

# Atmosféra a hydrosféra

## Přednáška č. 1

Mgr. Veronika Korvasová

---

ATMOSFÉRA

HLAVNÍ CHARAKTERISTIKY A JEJÍ DĚLENÍ

# Organizační pokyny

---

**1 hod přednášky každý týden (Po 9:00 hod, učebna 1)**

**1 hod semináře každý týden (Po 8:00, Út 8:00, Út 10:00) - povinná účast!**

- kontaktní e-mail: [vkorvasova@mail.muni.cz](mailto:vkorvasova@mail.muni.cz)
- konzultace možná po předchozí domluvě, v pracovně na katedře geografie, 3. NP, Poříčí 7
- Předmět je zakončen zkouškou: nutné získat 60 % bodů, písemná forma (zahrnuje i obsah seminářů) formou (v případě 3. pokusů eventuálně ústní přezkoušení)
- K účasti u zkoušky je nutné splnění požadavků ze seminářů!
- Zkušební termíny budou zveřejněny v IS, nejvíce termínů bude od začátku zkouškového do cca 10. června!

# Primární studijní literatura a materiály

---

- Ruda, A. (2014): Klimatologie a hydrogeografie pro učitele. Pedagogická fakulta MU, Brno. 257 s.  
[http://is.muni.cz/do/rect/el/estud/pedf/ps14/fyz\\_geogr/web/index.html](http://is.muni.cz/do/rect/el/estud/pedf/ps14/fyz_geogr/web/index.html)
- Další články a materiály v interaktivní osnově a studijních materiálech předmětu v IS MU!

# Další doporučená literatura

---

- STRAHLER, A.H. a A.N. STRAHLER (2006): *Introducing physical geography*. Hoboken, N.J., J. Wiley. 728 s.
- NETOPIL, R., R. BRÁZDIL a J. DEMEK (1984): *Fyzická geografie*. Praha, SPN. 272 s.
- THURMAN, H.V. a A.P. TRUJILLO (2005): *Oceánografie*. Praha, Computer Press. 479 s.
- TRIZNA, M. [ed.] (2007): *Meteorológia, klimatológia a hydrológia pre geografov*. Bratislava, Geografika. 143 s.
- KOPÁČEK, J. a J. BEDNÁŘ (2005): *Jak vzniká počasí*. Praha, Univerzita Karlova v Praze, nakladatelství Karolinum. 226 s.

# Obsah předmětu

---

1. Meteorologie a klimatologie jako vědní obory, klimatotvorné faktory, kategorie klimatu, meteorologická měření a pozorování
2. Atmosféra - chemické a fyzikální vlastnosti atmosféry
3. Sluneční záření v systému zemský povrch – atmosféra
4. Teplota a vlhkost vzduchu, změna s výškou a v čase
5. Atmosférický tlak, měření tlaku, barické pole, barický gradient, tlakové útvary, vítr
6. Atmosférické fronty, vzduchové hmoty, druhy a projevy atmosférických front
7. Planetární cirkulace atmosféry, cirkulace tropických a mimotropických šířek
8. Předpovědi počasí
9. Klimatické klasifikace, Köppenova a Alisovova klimatická klasifikace
10. Změny a kolísání klimatu, příčiny, předpoklady dalšího vývoje
11. Definice a členění hydrologie, zásoby a oběh vody na Zemi
12. Měrné jednotky odtoku, odtok vody z povodí, tvar a vývoj říční sítě
13. Režim vodních stavů a průtoků, teplotní poměry a ledové jevy řek, splaveniny
14. Druhy podpovrchových vod
15. Druhy jezer, teplotní poměry a ledové jevy
16. Světový oceán, fyzikální a chemické vlastnosti oceánské vody

# Atmosféra

---



# Vznik atmosféry

---



stáří Země cca 4,7 miliardy let



dvě varianty vzniku Země a atmosféry

horká cesta: zbytky hmoty → postupné ochlazování → tvorba všech sfér Země

studená cesta: zbylá studená hmota → přeměna kinetické energie na energii tepelnou → natavení hmoty a vytvoření gravitační diferenciace hmoty → vytvoření praatmosféry unikajícími plyny



převládá názor, že zemská atmosféra vznikla v důsledku **odplyňování lávy**



Jak vznikl kyslík?

---



# Vznik kyslíku

---

- přítomnost kyslíku vysvětlována převážně **činností rostlin během fotosyntézy** (což pro nejstarší období planety není dostačující)
- Ve výškách nad 50 km probíhá účinkem UV záření **rozklad vodní páry (fotodisociace)**
- Tzn. lehčí vodík stoupal vzhůru a těžší kyslík difundoval k zemskému povrchu!
- Proces rozkladu vodní páry by byl opakován do té doby, než bychom se dostali do současného stavu.
- Je to ale možné? Není? Proč?
- Další dva zdroje: **činnost chemicky redukujících bakterií a fotosyntetická aktivity zelených rostlin**

# Vznik atmosféry napříč sluneční soustavou

---

- Na Zemi: dostatek vodíku → tvorba sloučenin → působení UV záření → přeměna na CO<sub>2</sub> a N
- Tento proces neprobíhal na všech planetách sluneční soustavy!
- Jupiter, Saturn, Uran, Neptun → příliš vzdálené tzn. jsou v rané stádiu vývoje atmosféry
- Venuše → převaha CO<sub>2</sub> v atmosféře, což signalizuje rychlejší přeměnu metanu a amoniaku
- Jak je to na Marsu?

Film Marťan (2015)

[Zdroj: Lidovky](#)



# Fyzikálně-chemické vlastnosti atmosféry

---



atmosféra: ze dvou latinských slov *atmos* „pára“ a *sphaira* „obal“



hmotnost: jedna ***miliontina*** hmotnosti planety Země



50 % hmotnosti soustředěno do 6 km, 75 % asi do 11 km a 99 % asi do 30 km



Do výšky 50-80 km se nemění chemické složení, nad 80 km už je proměnlivé vinou působení krátkovlnného slunečního záření disociací a ionizací molekul. Lehké plyny už mají tendenci rozpínat se do meziplanetárního prostoru.

**Hustota a tlak vzduchu s rostoucí vzdáleností od zemského povrchu klesá!**

**Tab. 1** Hlavní plyny tvořící suchý a čistý vzduch, jejich molární hmotnost a objemové zastoupení v současné atmosféře. Podíl méně zastoupených plynů je uveden v miliontinách (ppm) objemu, tedy  $10^{-4}$  %.

| Plyn            | Značka           | Molární hmotnost<br>[g.mol <sup>-1</sup> ] | Objemový podíl<br>[% , resp. ppm] |       |
|-----------------|------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------|-------|
| Dusík           | N <sub>2</sub>   | 28,0134                                    | 78,084                            | [%]   |
| Kyslík          | O <sub>2</sub>   | 31,9988                                    | 20,946                            |       |
| Argon           | Ar               | 39,948                                     | 0,944                             |       |
| Oxid uhličitý * | CO <sub>2</sub>  | 44,00995                                   | 415,7 (278)                       | [ppm] |
| Neon            | Ne               | 20,183                                     | 18,18                             |       |
| Helium          | He               | 4,0026                                     | 5,24                              |       |
| Metan *         | CH <sub>4</sub>  | 16,04303                                   | 1,908 (0,722)                     |       |
| Krypton         | Kr               | 83,80                                      | 1,14                              |       |
| Vodík           | H <sub>2</sub>   | 2,01594                                    | 0,5                               |       |
| Oxid dusný *    | N <sub>2</sub> O | 44,0128                                    | 0,3345 (0,270)                    |       |
| Xenon           | Xe               | 131,30                                     | 0,087                             |       |

# Hlavní plynné složky atmosféry v suchém čistém vzduchu

Zdroj: ISO (1975), pro plyny označené (\*) jsou objemové podíly aktualizovány podle WMO (2022), v závorce jsou uvedeny hodnoty před rokem 1750.

Zdroj: HULEC, F., MÜLLER, M. (2022): Zemská atmosféra. Geografické rozhledy, 32(2), 10–13.

Stopové prvky



Dusík ( $N_2$ ) – vysoce inertní plyn, především z vulkanické činnosti, nepodílí se na pohlcování energie a látkových výměnách



Kyslík ( $O_2$ ) – reaktivní plyn, nezbytný pro život na Zemi!, významný účinek při pohlcování slunečního záření, kdy dochází k disociaci molekul kyslíku



Argon (Ar) – inertní plyn, vzniká rozpadem radioaktivního izotopu  $K^{40}$



Oxid uhličitý ( $CO_2$ ) – z vulkanické činnosti, požárů, antropogenní činnosti, byl fixován v odumřelých organismech; podílí se na pohlcování a vyzařování dlouhovlnného tepelného záření; souvisí se **skleníkovým efektem**



Ozon ( $O_3$ ) – ač stopový plyn, opravdu nezbytná součást atmosféry, vznik díky UV záření disociací kyslíku, tvoří **ozonosféru** (v rámci stratosféry) a **chrání organismy před účinky UV záření**



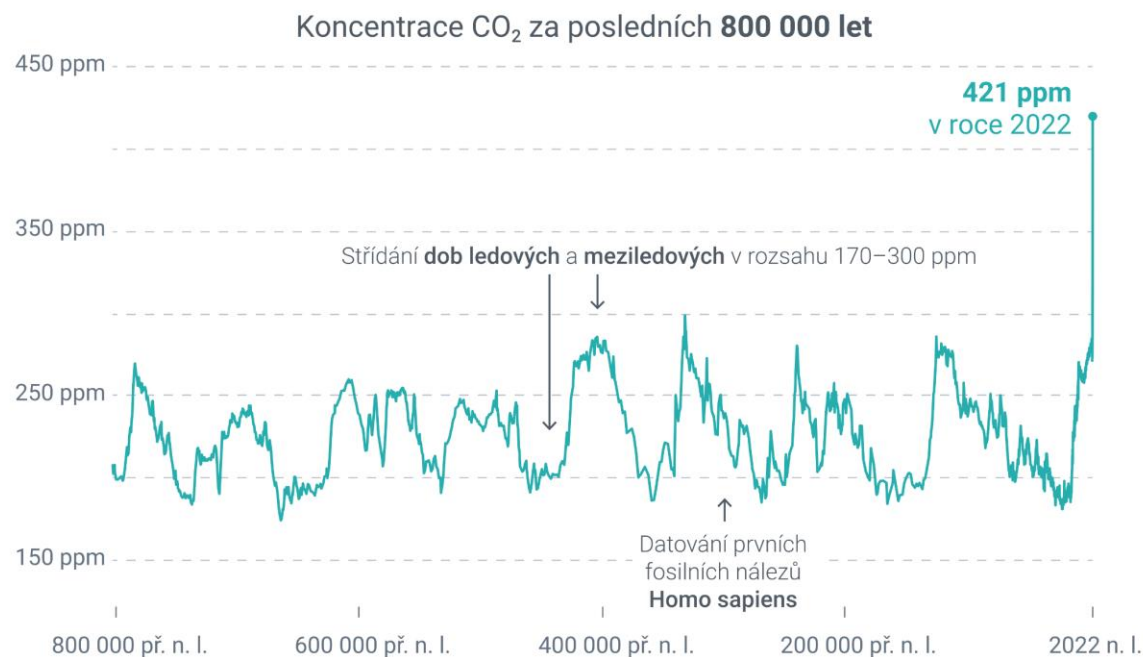
Vodní pára – obsah ve vzduchu je různorodý, v nejvlhčích oblastech až 4 % objemu vody, u nás jen asi 1,3 % v létě a kolem 0,4 % v zimě, intenzivně pohlcuje dlouhovlnné záření

# VÝVOJ KONCENTRACE CO<sub>2</sub> V ATMOSFÉŘE

Dnešní koncentrace CO<sub>2</sub> dosahují hodnot, které na Zemi nebyly za celou dobu existence lidstva.

ppm (parts per million) je jednotka koncentrace

Koncentrace 400 ppm CO<sub>2</sub> v atmosféře znamená, že v jednom milionu molekul vzduchu je 400 molekul CO<sub>2</sub>.



## POHLED ZBLÍZKA Posledních 2022 let



Hodnoty koncentrace CO<sub>2</sub> pocházejí z **analýzy ledovcových vrtů** EPICA v Antarktidě a z **přímých měření** na Mauna Loa, Havaj.

# Ozon

pohlcování UV záření ( $\lambda = 280\text{--}320\text{ nm}$ )

90 % ozonu ve stratosféře ve výšce 20–30 km (ozonoféra)

troposférický ozon jako důsledek antropogenní činnosti (uvolněné oxidy dusíku a uhlovodíky)

negativní dopady na člověka (zejm. dýchací ústrojí), významný skleníkový plyn

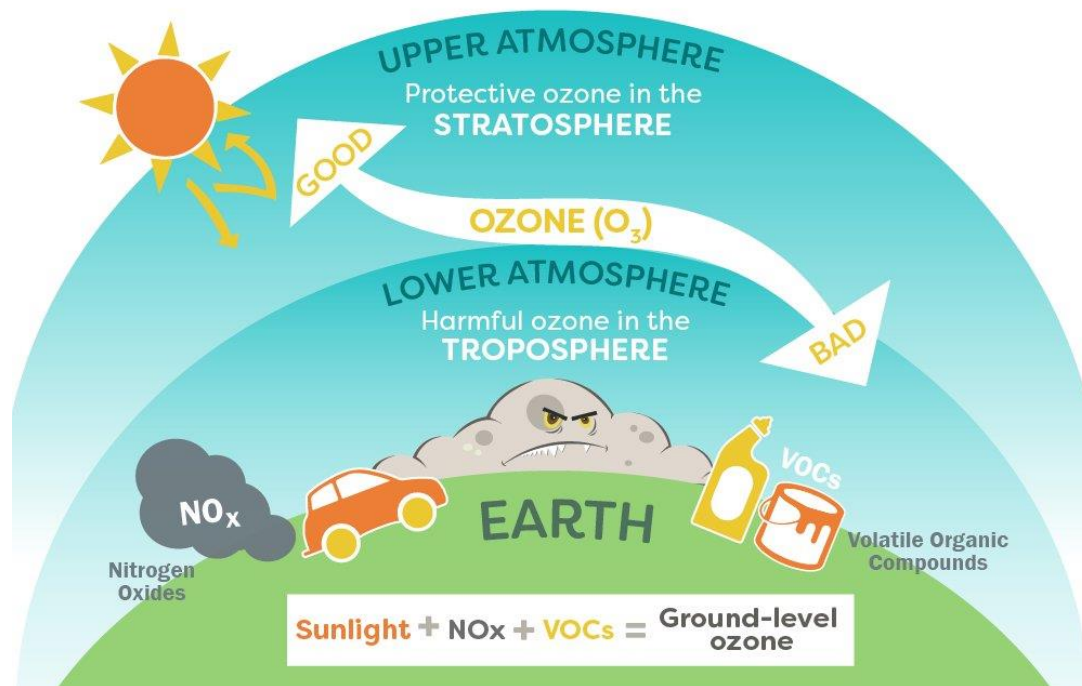
ozon měřen v DU

ozonová díra – pozorování od 80. let 20. století, zejména v Antarktidě (září až listopad), ale i jižní Americe, Austrálii, Arktidě nebo severní Evropě (jaro 2011)

princip vzniku ozonové díry: halogenované uhlovodíky (freony, CFC) pronikají do stratosféry, kde se z nich odštěpuje chlór, který katalyticky rozkládá ozon. Zeslabená vrstva ozonu umožňuje průnik UV-B a UV-C (karcinogenního) záření k Zemi.

řešení problému: **Montrealský protokol (1987)**, ale freony v atmosféře nicméně vydrží stovky let.

# WHAT'S THE DIFFERENCE BETWEEN GOOD OZONE & BAD OZONE ?



Zdroj: <https://pbs.twimg.com/media/DZ9xnDiVQAEiNCU.jpg>

Rozdíl mezi  
troposférickým  
a  
stratosférickým  
ozonem

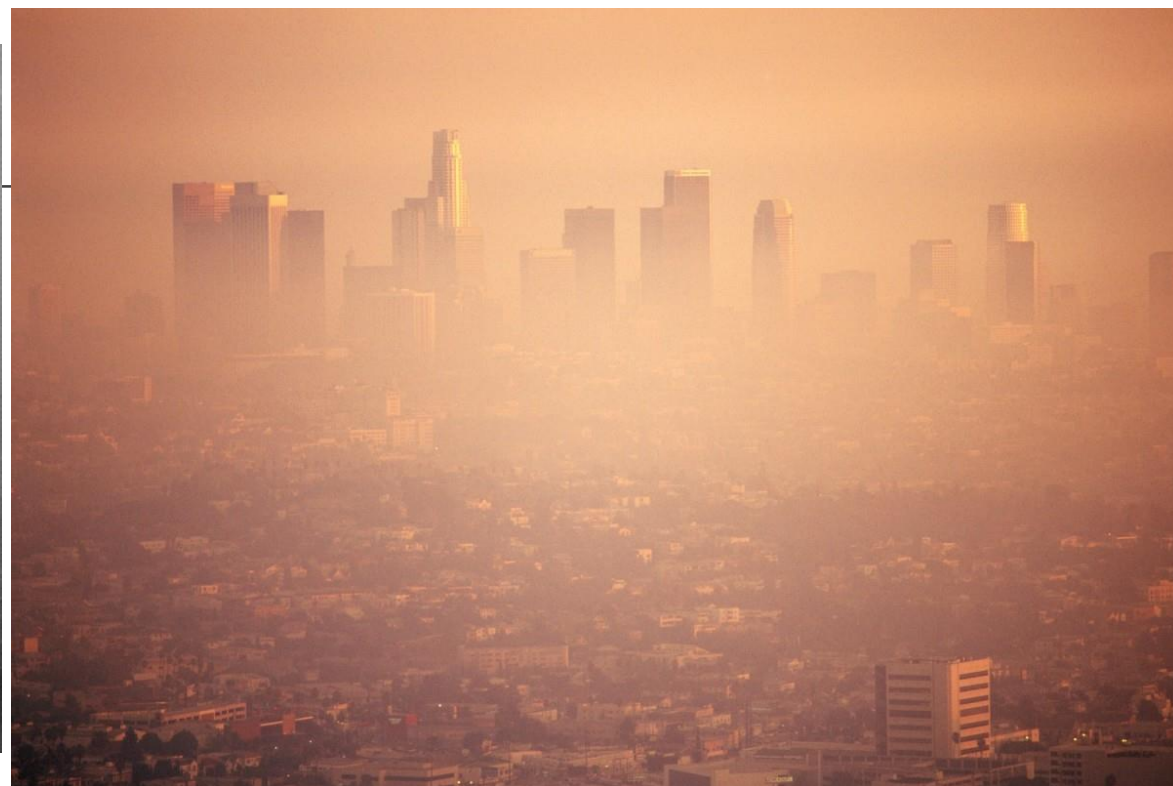
---





Velký smog v Londýně v roce 1952

Zdroj: [Reflex](#)



Smog v Los Angeles

Zdroj: [LA Magazine](#)

# Kde je největší problém se smogem v Česku?

---

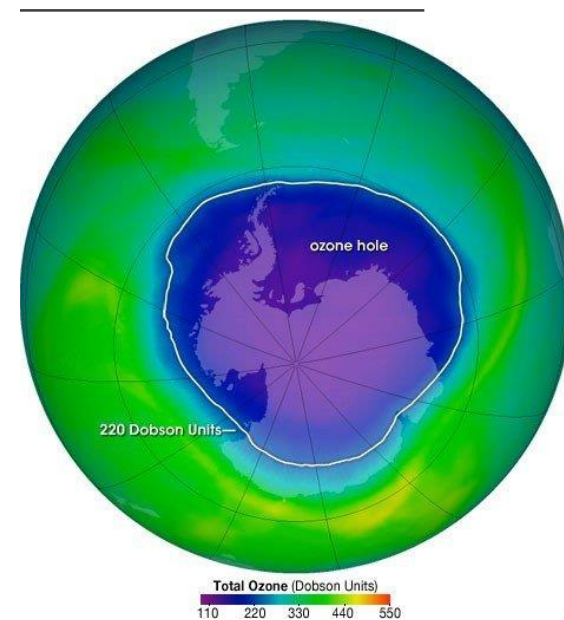
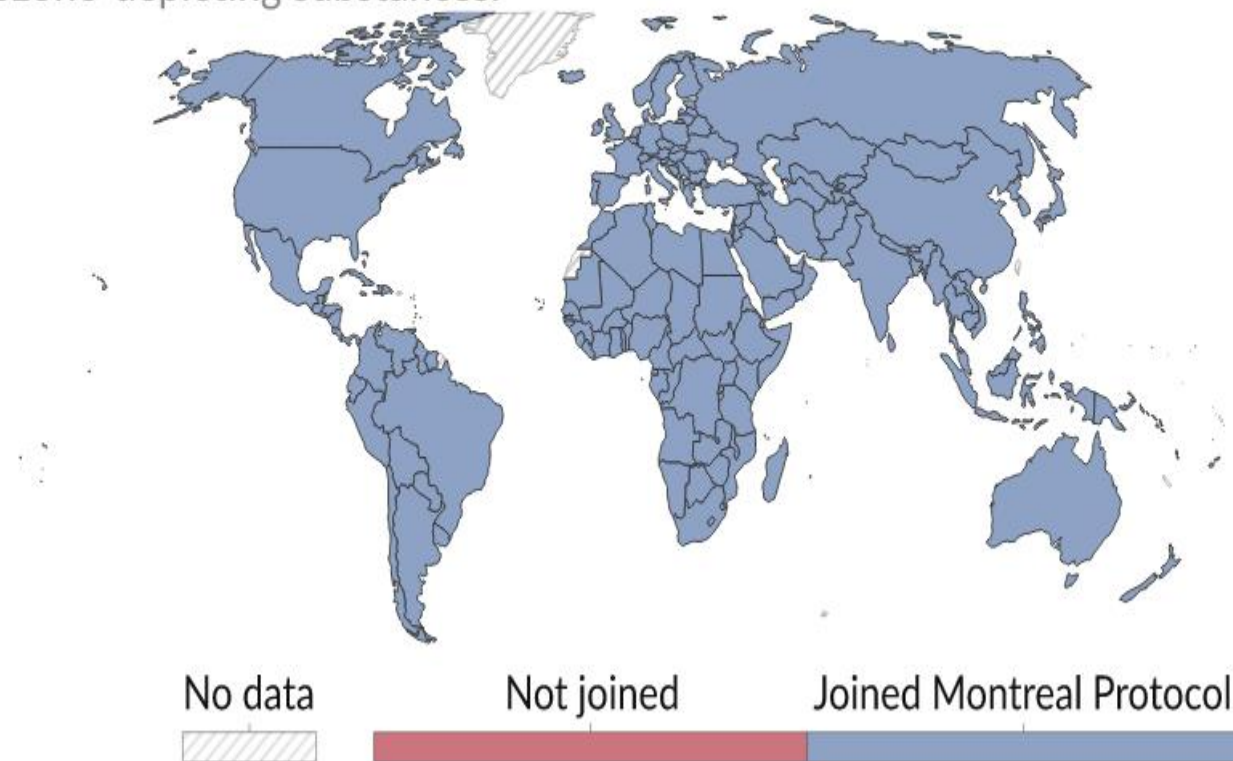


Zdroj: [hlidacipes.cz](https://hlidacipes.cz)

# Countries subscribed to the Montreal Protocol, 2022



Subscriptions to the Montreal Protocol (adopted in 1987) on substances that deplete the ozone layer. The protocol aims to reduce and eventually eliminate the emissions of man-made ozone-depleting substances.



Zdroj: [in-pocasi.cz](https://in-pocasi.cz)

# Atmosférické aerosoly

## Přírodní aerosoly

- kosmický prach ( $1,4 \cdot 10^{10}$  kg ročně) je pozůstatkem pronikajících meteoritických částic,
- vulkanický prach (vulkanické erupce), pomalu se rozptyluje a snižuje intenzitu přímého slunečního záření,
- kouřové částice (lesní a rašeliništní požáry),
- částice z povrchu půdy a moře (zvednuty větrem – písečné a prachové bouře, vlnění mořské vody),
- vodní kapičky,
- aeroplankton (např. pyl, bakterie)

## Antropogenní aerosoly

- mají toxické účinky na živé organismy,
- dálkovým přenosem jsou transportovány z průmyslových oblastí,
- hygroskopické částice se stávají kondenzačními jádry atmosférických srážek,
- největší koncentrace je v přízemní atmosféře, dále pak u tropopauzy,
- problém představují oxid uhelnatý, oxid siřičitý a oxidy dusíku,
- aktuálním problémem jsou produkty umělého radioaktivního rozpadu,
- částice jsou srážkami vymývány z atmosféry – nebezpečí kyselých dešťů.

# Vertikální členění atmosféry

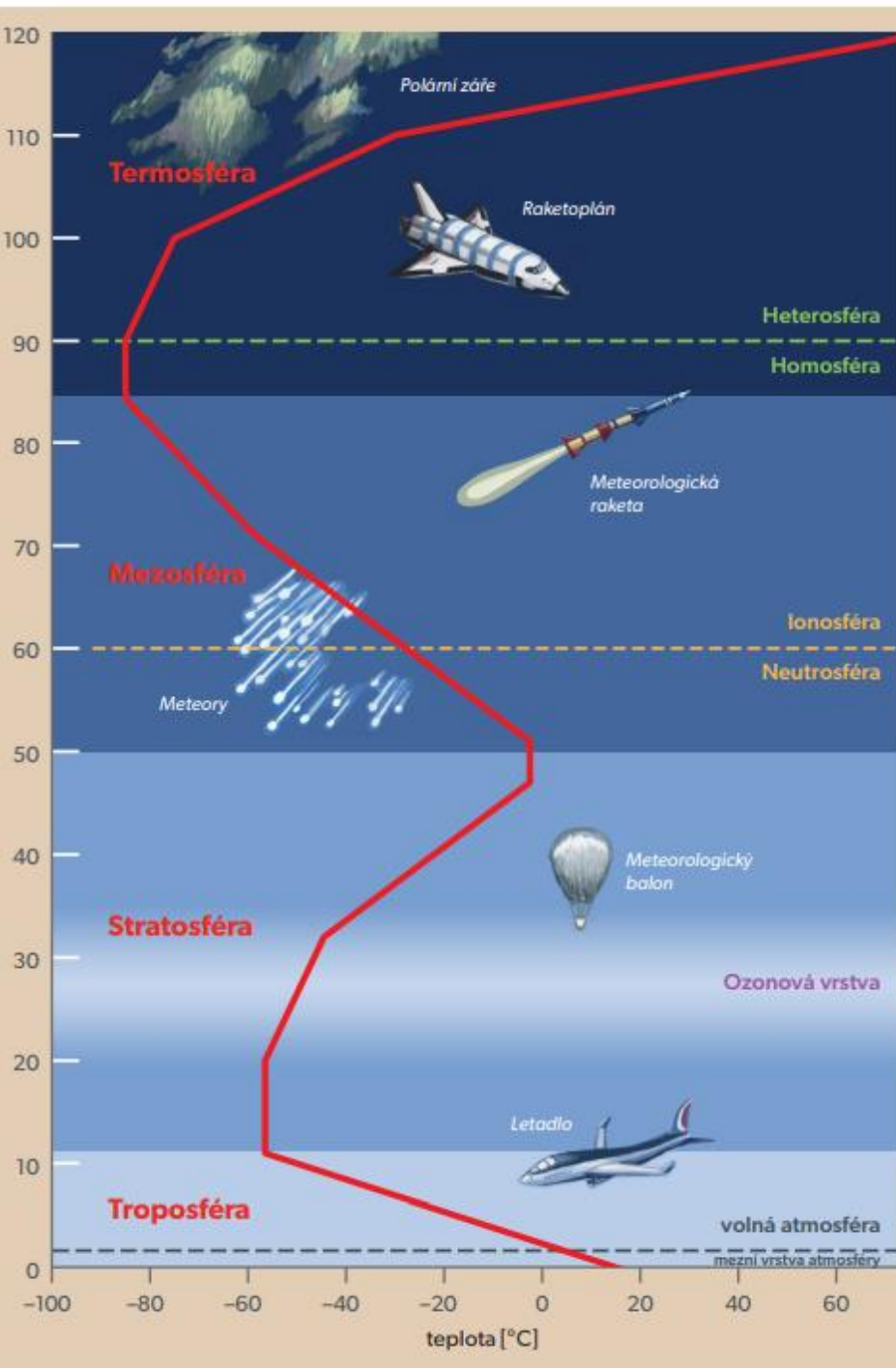
---

podle změny teploty vzduchu s výškou (troposféra, stratosféra, mezosféra, termosféra, exosféra)

podle stálosti chemického složení (homosféra, heterosféra)

podle fyzikálně-chemických procesů (neutrosféra, chemosféra, ionosféra)

podle interakce aktivního povrchu a atmosféry (planetární mezní vrstva a volná atmosféra)



# Členění atmosféry podle teploty vzduchu

- Troposféra: cca do 3 km, vzduch zde klesá s výškou podle vertikálního teplotního gradientu, na hranicích s tropopauzou můžeme sledovat jet-streamy.
- Stratosféra: do 50-55 km, ve spodní části se teplota nemění (-60° C) a od 25 km začíná postupně stoupat, což je způsobeno pohlcováním UV záření ozonosférou, můžeme pozorovat perleťová oblaka.
- Mezosféra: až do 80-85 km, teplota opět klesá až do -80 až -90°C, dají se zde pozorovat stříbřitá oblaka, pozorujeme hořící meteory tzv. bolidy.
- Termosféra: až do 500 km, případně až do 700 km, vzniká zde polární záře, prudký nárůst teploty vzduchu.
- Exosféra: nad 800 km, atomy mají tak velké rychlosti, že překonávají gravitační sílu a unikají do meziplanetárního prostoru.



Perleťová oblaka

[Zdroj: Wikimedia.org](https://www.wikimedia.org/)



Stříbřitá oblaka  
[Zdroj: Astro.cz](http://Astro.cz)





**Jasný a velmi dlouhý  
bolid  
13. ledna 2022  
nad česko-slovenskou  
hranicí**

---

Zdroj: [asu.cas.cz](https://asu.cas.cz)