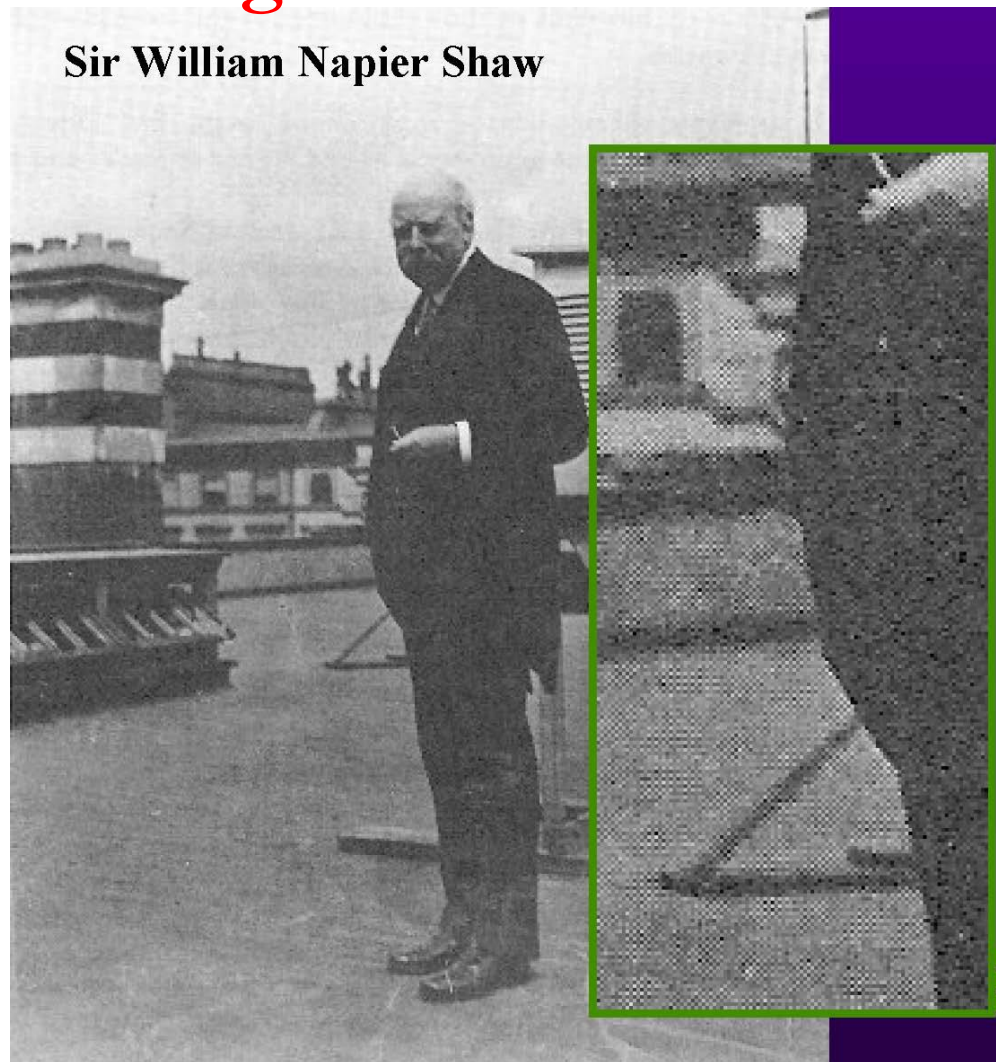


Black Point. Selby Smelter 1865
Courtesy of The Bancroft Library. University of California

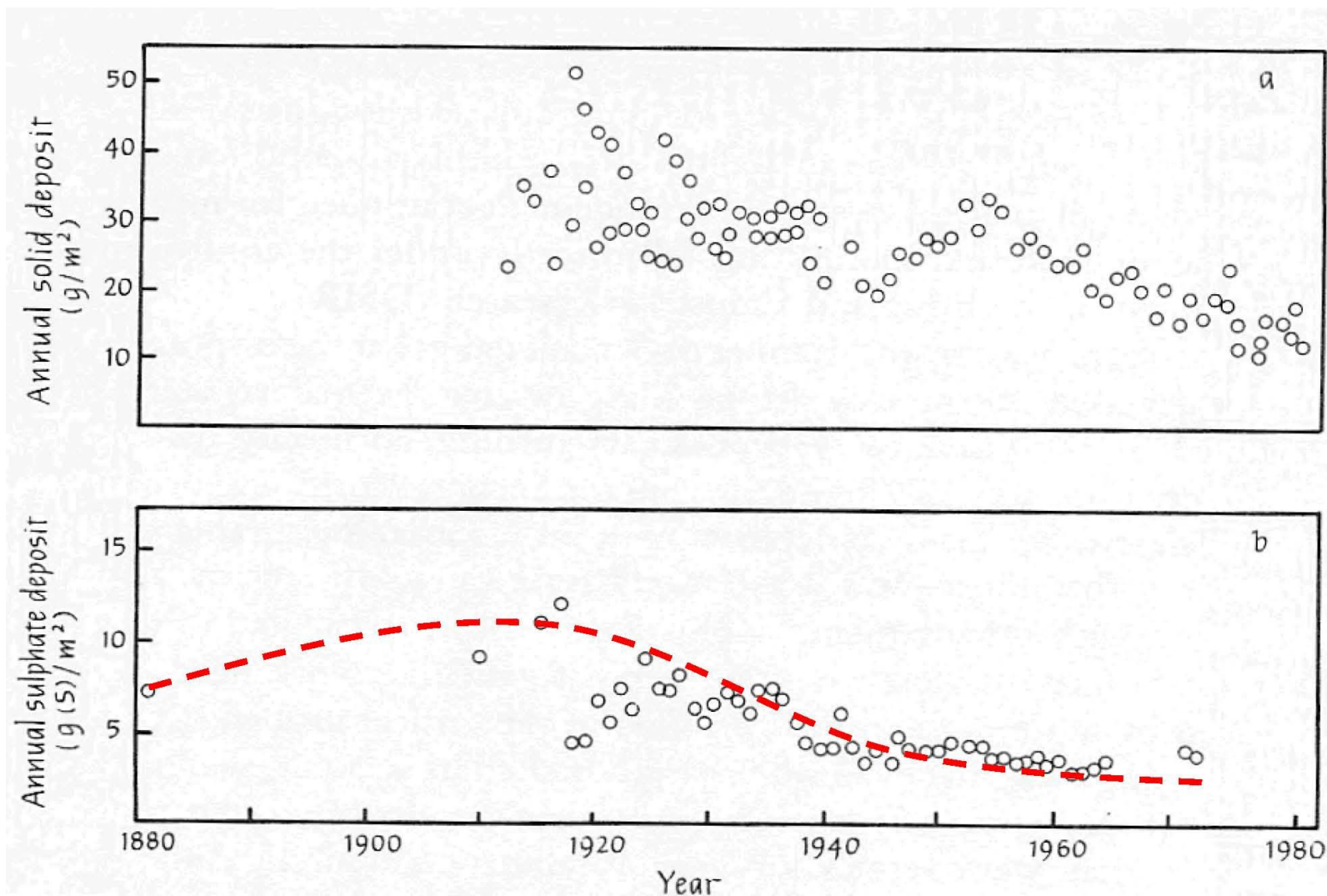
Early meteorological office, air pollution monitoring



Sir William Napier Shaw



Early measurements



Post world was I



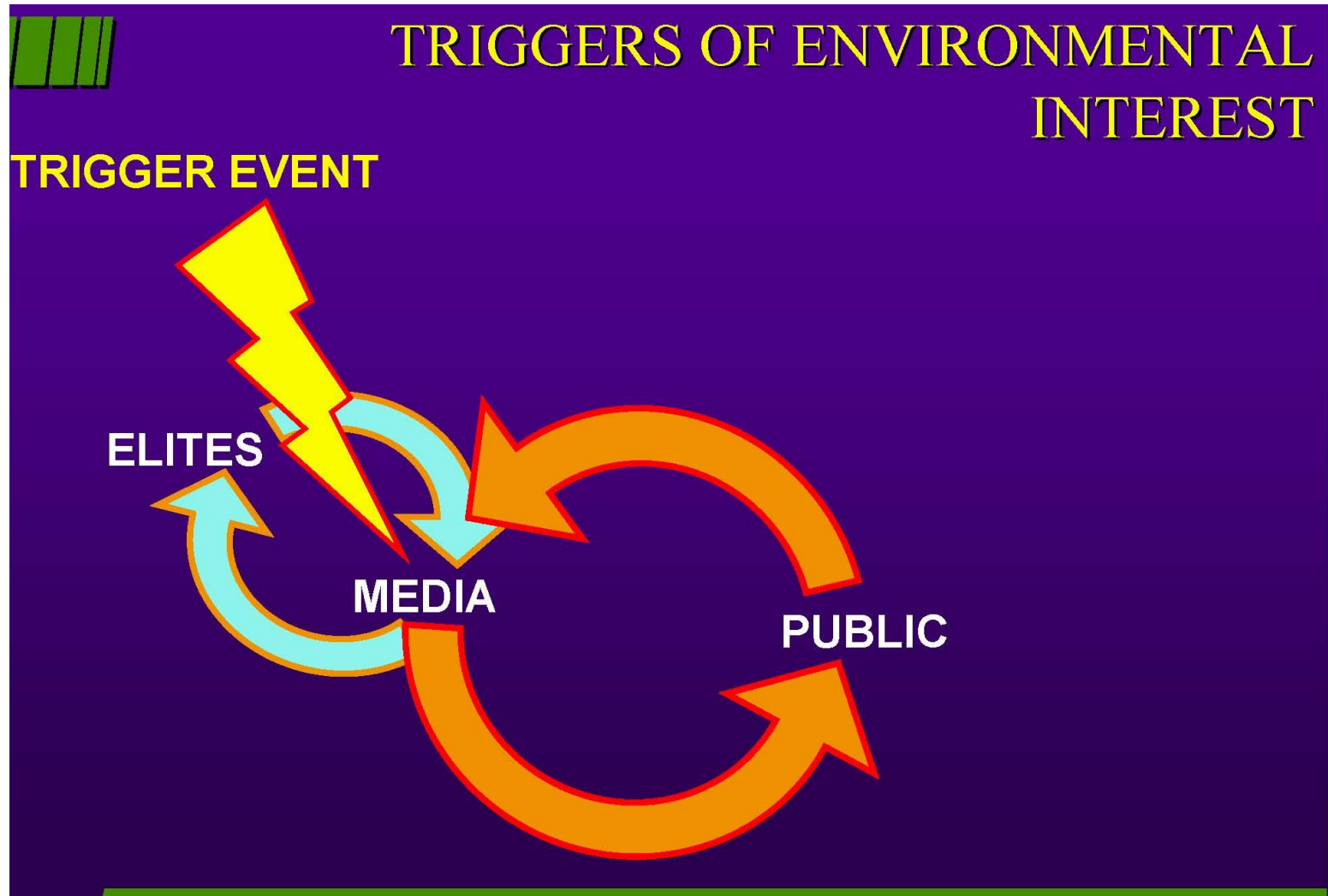
BATTERSEA POWER STATION

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)

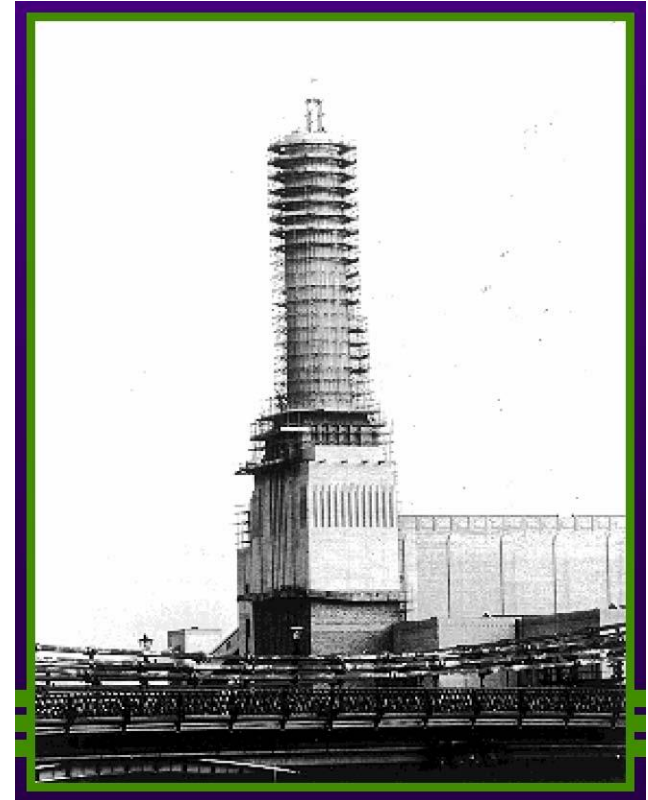
Not practical to revoke consent

Chimney heights

Gas washing (scrubbing)



BUILDING IN SPITE OF PROTEST



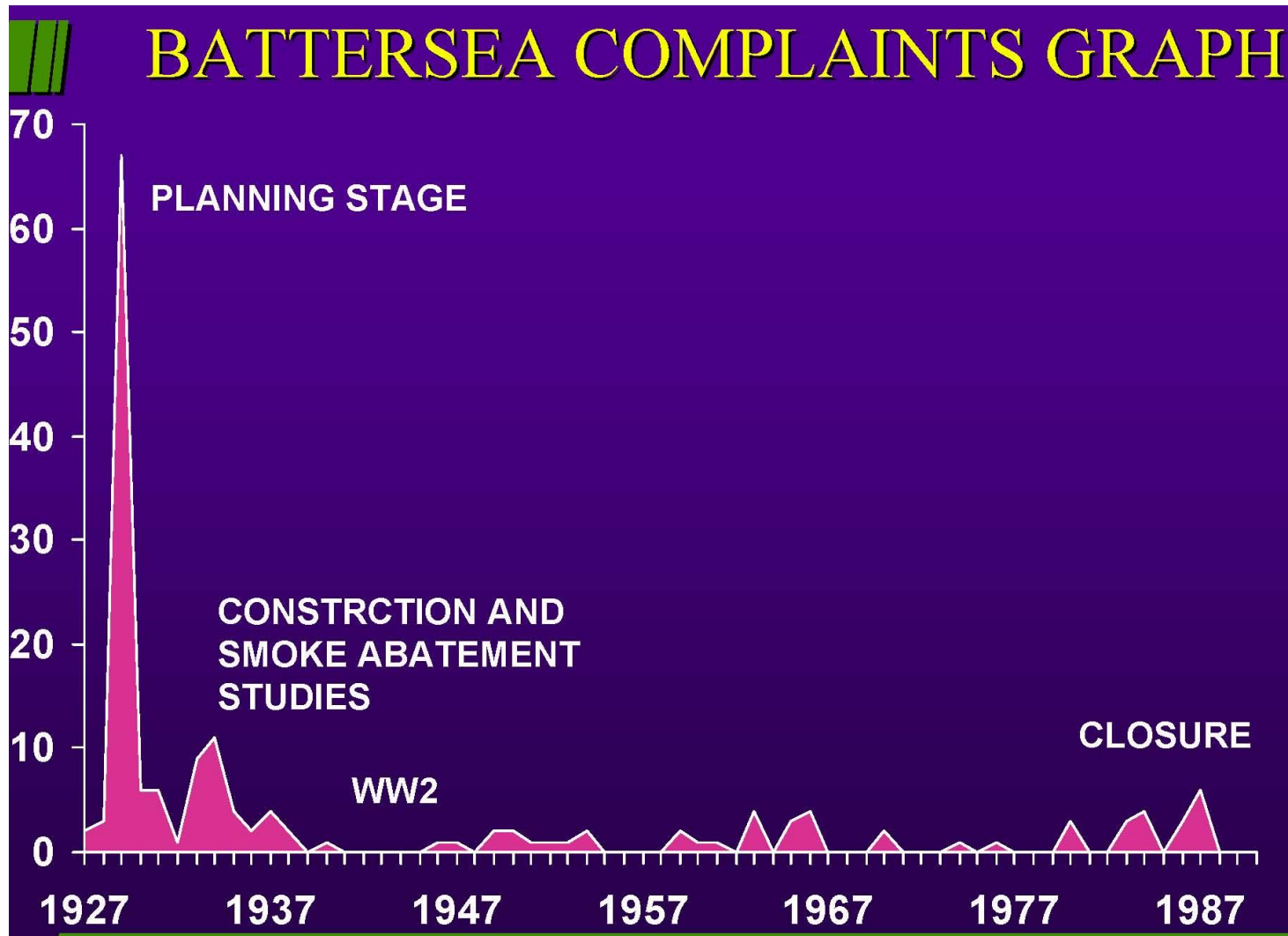
At Battersea



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**

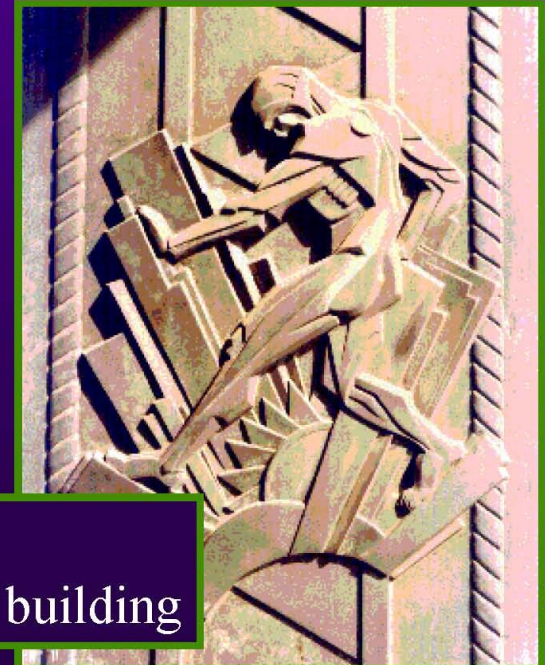
Temple of power



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

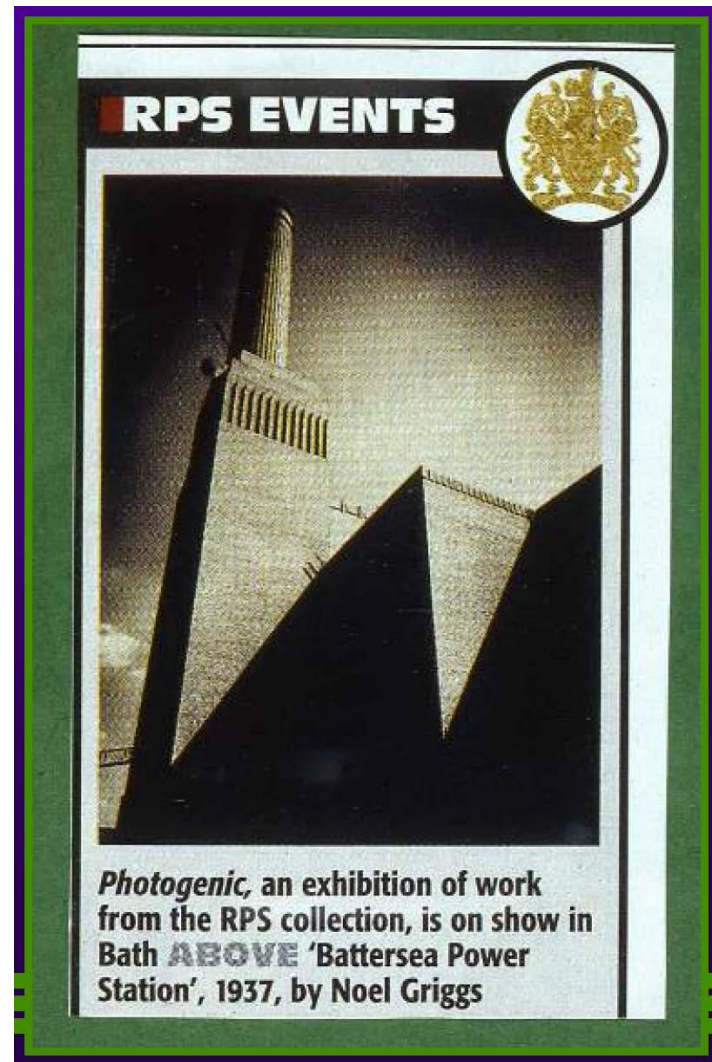


Architects Journal 1939
celebrities vote it their 2nd favourite building



Photographic competition

Memorable output can still be seen
in retrospective exhibitions today



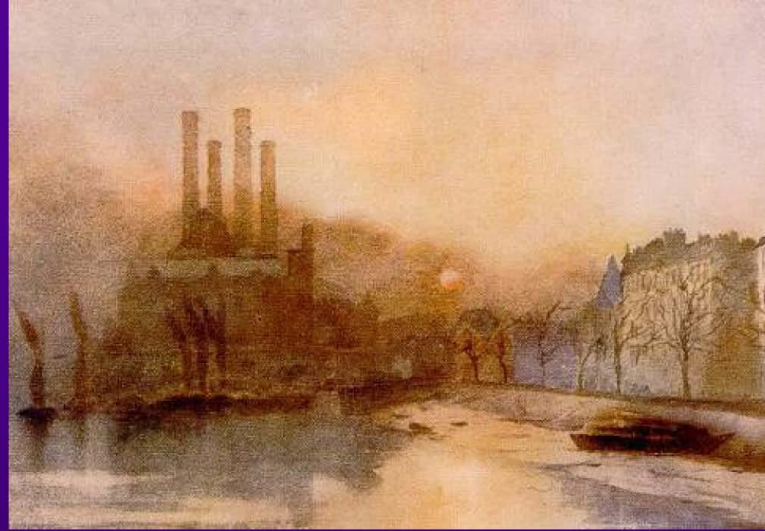
Still photographed

PHOTOGRAPHED



Painted

PAINTED

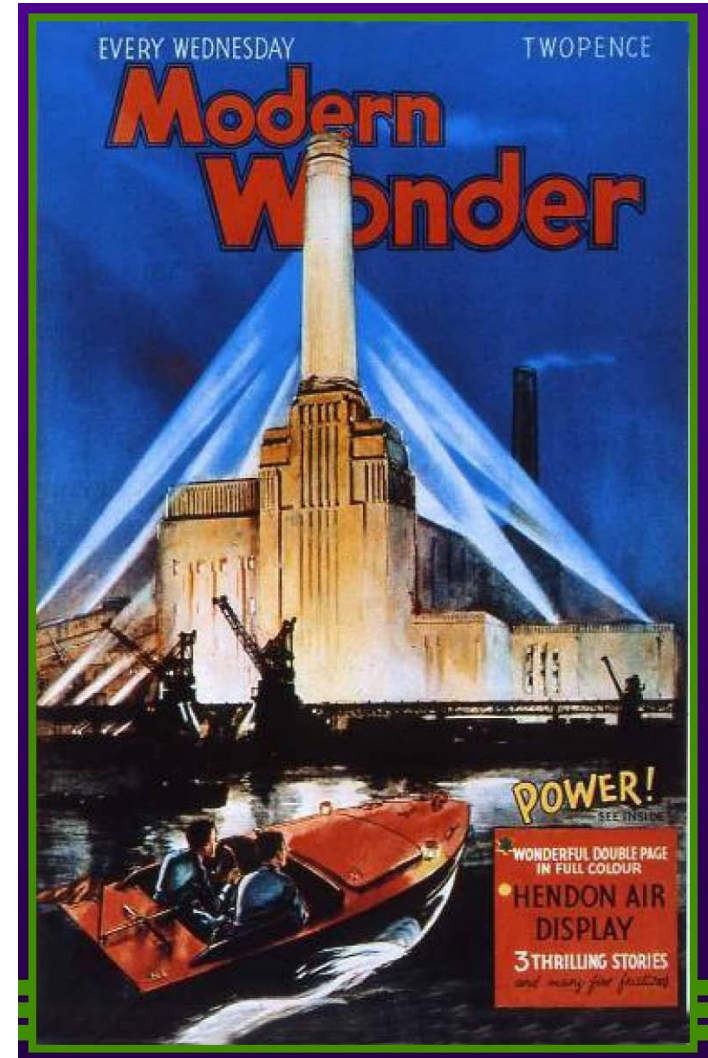


Symbol of pride and modernity

WONDERS OF WORLD ENGINEERING

BIGGEST POWER STATION IN
THE WORLD

THE GIANT ROBOT OF
BATTERSEA



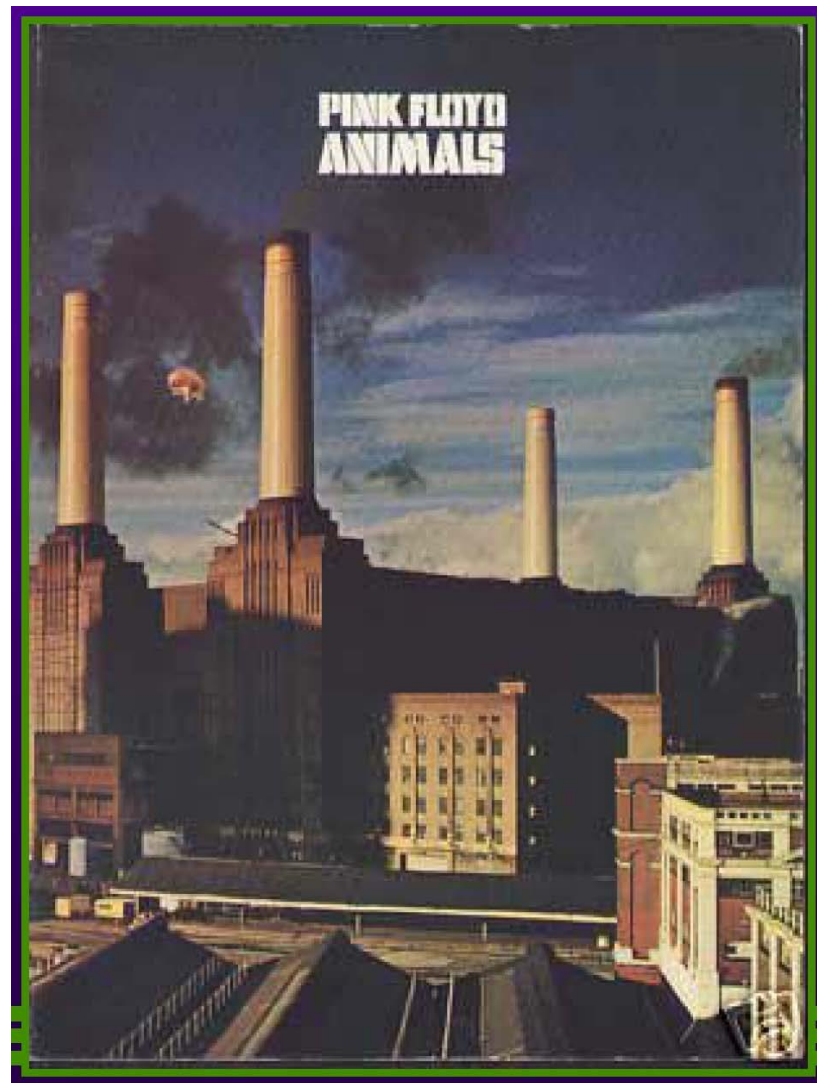
Iconic status

Pink Floyd

Animals 1977

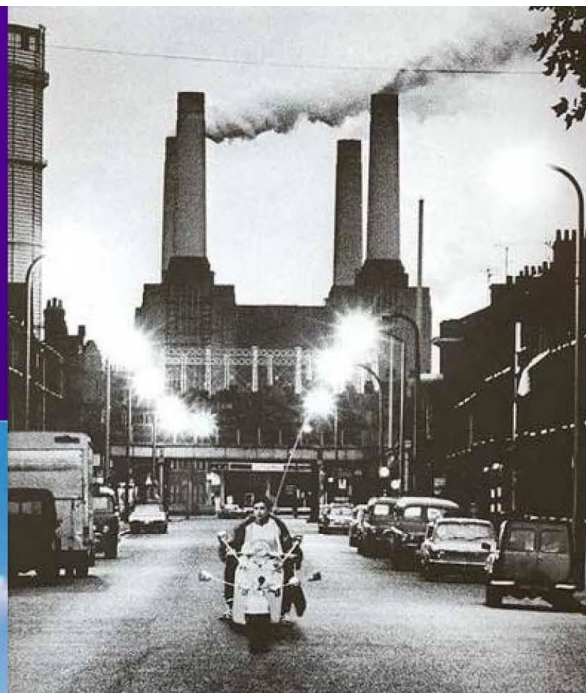
Songbook

Album cover

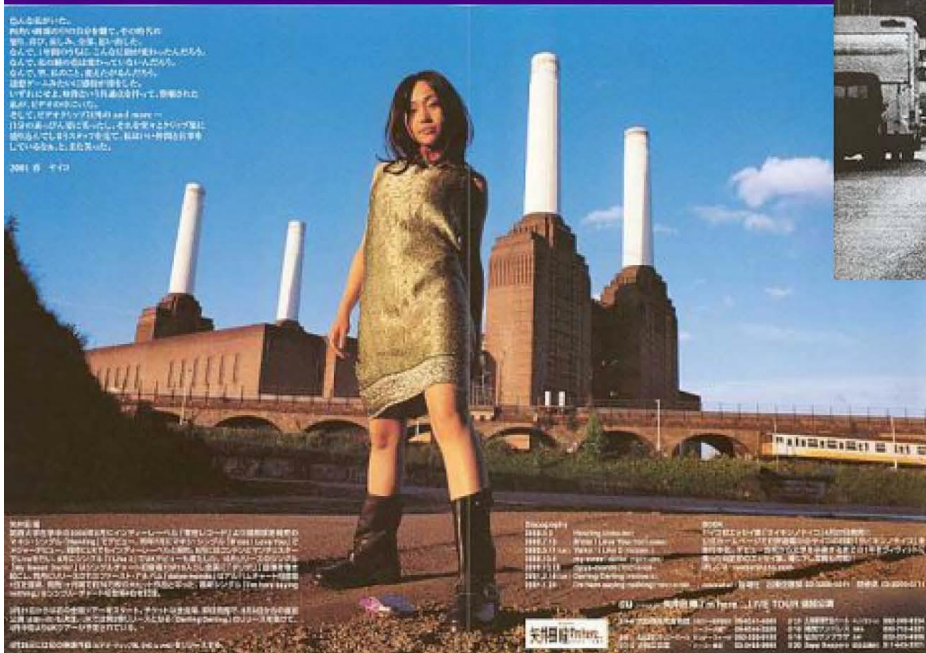


Iconic status

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

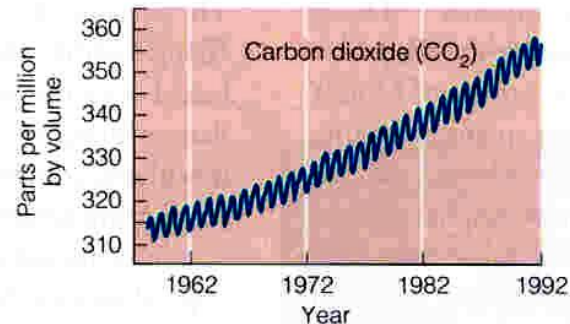
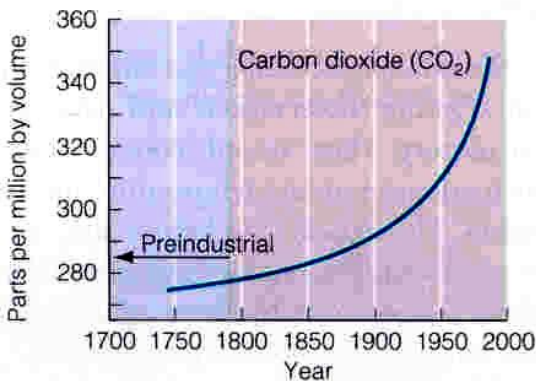
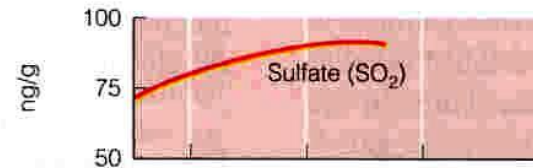
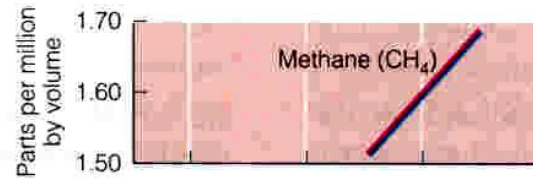
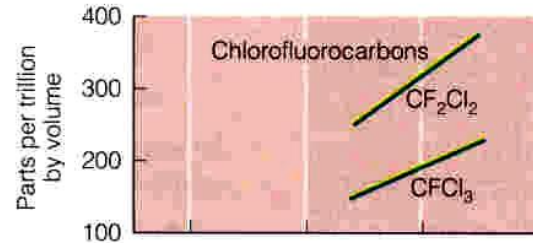
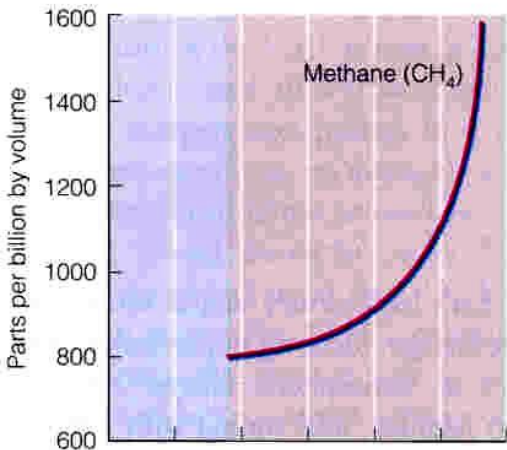
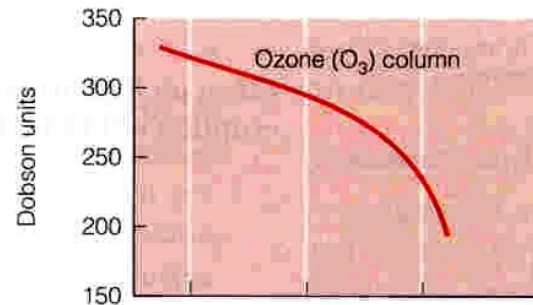
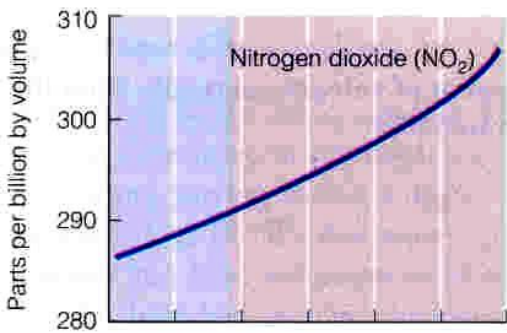


Zdroje znečištění atmosféry

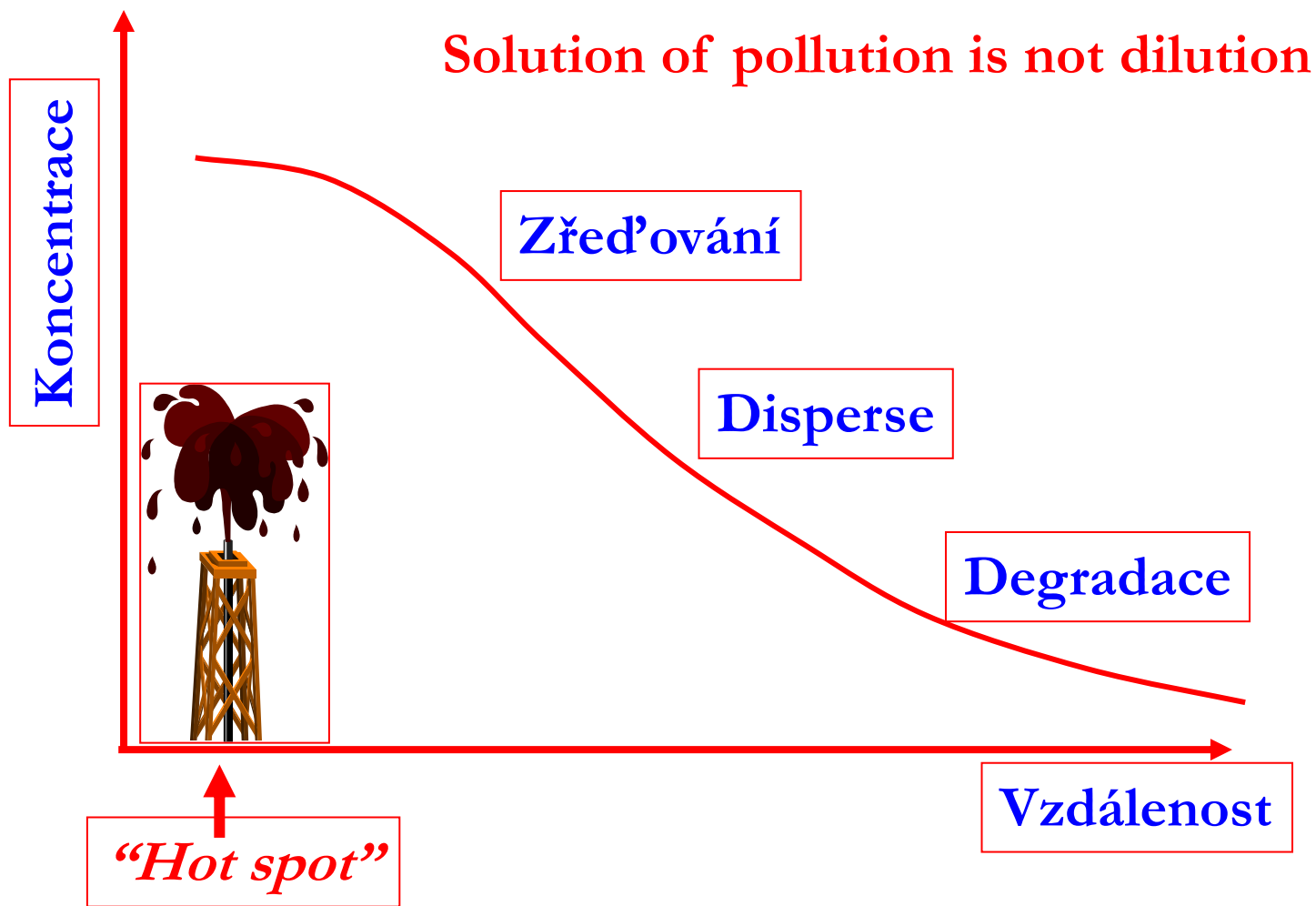
Přírodní	
Horniny a půdy	Těžké kovy – Cd, Mn, Hg
Vegetace	Se, Zn
Bažiny	H ₂ S, VOCs
Vulkanická činnost	Těžké kovy
Požáry (lesní, préríjní..)	PAHs, kovy
Antropogenní	
Chemická výroba	Kovy, OCs, pesticidy
Doprava	HCs, PAHs, hetero-PAHs
Likvidace odpadů	Kovy, organokovy, OCs
Spalovací procesy	Kovy, PAHs,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

Antropogenní vlivy

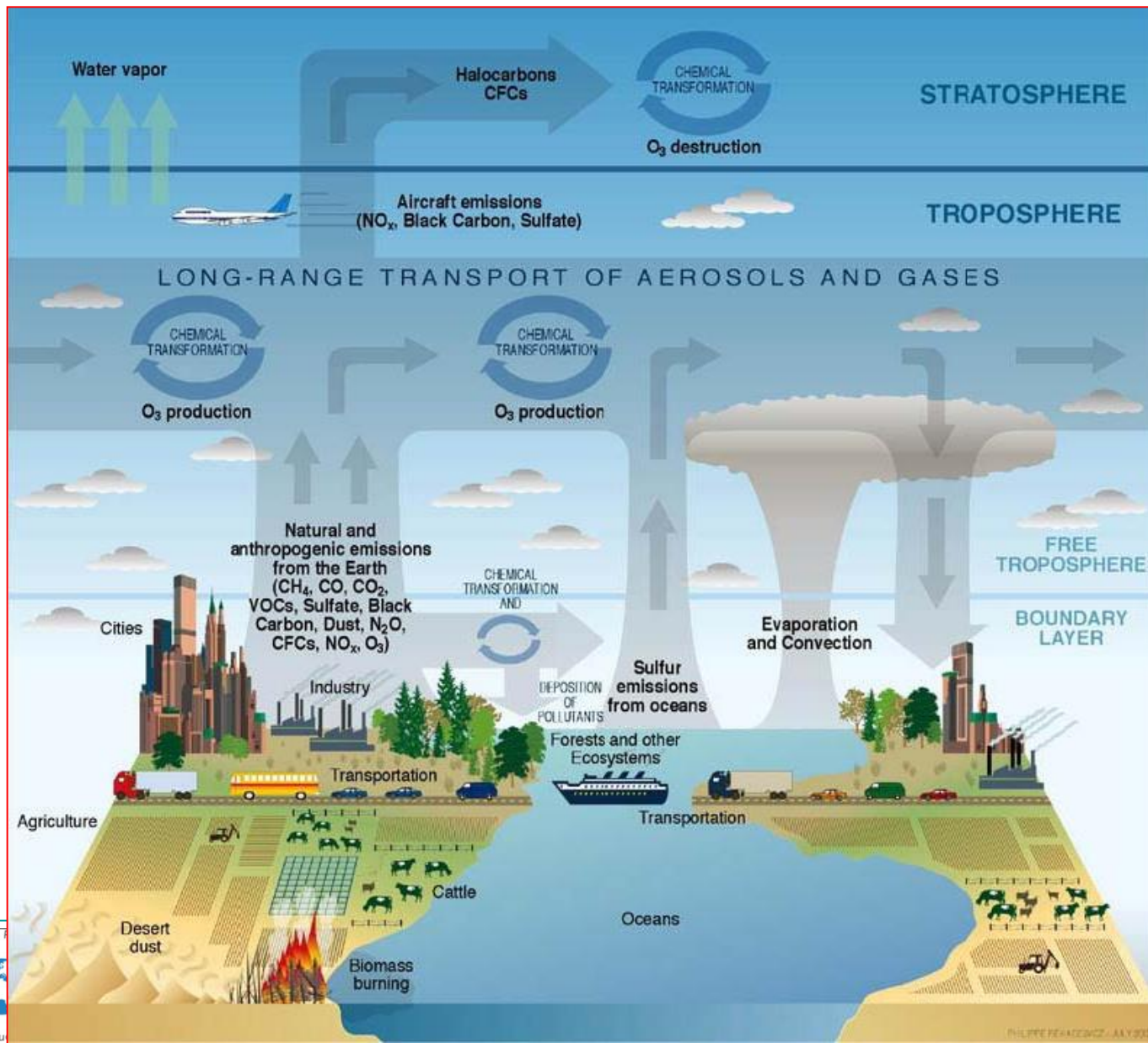
Současné trendy



Typický gradient znečištění



Dálkový transport aerosolů a plynů



Antropogenní vlivy – vztahy mezi hlavními problémy

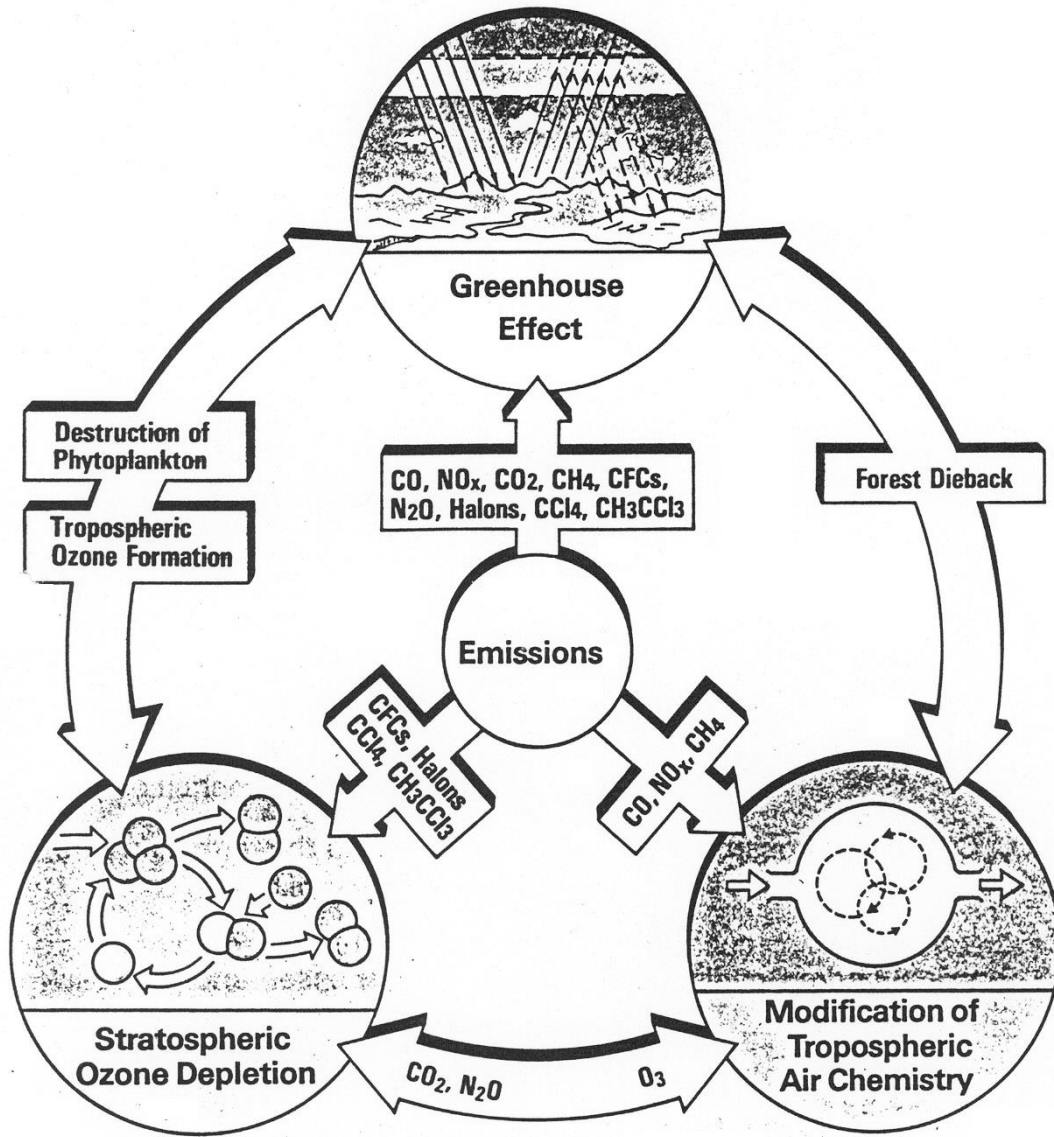
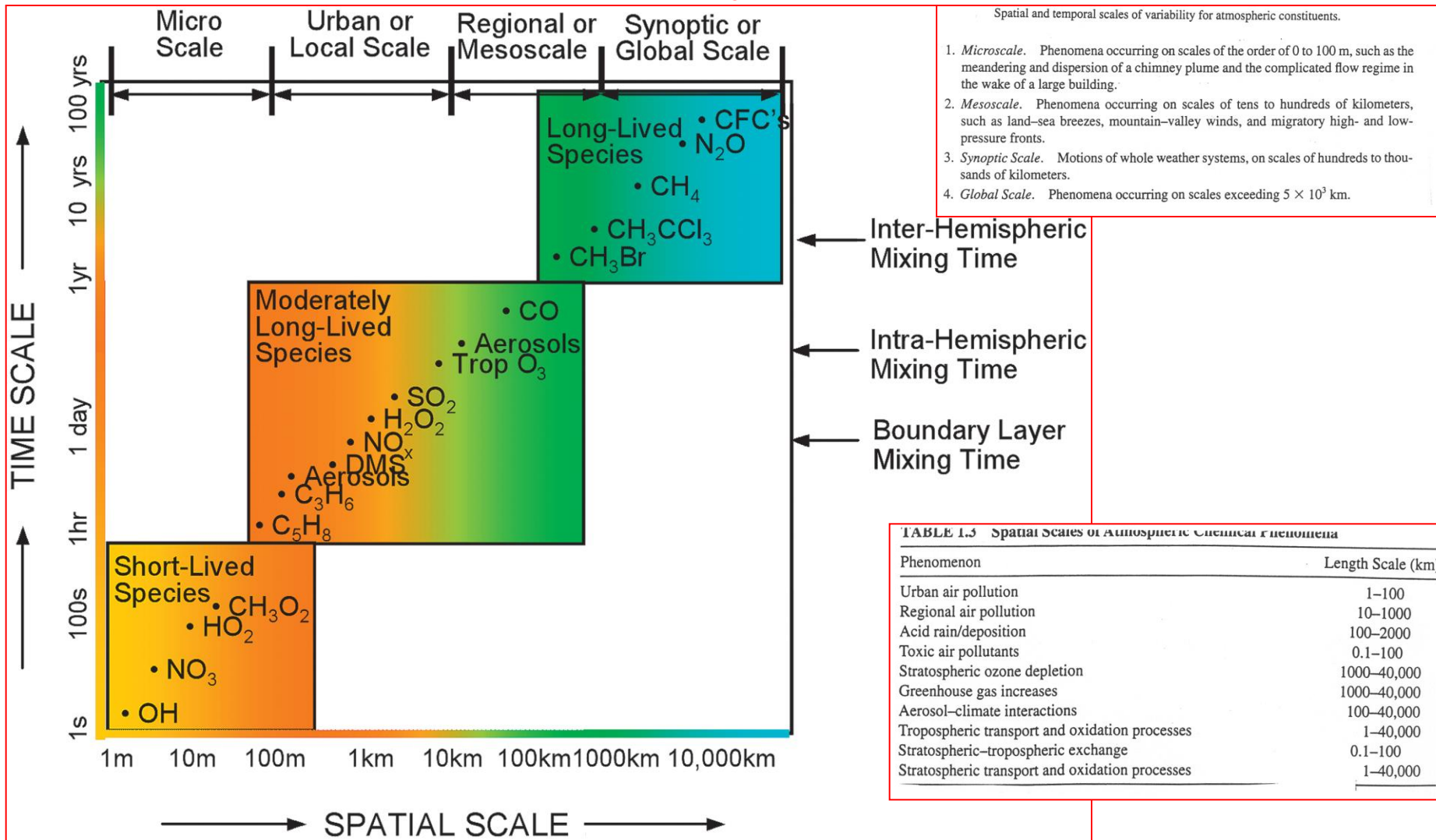
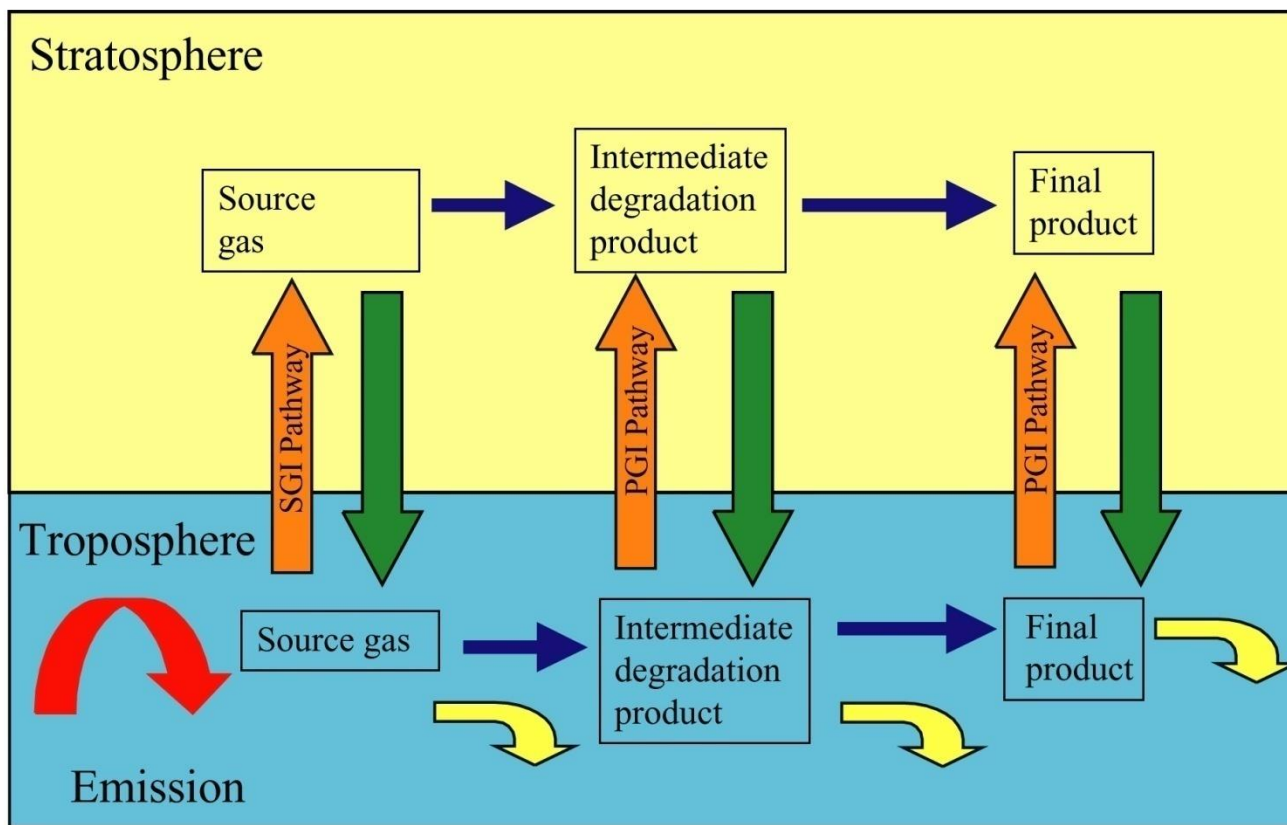


Fig. 6: Schematic illustration of the correlations between the three threats to the Earth's atmosphere.

Časové a prostorové rozměry atmosférických chemických jevů



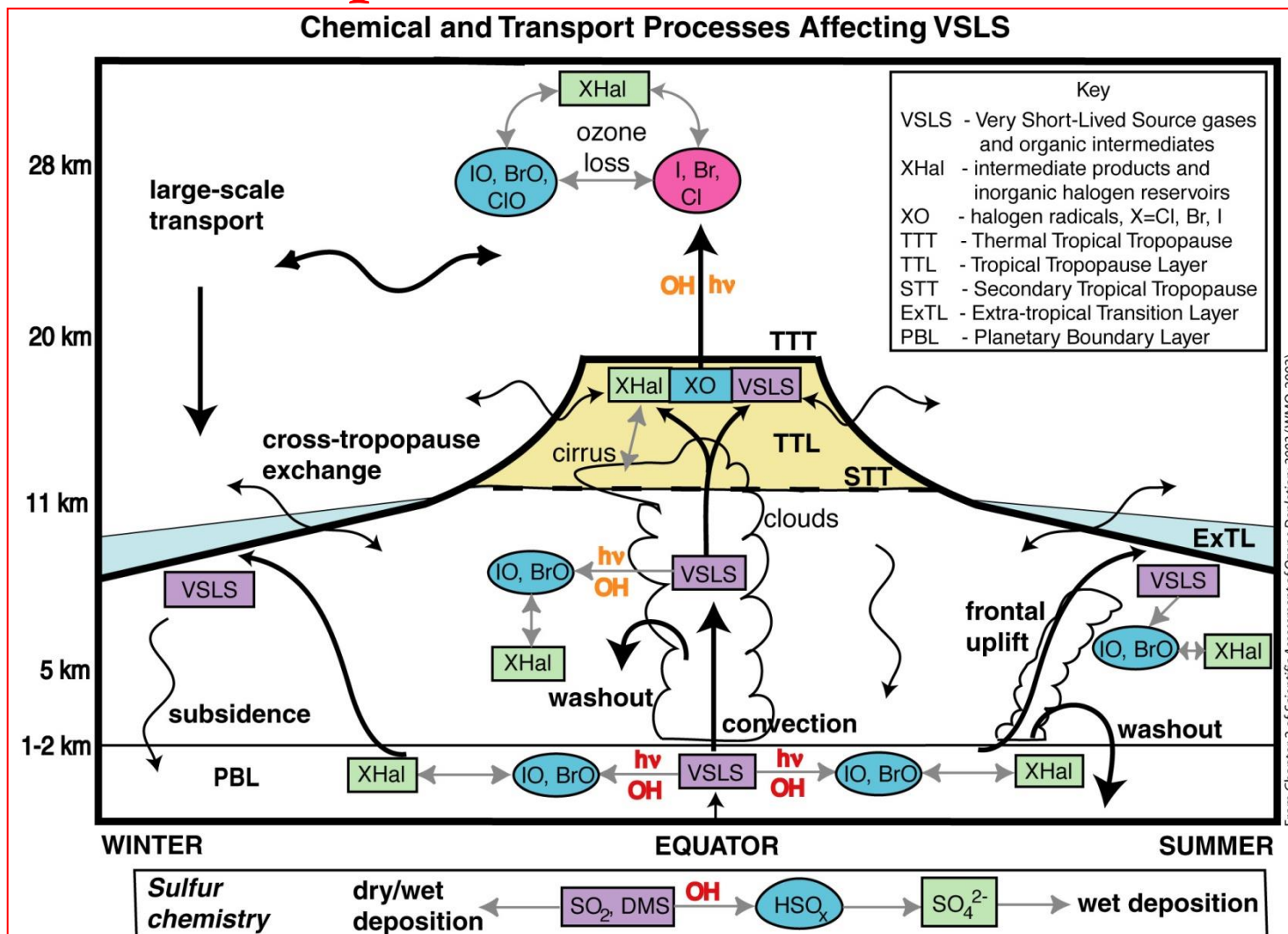
Látky s krátkou dobou života v atmosféře VSLs (Very short-live substances) (SGI – source gas injection, PGI – product gas injection)



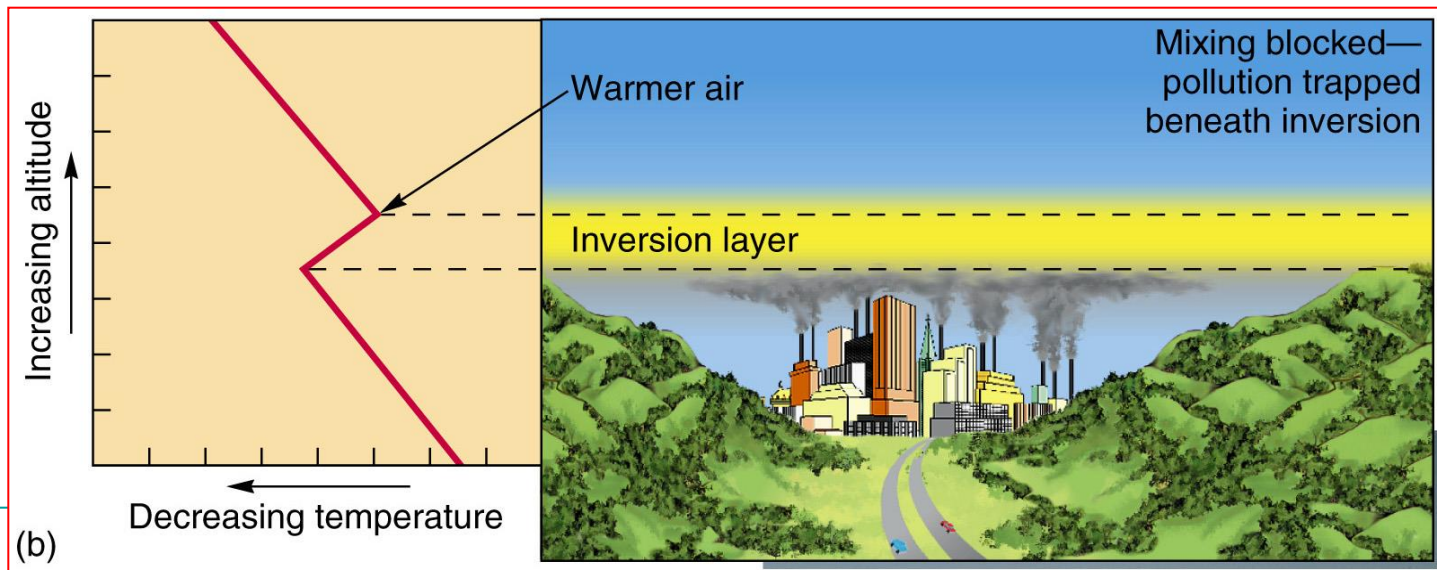
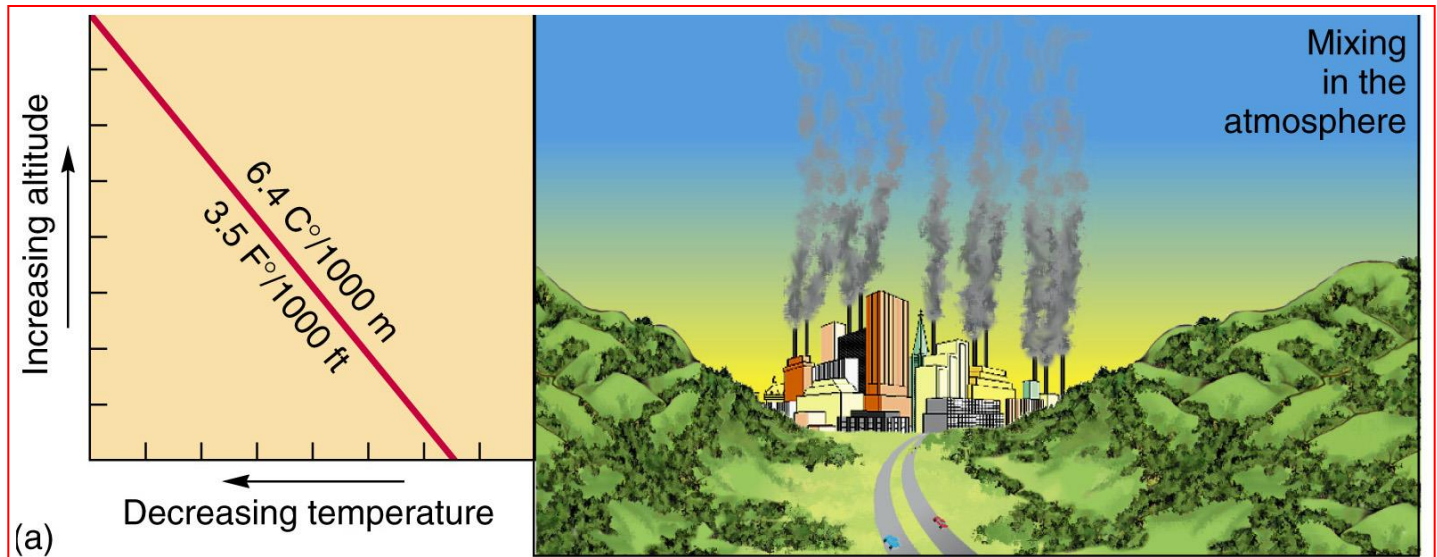
From Chapter 2 of Scientific Assessment of Ozone Depletion: 2002 (WMO, 2003).



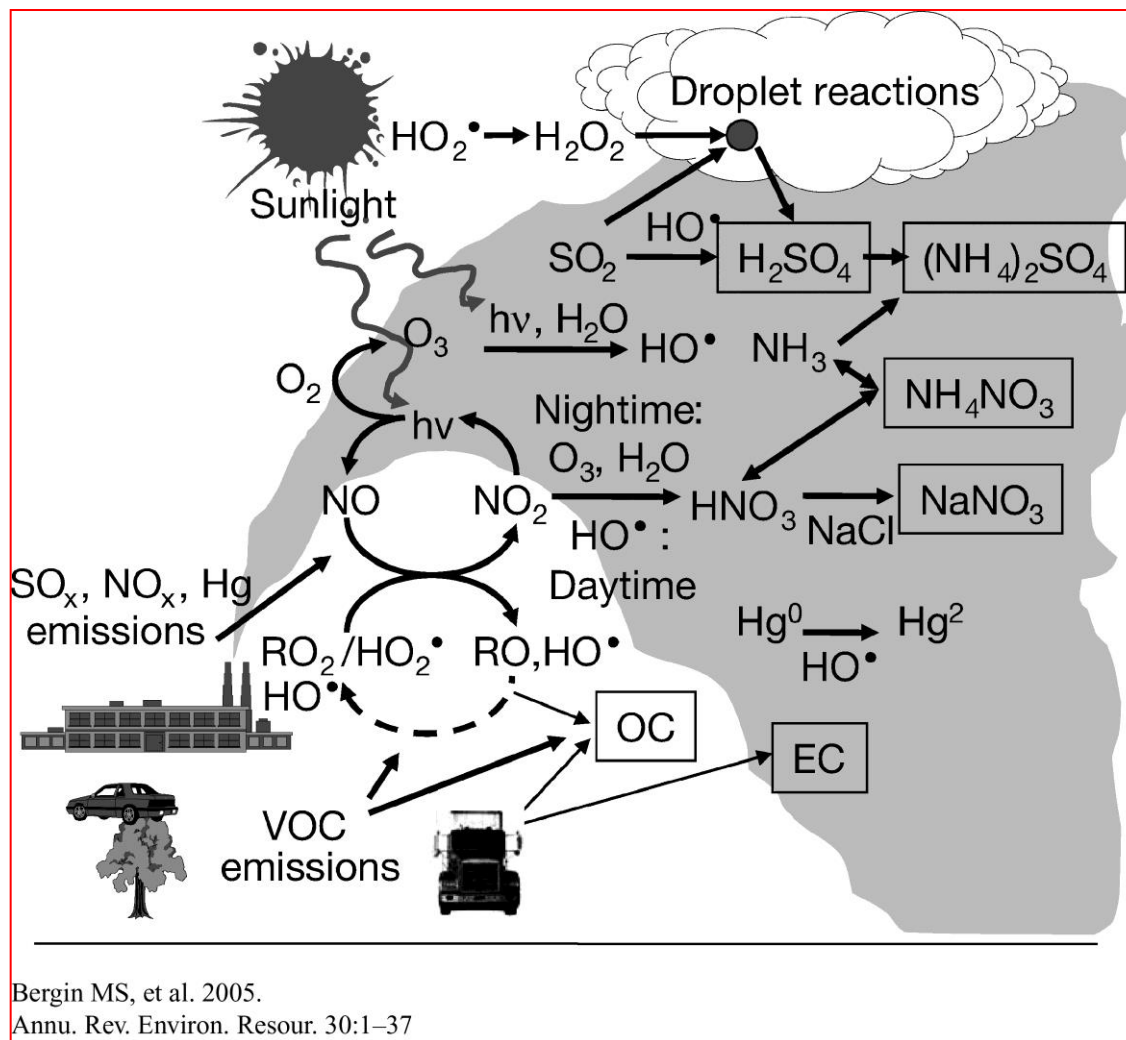
Chemické a dynamické procesy ovlivňující VSLS v troposféře a stratosféře



Teplotní inverze



Atmosférická chemie průmyslových emisí

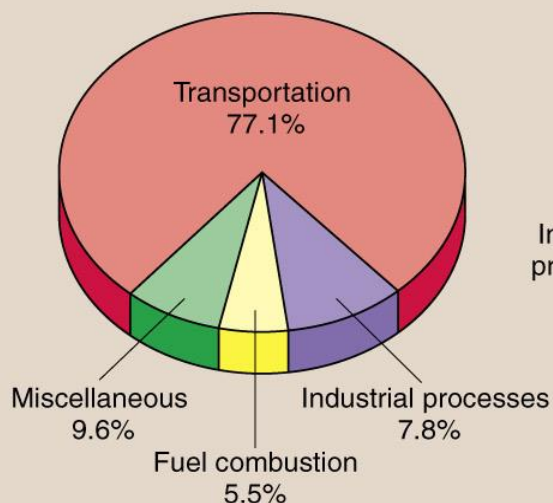


Hlavní problémy znečištění atmosféry

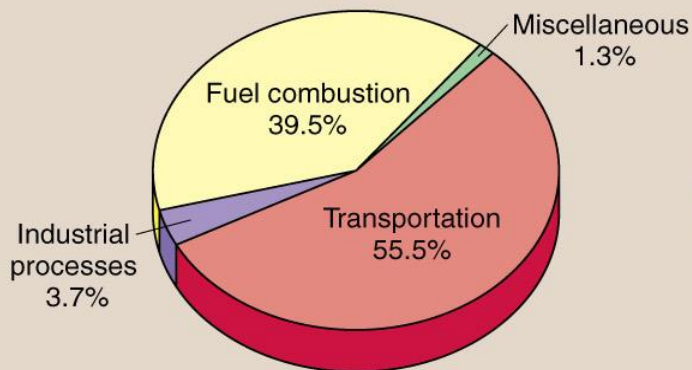
Pollutant ^a	Main anthropogenic sources	Lifetime in the atmosphere	Potential effects:				
			AQ/health effects	Acid deposition/ Eutrophication	Tropospheric O ₃ ^b	Radiative forcing /climate	Oxidising capacity of atmosphere
SO ₂ (→SO ₄ ²⁻)	Fossil fuel combustion	~ days	SO ₂ & SO ₄ ²⁻ aerosol	Acid deposition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

Zdroje antropogenních emisí

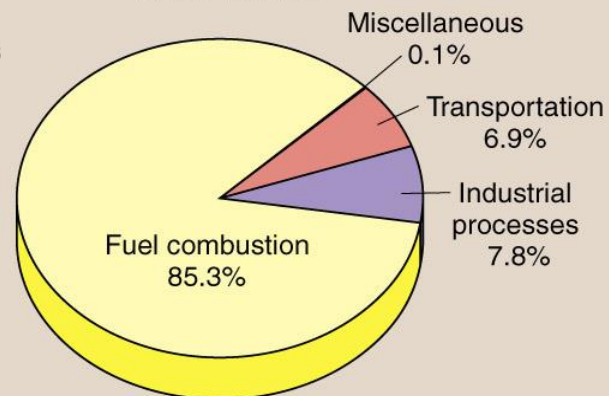
Carbon monoxide



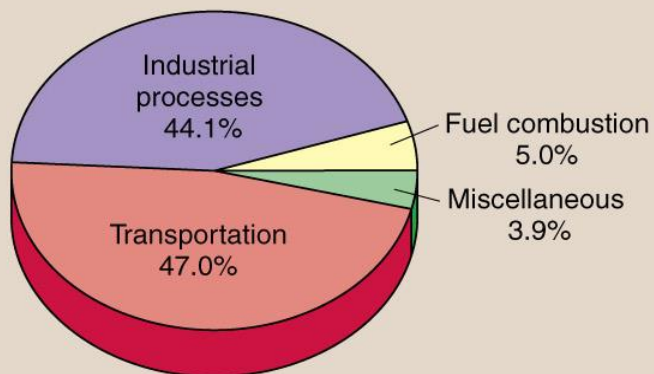
Nitrogen oxide



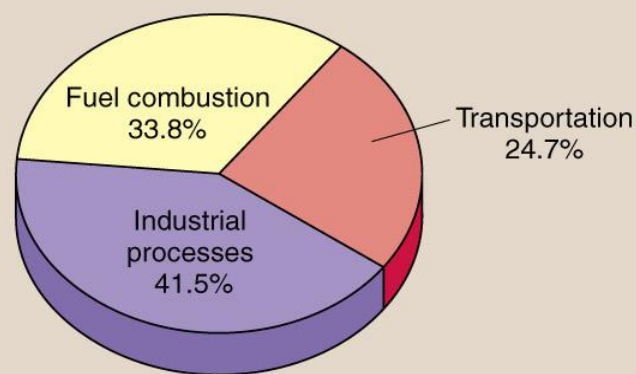
Sulfur dioxide



Volatile organic compounds



Particulate matter (PM₁₀)



Kvantifikace atmosférických polutantů dle zdrojů

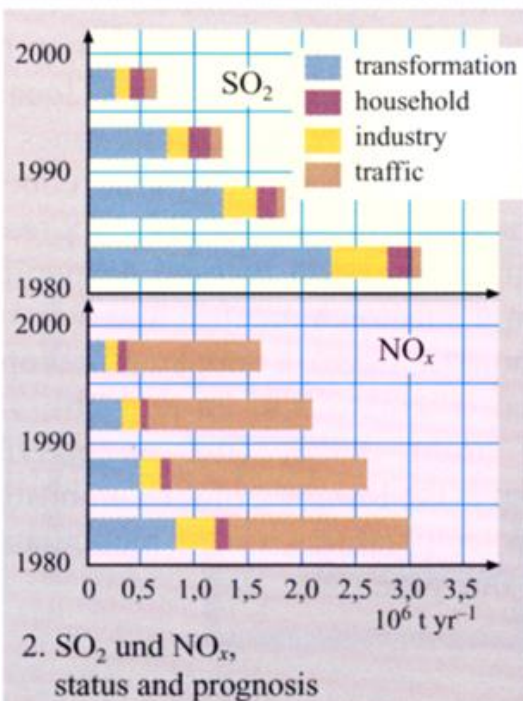
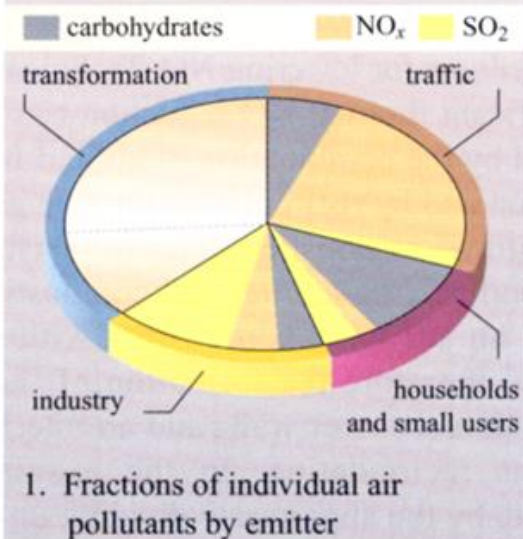


Figure 2.3.2 Quantification of air pollutants according to source

Emise ze spalování vegetace

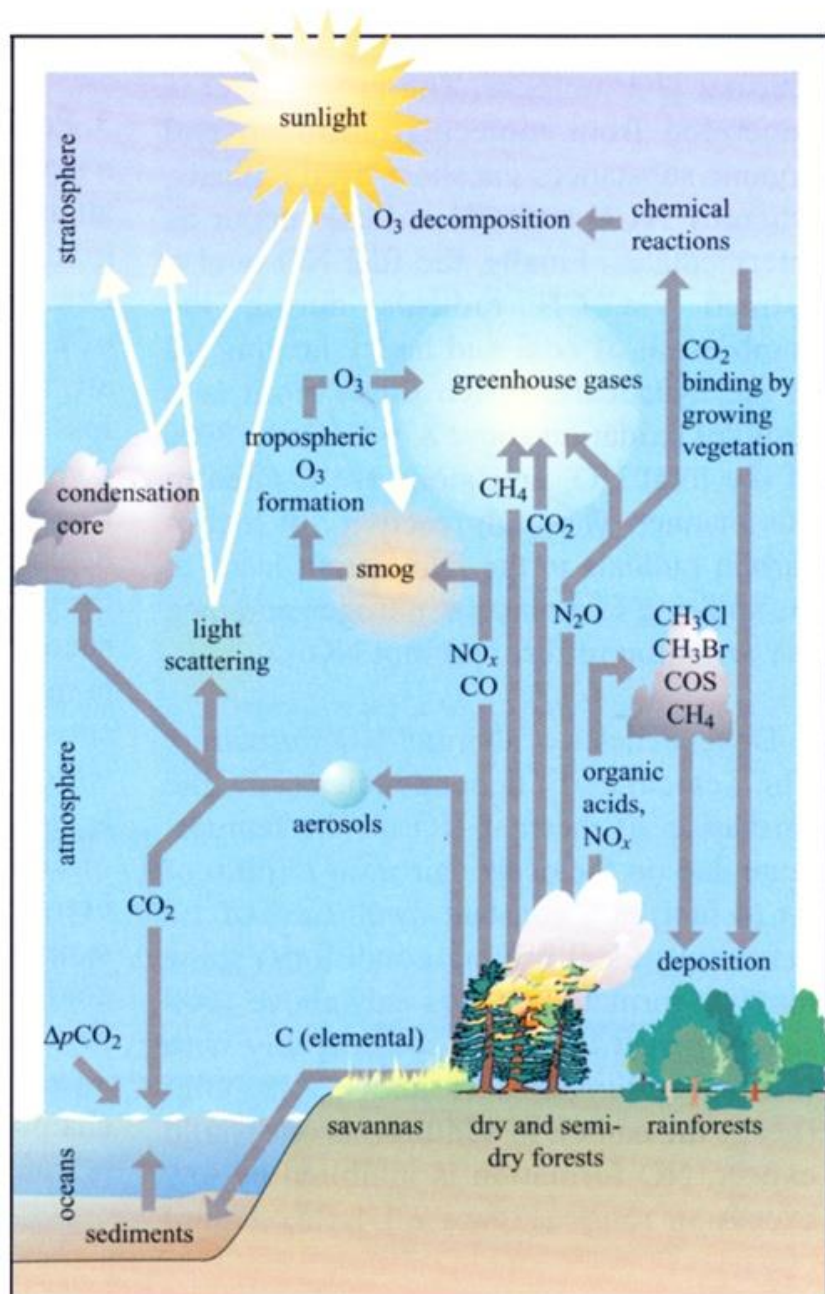


Figure 2.3.3 Emissions from burning vegetation

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



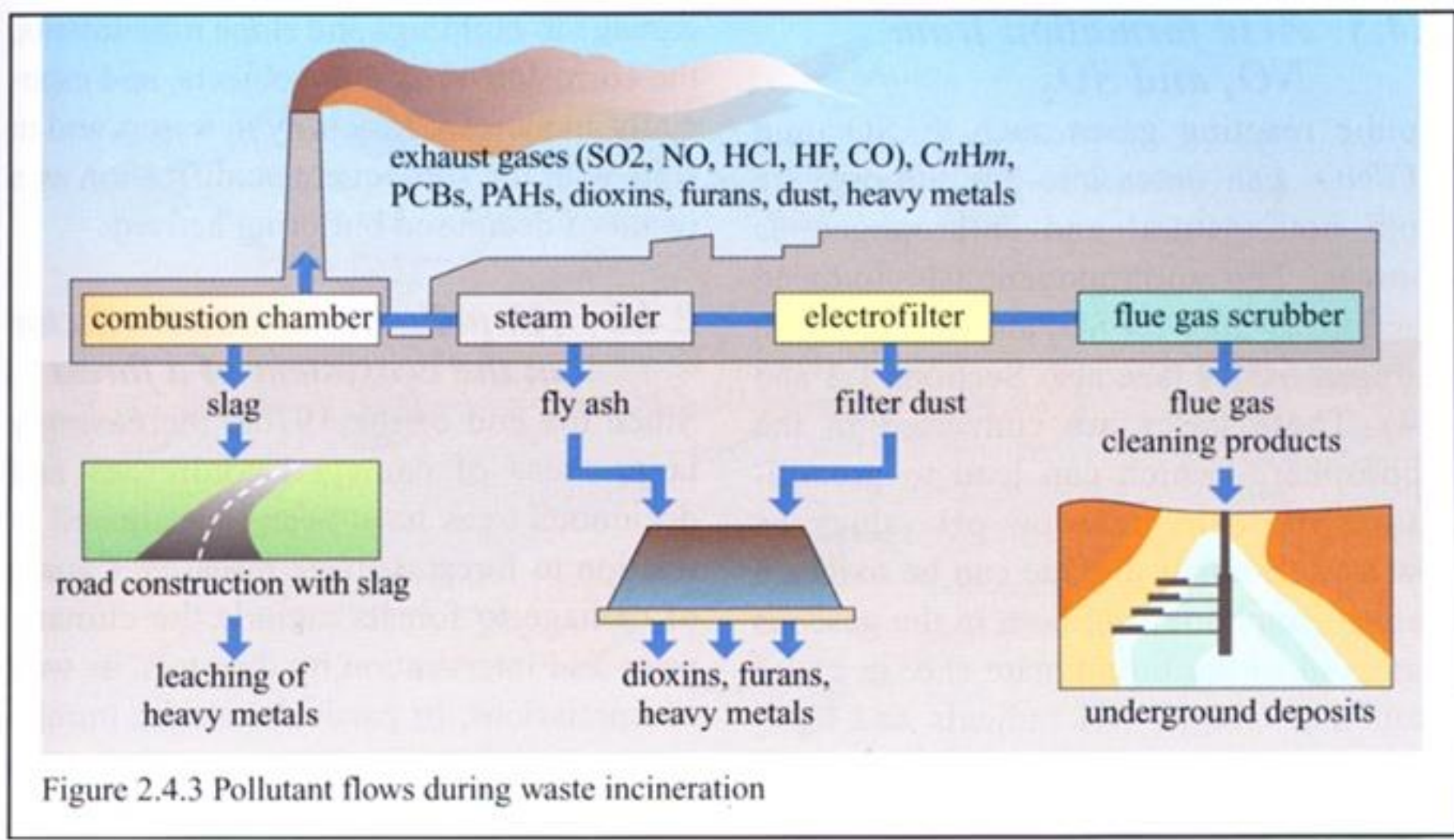
Figure 5.7. Soot emissions from a prescribed burn at Horse Creek Mesa, Big Horn National Forest, Wyoming, October 9, 1981. Photo by U.S. Forest Service staff, available from the National Renewable Energy Laboratory.

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.

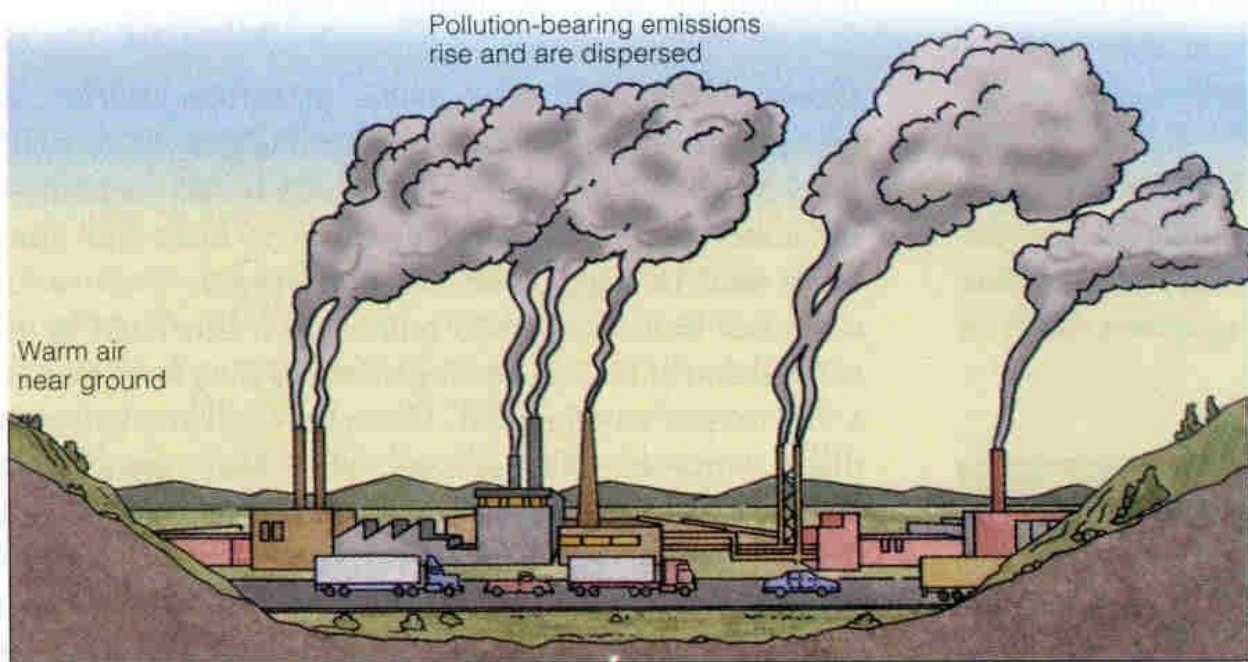
Atmosféra – znečištění ze spalování odpadů



Rozptyl škodlivin v atmosféře

Pollution-bearing emissions rise and are dispersed

Warm air near ground

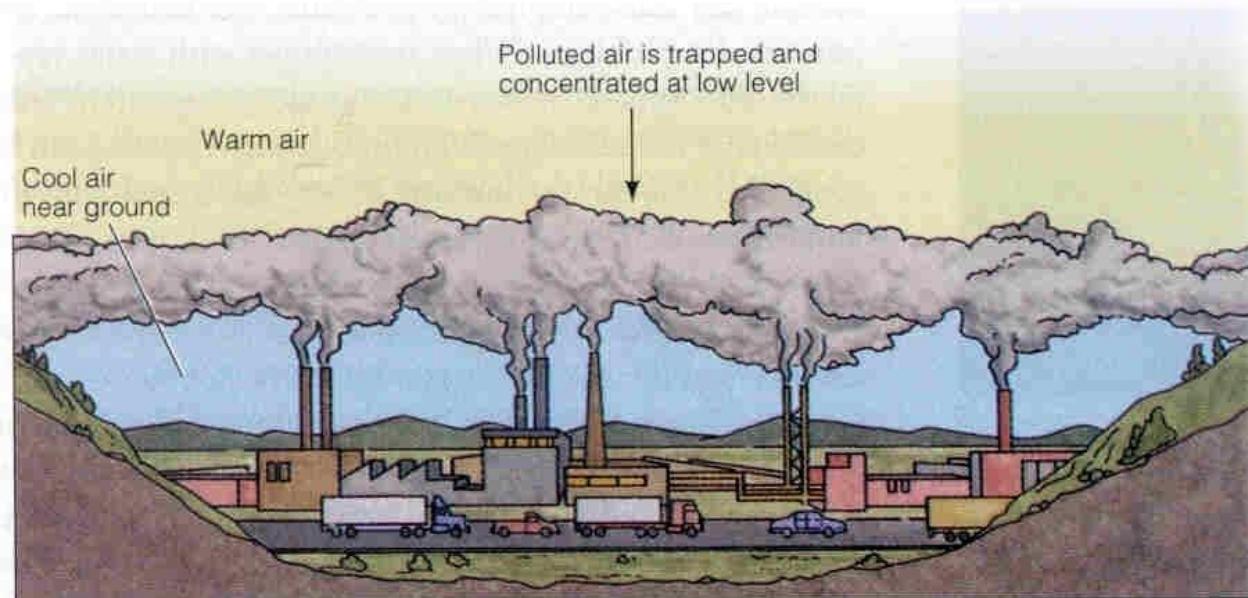


A.

Polluted air is trapped and concentrated at low level

Warm air

Cool air near ground



B.

Znečištění ovzduší městských aglomerací



(a)



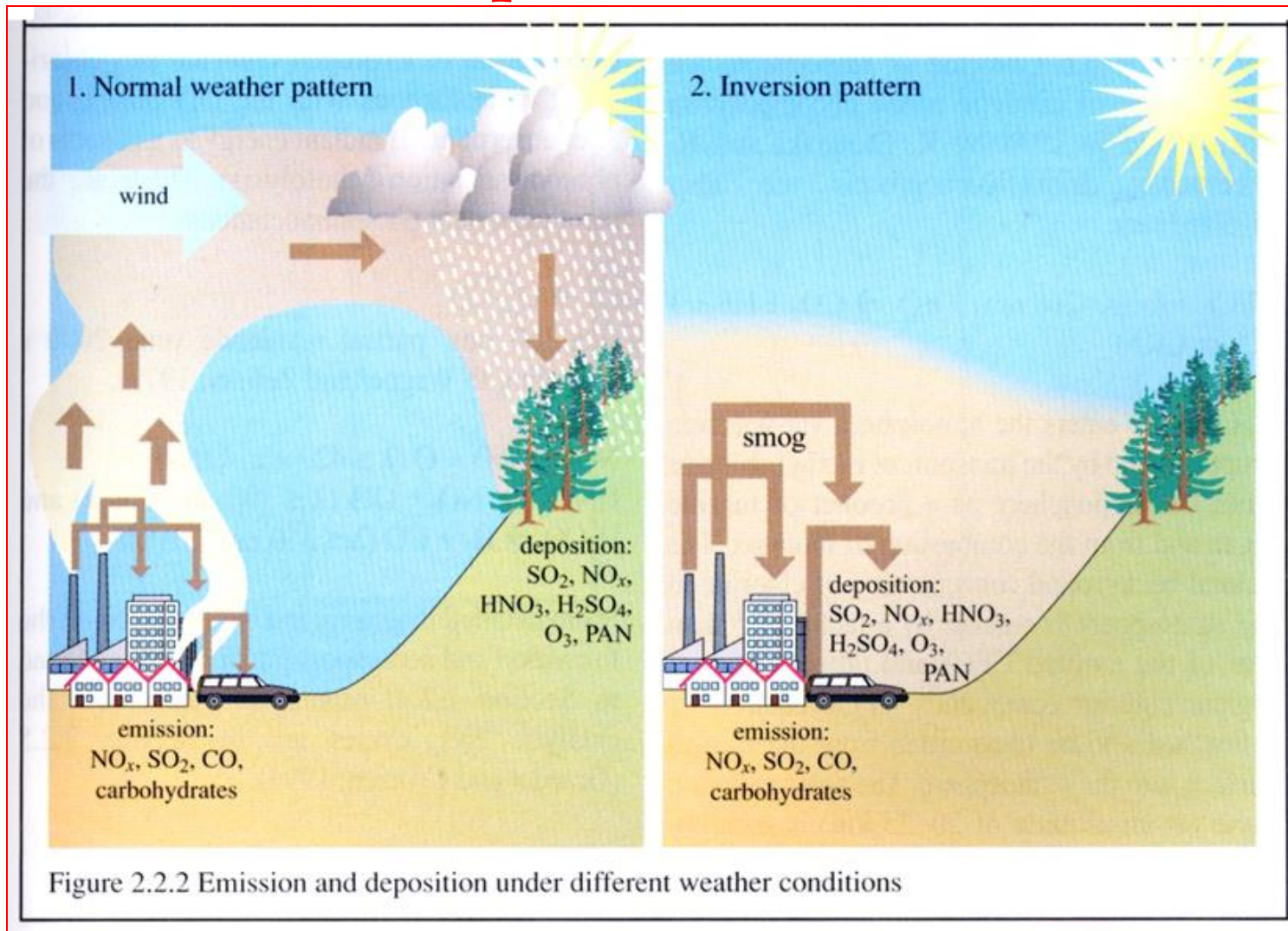
(b)



(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
Uhlíkaté látky		
Oxid uhelnatý (CO)	Oxidace přírodního methanu a uhlovodíků C ₅ -C ₁₀ , oceány, lesní požáry	Oxidace antropogenních uhlovodíků, nedokonalé spalování dřeva, ropy, plynu a uhlí, zvláště v dopravě, průmyslových procesech, metalurgii
Oxid uhličitý (CO₂)	Oxidace přírodního CO, destrukce lesů, respirace rostlin	Spalování ropy, plynu, uhlí a dřeva, pálení vápence
Methan (CH₄)	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
Lehké alkany (C₂-C₆)	Aerobní biologické zdroje	Úniky přírodních plynů, emise z dopravy, emise z rafinerií
Alkeny (C₂-C₆)		Emise z automobilové dopravy
Aromatické uhlovodíky		Emise z dopravy, vypařování z aplikace barev, rozpouštědel, benzínu
Semiterpeny (C₅H₈) Terpeny (C₁₀H₁₆) Diterpeny (C₂₀H₃₂)	Stromy, rostliny	

Přírodní a antropogenní zdroje stopových plynů v troposféře

Látka	Přírodní zdroje	Antropogenní zdroje
Dusíkaté látky		
Oxid dusnatý (NO)	Lesní požáry, anaerobní procesy v půdách, atmosférické výboje	Vysokoteplotní spalovací procesy (ropa, plyn, uhlí)
Oxid dusičitý (NO₂)	Lesní požáry, elektrické výboje	Vysokoteplotní spalovací procesy (ropa, plyn, uhlí), atmosférické transformace
Oxid dusný (N₂O)	Emise z denitrifikačních procesů v půdách, oceány	Spalování ropy a uhlí
Peroxyacylnitráty (PAN) Amoniak (NH₃)	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
Sírné látky		
Oxid siřičitý (SO ₂)	Oxidace H ₂ S, vulkanická aktivita	Spalování uhlí a ropy, spékání sulfidických rud
Sulfan (H ₂ S)	Anaerobní fermentace, vulkanická činnost	Petrochemické rafinerie, velkochovy zvířat, výroba buničiny, výroba umělého hedvábí, emise plynů z koksoven
Sirouhlík (CS ₂)	Anaerobní fermentace	Výroba viskózného hedvábí, zpracování rybiho masa, výroba cihel
Karbonyl sulfid (COS)	Oxidace CS ₂ , vulkanická činnost	Oxidace CS ₂ , výroba cihel, výtoky z výroby buničiny, metalurgie, výroba koksu
Oxid siřičitý (SO ₃)		Spalování paliv s obsahem S
Methyl merkaptan (CH ₃ SH)	Anaerobní biologické zdroje	Velkochovy zvířat, výroba buničiny a papíru, výroba cihel, petrochemické rafinerie
Dimethyl sulfid (CH ₃ SCH ₃)	Aerobní biologické zdroje	Velkochovy zvířat, výroba buničiny a papíru
Dimethyl disulfid (CH ₃ S ₂ CH ₃)	Anaerobní biologické zdroje	Velkochovy zvířat, zpracování rybiho masa
Další organické sloučeniny S: C2-C4 merkaptany, dialkyl disulfidy, dimethyl trisulfidy, alkyl tiofeny, benzothiofeny	Anaerobní biologické zdroje	Velkochovy zvířat, zpracování rybiho masa, výroba cihel

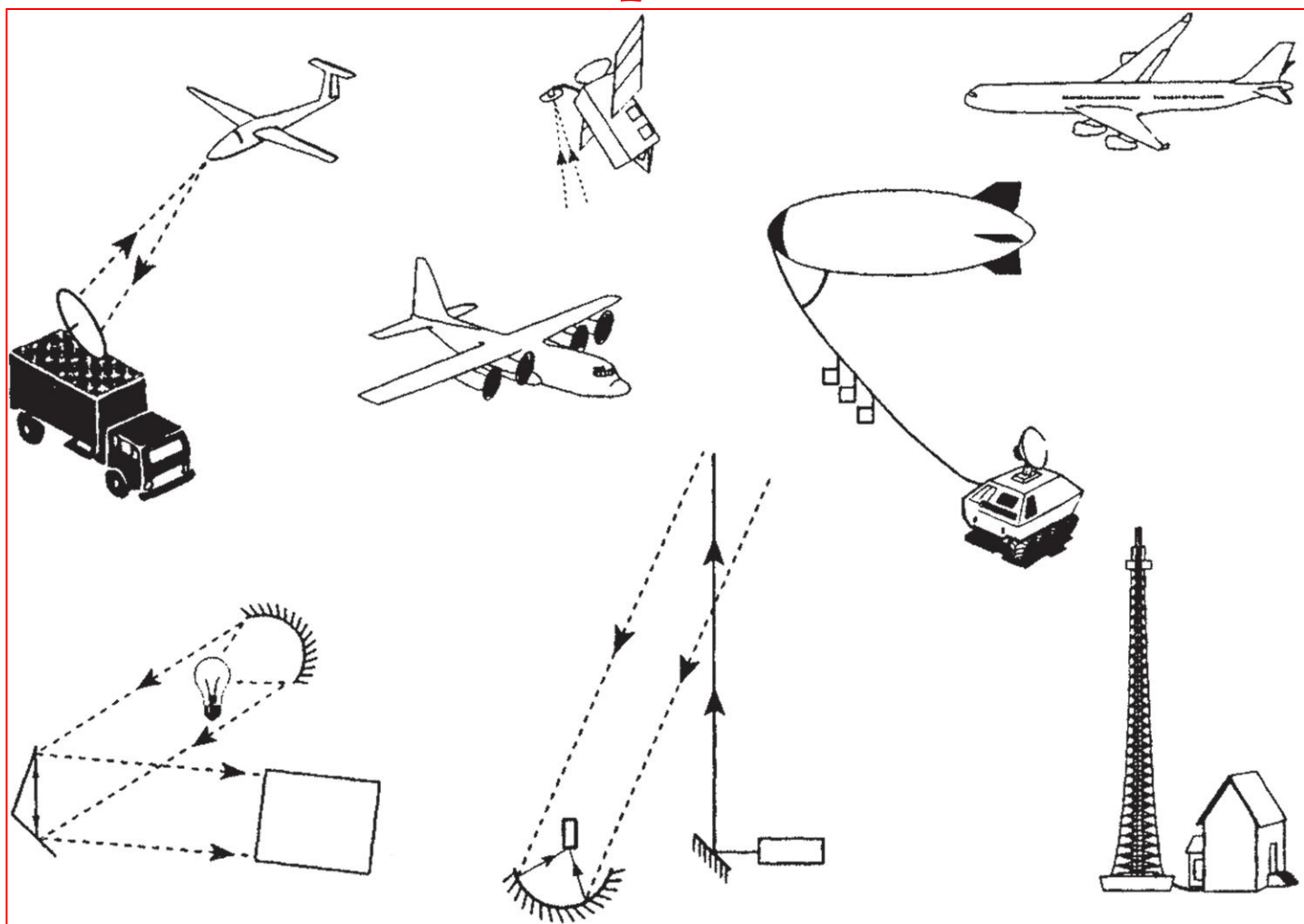
Přírodní a antropogenní zdroje stopových plynů v troposféře

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

Přírodní a antropogenní zdroje stopových plynů v troposféře

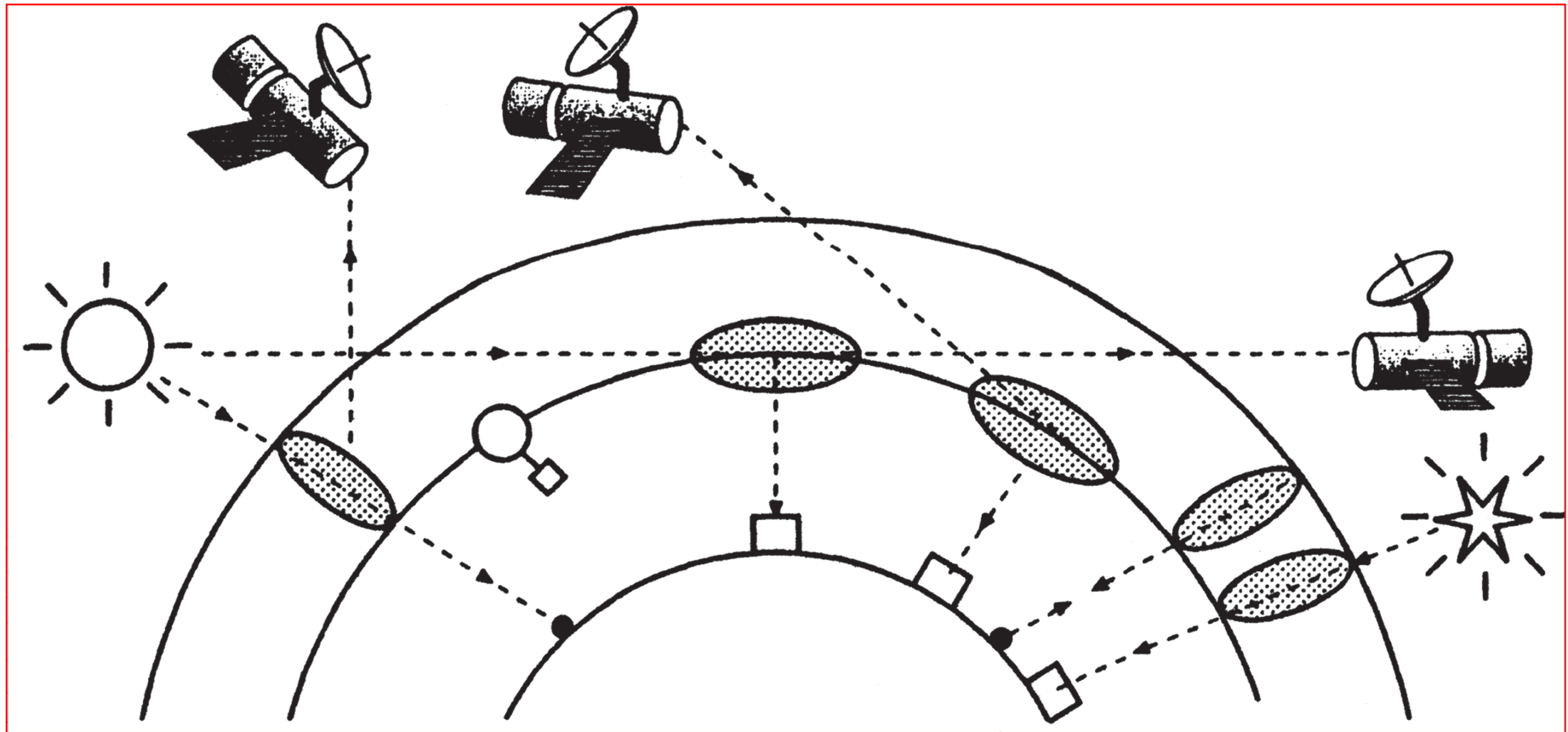
Látka	Přírodní zdroje	Antropogenní zdroje
Ostatní stopové plyny		
Vodík (H ₂)		Emise z dopravy, oxidace methanu přes formaldehyd
Vodní pára (H ₂ O)		
Ozon (O ₃)		Antropogenní konverze NO na NO ₂

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 SO₂, oxid siřičitý a sírový (oxidy síry) SO_x
- ↙ oxid dusnatý NO a oxid dusičitý vyjádřené jako oxid dusičitý NO₂ (oxidy dusíku NO_x)
- ↙ 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 NH₃, amoniak a soli amonné vyjádřené jako amoniak NH₃
- ↙ methan CH₄

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, SO₂, NO_x, CO, C_xH_y) 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 ₂	1 hodina	350 µg.m ⁻³	24
Oxid siřičitý SO ₂	24 hodin	125 µg.m ⁻³	3
Oxid uhelnatý CO	maximální denní osmihodinový klouzavý průměr	10 mg.m ⁻³	
Suspendované částice PM ₁₀	24 hodin	50 µg.m ⁻³	35
Suspendované částice PM ₁₀	1 kalendářní rok	40 µg.m ⁻³	
Suspendované částice PM _{2,5}	1 kalendářní rok	25 µg.m ⁻³	
Olovo Pb	1 kalendářní rok	0,5 µg.m ⁻³	
Oxid dusičitý NO ₂	1 hodina	200 µg.m ⁻³	18
Oxid dusičitý NO ₂	1 kalendářní rok	40 µg.m ⁻³	
Benzen	1 kalendářní rok	5 µg.m ⁻³	

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

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

Smogový varovný a regulační systém (SVRS)

- ↪ 5. 11. byla poprvé od roku 1997 vyhlášena v zóně Severozápad smogová situace z důvodů vysokých koncentrací 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.

