

MÍSTNÍ VĚTRY A CÍRKULAČNÍ SYSTÉMY

Meteorologický
kroužek
6. 3. 2026



OBSAH PŘEDNÁŠKY

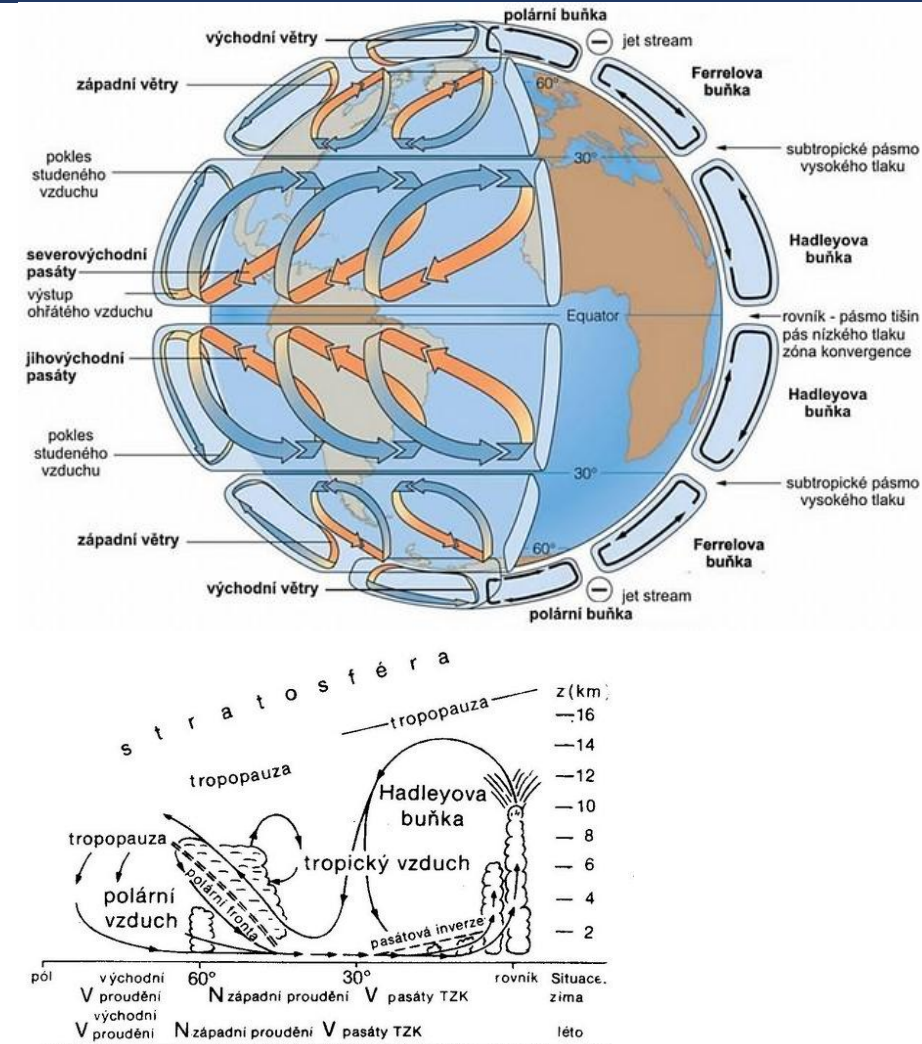
- Terciální cirkulace
- Místní cirkulační systémy
 - Brízová cirkulace
 - Horské, údolní a svahové větry
 - Městský vítr
 - Ledovcový vítr
 - Lesní, vegetační vítr
- Místní větry
 - Fén
 - Bóra
 - Pouštní větry (např. sirocco, harmattan)
 - Dýzový efekt (jet effect) – zesílení proudění v horských průlivech
 - Katabatické padavé větry
- Evropa
 - Místní větry ve Středomoří
 - Scirocco
 - Jugo
 - Bóra
 - Tranmontana
- Větrná inspirace
- Větrná literatura

TERCIÁLNÍ CIRKULACE



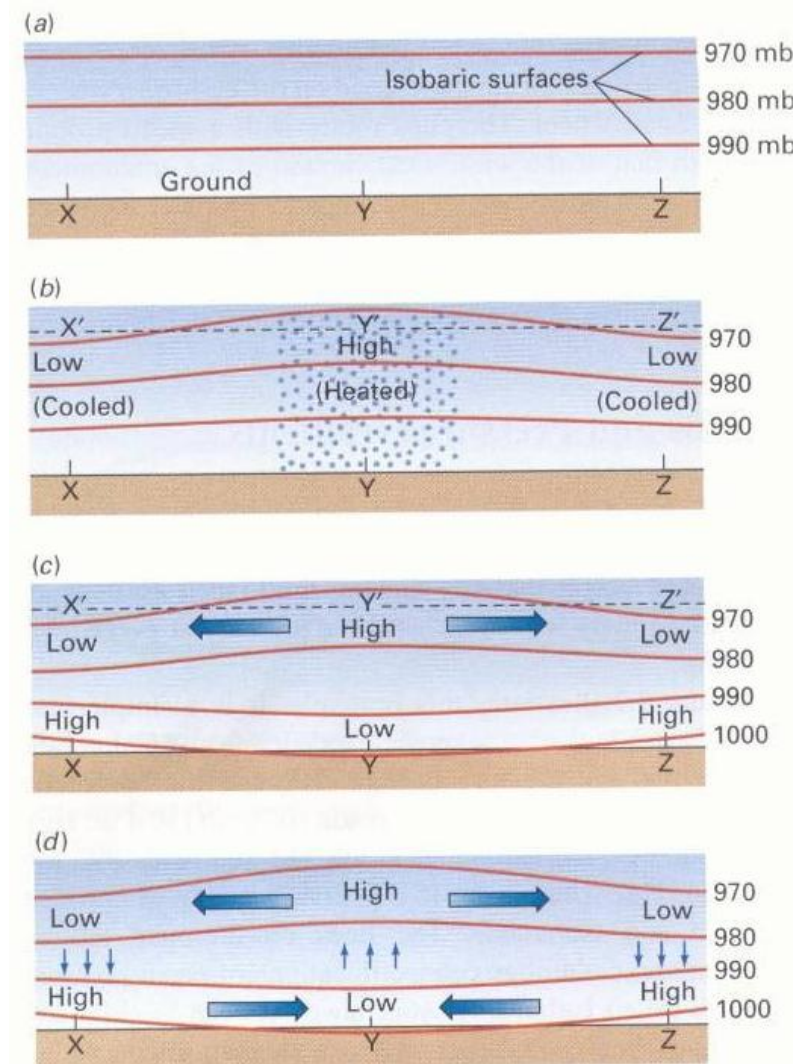
TERCIÁLNÍ CÍRKULACE

- **Pohyby vzdušných mas** v atmosféře Země rozdělil Hurd Curtis Willet (1944) podle měřítka na primární, sekundární a terciární.
- 1) **Primární cirkulací** označuje základní složky všeobecné cirkulace atmosféry, tedy složky planetární cirkulace (včetně monzunové cirkulace)
- 2) **Sekundární cirkulací** jsou atmosférické cirkulace v měřítku cyklon a anticyklon
- 3) **Terciární cirkulace** označuje systémy nejmenšího měřítka, místní cirkulace. Je to vzduchové proudění v přízemní vrstvě, ovlivněné lokálními klimatickými faktory a rázem aktivního povrchu
 - Toto proudění má buď podobu uzavřeného cirkulačního systému a označuje se pojmem **místní cirkulační systém**
 - Nebo je to jednosměrné proudění, které označujeme jako **místní vítr**.



MÍSTNÍ CIRKULAČNÍ SYSTÉMY

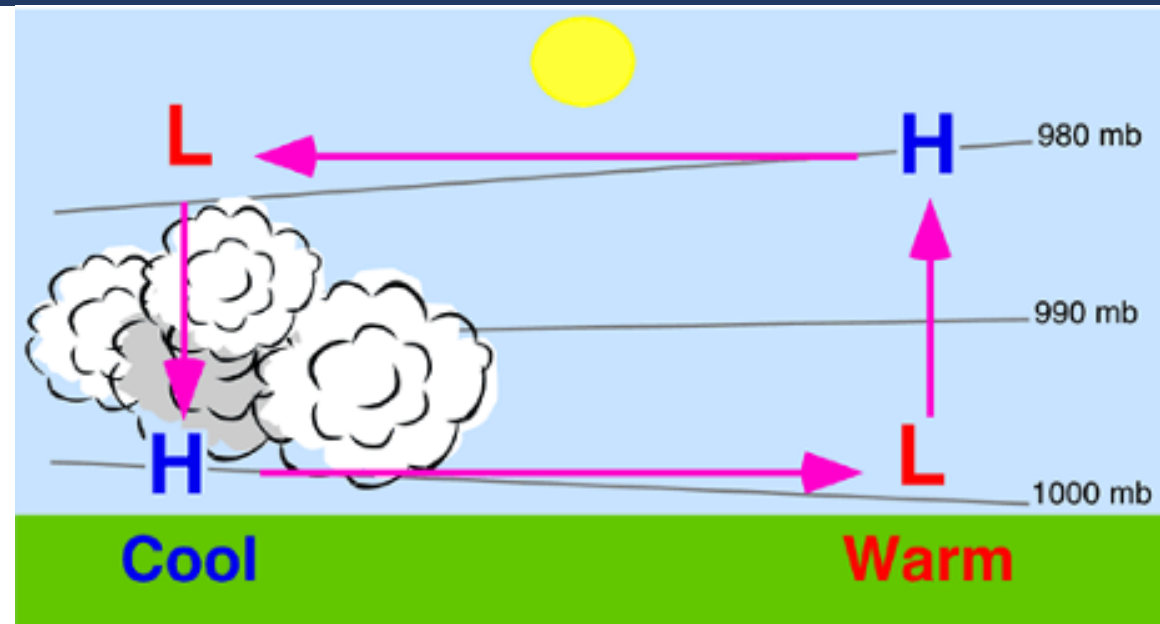
- Proudění vzduchu nad omezeným územím, ovlivněné **lokálními klimatotvornými faktory** a podmíněné **nehomogenitou zemského povrchu** (pobřeží, orografie, rozdílný krajinný pokryv). Projevem místní cirkulace je **místní vítr** s relativně malým vertikálním rozsahem.
- Může to být vodní plocha vs. pevnina, město nebo les vs. jejich okolí, popř. svah a dno údolí.
- Je pro ně typická **denní perioda**, kdy proudy vzduchu mění v noci svůj směr, v důsledku opačné energetické bilance sousedících povrchů.
- Část vzduchu nad teplejším povrchem se ohřívá více než sousedící oblast a rozpíná se, čímž dochází ke vzdalování izobarických ploch, k působení síly horizontálního tlakového gradientu a ke vzniku větru ve výšce orientovaného směrem do oblasti chladnějšího vzduchu.
- Zde vzduch klesá a v přízemní vrstvě proudí opačným směrem a doplňuje tak odtékající vzduch z teplejší oblasti. Vzniká tak cirkulace, kdy je jeden proud vzduchu kompenzován prouděním opačného směru → vzniká **buňková cirkulace**
- Je tedy zřejmé, že místní cirkulace jsou závislé na příjmu slunečního záření a k tomu, aby se projevily, je zapotřebí jasné počasí. Jsou tedy často vázané na **anticyklonální počasí**. Místní cirkulace jsou vlastně přímo vyvolány lokálními podmínkami.



MÍSTNÍ CÍRKULAČNÍ SYSTÉMY

Mezi hlavní typy místních cirkulací patří:

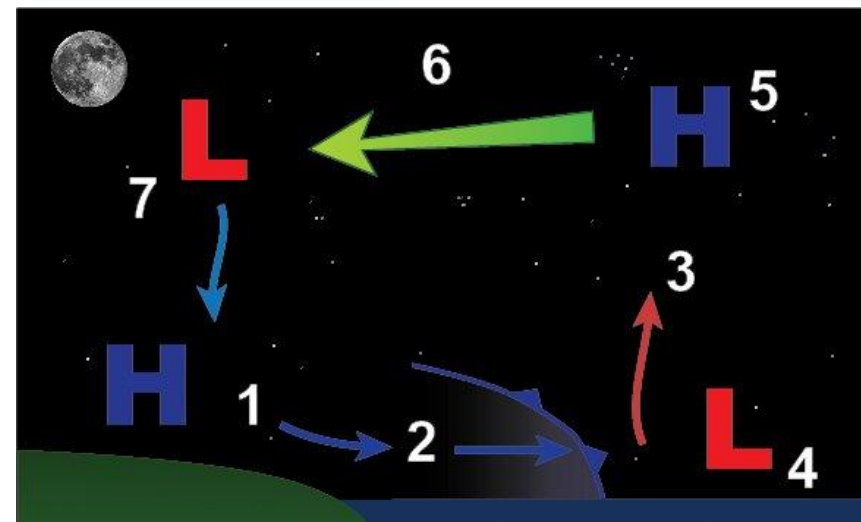
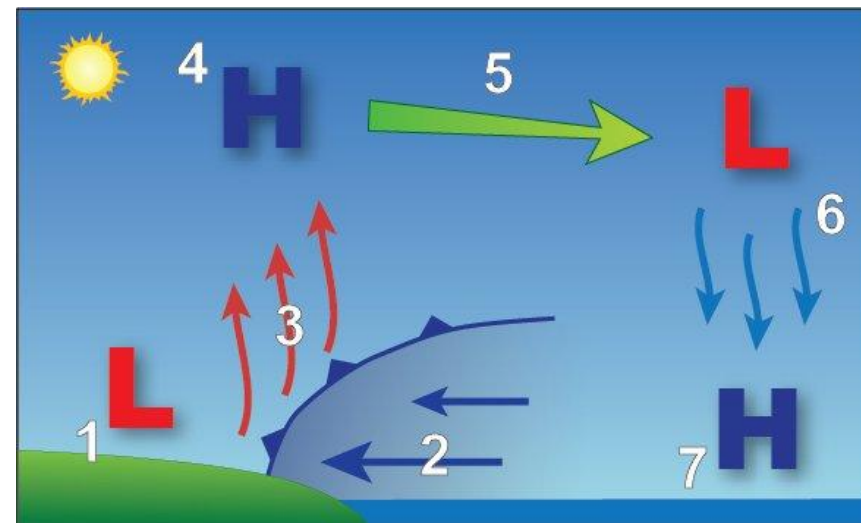
- **Brízová cirkulace** za anticyklonálního počasí, denní periodicitu
- **Údolní a horské větry, svahové větry** především za anticyklonálního počasí
- **Lesní vítr** především za anticyklonálního počasí
- **Městský vítr** převážně jednosměrný, výraznější za anticyklonálního počasí
- **Padavý vítr** způsobený prouděním vzduchu přes horské překážky, bez závislosti na počasí
- **Ledovcový vítr**, bez závislosti na počasí, jednosměrný
- **Pouštní vítr**, velké denní amplitudy



MÍSTNÍ CIRKULAČNÍ SYSTÉMY

Brízová cirkulace

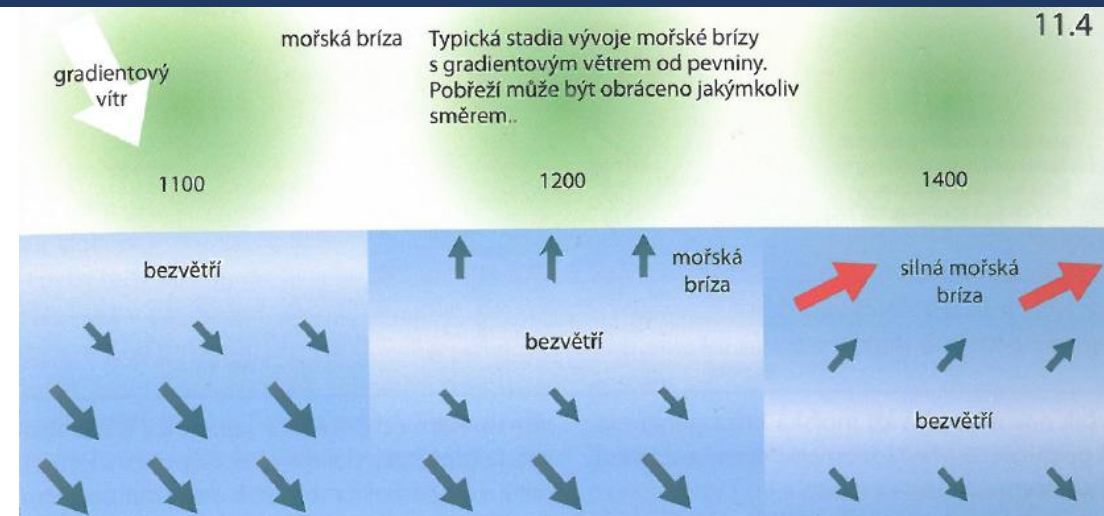
- vytváří se na pobřeží moře nebo velké vodní plochy (jezera, nádrže)
- Při jasném počasí jsou ve dne voda i přilehlá pevnina vystaveny stejné míře slunečního záření, avšak pevnina se ohřívá rychleji.
- 1) **Mořská (jezerní) bríza (vánek):** denní fáze - od relativně teplé pevniny se ohřívá i nad ní ležící vzduch a tím pádem klesá jeho hustota, takže vzduch stoupá a vzdalují se izobarické plochy. Mezi oblastí vody a pevniny tak začíná působit síla horizontálního tlakového gradientu, která směřuje ve výšce směrem nad moře a v přízemní vrstvě směrem na pevninu. Z moře nebo jezera se tedy na pevninu dostává chladnější vzduch a ve výšce teplý vzduch odtéká nad moře. S výstupnými proudy nad pevninou a sestupnými nad mořem se celá cirkulace uzavře. Vlhký vzduch, který přichází během dne z moře, se při příchodu nad pevninu ohřívá a stoupá, takže dochází ke kondenzaci a tvorbě kupovité oblačnosti. Tento vzduch snižuje teplotu a zvyšuje relativní vlhkost nad pevninou.
- 2) **Pevninská bríza (vánek):** Po západu slunce se pevnina radiačně ochlazuje a tím se ochlazuje i vzduch, který nad ní leží. Tato oblast se stává relativně chladnější než oblast vody. Vytváří se horizontální tlakový gradient, který je orientován opačně než během dne a vzduchové proudy vanou opačně, tj. v přízemní vrstvě z pevniny na moře a ve vyšší vrstvě z moře na pevninu. Nad vodou vzduch stoupá a nad pevninou klesá. Noční bríza je slabší a nezasahuje tak daleko od pevniny.



MÍSTNÍ CIRKULAČNÍ SYSTÉMY

Brízová cirkulace

- V nízkých zeměpisných šířkách se brízová cirkulace vyskytuje celoročně, ve středních zeměpisných šířkách pak jen v teplém období.
- Pobřežní vánky se vyvíjejí hlavně při **dlouhodobém působení anticyklóny**, kdy nepřecházejí atmosférické fronty. Silněji se potom vyvíjí na pobřeží omývaném **studeným proudem**.
- V tropických oblastech začíná vát mořský vánek již okolo desáté hodiny ráno, zatímco v subtropických oblastech až okolo poledne a přestává foukat okolo šesté hodiny večer. Poté v důsledku rovnováhy vzdušných proudů nastává bezvětří, které je dále vystřídáno pevninským vánkem.
- Horizontální i vertikální mocnost brízové cirkulační buňky závisí na velikosti rozdílu teplot vody a pevniny, takže v noci je buňka celkově menší a slabší.
- Mořská bríza **horizontálně zasahuje** nejprve pobřežní oblasti, ale během dne se při vhodných podmínkách postupně šíří do nitra pevniny, přičemž v případě rovinatého terénu může proniknout do hloubky vícero desítek kilometrů, v tropických a teplejších subtropických oblastech i do vzdálenosti 100 až 250 kilometrů. A v Austrálii se uvádí dokonce až 500 kilometrů při příznivých podmínkách. Pevninská bríza sahá jen cca 10 km.
- **Vertikální mocnost** mořské brízy se pohybuje okolo 1000 m a nejvyšších rychlostí dosahuje v odpoledních hodinách, kdy je rozdíl teplot vody a pevniny největší.
- **Rychlost větru** se v bríze pohybuje většinou kolem několika m/s, v případě denní brízy občas přesahuje 5 m/s, výjimečně dosahuje i kolem 8 m/s. Ve vyšších vrstvách (1 až 3 km nad povrchem) jsou rychlosti nižší.



Směr mořské brízy se stáčí doprava (při pohledu proti větru) vlivem Coriolisovy síly.



Mořská bríza utichá, když zapadne slunce. Dohasínající zbytky cirkulace mořské brízy se přesouvají nad moře s gradientovým větrem a lze se s nimi setkat 60 i více kilometrů od pobřeží směrem po větru, než definitivně utichnou.

Zdroj: <https://krasajachtingu.cz/umite-predpovidat-pocasi/>

MÍSTNÍ CIRKULAČNÍ SYSTÉMY

Brízová cirkulace

- V souvislosti s vytvořením brízové cirkulace může dojít i k vytvoření tzv. **brízové (pobřežní) fronty**. Ta vzniká na styku studeného a vlhkého vzduchu přicházejícího z moře nebo jezera a suchého a teplého vzduchu nad pevninou. V této oblasti se vyvine kupovitá oblačnost a následně srážky nebo i bouřky.
- Na Floridě se vytváří brízové fronty na obou stranách poloostrova, které se setkávají nad jeho centrální částí. Zde potom způsobují silné bouře s velkým množstvím srážek.
- Brízová fronta může přinést zejména ve větší vzdálenosti od moře během denních hodin rychlý pokles teploty vzduchu i o 10 °C.
- Jezerní vánek bývá slabší než mořský. Síla a mohutnost jezerního vánku je závislá na velikosti a hloubce jezera, protože mělké jezero se prohřeje podobně jako pevnina.
- Jezerní vánek lze pozorovat na Ladožském a Oněžském jezeru, na jezeru Sevan nebo na Velkých kanadských jezerech.

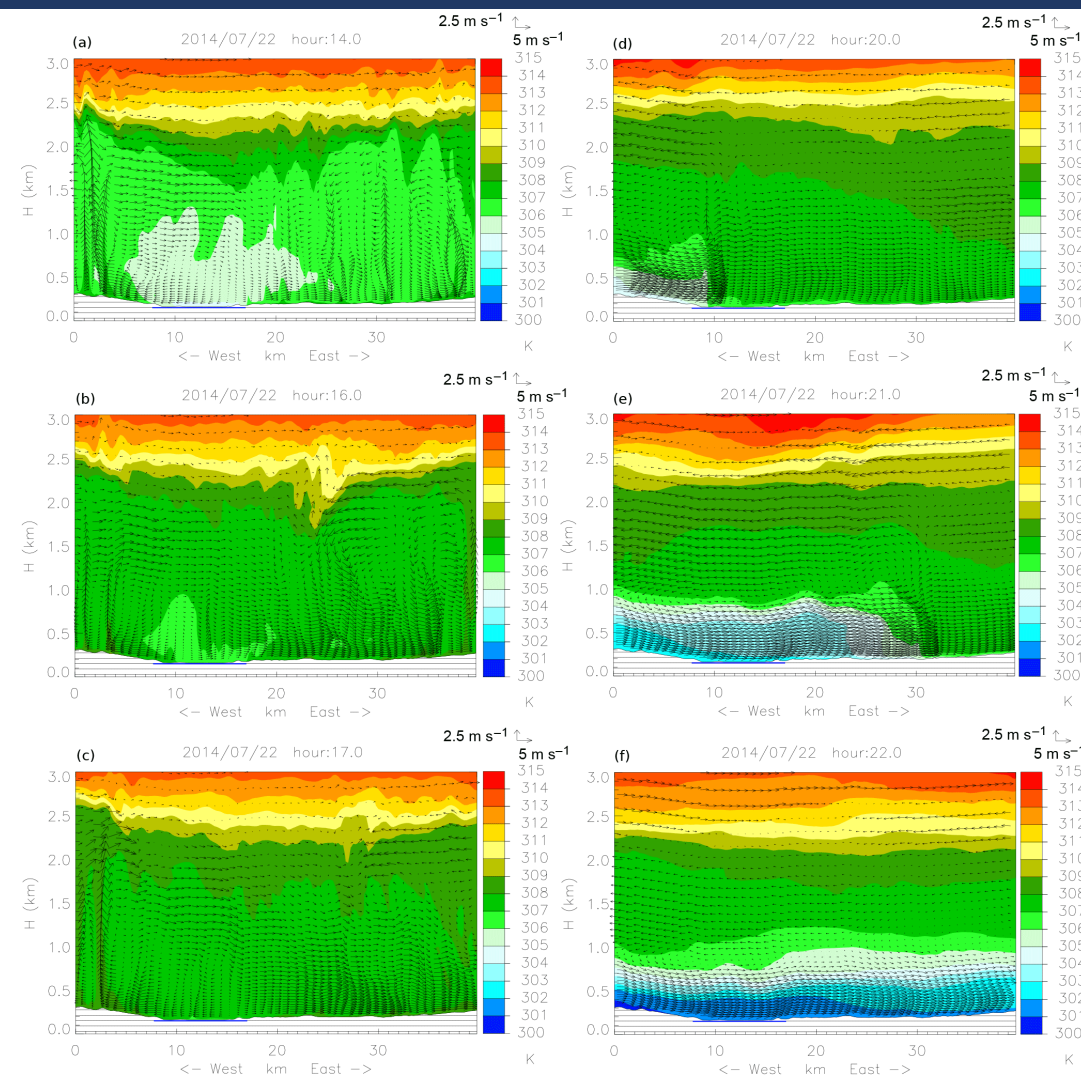


Efekt jezerní brízy na tvorbu kupovité oblačnosti u břehů Erijského jezera – oblaky vznikají až v určité vzdálenosti do břehů, kde chladný vzduch tlumí výstupné pohyby, zdroj: noaa.gov, <https://www.in-pocasi.cz/clanky/teorie/briza-28.5.2025/>

MÍSTNÍ CIRKULAČNÍ SYSTÉMY

Brízová cirkulace

- Velká jezera a oblast mezi jezery Huron, Ontario, Erie – vznik mohutné kupovité oblačnosti, v letním období pozorována brízová studená fronta. Čím hlubší jezero, tím účinnější je jezerní vánek. Pokud je jezero příliš mělké, je pravděpodobnější, že se ohřeje rychleji než hlubší jezero. To způsobuje, že se hlubší jezero ohřívá pomaleji, a proto zůstává dostatečně chladné, aby vytvořilo vhodné prostředí pro tvorbu jezerního vánku. Čím více se jezera během léta ohřívají, tím méně se pak efekty projevují.
- VN Alqueva (JV Portugalska): Zřetelný vliv jezerního vánku (5–7 m/s) lze pozorovat během dne ve vzdálenosti až 6 km od břehů a až 300 m nad hladinou. Systém jezerního vánku se začíná formovat v 09:00 UTC a rozptyluje se v 18:00–19:00 UTC s příchodem většího atlantského vánku. Sestupná větev cirkulace jezerního vánku přináší suchý vzduch z vyšších vrstev atmosféry (2–2,5 km) a redistribuuje jej po jezeře. Je také prokázáno, že navzdory jeho značné intenzitě je účinek omezen na několik kilometrů od okrajů jezera.

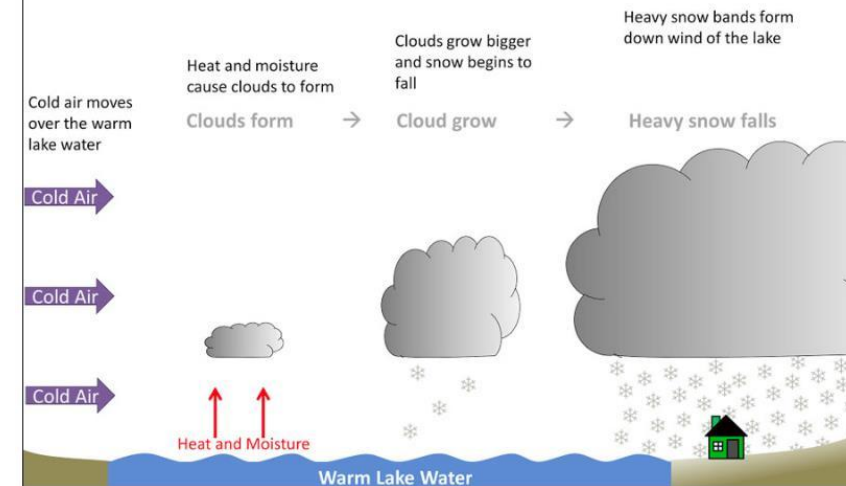


MÍSTNÍ CIRKULAČNÍ SYSTÉMY

Jezerní efekt (malá odbočka)

- Tady sice nejde o brízovou cirkulaci, jen o vliv vodní plochy na cirkulaci
- Fyzikálně jde o důsledek proudění studeného vzduchu nad teplou hladinou vody, při němž se chladný vzduch odspodu ohřívá a labilizuje. Současně roste jeho absolutní vlhkost kvůli výparu z vodní hladiny. Dochází ke konvektivnímu transportu vlhkého vzduchu vzhůru, následné kondenzaci vodní páry a tvorbě oblaků šířících se nad pevninu a produkujících v chladné polovině roku silná sněžení nebo při vyšší teplotě vzduchu dešťové srážky.
- Na intenzitu srážkových projevů, které jsou důsledkem jezerního efektu, má vliv řada faktorů.
 - Velký vert. rozsah instabilní vrstvy zvyšuje intenzitu konvektivních pohybů a vývoj srážek.
 - délka dráhy, kterou chladný vzduch urazí nad relativně teplou vodní hladinou, přispívá k jeho ohřevu. Důležitou roli zde hraje i tvar jezera ve vztahu ke směru větru.
 - Slabý stříh větru podporuje vývoj organizovaných oblačných a srážkových pásů. Významnější je vliv vertikálního stříhu ve směru větru, jehož vyšší hodnota může zcela znemožnit organizaci pásů.
 - Vyšší relativní vlhkost vzduchu natékajícího nad jezero zvyšuje účinnost jezerního efektu, tzn. dřívější kondenzaci vodní páry a rychlejší vývoj oblaků a srážek.
 - Projevy jezerního efektu jsou zvýšeny i výskytem obdobné vodní plochy proti směru natékajícího proudění vzduchu.
 - Zamrznutí vodní plochy zabraňuje projevům jezerního efektu.
 - Vhodná konfigurace pole proudění synoptického měřítka, zejména studená advekce vzduchu ve vyšších hladinách a advekce cyklonální vorticity podporují jezerní efekt.
 - Zvýšená topografie pevniny ve směru proudění podporuje výstupné pohyby vzduchu a jezerní efekt zesiluje.
- Známé jsou zejména lokální konvektivní sněhové pásy a sněhové bouře, které se vyskytují v závětrí Velkých jezer v Severní Americe. Silná sněžení tohoto typu se však vyskytují v mnoha jiných obdobných lokalitách.

Lake effect snow forms when **cold air** moves over **warm water**

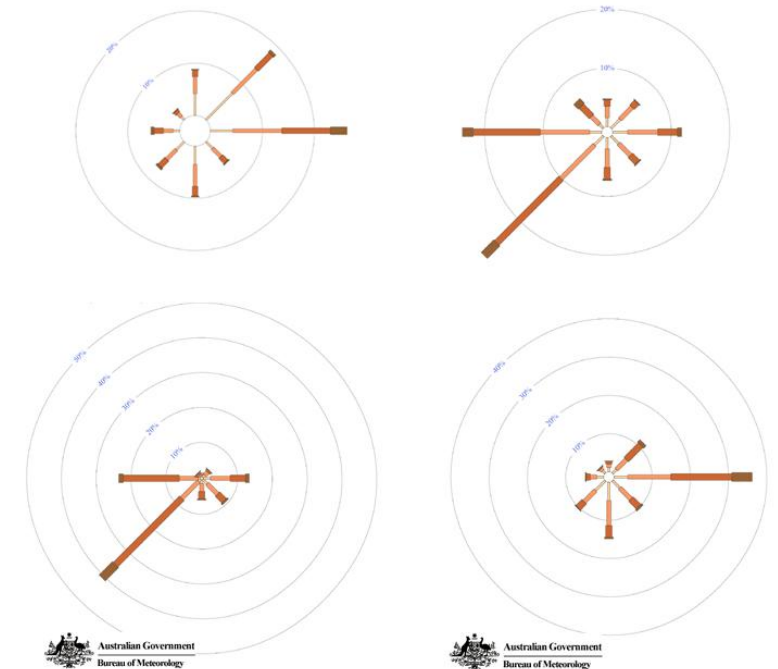


<https://spectrumlocalnews.com/nys/central-ny/winter-weather/2019/11/14/understanding-lake-effect-snow>

MÍSTNÍ CIRKULAČNÍ SYSTÉMY

Bríza ve světě

- **Cacimbo:** Lobito v Angole, mořská bríza, během července a srpna vane denně, zhruba od 10 hodin ráno
- **Vento de Baixo:** pobřeží Portugalska, mořská bríza
- **Coromell:** na jihu Kalifornského poloostrova, jméno pro pevninskou brízu, vane od listopadu do května
- **Virazon:** na a západním pobřeží Chile a Peru mají označení pro mořskou i pevninskou brízu. Denní proudění z moře se nazývá Virazon a má západní až jihozápadní směr. Španělské slovo „virazón“ označuje náhlou změnu větru nebo proměnlivý vítr. Název tak naráží na změnu směru proudění při nástupu mořské brízy. Virazon se zvedá okolo 10. hodiny ráno a největší síly dosahuje okolo 15. hodiny. Někdy bývá tak silná, že lodě nejsou schopny vyplout z přístavu. Velmi silně se projevuje v okolí města Valparaíso, kde v ulicích např. zvedá kamínky ze země. Pevninská bríza na pobřeží Chile, která v noci střídá Virazon se zde nazývá **Terral Levante**. Terral by se dalo přeložit jako zemský nebo pevninský a Levante znamená východní vítr.
- **Virazon:** západní mořská bríza ve Španělsku a Portugalsku
- **Doctor:** mořská bríza na pobřeží států ležících v tropických oblastech, tento vítr přináší z moře úlevu od horka, a proto nese toto jméno.
- **Fremantle:** Perth v Austrálii, mořská bríza přichází ze směru, ve kterém se nalézá město Fremantle. Celé jihozápadní pobřeží Austrálie je jednou ze světových oblastí, kde se rozvíjí silná brízová cirkulace. V letních měsících dosahuje mořská bríza na pobřeží rychlosti až okolo 10 m/s. Zvláštností této mořské brízy je, že nepřichází kolmo na pobřeží ze západu, ale z jihozápadu. Důvodem je vliv geostrofického větru a Coriolisovy síly, která může proudění uklonit až o 20°. Jak je patrné z větrných růžic (obr. 3.1), bríza je hlavním prouděním v oblasti města Perth. Z více než 60-ti letého měření vyplývá, že více než 20% dní v roce zde vane v 9 hodin ráno východní vítr, v létě je to dokonce více než 40% dní. Ve 3 hodiny odpoledne vane zhruba 23% dní v roce západní vítr a 27% dní jihozápadní vítr. V létě potom jihozápadní vítr vane více než 40% dní a západní asi 25% dní.



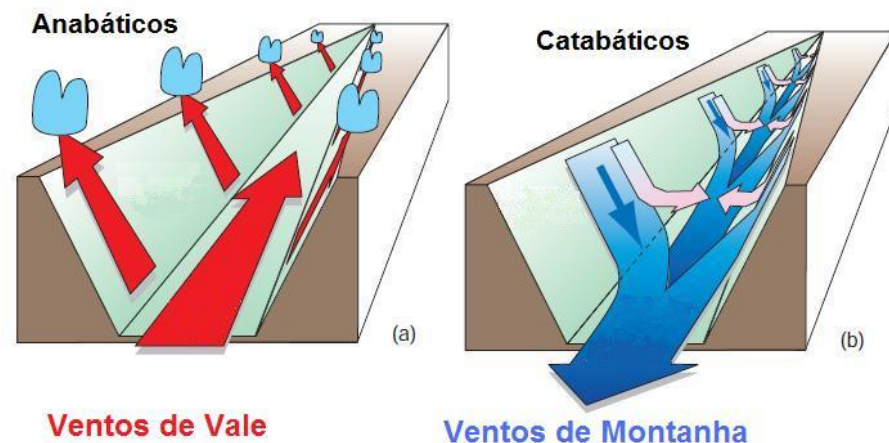
Větrné růžice, Perth. Vlevo nahoře průměrné hodnoty za rok v 9 hodin ráno, vpravo nahoře v 15 hodin odpoledne. Vlevo dole průměrné hodnoty v létě v 9 hodin ráno, vpravo dole v 15 hodin odpoledne. Velikost středu značí počet dní bezvětří (%): Vlevo nahoře 15%, vpravo nahoře 5%, vlevo dole 7%, vpravo dole 2%. Délka barevného pruhu značí počet dní (%), kdy se vyskytuje proudění z dané světové strany. Světle růžová barva značí rychlost větru do 10 km/h, růžová barva do 20 km/h, světle hnědá do 30 km/h, tmavě hnědá více než 30 km/h.

Zdroj: www.bom.gov.au

MÍSTNÍ CÍRKULAČNÍ SYSTÉMY

Horské, údolní a svahové větry

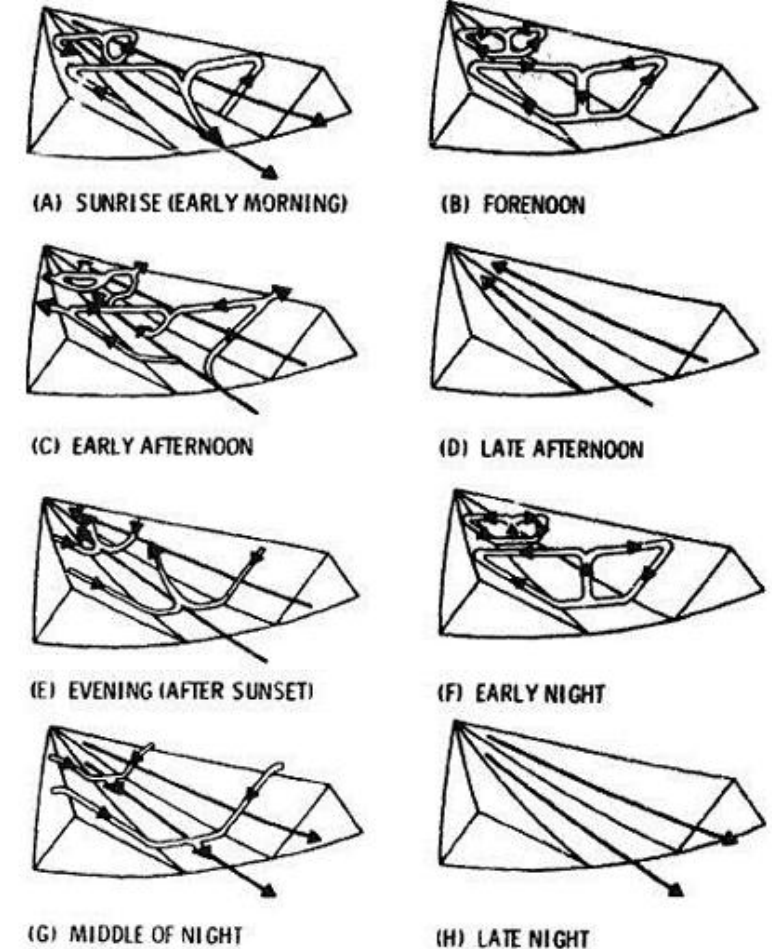
- Tato skupina větrů má stejnou příčinu vzniku jako brízová cirkulace. Jde o nerovnoměrné ohřívání sousedících povrchů slunečním zářením, proto se objevují především za **anticyklonálního počasí**. Tyto větry dohromady vytváří **složité cirkulační systém**, který se skládá z příčné a podélné složky, které se navzájem ovlivňují.
- Příčnou složku vytváří **svahové větry**, které vznikají díky intenzivnímu ohřívání svahů. Přilehlý vzduch se prohřívá od svahu a stává se tak teplejší než vzduch, který leží od svahu dále. Ve dne tedy vane svahový vítr vzhůru podél svahů nahoru. Právě kvůli tomu, že vane směrem vzhůru, můžeme tento proud nazývat **anabatickou složkou** svahových větrů. V noci, kdy dochází k radičnímu ochlazování svahů a ochlazování přilehlého vzduchu, tento vzduch stéká po svahu dolů. Je to tedy **složka katabatická**. Při stékání studeného vzduchu dolů dochází často k vytvoření teplotní inverze. Zmíněné větry dosahují rychlosti maximálně 6 m/s, s tím, že na severních svazích je to méně. Výstupný i sestupný proud je vždy kompenzován opačně směřujícím prouděním nad osou údolí.
- Svahová cirkulace se může vyvinout i u **samostatně stojících vrcholů**. Za dne vystupuje vzduch nahoru ze všech stran vrcholu a v noci po něm stéká dolů.
- Podélnou složku cirkulačního systému vytváří horský a údolní vítr. Toto proudění se odehrává na větším území. Dochází totiž k výměně vzduchu mezi údolím a přilehlou rovinou, do které dané údolí ústí. Vzduch v údolí je ohříván od svahů a v odpovídající hladině je vzduch v údolí teplejší než vzduch nad rovinou. Tím dochází ke vzniku horizontálního tlakového gradientu a zrodu proudění. V přízemní vrstvě vítr vane z roviny do údolí a je kompenzován nad ním vanoucím proudem opačného směru. Tuto fázi nazýváme **údolním větrem**. V noci se naopak vzduch v údolí od svahů ochlazuje a přízemní proud vane z údolí ven, zatímco ve výšce vane dovnitř. Tato fáze se označuje jako **horský vítr**. Vertikální mohutnost těchto větrů je několik kilometrů. Větry vyplňují celé údolí až k vrcholům. Rychlosti větru se pohybují do 10 m/s.



MÍSTNÍ CIRKULAČNÍ SYSTÉMY

Horské, údolní a svahové větry

- Při působení podélné i příčné složky Oliver (2005) vymezuje 8 etap, které se odehrávají během 24 hodin:
 - A. V období východu slunce začíná vát **svahový vítr** směrem vzhůru a neustává **horský vítr**, který začal vát v průběhu noci, protože údolí je stále ještě chladnější než přilehlá rovina.
 - B. Okolo deváté hodiny dopoledne vane již silný **anabatický svahový vítr** a horský vítr utichá, protože se vyrovnaly teploty mezi údolím a rovinou.
 - C. V brzkém odpoledni začíná slábnout anabatický svahový vítr a již je plně rozvinut **údolní vítr**, protože vzduch v údolí je teplejší než vzduch nad rovinou.
 - D. Pozdě odpoledne svahový vítr vanoucí směrem nahoru pomalu utichá a **údolní vítr** nepřestává vát.
 - E. K večeru začíná vát **svahový vítr směrem dolů** a údolní vítr slábne, protože se pomalu začínají vyrovnávat teploty vzduchu.
 - F. V období od západu slunce do půlnoci již vane **silný katabatický svahový vítr**. Údolí se začíná ochlazovat a údolní vítr přestává vát.
 - G. V období půlnoci stále vane **katabatický svahový vítr a horský vítr** v plné síle.
 - H. Brzy k ránu se katabatický svahový vítr zpomaluje a nepřestává vát **horský vítr**.
- Všechna údolí jsou ale během dne ohřívána nerovnoměrně, v závislosti na orientaci ke světovým stranám. Takže se systém může vyvinout pouze v polovině údolí nebo v některých částech v daných denních dobách nebude fungovat tak, jak je popsáno výše.

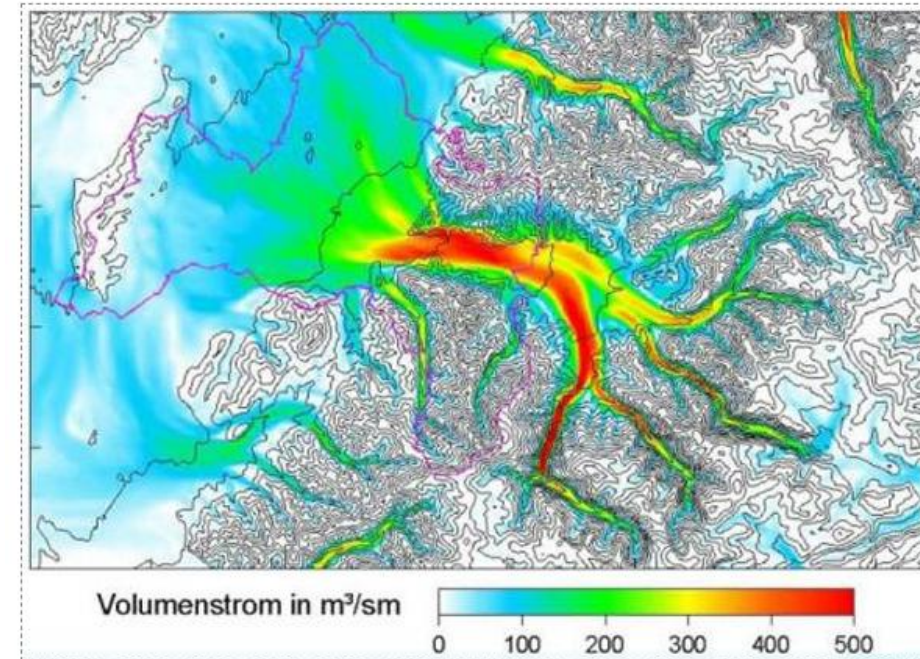


MÍSTNÍ CIRKULAČNÍ SYSTÉMY

Horské, údolní a svahové větry ve světě

Jelikož nejsou hory tak hustě osídleny, jen málo horských a údolních větrů má svůj název. V oblasti jezer v severní Itálii se však názvy těchto větrů používají.

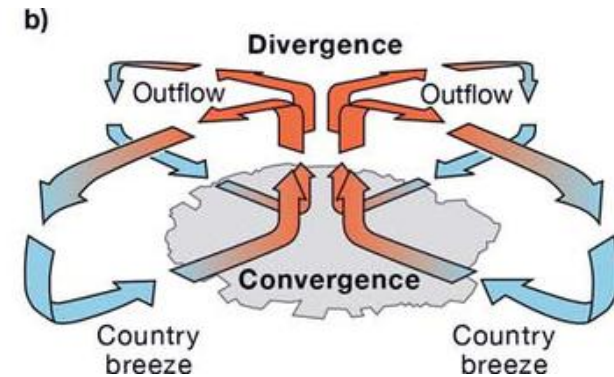
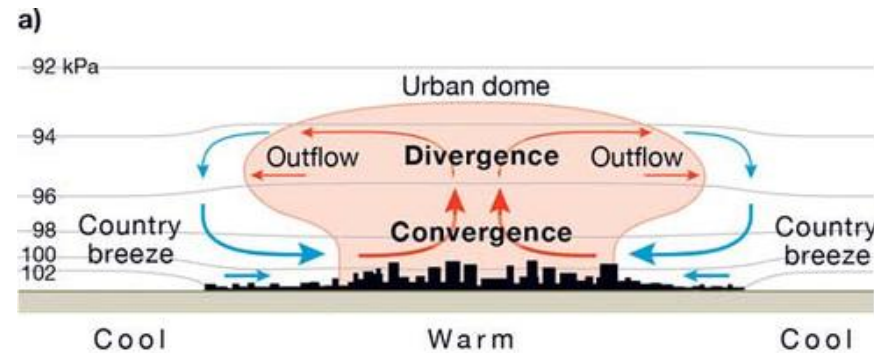
- **Breva:** jezero Como, údolní vítr, má jihozápadní směr a dosahuje rychlostí okolo 10 m/s
- **Tivano:** horský vítr v oblasti jezera Como, je to noční složka místní horské cirkulace a vane ze severozápadu. V oblasti se takto nazývá i frontální vítr, který přináší oblačné počasí z tohoto směru.
- **Ora:** údolní vítr v oblasti jezera Garda, jeho název pochází z latinského slova aura. Je to jižní proudění, které zasahuje jen a severní jezera. Vane do pozdního odpoledne, rychlost se pohybuje okolo 8 m/s.
- Noční složka cirkulace, horský vítr se zde označuje jako **Sover** (někdy také Sopero) nebo **Peler**. Vane ze severu, od počátku noci do poledne. Nejsilnější je po východu slunce
- **Oberwind:** horský vítr, který vane v oblasti Salzkammergut v Rakousku
- **Bornan:** údolní vítr vanoucí přes Ženevské jezero z údolí řeky Dranse
- **Höllentäler:** v německém městě Freiburg, nazývají horský i údolní vítr jedním názvem -. Německé slovo „tal“ znamená údolí. Tyto větry se zde vyvíjejí při jasném počasí díky údolí Dreisamtal (obr. 3.2). Během dne vane vítr do údolí a po západu slunce z údolí nad město. V 60% nočních hodin je zde tento vítr zachytitelný. V závislosti na povětrnostní situaci se mění intenzita a dosah tohoto proudění. Někdy může Hollentaler zasáhnout až k letišti ve Freiburgu, které neleží přímo ve směru ústí údolí.
- Nevados: noční katabatická složka svahových větrů v Ekvádoru (španělsky zasněžený)
- Chardui: studený klesající vítr v oblasti města Guayaquil v Ekvádoru, vane v období sucha od července do listopadu.



MÍSTNÍ CIRKULAČNÍ SYSTÉMY

Městský vítr (urban breeze circulation)

- důsledek působení tzv. městského tepelného ostrova. Vliv na vznik, tvar a rozměry městského tepelného ostrova má i geografická poloha, počasí a uspořádání města.
- Hlavní příčinou rozdílu teplot mezi městem a okolím je rozdíl povrchů těchto dvou oblastí. Město zůstává teplejší i během noci a tak **proudění nemění svůj směr**. Hodnota rozdílu teplot mezi středem města a okraji a tedy i rychlost vzniklého proudění, je závislá na velikosti města (míře tepelného ostrova).
- Většinou jsou slabé, typicky: 0.5–2 m/s v přízemní vrstvě (hlavně během dopoledne a časného odpoledne), výjimečně kolem 3 m/s za ideálních podmínek (silný tepelný kontrast, slabý synoptický vítr).
- Vertikální výstupné proudění bývá ještě slabší 0,2 až 0,6 m/s
- Městská brízová cirkulace začíná kolem 9–10 hodin dopoledne, kdy se teplotní kontrast výrazněji projeví, maximum síly dosahuje mezi 13–17 h, poté začne slábnout, jak se zmenšuje teplotní gradient.



ResearchGate. Schematic of the urban heat island circulation (UHIC). [online]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/figure/Schematic-of-the-urban-heat-island-circulation-UHIC-Left-Idealized-2D-air-pressure_fig3_368406514

- **Přes den** se město intenzivně ohřívá (vyšší teplota povrchu → vyšší turbulentní výměna tepla). Teplota nad městem je větší než nad okolní krajinou. Vzniká konvergence směrem do města → vzduch proudí z okolí do města v přízemní vrstvě. Nad městem stoupá teplejší vzduch a výše vzniká divergencí kompenzační proudění od města ven (uzavřená cirkulace).
- **V noci** město ztrácí teplo pomaleji (tepelný ostrov města je v noci nejsilnější). Městská oblast zůstává teplejší než okolí → často přetrvává konvergence do města, ale obvykle slabší než ve dne. V některých případech s velmi stabilním okolím může nastat slabé odlivové proudění od města, pokud je okolí výrazně ochlazené. Teplotní rozdíly jsou největší večer a v noci, což udržuje cirkulaci i po západu slunce



MÍSTNÍ CIRKULAČNÍ SYSTÉMY

Ledovcový vítr

- Zařazení ledovcového větru je komplikované. Je to dáno tím, že pojmem ledovcový vítr označujeme vlastně dva typy větrů. **Ledovcový vítr menšího měřítka** by se tedy řadil k místním cirkulačním systémům, zatímco **ledovcový vítr v Antarktidě a Grónsku** by se spíše řadil k místním větrům

1) Vítr vyskytující se nad povrchem menších ledovců například v Alpách.

- Toto proudění vzniká v důsledku ochlazování vzduchu, který přiléhá k ledovci. Vzduch těžkne a stéká po ledovci dolů. Jelikož ledovec nebo firnové pole ochlazují vzduch neustále, ve dne i v noci, nemá tento vítr denní periodicitu, kdy by se směr proudění během 24 hodin měnil. Toto proudění je jakousi obdobou noční katabatické složky svahového větru a dosahuje rychlostí okolo 7 m/s.

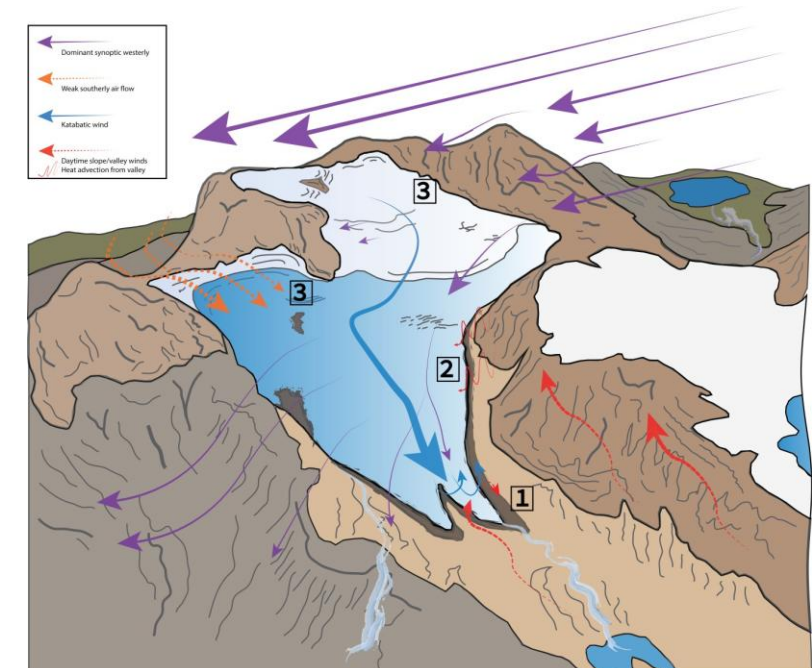
2) Katabatické větry v Antarktidě.

- Vnitrozemí Antarktidy je tvořeno náhorní plošinou, nad kterou se vzduch velmi prochlazuje a vzniká zde bazén studeného vzduchu. Ten potom stéká, či spíše padá, do níže položených oblastí podél pobřeží. Vítr se v tomto případě ještě setkává s prouděním všeobecné cirkulace a dosahuje tak velmi vysokých rychlostí, které mohou dosáhnout až 50 m/s. Proces vzniku těchto větrů je velmi podobný vzniku bóry.
- Podobná situace jako v Antarktidě se odehrává i v Grónsku. Díky geografické poloze a tudíž malému příjmu slunečního záření a stálé sněhové pokrývce se vzduch nad centrálním Grónskem silně prochlazuje a poté se roztéká a padá na pobřeží. Tyto katabatické větry v Antarktidě a Grónsku již dosahují takového měřítka, aby na ně působila Coriolisova síla.

Rychlost ledovcových větrů:

Na údolních a menších horských ledovcích typicky 3–10 m/s, maximum nížko nad povrchem (cca 5–20 m).
Ve středních horských polohách (např. Tibet, Qilian Mountains) studie uvádějí katabatické proudění 2–6 m/s, často celodenní.
U velkých ledových štítů (Antarktida, Grónsko) 10–20 m/s běžně, extrémy až 40–60 m/s v katabatických „superdownflow“ situacích.

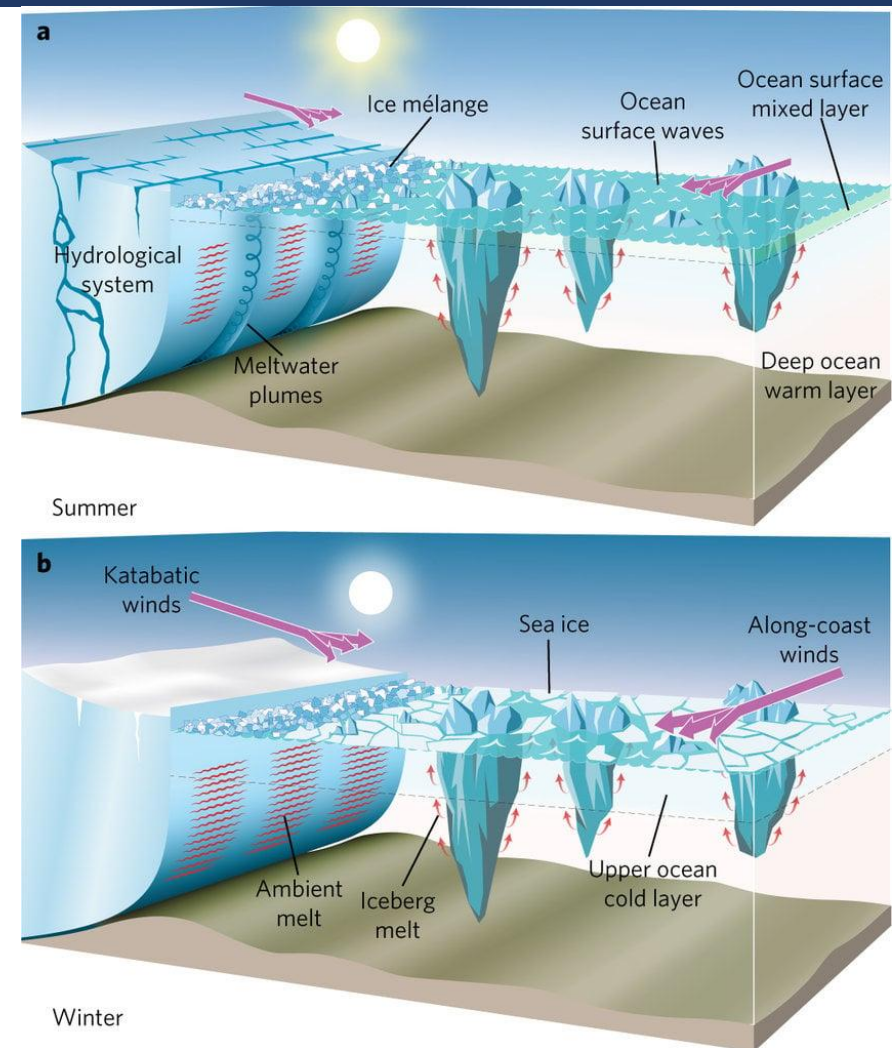
Speciální případy fjordy (studie Sermilik, Helheim Glacier) jsou důležité rychlosti: 12 m/s k odstranění mořského ledu, 20 m/s k odstranění ledovcového mélange.



MÍSTNÍ CIRKULAČNÍ SYSTÉMY

Ledovcový vítr

- **Extrémní rychlost:** I když se v centrální Antarktidě projevují jen jako mírný vánek, při sestupu k moři se urychlují a v úzkých ledovcových údolích mohou dosahovat nárazů přes **300 km/h**.
- **Vznik Suchých údolí:** Tyto větry jsou tak silné a suché, že dokážou vyvolat sublimaci veškerého sněhu a ledu. Tímto způsobem vznikla v Antarktidě tzv. suchá údolí McMurdo, která patří k nejsušším místům na Zemi.
- **Ochlazování a stabilita:** Studený vzduch se hromadí v hlubších vrstvách, což často vede k výrazným teplotním inverzím.
- **Vliv na moře:** Při dosažení pobřeží odtlačují mořský led pryč od pevniny, čímž vytvářejí nezamrzlé plochy volné vody, tzv. polynye, které jsou klíčové pro místní ekosystém.
- Katabatické větry (padavé větry z ledovce) hrají zásadní roli při extrémním tání a destabilizaci čela ledovce Helheim, který ústí do Sermilik fjordu na jihovýchodě Grónska
- Katabatické větry vanoucí z vnitrozemí Grónského ledovce dolů do fjordu Sermilik odnášejí mořský led z fjordu, což umožňuje teplejší vodě z Atlantiku proniknout hlouběji do fjordu a intenzivněji tavit čelo ledovce Helheim pod hladinou.
- Klíčové poznatky o vlivu katabatických větrů:
 - Destrukce mélange (ledové kaše): Silné katabatické větry (přesahující rychlost 20 m/s) účinně odstraňují z fjordu tzv. mélange – směs mořského ledu a ledovcových ker, která se hromadí před ledovcem.
 - Ztráta opory (Buttressing): Odstranění této "ledové kaše" odstraňuje mechanickou oporu (buttressing) čela ledovce. To vede k nárůstu telecího ledu (calving), destrukci čela a výraznému ústupu ledovce, někdy až o 1,5 km během jediné události.
 - Zvýšení podmořského tání: Během těchto větrných epizod se podmořské tání na čele ledovce může zvýšit až o 1000 %.

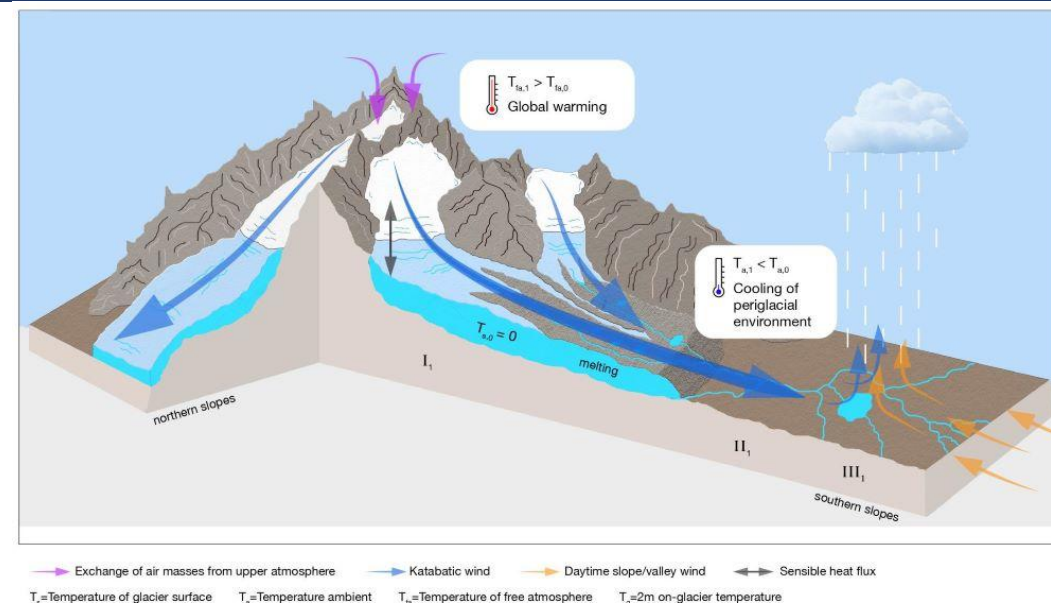


https://www.researchgate.net/figure/Seasonal-differences-in-the-glacier-fjord-environment-a-b-Graphical-representation-of_fig2_321492010

MÍSTNÍ CÍRKULAČNÍ SYSTÉMY

Ledovcový vítr

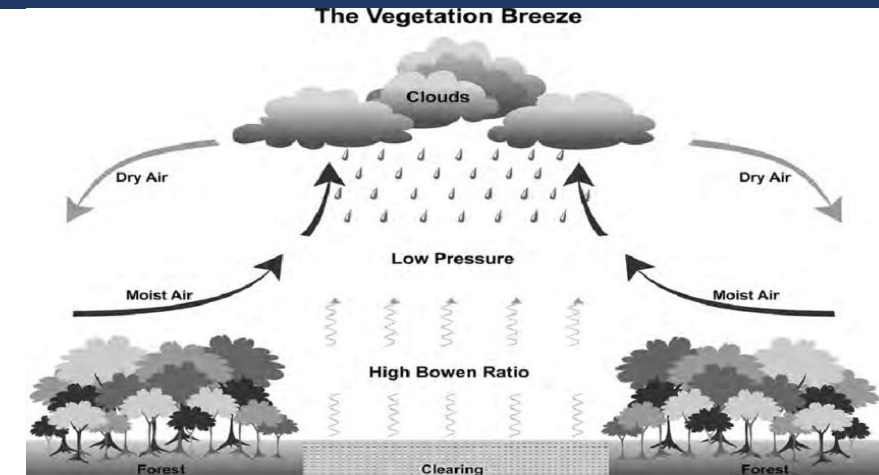
- Himalájské ledovce reagují na oteplování tím, že se samy ochlazují. Globální oteplování způsobuje zesílení katabatických (ledovcových) větrů, které proudí z ledovců dolů do údolí. Ledovce intenzivněji ochlazují vzduch přímo nad sebou, což vyvolává sestup hustého, studeného vzduchu.
- Extrémně dlouhá měření ukázala stabilitu teplot v blízkosti ledovců. Meteorologická stanice Pyramid Observatory u Mount Everestu (5050 m n. m.) měří data téměř 30 let. Analýzy ukázaly, že minimální teploty stoupají (jak se očekávalo při globálním oteplování), maximální denní teploty však klesají, → proto se průměrné teploty zdají stabilní
- Mechanismus „sebeochlazování“ ledovců: Rostoucí kontrast mezi teplejším vzduchem nad krajinou a chladným vzduchem přímo u povrchu ledovce zvyšuje turbulentní výměnu tepla na povrchu ledovce. → To způsobuje silnější lokální ochlazování vzduchu a vznik intenzivnějších studených větrů, které stékají dolů po ledovci.
- Ledovce vytvářejí stále silnější katabatické větry, které ochlazují jejich vlastní povrch a blízké okolí, což může dočasně tlumit zrychlené tání. Tato reakce byla pozorována napříč celým himálajským masivem.
- Kompenzace ale nebude trvat věčně. S pokračujícím globálním oteplováním mohou být teplotní rozdíly příliš velké na to, aby vyvolané větry stačily chladit ledovce. Mohou ztratit schopnost udržet své lokální klima stabilní.



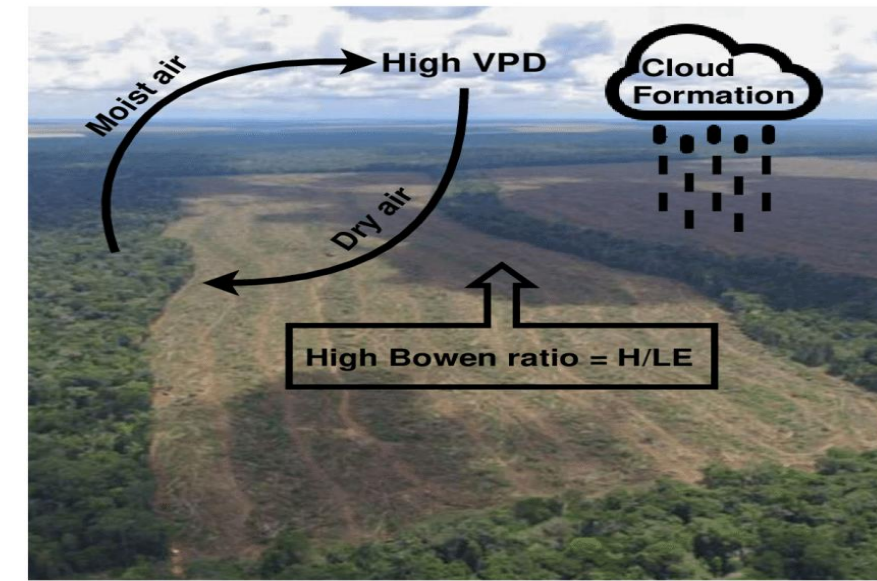
MÍSTNÍ CIRKULAČNÍ SYSTÉMY

Lesní vítr

- Mezi místními cirkulačními systémy se někdy uvádí i lesní vítr. Je to jen velmi málo výrazné proudění a jeho příčinou je nerovnoměrné ohřívání lesa a jeho okolí.
 - Přes den: lesní porost se ohřívá pomaleji než odkrytá půda či louka, vzduch nad odlesněnou plochou je teplejší → stoupá, při zemi dochází k nasávání chladnějšího vzduchu z lesa směrem ven. → Denní lesní vítr obvykle vane z lesa do otevřené krajiny.
 - V noci: les zůstává teplejší než volná plocha (topení půdy je pomalejší, menší radiační ochlazení), nad otevřeným prostorem dochází k rychlému nočnímu poklesu teploty, chladný vzduch se z okolí začne nasávat do lesa a stékat jeho spodní částí. → Noční lesní vítr často vane z okolí do lesa.
- Rychlost proudění však není větší než několik desetin m/s, ale i tyto velmi malé hodnoty musí být brány v potaz při leteckých aplikacích jemných látek s výrazně selektivním účinkem. Protože je toto proudění málo výrazné, není podrobně zkoumáno a tak se o něm z literatury nedozvíme mnoho.



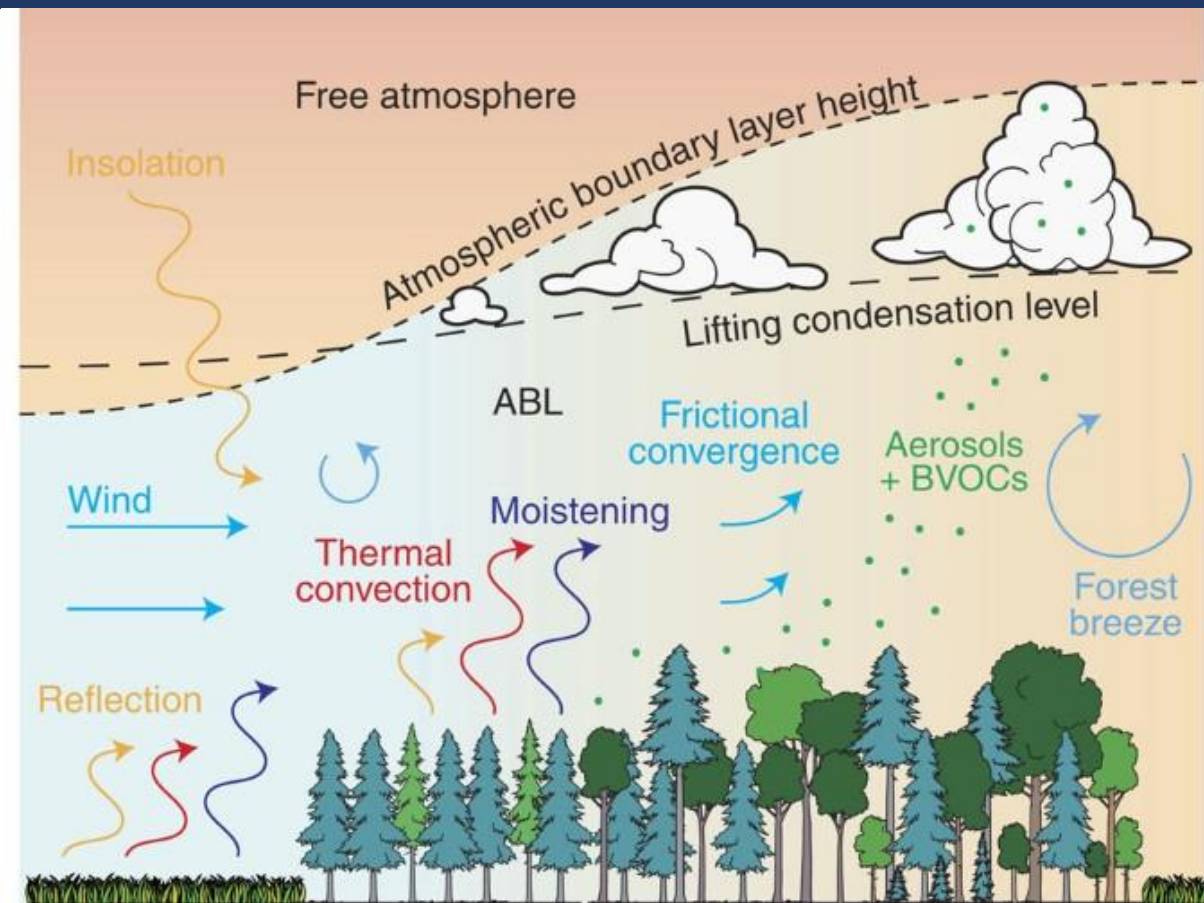
Cochrane, M. A. & Laurance, W. F. (2008)



MÍSTNÍ CIRKULAČNÍ SYSTÉMY

Vegetační vítr

- Vegetation breeze je mezoměřítková termální cirkulace, která vzniká v důsledku rozdílů mezi **vegetací** (vlhčí, chladnější, více evapotranspirace) a **okolní odhalenou půdou** či jinou plochou (teplejší, sušší, rychleji se ohřívající).
- Vegetace (např. dobře zavlažované pšeničné pole) způsobuje intenzivní evapotranspiraci, která chladí a zvlhčuje vzduch. Tento chladný, vlhký vzduch vytváří horizontální tlakové rozdíly vůči okolní suché půdě
- Tyto rozdíly generují „vegetation breeze“ – proudění o rychlosti až 5 m/s, směřující z vegetace k ne-vegetaci. Studie ukazuje i interakce těchto brízových cirkulací během noci.
- Letadlová měření nad Afrikou prokázala dlouhotrvající (2+ hodin) mesoscale breezes vznikající na hranicích vegetace a plodin. Tyto brízy způsobují mezoskopické větrné organizace, vytvářejí lokální konvergenční zóny, ovlivňují tvorbu kupovité oblačnosti a někdy i bouřky.



<https://www.nature.com/articles/ncomms14065>

MÍSTNÍ VÍTR



MÍSTNÍ VÍTR

- Vznikají lokálním ovlivněním proudění sekundární (synoptické) cirkulace terénem nebo povrchovými podmínkami → **dynamicky podmíněné větry**
- Dynamicky podmíněné místní větry jsou místní projevy širší atmosférické cirkulace, které vznikají zejména působením:
 - tlakových gradientů,
 - orografie (hory, údolí, průsmyky),
 - urychlování nebo brzdění proudění terénem,
 - advekce různě teplých či hustých vzduchových hmot.
- **Nejsou to uzavřené buňkové cirkulace** jako bríza nebo údolní vítr, ale **zesílené nebo modifikované proudění dané hlavně synoptickou situací**.
- Patří sem:
 - Fén (foehn)
 - Bóra (bora)
 - Pouštní větry (např. sirocco, harmattan)
 - Dýzový efekt (jet effect) – zesílení proudění v horských průlivech
 - Padavé větry (např. katabatické sesuvy studeného vzduchu nespojené s ledovcem)
- Tyto větry nemají denní periodu a jsou výrazně vázány na synoptické podmínky (tlakové gradienty, fronty).

MÍSTNÍ VÍTR

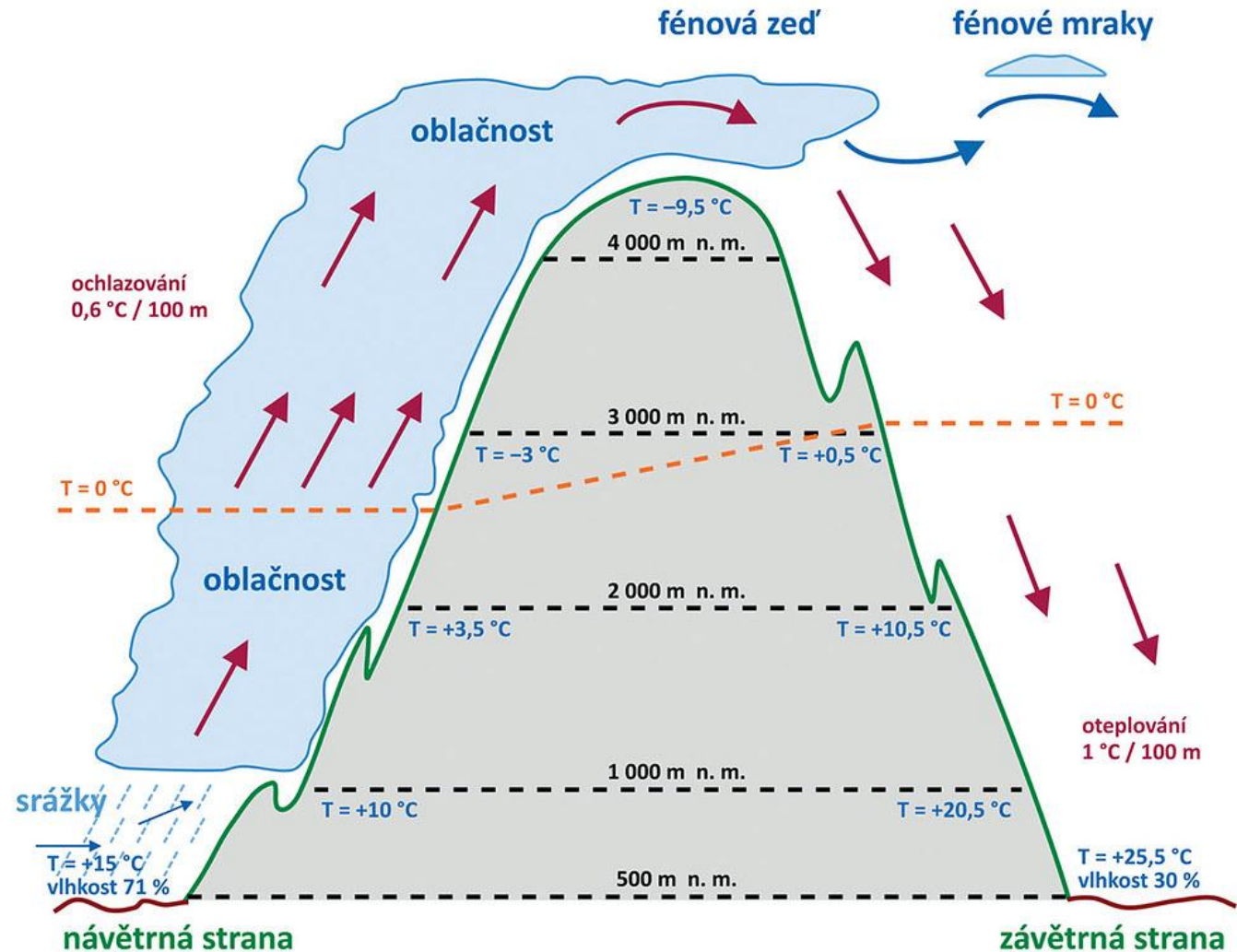
Fén (foehn)

Mechanismus (fyzikální jádro)

- Návětrná strana: Vzduch je nucen do výstupu → ochlazuje se → dosáhne kondenzace → srážky → ztrácí latentní teplo i vodu.
- Za hřebenem (závětrná strana): Suchý vzduch sestupuje → ohřívá se suchou adiabatou ($\approx +10^\circ\text{C} / \text{km}$). Výsledkem je teplý, suchý, nárazový vítr.

Důsledky

- Skokové oteplení (během 30–60 min) i o 5–15 $^\circ\text{C}$.
- Extrémní vysušení vzduchu (RH často $< 20\%$). Turbulence a poryvy díky rotorům a horským vlnám.

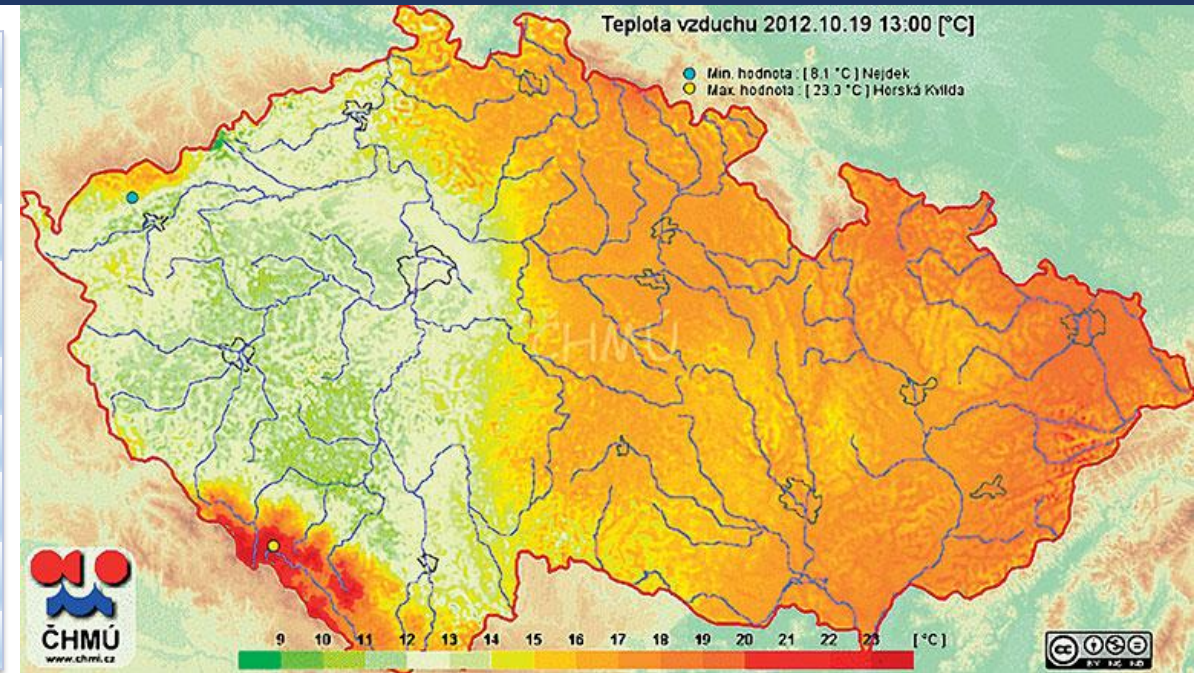


MÍSTNÍ VÍTR

Region	Místní název	Typ
Alpy	Föhn	klasický fén
Tatry (SK, PL)	halny	teplý fén
Rocky Mountains	Chinook	teplý fén
Andy	Zondas (Argentina), Puelche (Chile)	teplý fén
Languedoc (Francie)	Autan	teplý/suchý fén
Kalifornie	Diablo	fénový charakter
Oregon	Brookings/Chetco Effect	fénový efekt
Austrálie	Brickfielder	teplý suchý sestupný vítr
Japonsko	Karakaze	studený fénovitý vítr

Fén (foehn)

- A kromě toho mívá ještě svá lokální pojmenování. V severním Tyrolsku, zejména v údolí Innu, se mu říká „Türggenröster“, jako sušárna zaseté krmné kukuřice. Má i méně lichotivé označení „Schneefresser“, tedy žrout sněhu. Jako o „Traubenkocher“ (ve smyslu urychlení zrání hroznů) se o něm přátelsky hovoří v oblasti Graubünden před vinobráním na podzim. Plné dozrání hroznů a zvýšení obsahu cukru jsou vítanými dary z nebe a zlepšují kvalitu vína..
- Fén umí za krátký čas velmi rychle zvednout teplotu. Jako příklad se obvykle v literatuře uvádí 1. prosinec roku 1896 v americké Montaně, kdy při chinooku vzrostla teplota za pouhých 7 minut z -25 °C o $20,5\text{ °C}$. A pak při stále rostoucí rychlosti větru dospěla až k $+3\text{ °C}$. A ještě jeden, o trochu „mladší“ příklad. V kanadské Britské Kolumbii se 11. ledna 1983 zvýšila teplota o 23 °C , z -21 na $+2\text{ °C}$, a to za hodinu.



Teplota na Šumavě při fénovém proudění přes Alpy (19. 10. 2012)

MÍSTNÍ VÍTR

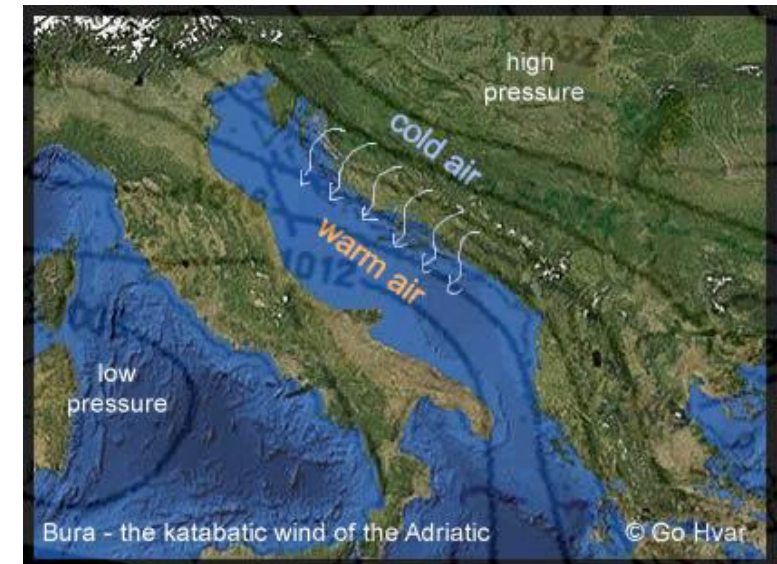
Bóra (bora)

Mechanismus:

- Studený, velmi silný nárazový vítr vanoucí z hor směrem k teplejšímu moři.
- Vzniká při přesunu studené vzduchové hmoty z vnitrozemí přes horskou bariéru.
- Typické projevy: nárazy přes 40 m/s, náhlé ochlazení, extrémně poryvový charakter.
- Vane náhle a v silných nárazech (poryvech). Přináší jasnou oblohu, ale i velmi nízké teploty. Bóra může trvat několik dní. Často se dělí na „světlou bóru“ (jasno, silný vítr) a „tmavou bóru“ (provázenou mraky a deštěm)

Výskyt: Chorvatsko (Velebit), severní Jadran, také Rusko a Černé moře.

Nebezpečí: Je postrachem jachtařů a řidičů, způsobuje dopravní komplikace, námořní nehody a škody na zemědělství.



MÍSTNÍ VÍTR

Bóra (bora) ve světě

- **Bura:** SV vítr na východním pobřeží Jaderského moře. Zde vítr vane z Dinárských hor a může zasáhnout pobřeží od Terstu až po Albánii. Nejčastěji se objevuje během chladného období, od listopadu do března. Anticyklonální bura se zde objeví, pokud je tlaková výše nad střední Evropou a oblast nízkého tlaku nad Středozemním mořem, zatímco při cyklonální buře se tlaková výše nachází nad západním Středomořím a tlaková níže nad východním Středomořím a nad Černým mořem. Průměrná rychlost se pohybuje okolo 11 m/s, ale v zimě bývá daleko silnější.
- **Bise:** S až SV vítr v oblasti Alp na hranici Švýcarska a Francie, hlavně v zimě a na jaře. Vzniká, pokud se na severu nebo severozápadě od Alp vyskytuje tlaková výše, která vhání vzduch do zúženiny mezi Alpami a pohořím Jura. Tento silný vítr zvedá vodu ze Ženevského jezera a rozprašuje ji po břehu. V důsledku nízkých teplot tak dochází k námraze. V zimě přináší velkou oblačnost a sníh nebo déšť a proto se někdy nazývá black bise. Tento typ se vyskytne, pokud systém tlakových níží ve Středomoří, přinese do této oblasti vlhký vzduch z oblasti Balkánu.
- **Mistral:** severní, velmi silný a studený vítr, který vane hlavně v zimě a na jaře. Vyvine se, pokud se oblast nízkého tlaku nachází nad Tyrhénským mořem a Janovským zálivem a oblast tlakové výše se pohybuje z Azor nad centrální Francií. Chladný vzduch je tak vtahován do údolí Rhony, kde se projevuje jako bóra. Mistral vane ve spodní části tohoto údolí a ve Lvím zálivu. Nejvíce postižovanou oblastí je Marseilles a okolí, kde mistral vane průměrně 100 dní v roce. Tento vítr dosahuje velkých rychlostí, hlavně v údolí Rhony, kde je urychlován zužováním údolí. Zde dosahuje rychlostí až k 40 m/s. Mistral je velmi ničivý, a tak mnoho domů v postižené oblasti nemá na severní straně dveře ani okna. Vertikální mohutnost tohoto proudění je 2-3 km a nad mořem vítr slábne (AMS, 2013).
- **Ponente:** je to západní vítr, který bývá pocítován na jihovýchodním pobřeží Francie a na ostrově Korsika, i na západním pobřeží Itálie. Je to již oslabený mistrál v oblasti Cote d'Azur a nad Ligurským mořem
- **Orsure:** nad Lvím zálivem
- **Tramontana:** studený S až SV vítr vanoucí v oblastech Ligurského moře, severní Korsiky a Baleárských ostrovů. Souvisí s postupem anticyklóny od západu přes Středozemní moře. Vzduch ze severu a severovýchodu tak překračuje Alpy a severní Apeniny.
- **Garigliano:** v Itálii dosahuje nejvyšších rychlostí během noci a rána, kdy je posilován pevninskou brízou. Vane rychlostí okolo 20 m/s. Naopak během odpoledne se jeho rychlost zmenšuje asi na 10 m/s.
- **Cers:** jižní Francie - oblast Narbonne, Katalánsko – SV Španělsko. Obzvláště silný je v údolí řeky Aude, kde dosahuje rychlostí přes 20 m/s a vyskytuje se zde až 200 dní v roce. Vítr vzniká při přechodu vlhkého vzduchu z Atlantiku nad oblastí Toulouse. Tato masa vzduchu se urychluje v průsmyky Lauragais a posléze vtrhne do oblasti Narbonne. V zimě může trvat déle než týden a vane ze severu až severozápadu. V chladném období bývá studený, v létě horký, vždy je suchý.
- **Cierzo:** SZ vítr v údolí řeky Ebro ve Španělsku, objevuje se hlavně na podzim a brzy v zimě, také na jaře.

MÍSTNÍ VÍTR

Pouštní větry

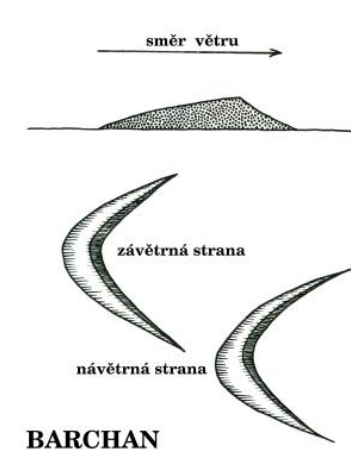
Pouštní větry jsou regionální, dynamicky podmíněné větry, které vznikají v oblastech suchého klimatu v důsledku kombinace:

- silných tlakových gradientů,
- přehřívání povrchu,
- přísunu studeného vzduchu ze severu nebo teplého ze Sahary,
- přítomnosti velkých kontinentálních cyklon či anticyklon.

V pouštních regionech mohou být větry natolik silné, že způsobují prašné bouře, transport saharského prachu, extrémní teploty a nízkou vlhkost.

Sem patří například:

- Sirocco – teplý, prašný vítr z Sahary směrem do Středomoří
- Harmattan – suchý severovýchodní vítr v západní Africe, z pouště Sahara směrem k Guinejskému zálivu, přináší velké množství saharského prachu a vytváří jemnou prašnou mlhu.
- Khamsin – horký prašný vítr nad Egyptem a Blízkým východem - Levantou, související s cyklony postupujícími podél severní Afriky. , i desítky dní
- Ghibli – Libye a Tunisko Regionální varianta saharského horkého větru, příbuzná siroccu.
- Simoom – Arabský poloostrov Extrémně horký, suchý vítr s velmi nízkou vlhkostí, někdy považovaný za „spalující vítr“ pouští.
- Haboob – Súdán Rychlý, větrný náraz doprovázený pracho-písečnými bouřemi. Typicky vzniká na čele bouřkové outflow boundary.
- Aajej – Maroko / Západní Sahara Silný regionální pouštní vítr, příbuzný haboobu a khamsinu.



MÍSTNÍ VÍTR

Dýzový efekt („jet effect“)

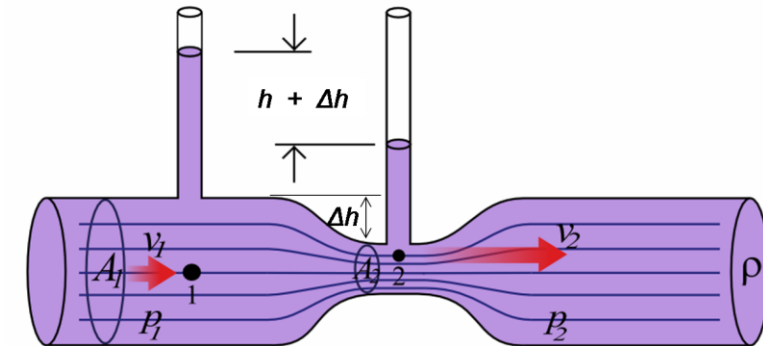
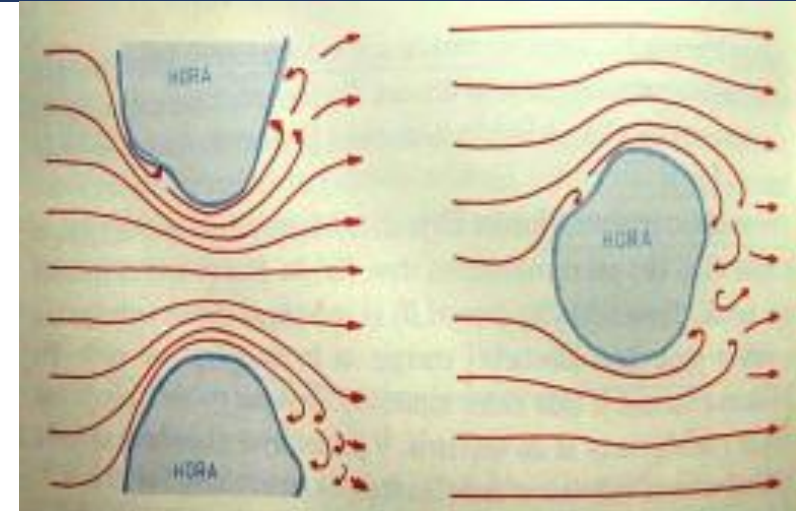
je kombinací Venturiho efektu a orografického nátlaku.

- Venturiho efekt – zúžení proudu → zvýšení rychlosti. Pokud je proudění nuceno projít užším prostorem, musí zrychlit, aby byl zachován hmotový tok.
- Orografický nátlak – vzduch je stlačován terénem. Vítr naráží na horské hřebeny a údolí slouží jako „trubice“, kterou proudění musí projít. Vzduch se dostává do orografického zrychlení a může se přeměnit v „trysku“.
- Tlakový gradient podél údolí - Pokud je na jednom konci údolí vyšší tlak než na druhém, proudění je natahováno podél údolí → další zesílení.
- Turbulentní zesílení- Heterogenní povrch, náhlé změny šířky údolí a smykové vrstvy vytvářejí rotory a turbulence, které místně ještě vítr posílí. Dýzový efekt vyžaduje prodloužený úzký koridor + výrazný tlakový gradient.

Typické tvary terénu:

- úzké V-údolí,
- hluboká soutěska,
- horské sedlo,
- průsmyk mezi dvěma masivy.
- mezi ostrovy
- městská zástavba mezi budovami

Čím delší, užší a hlubší údolí → tím silnější efekt.



MÍSTNÍ VÍTR

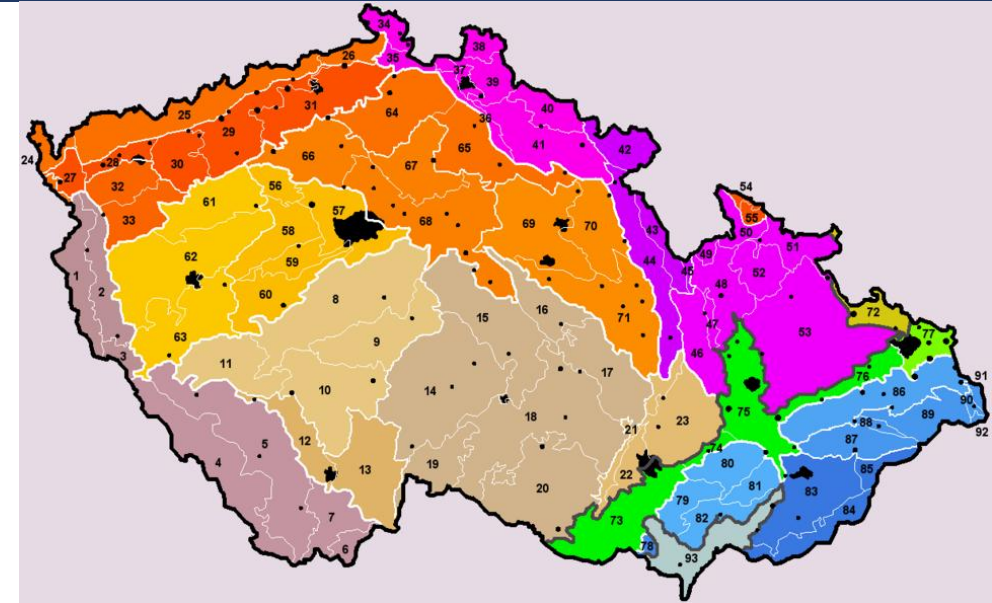
Místní případy dýzového efektu ve světě:

- Švýcarsko – údolí Rhône (Wallis/Valais): Klasické úzké údolí sevřené vysokými Alpami. Za fénových situací nebo silného jižního proudění se vítr v údolí extrémně zesiluje, i když na náhorních plošinách nemusí být tak silný.¹⁷
- Údolí Adige (Val d'Adige), Jižní Tyrolsko Dlouhé a úzké severojižní údolí, které funguje jako „větrná dálnice“. Jižní proudění se zde zrychluje až na 20–25 m/s, zejména při jižní fénové situaci.
- Údolí Rhône (Francie – Mistral): Mistral je primárně studený severní vítr, ale jeho násobné zesílení je způsobeno právě dýzovým efektem v údolí Rhône, kde se proudění hrne mezi dvě pohoří – Masiv Centrální a Alpy
- Ebro Valley – Cierzo (Španělsko): Vítr Cierzo je výrazně zesilován průchodem mezi Pyrenejemi a Iberijským pohořím. Jedná se o ukázkový příklad dýzového efektu s nárazy přes 25–30 m/s.
- Rocky Mountains – průsmyky: Columbia River Gorge (mezi Oregonem a Washingtonem) — jedno z nejznámějších míst na světě se silnou orografickou tryskou, ideální pro windsurfing. Great Basin / Wasatch — zrychlování větru v horských sedlech.
- Andy – “Zonda channeling” V úzkých andských údolích se fénové proudění typu Zonda zesiluje až na extrémní hodnoty, právě kvůli tryskovému efektu.
- Austrálie – průsmyky Velkého předělového pohoří. Místy dochází k zesílení teplého suchého proudění během vln veder, které ve spojení s dýzovým efektem zvyšuje riziko požárů.

MÍSTNÍ VÍTR

Místní případy dýzového efektu ČESKU

- Údolí Labe mezi Ústím–Děčínem: Vítr se zde často zesiluje mezi Krušnými horami a Českým středohořím. Silné proudění V–Z nebo S–J může vytvořit lokální nárazové epizody.
- Moravská brána: Působí jako „vstupní tryska“ mezi Jeseníky a Beskydami. Při proudění S–J dochází ke znatelnému zesílení větru.
- Dyjskosvratecký úval: Místní zesílení jižních a jihozápadních větrů, zvláště při gradientovém proudění.



Vněkarpatské sníženiny

MÍSTNÍ VÍTR

Katabatické padavé větry (nehorské nebo nevegetační)

gravitační (downslope) větry, při nichž chladný, hustý vzduch stéká dolů po svahu kvůli vyšší hustotě.

Nejde o fén ani o ledovcový vítr — jde o obyčejné ochlazené proudění vzniklé radiací, typicky v noci, za jasného a klidného počasí.

Podle odborných zdrojů jsou katabatické větry definovány jako:

- proudění chladného, hustého vzduchu z vyvýšených oblastí směrem do nížin,
- způsobené radiačním ochlazením povrchu a vzduchu nad ním
- běžné v horách, pahorkatinách, plošinách i pouštích,
- často se jim říká fall winds (pokud vznikají z advekce studeného vzduchu).

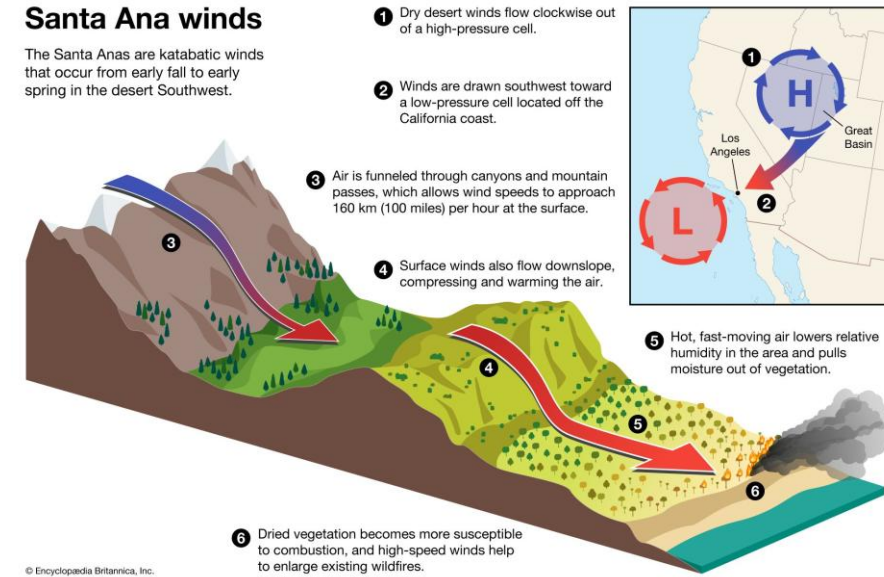
Neplést s ledovcovým větrem — ten je termický.

Sem patří: silné padavé větry z chladných plošin a planin bez ledovce.

Mechanismus: Sestup těžkého studeného vzduchu po svahu, často při nočním radiačním ochlazení nebo pádu studené vzduchové hmoty.

Santa Ana winds

The Santa Anas are katabatic winds that occur from early fall to early spring in the desert Southwest.



MÍSTNÍ VÍTR

Katabatické padavé větry

Konkrétní MÍSTNÍ případy neledovcových katabatických větrů

- Makhtesh Ramon (Izrael / Negev) Jedno z nejlépe pozorovaných míst. Chladný vzduch z náhorní pouště stéká do hlubokého erozního kráteru.
- Santa Ana winds (Kalifornie) Silný suchý vítr vanoucí z vnitrozemských planin k pobřeží. Podle encyklopedie Westarctica jde o katabatický vítr, nikoli o fén. Vzniká advekci studené hmoty ve vyšších polohách a následným sestupem
- Oroshi (Japonsko) Silný chladný sestupný vítr uvedený jako katabatický.
- Barber (Nový Zéland)
- Böhmwind – Bohemian Wind (Krušné hory) „Bohemian Wind“ uveden mezi příklady katabatického větru. Studené proudění stékající z plošin Krušných hor do Saska.



Vzduch ochlazený plošinou dopadá do Machteš Ramonu, kde je vidět radiační mlha, těsně po úsvitu. Radiační ochlazování pouštní vysočiny vzduch ochlazuje, takže je hustší než vzduch nad nížinami. Chladnější vzduch také může pojmout méně vodní páry; ta kondenzuje jako drobné kapičky mlhy, které se s ohřevem vzduchu znovu odpařují. Zde se padající vzduch adiabaticky otepluje, a proto se mlha při pádu znovu odpařuje.[cit.

EVROPA



EVROPA

Místní (lokální) větry v Evropě jsou specifické proudění vzduchu, které vzniká v důsledku orografických podmínek (tvaru terénu) nebo tepelných rozdílů mezi pevninou a mořem. Mezi nejznámější patří:

- **Bóra** (Jadran, Balkán): Studený, nárazovitý a suchý padavý vítr vanoucí ze severovýchodu přes pohoří na pobřeží Jaderského moře. Je obzvláště silný v zimě.
- **Mistrál** (Francie): Silný, studený a suchý severozápadní vítr, který vane údolím řeky Rhône do Lvího zálivu ve Středozemním moři. Přináší jasné, ale chladné počasí.
- **Fén** (Alpy): Teplý a velmi suchý vítr, který klesá z horských hřebenů do údolí (zejména na severní straně Alp). Způsobuje rychlé tání sněhu.
- **Sirocco** (Středomoří): Teplý až horký jižní vítr vanoucí ze Sahary přes Středozemní moře do Evropy (Itálie, Řecko). Na africkém pobřeží je suchý a prašný, po přechodu moře je vlhký.
- **Meltemi** (Egejské moře): Známý také jako Etesian, je to suchý a chladný severní vítr, který vane v letním období nad Egejským mořem a pobřežím Řecka a Turecka.
- **Jugo** (Chorvatsko): Vlhký, jihovýchodní vítr na Jadranu doprovázený oblačností a deštěm.

MÍSTNÍ VĚTRY VE STŘEDOMOŘÍ

Další větry

Cierzo

Silný, nárazový a suchý vítr v údolí řeky Ebro na východním pobřeží Španělska. Vane od severu až severozápadu. Je to vítr s podobnou charakteristikou jako mistrál na jihu Francie. Obloha je obvykle jasná, rychlost větru může přesahovat 100 km/h. Vítr vane především na podzim a v zimě.

Etesian

Vítr severních směrů (od severovýchodu po severozápad) v oblasti Egejského moře. Dnes bývá označován tureckým názvem meltemi. Vane v letních měsících, přibližně od půlky května do půlky září. Nejsilněji ve střední části Egeje a v oblasti mezi Krétou a Rhodem. Na moři zvedá nepříjemné vlny, v úzkých průlivech mezi ostrovy sílí.

Gregale

Silný severovýchodní vítr ve střední a západní části Středomoří. Vzniká při přechodu tlakové níže Středomořím. Může dosahovat síly 9°B. V takovém případě například u pobřeží Malty zvedá gregale vysoké vlny. Vane především v zimních měsících.

Khamsin

Jižní až jihovýchodní vítr ve východní části Středomoří. Přichází z pouští, proto s sebou přináší písek a pouštní prach. Může dosahovat síly až 12°B. V Egyptě vane nejčastěji v dubnu. Přichází velmi prudce a může být provázen nárůstem teploty až o 20°C během 2 hodin. Obvykle vane v období 50 dnů kolem jarní rovnodennosti. Od toho je také odvozen jeho název, který v arabštině znamená 50.

Levante

V západním Středomoří (Gibraltar, jižní Španělsko) je takto označován vítr východních směrů, od severovýchodu až po jihovýchod. V Gibraltaru je tento vítr nazýván levanter a v úžině výrazně zesiluje. Jde o vlhký vítr přinášející mlhu a srážky do Gibu. Pokud vane proti směru proudu v úžině, zvedá nebezpečné vlny. Nejčastěji vane od května do října.

Leveche

Ve Španělsku je tak nazýván horký vítr od jihovýchodu až jihozápadu, který s sebou obvykle přináší jemný saharský písek.

Libeccio

Západní až jihozápadní vítr v oblasti Korsiky a italského pobřeží (Toskánsko). Nejsilněji vane v zimním období. V létě může být vítr velmi horký a přináší s sebou bouřky. Na západním pobřeží Korziky zvedá vysoké vlny.



MÍSTNÍ VĚTRY VE STŘEDOMOŘÍ

Marin

Jižní až jihovýchodní, teplý a vlhký vítr v oblasti jižního pobřeží Francie. Může být velmi silný. Přináší s sebou déšť a špatnou viditelnost. Jde o vítr, který je v této oblasti skoro stejně častý, jako mistrál.

Mistral

Silný až bouřlivý severozápadní vítr v západním Středomoří a především v Golfe du Lion západně od Marseille. Může zasáhnout téměř celou centrální část západního Středomoří, občas až po Maltu. Studený a obvykle suchý vítr akcelerující průchodem údolí řeky Rhony. Nejčastěji a nejsilněji vane v zimě, kdy často dosahuje síly až 12°B.

Ponente

Západní vítr ve Středomoří. V létě jeho síla obvykle nepřesahuje 5°B.

Simoon

Silný, horký a suchý vítr plný prachu z pouště. Vane od jihu ze Sahary ve východní části Středomoří.

Scirocco

Takto bývá nazýván vítr jižních směrů ve Středomoří. Nejprve jde o vítr suchý, u africké pevniny, později při přechodu přes moře nasává vlhkost. Může jít o velmi silný vítr. V Chorvatsku je nazýván Jugo, v jiných oblastech může být označován jako chili, khamsin, simoon...

Tramontana

Stejně jako v Chorvatsku jde i v jiných oblastech (Itálie, Španělsko) o studený a silný severní až severovýchodní vítr z hor. Název vznikl v římské době pro vítr přicházející přes Alpy. V různých oblastech může mít tento vítr odlišný směr.

Vardarac

Vítr vanoucí na severozápadě Egeje z údolí řeky Vardar, tedy od severozápadu. Zasahuje oblast kolem Soluně, vane v zimě a může trvat několik dnů.

Vendeval

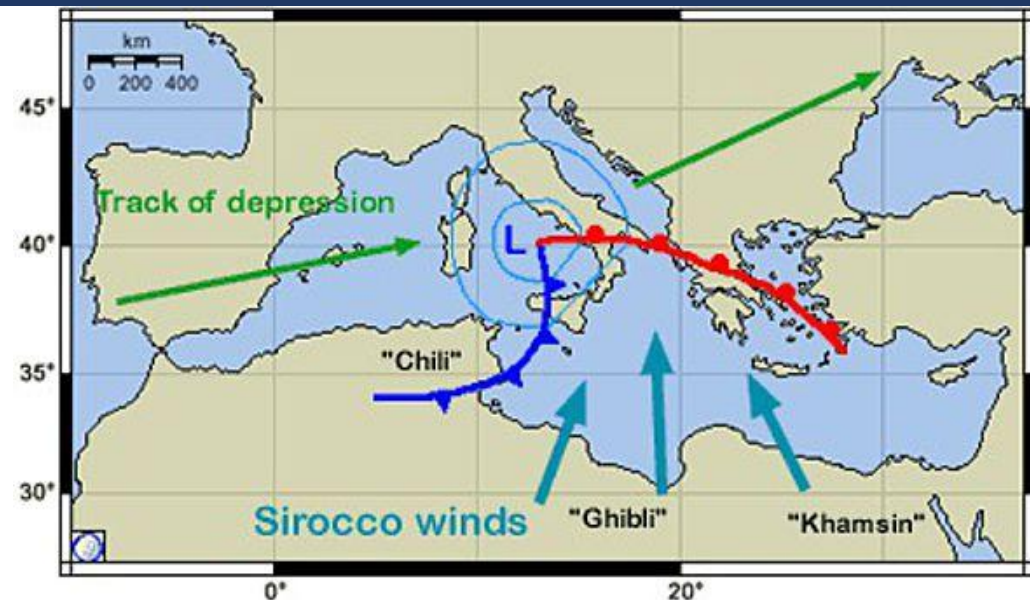
V Gibraltaru a v Alboranském moři je takto označován vítr vanoucí od západu až jihozápadu. Bývá bouřlivý a přináší déšť, špatnou viditelnost, nízké mraky, a bouřky.

SCIROCCO



SCIROCCO

- teplý J nebo JV vítr, vanoucí ze Sahary nad Sicílií a již. Itálií. V širším smyslu se jedná o pouštní vítr proudící ze Sahary nebo arabských pouští do oblasti Středomořího moře na přední straně cyklony postupující Středomořím k východu.
- Původně suchý a prašný vítr, který se nad mořem zvlhčuje, při dalším postupu na sever přináší mlhu a déšť (tzv. vlhký scirocco) a za horskými překážkami má ráz fénu.
- Suchý scirocco v zemích Předního východu má ráz katastrofálních suchovějů.
- Termín byl přejat z it. scirocco „jihovýchodní vítr“, které pochází z arabštiny. Kvůli svému původu obsahuje velké množství prachu a písku, což značně omezuje dohlednost, někdy v jeho důsledku nabývá obloha až oranžového zbarvení, často taky značně vysušuje půdu. Když se při cestě nad mořem zvlhčí, může přinášet mlhu i srážky, které pak vytvářejí velmi nepříjemnou vrstvu prachu na autech, oknech a dalších předmětech u zemského povrchu.
- Scirocco může mít ještě lokální označení. Třeba ve Španělsku se mluví o leveche, který se vyskytuje hlavně mezi Malagou a Valencií, v Chorvatsku pak o jugu. Pod široko spadá i vítr chamsín, který můžeme potkat hlavně v Egyptě a u Rudého moře, typický je ale spíš pro jarní měsíce. Přináší velké množství prachu a písku, výjimkou nejsou ani písečné bouře, které je lepší přečkat na hotelovém pokoji než na mořské pláži.



JUGO



JUGO

- Vzniká nad Saharou a okolními severoafrickými oblastmi. V Libyi je znám jako qiblí (arabsky - „přicházející z qibly“).
- V oblasti jižní Francie, kde se mu říká marin, s sebou nese více vlhkosti.
- Tento vítr, dosahující rychlosti až 100 kilometrů v hodině,
- Objevuje se během celého roku. Nejčastější během jara (březen) a podzimu (listopad). Můžeme se s ním setkat i v létě (zvláště v srpnu), je to ale poměrně vzácné a jeho síla bývá v takovém případě mírná, a vane jen pár dní. Mnohem větší razanci působí od podzimu do jara.
- Vzniká z teplého, suchého, tropického vzduchu, který je tlakovou níží tlačен přes Středozemní moře na východ. Teplejší a sušší kontinentální vzduch se mísí s chladnějším a vlhčím vzduchem z mořské cyklóny, a vznikající cirkulace sune smíšený vzduch proti směru hodinových ručiček napříč jižním pobřežím Evropy.
- Jugo je teplý a vlhký vítr, který vzniká nad Saharou, a vane z jihu až jihovýchodu přes Středozemní moře do Evropy. Zpravidla ho doprovází tmavé mraky, bouřky plné hromů a blesků a velké množství srážek. Na pevninské Chorvatsko přichází z moře přes ostrovy.
- Když je ve formě, můžete se připravit až na třítydenní větrný maraton. Příchod juga poznáte i podle stoupající teploty a vlhkosti, a naopak klesajícího tlaku.
- Chorvaté věří, že vítr může nejen předpovědět to, zda bude pršet, ale také ovlivnit vaši náladu, zdraví, chuť a může vás dokonce **motivovat ke spáchání trestného činu**. Věděli jste, že podle právního řádu bývalé Dubrovnické republiky (13.–19. století) nemohla být v době foukání juga učiněna **žádná zásadní rozhodnutí** a zločinci, dokonce i vrazi, mohli jugo použít jako prostředek k obhajobě či zmírnění svého trestu (což se jim často vyplácelo). **Jugo prý může za deprese, bolesti těla, nervnost a bolesti hlavy či migrény**. Zřejmě to způsobuje výrazný pokles tlaku, který ho provází. Ostatně dodnes můžete v Dalmácii v hovorové řeči použít slovo jugo jako synonymum pro špatné nebo nepříjemné, případně pro zvláštní náladu nebo stav mysli.



JUGO

- **Co jsou jugo široko a jugo oštro?**
- Jugo má v Chorvatsku hned několik názvů a můžeme ho rozdělit na čistě jižní a jihovýchodní vítr podle toho, odkud vane.
- **Jugo-široko**
- Jugo s přívlastkem *široko* jde o jihovýchodní vítr, který může být nebezpečný a doprovází ho onen zmíněný silný déšť. Dosahuje rychlosti až do **12. stupně Beauforta**, což je síla orkánu. Setkáte se klidně s rychlostí přes 60 uzlů.
- **Jugo-oštro**
- Kdežto jugo s přívlastkem *oštro* je vítr jižní, který dosahuje rychlosti do **6. stupně Beauforta**. Na ten narazíte nejčastěji v období od května do září a trvá několik dnů. Počasí je při tomto větru překvapivě bezoblačné.
- Chorvaté říkají větru jugo-široko většinou jen jednoslovně buď *jugo* nebo *široko*. Jugo-oštro pak nejčastěji jen *oštro*. A právě oštro bývá přechodnou fází mezi jugem a lebičem.
- Pod jinými názvy je vítr jugo známý i v dalších středozezemních státech: V Itálii se mu říká *sirocco*, a bývá zodpovědný za záplavy v Benátkách, ve Slovinsku *široko*, ve Francii *marin*.



JUGO

- Jugo dokáže být stejně nepříjemné a nebezpečné jako bóra, ale jeho výhodou je, že nezačíná tak náhle. Maximální sílu nabírá až druhý a třetí den, což je pro jachtaře výhoda, protože má čas se připravit, případně upravit svůj itinerář. Jugo také většinou vane konstantně, a nikoliv v nepředvídatelných poryvech jako bóra. Umožňuje jachtařům dobrou plavbu s konstantními vlnami a směrem.
- Fouká z moře na pevninu, a tak bývá nejsilnější na otevřeném moři, či na nechráněném pobřeží, ale pozor si musíte dát i na větrné kanály mezi ostrovy. Vlny mohou dosahovat v takovém případě až k pěti metrům, což dá méně zkušeným jachtařům zabrat. Plavba na některém z vnějších otevřených ostrovů jako je Vis, Biševo nebo Lastovo se například v těchto podmínkách vůbec nedoporučuje. Zatímco v úzkých kanálech chráněných ostrovy nebo uzavřených zátokách jako je Vela Luka, Stari Grad, Mali Lošinj nebývají vlny nijak velké, přesto i tam dost fouká. V širších průlivech je pak pravděpodobné, že jugo zeslábné, ale zase se zde mohou častěji objevovat nečekané poryvy. Jde například o ostrovy Dugi otok, Ugljan a Pašman.
- Pokud se síla juga pohybuje kolem 4 stupňů Beufortovy stupnice, využijte jeho konstantního vanutí a dopřejte si na plachetnici extra svižnou plavbu.
- Naštěstí jsou během juga **vlny sice velké, ale také dlouhé a táhlé.**
- **Acqua alta** - K tomuto jevu dochází hlavně mezi podzimem a jarem, kdy jsou astronomické přílivy zesíleny převládajícími sezónními větry, které brání obvyklému zpětnému toku. Hlavními větry, které se zde vyskytují, jsou jugocas



BÓRA



BÓRA



TRAMONTANA

www.chmi.cz



TRAMONTANA

Tramontana

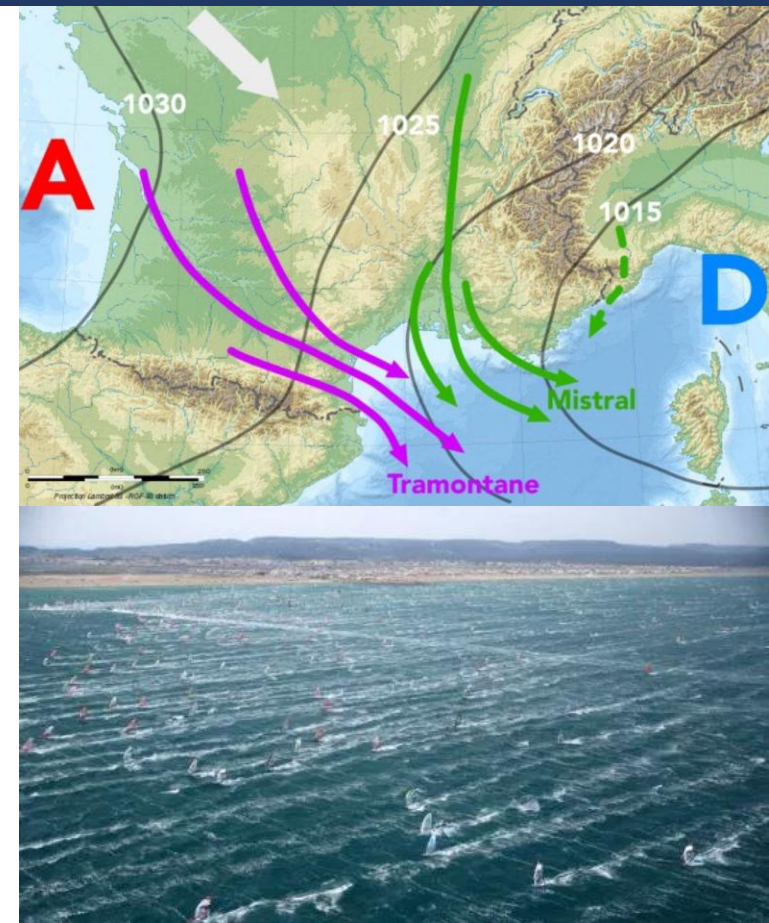
- Tramontana je název pro severní vítr, který fouká zejména v oblasti Středozemního moře. Tento vítr je způsoben rozdílnými tlaky vzduchu v různých oblastech, což způsobuje proudění vzduchu ze severu směrem k jihu. Tramontana může být velmi silná a může způsobovat problémy při plavbě nebo při pobytu na pobřeží. V katalánštině se slovo „tramuntana“ používá také jako název pro pohoří na severu ostrova Mallorca nebo se tento výraz používá také jako obecný výraz pro severní směr.
- **Jak vzniká vítr Tramontana**
- Vítr Tramontana vzniká v důsledku rozdílu teplot mezi studeným kontinentem a teplým Středozemním mořem. V zimě se studený vzduch nad kontinentem ochlazuje a klesá dolů, což vytváří oblast s vysokým tlakem vzduchu. Naopak teplo z moře způsobuje stoupání vzduchu a vytváří oblast s nízkým tlakem vzduchu. Tento tlakový gradient způsobuje pohyb vzduchu směrem od kontinentu k moři, což vytváří vítr Tramontana.
- Tramontana je charakterizována svou rychlostí a silou. Tento vítr může být velmi silný a rychlý, obvykle dosahuje rychlosti 50 až 100 kilometrů za hodinu. Může také přinášet studený a suchý vzduch, což může mít dopad na místní podnebí a vegetaci. Vzhledem k jeho vysoké rychlosti a síle může být Tramontana také nebezpečný pro námořníky a lodě, zejména v oblastech s mělčinami a útesy.



TRAMONTANA

Tramontana

- **Kde Tramontana obvykle vane**
- Tramontana obvykle vane v oblasti Středozemního moře a jeho okolí, zejména v západní části. Tento vítr se vyskytuje nejčastěji v zimě, kdy je rozdíl teplot mezi pevninskou Evropou a teplým Středozemním mořem největší. Tramontana vane především v oblasti Pyrenejského poloostrova, zahrnující severovýchodní část Španělska a jihovýchodní část Francie. Tento vítr také vane na Baleárských ostrovech, Korsice a Sardinii.
- Tramontana má velký vliv na místní klima a vegetaci v této oblasti. Tento vítr může být velmi suchý a studený, což může mít dopad na místní zemědělství. Nicméně, Tramontana také může být pro některé aktivity, jako například windsurfing, kiteboarding nebo plachtění, velmi vhodným větrem.
- Tramontana je považována za nebezpečný vítr. Tramontana je suchý a studený vítr, který fouká ze severu přes Pyrenejské hory směrem k Středozemnímu moři. Je to velmi silný vítr, který může dosahovat rychlostí až 100 km/h, a může způsobit vysoké vlny a velké vlnobití. Tramontana také může vést k náhlým změnám počasí a sněhovým bouřím v horách. Kvůli své síle a nečekaným změnám počasí by měly být námořníci, horolezci a další lidé, kteří se vydávají do oblastí, kde fouká Tramontana, velmi opatrní a měli by pečlivě sledovat předpovědi počasí.
- Tramontana se může vyskytovat i v Chorvatsku, zejména na pobřeží Jaderského moře. V Chorvatsku se Tramontana obvykle vyskytuje v zimě a na jaře, když studený vzduch západní Evropy proniká na jih přes Alpy. Větry zesílené při průchodu Alpami a Dinárskými horami mohou mít v Chorvatsku rychlost až 60-70 km/h. Přestože v Chorvatsku není Tramontana tak silná jako v jiných částech Středozemního moře, stále může způsobit vysoké vlny a náhlé změny počasí. Lidé, kteří plánují cestovat nebo trávit čas na pobřeží Chorvatska, by měli sledovat předpovědi počasí a být připraveni na možné změny počasí.



TRAMONTANA

Tramontana

- **Kde se Tramontana v rámci Chorvatska vyskytuje nejčastěji a kde je nejsilnější?**
- Tramontana v Chorvatsku fouká nejčastěji na pobřeží Jaderského moře, zejména v oblasti Kvarnerského zálivu, severní Dalmácie a Istrie. V těchto oblastech může Tramontana foukat od listopadu do dubna, kdy se studený vzduch z Alp a Dinárských hor dostává k pobřeží.
- Nejsilnější větry Tramontana mohou být v oblasti Velebitu, což je horský masiv táhnoucí se po celé délce severní Dalmácie. Velebit tvoří přirozenou bariéru pro Tramontanu, která zde může být zesílena až na rychlosti kolem 120 km/h.
- **Jak se od sebe liší Tramontana, Bóra a Jugo**
- Tramontana, Bóra a Jugo jsou všechny termíny, které označují silné větry foukající v různých částech Evropy. Liší se však svou polohou, směrem a rychlostí větru a také vlivem, který mají na místní podnebí a krajinné prostředí.
- Tramontana je suchý, studený a velmi silný severní vítr, který fouká v Pyrenejském poloostrově. Tramontana obvykle fouká z hor směrem k moři a může dosahovat rychlosti až 100 km/h. V zimě může být tento vítr velmi nebezpečný kvůli náhlým změnám počasí a vysokým vlnám.
- Bóra je studený a suchý vítr foukající ze severovýchodu na jaderském pobřeží. Bóra může být velmi silná a rychlost větru se může pohybovat až kolem 200 km/h. Bóra může vést k dramatickým změnám počasí a vytváření vysokých vln v moři.
- Vítr Jugo, známý také jako široko, sirocco, scirocco nebo siroc, je silný teplý jižní až jihovýchodní vítr, který se obvykle nachází ve Středomoří a severní Africe. Je nejčastější během jara a podzimu a může dosáhnout rychlosti až 100 km/h. Tento vítr vzniká z teplého a suchého tropického vzduchu, který je tlačен tlakovou níží přes Středozevní moře na východ. Když se tento teplý vzduch setká s chladnějším a vlhčím vzduchem z mořské cyklóny, dochází k jejich smíšení a vznikající cirkulace posouvá smíšený vzduch proti směru hodinových ručiček napříč jižním pobřežím Evropy.

VĚTRNÁ INSPIRACE



VĚTRNÁ INSPIRACE

- Volkswagen Scirocco je sportovní kompaktní vůz vyráběný a prodáváný společností Volkswagen ve dvou generacích od roku 1974 do roku 1992 a ve třetí generaci od roku 2008 do roku 2018. Výroba třetí generace skončila bez nástupce. Jedná se o třídvéřový hatchback s motorem vpředu a pohonem předních kol . Scirocco odvozuje svůj název od středomořského větru .
- Maserati Bora (Tipo AM117) je dvoumístný sportovní vůz a grand tourer s motorem vzadu uprostřed a pohonem zadních kol , vyráběný společností Maserati v letech 1971 až 1978.
- Zastava Yugo subkompaktní hatchback vyráběný společností Zastava Automobiles od roku 1980 do roku 2008, původně jugoslávskou korporací.
- Nissan Mistral je kompaktní SUV vyráběné japonskou automobilkou Nissan v letech 1993 až 2005.



LITERATURA



VĚTRNÁ LITERATURA

- COCHRANE, Mark A.; LAURANCE, William F. Synergisms among fire, land use, and climate change in the Amazon. *Ambio*, 2008, roč. 37, č. 7, s. 522–527. DOI: 10.1579/0044-7447-37.7.522.
- GO HVAR BLOG. Jugo – storms from the south, aka scirocco. 16. 11. 2014. Dostupné z: <https://gohvarblog.com/2014/11/15/jugo-storms-from-the-south-aka-scirocco/>
- HIDALGO, Julia. An observational, numerical and theoretical approach to the daytime urban-breeze circulation in inland cities. Toulouse: Université Toulouse III – Paul Sabatier, 2008. Disertační práce.
- HIDALGO, Julia; MASSON, Valéry; GIMENO, Luis. Scaling the Daytime Urban Heat Island and Urban-Breeze Circulation. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 2010, roč. 49, č. 5, s. 889–901. DOI: 10.1175/2009JAMC2195.1.
- IAKUNIN, Maksim; SALGADO, Rui; POTES, Miguel. Breeze effects at a large artificial lake: summer case study. *Hydrology and Earth System Sciences*, 2018, roč. 22, č. 10, s. 5191–5210. DOI: 10.5194/hess-22-5191-2018. Dostupné z: <https://hess.copernicus.org/articles/22/5191/2018/>
- JACHTAŘKA.CZ. Jachtařský slovník. [online]. Dostupné z: <https://jachtarka.cz/jachtarsky-slovník/>
- KOŘANOVÁ, Michaela. Místní větry a cirkulační systémy. Praha, 2013. Bakalářská práce. Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, Katedra fyzické geografie a geoekologie.
- KRÁLOVÁ, Magda. Místní cirkulace. Eduportál Techmania Science Center, [online]. Dostupné z: <https://edu.techmania.cz/cs/encyklopedie/fyzika/meteorologie/vseobecna-planetarni-cirkulace-vzduchu/mistni-cirkulace>
- Masarykova univerzita. Všeobecná cirkulace atmosféry. [online]. Dostupné z: https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/pedf/ps14/fyz_geogr/web/pages/04-cirkulace.html
- MOON, Twila; SUTHERLAND, D. A.; CARROLL, D.; FELIKSON, D.; KEHRL, L.; STRANEO, F. Subsurface iceberg melt key to Greenland fjord freshwater budget. *Nature Geoscience*, 2018, roč. 11, č. 1, s. 49–54. DOI: 10.1038/s41561-017-0018-z.
- SHAW, Thomas. Katabatic winds – A load of hot (or cold) air? Cryospheric Sciences Blog, EGU, 25. 1. 2017. Dostupné z: <https://blogs.egu.eu/divisions/cr/2017/01/25/katabatic-winds-a-load-of-hot-or-cold-air/>
- TEULING, Adriaan J.; TAYLOR, Christopher M.; MEIRINK, Jan Fokke; MELSEN, Lieke A.; MIRALLES, Diego G.; VAN HEERWAARDEN, Chiel C.; VAUTARD, Robert; STEGEHUIS, Annemiek I.; NABUURS, Gert-Jan; VILA-GUERAU DE ARELLANO, Jordi. Observational evidence for cloud cover enhancement over western European forests. *Nature Communications*, 2017, roč. 8, čl. 14065. DOI: 10.1038/ncomms14065.
- WOOLLEY, R.; CAIAZZA, R.; GALLETTA, T. A. “Tea kettle” effect snow. In: *Proceedings of the 49th Eastern Snow Conference*, Oswego, NY, 1992.

Přeji krásný den
za každého počasí

RNDr. Milada Křížová
milada.krizova@chmi.cz