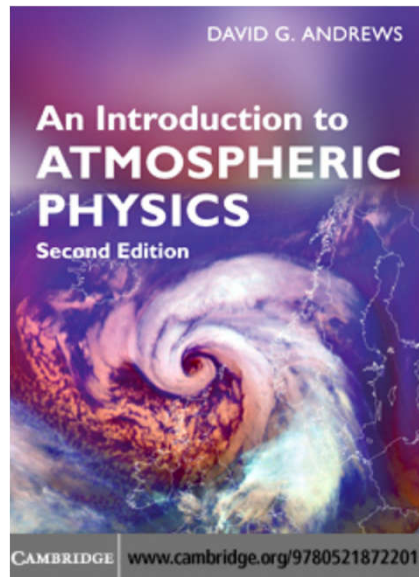
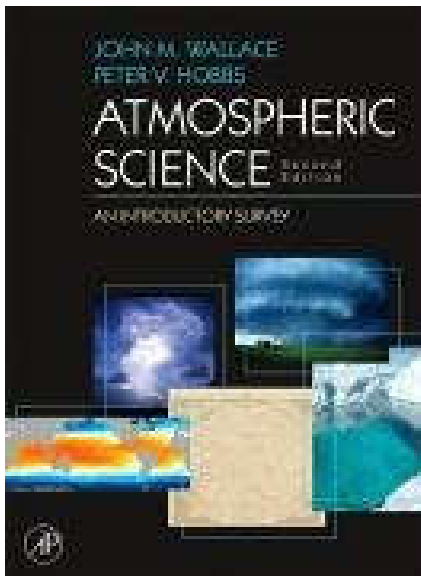


Fizyka i Chemia Atmosfery

Wykład 7: Struktura atmosfery

Część III - cyrkulacja lokalna

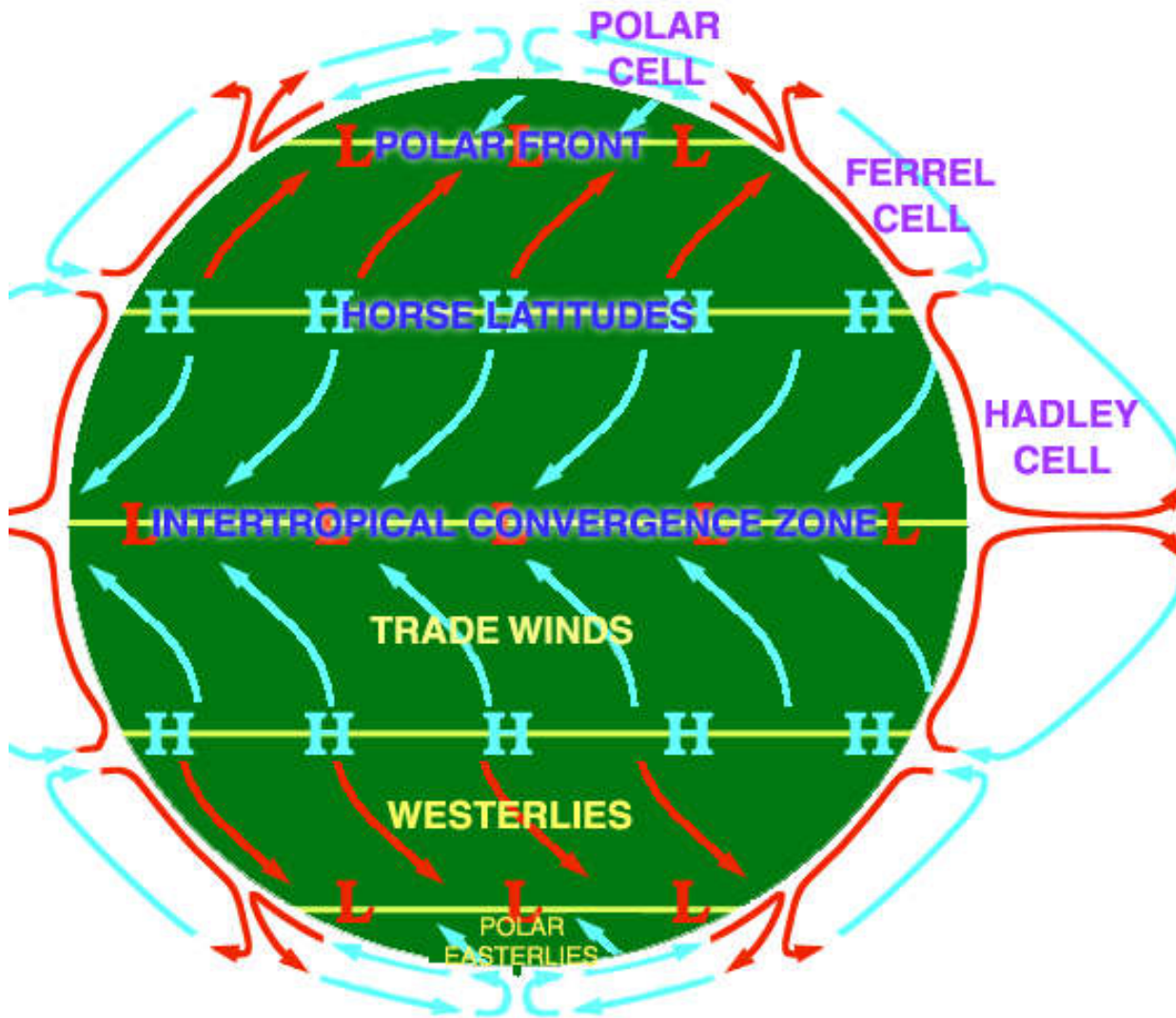
Grzegorz Karwasz



Kompetencje społeczne:

- Dlaczego na Everest wchodzi się w maskach tlenowych?
- Dlaczego pustynie nie są na równiku, gdzie jest najcieplej?
- Czy atmosfera kręci się z Ziemią, czy stoi?
- Dlaczego w Sopocie wieje zawsze z zachodu?
- A w ogóle, to dlaczego ta atmosfera jest tak skomplikowana?

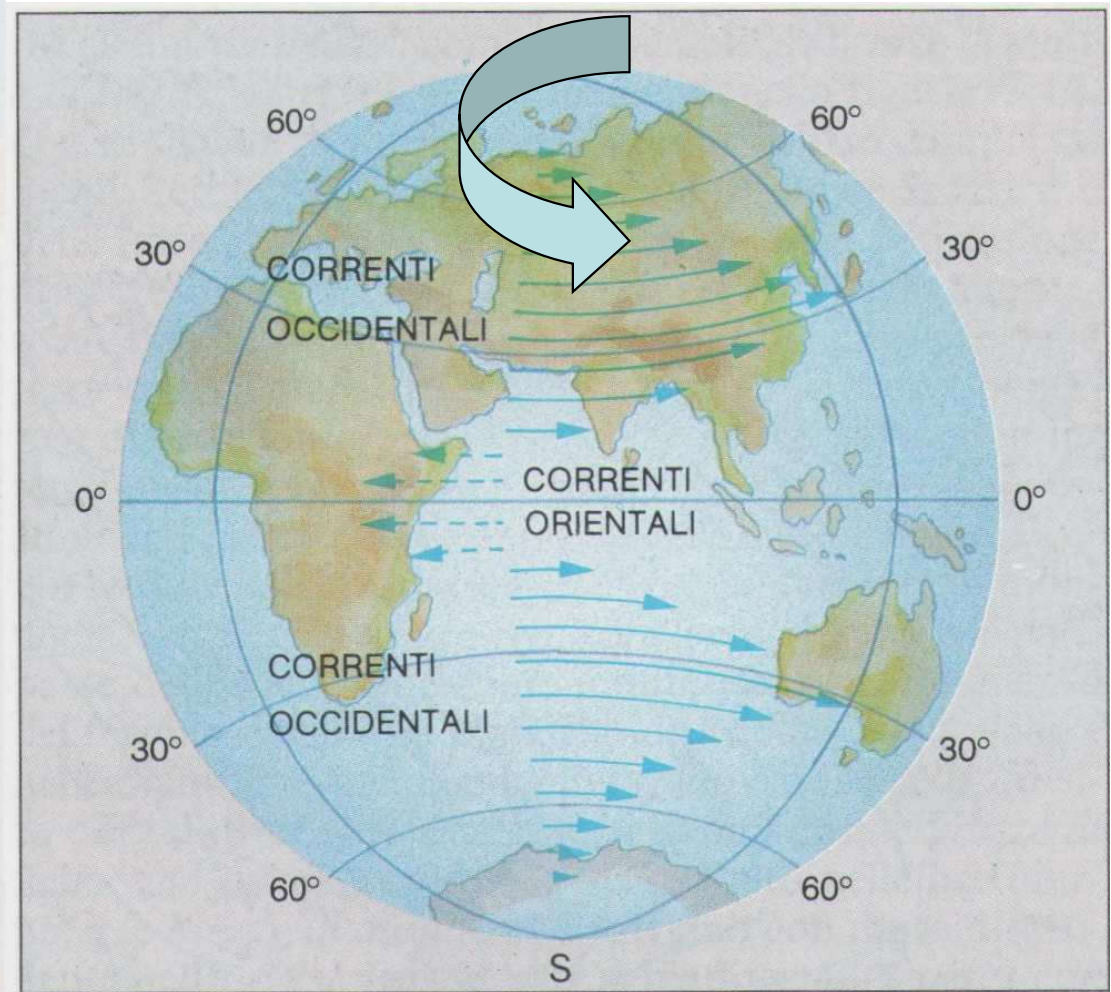
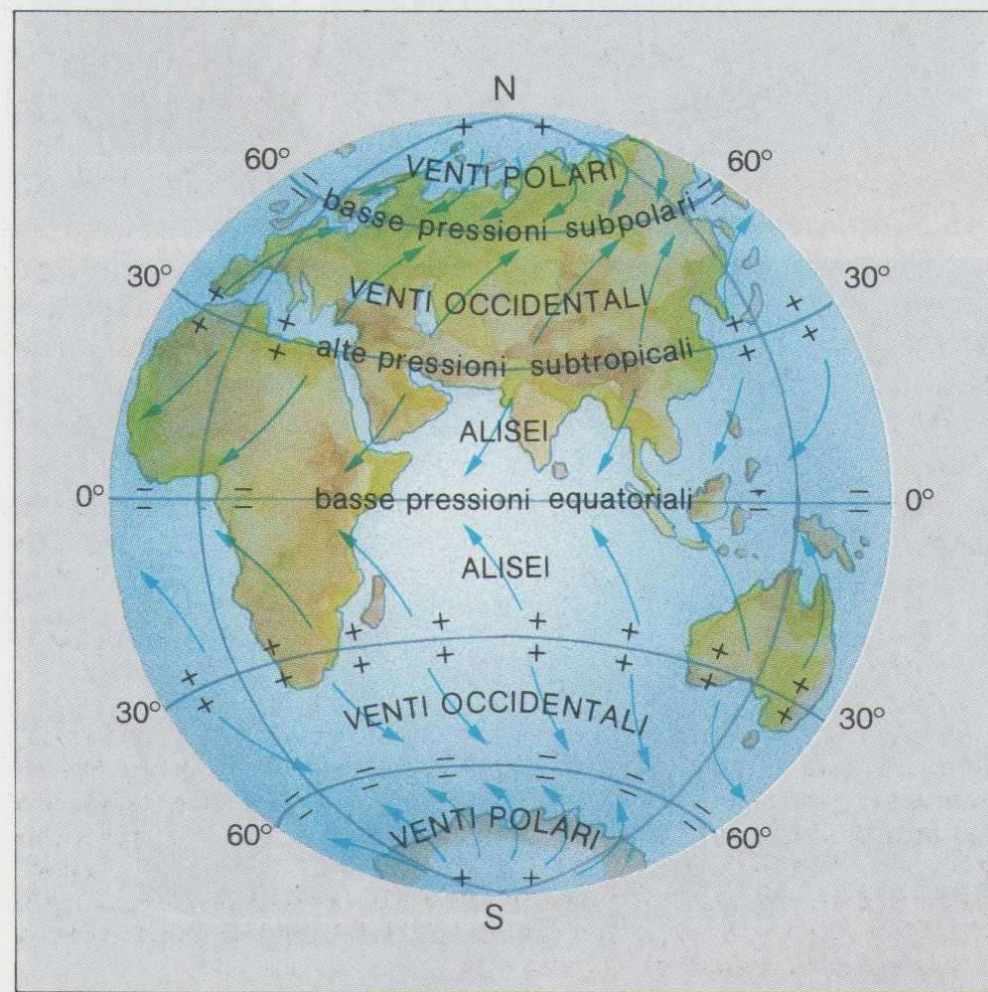
Trade winds, czyli pasaty



Pojęcie „komórki Hadleya” jest zasadnicze dla zrozumienia globalnej cyrkulacji w atmosferze. Gorące i wilgotne powietrze znad równika unosi się, ochładza, para wodna kondensuje (przez co dodatkowo ogrzewa pozostałe powietrze) i spada jako deszcz.

Zimne i suche powietrze wędruje na północ i spada w rejonie pustyń Sahary, Kalahari, Gobi. Powietrze to wraca, w postaci wiatrów pasatów w kierunku równika. To z nich korzystał Kolumb w swym rejsie.

■
■ ■ ■

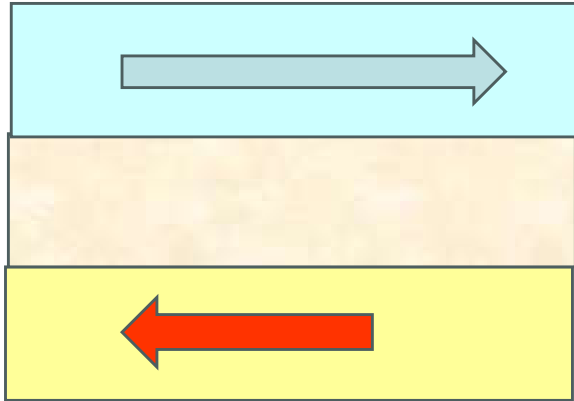


Troposfera: Pasaty i wiatry
przeciwne (u nas od zachodu)
nad tropikami

W górnej troposferze: powietrze spóźnia
się nad równikiem, a wyprzedza obrót
Ziemi nad zwrotnikami

Shear layer

Układ warstw, np. nad Florydą



Grubość warstw jest określona przez *lepkość* powietrza

Oczywiście, rysunek powyższy jest tylko modelem – przepływu lepkiego, czyli laminarnego.

Na granicy dwóch warstw mogą pojawiać się turbulencje

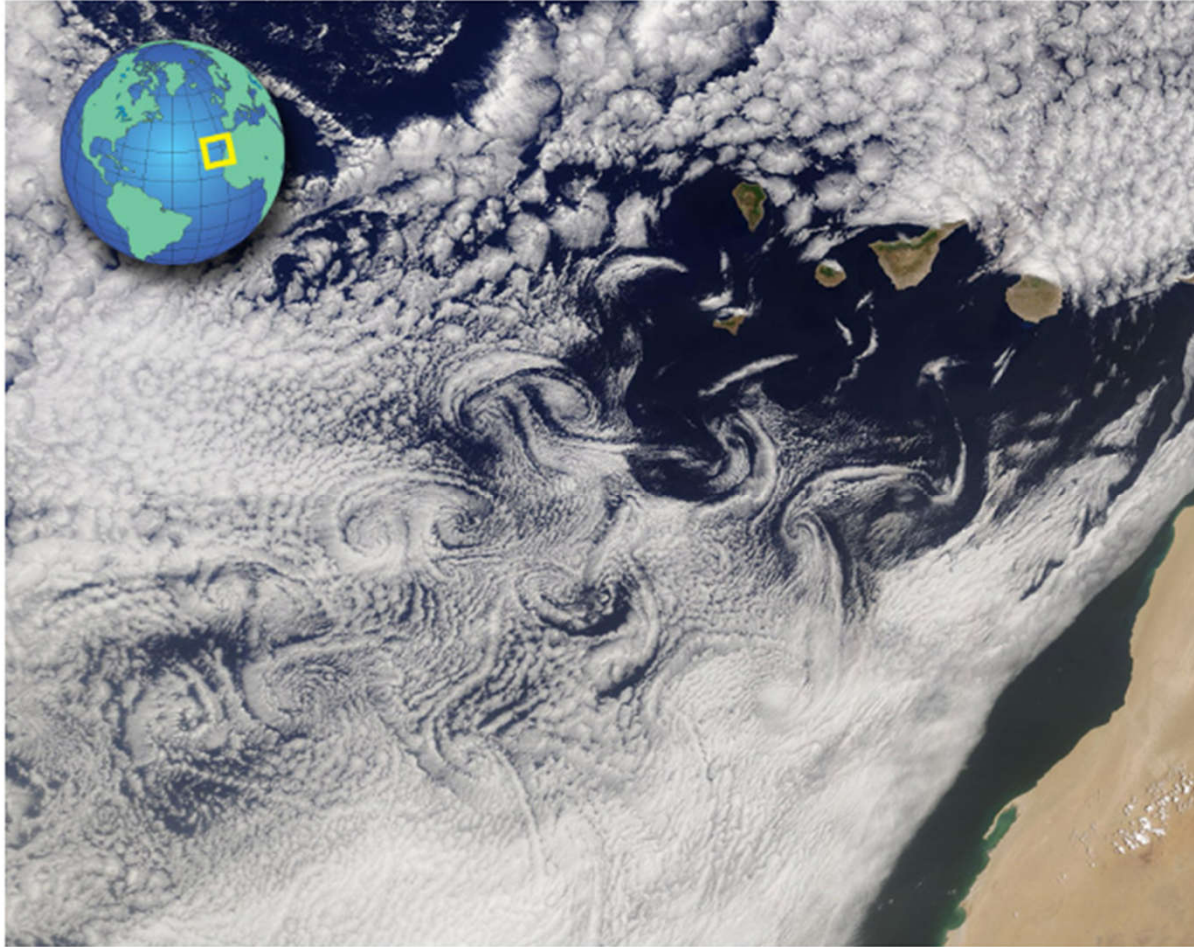
Fig. 1.24 Wiatr z prawa na lewo:
Turbulencje na granicy warstw



Fig. 1.23 Start promu Shuttle 07.02.2001



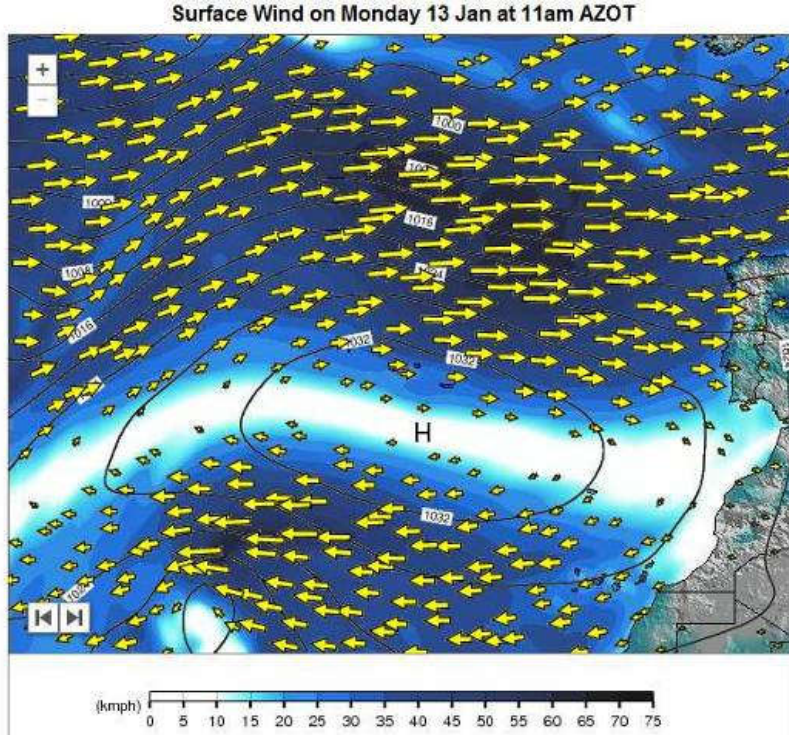
Turbulencje, jak w szklance wody



A cloud-filled sky, rugged islands, and turbulent air joined to create fanciful designs in the

A cloud-filled sky, rugged islands, and turbulent air joined to create fanciful designs in the atmosphere in late July 2019. The Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer on board NASA's Terra satellite acquired a true-color image of cloud vortices off of the Canary Islands on July 22. These particular types of swirling patterns are known as von Kármán vortices

Wiatr geostroficzny



Siła Coriolisa jest zawsze prostopadła do prędkości przepływu

$$\mathbf{F} = -2\boldsymbol{\omega} \times \mathbf{v}$$

Tak więc, wiatry, które powinny wiać zgodnie z gradientem ciśnienia (a dokładniej z $-\text{grad}p$) „zakręcają”, aż ustawią się w równowadze sił.

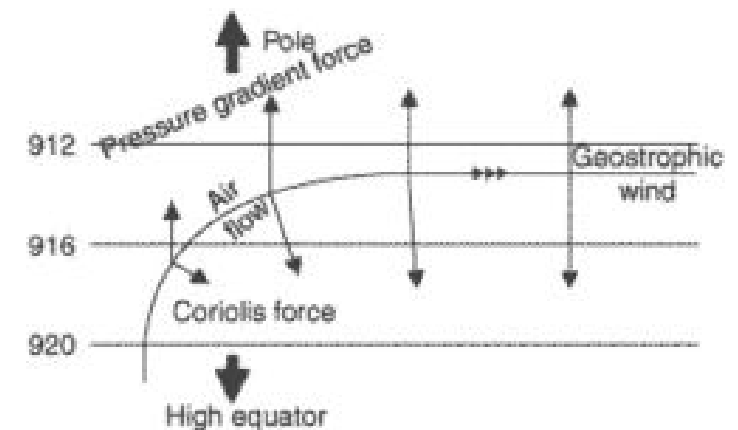
W efekcie, paradoksalnie, wiatr wieje *wzdłuż* izobar.

<https://encyclopedia2.thefreedictionary.com/geostrophic+wind>

Newton's Second Law can be written as follows if only the pressure gradient, gravity, and friction act on an air parcel, where bold symbols are vectors:

$$\frac{D\mathbf{U}}{Dt} = -\frac{1}{\rho}\nabla p - 2\boldsymbol{\Omega} \times \mathbf{U} + \mathbf{g} + \mathbf{F}_r$$

Here $\mathbf{U}$ is the velocity field of the air, $\boldsymbol{\Omega}$ is the angular velocity vector of the planet, ρ is the density of the air, P is the air pressure, $\mathbf{F}_r$ is the friction, $\mathbf{g}$ is the acceleration vector due to gravity and $\frac{D}{Dt}$ is the material derivative.



Cyklon tropikalny i cyrkulacja cyklonowa na średnich szerokościach (północny Pacyfik)

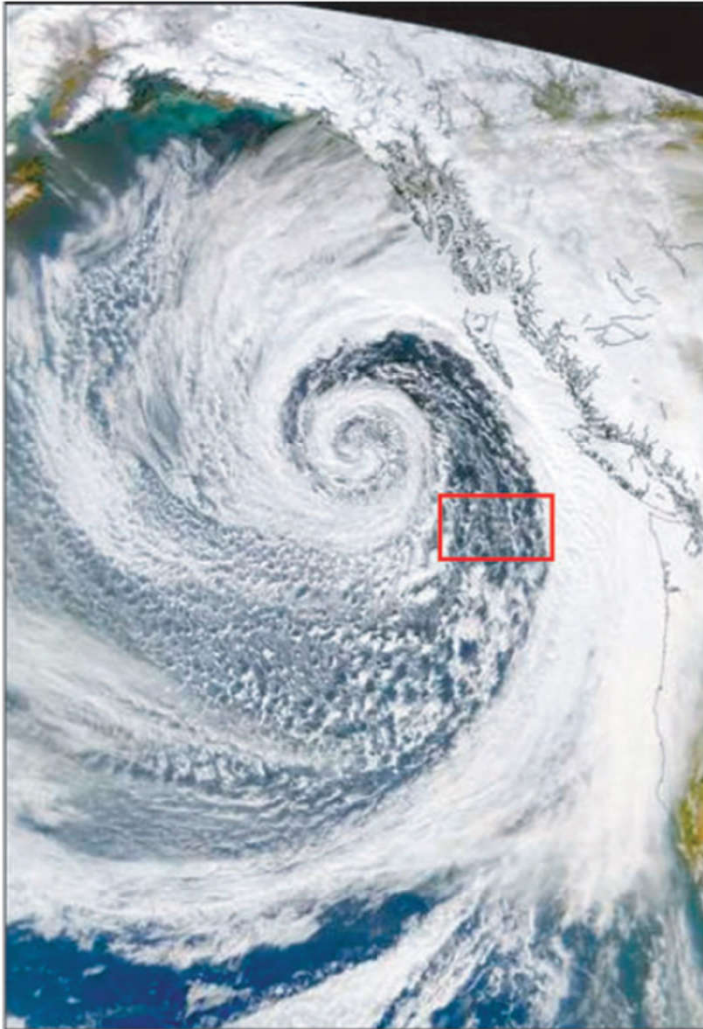


Fig. 1.12 An intense extratropical cyclone over the North Pacific. The spiral cloud pattern, with a radius of nearly 2000 km, is shaped by a vast counterclockwise circulation around a deep low pressure center. Some of the elongated cloud bands are associated with frontal zones. The region enclosed by the red rectangle is shown in greater detail in Fig. 1.21. [NASA MODIS imagery. Photograph courtesy of NASA.]

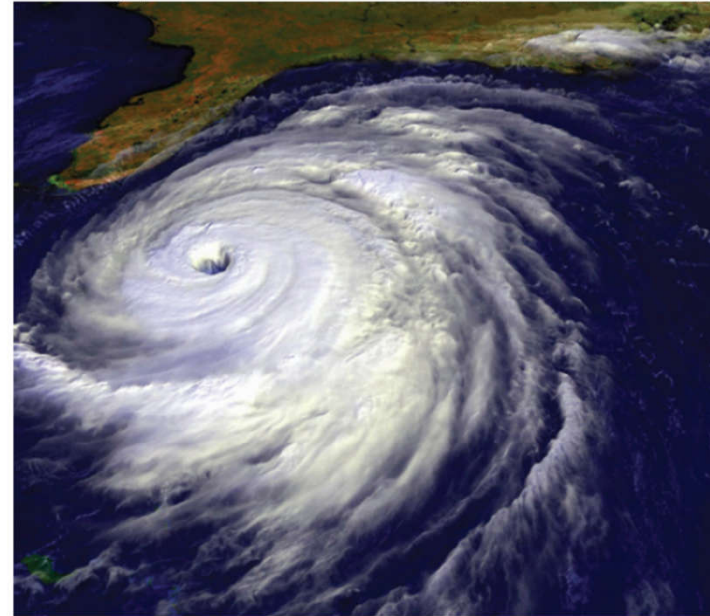
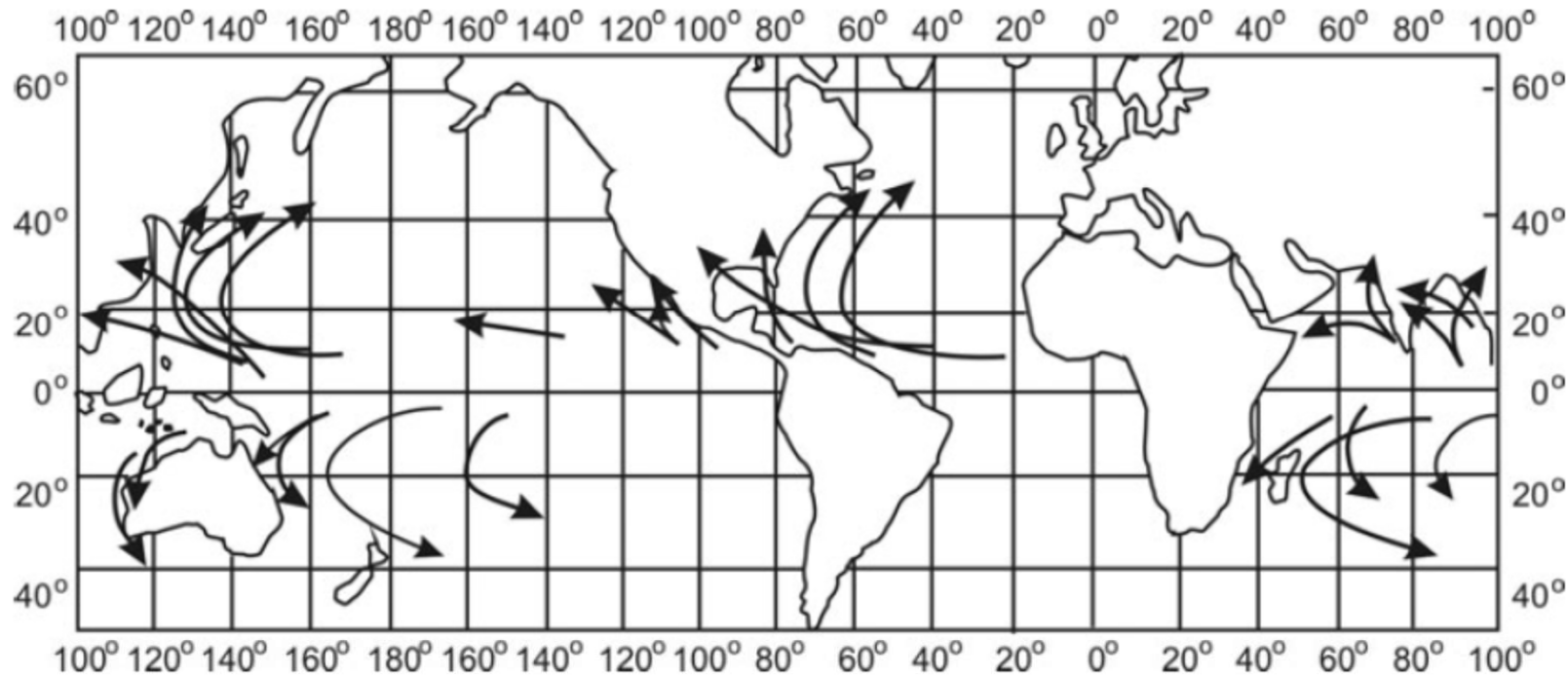


Fig. 1.13 The cloud pattern associated with an intense tropical cyclone approaching Florida. The eye is clearly visible at the center of the storm. The radius of the associated cloud system is ~ 600 km. [NOAA GOES imagery. Photograph courtesy of Harold F. Pierce, NASA Goddard Space Flight Center.]

centers or simply *highs*, denoted by the symbol **H**, and minima as *lows* (**L**). At any point on a pressure chart the local *horizontal pressure gradient* is oriented perpendicular to the isobars and is directed from lower toward higher pressure. The strength of the horizontal pressure gradient is inversely proportional to the horizontal spacing between the isobars in the vicinity of that point.

With the notable exception of the equatorial belt (10°S – 10°N), the winds observed in the Earth's

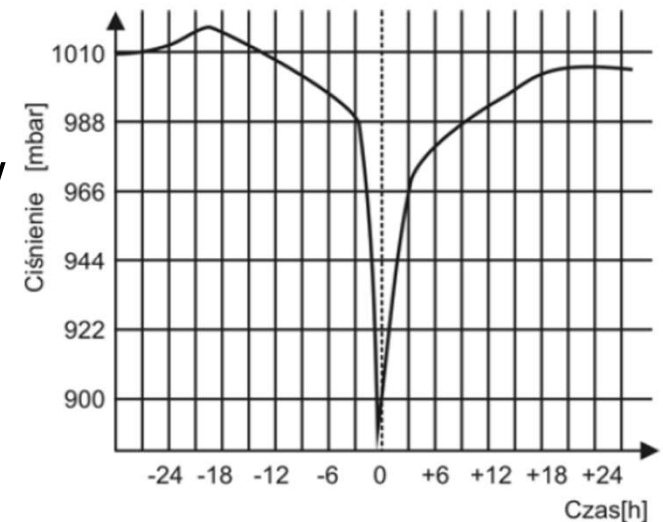
Cyklony tropikalne



Rys. 9.19. Średnie trasy cyklonów tropikalnych
(Holec, Tymański, 1973)

Trasy: według siły Coriolisa + konformacja kontynentów

Ciśnienie – na obrzeżach wysokie (1020 hPa)
w „oku” nawet poniżej 900 hPa



Rys. 9.20. Rozkład ciśnienia w cyklonie (Holec, Tymański, 1973)

Antarktyda: zachodni wiatr

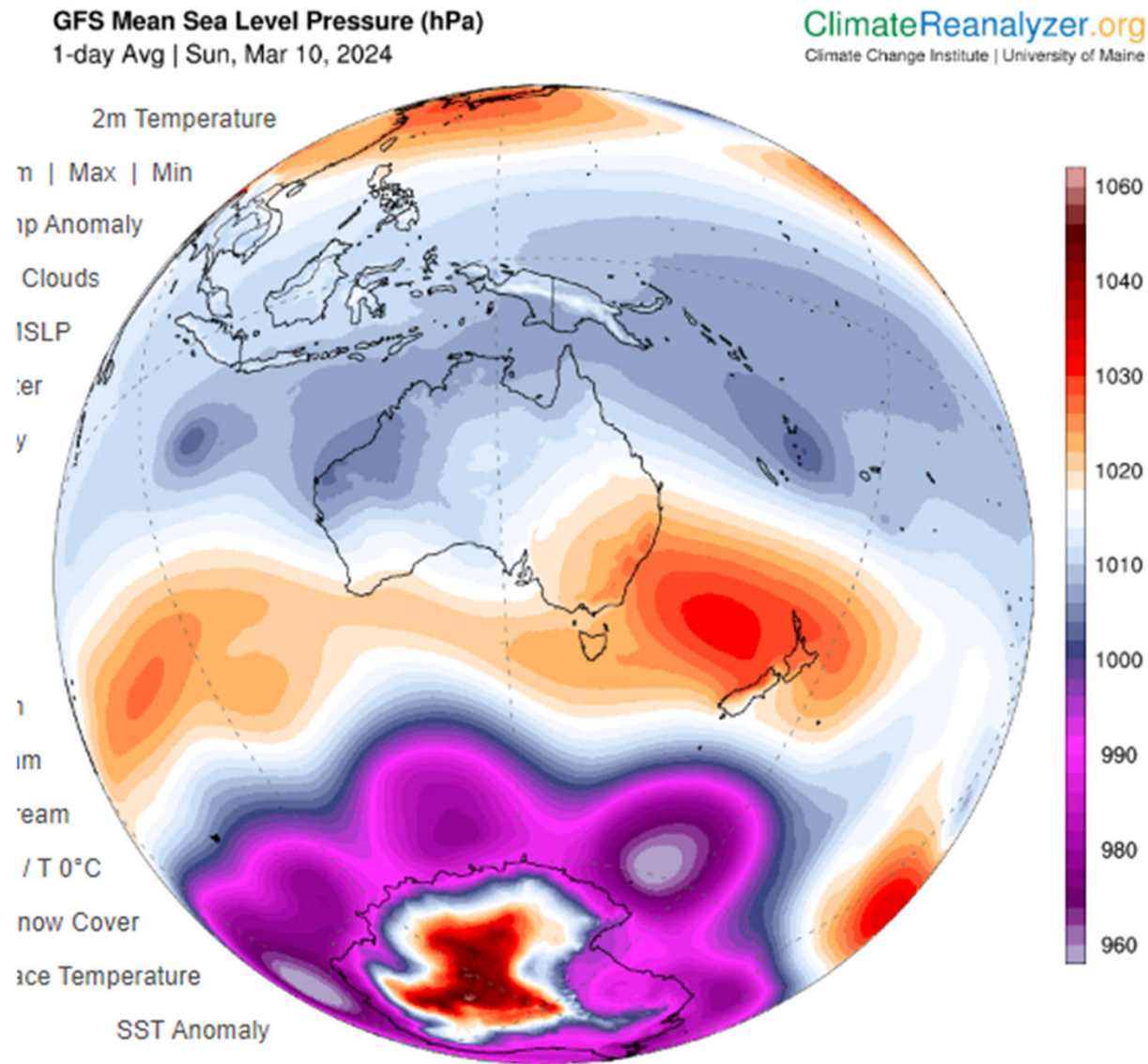
Kołysał nas zachodni wiatr,
Brzeg gdzieś za rufą został.
I nagle ktoś jak papier zbladł:
Sztorm idzie, panie bosman!

Churned up

This map shows the speed of the clockwise Antarctic Circumpolar Current on 12 May 2006, increasing from slow-moving water (blue) to speeds above one mile per hour (dark red). Land masses are black and the Antarctic Polar Front, where cold polar air meets warm tropical air, is shown by a solid white line. The Southern Ocean, with the near-continuous strongwinds that churn its surface, is estimated to absorb as much as 40% of the carbon dioxide taken in by the world's oceans, despite only

Ta mapa pokazuje prędkość „zgodnego z kierunkiem wskazówek zegara” (czyli z zachodu) prądu dookoła Antarktydy (12/05/2006) od powolnego przepływu (niebieski) do około 1 mili/ godzinę (ciemno-czerwony). Masy kontynentalne są czarne a Antarktyczny front polarny, gdzie zimne polarne powietrze spotyka się z ciepłym i wilgotnym tropikalnym, zaznaczone jest białą linią. Ocean Południowy, z prawie ciągłymi silnymi wiatrami, które burzą jego toń, pochłania aż 40% CO₂ absorbowanego przez światowe oceany, mimo, że stanowi tylko około 6% ich powierzchni.

Antarktyda: słup wysokiego ciśnienia



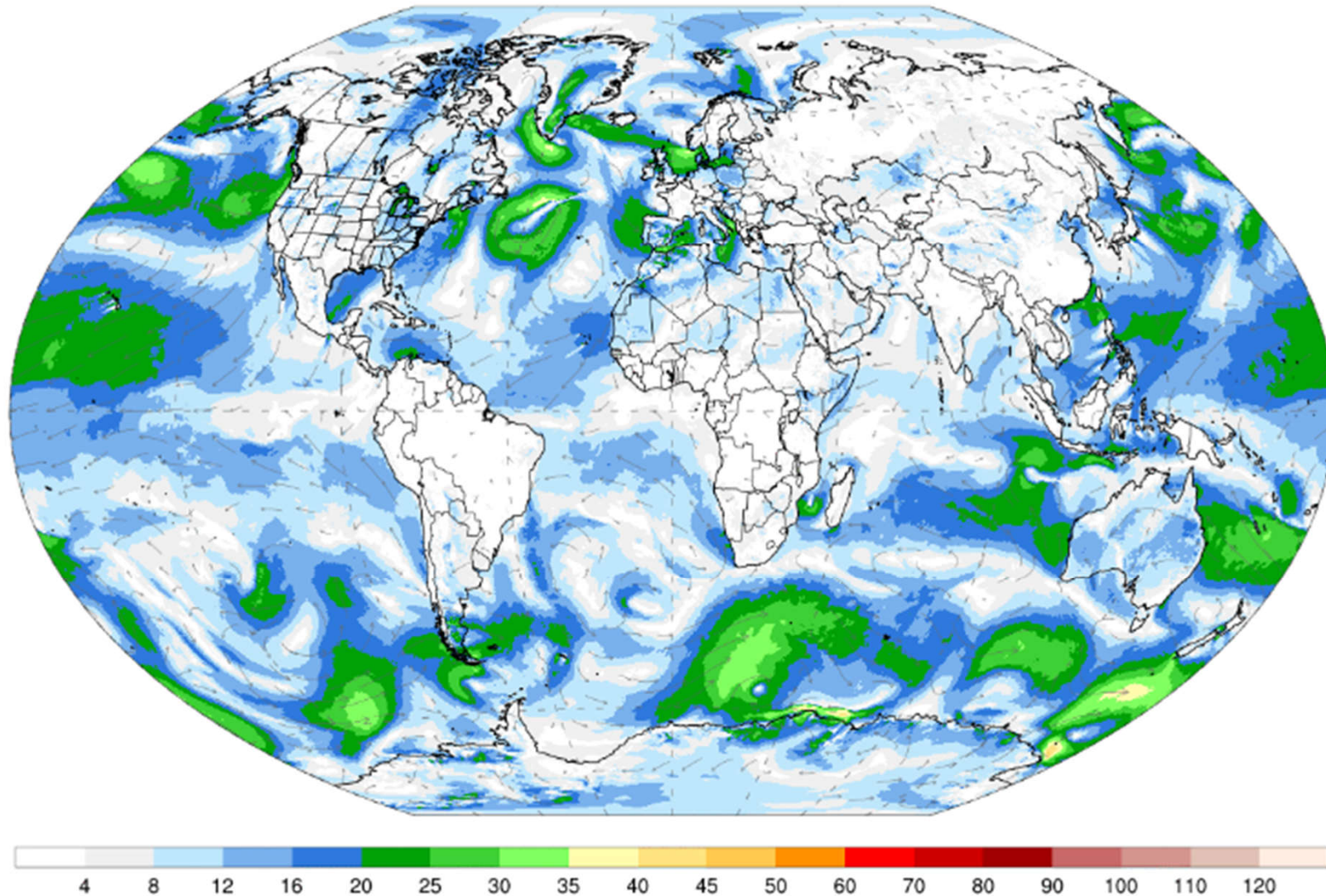
Wiatry do 300 km/h (NoK, str. 115)

https://climatereanalyzer.org/wx/todays-weather/?var_id=mslp&ortho=5&wt=1

Wiatry dziś (10/03/2024)

GFS 10m Wind Speed (kt)
1-day Avg | Sun, Mar 10, 2024

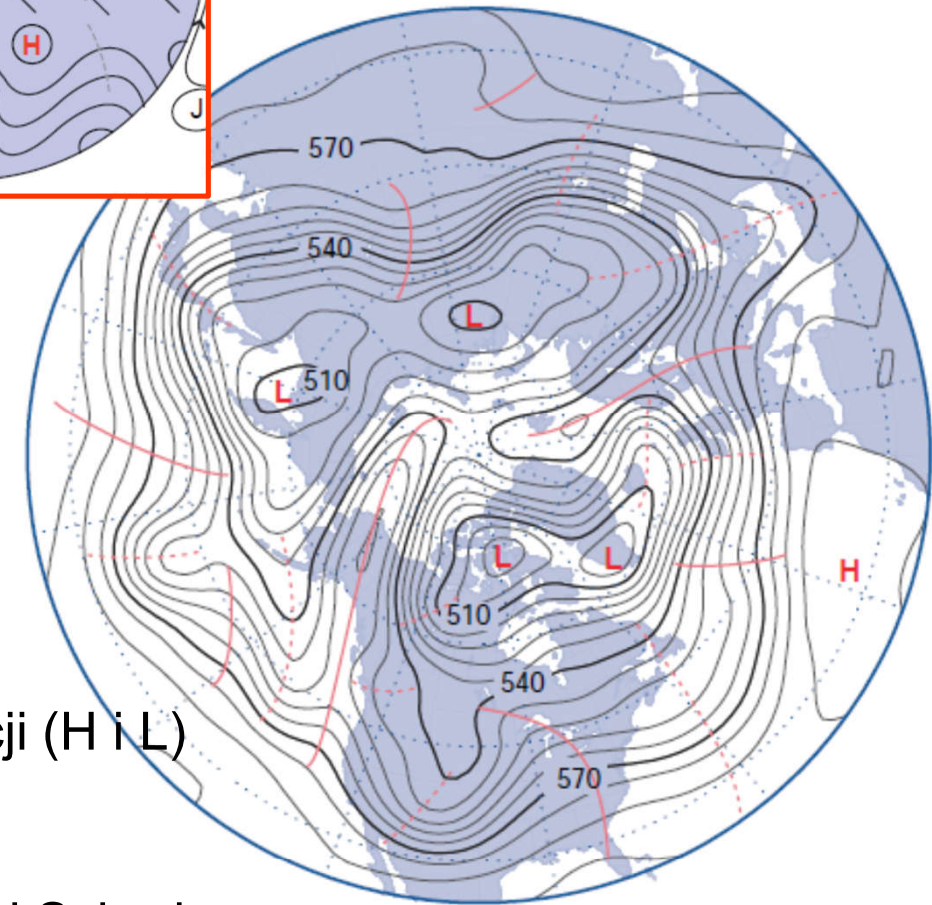
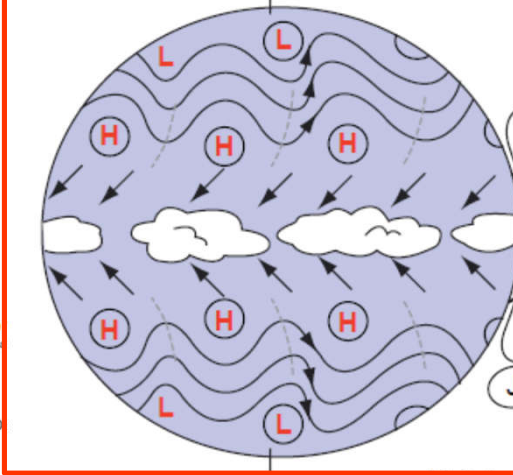
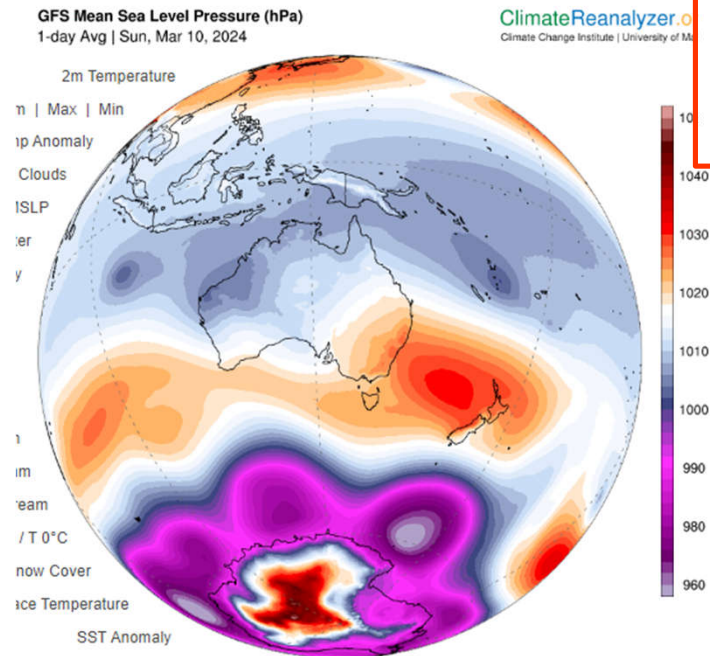
ClimateReanalyzer.org
Climate Change Institute | University of Maine



Wiele nad północnym Atlantykiem, i oczywiście dookoła Antarktydy

Baroclinic

waves



Ogólny schemat przeciwnych cyrkulacji (H i L) daje obraz „wybrzuszeń”

10/11/1998 Dwa wiry polarne: nad Kanadą i Syberią „Wybrzuszenia” ku północy nad Skandynawią i nad Alaską; na południe – nad Morzem Czarnym, Oklahomą i Pacyfikiem

Fig. 8.2 Hemispheric 500-hPa height chart for 00 UTC Nov. 10, 1998. Contours at 60-m intervals. Contours labeled in tens of meters (decameters, dkm). Solid red lines denote the axes of *ridges*, and dashed red lines denote the axes of *troughs* in the 500-hPa wave pattern. [Courtesy of Jennifer Adams, COLA/IGES.]

Ciśnienie dziś (10/03/2024)

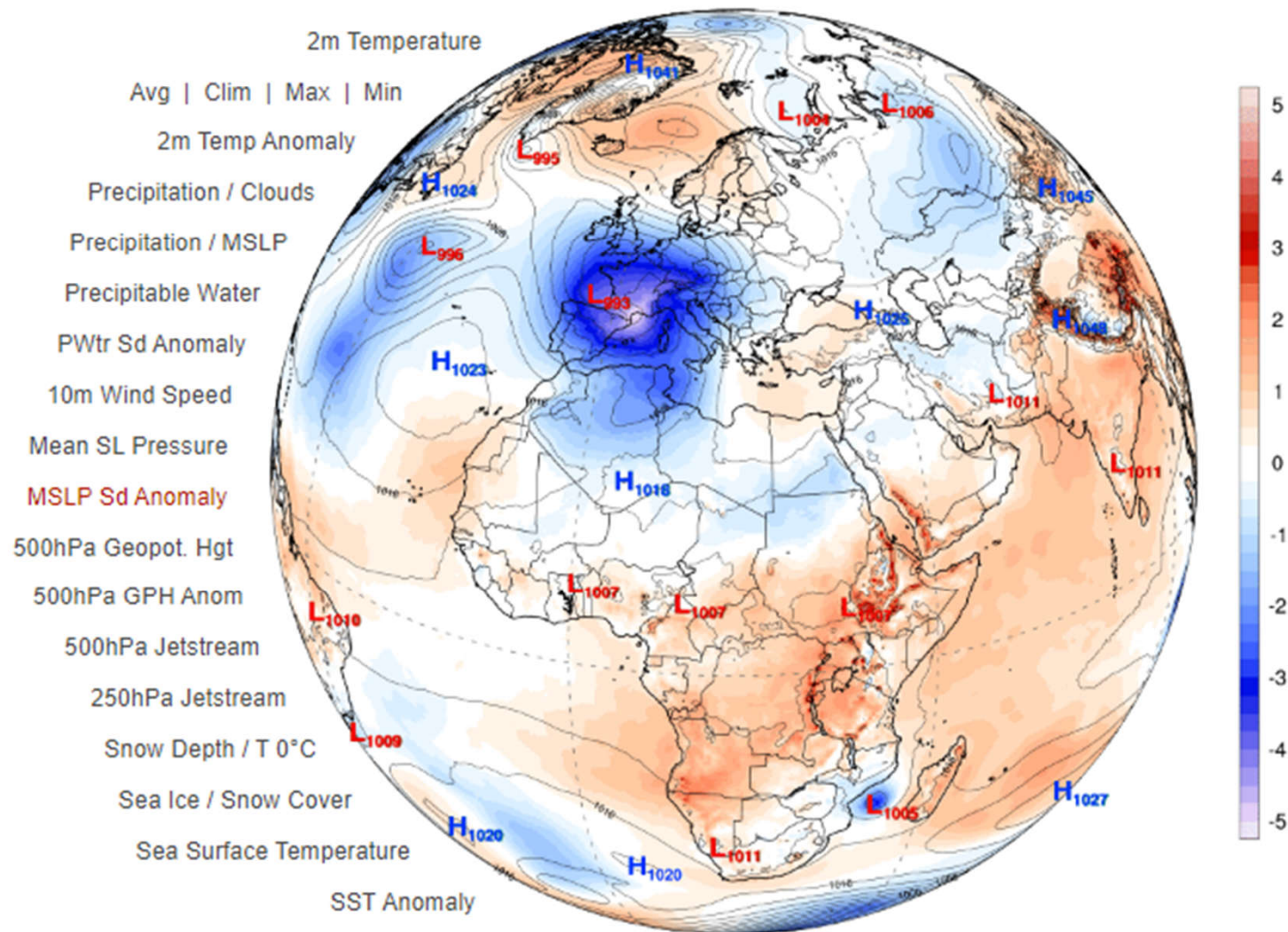
[About this page](#)

GFS MSLP & Stnd Anomaly [CFSR 1979-2000 base]

1-day Avg | Sun, Mar 10, 2024

[ClimateReanalyzer.org](#)

Climate Change Institute | University of Maine



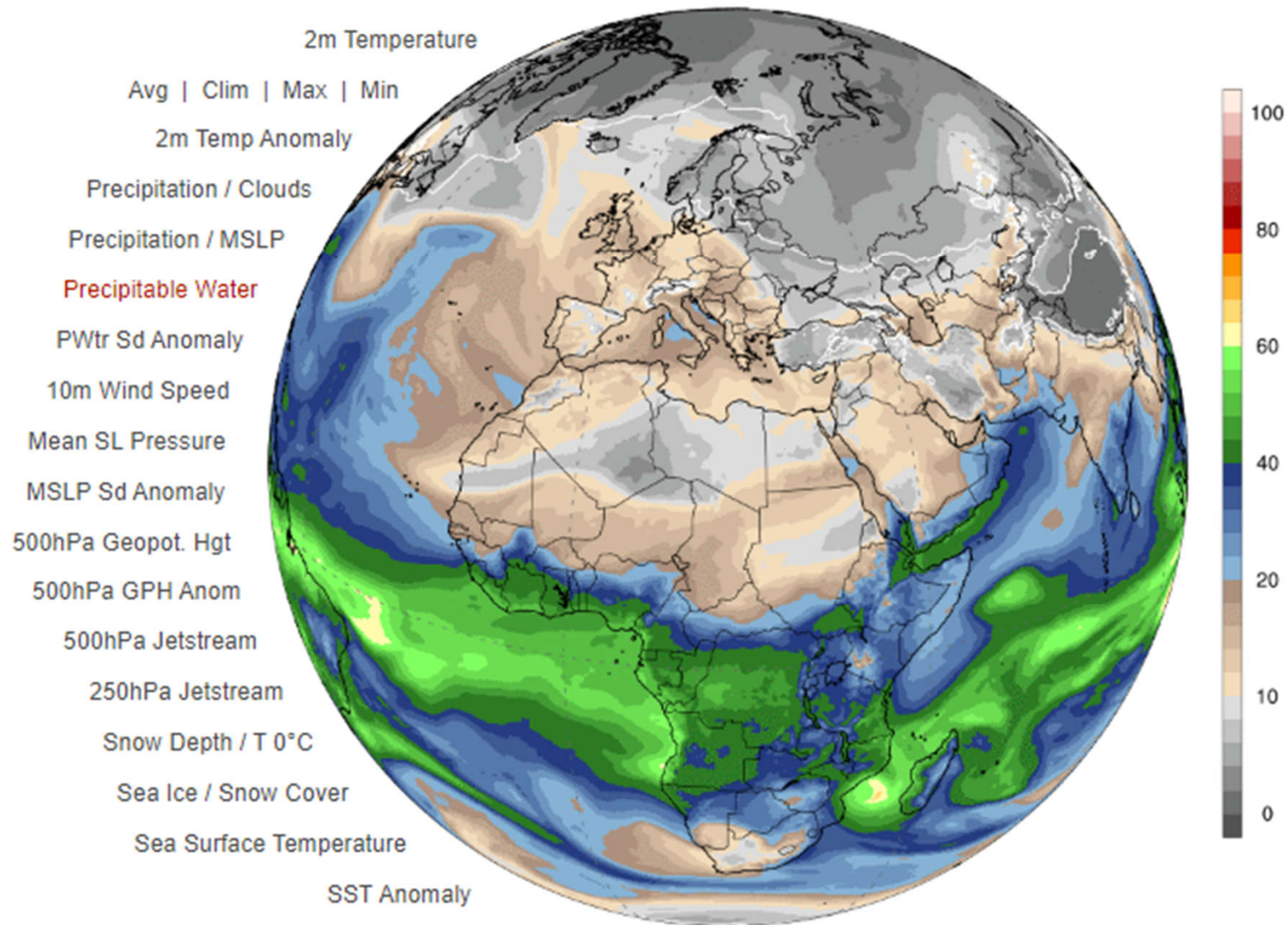
Sopot. 23:33, +3°C, zachmurzenie, bez wiatru (w ciągu dnia silny, mroźny wiatr z północnego wschodu): niż znad Islandii dmucha przez Polskę na La Manche

Wilgotność % dziś (10/03/2024)

[About this page](#)

GFS Precipitable Water (kg m⁻²), 2m T 0°C (white)
1-day Avg | Sun, Mar 10, 2024

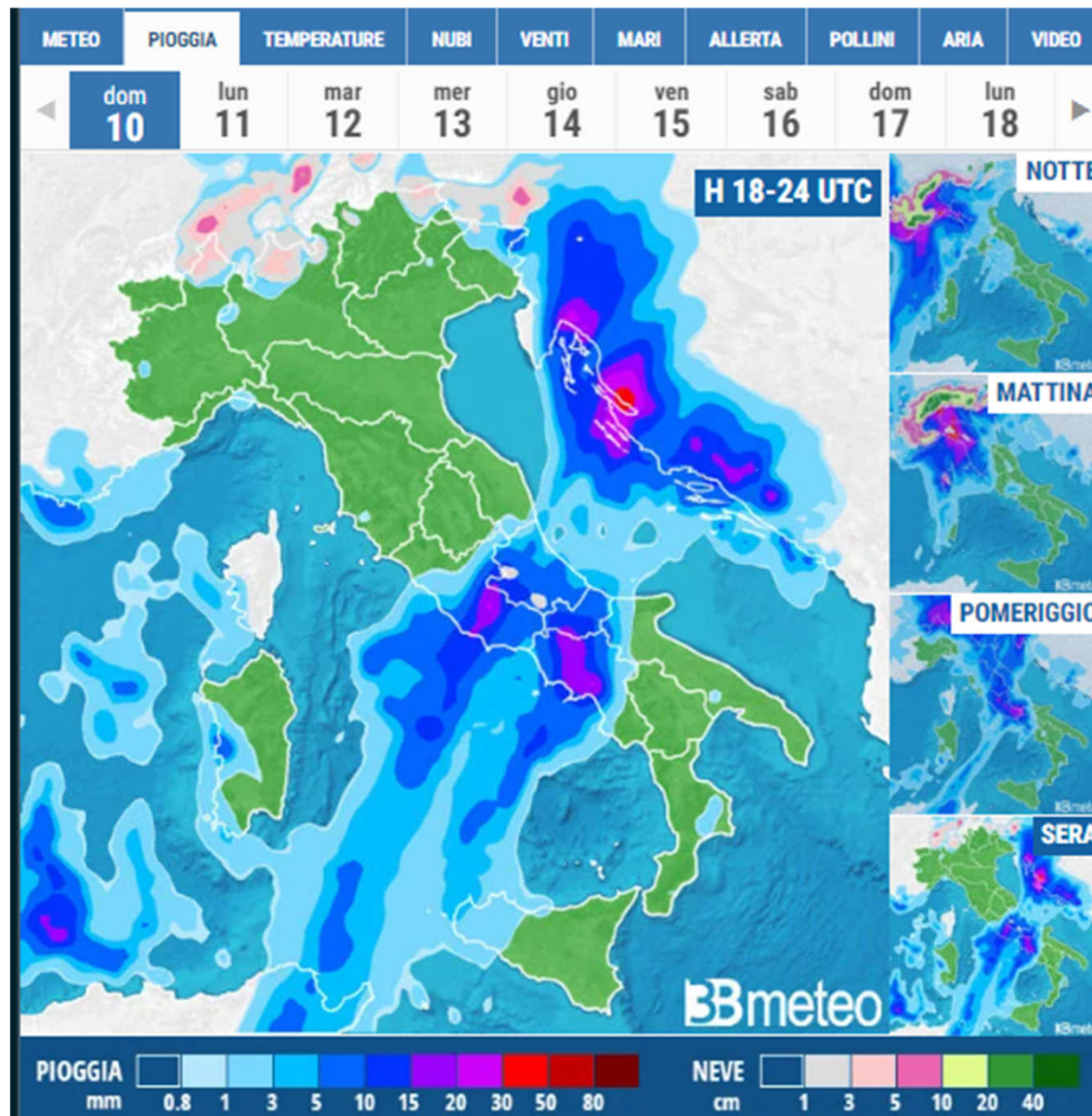
[ClimateReanalyzer.org](https://climate.reanalyzer.org)
Climate Change Institute | University of Maine



Sucho, i bardzo sucho. Pada deszcz w środkowych Włoszech. Może też w Afryce

https://climate.reanalyzer.org/wx/todays-weather/?var_id=pwtr&ortho=3&wt=1

Opady (Italia) dziś (10/03/2024)



<https://www.ilmeteo.it/notizie/meteo-cronaca-diretta-video-limone-piemonte-cn-copiosa-nevicata-con-accumuli-impressionanti-171615?dicbo=v2-zw6t9Qk>

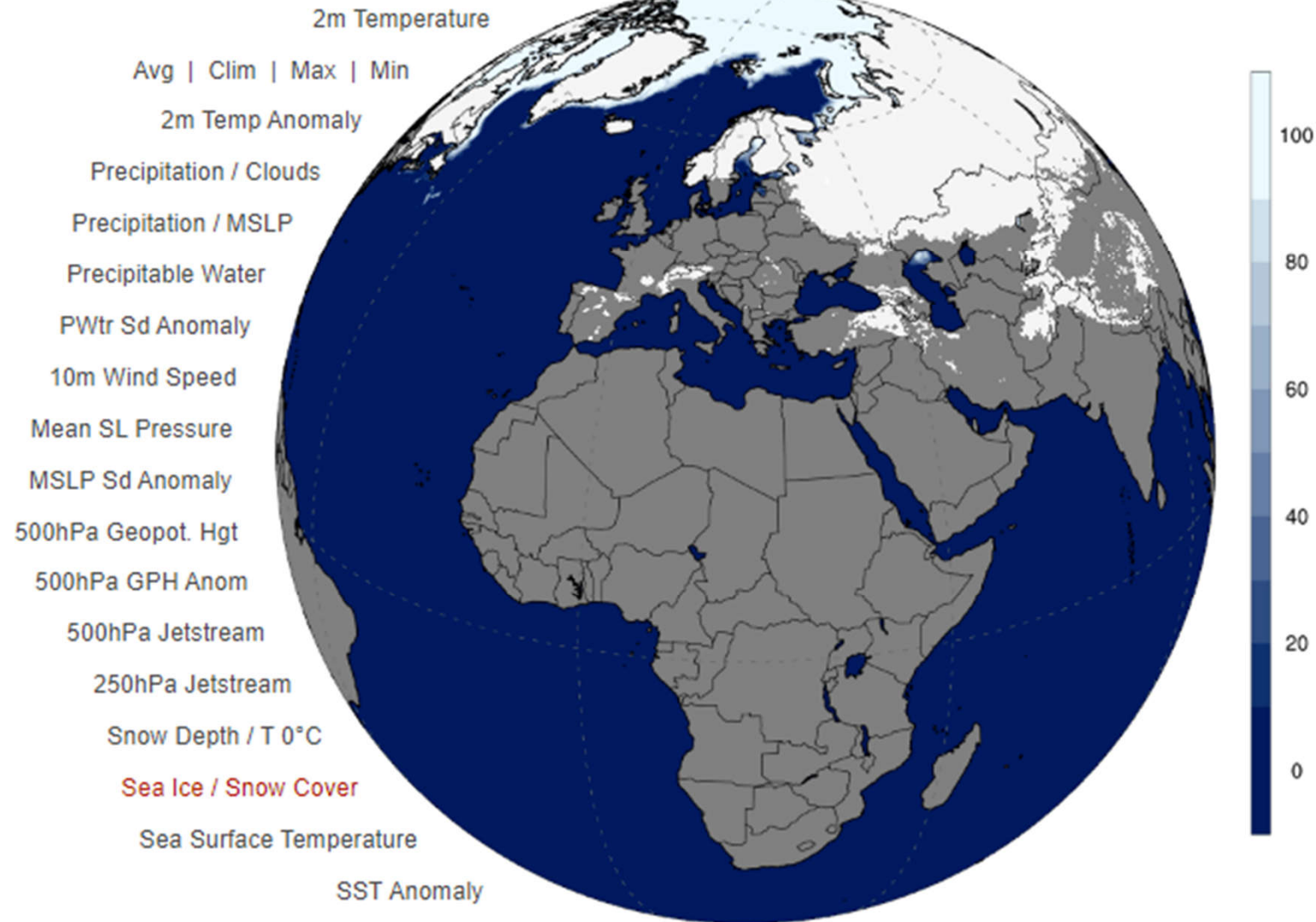
<https://www.3bmeteo.com/meteo/italia/pioggia-neve>

Śnieg dziś (10/03/2024)

[About this page](#)

GFS Sea Ice Concn. (%), Snow Cover >= 1cm (white)
1-day Avg | Sun, Mar 10, 2024

ClimateReanalyzer.org
Climate Change Institute | University of Maine

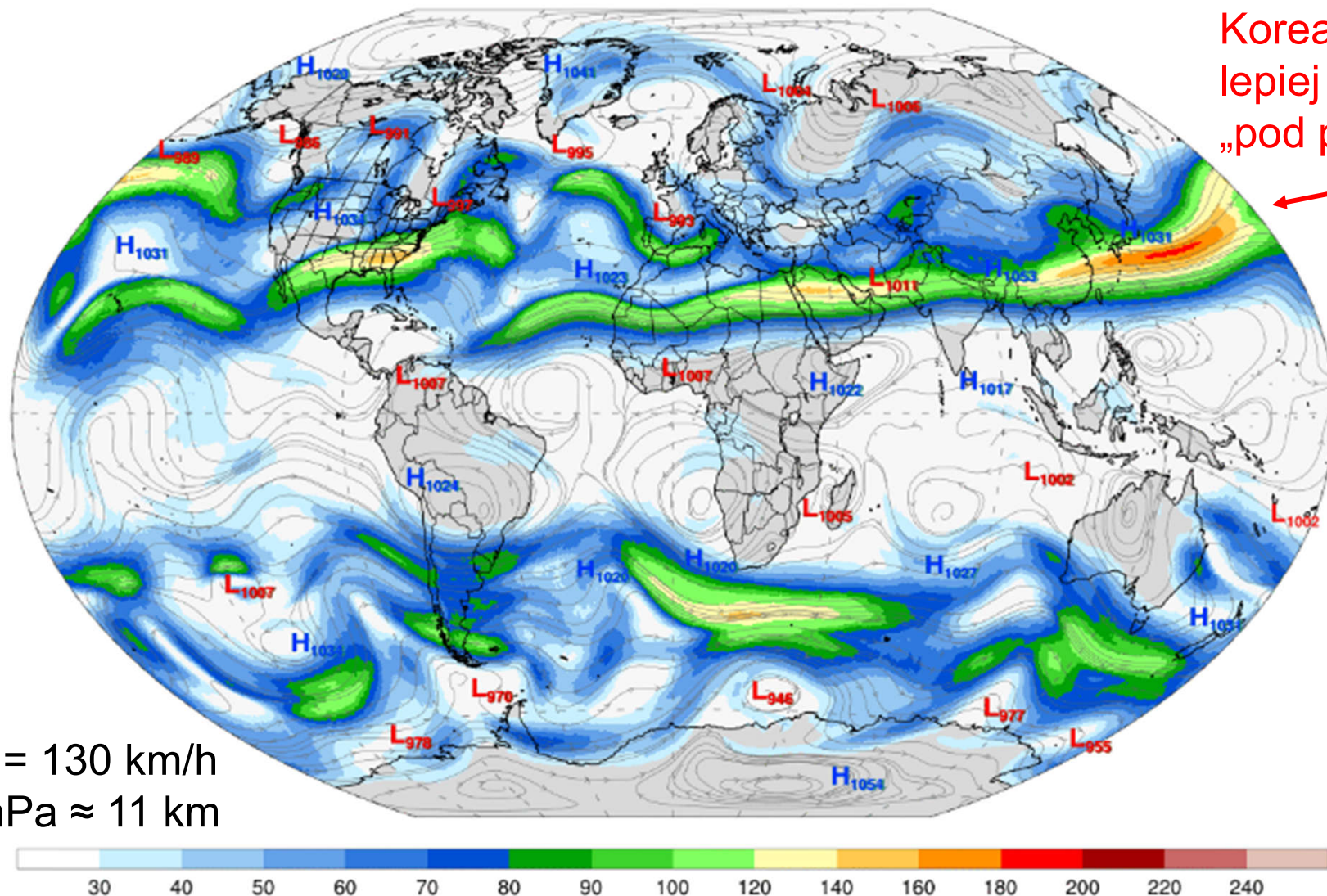


Włochy (Piemonte) dwa dni obfitych opadów śniegu

Jet-stream dziś (10/03/2024)

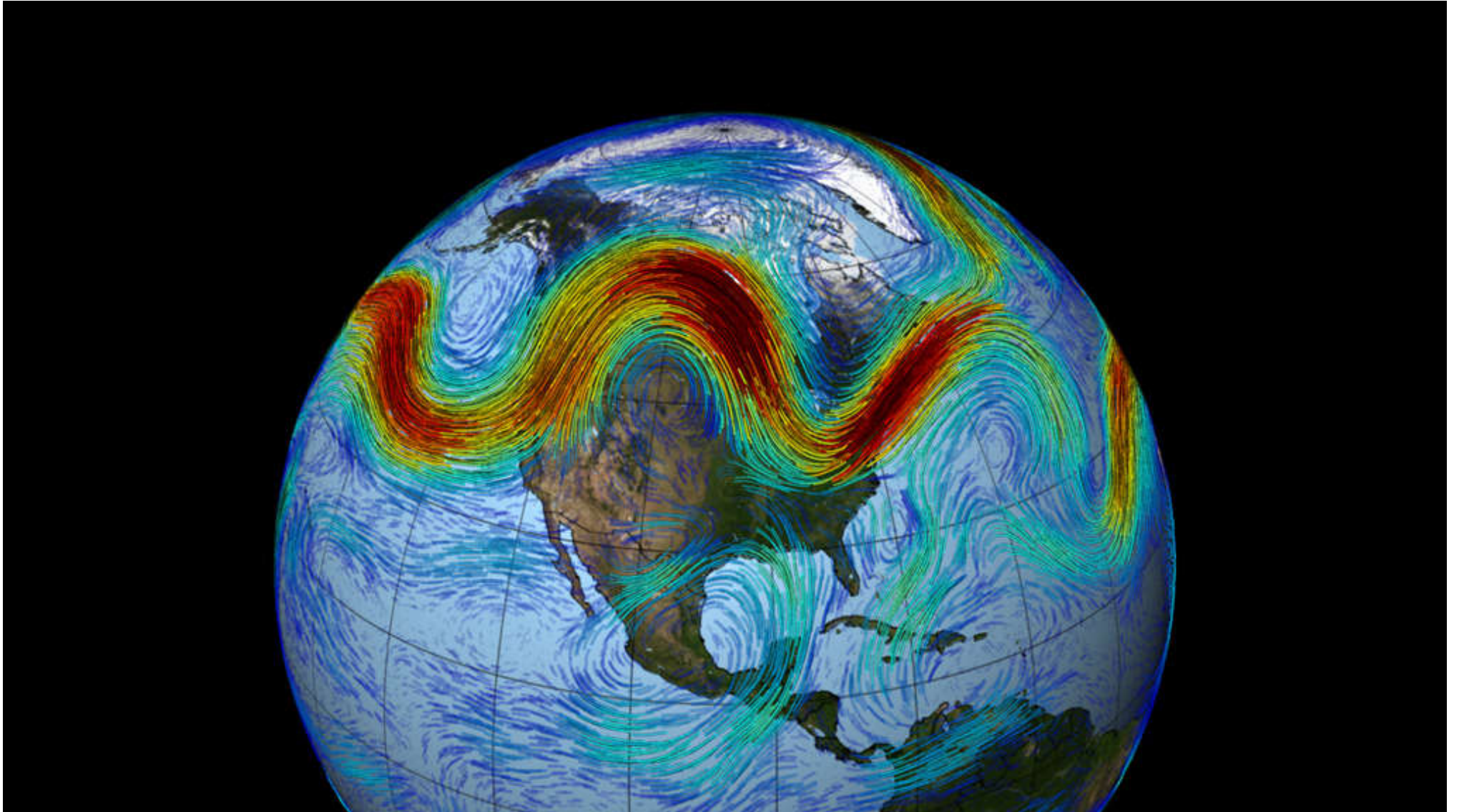
GFS 250hPa Jetstream (kt), MSLP (hPa)
1-day Avg | Sun, Mar 10, 2024

ClimateReanalyzer.org
Climate Change Institute | University of Maine

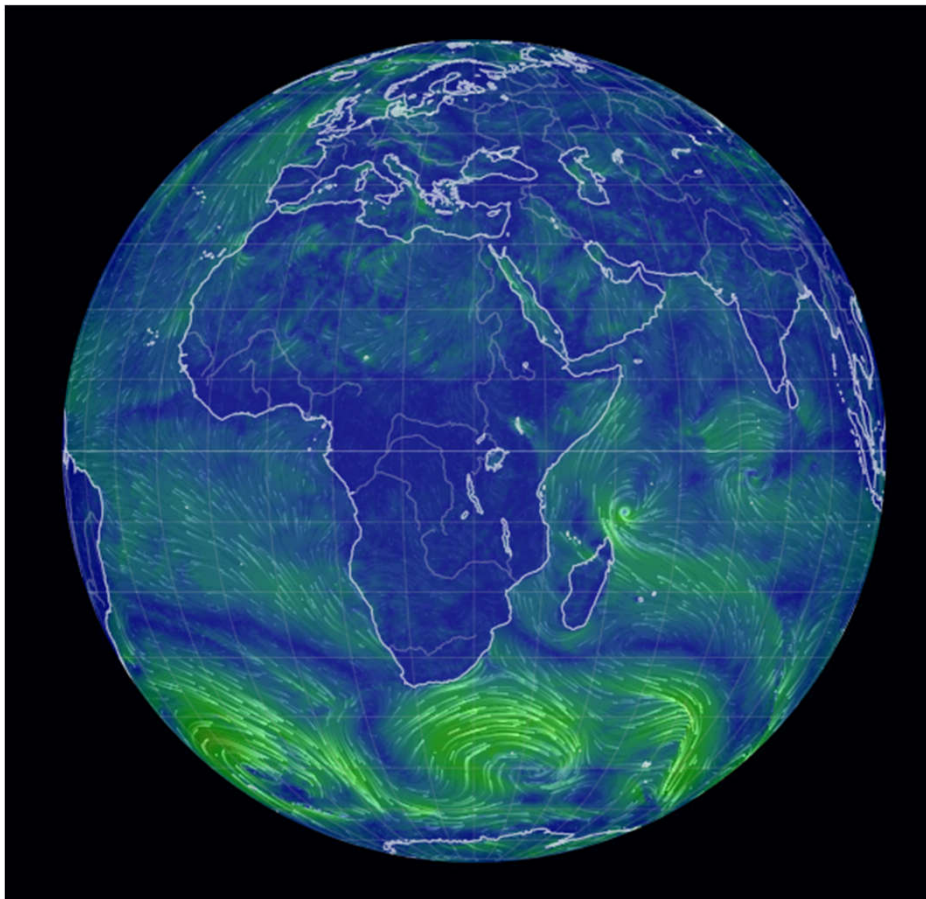


Astronomicznie prawie wiosna (rozkład symetryczny na półkulach),
klimatycznie jeszcze zima na NH. Ośrodki wyżowe na Grenlandii i Antarktydzie.

Jet streams



Added: jet-like wind

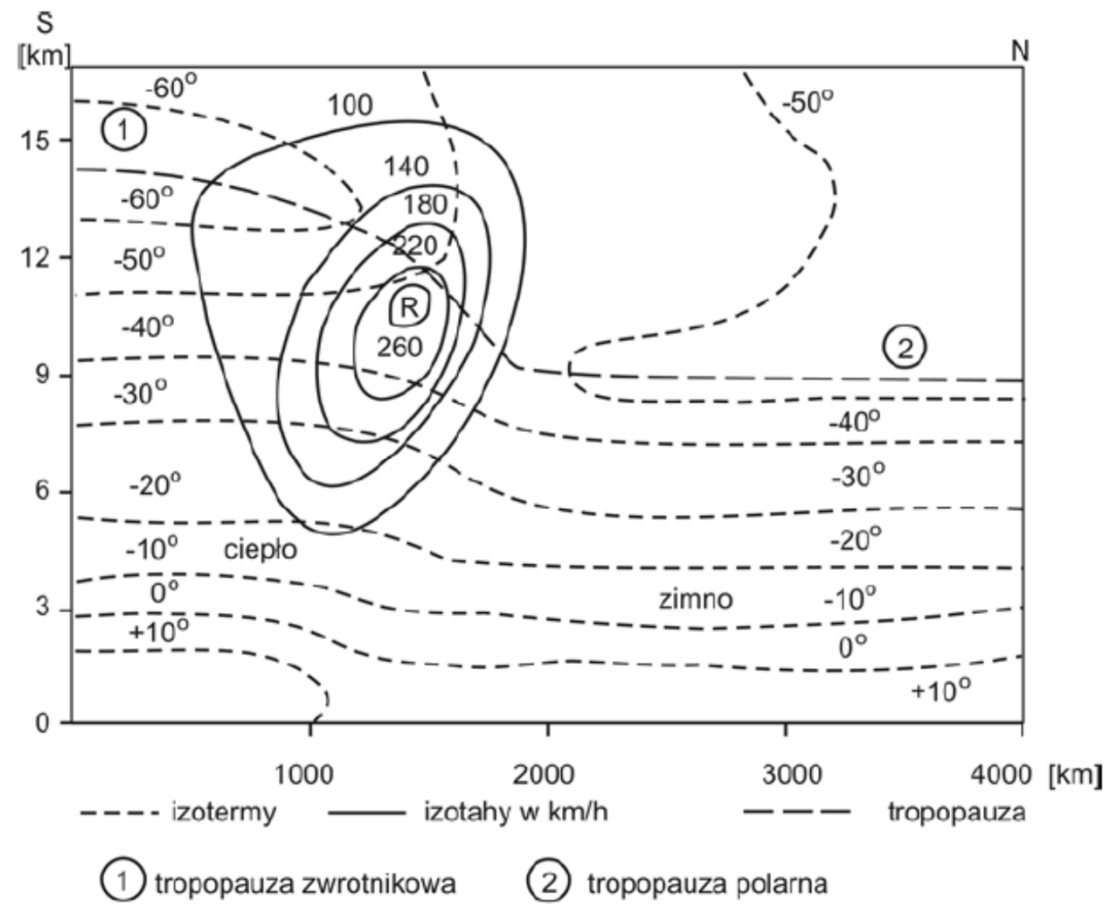
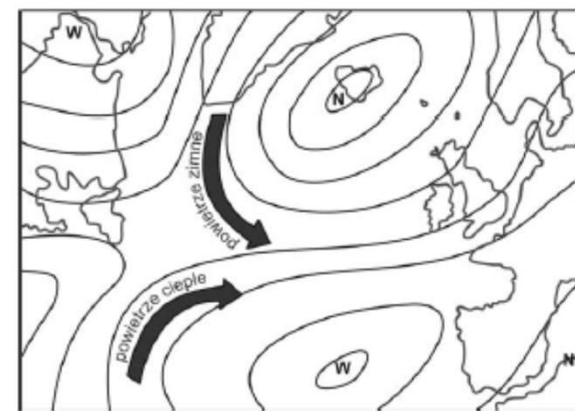


<https://earth.nullschool.net/>

Jet dookoła Antarktydy

17/05/2024

Credit: Piotr Houfbauer

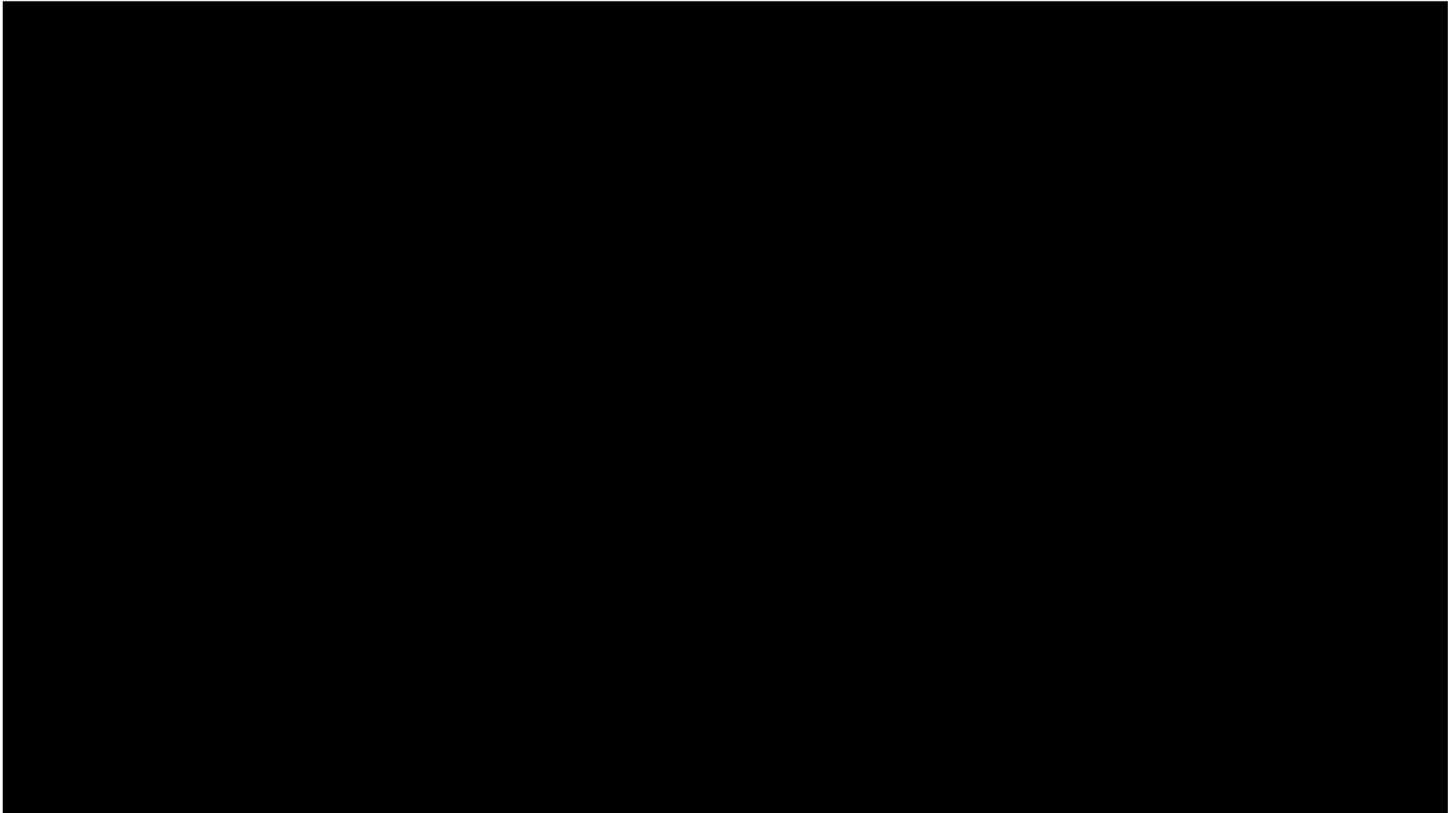


Granica między komórką Frenela i polarną
Jet na półkuli północnej

© E. Wołoszczyn, *Meteorologia*, PG 2009

Jet stream i ośrodki niżowe

<https://svs.gsfc.nasa.gov/10902>



https://svs.gsfc.nasa.gov/vis/a010000/a010900/a010902/3843_Jet_Stream_music-540-MASTER_high.mp4

Dynamika pionowa: klasy stabilności

Atmospheric Stability Class Correlated with Standard Deviations of Horizontal Wind Direction

Pasquill Stability Class	σ_θ at 10 m, degrees
A	$\sigma_\theta > 22.5$
B	$22.5 \geq \sigma_\theta > 17.5$
C	$17.5 \geq \sigma_\theta > 12.5$
D	$12.5 \geq \sigma_\theta > 7.5$
E	$7.5 \geq \sigma_\theta > 3.75$
F	$3.75 \geq \sigma_\theta > 2.0$
G	$2.0 \geq \sigma_\theta$

Atmospheric Stability Class Correlated with Vertical Temperature Gradient

Pasquill Stability Class	$\Delta T/\Delta z$ (degrees K/100 m)
A	$\Delta T/\Delta z < -1.9$
B	$-1.9 \leq \Delta T/\Delta z < -1.7$
C	$-1.7 \leq \Delta T/\Delta z < -1.5$
D	$-1.5 \leq \Delta T/\Delta z < -0.5$
E	$-0.5 \leq \Delta T/\Delta z < 1.5$
F	$1.5 \leq \Delta T/\Delta z < 4.0$
G	$4.0 \leq \Delta T/\Delta z$

„Normalne” warunki w troposferze, to spadek temperatury z wysokością, do -60°C na wysokości 10 km, czyli około 1°C na 100 m. W góry należy zabierać sweter! Matematycznie zapisujemy $\Delta T / \Delta z = -1.0$.

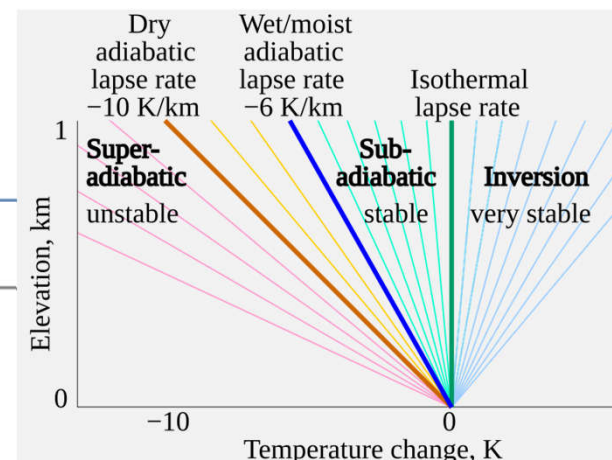
To jest „lapse rate” suchego powietrza, **bez** nagrzewania się od powierzchni ziemi. Duży gradient temperatury $\Delta T / \Delta z = -2.0$ (zimne powietrze u góry) to silne **prądy wznoszące**

Nocą (i zimą) w miastach jak Toruń zalega (węglowy) smog: gradient temperatury jest odwrócony – zimne powietrze na dole (klasa stabilności E). Wiatr poprawia stan powietrza.



Pasquill Stability Classes

<https://www.ready.noaa.gov/READYpgclass.php>



A: Extremely unstable conditions

D: Neutral conditions

B: Moderately unstable conditions

E: Slightly stable conditions

C: Slightly unstable conditions

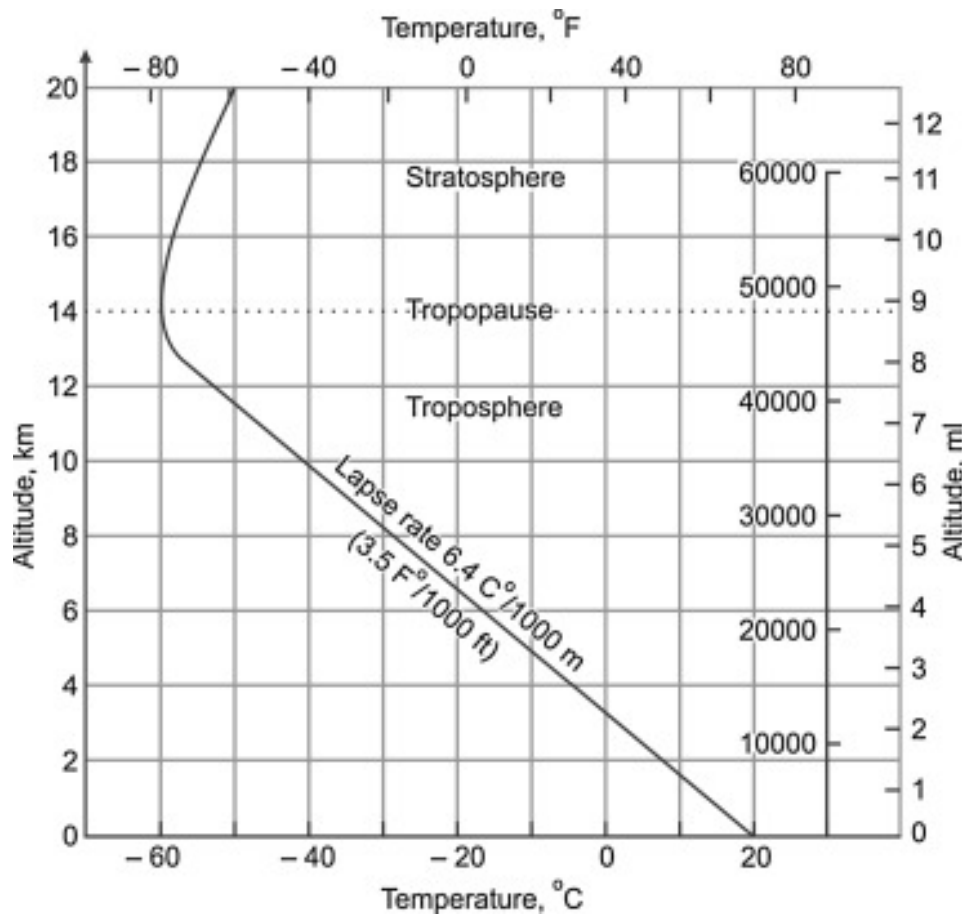
F: Moderately stable conditions

G: Extremely Stable **Inwersja temperatury (chłodniej na dole, brak konwekcji) = smog**

Meteorological conditions defining Pasquill stability classes.

	Daytime insolation			Night-time conditions	
Surface wind speed (m/s)	Strong	Moderate	Slight	Thin overcast or > 4/8 low cloud	<= 4/8 cloudiness
< 2	A	A - B	B	E	F
2 - 3	A - B	B	C	E	F
3 - 5	B	B - C	C	D	E
5 - 6	C	C - D	D	D	D
> 6	C	D	D	D	D

Dynamika pionowa: lapse rate (gradient temperature)



Dry air lapse rate is **$-9.8^{\circ}\text{C}/\text{km}$**

The wet adiabatic lapse rate has been observed to vary between **-6.5 and $-3.5^{\circ}\text{C}/\text{km}$** .

A parcel of air with an initial temperature of 15°C and dew point 2°C is lifted adiabatically from the 1000-hPa level. Determine its LCL and temperature at that level. If the air parcel is lifted a further 200 hPa above its LCL, what is its final temperature and how much liquid water is condensed during this rise?

[...] Therefore, about $\sim 4.4 - 1.9 = 2.5$ g of water must have condensed out of each kilogram of air during the rise from 820 to 620 hPa. → **clouds**

Dry-adiabatic lapse rate is the rate of decrease of temperature with height of a **parcel of dry air** lifted by a reversible **adiabatic** process through the atmosphere in hydrostatic equilibrium:

Work done to lift the parcel: $mg \Delta h = mc_p \Delta T$

Thus lapse rate is $\Delta T / \Delta h = g / c_p$, where g is the gravitational acceleration and c_p is the specific heat of **dry air** at constant pressure

https://glossary.ametsoc.org/wiki/Adiabatic_lapse_rate

Klasy stabilności: A



Konin, 14 lipiec 2018, 09:38, foto Maria Karwasz

Klasy stabilności: B



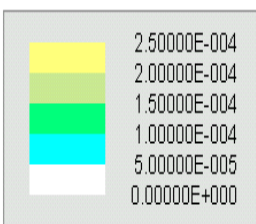
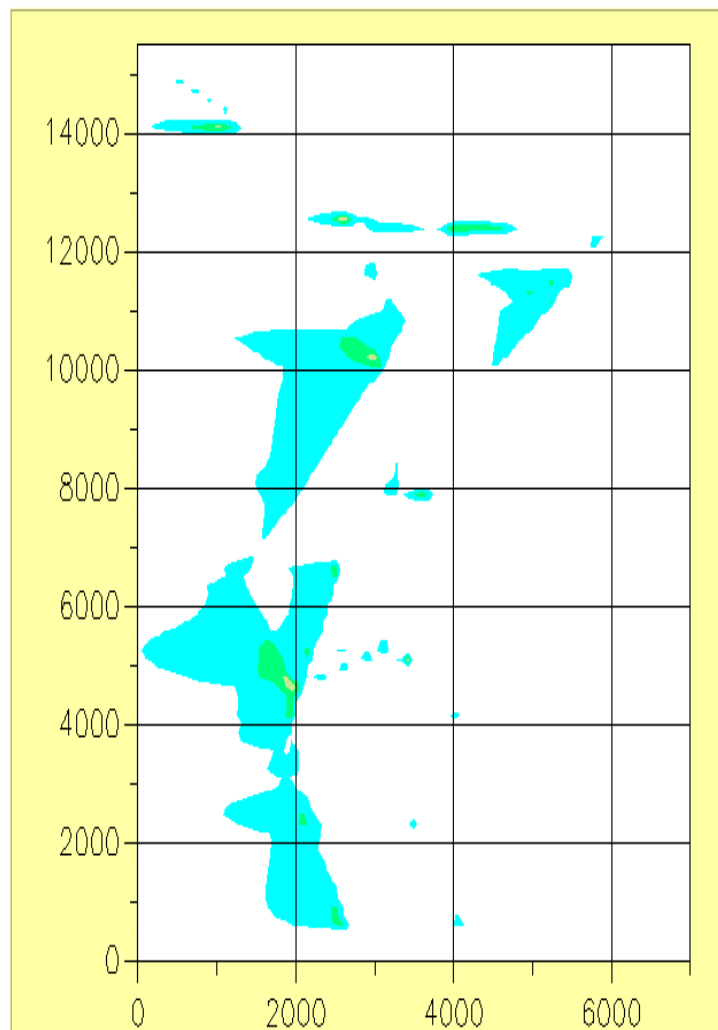
Gdańsk, 08/03/2024 godz. 7:30



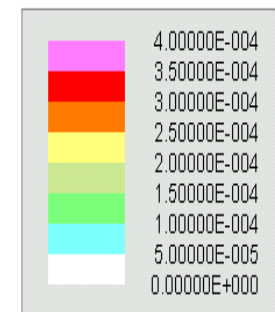
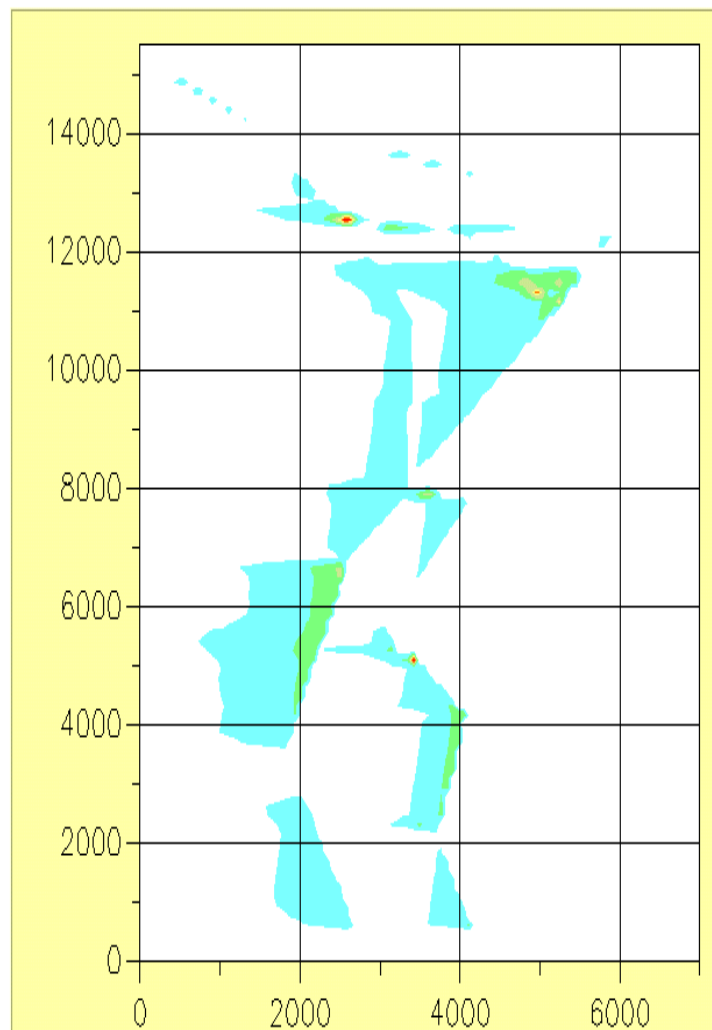
godz. 8:10

Modelowanie zanieczyszczeń = prewencja

Viabilità attuale



Trafo Mezzolombardo



Model: GK

Dew point (punkt rosy)

- Jest to temperatura, po obniżeniu do której to temperatury z powietrza zaczyna wykraplać się rosa.
- Dlaczego? Zawartość pary wodnej w atmosferze zależy silnie od temperatury. Dla określenia tej zawartości mówimy o ciśnieniu „parcjalnym”, zgodnie w prawem Daltona: drobiny każdego gazu w równym stopniu mają wkład do ciśnienia całkowitego. Jeśli mówimy, że zawartość (molowa) tlenu wynosi 20%, oznacza to, że przy ciśnieniu całkowitym 1000 hPa, ciśnienie parcjalne, które wywierają cząsteczki O_2 na ścianki naczynia wynosi 200 hPa.
- Oczywiście, w 100°C ciśnienie parcjalne H_2O wynosi 1013 hPa – bąbelki pary wodnej rozpychają się w garnku z wodą, czyli ciśnienie wewnątrz bańki jest równe ciśnieniu powietrza nad garnkiem. W górach woda wrze w niższej temp.
- W 20°C ciśnienie parcjalne H_2O wynosi około 23 hPa, czyli pary wodnej, w warunkach *nasycenia* jest (objętościowo) około 2,3 %. Jeśli w 20°C pary wodnej jest 2,3%, to wilgotność *względna* wynosi 100%.
- Para wodna jest niewidoczna: jeśli ją „widać”, to są kropelki mgły. Oznacza to, że temperatura powietrza została na tyle obniżona, że *nadmiar* pary wodnej (w stosunku do jej maksymalnej ilości, która się w tej temperaturze jeszcze „rozpuści” w powietrzu) wytrącił się jako krople.
- Ta temperatura nazywana jest „**punktem rosy**”

Foto (C) Daniela Ascenzi



Dew point (punkt rosy)

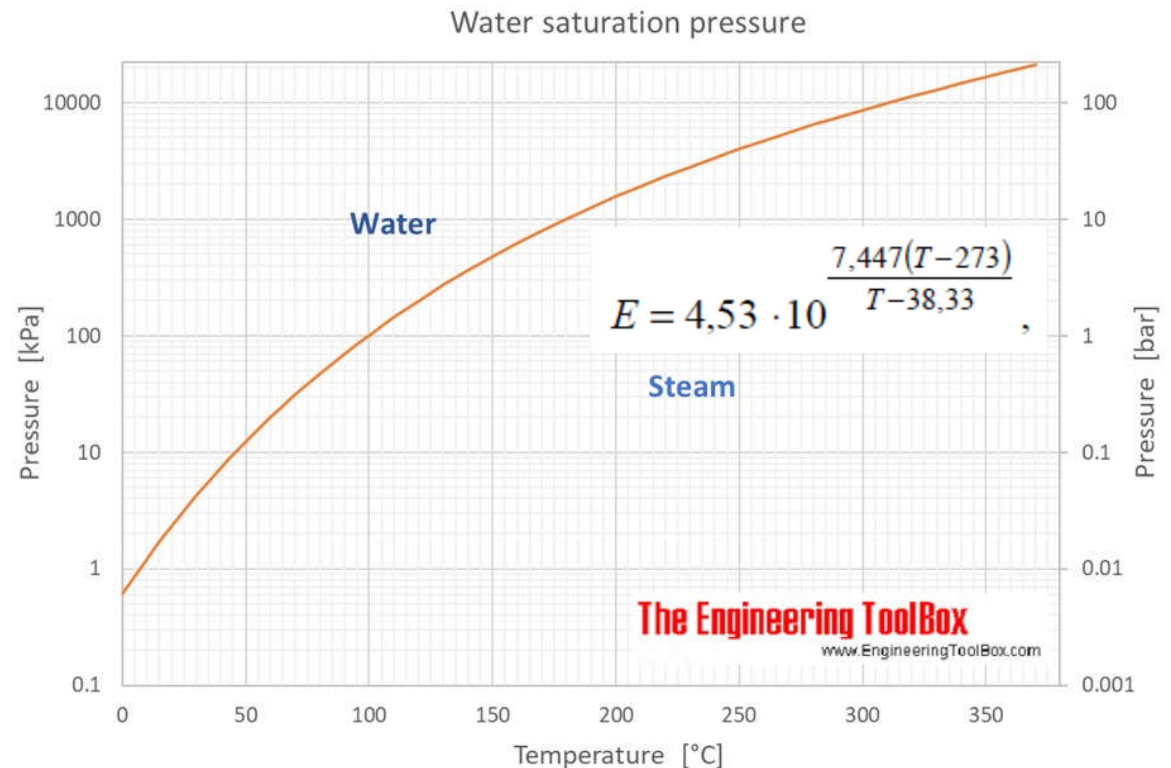
- Jak pokazuje wykres inżynierski, ciśnienie nasyconej pary wodnej bardzo silnie zależy od temperatury (zwróć uwagę na logarytmiczną skalę OY)
- Oczywiście, w 100°C ciśnienie nasyconej pary wodnej wynosi 101,3 kPa ale nawet w 0° wynosi 0,6 kPa: niektóre chmury, jak cirrusy, pojawiają się na wysokościach kilku kilometrów, gdzie pary wodnej jest bardzo mało.
- Eksponat, który pokazujemy na stronie Fizyki zabawek, może służyć do pomiaru temperatury rosy: przedmuchujemy przez szklaną fiolkę powietrze, obniżamy temperaturę fialki, a kiedy pojawi się na ściankach rosa – jest to właśnie temperatura rosy.



Eksponat, foto GK

<https://dydaktyka.fizyka.umk.pl/zabawki1/files/termo/psychometr-pl.html>

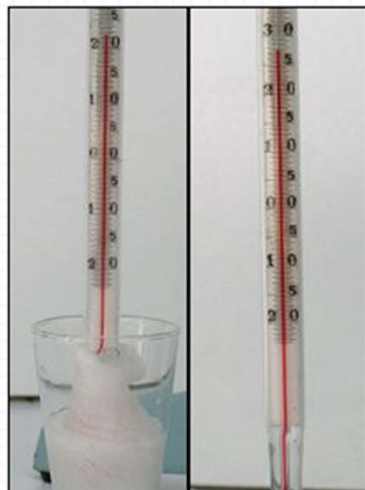
Obok: doświadczalny wzór Magnusa, ciśnienie
Pary nasyconej w mm Hg (766 mm = 1013 hPa)
Zob. E. Wołoszczyn, str. 77



https://www.engineeringtoolbox.com/water-vapor-saturation-pressure-d_599.html

Psychrometr

Psychrometr nie służy do mierzenia stanu psychicznego pacjentów, ale wilgotności powietrza. Jest to prosty przyrząd, zbudowany z dwóch termometrów, gazy i pojemnika na wodę.

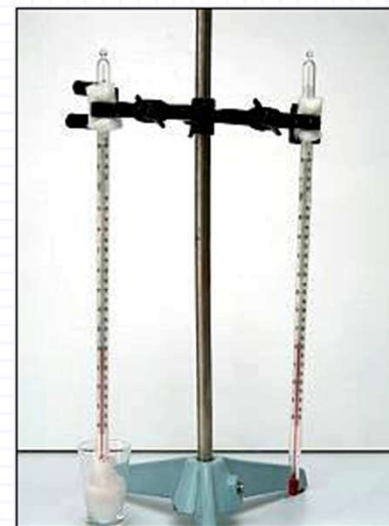


Zasada działania jest prosta. Jeden termometr 'suchy' mierzy po prostu temperaturę otoczenia. Drugi jest owinięty gazą która jest zwilżona wodą znajdującą się w pojemniku. Woda z gazy paruje kosztem ciepła pobranego ze zbiorniczka, wskutek czego temperatura na termometrze spada. Temu procesowi przeciwdziałają dopływające do termometru z otoczenia, co w końcowym efekcie (gdy ilość ciepła traconego na parowanie zrówna się z ilością ciepła pobranego) daje ustaloną temperaturę na termometrze. Z kolei szybkość parowania zależy od ilości pary wodnej znajdującej się w powietrzu, stąd spadek temperatury jest zależny od wilgotności względnej.

Czyli: w suchym powietrzu, owinięcie głowy mokrym ręcznikiem pozwoli ochłodzić zbyt gorące myśli, w saunie, nawet mokry ręcznik nie pomoże.

więcej

<https://dydaktyka.fizyka.umk.pl/zabawki1>

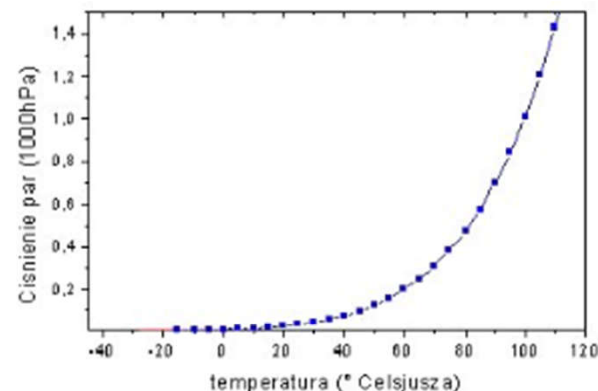
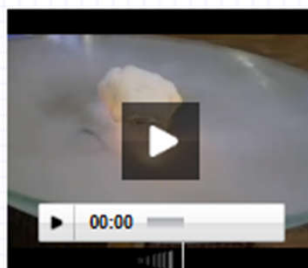


Psychrometr

Psychrometr mierzy tak zwaną wilgotność względną - nie ile pary wodnej jest w powietrzu w jednostkach bezwzględnych, ale ile pary wodnej jeszcze, w danej temperaturze, 'zmieści się' w powietrzu. Tak więc wilgotność względną "w" (w %) oblicza się ze wzoru

$$w = 100e/E$$

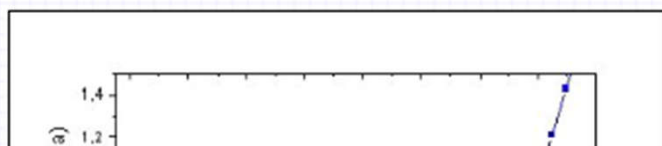
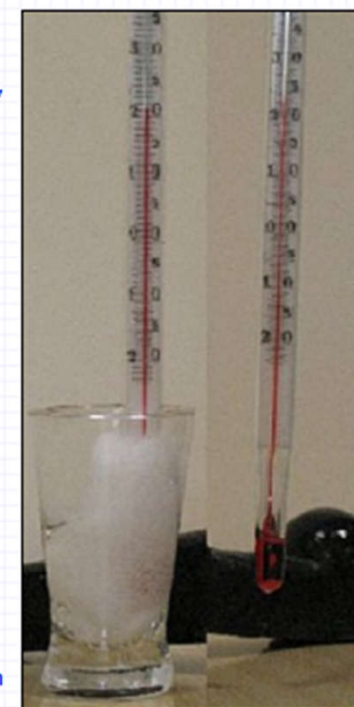
gdzie małe e jest prężnością pary w danej temperaturze i ciśnieniu, natomiast duże E jest prężnością pary nasyconej w tych samych warunkach.



Z kolei, "e" można obliczyć wg wyprowadzonego wzoru Sprung'a:

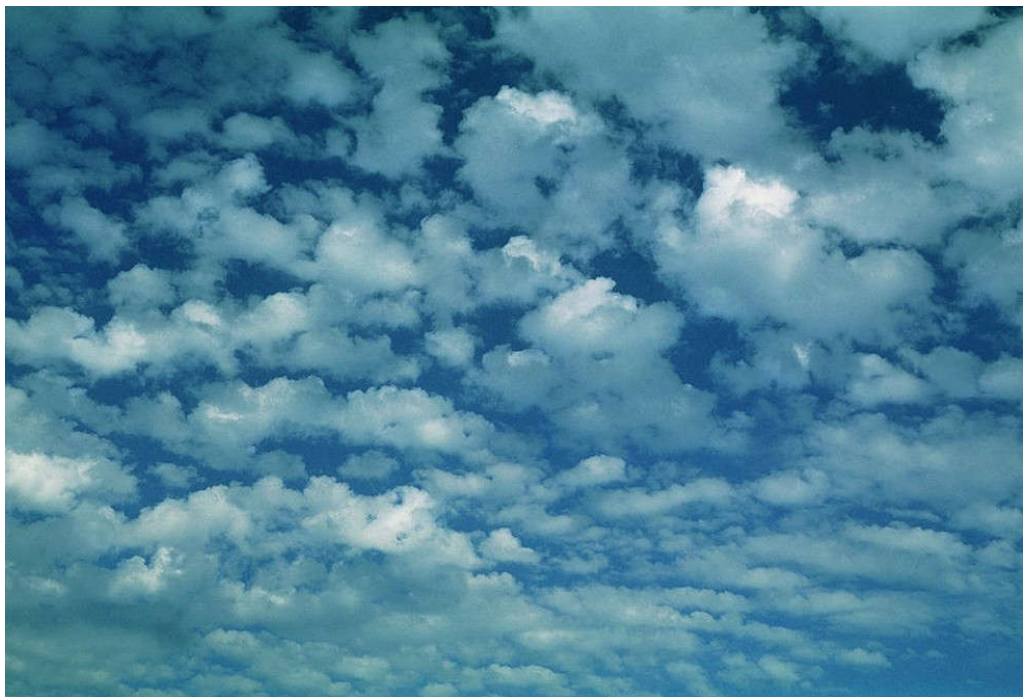
$$E = E_1 - C \cdot (p/1013) \cdot (T - T_1)$$

gdzie E_1 jest prężnością pary wodnej nasyconej przy temperaturze termometru zwilżonego (T_1), p - ciśnieniem (w hPa), C natomiast jest współczynnikiem psychometrycznym równym 0.5 dla wody i 0.43 dla lodu.



Ponieważ zależność jest trochę skomplikowana i nieliniowa, co widać na wykresie, to z tego powodu odczytu wilgotności dokonuje się, na podstawie pomiarów obu termometrów, poprzez odpowiednie tablice. I tak, np. przy temperaturze 20 °C i wskazaniu termometru zwilżonego 10 °C daje nam wilgotność względną 24 %, natomiast przy $T = 30$ °C i $T = 20$ °C wilgotność względną 39%. Generalnie im mniejsza różnica wskazań termometrów, tym większa wilgotność i vice versa, im większa różnica tym bardziej suche jest powietrze. Zależności te nie są liniowe, ze względu na nieliniowe charakterystyki prężności pary nasyconej od temperatury.

Prądy wznoszące: szybowce



<https://vajiramias.com/current-affairs/stratocumulus-clouds/5c74f8b91d5def0eb883190c/>

Rekord: 12 km wysokości (nad Zakopanem, w listopadzie, przy silnym wietrze)

*W ciągu dnia wielkość zachmurzenia była niemal 7/8 **Sc**, **Ac**. Soczewki nie były widoczne. W godzinach popołudniowych chmury zaczęły się rozpadać i na niebie pozostały **Ac** lent, niezbyt wyraźne, ale zdradzały istnienie wznoszeń na bardzo dużej wysokości. W chwili startu na wschód od Zakopanego widoczny był tylko jeden rotor (chmura rotorowa), pod którym występowały wznoszenia od wysokości 200 m n.p.l. Wierzchołek tego rotora znajdował się na wysokości około 2300 m n.p.l.*

Rekord wysokości: 12 km

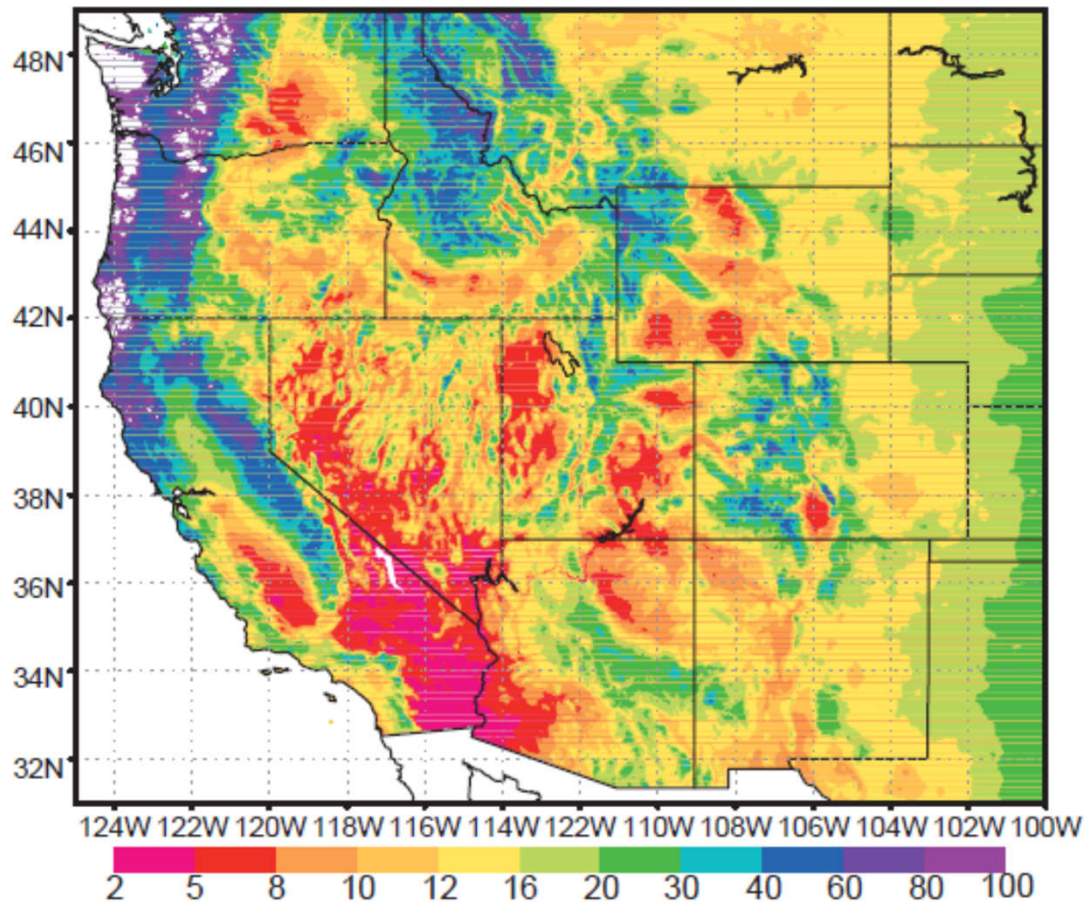
<http://www.aeroklub.nowytarg.pl/71/rekordowy-lot-wysokosciowy-na-fali>



Rekord: 12 km wysokości (nad Zakopanem, w listopadzie, przy silnym wietrze)

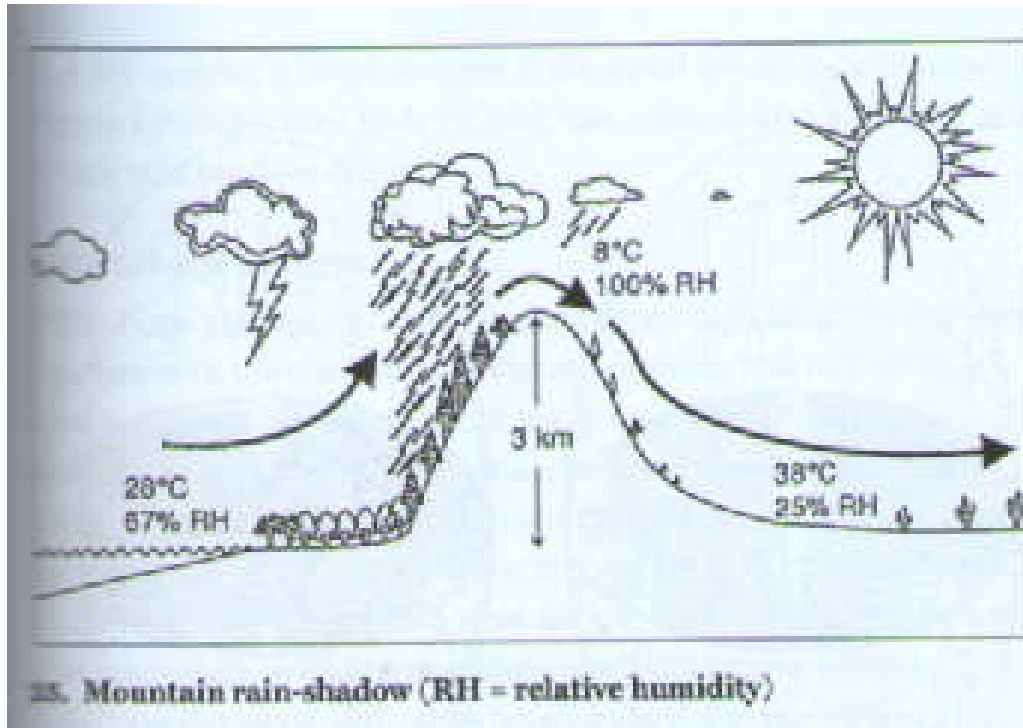
Start na "Bocianie" z nastąpił przy wietrze dość silnym z kierunku 200° o godzinie 15.24. Lot na holu w dość silnej turbulencji przebiegał na małej wysokości, aż do Zakopanego. Nad Zakopanem stwierdziłem, że będę musiał spieszyć się ze zrobieniem przeniżenia, ponieważ ostatni rotor (chmura Cu rot) w okolicy rozpadał się. Wznosiłem się tak, aż do wysokości 3400 m ok. 4 minuty, aby następnie ostrożnie, po stronie nawietrznej rotora długości około 5 km, zejść możliwie jak najniżej. [...] Będąc już na wysokości 4500 m stwierdziłem, że znajduję się na zdecydowanie falowym wznoszeniu 3,5÷4,5 m/s.

Orografia (góry i doliny) a opady

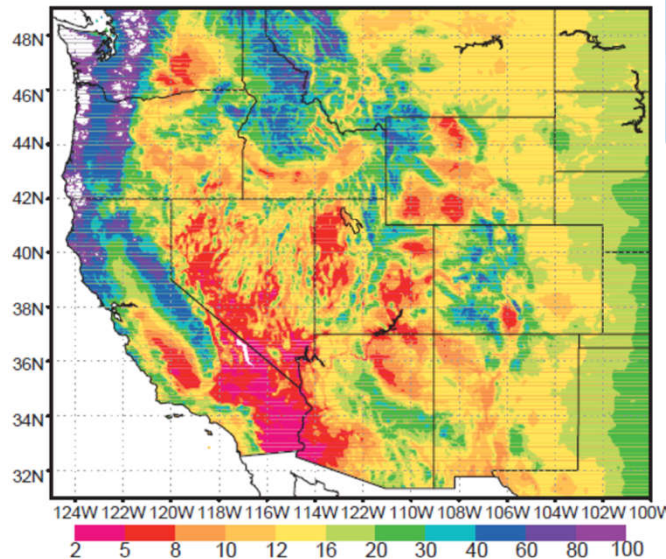


Średnie roczne opady (w calach): mapa z rozdzielczością 10 km, opracowana za pomocą modelu. Duża ilość opadów jest w formie śniegu. Obszary osłonięte przez góry to pustynie: Nevada, Utah, lub półpustynie jak Arizona czy Texas

Orografia (góry i doliny) a opady



Halny w Tatrach
Fön w Alpach



Mark Maslin, *Climate. A very short introduction*, Oxford
Atmospheric Science, str. 7, 28

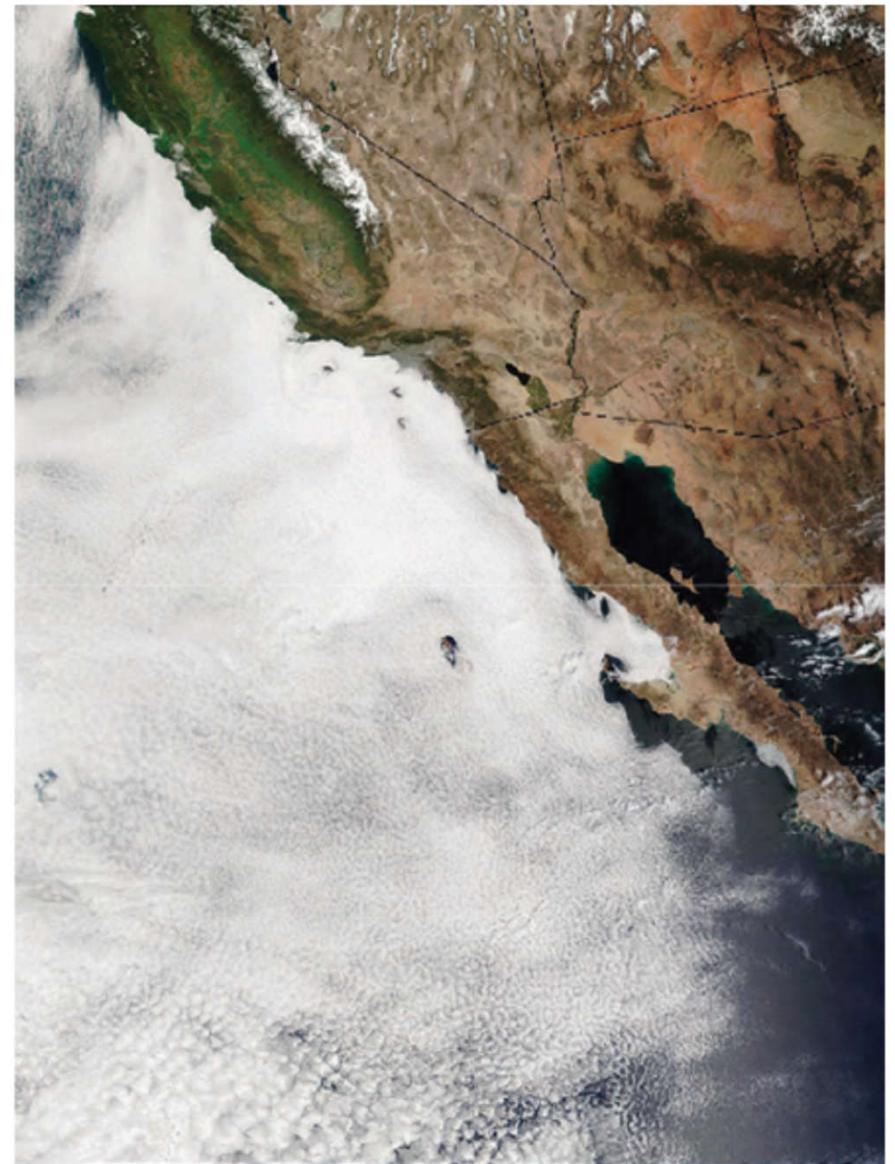


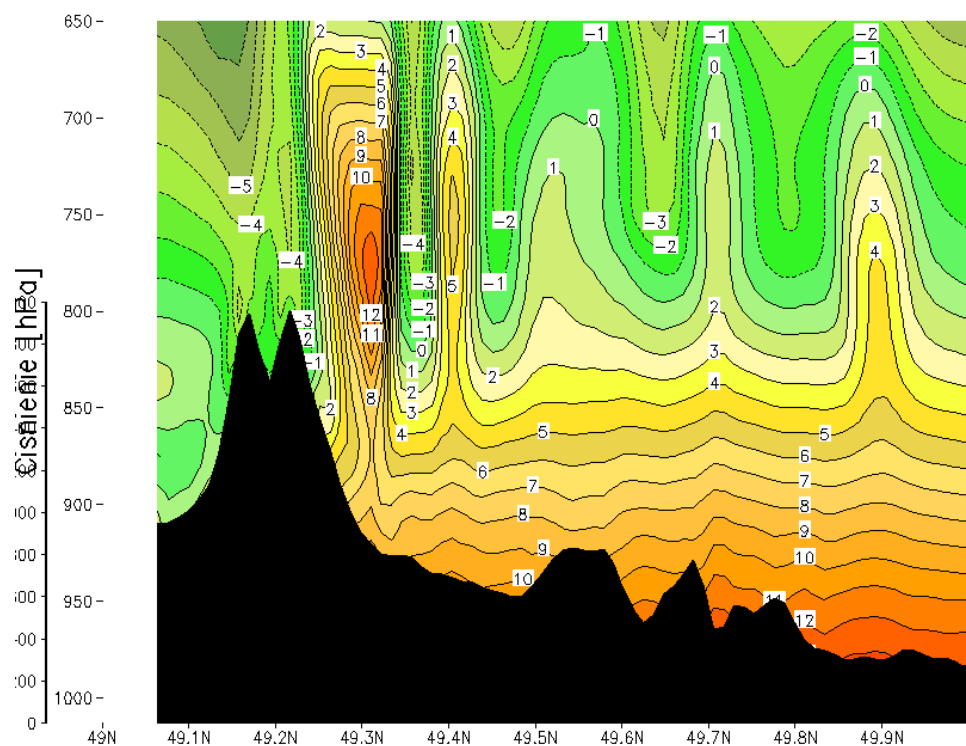
Fig. 1.7 A deck of low clouds off the coast of California, as viewed in reflected visible radiation. [NASA MODIS imagery. Photograph courtesy of NASA.]

Chmury nad Giewontem zwiastujące wiatr halny
<https://www.tatry-przewodnik.com.pl/blog/?wiatr-halny>



WRF ARW (<)>
 Przekroj temperatury na 20,00 E
 Init: 06Z25DEC2013

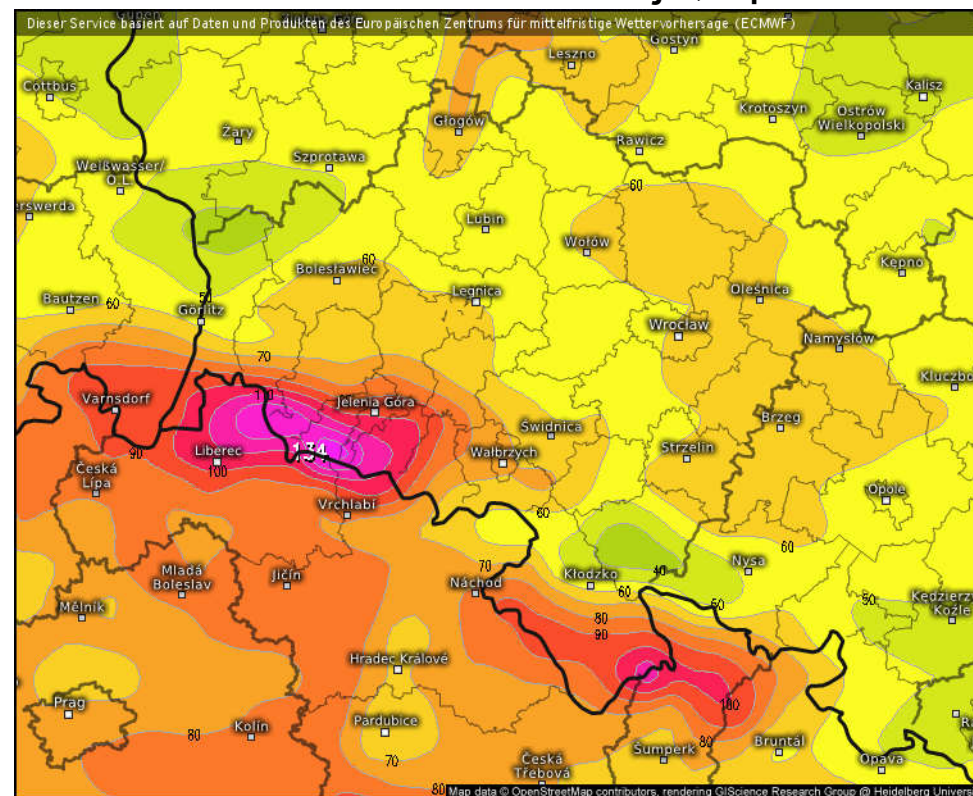
12Z25DEC2013



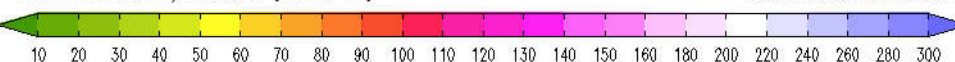
Rozkład temperatury (prognoza)
<https://lowcyburz.pl/wiatr-halny/>

Tatry: halny

Powietrze, spływające z gór jest znacznie cieplejsze. Fizycznie ogrzało się wskutek kondensacji pary wodnej. „Meteorologicznie” schładzało się z *lapse rate* jako wilgotne ($5^{\circ}\text{C}/\text{km}$ wysokości) a po drugiej stronie łańcucha *adiabatywnie* nagrzewało z LR jakieś $9^{\circ}\text{C}/\text{km}$ *obniżenia*. Różnica daje, np. $+4^{\circ}\text{C}$



Windböen, 3std (km/h)



Województwo dolnośląskie
 ECMWF/Global Euro HD (10 Tage) vom 29.10.2018/00z

Prognose für
 30.10.2018, 04:00 Uhr MEZ

ECMWF kachelmannwetter.com
 WETTER HD

<https://dobrapogoda24.pl/artukul/wiatr-halny-prognoza-porywow>

Cadine (Trento) 10/05/2024, ore 9:30



600 m n.p.m.

Widok na południowy wschód

Rano spadł lekki deszcz
Umiarkowany wiatr z
południowego wschodu
(znad Wenecji)

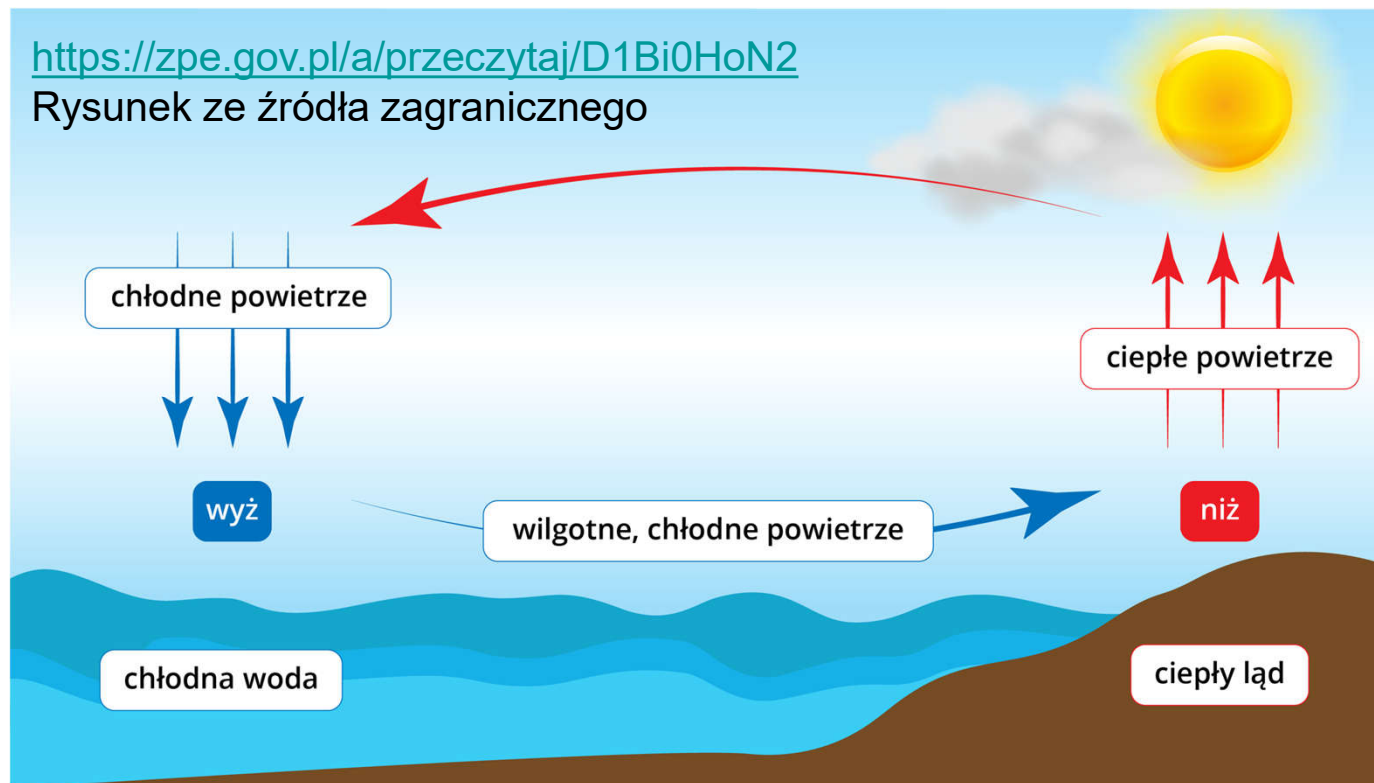
Góry „dymią”: para wodna
wytrąca się w czasie
wznoszenia się wilgotnego
powietrza



Widok na północ

Wiatry meteo: bryza dzienna

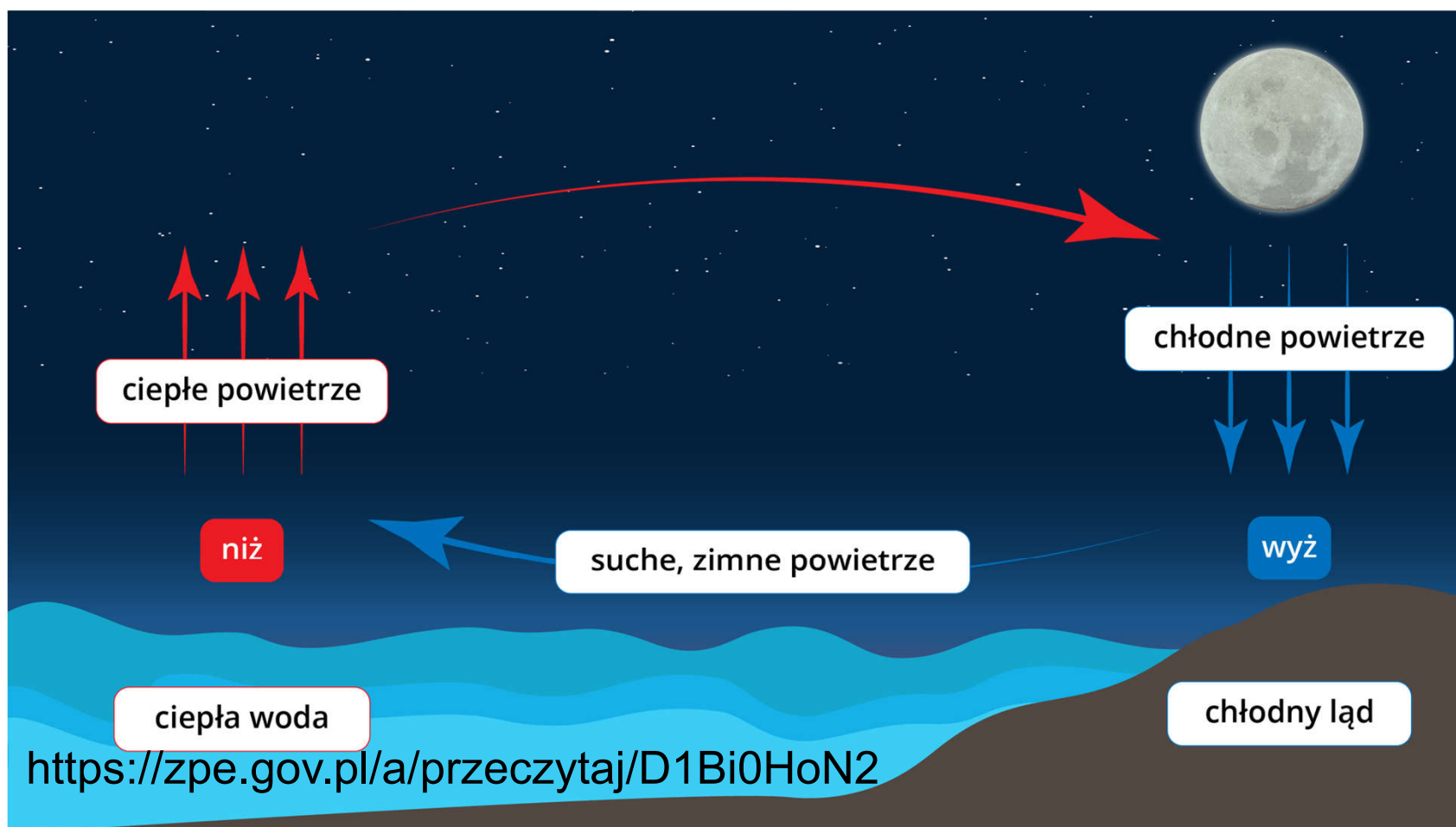
W słoneczny dzień ląd szybko się ogrzewa, co powoduje spadek ciśnienia. W tym samym czasie morze nagrzewa się znacznie wolniej, panuje nad nim zatem wyższe ciśnienie. Różnica ciśnienia powoduje ruch orzeźwiającego powietrza od strony morza w kierunku lądu. Ponieważ bryza w ciągu dnia wieje znad morza, powoduje na wybrzeżu uczucie świeżości. Dlatego też na plaży zwykle odczuwa się znacznie niższą temperaturę niż w głębi lądu. Bryza przynosi również porwane przez wiatr cząsteczki soli (z czubków fal). Ta lekka wilgoć, wraz z cząsteczkami soli, niesłusznie nazywana jest przez niektórych plażowiczów ozonem.



Rozumowanie należałoby trochę odwrócić: wysokie lub niskie ciśnienie wynika z napływu *mas* powietrza. Powodem pierwotnym bryzy jest nagrzewanie się (lokalne) powietrza nad lądem (zob. bilans ciepła), co powoduje jego wznoszenie się. Z prawa ciągłości strumienia, na to miejsce napływa powietrze znad morza, siłą rzeczy – chłodniejsze. Lato nad morzem nigdy nie jest upalne

Wiatry meteo: bryza nocna

W nocy wiatr wieje od strony wychłodzonego lądu w kierunku morza, co sprawia, że jest to wiatr suchy. W nocy powietrze nad lądem szybko się ochładza i panuje tam wyższe ciśnienie niż nad cieplejszym morzem. Wiatr wieje od strony obszaru o podwyższonym ciśnieniu, dlatego można zaobserwować ruch powietrza znad lądu w kierunku morza.



Zobacz uwagę na stronie poprzedniej

Wybrane wiatry regionalne i lokalne (zmodyfikowano Woś, 1996)

Nazwa wiatru lokalnego	Rejon występowania	Cechy charakterystyczne
Baguio	Filipiny	Cyklon tropikalny
Blizzard	Ameryka Północna	Wiatr o charakterze burzy śnieżnej. Wieje w zimie z północnego zachodu
Bora	Wschodnie wybrzeże Adriatyku i Morza Czarnego	Chłodny, porywisty wiatr wiejący znad pasma gór położonych w pobliżu wybrzeża nad stosunkowo ciepłe morze. Pojawia się w chłodnej porze roku z kierunku NE i N
Buran	Syberia	Wiatr północno-wschodni występujący w chłodnej porze roku z burzą śnieżną
Chamsin	Egipt i tereny sąsiednie	Wiatr gorący, suchy o charakterze burzy pyłowej. Wieje głównie wiosną z kierunku południowego
Chinook	Góry Skaliste (Ameryka Północna)	Wiatr ciepły, suchy (typu fenowego)
Fen	Alpy i inne łańcuchy górskie	Wiatr ciepły, suchy. Występuje głównie w chłodnej porze roku
Halny	Tatry	Wiatr ciepły i suchy. Wieje z południa, głównie w chłodnej porze roku
Harmatan	Zachodnie wybrzeże Afryki Północnej	Wiatr pustylny, mający charakter burzy pyłowej. Wieje z NE w kierunku Oceanu Atlantyckiego
Hurricane	Antyle, Ameryka Środkowa, Północna	Cyklon tropikalny
Levanter	Morze Śródziemne, Gibraltar	Wiatr wiejący w zwężeniu cieśniny, któremu towarzyszą mgły i opady
Mistral	Dolina Rodanu, Riwiera francuska i włoska	Wiatr chłodny i porywisty. Wieje z kierunku północnego w chłodnej porze roku (typu bora)
Suchowiej	Pustynno-stepowe obszary nad Morzem Kaspijskim	Wiatr suchy, gorący, pojawiający się przede wszystkim w ciepłej porze roku z kierunku wschodniego
Tajfun	Wybrzeża wschodniej i południowo-wschodniej Azji	Cyklon tropikalny
Tornado	Pd.-wsch. i środkowa część Stanów Zjednoczonych	Katastrofalne burze wirowe, niektóre związane z cyklonami tropikalnymi
Willy-willy	Zachodnie wybrzeża Australii	Cyklon tropikalny

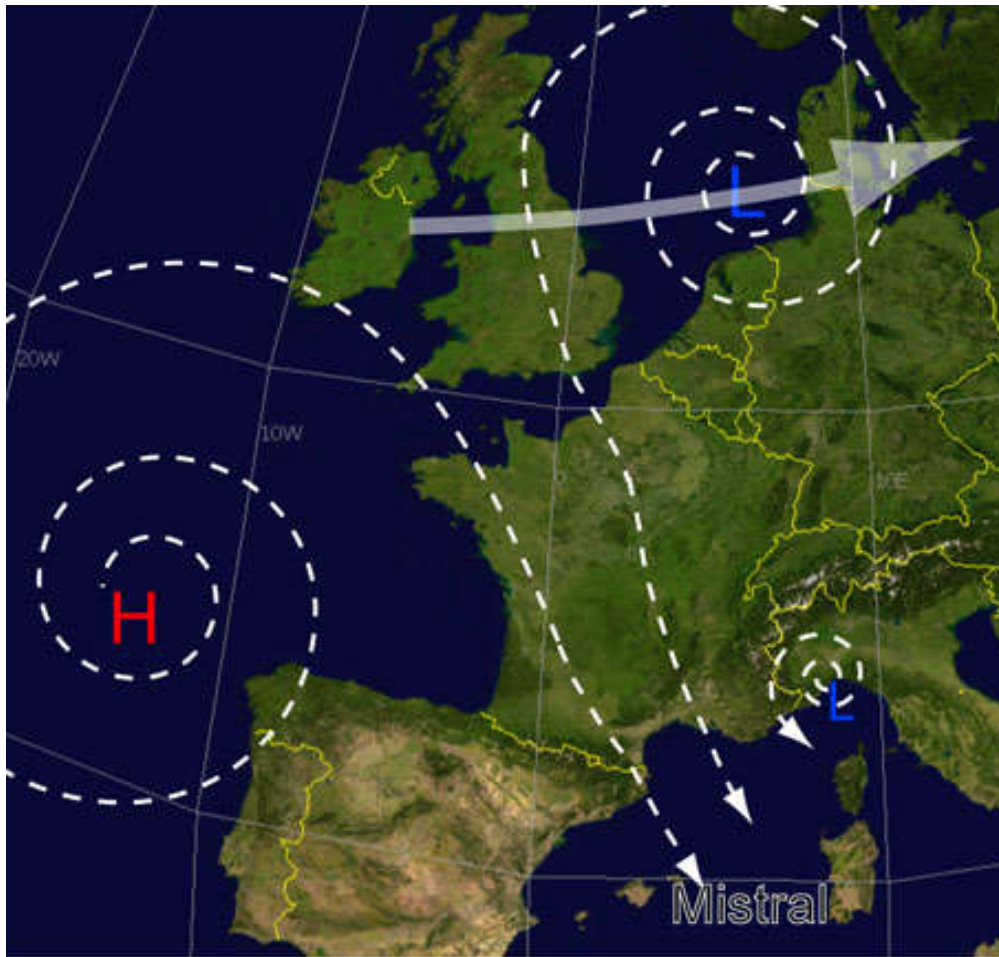
Wiatry (meteo): Mistral



Mistral to wiatr, który wieje z północnego zachodu i powstaje, gdy prądy polarnego lub arktycznego powietrza wdzierają się do Morza Śródziemnego z wybrzeży Francji. Masy powietrza nadciągające z północy, przecinające francuski Masyw Centralny i Pireneje, kierowane są wzdłuż doliny Rodanu, gdzie są znacznie przyspieszane przez gwałtowne opadanie po zawietrznych zboczach. W większości przypadków to przyspieszenie pozwala wiatrowi Mistral docierać aż do wybrzeży Korsyki i Sardynii.

Dzięki Mistralowi, a zwłaszcza latem, obserwuje się znaczne spadki temperatury przez napływ chłodniejszego i bardziej suchego powietrza, które łagodzi upały. Mistral trwa od 2 do 3-4 dni i często przynosi sztormowe lub burzliwe morze.

Wiatry (meteo): Mistral



Isola di Ponza



Oristano, Sardegna
Zachodnie wybrzeże

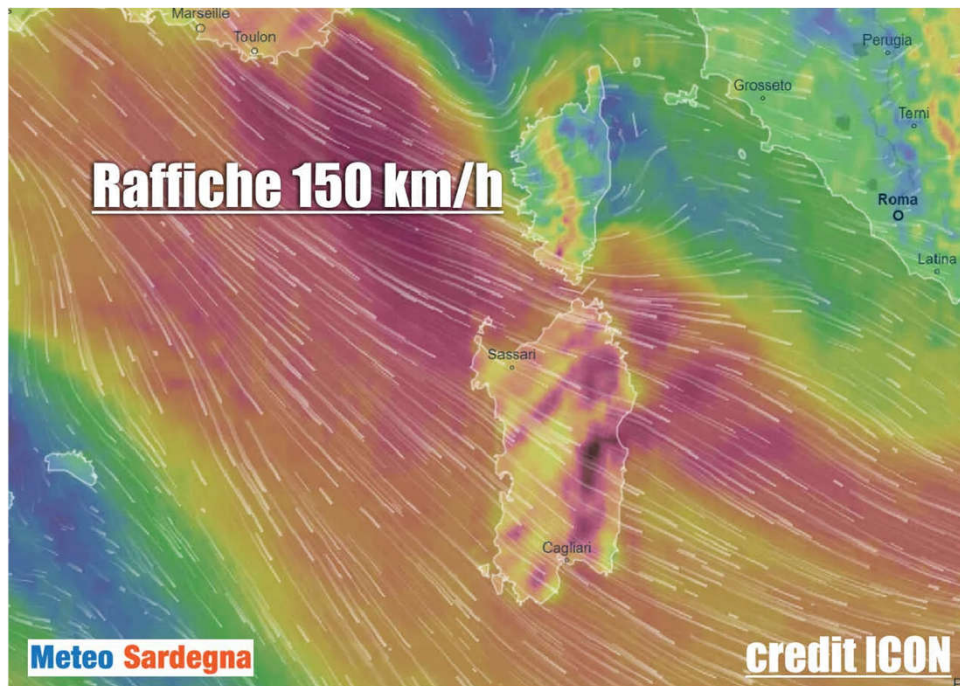
Mistral, jeden z najsłynniejszych wiatrów w Europie, tworzy się zazwyczaj przy przejściu niżu w północnej Europie oraz związany jest z występującym w tym samym czasie wyżem u wybrzeży Hiszpanii (Azorskim. Mistral zależy też od rozwoju niżu w Zatoce Lionńskiej lub w okolicach Genui.

<https://pl.wikipedia.org/wiki/Mistral> <https://www.ponzaracconta.it/2022/08/18/vento-di-maestrale/>

<https://www.comune.oristano.it/it/novita/news/Allerta-meteo-per-forte-vento-di-maestrale-00001>

<https://www.meteosardegna.it/2020/09/bufera-di-maestrale-in-sardegna-raffiche-di-vento-sino-150-km-orari-in-mare/>

Wiatry (meteo): Mistral



Silny, równy wiatr, duża ale długa fala: idealne warunki do (sportowej) żeglugi

<https://pl.wikipedia.org/wiki/Mistral> <https://www.ponzaracconta.it/2022/08/18/vento-di-maestrale/>
<https://www.comune.oristano.it/it/novita/news/Allerta-meteo-per-forte-vento-di-maestrale-00001>
<https://www.meteosardegna.it/2020/09/bufera-di-maestrale-in-sardegna-raffiche-di-vento-sino-150-km-orari-in-mare/ima-learn-navigation-meteo-marino-mistral-32189.webp>

Wiatry (meteo): Lo scirocco



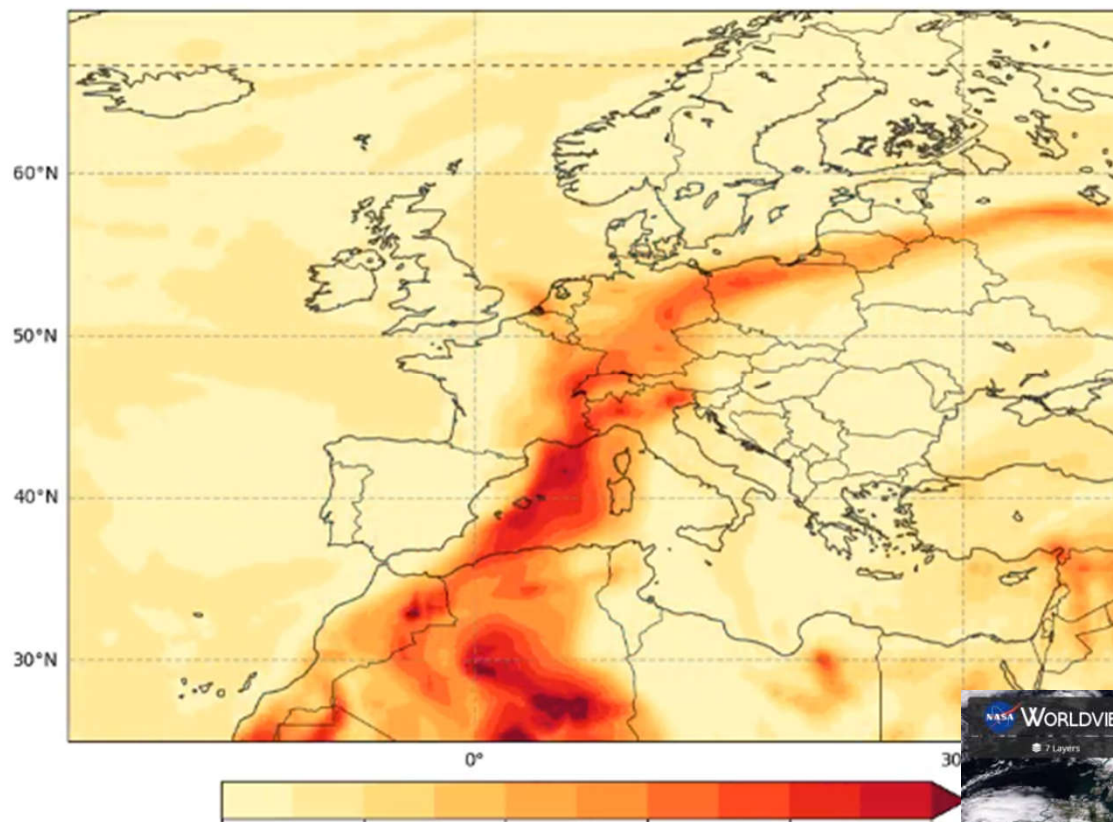
LO SCIROCCO

Sirocco to ciepły i wilgotny wiatr wiejący z południowego wschodu. Wiatr ten wieje częściej wiosną i jesienią, osiągając maksimum w marcu i listopadzie. Powstaje z ciepłych, suchych mas powietrza tropikalnego ciągniętych na północ przez obszary niskiego ciśnienia przemieszczające się na wschód nad Morzem Śródziemnym. To ciepłe, suche powietrze miesza się z wilgotnym powietrzem frontu atmosferycznego, a jego ruch spycha tę masę powietrza na wybrzeża regionów południowej Europy.

Sirocco tworzy potężne burze piaskowe w Afryce Północnej, podczas gdy w Europie i we Włoszech przynosi wzrost temperatury i wilgotności, śliskie drogi, brudny deszcz (tj. z ziarnami kurzu i piasku obecnymi w kropelkach, jako że pochodzi z Sahary) i pewne negatywne skutki zdrowotne. Sirocco, zwłaszcza zimą, przynosi chmury i deszcz.

Wiatry (meteo): Lo scirocco

CAMS Forecast Total Aerosol Optical Depth at 550nm
20240405T00 valid for 20240408T21



<https://twitter.com/i/status/1776247785504805327>

<https://smoglab.pl/pyl-znad-sahary-coraz-czesciej-w-polsce/>

**Pył z nad Sahary coraz częściej w Polsce.
Czy jest groźny dla ludzi?**

03.04.2024

[Hubert Bułgajewski](#)

**Na przełomie marca i kwietnia nad
Polskę dotarła ogromna chmura
saharyjskiego pyłu, co wywołało spore
zainteresowanie.**



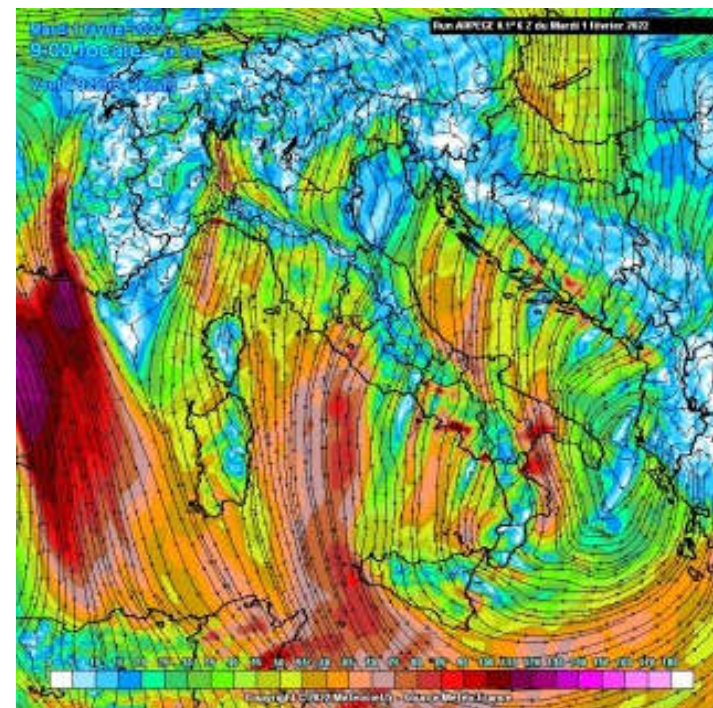
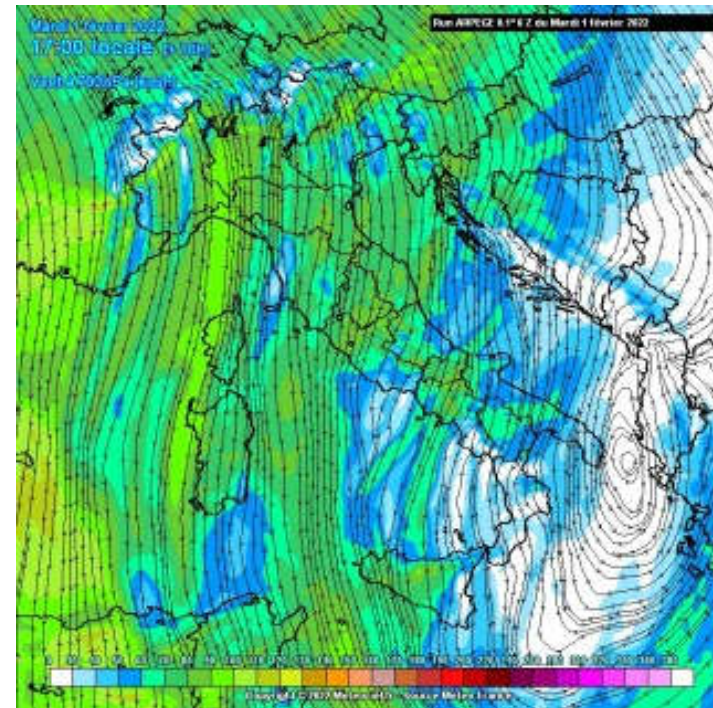
Tramontana (poprzez góry)



Krótką falą, porwisty, zimny wiatr
<https://www.naturalmeteo.it/tramontana/>

Mapa a **700 hPa** del vento in una giornata con vento di Tramontana. Fonte Meteociel

Mapa a **925 hPa** del vento, di facile individuazione il canale favonico lungo il settore occidentale della Lombardia. Fonte Meteociel



Wiatry (meteo): Ponente



IL PONENTE

Wiatr wiejący z zachodu. Latem - bardzo często jako morska bryza na wybrzeżach Morza Tyrreńskiego, łagodząc nieco upały, jako wiatr niosący niską wilgotność.

Jesienią i zimą często wieje umiarkowanie lub silnie podczas frontów atmosferycznych wędrujących z zachodu na wschód.

Jego obecność wskazuje jednak na kończący się front, a tym samym nadejście dobrej pogody. Wiejąc zawsze od strony morza, nawet zimą przynosi łagodne temperatury.

Ogólnie, narody żeglarzy, jak Grecy i Włosi, nie przeżyłyby bez doskonałej znajomości morza i wiatrów.



Chmury i góry



Passo Grosté dalla direzione
Madonna di Campiglio

Madonna di Campiglio, vista
dal Lago Ritorto

Dolomiti di Pordoi

Foto 2015-2019
Maria Karwasz

Do zapamiętania

- Jak wygląda cyrkulacja wiatrów dookoła Antarktydy?
- Co to są prądy „jet” w atmosferze
- Ile wynosi spadek temperatury (i.e. *lapse rate*) z wysokością w troposferze, przy założeniu suchego powietrza (N_2) a ile, jeśli to powietrze zawiera parę wodną?
- Co to jest punkt rosy?
- Ile wynosi w 20°C wilgotność bezwzględna H_2O , jeśli wilgotność względna wynosi 100% (tzn. para jest nasycona)
- W czasie rekordu wysokości w locie szybowca nad Tatrami, ile wynosiła prędkość wnoszenia się?
- W jakim kierunku wieje bryza morska w dzień, a w jakim nocą, i dlaczego?
- 2-3 nazwy wiatrów w rejonie Italii

Temperature lapse rate

adiabatic lapse rate [\[edit\]](#)

Thermodynamics defines an adiabatic process as:

$$P dV = -\frac{V dP}{\gamma}$$

the [first law of thermodynamics](#) can be written as

$$mc_v dT - \frac{V dP}{\gamma} = 0$$

Also, since the density $\rho = m/V$ and $\gamma = c_p/c_v$, we can show that:

$$\rho c_p dT - dP = 0$$

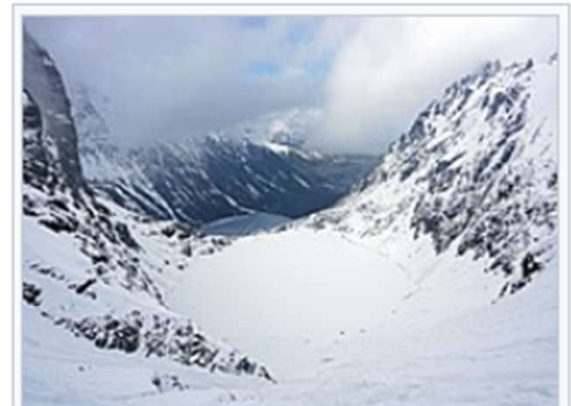
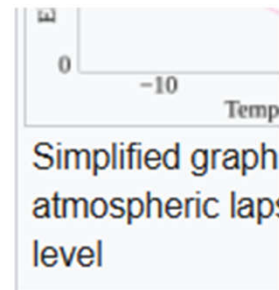
where c_p is the [specific heat](#) at constant pressure.

Assuming an atmosphere in [hydrostatic equilibrium](#):^[18]

$$dP = -\rho g dz$$

where g is the [standard gravity](#). Combining these two equations to eliminate the pressure, one arrives at the result for the *dry adiabatic lapse rate* (DALR),^[19]

$$\Gamma_d = -\frac{dT}{dz} = \frac{g}{c_p} = 9.8 \text{ }^\circ\text{C/km}$$

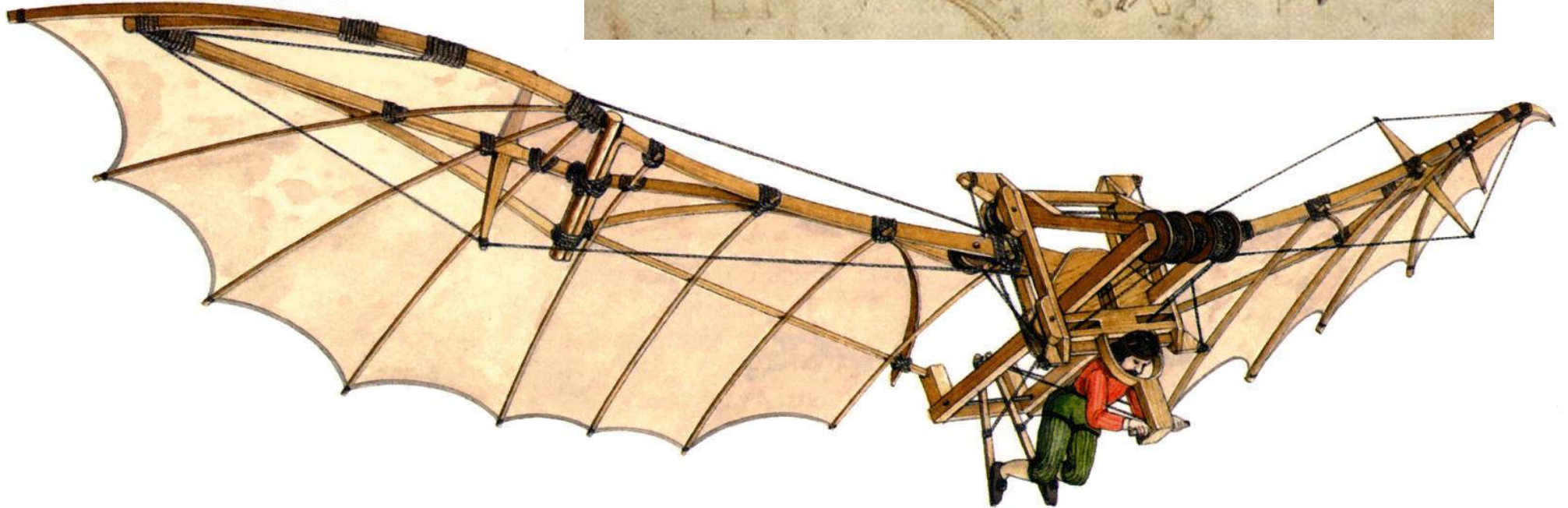
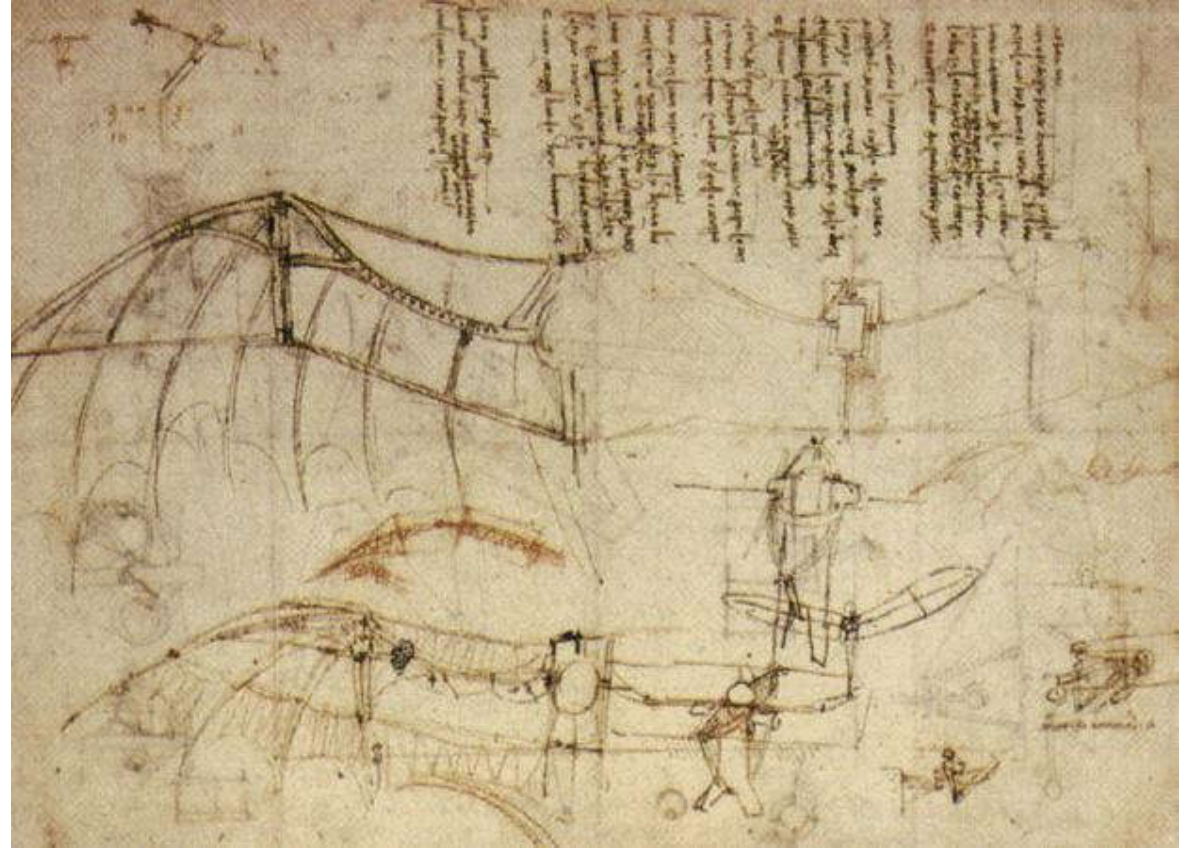


Higher [Czarny Staw pod Rysami](#) lake (elevation 1,583 metres (5,194 ft)) is still frozen as the lower [Morskie Oko](#) lake has already almost melted (elevation 1,395 metres (4,577 ft)). Photo from [Polish](#) side of the [Tatra mountains](#), May 2019.

Mito di Icaro



Leonardo da Vinci



Museo delle Scienze Naturali, Vienna



Te bestie szybowwały, a nie latały
Duże nogi służyły do katapultowania się do lotu.

Morze Bałtyckie nie jest miejscem z silnymi prądami wstępującymi...



<https://www.youtube.com/watch?v=WRI3ACdmBoU>

„więcej szczęścia niż...”

Parapendio



https://www.youtube.com/watch?v=KvWXrHcvm_M

Parapendio



<https://www.youtube.com/watch?v=Cf65QRtqGl8>

Niestety...

<https://www.trentotoday.it/tag/incidenti-parapendio/>

il 18 giugno del 2019

CRONACA

Incidente con il parapendio a Baitoni di Bondone: grave una ragazza 31enne

Qualcosa è andato storto nella fase di decollo, la ragazza ha perso il controllo della vela schiantandosi a terra.

il 2 maggio del 2019



CRONACA

Due incidenti con il parapendio al Col Rodella

Illeso un parapendista, finito sugli alberi in fase di atterraggio; gravi traumi per il secondo, precipitato dopo il decollo.

il 28 settembre del 2018



CRONACA

Brentonico, precipita durante il volo in parapendio e muore

Uno sportivo straniero ha perso la vita dopo il lancio da Malga Campo, nell'Baldo trentino

l' 8 luglio del 2018

