ATMOSFÉRA

- **stratifikace atmosféry**
- **její složení a změny v čase**
- **reakce v atmosféře**

Záření - elektromagnetické vlnění

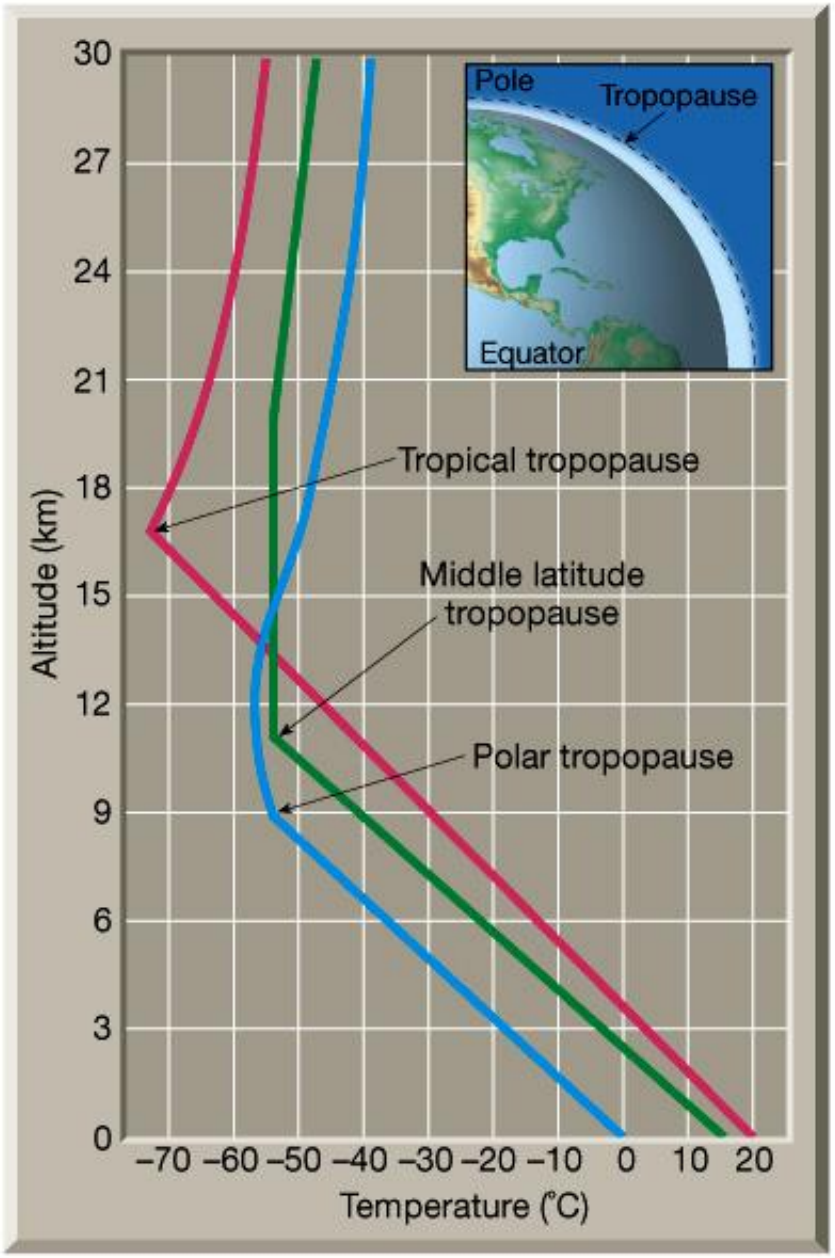
Ultrafialové záření (UV)
- vlnová délka 290 - 380 nm
- závisí na vzdálenosti od zemského povrchu
- směrem nahoru intenzita stoupá
- fotosyntetický i tepelný účinek nevýznamný, fotodestrukční

Viditelné záření = vlnová délka 380 - 710 nm, účinky fotosyntetické a tepelné

Infračervené záření (IR) = vlnová délka 710 - 4 000 nm, význam v tepelné oblasti, šuma = přímý vstup do atmosféry se slunečním zářením a tepelným vyzařováním objektů.

Dlouhovlnné záření = vlnová délka 4 000 - 100 000 nm, významné především v tepelné oblasti

Vertikální členění atmosféry



Podle

- **teploty a hustoty vzduchu**
- **intenzity promíchávání vzduchu**
- **elektrických vlastností atmosféry**
- **molekulární hmotnosti**

Stratifikace atmosféry

Stratosféra = ustává pokles teploty s rostoucí nadmořskou výškou, teplota uvnitř stratosféry se zpočátku s výškou prakticky nemění (izotermie), potom roste až na cca -20°C.
ozónosféra - absorbuje UV-složku slunečního záření a tuto vrstvu ohřívá.

Tropopauza = chladná vrstva, bariéra proti úniku vody do vyšších hladin atmosféry, kde by docházelo k její fotodisociaci

Troposféra = část atmosféry, dosahuje výšek mezi 8 a 17 km v závislosti na zeměpisné šířce a ročním období

Exosféra = volně pokračující termosféra směrem od Země, teplota se již příliš nemění, tato vrstva volně přechází v meziplanetární prostor - molekuly a ionty odsud nevratně unikají z atmosféry

Termosféra = zpočátku prudce roste teplota 1200 °C díky
absorpci silně energetického záření o vlnových délkách <200 nm

Mezosféra = mezi 50 až 80 km, ostrý pokles teploty s výškou z důvodu absence sloučenin absorbujících sluneční záření; teplota -80 až -100 °C

Sluneční záření

energetický zdroj procesů
v atmosféře a na zemském povrchu.

Energetická bilance plochy:

- **přímé záření (insolace)**
- **rozptýlené (difúzního) záření**
- **odražené záření (albedo)**
- **tepelné vyzařování místa i atmosféry**

Chemické složení suché a čisté troposféry:

relativní podíly se do výšky cca 100 km téměř nemění s výjimkou vody, ozonu a CO_2.

- směs plynů, vodní kapičky, ledové krystalky a znečišťující příměsi.

Plyn	Chemická značka	% objemu
dusík	N_2	78,084
kyslík	O_2	20,948
argon	Ar	0,934
oxid uhličitý	CO_2	0,031
neon	Ne	0,001 818
hélium	He	0,000 524
metan	CH_4	0,000 200
krypton	Kr	0,000 114
vodík	H_2	0,000 050
oxid dusný	N_2O	0,000 050
xenon	Xe	0,000 009
oxid siřičitý	SO_2	0 až 0,000 100
ozón	O_3	0 až 0,000 007
oxid dusičitý	NO_2	0 až 0,000 002
čpavek	NH_3	stopy
oxid uhelnatý	CO	stopy
jód	I_2	stopy

Zdroje chemických sloučenin v atmosféře:
PŘÍRODNÍ (~ 90 %)
ANTROPOGENNÍ (~ 10 %)

Řada složek je přítomna v koncentracích menších než 1 ppm

Hlavní polutanty

1) Oxid uhelnatý, oxidy síry a dusíku (koncentrace 0.001 až 0.1 ppm)

2) Aerosolové částice

3) Přízemní ozón

Aerosolové částice

- pevné nebo kapalné částice rozptýlené v plynu
- **přírodní** - zejména terpeny (biogenní aerosolové částice), půdní a prachové částečky, jemné krystalky mořských solí, saharský písek, částice vulkanického popele, částice organického původu (pylová zrna, spory, výtrusy, bakterie, malá semínka rostlin, rozkladné produkty organických látek v přírodě), produkty vznikající při hoření meteority, kosmický prach proniklý do ovzduší aj.
- **antropogenní**

Prašný aerosol

- Pevné částice – anorganického či organického původu
- Nebyla popsána neúčinná koncentrace
- Vstup do organismu a účinek je dán velikostí částic, rychlostí a směrem větru, způsobem dýchání
- Adsorpce anorganických (těžké kovy) nebo organických látek (PAU, nitroPAU, mikroorganismy) na povrch částic
- Účinek je závislý také na složení částic a jejich rozpustnosti v tělních tekutinách a na jejich biologické aktivitě.
- Podle svého složení a složení adsorbovaných látek může mít prach dráždivé, toxické, fibrogenní a alergizující účinky .

AEROSOL - PRACHOVÉ ČÁSTICE

- nad 100 μm - sedimentují velmi rychle a do dýchacích cest se prakticky nedostanou
- mezi 100 a 10 μm jsou většinou zachyceny v horních cestách dýchacích
- menší než 10 μm pronikají do dolních partií dýchacích cest **thorakální částice**
- menší než 2,5 μm se dostávají až do plicních alveolů a jsou nazývány **respirabilní částice**
- submikronické(<0,100 μm) jsou pravděpodobně z velké části opět strhávány vydechovaným vzduchem a **dostávají se ven z organismu**

Oxid uhelnatý - CO

•bezbarvý plyn, bez chuti a zápachu, nedráždivý

•produkt nedokonalého spalování fosilních paliv i biomasy, v sopečných plynech, výfukové plyny

•doba setrvání v atmosféře = 30 až 90 dnů.

•jedovatý, váže se na hemoglobin

Vznik

- teplota spalování příliš nízká, nedochází k úplné oxidaci
- čas hoření je příliš krátký
- není k dispozici dostatek kyslíku

Ozón (O_3)

- silně reaktivní světle modrý plyn
- vznik fotolýzou kyslíku při elektrických výbojích
- přirozená složka atmosféry v koncentraci cca 3 ppm
- Zdroje ozónu v čisté troposféře :
  průnik ozónu ze stratosféry
  fotochemická produkce

- ochranný štít Země proti tvrdému kosmickému záření
- množství O_3 ve stratosféře se udává v Dobsonových jednotkách (D.U.)

1 D.U. = síla vrstvy ozónu 10^{-5}m
100 D.U. = 1 mm.

Oxid siřičitý – SO_2

• bezbarvý, štiplavě páchnoucí, jedovatý plyn

• vyskytuje se v v sopečných plynech, vedlejší produkt při spalování hnědého uhlí s obsahem síry a sulfidů.

• působí dráždivě zejména na horní cesty dýchací

Oxidy dusíku = oxid dusičitý – NO_2 a oxid dusnatý NO

• součástí chemických reakcí vedoucích ke vzniku fotochemického smogu.

• největší podíl - automobilová doprava

Voda v atmosféře

- ve skupenství pevném, kapalném i plynném
- soustředěna v troposféře (0,2 do 4 % obj.)
- průměrný obsah vody v zemské atmosféře = $1{,}23.10^{16}$ kg, což odpovídá celosvětové srážkové vrstvě 22 mm.
- Vodní pára se nad každým místem zemského povrchu obnovuje v průměru 47krát za rok, tedy asi každých 8 dní.

CO_2

bezbarvý plyn bez chuti a zápachu…

- těžší než vzduch
- v pevném skupenství znám jako suchý led -78°C při atmosferickém tlaku

Zdroje:

- Spalování organické hmoty
- Vulkanismus
- Produkt dýchání živých organismů
- Tepelný rozklad vápence
- …

CO_2 cyklus

Zvýšení teploty způsobí

- nárůst rychlosti tvorby karbonátů v mořích
- vyšší rychlost rozpouštění CO_2 v mořské vodě – nižší obsah CO_2 v atmosféře - slabší skleníkový efekt - neutralizuje počáteční oteplování.

Snížení teploty způsobí

- karbonáty se tvoří pomaleji.
- rychlost rozpouštění CO_2 v oceánech klesá, CO_2 uvolněné vulkanismem zůstává v atmosféře
- nárůst koncentrace CO_2 posiluje skleníkový efekt a ohřívá planetu.

Reakce v atmosféře

- většina probíhá v troposféře
- fotochemické reakce
- reakce oxidační

Fotochemické reakce

- absorpce světelného kvanta, změna vlastností výchozí látky
- způsobuje záření v rozsahu vlnových délek 280-750 nm (nejúčinější do 420 nm)

Reakce v atmosféře

Kyslík v atmosféře

- Účastní se reakcí produkujících energii – spalování fosilních paliv
- Využíván aerobními mikroorganismy pro degradaci OH
- Spotřebováván při zvětrávání
- do atmosféry se vrací fotosyntézou, předpokládá se, že v atmosféře pochází z fotosyntézy

Reakce v atmosféře

Jaderné reakce

Uran^{238}

- obsažený v mnoha typech hornin
- poločas rozpadu je 4,5 miliardy let

Radon

- poločas rozpadu 3,8 dní.
- uniká zemským povrchem přímo do atmosféry (uhelné doly, sklepy ap.)
- většina pochází ze svrchní části země (do 2 m), radon vznikající ve větších hloubkách je konvertován na produkty, které nejsou v plynné fázi.
- inertní a málo rozpustný
- nebezpečné jsou 3 isotopy– polonium, olovo, bismuth

Počasí je aktuální stav atmosféry ve výšce od zemského povrchu do 10 až 15 kilometrů nad ním, velmi variabilní.

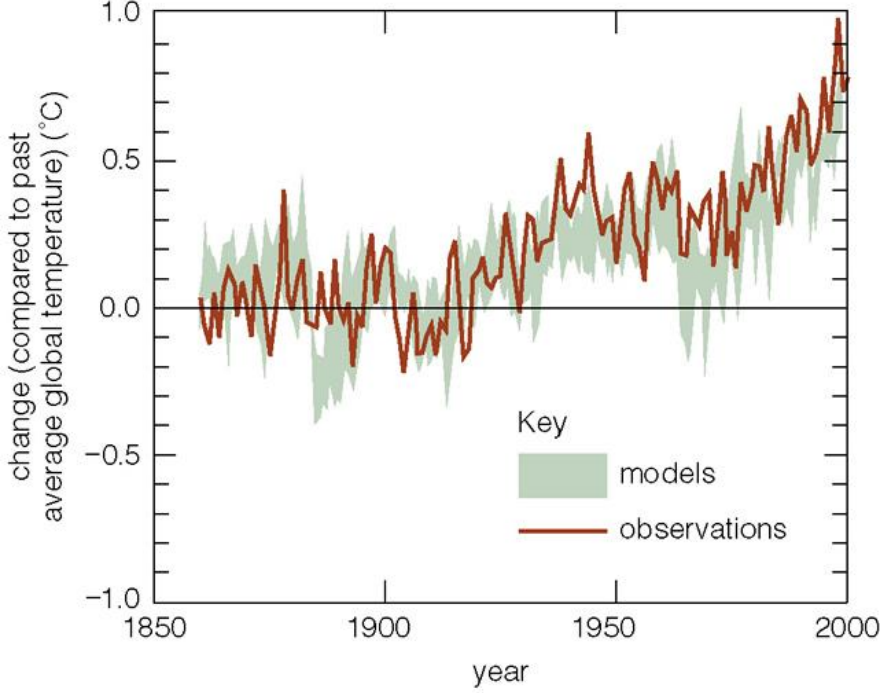
Klima je charakteristický režim počasí v dané oblasti. Obvykle se vyhodnocuje za dobu 30 let.

Klimatické změny - změny v zemském klimatu, probíhající po dobu desítek až tisíců roků z pohledu průměrných teplot.

Příčiny změn klimatu

Přírodní - změny orbitální dráhy Země, sluneční činnost, rozložení pevnin a oceánů, vegetace a sopečná činnosti.

Antropogenní - spalování fosilních paliv, výroba cementu a změny ve využití půdy - odlesňování (snižuje se množství uhlíku zachyceného ve vegetaci), chov dobytka a pěstování rýže (emise metanu)



© 2005 Pearson Education, Inc., publishing as Addison Wesley

Globální oteplování

Dochází k postupnému

zvyšování průměrné teploty

zemské atmosféry

od roku 1900 o 1°C.

Co nastane:

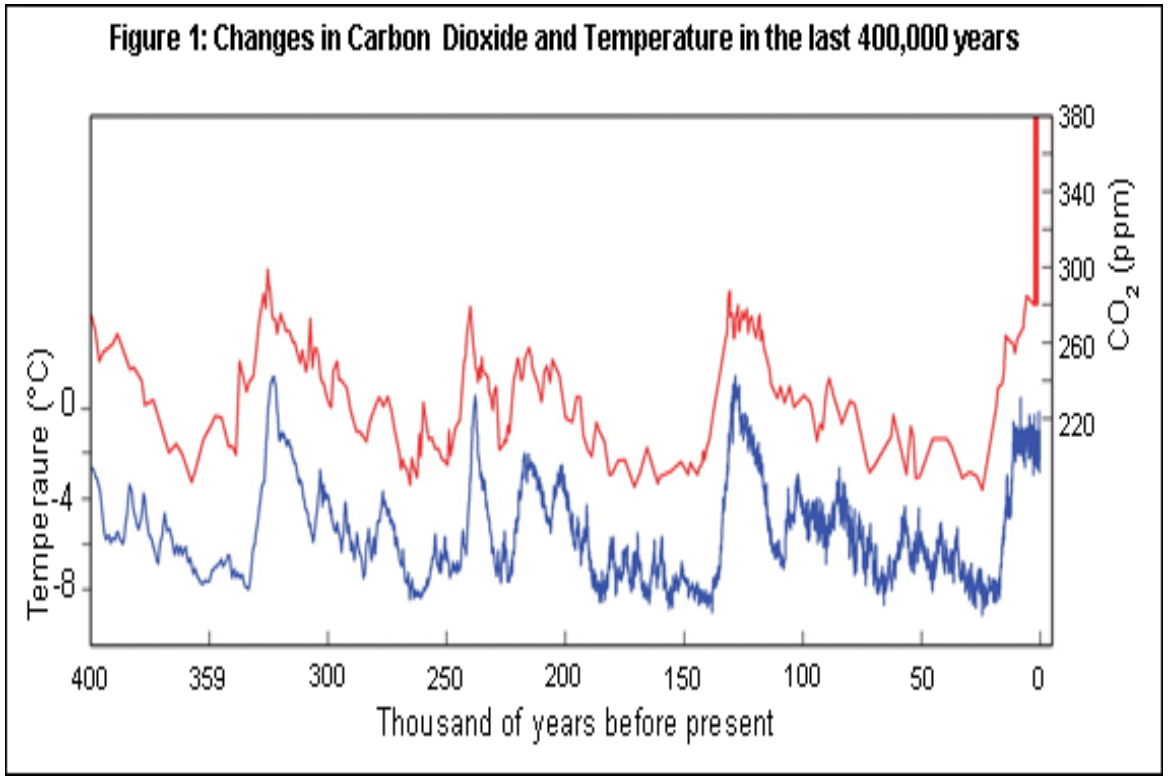
Nárůst obsahu vodní páry v troposféře.

- Vodní pára = silný skleníkový plyn ⇒ nárůst teploty
- Vyšší teplota = vyšší výpar ⇒ růst teploty.

Ledovec

- rekonstrukci klimatických změn

- koncentrace oxidu uhličitého v posledních 400 tis. letech – stabilní



Teplota – modrá
Oxid uhličitý – červená

Globální oteplování, které plyny za to mohou?

- Vodní pára - 36-70% z celkového skleníkového efektu (nezahrnuje vliv oblačnosti)
- Oxid uhličitý - 9-26%;
- Metan - 4-9%
- Ozón - 3-7%
- Oxidy dusíku

Absorpční spektrum
- míra, jakou látka pohlcuje světlo různých vlnových délek

ukazatel „radiační účinnost“
- o kolik více energie ze Slunce se díky jednotlivým plynům zadrží ve srovnání se stavem v roce 1750.

Znečištění ovzduší

- chemický, fyzikální nebo biologický činitel, který mění přírodní vlastnosti zemské atmosféry.

- **Vnějšího ovzduší (venkovního ovzduší) = ovzduší, které můžeme dýchat venku – na vnějších prostranstvích, mimo prostory budov**

- **Vnitřního ovzduší = ovzduší, které, nemá přímé spojení s ovzduším venkovním případně je natolik ovlivňováno**
- **vnitřními zdroji, že se významně liší od ovzduší venkovního.**

Primární zdroje

látky všech skupenství, které se dostávají do ovzduší z jednotlivých zdrojů (z komínů či výfuků)

Sekundární zdroje

reakcemi primárních polutantů mezi sebou nebo s jinými látkami

EMISE - proces uvolňování škodlivin do prostředí, forma - plynná, kapalná nebo pevná.

1. komíny (spalovny, elektrárny, průmyslové podniky, lokální topeniště)
2. větrací šachty (městské aglomerace, těžařství,...)
3. výfuková potrubí (osobní a nákladní automobily,...)
4. kapalné odpady (průmysl, městské aglomerace, zemědělství,...)

se měří přímo u zdroje znečištění

IMISE - škodliviny rozptýlené a pozměněné reakcemi.
Imisní limity: ohodnocení biologické aktivity jednotlivých emitovaných škodlivin.
se měří v okolí zdroje znečištění

Kvalitu vnějšího ovzduší ovlivňují:

- meteorologické podmínky,
- typ krajiny,
- vegetace,
- přírodní zdroje,
- antropogenní činnost (průmysl, doprava aj.).

Kvalitu vnitřního ovzduší ovlivňují:

- stavební materiály
- vybavení interiéru
- lidská činnost
- venkovní ovzduší

SMOG

- chemické znečištění atmosféry způsobené lidskou činností.
- Obohacení atmosféry o složky, které v ní normálně nejsou a které jsou zdraví škodlivé. Rozlišujeme typ: redukční a oxidační.

Smog

Redukční (Londýnský):

- směs městského a průmyslového kouře s mlhou, vyskytující se v zimních měsících
- přízemní inverze
- složen převážně z oxidů siřičitého SO2 a látek snadno podléhajících oxidaci (produkty spalování uhlí, popílek), které tvoří mlhu zředěné kyseliny sírové

Smog

Oxidační – fotochemický (Los Angelský)

- působení slunečních paprsků na některé složky dopravních exhalací
- vlivem slunečního UV záření dochází k rozpadu NO_2 na radikály

$$NO_2 \xrightarrow{UV} NO + O$$

následně vzniká ozón O_3

$$O \cdot + O_2 \rightarrow O_3$$

- vysoké koncentrace přízemního ozónu
- bezoblačné počasí, sluneční záření (UV), teplota 25-30°C

Hodnocení kvality ovzduší

Posuzování kvality ovzduší se provádí na úrovni zón a aglomerací.

Na území České republiky byly jako zóny definovány všechny kraje. Jako aglomerace byly zvlášť vymezeny Hlavní město Praha, město Brno a Moravskoslezský kraj.

Index kvality ovzduší - IKO

- slouží k hodnocení stavu ovzduší na základě výsledků měření hmotnostních koncentrací látek v ovzduší - SO_2, NO_2, PM10, As, Cd, Pb, benzenu a BaP.

Imisní limity pro látky znečišťující ovzduší

Znečišťující látka	Vyjádřená	Imisní limity v ($mg.m^{-3}$)				
	jako	IH_r	IH_d	IH_{8h}	IH_k	Obecný požadavek
Prašný aerosol		60	150		500	Koncentrace IH_d aIh_k
Oxid siřičitý	SO_2	60	150		500	nesmí být v průběhu
Oxid siřičitý a prach	SO_2+ polétavý prach		250*			překročena ve více
Oxidy dusíku	NO_x	80	100		200	než 5% případů
Oxid uhelnatý	CO		5000		10 000	
Ozón	O_3			160		
Olovo v prachu	Pb	0,5				
Kadmium v prachu	Cd	0,01				
Pachové látky						Nesmějí být v koncentracích obtěžujících obyvatelstvo

Principy odstraňování kontaminantů z atmosféry

1. ***Suchá depozice*** - záchyt chemických sloučenin při styku se zemským povrchem
2. ***Mokrá depozice*** - vymývání chemických sloučenin deštěm
3. ***Chemické reakce*** - v troposféře nebo v nižších vrstvách stratosféry

Mokrá depozice

a) Sněhová depozice –sněhové srážky
b) Dešťová depozice –dešťové srážky

Horizontální depozice - depozice malých vodních kapiček z atmosféry (mlha), kdy nepadají kapalné srážky ani sníh. Odráží povrchové vlastnosti kapek mlh a mraků.

Vymývání - Sníh je lepší „vymývač" větších nepolárních organických sloučenin, které jsou jen omezeně rozpustné ve vodě. Proces vymývání (plyn vs. částice) a efektivita úplného vymytí pro takové sloučeniny jsou proměnlivé a závislé na teplotě a charakteristice sněhu.
Efektivní teplota je hlavní důvod, proč vymývací koeficienty sněhu jsou často větší než vymývací koeficient deště, zvláště pod -10 °C, a proto představují dominantní depoziční mechanismy pro některé organické kontaminanty v arktickém prostředí.

Suchá depozice

- jednosměrný transport částic z atmosféry na povrch bez účasti deště, mlhy nebo sněhu,
- probíhá nepřetržitě
- ukládání ve formě plynu nebo tuhých částic
- plynné výměny jsou významné nejen pro těkavé kontaminanty, ale také pro organochlorované látky a specie rtuti.

Klíčové faktory:

- charakter atmosféry (rychlost větru, relativní vlhkost, turbulence)
- povrch částic (tvar)
- fyzikální a chemické vlastnosti kontaminantů