

Ochrana ovzduší

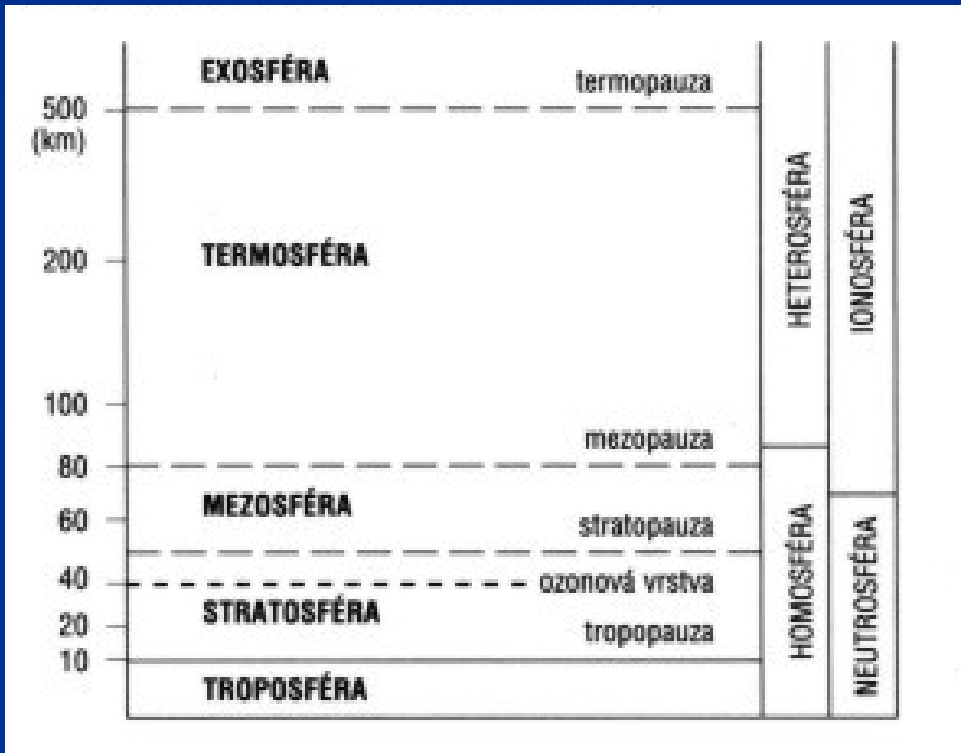
Mgr. Marie DOLEŽELOVÁ
Geografický ústav PŘF MÚ
Brno , duben 2009

Struktura přednášky

- Definice základních pojmů
- Historie znečišťování a ochrany ovzduší
 - hlavní problémy ovzduší
- Hlavní znečišťující látky
 - emisní limity
 - stav znečištění v ČR
- Klimatická změna
- Ekonomické nástroje k ochraně ovzduší

1. Definice základních pojmů

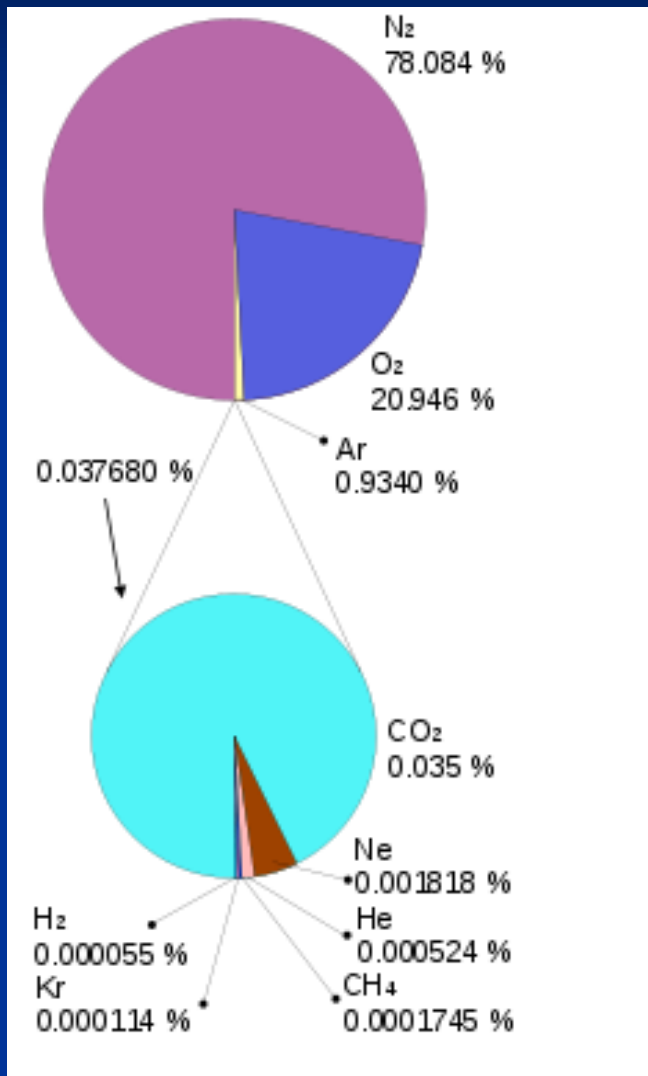
□ **Atmosféra** – plynný obal Země. Jedna z dílčích geosfér krajinné sféry tvořená ovzduším.



Hlavní význam pro život člověka má nejnižší část atmosféry – tzv. **troposféra**, která zasahuje průměrně do výšky 11 km nad zemským povrchem (nad rovníkem více – 18 km a nad póly méně – 9 km).

Vertikální členění atmosféry

□ Ovzduší



V troposféře dochází k výraznému promíchávání („tropos“ = řec. míchat, otáčet) → **vzduch zde má stálé složení potřebné pro život člověka.**

V troposféře se vyskytují nejvýznamnější povětrnostní jevy a je zde soustředěno cca 80 % hmotnosti atmosféry.

Chemické složení vzduchu

□ **Emise a imise**

-**Emise** – množství znečišťující látky vypuštěné do ovzduší

(jednotka: hmotnost / čas)

-**Imise** – emise, která se dostala do styku s životním prostředím. Tedy např. znečišťující látka uložená na zemském povrchu po procesu zředění v ovzduší.

-**Imise** - Množství znečišťující látky naměřené v životním prostředí.

Většinou se zjišťují přízemní imise.

(jednotka: hmotnost / objem)

□ **Počasí** – okamžitý stav atmosféry na daném místě

□ **Klima** – dlouhodobý režim počasí v určité oblasti

2. Historie znečišťování ovzduší

-**první zmínky o antropogenním znečištění ovzduší (tedy znečištění způsobeném člověkem) – velmi staré**

-4.stol. př. n.l. – Řecko – filozof Theokrastos: „Fosilní látky nazývané uhlí dlouho hoří, zapáchají a způsobují nehody“.

-starověký Řím – Horácius – „Některé oltáře v Římě jsou zčernalé od dýmu z uhlí“.

Znečištění atmosféry člověkem tedy začíná zhruba s počátkem spalování fosilních paliv (hlavně uhlí).

-13.století – Anglie – Eduard I.- **dekret zakazující spalování uhlí v Londýně** (vadil mu zápach a smog). Lidé začali topit dřevem a v okolí Londýna začaly mizet lesy. →Bylo stále obtížnější dekret dodržet. Jeden občan dokonce dostal trest smrti za spalování uhlí.

Zlomové body v historii znečišťování ovzduší člověkem - průmyslová revoluce

Prudký nárůst ve znečišťování atmosféry člověkem nastal v době průmysl. revoluce – tedy cca od 2. poloviny 18. století.

Vzhledem k velké spotřebě energie při výrobě došlo k masovému nárůstu spalování uhlí.

Hlavní faktory znečištění atmosféry v době raného kapitalizmu:

- Primitivní topeniště (bodové zdroje)
- Těžba nerostných surovin
- Průmyslová výroba (parní stroje)
- Doprava
- Rozvoj měst (urbanizace)

!!! Hlavním činitelem růstu znečištění atmosféry člověkem je tedy růst spotřeby energie !!!

!!! Růst spotřeby energie je motivován zejména růstem životní úrovně člověka !!!

Změna charakteru znečištění ovzduší

Během času přechod od :

bodové znečištění (lokální topeniště, domácnosti) → **plošné zdroje**
(koncentrace v rámci průmyslových oblastí) → **objemové zdroje**
znečištění (vysoké komíny)

!!! Charakter znečištění se změnil z lokálního přes regionální až na globální znečištění atmosféry (v současnosti) !!!

Zlomové body v historii znečišťování ovzduší člověkem -rozvoj měst

Vliv rostoucího stupně urbanizace na kvalitu ovzduší se ve větší míře projevuje zhruba od poloviny 20. století.

Dvacáté století bývá též označováno jako „**století smogových katastrof**“, kdy při těchto událostech zahynulo až několik tisíc lidí

(např. 1903 – Glasgow, 1930 – údolí Maasy, Belgie, 1946 – Jokohama, 1948, 52, 56, 57 a 62 – Londýn – vždy kolem 5000 obětí!)

POJEM SMOG – spojem hl. s Londýnem od konce 19. století do 50. let 20. století

-zde šlo o tzv. „**klasický (sulfátový) smog**“

-typický pro města se spalováním fosilních paliv s obsahem síry (okolí Londýna = klasická průmyslová oblast) a špatnými rozptylovými podmínkami (časté inverze)

-dříve také častý výskyt v **ČR – oblast Podkrušnohoří (Mostecko...)** – spalování nekvalitního hnědého uhlí s velkým obsahem síry → alarmující stav znečištění, špatný zdravotní stav obyvatelstva

-od počátku 90. let značné zlepšení

Co je to KLASICKÝ SMOG?

-z angl. smoke + fog (kouř + mlha)

-při spalování fosilních paliv s obsahem síry se do atmosféry uvolňuje oxid siřičitý (SO_2), který dále reaguje na kapalnou kyselinu sírovou (H_2SO_4)

-působení katalyzátorů (NH_3 – amoniak) vzniká sůl zvaná **síran amonný** ($(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$)

-tato sůl je základní složkou sulfátového smogu

Soli kyseliny sírové na sebe snadno vážou vodu, proto při jejich přítomnosti v ovzduší dochází k častější kondenzaci vodní páry než obvykle.

Oblasti znečištěné oxidem siřičitým se proto vyznačují mnohem častějším výskytem mlhy (legendární – londýnská mlha).

FOTOCHEMICKÝ SMOG

- nový fenomén znečištění atmosféry ve druhé polovině 20. století
- obdobně jako u klasického sulfátového smogu jde o tzv. „**sekundární znečištění**“ (tedy takové, která není dáno přímo vypouštěnými látkami, ale vzniká až jejich fyzikálně-chemickými reakcemi v atmosféře)
- zdrojovými látkami jsou: uhlovodíky a oxidy dusíku (NO_x) + působení slunečního záření → směs troposférického ozonu (O₃), NO₂, peroxyacetilnitrátů, aromatických uhlovodíků (aldehydů a ketonů)**
(Tato směs vzniká řetězcem složitých chemických reakcí v ovzduší).
- vzniká v oblastech s hustou automobilovou dopravou (typicky americké aglomerace), ve dnech se slunečným počasím a špatnými rozptylovými podmínkami
- poprvé pozorován v L.A. (nazýván také „**losangeleský smog**“)
- typické projevy: zápach, zákal atmosféry**
- škodlivé účinky: dráždění očí a dýchacích cest, toxicita pro rostliny**

OZONOVÁ DÍRA

-resp. **úbytek stratosférického ozonu**

-další závažný problém související se znečišťováním atmosféry

-90% ozonu se nachází ve stratosféře ve výšce cca 15-25 km nad zemským povrchem (tzv. ozonosféra)

-na rozdíl od troposférického ozonu, který je pro člověka škodlivý (vznik fotochemického smogu), má stratosférický ozon pozitivní účinek pro organizmy

-vrstva stratosférického ozonu = ochrana před průnikem škodlivé složky UV – záření (UV-B spektrum)

Historie ozonové díry:

V roce 1985 meteorologové z British Antarctic Survey podali informaci o podstatném snížení koncentrace stratosférického O_3 na stanici Halley Bay (75,5° j.š.) v jižním jarním období v letech 1977-84 cca o 40%!

Tato informace byla brzy potvrzena i daty z dalších stanic na Antarktidě či okolních okrajích pevnin (Austrálie, Jižní Amerika).

OZONOVÁ DÍRA II

Definice:

Ozonová díra = podstatné snížení koncentrace stratosférického ozonu pozorované v jižních polárních oblastech v období jara jižní polokoule (tj. cca srpen – listopad).

Ozonová díra se vyskytuje jen nad polárními oblastmi. Ozonová díra v pravém slova smyslu vzniká v podstatě jen nad Antarktidou (+ přilehlými okraji pevnin). V severních polárních oblastech tento problém nikdy nedosáhl takové závažnosti a hovoříme zde spíše o úbytku stratosférického ozonu.

Mechanismus vzniku:

Kombinace působení určitých chemických látek + specifických meteorologických podmínek nad jižními polárními oblastmi

OZONOVÁ DÍRA II

Hl. látky poškozující ozonovou vrstvu:

-**NO_x** (zejména emise N₂O ze supersonických letadel)

-tzv. **freony** (zcela či částečně halogenované uhlovodíky).

Freony byly ve velké oblibě od 60. let, kdy se začaly užívat jako náplň do mrazniček, hnací plyn do sprejů či k výrobě umělých hmot.

Výhodou freonů je chemická „netečnost“ a relativní zdravotní neškodnost.

V 60. letech se však nevědělo, že díky své vysoké životnosti mohou pronikat až do stratosféry, kde za působení slunečního záření přispívají ke štěpení ozonu.

K tomu jsou však potřeba specifické podmínky, které existují právě nad jižními polárními oblastmi. Během zimního období zde z meteorologických příčin nefunguje výměna vzduchu s nižšími zeměpisnými šířkami, tudíž dochází k hromadění emisí freonů a dalších látek. Ke štěpení ozonu dochází, je-li atmosféra dostatečně studená (existují tzv. polární stratosférická oblaka, na jejichž povrchu probíhají chemické reakce) a zároveň již začíná působit sluneční záření, které katalyzuje reakce. **Proto k vytvoření ozonové díry dochází právě v jarním období jižní polokoule!**

OZONOVÁ DÍRA II

Důsledky ozonové díry (resp. zvýšené intenzity UV-B záření):

- ❑ Kožní nemoci (solární dermatitida, fotodermatóza, aktinické stárnutí kůže, včetně rakoviny kůže!
- ❑ Poškození očí
- ❑ Snížení imunity organismu

Opatření ke zlepšení situace:

-70. léta – zákaz použití freonů ve sprejích

-1987 – Montrealský protokol, podepsalo 23 států, zakotvil podstatné snížení produkce freonů a zákaz využívání některých látek tohoto typu

-redukce emisí freonů do roku 1990 na úroveň roku 1986, a dále na 1/4 produkce roku 1986 v roce 1999.

3. Hlavní znečišťující látky

Různá dělení atmosférických znečištěnin:

➤ **přírozené x antropogenní** (jejich zdrojem je působení člověka)

(přírozené zdroje – např. sopečná činnost, lesní požáry, větrné smršťe, oceánské vlny, rozklad mrtvé biomasy, trávicí procesy živočichů.....)

x antropogenní zdroje (spalovací procesy, výroba, doprava)

➤ **primární x sekundární**

(primární – přímo vypuštěné do ovzduší, sekundární – vznikají z původních látek fyzikálně-chemickými procesy v ovzduší – viz smog)

➤ **podle skupenství**

-pevné (tzv. aerosoly)

-kapalné (tzv. aerosoly)

-plynné

Proč se vůbec zabývat znečištěním ovzduší?

Co říkají studie EU?

-znečištění ovzduší způsobuje každoročně smrt 310 000 obyvatel členských států (z toho až 65 000 – Německo)

-nejhorší situace: SZ Německo, Benelux, S Itálie, některé oblasti V-Evropy

Zpráva o stavu ŽP ČR za rok 2007 :

-skleníkové plyny – po strmém poklesu v 90. letech (Kjótský protokol) v poslední době mírný nárůst – hl. z mobilních zdrojů (kolem 15% celk. emisí), měrné emise patří mezi nejvyšší v Evropě

-hlavním znečišťovatelem doprava – neustálý růst objemu osobní automobilové dopravy, silniční doprava se podílí zejména na emisích NO₂, těkavých organických látek a prašného aerosolu (PM₁₀ a PM_{2,5})

-přepavní výkony osobní dopravy rostou – a to hl. u individuální automobilové dopravy a letecké dopravy. Problémem je velké stáří vozového parku, které komplikuje snižování emisí z dopravy.

-problémy se znečištěním prašným aerosolem – zdrojem zejména vytápění domácností, vážné zdravotní dopady.

Souvisí se stabilizovanou skladbou energetické základny s vysokým zastoupením tuhých paliv. Využívání tuhých paliv pro vytápění domácností klesá jen velmi pomalu.

-přízemní ozon – na většině území překračovány emisní limity (→ riziko pro zdraví člověka i pro vegetaci)

Hlavní znečišťující látky monitorované v ČR

Jsou pro ně stanoveny tzv. **imisní limity**:

□ Imisní limity pro ochranu lidského zdraví:

- Oxid siřičitý (SO₂)
- Oxid dusičitý (NO₂)
- Oxid uhelnatý (CO)
- Suspendované částice frakce PM₁₀ a PM_{2,5}
- Benzen

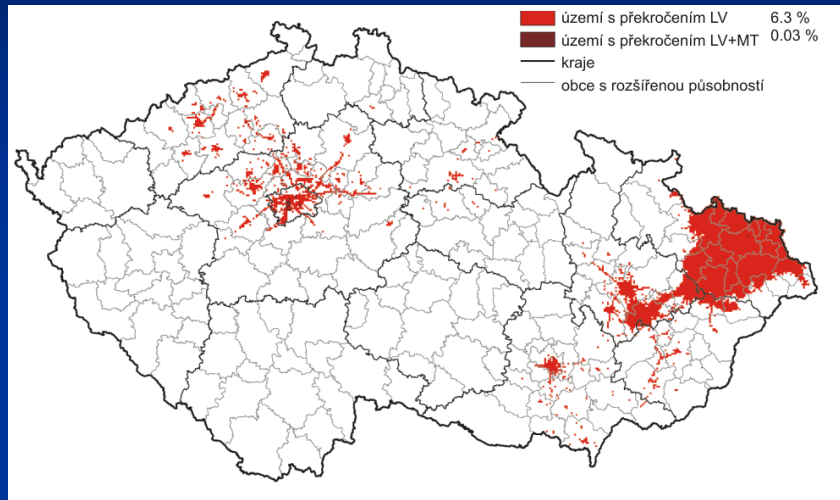
□ Cílové imisní limity pro ochranu lidského zdraví:

- Přízemní ozon
- Těžké kovy
 - olovo, kadmium, arsen, nikl
- Benzo a pyren
- Další látky
 - rtuť, amoniak

□ Imisní limity pro ochranu ekosystémů a vegetace:

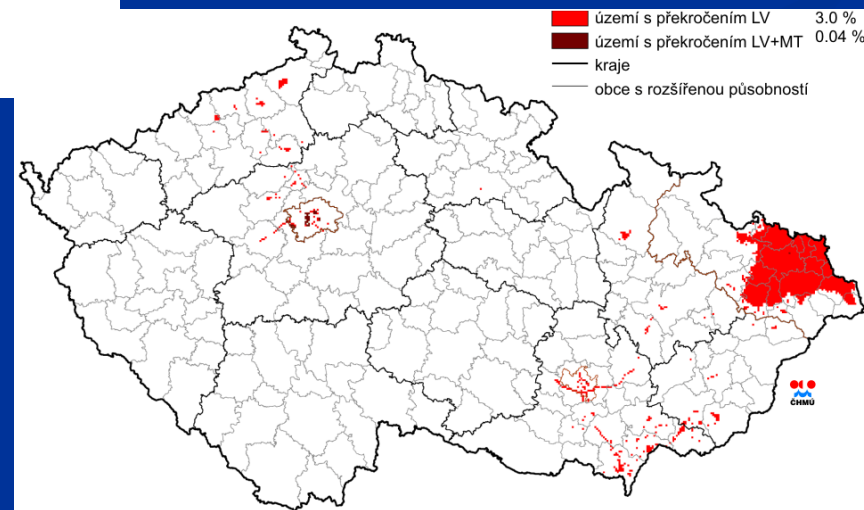
- Oxid siřičitý (SO_2)
- Oxidy dusíku (NO_x)
- Troposférický ozon (O_3)

Oblasti se zhoršenou kvalitou ovzduší vzhledem k imisním limitům pro ochranu zdraví člověka (v roce 2007 a 2008)



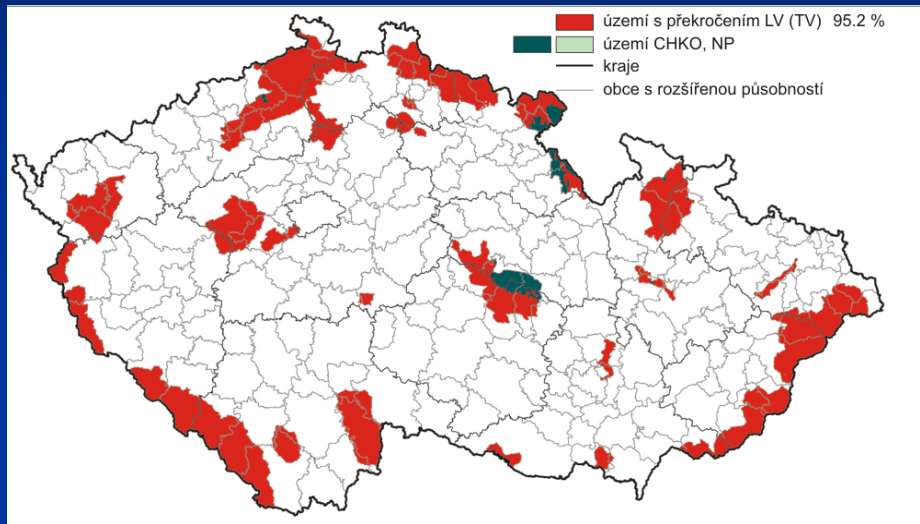
Rok 2007

Rok 2008

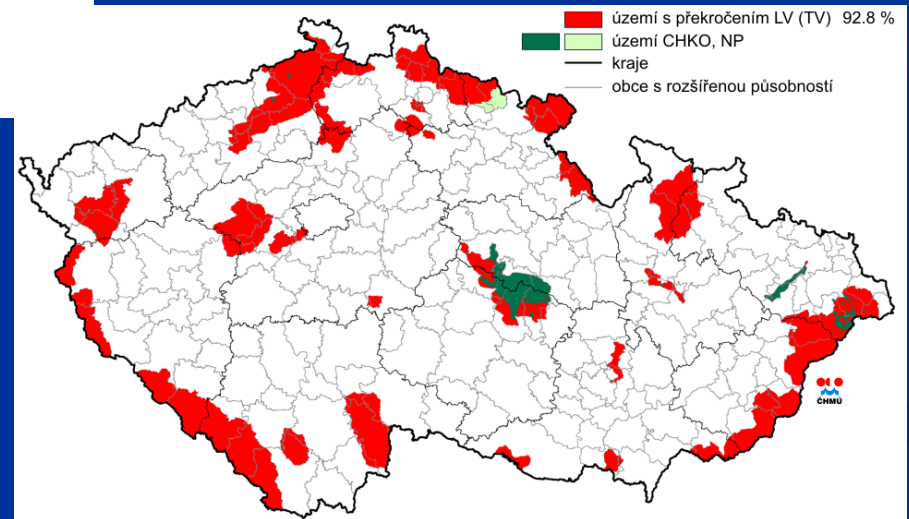


Zdroj: Český hydrometeorologický ústav (www.chmi.cz)

Oblasti se zhoršenou kvalitou ovzduší vzhledem k imisním limitům pro ochranu ekosystémů a vegetace na území NP a CHKO (v roce 2007 a 2008)



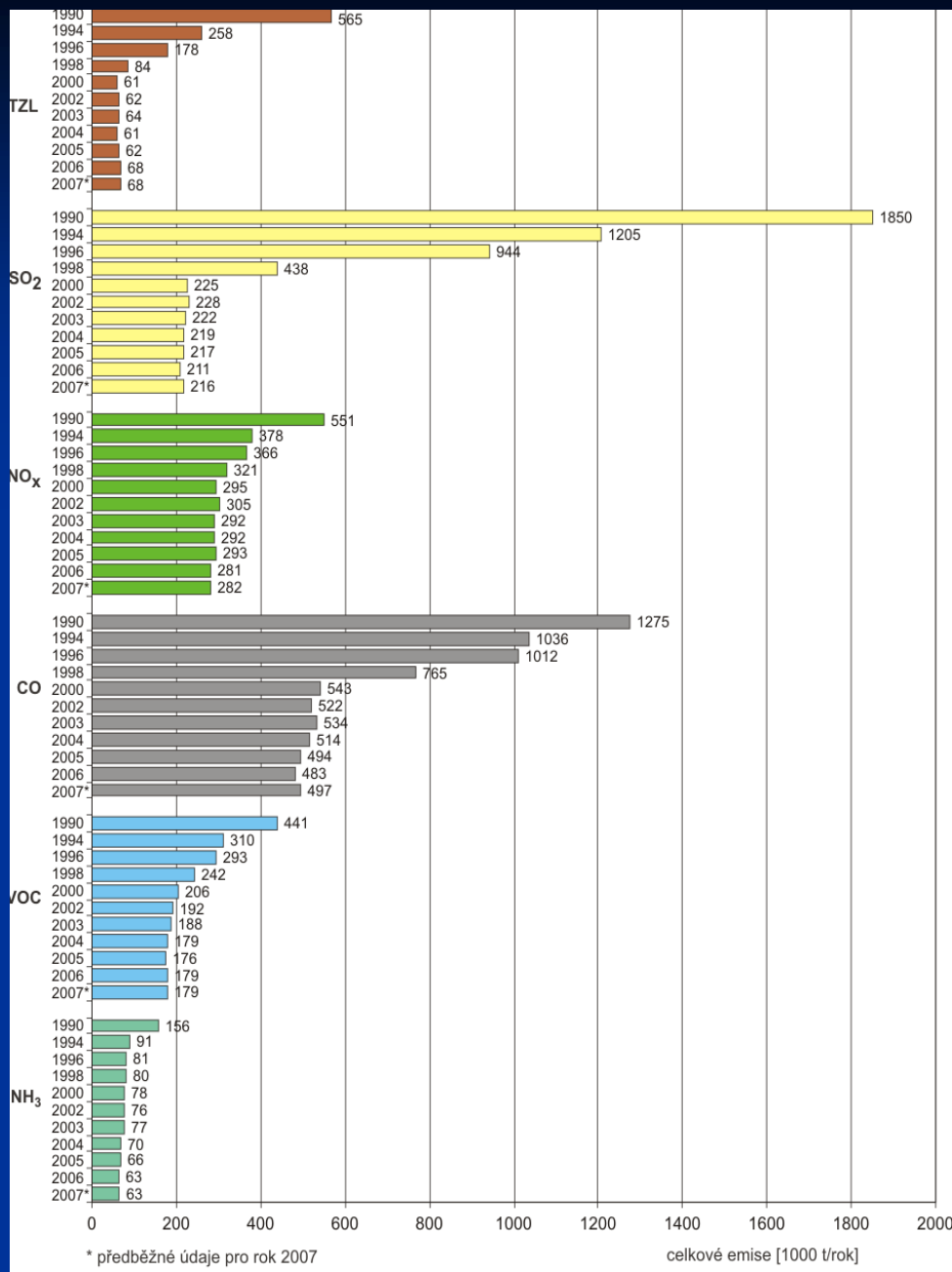
Rok 2007



Rok 2008

Zdroj: Český hydrometeorologický ústav (www.chmi.cz)

Celkové emise základních druhů látek znečišťujících ovzduší v ČR v období 1990-2007



Zdroj: Český hydrometeorologický
ústav (www.chmi.cz)

OXID SIŘIČITÝ – SO₂

Zdroje:

➤ **přírozené:**

-sopečné plyny

-podzemní minerální vody ve vulkanických oblastech
(jako kyselina siřičitá)

➤ **antropogenní:**

-spalovací procesy

(spalováním fosilních paliv obsahujících síru, tavením nerostných surovin s obsahem síry)

-při průmyslových procesech

-při vytápění domácností

Jeden z hl. zdrojů znečištění ovzduší evropských měst!

-Změna charakteru znečištění z lokálního (výtop domácností a drobné průmyslové podniky) na velké průmyslové zdroje (např. elektrárny) s dálkovým rozptylem ve velkých výškách.

OXID SIŘIČITÝ – SO₂

Působení na organizmy:

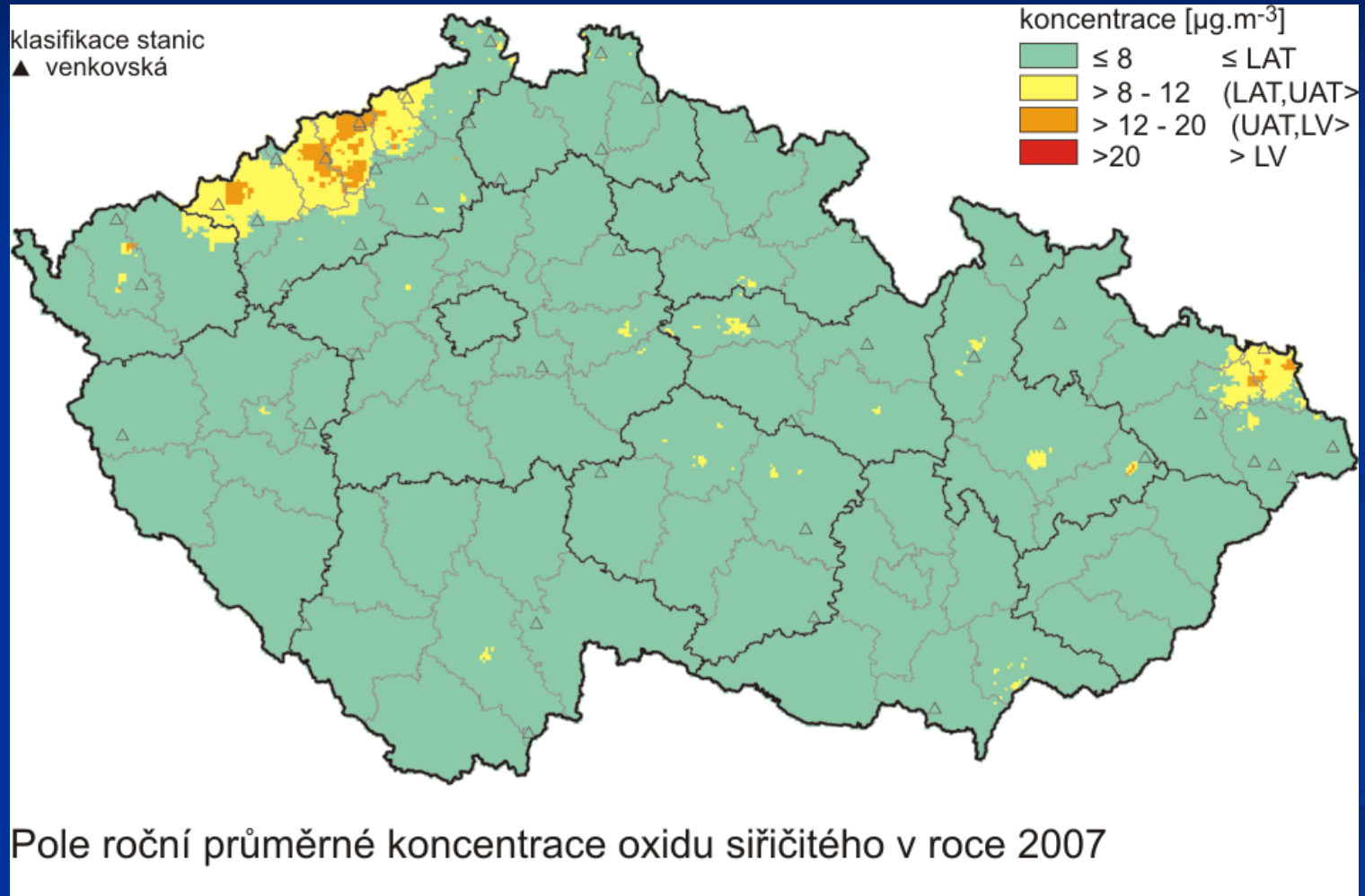
➤ Člověk:

- dýchací soustava (stahování průdušek → tvorba hlenů na stěnách dých. cest → záněty dýchacího traktu a odlupování buněk (s růstem koncentrace). Zhoršení situace s poklesem teploty vzduchu.
- chronická bronchitida
- rozpad a přeměna SO₂ na SO₃ → synergentní účinek (vzájemné zesílení škodlivého působení)!

➤ Rostliny:

- narušení fotosyntézy (přístup přes buněčné průduchy, **asimilační jed** – rozklad barviv – chlorofyl)
- narušení vodního režimu
- vliv na dýchání rostlin
- vznik nekróz (hnědnutí okrajů listu, odumírání listu od kraje ke středu)

OXID SIŘIČITÝ – SO₂



Zdroj: Český hydrometeorologický ústav (www.chmi.cz)

OXID SIŘIČITÝ –SO₂

-imisní limity

Imisní limit pro ochranu zdraví člověka:

Hodinová koncentrace: 350 $\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$, max. 24 x za rok

Průměrná 24 hodinová koncentrace: 125 $\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$, max. 3 x za rok

Nejvíce postiženou oblastí v ČR je Ústecký kraj.

Imisní limit pro 24hodinovou koncentraci byl v roce 2007 překročen pouze v lokalitě Litvínov (ZÚ). Překročení hodnoty 125 $\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ (v tolerovaném počtu) bylo zaznamenáno i v jiných lokalitách Ústeckého kraje.

V případě hodinového imisního limitu se na všech lokalitách počet překročení vešel do stanovených mezí (24 x ročně). Největší počet překročení byl dosažen v Teplicích (celkem 18 krát).

OXID SIŘIČITÝ –SO₂

vývoj znečištění

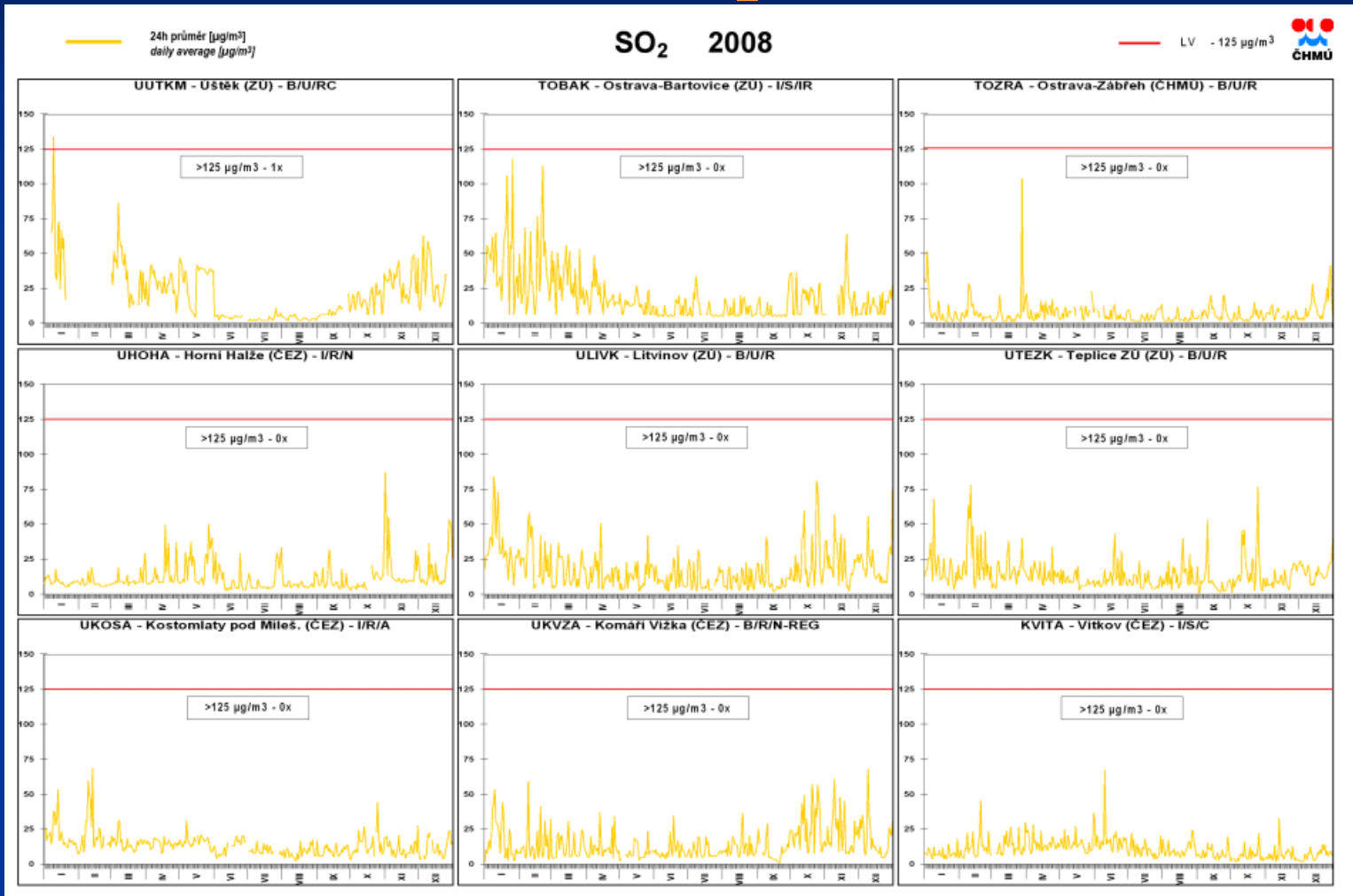
V roce 2008 nebyl imisní limit pro 24 hodinovou koncentraci překročen na žádné stanici. Překročení v tolerovaném počtu bylo zaznamenáno na stanici Ústěk (Ústecký kraj) – vliv lokálního zdroje.

V případě hodinového imisního limitu se na všech lokalitách počet překročení vešel do stanovených mezí (24 x ročně). Největší počet překročení byl dosažen v Ostrava-Zábřeh (celkem 3 krát).

Během 90. let došlo k podstatnému zlepšení v otázce znečištění ovzduší SO₂ – hlavně vlivem změny technologií (odsíření elektráren). Po roce 2000 se však trend poklesu zastavil. Mírný pokles koncentrací pokračoval mezi lety 2004 a 2005. V následujícím roce došlo k mírnému vzestupu, avšak **v roce 2007 byl trend poklesu obnoven na téměř všech lokalitách v ČR. Pokles znečištění SO₂ byl potvrzen i v roce 2008** – což bylo dáno jednak meteorologickými faktory (lepší rozptylové podmínky) a jednak poklesem celkových emisí SO₂ (REZZO 1). Lze však předpokládat i nárůst znečištění v místech, kde není k dispozici měření vlivem návratu ke spalování uhlí v některých obcích.

(viz Ročenka Znečištění ovzduší na území ČR v roce 2008 – ČHMÚ, www.chmi.cz).

Stanice s nejvyššími 24hodinovými koncentracemi SO₂ v roce 2008



Zdroj: Český hydrometeorologický ústav (www.chmi.cz)

OXIDY DUSÍKU -NO_x

-směs hl. NO a NO₂ (+ i další oxidy dusíku, které jsou ale mnohem méně časté)

Zdroje:

- **přirozený zdroj NO:** půdní substrát (rozklad organických látek), oceán
- **antropogenní zdroj:** spalování kapalných paliv

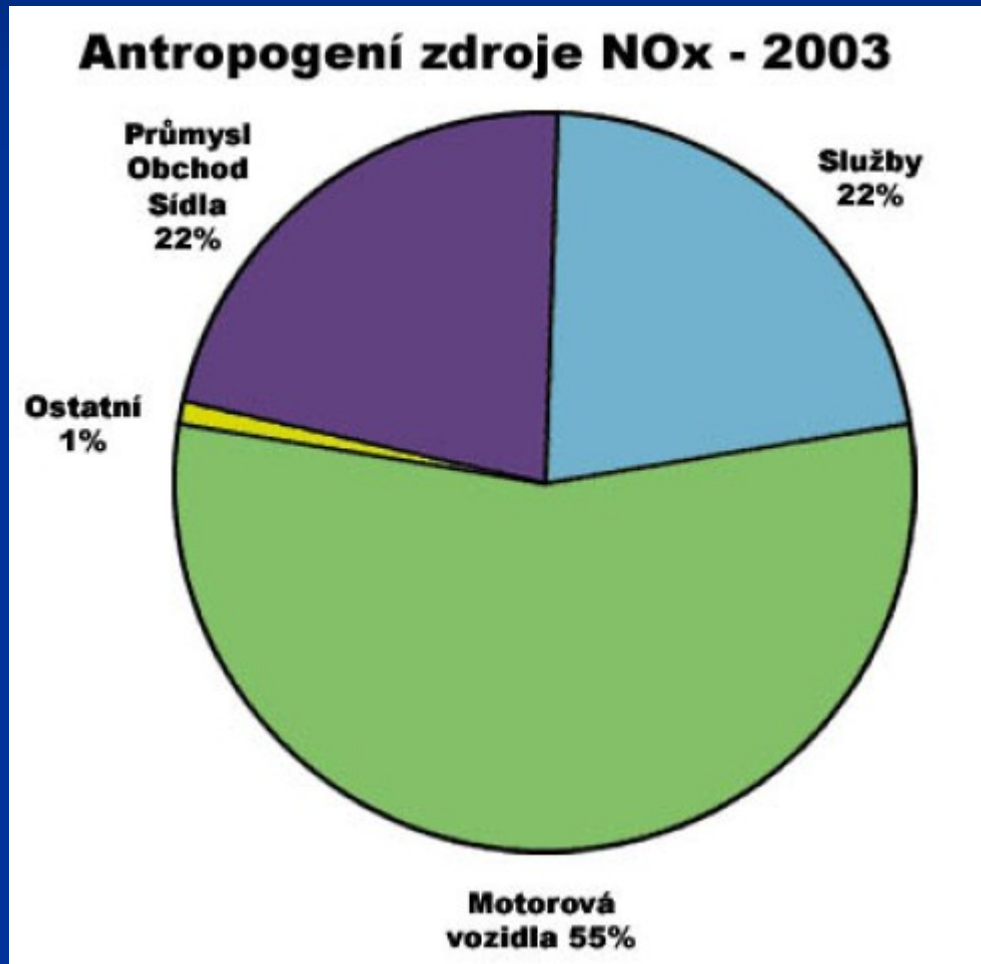
V atmosféře rychlá reakce na NO₂:

- **přirozený zdroj NO:** půda
- **antropogenní zdroje: převažujícím zdrojem je motorová doprava!!!!**
(až 55% antropogenních NO_x, při spalování ušlechtilých paliv v motorech se dosahuje vysoká teplota hoření → oxidace vzdušného N₂ na tzv. vysokoteplotní NO_x)

-další zdroje: chemické procesy (např. výroba kyseliny dusičné, výroba umělých hmot)

OXIDY DUSÍKU -NO_x

Struktura antropogenních zdrojů oxidů dusíku



Zdroj: www.irz.cz

OXIDY DUSÍKU -NO_x

Ekologický vliv:

-**kyselé deště** (stejně jako SO₂)

-okyselení vody i půdy → negativní vliv na potravní řetězce

-rozrušování povrchu staveb, soch.....

-**přízemní ozon** (přispívává k jeho tvorbě společně s těkavými org. látkami)

→ vznik fotochemického smogu (účinky viz dříve)

-**tzv. skleníkový plyn** (GHG – greenhouse gas)

→ společně s ostatními GHG přispívá ke skleníkovému efektu a globálnímu oteplování Země

Působení na organizmy:

➤Rostliny:

-podobně jako SO₂

– tj. vznik nekróz, rozklad rostlinného barviva - karotenu

OXIDY DUSÍKU -NO_x

Působení na organizmy:

➤Člověk:

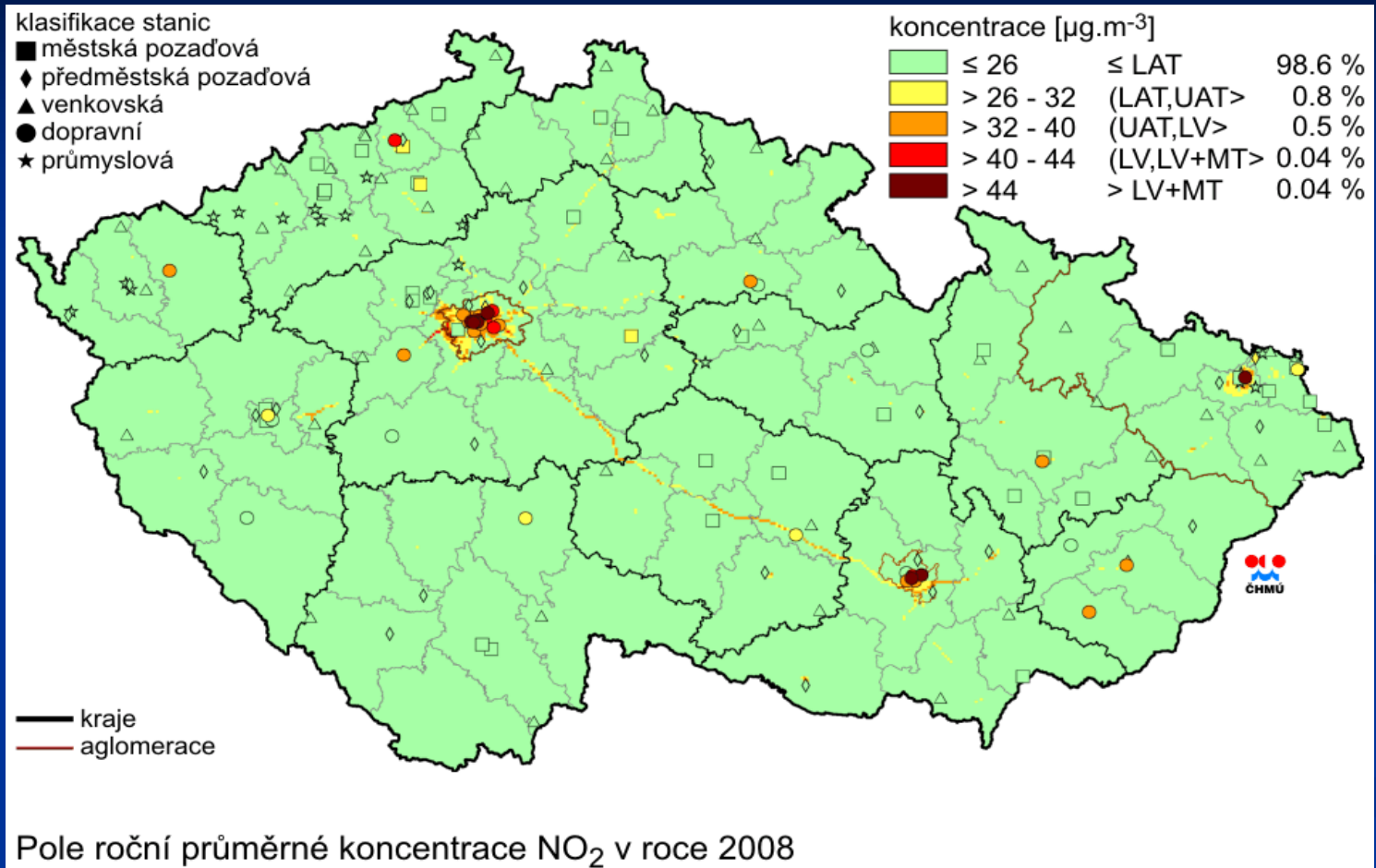
-dýchací soustava (silně dráždivý vliv)

-vysoké koncentrace mohou způsobit vážné zdravotní potíže i smrt !!!

-dochází k vázání na krevní barvivo a zhoršení přenosu kyslíku z plic do tkání

-nádorová onemocnění

OXID DUSIČITÝ (NO₂)



Nejvyšší koncentrace dosahovány ve velkých městech a podél významných dopravních tepen

Zdroj: Český hydrometeorologický ústav (www.chmi.cz)

OXIDY DUSÍKU –NO_x

-imisní limity

Imisní limit pro ochranu zdraví člověka (stanoven pro NO₂):

-hodinová koncentrace 200μg · m⁻³, max. 18 x za rok

Imisní limit pro ochranu ekosystémů a vegetace (stanoven pro NO_x):

- koncentrace 30μg · m⁻³ za kalendářní rok (bez limitu v počtu dosažení)

K překročení imisního limitu NO₂ dochází zejména na dopravně exponovaných lokalitách ve velkých městech. V roce 2008 došlo k překročení na 13 z celkových 175 stanic (v roce 2007 – na 17 z celkem 182 stanic).

Limit zvýšený o mez tolerance (44 μg.m⁻³) překročen celkem na 8 lokalitách

(v roce 2007 na 6 lokalitách):

Praha (náměstí Svornosti, Legerova*, Sokolovská, Národní muzeum, Smíchov)

Brno (Úvoz*, Svatoplukova)

Ostrava (Českobratrská) *

* -tzv. „hot- spot“ stanice

Ve všech případech jde o dopravně exponované lokality. Zatížení znečištěním NO₂ lze tedy předpokládat i jiných místech s hustým dopravním provozem, kde se nyní neměří.

OXIDY DUSÍKU –NO_x

-Vývoj znečištění

Během 90. let došlo k rapidnímu nárůstu znečištění NO_x vlivem rychlého rozvoje osobní i nákladní automobilové dopravy.

V roce 2001 se projevil na většině území sestupný trend, který byl však v následujícím roce zastaven a následován zvýšením znečištění v roce 2003. Po zakolísání v roce 2004 byl v roce 2005 vzestupný trend koncentrací NO₂ obnoven a v roce 2006 potvrzen téměř na všech stanicích.

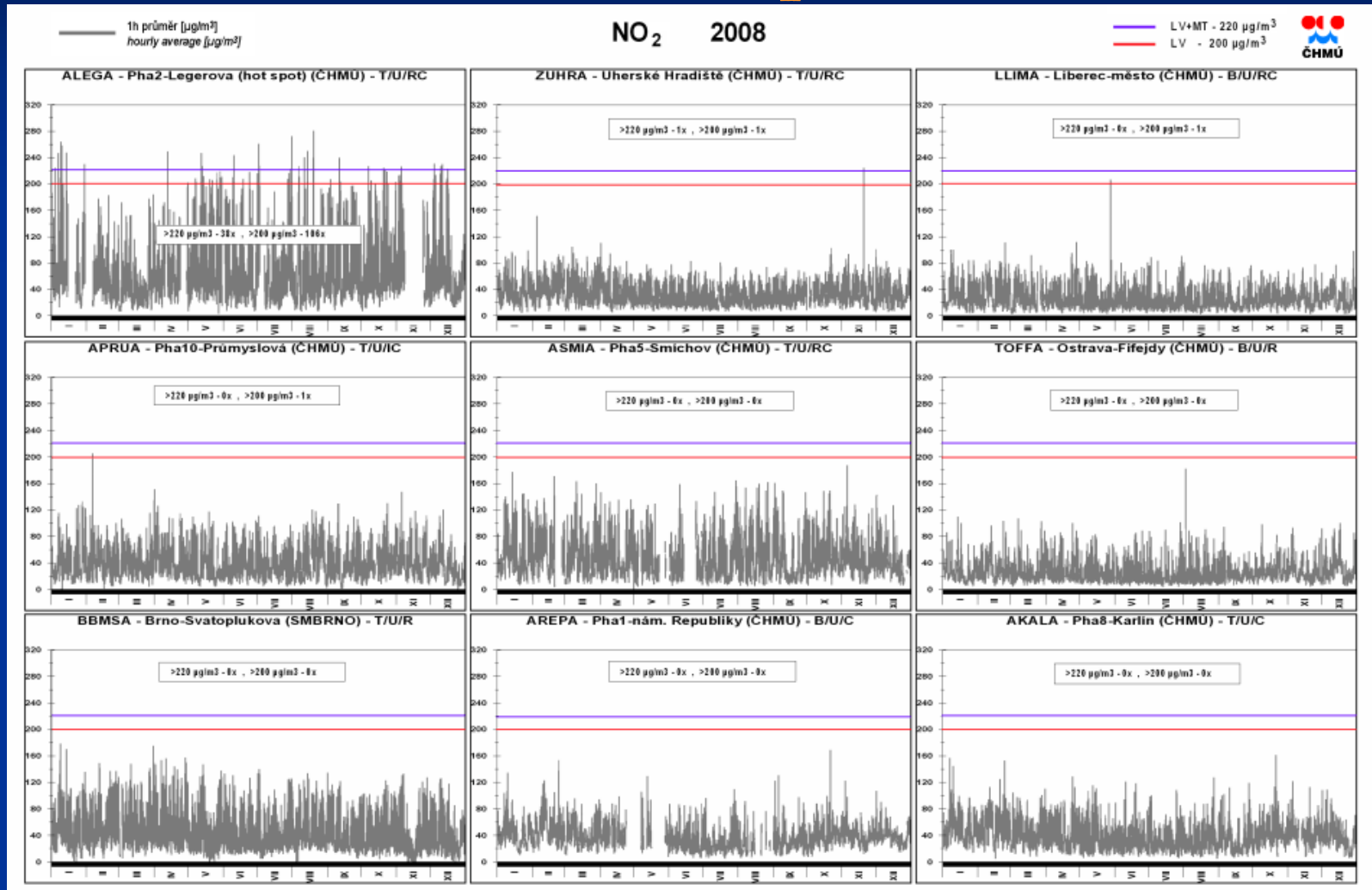
V roce 2007 došlo na stanicích k výraznému poklesu koncentrací NO₂ vlivem příznivějších meteorologických a rozptylových podmínek. V roce 2008 tento trend pokračoval, avšak nebyl již tak výrazný.

Nejvíce postiženou oblastí zůstávají i nadále města a další oblasti s hustým automobilovým provozem.

Nejvyšší koncentrace NO₂



Stanice s nejvyššími hodinovými koncentracemi NO₂ v roce 2008



Zdroj: Český hydrometeorologický ústav (www.chmi.cz)

OXID UHELNATÝ (CO)

Zdroje:

Obecně vzniká při **nedokonalém spalování** uhlíku a organických látek.

➤Antropogenní zdroje:

-**zejména exhalace z výbušných motorů** (benzínových či naftových)→max. koncentrace – města a frekventované komunikace

-stacionární zdroje (např. energetický a metalurgický průmysl)

-lokální topeniště (méně závažný zdroj)

OXID UHELNATÝ (CO)

Působení na organizmy:

Vzhledem k vysoké jedovatosti se řadí mezi nejvýznamnější znečišťující látky !!! **ZUčinek na centrální nervovou soustavu a kardiovaskulární systém.**

Způsobuje zásadní změnu krevního barviva hemoglobinu důležitého pro transport kyslíku vaskulárním systémem. CO vytlačuje molekuly O₂ z hemoglobinu a sám se na něj váže (a to 12x rychleji než O₂) → místo oxyhemoglobinu vzniká karboxyhemoglobin. Chemická vazba je těsnější než u O₂, proto je vytěsnění obtížné.

Otravy Co jsou proto velmi nebezpečné. Dochází k poškození mozkové tkáně (ke tkáňovému dušení).

Při nižší koncentraci – bolest hlavy. Vysoké koncentrace – smrt !!!

Při 1% obsahu CO v atmosféře – až 90% hemoglobinu je transformováno na karboxyhemoglobin. Transformace ze 70% vede k úmrtí !!!!

OXIDY UHELNATÝ-CO

-imisní limit

Imisní limit pro ochranu zdraví člověka:

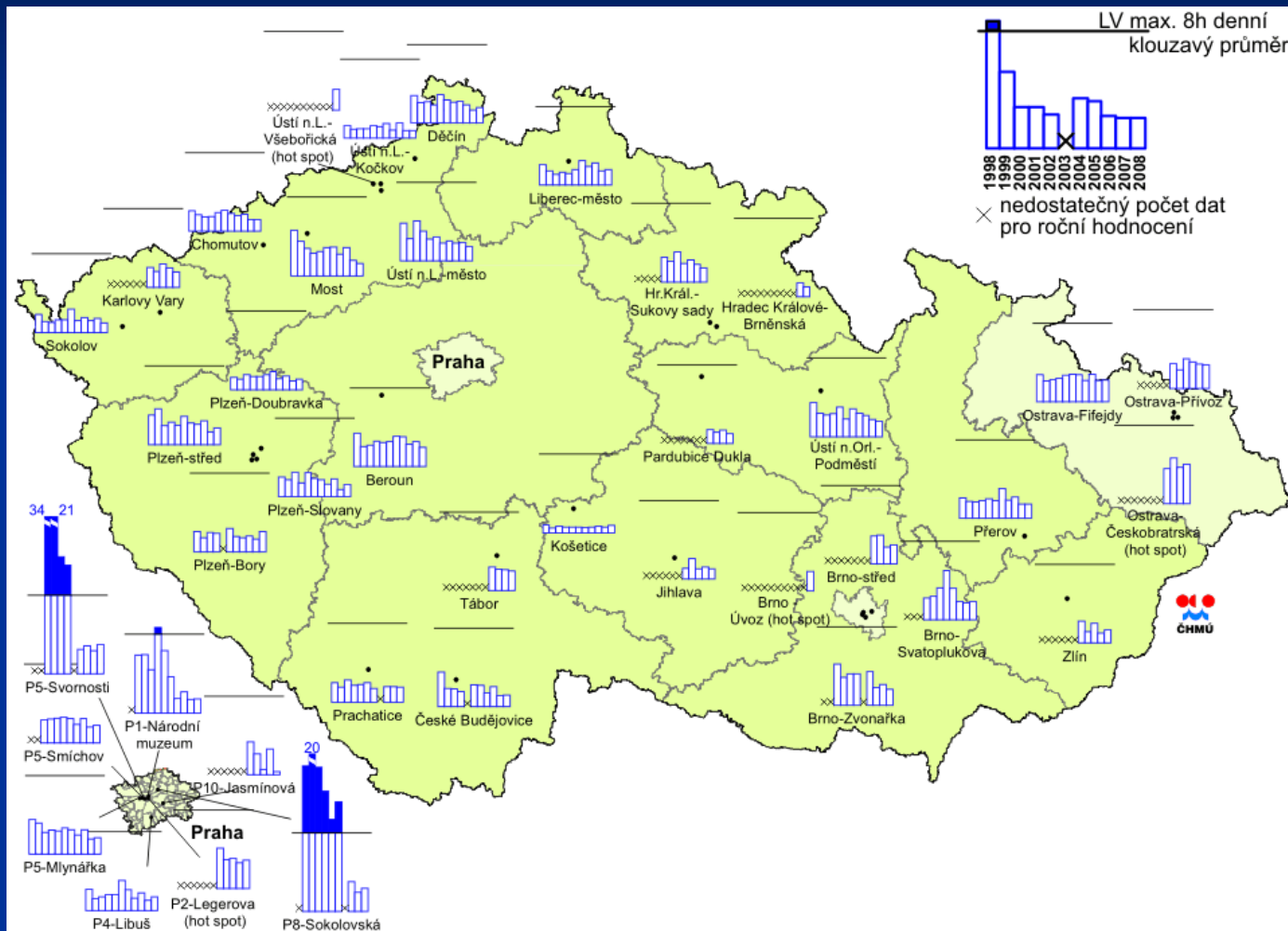
-max. denní 8-hodinový klouzavý průměr: 10 000 $\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$

-Monitoring koncentrací CO v současnosti probíhá na 43 stanicích.

**V roce 2008 nebyl imisní limit pro denní 8hodinové klouzavé průměry
přesážen na žádné z nich.**

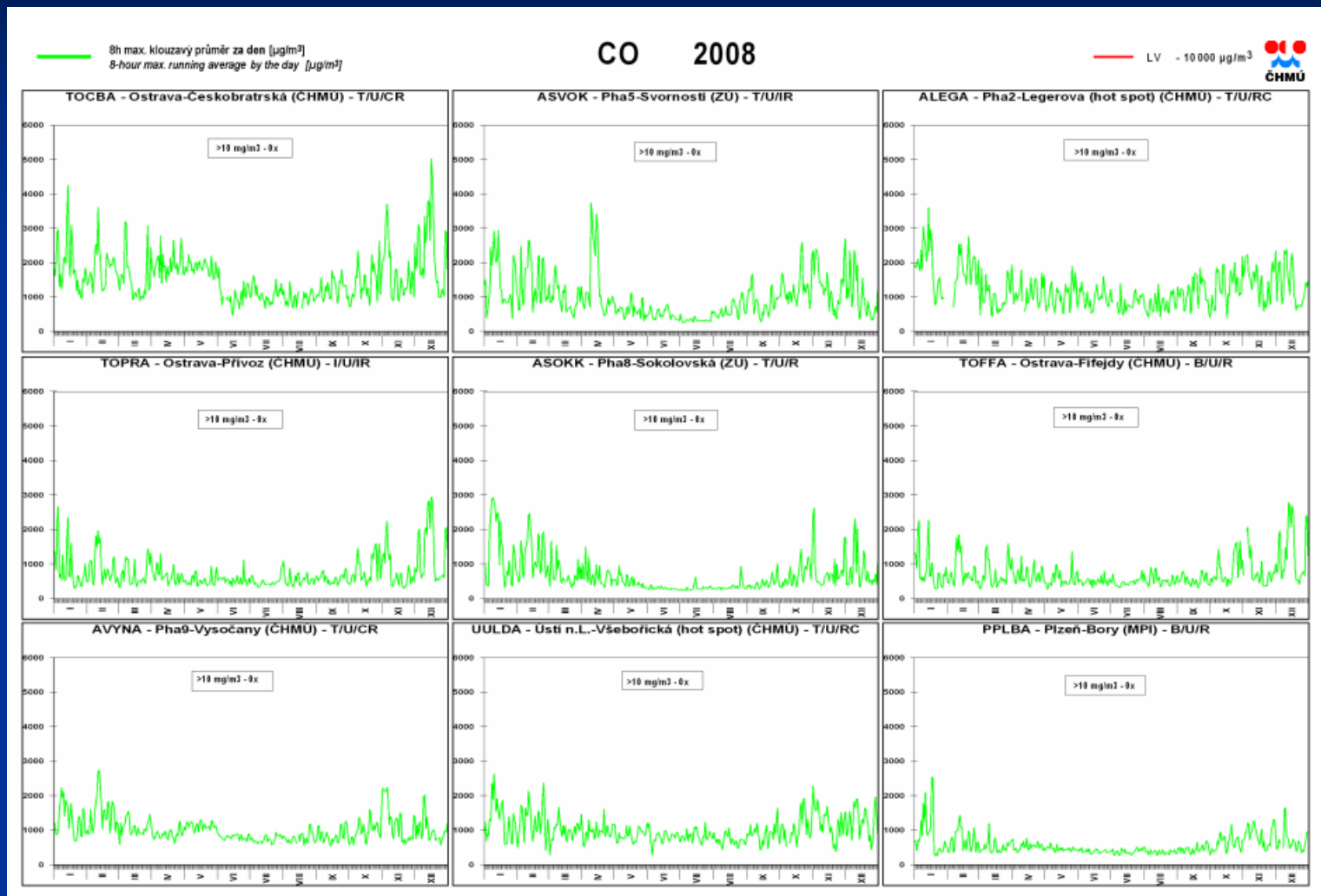
Nejvyšší hodnota byla obdobně jako v letech 2006 a 2007 naměřena na „hot-spot“ lokalitě Ostrava-Českokobratrská (5,0 $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$). Na rozdíl od roku 2007 byla dolní mez pro posuzování již mírně překročena.

Maximální 8-hodinové klouzavé průměrné koncentrace CO na vybraných stanicích v období 1998-2008



Zdroj: Český hydrometeorologický ústav (www.chmi.cz)

Stanice s nejvyššími hodnotami max. 8-hodinových průměrných koncentrací CO v roce 2008



Zdroj: Český hydrometeorologický ústav (www.chmi.cz)

PRAŠNÝ AEROSOL

(Suspendované částice frakce PM_{10} a $PM_{2,5}$)

-označováno také jako **tuhé znečišťující látky (TZL)**

-Znečištění těmito látkami představuje v ČR v současnosti jeden z hlavních problémů zajištění kvality ovzduší !!!

-Znečištění vykazuje vzestupný trend !!!

Zdroje:

Primární – emitovány přímo do atmosféry, přírodní či antropogenní původ

Sekundární – vznikají oxidací a následnými reakcemi plynných sloučenin v atmosféře, většinou antropogenní původ.

➤Přírodní:

-sopečná činnost, požáry, půdní procesy, oceán

➤Antropogenní:

-v Evropě převládají

-doprava, elektrárny, spalovací zdroje (průmyslové i domácí), báňská činnost, stavebnictví.....

PRAŠNÝ AEROSOL

(Suspendované částice frakce PM_{10} a $PM_{2,5}$)

Působení na organizmy

Vzhledem k různorodosti emisních zdrojů mohou mít tuhé částice různé chemické složení, velikost a tvar.

Dopad na zdraví je dán chemickým složením, koncentrací, velikostí a tvarem.

Projevuje se silně negativní vliv na dýchací soustavu, a to již při velmi nízkých koncentracích (spodní hranice bezpečné koncentrace neexistuje)!!!

-způsobují:

-zánětlivá onemocnění plicní tkáně, snížení funkce plic, chronické bronchitidy, snížení imunity (vliv dlouhodobé expozice)

-kardiovaskulární choroby, akutní trombotické komplikace (vliv krátkodobé vysoké koncentrace)

-dlouhodobá expozice vede ke snížení délky život a předčasným úmrtím !!!

PRAŠNÝ AEROSOL

(Suspendované částice frakce PM_{10} a $PM_{2,5}$)

Nejnebezpečnější pro zdraví jsou zejména ty nejmenší částice (tedy frakce PM_{10} a $PM_{2,5}$). Tyto částice mohou pronikat až do spodní části dýchací soustavy, kde se ukládají (vzhledem k malé velikosti neexistuje žádný mechanismus jejich odstranění z organismu) !!!

Vliv na rostliny:

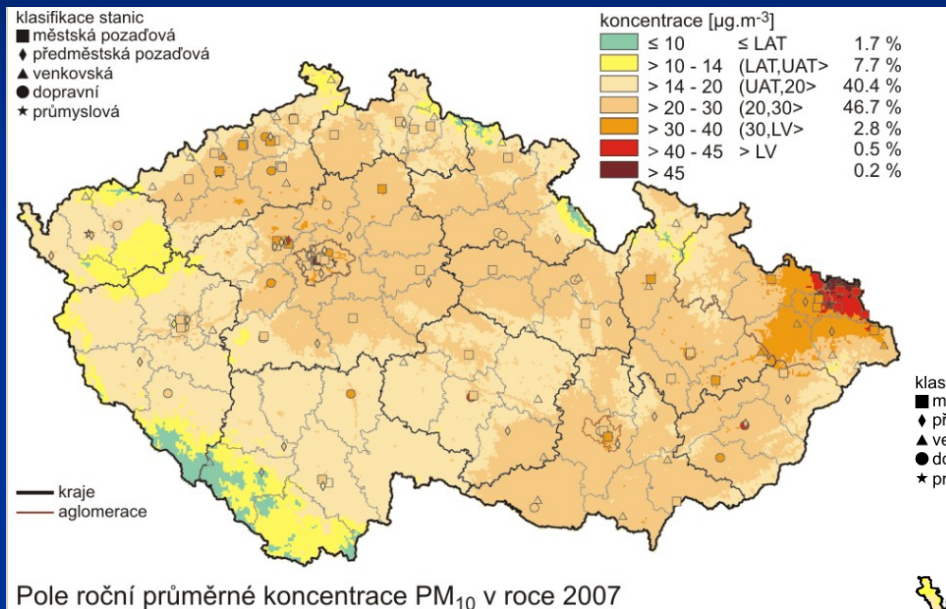
- není tak závažný jako v případě toxických plynů či kapalin
- dochází k sedimentaci prachu na listech, což má přímé a nepřímé účinky:

Přímé účinky: brání v přístupu fotosynteticky aktivního záření, prachové částice obsahují leptavé látky

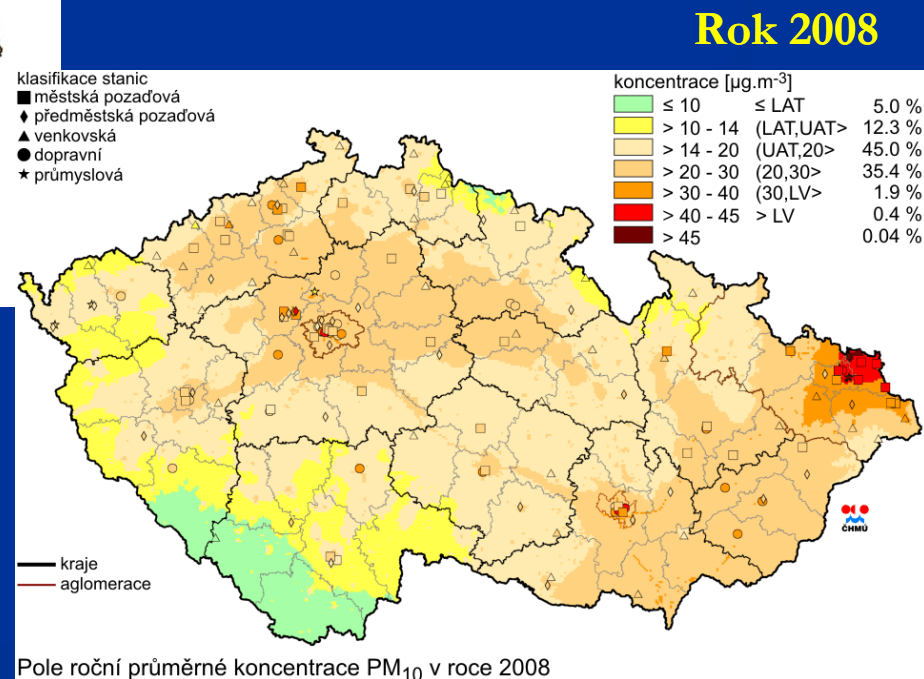
Nepřímé účinky: zakalení atmosféry → vliv na radiační bilanci (množství dopadajícího slunečního záření), změna chemických vlastností substrátu (kyselost, obsah toxických látek.....)

PRAŠNÝ AEROSOL

(Suspendované částice frakce PM_{10} a $PM_{2,5}$)



Rok 2007



Zdroj: Český hydrometeorologický ústav (www.chmi.cz)

PRAŠNÝ AEROSOL

(Suspendované částice frakce PM_{10} a $PM_{2,5}$)

Imisní limity pro ochranu zdraví:

-24 hodinová koncentrace : $50 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ (max. 35 x za rok)

-kalendářní rok: $45 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$

Vývoj znečištění:

Mezi lety 2001 a 2003 silný vzestupný trendu v letech 2004 a 2005 – zakolísání. V roce 2006 obnovení vzestupného trendu. V roce 2007 došlo k celkovému zlepšení situace zapříčiněnému do velké míry lepšími rozptylovými podmínkami. Klesající trend v roce 2008 pokračoval na většině stanic (zejména u denních koncentrací).

Nejvíce postiženou oblastí zůstává dlouhodobě Ostravsko-Karvinsko!

PRAŠNÝ AEROSOL

(Suspendované částice frakce PM_{10} a $PM_{2,5}$)

Z celkového počtu 153 lokalit v roce 2008 imisní limit pro 24 hodinové koncentrace PM_{10} překročen na 47 stanicích (v roce 2007 na 54 stanicích). Roční imisní limit překročen na 15 stanicích (v roce 2007 na 16 stanicích).

Stanice s překročeným imisním limitem:

Ostravsko-Karvinsko:

Bohumín, Ostrava-Bartovice, Český Těšín, Věřňovice, Ostrava-Přívoz, Ostrava-Mariánské Hory, Orlová, Karviná, Karviná-ZÚ, Ostrava-Českobratrská (hot spot), Havířov, Ostrava-Fifejdy, Ostrava – Zábřeh.

Praha: Legerova (hot spot), Smíchov

JM kraj: Brno Úvoz (hot spot), Brno-Zvonařka, Brno- Svatoplukova.

Olomoucký kraj: Olomouc-Velkomoravská, Šumperk MÚ

Zlínský kraj: Zlín-Svit, Uherské Hradiště

Vysočina: Jihlava-Znojemská

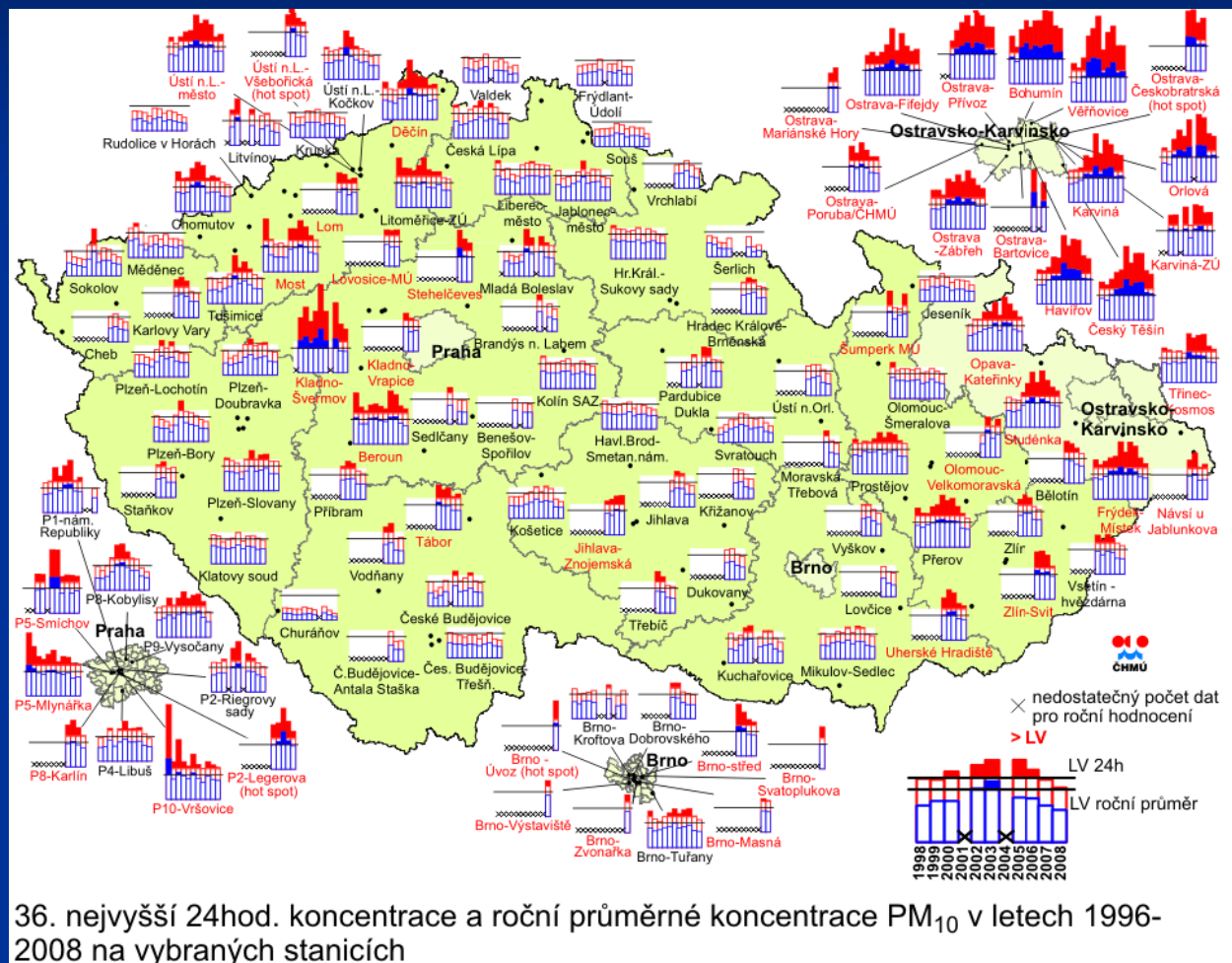
SČ kraj: Kladno-Švermov, Stehelčevy, Beroun

Ústecký kraj: Lom, Děčín, Ústí n. L.-město a Ústí n.L.-Všebořická (hot spot)

JČ kraj: Tábor

PRAŠNÝ AEROSOL

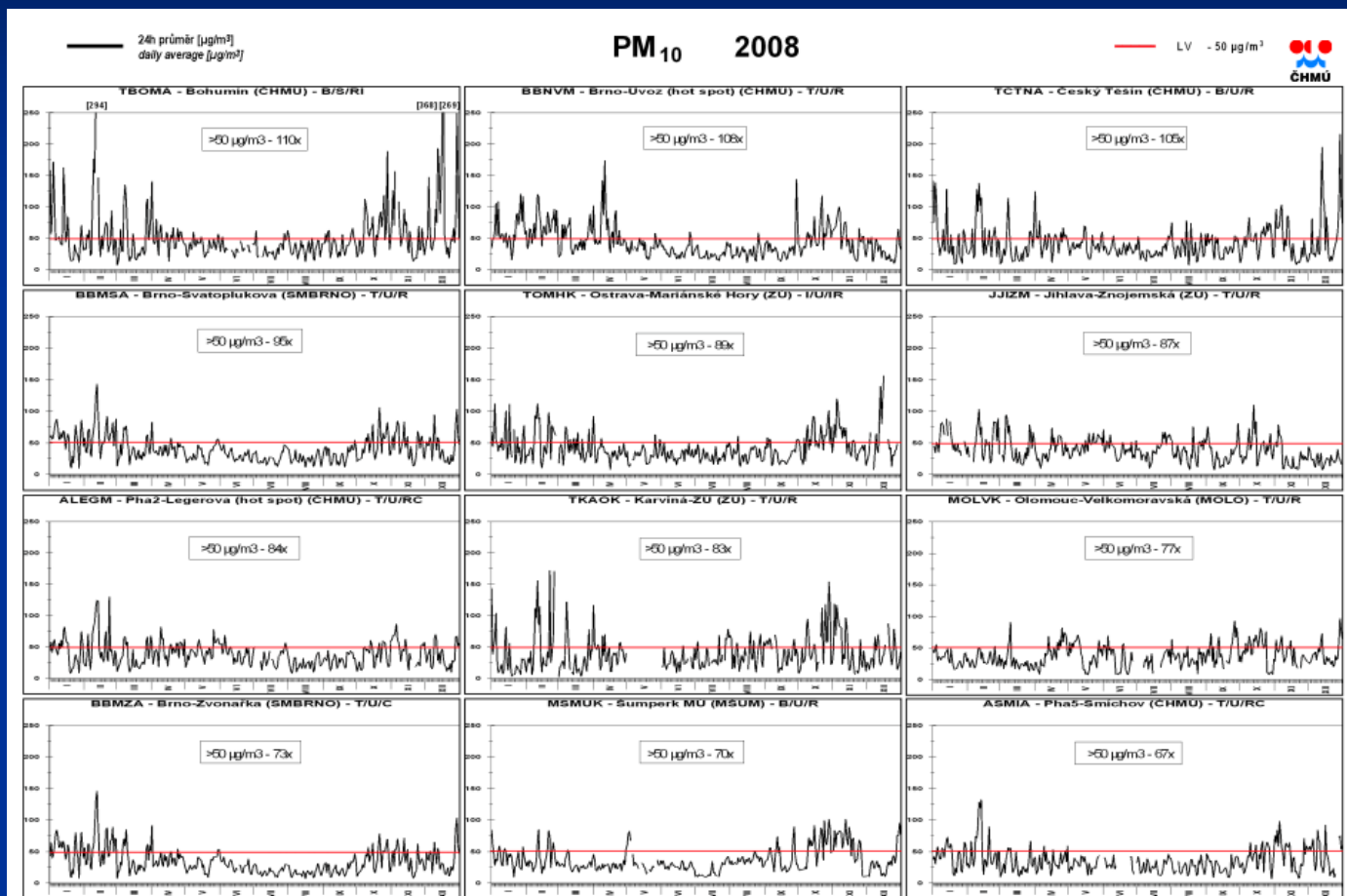
(Suspendované částice frakce PM_{10} a $PM_{2,5}$)



Zdroj: Český hydrometeorologický ústav (www.chmi.cz)

PRAŠNÝ AEROSOL

(Suspendované částice frakce PM_{10} a $PM_{2,5}$)



Stanice s nejvyšším překročením LV pro 24hod. koncentrace PM_{10} v roce 2008

Zdroj: Český hydrometeorologický ústav (www.chmi.cz)

Částice frakce $PM_{2,5}$

Z hlediska lidského zdraví – ještě nebezpečnější než částice frakce PM_{10} (částice $PM_{2,5}$ jsou menší).

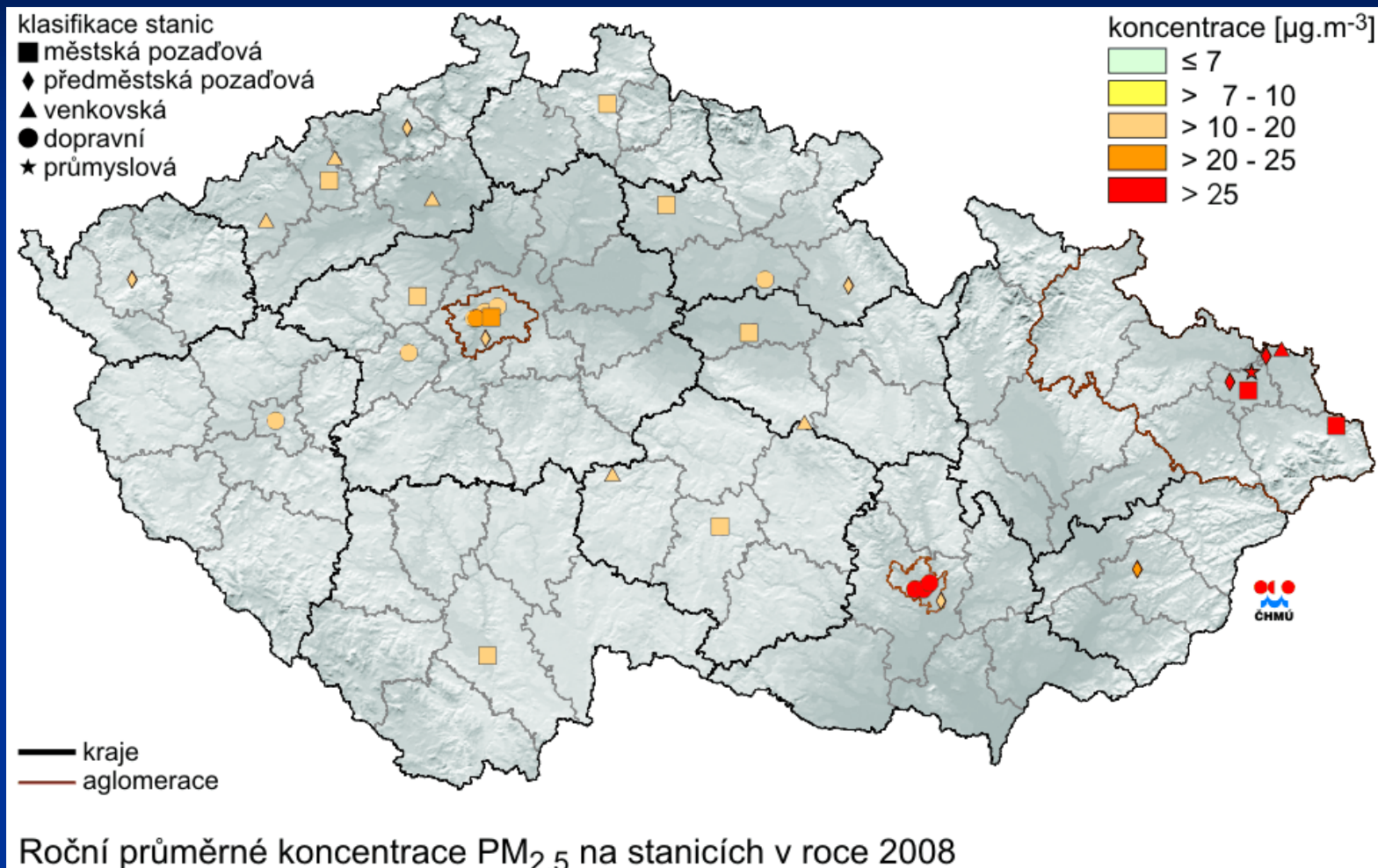
Měření probíhá až od roku 2004 a na menším počtu lokalit než pro PM_{10} – aktuálně – 35 stanic.

Výsledky měření dokládají značné znečištění na části území Moravskoslezského kraje.

Cílový roční imisní limit byl stanoven směrnicí Evropského Parlamentu a Rady 2008/50/EC na $25 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Tento **limit byl v roce 2008 překročen celkem na 9 lokalitách na Ostravsko- Karvinsku** (Bohumín, Věřňovice, Ostrava-Přívoz, Ostrava-Zábřeh, Třinec-Kosmos a Ostrava-Poruba/ČHMÚ) **a v Brně** (Brno-Svatoplukova, Brno-Zvonařka a Brno-Výstaviště).

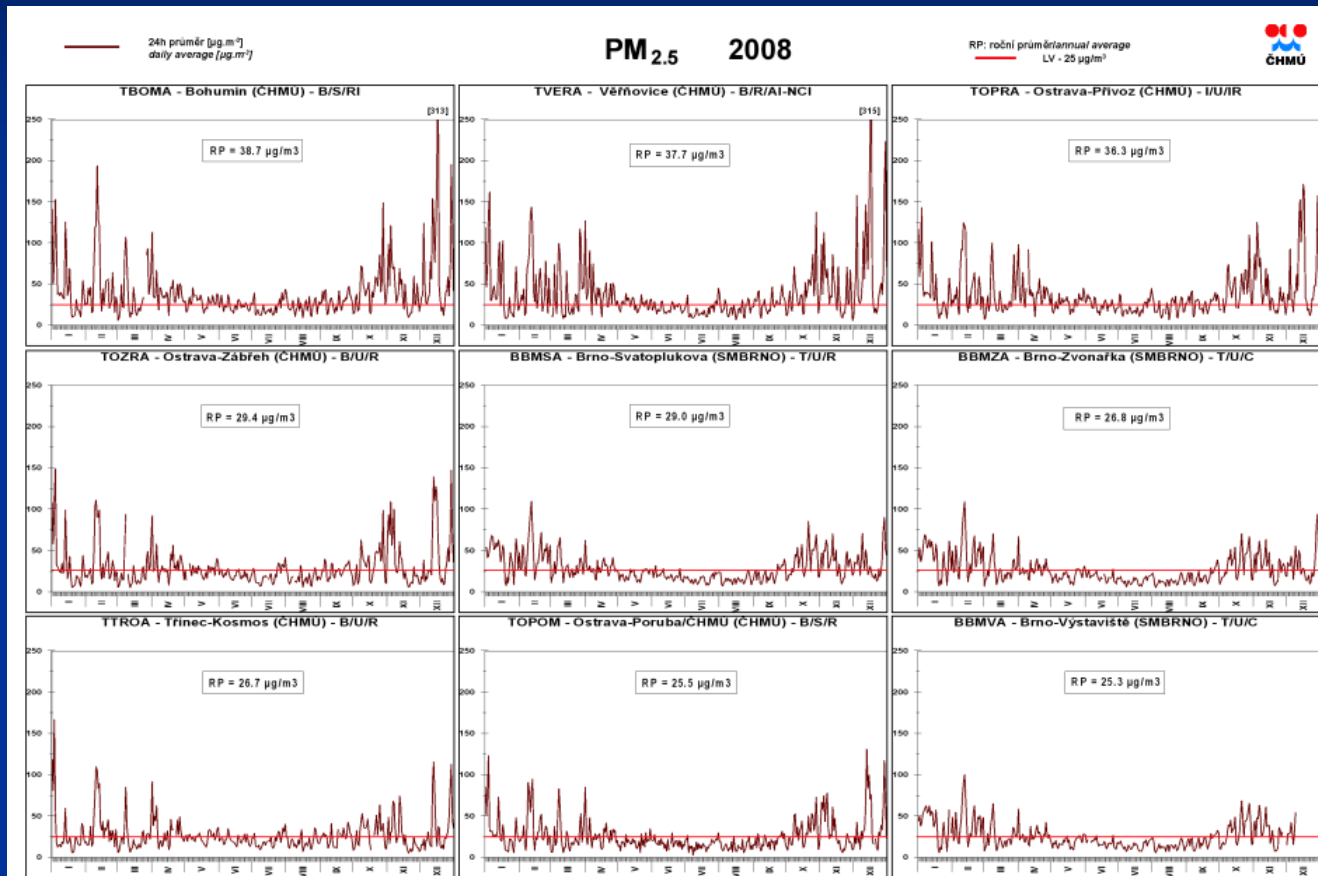
Překročení limitu denních koncentrací bylo zaznamenáno opět pouze na stanicích v Moravskoslezském kraji a na území města Brna.

Znečištění částicemi frakce PM_{2,5} v roce 2008



Zdroj: Český hydrometeorologický ústav (www.chmi.cz)

Stanice s největším znečištěním PM_{2,5} v roce 2008



Stanice s nejvyšším překročením LV pro roční koncentrace PM_{2,5} v roce 2008

Zdroj: Český hydrometeorologický ústav (www.chmi.cz)

4. Klimatická změna

Počasí x klima

- **Počasí** = okamžitý stav atmosféry v daném místě charakterizovaný hodnotami jednotlivých meteorologických prvků
- **Klima** = dlouhodobý režim počasí určitého místa podmíněný energetickou bilancí, atmosférickou cirkulací a charakterem aktivního povrchu. (Alisov, Drozdov, Rubensteinová, 1952)
- **Klima** = souhrn a postupné střídání všech stavů atmosféry (podmínek počasí) možných v daném místě, které jsou dány působením klimatotvorných procesů vyvolaných a udržovaných prostřednictvím klimatotvorných faktorů. (Sklyarov, 1975)
- Klimatotvorné faktory dle Sklyarova:
 - astronomické (přívod sluneční energie)
 - geografické (zeměpisná šířka, charakter povrchu- oceán x souš, vegetační kryt)
 - cirkulační (všeobecná cirkulace atmosféry, lokální cirkulační systémy)
 - antropogenní (působení člověka)

Změna klimatu x kolísání klimatu

- **Kolísání klimatu** = kolísání kolem střední hodnoty s nejasným dlouhodobým trendem
 - výsledek vnitřní variability klimatického systému
 - časový horizont 10^0 - 10^2 let (roky, dekády, století)
- **Změna klimatu** – (zpravidla) musí existovat **trend**
 - časový horizont 10^3 let (tisíciletí)
 - souvisí se **změnou klimatotvorných faktorů**
- -v angličtině jednotný název pro klimatické výkyvy **různého** měřítka – „**climatic change**“

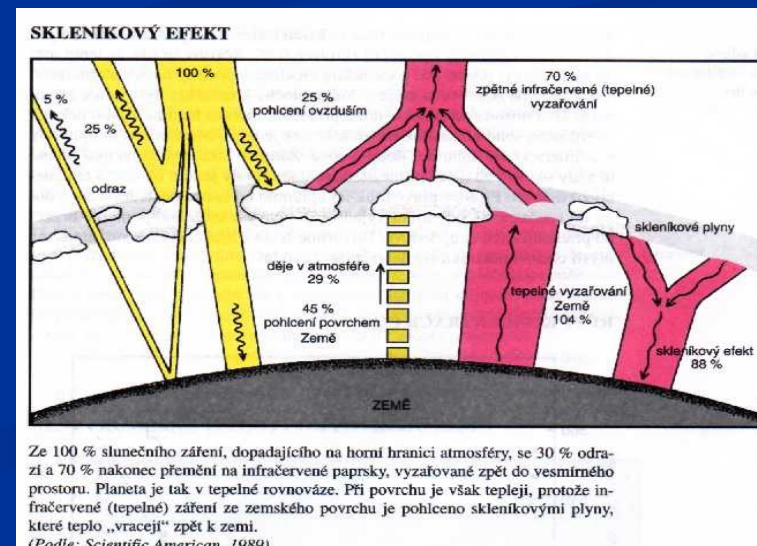
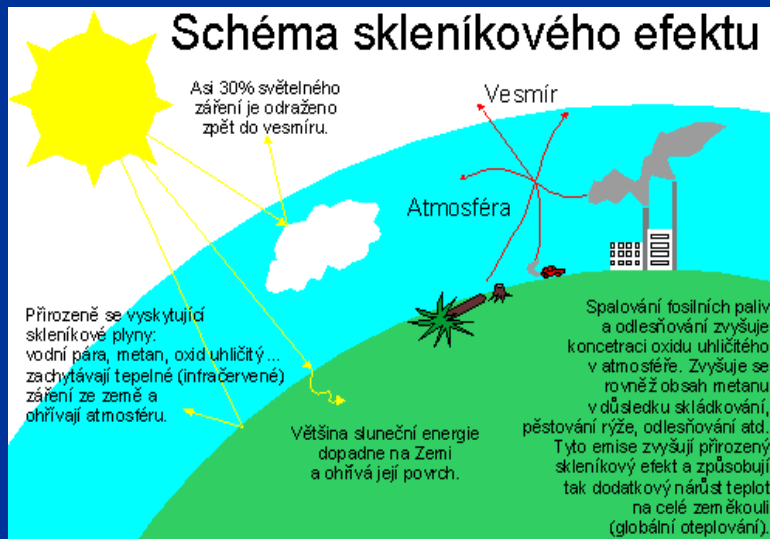
Klimatovorné faktory

(Změna klimatu = změna klimatovorných faktorů)

- 1.) Solární faktor
- 2.) Vulkanická činnost
- 3.) Interakce atmosféra x oceán
- 4.) Skleníkový efekt
- 5.) Aerosoly

Skleníkový efekt

- energetická bilance = krátkovlnné záření dopadající na Zemi – dlouhovlnné záření vyzařované Zemí
- dle současných hodnot energetické bilance – Země by měla průměrnou teplotu -18°C . Současná průměrná teplota Země $+15^{\circ}\text{C}$ → **rozdíl $+33^{\circ}\text{C}$** . Tento rozdíl dán **skleníkovým efektem = absorpce dlouhovlnného vyzařování ze zemského povrchu v atmosféře tzv. skleníkovými plyny**.



Skleníkové plyny

- **přírozený původ:** vodní pára, oxid uhličitý (CO_2) a metan (CH_4)
- **antropogenní původ:** oxid uhličitý, metan, oxid dusný (N_2O)
-částečně a zcela fluorované uhlovodíky - tvrdé (CFC) a měkké freony (HCFC), halony
(jejich emise kontrolovány Montrealským protokolem, Kjótským protokolem a Rámcovou úmluvou o změně klimatu)
- **Příspěvek jednotlivých plynů ke skleníkovému efektu (celkem 33°C):**
 - 20,6°C – vodní pára
 - 7,2°C - CO_2 (zdroj = spalování fosilních paliv, výroba cementu, odlesňování – tropické deštné lesy – chybí „spotřebitelé“ CO_2)
 - 2,4°C – troposferický ozon
 - 1,4°C – N_2O (zdroj = spalování fosilních paliv a biomasy, doprava, dusíkatá minerální hnojiva)
 - 0,8°C – CH_4 (zdroj = zemědělství (pěstování rýže, chov skotu, spalování biomasy), těžba a přeprava uhlí a zem. plynu)
 - 0,6°C – ostatní plyny

Skleníkové plyny-přehled

	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	troposférický ozón	CFC-11	HCFC-22	CF ₄
Předindustriální koncentrace	~280 ppm	~ 700 ppb	~ 270 ppb	-	0	0	0
Současná koncentrace	367 ppm	1 750 ppb	316 ppb	-	268 ppt	110 ppt	72 ppt
Celkový nárůst	31 %	150 %		35 %	-	-	-
Setrvání v atmosféře (v letech)	50 - 200	12	120	-	50	12	50 000

ppm – počet částic v 10⁶ částicích (parts per million)

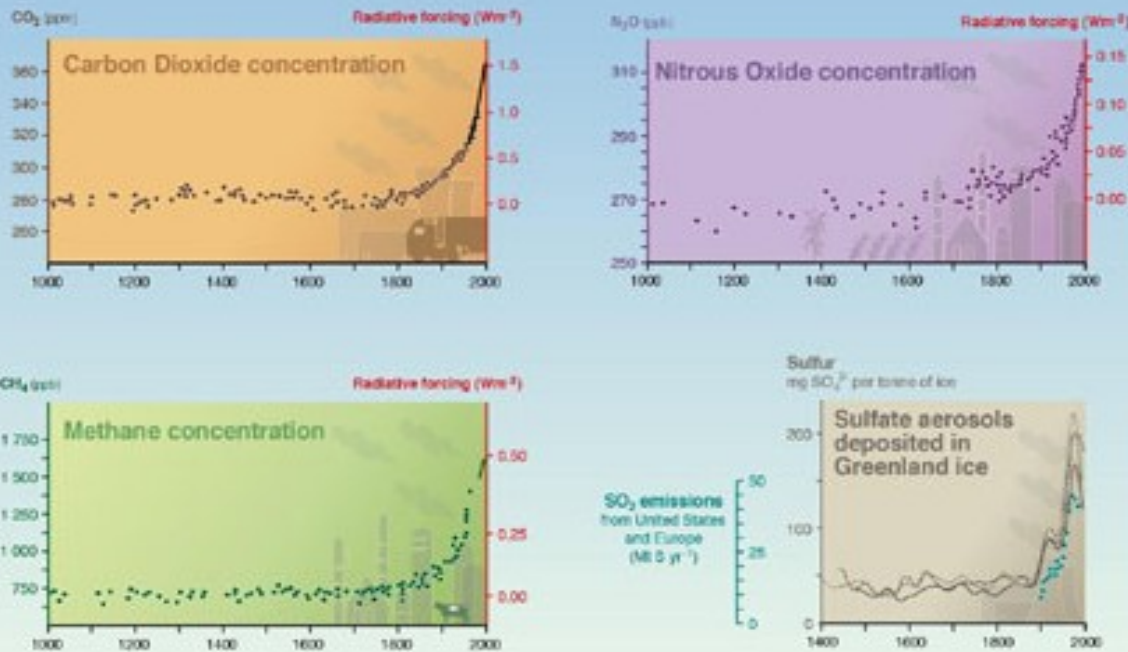
ppb – počet částic v 10⁹ částicích (parts per billion)

ppt – počet částic v 10¹² částicích (parts per trillion)

Skleníkové plyny

■ Vývoj koncentrace v ovzduší

Indicators of the human influence on the atmosphere during the Industrial era



Od roku 1750:

-**růst koncentrace CO₂ o 31%** na hodnotu 367 ppm v roce 1999

-podle analýzy ledovcových jader **se jedná o nejvyšší hodnotu,** které bylo za uplynulých 400 000 let dosaženo!

-**růst koncentrace CH₄ o 151%**

-**růst koncentrace N₂O o 17 %**

-**fluorované uhlovodíky** jsou látkami novými, které **se kolem roku 1750 nevyskytovaly**

Vývoj koncentrace skleníkových plynů v posledním tisíciletí (podle IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change).

Vysvětlení klimatických změn

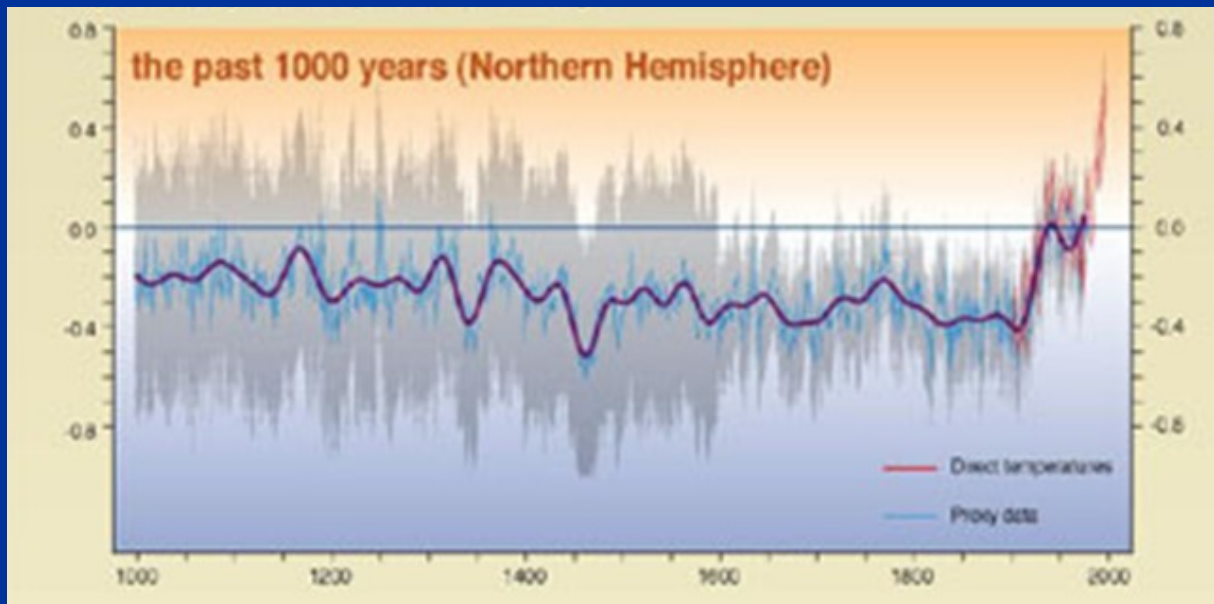
Nejčastější hypotéza těchto klimatických změn - **Milankovičova astronomická hypotéza** (30. léta 20. století): **Klimatické změny jsou dány výkyvem parametrů oběžné dráhy Země kolem Slunce** (mění se: sklon zemské osy, úhlová vzdálenost mezi přísluním a jarním bodem a výstřednost (excentricita) oběžné dráhy).

Klimatické paradigma posledního tisíciletí (Hubert Lamb, 60. léta 20. století)

Posledních 1000 let lze rozdělit na tato období:

- **klimatické optimum** (středověké teplé období) 950-1200
- období **postupného zhoršování klimatu** (1200-1550)
- tzv. „**malá doba ledová**“ (1550-1850)
- **globální oteplování** (od 1850 trvá)

Hypotézu podporuje i rekonstrukce teplot severní polokoule (1000-2000 n.l.) (Mann et al. 1999 – využita přístrojová data i proxy data)– známý „**průběh hokejky**“. (viz obr.)



**Variabilita teploty na
zemském povrchu za
posledních 1000 let
pro severní polokouli**

Globální oteplování

- **nárůst průměrné teploty zemské atmosféry a oceánů pozorovaný v posledních dekádách**
- **v roce 2007 byl prezentován ve „Zprávě čtvrtého zasedání IPCC“ vědecký názor na změny klimatu: průměrná globální teplota od konce 19. století vzrostla o $0,74 \pm 0,18$ °C .**
- **Trend oteplování v posledních 50 letech byl ještě zhruba dvakrát vyšší ($0,13 \pm 0,03$ °C za 10 let), přičemž tento nárůst je s pravděpodobností vyšší než 90% způsoben člověkem.**

Lidstvo přispívá k oteplování zvětšováním množství CO₂ a jiných skleníkových plynů, uvolňovaných při spalování fosilních paliv, mýcením lesů a dalšími aktivitami.

Dle studií IPCC (Intergovernmental Panel on Climatic Change) by se **růst globální teploty v období 2090-2099 vzhledem k období 1990-1999 měl pohybovat v rozmezí 1,1-6,4°C.** Nejistota výsledků je dána neznalostí přesného objemu budoucích emisí skleníkových plynů (různé emisní scénáře) v kombinaci s volností klimatických modelů.

Pro globální oteplování dále svědčí:

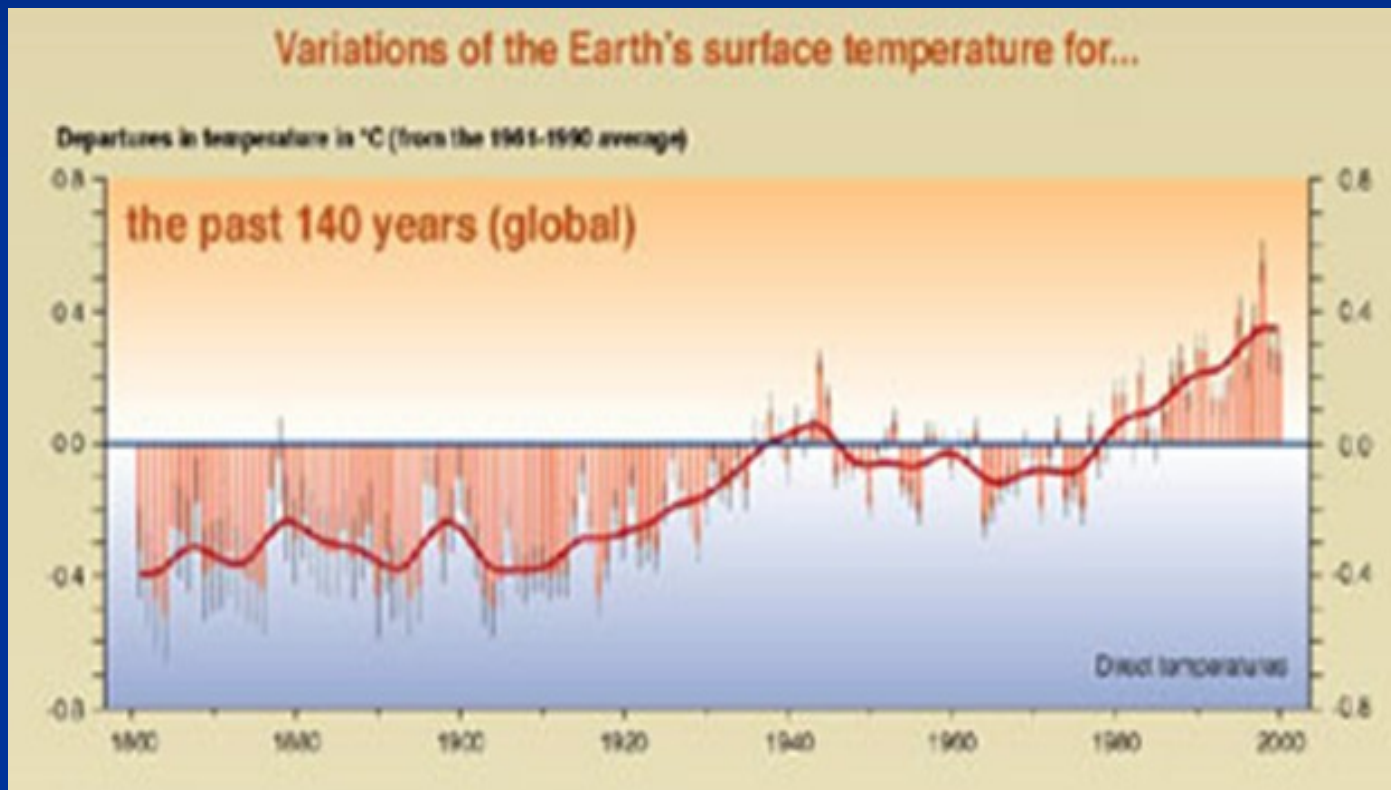
- **poslední dekáda 20. století – nejteplejší od roku 1861**
- **11 let z 12 nejteplejších let od počátku zahájení přístrojových měření v polovině 18. století se vyskytlo až po roce 1995**
- **vůbec nejteplejší byl rok 1998 (1. místop), 2005 (2. místo) a 2003 (3. místo)**

Shrnutí závěrů ze 4. zprávy IPCC (dle J. Pretela)

- **Klimatická změna je realitou 21. století**
- **Obtížná kvantifikace přirozených a antropogenních příčin**
- **Vliv člověka nelze podceňovat (ani přeceňovat)**
- **Antropogenní interference s klimatickým systémem je regionálně nehomogenní (poloha, dopady, adaptační kapacita)**
- **Integrovaná „klimatická politika“ = vyváženost přístupů snižování emisí a adaptací**

(<http://www.chmi.cz/cc/start.html>)

Vývoj teploty vzduchu od počátku industriálního věku



Důkazy globálního oteplování

Vývoj teploty vzduchu a obsahu CO₂ podle ledovcových jader

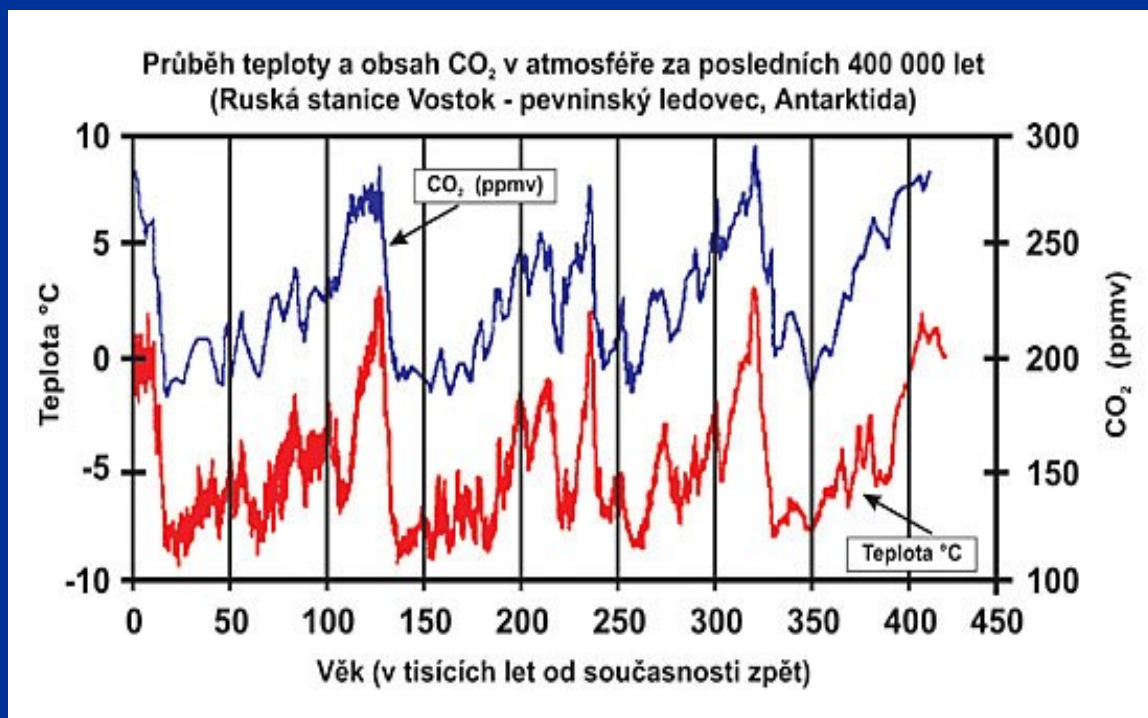
- výzkum ledovcových jader – na mnoha místech v Antarktidě a v Arktidě
- nejhlubší vrt (3623 m) – proveden 1998 ve spolupráci Ruska, USA a Francie na **ruské základně Vostok (východní Antarktida)**



- stáří vzorků ledu pokrývá postupně čtyři planetární klimatické cykly, (nejmladší vzorek ledu - z roku 1950 a **nejstarší vzorky -z doby před více než 400 tisíci lety**
- analýza složení vzduchových bublin– zejména obsahu CO₂ → zjišťována teplotní historie Země během předmětných 400 000 let.

Klimatické informace uchované v ledovcovém jádře z Vostoku

- Za uplynulých 400 000 let - čtyři periody podnebí Země. Průměrná teplota atmosféry se měnila v rozmezí od $-9\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $3\text{ }^{\circ}\text{C}$ a obsah CO_2 od 180 ppm do 300 ppm (objemových miliontin). Časový průběh změn koncentrace CO_2 věrně kopíruje průběh změn teploty. (stejně i pro vztah koncentrace CH_4 x teplota vzduchu).
- Zjištěno, že současná koncentrace CO_2 nejvyšší, jaké bylo v posledních 400 000 letech dosaženo !!! **PODLE ODBORNÍKŮ SE JEDNÁ O NEJVÝZNAMNĚJŠÍ DŮKAZ EXISTENCE KLIMATICKÉ ZMĚNY !!!**



Podrobněji viz vědecký článek:

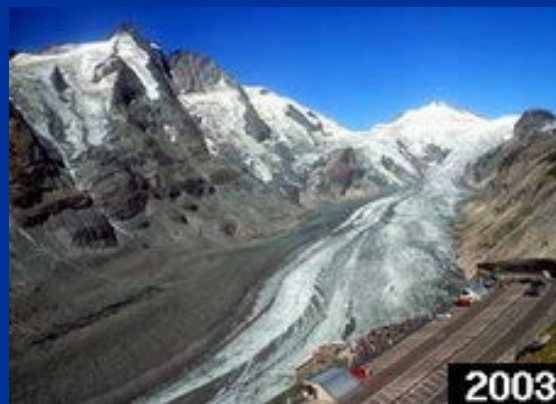
**PETIT J.R., JOUZEL, J,
RAYNAUD, D, et al., 1999:**

**Climate and atmospheric history
of the past 420,000 years from
the Vostok ice core, Antarctica.
Nature, 399, 429-436.**

Důkazy globálního oteplování -ústup horských ledovců

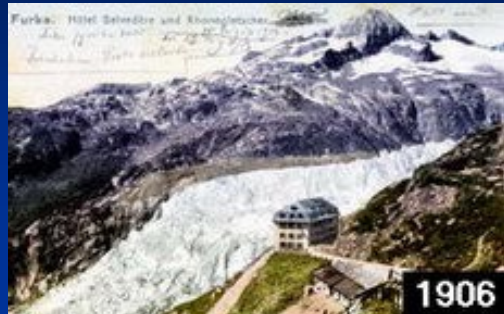
- V rakouských Alpách je celkem 925 ledovců. Nejznámější je **Pasterze** pod horou Grossglockner (3.798 m). Ledovec Pasterze je od 19.století na ústupu. Došlo k **zkrácení (ústupu) o 2,5 km**. Od 80. let poklesla výšky sněhové pokrývky na ledovci z 5-7 m na 3 m. **Sníh dříve vydržel až do konce července, nyní mizí již v polovině května!**

Změna ledovce Pasterze

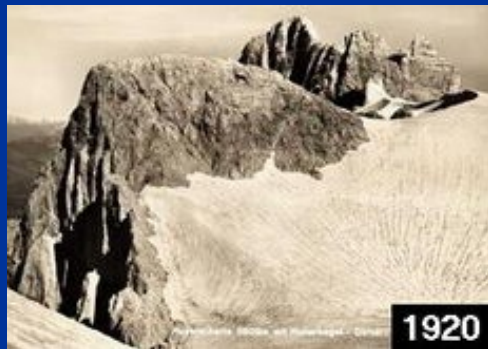


- Z celkové rozlohy 1800 km² v roce 1800 – **do roku 2000 pokles rozlohy ledovců v Alpách o 750 km²**. Stále **zrychlování tempa tání!** S mizením trvale zmrzlé půdy → nestabilita Alp → eroze hornin, pukání skalních stěn, sesuvy půdy. Geologové se domnívají, že ustupující ledovce se mohou stát příčinou vyššího počtu zemětřesení!

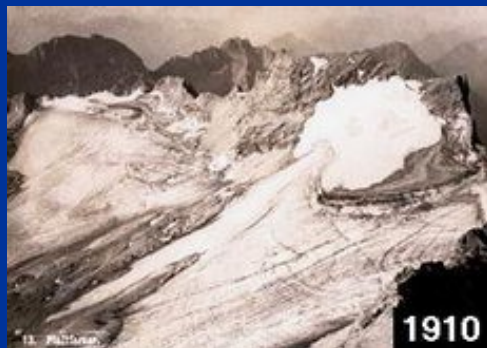
Ústup horských ledovců



Ledovec
Rhônegletscher,
Švýcarsko



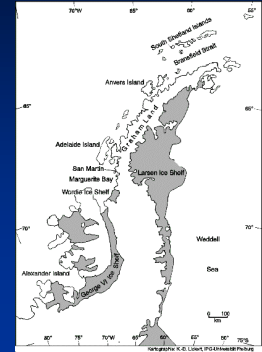
Ledovec Schladminger a
Hallstätter,
Rakousko, Hünerkogel



Ledovec Schneeferner,
Rakousko, Zugspitzplatt

Důkazy globálního oteplování

- Vývoj teplot na Antarktickém poloostrově
 - oblast velmi citlivá na klimatickou změnu
 - oteplování za posledních 50 let je zde 5x rychlejší než globální průměr
 - od roku 1945 – oteplení o 2,5°C (viz Turner, J. et al, 2005).



■ Důsledky:

- kolaps pevninského ledovce (od roku 1974 – odtálo 17 500 km²)
- oteplování vod Jižního oceánu → vliv na mořské ekosystémy
- úbytek krillu (důležitá součást potravního řetězce v Antarktidě)
- úbytek tučňáků kroužkových (přesun na jih do chladnějších oblastí)



← opuštěná kolonie tučňáků

Důkazy globálního oteplování - Antarktida

Dle odborných studií – ve vnitrozemí Antarktidy je odlišný teplotní trend než na Antarktickém poloostrově - ne tak velký trend nárůst, někde dokonce i klesající trend.

Více o trendech jednotlivých meteorologických prvků v Antarktidě – viz vědecký článek:

TURNER, J. et al, 2005: *Antarctic climate change during the last 50 years.* International Journal of Climatology, 25, 279-294.

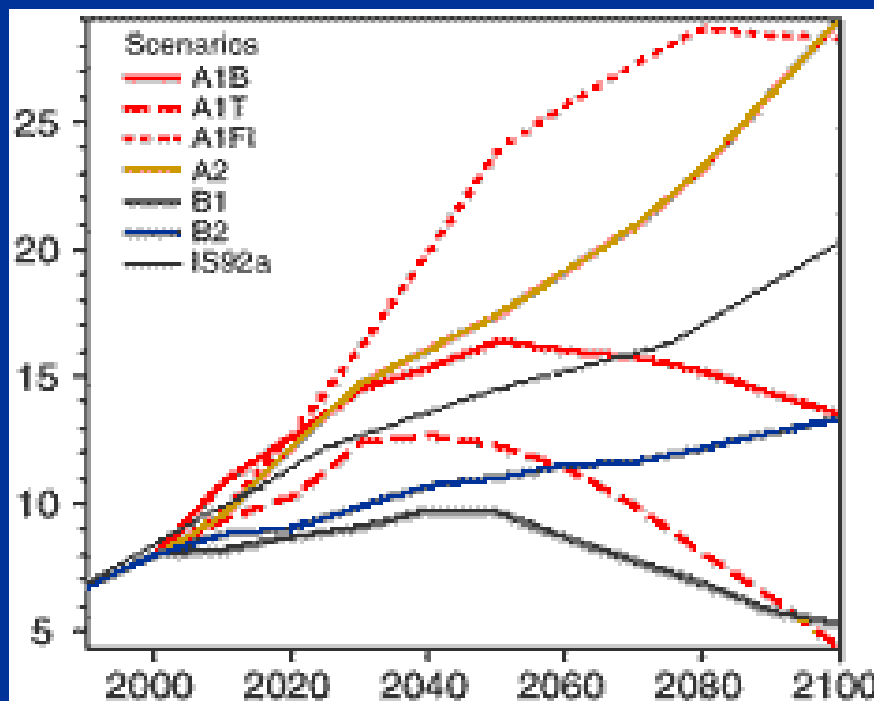
Projekce budoucího klimatu na Zemi

- Modelování změn klimatu (teploty, srážek a dalších meteorologických prvků) pomocí **klimatických modelů**
- Klimatické modely- potřebují nastavení vstupních parametrů
- Vstupní parametry = koncentrace skleníkových plynů v ovzduší
- Simulace různých úrovní koncentrace skleníkových plynů – **emisní scénáře**

IPCC (Intergovernmental Panel for Climate Change) - sdružuje odborníky na klima z jednotlivých zemí světa.
- vytvořilo **4 skupiny emisních scénářů** popisující různé úrovně socioekonomického vývoje světa.

Emisní scénáře IPCC

Případ	Změna teploty (°C v období 2090-2099 ve srovnání s 1980-1999) ^a		Vzestup hladiny moře (m v období 2090-2099 ve srovnání s 1980-1999)
	Nejlepší odhad	Pravděpodobný rozsah	Rozsah založený na modelech, s vyloučením budoucích rychlých dynamických změn v toku ledu
Konstantní koncentrace na úrovni roku 2000 ^b	0,6	0,3-0,9	Není k dispozici
Scénář B1	1,8	1,1-2,9	0,18-0,38
Scénář A1T	2,4	1,4-3,8	0,20-0,45
Scénář B2	2,4	1,4-3,8	0,20-0,43
Scénář A1B	2,8	1,7-4,4	0,21-0,48
Scénář A2	3,4	2,0-5,4	0,23-0,51
Scénář A1FI	4,0	2,4-6,4	0,26-0,59



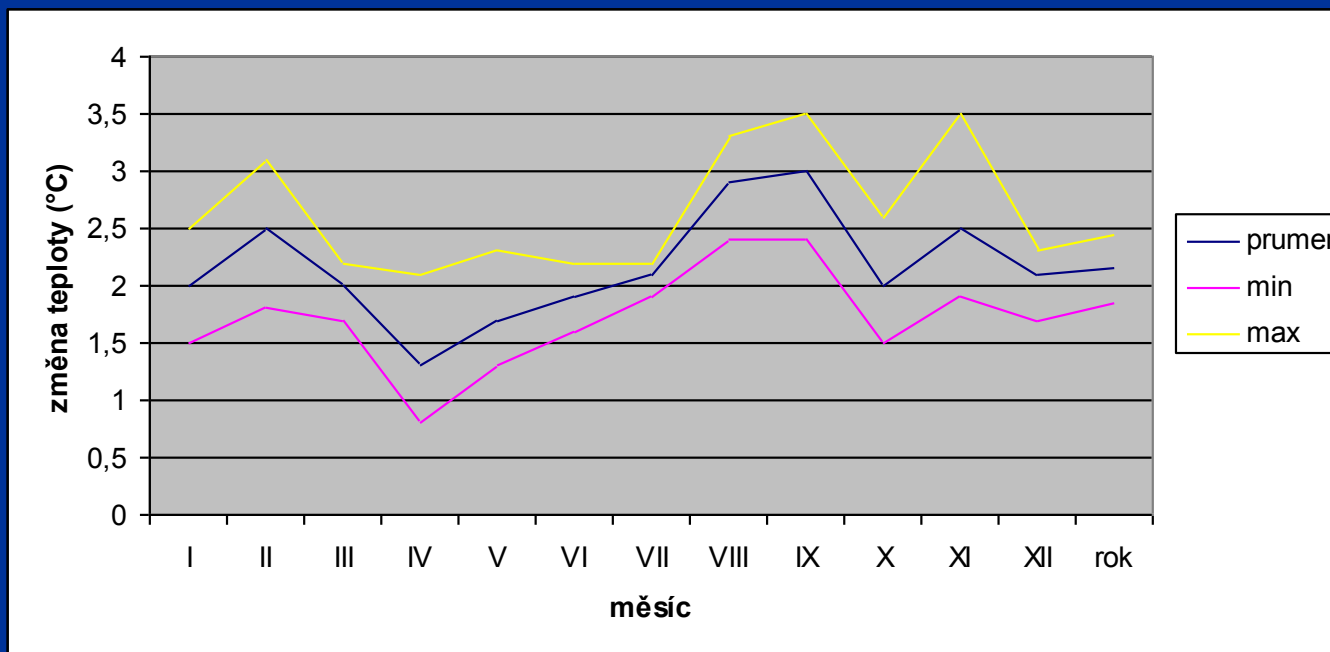
Odhad produkce CO₂ (v mld tun) ve 21. století podle jednotlivých emisních scénářů

Projekce budoucího klimatu v ČR

Změna průměrné teploty vzduchu

Všechny experimenty ve všech měsících roku - zvýšení průměrné teploty vzduchu.

S výjimkou dubna přesahuje růst teplot 1°C.



Změna měsíčních teplot a roční teploty vzduchu (°C) v období 2036-2065 ve srovnání s obdobím 1961-1990 podle jednotlivých emisních scénářů a variant klimatického modelu AOGCM

(prumer – průměr ze 4 variant scénáře, min a max – nejnižší a nejvyšší hodnota změny).

Projekce budoucího klimatu v ČR

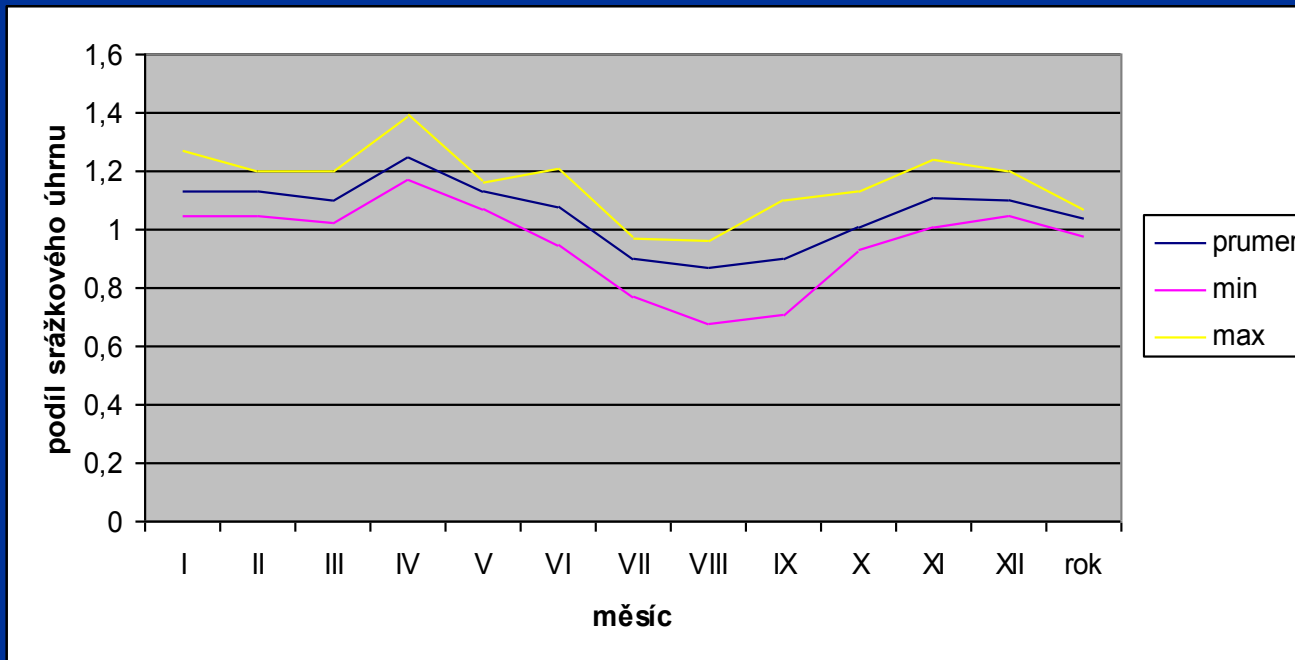
Změna atmosférických srážek

Růst srážek v zimě a na jaře, v létě spíše pokles srážek.

Mnohem větší odlišnost jednotlivých experimentů .

V zimních a jarních měsících zvýšení srážkových úhrnů o 5 - 20 %, pro červen až září - pokles srážkových úhrnů (v srpnu až o více než 30%) a jejich opětovné zvýšení v druhé části podzimu (v listopadu až o 20 %).

Značná nejistota velikosti změny dle volby emisního scénáře.



Změna měsíčních srážkových úhrnů a ročního srážkového úhrnu v období 2036-2065 ve srovnání s obdobím 1961-1990 podle jednotlivých emisních scénářů a variant klimatického modelu AOGCM (prumer – průměr ze 4 variant scénáře, min a max – nejnižší a nejvyšší hodnota změny).

Očekávané dopady změny klimatu v ČR

Hydrologie a vodní hospodářství

- pokles průměrných průtoků v rozpětí 15 až 40 %
- pokles minimálních průtoků a u minimálních odtoků podzemních vod
- redukce či zánik zásoby vody ze sněhu
- zvýšení územního výparu
- posun zvýšených průtoků z jara do konce zimy a významná redukce jejich množství
- v období od jara do podzimu – pokles odtoku (zvýšený výpar)
- snížená schopnost vodních nádrží zabezpečovat a vyrovnávat odběry (díky sníženému průtoku a zvýšenému výparu)
- nebezpečí eutrofizace vodních toků
- zvýšená variabilita rozložení srážek a extremita počasí → **riziko povodní a záplav, a období sucha**

Očekávané dopady změny klimatu v ČR

Zemědělství

- **prodloužení bezmrazového období** o 20 – 30 dnů
- **posunutí počátku a konce vegetačního období** (začátek III- konec X → delší vegetační období)
- **posun nástupu fenofází** (období zrání či sklizně by mohlo být uspíšeno nejméně o 10 – 14 dnů)
 - **zvýšení rychlosti fotosyntézy** s nárůstem koncentrací CO₂ a zvýšení využitelnosti vody v půdě. (Vyšší tvorba biomasy však bude znamenat její zvýšenou potřebu, která může i přes zmíněnou lepší využitelnost vést v určitých oblastech k vyčerpání vodních zásob ještě před koncem vegetačního období).
- **pěstování teplomilných kultur** (kukuřice na zrno, rané odrůdy vinné révy)

!!!nebezpečí teplotního stresu (Při předpokládaném nárůstu výparu a bez výraznějšího zvýšení atmosférických srážek – ohrožení suchem v oblasti střední a jižní Moravy, středních a severozápadních Čech, dolního a středního Polabí a Povltaví → **negativní vliv na vyšší výnosů v našich nejproduktivnějších zemědělských oblastech**) !!!!

- zlepšení podmínek pro zemědělství ve výše položených oblastech
- **zvýšení četnosti extrémních srážek** → eroze -**nárůst ohrožení vodní erozí** (růst výměry ohrožených ploch min. o 10%)

Očekávané dopady změny klimatu v ČR

Lesnictví

-škodliví biotičtí činitelé

-větší růstová aktivita porostů lesních dřevin (díky zvýšené koncentraci CO₂)

-zhoršení vodní bilance

-dopad na sekundární smrkové porosty v nižších a středních polohách

(ohrožení rozpadem - 29 % existujících smrkových porostů, rizikové pěstování – dalších 53 % smrkových porostů, celkově 45 % rozlohy lesů ČR. Tyto porosty budou náchylnější k destrukci kořenového systému václavkou a červenou hnilobou kořenovníku vrstevnatého)

-zvýšení rizika výskytu podkorního i listožravého hmyzu (lýkožrout smrkový) - vlivem zhoršeného stavu porostů a zlepšených podmínek pro rozvoj hmyzu

-extrémy počasí jako limitující faktor stavu porostů (přehřátí pletiv, přesušení)

Očekávané dopady změny klimatu v ČR

Zdraví obyvatelstva

- stres z horka** (případně i v souvislosti se zhoršenou kvalitou ovzduší)
- snížení zimní úmrtnosti související s podchlazením** a omezení výskytu klíšťové encefalitidy
- změny v rozšíření lymfské boreliózy přenášené klíšťaty
(souvislost se změnou v rozšíření klíšťat vlivem změn teploty vzduchu)

5. Ekonomické nástroje ochrany ovzduší

Znečištění ovzduší je negativní externalitou, pro kterou neexistuje trh. Uplatňuje se proto působení státu, který má k dispozici různé mechanismy:

1.) Administrativní nástroje

- založeny na nerovnocenném vztahu znečišťovatele a státu
- neposkytují donucovanému subjektu žádný prostor pro vlastní rozhodování
- klasicky např. **příkazy, zákazy, pokuty**
- legislativa – **emisní limity**

2.) Ekonomické nástroje

- poplatky**
- daně**
- obchodovatelná emisní povolení**

Ekonomické nástroje ochrany ovzduší- poplatky

- v ČR poplatky za znečištění ovzduší vymezeny zákonem 86/2002 Sb., o ochraně ovzduší
- mají v podstatě **charakter daně** a plní **převážně fiskální funkci**
- z. 86/2002 Sb. stanoví mj. kategorie zdrojů, seznam zpoplatněných látek i výši sazeb

Zdroje znečištění se dělí na:

➤ **stacionární**

-zvláště velké, velké, střední a malé

➤ **Mobilní**

Správa poplatků (vyměření, výběr, příjemce):

Zvláště velký a velký stac. zdroj – KÚ, celní úřad, SFŽP

Střední stac. zdroj – ORP, celní úřad, SFŽP

Malý stac. zdroj – obec, obec, obec

Ekonomické nástroje ochrany ovzduší- poplatky

Seznam zpoplatněných látek (dle z. 86/2002 Sb.):

- tuhé znečišťující látky
- oxid siřičitý
- oxidy dusíku
- těkavé organické látky
- těžké kovy
- oxid uhelnatý
- amoniak
- polycyklické aromatické uhlovodíky
- metan
- látky I. a II. třídy

(I. třída – azbest, benzen, berylium II. třída – fluor, chlor, brom a jejich anorganické a organické sloučeniny, sulfan, sirouhlík)

Ekonomické nástroje ochrany ovzduší- poplatky

Sazby poplatků pro zvláště velké, velké a střední zdroje (podle z. 86/2002 Sb.):

Hlavní látky		Ostatní látky	
Znečišťující látka	Sazba (Kč/t)	Znečišťující látka	Sazba (Kč/t)
Tuhé znečišťující látky	3 000	Třída I	20 000
Oxid siřičitý	1 000	Třída II	10 000
Oxidy dusíku	800		
Těkavé organické látky	2 000		
Těžké kovy a jejich sloučeniny	20 000		
Oxid uhelnatý	600		
Amoniak	1 000		
Metan	1 000		
Polycyklické aromat. uhlovodíky	20 000		

Ekonomické nástroje ochrany ovzduší -daně

- plošný charakter, ekonomický makro-nástroj
- do roku 2007 v ČR nebyla žádná daň ekologického charakteru
- od 2008 počátek tzv. **EKOLOGICKÉ DAŇOVÉ REFORMY(EDR)** obdobně jako v dalších státech EU
- EDR má být provedena v období 2008-2017 a má zahrnovat 3 etapy

- Hlavním principem je tzv. **daňová neutralita**- tedy ne zvýšení celkových daňových výnosů, ale spíše přerozdělení mezi jednotlivými daněmi.
- posun od převahy přímých daní (u nás hl. zdanění pracovního úsilí –cca 70-80% příjmů SR), k daním nepřímým
- snížení významu daní, které brzdí efektivnost ekonomiky ve prospěch daní, které naopak směřují k jejímu posílení. **Část daňového zatížení se přesune z toho, co má být podporováno (např. pracovní místa) na to, co chceme omezit (znečištění).**

Ekonomické nástroje ochrany ovzduší -daně

Hlavním tématem EDR v ČR je **zdanění energie**.

V současné době jsou na základě z. 261/2007 Sb. o stabilizaci veřejných rozpočtů s účinností od 1.1. 2008 zdaněny tyto položky:

- **zemní plyn a některé další plyny**
- **pevná paliva**
- **elektrina**

Ekonomické nástroje ochrany ovzduší -daně

Předmět zdanění, daňový základ a sazba daně u zemního plynu, pevných paliv a elektřiny (podle z. 261/2007 Sb.):

Položka	Předmět daně	Základ daně	Sazba daně
Zemní plyn a některé další plyny	Plyny pod kódy 2711 11, 2711 22, 2711 29, 2705 kombinované nomenklatury -pro pohon motorů -pro výrobu tepla -pro pohon stacionárních motorů	MWh spalného tepla	Zemní plyn pro pohon motorů: -0 Kč (do 31.12.2011) -34,20 Kč (do 31.12.2014) -68,40 Kč (do 31.12.2017) -136,80 Kč (do 31.12.2019) -264,80 Kč (od 1.1.2020) Plyn pro výrobu tepla: -30,60 Kč Plyn pro pohon stacionárních motorů: -30,60 Kč
Pevná paliva	-černé uhlí (2701) -hnědé uhlí (2702) -koks a polokoks (2704) -ostatní uhlovodíky pod kódy 2706, 2708, 2713-2715	GJ spalného tepla v původním vzorku	8,50 Kč
Elektřina	elektřina (2716)	MWh	28,30 Kč

Ekonomické nástroje ochrany ovzduší -daně

Jednotlivé etapy EDR v ČR a jejich náplň

Etapa a doba trvání	Náplň etapy
Etapa 1 1.4. 2007 – 31.12. 2007	<ul style="list-style-type: none">- implementace směrnice 2003/96/ES, tak aby legislativní úprava nabyla účinnosti od 1.1.2008- zpracování podkladové studie pro rozhodnutí o výběru zdaněných položek
Etapa 2 1.1. 2008 – 31.12. 2013	<ul style="list-style-type: none">- příprava věcného záměru a legislativní úpravy do konce roku 2008 s realizací v období 2010-2013- revize stávajících poplatků a dalších nástrojů regulace v oblasti životního prostředí a opatření v oblasti dopravy- možná transformace vybraných environmentálních poplatků na ekologické daně- příprava plánu třetí etapy
Etapa 3 1.1.2014 – 31.12. 2017	<ul style="list-style-type: none">- zvážení prohloubení ekologických daní na další surovinové zdroje, výrobky, služby, užití přírody a určení dalšího postupu po vyhodnocení efektů první a druhé etapy

Ekonomické nástroje ochrany ovzduší

-obchodovatelná emisní povolení

- nástroj fungující v mezinárodním měřítku, v souladu s legislativou EU
- umožňuje znečišťovatelům minimalizaci nákladů
- z. 695/2004 Sb. o podmínkách obchodování s povolenkami na emise skleníkových plynů (v návaznosti směrnici EP a rady 2003/87/ES)
- zákon se vztahuje na vymezená zařízení vypouštějící emise skleníkových plynů
- tato zařízení mohou fungovat jen na základě povolení (vydává MŽP ČR)

Každé zařízení může emitovat jen množství skleníkových plynů odpovídající množství dle přidělených povolenek nebo povolenek získaných obchodováním.

Ekonomické nástroje ochrany ovzduší -obchodovatelná emisní povolení

Emisní povolenka = majetková hodnota odpovídající právu provozovatele zařízení vypustit do ovzduší ekvivalent jedné tuny CO₂ v daném kalendářním roce (ekvivalent jedné tuny CO₂ = jedna metrická tuna oxidu uhličitého nebo množství jiného skleníkového plynu se stejným účinkem globálního ohřevu na klimatický systém Země).

Obchodování s povolenkami probíhá v určitých obdobích a na speciálních burzách. První období bylo tříleté (2005-2007), současné období je pětileté (2008-2012) a následující bude rovněž pětileté.

Celkové množství povolenek přidělené jednotlivým státům EU vychází z tzv. národních alokačních plánů (NAP).

Návrh NAP vytváří MŽP ČR, předkládá ho ke schválení vládě a ta dále Evropské Komisi.

Ekonomické nástroje ochrany ovzduší -obchodovatelná emisní povolení

Zařízení, kterým se nepodaří snížit emise na úroveň danou jimi přidělenými povolenkami si mohou nakoupit dodatečná povolení na burze. Tím je naplněn význam povolenek, kdy se sám znečišťovatel může rozhodnout a minimalizovat tak svoje náklady (buď zavede technologie ke snížení emisí nebo nakoupí dodatečné povolenky).

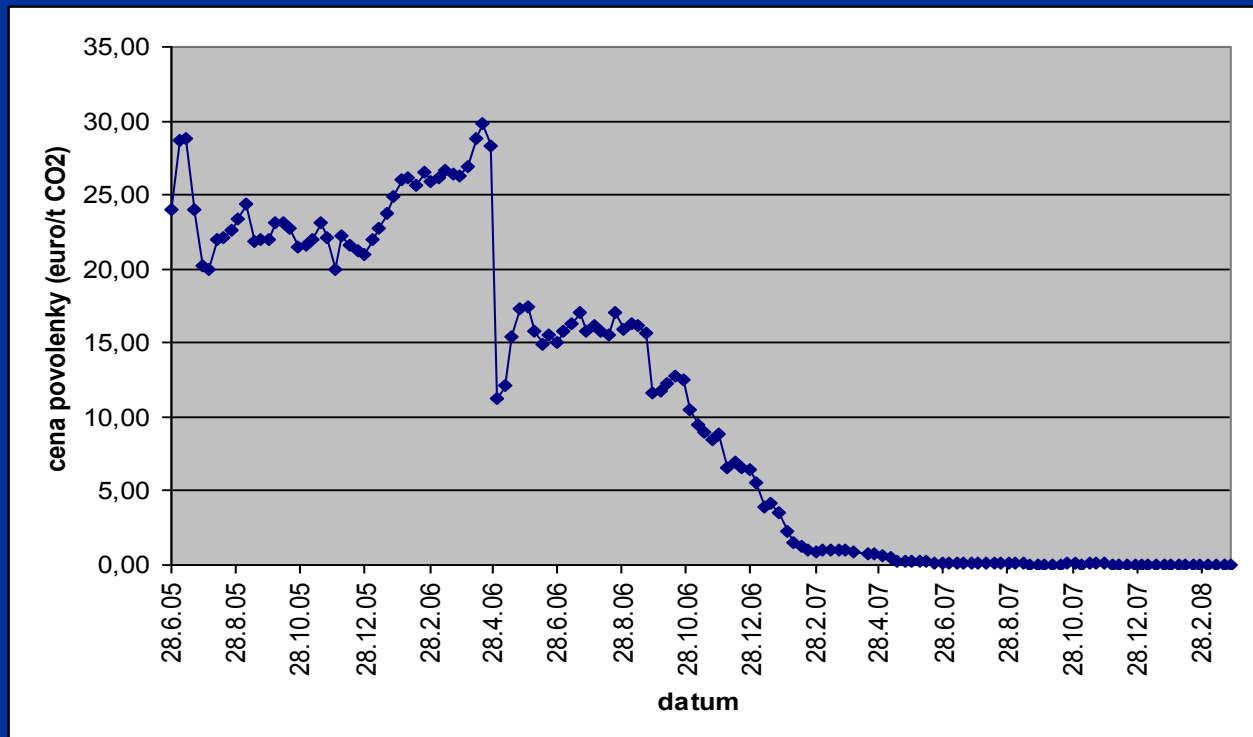
NAP 2005-2007 přidělil ČR 97,1 mil. povolenek na rok. Do obchodování bylo zahrnuto 60% celkových emisí skleníkových plynů v ČR. **Všechny povolenky byly přiděleny zdarma na základě historického principu** (emise v letech 1999-2001) a **projekcí růstu** a redukčního potenciálu do roku 2007.

NAP 2008-2012 – provázen značnou diskuzí. **Nakonec ČR dostala o cca 15% povolenek méně než žádala – tj. 86,8 mil. povolenek na rok.**

Ekonomické nástroje ochrany ovzduší -obchodovatelná emisní povolení

Vývoj ceny emisní povolenky v období květen 2005 - březen 2008 (dle situace na burze v Grazu):

Propad ceny emisní povolenky byl dán převahou nabídky nad poptávkou na konci obchodovacího období díky nadhodnoceným NAP jednotliv. států.



Použité zdroje

-Prošek, P.: Ochrana a čistota atmosféry, semestrální přednáška, PřF MU, 2006.

-Brázdil, R.: Změny a kolísání klimatu, semestrální přednáška, PřF MU, 2005.

-ČHMÚ: Znečištění ovzduší na území ČR v roce 2008
(<http://www.chmi.cz/uoco/isko/groc/gr08cz/obsah.html>).

-IPCC Fourth Assessment Report - Full report [online]. Intergovernmental Panel on Climate Change, 2009. Dostupné na <<http://www.ipcc.ch/index.htm>>.

-Petit J.R., Jouzel, J, Raynaud, D, et al., 1999:

Climate and atmospheric history of the past 420,000 years from the Vostok ice core, Antarctica.
Nature, 399, 429-436.

-Turner, J. et al, 2005: *Antarctic climate change during the last 50 years.* International Journal of Climatology, 25, 279-294.

-Doleželová, M.: *Analýza ekonomických nástrojů ochrany ovzduší*, bakalářská práce, ESF MU, 2008.

Děkuji za pozornost!