

10/12

Tlak a vítr





Tlak vzduchu

Síla vyvolaná tíhou ($1,3 \text{ kg.m}^{-3}$)

Torricelliho pokus

$\Rightarrow p_a = p_h = \rho h g$ (hustota x rozdíl výšky x tíhové zrychlení)

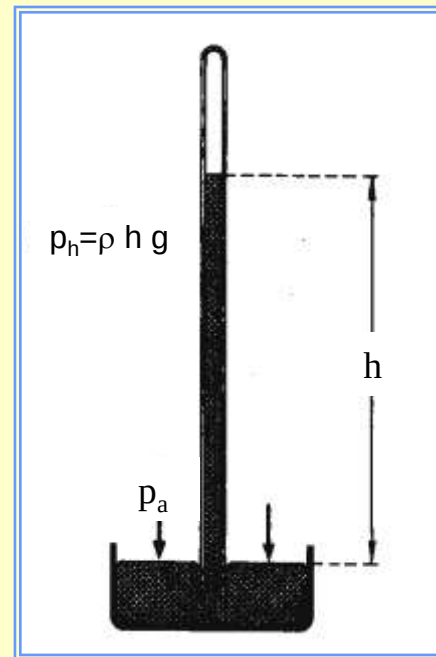
$\Rightarrow p_a = p_h = 13500 \text{ kg.m}^{-3} \times 760 \text{ mm} \times 9,81 \text{ m.s}^{-2}$

**Kdyby s vodou (hustota 1000 kg/m^3)
pak by byla nutná 14 m hadice)
příčina: nižší hustota vody**

Jednotky:

$\Rightarrow 1 \text{ mm Hg (torr)} = 1,333 \text{ hPa}$

$\Rightarrow 1 \text{ bar} = 1 \text{ atmosféra} = 760 \text{ torr} = 100\,000 \text{ Pa}$

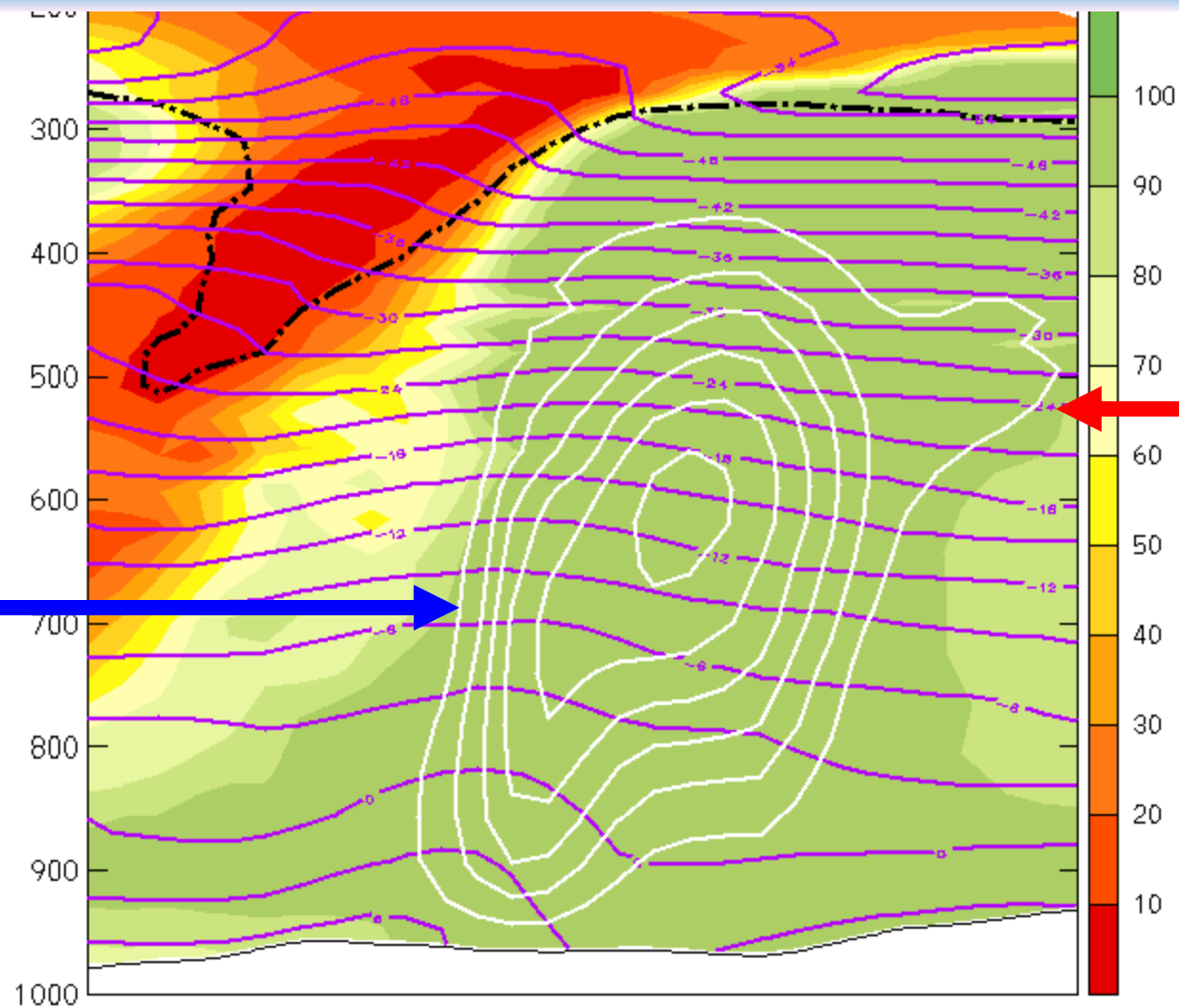




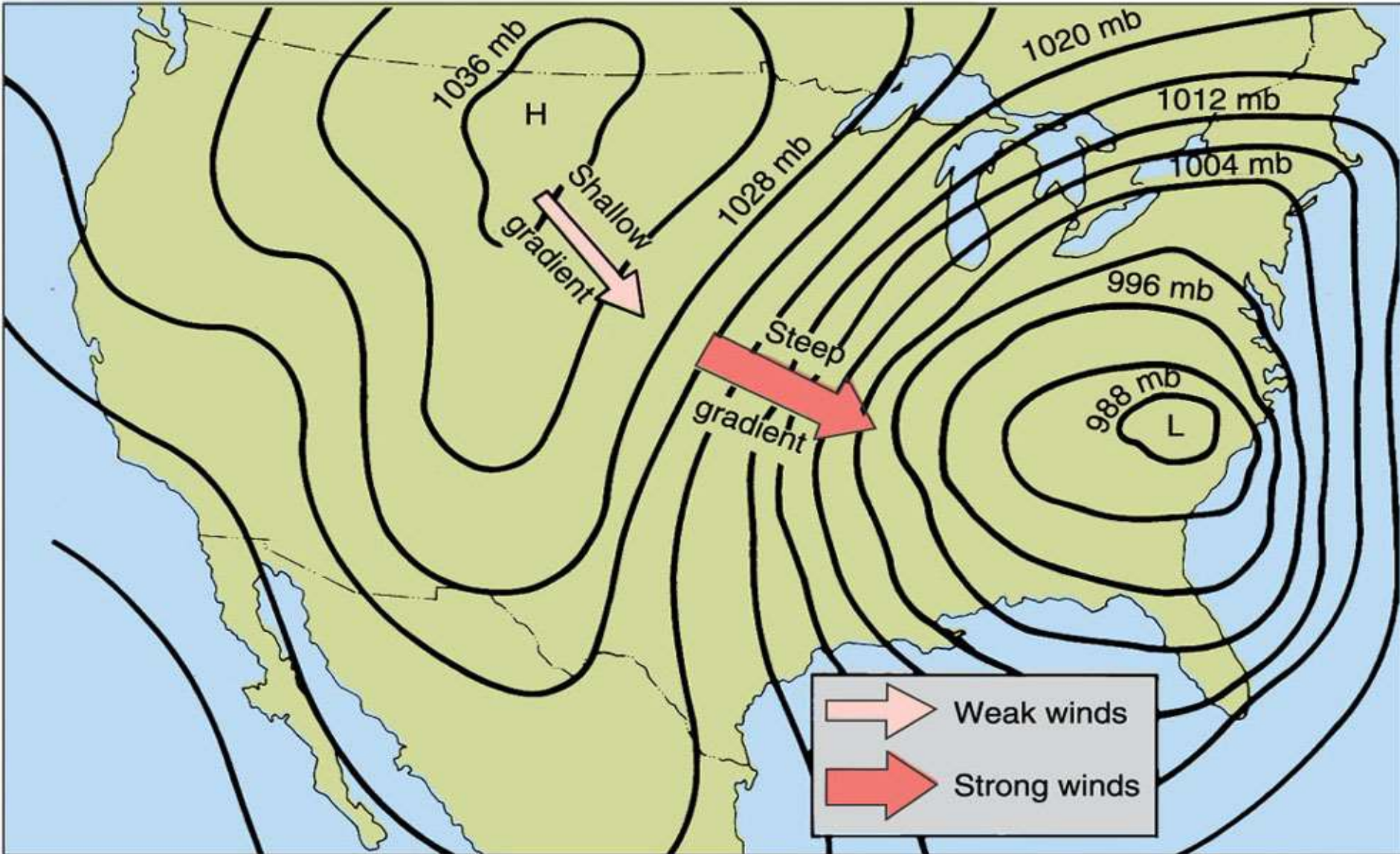
Charakteristiky tlaku

- Normální tlak: 1013,25 hPa; 15 °C; 0 m n. m, 45 °s.š.
- Isobary
- Horizontální tlakový gradient
- Vertikální tlakový gradient

Isobary



Isobary a vítr

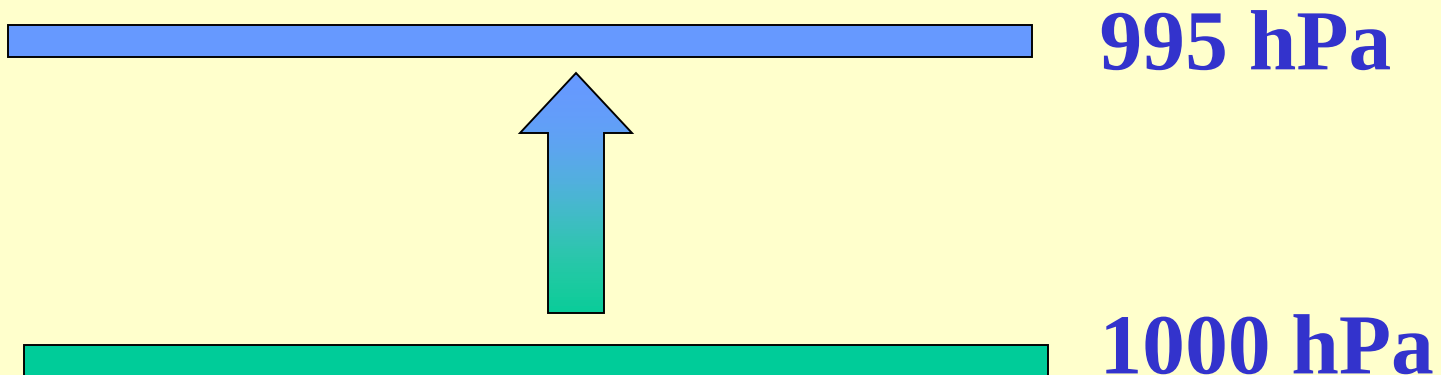




Horizontální tlakový gradient

F_h

➤ Horizontální pohyb vzduchu - vítr

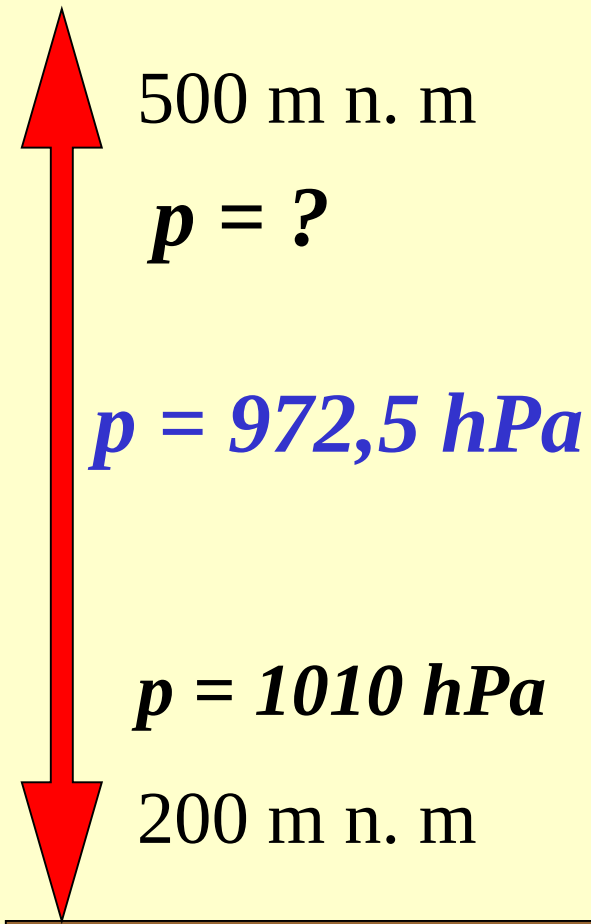




Vertikální barický gradient

- Změna tlaku s výškou
- Atmosférický tlak **klesá** s nadmořskou výškou
- **12,5 hPa / 100 m**

Příklad výpočtu změny tlaku





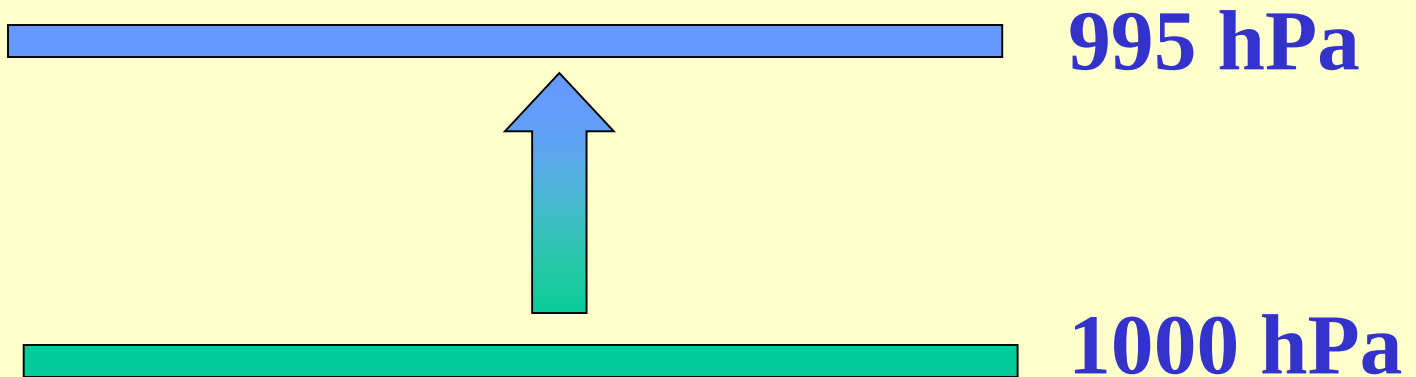
Bioklimatologický význam tlaku

- u rostlin
 - ⇒ (Evapo)transpirace
- u zvířat
 - ⇒ **stenobarní** = nesnášejí větší kolísání tlaku, jsou vázáni na určitou výškovou zónu (hlavně savci a většina ptáků)
 - ⇒ **eurybarní** = tolerují snížení tlaku i rychlé změny tlaku především bezobratlí; mnohý krev sající hmyz je při snížení tlaku (před bouřkou) aktivnější a agresivnější (někteří ptáci – kondor)
- u člověka (stenobarní – individuální reakce!!)

Vítr

F_h

➤ Horizontální pohyb vzduchu - vítr





SÍLY OVLIVŇUJÍCÍ

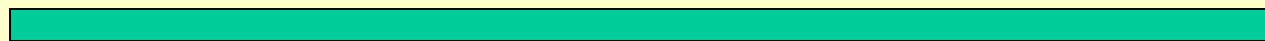
1. Coriolisova síla
2. Zdánlivá síla odstředivá
3. Síla tření

Coriolisova síla



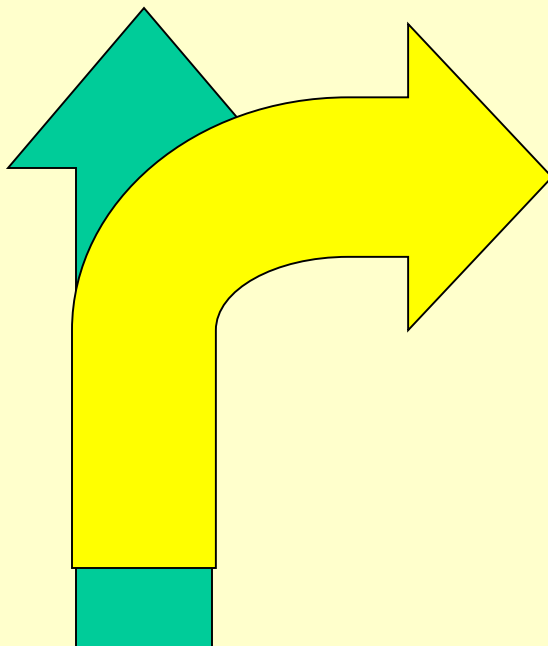
F_h F_c

B



995 hPa

C



A



1000 hPa



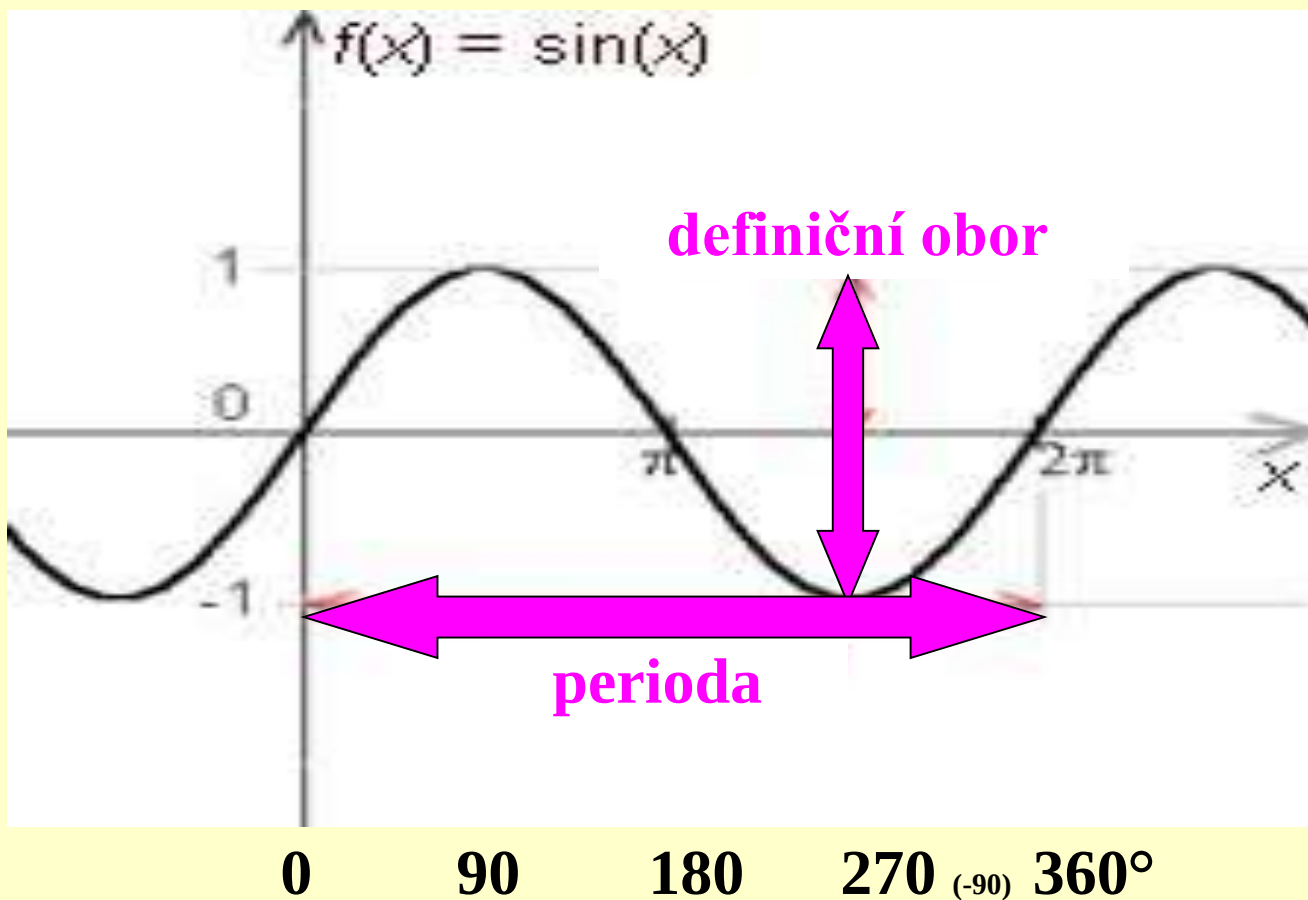
Coriolisova síla

$$F_c = 2 m \omega v \sin \varphi$$

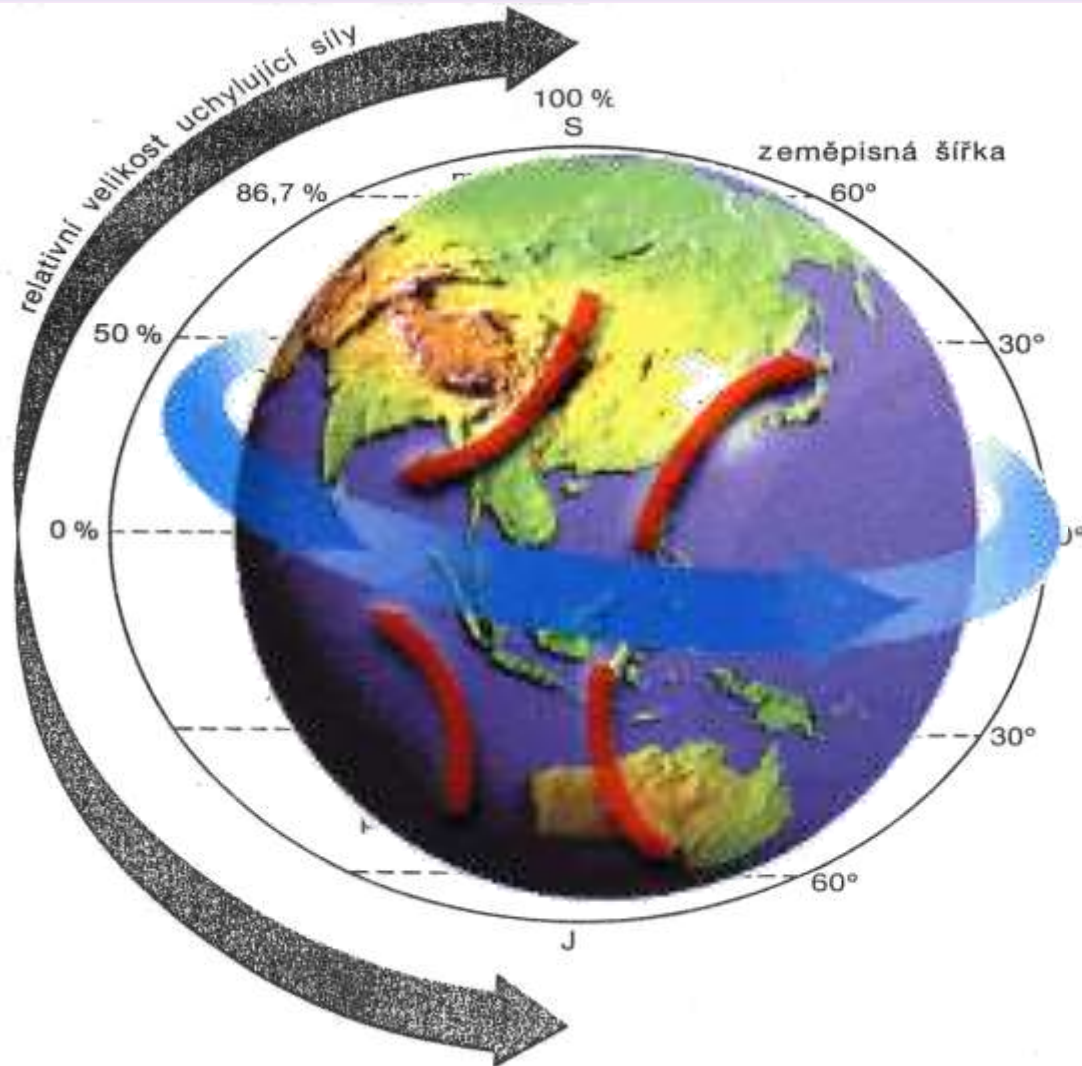
- m – hmotnost tělesa
- ω – úhlová rychlost zemské rotace
- v – rychlost pohybující se částice
- φ – zeměpisná šířka

Funkce sinus

$$F_c = 2 m \omega v \sin \varphi$$



Coriolisova síla



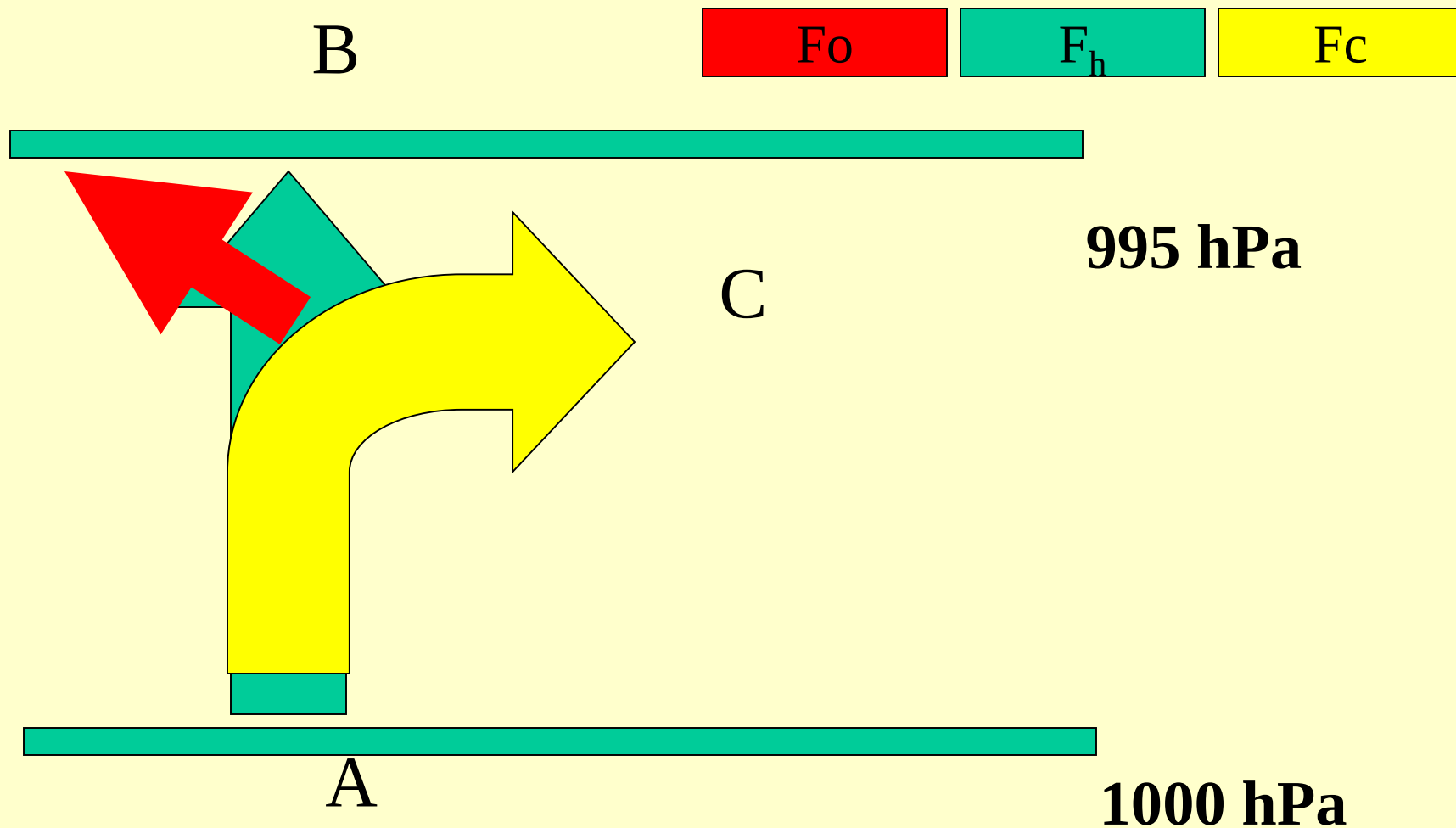


Odstředivá síla

$$F_o = m \frac{v^2}{r}$$



Odstředivá síla



Síla tření



$$F_t = -k m v$$

- k - koeficient tření
- proti směru pohybu



Síla třecí a výsledný směr větru

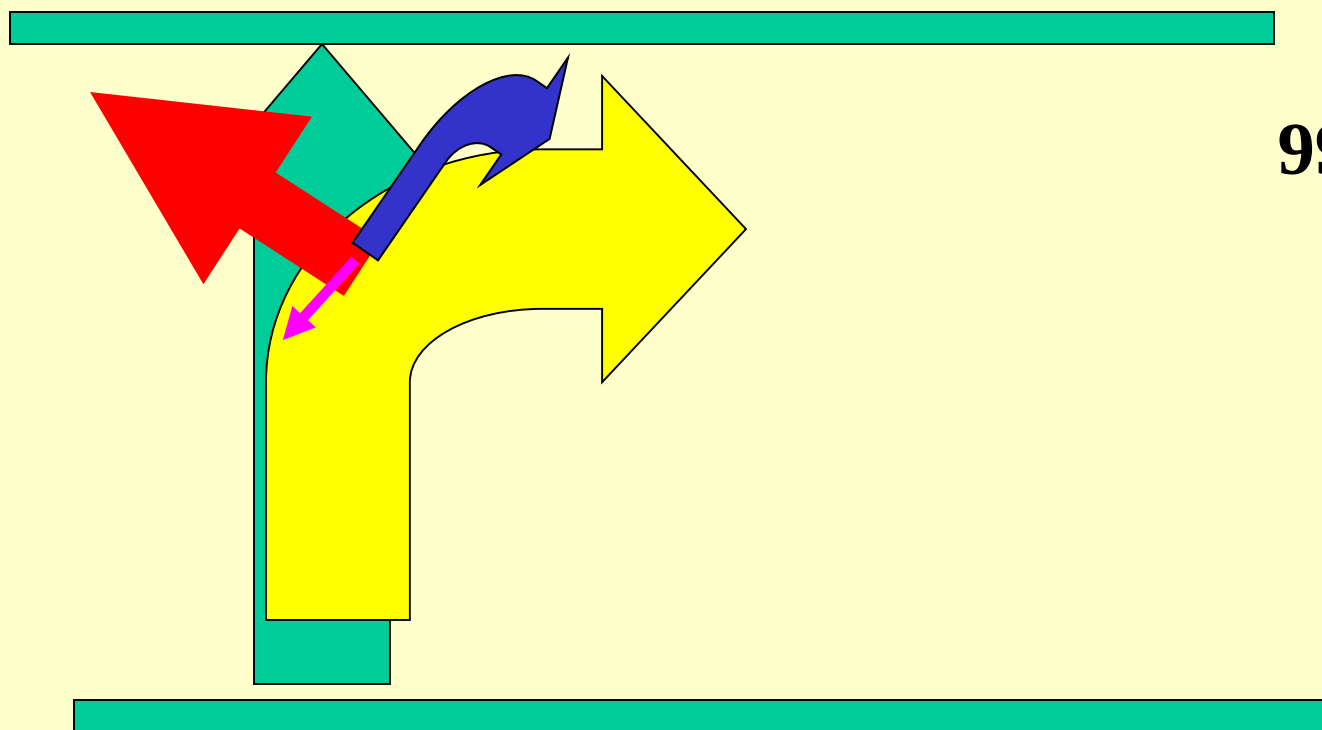
F_o

F_h

F_c

F_t

Výsledný směr



995 hPa

1000 hPa



Charakteristiky větru

- směr
- rychlost
- nárazovitost



Směr větru – odkud!!

N ~~00~~ nebo 36

00 = calm

27 W

E 09

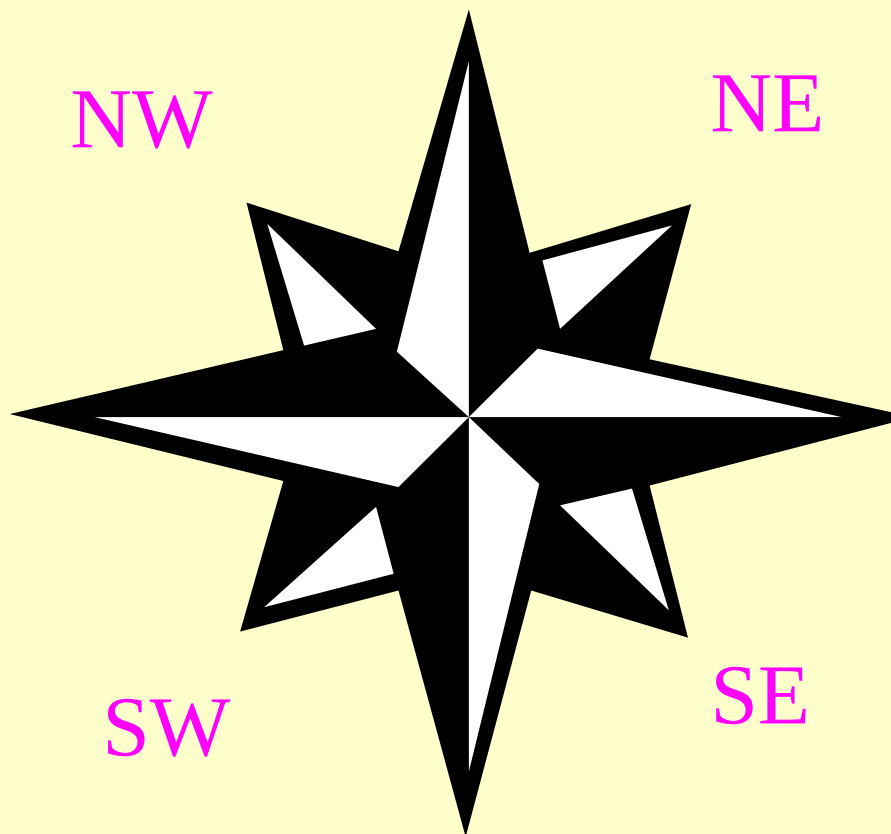
NW

NE

SW

SE

S 18





Rychlost větru

➤ m.s^{-1}

➤ km.h^{-1}

➤ knots

⇒ ($1 \text{ kn} = 0,51 \text{ m.s}^{-1} = 1852 \text{ m} / 3\,600 \text{ s} =$
námořní míle/hod)

➤ $^{\circ}\text{B}$

Beaufortova stupnice

BEAUFORTOVA STUPNICE

STUPEŇ	RÝCHLOST (m·s ⁻¹)	OZNAČENÍ
0	0,0 - 0,2	BEZVĚTRÍ
1	0,3 - 1,5	VÁNEK
2	1,6 - 3,3	SLABÝ VÍTR
3	3,4 - 5,4	MÍRNÝ VÍTR
4	5,5 - 7,9	DOSTI ČERSTVÝ VÍTR
5	8,0 - 10,7	ČERSTVÝ VÍTR
6	10,8 - 13,8	SILNÝ VÍTR
7	13,9 - 17,1	PRUDKÝ VÍTR
8	17,2 - 20,7	BOURĚLIVÝ VÍTR
9	20,8 - 24,4	VICHŘICE
10	24,5 - 28,4	SILNÁ VICHŘICE
11	28,5 - 32,6	MOHUTNÁ VICHŘICE
12	> 32,7	ORKÁN

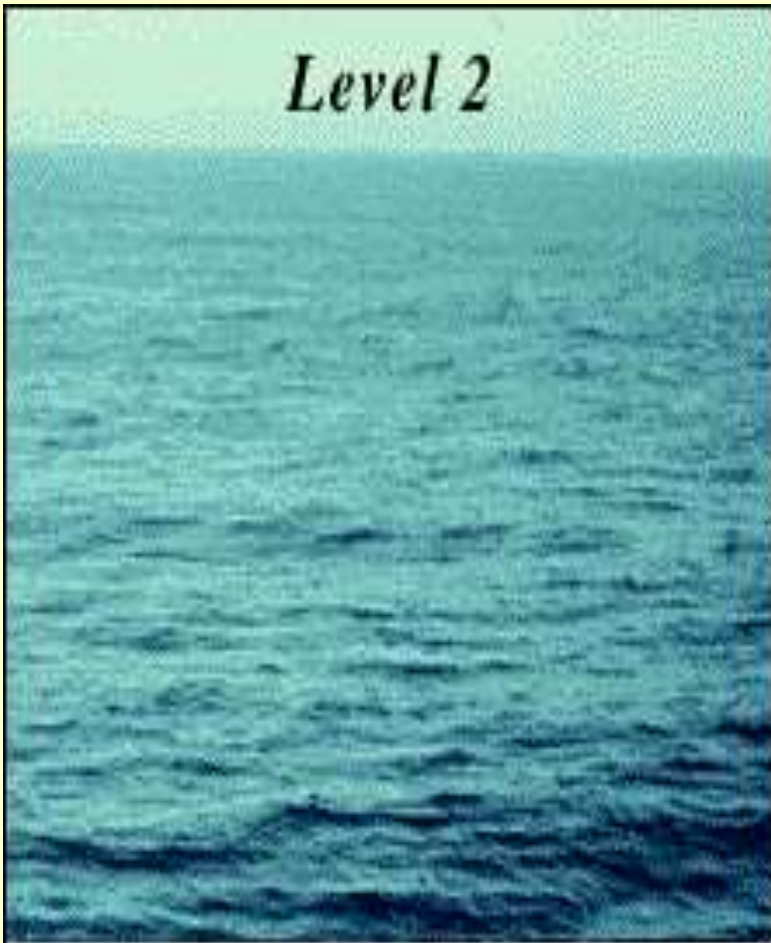


Stupeň 6

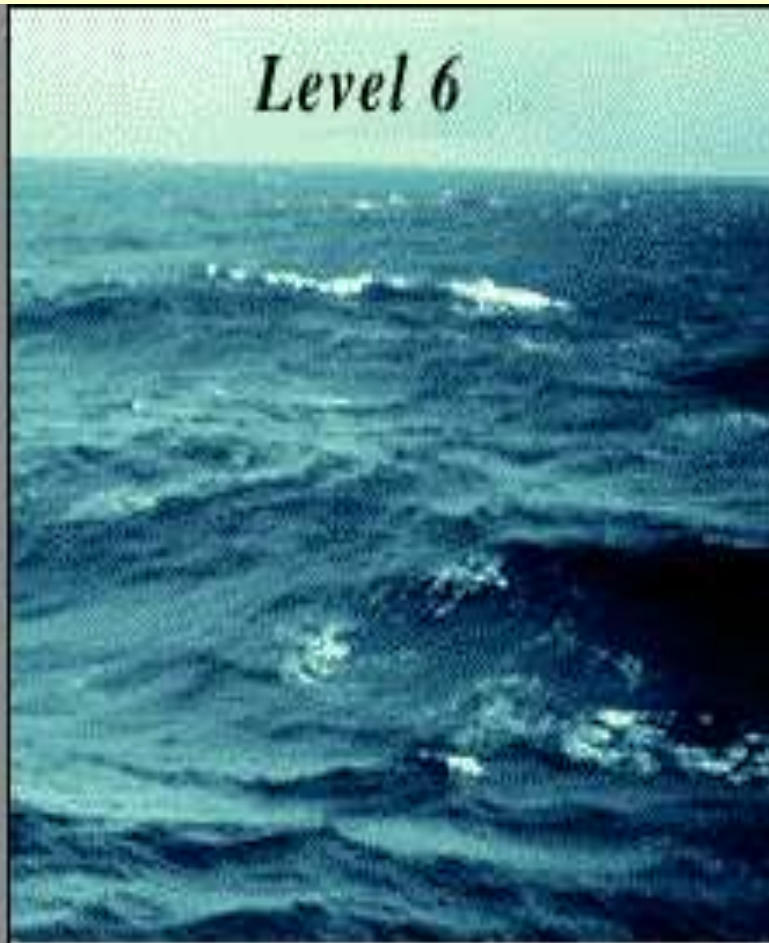


Beaufortova stupnice - účinky

Level 2



Level 6





Nárazovitost

- zvýšení rychlosti **alespoň** o 5 m/s po dobu alespoň 1s avšak **nejvýše** 20 s
- Nejnižší stanovená hranice je 12 m/s.

Nárazy - 30.1.2022



Sněžka

nejsilnější náraz
52 m/s
186 km/h



Milešovka

nejsilnější náraz
40 m/s
144 km/h



Ústí nad Labem, Kočkov

nejsilnější náraz
28 m/s
101 km/h



Praha

nejsilnější náraz
27 m/s
96 km/h

Velmi silný vítr při orkánu Nadia (Malik)

zdroj: ČHMÚ



Typická větrná proudění

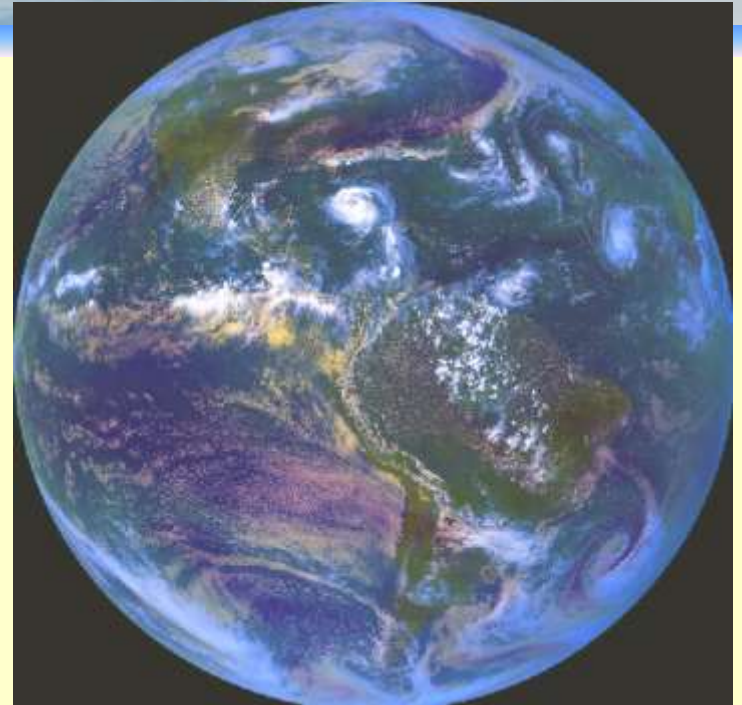
(reliéf, kontakt vzduchových hmot, změna aktivního povrchu, apod.)

- Fén
- Cyklóny, tajfuny, uragány, hurikány
- Tornádo (tromba, smršť)
- Bríza (pobřežní vánky)
- Údolní x horský vítr
- Monzuny
- Jugo, bóra (Chorvatsko)
- Mistrál, chamsín, scirocco, blizzard....

Příklady



Hurikán Helen



5 –10 ° s nebo j šířky

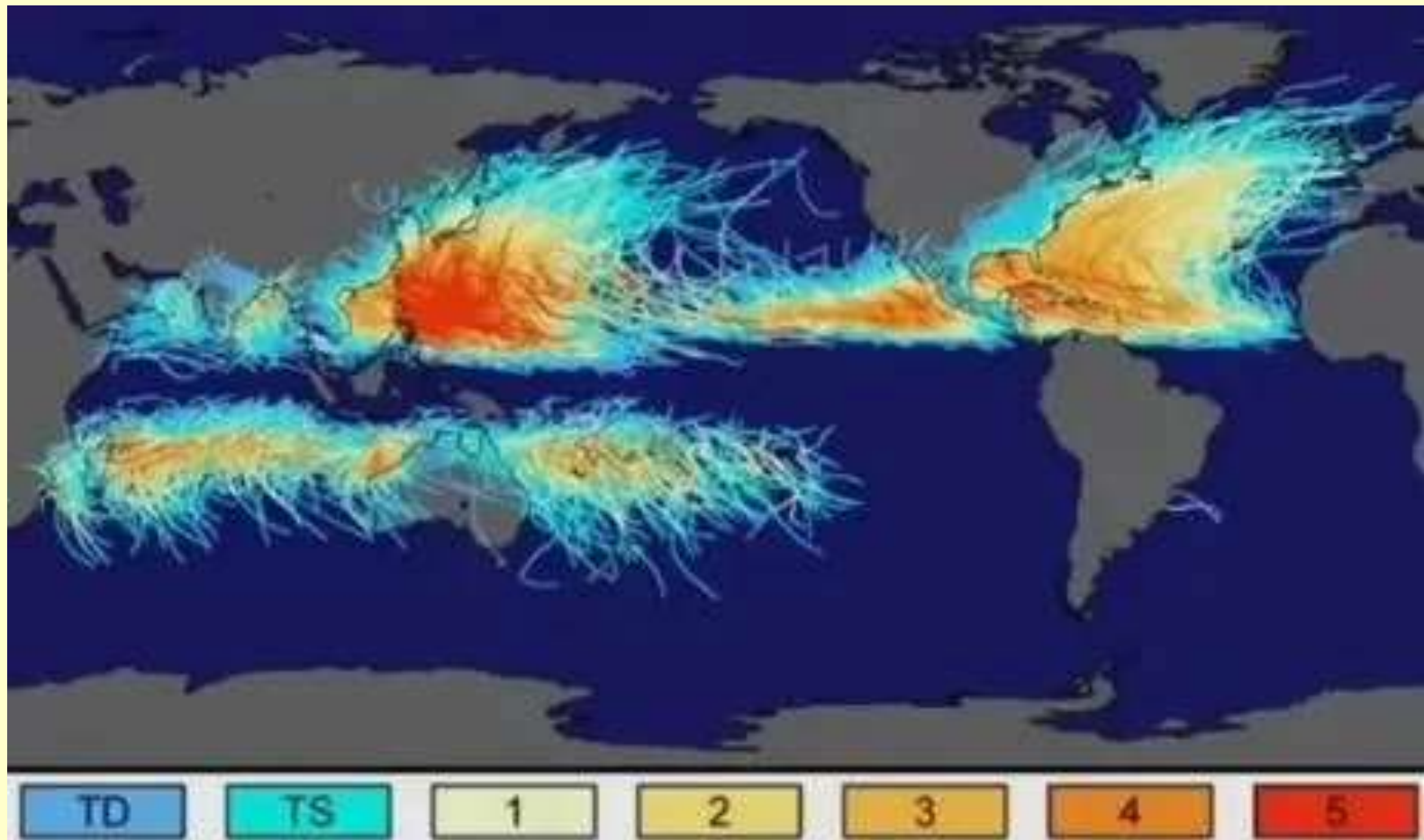
teplota vody alespoň 26 °C

vysoká vlhkost

vyšší rychlost větru



Hurikány na rovníku?





Tornádo - vznik?!

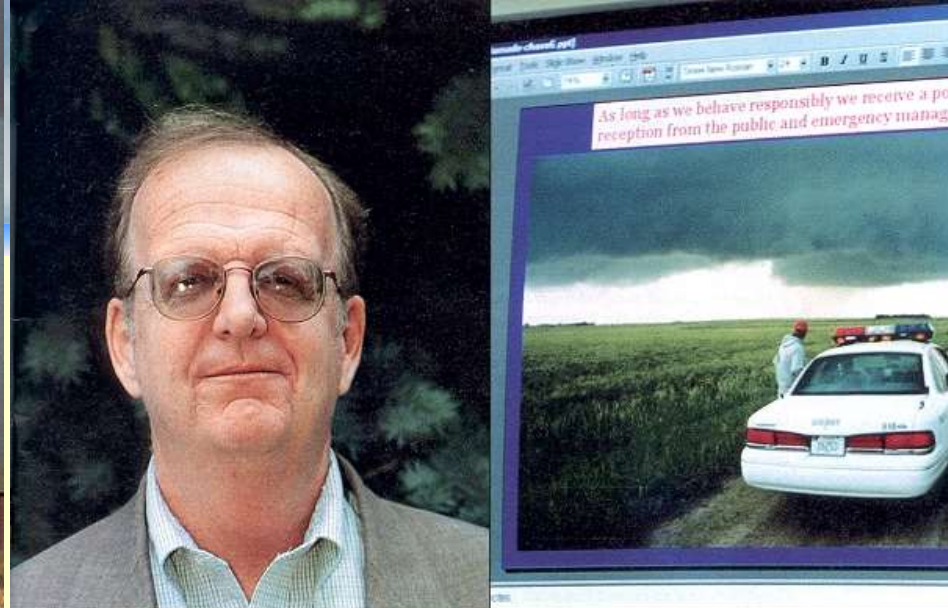
Není zcela popsán (proto se nedá předpovědět)

- **Supercela** – často izolovaný Cb (bouřka)
- **Vertikální proudy**
- **Střih větru** (točivý vír v různých výškách s různou rychlostí)



Supercela nad
Pálavou Foto:
Lukáš Valian
26.6.2020

Lovec tornád



Tornadojägaren

– Vi vet så otroligt mycket mera om tornador idag jämfört med för bara tio år sedan, säger professor Ken Dewey. Ändå går det inte att förutsega vilken väg en tornado skall ta, vilket gör den extremt farlig, särskilt för turister på tornadosafari.

Text och foto:
Micke Karlsson

Ken Deweys jobb är att finna tecken på en kommande tornado. Han är specialist på att hitta dem. Det finns bara ett problem.

– Amerikaner tycker generellt sett att all skatt är bortkastade pengar så de flesta begriper inte att det jobb vi gör faktiskt sparar skattepengar i det långa loppet...

Människor som aldrig upplevt en tornado kan nog inte riktigt förstå den enorma urkraft som naturen visar upp när den är på sitt mest destruktiva humör. En av dem som vet betydligt mer om denna urkraft, och dess potentiella destruktivitet, är professor Ken Dewey vid den geologiska/meteorologiska fakulteten på University of Nebraska i delstatshuvudstaden Lincoln.

– Många tror att det är spännande att jaga stormar men det är faktiskt mer skrämmande än någonting annat. När man står där, mitt ute i naturen, och får uppleva naturens urkraft nära inpå inser man hur liten man egentligen är, säger Ken när Seko-magasinet träffar honom i Lincoln, och fortsätter:

Folk begriper inte riskerna

– Som med allting annat som är farligt tycker allmänheten att stormar, och främst tornador, är raff-

lande. Folk begriper nog inte riktigt riskerna eftersom de allra flesta säger att de gärna vill se en tornado på nära håll.

Ken Dewey skakar på huvudet och fortsätter:

– Tack vare all den forskning som har gjorts kring tornador och allvarliga stormar de senaste åren har vi numera möjligheter att varna folk i tid om en tornado är på väg mot dem. Fast det är klart, om folk ignorerar varningarna och går utomhus för att titta på tornadon i stället för att söka skydd, spelar det ju ingen roll hur långt i förväg vi kan varna.

F5 är värsta sorten

Tornador bedöms i den så kallade Fujitaskalan. Den spänner från F0 till F5, där F5 är den värsta sortens tornado. En F0:a har vindhastigheter mellan cirka 18–32 meter per sekund och en F5:a blåser på i 117–141 meter per sekund.

Det finns två sorters förvarningar när det handlar om att varna allmänheten för en kommande tornado. "Watch" respektive "Warning". Watch utfärdas när riskerna är stora för en nära förestående tornado och

Vad är en tornado?

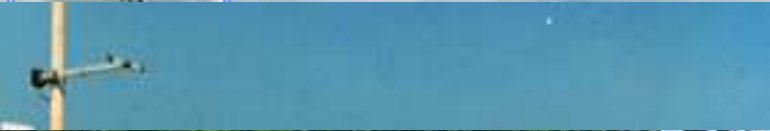
En tornado är i princip en virvelvind. Rotationen sker vanligen motsols. Diametern på en tornado kan variera från 100 meter till 600 meter, men det förekommer tornador som har en diameter på en meter och det har förekommit tornador med en diameter på smått otroliga en och en halv kilometer.

Tornador bildas inuti, framför eller bakom ett åkssystem. I korthet handlar det om att olika lufttemperaturer inom samma system på olika altituder tvingar luften att stiga respektive sjunka. Om förhållandena är de rätta kan en cyklonisk rotation uppstå.

Vanliga tecken på en tornado är att himlen mörknar, att temperaturen sjunker en aning och flera mindre molntappar som hänger ned på undersidan av ett åskmoln. När dessa molntappar börjar rotera, och rotationen ökar hastighet, sjunker de ned mot marken och en tornado har fötts.



Výzkum



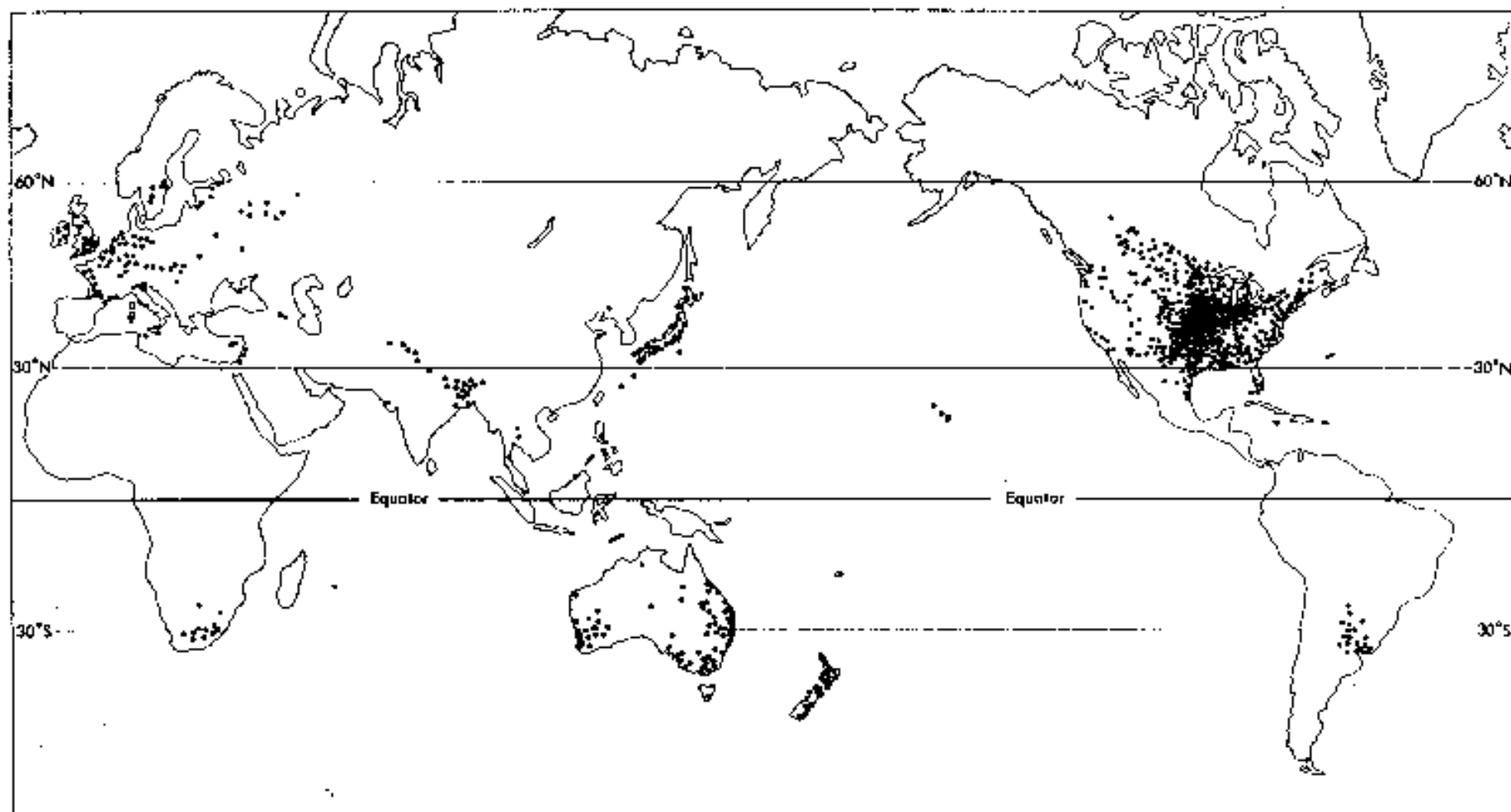
Tornádo







Tornáda 1980-2000





Fujitova stupnice

KLASIFIKACE TORNÁD PODLE SÍLY – FUJITOVA STUPNICE (F)

Označení	Rychlost tornáda (km/h)	Efekt
F0	do 117	Padají komíny, lámou se větve.
F1	117 až 180	Slabší tornádo, jehož výskyt můžeme objevit i v ČR.
F2	180 až 252	Vyvrací vysoké předměty, malé předměty létají.
F3	252 až 332	Odrhává střechy a většina stromů je vyvrácena, jsou odmršťována i těžká auta.
F4	332 až 418	Velmi silný vír, jeho rychlostí ničí celé domy a může je i odnést.
F5	418 až 511	Nejsilnější forma tornáda, která nechává poletovat nejtěžší předměty a odmršťuje je do vzdálenosti 100m, svou silou vytrhává stromy i s kořeny.



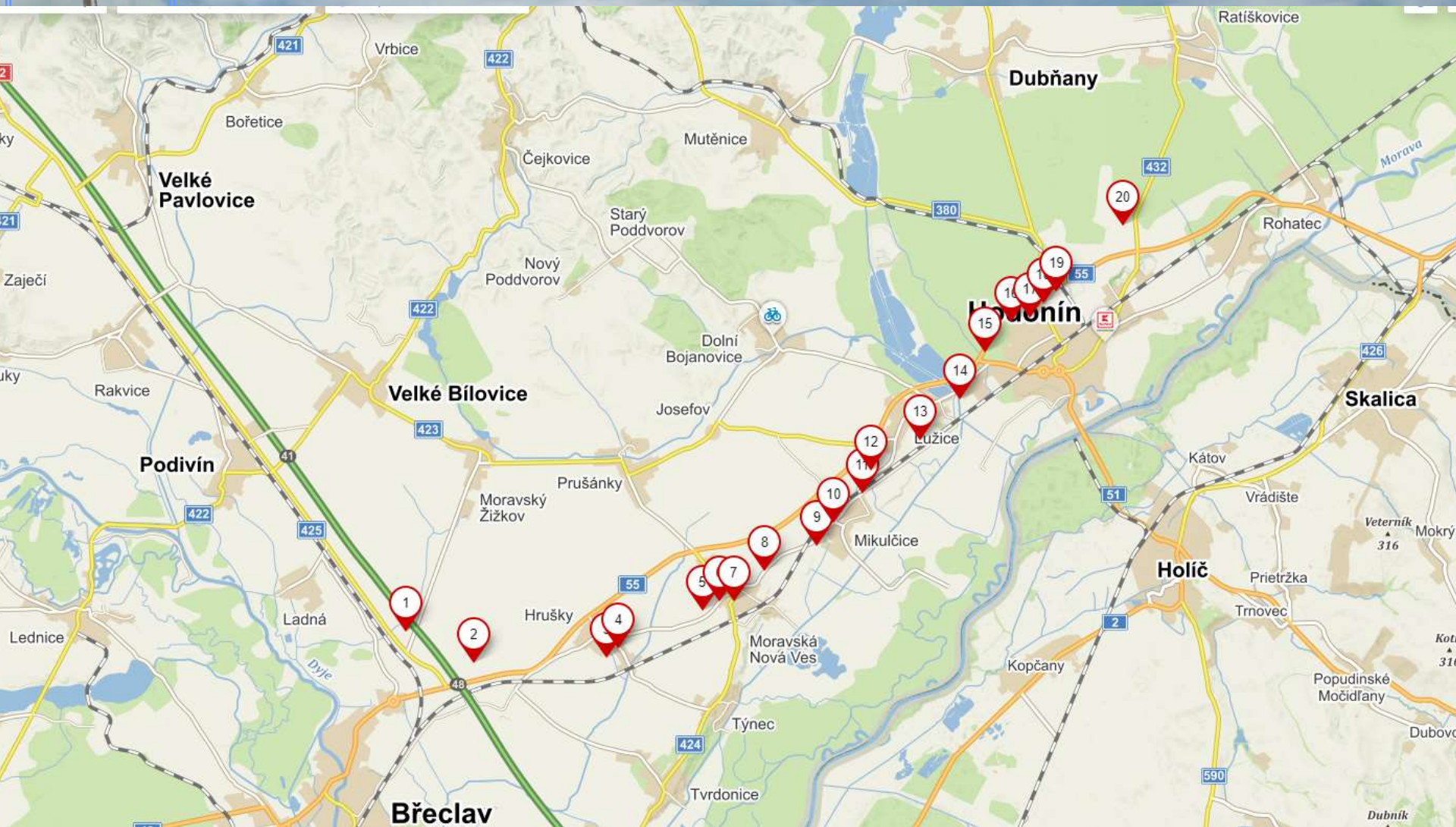
Treynor, Iowa, 16 .5 1999.



někde v Kansasu, 1989.



**Grand Island,
3.6. 1980.**



Délka: 26 km, pás: 100-700 m



Mikulčice 24.6.2021



Tragédie po tornádu v obci Mikulčice. (25.5.2021)

Autor: Petr Topič, MAFRA



Zdevastované domy v obci Mikulčice na jižní Moravě, kterou se ve čtvrtek večer prohnalo tornádo. (25. června 2021)



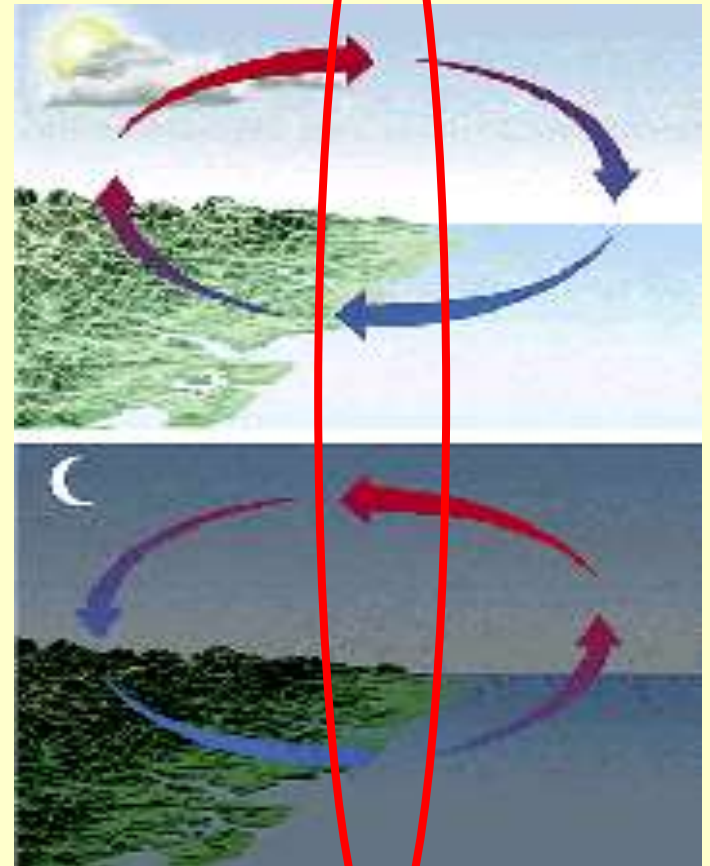
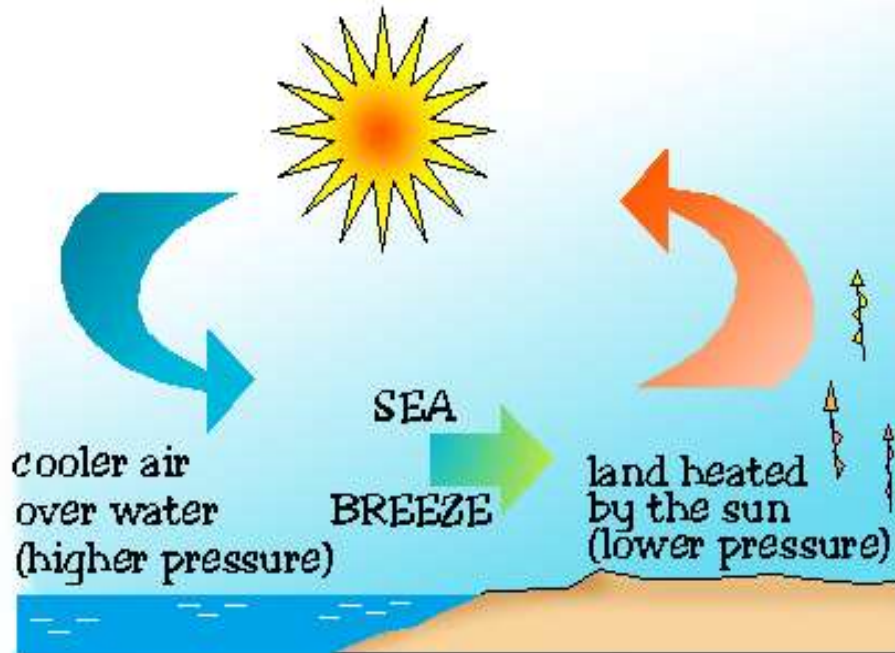
Mikulčice 26.6.2021





Bríza - pobřežní vánky

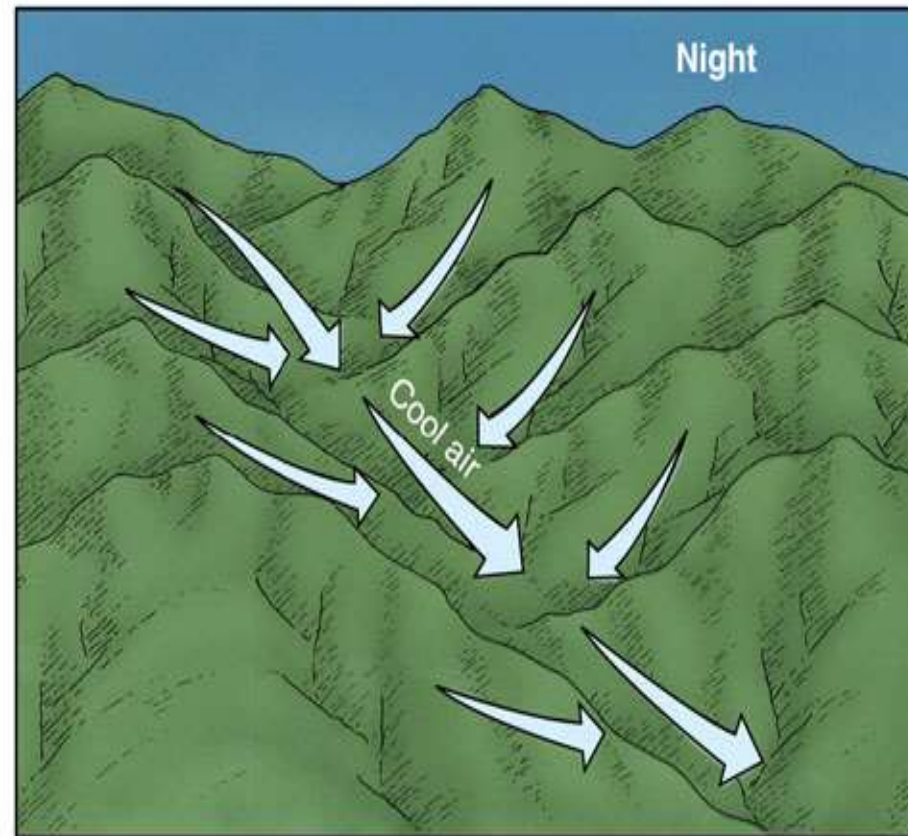
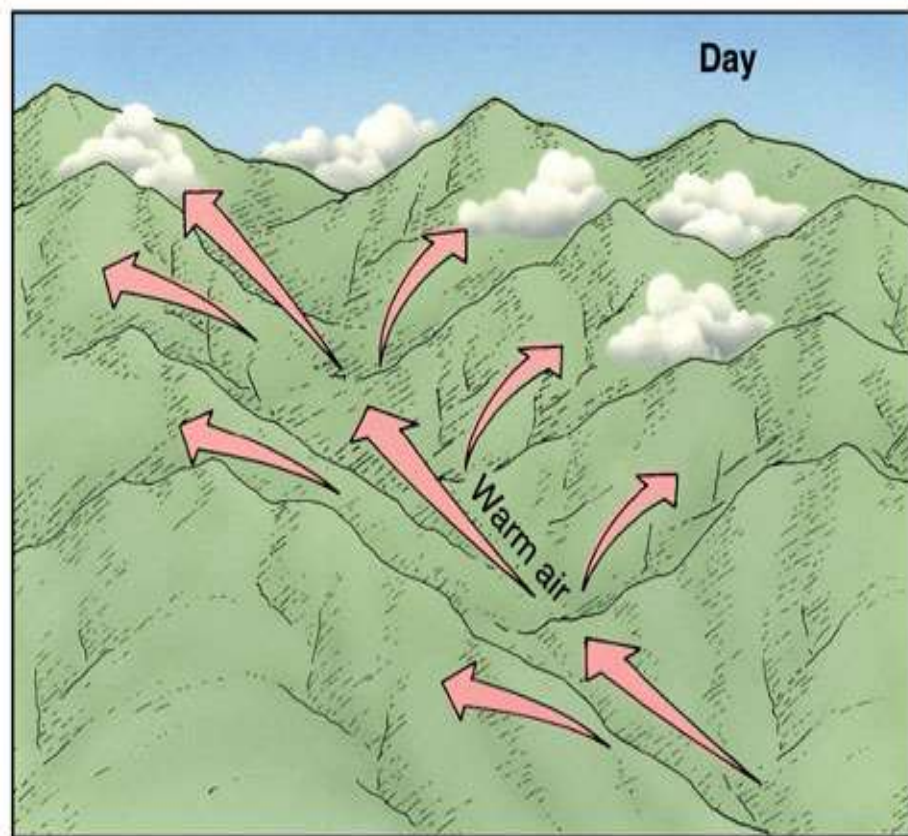
The Thermal-Pressure Relationship





Podobný princip

Údolní a horský vítr



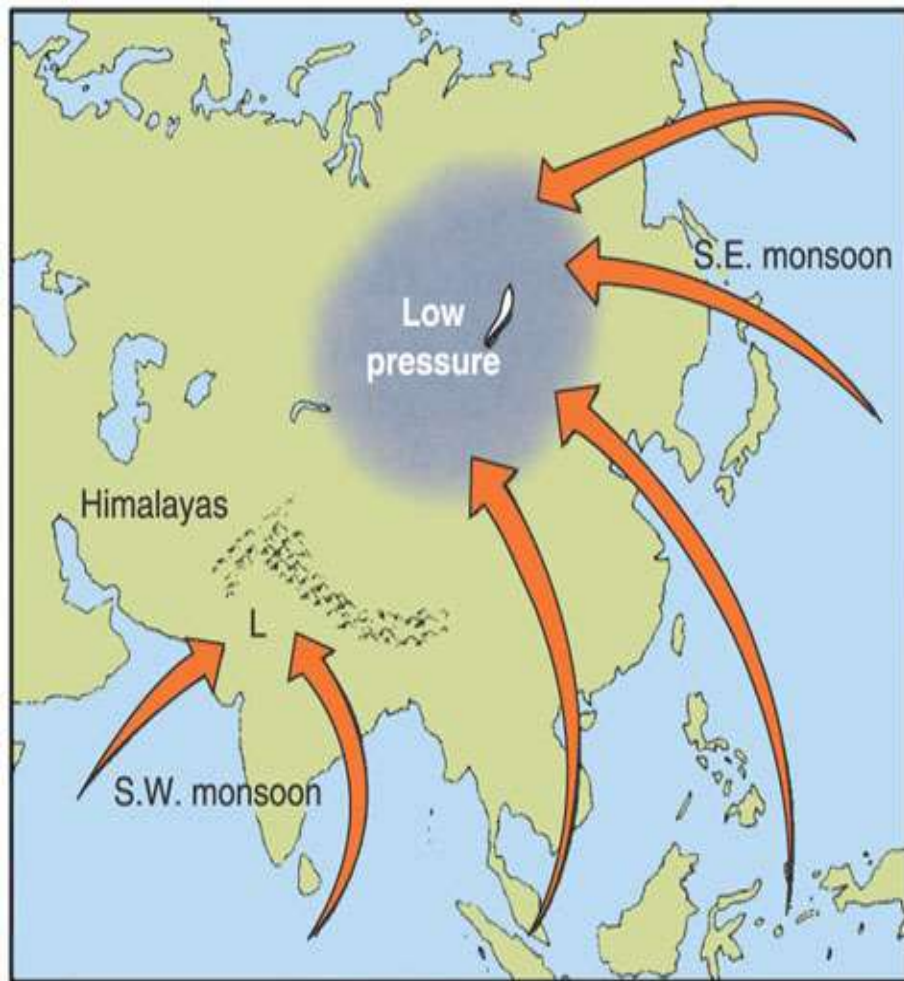
© 2004 Thomson - Brooks/Cole

Nejčastěji tam kde je jasné počasí

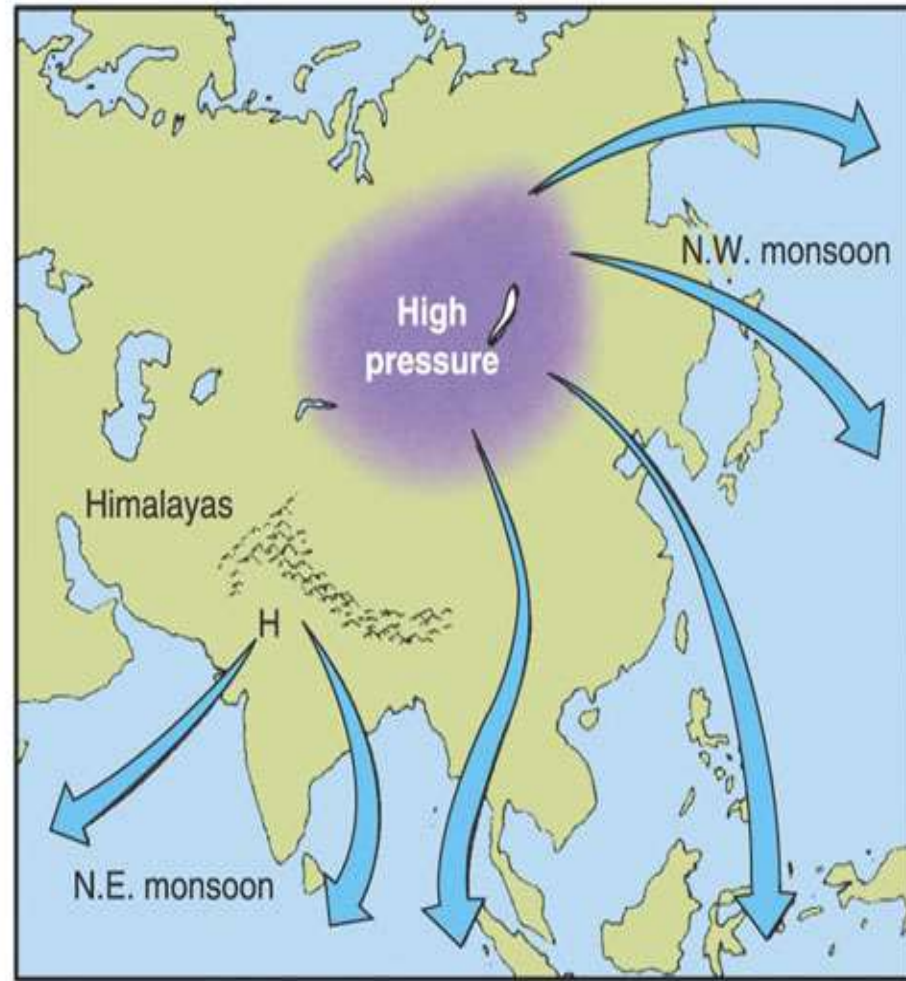
Ve dne se v údolí vzduch prohřívá

V noci radiačně ochlazený stéká

Letní a zimní monzun



July



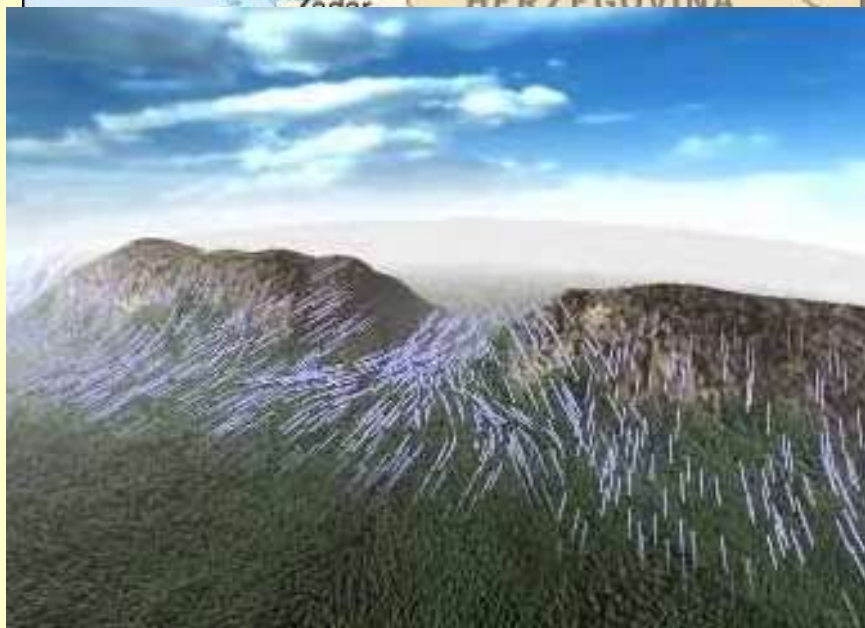
January

Letní monzun



- **Silný vítr**
- **Přívalové srážky**
- **Sesuvy půdy**

Chorvatsko



Bóra



Jugo



Bioklimatologický význam větru

POZITIVNÍ:

- výměna vzduchu
- větrné opylení (**anemofylie**) – stromy,
 - ⇒ stepní, horské trávy
 - ⇒ **Entomofilie** – byliny lákají hmyz na barvu, vůni, les/stromy (ne ovocné) nic takového, i když často obojetné
- přenášení semen a plodů (**anemochorie**)
- pohyb listů
- rozrušení inverzní vrstvy
- zdroj energie

Zdroj energie





Větrná energie v ČR (minimum 4 m.s⁻¹)



5 - 6 m.s⁻¹



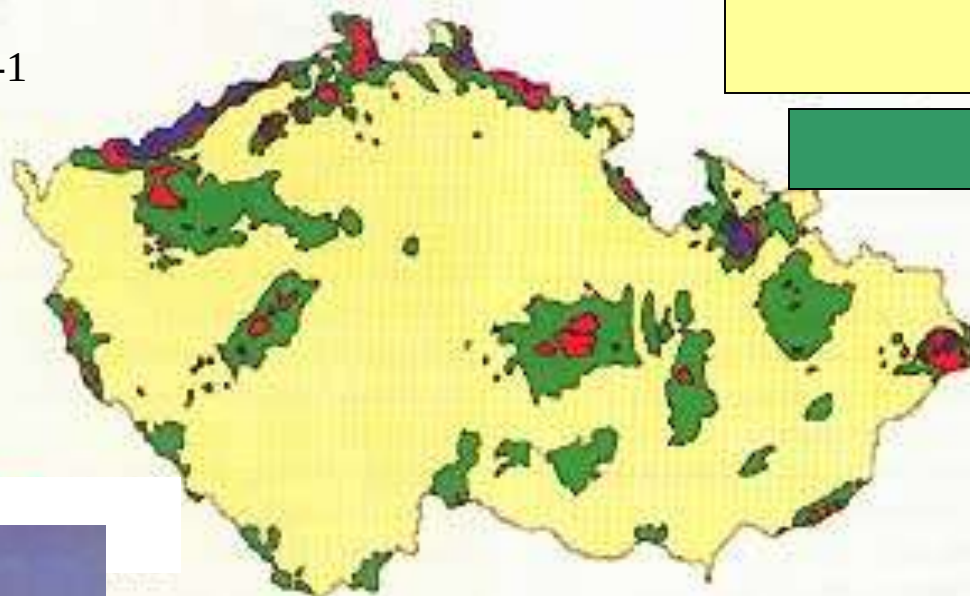
> 6 m.s⁻¹



< 4 m.s⁻¹



4 - 5 m.s⁻¹



Třídění Podle výkonu

Typ	Výkon VE (kW)
-----	---------------

Malé	do 20
------	-------

Střední	20 - 50
---------	---------

Velké	nad 50
-------	--------

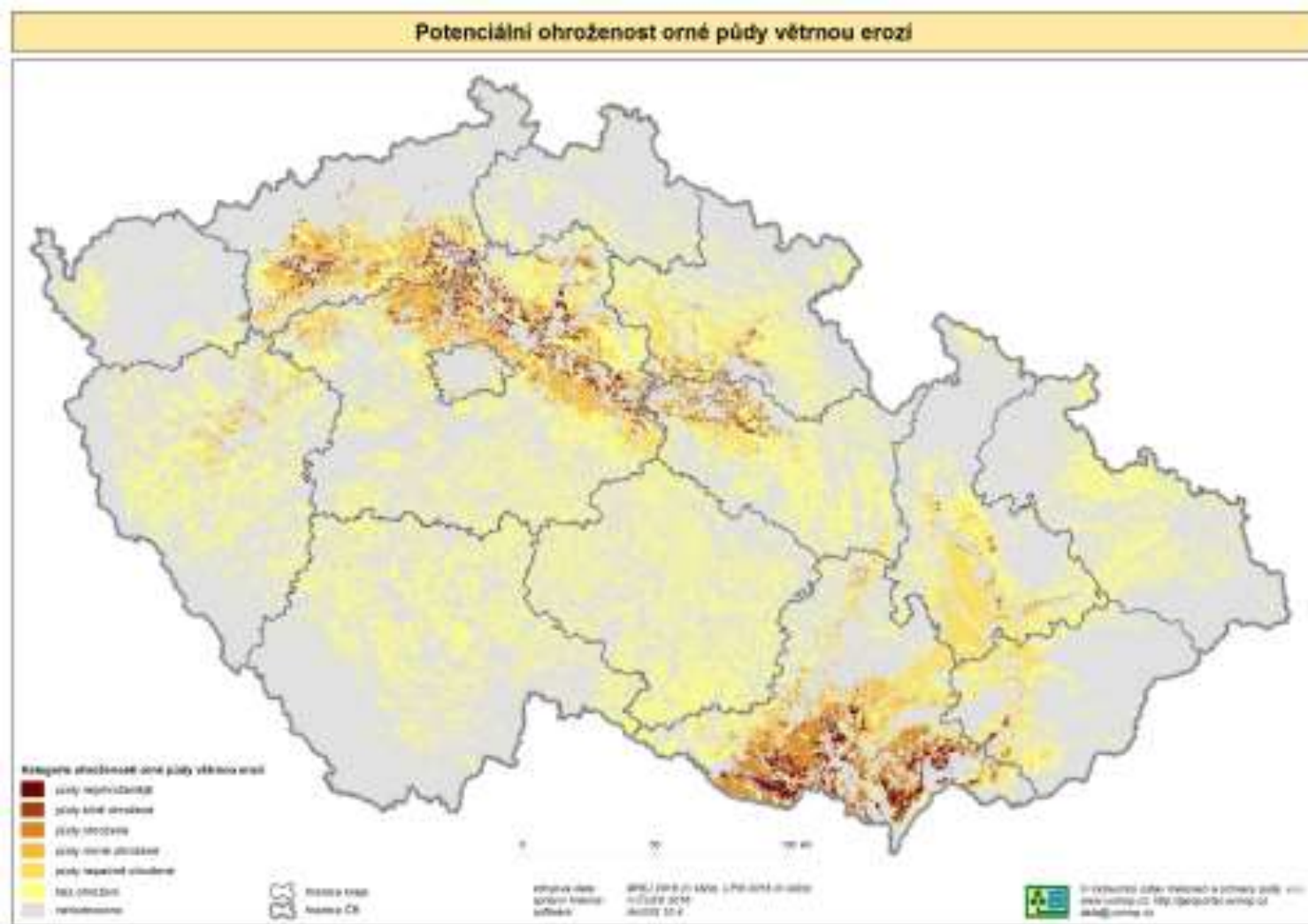
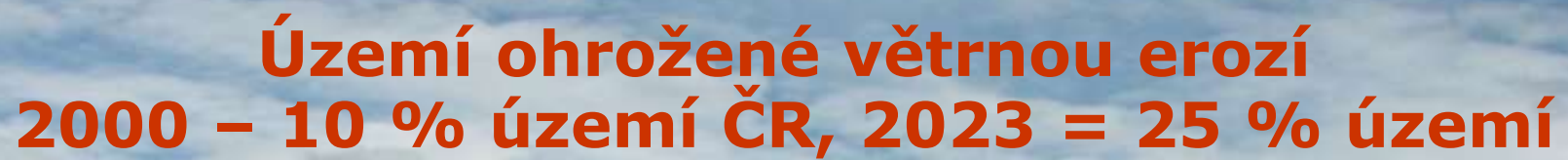




Bioklimatologický význam větru

NEGATIVNÍ:

- podporuje výpar
- přenášení škůdců a plevelů
 - ⇒ Kůrovec 600 – 1500 m, ale s větrem i 13 km
- odnáší sníh
- větrná eroze
- polomy – >10 st. °B
- vlajkové stromy





Větrná eroze



Silné vichřice



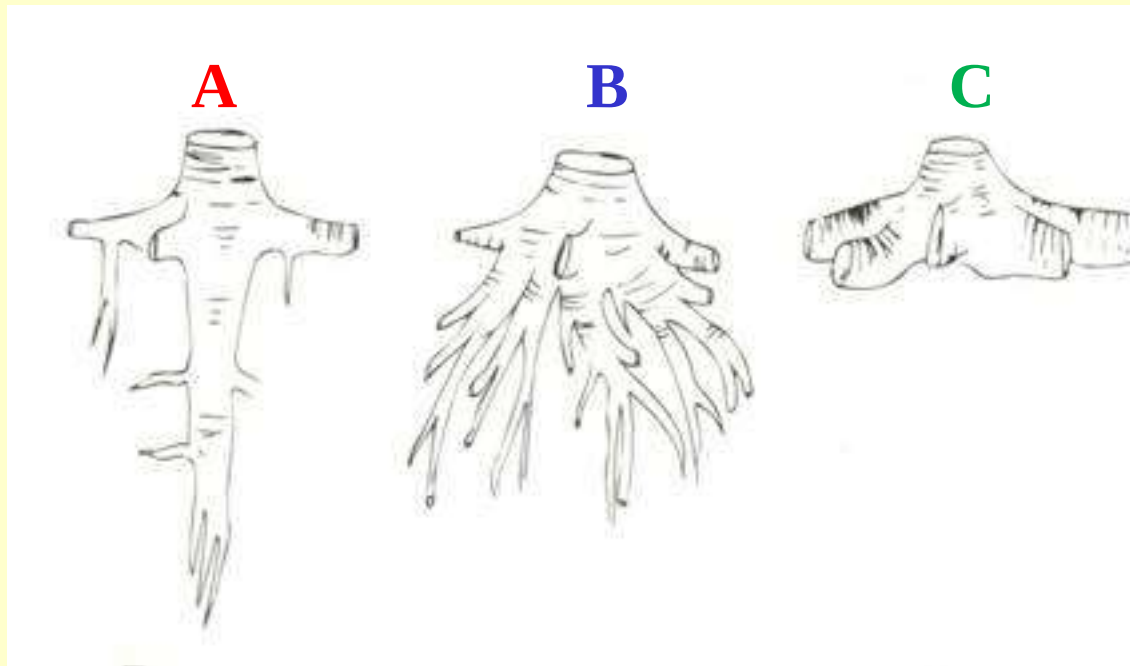


Vysoké Tatry 19.11.2004



- rychlost až 170km/h
- 25 000 ha zničeno
- 12 000 ha poškozeno

Kořenový problém odolnosti na vítr ???



- A** – kůlový (borovice, douglaska, jedle dub letní)
- B** – srdčitý = více šikmých (buk lesní)
- C** – mělký = vodorovný (smrk)



Vlajkové stromy





Děkuji za pozornost