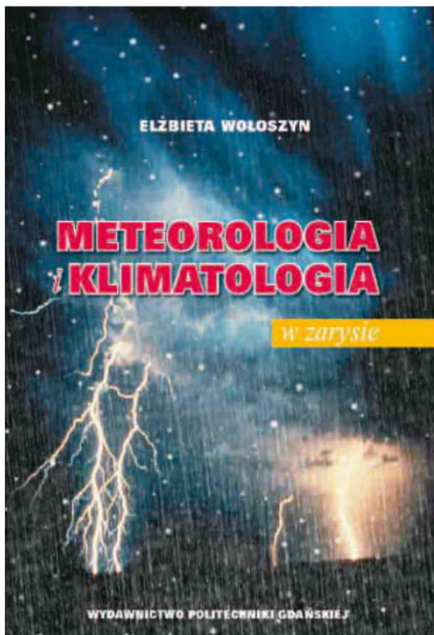


Fizyka i Chemia Atmosfery

Wykład 8 Meteorologia

Grzegorz Karwasz



Arystoteles „Meteorologia”: chmury

„[...] wilgoć w wyniku działania promieni oraz napływającego z góry ciepła, parując, unosi się ku górze. Skoro jednak ciepło, które unosi [ciepło ukryte parowania 540 cal/g] zaczyna znikać zarówno na skutek rozpraszania się w górnych warstwach, jako też oziębienia spowodowanego osiągnięciem wysokości [gradient temperatury w troposferze], wtedy para ulegając ochłodzeniu, tak z powodu braku ciepła jak również wskutek natury miejsca, zgęszcza się nowo i powietrze staje się wodą [kondensuje]. Skoro więc wytworzy się woda, wtedy spada znowu na Ziemię. Para jest wyziewem pochodzącym z wody, chmurą natomiast powietrze zgęszczające się w wodę. Mgła jest pozostałością chmury zgęszczającej się w wodę i stąd jest raczej oznaką dobrej pogody niż deszczu. Mgła jest przeto rodzajem chmury nie przynoszącej deszczu. (346 b)



Szron powstaje wówczas, gdy mgła zamarza, zanim zgęści się w wodę (dzieje się to zimą oraz na chłodniejszych zazwyczaj terenach).

Ryc. 2. (a) W cieczech też może zaistnieć uporządkowanie: dookoła jonu Na^+ cząsteczki wody tworzą dwie powłoki „solvacyjne” [8]. (b) W mroźną noc napłynęło wilgotne powietrze znad morza: na gałęziach czereśni osadziła się para wodna w postaci szadzi. Foto Maria Karwasz, Sopot, 13/01/2017.

„Meteorologika”: grad i tęcza

„Poza tym dziwne jest to, iż woda zamarza na pewnej wysokości. [...]

Niektórzy [Anaksagoras] podają następującą przyczynę istnienia i powstawania zjawiska. Kiedy chmura zostanie wypchnięta wysoko [przez prądy wznoszące atmosfery] ku obszarom, gdzie panuje chłód [gradient temperatury w atmosferze to mniej więcej 1°C na 100 m], ponieważ nie dociera tam ciepło odbitych od Ziemi promieni [zob. bilans cieplny Ziemi], wówczas woda, która w tym miejscu się znalazła, staje się lodem. Stąd właśnie chmury gradowe są częste w lecie i w cieplejszych okolicach, gdyż występujące w większych ilościach ciepło skuteczniej wypycha chmury ku górze.” (348 a)

Arystoteles próbował też wyjaśnić tęczę. (Ks. III, R. 2-5) Zauważył słusznie, że powstaje ona pod ściśle określonym kątem w stosunku obserwatora i do Słońca, zauważył że tęcza wtórna ma odwrócone kolory, słusznie twierdził, że tęcza pochodzi z „odbicia” światła Słońca od kropel wody.

Nie rozumiał jednak zjawiska załamania światła, a w szczególności, że współczynnik załamania zależy od koloru. Na wyjaśnienie tęczy trzeba było poczekać do czasów Kartezjusza.

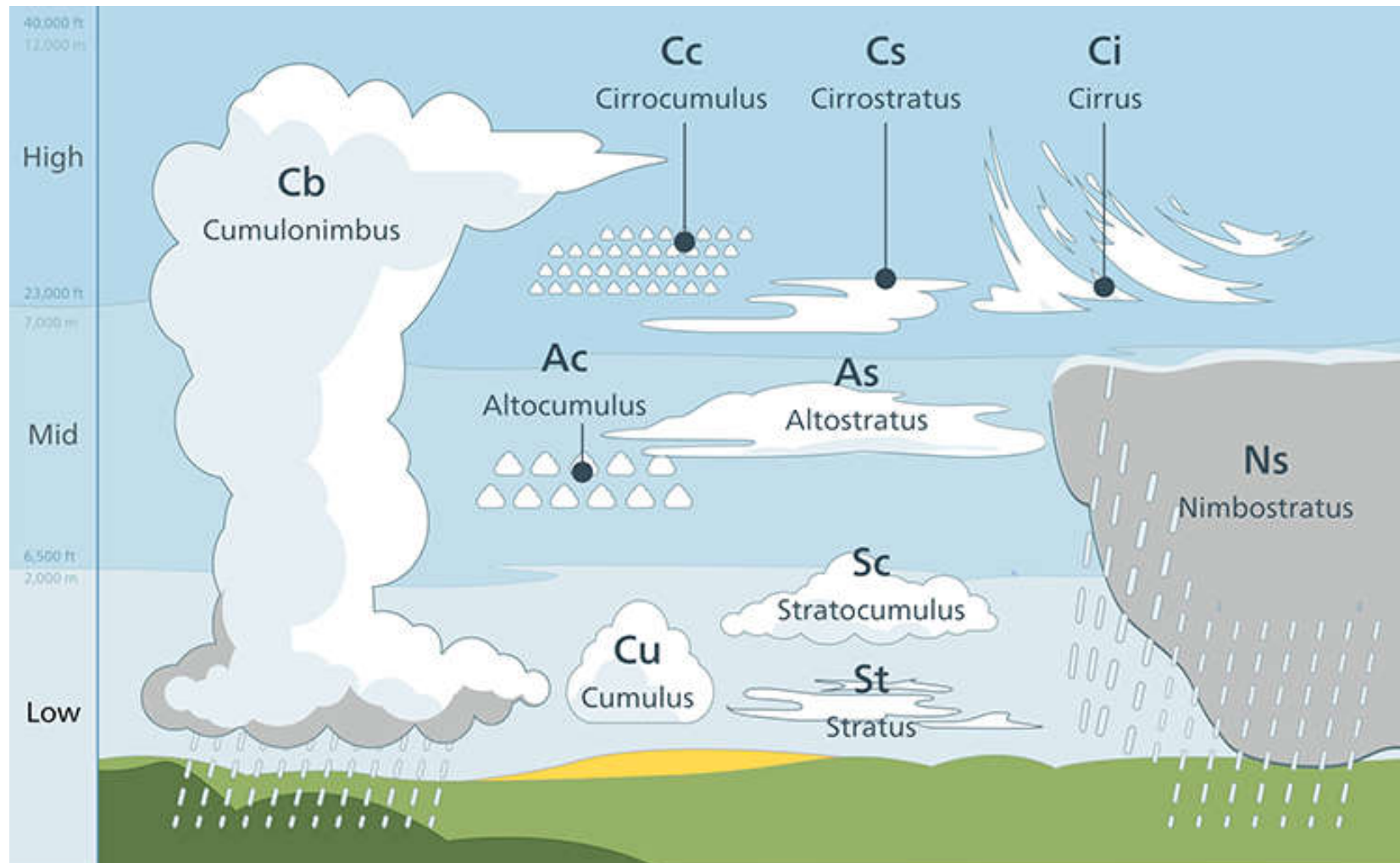


Overview: clouds

Clouds come in
different sizes and
shapes

depending on:

- atmospheric motions
- composition (solid/liquid H₂O)
- temperature



How can supersaturation be achieved?

2. Examples of mixing clouds



Jet contrails



Breathing on a on a cold day

But also: fog that forms when cold, dry air moves over warm, moist ground, e.g. just after rain

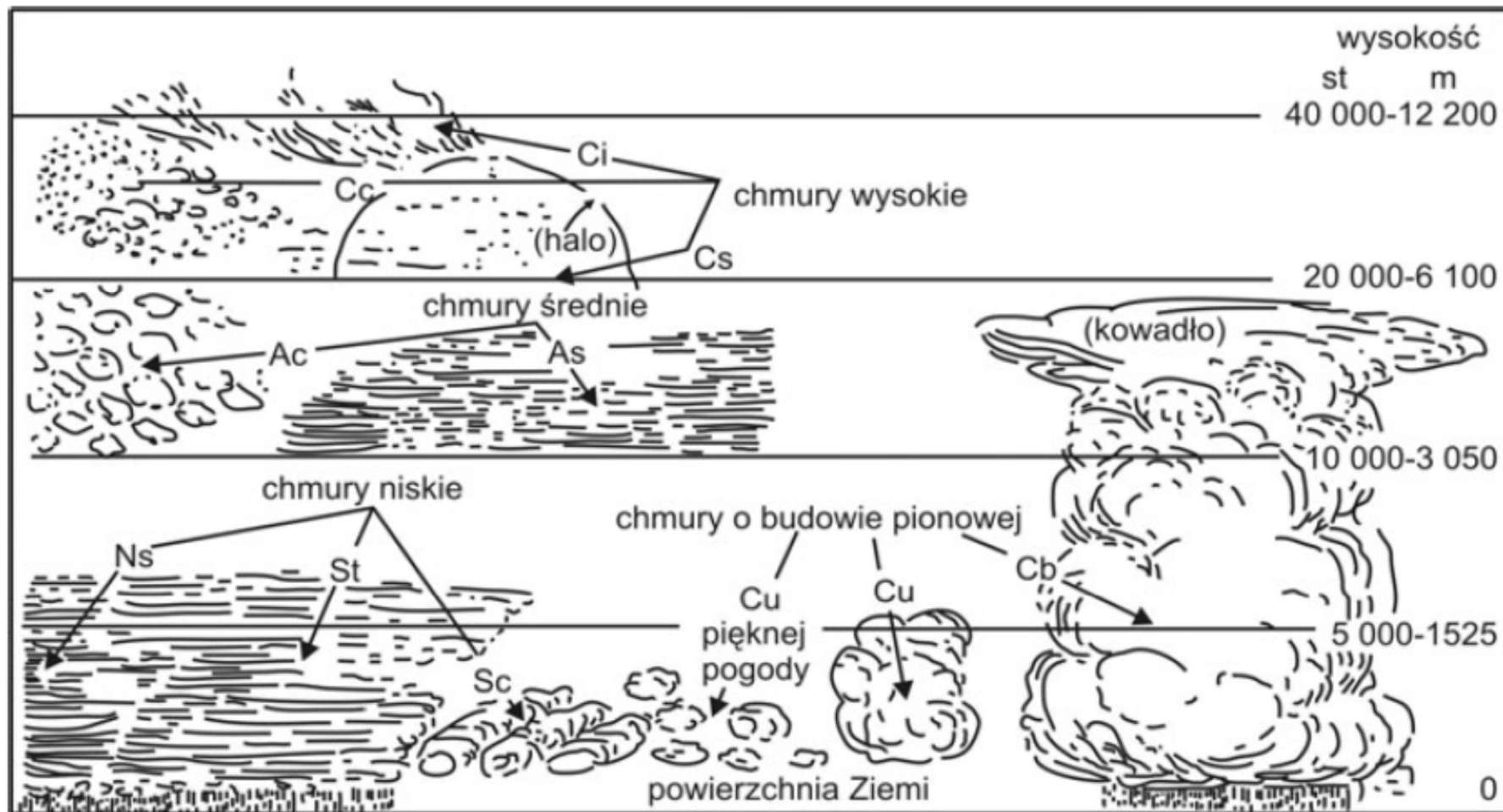
Klasyfikacja chmur

Tablica 6.6

Podstawowa, międzynarodowa klasyfikacja chmur (Międzynarodowy atlas chmur, 1959)

Rodzina chmur	Rodzaj			Wysokość w km	
	nazwa polska	nazwa łacińska	skrót	dolna granica	górna granica
Wysokie	pierzaste	<i>Cirrus</i>	<i>Ci</i>	4 ÷ 10	13 ÷ 16
	pierzasto-kłębiaste	<i>Cirrocumulus</i>	<i>Cc</i>	6 ÷ 8	13 ÷ 16
	pierzasto-warstwowe	<i>Cirrostratus</i>	<i>Cs</i>	7 ÷ 8	13 ÷ 16
Średnie	średnie kłębiaste	<i>Alto cumulus</i>	<i>Ac</i>	2,5 ÷ 5	5 ÷ 6
	średnie warstwowe	<i>Alto stratus</i>	<i>As</i>	2,5 ÷ 5	5 ÷ 6
Niskie	warstwowe-deszczowe	<i>Nimbostratus</i>	<i>Ns</i>	0,1 ÷ 2	6 ÷ 8
	kłębiasto-warstwowe	<i>Strato cumulus</i>	<i>Sc</i>	0,2 ÷ 2,5	2,5
	niskie warstwowe	<i>Stratus</i>	<i>St</i>	0,05 ÷ 0,6	1 ÷ 2,5
O rozwoju pionowym	kłębiaste	<i>Cumulus</i>	<i>Cu</i>	0,3 ÷ 2,5	6 ÷ 8
	kłębiaste deszczowe	<i>Cumulonimbus</i>	<i>Cb</i>	0,6 ÷ 2	8 ÷ 12

Klasyfikacja chmur

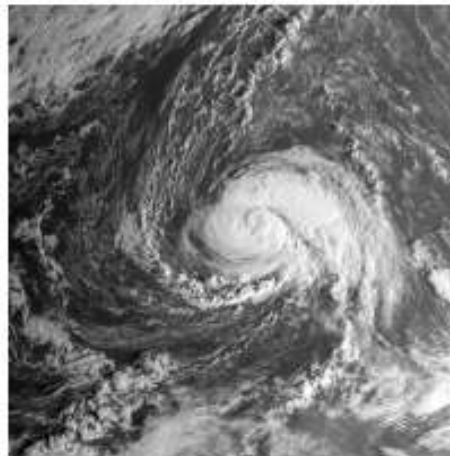


Rys. 6.7. Schemat podziału chmur na rodzaje według wysokości i postaci

Nawałnica, tajfun, orkan

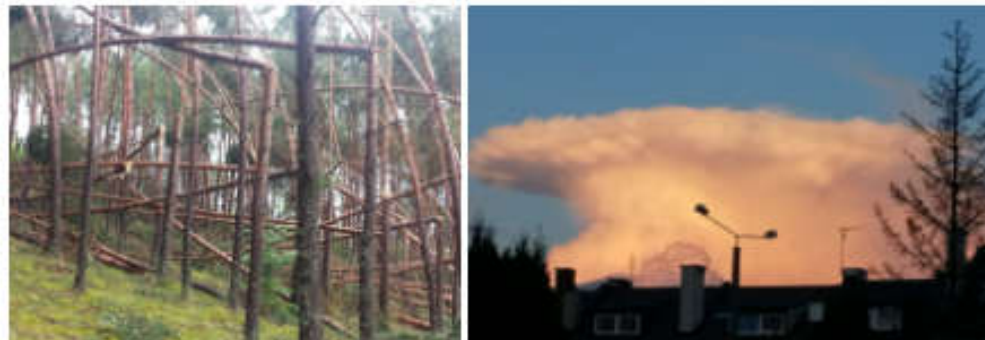
Nawałnica, orkan, tajfun - nadciąga Ofelia. Czy powinniśmy się jej bać?

W lipcu trąba powietrzna nad Borami Tucholskim, we wrześniu orkan w Lubuskiem, w październiku tajfun tropikalny nad Anglią. Czy coś się dzieje z klimatem? Tak, i to zdecydowanie!



Rys. 1. Wir huraganu Ofelia (ang. Ophelia) [1].

Kilometry lasu zostały zmiecione przez trąbę powietrzną w lipcu. Drzewa połamane w pół jak zapalki. W zasadzie była to nawet nie trąba, ale niszczący wał burzowy, który przetoczył się nad Borami. Na przełomie września i października, orkan Ksawery pozostawił bez prądu 370 tysięcy gospodarstw domowych w województwie Lubuskim. Były też ofiary śmiertelne.



Orkan „Ofelia” 15/10/2017 Sopot



10:21

*Nimbus,
Stratonimbus*

Zimny, zachodni wiatr i ciemne chmury
„Dziesięć w skali Beauforta”

<https://youtu.be/lz5yZqQyWhE>

Orkan „Ofelia” 15/10/2017 Sopot



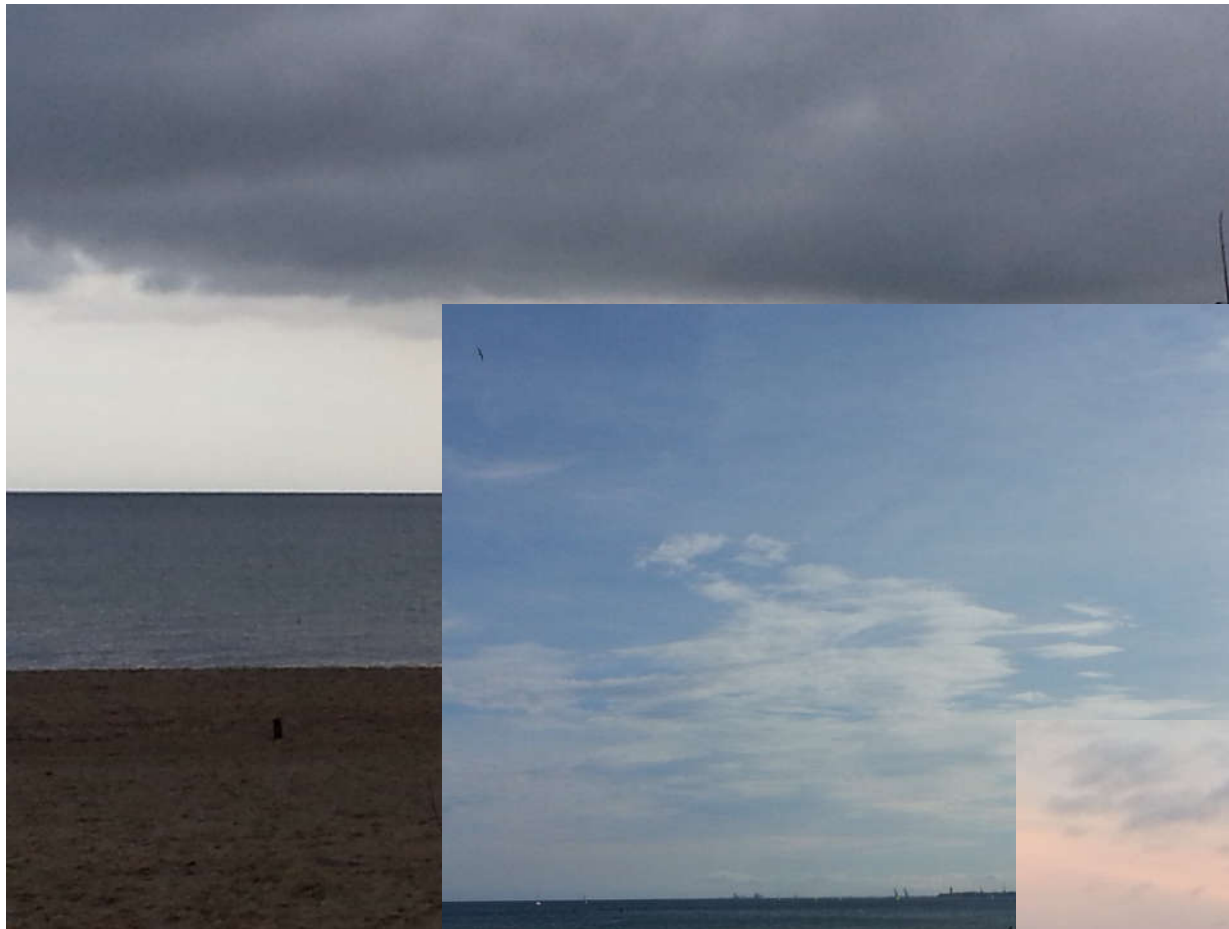
10:21
*Nimbus,
Stratonimbus*



15:12
Stratocumulus

Niebo rozchmurzyło się w ciągu paru godzin

Orkan „Ofelia” 15/10/2017 Sopot



10:21

*Nimbus,
Stratonimbus*



Altocumulus
17:56

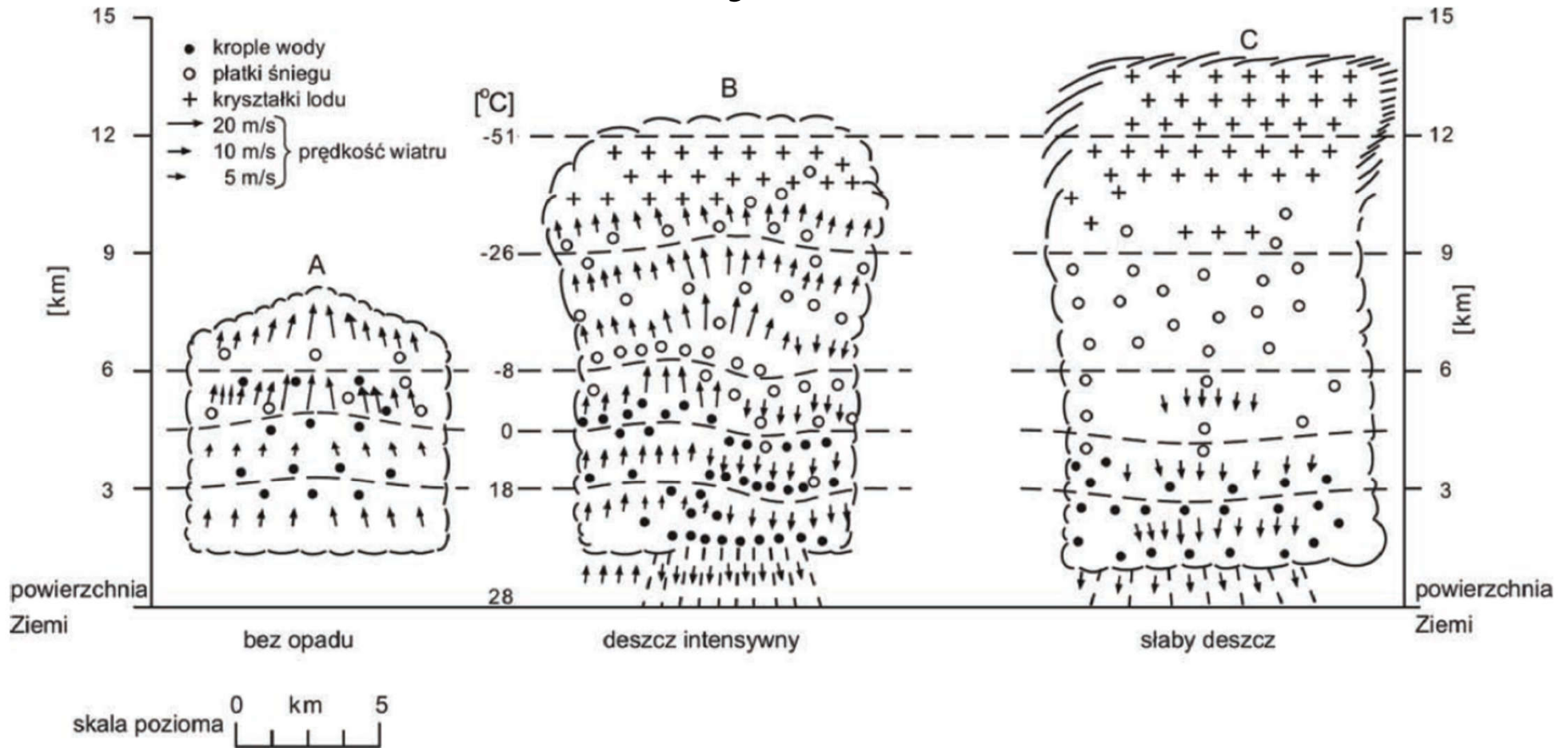
Wbrew pozorom, orkan
przynosi ciepłe powietrze
i słoneczną (po burzy) pogodę

15:12

Stratocumulus



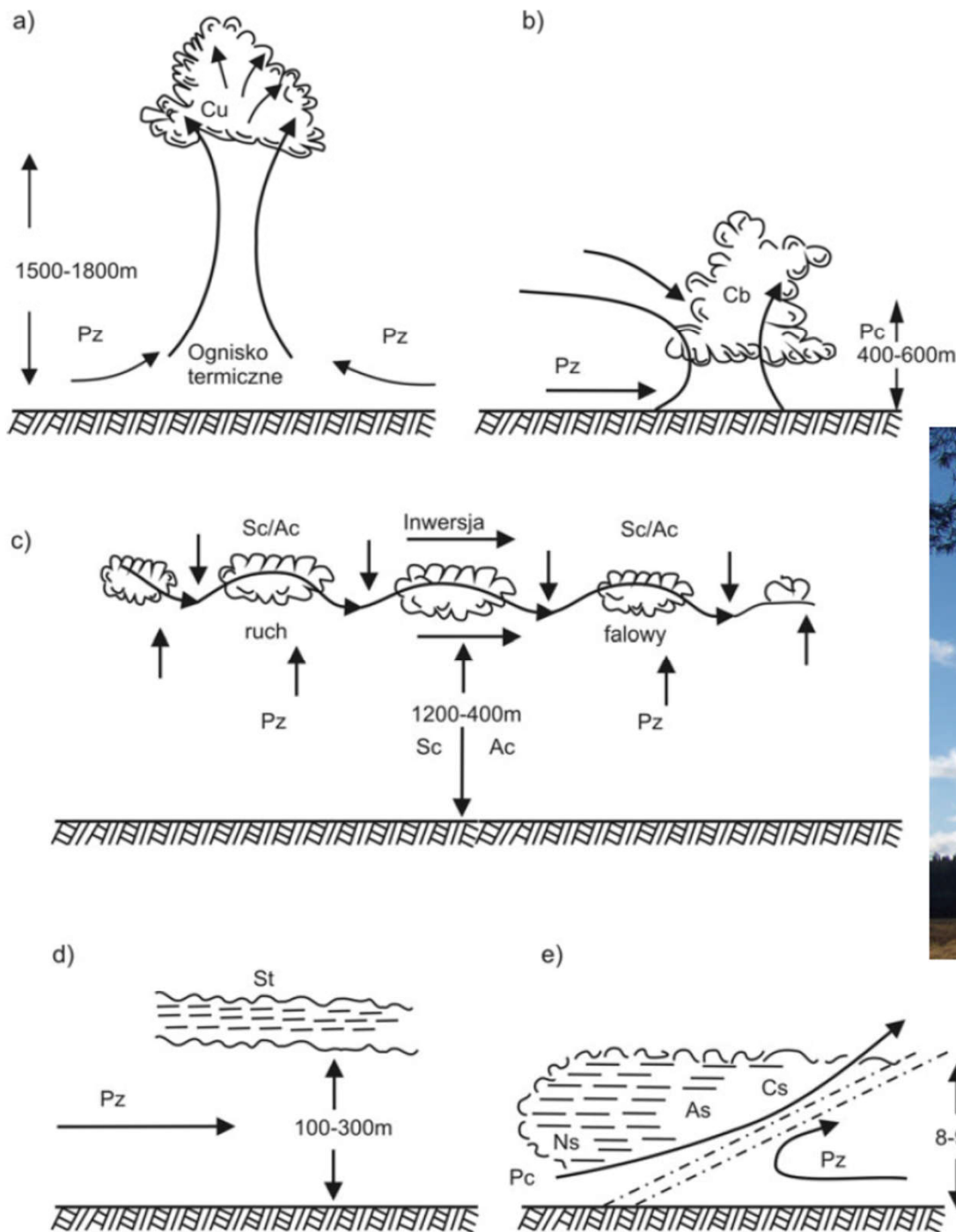
Chmury burzowe



Rys. 14.1. Stadia rozwoju chmury burzowej. Strzałki wskazują kierunek i wielkość prądów powietrza;
 A – faza wzrostu – prądy wstępujące, B – faza dojrzała – prądy wstępujące i zstępujące,
 C – faza rozpadu – prądy zstępujące, wyładowania elektryczne (Barry i in., 1990)

Nośniki ładunków: H^+ vs. OH^- różne prędkości dryfu

Mechanizmy powstawania chmur

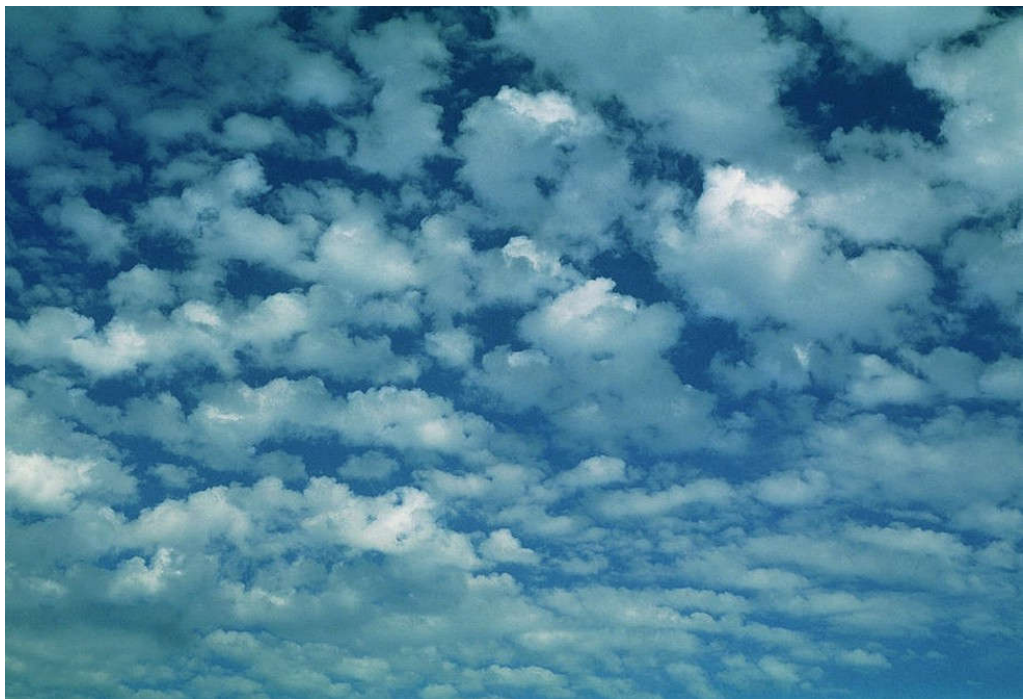


Cumulusy o małej rozciągłości pionowej, *Cumulus humilis* i *cumulus fractus* (E. Wołoszyn)

Cumulus, Cumulonimbus
Stratocumulus, Altocumulus
Stratus, Nimbostratus, Altostratus, Cirrus

Rys. 6.8. Procesy tworzenia się chmur kłębiastych (a) i (b), kłębiasto-warstwowych (c) i warstwowych (d) i (e): Pc – powietrze cieplejsze, Pz – powietrze zimne (Szczeciński, 1962)

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.*

Jesienne cumulusy (nad Weroną)



Werona, 28.09.2024, godz. 18:05

Przedgórze Alp, niezbyt ciepło (słabe nasłonecznienie): niski pułap chmur, przelotne opady

Jesienne cumulo-nimbusy (nad Brescią)



Brescia, 28.09.2024, godz. 18:10, foto Maria Karwasz
Te same cumulusy widziane z dołu

Alto cumulus: piękna, letnia pogoda



Sopot_2015/07/17, 7:16, Foto GK

Cirrostratus?



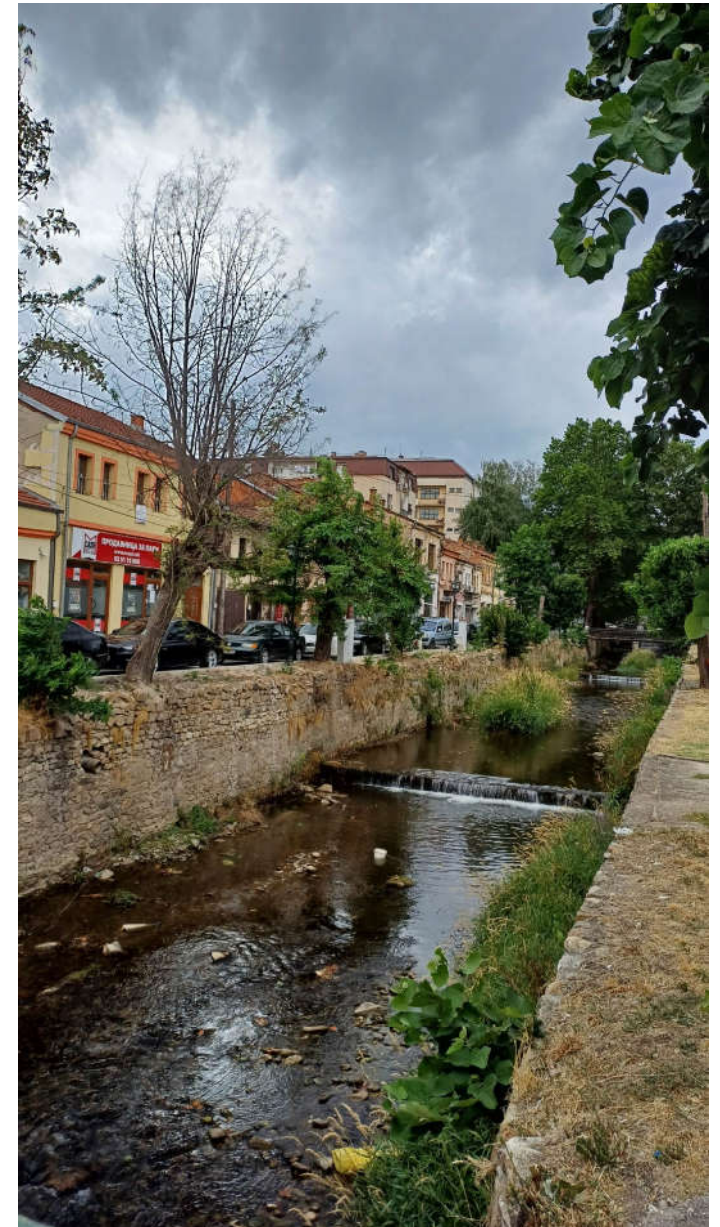
Tczew, 08/02/2024, 9:01

Cirrostratus?



Prilep, 02/07/2024, 10:17

Bitola, 02/07/2024 15: 28, przed burzą



Kazachstan



Letnia, wyżowa pogoda nad południową Syberią
Wąwóz Charyn, 12/06/2024, 13:51 Foto Maria Karwasz

Kazachstan



Wąwóz Charyn, 12/06/2024, 14:22

Kazachstan



W oddali monsunowe chmury nadciągające na Ałtaj od strony Chin
Wąwóz Charyn, Widok na Ałtaj, 12/06/2024, 15:29

Sopot, przychodnia Brodwin



Cirrusy nad Bałtykiem

Warunki tworzenia się *cirrusów*, zob. lewy górny róg

Chmury, chmury, chmury...

Nauka o klimacie, str. 93



Cirrus, cirrostratus (RFN) 30/08/2004

https://pl.wikipedia.org/wiki/Plik:Feine_Cirren_20040830.jpg



Cumulus humilis [clouds](#) in the foreground and cumulonimbus clouds in the back, taken at Swifts Creek, in the Great Alps of East Gippsland, Victoria, [Australia](#). 20/02/2006



W Sopocie zanosi się na śnieg

Postacie opadów powstających z różnych rodzajów chmur
(Holec, Tymański, 1973)

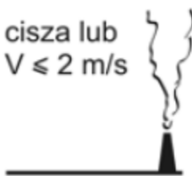
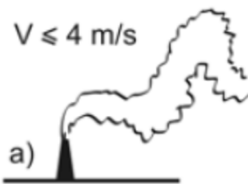
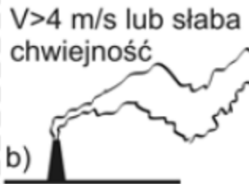
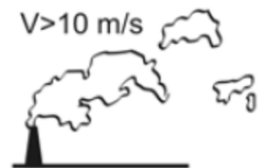
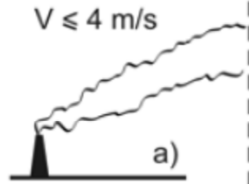
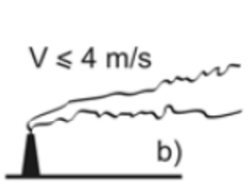
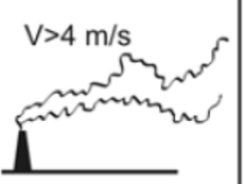
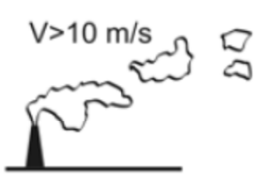
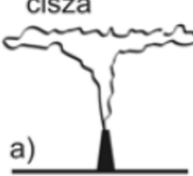
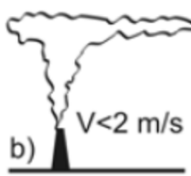
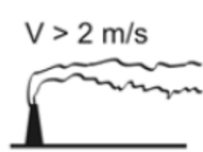
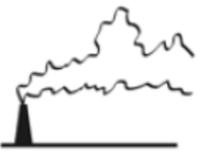
Opad \ Chmura	<i>As</i>	<i>Ns</i>	<i>Sc</i>	<i>St</i>	<i>Cu</i>	<i>Cb</i>
deszcz	+	+	+		+	+
mżawka				+		
śnieg	+	+	+			+
krupy śnieżne			+			+
śnieg ziarnisty				+		
deszcz lodowy	+	+				
krupy lodowe						+
grad						+
słupki lodowe				+		

Stratocumulus szczególnie gęsto ułożone, pofałdowane (*undulatus*), dość wysoko położone, o dużej grubości, słaby wiatr

2024/02/18_16:13:04 Foto GK



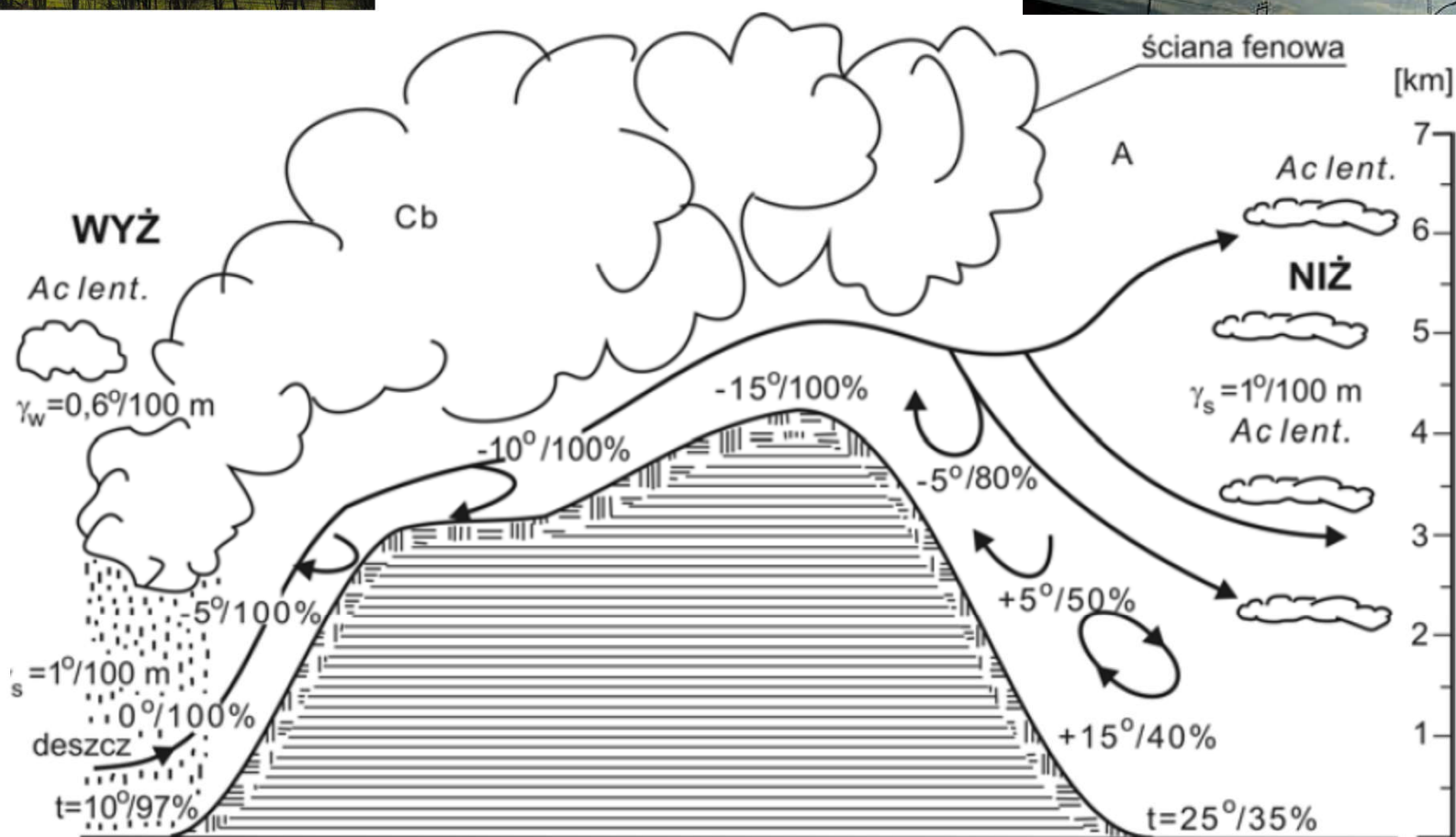
Wiatry

Pionowa równowaga powietrza	TYPY SMUG DYMU			
	1	2		3
chwiejna	cisza lub $V \leq 2 \text{ m/s}$ 	$V \leq 4 \text{ m/s}$ a) 	$V > 4 \text{ m/s}$ lub słaba chwiejność b)  * wyraźne skłębienia	$V > 10 \text{ m/s}$ 
stała	4		5	6
	$V \leq 4 \text{ m/s}$ a) 	$V \leq 4 \text{ m/s}$ b)  bez wyniesienia	$V > 4 \text{ m/s}$ 	$V > 10 \text{ m/s}$ 
wybitnie stała	—		8	9
	cisza a) 	$V < 2 \text{ m/s}$ b) 	$V > 2 \text{ m/s}$  wewnątrz inwersji	 nad inwersją  pod inwersją





Wiatr halny



Rys. 9.15. Schemat powstawania wiatru fenowego (halnego)

(oprac. własne)

Pogoda w górach

Previsione per oggi, domenica 17/03/2024

Sole e nubi



Condizioni meteorologiche

Le Alpi saranno interessate da correnti da nordovest con masse d'aria di origine atlantica.

Il tempo di oggi

Nel corso della giornata la nuvolosità medio-alta tenderà ad intensificarsi determinando condizioni di luce diffusa.

VENTO IN QUOTA A 3000 M

1 - vento debole: 5-15 km/h

2 - vento moderato: 16-20 km/h

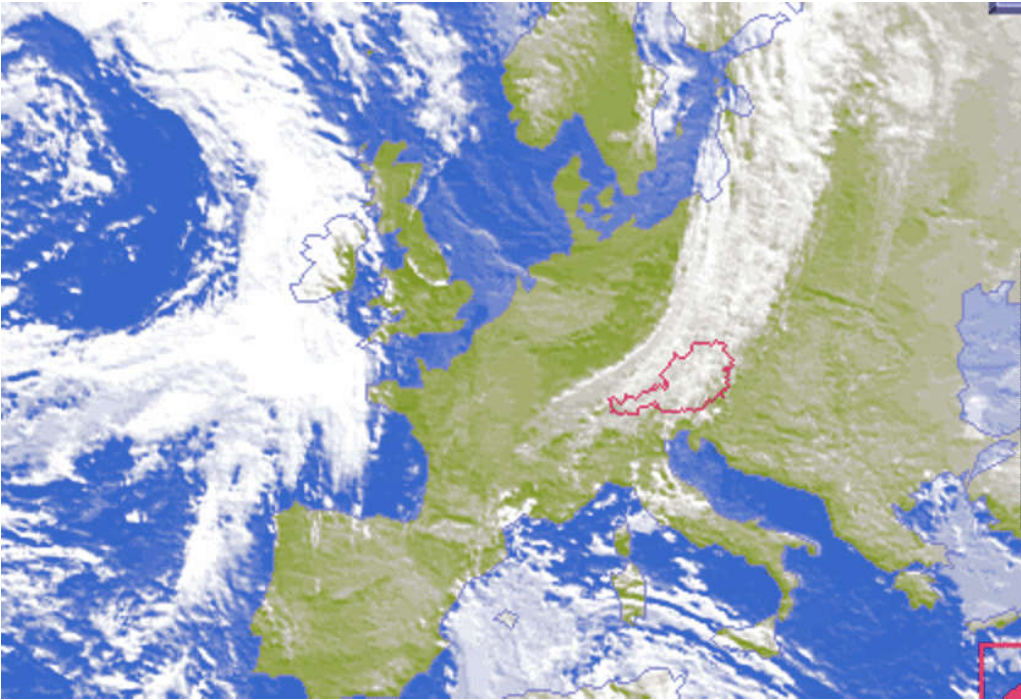


SOLE

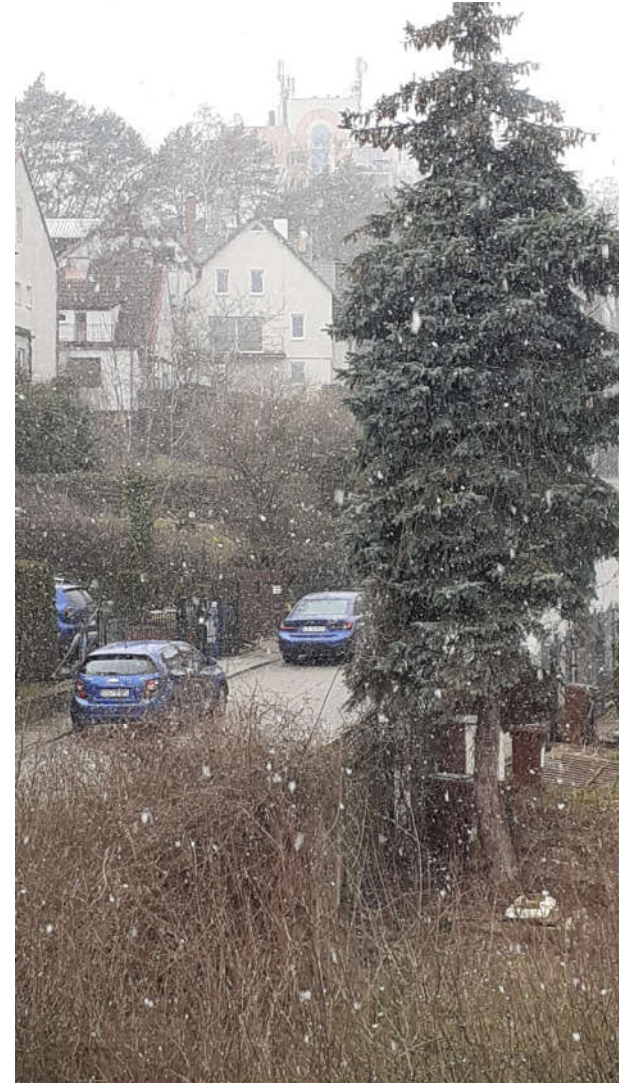
Sorge: ore 06:24

Tramonta: ore 19:24

16/03/2024 Alpy dzielą prądy powietrza



W Sopocie, po dwóch dniach słońca (+13 C),
dziś rano krótko padał śnieg



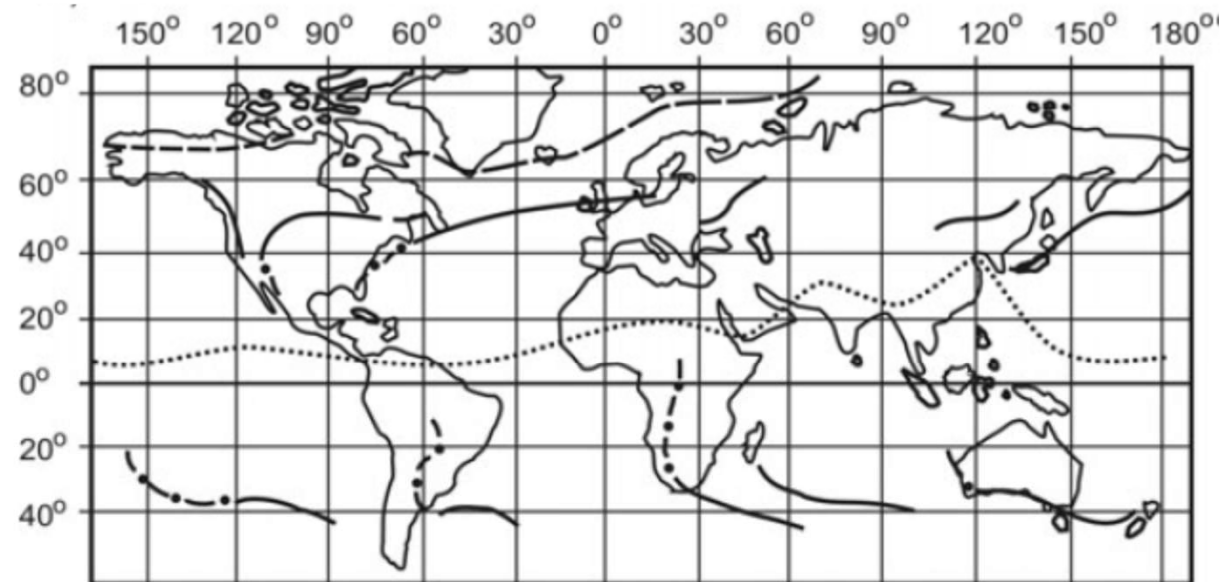
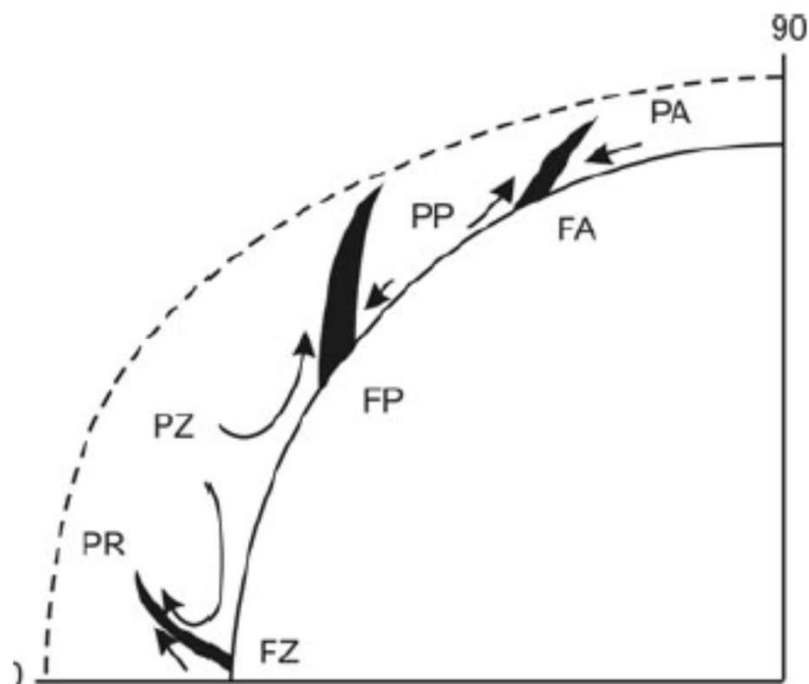
<https://www.bergfex.pl/tirol/wetter/sat/>

<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.bergfex.pl%2Ftirol%2F>

[wetter%2Fsat%2F&psig=AOvVaw2-QxsAXBP5K8zZqEa0zIzP&ust=1710757619846000](https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.bergfex.pl%2Ftirol%2Fwetter%2Fsat%2F&psig=AOvVaw2-QxsAXBP5K8zZqEa0zIzP&ust=1710757619846000)

[&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBMQjRxqFwoTCOjGieGU-4QDFQAAAAAdAAAAABAD](https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.bergfex.pl%2Ftirol%2Fwetter%2Fsat%2F&psig=AOvVaw2-QxsAXBP5K8zZqEa0zIzP&ust=1710757619846000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBMQjRxqFwoTCOjGieGU-4QDFQAAAAAdAAAAABAD)

Fronty atmosferyczne



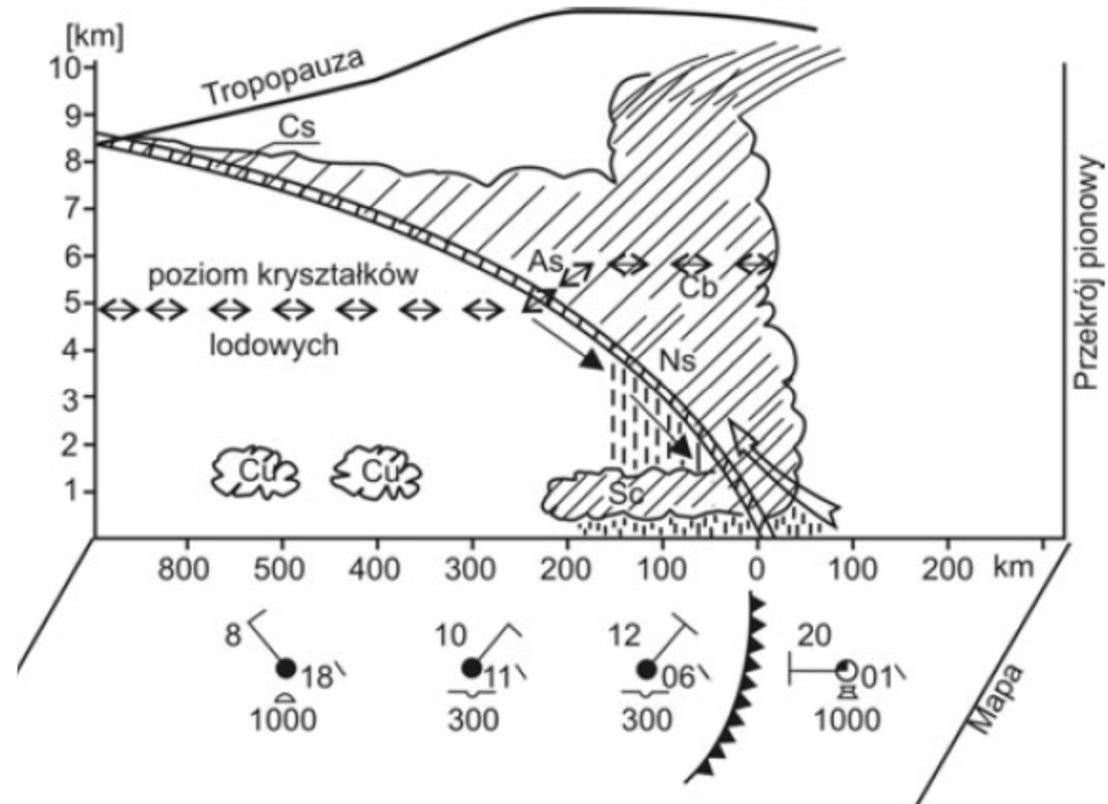
1 – front arktyczny, 2 – front polarny, 3 – front pasatowy

FA – front arktyczny,
 FP – front polarny,
 FZ – front zwrotnikowy

The diagram illustrates a vertical cross-section of the atmosphere, showing the vertical distribution of various cloud types and their microphysical characteristics. The vertical axis represents altitude in kilometers (km), ranging from 0 to 10. The horizontal axis represents distance in kilometers (km), ranging from 0 to 800. The top of the diagram is labeled "Tropopauza" (Tropopause). The right side is labeled "Przekrój pionowy" (Vertical cross-section). The diagram shows several cloud layers: Ci (Cirrus) at the top, Cs (Cirrostratus) below it, As (Altostratus) below that, and St (Stratus) at the bottom. A layer of ice crystals (Poziom kryształków lodowych) is shown between the As and Cs layers. The diagram also shows the vertical distribution of various cloud microphysical characteristics, including droplet size (ranging from 0.5 to 10 μm), ice crystal size (ranging from 1 to 40 μm), and ice crystal concentration (ranging from 10 to 26 cm⁻³). The diagram is a schematic representation of the vertical structure of clouds and their microphysical properties.

W miarę zbliżania się do linii frontu *Altostratus* (*As*) przechodzi w chmury *Nimbostratus*-warstwowe-deszczowe (*Ns*), z których wypada opad ciągły – długotrwały i obfity. Pod chmurami *Nimbostratus* płyną szybko strzępy poszarpanych chmur *Stratofractus* (*Fs*) – chmury „złej pogody”, unoszące się nisko nad ziemią (100÷200 m). Tylne zasłony chmur kończą się dość nagle, tuż za linią frontu. Niebo przejaśnia się, temperatura wzrasta. Strefa opadów przed linią frontu wynosi zwykle 300÷400 km i zawsze znajduje się przed linią frontu. Nie zawsze jednak frontowi ciepłemu muszą towarzyszyć opady. Jeżeli wślizgujące się ciepłe powietrze jest suche i poziom kondensacji położony jest wysoko, wówczas układ chmur frontowych jest bardzo zredukowany. W takim przypadku opad nie wystąpi.

Front chłodny



W wyniku wklínowywania się powietrza chłodnego pod powietrze ciepłe, powietrze ciepłe wślizguje się po klinie chłodnego powietrza w kierunku przeciwnym do ruchu masy chłodnej. Powstaje układ zachmurzenia podobny jak na froncie ciepłym, tylko w odwróconym porządku (w stosunku do ruchu powietrza). Idąc od linii frontu w kierunku napływu chłodnego powietrza występują najpierw chmury *Ns*, które przechodzą następnie w *As*, a te w *Cs*. Na samym czole frontu rozwijają się natomiast silnie wypiętrzone chmury konwekcyjne *Cb*. Z chmur *Cb* w bliskości linii frontu wypadają silne opady ulewne, a za linią frontu, z chmur *Ns* – opady ciągłe. Strefa opadów jest węższa niż w przypadku frontu ciepłego i wynosi od 150÷200 km.

Analiza Fouriera: cykl synoptyczny

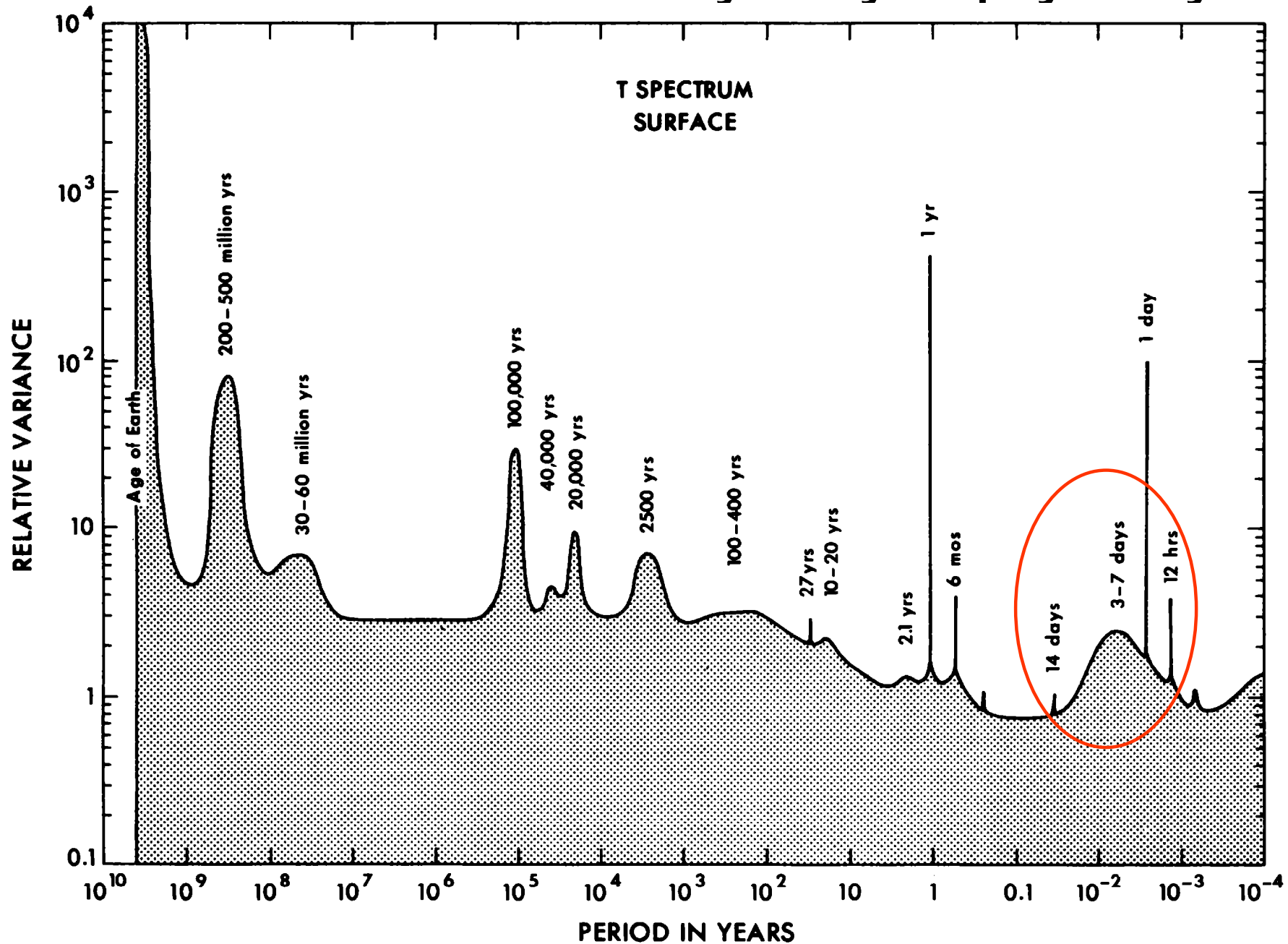
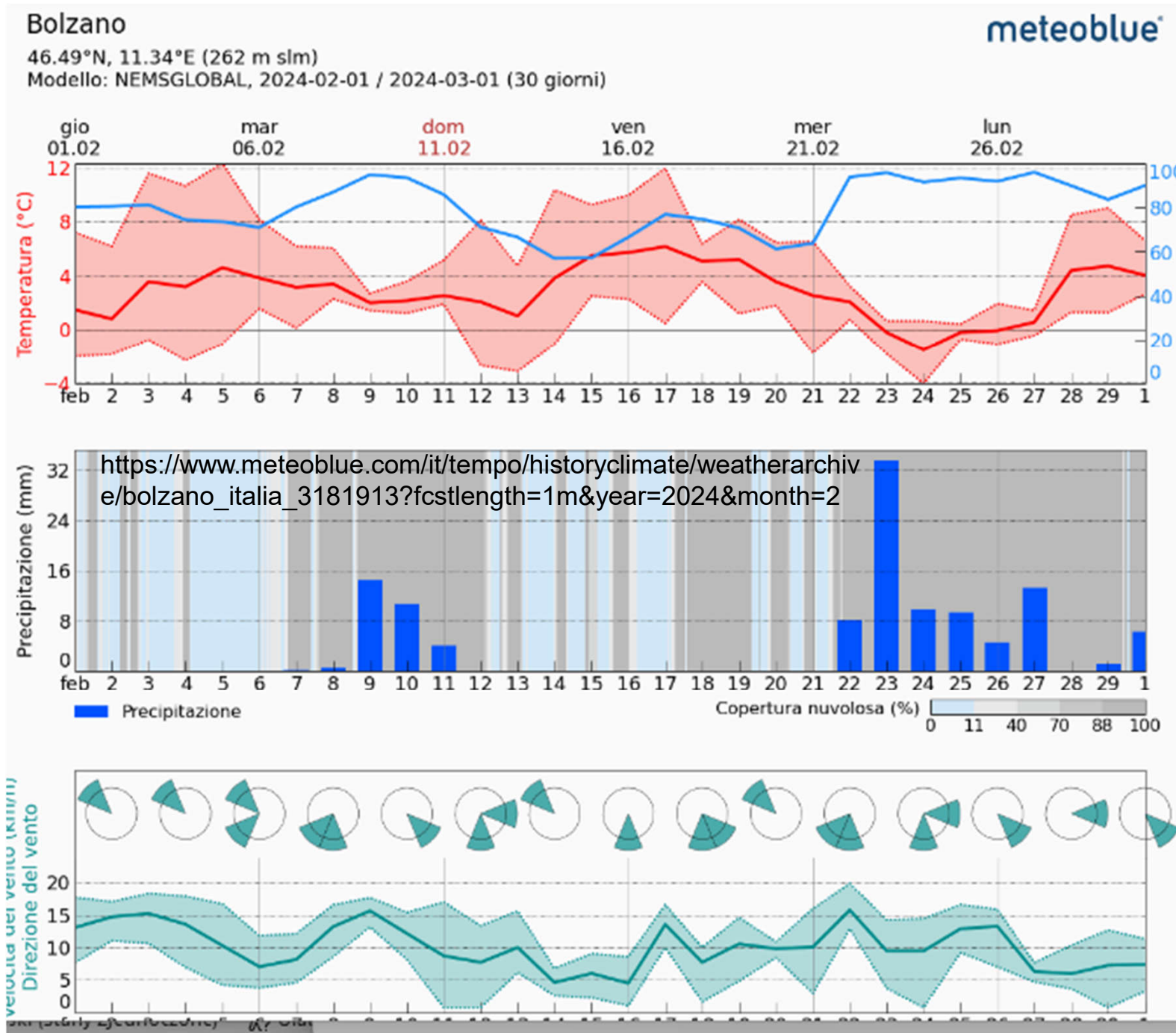


FIGURE 2.7. Idealized, schematic spectrum of atmospheric temperature between 10^{-4} and 10^{10} yr adapted from Mitchell (1976).

Analiza Fouriera – cykl synoptyczny



Są to tylko prognozy ale znakomicie pokazują cykl F. około 10 dni

Luty 2024, Bolzano

Wzrost wilgotności odpowiada dniom opadów (pewno śniegu i deszczu)

Opady poprzedza wiatr S-E, wzdłuż doliny, która prowadzi do Wenecji

Prognozy lokalne



Zjawiska poprzedzające wystąpienie pogody bez opadów

Prognozytyki po południu i wieczorem:

- a) zanikanie chmur kłębiastych,
- b) po deszczowym dniu pod chmurami na zachodzie pasmo czystego nieba,
- c) żółte, złociste, zielonkawe, pomarańczowe zabarwienie zorzy na zachodzie,
- d) mgły lokalne w zagłębieniach terenu, nad terenami podmokłymi i jeziorami,
- e) słaby wiatr lub cisza,
- f) znaczny spadek temperatury wieczorem
- g) pogorszenie przewodnictwa dźwięków.

Prognozytyki w nocy:

- a) wyraźnie widoczna tarcza księżyca, srebrzysta poświata, brak „lisiej czapy”,
- b) duże przerwy w cienkich warstwach chmur,
- c) silnie występuje rosa lub szron,
- d) na wzgórzach odczuwa się powiewy słabego i ciepłego wiatru,
- e) w lesie cieplej niż na otwartej przestrzeni,
- f) pogorszenie przewodzenia dźwięków.

Prognozytyki po wschodzie Słońca:

- a) brak zachmurzenia lub nieliczne chmury pierzaste (*Ci*),
- b) krótkotrwałe silne opady przy słabych, porywistych wiatrach,
- c) obfita rosa, szron lub szadź,
- d) cienka przyziemna mgła, która zanika od góry.

Prognozy lokalne

Zjawiska poprzedzające pogodę deszczową

Prognozyki po południu i wieczorem:

- a) wyraźny ruch cienkich, równoległych wzajemnie pasemek chmur pierzastych (Ci) zakończonych „haczykami”, które następnie przechodzą w jednolitą cienką zasłonę (Cs),
- b) chmury kłębiaste nie rozpraszają się lub stopniowo łączą,
- c) pokrywanie nieba chmurami, które coraz bardziej ciemnieją,
- d) krwistoczerwona barwa tarczy słonecznej i pozorne powiększenie jej średnicy,
- e) czerwone zabarwienie zorzy, inne barwy, jak np. żółte, zielonkawe itp., nie występują,
- f) zachodzące Słońce znika za ciemną warstwą chmur nad horyzontem,
- g) wzrasta prędkość wiatru,
- h) silniejsze przewodzenie dźwięku (dzwony, samochody, kolej itp.),
- i) zahamowanie spadku temperatury powietrza lub jej wzrost wieczorem.

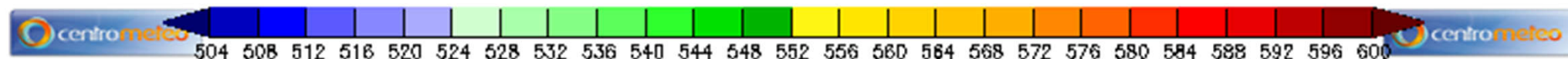
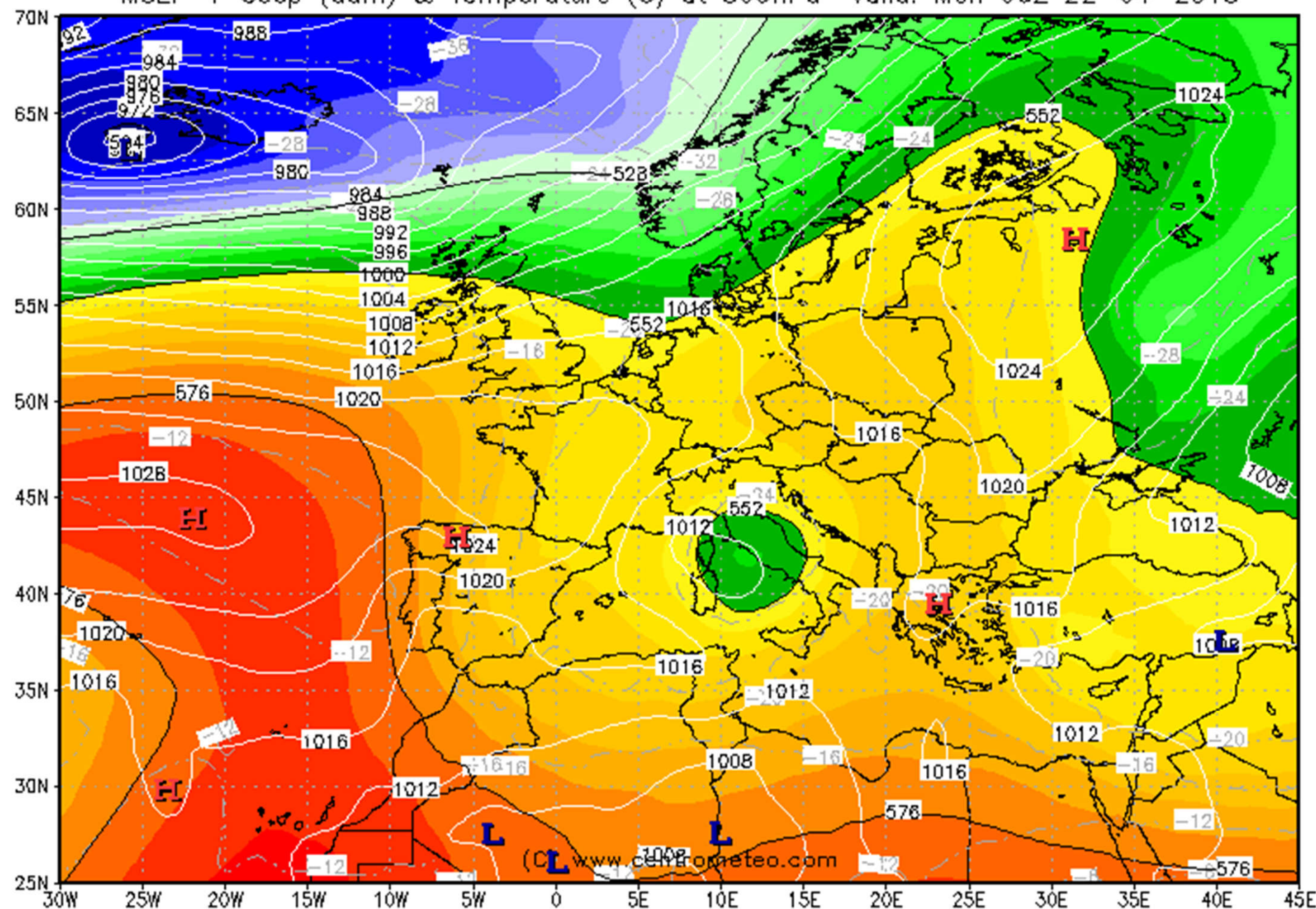
Prognozyki w nocy:

- a) ciemnogrnatowa barwa nieba,
- b) żółtawy pierścień wokół tarczy księżyca – „lisia czapa”,
- c) wzrost prędkości wiatru,
- d) silne przewodzenie dźwięku,
- e) nieznaczne obniżenie temperatury powietrza,
- f) w lesie chłodniej niż na otwartej przestrzeni.



GFS Res = T574L64/23km Init: Sun 00Z 21-04-2013

MSLP + Geop (dam) & Temperature (C) at 500hPa Valid: Mon 06Z 22-04-2013



Geopotencjal

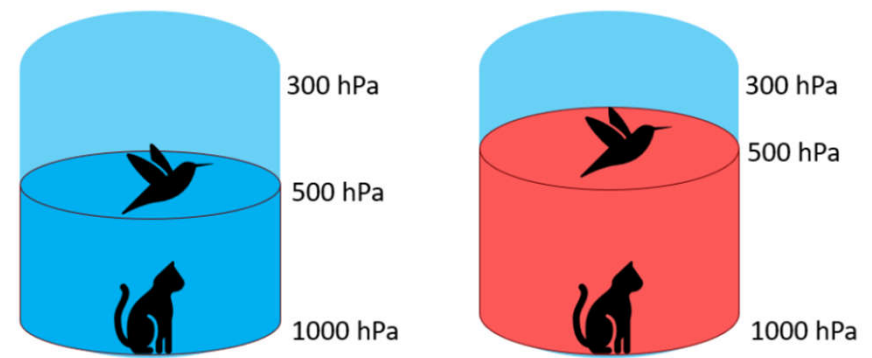
Le mappe a 500hPa: un classico delle previsioni del tempo. Insieme alla carta delle isobare al suolo è indubbiamente la carta per antonomasia.

Continuando nel "cammino" delle mappe più significative dei maggiori centri di calcolo, **la mappa all'altezza di 500 hPa è rappresentativa delle masse d'aria in quota, nella media troposfera.** I venti tendono a seguire il movimento delle isoipse (linee di uguale altezza geopotenziale, ovvero la "quota" a cui si trova la pressione, in questo caso, di 500hPa) *muovendosi nel nostro emisfero in senso antiorario intorno ai minimi depressionari e in senso orario intorno ai massimi di pressione.*

La superficie isobarica viene collocata mediamente **tra i 5500-5600 metri.** Con la lettera "L" (Low) viene indicato uno o più minimi depressionari presenti sul "campo" europeo, mentre con la dicitura "H" (High) sono evidenziate le zone anticicloniche.

Mentre sotto i 5000 metri in genere ci interessano maggiormente i campi di temperatura e umidità, in questo tipo di carta ritroviamo soprattutto **vorticità** (*la misura di quanto le masse d'aria tendono ad invorticarsi*) e il **flusso** prevalente (*che poi è quello che definisce la principale traiettoria delle perturbazioni*). Inoltre vengono visualizzate anche le temperature intorno a queste figure bariche individuate tramite una casellina bianca con al suo interno il valore di temperatura sempre riferita all'altezza del geopotenziale (che quasi coincide con la quota reale).

Geopotencjał



Mapy 500hPa: klasyka prognozowania pogody. Razem z mapą izobar na poziomie morza jest to bez wątpienia mapa zasadnicza dla prognozy pogody.

Zgodnie z prognozami komputerowymi (oraz pomiarami za pomocą sond balonów), mapa na wysokości 500 hPa jest najważniejsza dla mas powietrza na dużej wysokości, w środkowej troposferze (na wysokości około 5,5-5,6 km).

Wiatry mają tendencję do podążania za ruchem izohip (linii o równej wysokości geopotencjalnej, tj. "wysokości", na której znajduje się ciśnienie, w tym przypadku 500 hPa). Linie izohips poruszają się na naszej półkuli w kierunku przeciwnym do ruchu wskazówek zegara wokół minimów depresji i zgodnie z ruchem wskazówek zegara wokół maksimów ciśnienia. Litera "L" (Niski) oznacza jedno lub więcej minimów depresji podczas gdy sformułowanie "H" (Wysokie) podkreśla strefy antycyklonalne. Niski poziom GP oznacza *ciężkie* (tj. **zimne**) powietrze.

O ile poniżej 5000 metrów generalnie bardziej interesują nas mapy temperatury i wilgotności, o tyle na tego typu mapach znajdziemy przede wszystkim wirowość (miarę tego, jak bardzo masy powietrza mają tendencję do wirowania) i kierunek dominującego przepływu (który określa główną trajektorię perturbacji). Ponadto wyświetlane są również temperatury wokół tych figur barycznych, identyfikowane za pomocą białego pola z wartością temperatury w środku, zawsze odnoszącą się do wysokości geopotencjału (która prawie pokrywa się z rzeczywistą wysokością).

Geopotential (izohipsy)

500 hPa geopotential heights contours (in dam) at 4 dam intervals. These show approximately how far one has to go up in the atmosphere before the pressure falls to 500 hPa. On average this level is around 5.5 km above sea level. It is often referred to as a **steering level**, because the underlying **weather systems** roughly move in the same direction as the winds at the 500 hPa level.

In the northern hemisphere the air rotates anti-clockwise around low contour centres and clockwise around the high contour centres..

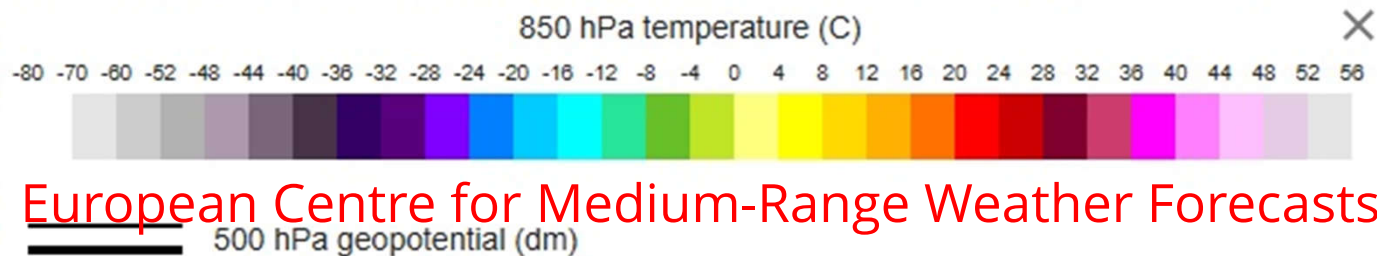
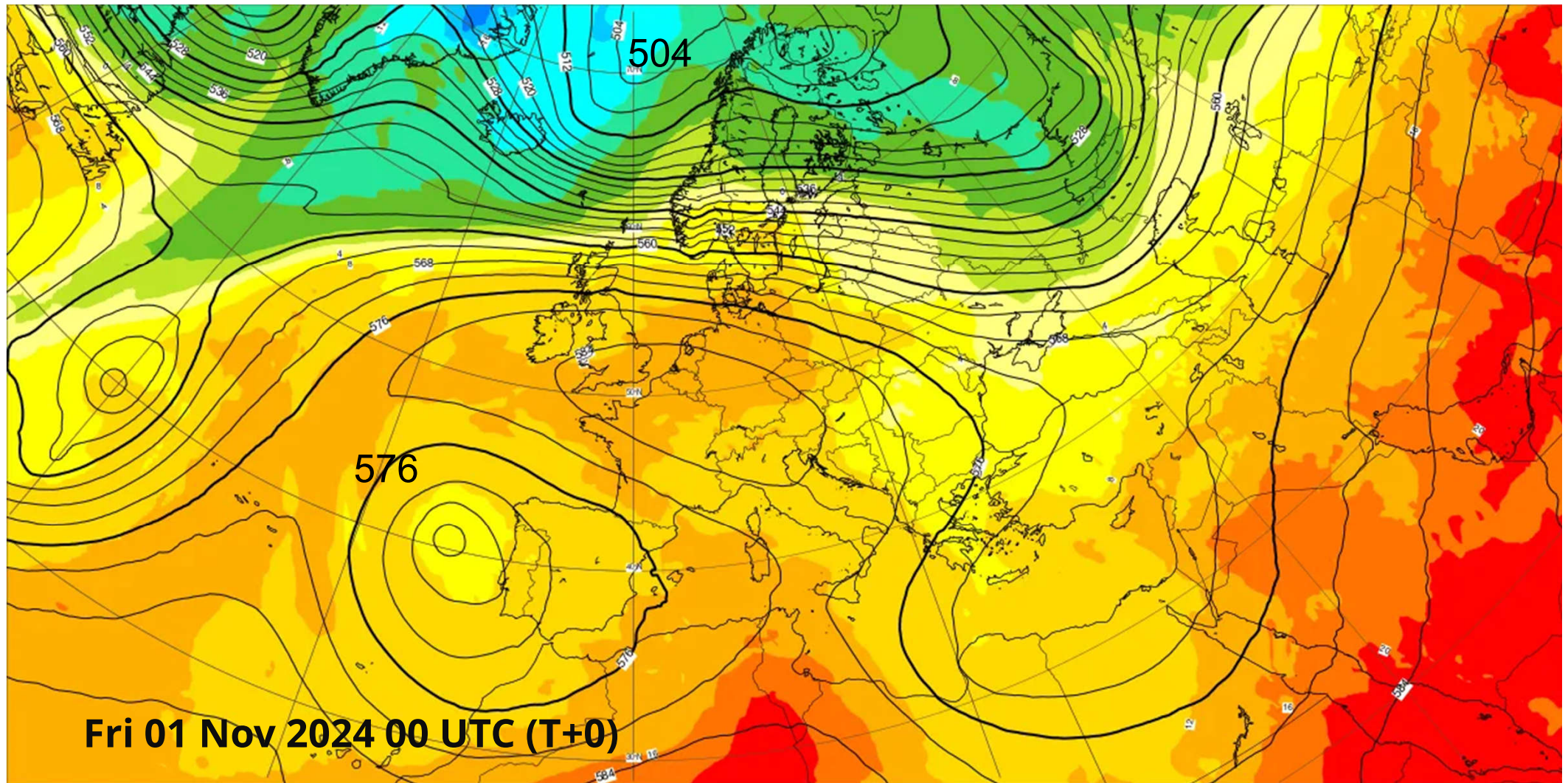
The contours effectively show the main tropospheric waves that "control" our weather - low heights indicate troughs and cyclones in the middle troposphere whilst high heights indicate ridges and anticyclones. Wind speeds are roughly proportional to the distance between contours, so closely packed contours mean strong winds.

Air temperatures (in °C) at 850 hPa (about 1.5 km above sea level) are shown using colour shading with intervals of 4°C

The **850 hPa** level is usually just above the boundary layer and at this level the day-night variation in temperature is generally negligible.

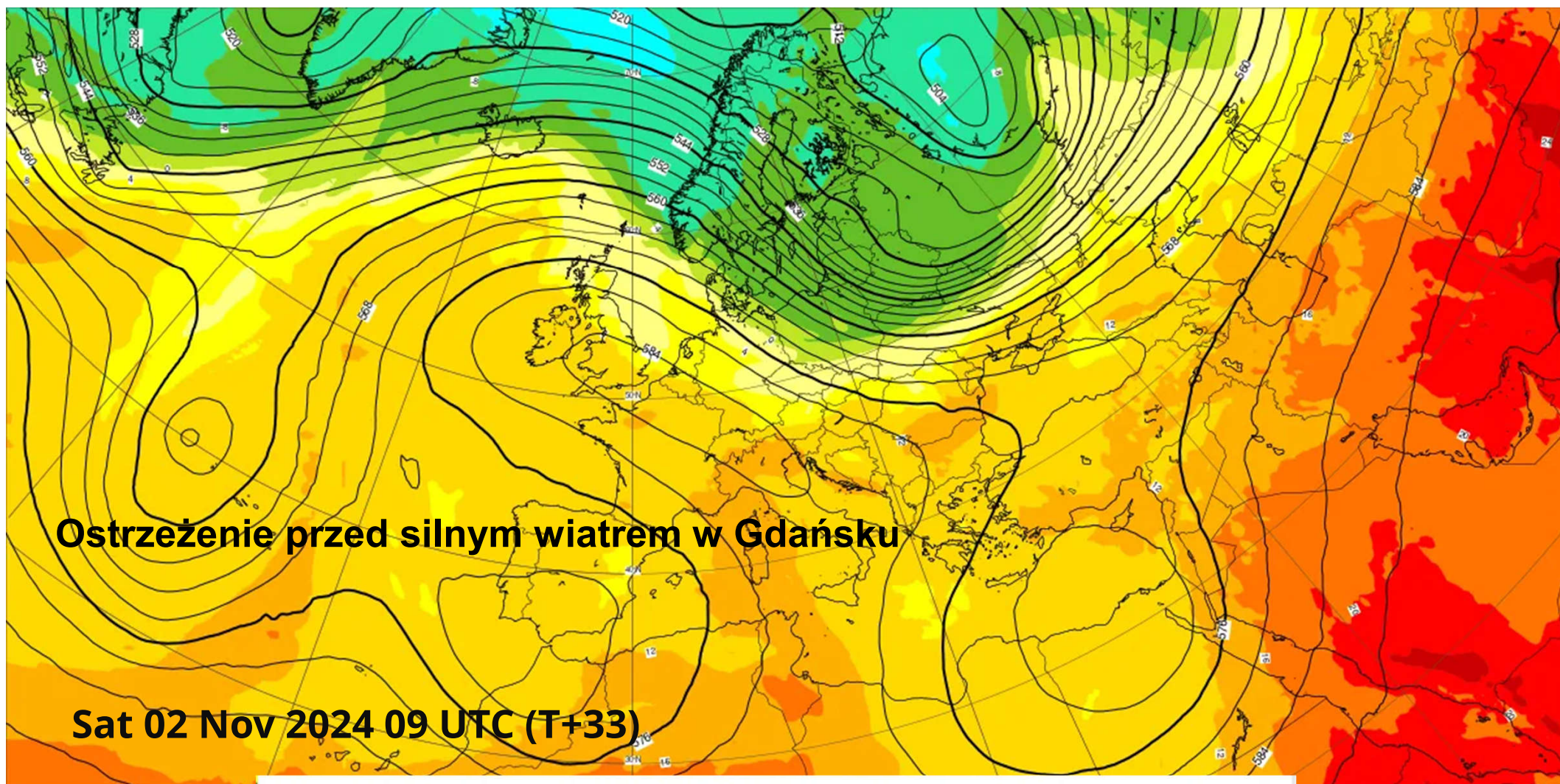
Therefore air temperature at 850 hPa can be used to distinguish between warm and cold air masses or indicate **frontal zones** (i.e. areas of large temperature gradient, where the isotherms are more closely packed together). Sometimes the temperature at 850 hPa can be used to assess roughly the maximum daytime temperature at sea level by adding 10°C to 15°C (interpolate for higher ground). However, there are situations when this method does not apply, particularly in winter. <https://charts.ecmwf.int/>

Geopotencjał: na jakiej wysokości ciśnienie wynosi 500 hPa?
niski geopotencjał $\approx$ zimne powietrze



Geopotential: dynamika pionowa

European Centre for Medium-Range Weather Forecasts



Ostrzeżenie przed silnym wiatrem w Gdańsku

Sat 02 Nov 2024 09 UTC (T+33)

850 hPa temperature (C)

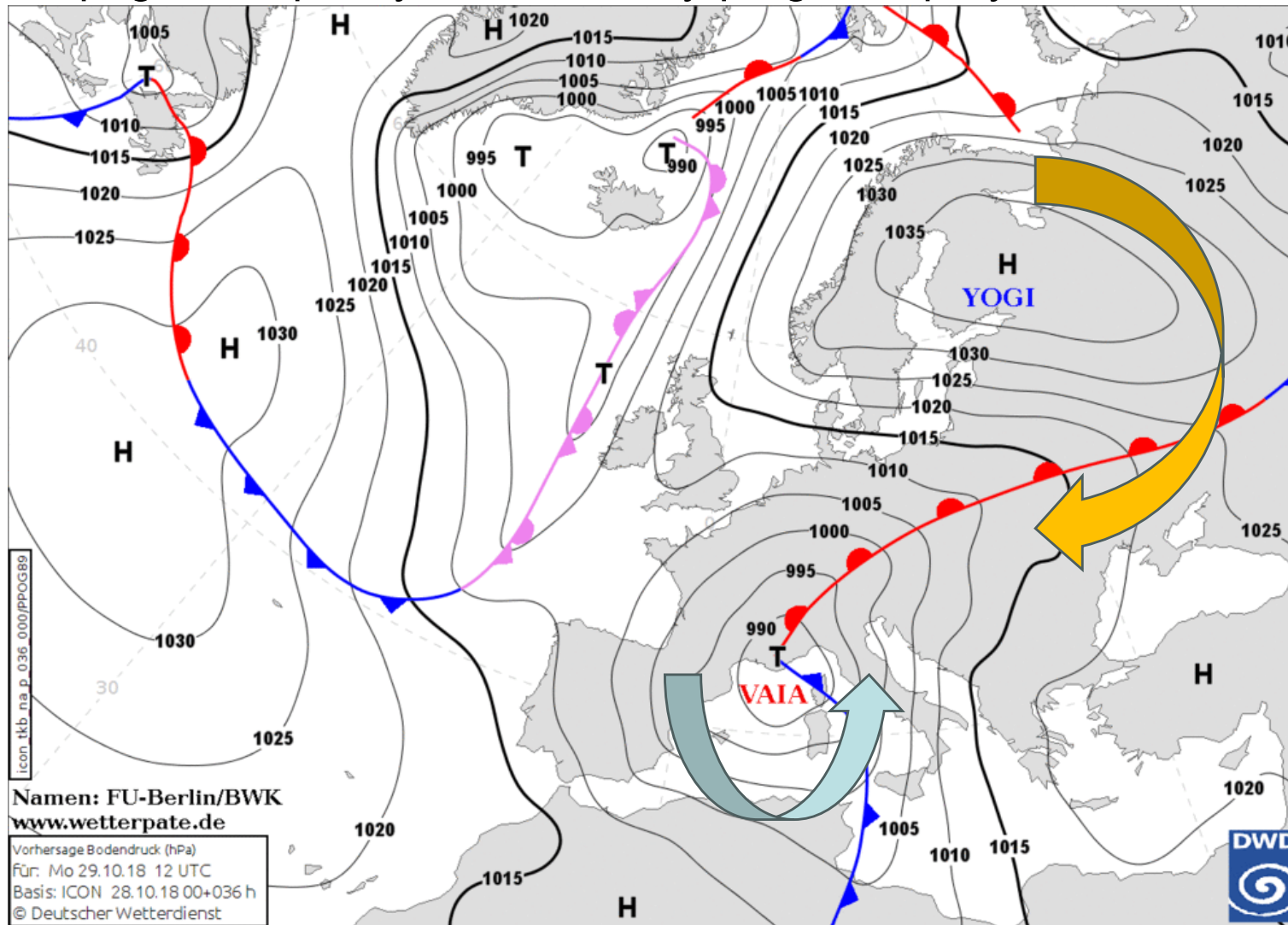
-80 -70 -60 -52 -48 -44 -40 -36 -32 -28 -24 -20 -16 -12 -8 -4 0 4 8 12 16 20 24 28 32 36 40 44 48 52 56



500 hPa geopotential (dm)

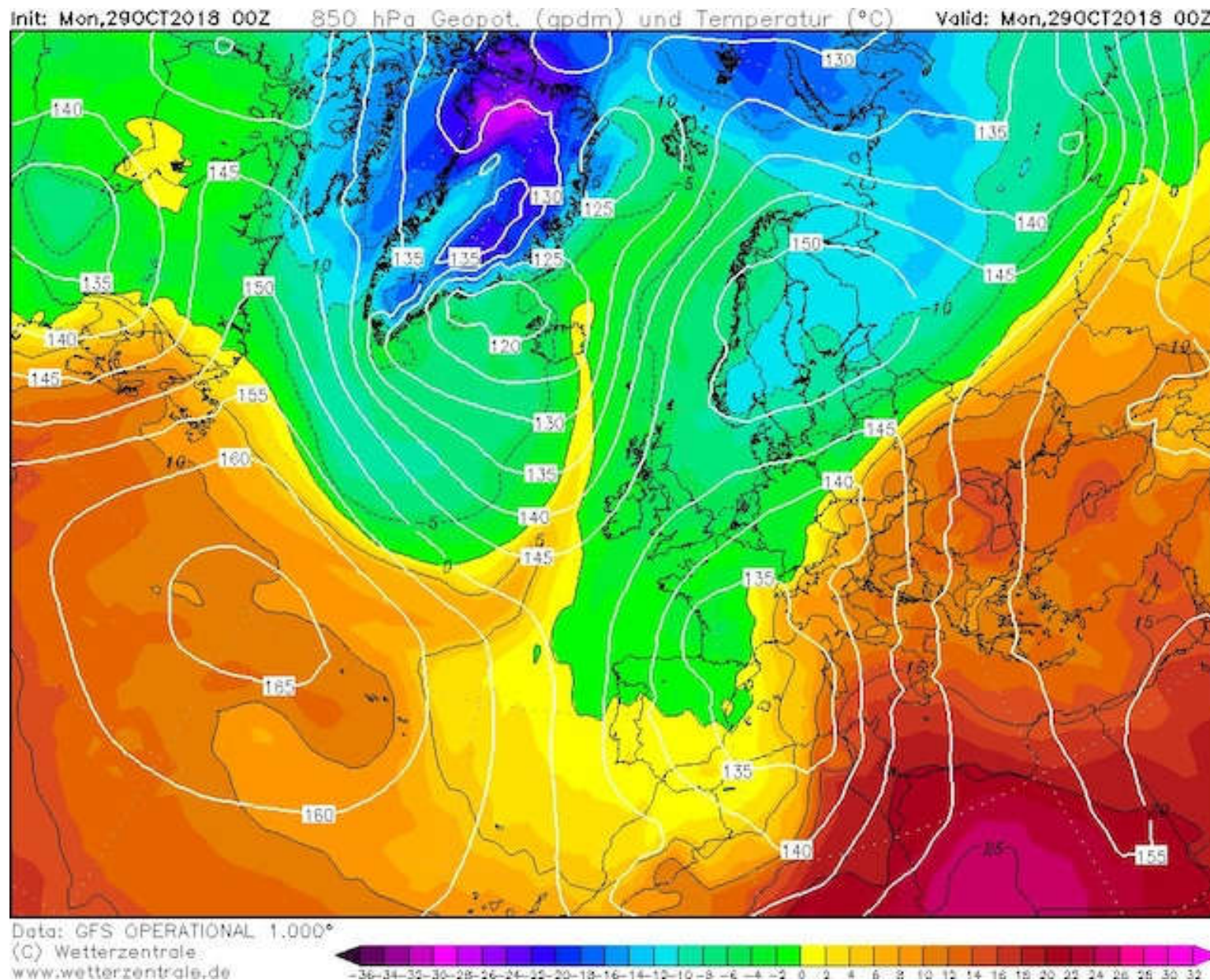
„Vaia” tempest 29/10/2018

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



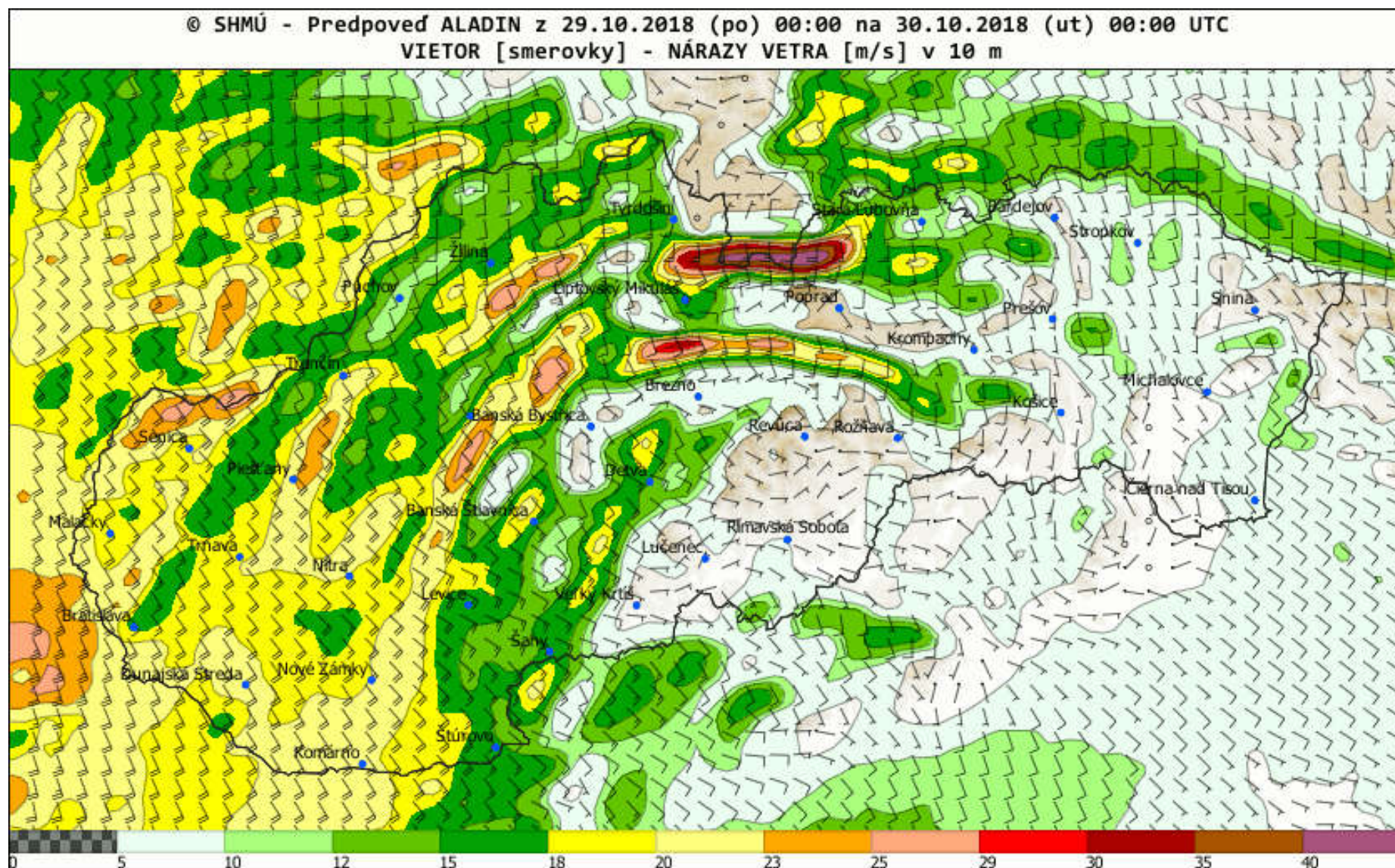
Między Yogi i Vaia znaczny gradient ciśnienia. Cyrkulacja **cyklonowa** i **antycyklonowa** spotykają poniżej pasma Alp. Niż Vaia uformował się nad Hiszpanią, pogłębił w rejonie Turynu, i przesuwa się wzdłuż południowego grzbietu Alp...

Vaia, 29/10/2018



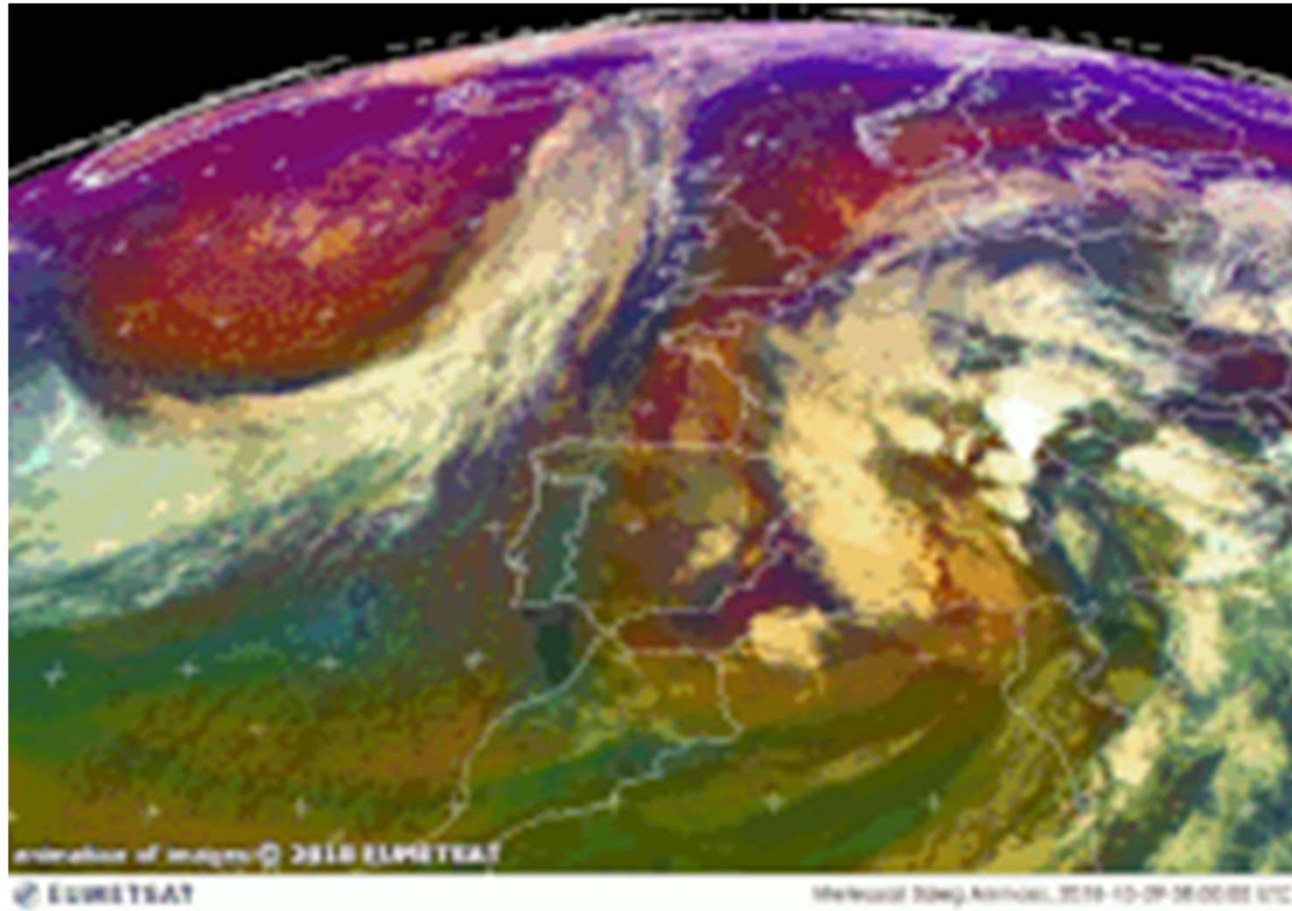
Duża różnica temperatury między Francją a Sycylią
Wyż nad Barceloną, niż nad Grecją

Vaia, 29/10/2018



Wiatry w południa i południowego wschodu są przewidywane na południe od Karpat.
Porywy wiatry na przedgórzu Tatr do 140 km/h
Prognozowane porywy wiatru w Tatrach według modelu Aladin.

Vaia, 29/10/2018



https://it.wikipedia.org/wiki/File:2018-10-29_Adrian-Vaia_Eumetsat_Airmass_RGB.gif

Vaia, 29/10/2018, skutki



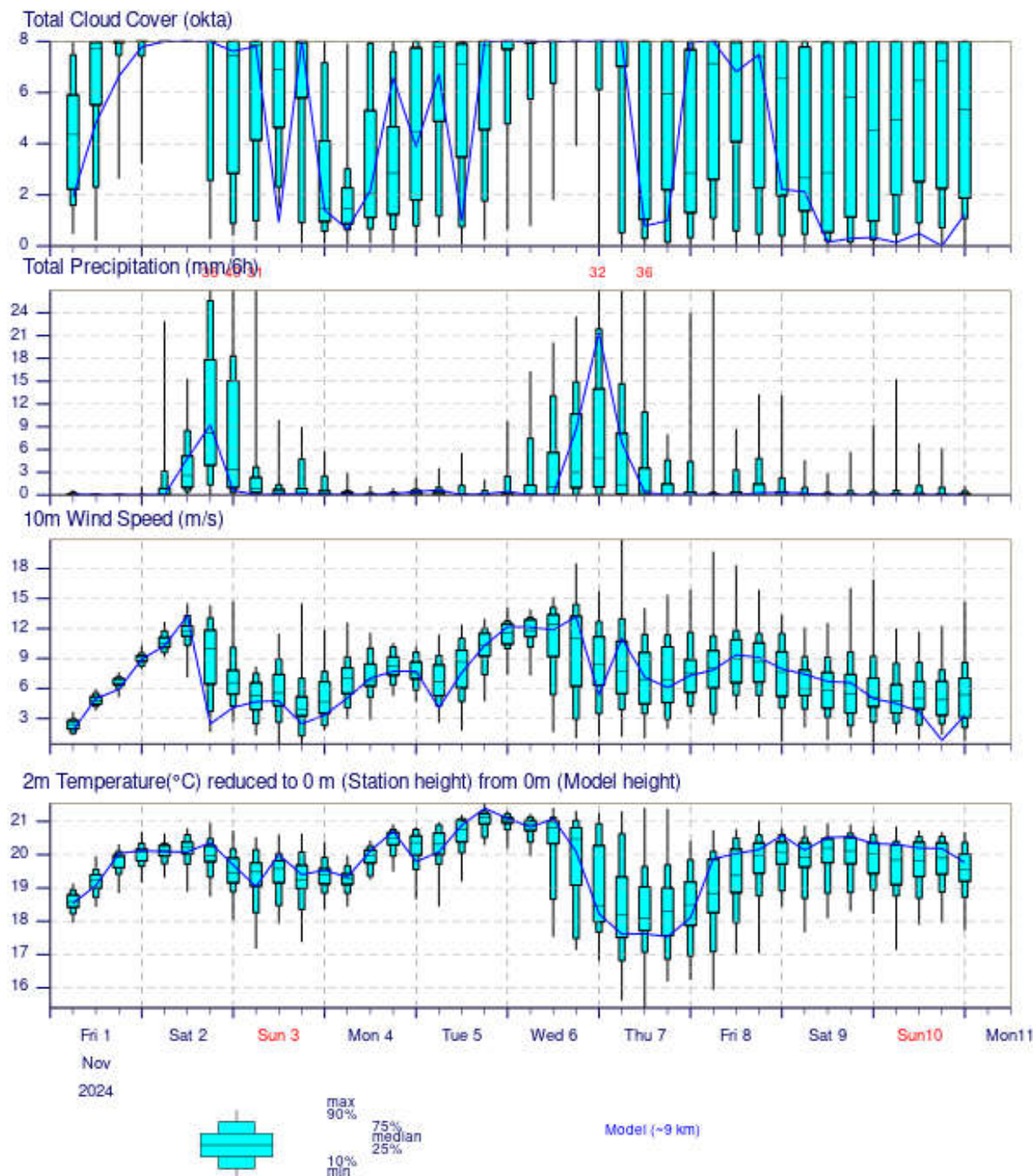
204 km/h sul Monte Gomito (Appennino Tosco-Emiliano).
In Trentino, sul Passo Rolle, il vento ha raggiunto i 217,3 km/h
Sono stati abbattuti 14 milioni di alberi

<https://www.geopop.it/tempesta-vaia-il-ciclone-che-devasto-litalia-nel-2018-lanalisi-meteorologica-di-un-evento-estremo/><https://www.geopop.it/>

ENS Meteorogram

39.47°N 22.16°W (ENS sea point) 0 m

High Resolution Forecast and ENS Distribution Friday 1 November 2024 00 UTC



Prognoza 01/11/2024

W Trento piękna pogoda,
choć rano dość silny wiatr

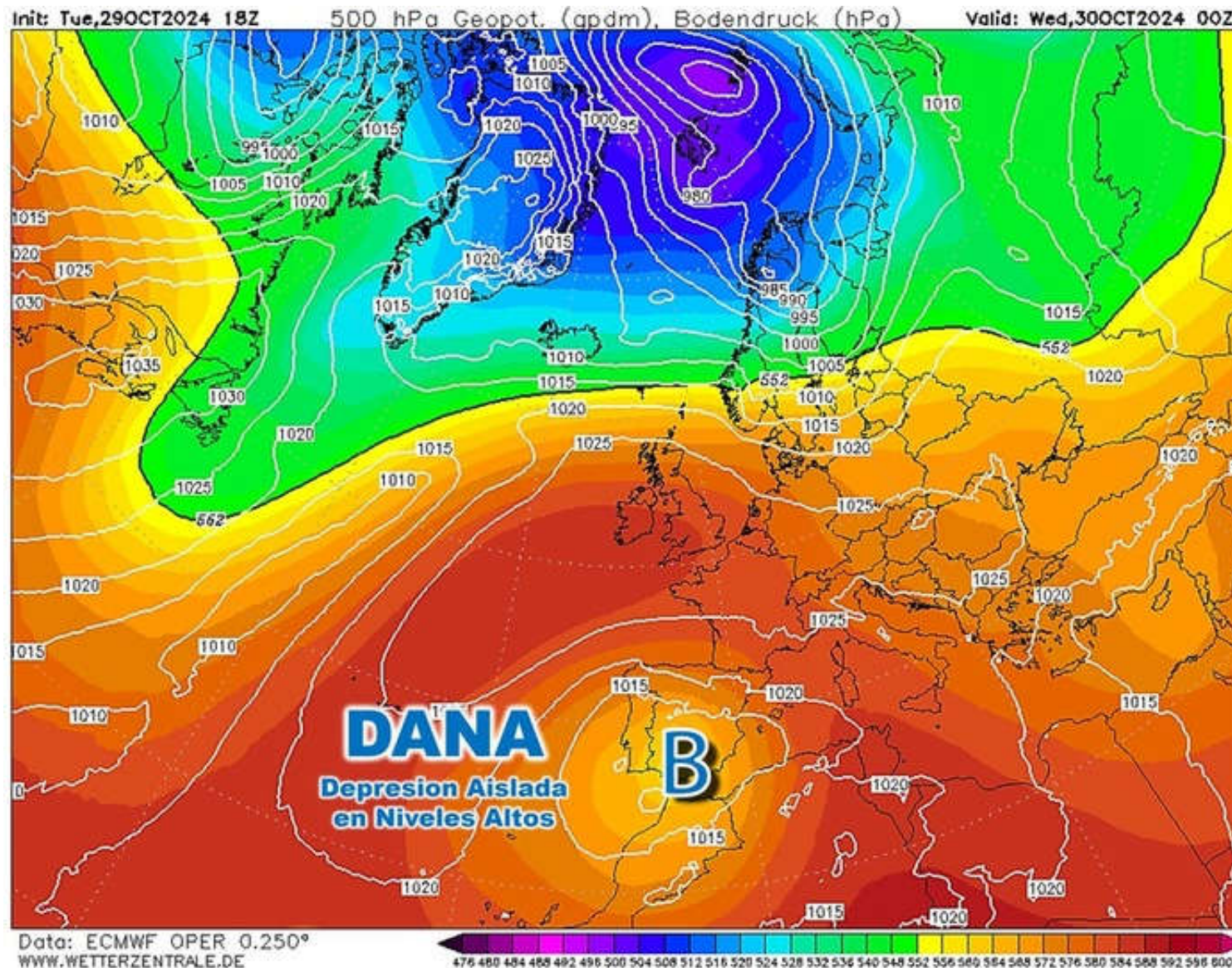
Temperatura znacznie
wyższa niż średnia o tej
porze roku

Po południu niebo zaczyna
się zasnuwać cirrusami

Na południu Włoch upały

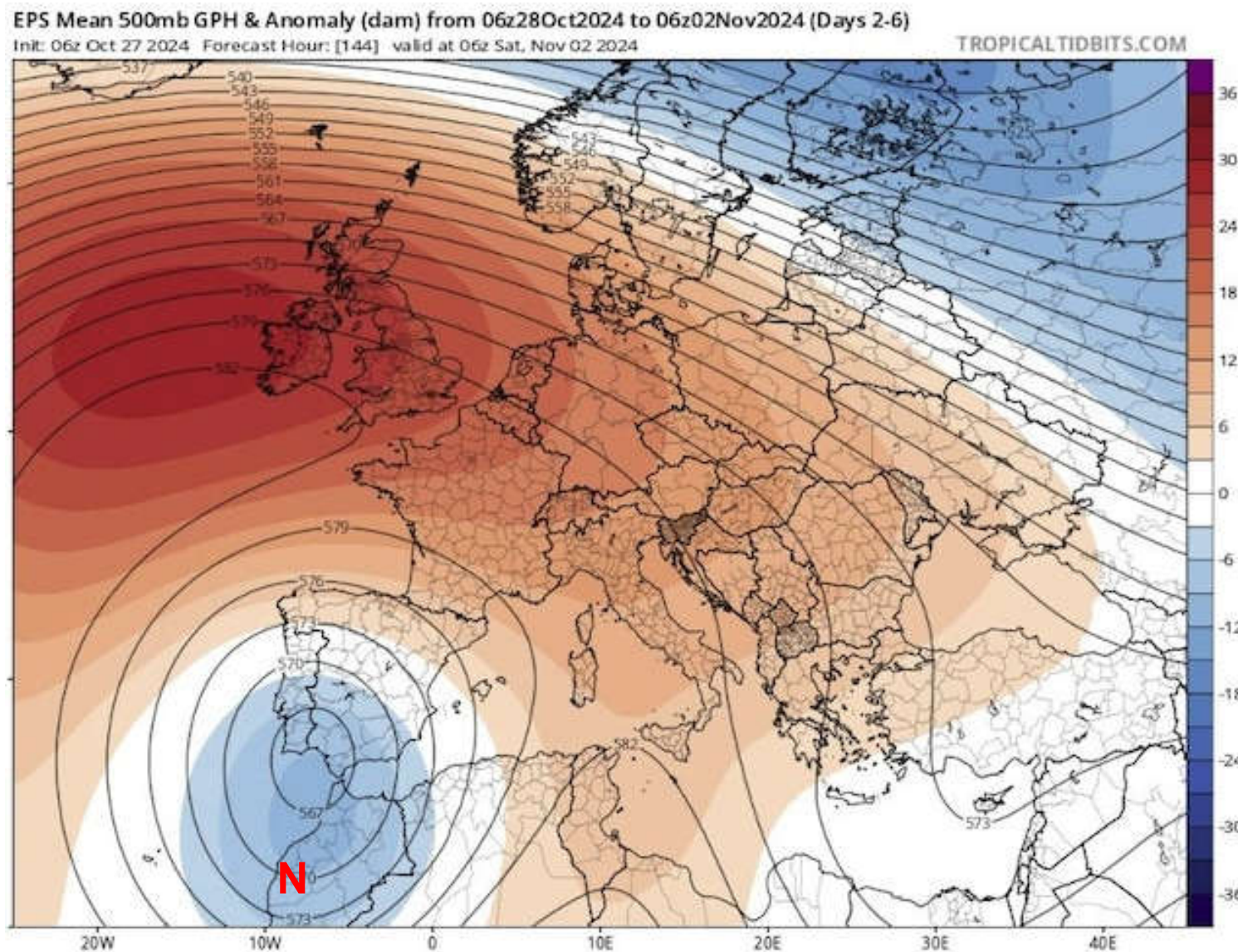
W Walencji...

DANA 28/10/2024 (Walencja)



Kolor: Geopotencjał (w dam, w odniesieniu do 5,6 km), linie białe – ciśnienie na p.m.
Wokół Hiszpanii głęboki niż, nad Walencją nieco płytszy
Jęzor zimnego powietrza (z prądu jet) zszedł na niską wysokość, zob. następny rys.

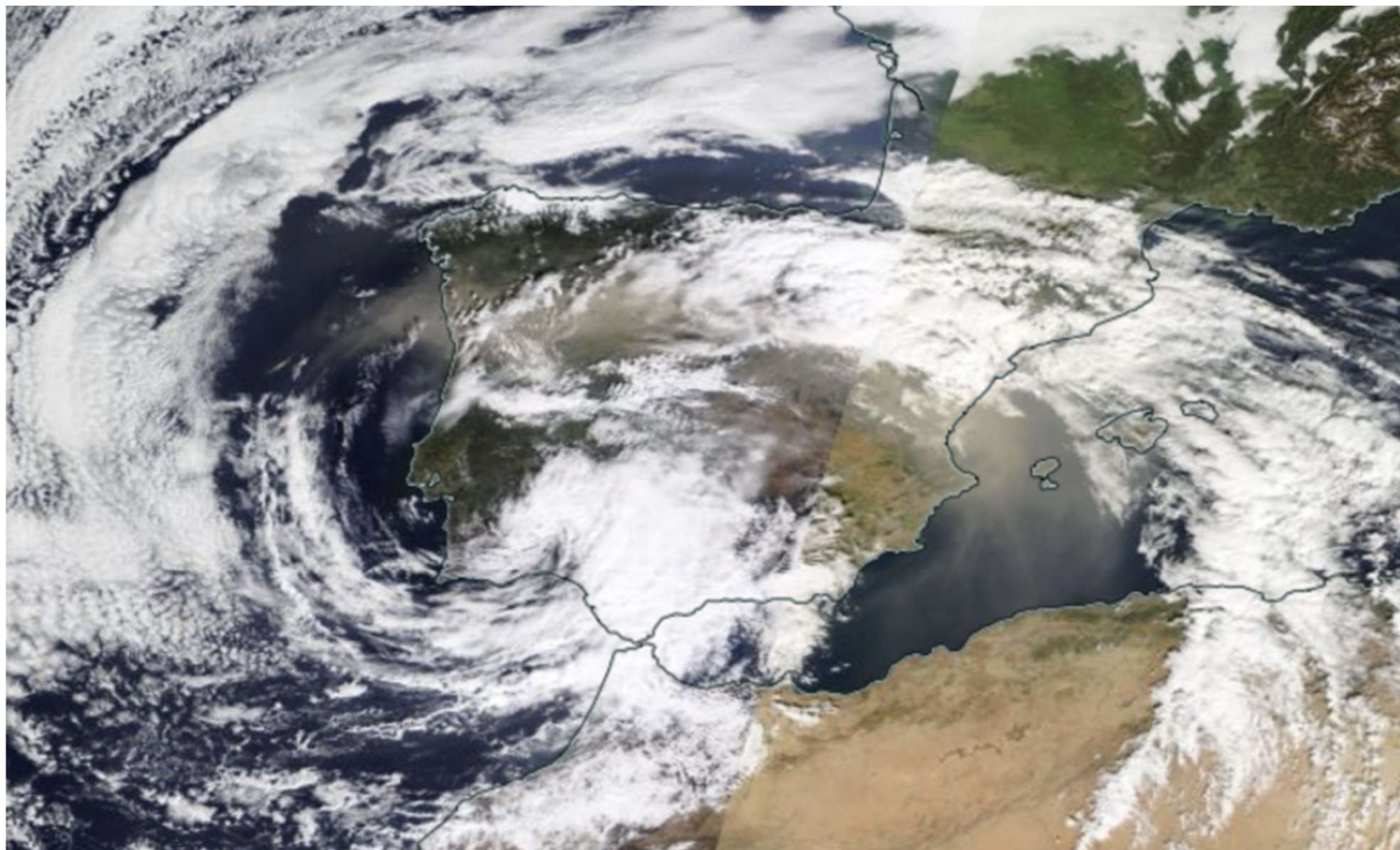
DANA (28/10/2024)



DANA = Depresion Aislada en Niveles Alto, in italiano: depressione isolata nei livelli alti

Niskie ciśnienie (GPH 570 dam) i bardzo niska temperatura (-18°C) na wysokości 500 mb

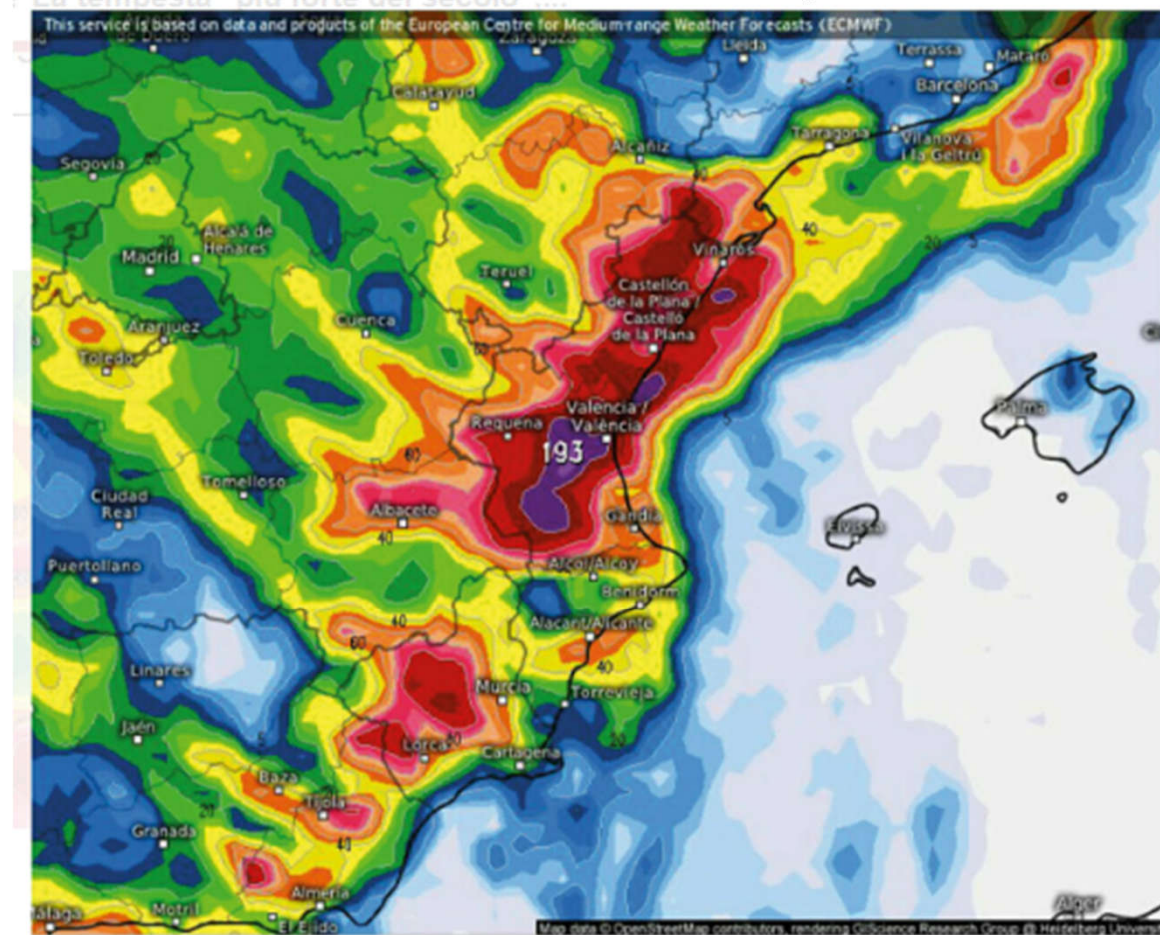
DANA 28/10/2024 (Valencia)



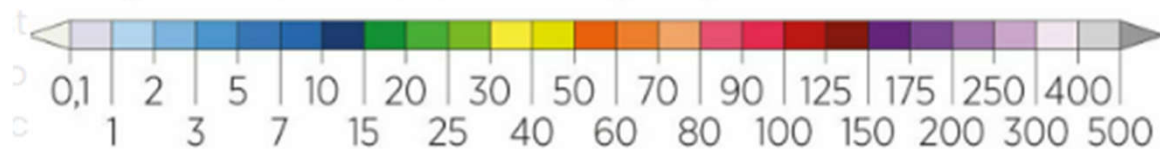
<https://www.iconameteo.it/news>

/notizie-mondo/la-tragica-alluvione-di-valencia-causata-da-una-dana-di-cosa-si-tratta/

DANA 28/10/2024 (Valencia)



Precipitazioni totali cumulate (mm)



Kumulacja opadów na małym obszarze dookoła Walencji: do 20 cm/ m²

<https://www.ilmessaggero.it/schede/>

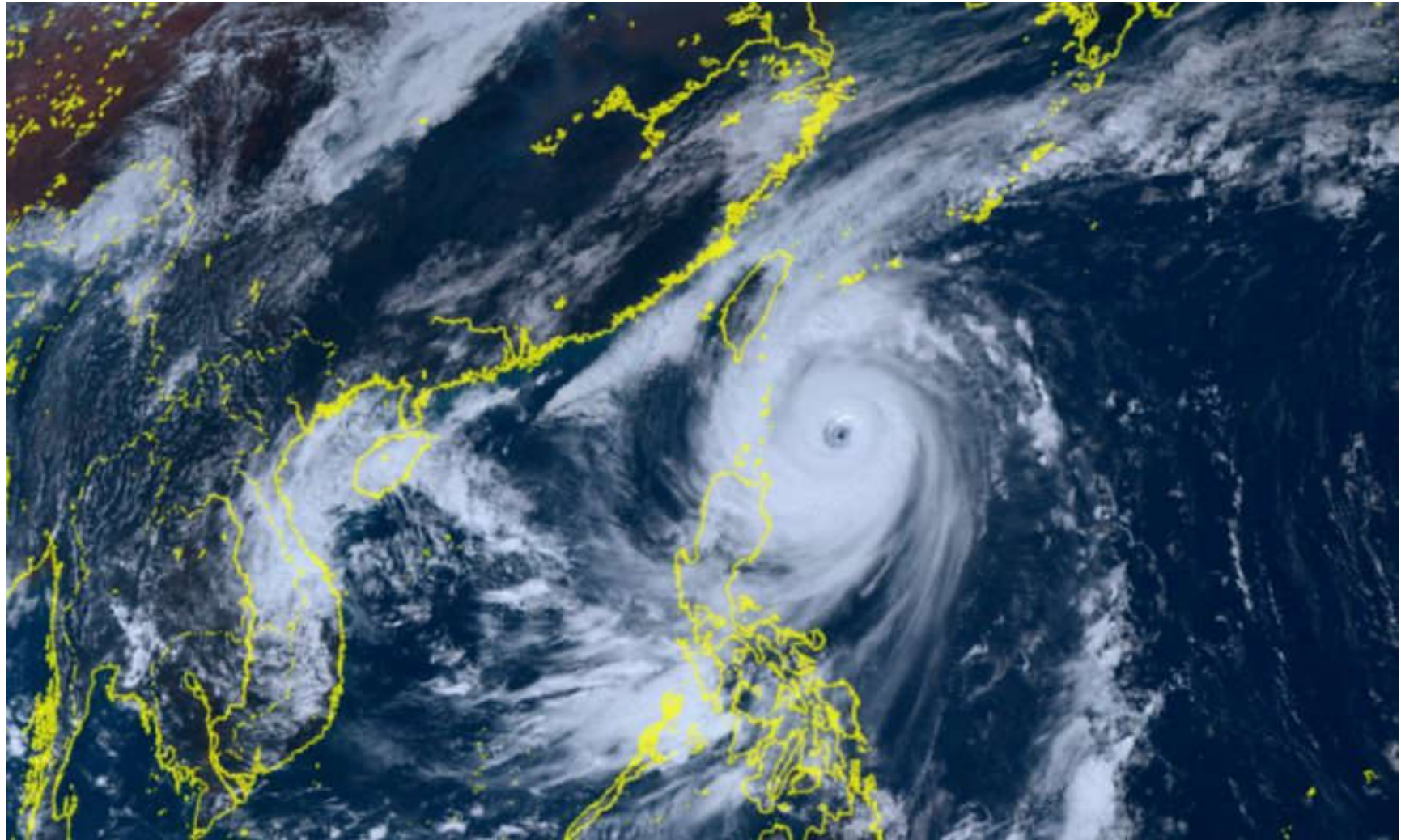
valencia_alluvione_oggi_cosa_e_successo_tempesta_piu_forte_secolo_allarme_ritardo_errori_ricostruzione-8447756.html

DANA 28/10/2024 (Walencja)

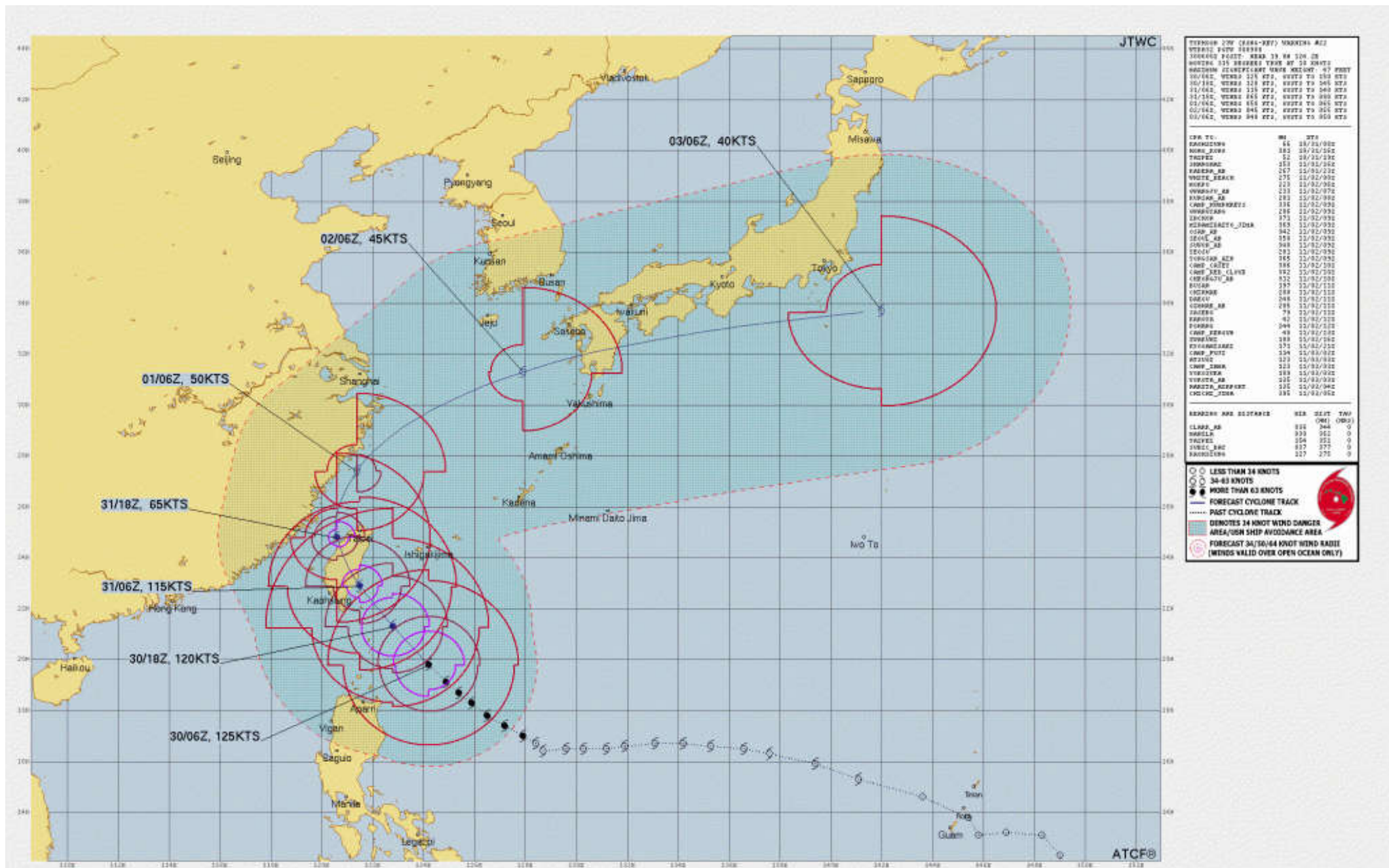


Jęzor zimnego powietrza (z prądu jet) zszedł na niską wysokość
Lokalnie 30 cm/ m² deszczu w ciągu kilku godzin: 205 ofiar śmiertelnych

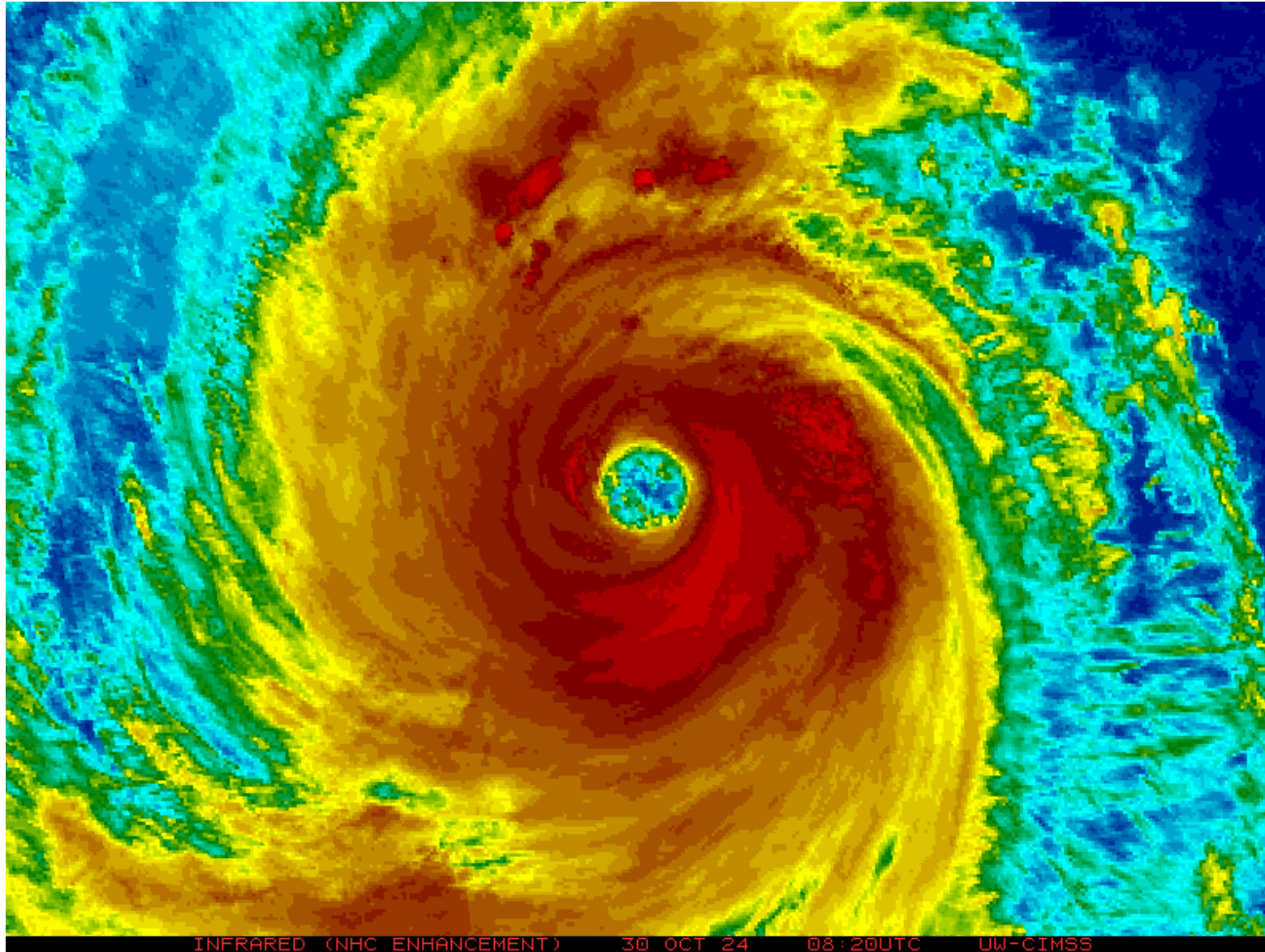
31/10/2024 Super tifone Kong-rey verso Taiwan con raffiche a quasi 300 km/h



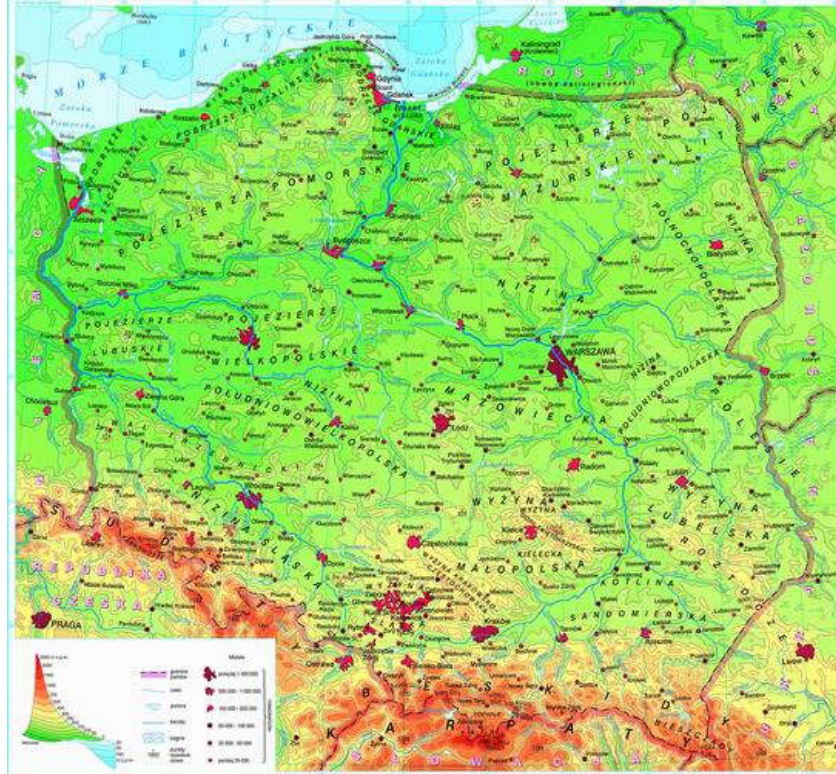
Super tifone Kong-rey



Super tifone Kong-rey verso Taiwan con raffiche a quasi 300 km/h

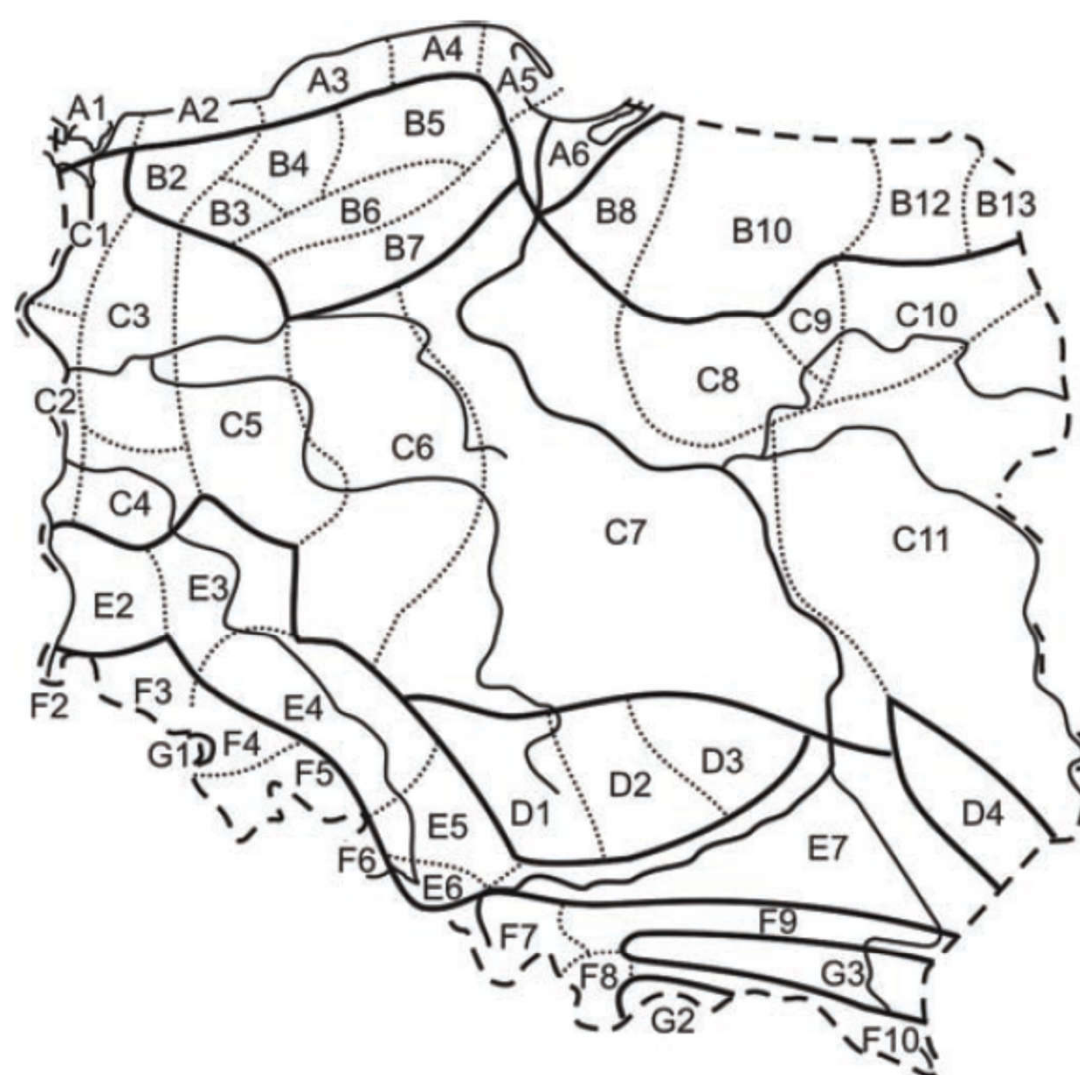


<https://www.iconameteo.it/news/notizie-mondo/super-tifone-taiwan-kong-rey/>



Tablica klimatyczna regionów E. Romera (Kaczorowska, 1986)

Nr	Typ	Stacja	Temperatura [°C]			Amp. roczna [°C]	Trwanie okresu [dni]		Suma opadów [mm]		Opad lata w % zimy	Opad wiosny < lub > niż jesieni
			I	VII	Rok		>0°	>5°	Rok	V–VII		
1	A3	Koszalin	1,9	17,1	7,2	19,0	277	206	710	200	166	<
2	A5	Hel	1,1	17,3	7,5	18,4	286	205	490	140	185	<
3	A6	Malbork	3,0	17,6	7,1	20,6	264	202	500	170	216	<
4	B5	Kościerzyna	3,5	16,9	6,4	20,4	254	198	600	180	174	<
5	B7	Chojnice	3,1	17,6	6,8	20,7	256	201	530	180	181	<
6	B8	Ostróda	3,7	17,6	6,7	21,3	255	200	580	200	183	<
7	B12	Olecko	5,4	17,1	5,6	22,5	239	190	620	200	230	<
8	C1	Szczecin	1,0	18,3	8,3	19,3	304	218	550	170	166	<
9	C2	Ślubice	1,3	18,5	8,5	19,8	303	222	540	170	162	<
10	C3	Gorzów	2,2	17,5	7,7	19,7	279	213	560	190	167	=
11	C4	Zielona Góra	2,1	17,8	7,8	19,9	277	214	640	200	163	>
12	C5	Poznań	1,9	18,8	8,2	20,7	281	216	500	190	194	>
13	C6	Kalisz	2,5	19,0	8,1	21,5	276	216	500	190	209	>
14	C7	Bydgoszcz	2,4	18,6	7,7	21,0	272	211	510	170	227	>
15	C7	Warszawa	3,6	18,9	7,6	22,5	263	211	540	190	239	>
16	C11	Białystok	4,6	18,6	6,8	23,2	250	201	580	230	256	>
17	C11	Chełm	4,6	18,9	7,3	23,5	255	205	560	230	275	>
18	D1	Ząbkowice	3,9	17,5	6,9	21,4	260	205	-	-	-	>
19	D2	Śilniczka	3,5	18,2	7,3	21,7	264	208	680	230	206	>
20	D4	Lublin	4,2	18,7	7,3	22,9	259	205	550	220	271	>
21	E2	Zgorzelec	1,7	18,1	8,1	19,8	285	217	710	240	185	>
22	E4	Legnica	1,6	18,3	8,2	19,9	289	218	530	200	252	<
23	E4	Wrocław	1,8	18,8	8,4	20,6	285	219	590	210	206	<
24	E7	Tarnów	2,8	19,2	8,6	22,0	281	223	730	320	322	>



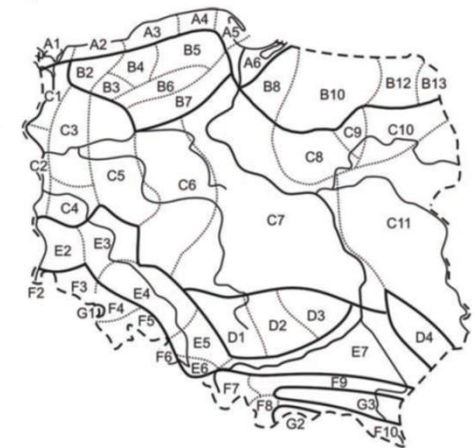
Rys. 16.4. Regionalizacja klimatu Polski E. Romera

Klimaty Polski

Klimaty Polski

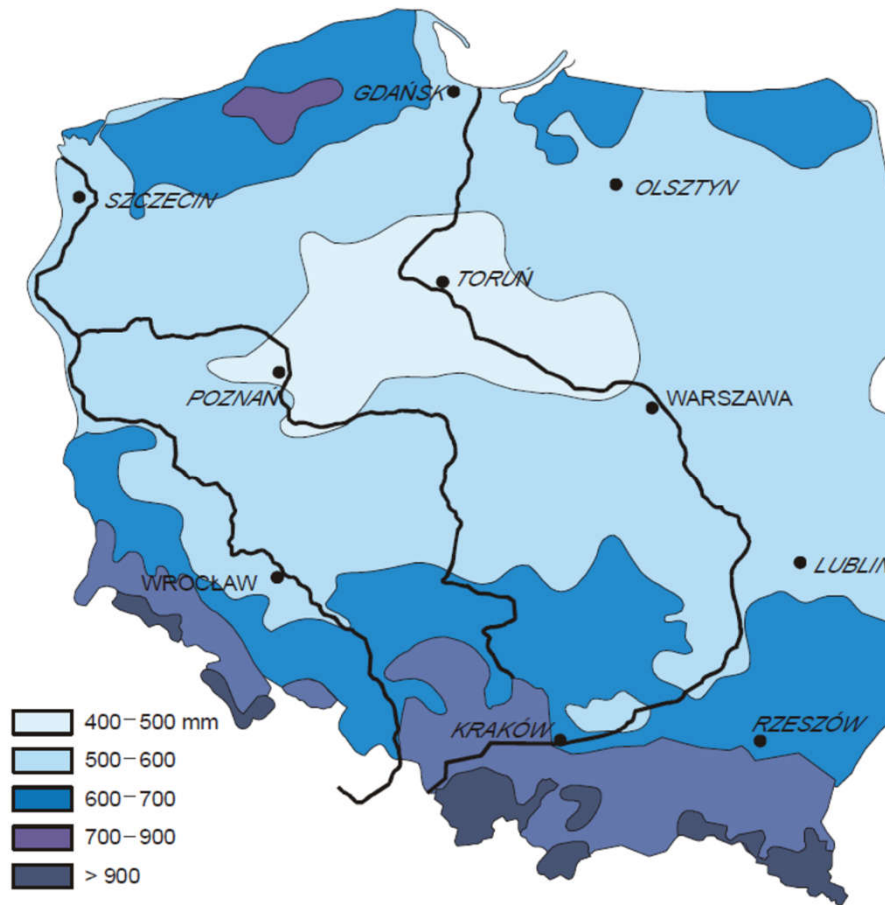
Tablica klimatyczna regionów E. Romera (Kaczorowska, 1986)

Nr	Typ	Stacja	Temperatura [°C]			Amp. roczna Ar [°C]	Trwanie okresu [dni]		Suma opadów [mm]		Opad lata w % zimy	Opad wiosny < lub > niż jesieni
			I	VII	Rok		>0°	>5°	Rok	V–VII		
			–	+	+							
1	A3	Koszalin	1,9	17,1	7,2	19,0	277	206	710	200	166	<
2	A5	Hel	1,1	17,3	7,5	18,4	286	205	490	140	185	<
3	A6	Malbork	3,0	17,6	7,1	20,6	264	202	500	170	216	<
4	B5	Kościerzyna	3,5	16,9	6,4	20,4	254	198	600	180	174	<
5	B7	Chojnice	3,1	17,6	6,8	20,7	256	201	530	180	181	>
6	B8	Ostróda	3,7	17,6	6,7	21,3	255	200	580	200	183	<
7	B12	Olecko	5,4	17,1	5,6	22,5	239	190	620	200	230	<
8	C1	Szczecin	1,0	18,3	8,3	19,3	304	218	550	170	166	<
9	C2	Słubice	1,3	18,5	8,5	19,8	303	222	540	170	162	<
10	C3	Gorzów	2,2	17,5	7,7	19,7	279	213	560	190	167	=
11	C4	Zielona Góra	2,1	17,8	7,8	19,9	277	214	640	200	163	>
12	C5	Poznań	1,9	18,8	8,2	20,7	281	216	500	190	194	>
13	C6	Kalisz	2,5	19,0	8,1	21,5	276	216	500	190	209	>
14	C7	Bydgoszcz	2,4	18,6	7,7	21,0	272	211	510	170	227	>
15	C7	Warszawa	3,6	18,9	7,6	22,5	263	211	540	190	239	>
16	C11	Białystok	4,6	18,6	6,8	23,2	250	201	580	230	256	>
17	C11	Chełm	4,6	18,9	7,3	23,5	255	205	560	230	275	>
18	D1	Ząbkowice	3,9	17,5	6,9	21,4	260	205	-	-	-	>
19	D2	Silniczka	3,5	18,2	7,3	21,7	264	208	680	230	206	>
20	D4	Lublin	4,2	18,7	7,3	22,9	259	205	550	220	271	>
21	E2	Zgorzelec	1,7	18,1	8,1	19,8	285	217	710	240	185	>
22	E4	Legnica	1,6	18,3	8,2	19,9	289	218	530	200	252	<
23	E4	Wrocław	1,8	18,8	8,4	20,6	285	219	590	210	206	>
24	E7	Tarnów	2,8	19,2	8,6	22,0	281	223	730	320	322	>

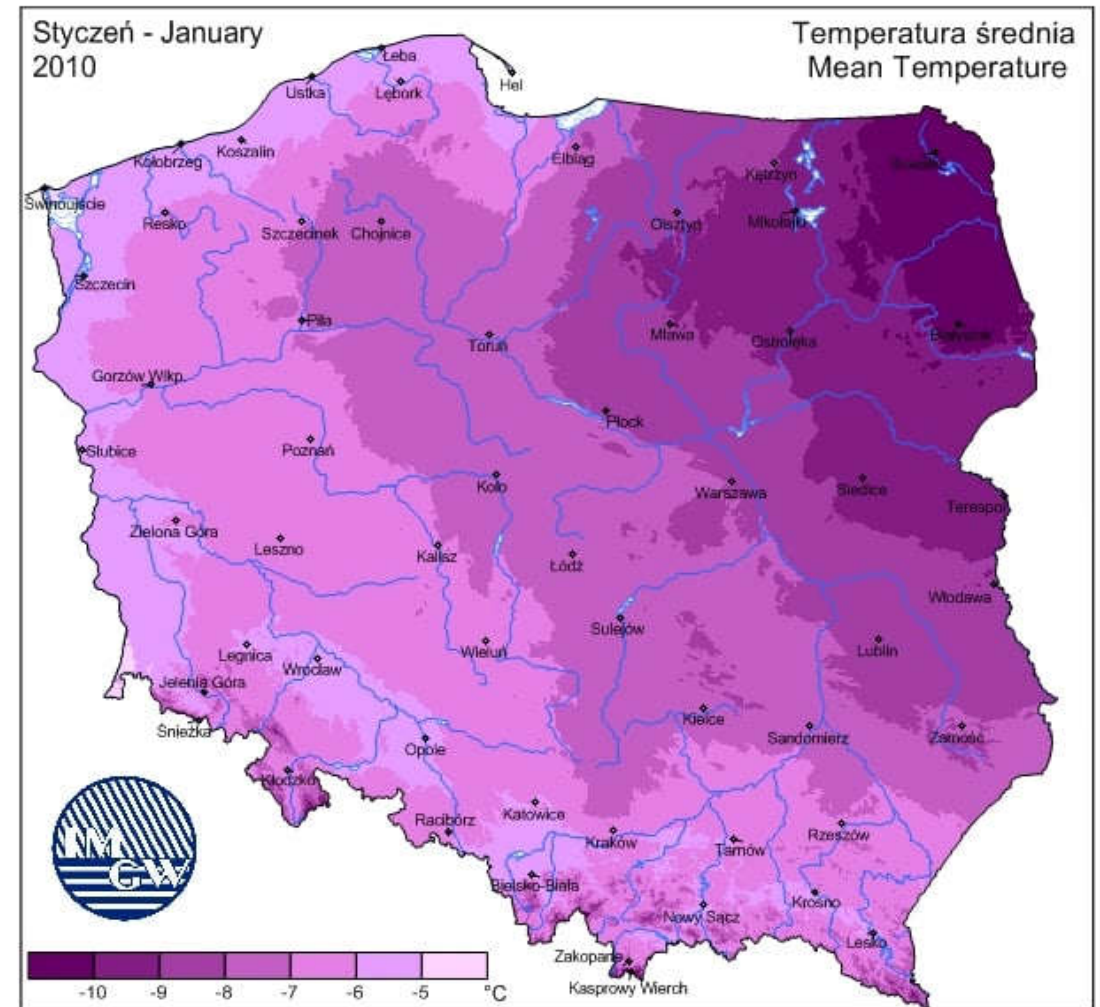


Rys. 16.4. Regionalizacja klimatu Polski E. Romera

Opady i zima w Polsce



Rys. 16.8. Normalny opad roczny na obszarze Polski (Lambor, 1971)

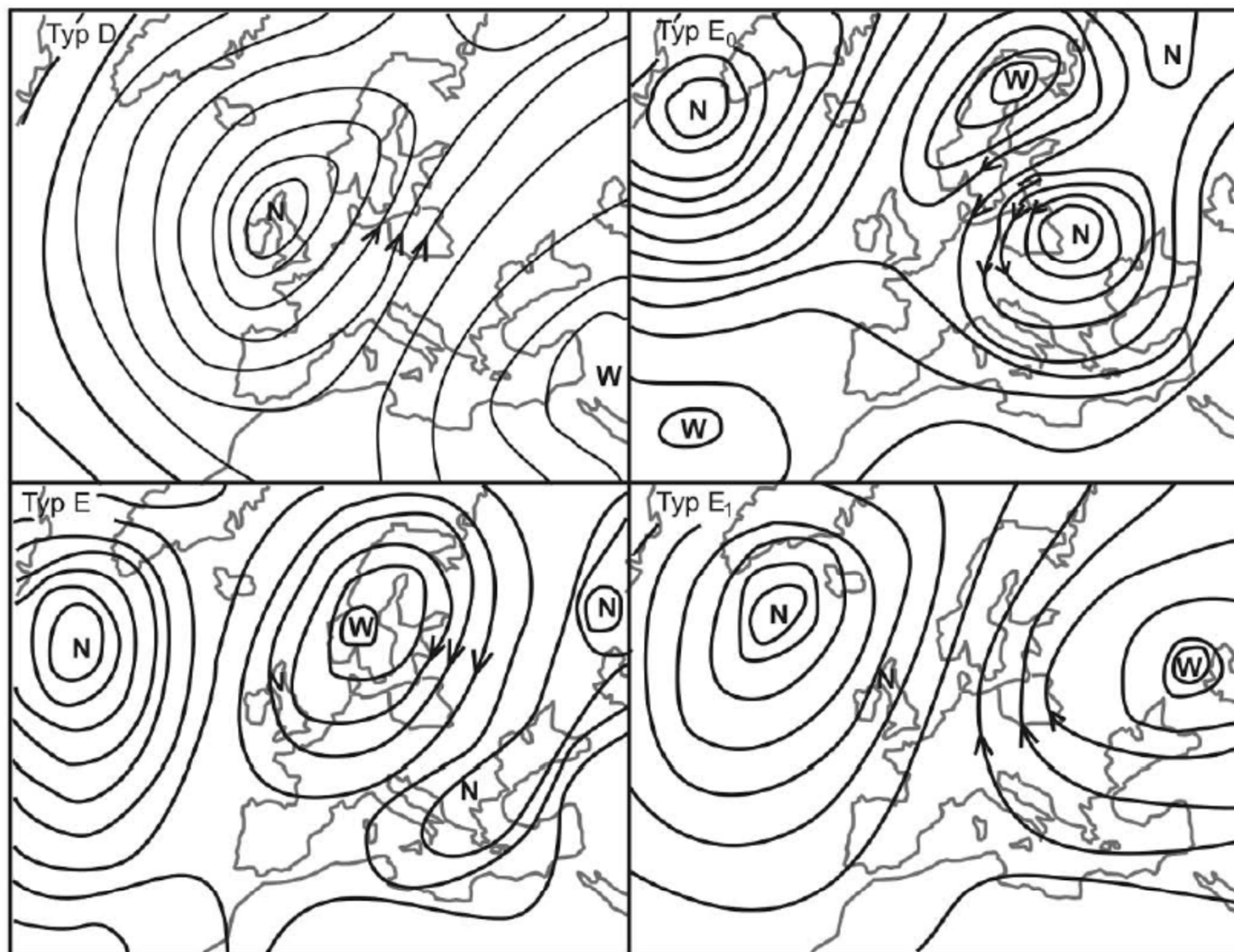


E. Wołoszczyn, *Meteorologia*, PG, 2009

https://klimat.imgw.pl/pl/climate-maps/#Mean_Temperature/Monthly/2010/1/Winter

Niżowa południowo-zachodnia

Niżowa północno-wschodnia



Wyżowa północno-wschodnia

Wyżowa południowo-wschodnia

Rys. 12.3. Rozkład izobar podczas niektórych typów cyrkulacji atmosfery występujących w Polsce.
 Oznaczenia: E₀ – niżowa północno-wschodnia i wschodnia, E – wyżowa północno-wschodnia,
 D – niżowa południowo-zachodnia, E₁ – wyżowa południowo-wschodnia i wschodnia
 (T. Niedźwiedź, w: Geografia Polski..., 1991, za Bac, Rojek, 1999)

Kompetencje społeczne

- Lokalne sposoby na prognozę pogody
- Rozpoznawanie rodzajów chmur
- Nadciągające opady
- Nadchodząca burza
- Kolory tęczy
- Klimat w moim miejscu urodzenia

Kolory tęczy



Fig. 4.15 Primary rainbow with a weaker secondary rainbow above it and supernumerary bows below it. [Photograph courtesy of Joanna Gurstelle.]



Fig. 4.17 Haloes of 22° and 46° (faint) formed in a thin cloud consisting of ice crystals. [Photograph courtesy of Alistair Fraser.]

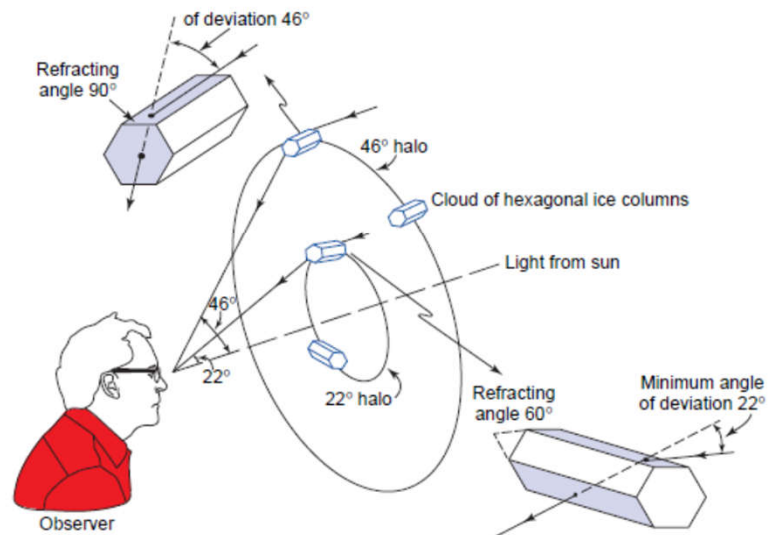
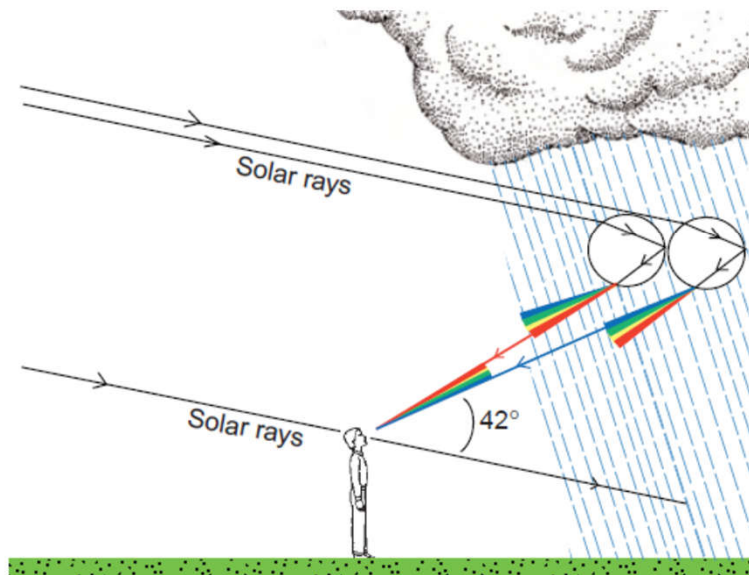


Fig. 4.18 Refraction of light in hexagonal ice crystals to produce the 22° and 46° haloes.

Kazachstan



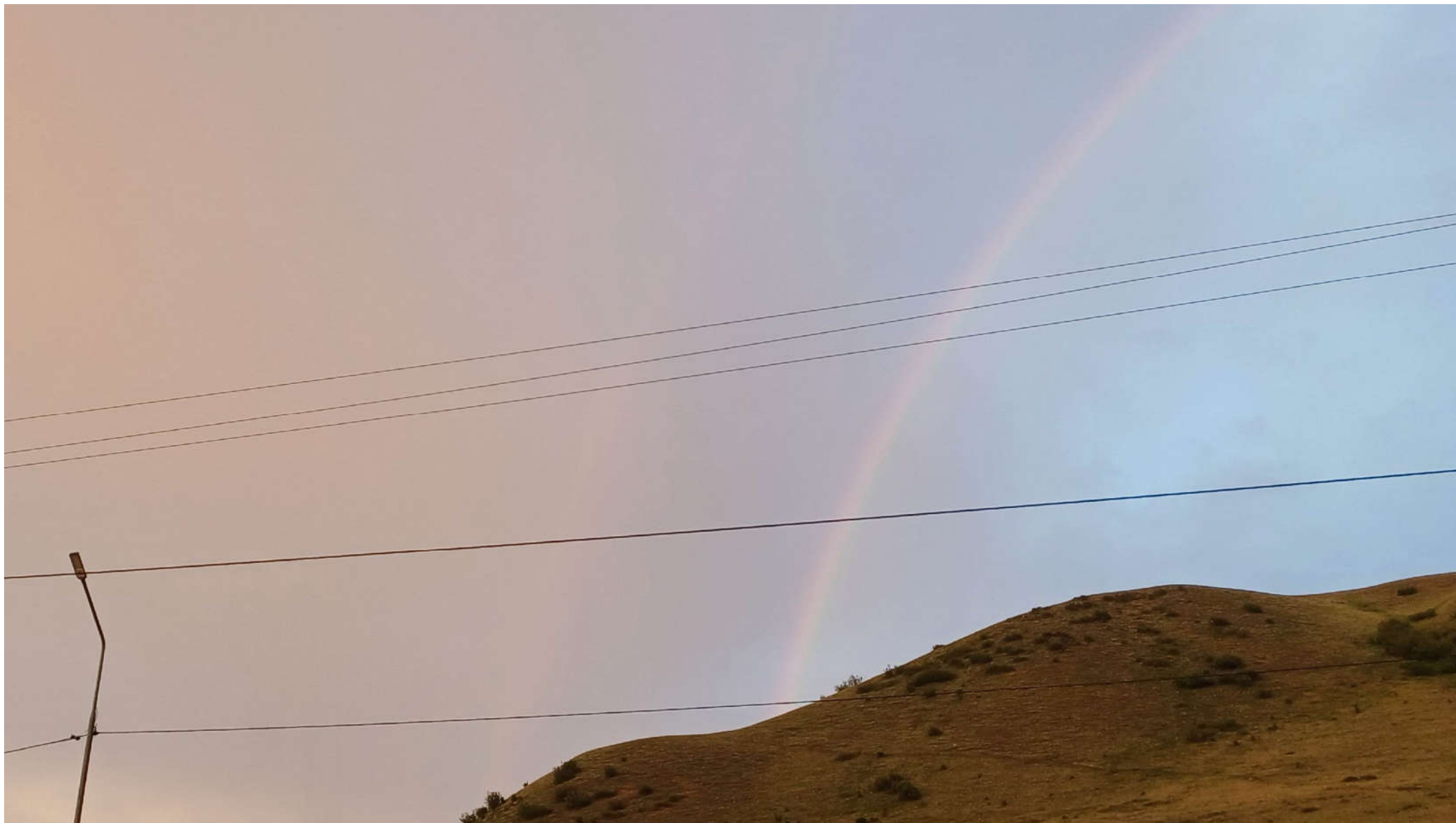
Przy chińskiej granicy 12/06/2024, 19:15, foto Maria Karwasz

Kazachstan



Przy chińskiej granicy 12/06/2024, 19:15
Tęcza dyfrakcyjna

Kazachstan



Przy chińskiej granicy 12/06/2024, 19:15, Foto Maria Karwasz
Tęcza podwójna

Zielony promień



13.4.2. Spłaszczenie tarczy Słońca i Księżyca. Zielony promień

Podczas wschodu i zachodu Słońca i Księżyca spłaszczenie ich tarczy jest wynikiem mniejszego, pozornego podniesienia przez refrakcję górnego niż dolnego skraju widocznej tarczy. Spłaszczenie tarczy może być bardzo różne, zależnie od rozkładu temperatury i gęstości powietrza. Gdy w atmosferze znajdują się warstwy nieciągłości (inwersje), kształt tarczy może być fantastyczny, szczególnie przy istnieniu kilku warstw inwersyjnych.

Zielony promień jest to jaskrawozielony błysk pojawiający się w momencie, gdy górna krawędź tarczy słonecznej przekracza widnokrąg podczas wschodu lub zachodu Słońca. W czasie pokonywania długiej drogi przez atmosferę, promienie żółte i pomarańczowe ulegają pochłonięciu przez parę wodną i tlen, natomiast promienie fioletowe i niebieskie ulegają silnemu rozproszeniu. Niezmienione pozostają błękitno-zielone i czerwone. Te z kolei, przechodząc przez warstwy atmosfery o różnej gęstości, ulegają zakrzywieniu, jednak zakrzywienie promieni niebieskich i zielonych jest większe niż promieni czerwonych (krótkofalowe ulegają silniejszemu załamaniu).

Patrząc na zachód lub wschód Słońca, widać jakby dwie tarcze słoneczne nakładające się na siebie. Środki tych tarcz są względem siebie nieco przesunięte, tak że tarcza niebiesko-zielona znajduje się wyżej od tarczy czerwonej. Czas trwania tego bardzo pięknego zjawiska – od ułamka sekundy do kilku sekund; występuje przede wszystkim w wysokich szerokościach geograficznych. Jest jednak trudne do zaobserwowania.

Więcej chmur znad Japonii



西暦2025年、明けまして御目出度う御座います。

Więcej chmur nad Trento i Durham

