



Meteorologické prvky

Mgr. Jozef Šupinský PhD.

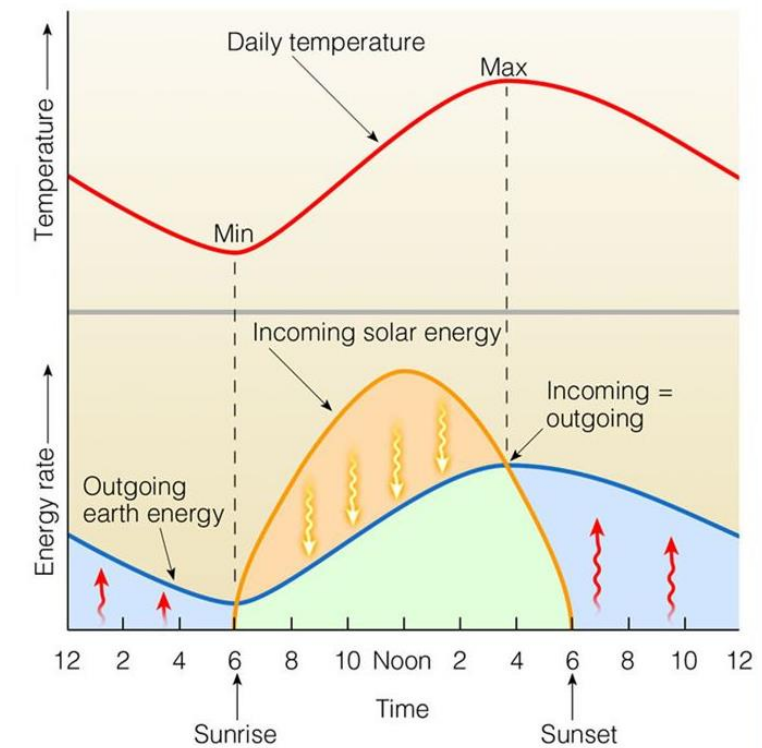
Meteorologické prvky

- ▶ Slnéčné žiarenie ✓
- ▶ Teplota vzduchu
- ▶ Vlhkosť vzduchu
- ▶ Oblasťnosť
- ▶ Zrážky
- ▶ Tlak vzduchu
- ▶ Vietor



Teplota vzduchu

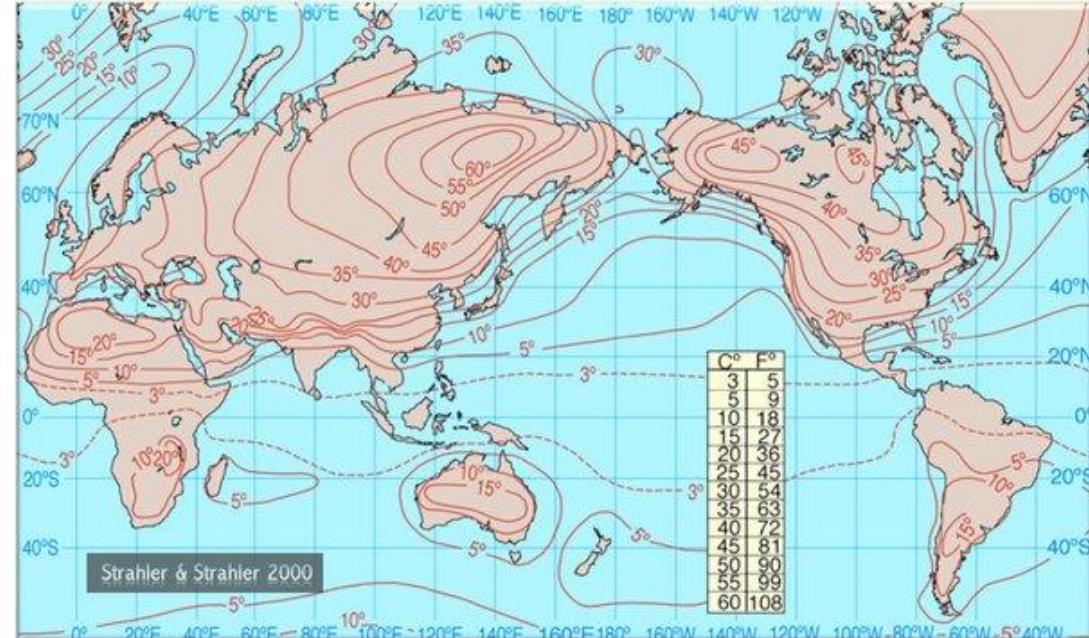
- ▶ meteo. prvok udávajúci **teplotné pomery** v atmosfére
- ▶ priemerná mesačná teplota vzduchu s atmosférickými zrážkami určuje **klimatický ráz** jednotlivých oblastí na svete
- ▶ meraná vo výškach 2 m a 5 cm
- ▶ spojnica bodov s rovnakými teplotami – **izoterma**
- ▶ **denný chod teploty vzduchu** charakterizuje priebeh teploty vzduchu počas dňa
- ▶ pri **radiačnom** (jasnom) počasí je krivka denného chodu teplôt vzduchu v tvare sínusoidy, pri **zatiahnutej** oblohe je jej tvar nepravidelný
- ▶ **priemerná denná teplota** (T_d) sa určuje podľa vzťahu (SR):
$$T_d = (T_7 + T_{14} + 2 \times T_{21}) / 4$$
- ▶ v Nemecku - priemer hodinových údajov za 24h
- ▶ Svetová meto. org. - priemer z denného maxima a minima (USA a FR)
- ▶ **Interdiurné zmeny teploty vzduchu** – rozdiel priemerných teplôt 2 nasledujúcich dní po sebe (na SR častejšie kladné hodnoty)



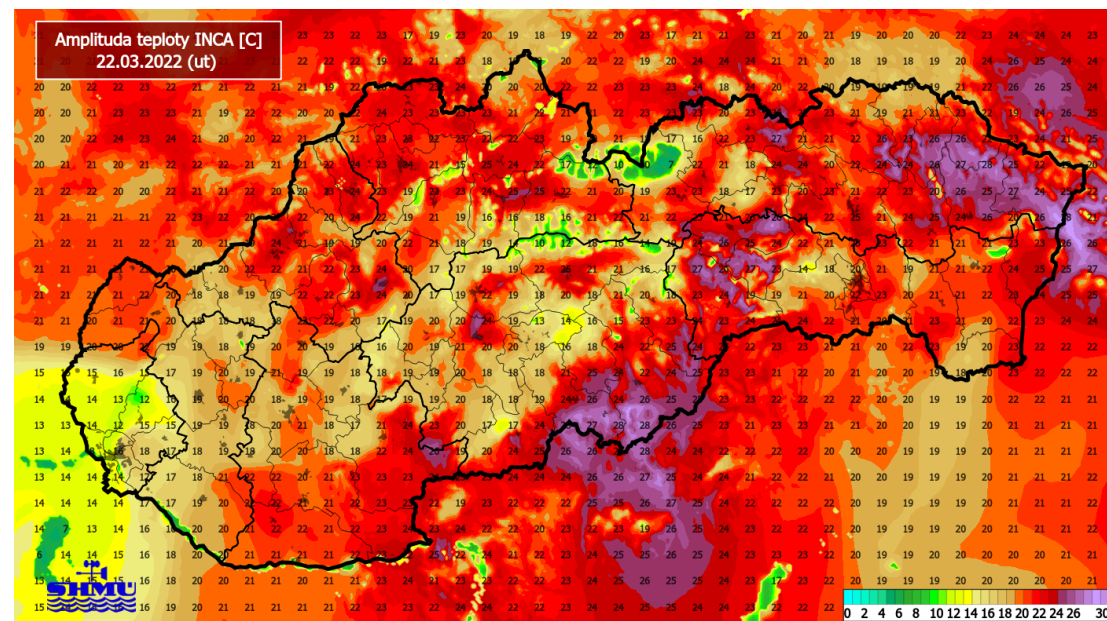
- ▶ pre štatistické spracovanie v klimatológii sa používajú tzv. **charakteristické denné teploty vzduchu**:
 - ▶ **Letný deň** – deň s max. T vzduchu 25 °C a viac
 - ▶ **Tropický deň** – deň s max. T vzduchu 30 °C a viac
 - ▶ **Tropická noc** – noc s min. T vzduchu 20 °C a viac
 - ▶ **Mrazový deň** – deň, počas ktorého T vzduchu poklesla na $-0,1\text{ °C}$ a menej
 - ▶ **Ľadový deň** – deň s max. T vzduchu $-0,1\text{ °C}$ a menej
 - ▶ **Arktický deň** – deň, kedy max. T vzduchu je -10 °C a menej

Teplota vzduchu

- ▶ **amplitúda teploty vzduchu** - rozdiel medzi najvyššou a najnižšou teplotou vzduchu počas dňa, mesiaca, roka...
- ▶ závisí od:
 - ▶ **Zemepisnej šírky:** rovník – malá, v tropických oblastiach vyššie, najvyššie sú vo vnútrozemí
 - ▶ **Nadmorskej výšky:** s nadmorskou výškou denné amplitúdy teploty vzduchu klesajú, teplotné maximum počas dňa sa presúva do popoludňajších hodín
 - ▶ **Vzdialenosti od pobrežia:** v pobrežných oblastiach sú denné amplitúdy malé, smerom do vnútrozemia stúpajú
 - ▶ **Ročného obdobia:** rôzne podľa klim. oblastí, v našom podnebnom pásme je amplitúda najvyššia na jar
 - ▶ **Charakteru počasia:** pri radiačnom type počasia (jasná obloha, bezvetrie) sú denné amplitúdy teploty vzduchu vyššie v dôsledku stabilného rozvrstvenia vzduchu ako pri advekčnom type počasia (zamračené, veterno)
 - ▶ **Tvaru reliéfu:** konvexné tvary reliéfu majú denné amplitúdy teploty vzduchu menšie ako rovinné plochy, najväčšie amplitúdy majú konkávne tvary reliéfu a z nich najmä úzke konkávne tvary reliéfu
 - ▶ **Vegetácie:** vyššia a hustejšia vegetácia = menšie amplitúdy

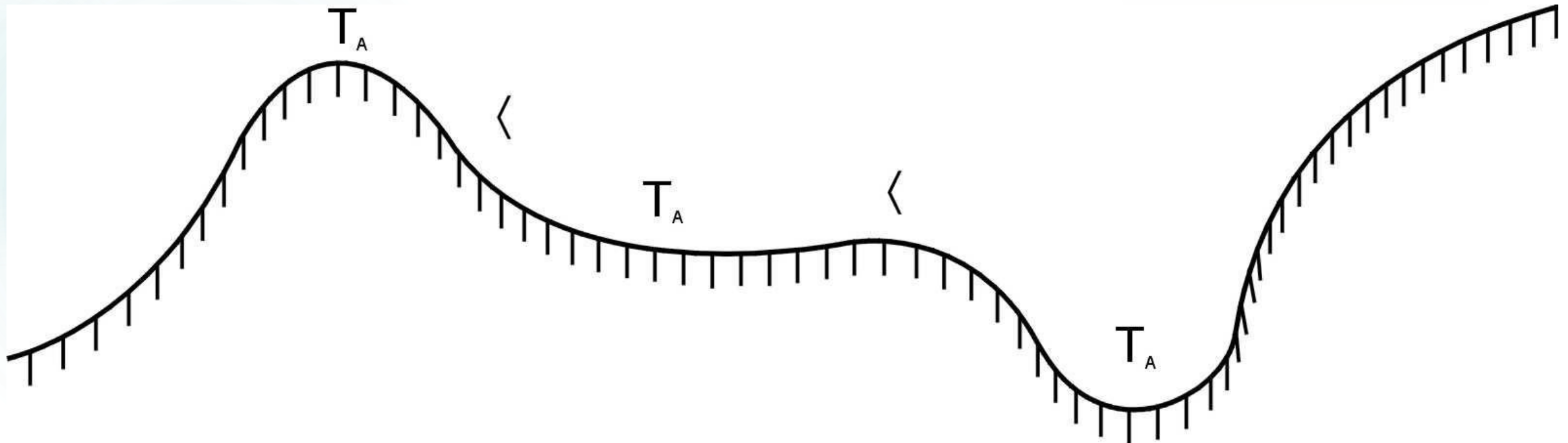


- ▶ **Ročná amplitúda teploty vzduchu** - rozdiel medzi najvyššou a najnižšou priemernou mesačnou teplotou vzduchu



Teplota vzduchu

- ▶ **insolácia** výrazne vplýva na priebeh teploty
- ▶ denný režim insolácie, albedo a efektívne vyžarovanie aktívneho povrchu sú rozhodujúce činitele charakteru denného a ročného chodu teploty vzduchu
- ▶ **Vojejkovov zákon** - vypuklé (konvexné) tvary georeliéfu majú **denné amplitúdy teploty vzduchu** menšie, než rovinné polohy a tie menšie, než zarezané (konkávne) tvary georeliéfu

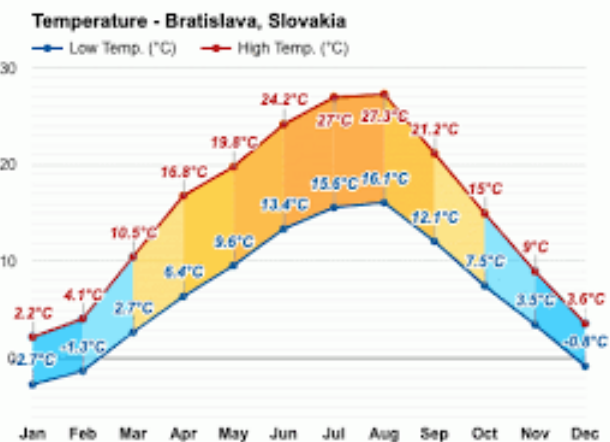
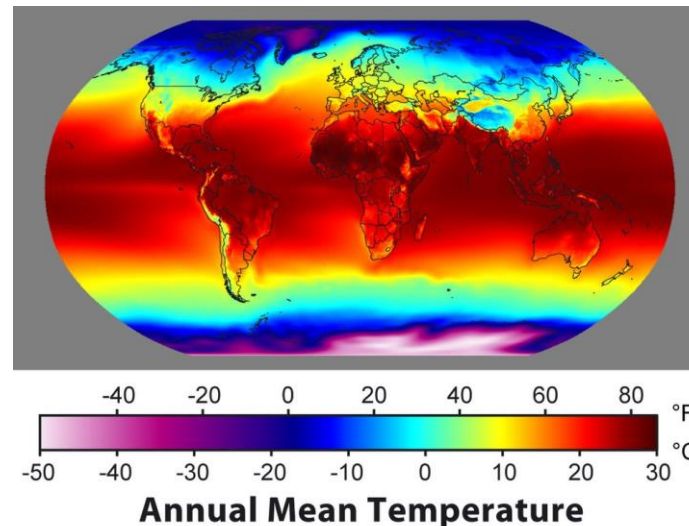
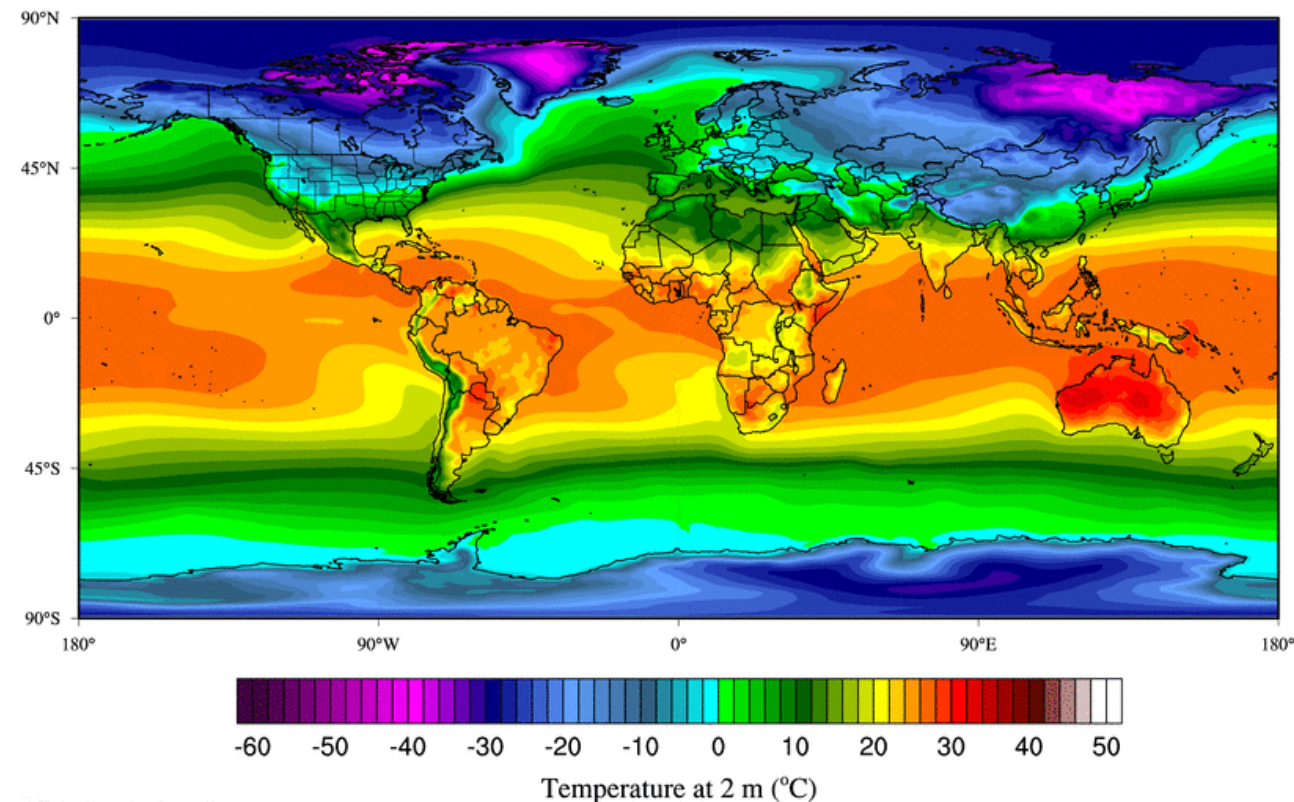


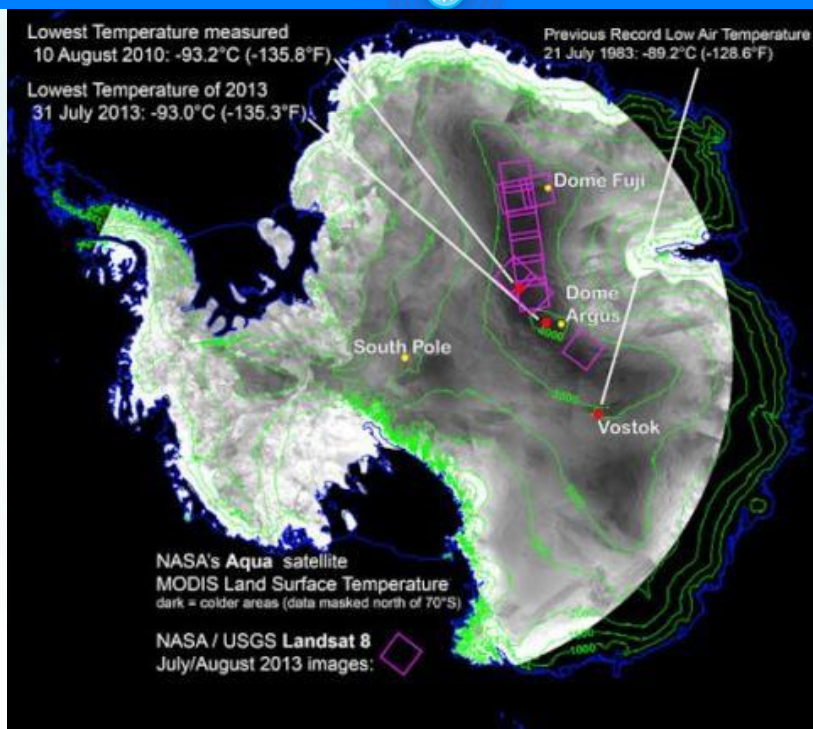
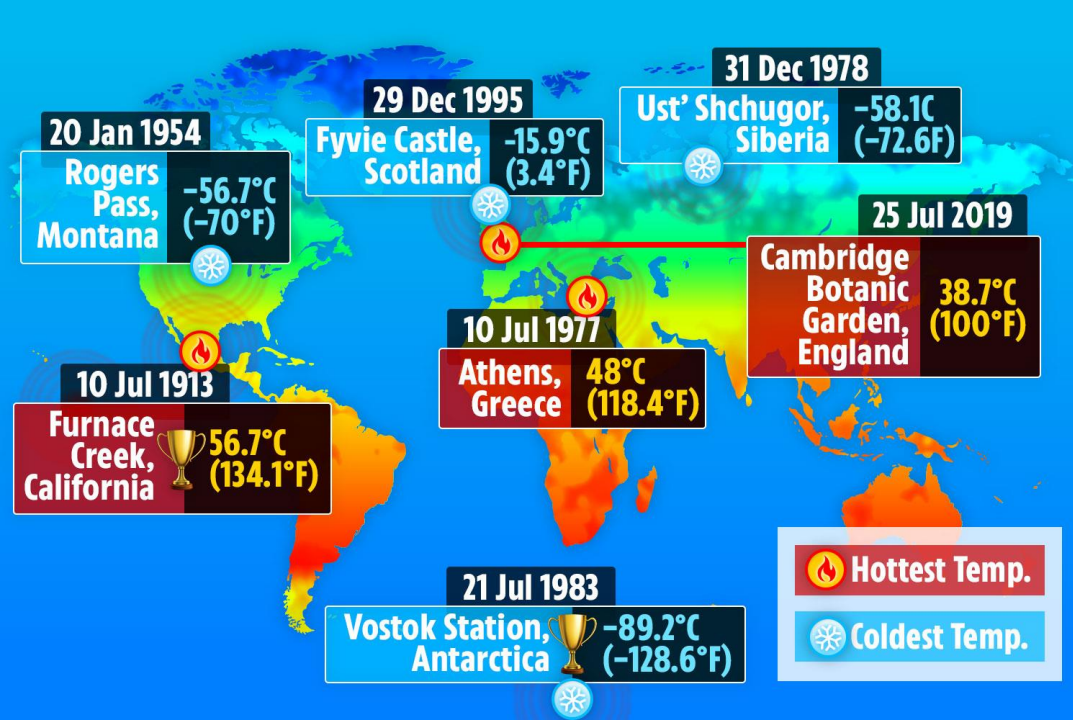
Teplota vzduchu

- ▶ priebeh **ročného chodu teploty vzduchu** je pozorovaný pomocou priemerných mesačných teplôt vzduchu
- ▶ závisí na režime výmeny vzduchových hmôt, zemepisnej šírke a stupni kontinentality/oceanity územia
- ▶ **rozloženie teploty vzduchu na Zemi** je globálne podmienené tvarom Zeme, sklonom zemskej osi, energetickou bilanciou systému aktívny povrch - atmosféra, všeobecnou cirkuláciou atmosféry a morskými prúdmi
- ▶ teplota stúpa od rovníka k obratníkom, od obratníkov k pólom následne klesá, v zime sú oceány teplejšie než pevnina rovnakých zemepisných šírok, v lete naopak
- ▶ v ročnom chode predstavuje **globálna amplitúda** rozdiel medzi najvyššou a najnižšou teplotou vzduchu nameranou na Zemi
- ▶ **absolútna amplitúda** teploty vzduchu na Slovensku dosahuje 81.3 °C (max. 40.3 °C - Hurbanovo, min. -41 °C - Víglaš-Pstruša)
- ▶ globálna amplitúda na Zemi 147.4 °C (max. 57.8 °C - Death Valley, min. -89.6 °C - Vostok)

ERA-Interim | Climate Reanalyzer

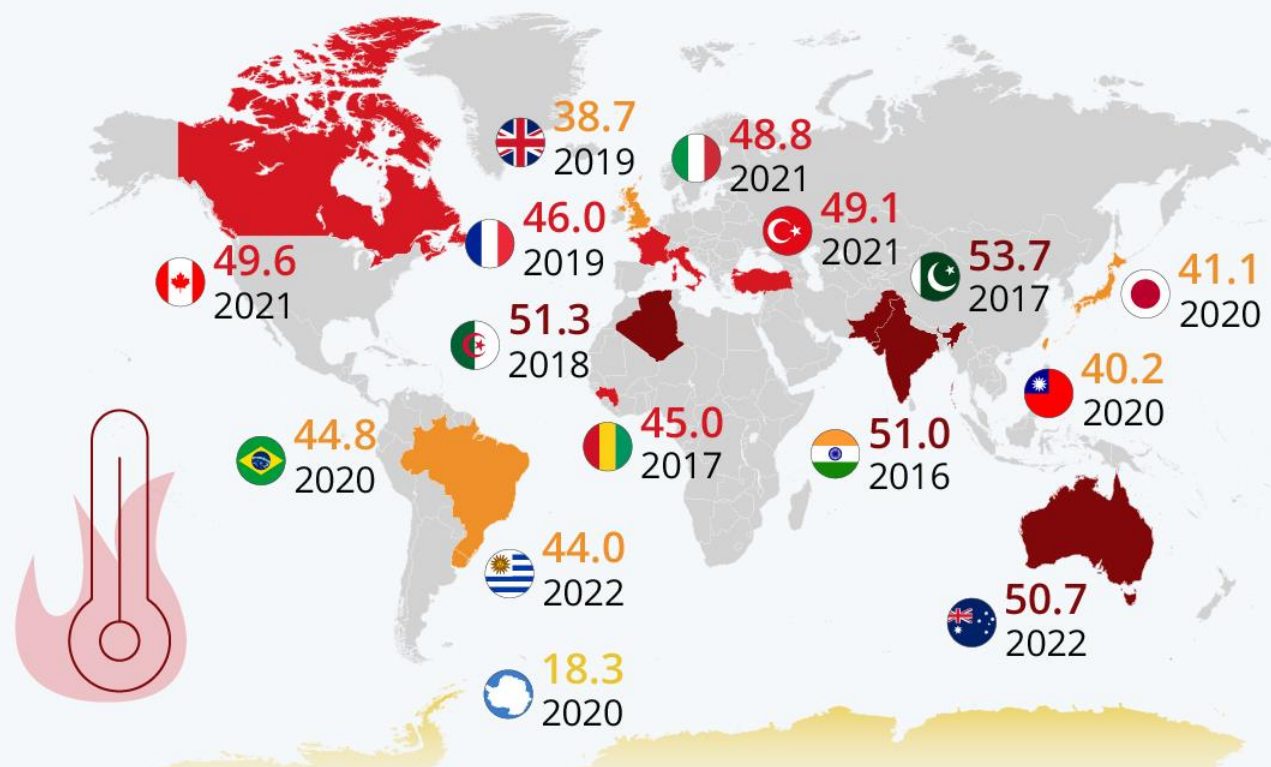
January 15 1979-2000 Average





World Sees Record Heat Waves

Selection of temperature records by country (or continent) recorded during the last five years, in °C



* As of May 3, 2022.

Sources: World Meteorological Organization, media reports, Statista research



Teplota vzduchu

► Typy ročného chodu teploty vzduchu:

► Typ rovníkového pásma:

- Mesačné **amplitúdy** teplôt vzduchu nevýrazné **do 5 °C**
- 2 nevýrazné **teplotné maximá (rovnodennosť)**
a 2 nevýrazné **teplotné minimá (slnovrat)**

► Typ tropického pásma:

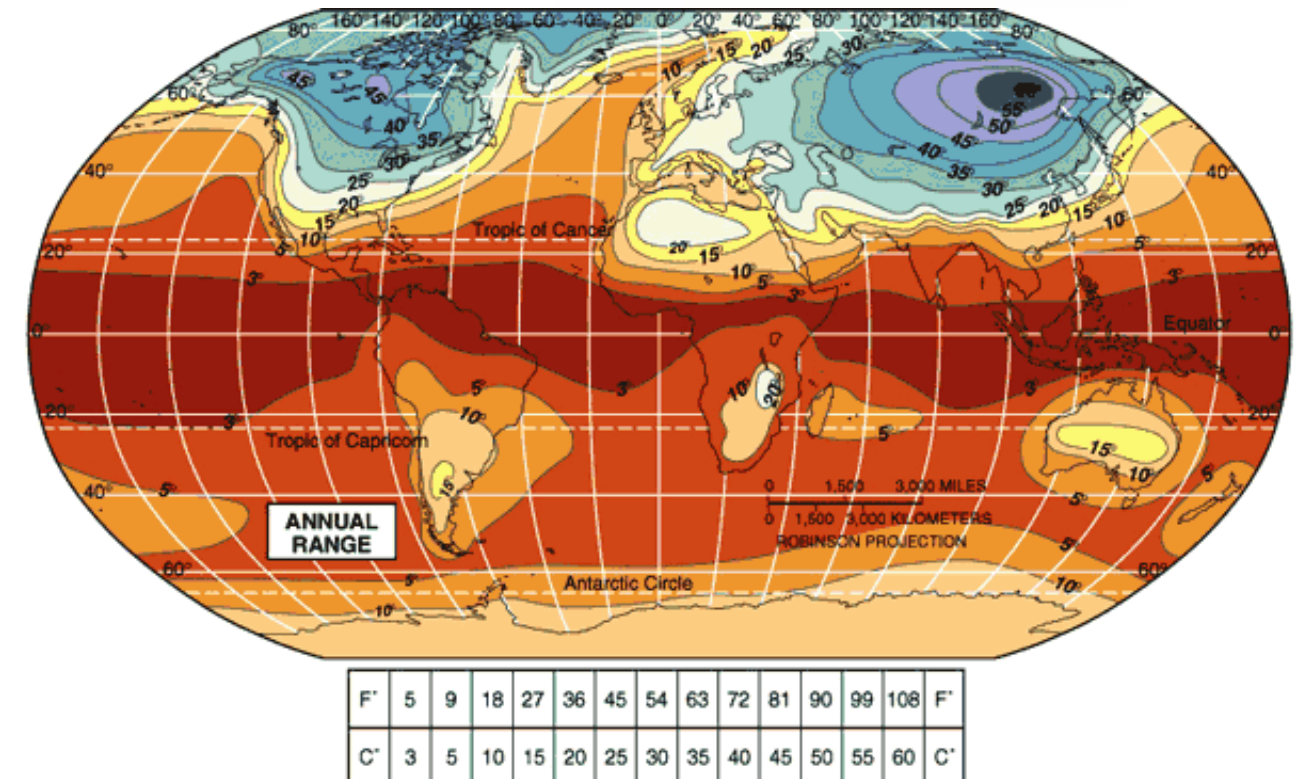
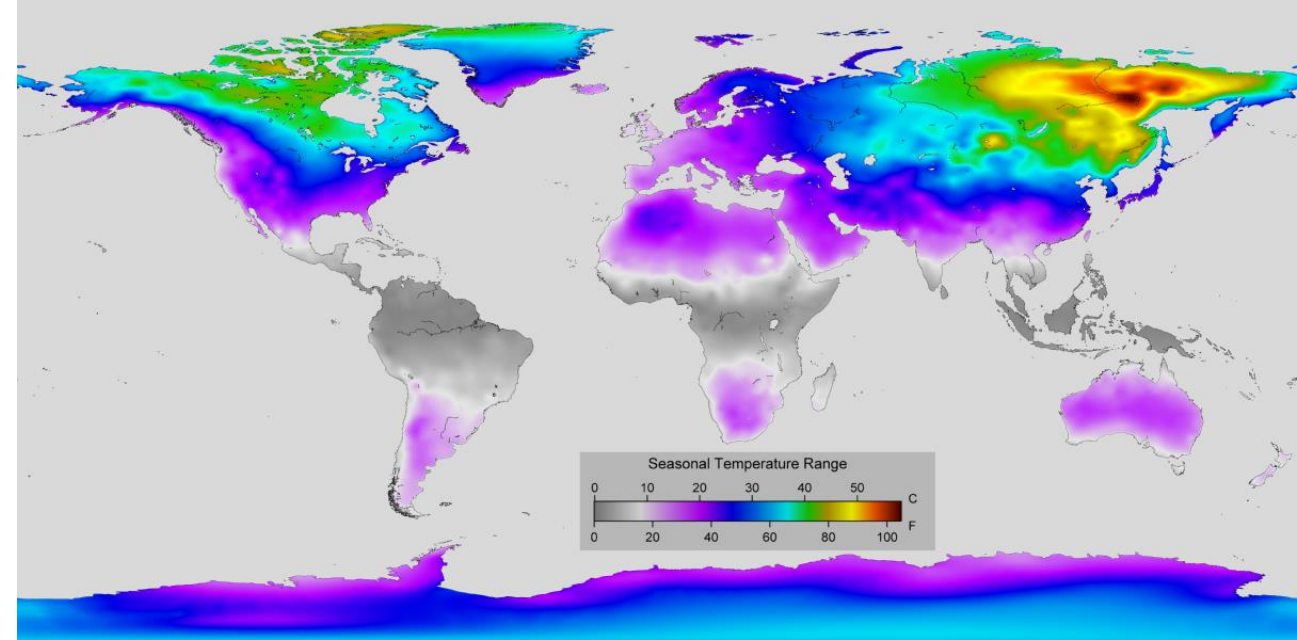
- Mesačné **amplitúdy** teplôt vzduchu pri **pobrežiach do 5 °C**, vo **vnútrozemí do 15 °C**
- 1 teplotné maximum (**S-Jún**) a 1 teplotné minimum (**S-Dec. a Jan.**), ktoré sa viažu na obdobie s najvyššou a najnižšou polohou Slnka nad obzorom

► Typ mierneho pásma:

- Mesačné **amplitúdy** určuje stupeň oceanity, resp. kontinentality - v **oceánskom type do 15 °C**, v **prechodnom type 15 – 30 °C**, v **kontinentálnom type nad 30 °C**, extrémne **až 60 °C**
- Teplotné **maximum** v období **letného slnovratu**
a **minimum** v období **zimného slnovratu**

► Typ arktického (antarktického) pásma:

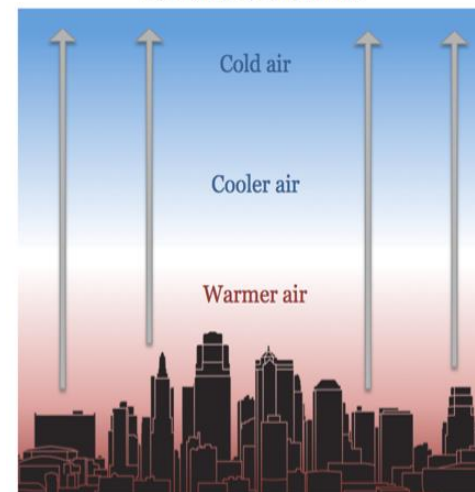
- Mesačné **amplitúdy** v pobrežných a ostrovných oblastiach od 10 do 20 °C, v kontinentálnych oblastiach 20 – 40 °C
- Teplotné **maximum** počas **vrcholu polárneho leta**,
minimum na konci **polárnej noci**



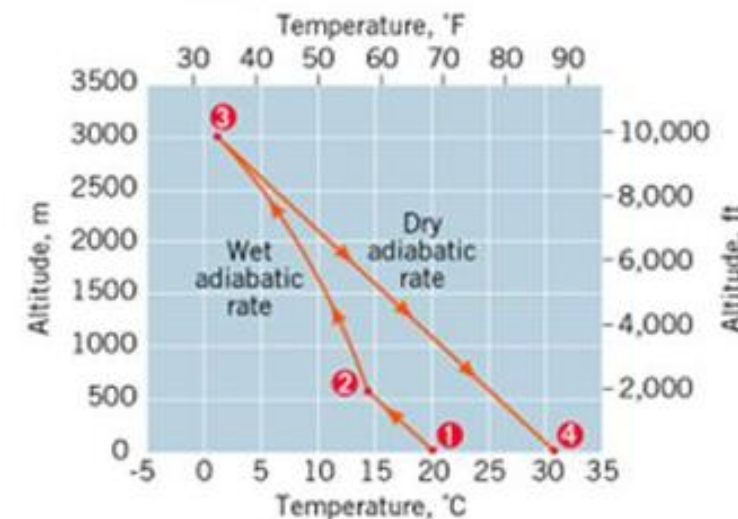
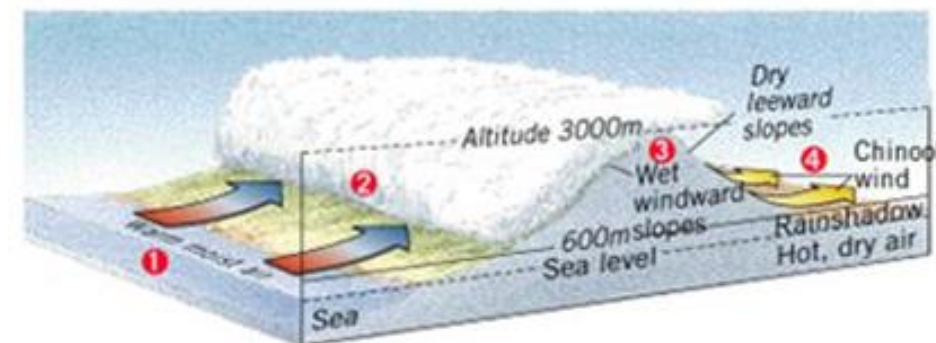
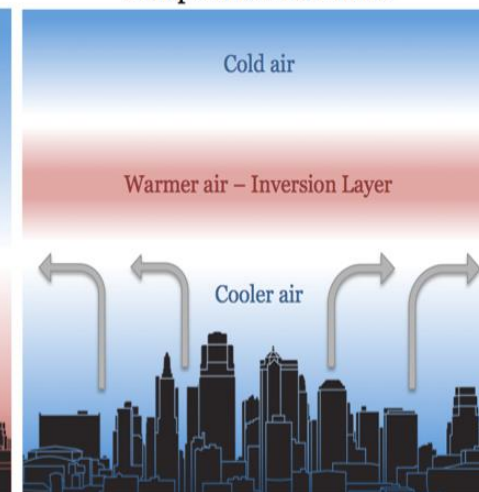
Teplota vzduchu

- ▶ **vertikálny teplotný gradient** - zmena teploty vzduchu s nadmorskou výškou (cca $0,6^{\circ}\text{C}/100\text{m}$)
- ▶ **vlhkoadiabatický gradient** - vo vlhkom vzduchu je pokles teploty vzduchu s výškou nižší (cca $0,5^{\circ}\text{C}/100\text{m}$)
- ▶ **suchoadiabatický gradient** – v suchom vzduchu vyšší (cca $1^{\circ}\text{C}/100\text{m}$)
- ▶ **teplotné inverzie** – opačný priebeh vertikálneho gradientu, podľa polohy sú inverzie **prízemné** a **výškové**, podľa príčin vzniku:
 - ▶ **P - Radiačné** (nočná, zimná) - v dôsledku ochladzovania prízemnej vrstvy od aktívneho povrchu dlhovlnným vyžarovaním (jasná noc – slabý vietor) stabilné zvrstvenie vzduchu - takmer sa nepremiešava, nepriaznivé podmienky pre rozptyl znečisťujúcich látok v ovzduší – **smog**, okrem zimy ráno zanikajú
 - ▶ **P - Advekčné** - pri prúdení teplejšieho vzduchu nad chladnejší zemský povrch (u nás typický nad snehovou pokrývkou na jar)
 - ▶ **V - Radiačné** - ochladzovaním vzduchu vo vyššej vrstve atm. (horná hranica oblakov)
 - ▶ **V - Subsidenčné** – v oblasti vysokého tlaku, pri suchoadiabatickom klesaní, tlak vzduchu smerom dole stúpa, vzduch sa rozteká do strán a znižuje hrúbku (teplá poklesávajúca vrstva nad studeným vzduchom)
 - ▶ **V - Pasátové** - vznikajú v oblastiach tlakových výší pri obrátnikoch subsidenciou vzduchu z vyšších vrstiev atmosféry z klesajúcich a slabnúcich antipasátov
- ▶ Najviac dní s inverziou na Slovensku koncom leta
- ▶ V horských oblastiach 40% dní v roku – väčšie na severných svahoch

Normal Conditions

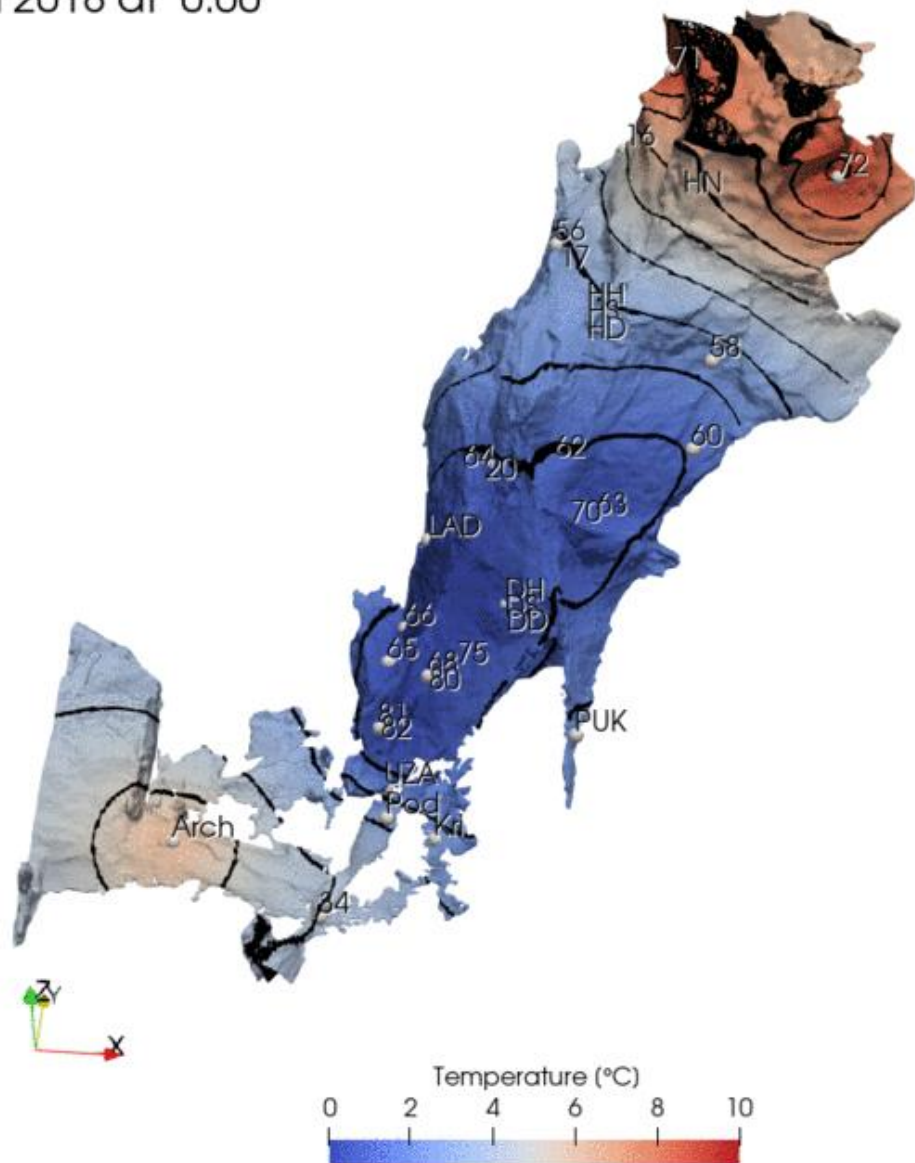


Temperature Inversion

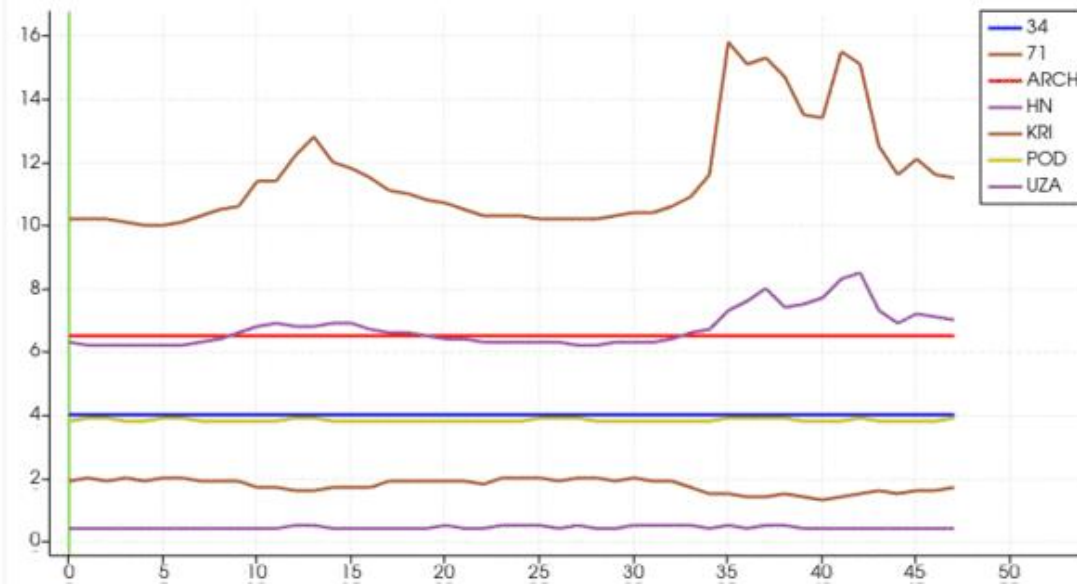
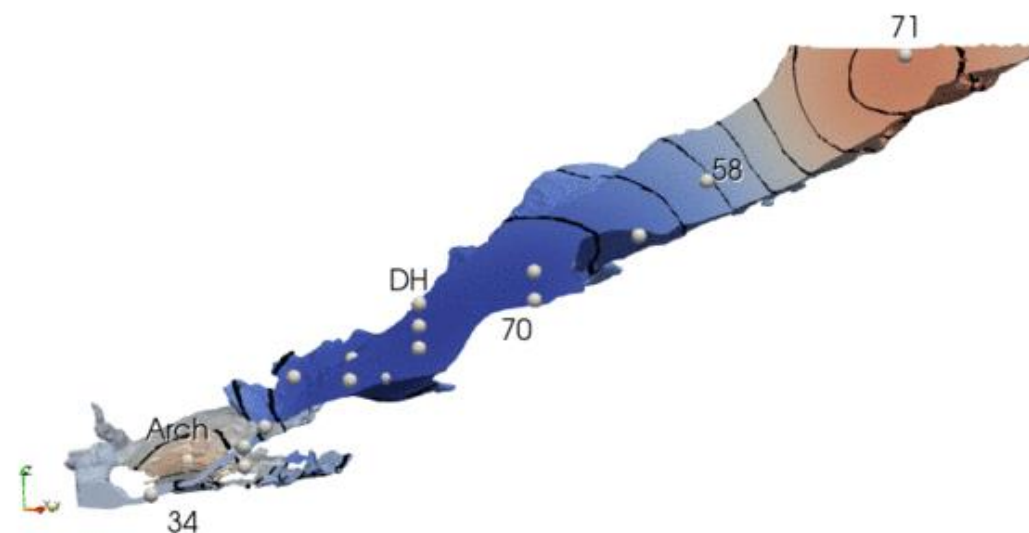


Teplota vzduchu ľadová jaskyňa (NTA)

22 Jul 2018 at 0:00

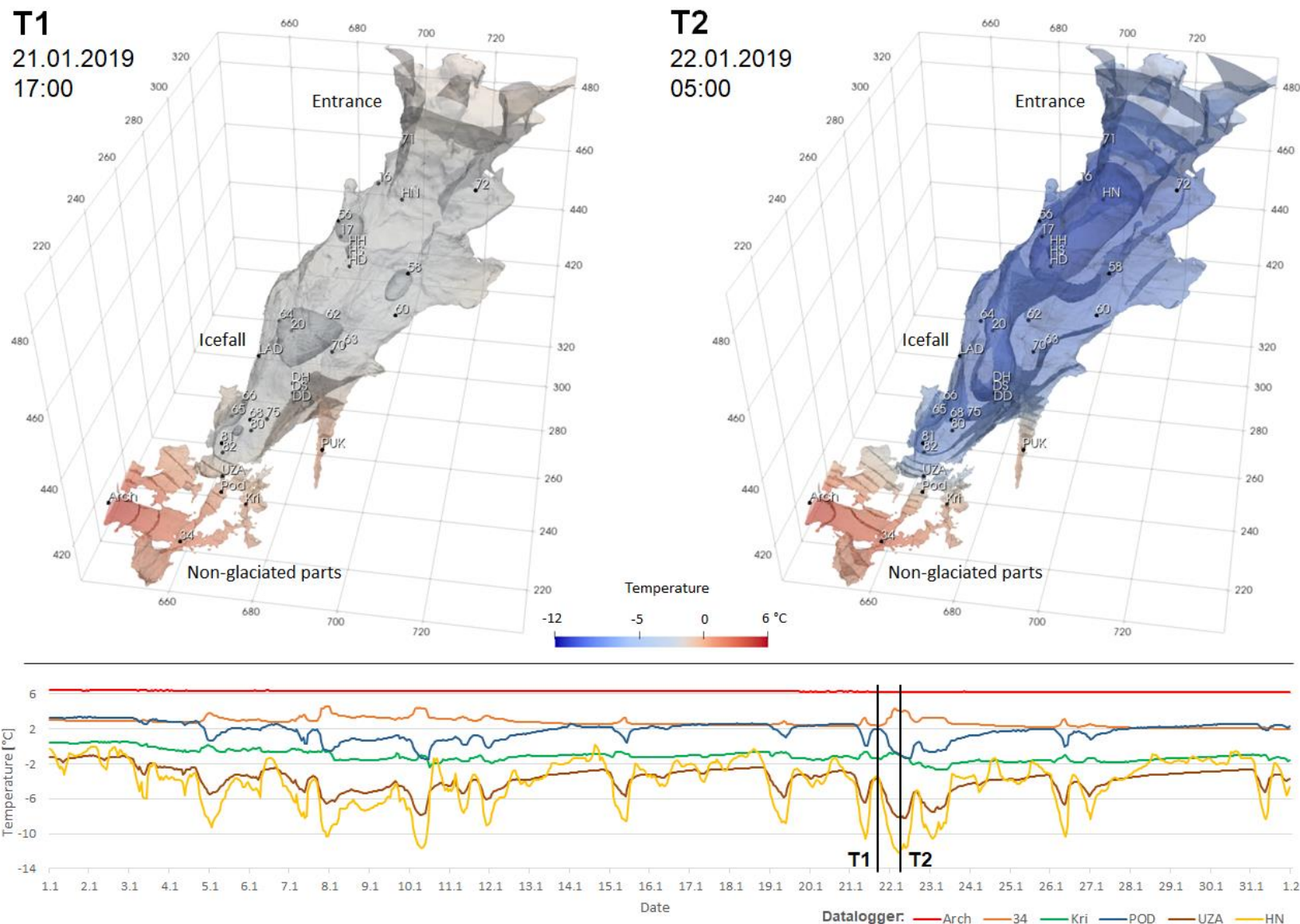


Cross-section



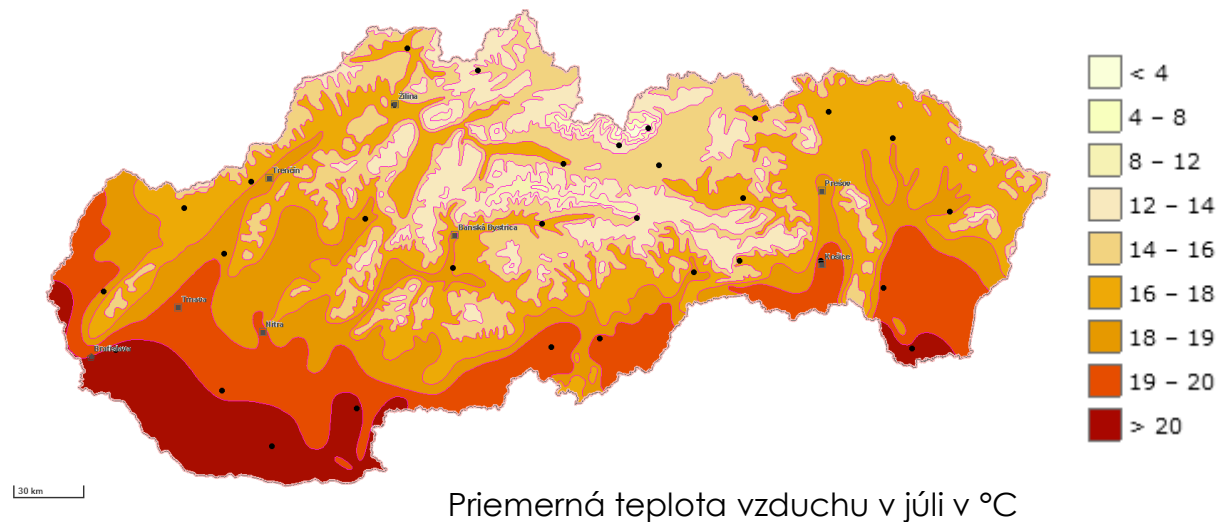
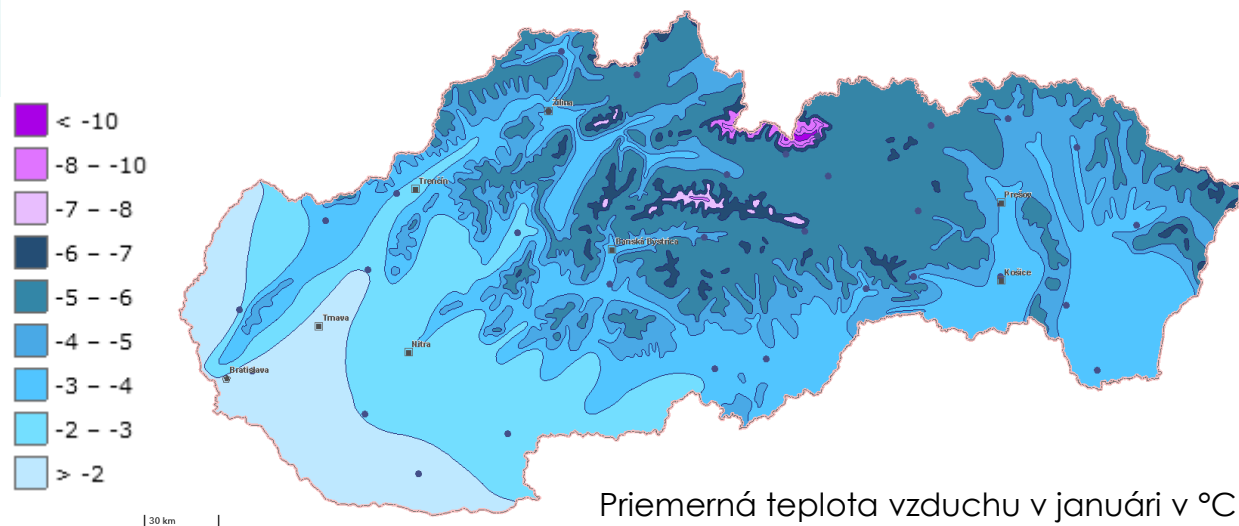
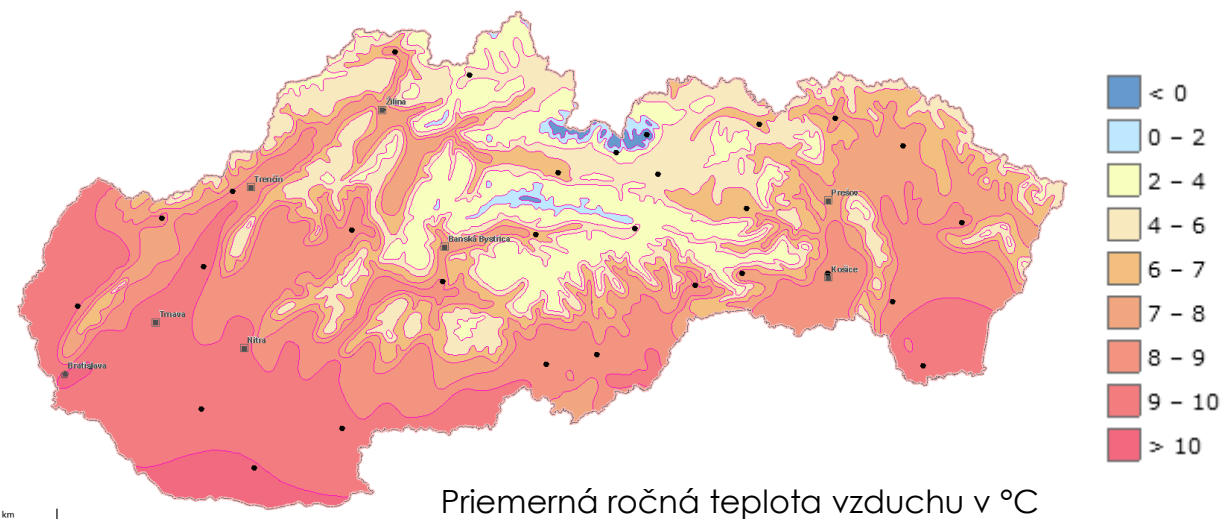
Teplota vzduchu ľadová jaskyňa (NTA)

- ▶ Ochladzovanie vstupnej priepasti ak: $T_{out} < T_{in}$
- ▶ Zvýšenie teplôt na dataloggeroch 34 a Kri počas dynamických podmienok
- ▶ 3D vizualizácia pomáha odhaliť teplotné anomálie
- ▶ 3D interpolácia je závislá od priestorového umiestnenia teplotných dataloggerov



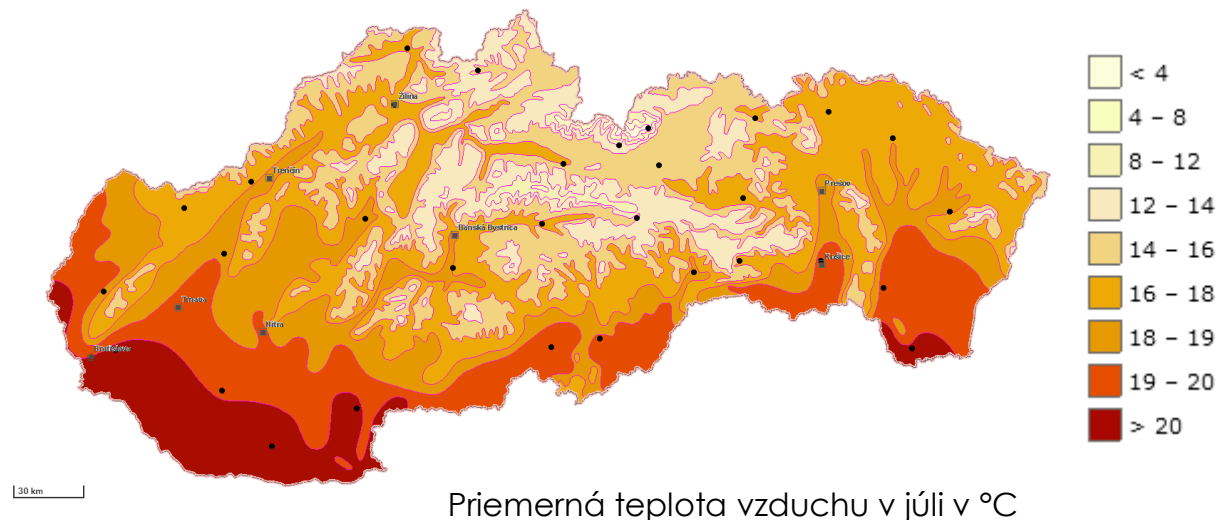
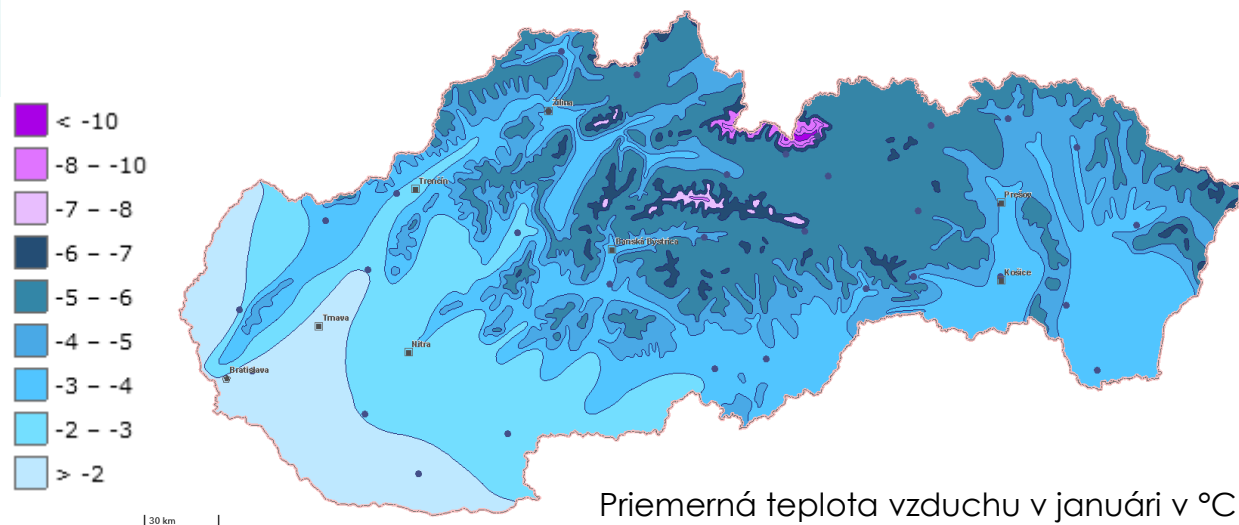
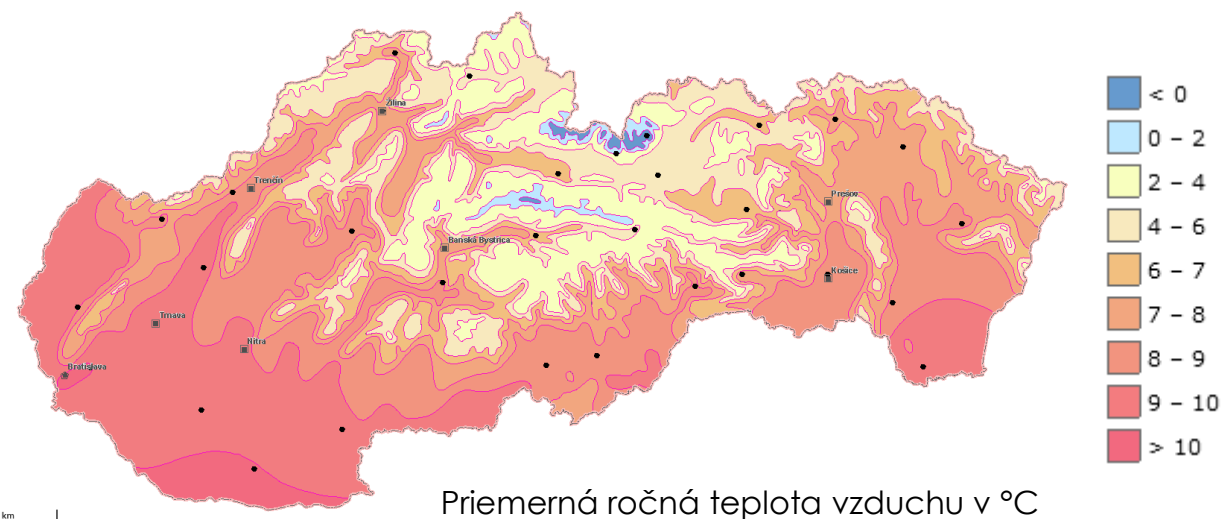
Teplota vzduchu

- ▶ na Slovensku je najteplejšou oblasťou **Podunajská nížina** s priemernou teplotou vzduchu v januári -1 až -2 °C, v júli 18 až 21 °C a v ročnom priemere **9 až 11 °C**
- ▶ **v kotlinách a dolinách** riek dosahuje priemerná ročná teplota vzduchu hodnoty v intervale **6 až 8 °C**
vo výške 1000 m dosahuje v hodnoty v rozmedzí 4 až 5 °C
vo výške 2000 m n. m. okolo -1 °C
na hrebeňoch Vysokých Tatier menej ako **-3 °C**
- ▶ najnižšia priemerná ročná teplota -5,6 °C bola nameraná na **Lomnickom štíte** v roku 1956



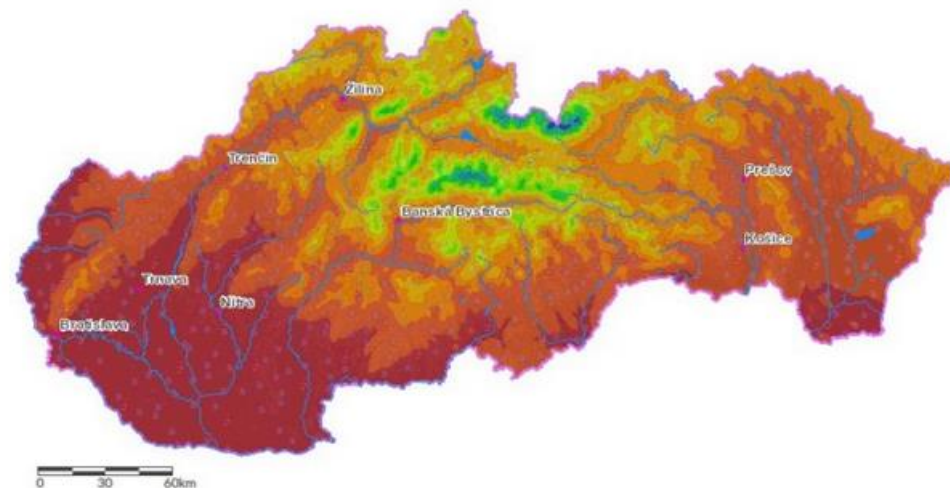
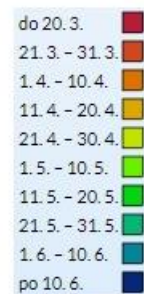
Teplota vzduchu

- ▶ v ročnom chode priemernej mesačnej teploty vzduchu je u nás **najteplejším mesiacom júl**, v najvyšších polohách Tatier až **august**
- ▶ najvyšší mesačný priemer 26 °C bol nameraný v Petržalke v auguste 1992
- ▶ **najchladnejším mesiacom je január**, v najvyšších polohách Tatier **február**
- ▶ vplyv kontinentality sa smerom na východ prejavuje poklesom priemernej Jan. teploty vzduchu v nížinách na hodnoty -2 až -4 °C

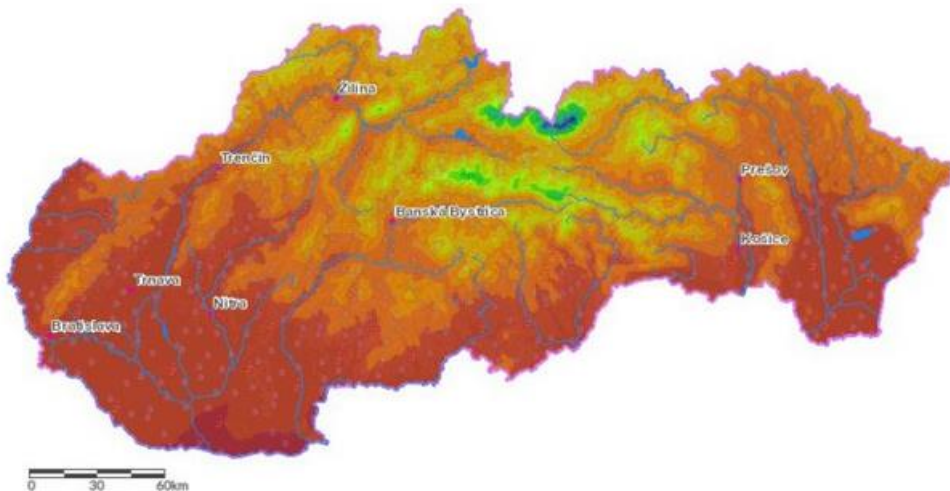
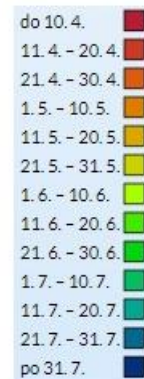


Teplota vzduchu

- ▶ za **zim** sa v meteorológii považuje obdobie s priemernou dennou teplotou pod 0 °C
 - ▶ Podunajskej nížine - po 20. 12. až polovica februára (do 2 M)
 - ▶ V Popradскеj kotline - okolo 25. 11. až polovica marca (3,5 M)
- ▶ **výskyt mrazov (počet dní)**
 - ▶ v okolí Bratislavy okolo 90
 - ▶ v Podunajskej nížine do 100
 - ▶ vo Východoslovenskej nad 110
 - ▶ v kotlinách pod Tatrami nad 160
- ▶ **veľké vegetačné obdobie**
 - priemerná denná teplota dosahuje nad 5 °C
- ▶ **hlavné vegetačné obdobie**
 - priemerná denná teplota dosahuje nad 10 °C
- ▶ **počet letných dní** - maximálna denná teplota vzduchu dosahuje 25 °C a viac



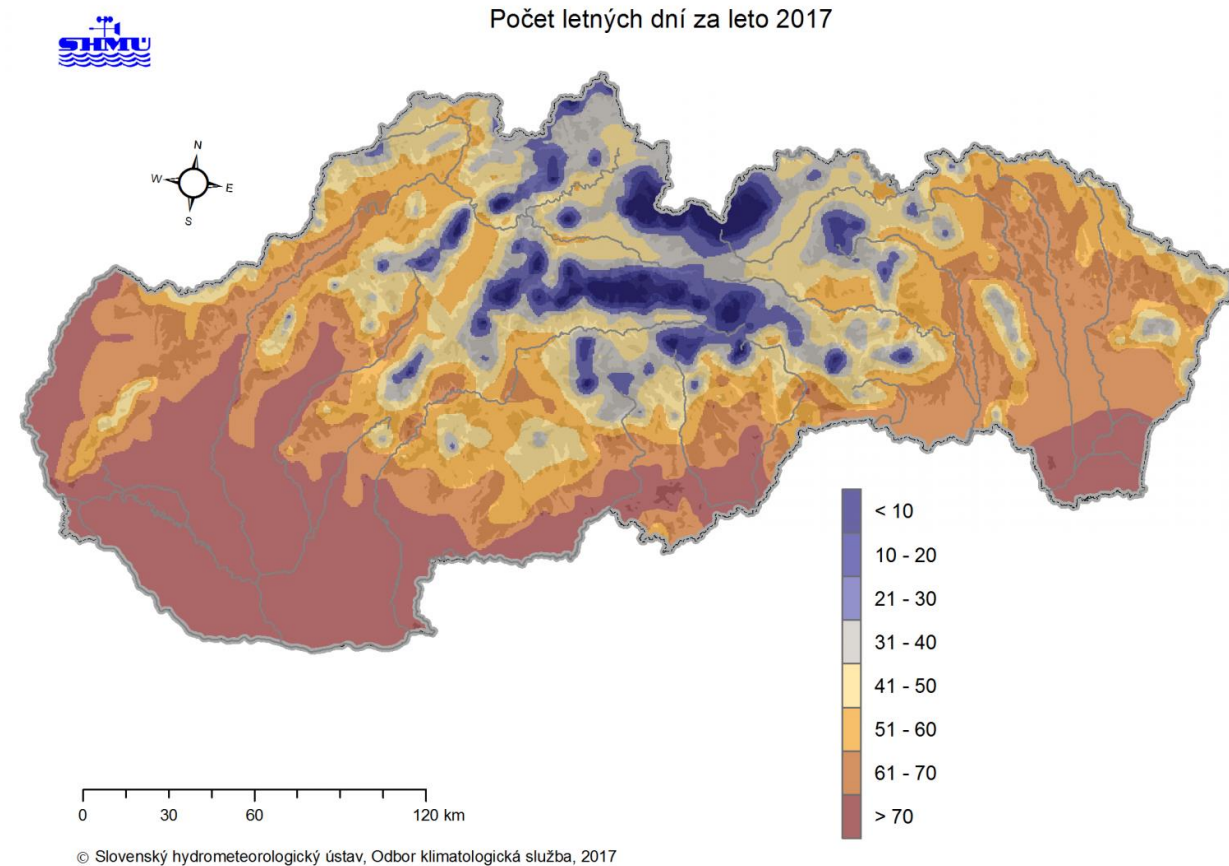
Priemerný dátum začiatku veľkého vegetačného obdobia s priemernou teplotou $\geq 5,0$ °C na Slovensku za obdobie rokov 1961 – 2010 — Zdroj: [SHMÚ](#)



Priemerný dátum začiatku hlavného vegetačného obdobia s priemernou teplotou $\geq 10,0$ °C na Slovensku za obdobie rokov 1961 – 2010 — Zdroj: [SHMÚ](#)

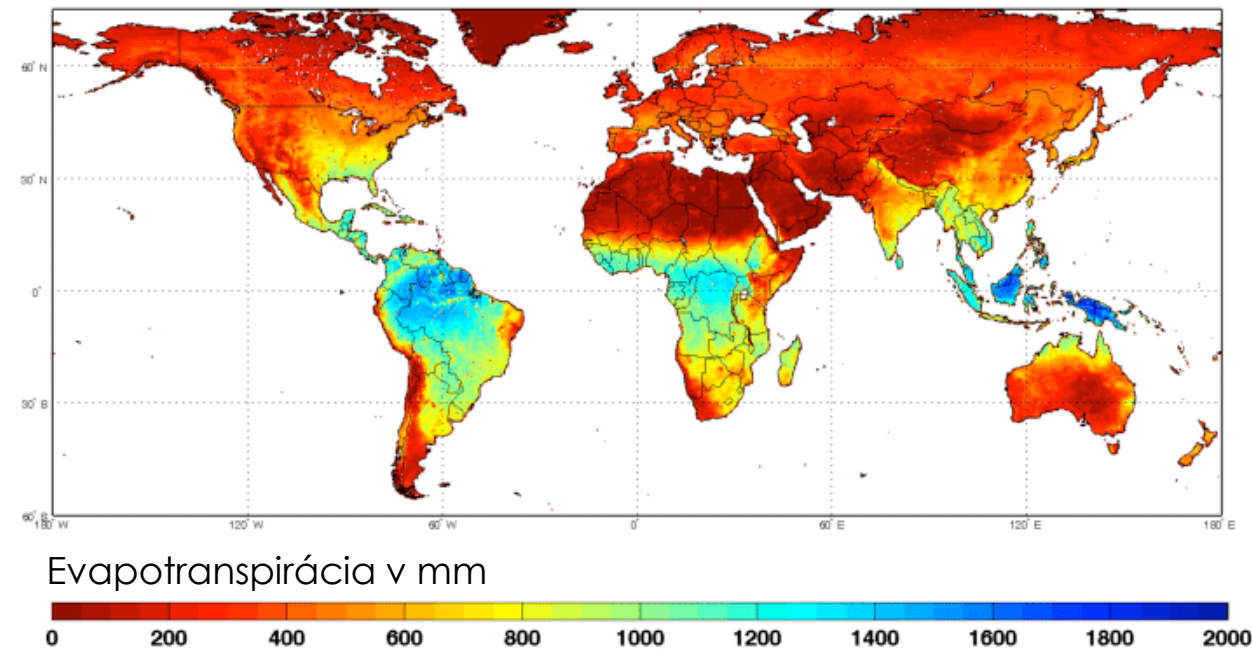
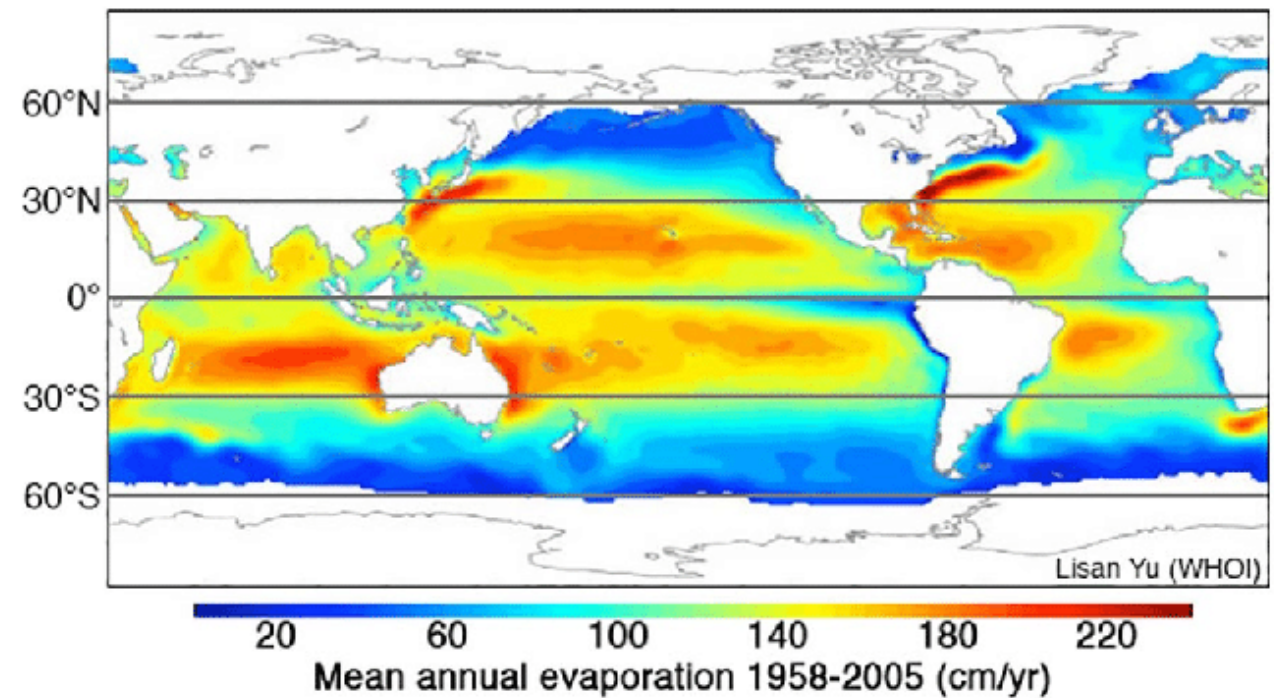
Teplota vzduchu

- ▶ za **zimu** sa v meteorológii považuje obdobie s priemernou dennou teplotou pod 0 °C
 - ▶ Podunajskej nížine - po 20. 12. až polovica februára (do 2 M)
 - ▶ V Popradskej kotline - okolo 25. 11. až polovica marca (3,5 M)
- ▶ **výskyt mrazov (počet dní)**
 - ▶ v okolí Bratislavy okolo 90
 - ▶ v Podunajskej nížine do 100
 - ▶ vo Východoslovenskej nad 110
 - ▶ v kotlinách pod Tatrami nad 160
- ▶ **veľké vegetačné obdobie**
 - priemerná denná teplota dosahuje nad 5 °C
- ▶ **hlavné vegetačné obdobie**
 - priemerná denná teplota dosahuje nad 10 °C
- ▶ **počet letných dní** - maximálna denná teplota vzduchu dosahuje 25 °C a viac



Voda v atmosfére

- ▶ **vodná para** - zachytáva teplo v blízkosti zemského povrchu a udržiava Zem teplejšiu, taktiež sa z povrchu vyparí, skondenzuje a napokon padá späť na zemský povrch
- ▶ **výpar**, spoločne s **odtokom**, **infiltráciou**, atmosférickými **zrážkami** a **cirkuláciou** v atmosfére je súčasťou **obeihu vody** v prírode
- ▶ **výpar (evaporácia)** - množstvo vody, ktoré sa vyparí do ovzdušia z aktívneho povrchu za určitý čas (km³/rok, cm³/deň)
- ▶ meria sa v bezmrázovom období o 7.00 hodine výparometrom
- ▶ z povrchu Zeme sa za rok vyparí cca 518 600 km³ vody z toho **86 % oceány a 14 % pevnina**
- ▶ vodná para sa do atmosféry dostáva aj cez proces **transpirácie** (dýchania), ktorý sa v kombinácii s evaporáciou nazýva **evapotranspirácia**

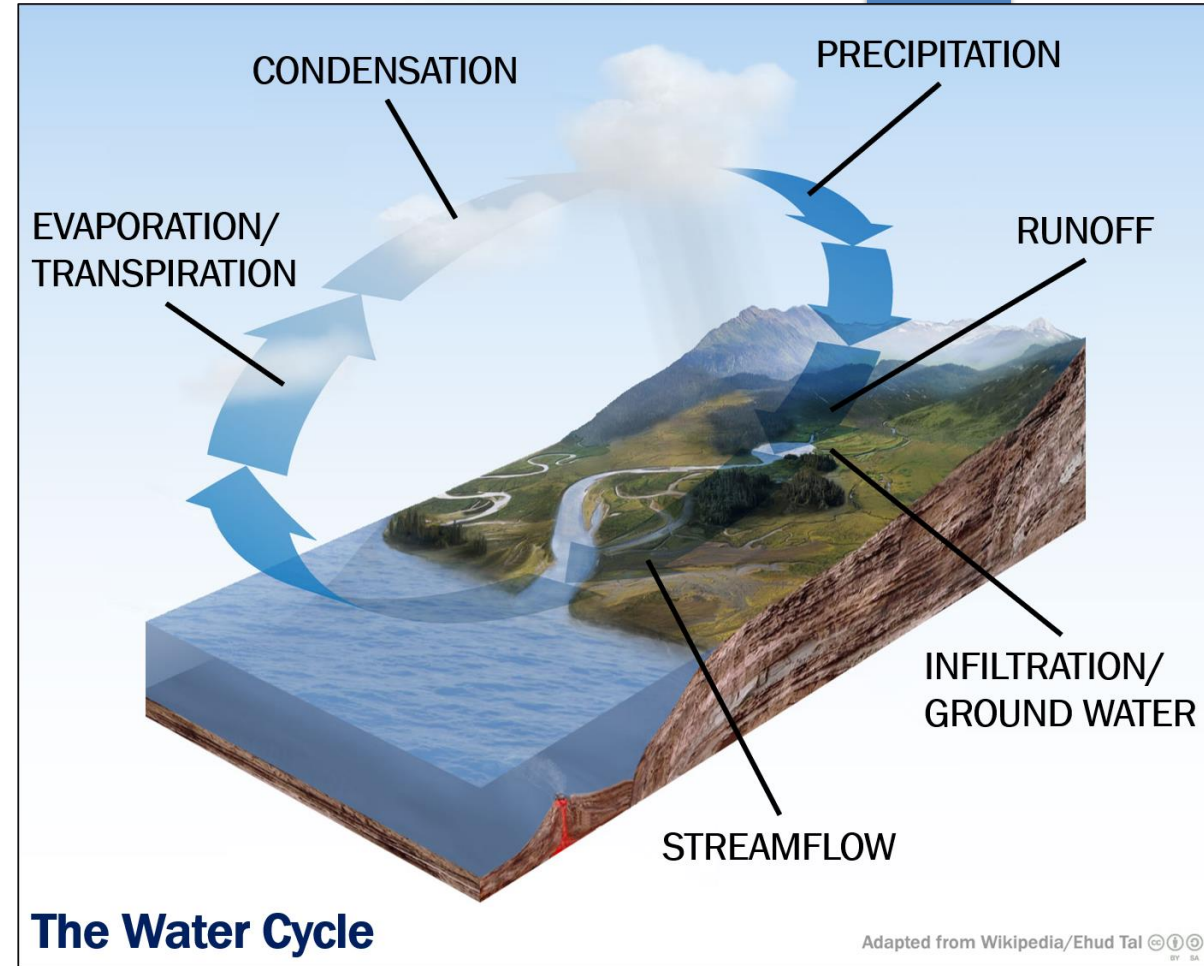


Voda v atmosfére

- ▶ **výpar nastáva**, ak je počet molekúl unikajúcich do atmosféry z povrchu vyšší, než počet molekúl vracajúcich sa späť
- ▶ k procesom **kondenzácie** alebo **depozície** dochádza, ak vzduch obsahuje väčšie množstvo vodnej pary, než je pri danej teplote schopný udržať a počet molekúl vody unikajúcich zo zemského povrchu do atmosféry je menší, než počet molekúl vracajúcich sa späť
- ▶ Ak je vzduch pri danej teplote nasýtený, nastane stav rovnováhy, už neprijíma ďalšie molekuly vody a platí **Clausius-Clapeyronova** rovnica:

$$\ln\left(\frac{P_2}{P_1}\right) = -\frac{\Delta H_{vap}}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}\right)$$

- ▶ P_1, P_2 – tlaky vodnej pary pri teplotách T_1, T_2
- ▶ ΔH_{vap} je entalpia vyparovania ($\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$), voda – $40.68 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
- ▶ R – univerzálna plynová konštanta ($8,3145 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$)



Vlhkosť vzduchu

- ▶ vyjadruje **množstvo vodnej pary v atmosfére**
- ▶ čím je teplota vzduchu vyššia viac vodnej pary k jeho nasýteniu
- ▶ **relatívna (pomerná) vlhkosť vzduchu** predstavuje mieru nasýtenia vzduchu vodnou parou
- ▶ vlhkosť vzduchu **indikuje** pravdepodobnosť **výskytu hmly, oblačnosti a zrážok**
- ▶ v meteorológii poznáme:

- ▶ **Absolútna vlhkosť vzduchu** - udáva hmotnosť vodnej pary obsiahnutej v jednotke objemu zmesi vzduchu s vodnou parou (napr. g/m³):

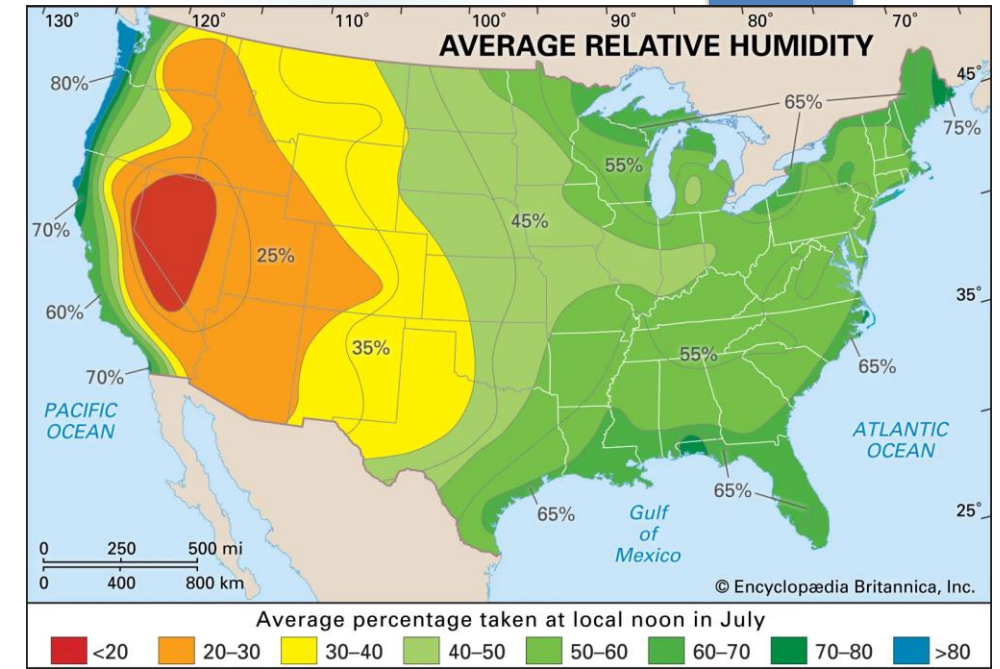
$$AH = m_w / v_{net}$$

- ▶ **Relatívna vlhkosť vzduchu** - pomer skutočnej vlhkosti vzduchu k absolútnej vlhkosti (ako parciálne tlaky), aká by bola pri danej teplote v nasýtenom vzduchu (v %):

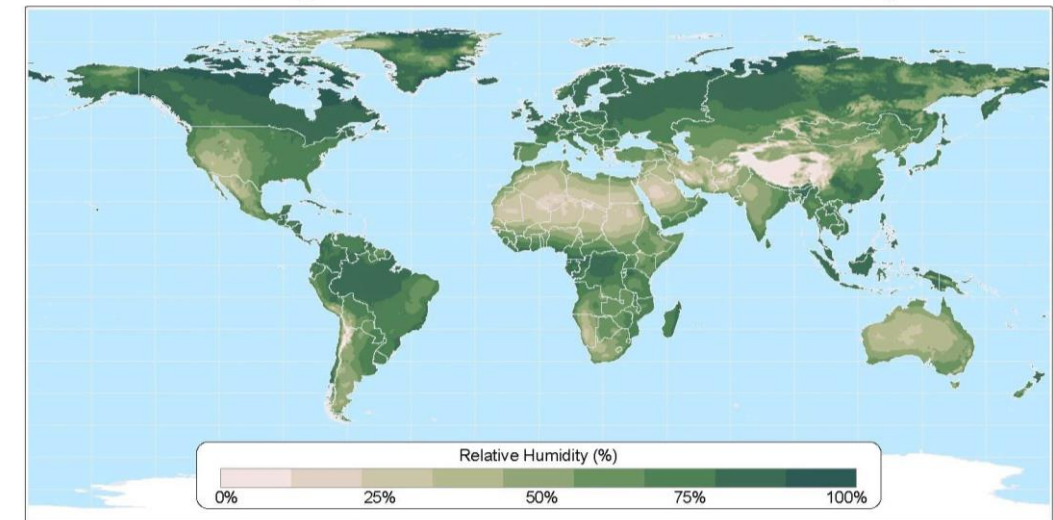
$$\theta = (e_w / e_w^*) * 100$$

- ▶ **Špecifická vlhkosť vzduchu** - vyjadruje pomer hmotnosti vodnej pary k jednotke objemu suchého vzduchu:

$$SH = m_w / v_{dry}$$



Average Annual Relative Humidity



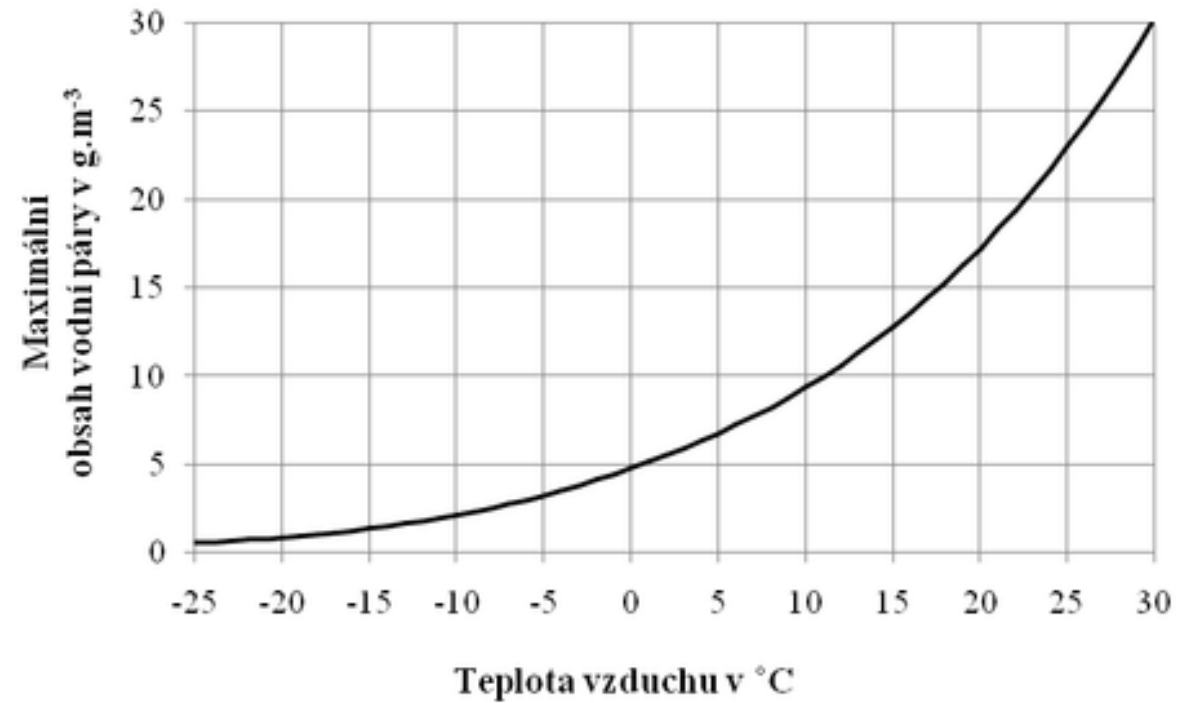
Data taken from: CRU 0.5 Degree Dataset (New, et al.)

Atlas of the Biosphere

Center for Sustainability and the Global Environment
University of Wisconsin - Madison

Vlhkosť vzduchu

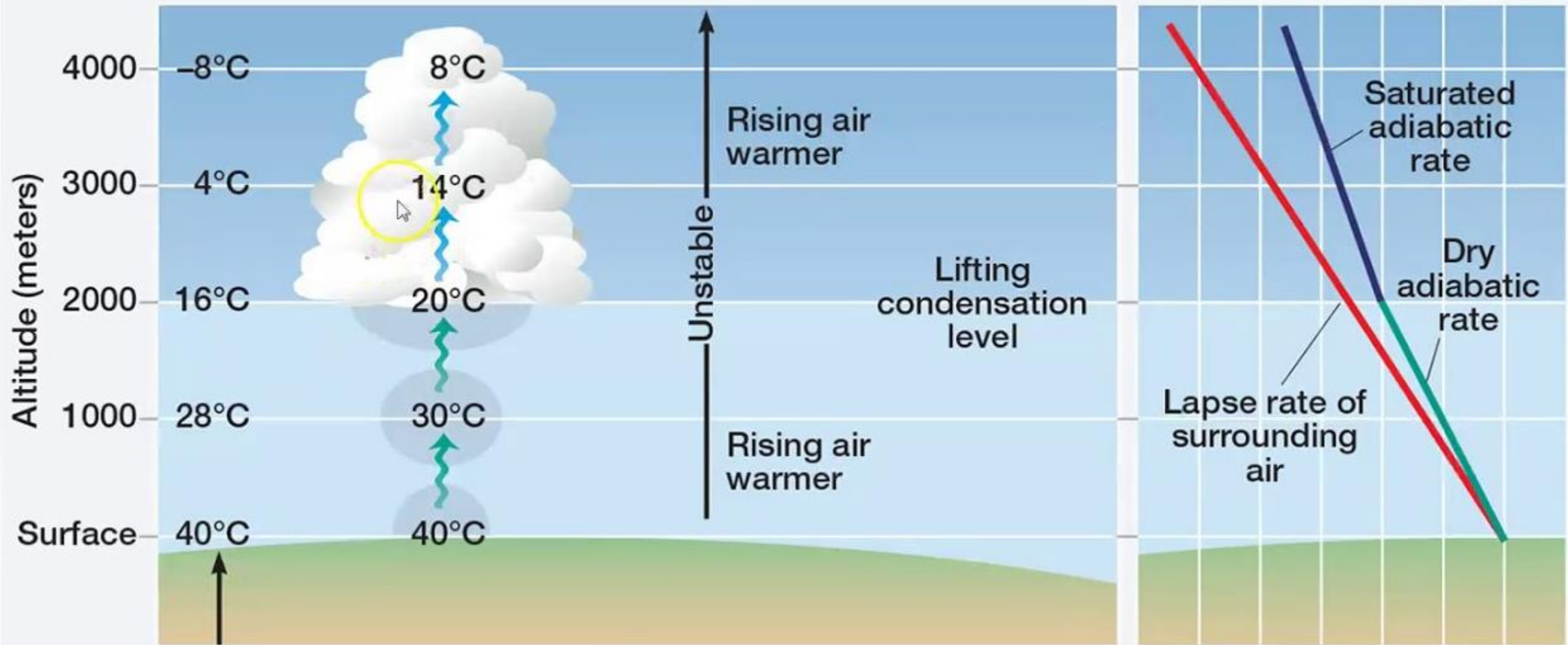
- ▶ **kondenzácia** - skvapalňovanie vodnej pary
- ▶ **depozícia** (desublimácia) - prechod vody zo skupenstva plynného (vodná para) do skupenstva tuhého (ľad, sneh)
- ▶ ako **depozícia** sa v meteorológii rozumie **aj hmotnosť atmosférickej prímesi**, ktorá je uložená na jednotku plochy v danom čase, pričom rozlišujeme suchú a mokrú depozíciu (Bednár et al., 1993)
- ▶ **kondenzačná hladina** - výška, v ktorej teplota vystupujúceho vzduchu klesne na teplotu rosného bodu
- ▶ **teplota rosného bodu** - vzduch dosiahne nasýtenie vodnou parou, pri ochladení vzduchu pod teplotu rosného bodu začína prebytočná vodná para kondenzovať (Schmidt, 1980)
- ▶ zvyšovanie relatívnej vlhkosti vzduchu prebieha:
 - ▶ pribúdaním obsahu vodnej pary vo vzduchu
 - ▶ ochladzovaním vzduchu na teplotu rosného bodu



- ▶ pokles teploty vzduchu na teplotu rosného bodu môže vyvolať:
 - ▶ ochladenie zemského povrchu a susedných vrstiev ovzdušia
 - ▶ stretnutie sa teplých vzduchových hmôt so studeným podkladom
 - ▶ vzájomné premiešanie sa dvoch vzduchových hmôt nasýtených vodnou parou alebo blízko stavu nasýtenia
 - ▶ adiabatickým rozpínaním sa vzduchu

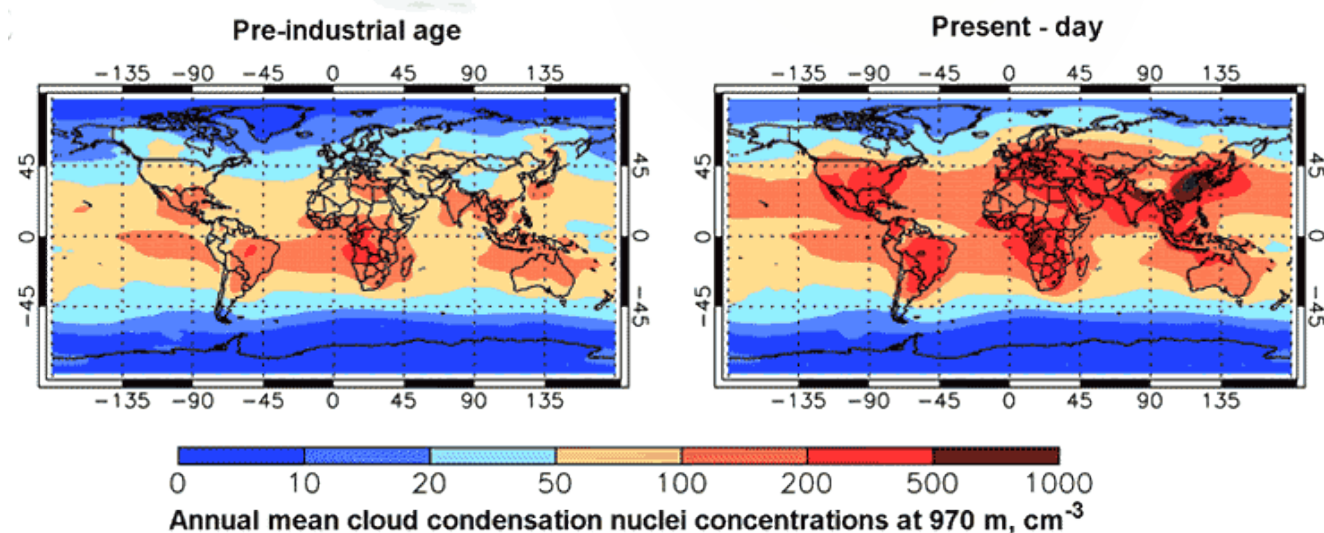
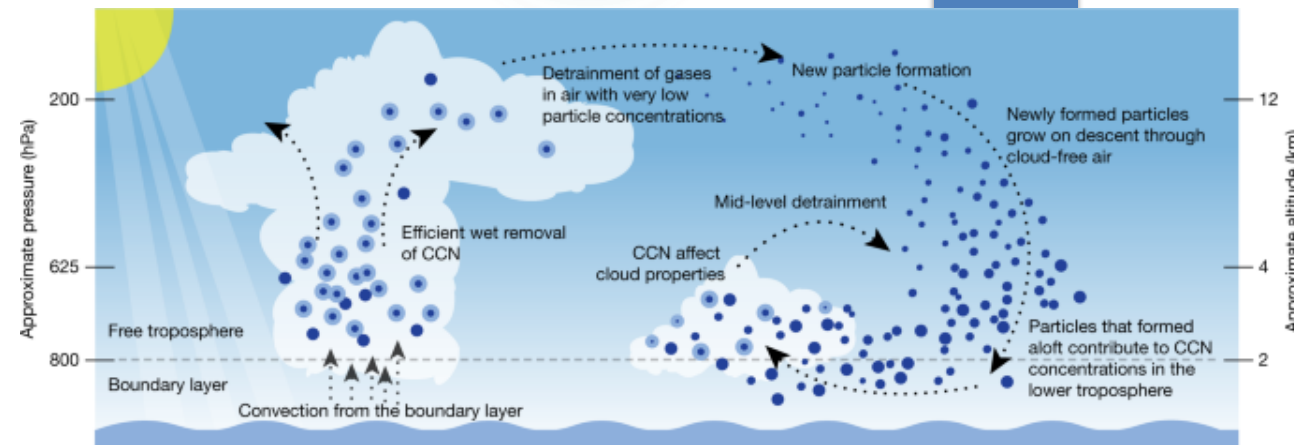
Vlhkost' vzduchu

Unstable



Vlhkosť vzduchu

- proces kondenzácie vzniká pri stave nasýtenia vzduchu vodnou parou a pri poklese teploty vzduchu na teplotu rosného bodu za prítomnosti kondenzačných jadier
- **kondenzačné jadrá** - aerosólové častice vo vzduchu, ktoré dôsledkom hygroscopickej vlastnosti podporujú vznik kondenzácie a depozície
- kondenzačné jadrá môžu byť rozpustné (roztoky solí) alebo nerozpustné (častice pôdy, dymu, aeroplanktón...)
- roztoky solí sa do atmosféry dostávajú najmä z povrchu oceánu a odhaduje sa, že ročne sa do atmosféry dostáva až 2×10^9 ton zlúčenín **chlóru**, zo spaľovania fosílnych palív sa do atmosféry dostáva aj veľké množstvo **oxidu siričitého**, ktorý je silne hygroscopický a je príčinou **kyslých dažďov**
- v **denom chode** minimum až zastavenie výparu prebieha v noci, maximum je pri maximálnej teplote zemského povrchu, nad vodnými plochami je tento proces oneskorený
- v **ročnom chode**: maximálny **výpar** na letné mesiace, minimum na zimné mesiace, pri oceánskom podnebí posunuté na koniec zimy / leta (dôsledkom pomalšieho zohrievania a chladnutia zemského povrchu)
- druhy kondenzácie a depozície: **na povrchu, pri povrchu a nad povrchom**



Vlhkosť vzduchu

- ▶ **kondenzácia na zemskom povrchu** nastáva, keď teplejšia vrstva vzduchu pri chladnejšom zemskom povrchu vytvára predpoklady poklesu teploty vzduchu tejto vrstvy na teplotu rosného bodu
- ▶ **rosa** - radiačný typ počasia v noci, **pri ochladzovaní pod TRB** sa nadbytočná vlhkosť zo vzduchu kondenzuje
- ▶ **zmrznutá rosa** - pri poklese teploty vzduchu v noci **z kladných teplôt pod bod mrazu**
- ▶ **osuhel' (srieň)** - ak prebieha celý proces **pod bodom mrazu**
- ▶ **inovať** (inovatka) - v denných aj nočných hodinách, **pri teplotách vzduchu nižších ako -8 °C**, keď je vodná para obsiahnutá vo vzduchu blízko stavu nasýtenia, často sprevádzaná hmlami, tvorená krehkou ľadovou usadeninou, pri dlhšom trvaní zväčšuje proti vetru, pri dotyku ľahko opadáva
- ▶ **námraza** - v zime hlavne v stredných a vysokých horských polohách, ktoré sa nachádzajú v oblakoch zložených **z prechladených kvapiek vody** pri veternom a hmlistom počasi **a pri teplotách do -5 °C**, je to šedá nepriehľadná kompaktná ľadová hmota, narastá proti vetru
- ▶ **ľadovica** - súvislá priehľadná ľadová usadenina s hladkým povrchom, vzniká zmrznutím prechladených kvapiek vody **pri mrhnutí alebo daždi** na predmetoch alebo vegetácii, ktorých teplota je **mierne pod bodom mrazu**



Vlhkosť vzduchu

- ▶ **kondenzáciu pri zemskom povrchu** predstavujú **hmly**
- ▶ **hmla** - atmosférický **aerosól malých kvapôčok**, resp. ľadových kryštálikov v ovzduší, ktoré znižujú vodorovnú dohľadnosť pri zemi aspoň v jednom smere **pod 1 km**
- ▶ **Dymno** - atmosférický aerosól, ktorý znižuje vodorovnú dohľadnosť pri zemi aspoň v jednom smere v rozpätí dohľadnosti **od 1 km do 10 km**,
- ▶ **Opar** - pri dohľadnosti **nad 2 km**, tvoria ho menšie kryštáliky ako sa nachádzajú v hmle, počiatočné a konečné štádium tvorby hmly
- ▶ **intenzita hmly** podľa dohľadnosti:
 - ▶ **slabá**: dohľadnosť 500 – 1000 m
 - ▶ **mierna**: dohľadnosť 200 – 500 m
 - ▶ **silná**: dohľadnosť 50 – 200 m
 - ▶ **veľmi silná**: dohľadnosť menej ako 50 m
- ▶ vzhľadom na podmienky vzniku: radiačné, advekčné, frontálne, morské, jazerné, mestské, orografické



Vlhkosť vzduchu

► **Radiačné hmly** (hmly z vyžarovania)

- **pri ochladení spodných vrstiev vzduchu od zemského povrchu** pod teplotu rosného bodu
- vyskytujú sa pri radiačnom type počasia nad kontinentom
- v stabilných vzduchových hmotách **pri teplotných inverziách**
- vzniká pri zemskom povrchu, odkiaľ jej hrúbka narastá, dosahujú od niekoľkých po desiatky metrov, výnimočne aj 200 m
- plošný rozsah je z veľkej časti determinovaný reliéfom
- pri zániku teplotnej inverzie v dopoludňajších hodinách zanikajú

► **Advekčné hmly**

- vznikajú **ochladzovaním teplého a vlhkého vzduchu a jeho presunom** (advekciou) nad chladnejší povrch
- v našich podmienkach sa vyskytujú najmä v zime pri dlhšie trvajúcim prúdení teplého vlhkého vzduchu od Atlantického oceánu, alebo Stredozemného mora do Karpatskej oblasti
- sú plošne rozsiahle, ich hrúbka dosahuje niekoľko desiatok metrov, výnimočne 500 m
- sprevádzaná silným vetrom
- môže vznikať aj počas dňa a udržať sa aj niekoľko dní



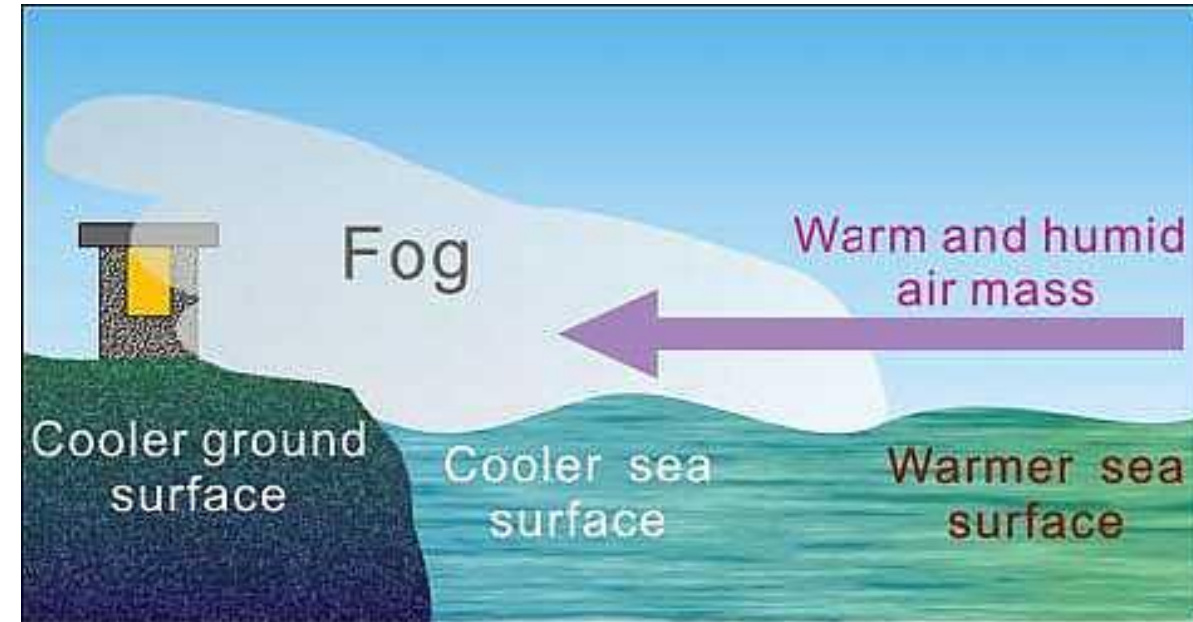
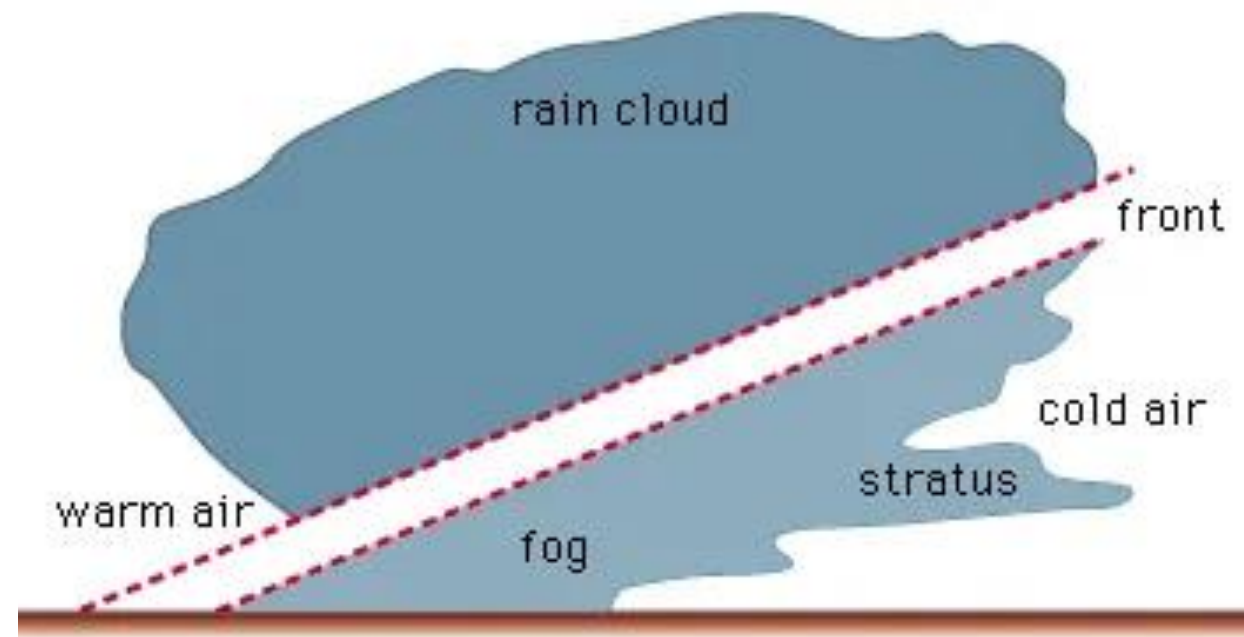
Vlhkosť vzduchu

► Frontálne hmly

- **pri postupoch atmosférických frontov** spojených s tlakovou nížou, zväčša ako dôsledok dlhotrvajúceho dažďa
- vznikajú v súvislosti s advekčnými zmenami teploty vzduchu, adiabatickými dejmi a atmosférickými zrážkami
- sú plošne rozsiahle, ich hrúbka môže dosahovať i niekoľko 100 m

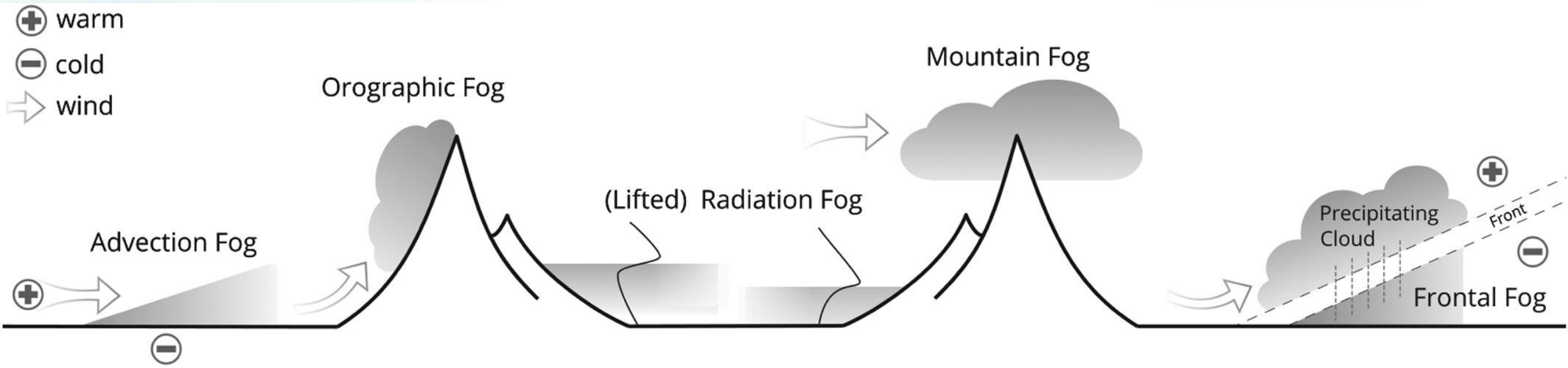
► Morské hmly

- vznikajú **nad morom** vo **vzduchovej hmote**, ktorá sa premiestňuje **z teplejšieho povrchu vody nad chladnejší terén**
- príkladom sú hmly v oblastiach styku studených a teplých morských prúdov, napr. v oblasti New Foundlandu na styku teplého Gofského a studeného Labradorského prúdu
- hmly sú najvýraznejšie na jar a začiatkom leta v príslušnej oblasti, kedy je teplotný kontrast medzi prúdmi a teplotou vzduchu nad nimi najvyšší
- tieto hmly sa môžu prenášať vetrom aj nad pevninu
- v tropických pobrežných oblastiach, ktoré obmývajú studené morské prúdy, vznikajú často hmly na styku teplého suchého kontinentálneho vzduchu a chladnejšieho vlhkejšieho vzduchu nad vodnou hladinou (pobrežie Chile, Angoly a Namíbie, pobrežie Kalifornie v USA)



Vlhkosť vzduchu

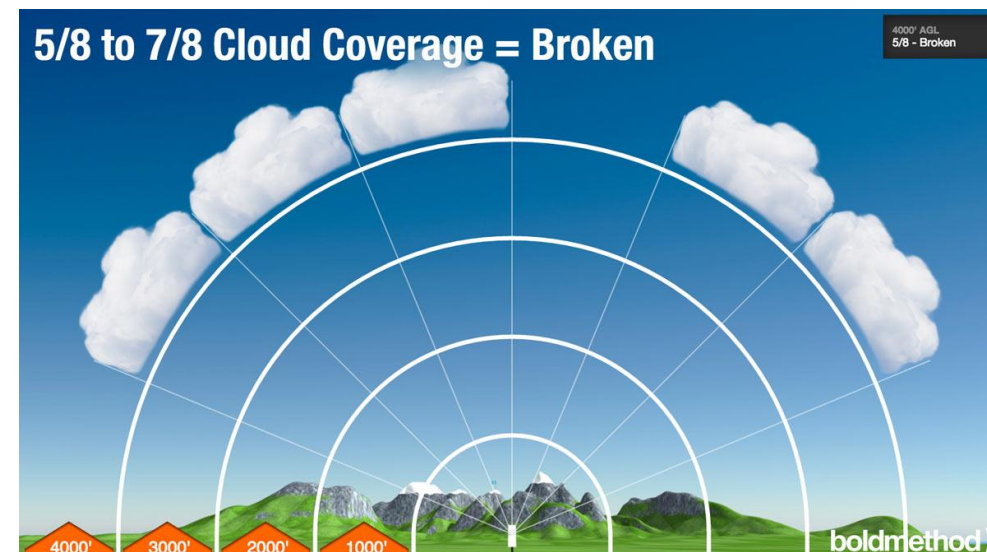
- ▶ **Jazerné hmly** - sa tvoria nad jazerami a umelými vodnými nádržami, najčastejšie ako **hmly z vyparovania**, časté sú v našich podmienkach na jeseň v ranných hodinách pri radiačnom type počasia pri výraznejšom poklese teploty vzduchu, v súvislých jazerných oblastiach alebo na veľkých jazerách vznikajú tieto hmly aj **pri prúdení teplejšieho vzduchu nad chladnejšiu vodnú plochu** (v zime, na jar), podobným spôsobom môžu vznikať hmly nad riekami, močiarimi, v lete pri roztopení vrchnej časti permafrostu...
- ▶ **Mestské hmly** - vznikajú pri radiačnom type počasia alebo pri slabom prúdení vzduchu, vo väčších priemyselných mestách vznikajú dôsledkom **zvýšeného množstva kondenzačných jadier v ovzduší**
- ▶ **Orografické hmly** - sa tvoria ako **dôsledok orografickej prekážky**, konvexného tvaru reliéfu pri prúdení vzduchu na návetiernej strane, príčinou je adiabatické ochladzovanie sa vystupujúceho vzduchu a vznik hmly na svahu, vznikajú často v lete pri slnečnom počasí vo vyšších pohoriach, adiabatické ochladenie môže byť zvýraznené prítomnosťou snehovej pokrývky alebo ľadovca, kedy dochádza k poklesu teploty vzduchu na teplotu rosného bodu a k tvorbe hmly a oblačnosti



Vlhkosť vzduchu

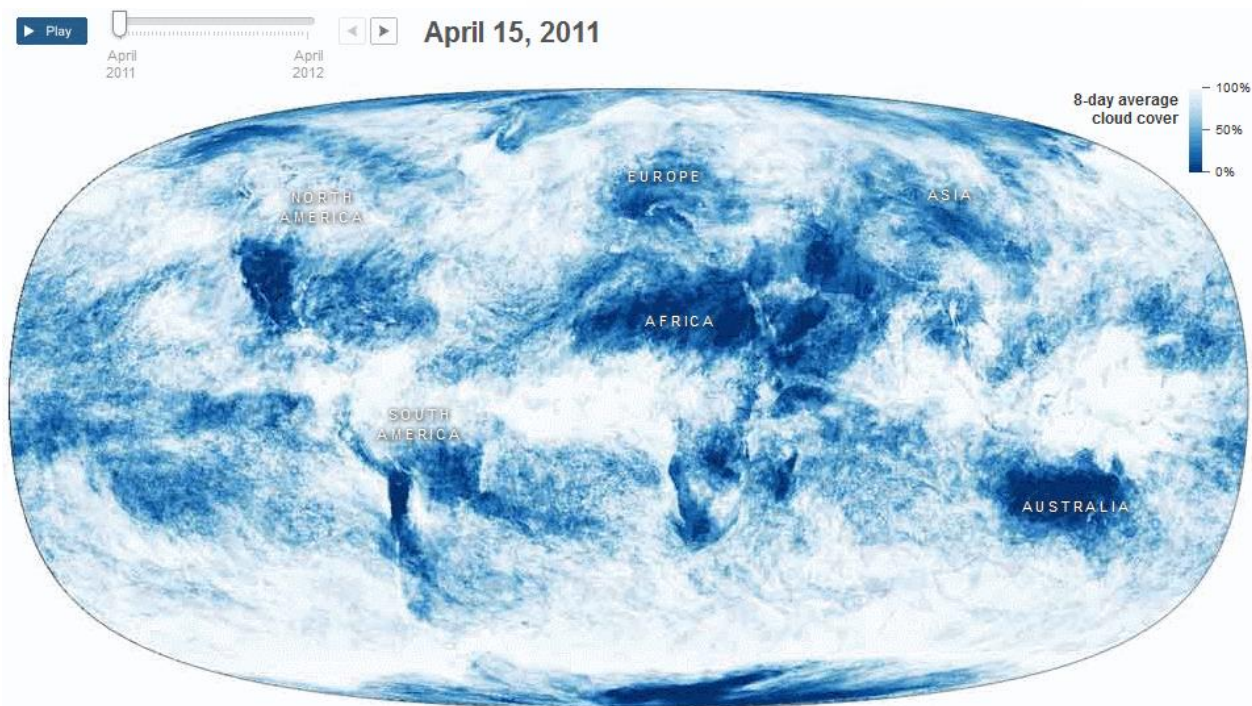
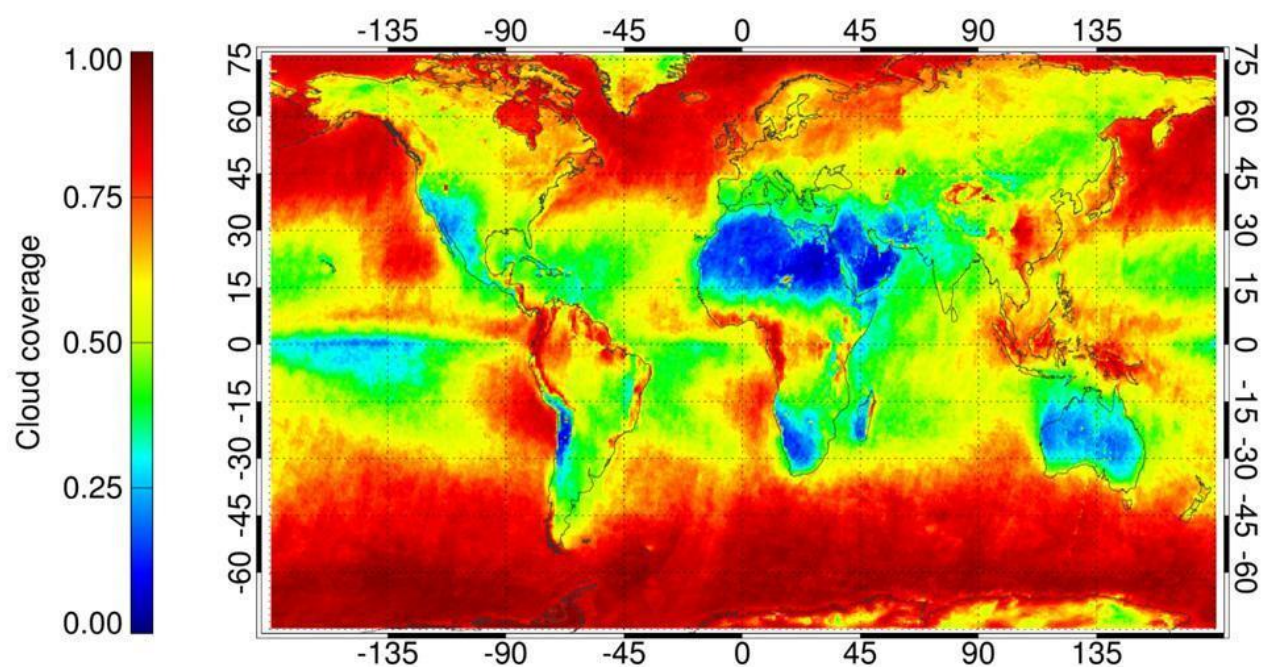
- **kondenzáciu nad zemským povrchom** predstavujú **oblaky**
- **oblak** - viditeľný zhluk drobných kvapôčok vody, ľadových kryštálov alebo kombinácia oboch
- druh, množstvo, resp. výška nad zemou vypovedajú o aktuálnom stave atmosféry
- z pozorovania oblakov a meteorologických prvkov môžeme odhadnúť vývoj počasia v nasledujúcich hodinách až dňoch
- **oblačnosť** - meteorologický prvok udávajúci stupeň pokrytia oblohy oblakmi, je veľmi dôležitý aj z toho hľadiska, že ovplyvňuje dĺžku trvania slnečného svitu a teplotný režim zemského povrchu, oblačnosť sa odhaduje - v klimatológii sa udáva v desatinách od 0 do 10, kde nula je jasno a desať zamračené, v synoptickej meteorológii (letiská, predpovede počasia) sa udáva v osminách
- pri pozorovaní oblačnosti sa sleduje najmä:
 - **Množstvo oblakov**, resp. pokrytie oblohy
 - **Hustota oblačnosti**, ktorá sa odhaduje v stupňoch od 0 do 2 (píše sa vo forme exponentu)
 - **Smer pohybu oblakov**, ktorý sa určuje podľa svetových strán anglickými skratkami, podobne ako vietor, odkiaľ oblaky prichádzajú
 - **Rýchlosť oblakov**, ktorá sa určuje ako zdanlivá uhlová rýchlosť a môže byť vyjadrená stupňami: 0 - oblaky bez pohybu, 1 - mierny pohyb, 2 - rýchly pohyb

Množstvo oblačnosti v desatinách pokrytia:	Formulácie:
0	jasno
0-2	prevažne jasno, takmer jasno, vyjasňovanie
0-3	jasno alebo len malá oblačnosť, prechodné vyjasňovanie
0-4	jasno až polojasno, prevažne len malá oblačnosť, pekne, slnečno
1-3	malá oblačnosť, prevažne malá oblačnosť
3-5	polojasno, polooblačno, zmenšená oblačnosť, neskoršie zmenšená oblačnosť, premenlivá postupne zmenšená oblačnosť, zmenšovanie oblačnosti, prechodne zväčšená oblačnosť, ubúdanie oblačnosti, prevažne polojasno, prevažne polooblačno, časom polooblačno
3-6	zrána malá, cez deň časom zväčšená oblačnosť, jasno až polojasno, len miestami prechodne zväčšená oblačnosť
5-8	zväčšená oblačnosť, neskôr zväčšená oblačnosť, pribúdanie oblačnosti, premenlivá časom zmenšená oblačnosť, premenlivá časom zväčšená oblačnosť, čiastočné zmenšovanie oblačnosti, polooblačno až oblačno, časom oblačno, polooblačno časom oblačno, časom polooblačno, prechodne zmenšená oblačnosť, časom zmenšená oblačnosť, časom zväčšená oblačnosť
6-8	oblačno, prevažne oblačno
7-9	postupné zväčšovanie oblačnosti, premenlivá oblačnosť, veľká oblačnosť, premenlivá časom veľká oblačnosť, vcelku veľká oblačnosť, prevažne veľká oblačnosť, premenlivá vcelku veľká oblačnosť, ďalšie pribúdanie oblačnosti, prechodné zhoršenie počasia
8-10	veľká oblačnosť až zamračené
9-10	prevažne zamračené, takmer zamračené
10	zamračené, hmla alebo oblačnosť z hmly















Vlhkosť vzduchu

- ▶ **chod oblačnosti** závisí od podnebného pásma, ročného obdobia, kontinentality, oceanity a reliéfu
 - v dennom chode v rovníkových oblastiach je maximum oblačnosti takmer vždy popoludní
- ▶ na Slovensku máme v dennom chode dve maximá oblačnosti, ráno a popoludní, ráno sa tvoria oblaky typu Stratus a Stratocumulus, popoludní Cumulus
 - v zimnom období je popoludňajšie maximum potlačené, v letnom období je toto maximum zvýraznené, najmä v horských oblastiach
- ▶ **v ročnom chode** v monzúnových oblastiach je maximum v lete počas monzúnu, minimum v zime, v miernych šírkach v oceánskom charaktere podnebia je maximum oblačnosti v zime, minimum v lete, v kontinentálnom podnebí je maximum oblačnosti na jar a v lete, minimum v zime
- ▶ na Slovensku je maximum oblačnosti v zimných mesiacoch, minimum v lete a na jeseň, v horských oblastiach sa maximum presúva na letné mesiace (konvektívne oblaky), minimum je na jeseň a v zime



Vlhkosť vzduchu

- ▶ oblaky majú rôznorodé zloženie, vzhľad, spôsob vzniku a sú viazané na určité výšky a pod.
- ▶ delia sa podľa rôznych kritérií na (Trizna, 2004):
 - ▶ **Druhy** – poznáme 10 základných druhov rozdelených do štyroch skupín podľa výšky výskytu
 - ▶ **Tvary** – oblak môže byť označený len jedným tvarom, určité tvary sa môžu vyskytovať pri niekoľkých druhov oblakov
 - ▶ **Odrody** – oblaky môžu mať charakteristické rysy, ktoré súvisia s rozdielnym usporiadaním oblačných prvkov a s priesvitnosťou, určitá odroda môže byť spoločná niekoľkým druhom oblakov
 - ▶ **Zvláštnosti** – u niektorých oblakov sa môžu vyskytovať buď priamo u oblaku, alebo blízko neho, výčnelky, pruhy...
 - ▶ **Materský oblak** - pôvodný oblak, z ktorého vznikol nový oblak, časti oblaku alebo celý oblak môžu prejsť na oblak iného druhu než je materský oblak, označujú sa názvom patričného druhu s prívlastkom z názvu druhu materského oblaku a prípony, ak sa zmení len časť pôvodného oblaku, používame pre označenie pôvodu nového oblaku príponu **genitus**, ak sa zmení oblak ako celok, používame pre označenie pôvodu nového oblaku príponu **mutatus**

	Typ 1	Typ 2	Typ 3	Typ 4
Vysoká Nadmorská Výška	FORMA OBLAKU  <p>Vysoký, atmosférický oddelený oblak charakterizovaný tenkými vlasovými vlákňami. Názov pochádza z latinského slova pre vlasy.</p>	CIRROCUMULUS  <p>Charakterizované tenkými bielymi listami vyrobenými z pravidelne usporiadaných zŕn alebo zvlnení.</p>	CIRROSTRATUS  <p>Je charakterizovaná hladkou, priehľadnou fóliou pokrývajúcou časť alebo celú oblohu. Tento typ cloud môže spôsobiť svetlo okolo slnka.</p>	KUMULONIMBUS  <p>Tento typ cloud má veľkú vertikálnu dĺžku, ktorá tvorí obrovské hory. Väčšina z týchto oblakov je plochá a rozprestiera sa na vrchole, niekedy známa ako oblak búrky.</p>
Stredná Nadmorská Výška	NIMBOSTRATUS  <p>Šedá oblačnosť súvisiaca s dažďom alebo snežením. Vrstva oblačnosti je normálne dostatočne silná na to, aby zablokovala slnko.</p>	ALTOCUMULUS  <p>Je charakterizovaný náplast'ami a listami vytvorenými zo zaoblených hmôt, vrstiev alebo valcov. Môžu byť difúzne alebo vyrobené z vlákien.</p>	ALTOSTRATUS  <p>Sivé alebo modravé dosky, ktoré pokrývajú celé alebo časť oblohy. Na rozdiel od Cirrostratus, tento typ cloud nespôsobuje tvorbu sviečok okolo slnka.</p>	KUMULONIMBUS  <p>Tento typ cloud má veľkú vertikálnu dĺžku, ktorá tvorí obrovské hory. Väčšina z týchto oblakov je plochá a rozprestiera sa na vrchole, niekedy známa ako oblak búrky.</p>
Nízka Nadmorská Výška	KUPA  <p>Oddelené, nadýchané oblaky s jasne definovanými okrajmi. Podklady týchto oblátok sú ploché a šedé, zatiaľ čo vrchol tvorí brilantné biele vyvýšeniny, ktoré môžu vyzeráť</p>	STRATOCUMULUS  <p>Šedé alebo biele škvrny a vrstvy tvorené skupinami zaoblených hmôt. Stratocumulus mraky sú zvyčajne nevláknové.</p>	OBLAK  <p>Nízka, hladká tabuľa sivého oblaku, ktorá je často spojená so zražením. Tieto oblaky často blokujú slnko.</p>	KUMULONIMBUS  <p>Tento typ cloud má veľkú vertikálnu dĺžku, ktorá tvorí obrovské hory. Väčšina z týchto oblakov je plochá a rozprestiera sa na vrchole, niekedy známa ako oblak búrky.</p>

Vlhkosť vzduchu

- názvoslovie oblakov pochádza z latinčiny:

Cirrus – riasa, Cirro – riasový

Stratus – sloha, vrstva, Strato – slohový

Cumulus – kopa, Cumulo – kopovitý

Alto – vyvýšenina, Altus – vyvýšený

Nimbus – dážď, Nimbo – dažďový

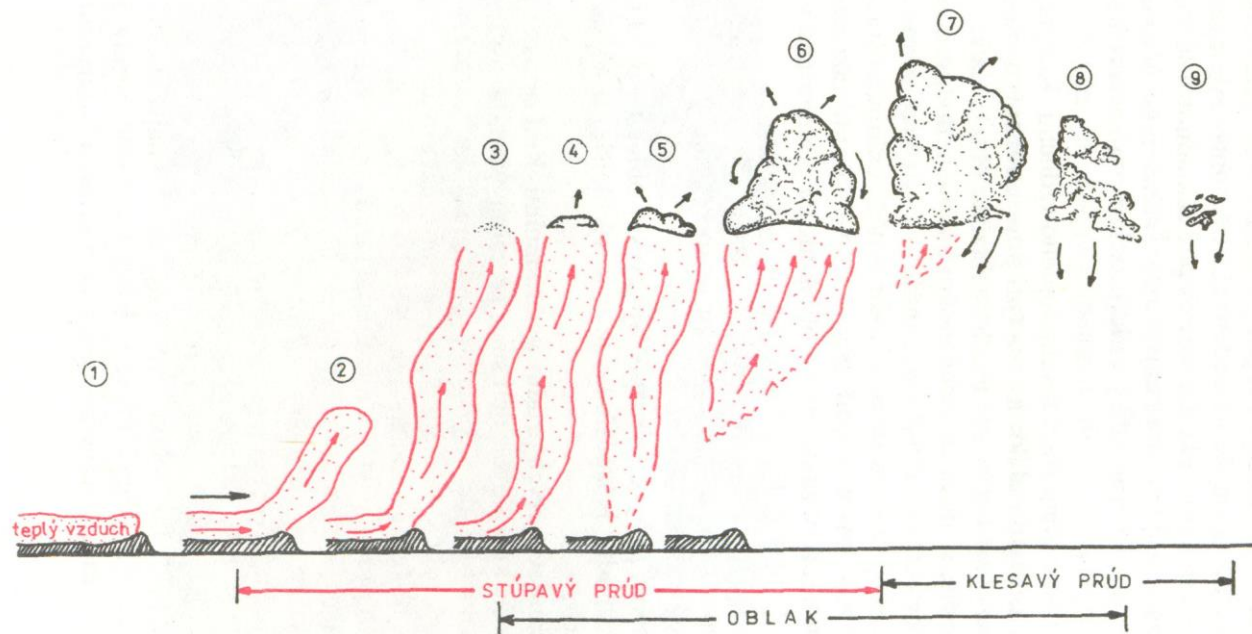
- pre vývoj oblačnosti sú podstatné **výstupné pohyby vzduchu** a s tým súvisiaca kondenzácia, stúpajúci vzduch sa v dôsledku menšieho tlaku rozpína, následne klesá jeho teplota a rastie vlhkosť vzduchu, postupne dosiahne kondenzačnú hladinu, pri ktorej je vzduch nasýtený vodnou parou a pomerná vlhkosť vzduchu dosahuje 100 %, pri ďalších výstupných pohyboch dôjde ku kondenzácii (voda), alebo ak je teplota rosného bodu nižšia ako 0 °C k desublimácii (ľad), pričom sa tvorí oblak

- oblaky vznikajú pri:

- výstupných pohyboch vzduchu bez výmeny tepla s okolím (adiabatický dej) pričom sa vzduch rozpína a ochladzuje
- klesajúcej teplote a súčasne klesajúcom objeme vzduchu
- pri stúpajúcej vlhkosti

- ku kondenzácii dochádza, keď sa molekula vody zrazí s kondenzačným jadrom a vytvorí kvapôčku vody, ktorá postupne narastá, **ak dosiahne priemer od 0,1 až 5 mm, padá k zemi ako kvapka**

Skupina	Druh			Výška [km]	
	Slovenský názov	Latinský názov	Skratka	Spodná hranica	Vrchná hranica
Vysoké oblaky	Riasa	Cirrus	Ci	4-10	13-16
	Riasová kopa	Cirrocumulus	Cc	6-8	13-16
	Riasová sloha	Cirrostratus	Cs	7-8	13-16
	Vyvýšená kopa	Alto cumulus	Ac	2,5-5	5-6
Stredné oblaky	Vysoká sloha	Altostratus	As	2,5-5	5-6
	Dažďová sloha	Nimbostratus	Ns	0,1-2,0	6-8
	Slohová kopa	Stratocumulus	Sc	0,2-2,5	2,5
	Sloha	Stratus	St	0,05-0,6	1-2,5
Nízke oblaky	Kopa	Cumulus	Cu	0,3-2,5	6-8
	Búrková kopa	Cumulonimbus	Cb	0,6-2,0	8-12
Oblaky vertikálneho vývoja					



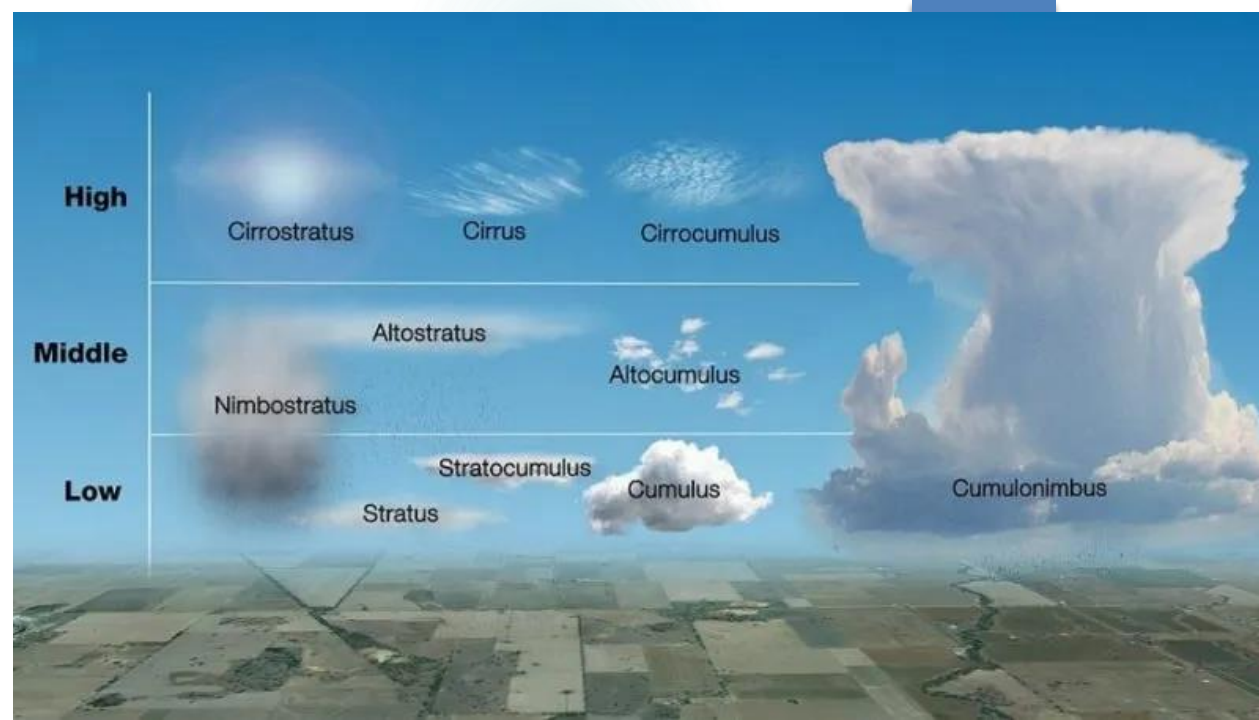
Vývojové štádiá oblakov Cumulus

Vlhkosť vzduchu

- ▶ Oblaky typu **Cumulus** vznikajú konvekciou
 - vertikálne stúpajúce a klesajúce kompenzačné prúdy vzduchu, ktoré vznikajú ako následok nerovnomerného ohrievania povrchu
 - výstupné pohyby majú väčšiu rýchlosť (5–20 m/s aj viac) ako zostupné
 - ku konvekcii dochádza cez deň, pri slnečnom počasí, kedy vzniká tzv. termická konvekcia
 - ak sú konvektívne prúdy dostatočne silné, oblaky typu Cumulus môžu prejsť do búrkových oblakov Cumulonimbus
 - k procesu konvekcie môže dôjsť aj vtedy, ak sa nad teplý povrch nasunie vrstva chladného vzduchu alebo pri obtekaní vzduchu okolo prekážky, tzv. dynamická (nútená) konvekcia (napr. kopce, horské hrebene a pod.)
 - k procesu konvekcie dochádza, ak je vertikálny teplotný gradient väčší ako adiabatický gradient (Schmidt, 1980)
- ▶ ku kondenzácii vodnej pary a formovaniu oblakov dochádza na **kondenzačnej hladine**, čím je vzduch suchší, tým je táto hladina vo vyšších polohách a opačne, na výpočet výšky kondenzačnej hladiny, resp. výšky bázy konvektívnych oblakov, sa využíva **Ferrellov vzorec**:

$$H = 122 (T - \tau)$$

- ▶ H - výška kondenzačnej hladiny
- ▶ T - teplota vzduchu
- ▶ τ - teplota rosného bodu



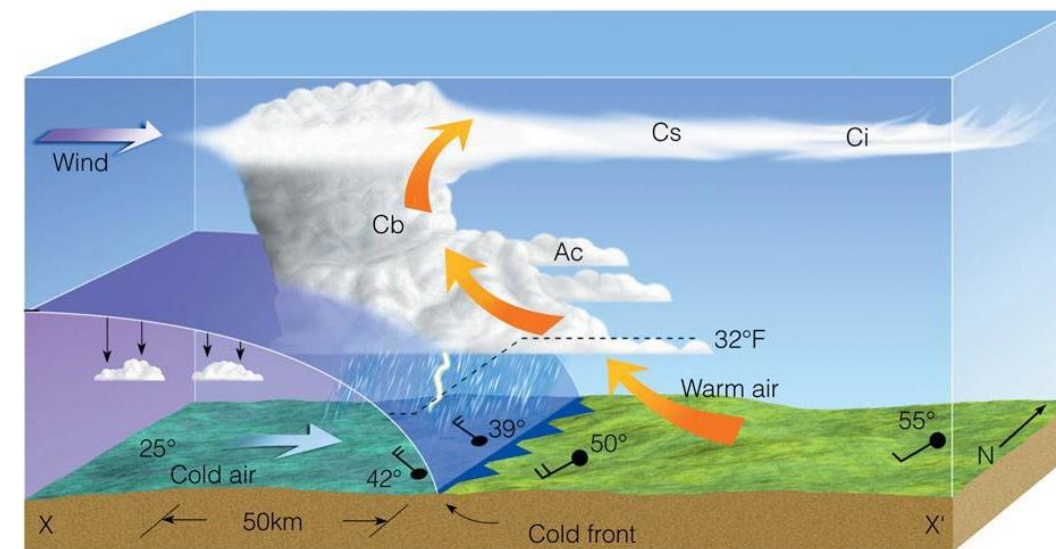
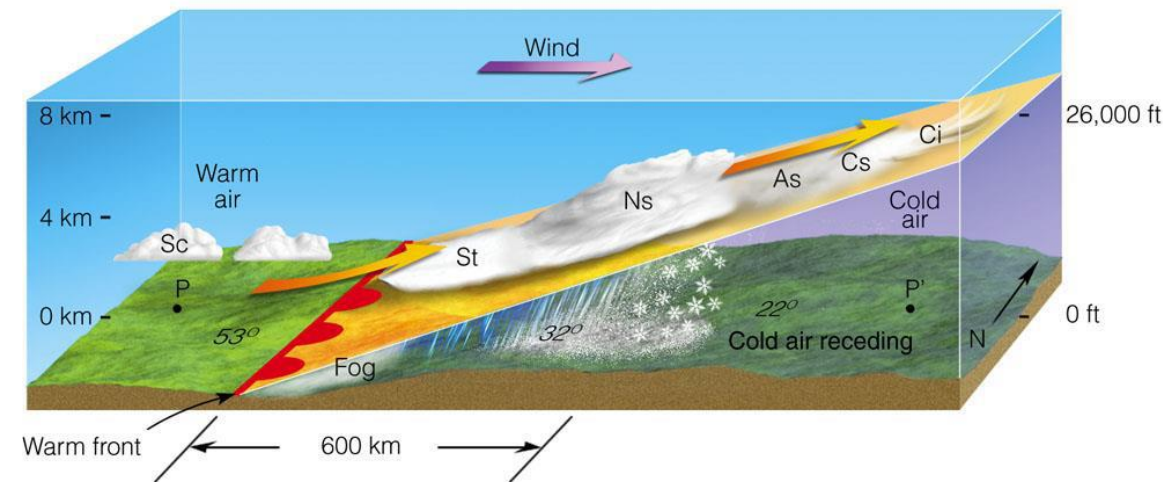
Vlhkosť vzduchu

- ▶ **Konvektívne oblaky** sa nazývajú aj oblaky vertikálneho vývoja a môžu siahať až po hornú hranicu troposféry
 - veľké množstvo energie, ktoré je potrebné pre vznik týchto oblakov nepochádza len zo zahriateho zemského povrchu, ale teplo sa uvoľňuje aj pri kondenzácii vodnej pary na kvapôčky v oblaku - **kondenzačné teplo**, ďalšie teplo sa uvoľní opäť pri fázovej premene, pri teplote pod 0 °C, kedy dochádza k tuhnutiu kvapôčok vody na ľadové kryštálik - **teplo tuhnutia**
- ▶ vertikálny vývoj oblačnosti však ovplyvňujú **inverzie a izotermie**, ak sa napríklad teplotná inverzia nachádza pod kondenzačnou hladinou, nepozorujeme vývoj konvektívnych oblakov, môžu však vzniknúť ploché kopovité oblaky, ktorých vrchná časť sa rozptýli na úrovni teplotnej inverzie
- ▶ konvekciu spravidla sprevádza turbulencia, ktorá významne napomáha premiešaniu vzduchu a prenosu tepla
- ▶ vďaka **turbulencii** v atmosfére môžu vznikať dva typy oblakov v situáciách:
 - ▶ keď je vzduch blízko stavu nasýtenia, každé jeho vertikálne premiestňovanie vedie ku kondenzácii a dochádza k formovaniu bez tvarých oblakov typu **stratus fractus**, ktoré nevytvárajú súvislú oblačnosť,
 - ▶ pri inverzii vzniká súvislá vrstva nízkych oblakov typu **stratus**



Vlhkosť vzduchu

- ▶ na rozhraní stretu vzduchových hmôt rôznych vlastností vznikajú **frontálne oblaky**:
 - ▶ oblaky **teplého frontu** - siahajú do výšky až 10 km
 - na čele frontu sa najprv objavujú oblaky typu Cirrus, za nimi sa súvislo nasúvajú riasovo-vrstevnaté oblaky typu Cirrostratus, ďalej nasledujú oblaky typu Altostratus, ktoré prechádzajú do dažďových oblakov Nimbostratus a Stratus zakončených Stratus fractus
 - ▶ oblaky **studeného frontu** - môžu byť dva druhy:
 - ▶ prvý druh oblakov studeného frontu má na čele Cumulonimbus, Nimbostratus, Altostratus a Cirrostratus.
 - ▶ druhý druh charakterizuje úzka oblasť oblakov typu Cumulus a Stratocumulus, pred nástupom frontu môžu byť ešte prítomné aj oblaky typu Cirrocumulus a Altocumulus lenticularis.



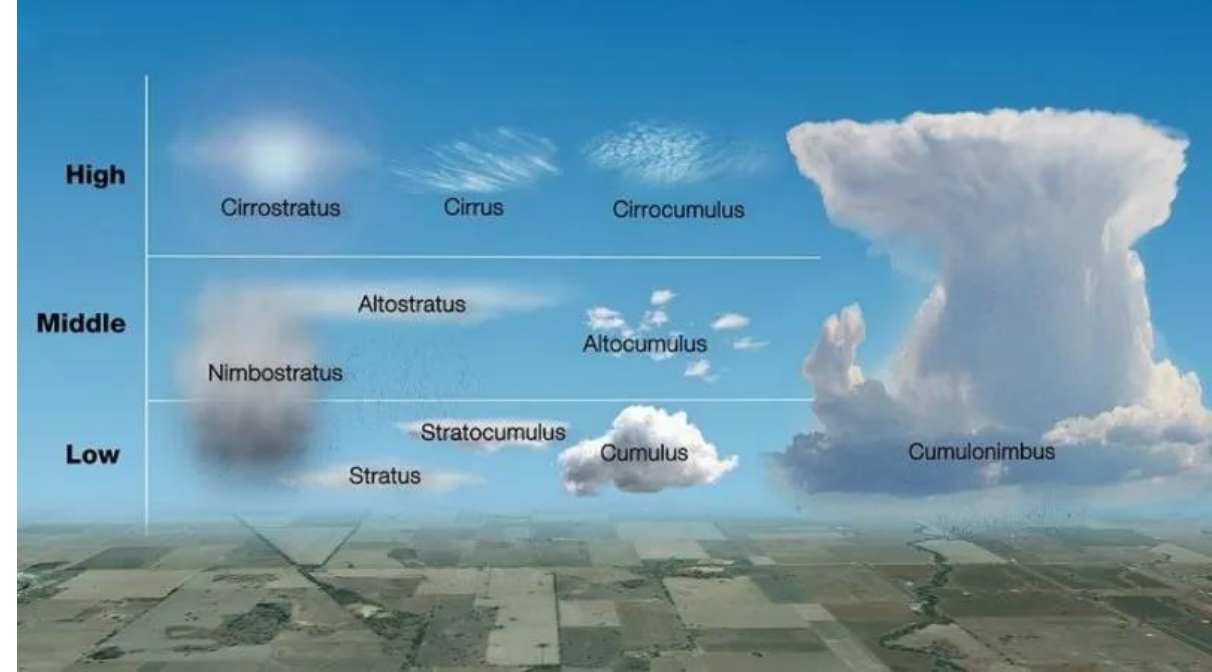
Vlhkosť vzduchu

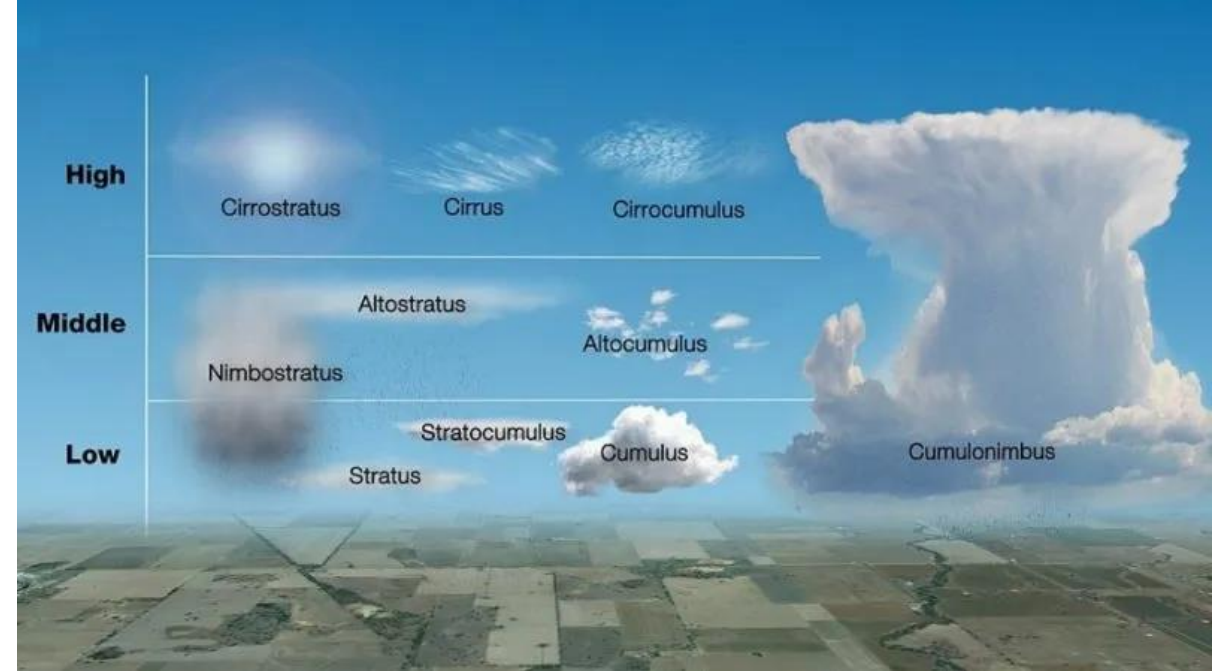
- **orografické oblaky** - na náveternej strane pohorí sa zvyčajne vytvára väčšia oblačnosť a viac zrážok, a na záveternej strane vzniká tzv. zrážkový tieň a prúdi tu teplejší padavý suchý vzduch (napr. föhn)

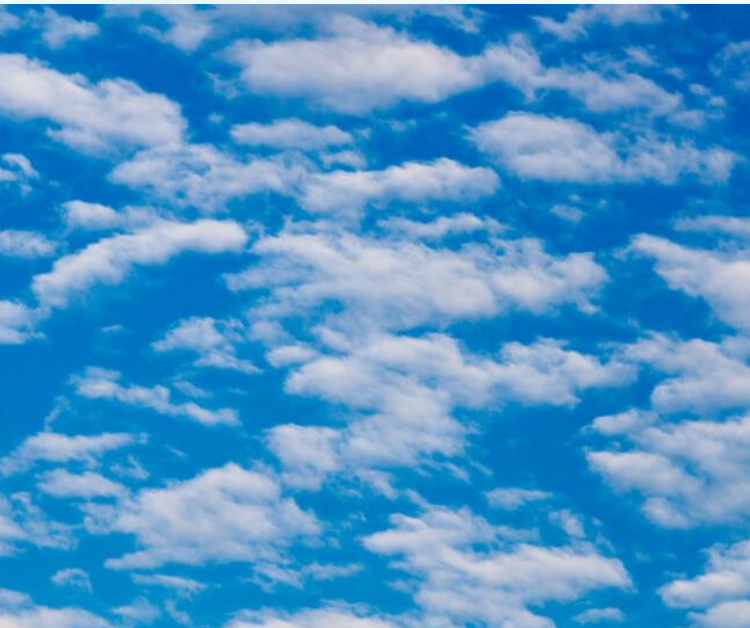
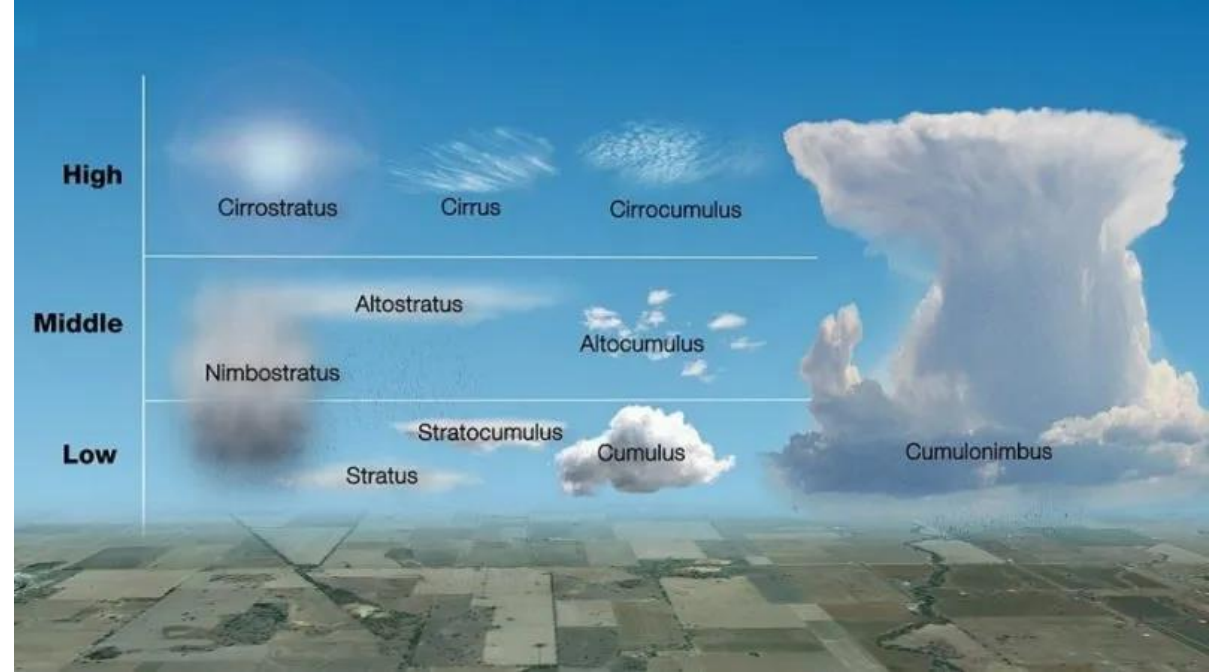
- veľmi charakteristickými orografickými oblakmi sú šošovkovité oblaky

Alto cumulus lenticularis - vznikajú, keď sa vzduch prenášaný ponad horskú prekážku na záveternej strane začína vlniť a ako vodná vlna sa dvíha a klesá, neustále narastanie oblaku z náveternej strany a zánik na opačnej strane hrebeňa vytvára dojem, že oblak stojí na mieste









40,000 ft
12,000 m

High

23,000 ft

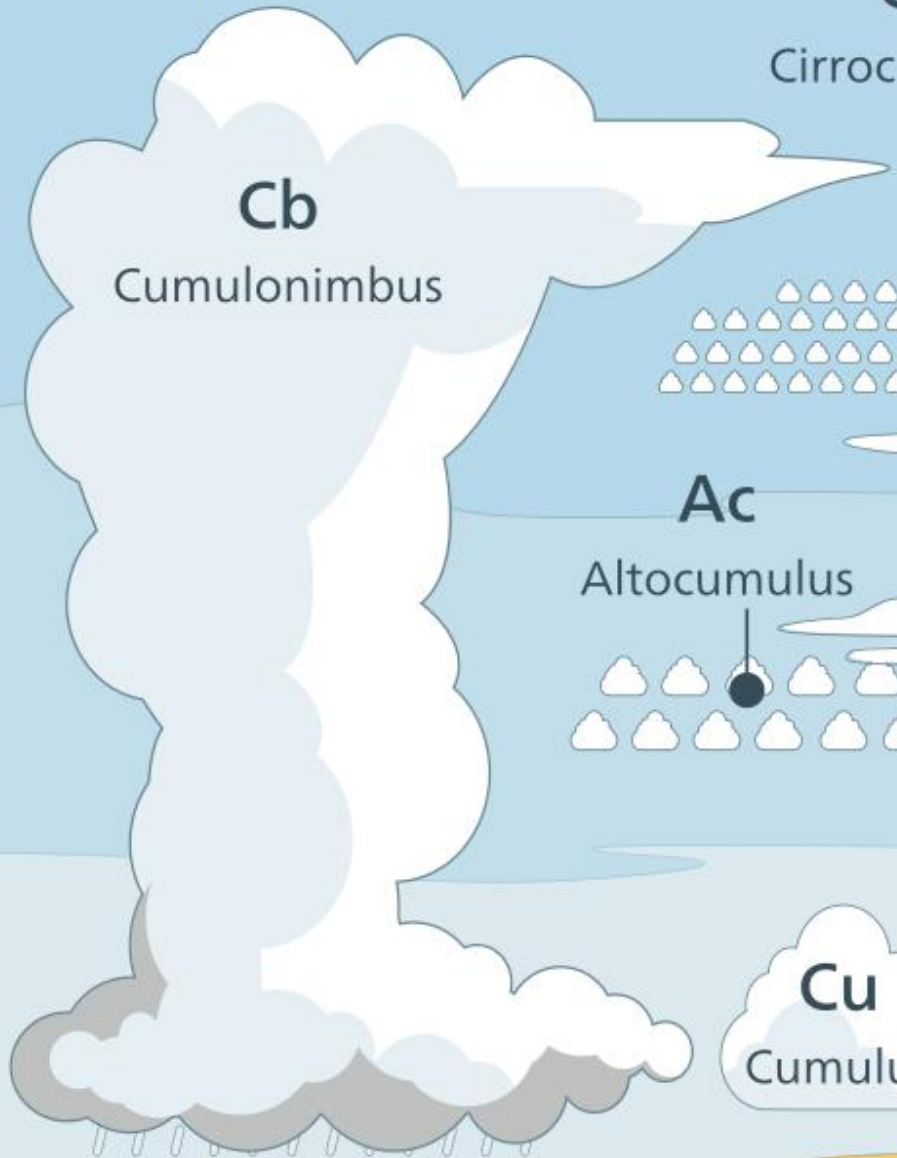
7,000 m

Mid

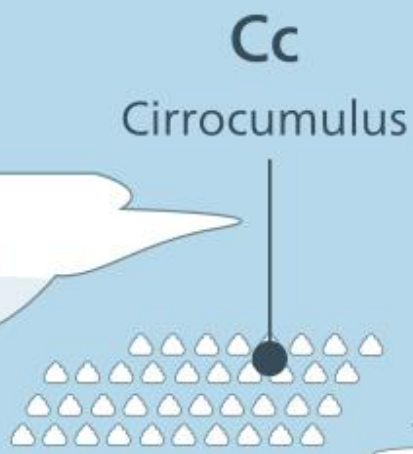
6,500 ft

2,000 m

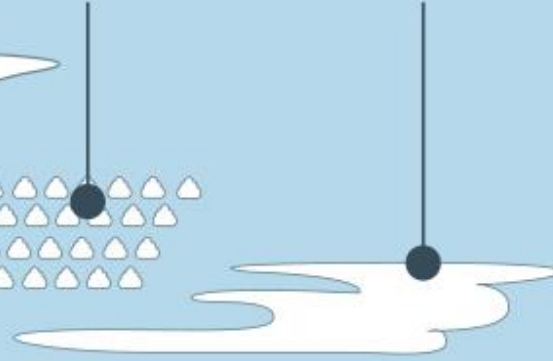
Low



Cb
Cumulonimbus



Cc
Cirrocumulus



Cs
Cirrostratus



Ci
Cirrus



Ac
Altostratus



As
Altostratus



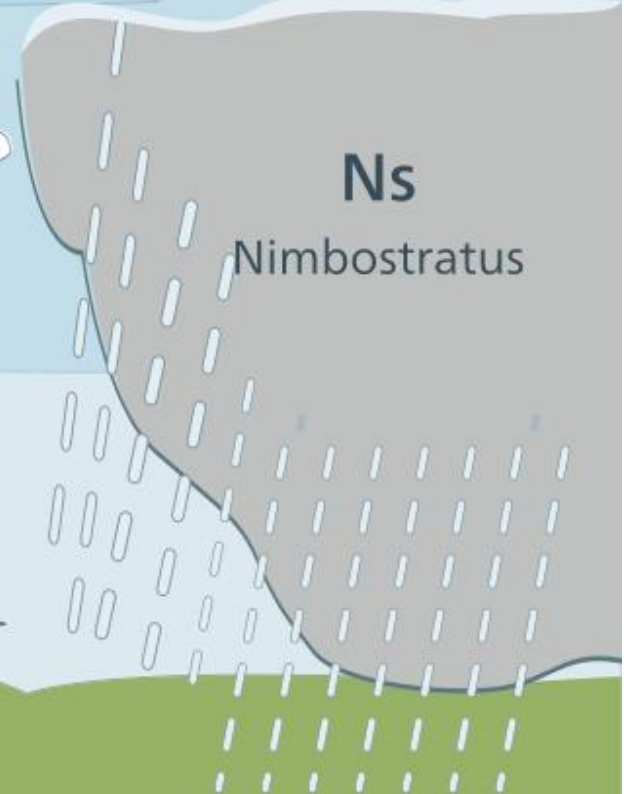
Sc
Stratocumulus



Cu
Cumulus



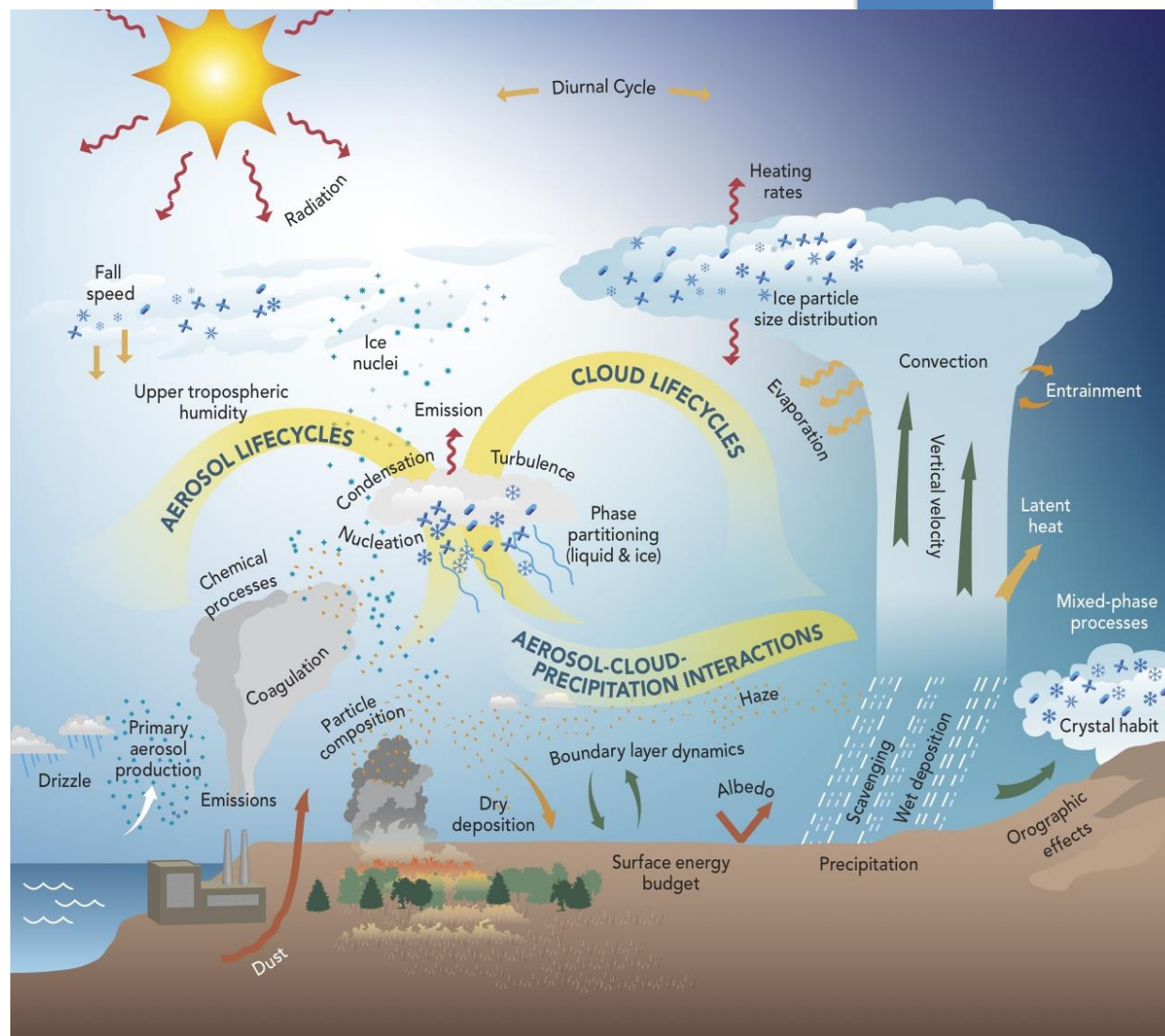
St
Stratus



Ns
Nimbostratus

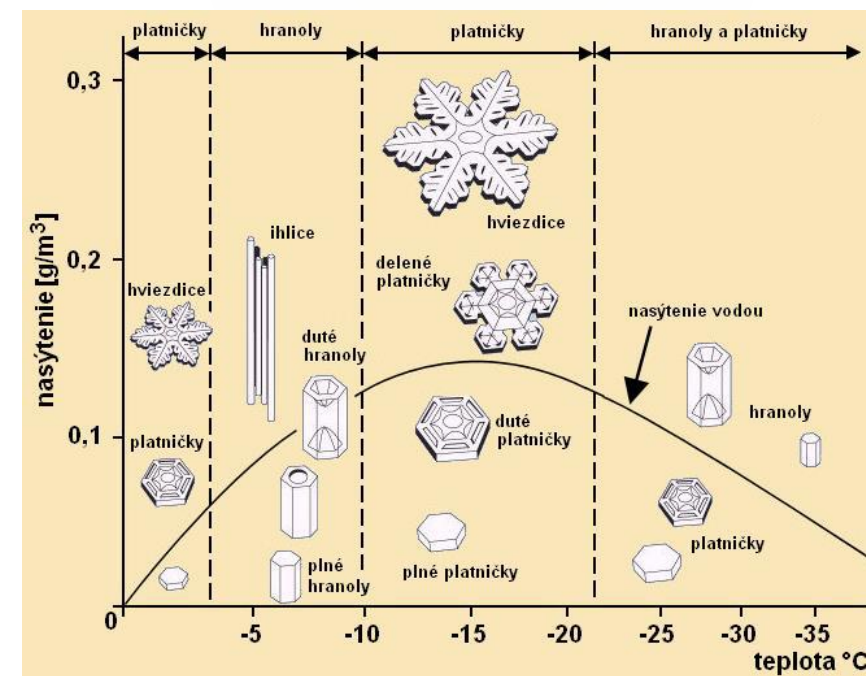
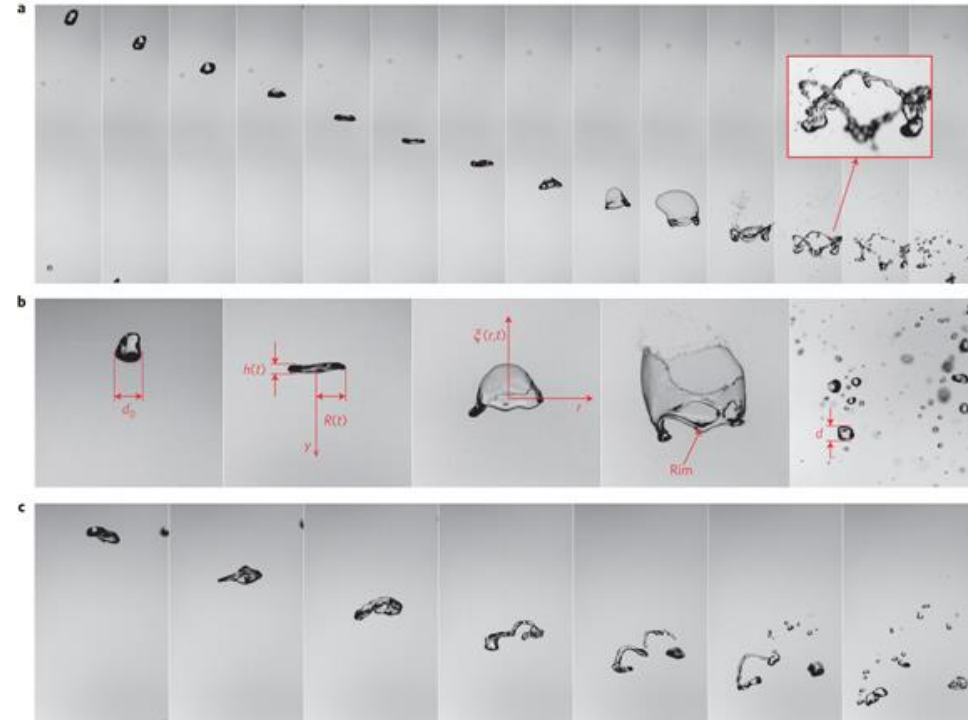
Zrážky

- ▶ **atmosférické zrážky** - ddážď, sneh, mrholenie, zmrznutý dážď, krúpy, snehové zrná alebo ľadové ihličky
- ▶ spoločne s teplotou vzduchu **najdôležitejším** meteorologickým a klimatickým prvkom
- ▶ z priestorového tak aj z časového hľadiska patria zrážky k **najpremenlivejším** meteorologickým prvkom
- ▶ ovplyvňuje ich: geografická poloha, nadmorská výška, náveternosť, resp. zátveternosť územia k prevládajúcemu prúdeniu prinášajúcemu vlhké vzduchové hmoty a frontálne systémy...
- ▶ **produkty kondenzácie** alebo **depozície vodnej pary**, ktoré v kvapalnom, alebo tuhom skupenstve vypadávajú z oblakov na zemský povrch
- ▶ **vhodné podmienky** na vznik zrážok sú **v zmiešaných oblakoch**, kde sa kondenzačné teplo využije na rozpustenie ľadových kryštálov v hornej časti oblaku



Zrážky

- ▶ **dažďové kvapky** sa formujú kondenzáciou a agregáciou z malých kvapôčok (0,02 mm) v oblaku na kondenzačných časticiach hygroskopických solí (na 1 dažďovú kvapku je potrebných asi milión kvapôčok), keď dosiahnu veľkosť približne 2 mm, začnú padať rýchlosťou asi 8-10 km/h, pri prudkých lejakoch môžu dosiahnuť rýchlosti aj 35 km/h, čím sú výstupné prúdy v oblaku silnejšie, tým väčšie kvapky sa musia formovať – max. veľkosť kvapiek je 6 mm, potom sú už nestále a rozpadajú sa
- ▶ každú sekundu sa zo zemského povrchu vyparí približne 16 miliónov ton vody (rovnaké množstvo padá)
- ▶ ak je v oblakoch vysoká vlhkosť vzduchu a teplota je dostatočne nízka (pod 0 °C) tvoria sa **snehové kryštály**
 - vznikajú na kondenzačnom jadre z podchladených vodných pár obsiahnutých vo vlhkom vzduchu a depozíciou sa menia na ľad
 - pri svojom vzniku sú veľké 0,1 mm, v závislosti od teploty rastú ako hranoly, hviezdice (dendrity), ihlice alebo platničky, ich tvar ovplyvňuje nasýtenie vodných pár v oblaku, majú rovnakú pravidelnú šesťuholníkovú (hexagonálnu) mriežku, tvar vzniká usporiadaním molekúl vody, ktoré majú uhol 60° prípadne 120°, čím je vyššia vlhkosť vzduchu, a čím bližšie je teplota k nule, tým jemnejšie a rozvetvenejšie sú kryštály
- ▶ každý kryštál má svoju vlastnú cestu cez rôzne vzduchové vrstvy s rozdielnou vlhkosťou a teplotou, vietor môže predĺžiť jeho cestu, tak vzniká nekonečné množstvo striedaní podmienok a preto má každý kryštál iný tvar
- ▶ pri teplotách pod nulou sa kryštály navzájom spájajú a tvoria spolu **snehové vločky**, keď sú kryštály dostatočne veľké a ťažké, začínajú padať

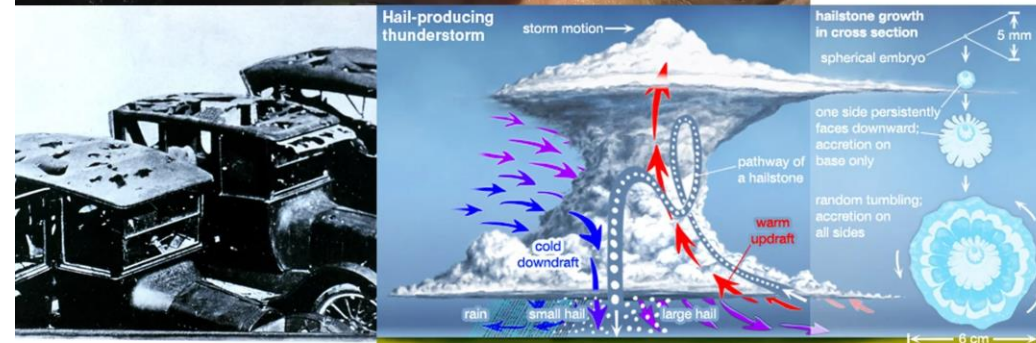


Zrážky

- ▶ pri dostatočne silnom konvektívnom a kompenzačnom prúdení v búrkovom oblaku sa môžu tvoriť **ľadové krúpy**, čím silnejšie je prúdenie, tým väčšie krúpy sa tvoria na povrchu krúpy striedavo namrzá vrstva z prechladených kvapiek a ľadových kryštálov, ktorá môže vytvoriť **letokruhovitú štruktúru**, to sa opakuje v cykloch tak dlho, kým krúpa nepresiahne hmotnosť, ktorú je výstupný prúd schopný uniesť
- ▶ pri meraní a vyhodnocovaní zrážok sa sledujú nasledovné parametre:
 - ▶ **čas výskytu a doba trvania**
 - ▶ **množstvo (úhrn)**
 - ▶ **intenzita zrážok**
- ▶ Zaznamenáva sa aj, či sú zrážky **usadené** alebo **padajúce**, **skupenstvo zrážok** a ich **charakter** (trvalé, prehánky resp. občasné)
- ▶ **množstvo zrážok** (úhrn) sa zväčša vyjadruje výškou vodného stĺpca, najčastejšie sa množstvo zrážok vyjadruje v milimetroch, pričom platí: výška 1 mm = 1 l/m²
- ▶ pri pozorovaní rozlišujeme zrážky **trvalého rázu** a **prehánky**, ak sú medzi zrážkami väčšie prestávky, je potrebné vyznačiť jednotlivé časové úseky so zrážkami
- ▶ **intenzita dažďa** sa vyjadruje pomocou stupnice (slabý dážď – prietrž mračien)
- ▶ **najintenzívnejšie zrážky** na Slovensku boli zaznamenané **v Salke na Ipľi**, kde 12. júla 1957 spadlo za 65 minút **228 mm** vody

intenzita dažďa

Názov	Trvanie		
	1 hodina	2 hodiny	3 hodiny
	Množstvo v mm		
Slabý dážď	≤1,0	≤1,5	≤ 2,0
Mierny dážď	1,1 - 5,0	1,6 – 7,5	2,1 – 9,0
Silný dážď	5,1 – 10,0	7,6 – 14,0	9,1 – 11,5
Veľmi silný dážď	10,1 – 15,0	14,1 – 21,0	11,6 – 23,5
Lejak	15,1 – 23,0	21,1 – 30,5	23,6 – 33,0
Príval	23,1 – 58,0	30,6 – 64,0	33,1 – 72,0
Prietrž mračien	≥58,1	≥ 64,1	≥72,1

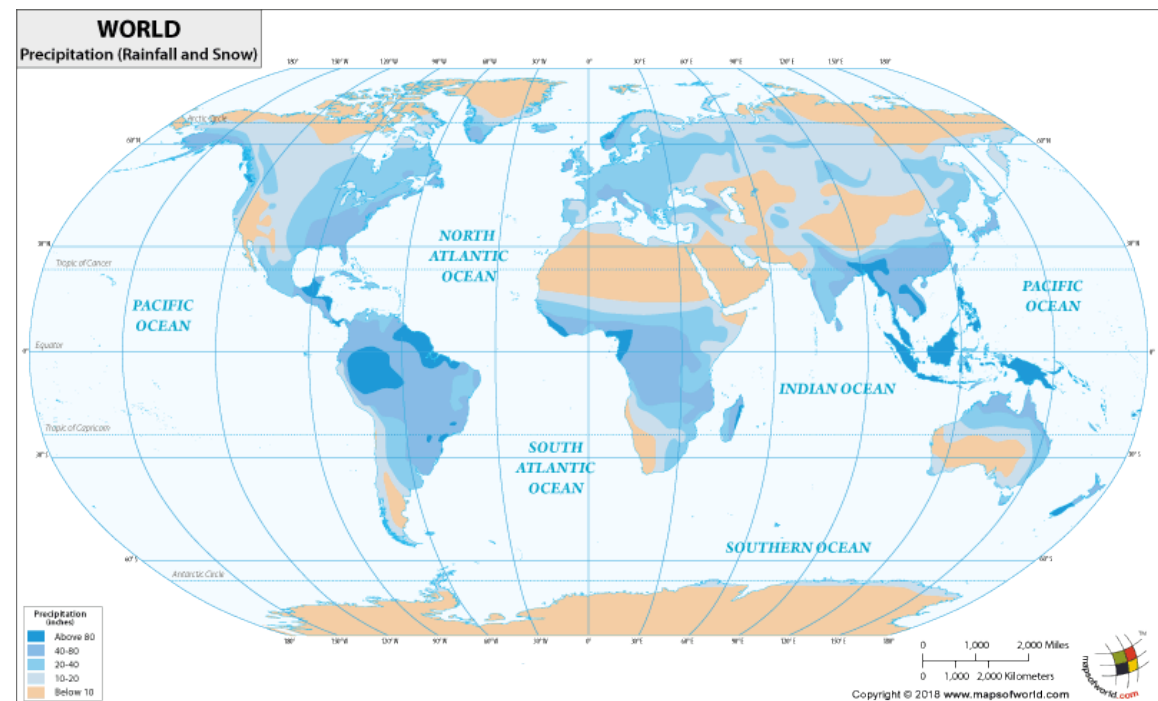


Zrážky

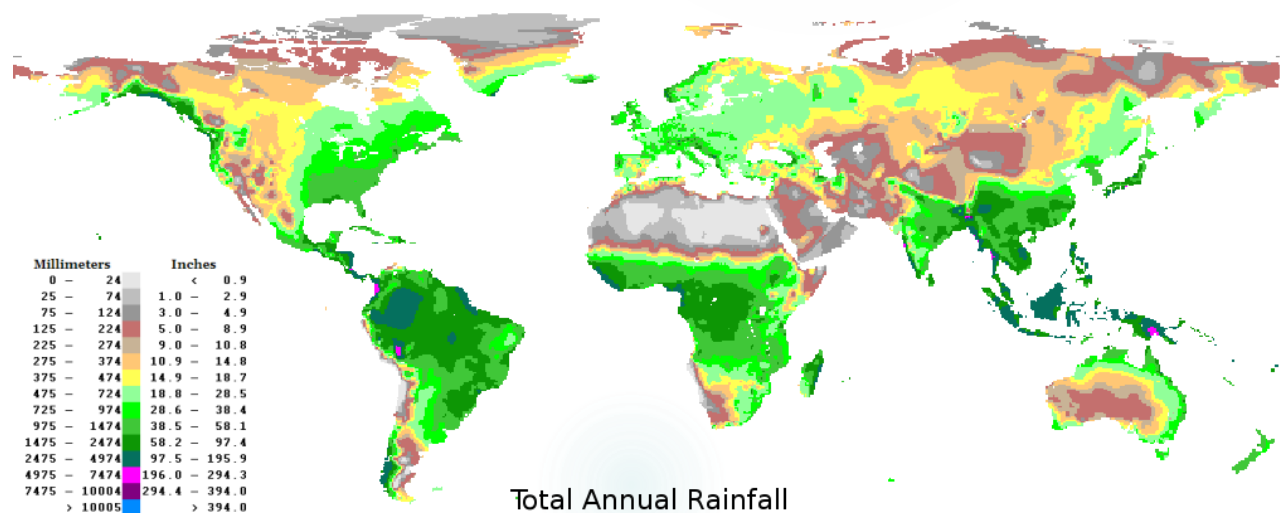
- pri **mrholení** rozlišujeme štyri stupne intenzity:
 - stupeň 00: veľmi slabé, nemerateľné bez ohľadu na dobu trvania
 - stupeň 0: slabé – menej ako 0,1 mm.h⁻¹
 - stupeň 1: mierne – od 0,1 mm.h⁻¹ do 0,2 mm.h⁻¹
 - stupeň 2: silné – 0,2 mm.h⁻¹ do 0,3 mm.h⁻¹
- **Intenzita sneženia** sa posudzuje podľa výšky nového snehu, ako aj podľa zhoršenia dohľadnosti:
 - stupeň 00: veľmi slabé – nie je zakrytý celý exponovaný povrch
 - stupeň 0: slabé – výška novonapadnutého snehu je 0,5 cm.h⁻¹, neovplyvňuje dohľadnosť
 - stupeň 1: mierne – výška novonapadnutého snehu je 0,6 cm.h⁻¹ do 4 cm.h⁻¹, dohľadnosť zhoršená až na 500 m
 - stupeň 2: veľmi silné – dohľadnosť je zhoršená pod 500 m
- pri **rose** zaznamenávame začiatok a vyparenie všetkých kondenzovaných kvapiek, vyjadrujeme trvanie rosy, a to rozdielom medzi dvoma termínmi
- objem spadnutých zrážok sa prepočíta na množstvo zrážok v milimetroch, pričom platí:

$$Z \text{ (mm)} = V / (0,1 \cdot S) \quad \text{alebo} \quad Z \text{ (mm)} = V/S \quad (\text{všetko v mm})$$

- Z – množstvo zrážok
- V – objem spadnutých zrážok (cm³)
- S – zachytaná plocha zrážkomera (cm²)



- **Geografické rozloženie atmosférických zrážok** na Zemi je nerovnomerné
- závisí od faktorov ako zemepisná šírka, vzdialenosť od oceánu, teplota vzduchu, oblačnosť, morské prúdy, všeobecná cirkulácia atmosféry...



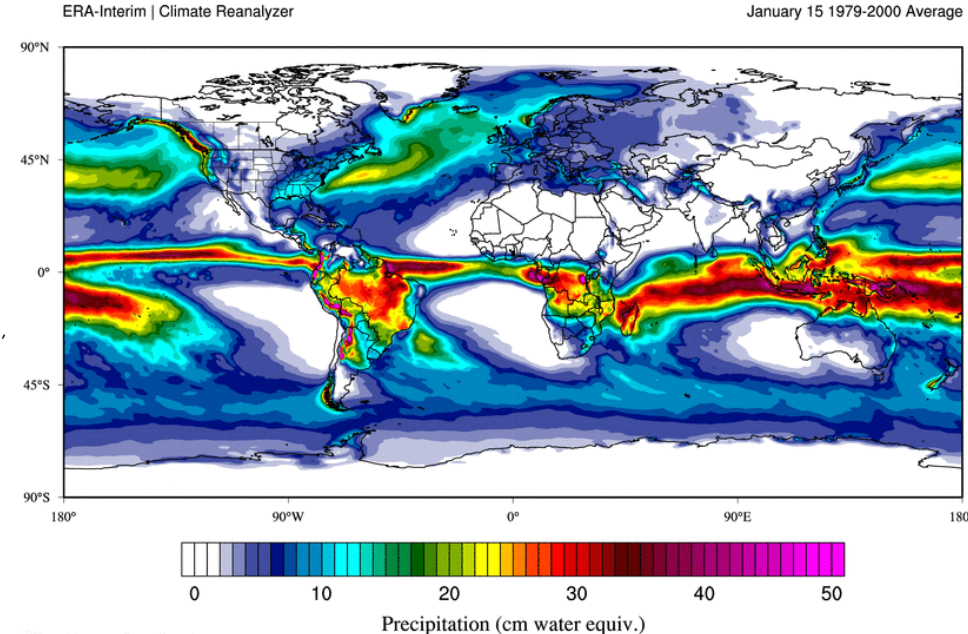
Zrážky

► v dennom chode rozlišujeme typy zrážok:

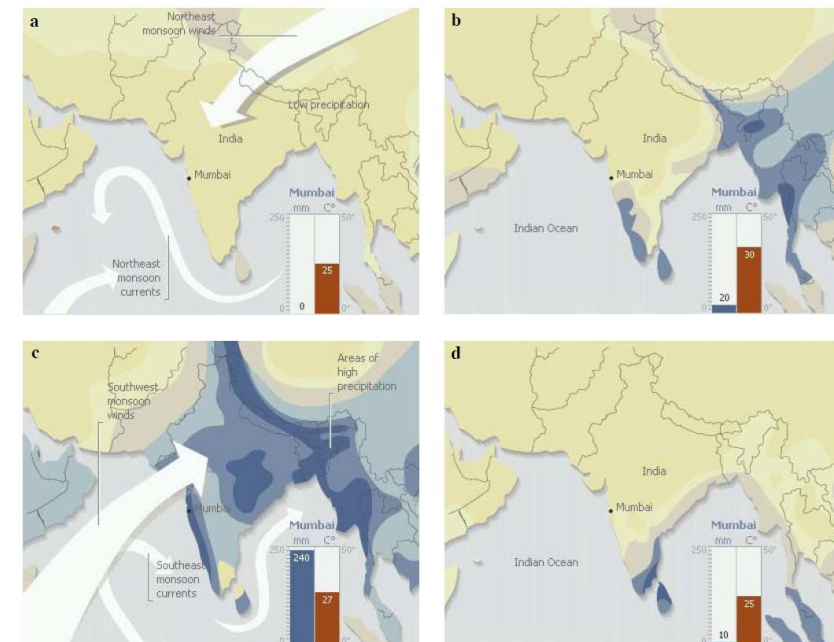
- **Pevninský typ** - **maximum** zrážok sa vyskytuje **popoludní**, čo súvisí s rozvojom **konvektívnej oblačnosti**, viaže sa na teplejšiu časť roka, v rovníkových oblastiach je počas celého roka, **minimum** zrážok sa vyskytuje **po polnoci** a v **dopoludňajších** hodinách
- **Morský typ** - **maximum** zrážok je v **ranných** hodinách, **minimum** **popoludní**, čo súvisí s tepelnou kapacitou vody
- **Horský typ** - dôsledkom konvekcie sa **maximum** vyskytuje **popoludní**, pričom významnú úlohu zohráva nadmorská výška, mohutnosť pohoria a orientácia voči prevládajúcemu prúdeniu

► v ročnom chode poznáme:

- **Rovníkový typ**: na severnej pologuli prebieha do cca 10° a na južnej pologuli do cca 5°. Vysoký úhrn atmosférických zrážok je zvýšený v obdobiach **jarnej a jesennej rovnodennosti** dôsledkom zvýšeného výparu pri vrchole Slnka v nadhlavíku, kedy sú vytvorené ešte vhodnejšie podmienky na konvekciu – 1000 - 3000 mm
- **Tropický typ**: dve maximá z rovníkového typu prechádzajú do jedného v období maximálnej výšky Slnka nad obzorom. Vytvára sa **obdobie dažďov**, ktoré môže trvať aj niekoľko mesiacov - 1000 - 3000 mm
- **Tropický monzúnový typ**: v letnom období príslušnej pologule dôsledkom prúdenia vlhkého chladnejšieho vzduchu prechádza z mora nad prehriatu pevninu a spôsobuje výdatné zrážky - až 10 000 mm ročne
- **Subtropický stredomorský typ**: **maximum** zrážok sa vyskytuje **na jeseň a v zime**, keď sa zväčšuje teplotný kontrast medzi teplejším morom a chladnejšou pevninou, **minimum** je naopak **v lete** dôsledkom pôsobenia tropických anticyklón a ich posunom na sever - vyskytuje sa najmä v južnej Európe v oblasti Stredozemného mora – do 250 mm
- **Pevninský typ miernych šírok**: **maximum** atmosférických zrážok tu spadne **v lete**, kedy je pri vyššej teplote aj vyšší výpar a tvorí sa konvektívna oblačnosť, **minimum** spadne **v zimnom** období, kedy mohutné anticyklóny blokujú prísun teplejšieho a vlhkejšieho vzduchu z oceánu - vyskytuje sa v centrálnych častiach kontinentov, na Slovensku spadne viac atmosférických zrážok v letnom polroku – 300 – 1000 mm
- **Morský typ miernych šírok**: **maximálne** úhrny sú tu **v zimnom období** pri zvýšenej intenzite cyklonálnej činnosti - vyskytuje sa v pobrežných oblastiach a nad oceánmi – 500 až 1000 mm
- **Monzúnový typ miernych šírok**: podobný pevninskému typu, s **maximom v lete**, ale rozdiel medzi zimným a letným úhrnom je výraznejší - nachádza sa v oblasti východnej Ázie – 1500 mm
- **Arktický a antarktický typ**: **viac** atmosférických zrážok spadne v čase najväčšieho výparu, t.j. **v lete** - všeobecne viac zrážok spadne v Arktíde než v Antarktíde – zrážky malé, neprevyšujú 200 mm



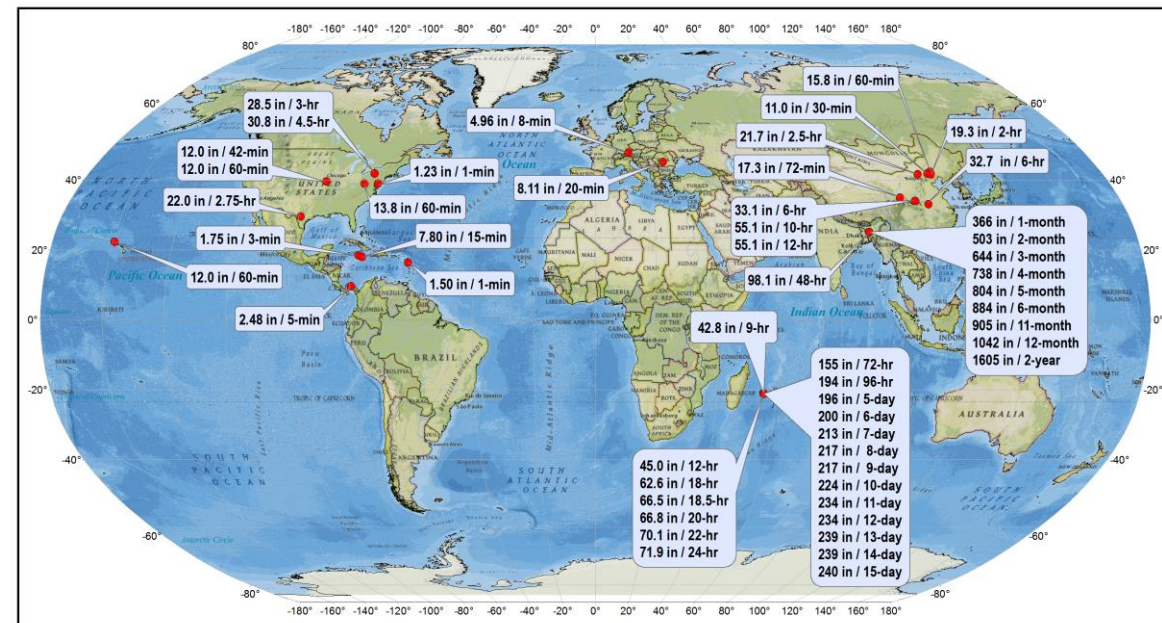
The Climate Reanalyzer™ | cci-reanalyzer.org



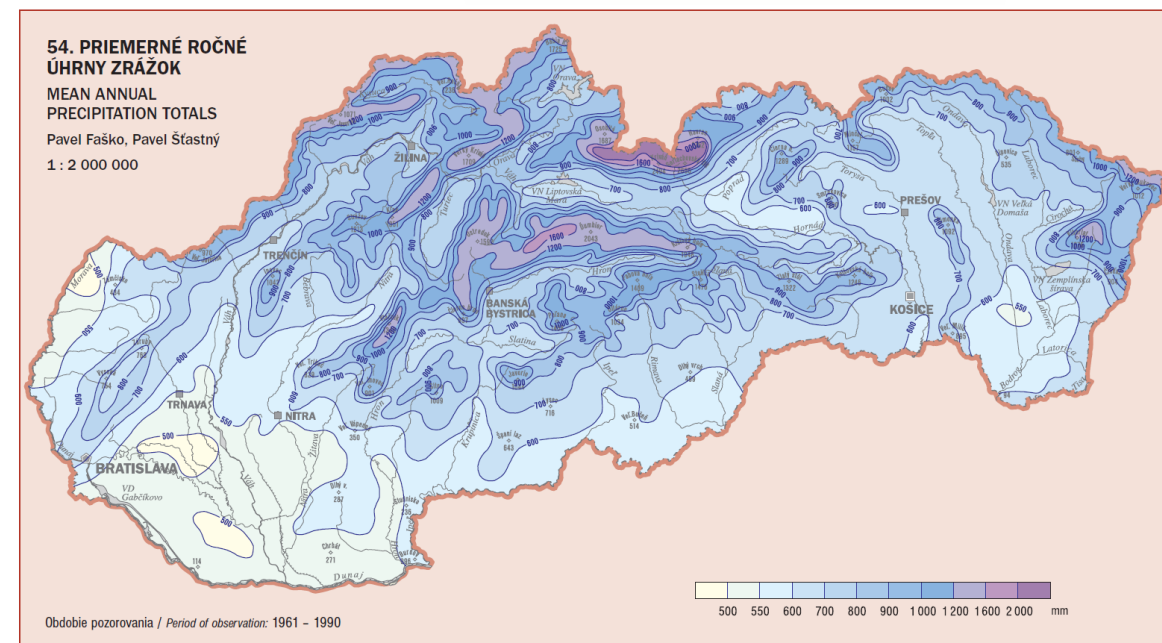
Monzúnový typ chodu zrážok: (a) December – severovýchodný vietor je suchý, zrážky nevypadávajú, (b) Máj - nástup letného monzúnu, (c) Júl - vrcholenie letného monzúnu, denné úhrny zrážok dosahujú aj 200 mm, (d) November – doznievanie juhozápadnej cirkulácie, nástup zimného monzúnu

Zrážky

- ▶ na **náveterných polohách** pohorí sa nachádzajú oblasti s **maximálnym úhrnom** atmosférických zrážok na svete, ktoré však spadnú len počas niekoľkých mesiacov (Cherrapunji v Indii na náveternej strane Khásijského pohoria - najväčší ročný úhrn zrážok **26 470 mm** v hydrologickom roku 1860/61), naopak, púšť Atacama v Chile má už 66 rokov priemerne menej ako **0,8 mm** dažďa za rok, rekordne najviac snehu 29 metrov napadlo v Mount Baker v USA v zime v roku 1998
- ▶ na Slovensku kolíše priemerný ročný úhrn zrážok od **menej ako 500 mm** v oblasti **Galanťy, Senca** a východnej časti Žitného ostrova do približne **2 000 mm vo Vysokých Tatrách** (Zbojnícka chata 2 130 mm)
- ▶ relatívne **nízke úhrny** zrážok sú v tzv. **daždovom tieni** pohorí, napríklad v spišských kotlinách
- ▶ **množstvo zrážok** na Slovensku vo všeobecnosti **s nadmorskou výškou pribúda** o cca 50-60 mm na 100 m výšky
- ▶ pohoria na severozápade a severe Slovenska sú vo všeobecnosti bohatšie na atmosférické zrážky, než pohoria v strednej, južnej a východnej oblasti Slovenska (podmienené náveternou expozíciou voči prevládajúcemu SZ prúdeniu)
- ▶ **najviac zrážok** padne **v letných mesiacoch** (približne 40 %), na jar spadne 25 %, na jeseň 20 % a na zimu pripadá len 15 % zrážok
- ▶ najdaždivější mesiac býva jún alebo júl a najmenej zrážok padá v januári až marci
- ▶ **Podunajská nížina** patrí k **najsuchším oblastiam** Slovenska, sú tu najnižšie úhrny za rok a **vysoký potenciálny výpar**
- ▶ v letnom období sa na celom území Slovenska relatívne často vyskytujú búrky, pri ktorých spadne veľké množstvo zrážok, pričom **najväčší počet dní s búrkami** je **na horách, v dolinách a kotlinách**, kde sa v priemere vyskytnú až **30-35** takýchto dní za rok
- ▶ **najväčší počet dní so snehovou pokrývkou** je vo vrcholových polohách **Vysokých Tatier**, aj viac ako **200** dní za rok
- ▶ vo vysoko položených zatienených vysokotatranských dolinách sa snehová pokrývka udrží ojedinele aj celoročne v podobe dočasných alebo trvalých **snehových polí** (tzv. snežníky, firnové polia)

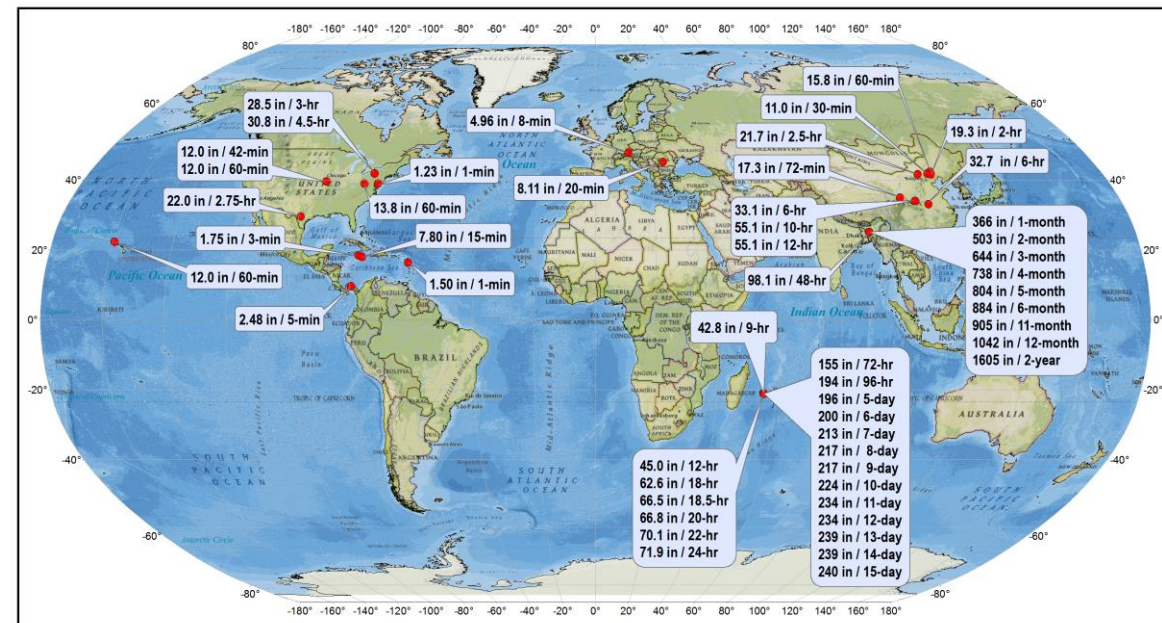


1 inch = 25.4 mm



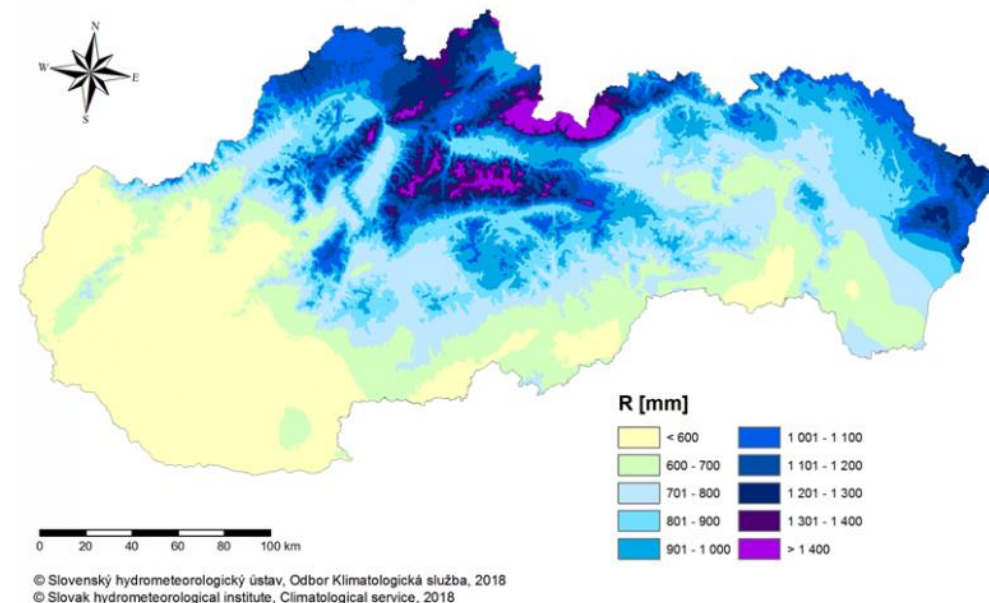
Zrážky

- na **náveterných polohách** pohorí sa nachádzajú oblasti s **maximálnym úhrnom** atmosférických zrážok na svete, ktoré však spadnú len počas niekoľkých mesiacov (Cherrapunji v Indii na náveternej strane Khásijského pohoria - najväčší ročný úhrn zrážok **26 470 mm** v hydrologickom roku 1860/61), naopak, púšť Atacama v Chile má už 66 rokov priemerne menej ako **0,8 mm** dažďa za rok, rekordne najviac snehu 29 metrov napadlo v Mount Baker v USA v zime v roku 1998
- na Slovensku kolíše priemerný ročný úhrn zrážok od **menej ako 500 mm** v oblasti **Galanťy, Senca** a východnej časti Žitného ostrova do približne **2 000 mm vo Vysokých Tatrách** (Zbojnická chata 2 130 mm)
- relatívne **nízke úhrny** zrážok sú v tzv. **daždovom tieni** pohorí, napríklad v spišských kotlinách
- množstvo zrážok** na Slovensku vo všeobecnosti s **nadmorskou výškou pribúda** o cca 50-60 mm na 100 m výšky
- pohoria na severozápade a severe Slovenska sú vo všeobecnosti bohatšie na atmosférické zrážky, než pohoria v strednej, južnej a východnej oblasti Slovenska (podmienené náveternou expozíciou voči prevládajúcemu SZ prúdeniu)
- najviac zrážok** padne v **letných mesiacoch** (približne 40 %), na jar spadne 25 %, na jeseň 20 % a na zimu pripadá len 15 % zrážok
- najdaždivjší mesiac býva jún alebo júl a najmenej zrážok padá v januári až marci
- Podunajská nížina** patrí k **najsuchším oblastiam** Slovenska, sú tu najnižšie úhrny za rok a **vysoký potenciálny výpar**
- v letnom období sa na celom území Slovenska relatívne často vyskytujú búrky, pri ktorých spadne veľké množstvo zrážok, pričom **najväčší počet dní s búrkami** je **na horách, v dolinách a kotlinách**, kde sa v priemere vyskytnú až **30-35** takýchto dní za rok
- najväčší počet dní so snehovou pokrývkou** je vo vrcholových polohách **Vysokých Tatier**, aj viac ako **200** dní za rok
- vo vysoko položených zatienených vysokotatranských dolinách sa snehová pokrývka udrží ojedinele aj celoročne v podobe dočasných alebo trvalých **snehových polí** (tzv. snežníky, firnové polia)



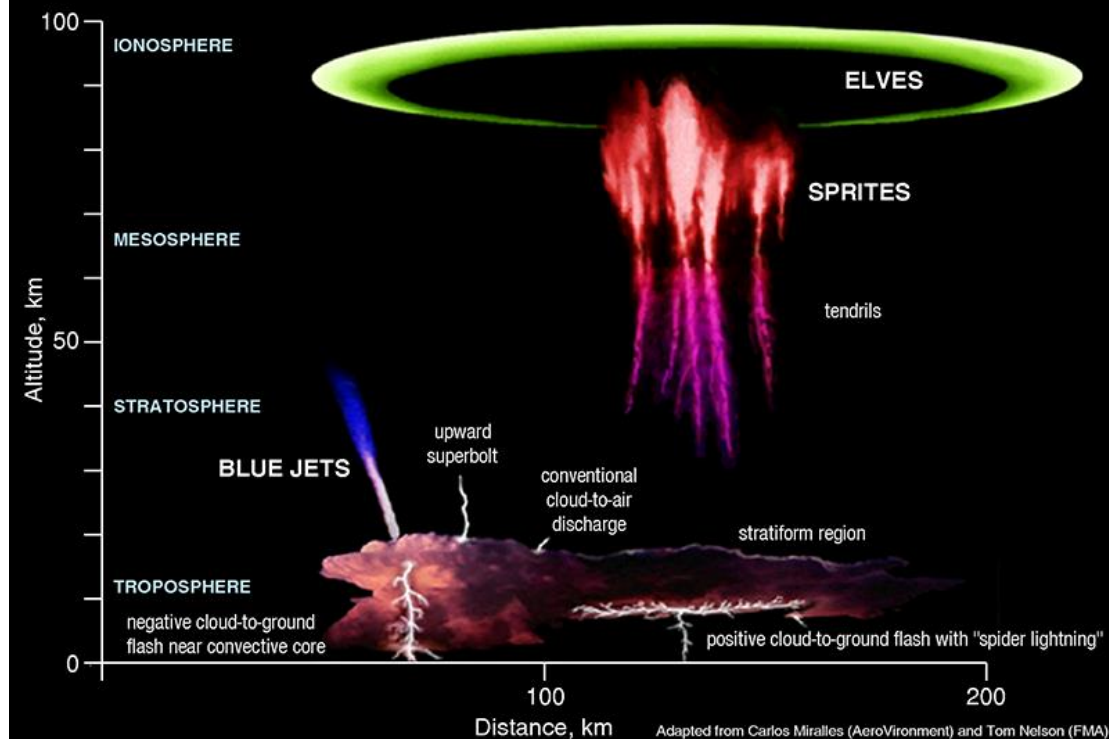
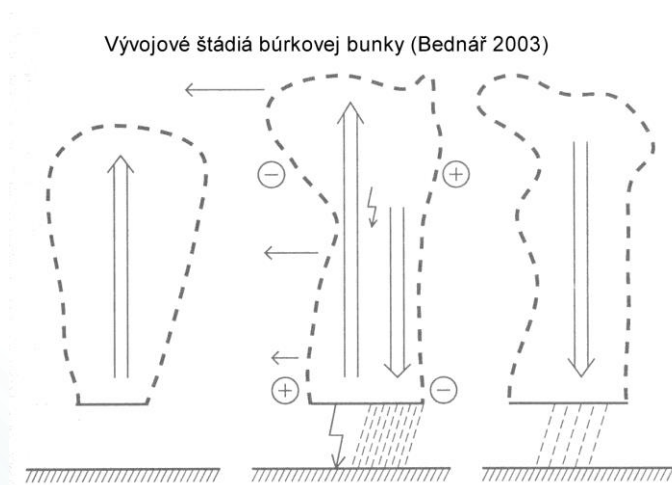
1 inch = 25.4 mm

Ročný úhrn atmosférických zrážok na Slovensku za rok 2017
Annual precipitation total in Slovakia in 2017



Elektrické javy

- ▶ Blesk - silný elektrostatický výboj sprevádzaný svetelným efektom
- ▶ Typy výbojov, blesky:
 - ▶ Čiarový
 - ▶ Rozvetvený
 - ▶ Perlový
 - ▶ Plošný (blýskavica)
 - ▶ Guľový (potvrdený 2012)
 - ▶ Eliášov oheň
 - ▶ Červení škriatkovia



Elektrické javy

- ▶ Oblasť Maracaiba – 200 až 260 bleskov na 1km² ročne
- ▶ India – ročne cca 25 mil. bleskov – ročne niekoľko tisíc mŕtvych

- ▶ Typy výbojov, blesky:

- ▶ Čiarový
- ▶ Rozvetvený
- ▶ Perlový
- ▶ Plošný (blýskavica)
- ▶ **Gul'ový (potvrdený 2012)**
- ▶ Eliášov oheň
- ▶ Červení škriatkovia



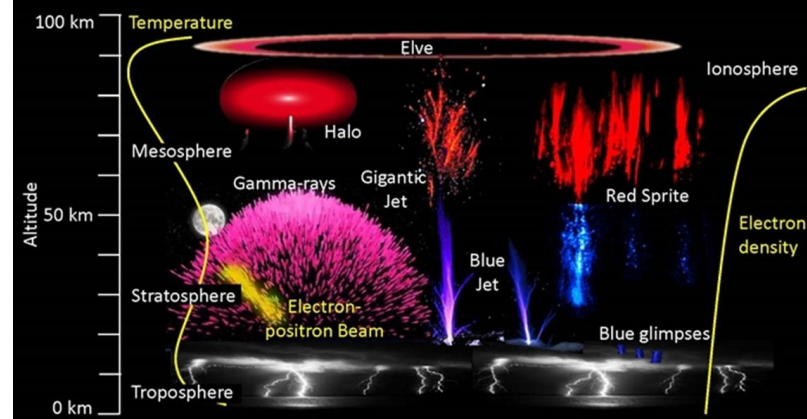
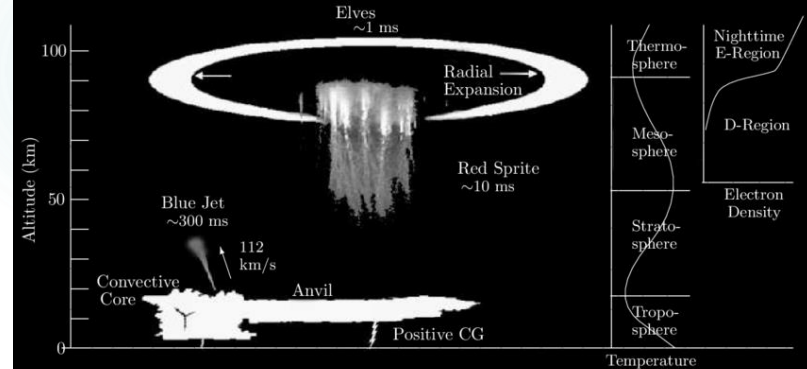
Győrújbarát - Győr felé
2022. június 2. 3:26:05



Eliášov oheň (Budapešť)



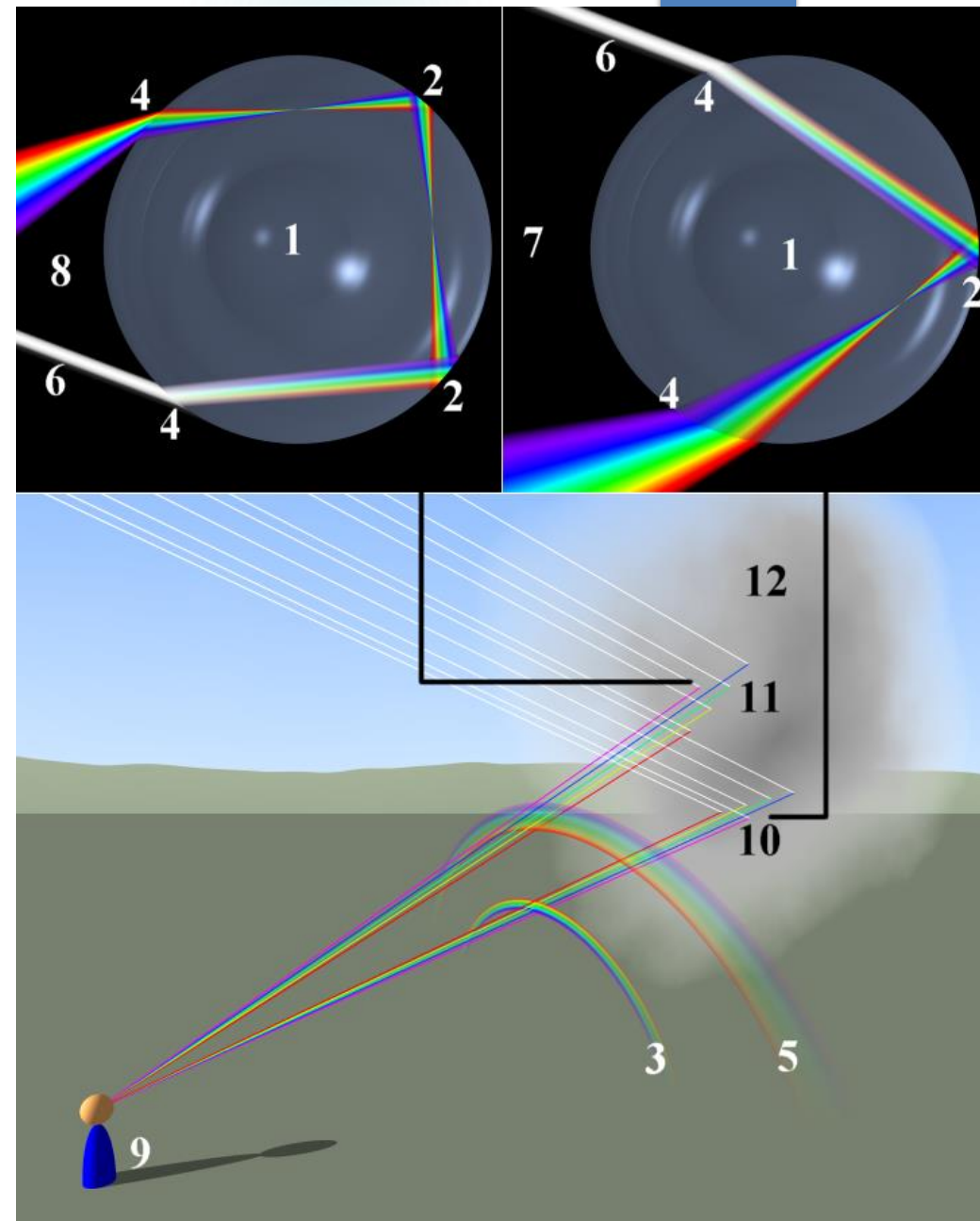
Gul'ový blesk (Čína)



Červení škriatkovia (BB)

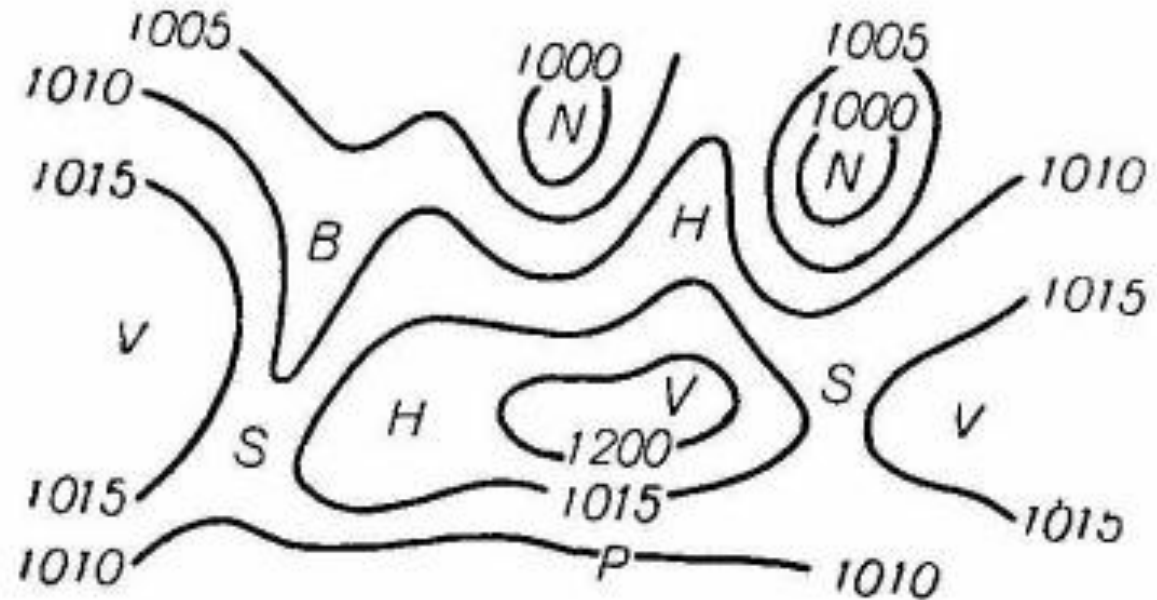
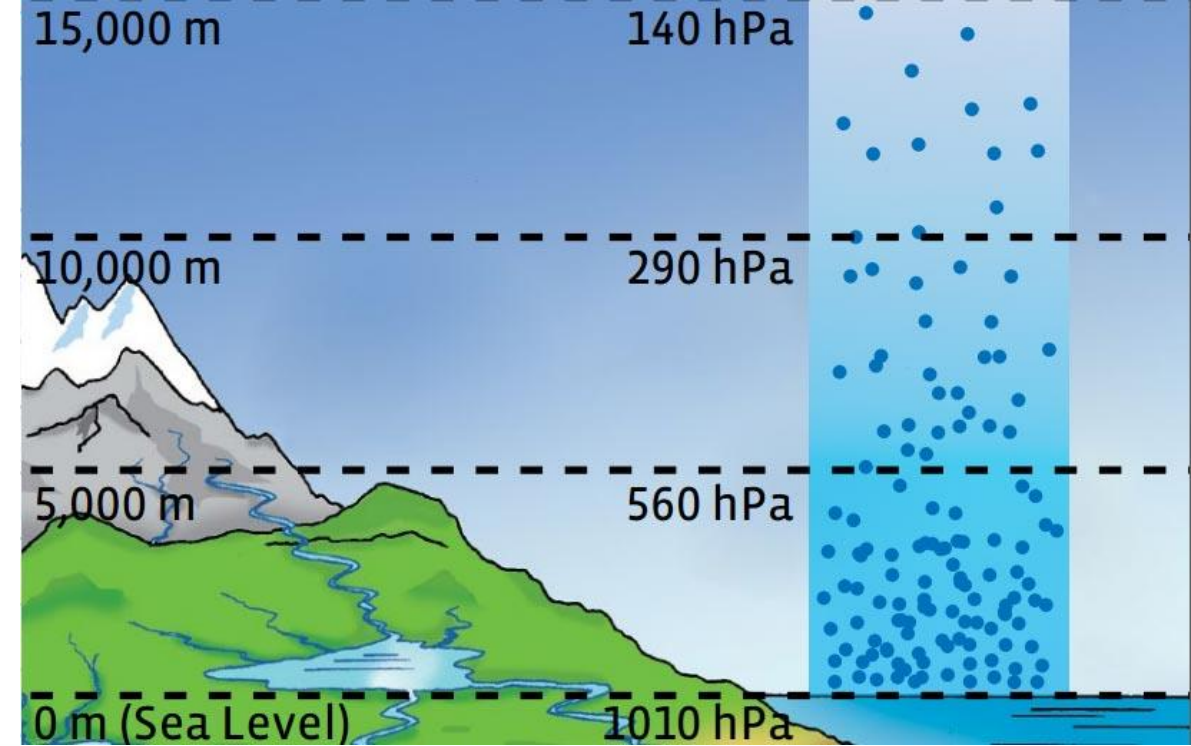
Optické javy

- ▶ **Súmrak a svitanie** - svetlo produkované rozptylom slnečného svetla vo vyšších vrstvách atmosféry, keď je slnko pod obzorom
- ▶ **Dúha** - Vznik dúhy je spôsobený disperziou slnečného svetla prechádzajúceho kvapkou
- ▶ **Halové javy** - optický úkaz, ktorý vzniká odrazom či priechodom slnečných alebo mesačných lúčov drobnými ľadovými kryštálmi v atmosfére (**najčastejšie**, ak oblohu z väčšej časti pokrývajú oblaky typu **cirrostratus**)



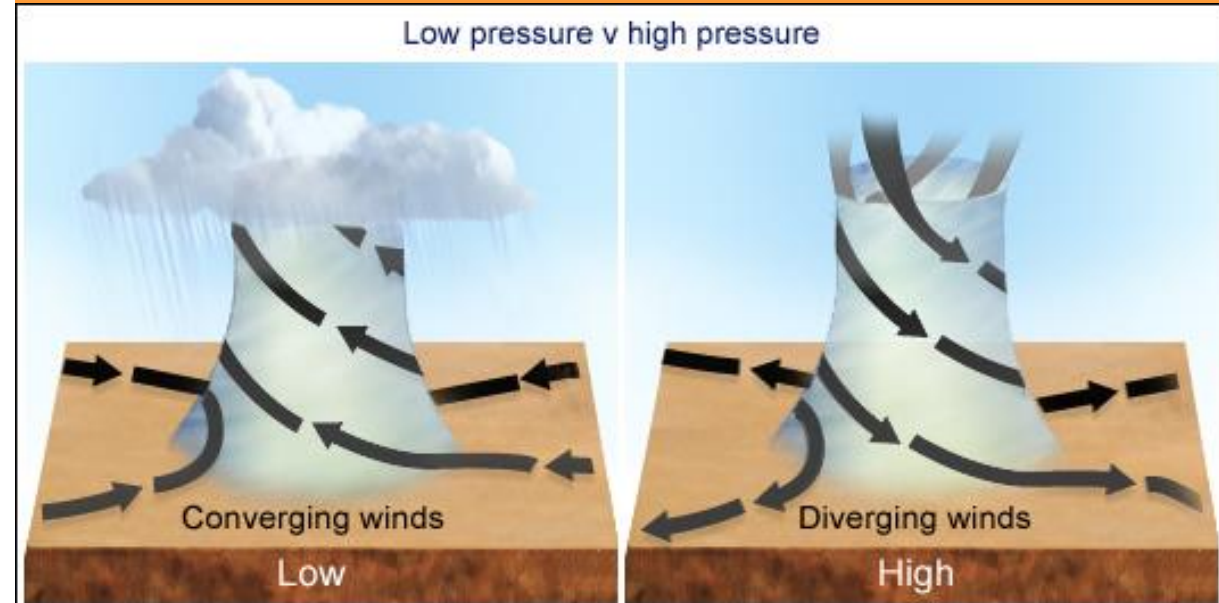
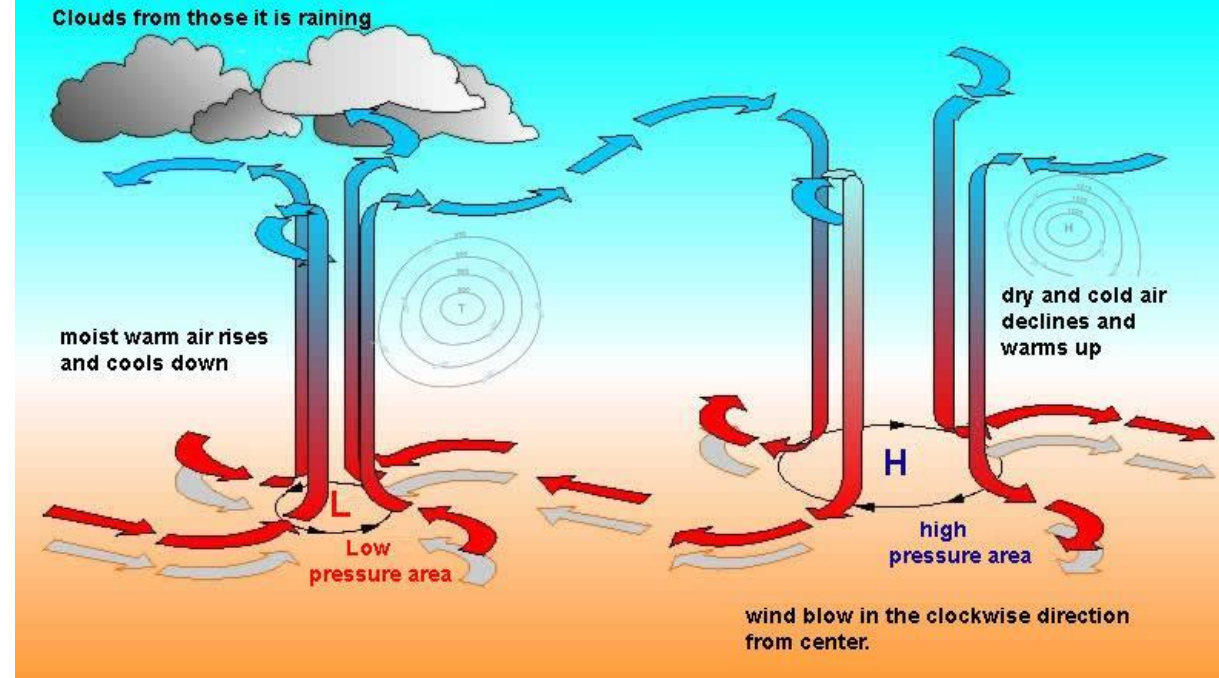
Tlak vzduchu

- ▶ sila vyvolaná **hmotnosťou vzduchového stĺpca**
- ▶ atmosféra v gravitačnom poli Zeme pôsobí na zemský povrch svojou tiažovou silou
- ▶ telesný povrch dospelého **človeka musí čeliť** vzduchovému stĺpcu o hmotnosti asi **15 ton**
- ▶ tlak vzduchu v atmosfére **s výškou klesá** (na každých 5,5 km o polovicu) - tieto zmeny udáva **vertikálny barický gradient**
- ▶ v nadmorskej výške 0 m pri teplote vzduchu 0 °C má hodnotu 8 m/hPa, vo výške 5 km pri teplote vzduchu 0 °C je to 16 m/hPa, čím je chladnejší (ťažší) vzduch, tým rýchlejšie klesá tlak smerom hore
- ▶ **pre porovnatelnosť údajov** o tlaku vzduchu zo staníc, z rôznych nadmorských výšok sa prepočítavajú hodnoty **na úroveň hladiny mora**
- ▶ pri 0 °C a zemepisnej šírke 45° na hladine mora je tlak vzduchu **1013,25 hPa (1 atmosféra)**
- ▶ rozloženie atmosférického tlaku vzduchu na Zemi je rôzne v dôsledku rozdielneho množstva slnečného žiarenia, ktoré dopadá na zemský povrch, s čím súvisia aj teplotné zmeny aktívneho povrchu
- ▶ rozloženie tlaku sa označuje ako **barické pole**, ktoré je definované ako plocha ohraničená izočiarami rovnakých tlakov - **izobarami**
- ▶ zmeny tlaku vzduchu v horizontálnom smere vyjadruje **horizontálny barický gradient**, ktorý vždy smeruje z oblasti vyššieho tlaku vzduchu do oblasti nižšieho tlaku vzduchu



Tlak vzduchu

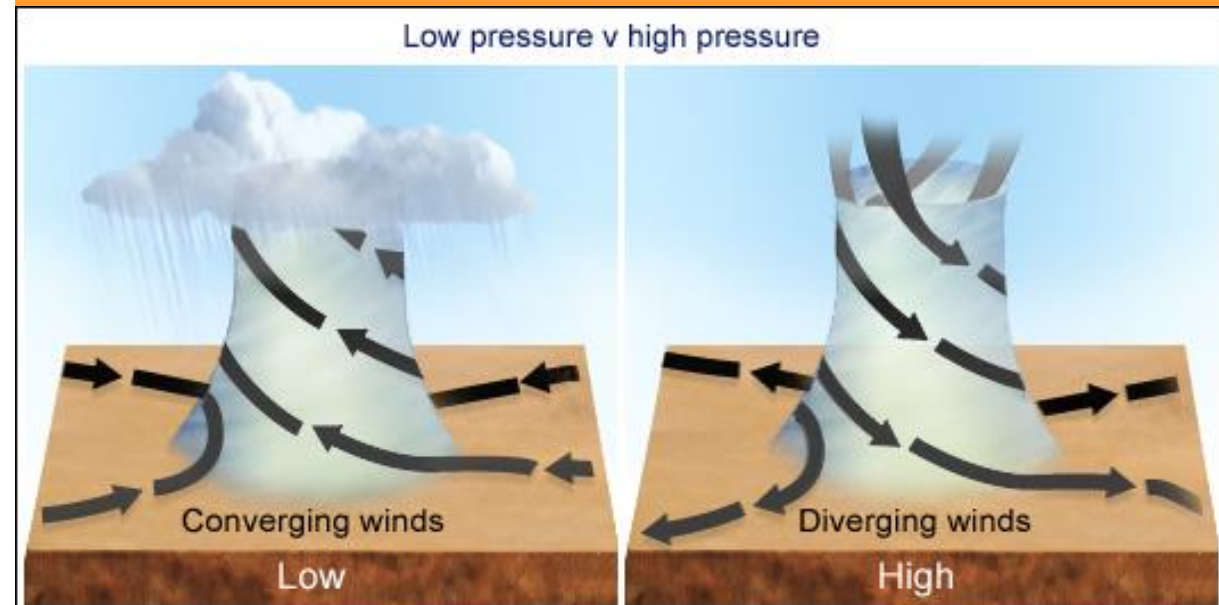
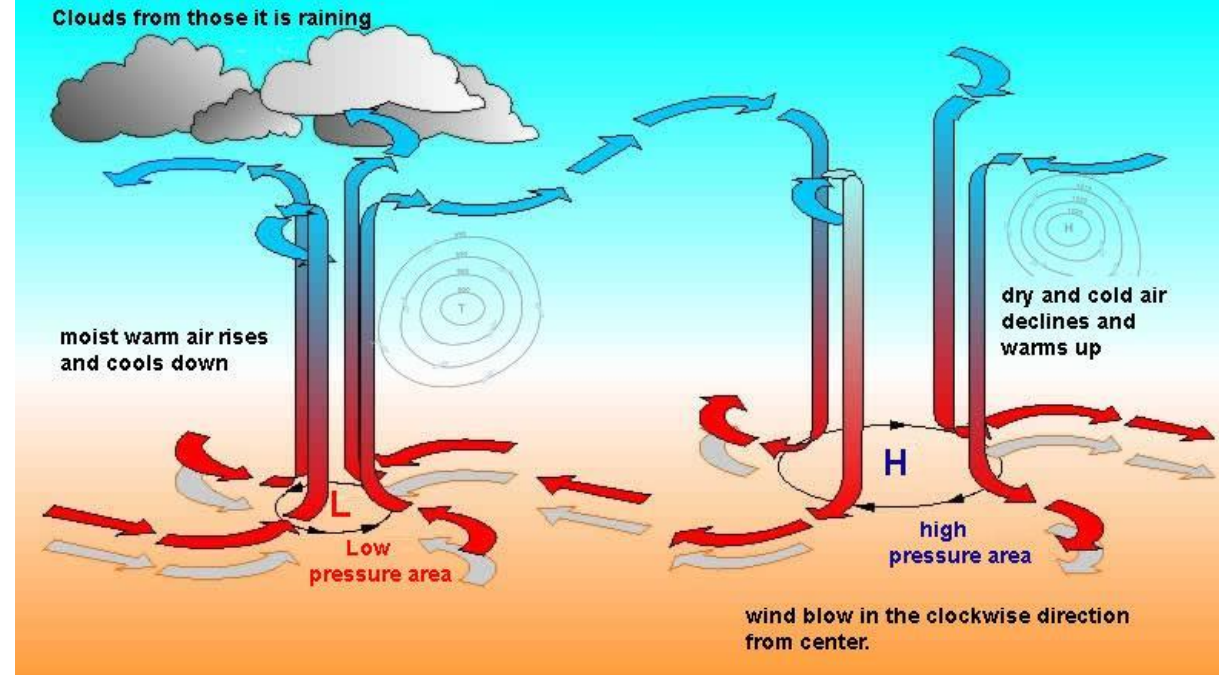
- ▶ tlakové polia tvoria oblasti **nízkeho** a **vysokého** tlaku vzduchu (na synoptických mapách sú tieto oblasti vyjadrené **uzavretými izobarami**)
- ▶ **Cyklóna** (tlaková níz):
 - ▶ **najnižší tlak v centre** - smerom od stredu cyklóny tlak rastie
 - ▶ na severnej pologuli prúdenie vzduchu **proti smeru hodinových ručičiek**, zároveň sa stáča smerom k stredu cyklóny
 - ▶ **priemer** cyklóny dosahuje **100 až 3000 km**
 - ▶ **v zime** prináša tlaková níz **oteplenie a zrážky**, **v lete** ochladenie a zrážky
 - ▶ v našich zemepisných šírkach typický tlak **980 - 1005 hPa**
- extrémne 950 hPa
 - ▶ **rýchlosť** **40-50 km/hod**
 - ▶ **v našej oblasti cyklóny vznikajú najčastejšie v oblasti Islandu**, postupujú od západu na východ a rozpadávajú sa medzi Poľskom a Ruskom
 - ▶ postupuje spravidla od západu na východ



In a low pressure system, air is dragged in and forced upwards where it cools and forms clouds. In a high pressure system, dense air is forced downwards and spreads out over the surface of the Earth.

Tlak vzduchu

- ▶ tlakové polia tvoria oblasti **nízkeho** a **vysokého** tlaku vzduchu (na synoptických mapách sú tieto oblasti vyjadrené **uzavretými izobarami**)
- ▶ **Anticyklóna** (tlaková výš):
 - ▶ **najvyšší tlak v centre** - smerom od stredu anticyklóny tlak klesá
 - ▶ na severnej pologuli prúdi vzduch **v smere hodinových ručičiek**, zároveň sa stáča smerom od stredu anticyklóny
 - ▶ **priemer od 100 do niekoľko tisíc km**
 - ▶ **v lete málo oblačné počasie** so slabým vetrom alebo bezvetrím a **bez zrážok**, **v zime bezoblačné chladné, mrazivé bez zrážok**
 - ▶ v našich zemepisných šírkach typický tlak **1020 do 1035 hPa** - extrémne 1050 hPa
 - ▶ **pokrývajú väčšie územie** a **pohybujú sa pomalšie**
 - ▶ **vznikajú medzi** jednotlivými **cyklónami** a postupujú do nižších zemepisných šírok
 - ▶ najčastejšie **ostávajú bez pohybu 2–3 dni**, ale niekedy aj viac ako 10 dní
 - ▶ predstavujú **oblasti rozpadu atmosférických frontov**

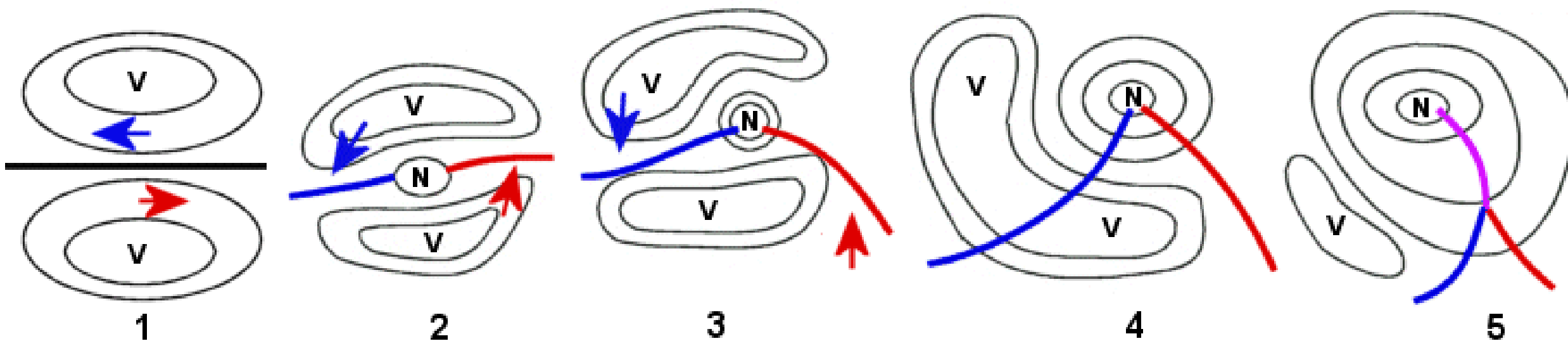
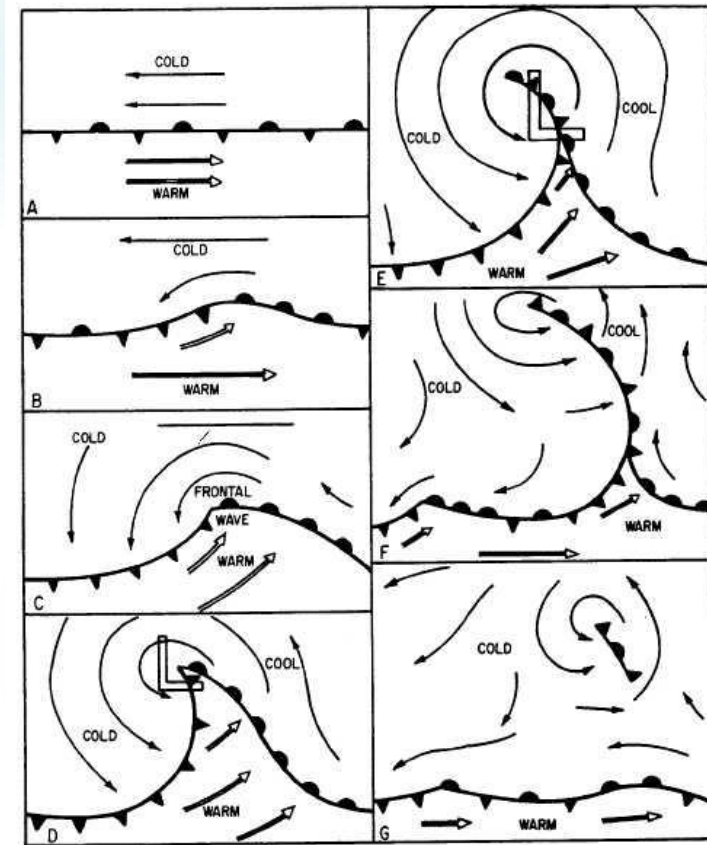


In a low pressure system, air is dragged in and forced upwards where it cools and forms clouds. In a high pressure system, dense air is forced downwards and spreads out over the surface of the Earth.

Tlak vzduchu

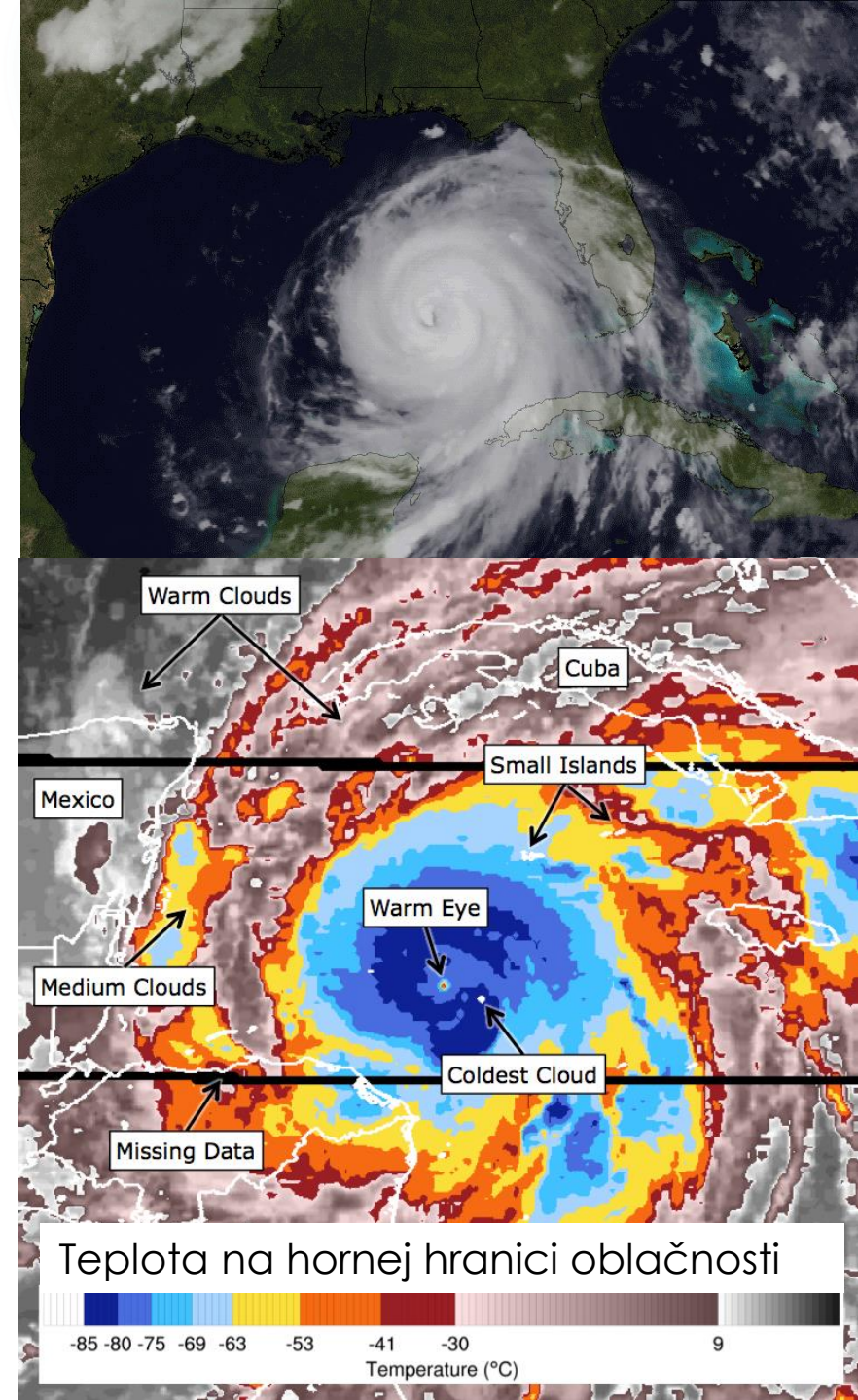
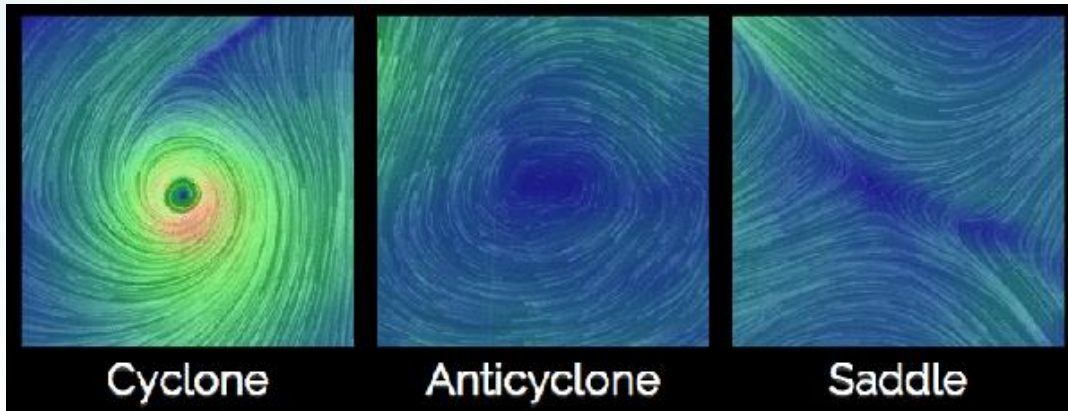
► Proces **frontogenézy** v tlakovej níži:

- **Vznik:** v priamočiaram úseku kvázi stacionárneho frontu prúdia laminárne vedľa seba teplý a studený vzduch
- **Zvlínenie:** vplyvom rozdielu teplôt sa styčná **plocha** medzi vzduchovými hmotami **rozvlní**, jedna hmota začne vytláčať druhú a prúdenie sa mení na turbulentné, na hranici vzniká cyklóna s uzavretou horizontálnou cirkuláciou vzduchu
- **Vývoj:** na východnej (prednej) strane cyklóny prúdi teplý vzduch na sever a **vzniká tu teplý front**, na západnej (zadnej) strane cyklóny prúdi studený vzduch na juh a vzniká tu **studený front**
- **Prehlbovanie:** **teplý** vzduch sa posúva ďalej **na sever** a **chladný** vzduch ďalej **na juh**, na jej prednej strane je teplý front, na zadnej strane studený front, fronty sa stretávajú v strede cyklóny
- **Oklúzia:** rýchlejší **studený front** postupne **dobehne teplý front**, vytlačí teplý hore a teplý sektor sa pomaly zmenšuje
- **Rozpad:** **cyklóna sa vyplňuje** studeným vzduchom, stúpa tlak, oklúzny front sa rozpadá a cyklóna zaniká



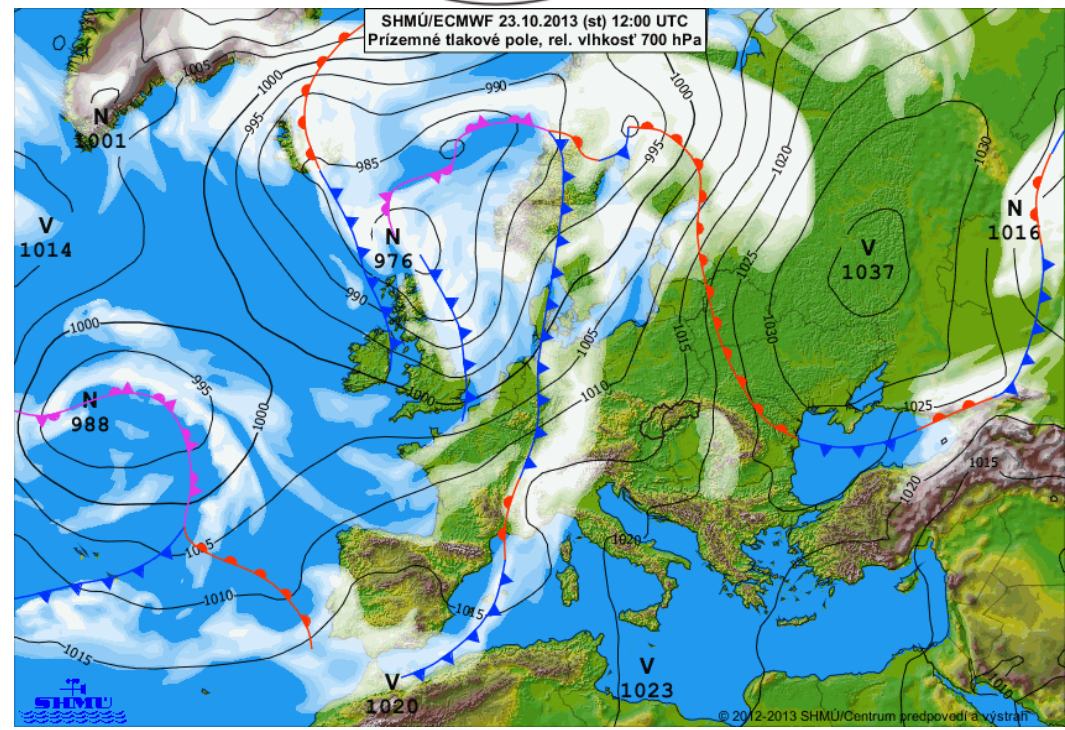
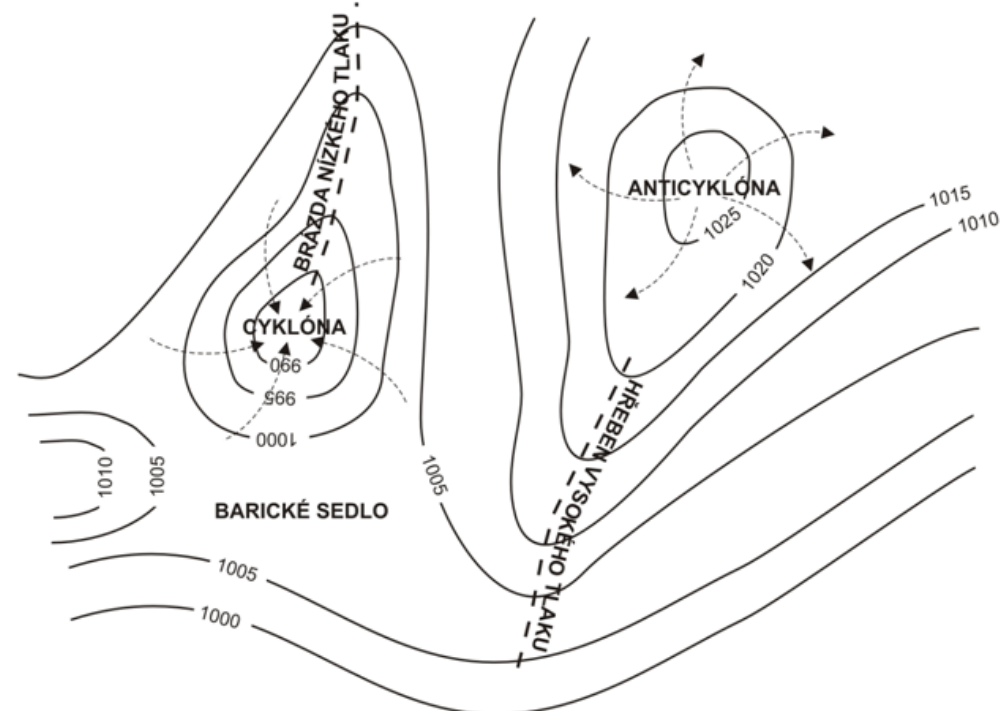
Tlak vzduchu

- ▶ **tlaková níž** vzniká v oblasti frontálnej vlny pri poklese tlaku vzduchu pred teplou časťou frontu
- ▶ **pohyb tlakovej níše** je **daný poklesom tlaku** vzduchu pred teplým frontom
- ▶ **rýchlosť postupu** tlakovej níše závisí **od veľkosti tlakových tendencií** pred teplým a za studeným frontom
- čím sú väčšie, tým rýchlejšie sa níž pohybuje
- ▶ **vypĺňanie tlakovej níše** nastáva, keď studený front dosiahne po celej dĺžke teplý front a vytvorí sa oklúzny front
- ▶ **tlaková výš** sa vyvíja v studenom vzduchu, ktorý preniká za studeným frontom do určitej oblasti, v ktorej podmieňuje vzostup tlaku vzduchu a vznik tlakovej výše
- ▶ pohyb tlakovej výše je daný kladnými tlakovými tendenciami na jeho okraji
- ▶ tlakové útvary, ktoré majú veľkú vertikálnu mohutnosť a zotrávajú **dlhší čas na jednom mieste** ovplyvňujú počasie na niekoľko dní - označujeme ich ako **hlboká tlaková níž** alebo ako mohutná **rozsiahla tlaková výš**
- ▶ Maximálna hodnota tlaku vzduchu **1083,8 hPa** bola nameraná na stanici Agata na Sibíri
- ▶ Minimálna hodnota tlaku vzduchu **870,0 hPa** bola údajne nameraná v Tichom oceáne v oku tajfúna Tip



Tlak vzduchu

- ▶ **brázda nízkeho tlaku** - pásmo nízkeho tlaku vybiehajúceho z TN alebo medzi dvoma TV
 - izobary sú neuzavreté a majú **tvár písmena "V"**, os brázdy je miestom najnižšieho tlaku, od nej tlak na obe strany narastá
 - **v Európe** sa najčastejšie tvorí v poludníkovom smere **od Škandinávie až po Stredomorie**
 - sprevádza ju **oblačné počasie** s atmosférickými zrážkami, po prednej strane prúdi z južných smerov teplý vzduch, po zadnej strane zo severných smerov studený vzduch, **podobne ako v tlakovej níži**
- ▶ **hrebeň vysokého tlaku** - pásmo vysokého tlaku medzi vybiehajúceho z TV alebo oddeľujúceho 2 TN
 - izobary sú neuzavreté a majú **tvár písmena "U"**, os hrebeňa je miestom najvyššieho tlaku, od ktorej tlak na obe strany klesá
 - do strednej Európy sa najčastejšie dostáva formou výbežku **z Azorskej tlakovej výše** od juhozápadu
 - prináša krátkodobé zlepšenie počasia, z hrebeňa vyššieho tlaku vzduchu sa môže sformovať samostatná tlaková výš počasie **podobe ako v tlakovej výši**
- ▶ **barické sedlo** - oblasť v atmosfére medzi dvoma cyklónami (brázdami) alebo dvoma anticyklónami (hrebeňmi) položenými do kríža - stred barického sedla je tzv. **neutrálny bod**
- ▶ tlak vzduchu je základným údajom pri tvorbe **synoptickej mapy** - prehľadným a medzinárodne platným spôsobom zobrazuje výsledky veľkého množstva pozorovaní siete meteorologických staníc v rovnakom predpísanom termíne pozorovania
- ▶ synoptické mapy sa obvykle vykrešľujú v tzv. **hlavných synoptických termínoch** – o 00, 06, 12 a 18 h svetového času (UTC)
- ▶ okrem hodnôt meteorologických prvkov, znázornených v staničnom modeli, sú na synoptickej mape vykreslené **izobary**, ktoré znázorňujú **tlakové útvary** – tlakové výše a tlakové níže, taktiež sú zakreslené **rozhrania vzduchových hmôt** – atmosférické fronty, prípadne sú tu zvýraznené **oblasti zrážok, hmieľ a búrok**



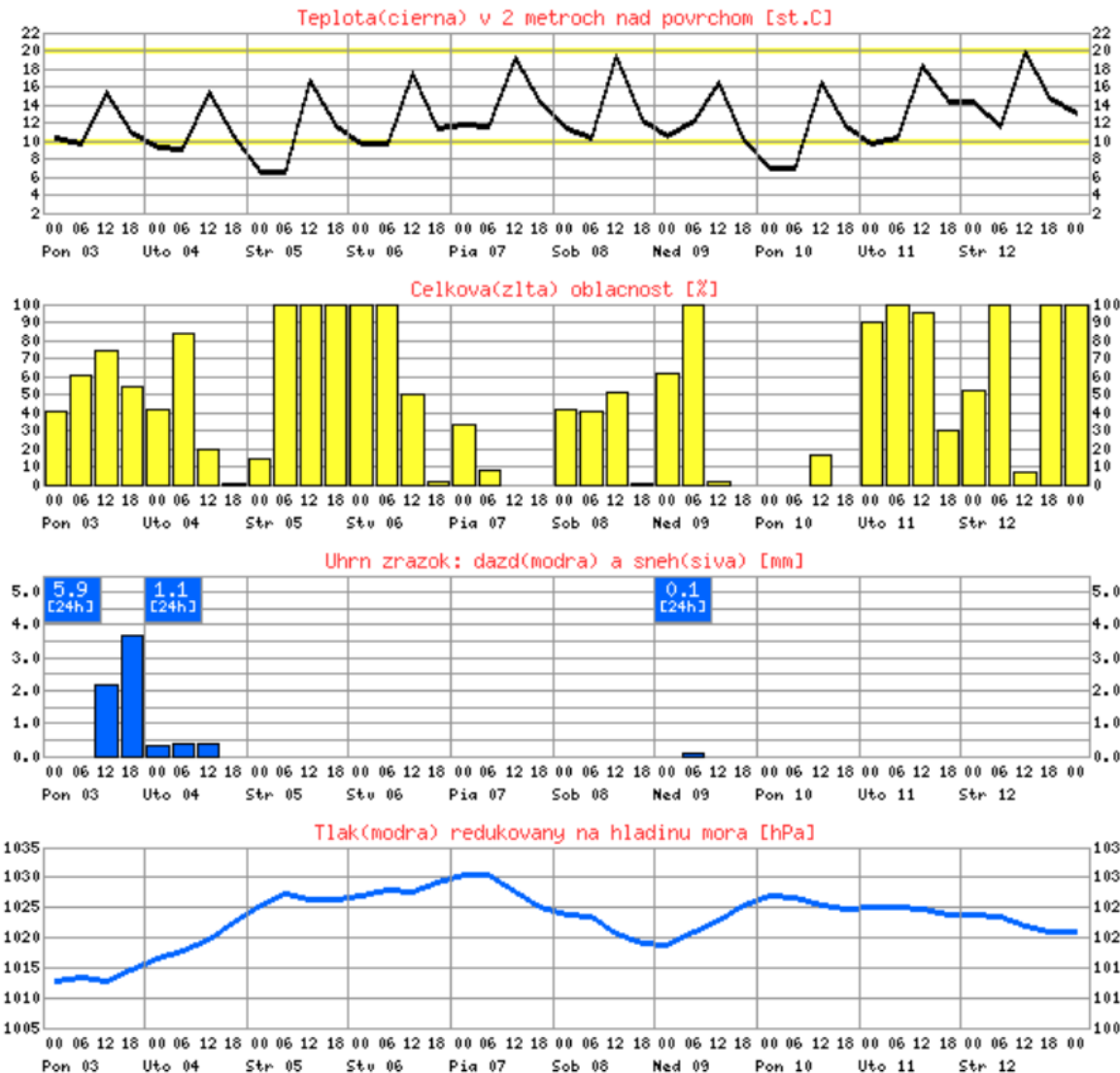
Tlak vzduchu

- ▶ pre vývoj počasia je dôležitejší skôr priebeh tlaku, než jeho absolútna hodnota
- ▶ **zlepšenie počasia** nastane ak tlak (Pejmal, 1971):
 - ▶ stúpa viac dní
 - ▶ stúpa pomaly a rovnomerne alebo je bez zmeny
 - ▶ stúpa pri silnom vetre
 - ▶ denne sa opakuje malé kolísanie tlaku
 - ▶ ak stúpa tlak ale klesá teplota, vyjasnenie vydrží len pár hodín
 - ▶ ak stúpa tlak a stúpa teplota, je v lete pekné počasie, v zime len na horách (inverzia)
 - ▶ rýchle zvýšenie tlaku znamená len dočasné zlepšenie počasia
- ▶ **zhoršenie počasia** nastane ak (Pejmal, 1971):
 - ▶ tlak klesá pod 1 000 hPa
 - ▶ tlak rýchlo klesá
 - ▶ tlak dlhodobo klesá
 - ▶ pri vysokej teplote klesne tlak na normál
 - ▶ ak po búrke nestúpne tlak, prídu nové búrky, najčastejšie prichádzajú pri tlaku okolo 1013,3 hPa



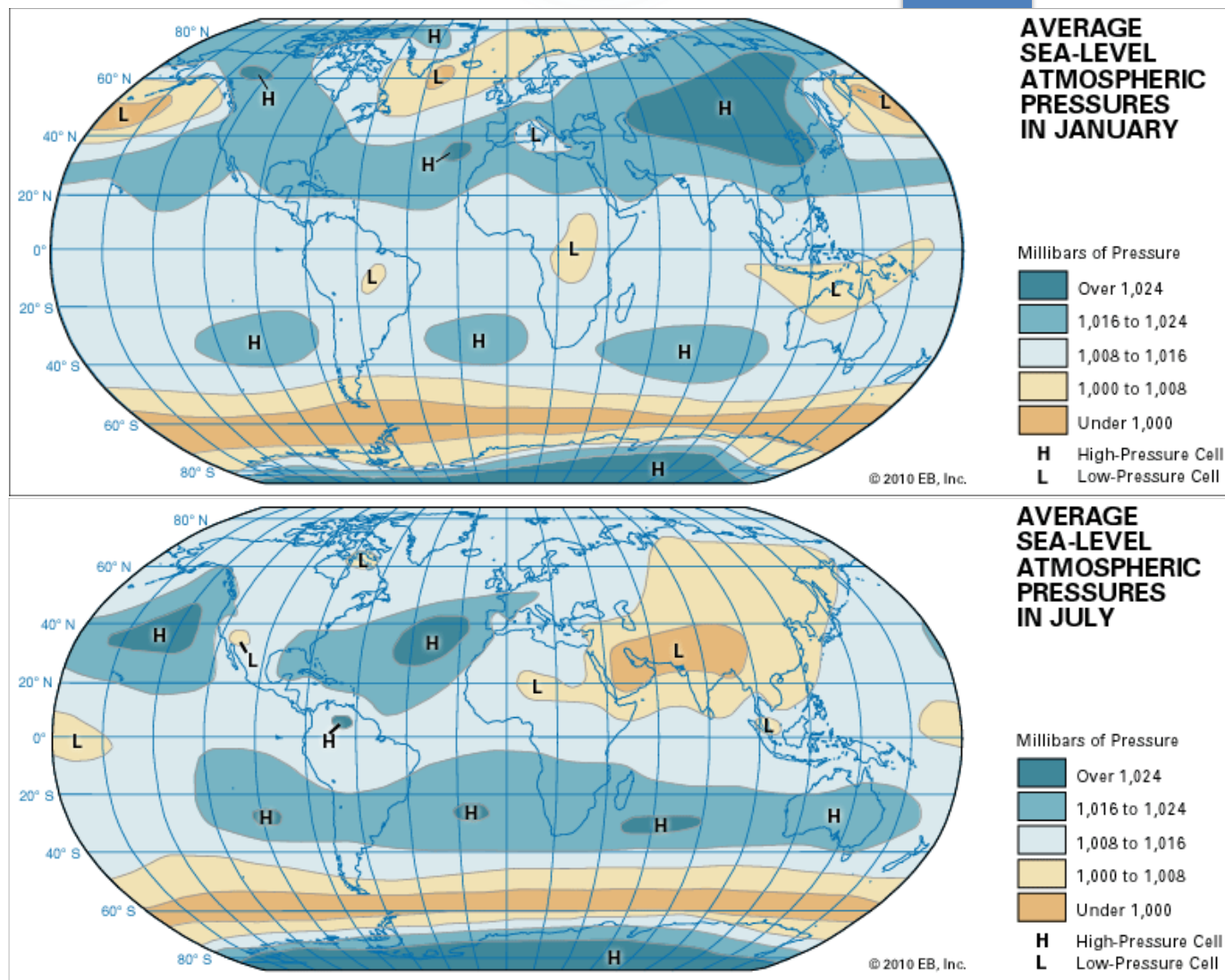
Michalovce - METEGRAM (ECMWF: 03/10/2022 00 UTC + 240 H)

lat: 48.751 lon: 21.913 model_ait: 93m real_ait: 112m



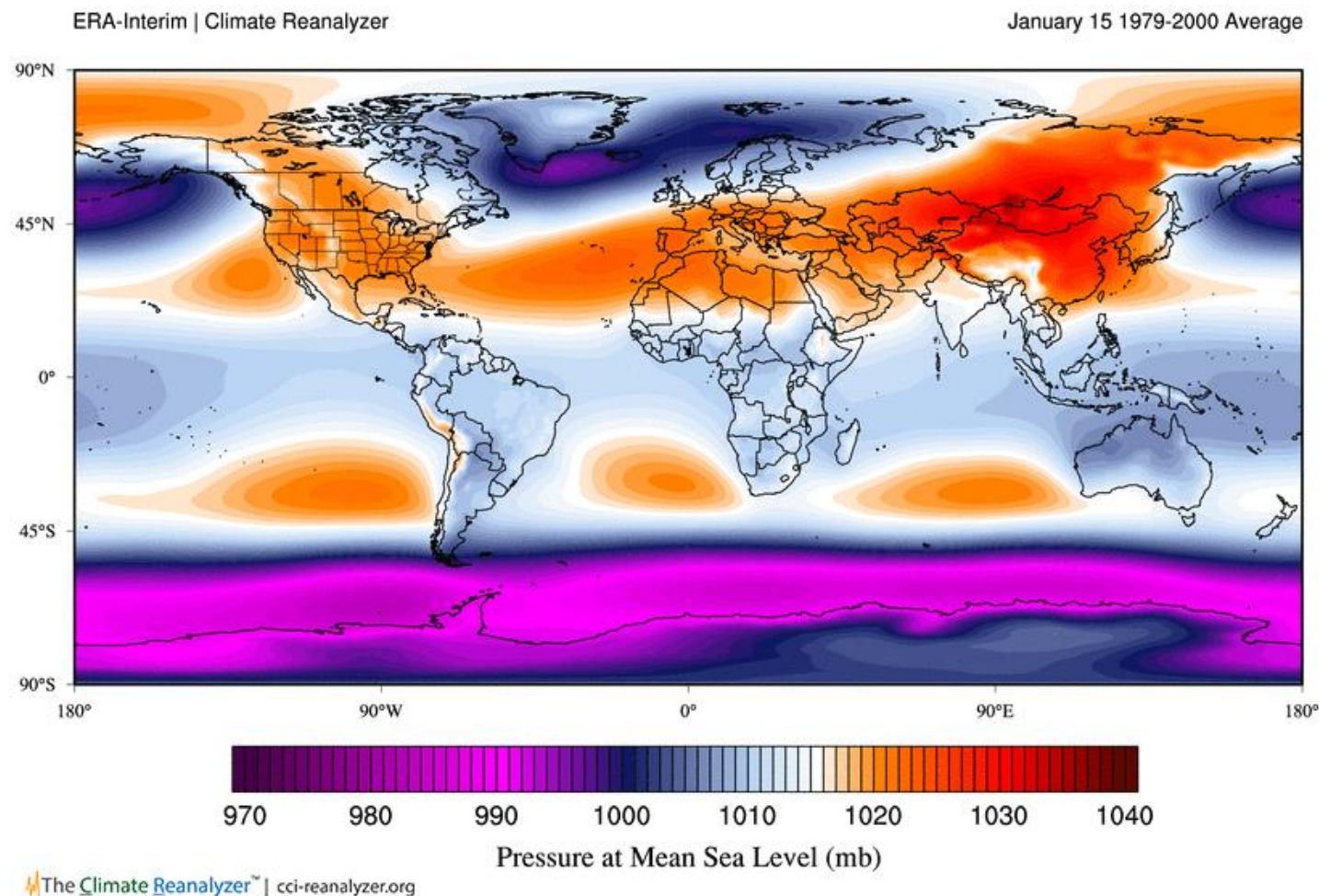
Tlak vzduchu

- **Rozloženie tlaku vzduchu na Zemi** a jeho kolísanie je počas roka zapríčinené nerovnomerným rozložením teploty vzduchu a jej sezónnymi zmenami, tieto zmeny sú **rozdielne na kontinentoch a nad oceánmi** a **závisia** aj **od zemepisnej šírky**, rozlišujeme stále a sezónne tlakové útvary
- **Pásmo nízkeho tlaku vzduchu nad rovníkom:** vyskytuje sa okolo celej zemegule v oblastiach rovníka, je viac posunuté na severnú pologuľu, ktorá je teplejšia, pásma sa posúva za Slnkom, smerom k pologuli, kde je leto, hranice pásma v zime (na severnej pologuli) sú medzi 15° severnej geografickej šírky a 25° južnej geografickej šírky, v lete medzi 35° severnej a 5° južnej geografickej šírky
- **Pásma vysokého tlaku v tropických oblastiach:** nachádza sa po obvode celej Zeme v intervale 25 – 40° severnej a južnej geografickej šírky, najvýraznejšie je nad oceánmi, kde pôsobia **stacionárne tlakové útvary v priebehu celého roka**, v chladnejšej časti roka príslušnej pologule sú tlakové útvary slabšie, menej výraznejšie, ustupujú smerom k rovníku, v teplejšej časti roka sú mohutnejšie a posúvajú sa smerom k miernemu pásmu, nad kontinentmi sú mohutnejšie v zime a slabšie v lete príslušnej pologule
- podnebie strednej Európy ovplyvňuje najmä **Azorská** (Severoatlantická) **tlaková výš**, ktorá sa formuje v oblasti Azorských ostrovov, v lete sa jej výbežok rozširuje do južnej i strednej Európy a môže prechádzať aj do samostatných tlakových výší, v lete prináša slnečné a suché počasie, v zime menej oblačné počasie s miernejšími teplotami vzduchu, po východnom okraji Azorskej tlakovej výše tečie studený Kanársky prúd, po jej západnom okraji prúdia teplý Antilský, Karibský, Floridský a Golský prúd



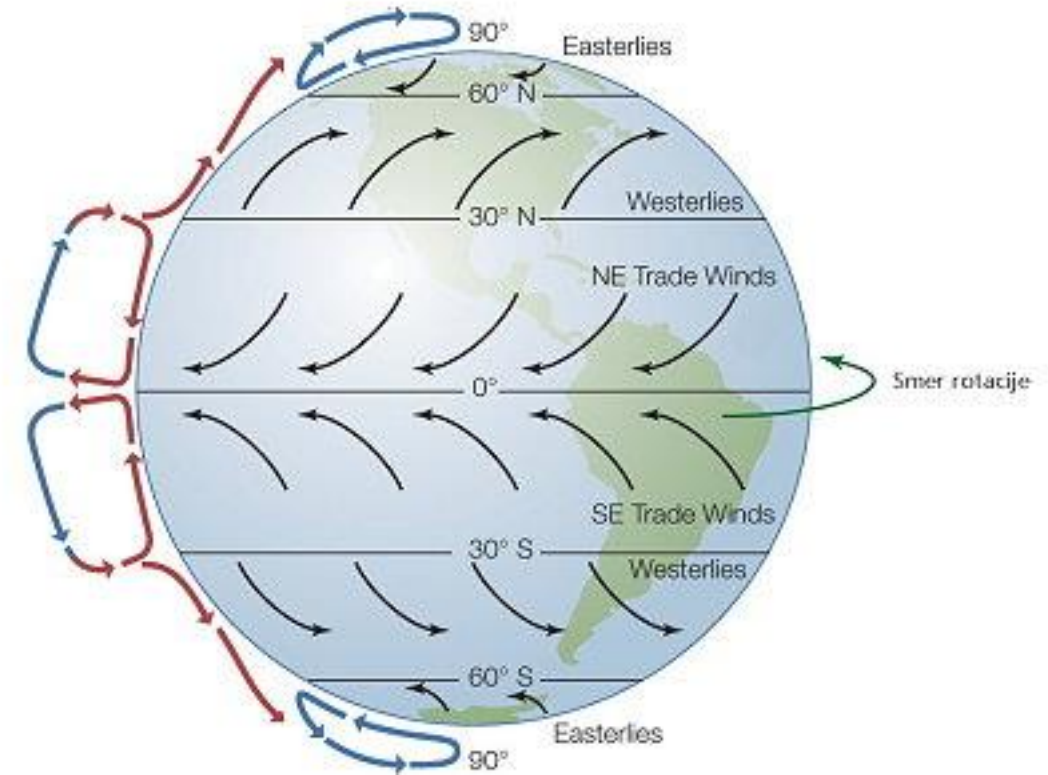
Tlak vzduchu

- ▶ **Pásmo nízkeho tlaku v miernych šírkach:** leží približne na úrovni 60° severnej a južnej geografickej šírky, v zime príslušnej pologule sa tlakové útvary posúvajú do nižších zemepisných šírok a sú mohutnejšie, v lete sa posúvajú do vyšších zemepisných šírok a sú menej výrazné, v Európe ovplyvňuje podnebie **Islandská** (Severoatlantická) **tlaková níz**, na južnej pologuli sa v miernych zemepisných šírkach nachádza súvislé pásmo nízkeho tlaku vzduchu okolo celej zemegule, je to spôsobené kompaktným oceánom, ktorý nie je prerušený pevninou
- ▶ **Pásmo vysokého tlaku vzduchu v oblasti pólův:** Antarktická tlaková výš je všeobecne mohutnejšia v porovnaní s Arktickou tlakovou výšou rozprestierajúcou sa nad oceánom, v lete, pri topení sa arktických ľadov, je Arktická tlaková výš nevýrazná, rozpadá sa na tri samostatné tlakové výše v oblasti Grónska, Barentsovho mora a severne od Čukotského mora
- ▶ Významný vplyv na Slovensko aj **Sibírska TV** a **Iránska TN**



Prúdenie vzduchu

- ▶ priestorové rozloženie atmosférického tlaku sa neustále mení - **prúdenie vzduchu** vzniká ako **dôsledok vyrovnávania tlakových rozdielov**
- ▶ pri pohľade na synoptickú mapu a rozloženie izobár a tlakových útvarov, môžeme povedať ako vzduch nad daným územím prúdi a či k nám bude prúdiť vzduch z vyšších alebo nižších zemepisných šírok
- ▶ oblasť, z ktorej prúdiaci vzduch pochádza, má obvykle veľmi výrazný vplyv na charakter očakávaného počasia (Benko, 2011)
- ▶ okamžitý stav poľa prúdenia je možné vyjadriť pomocou **prúdnic**
- ▶ medzi hlavné príčiny prúdenia vzduchu patria:
 - ▶ sila horizontálneho tlakového gradientu
 - ▶ Coriolisova sila
 - ▶ odstredivá sila
 - ▶ sila trenia
- ▶ veľkosť horizontálneho tlakového gradientu určuje **zrýchlenie vzduchu**



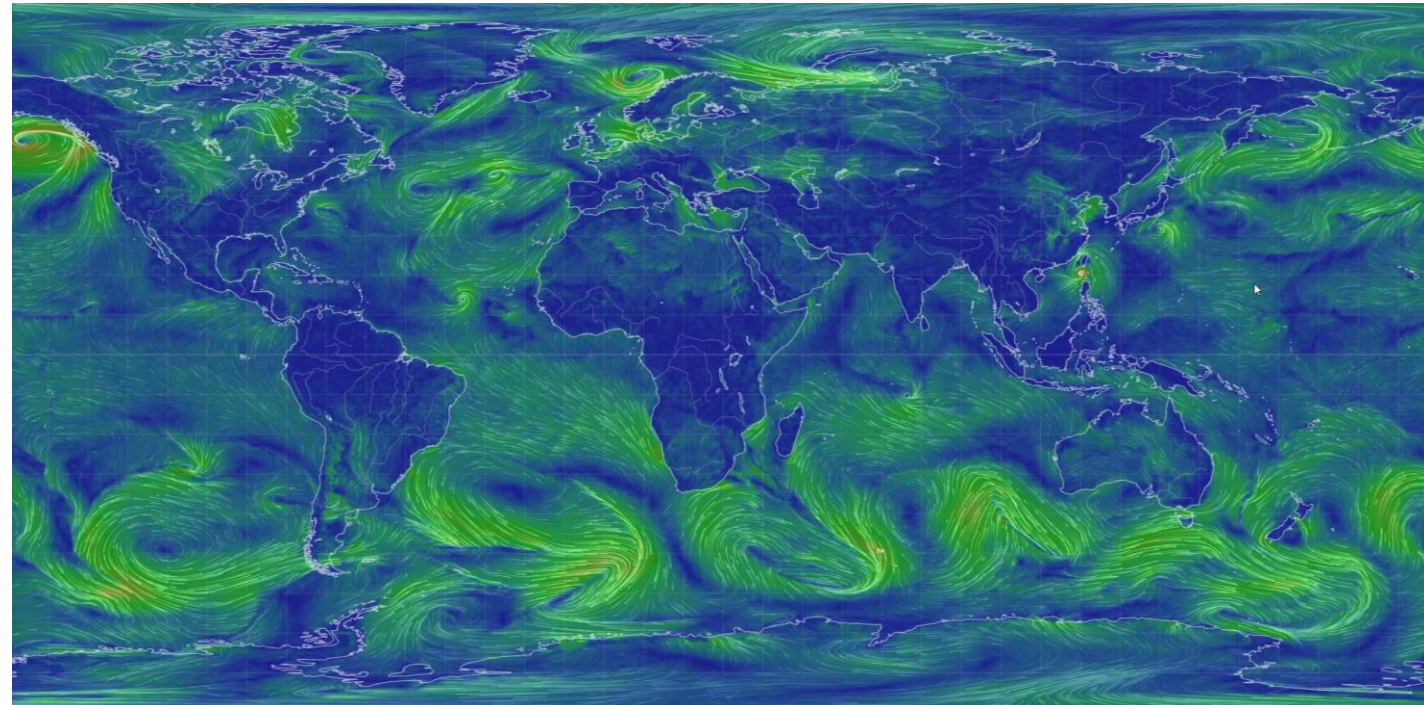
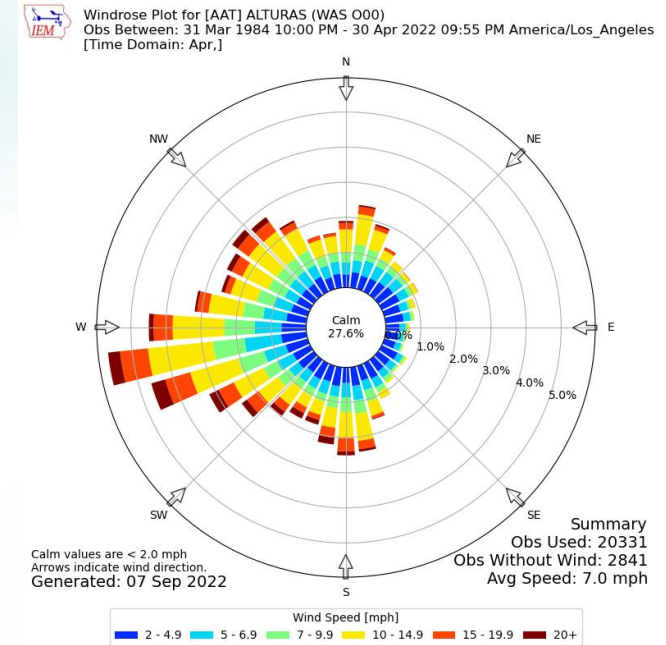
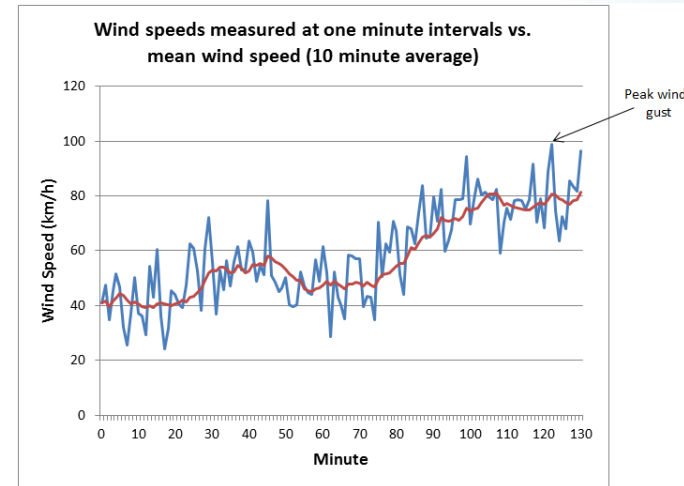
- ▶ keď sa vzduch dostane do pohybu, začne naň pôsobiť odstredivá sila zemskej rotácie a Coriolisova sila, ktorá spôsobuje stáčanie vzdušných prúdov na severnej pologuli vpravo a na južnej pologuli vľavo - **najväčšie hodnoty** dosahuje **vo väčších zemepisných šírkach**, na rovníku je nulová ($\sin 0^\circ = 0$), jej veľkosť sa vyjadruje vzťahom:

$$C = 2 \cdot \omega \cdot v \cdot \sin \varphi$$

- ▶ ω - uhlová rýchlosť zemskej rotácie 0.004 °/s
- ▶ v - rýchlosť vetra
- ▶ φ - zemepisná šírka

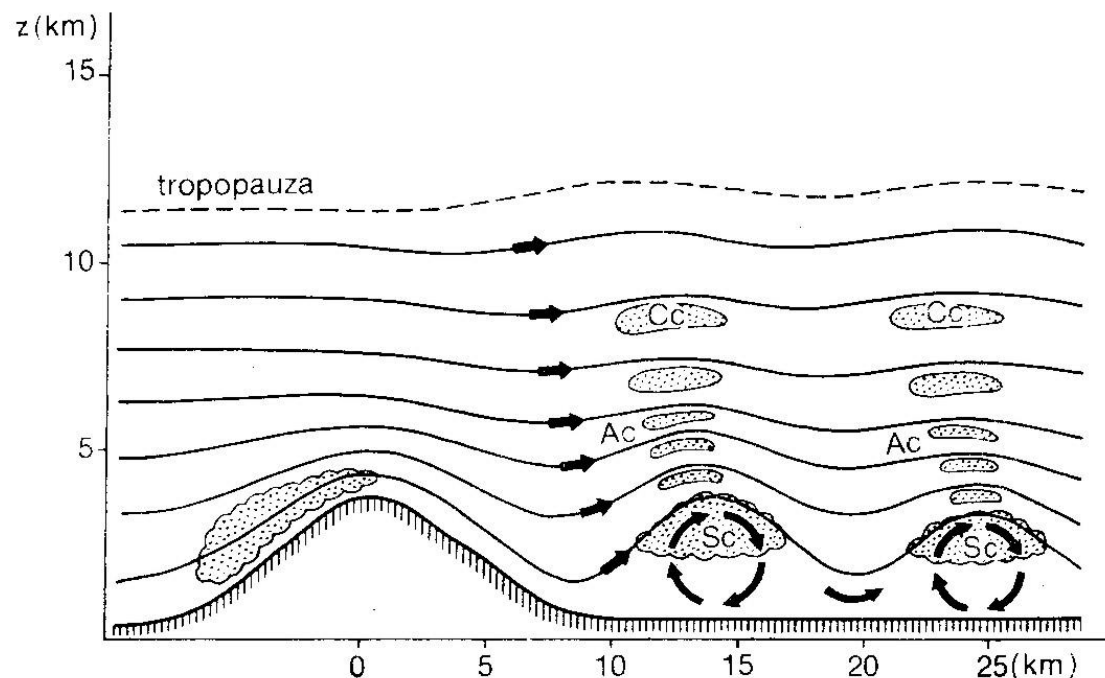
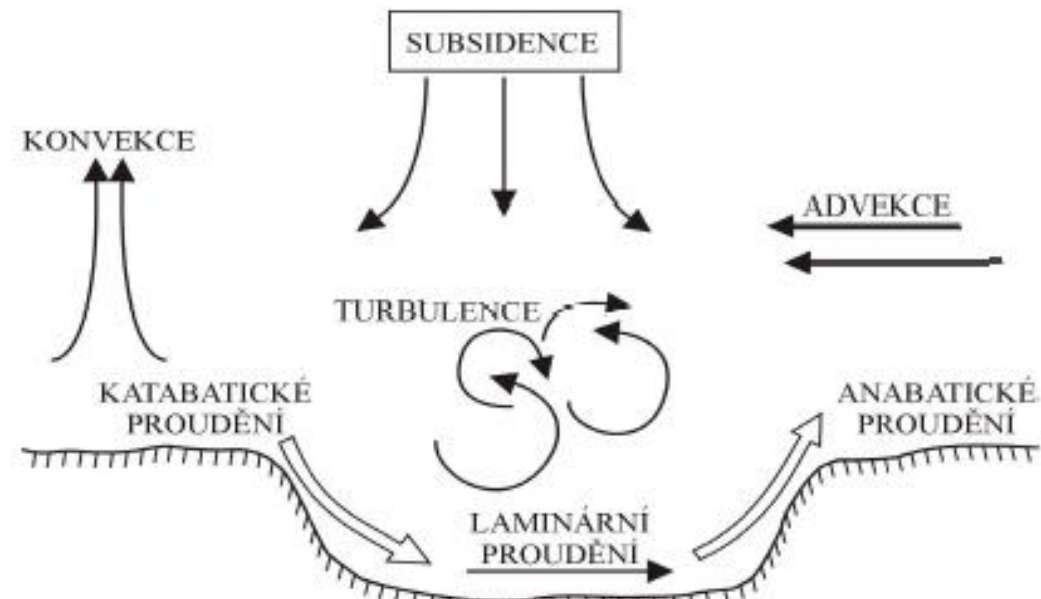
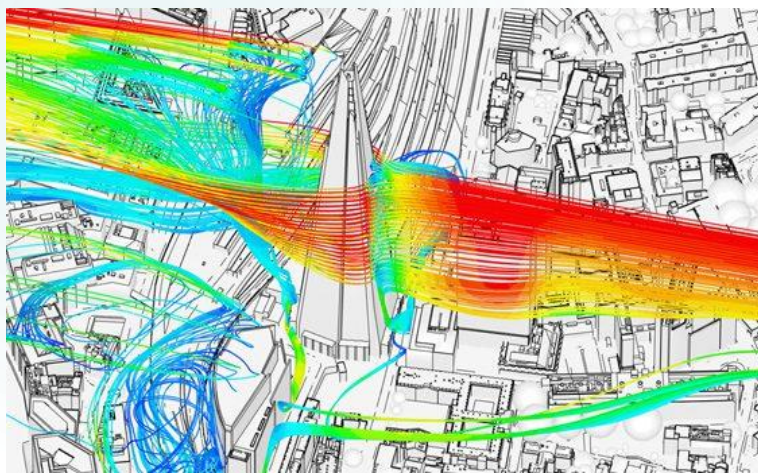
Prúdenie vzduchu

- ▶ vietor prenáša energiu v atmosfére, vodu, ovplyvňuje fyzikálne vlastnosti vzduchu, zvyšuje intenzitu výparu...
- ▶ **horizontálna zložka** vetra vzniká pôsobením horizontálnej sily tlakového gradientu a Coriolisovej sily, uplatňuje sa tu odstredivá sila a sila trenia
- ▶ **vertikálna zložka** vetra vzniká ako dôsledok pohybu vzduchu v cirkulačných a frontálnych systémoch, konvekciou, obtekaním prekážok a pod.
- ▶ na meteorologických a klimatologických staniciach sa vietor meria **anemometrom** vo výške 10 m nad zemským povrchom
- ▶ pri vetre charakterizujeme **rýchlosť a smer**
- ▶ **nárazovosť vetra** (N) sa najčastejšie vyjadruje rozdielom medzi maximálnou (v_{max}) a minimálnou (v_{min}) rýchlosťou vetra za určitý čas (10 / 15 minút), pričom platí:
$$N = v_{max} - v_{min}$$
- ▶ v lesníctve je táto hodnota významnejšia ako samotná priemerná rýchlosť vetra, nakoľko nárazmi rozkmitaný strom je skôr zlomený alebo vyvrátený



Prúdenie vzduchu

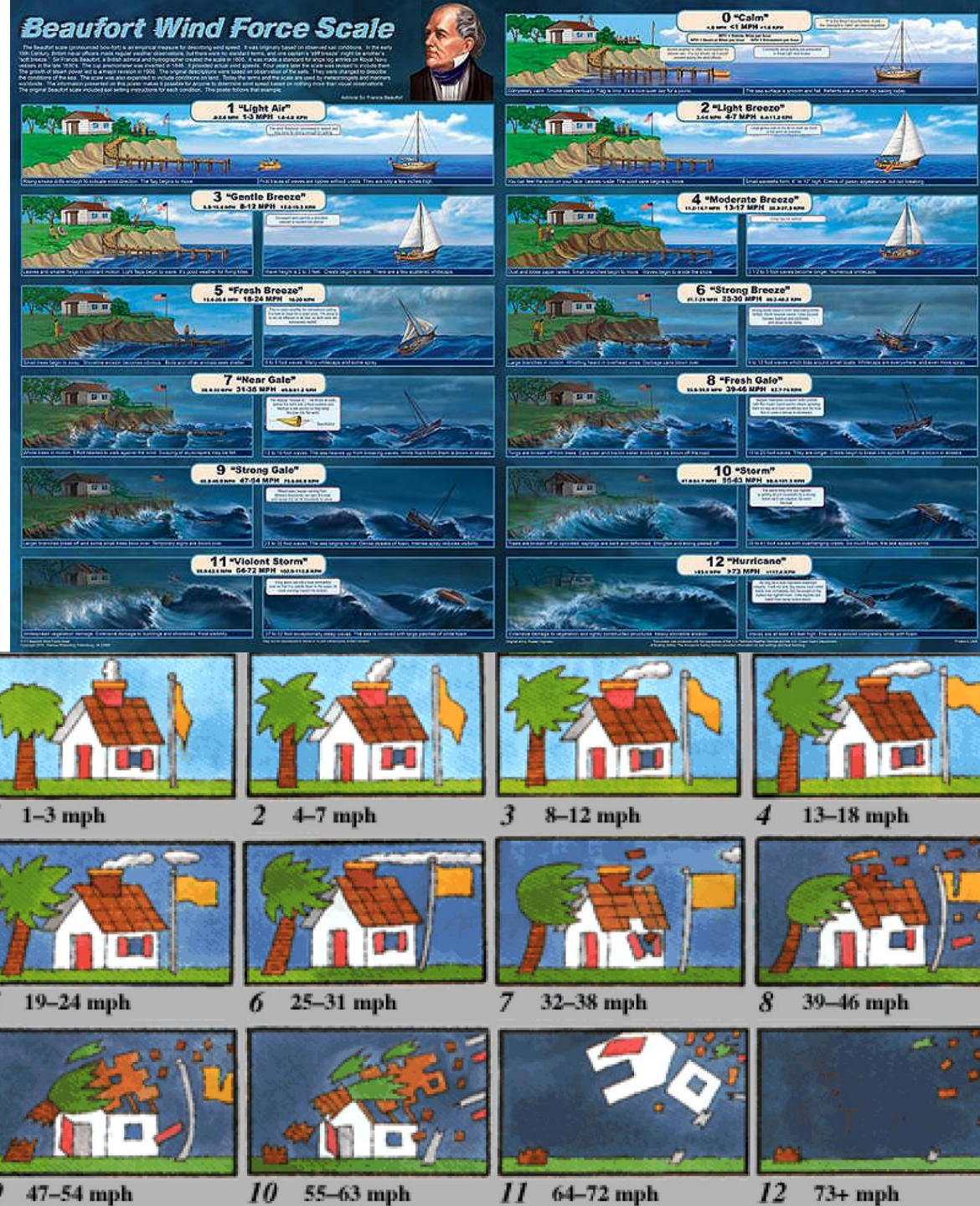
- ▶ **prúdenie vzduchu mení turbulencia**, ktorú ovplyvňujú najmä základné tvary reliéfu ako sú nížiny, kotliny a pohoria, nadmorská výška reliéfu, smer konvexných a konkávných tvarov reliéfu voči prevládajúcim zložkám prúdenia
- ▶ **vegetácia** výrazne ovplyvňuje prúdenie vzduchu pri zemskom povrchu, mení sa drsnosť zemského povrchu a tým aj rýchlosť ale i smer prúdenia vzduchu, prízemné prúdenie vzduchu najviac ovplyvňuje les, najmenej zamrznuté trávne a lúčne spoločenstvá
- ▶ **mestské sídla a vidiecke stavby** zvyšujú drsnosť aktívneho povrchu, pričom znižujú a menia smer prúdenia vzduchu, čím je zástavba kompaktnejšia a vyššia, tým sú tieto zmeny väčšie



Prúdenie vzduchu

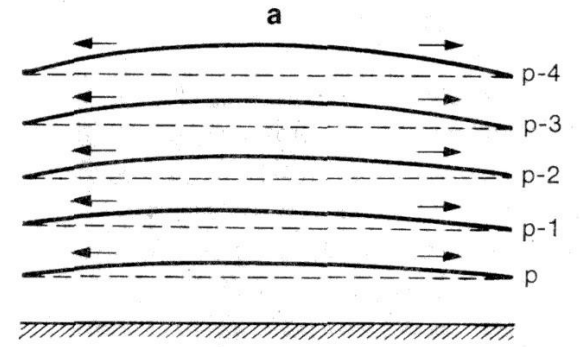
- **Beaufortova stupnica rýchlosti vetra** predstavuje spôsob pomerne presného odhadu rýchlosti vetra podľa jeho účinkov na prostredie

Stupeň Beauforta (°B)	Rýchlosť (m/s)	Rýchlosť v km. h ⁻¹	Charakteristika vetra
0	0,0 – 0,2	< 1	Bezvetrie – dym vystupuje zvisle hore.
1	0,3 – 1,5	1 – 5	Vánok – dym vystupuje skoro zvisle nahor, sotva pozorovateľný pohyb.
2	1,6 – 3,3	6 – 11	Slabý vietor – pohybuje ľahkou zástavkou a občas listami stromov; smer vetra možno pocitom rozoznať.
3	3,4 – 5,4	12 – 19	Mierny vietor – pohybuje zástavkou, pôsobí šumivý pohyb listia a konárov stromov, slabo vlní hladinu stojatej vody.
4	5,5 – 7,9	20 – 28	Dosť čerstvý vietor – napína zástavku, pohybuje bezlistými slabšími konármi stromov.
5	8,0 – 10,7	29 – 38	Čerstvý vietor – napína väčšie zástavky, pohybuje bezlistými väčšími konármi, pre pocit je už neprijemný.
6	10,8 – 13,8	39 – 49	Silný vietor – fučí v listnatých porastoch, pohybuje slabšími stromami.
7	13,9 – 17,1	50 – 61	Prudký vietor – pohybuje bezlistými stromami strednej hrúbky.
8	17,2 – 20,7	62 – 74	Búrlivý vietor – pohybuje silnejšími stromami a láme haluze a menšie konáre.
9	20,8 – 24,4	75 – 88	Víchrica – prevracia menšie predmety, zhadzuje uvoľnenú krytinu zo striech, bezlisté menšie stromy a väčšie konáre láme. Chôdza proti vetru je obtiažna.
10	24,5 – 28,4	89 – 152	Silná víchrica – láme a vyvracia stromy.
11	28,5 – 32,6	103 – 117	Mohutná víchrica – spôsobuje veľké škody v lesoch a na obydlíach.
12	>32,7	> 118	Orkán (uragán) – ničivé účinky, trhá strechy, zhadzuje komíny, spôsobuje vývraty a polomy v les. porastoch.

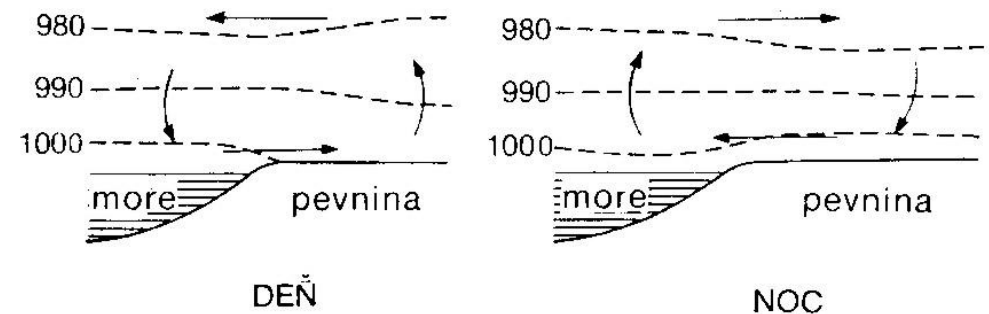
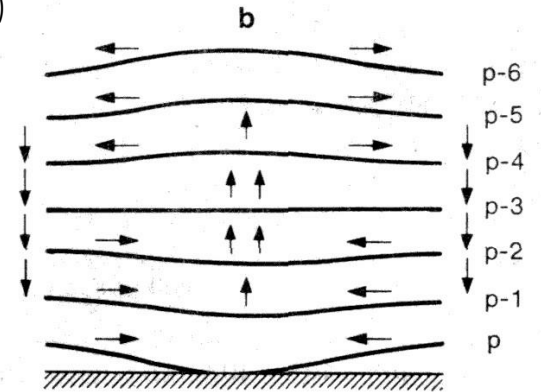


Prúdenie vzduchu

- ▶ v súvislosti s **vertikálnou zložkou** prúdenia rozlišujeme výstupné prúdy vzduchu, ktoré môžu vznikaf:
 - ▶ **konvekciou** - výstupné vertikálne pohyby vzduchu, patria sem aj kompenzačné zostupné pohyby, výstupné pohyby majú väčšiu rýchlosť (5–20 m/s aj viac), konvekciu spravidla sprevádza turbulencia, ktorá významne napomáha premiešaniu vzduchu a prenosu tepla, typy:
 - ▶ **termická** – vzniká nerovnomerným zahrievaním zemského povrchu slnečným žiarením a stúpaním ľahšieho teplejšieho vzduchu
 - ▶ **dynamická (nútená)** – vzniká v dôsledku vynútených vertikálnych pohybov pri obtekaní terénnych prekážok (napr. kopce, horské hrebene), prúdiaci vzduch naráža na terénnu prekážku a je tak nútený stúpať. Následkom výstupných prúdov vznikajú aj orografické oblaky
 - ▶ **výstup vzduchu na frontálnom rozhraní** – oddeluje vzduchové hmoty rôznych fyzikálnych vlastností
 - ▶ **výstup vzduchu v cyklóne** – rýchlosť stúpania je malá ale plocha výstupu je horizontálne rozsiahla
 - ▶ **vlnový pohyb prúdenia** - vzniká pri silnom vetre na záveternej strane prírodnej prekážky, kedy vzduch striedavo stúpa a klesá
- ▶ **nerovnomerné zohrievanie aktívneho povrchu** na malých územiach **spôsobuje rozdielne tlakové pomery** v malom priestore, čo má za príčinu vznik **miestnych vetrov**: bríza, bóra, horský a dolinový vietor, föhn, ľadovcový vietor, malopriestorové vzdušné víry
- ▶ **Bríza** vzniká **na pobreží morí a veľkých jazier** dôsledkom nerovnomerného ohrievania pevniny a mora v priebehu dňa a noci pri radiačnom type počasia:
 - ▶ **počas dňa** je pevnina teplejšia než vodná plocha, teplejší ľahší vzduch stúpa hore a je nahrádzaný chladnejším a vlhkejším vzduchom od mora alebo jazera, vanie **z vodnej plochy na pevninu**
 - ▶ **v noci** sa pevnina rýchlejšie ochladí a prúdenie funguje opačným smerom **z pevniny nad vod. plochu**

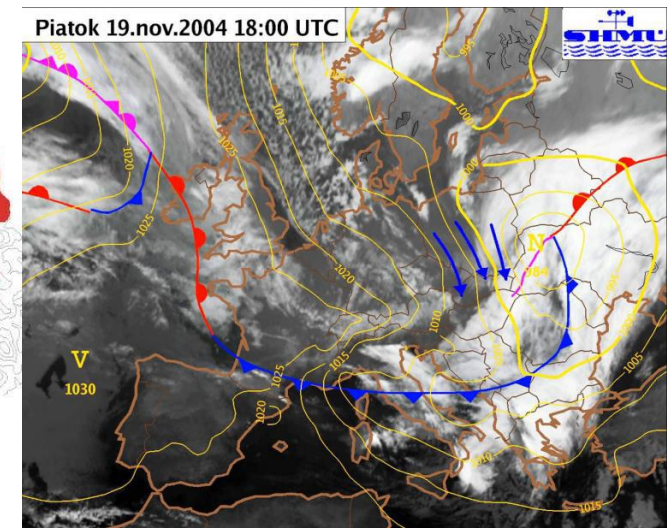
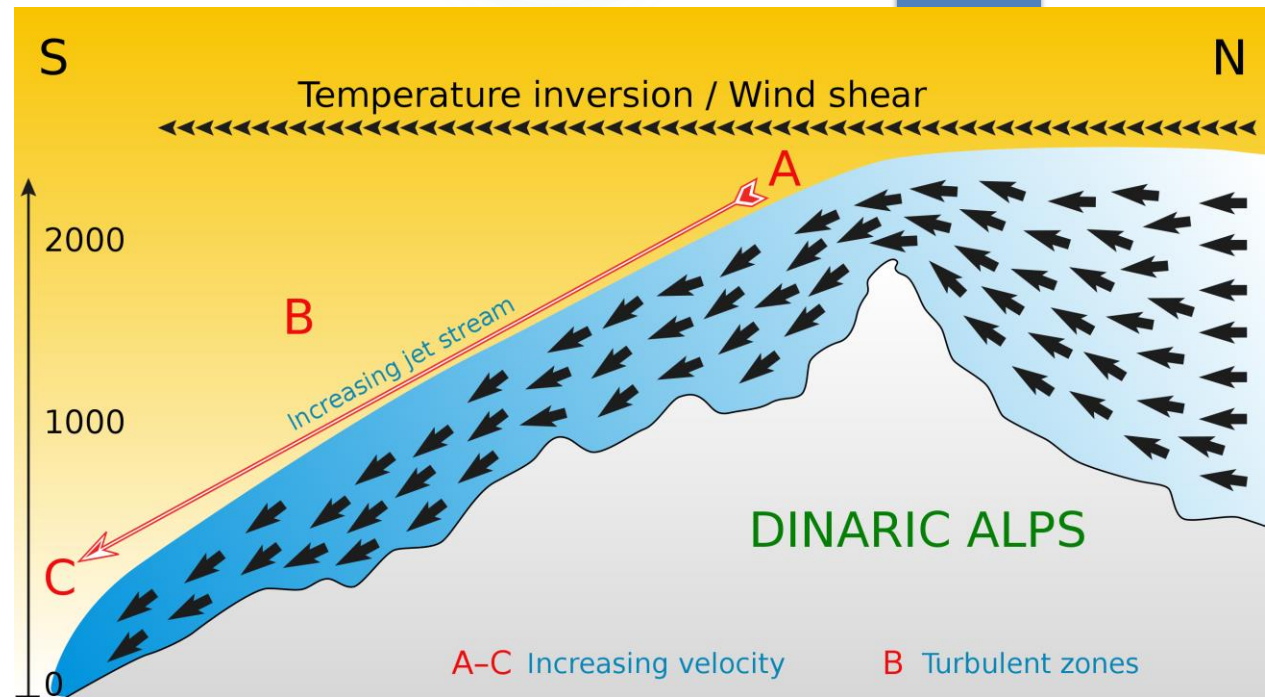


vznik prúdenia pri vertikálnom reze atmosférou v dôsledku lokálneho prehrievania (a) a vznik konvektívneho prúdenia (b)



Prúdenie vzduchu

- ▶ **Bóra** - studený **padavý nárazový vietor** podmienený orografiou, pri prúdení studeného vzduchu **na náveternú stranu** horskej prekážky **dochádza k jeho hromadeniu**, keď dosiahne výšku horskej prekážky, vzhľadom na to, že je veľmi studený a ťažký, obrovskou rýchlosťou **na záveternej strane padá dole**
- ▶ názov pochádza z Dalmácie v Chorvátsku (bura), kde sa vyskytuje najmä v chladnejšej časti roka, prináša prudké ochladenie
- ▶ vietor s charakterom bóry sa vyskytuje aj na Slovensku, pre Tatry je po celý rok typické veterné počasie (až 300 dní v roku), pričom na južnej strane často dochádza k tzv. padavým vetrom
- ▶ vietor s charakterom bóry bol príčinou veternej kalamity v Tatrách v roku 2004 - 19. novembra zasiahla tatranské svahy víchrica o nárazovej rýchlosti **165 až 227 km/h**, vyvrátila rozsiahle územia lesa o rozlohe asi 12 000 ha



Prúdenie vzduchu

- ▶ okrem spomínaných typov miestnych vetrov existuje rad ďalších:
 - ▶ **Blizard** - silné zostupné prúdy v Arktíde, v USA je rovnakým názvom označovaný silný studený vietor s rýchlosťou väčšou ako 15 m/s prúdiaci po západnom okraji tlakovej níše
 - ▶ **Buran** - silný severný a severovýchodný vietor na Sibíri, ktorý prúdi po západnom okraji tlakovej níše - prináša cyklónálne počasie, ktoré je v ostrom kontraste s jasným anticyklónálnym charakterom počasia počas zimy
 - ▶ **Burga** - výskyt prudkého severovýchodného vetra v zime na Alijaške
 - ▶ **Purga** - silná snehová víchrica v tundrových oblastiach severnej Európy a severnej Sibíre
 - ▶ **Mistral** - časté prúdenie studeného, suchého nárazového vetra s charakterom bóry v doline Rhôny vo Francúzsku
- ▶ **Föhn** - teplý padavý suchý vietor, vyskytujúci sa na záveternej strane horských prekážok
 - ▶ princípom vzniku tohto vetra je rozdielny tlak vzduchu na oboch stranách pohorí
 - ▶ na náveternej strane horskej prekážky vzniká oblačnosť a atmosférické zrážky, ale na opačnú stranu už zrážky zvyčajne nepreniknú
 - ▶ na záveternej strane je vzduch suchý, klesá dole a otepľuje sa v celom profile
 - ▶ výsledkom je teplejší a suchší vzduch na záveternej strane horskej prekážky
 - ▶ prejavuje sa napríklad **na severnej strane Álp**
 - ▶ **Halný** – lokálny názov pre J. Poľsko, Karpaty a Sudety – okrem materiálnych škôd počas víchrice spôsobuje vraj aj psychické problémy - stúpa počet samovrážd, množia sa depresie, zintenzívňujú sa epileptické záchvaty

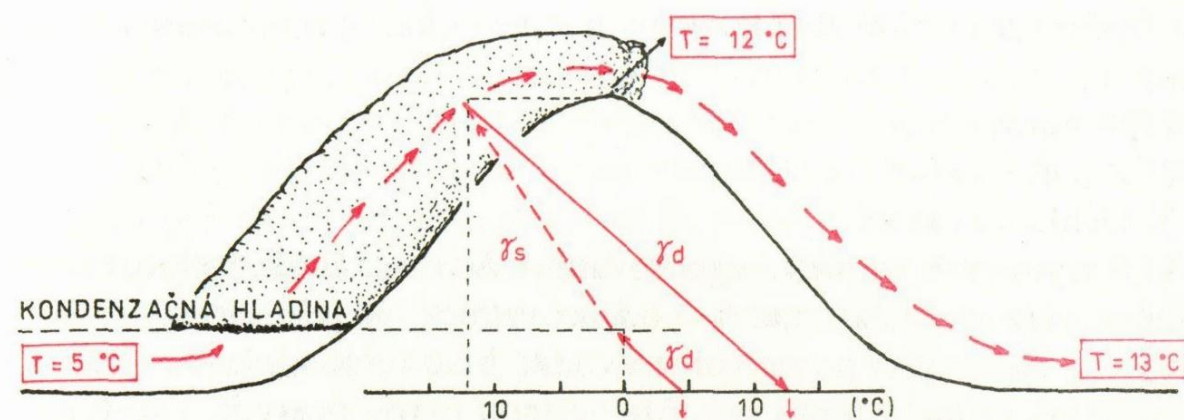
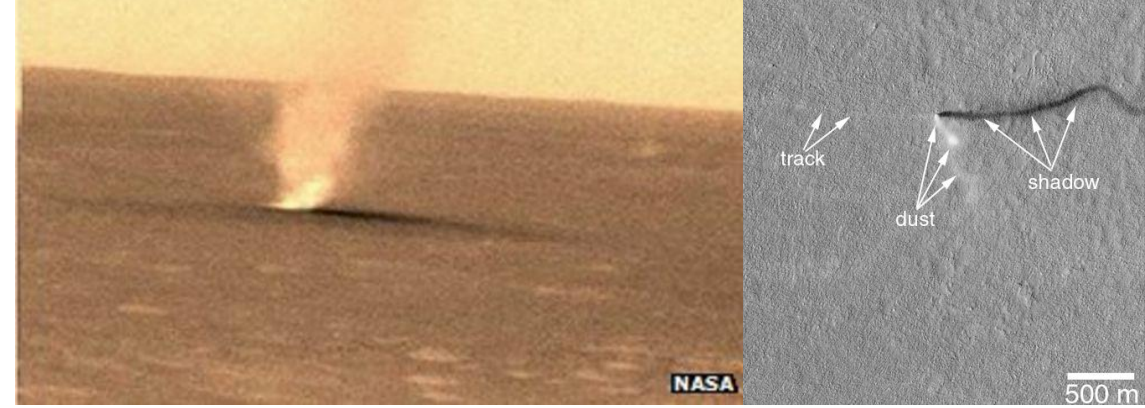


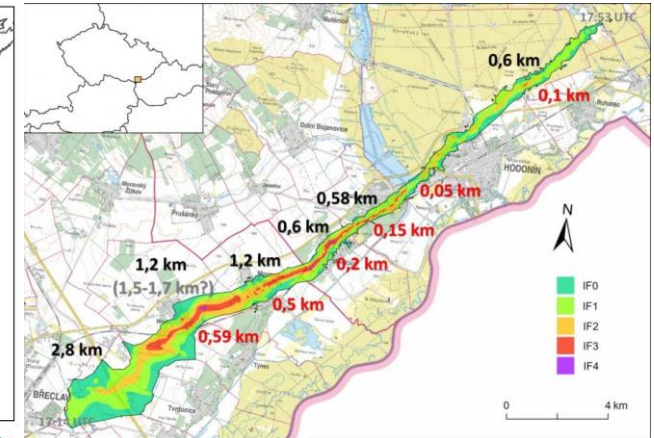
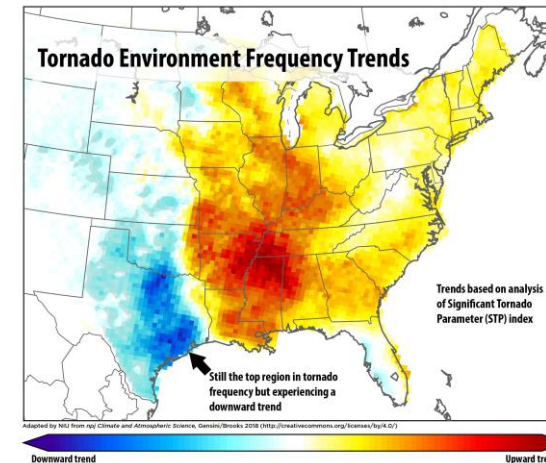
Schéma föhnu s vysvetlením príčiny föhnového oteplenia

Prúdenie vzduchu

- ▶ **Ľadovcový vietor** - prúdi nad ľadovcom alebo firnoviskom (oblasťou akumulácie snehu) v smere jeho spádu - vzniká ako dôsledok ochladzovania sa prízemnej vrstvy vzduchu od ľadovca, ktorá je chladnejšia než okolie, stekanie chladného vzduchu je celodenné, ako ľadovcový vietor sa označujú aj **silné studené vetry na okraji zaľadnenej Antarktídy**
- ▶ **Malopriestorový vír (malá tromba)** - vzniká ako dôsledok silného lokálneho prehriatia povrchu, v lete sa vyskytuje najmä v púštnych oblastiach, ale tento úkaz bol zaznamenaný aj v našich zemepisných šírkach, malé tromby zvyčajne trvajú krátko - od niekoľkých sekúnd po niekoľko desiatok sekúnd
- ▶ **Tornádo (veľká tromba)** - sa tvorí vo vyšších vrstvách vzduchu v nestabilnej vzduchovej hmote z búrkových oblakov nad pevninou i morom v teplých oblastiach, vplyvom silnej rotácie vzniká veľký rozdiel tlaku vzduchu medzi osou víru a okrajom a dochádza ku kondenzácii vodnej pary, čím sa stáva vír viditeľný v podobe lievika visiaceho z búrkového oblaku
 - ▶ jedná sa o mimoriadne nebezpečný jav, ktorý dosahuje rýchlosti aj viac ako 100 m/s-1
 - ▶ tornáda sa najčastejšie vyskytujú na jar v štátoch USA medzi Apalačmi a Skalnatými vrchmi na styku chladných vzduchových hmôt zo severu a zo Skalnatých vrchov, s teplými a vlhkými vzduchovými hmotami od Mexického zálivu v tzv. Aleji tornád

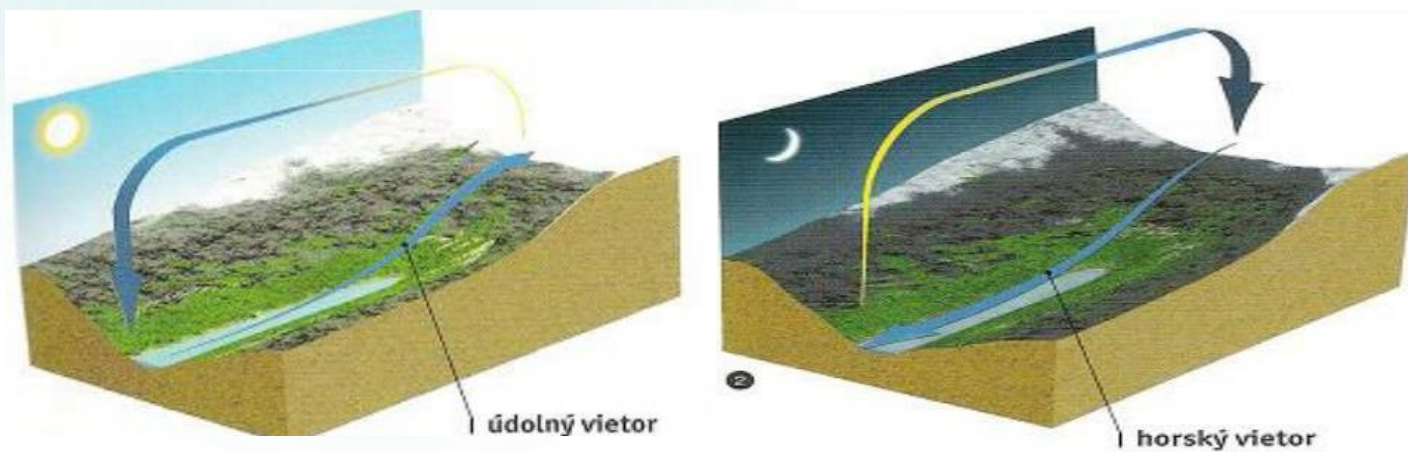
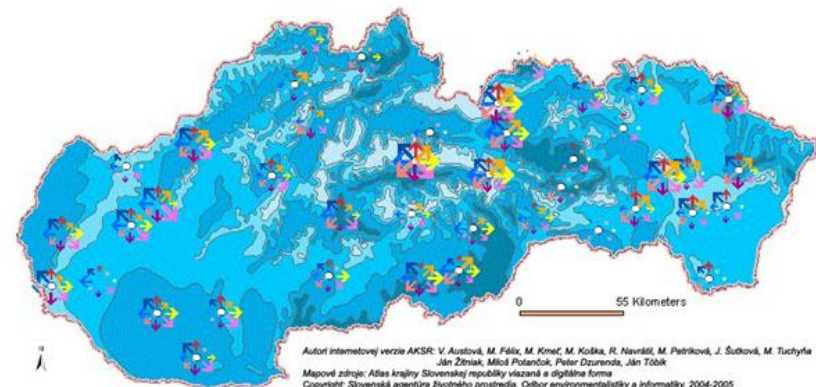
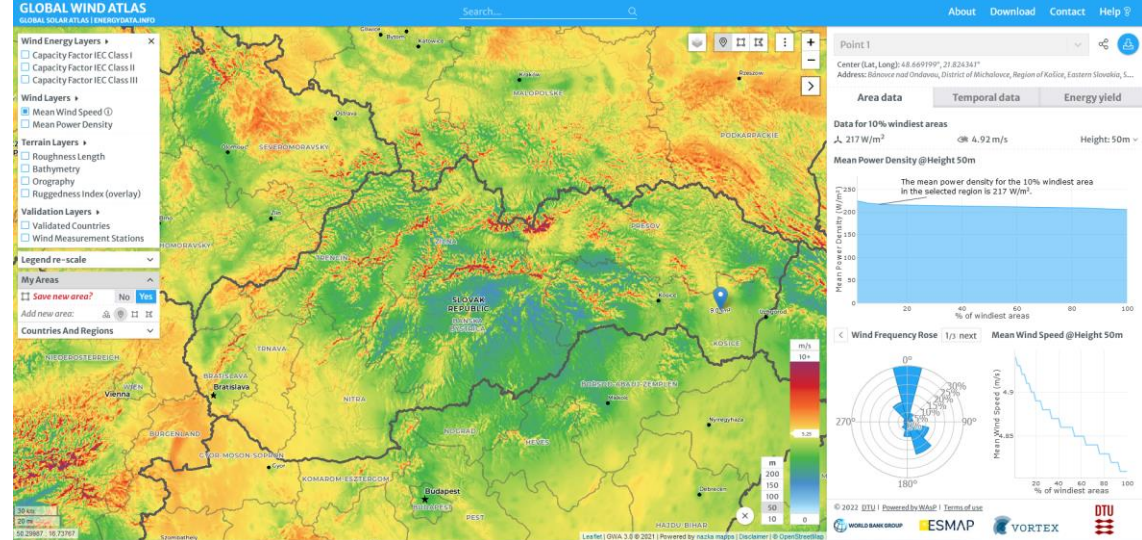


20.08.2003 – Smršť Malčice - 15 mil. Sk
26.06.2021 – Tornádo CZ – stovky mil. Eur
05.08.2021 – Tornádo Skrabské
19.07.2023 – Závadka, Lúčky – 1 mil. Eur



Prúdenie vzduchu

- ▶ **húľava** - silný nárazový vietor, vyskytujúci sa pri približovaní búrky alebo silnej prehánky, vzniká ako dôsledok výstupných a zostupných prúdov pod búrkovým oblakom v nestabilnej vzduchovej hmote, najmä počas dňa, rýchlosť vetra môže dosiahnuť až 45 m/s
- ▶ **horské a dolinové vetry** - vetry miestnej cirkulácie v horských oblastiach s dennou periodicitou:
 - ▶ **Dolinový vietor - anabatický** - cez deň vanú z doliny na svahy - údolia intenzívne prehrievajú
 - ▶ **Horský vietor - katabatický** - v noci zostupné prúdenie zo svahov do dolín
- ▶ najvyššia zaznamenaná rýchlosť vetra na Zemi bola **372 km/h** na Mount Washington, New Hampshire v Commonwealth Bay, pozdĺž pobrežia Antarktídy, vetry dosahujú rýchlosti nad **350 km/h**
- ▶ na Slovensku sa priemerná ročná rýchlosť vetra v nížinách pohybuje od 2,5-4,0 m/s, v pohoriach od 4,0-8,0 m/s, v uzavretých kotlinách menej ako 2 m/s,
- ▶ maximálne rýchlosti vetra vznikajú na Slovensku pri bóre, na Skalnatom plese bola nameraná 2. 1. 1949 rýchlosť vetra 78,6 m/s (**283 km/h**)



Legenda

RÝCHLOSŤ VETRA (m.s-1) A SMER

S	1,80 - 2,20	JV	1,30 - 1,90	Z	1,40 - 2,10
+	2,21 - 3,10	↘	1,91 - 2,60	+	2,11 - 2,70
↑	3,11 - 4,40	↘	2,61 - 3,40	+	2,71 - 3,20
↑	4,41 - 6,80	↘	3,41 - 4,30	+	3,21 - 3,90
↑	6,81 - 11,00	↘	4,31 - 6,30	+	3,91 - 7,80
SV	1,50 - 2,20	J	1,50 - 2,00	SZ	1,80 - 2,50
+	2,21 - 2,70	+	2,01 - 2,70	+	2,51 - 3,30
↑	2,71 - 3,30	+	2,71 - 3,40	+	3,31 - 4,00
↑	3,31 - 4,20	+	3,41 - 4,20	+	4,01 - 5,30
↑	4,21 - 6,70	+	4,21 - 11,10	+	5,31 - 9,80
V	1,40 - 1,90	JZ	1,90 - 2,30		
+	1,91 - 2,40	+	2,31 - 2,90		
+	2,41 - 3,20	+	2,91 - 3,50		
+	3,21 - 4,00	+	3,51 - 4,80		
+	4,01 - 5,10	+	4,81 - 8,00		

ZAŤAŽENIE ÚZEMIAPRÍZEMNÝMINVERZIAMI (1961-1990)

- silne inverzné polohy
- priemerné inverzné polohy
- mierne inverzné polohy
- málo inverzné polohy
- zriedkavo inverzné polohy