

REGIONÁLNÍ GEOGRAFIE ANGLOSASKÉ AMERIKY

3. přednáška Klima

Faktory ovlivňující klima (obecně):

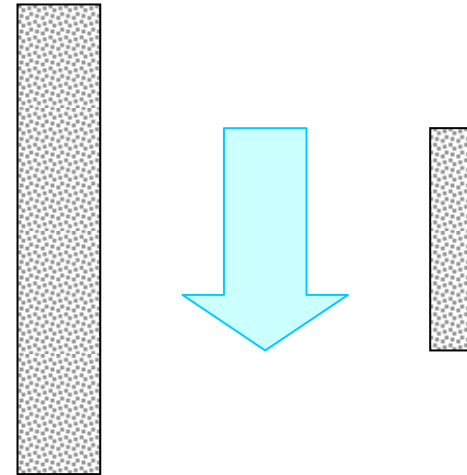
- astronomické
- geografické: zeměpisná šířka a délka, vzdálenost od oceánu, reliéf
- všeobecná cirkulace atmosféry
- mořské proudy

Geografické faktory

- zeměpisná šířka a délka
 - ▣ vliv na insolaci ⇒ teplota (úbytek tepla od rovníku k pólům ⇒ klimatické pásy, Anglosaská Amerika leží v pěti z nich – arktickém, subarktickém, mírném, subtropickém a tropickém)
- vzdálenost od oceánu
 - ▣ V Americe jako celku stupeň kontinentality nízký, proto méně výrazné sezónní tlakové útvary
 - ▣ Severní Amerika o něco „širší“ ⇒ kontinentalita vyšší

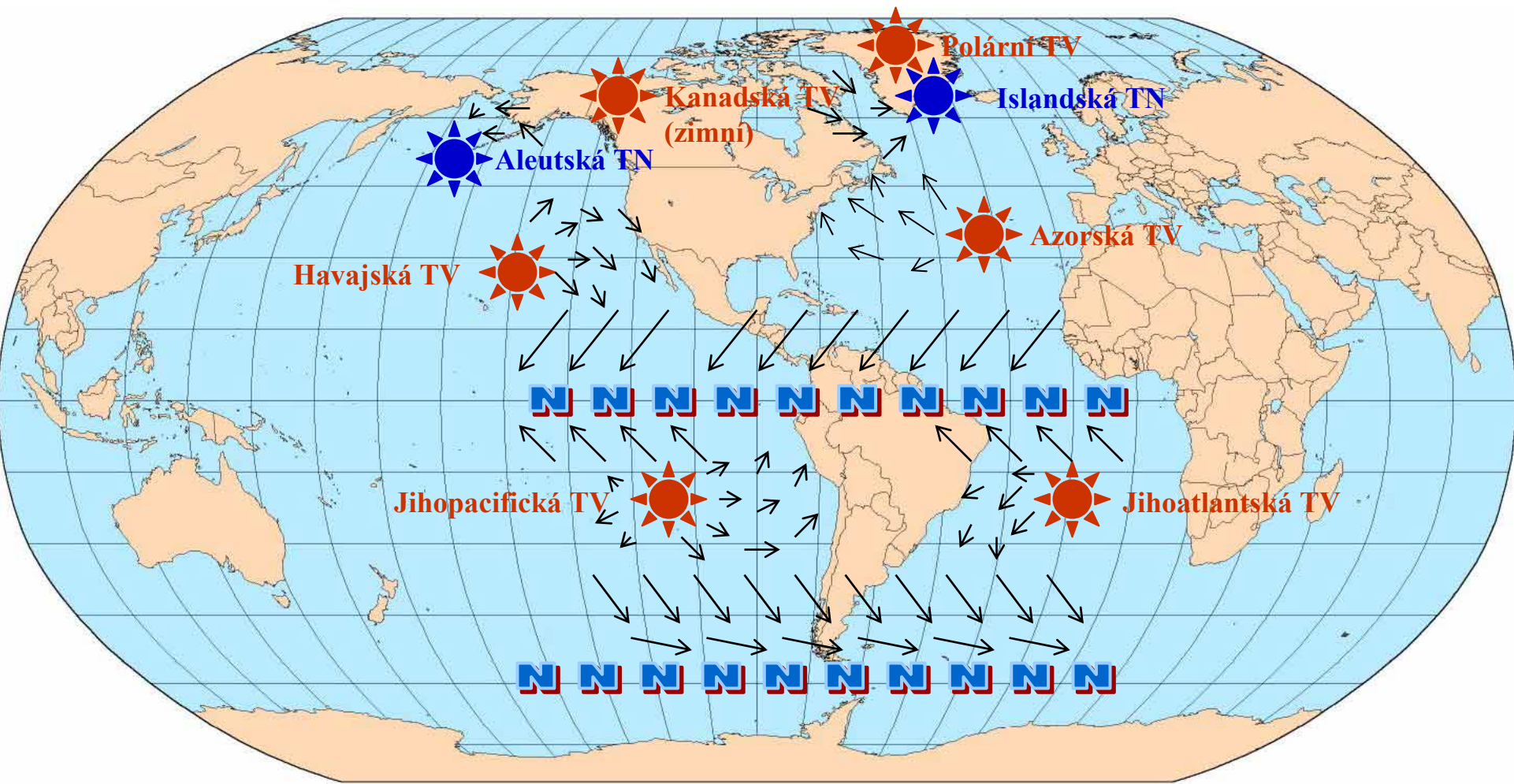
Geografické faktory

- reliéf
 - ▣ příznivý pohybu vzduchu S–J
 - ▣ nepříznivý pohybu vzduchu V–Z
- (v subtropických a tropických oblastech překryto VCA)



Cirkulační poměry

- všeobecná cirkulace atmosféry
- výrazné tlakové útvary
 - ▣ nad oceánem stabilní po celý rok (obecně: rovník – nízký tlak, obratníky – anticyklóny, pol. kruh – cyklóny) jen se oslabují/zesilují v různých ročních obdobích
 - ▣ Nad pevninou sezónní



Polární TV

Kanadská TV
(zimní)

Islandská TN

Aleutská TN

Havajská TV

Azorská TV

Jihopacifická TV

Jihoaatlantská TV

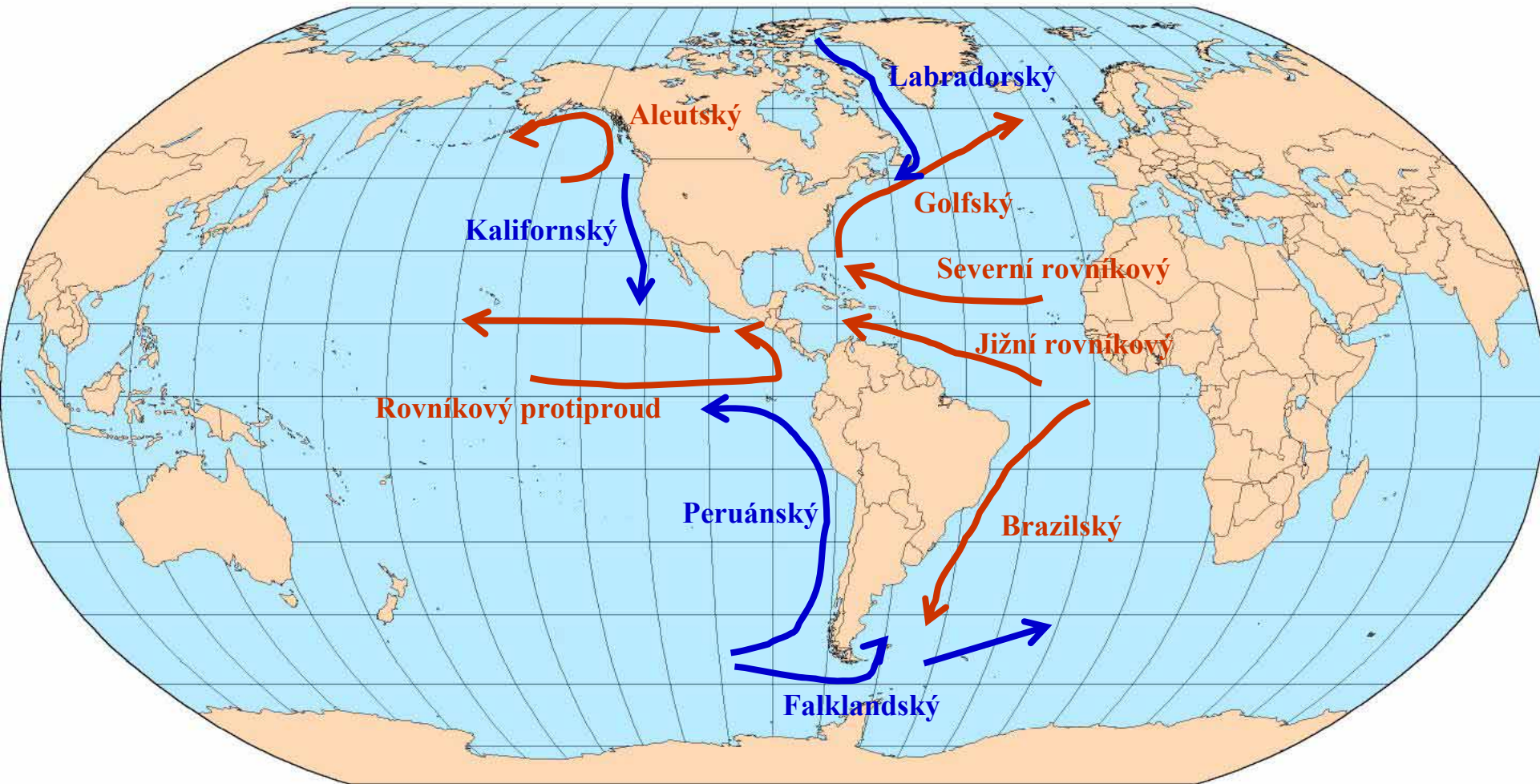
N N N N N N N N N N

N N N N N N N N N N

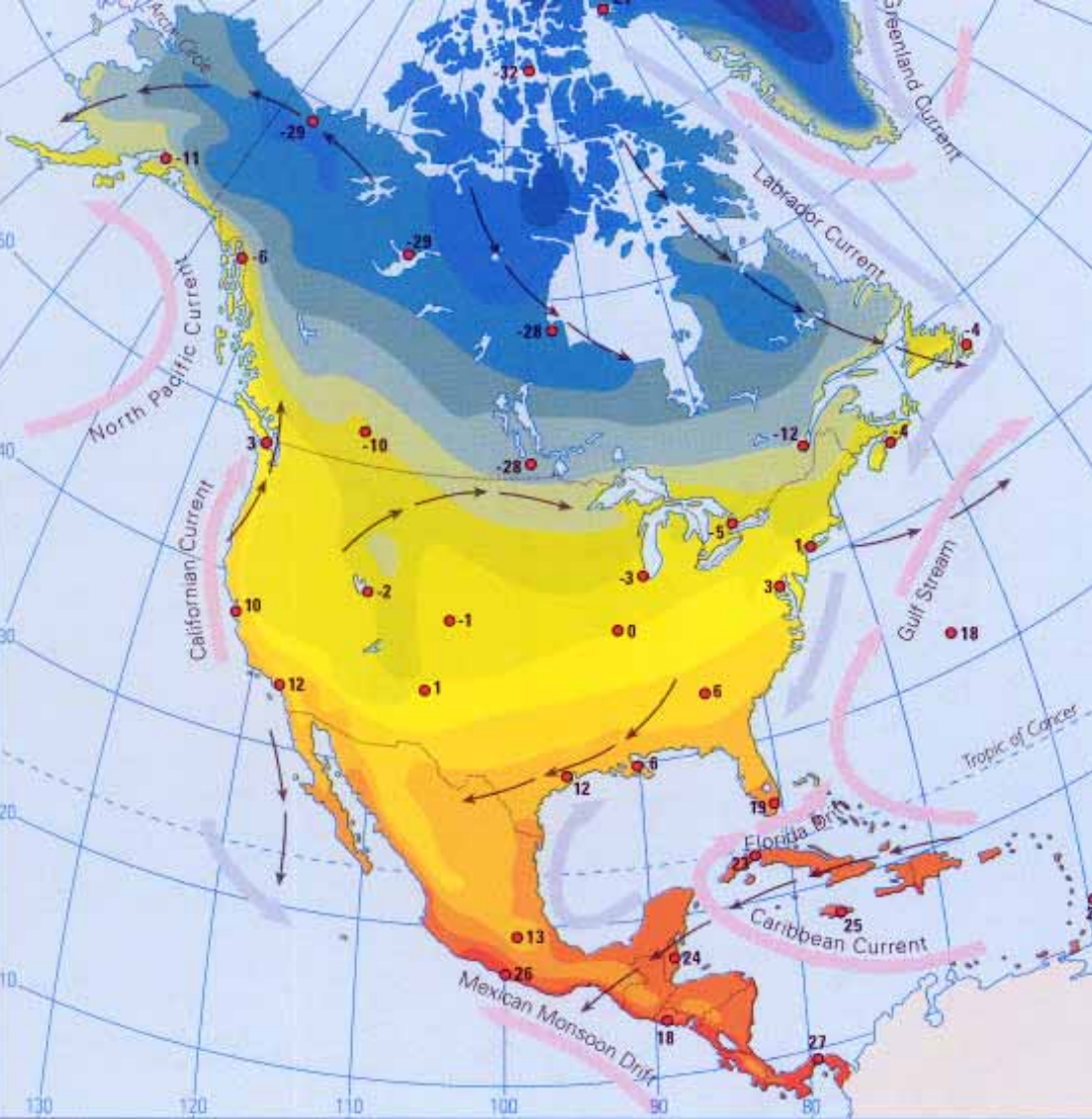
Cirkulace – rozdíl léto / zima

- v létě:
 - **obě anticyklony nad oceány (azorská a havajská) zmohutní** a zejména od Atlantského oceánu postupují masy tropického vzduchu až do Kanady, zatímco k západnímu pobřeží postupuje od Tichého oceánu chladnější vzduch pocházející z mírných šírek.
 - Původní severoamerická **kontinentální oblast vysokého tlaku vzduchu se mění v rozsáhlou oblast nízkého tlaku** vzduchu
 - **Grónská anticyklona na severu je značně oslabena**, aleutská cyklona a kanadská anticyklona mizí
- v zimě: naopak

Mořské proudy



teploty zima



JANUARY TEMPERATURE

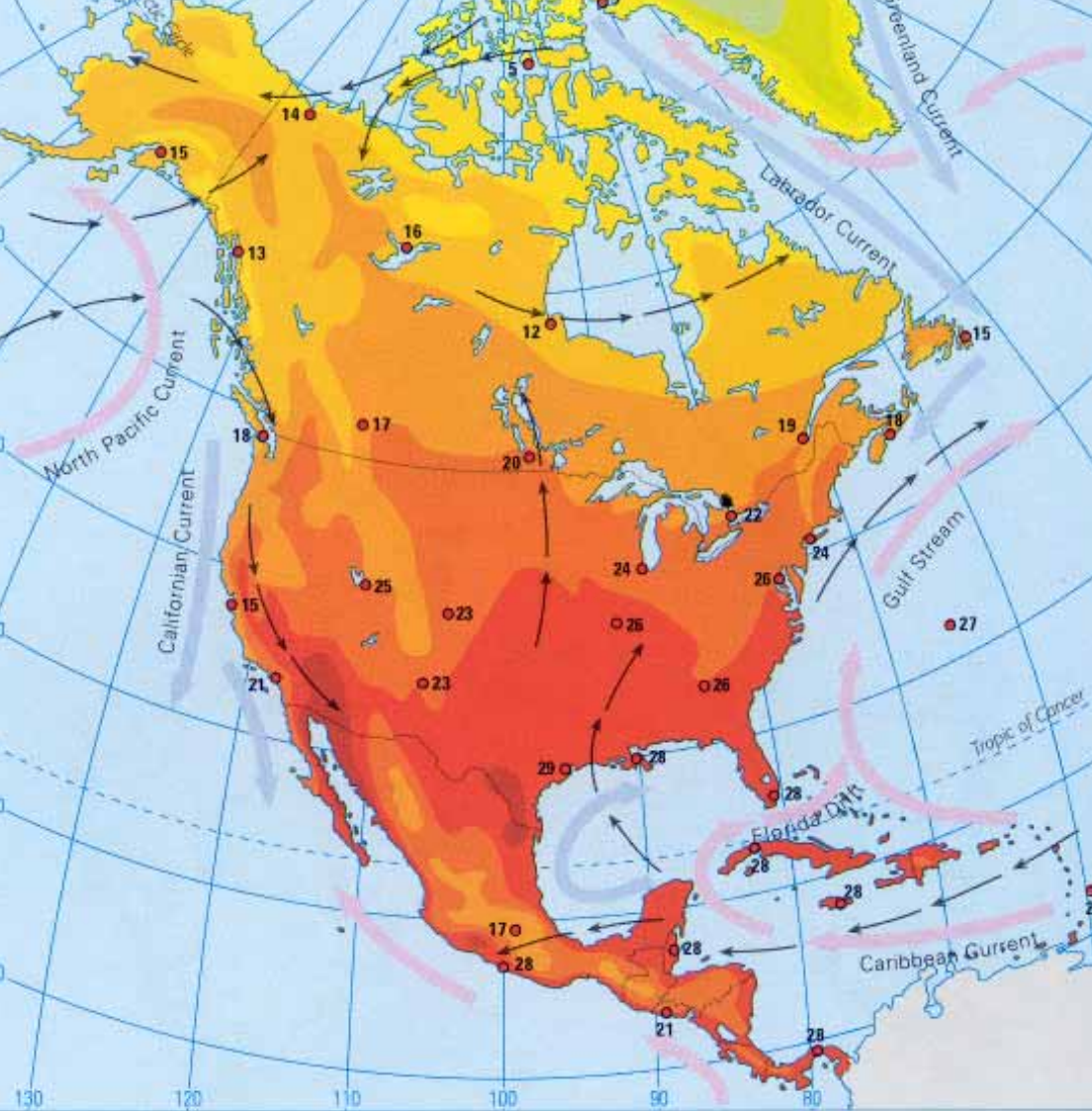
● 18 Average temperature

°C 25 20 15 10 5 0 -5 -10 -15 -20 -25 -30 -35 -40



→ Warm current → Cold current → Prevailing winds

teploty léto



JULY TEMPERATURE

● 41 Average temperature

°C 30 25 20 15 10 5 0 -5 -10



→ Warm current → Cold current → Prevailing winds

Snížení teploty při vpádech studeného vzduchu

- Primární (od vzduchu)
- Sekundární (vyšší efektivní vyzařování)



srážky



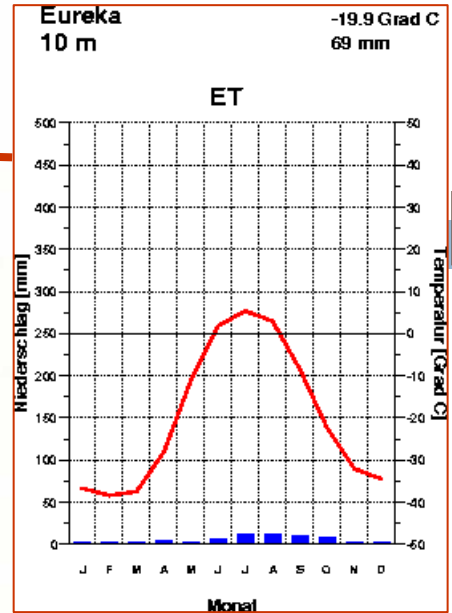
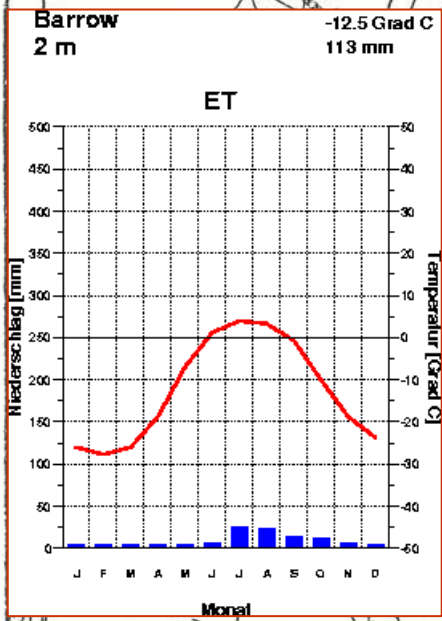
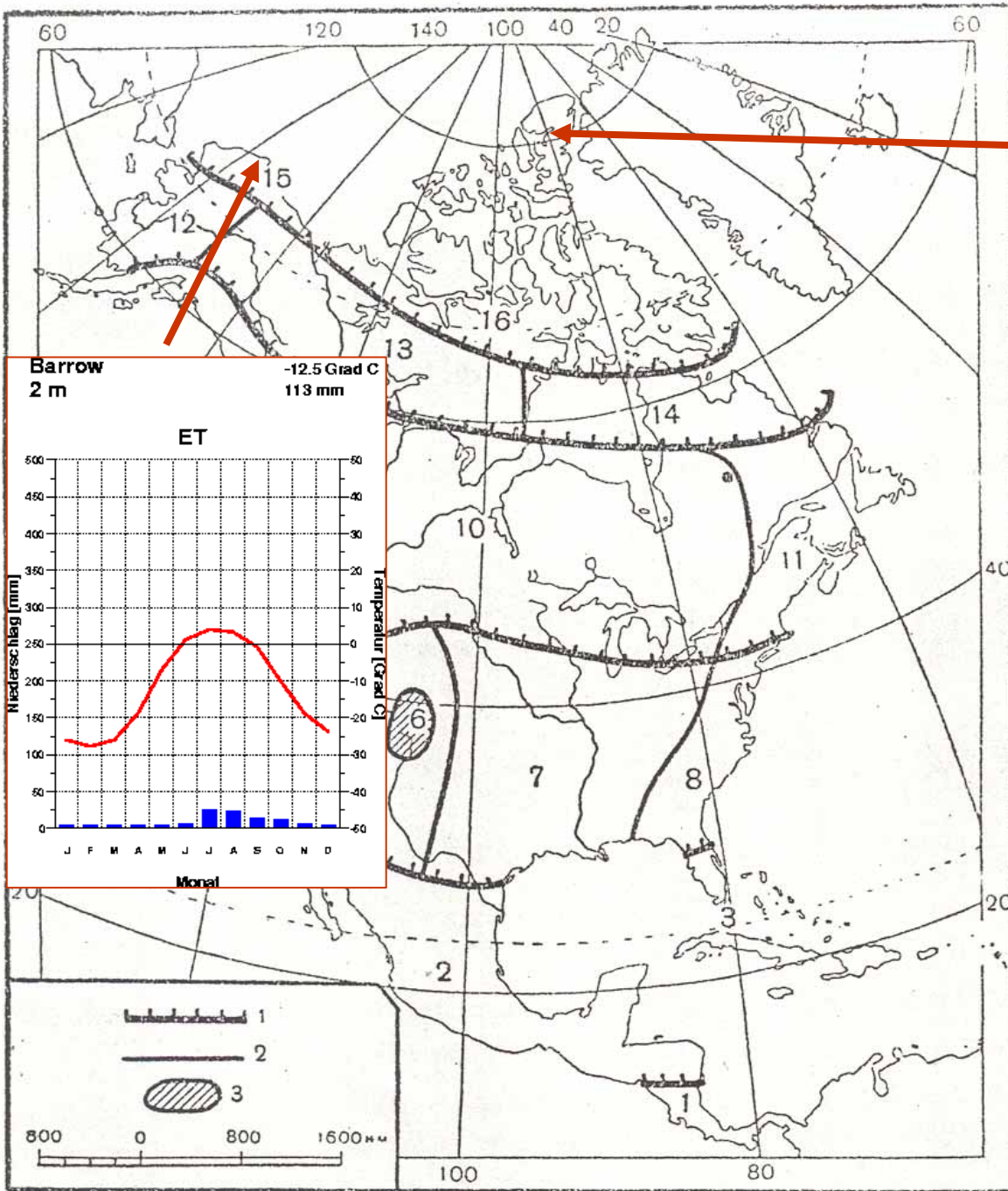
ANNUAL PRECIPITATION

● 709 Average annual precipitation



Klimatické pásy v Americe

- Podle B. P. Alisova
- Pásy se dělí na oblasti



- Arktický
- Pacifická oblast
- Kanadská oblast

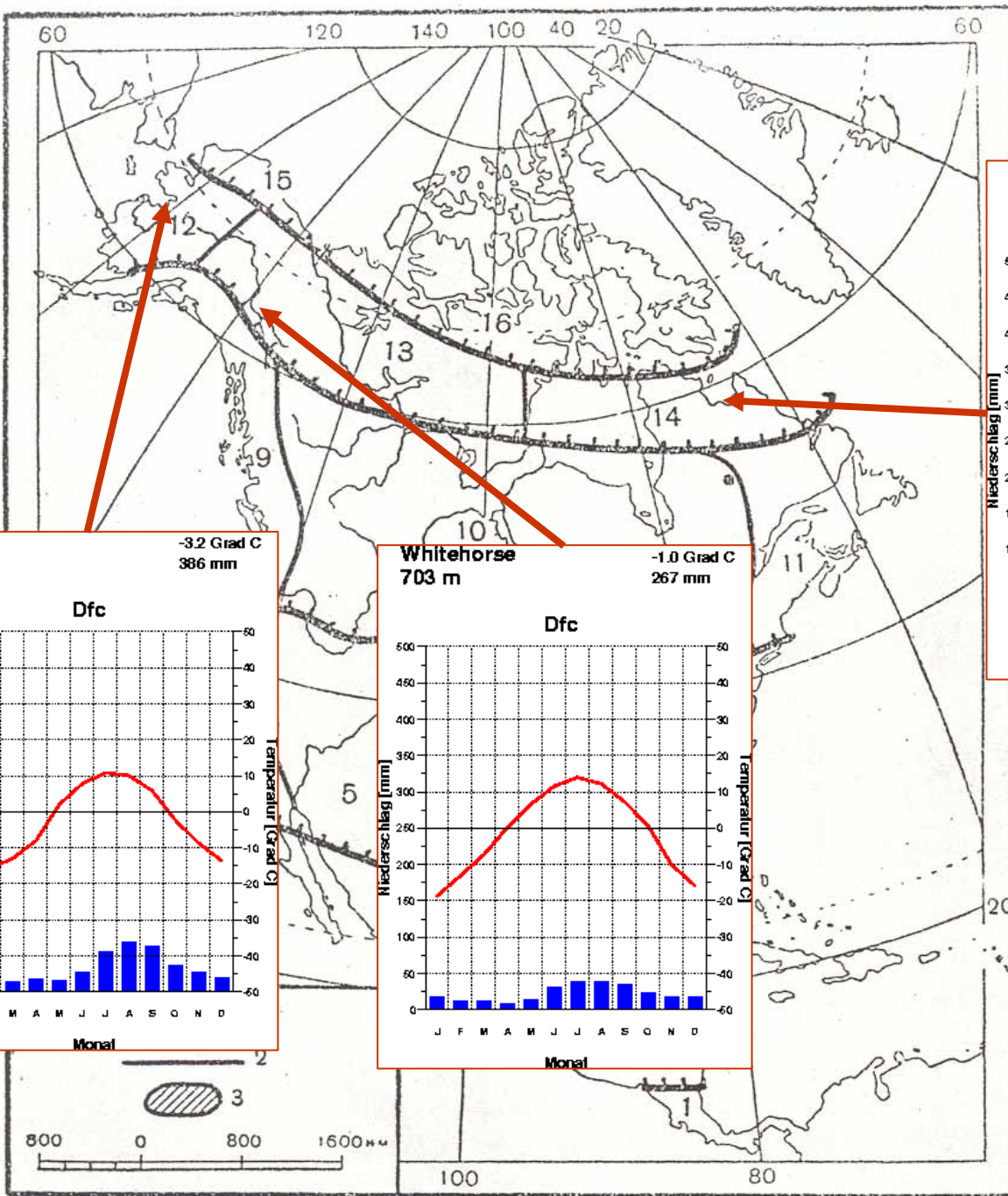
Arktický pás

- celoročně je ovlivněn blízkostí severního pólu a anticyklonou nad Grónskem, v zimě navíc anticyklonou kanadskou
 - ▣ anticyklonální proudění přináší mrazivý a suchý vzduch
- velice nízké srážky (kolem 300 mm za rok)
- celoročně průměrné teploty pod bodem mrazu
- Zimy jsou velice mrazivé a dlouhé (trvají až 7 měsíců a průměrné teploty se drží pod $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$), bez mrazů bývají pouze dva (výjimečně čtyři měsíce) do roka
- relativně vyšší teploty si udržuje severozápad, kde působí aleutská cyklona spolu s vlhčím, teplotně méně extrémním vzduchem

Arktický pás: vnitřní rozdíly

- Rozdělení na oblasti je jen geografické
- „vizuálně“ jsou největší rozdíly způsobeny množstvím srážek:
 - V místech s alespoň občasným sněžením (hornaté ostrovy severovýchodu a na návětrné svahy kontinentálních horstev) sníh netaje ani nestačí sublimovat, postupně se mění v ledovce, které zvolna klesají do nížin.
 - Pokud jsou sněhové srážky velmi nízké (většina území), neudrží se sněhová pokrývka a vznikají kamenité pustiny s trvale zmrzlou půdou. V létě kolísá teplota kolem 0 °C, dochází ke střídavému rozmrzání a zamrzání tenké povrchové vrstvy půdy, na níž vznikají různé formy mrazového zvětrávání.



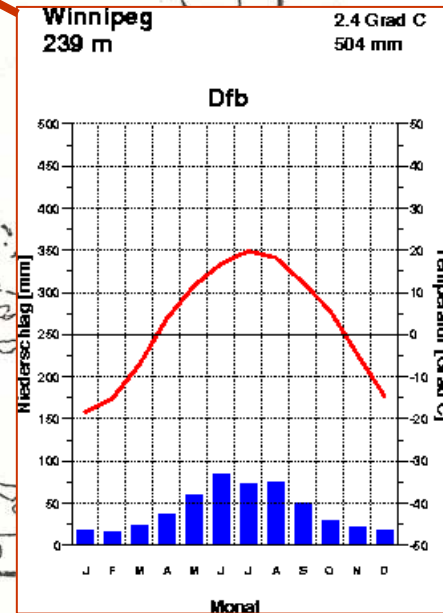
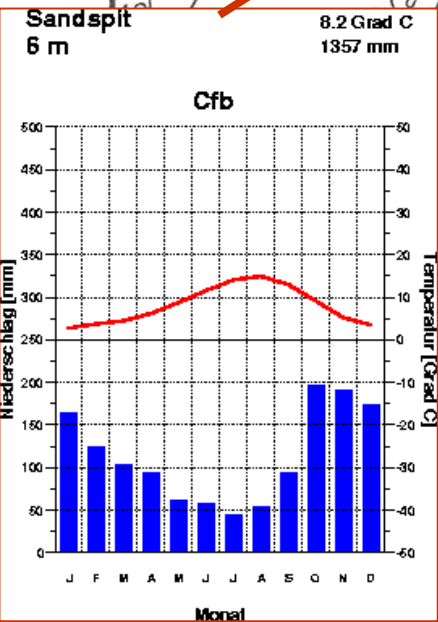
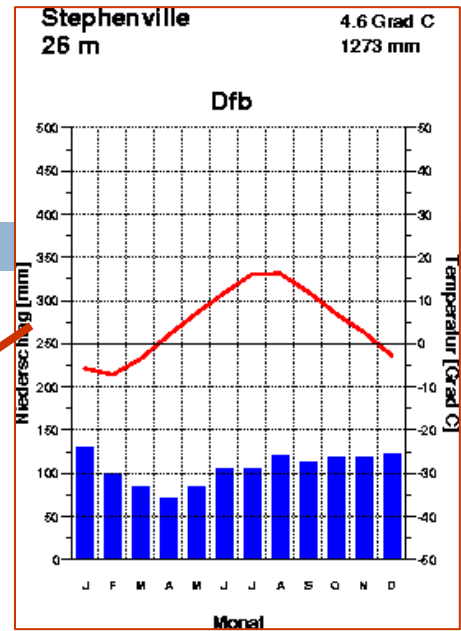
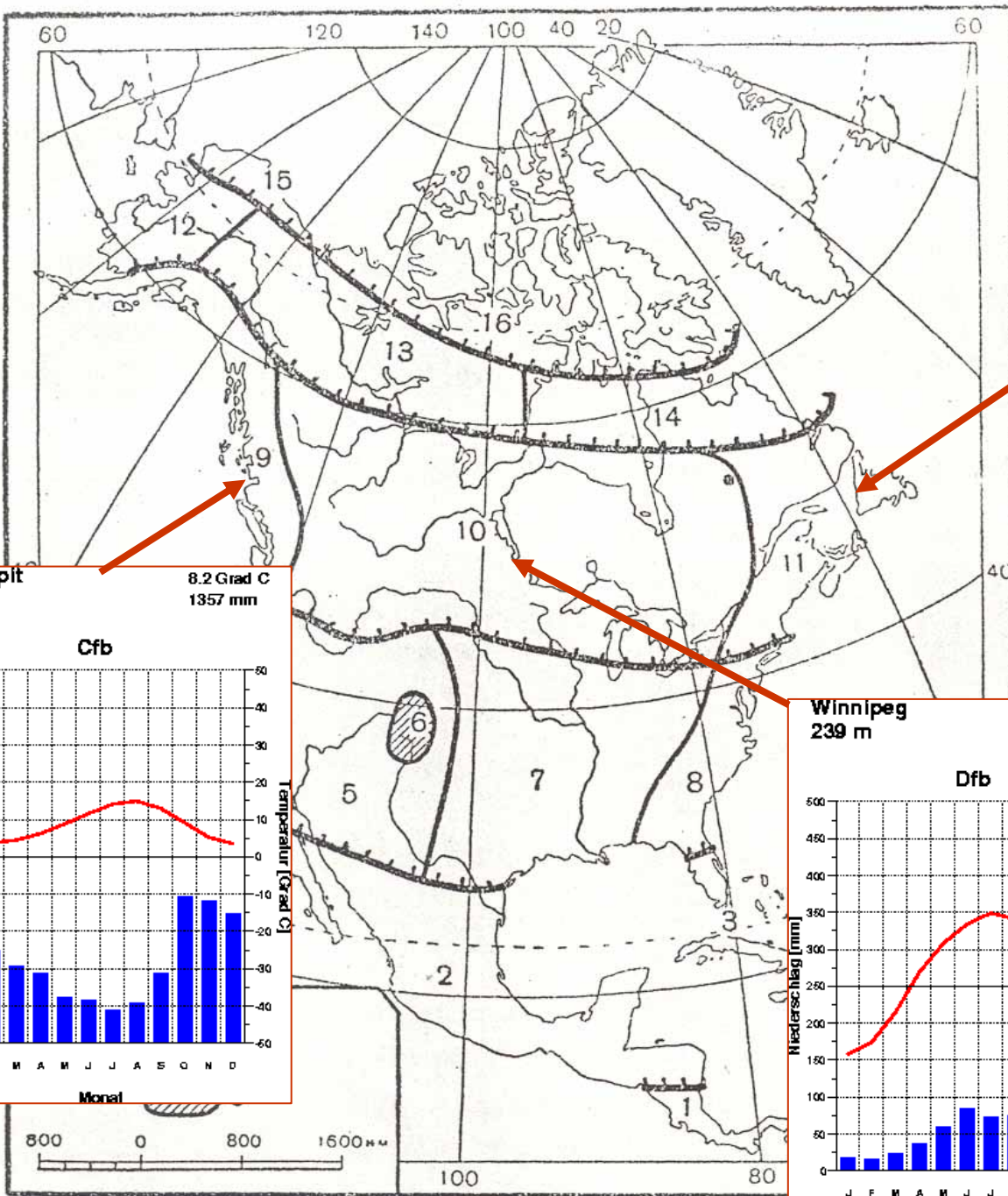


- Subarktický
- Pacifická
- Kontinentální
- Atlantická

Subarktický pás

- leží na jih od izotermy s průměrnou červencovou teplotou $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ a sahá až k izotermě, kde červencový průměr dosahuje $10\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Znaky:
 - ▣ trvale zmrzlá půda v létě taje do hloubky několika decimetrů a mohou v ní již růst otužilé a nenáročné rostliny
 - ▣ roční průměr srážek je nízký (kolem 300 mm), ale vláhý je nadbytek (minimální výpar a nepropustné (zmrzlé) podloží)
- odpovídající vegetací je *tundra*

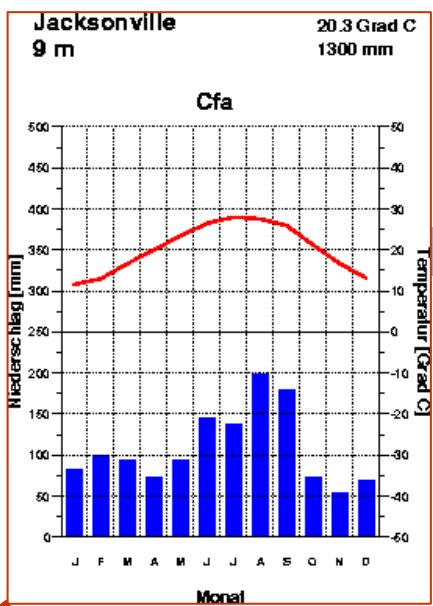
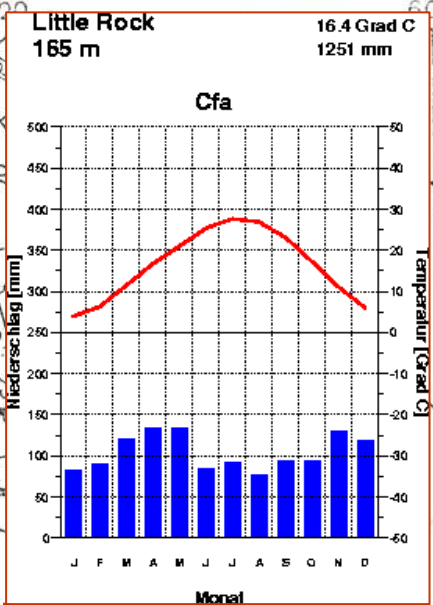
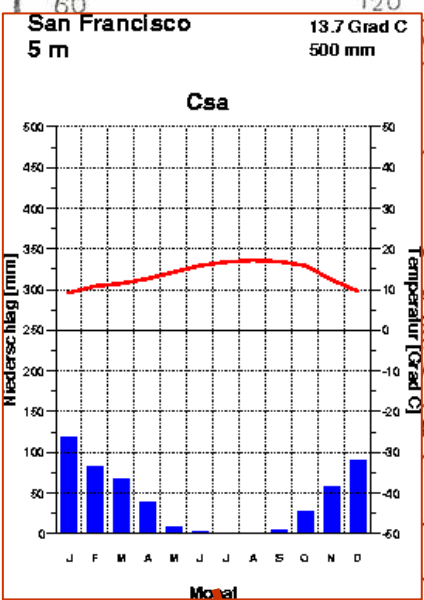
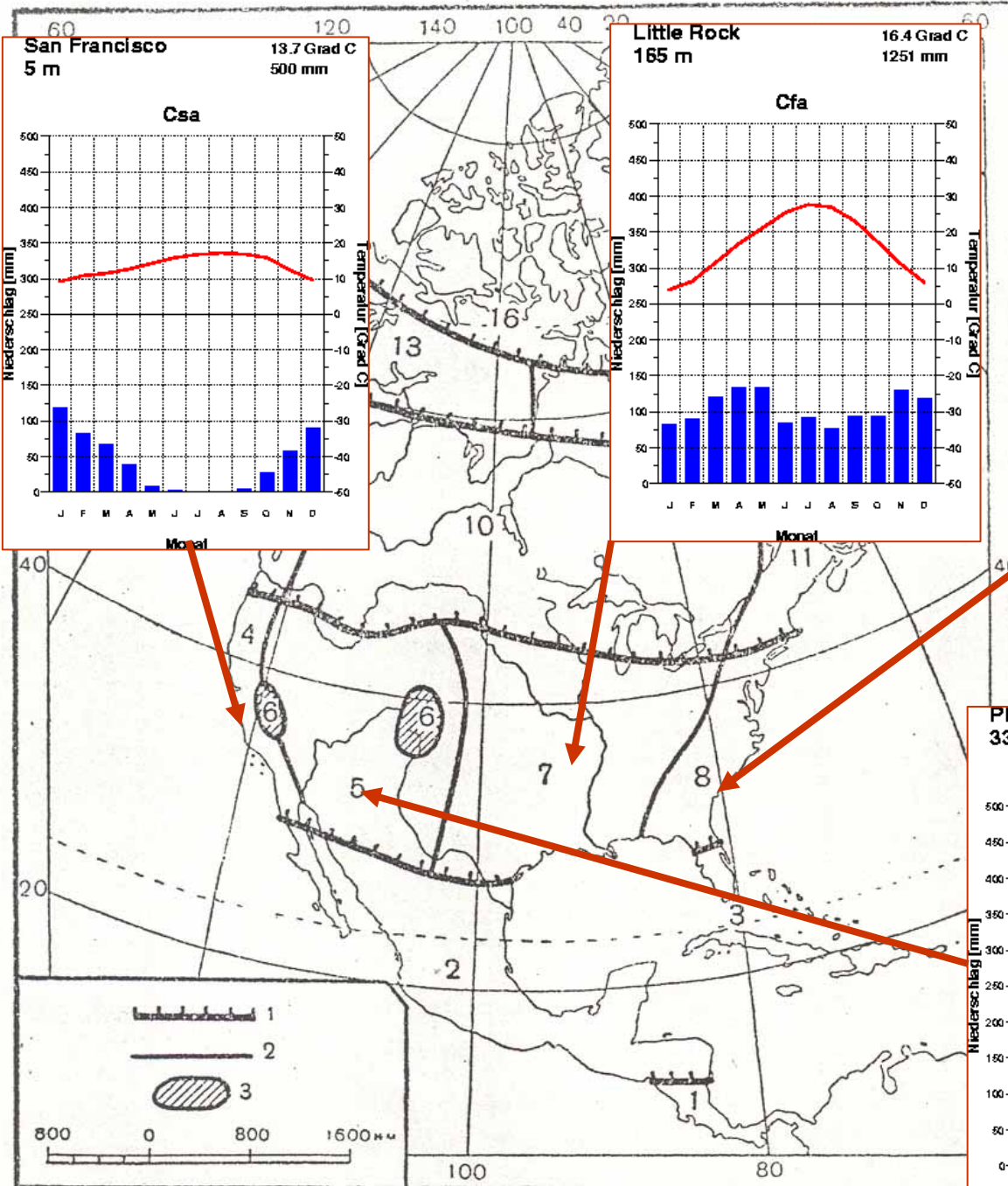




Mírný
Pacifická
Kontinentální
Atlantická
monzunová

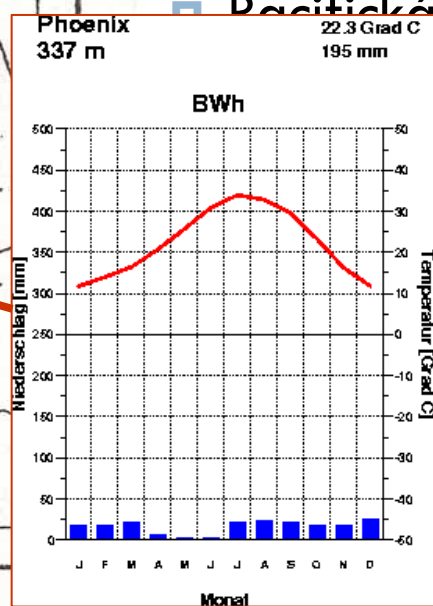
Mírný pás

- rozlehlé území, které je vymezeno severní hranicí s průměrnou červencovou teplotou 10 °C
- nad celým klimatickým pásem dominuje polární vzduch mírných šířek
 - v létě je vytlačován k severu
 - v zimě postupuje k jihu
- Na území Kanady a Spojených států vytváří tento pás tři pásma lišící se srážkami a sezónními teplotami v závislosti na pobřeží a míře kontinentality



Subtropický

Pacifický



ál ní
orská
p-
ál ní
á
vá

Subtropický pás

- Zhruba od 42–45° s. š. po jižní hranici USA
- Charakteristické je sezónní střídání polárního (v zimě) a tropického (léto) vzduchu
 - ▣ Obecně velmi mírné zimy, letní maximum závisí na míře kontinentality, nejnižší je na západním pobřeží (mořské proudy)
 - ▣ Jednotlivé části pásu se značně liší v distribuci srážek (východ a střed celoročně dostatek, západní pobřeží výrazný roční chod s maximem v zimě, oblast mezihorských pánví a Velkých rovin pod východními svahy Kordiller pak celoroční nedostatek)

Tropický pás

- pouze na Floridě na jih od 30° s. š.
- nejchladnější měsíc má průměrnou teplotu 18 °C (kritická mez pro tropické rostliny), v zimě zde nikdy nemrzne
- oceánský vzduch se vyznačuje značnou teplotní stabilitou, mezi teplou zimou a teplým létem nejsou velké rozdíly (kolem 10 °C)
- V létě se Florida teplotně neliší od zbytku USA, hlavním odlišujícím znakem jsou hojné letní deště (letní monzuna, prší prakticky denně) a velice teplé zimy s malými srážkami
- oblast je zasahována tropickými cyklonami (hurikány) přicházejícími z Atlantiku
- úhrn srážek se pohybuje od 1 000 do 2 000 mm za rok



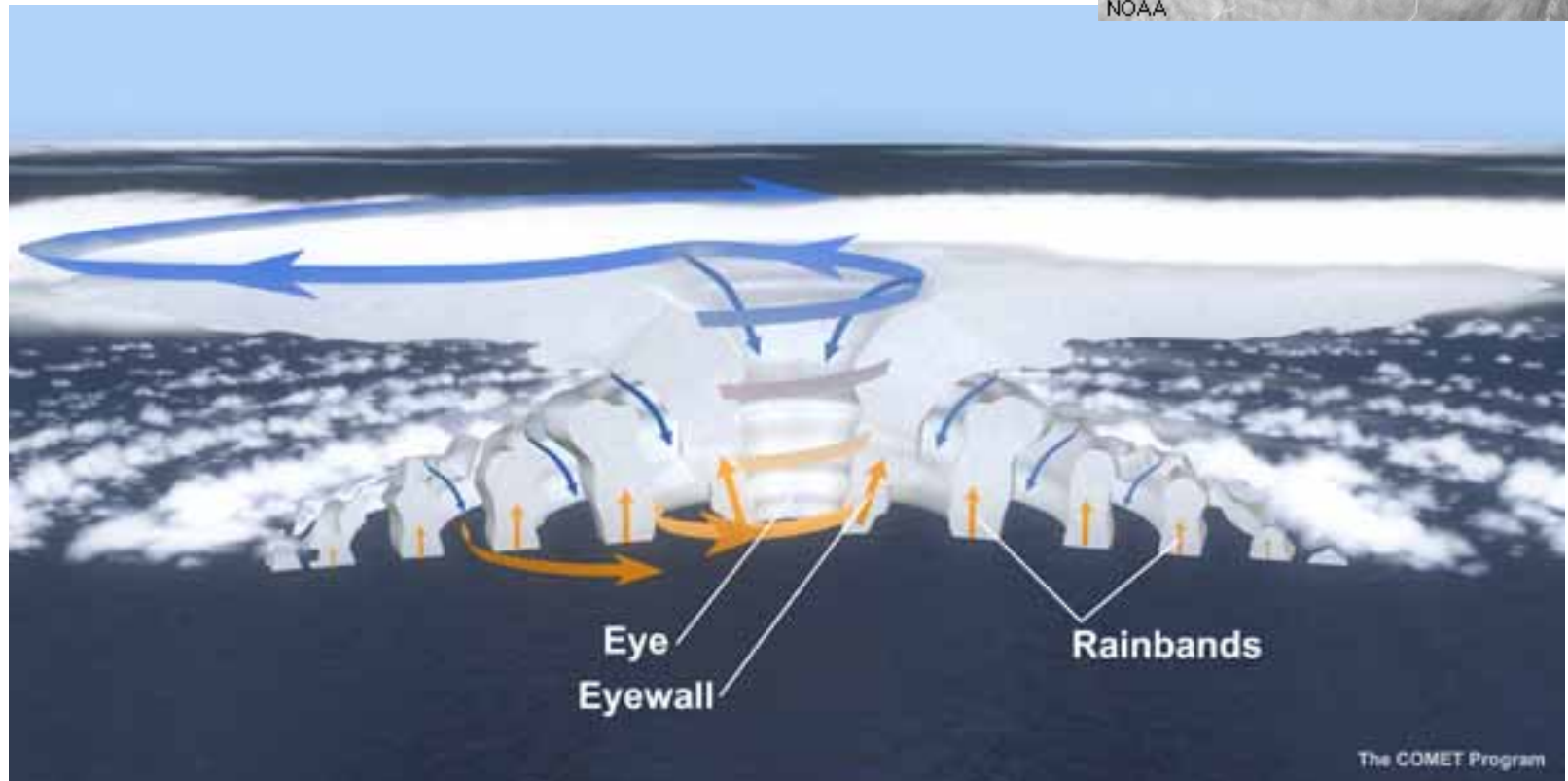
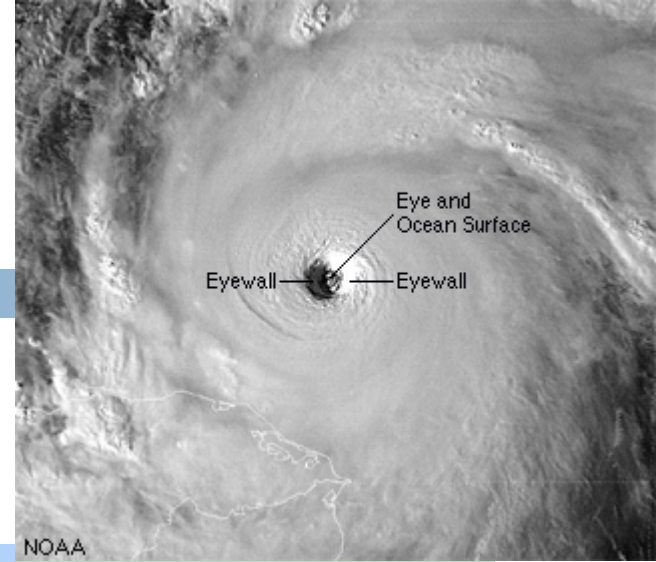
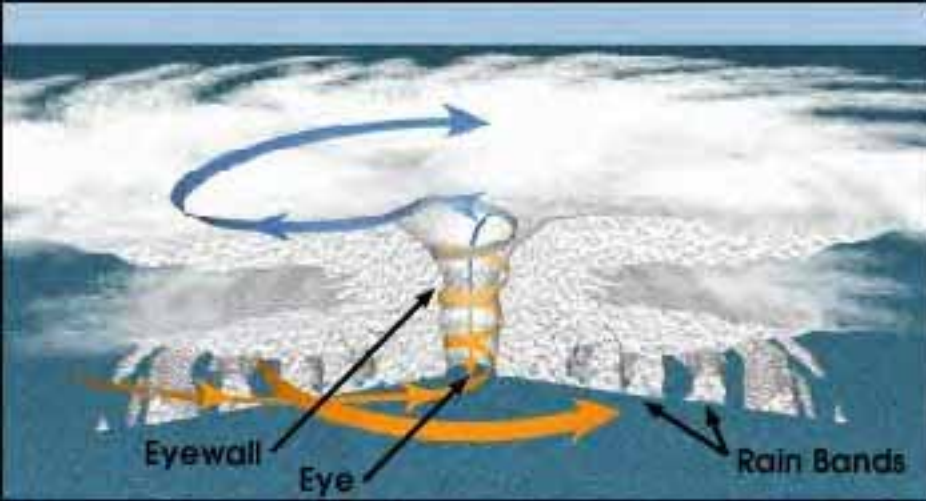
Everglades National Park

Zdroj dat

- <http://www.klimadiagramme.de/>

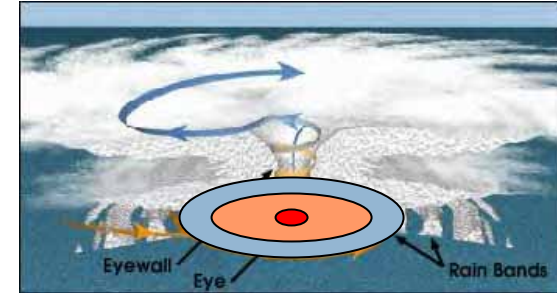
Tropické cyklóny

- Populárně: „velké rotující oblasti s oblačností, rychlým pohybem vzduchu ...“
- Primárním zdrojem energie je kondenzace vodních par – to je určující znak
 - ▣ u normálních tlakových níží je to styk dvou mas vzduchu s rozdílnou teplotou
- Jev není častý (asi 80 výskytů za rok – ale na celém světě)



Oblast nízkého tlaku vzduchu

- Ve středu rotace je vždy oblast s velmi nízkým tlakem vzduchu
- Nejnižší tlaky vzduchu na Zemi* (normál je 1013,25 hPa, v hurikánech až 900 hPa, – což je „normální“ tlak ve výšce 1000 m n. m., absolutní minimum: 877 hPa v roce 1958 u Guamu)



* Přepočtené na hladinu moře

Oko tropické cyklóny (*eye*)

- Vždy malá oblast (\varnothing 20–30 km, max. 60 km)
- Sestupné proudy vzduchu \Rightarrow žádná oblačnost
- Jasně počasí bez srážek a téměř bezvětří
- Stabilní teplotní zvrstvení
- Teplota až o 10 °C vyšší, než v okolí
- Od okolí ostře ohraničené mohutnou kupovitou oblačností v podobě obrovského amfiteátru (*eyewall*)

Průchod oka trop. cyklóny

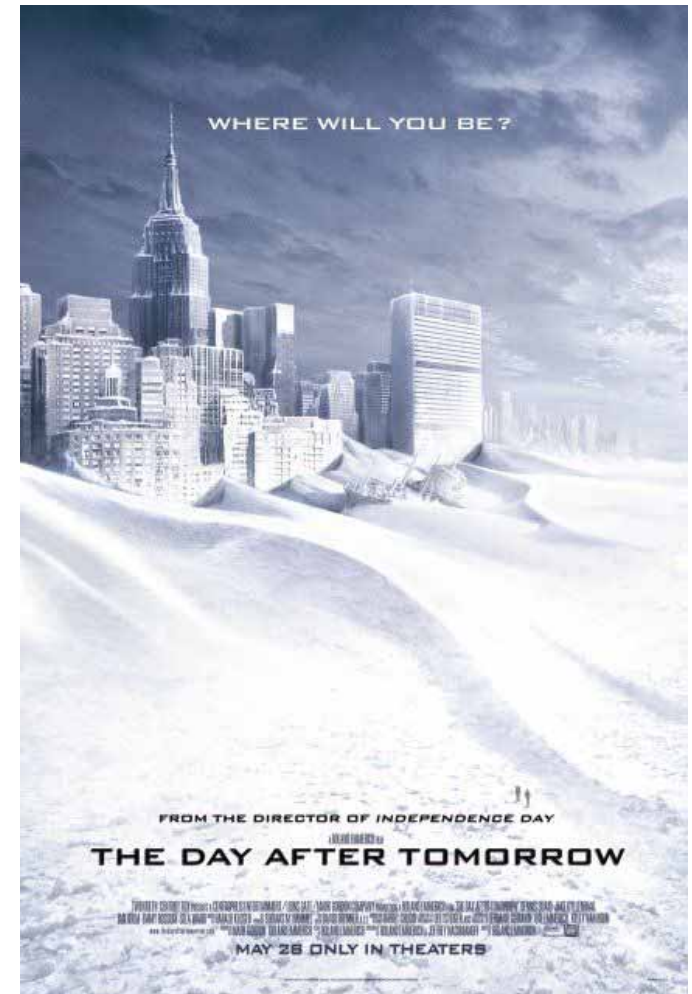
- Náhlé vymizení oblačnosti a větru
- Zvýšení teploty
- Po přechodu opět prudký vítr – ale v opačném směru



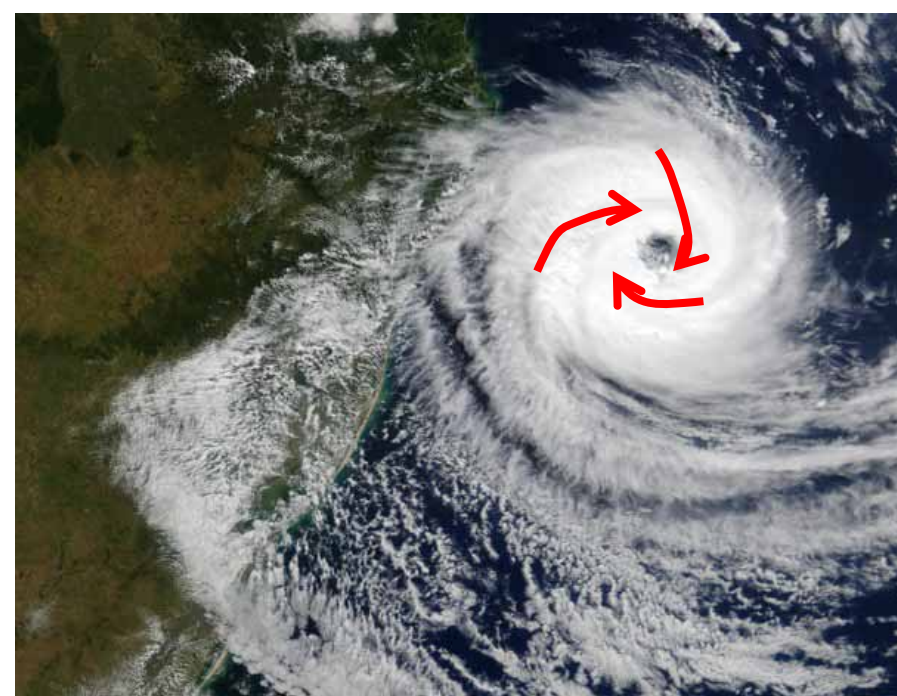


Hurikán Katrina (2005)

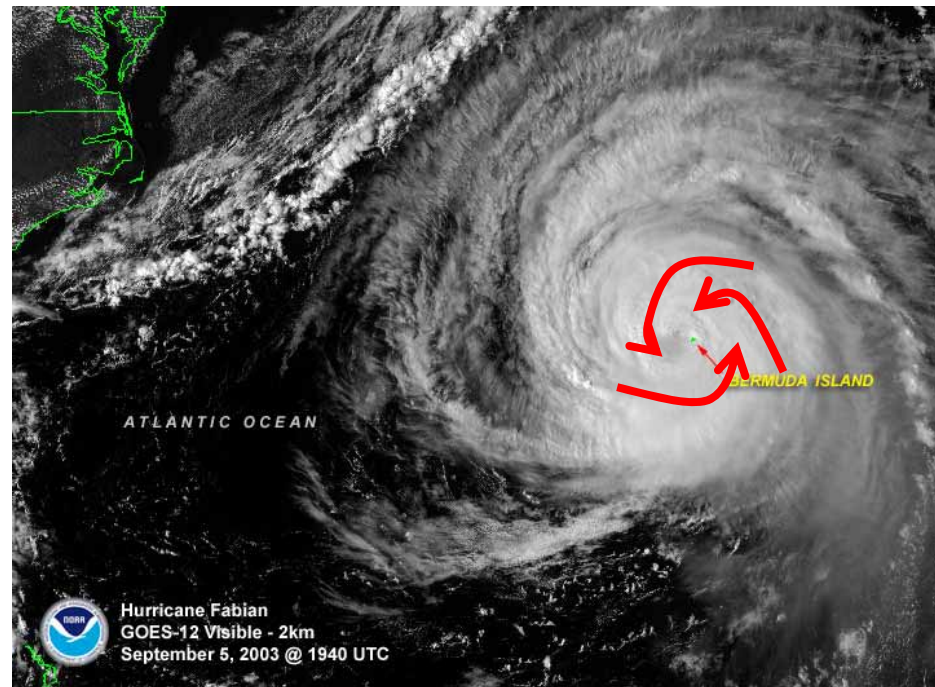
Pozor na Hollywood!



Jižní / severní polokoule



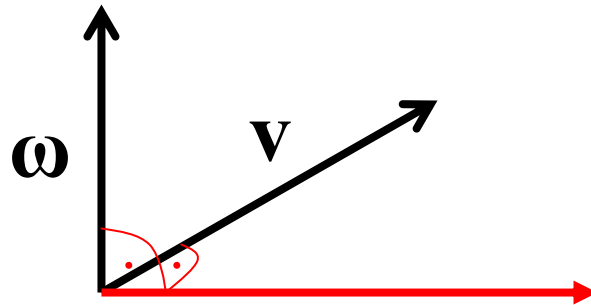
Catarina, březen 2004,
Brazílie



Fabian, září 2003,
Bermudy

Coriolisova „síla“

- $F_{\text{Cor}} = 2m\mathbf{v} \times \boldsymbol{\omega}$
- $\boldsymbol{\omega}$ má směr zemské osy



Která polokoule?

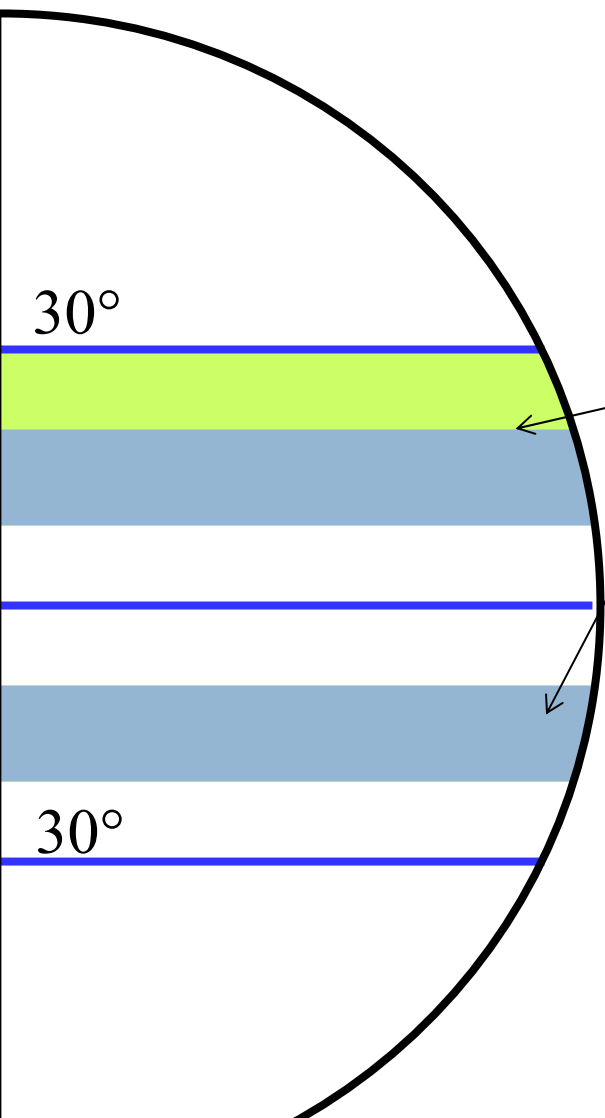


- severní, hurikán Ivan

Podmínky vzniku

- Moře teplejší než $26,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ a hlubší než 50 m
- Labilní zvrstvení atmosféry (rychlý pokles teploty s výškou)
- Předchozí disturbance počasí – nejčastěji tropické bouře
- Zeměpisná šířka vyšší než 10° – pro tvorbu cyklóny je nutná Coriolisova síla, která je ale na rovníku nulová
- nízký vertikální gradient rychlosti větru – jinak rychlé nebo nesouhlasně orientované horizontální proudění vzduchu v různých výškách znemožňuje vytvoření vertikální struktury tropické cyklóny

Čili



100 % výskytu

87 % výskytu

Výjimky existují...

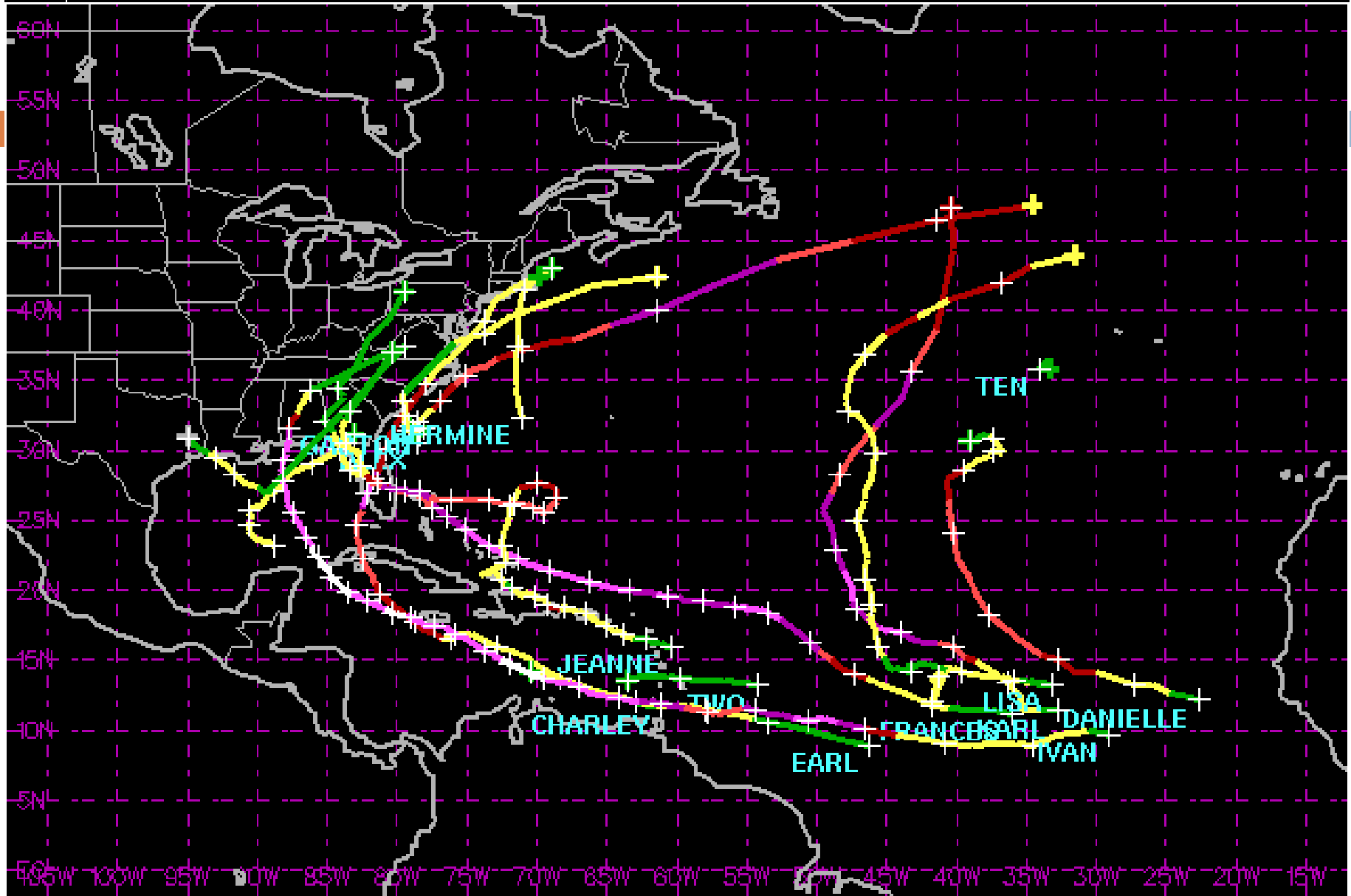
- Např. tajfun Vamei v roce 2001 vznikl v zem. šířce $1,5^\circ$ spolupůsobením monzunového proudění, které nahradilo Coriolisovu sílu v roli „iniciátora“ rotace... potřebná kombinace meteorologických úkazů se ale vytvoří zhruba jednou za 400 let

Pohyb

- Po vzniku se centra tropických cyklón pohybují
- Rychlost pohybu je malá (10–20 km/h)
- Směr: obecně k západu a k vyšším zeměpisným šířkám
- Dosáhnou-li 25–30° zem. š., jejich dráha se parabolicky zakřivuje (na sev. polokouli k severovýchodu) – podél okraje subtropické anticyklóny

Tropical Storm Tracks

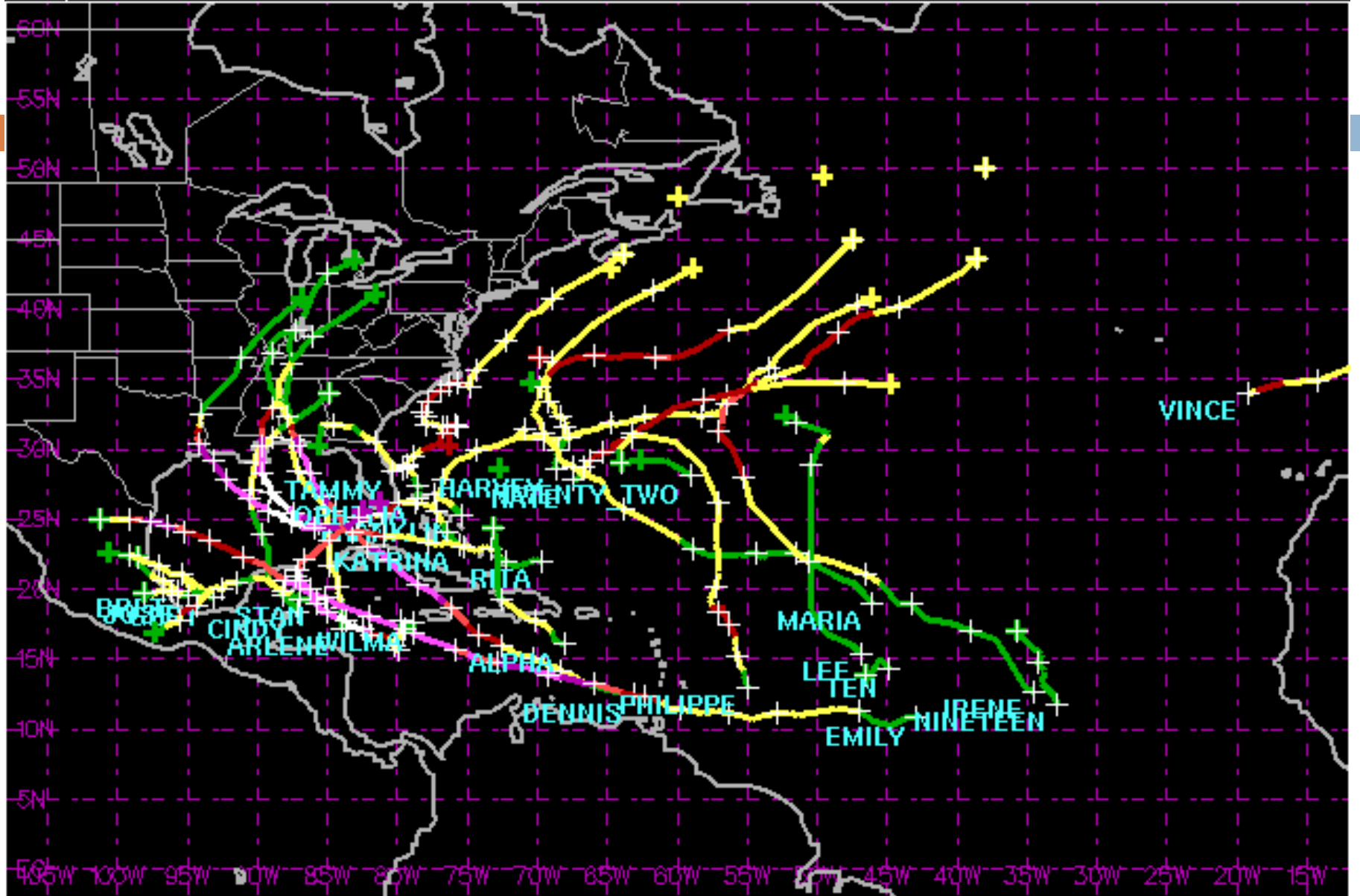
Year 2004



Zdroj dat: <http://weather.unisys.com/hurricane/>

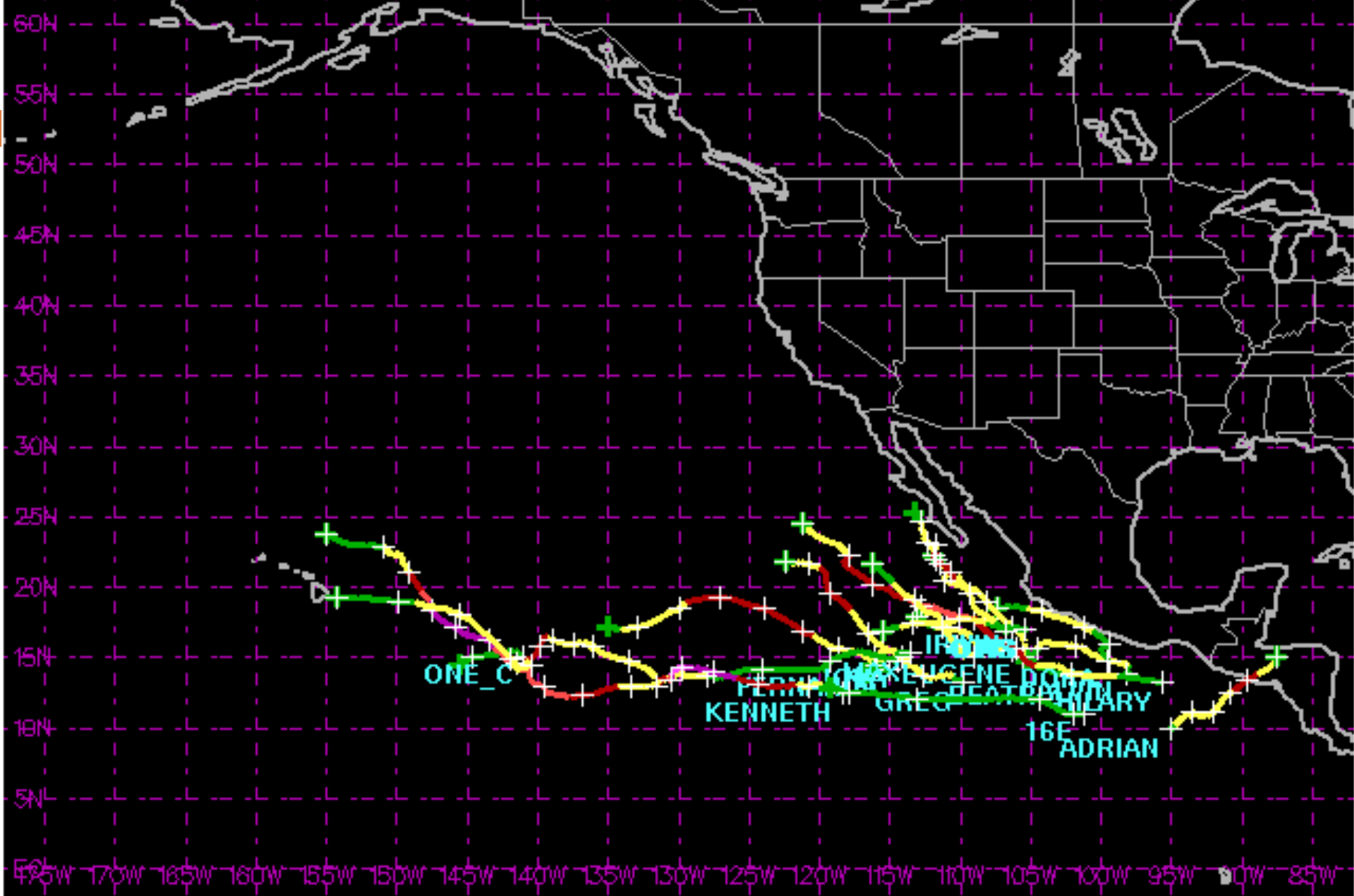
Tropical Storm Tracks

Year 2005



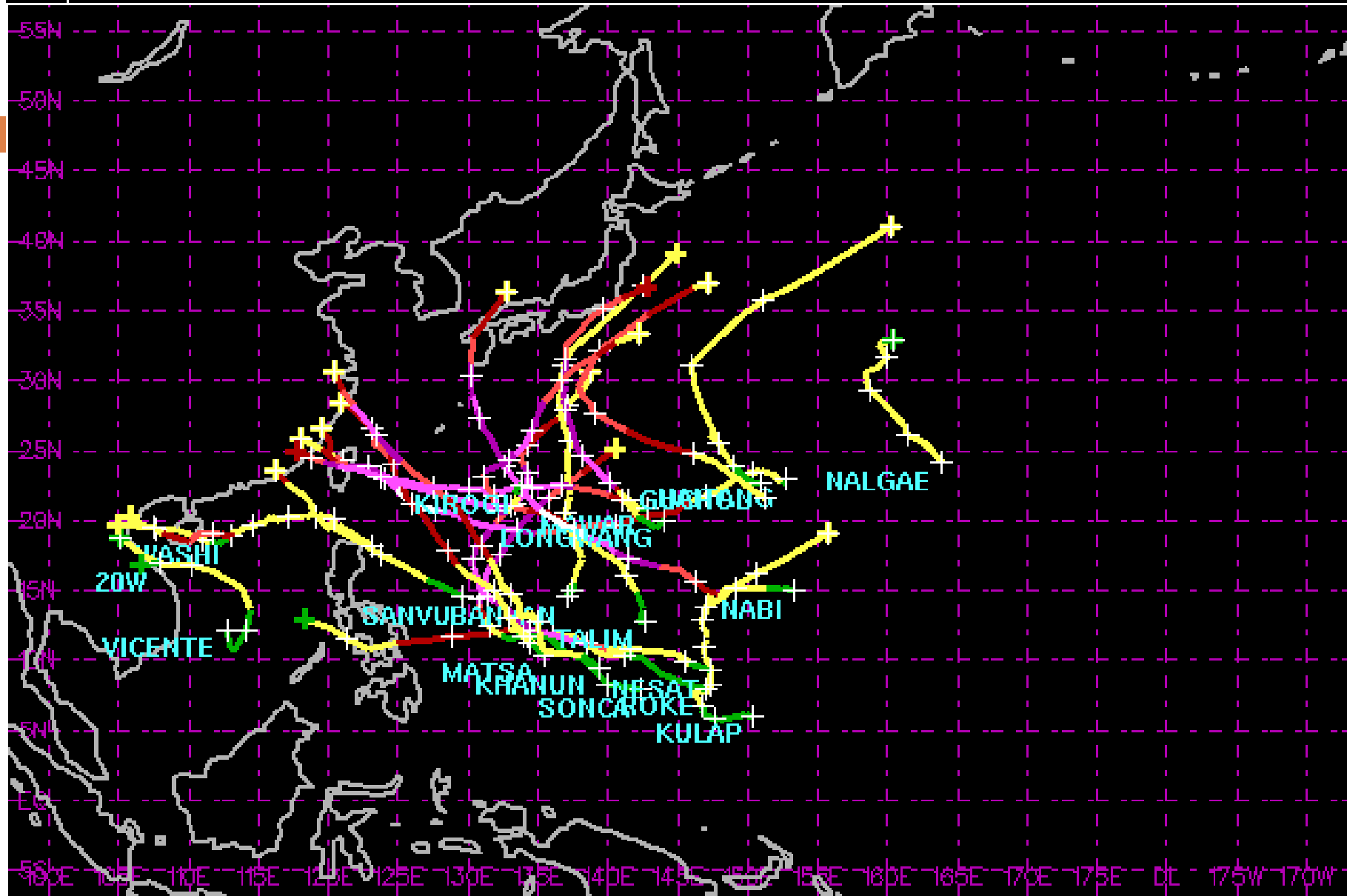
Tropical Storm Tracks

Year 2005

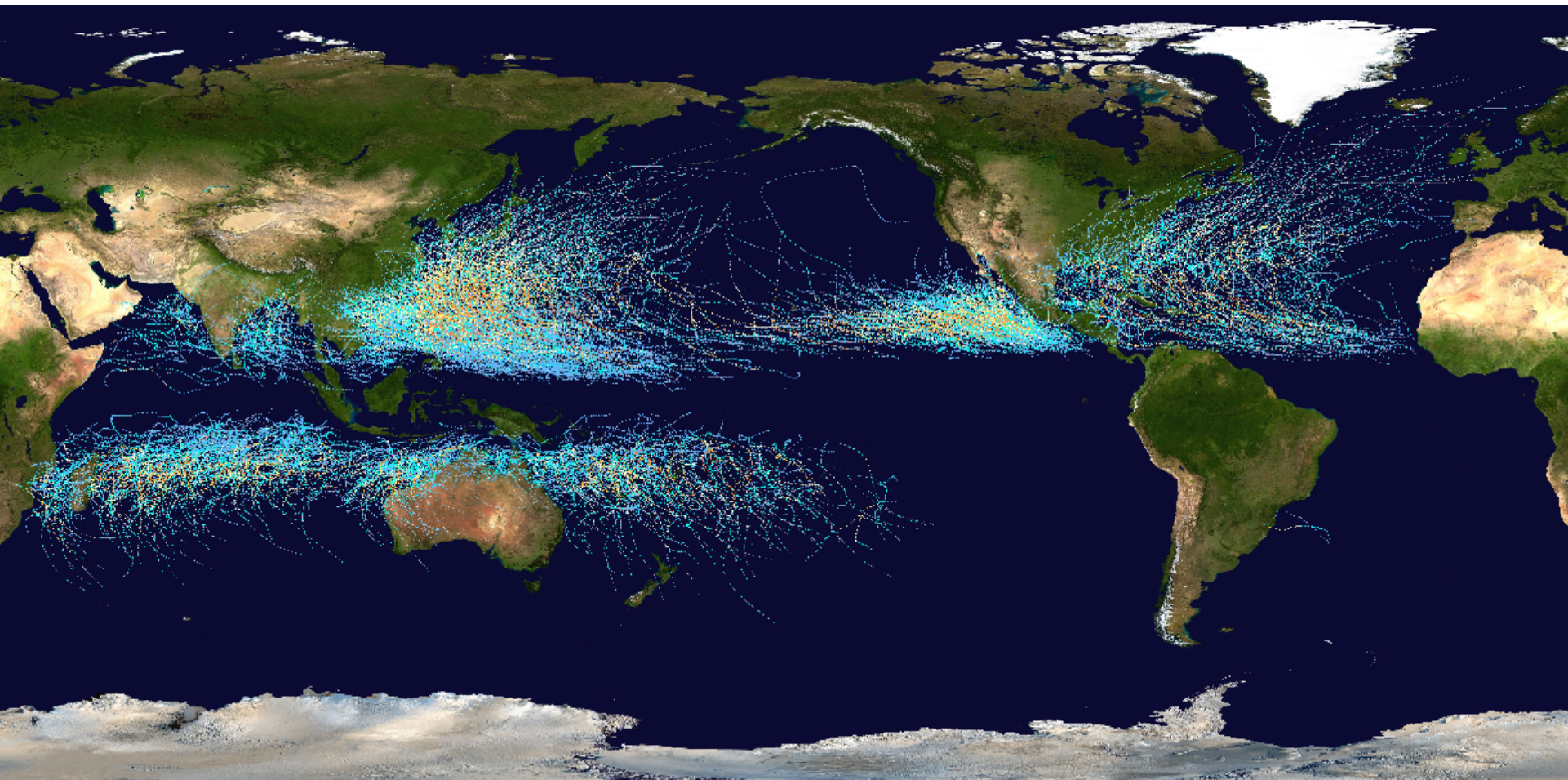


Tropical Storm Tracks

Year 2005



Trasy v letech 1995–2005



Zánik:

Ztráta energetického zdroje – tj.:

- Dosažení chladnější části oceánu
- Dosažení pevniny (energie se spotřebuje na tření)

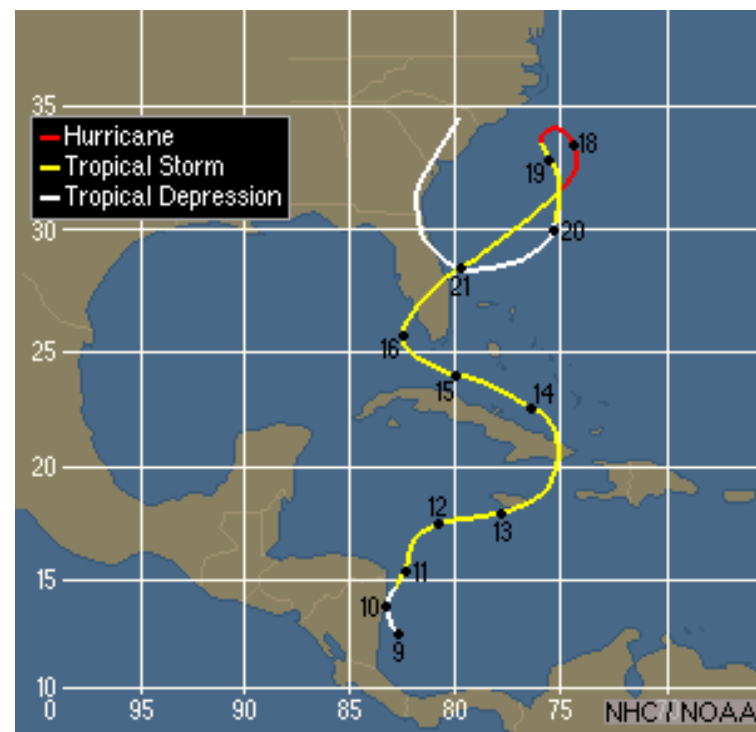
Stupně podle rychlosti proudění vzduchu v cyklóně

Předstupeň:

- **Tropická porucha** (*tropical disturbance*) – do 10 m.s^{-1}

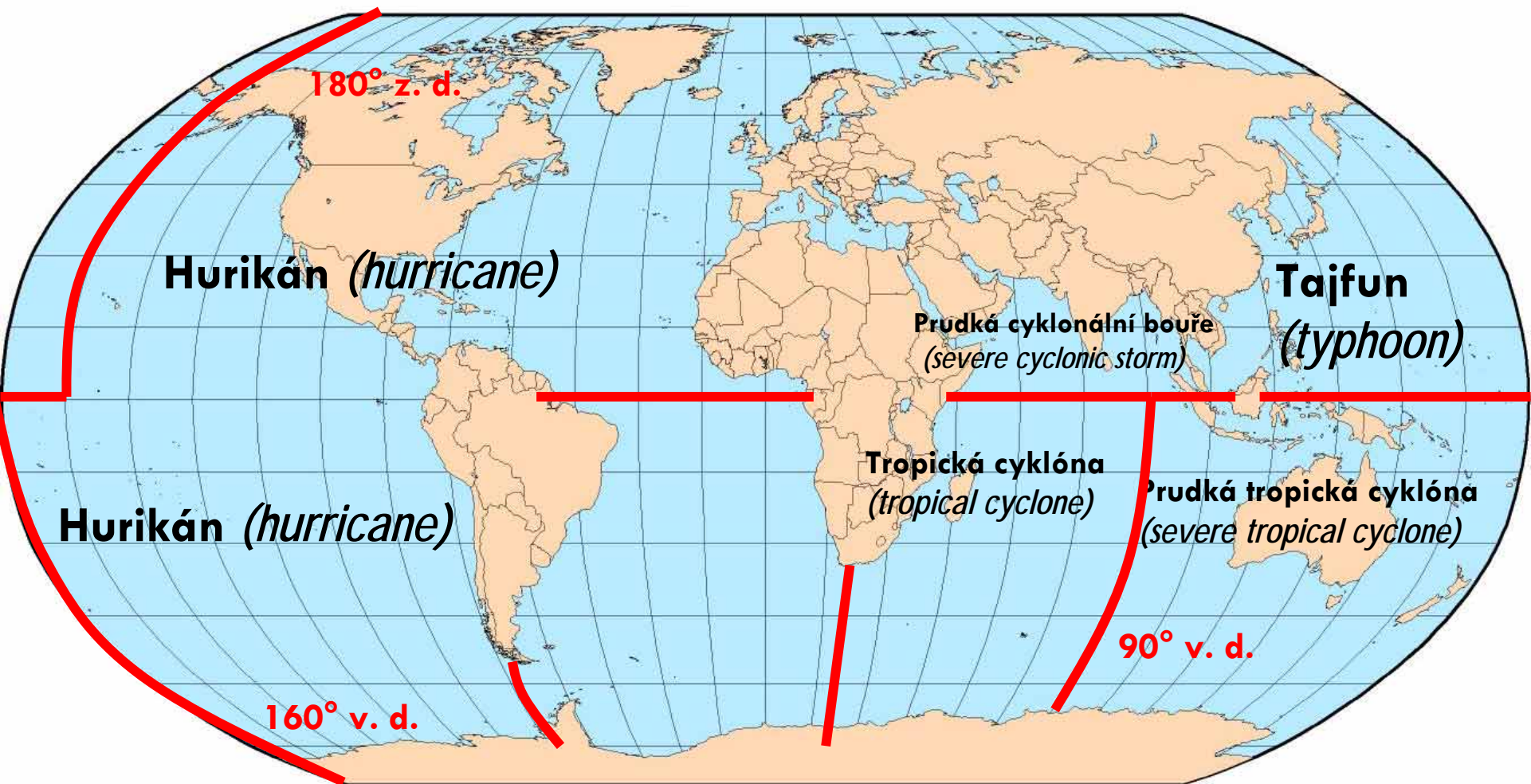
3 vývojové stupně cyklóny:

- **Tropická deprese** (*tropical depression*) – už „organizovaný“ systém proudění, ale rychlost větru je menší než 17 m.s^{-1} (62 km/h)
- **tropická bouře** (*tropical storm*) – rychlosti $17\text{--}33 \text{ m.s}^{-1}$ (62–117 km/h)
- Pokud přesáhne rychlost větru 33 m.s^{-1} (117 km/h) – regionální názvy

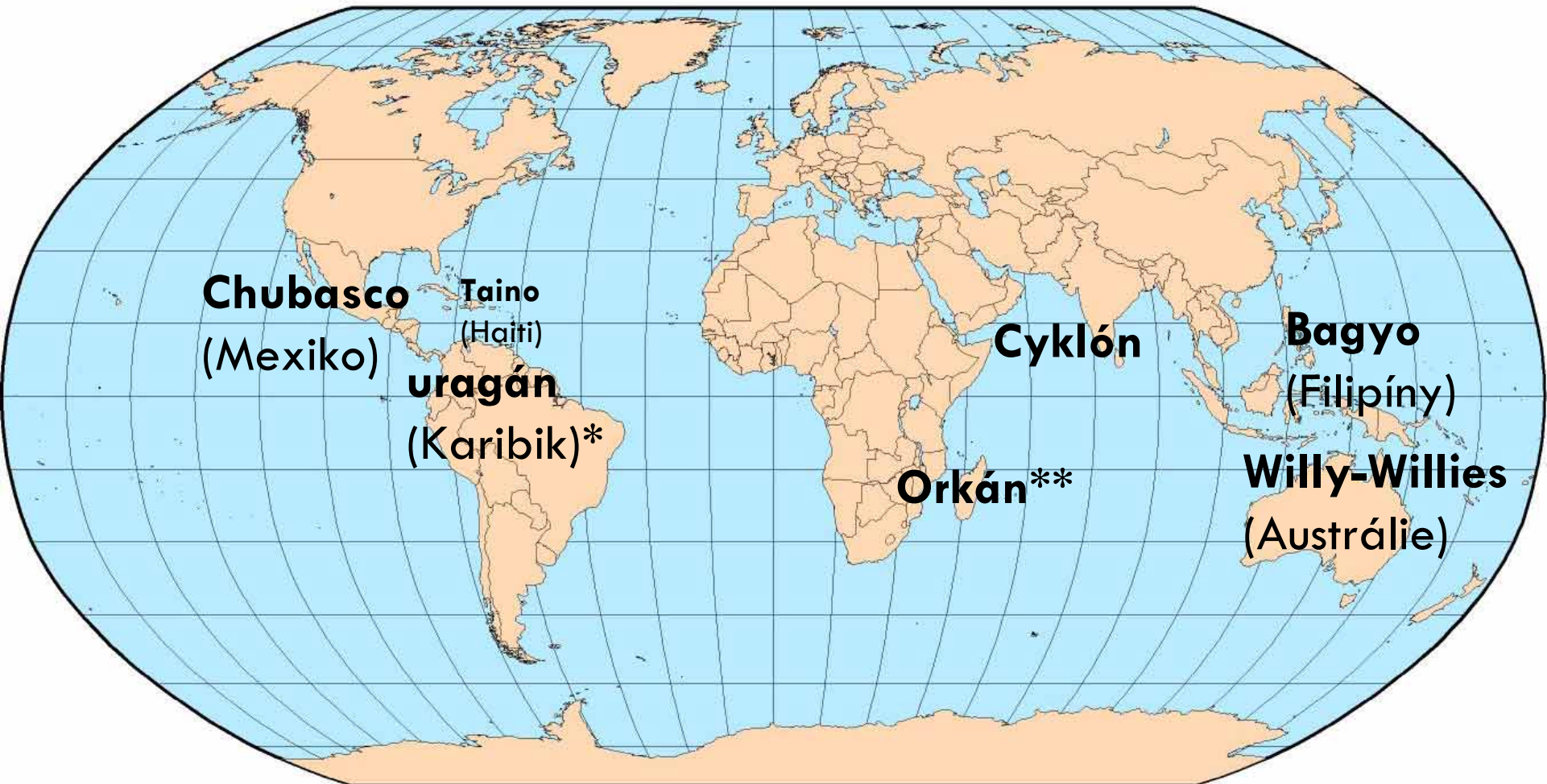


Tropické cyklóny – terminologie

(podle WMO/TC-No. 560, Report No. TCP-31, World Meteorological Organization)



Lokální názvy



* Ruská a francouzská literatura

** německá jazyková oblast

Pozor na záměnu s rychlostí větru

Beaufortova stupnice síly větru

stupeň	název	km/h
0	bezvětří	< 1
1	vánek	1–5
2	větřík	6–11
3	slabý vítr	12–19
4	mírný vítr	20–28
5	čerstvý vítr	29–39
6	silný vítr	40–49
7	mírný vichr	50–61
8	čerstvý vichr	62–74
9	silný vichr	75–88
10	plný vichr	89–102
11	vichřice	103–114
12–17	orkán	> 117

Pozor na záměnu s rychlostí větru

- Nejvyšší stupeň rychlosti větru (nad 33 m/s):
 - „Orkán“ (ČR, germánské země – Orkan)
 - „Hurikán“ (anglicky mluvící země – hurricane)
 - „Uragán“ (SR, ruština - ураган, francouzština – ouragan)
- Uragán proto podle souvislosti může být:
 - Tropická cyklóna v Karibiku
 - Stupeň rychlosti větru
 - U nás hovorové označení pro jakýkoliv vítr s ničivými účinky

Klasifikace hurikánů

- Existuje 5 kategorií podle tzv. **Saffir-Simpsonovy stupnice** (na základě rychlosti větru)

kategorie 1 **kategorie 5**
(nejméně) (nejvíce)

- Kategorie ale nevyjadřují míru „ničivých účinků“ – ty závisí vedle rychlosti větru i na intenzitě srážek a na místních podmínkách v postižené oblasti (typ výstavby, vegetační kryt, reliéf, organizace záchranných prací, včasné varování)

Saffir-Simpsonova stupnice



	Rychlost větru* (km/h)	Výška vln (m)	Tlak v oku (hPa)	Nebezpečné pro ...
1	119-153	1,2-1,5	980	stromy, karavany, méně pevná mola
2	154-177	1,8-2,4	965-979	Střešní krytina, dveře, okna, zemědělské plodiny, malá plavidla v nechráněných kotvištích
3	178-209	2,7-3,7	945-964	narušení statiky menších domů, pobřežní záplavy (přímé škody, druhotné poškození plavoucími troskami)
4	210-249	4,0-5,5	920-944	rozsáhlejší narušení statiky domů, zničení střešních konstrukcí, rozsáhlé záplavy, eroze, změna pobřežní čáry
5	nad 250	nad 5,5	pod 920	kompletní zničení střešních konstrukcí, úplné zničení menších staveb, rozsáhlá destrukce pobřežních oblastí (do 4,5 m n. m. a do 500 metrů od pobřeží)

* minutový průměr

1. stupeň (2007, Humberto)



2. stupeň (2003, Juan)

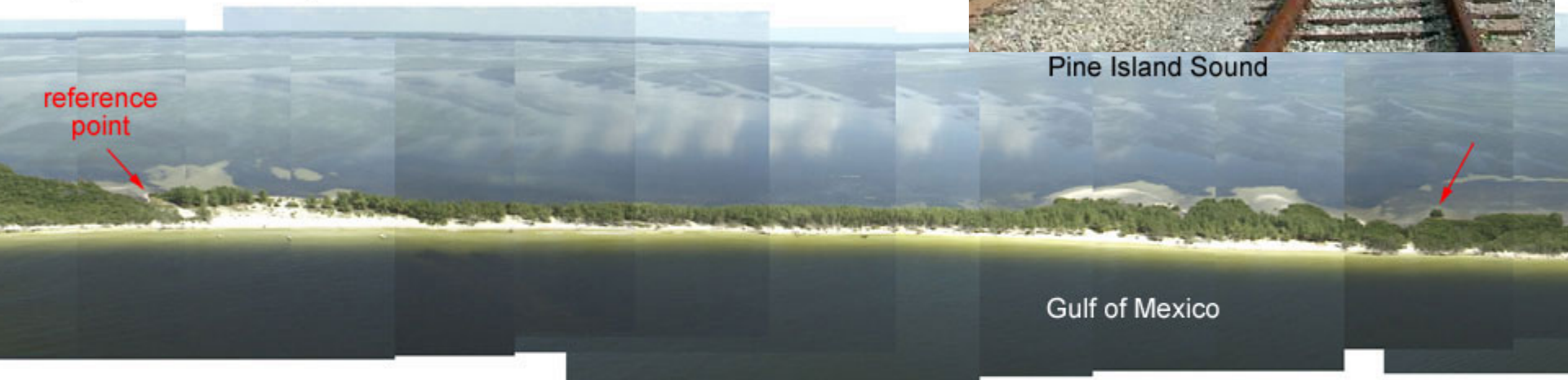


3. stupeň



4. stupeň (2004, Charley)

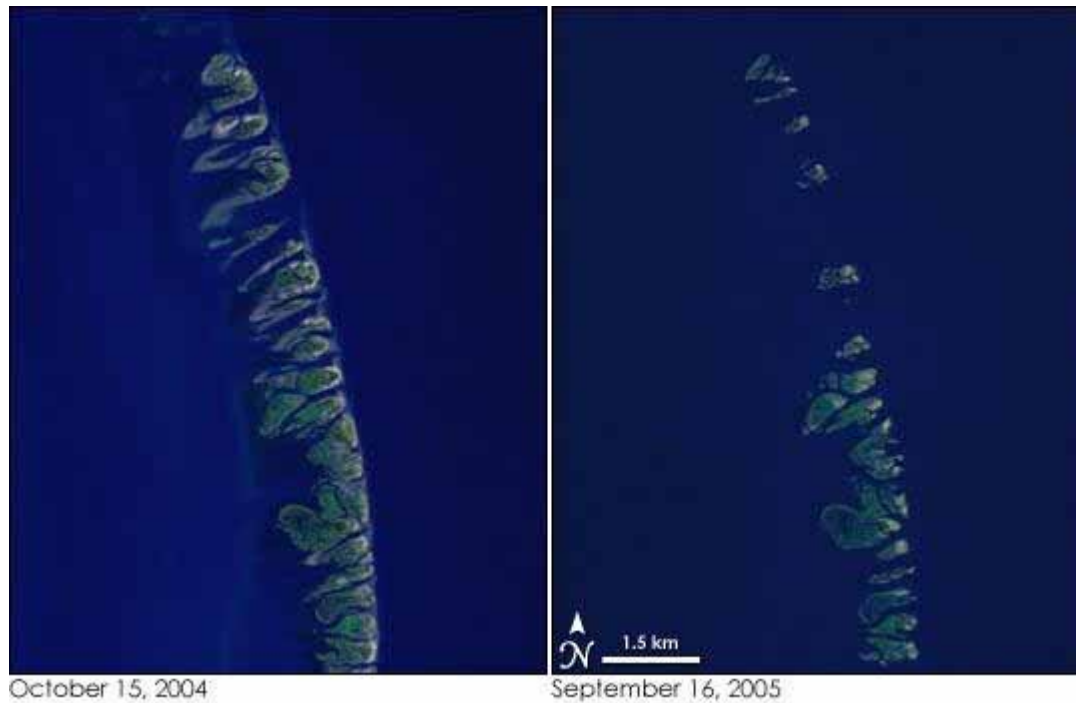
North Captiva Island, FL
September 29, 1999



August 15, 2004



5. stupeň (2007, Katrina)



Chandeleur Islands před ... a po ...

Navíc

Jednotlivá pozorovací centra mají ještě vlastní klasifikaci

- S-S stupnice vytvořená v roce 1969 se používá pouze pro hurikány a pouze na severní polokouli
- National Hurricane Center označuje hurikány kategorií 3–5 jako **Major Hurricanes**
- Joint Typhoon Warning Center klasifikuje tajfuny s rychlostmi nad 67 m.s^{-1} (241 km.h^{-1}) jako **supertajfuny** (*Super Typhoons*)

Oblasti výskytu hurikánů

- **Severovýchodní Pacifik** – hurikány postihují hlavně západní Mexiko, Havaj a ve zcela výjimečných případech Kalifornii. Počtem hurikánů druhá nejaktivnější oblast na světě, ale s jejich nejvyšší frekvencí (je ve srovnání se severozápadním Pacifikem podstatně menší).

Hurikány v oblasti sledují Central Pacific Hurricane Center (západní část oblasti) a National Hurricane Center (východní část)

Oblasti výskytu hurikánů

- **Severní Atlantik** – hlavně Mexický záliv a Karibské moře. Nejprostudovanější oblast, ročně 1 – 20 hurikánů, v průměru 10. Postiženy jsou USA, Střední Amerika, karibské ostrovy a Kanada. Škody v USA jsou zpravidla nižší, než v Karibiku (nižší teplota moře a lepší organizace preventivních opatření). Občas se tropické cyklóny vytvářejí i v oblasti západně od Afriky – tzv. hurikány kapverdského typu.

Předpovědi zajišťuje **National Hurricane Center** v Miami na Floridě a **Canadian Hurricane Centre** v Halifaxu v provincii Nova Scotia.

Hurikány kapverdského typu

- Jako jediné se začínají vytvářet nad pevninou – z tzv. *MCC* (*mesoscale convective complex*), tj. spojením několika původně samostatných bouří (velmi silné bouře – multicely nebo supercely) do jednoho velkého celku o rozměrech až 1 000 km. – ty se vytvářejí nad africkou savanou v období dešťů
- Pokud se dostanou nad moře, mohou se přetvořit na tropické cyklóny – zpravidla u Kapverd
- Při cestě na severozápad jsou dlouho dobu nad teplým povrchem oceánu – patří vždy k nejsilnějším v sezóně a také k nejdéle trvajícím – tohoto typu byl např. druhý „nejdéle žijící“ atlantický hurikán Faith – 26 dní (z toho 13 dní jako hurikán)
- např. hurikán Ivan

3 oblasti výjimečného nebo sporného výskytu trop. cyklón

- **Jižní Atlantik** – vzniku tropických cyklón obecně brání nízká teplota mořské vody, pozorovány byly jen 3, mj. cyklón Catarina / Aldonça, který způsobil sesuvy půdy v Brazílii v roce 2004
- **Střední část Severního Pacifiku** (není místem vzniku, ale zasahují do něj hurikány vytvořené nad severovýchodním Pacifikem)
- **Středozemní moře** – výskyty v letech 1947, 1969, 1982, 1983 a 1995, vedou se ale spory o to, jestli se skutečně jednalo o tropické cyklóny

Období výskytu

- T. c. obecně vznikají v době, kdy je teplota mořské vody nejvyšší – tj. v pozdním létě
- sezónnost je odlišná i podle jednotlivých oblastí výskytu

S Atlantik

1. 6. – 30. 11., max. počátkem září

SV Pacifik

1. 6. – 30. 11., max. září

SZ Pacifik

celoročně, max. září, min. únor

S Ind. oceán

duben – prosinec, max. květen a listopad

J polokoule

říjen – květen, max. únor – březen

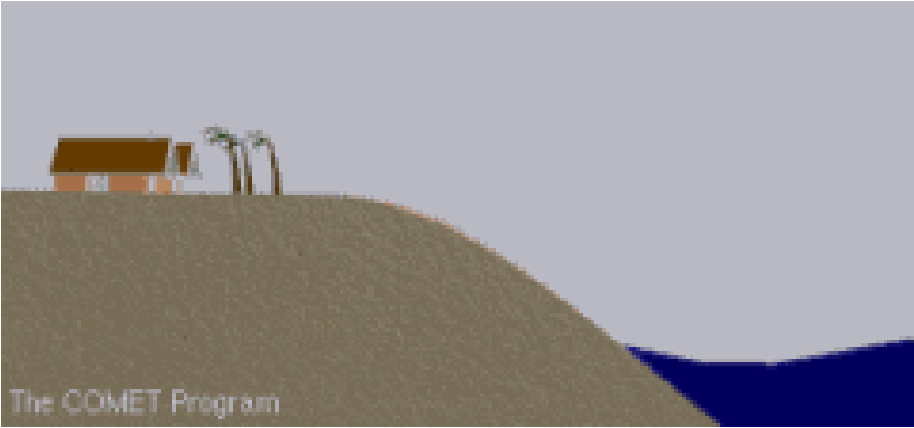
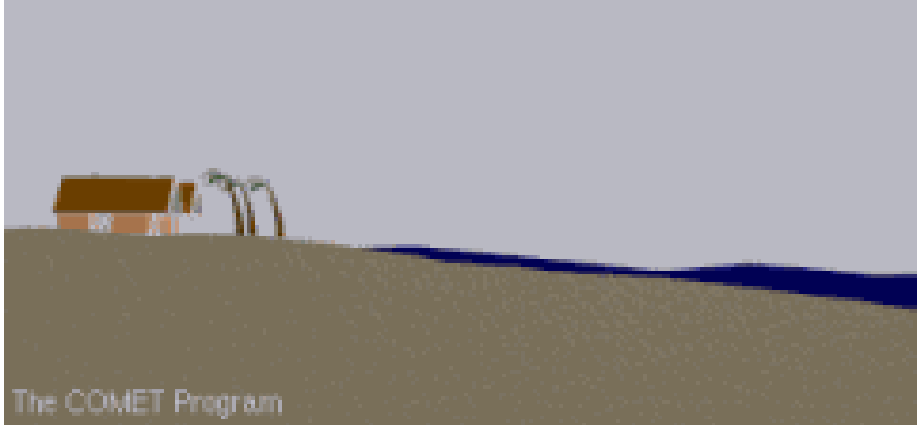
Pozorování a předpovědi hurikánů

- Dlouhou dobu velmi těžko sledovatelné úkazy (většinou mimo dosah pozemních pozorovacích stanic, lodě dodávaly jen velmi nesourodé a neúplné údaje)
- K upřesnění mechanismu hurikánů výrazně přispělo až využití letadel (průlety hurikánem, vypouštění mikrosond), radarů a meteorologických satelitů

Účinky

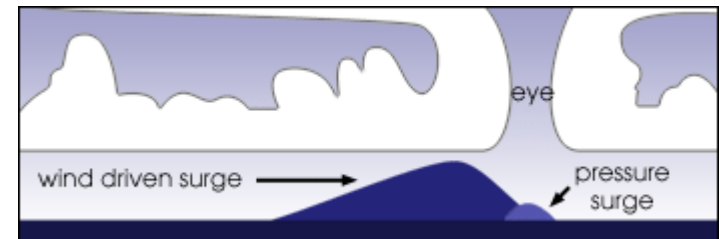


- Závislé na řadě faktorů – kategorie hurikánu je jen jednou z nich
- Průměrná cyklóna uvolní za den $5 \cdot 10^{19}$ J – tj. ekvivalent 500 000 atomových bomb svržených na Hirošimu.
- Na moři: způsobují velké vlny, vysoké úhrny srážek, narušují lodní dopravu, příležitostně vedou i k potopení lodí
- Na pevnině – výraznější škody:



Pevnina

- **Vítr** – přímé zničení „drobnějších“ objektů (auta, karavany), narušení větších objektů (např. budovy, mosty). Velmi nebezpečné jsou i větrem unášené trosky
- **Vzednutí hladiny moře** – a následné zaplavení pobřeží (až 80 % obětí na lidských životech)
- **Intenzivní srážky** – mohou způsobit záplavy, sesuvy apod.
- Častý je vznik **tornád**



Sekundární efekty

- **Epidemie** – ideální kombinace značné vlhkosti, tepla a narušení infrastruktury
- **Sociopatologické jevy** – rabování a jiná kriminalita, psychické problémy evakuovaných – apod.
- **Narušení dopravní sítě**

...vše zpětně komplikuje odstraňování škod a „humanitární“ fázi pomoci

Pozitivní efekty

- Srážky (např. v Japonsku v podstatě „nepostradatelný“ zdroj srážek)
- **VCA**

Pokusy o odvrácení nebezpečí

- 70. a 80. léta: pokusy s rozptylováním jodidu stříbrného – předpokládalo se, že by tím bylo možné narušit strukturu oka hurikánu, který by se následně rozpadl

Známější tropické cyklóny

Galvestonský hurikán

(8. 9. 1900 v Texasu)

- Kategorie 4
- 6–12 000 obětí
- Hlavně oběti následné povodně
- Největší přírodní katastrofa na území USA

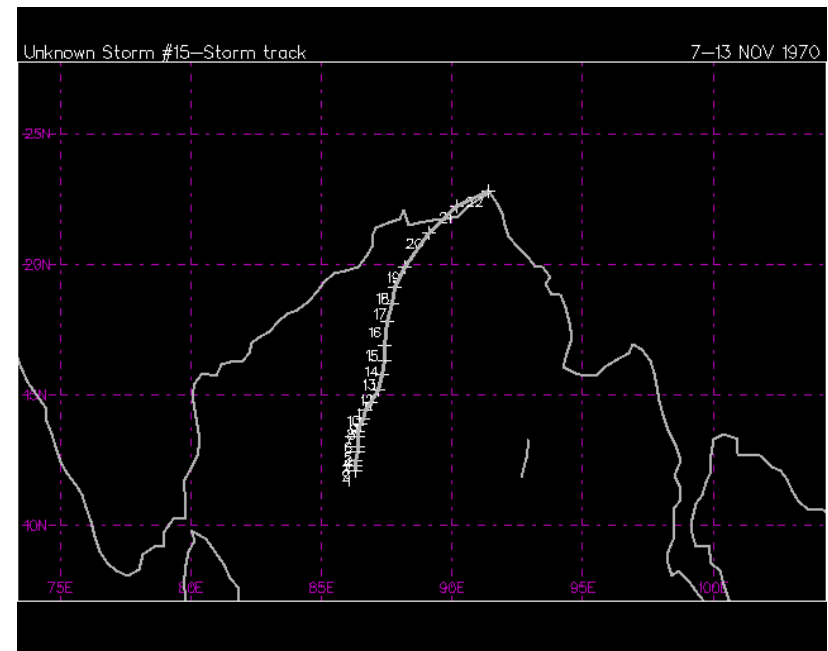


Hurikán Mitch (1998)

- Ve Střední Americe 22. 10.–5. 11. 1998
- 11 000 mrtvých (2. největší počet obětí v moderních dějinách – z toho v Hondurasu 10 000)
- Většina obětí: záplavy (pomalý pohyb a silné srážky – až 900 mm) a sesuvy půdy
- V některých částech Hondurasu naprostá změna krajinné struktury

Cyklón Bhola (1970)

- 12.–13. 11. 1970
v Bengálském zálivu
- Na 200 000 obětí v důsledku
druhotných záplav (vítr o
rychlosti $65 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ (234 km/h)
nahnal na pobřeží vodní
masu, která vytvořila 9 m
vysokou vlnu a smetla
pobřežní vesnice)



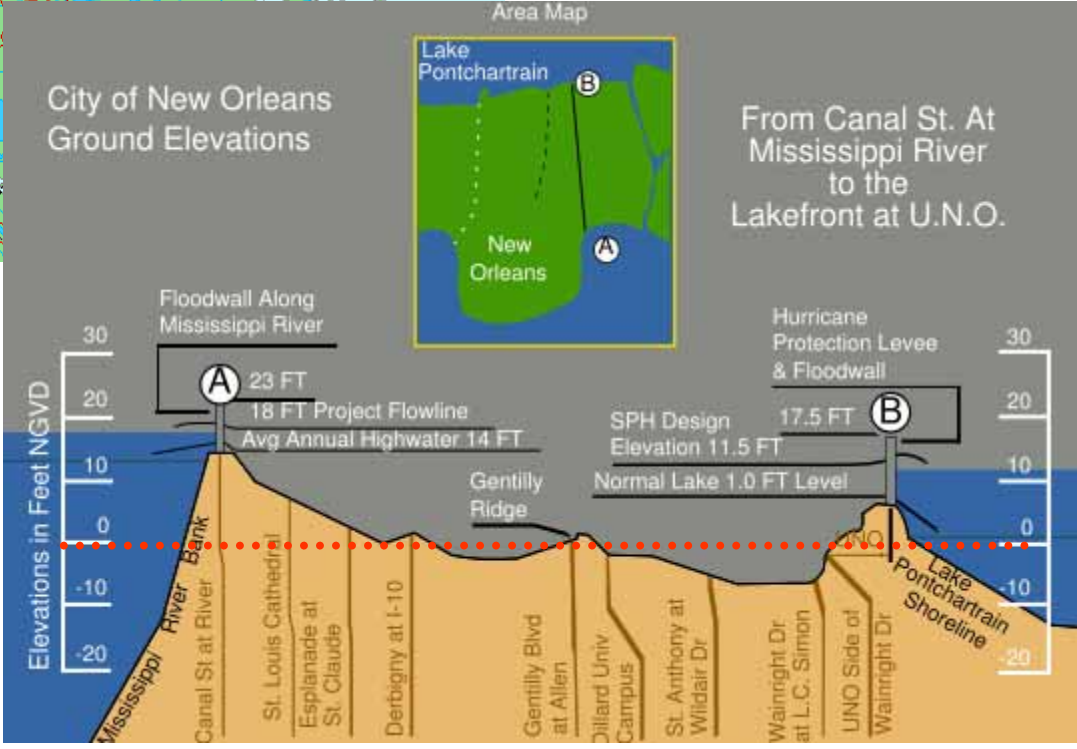
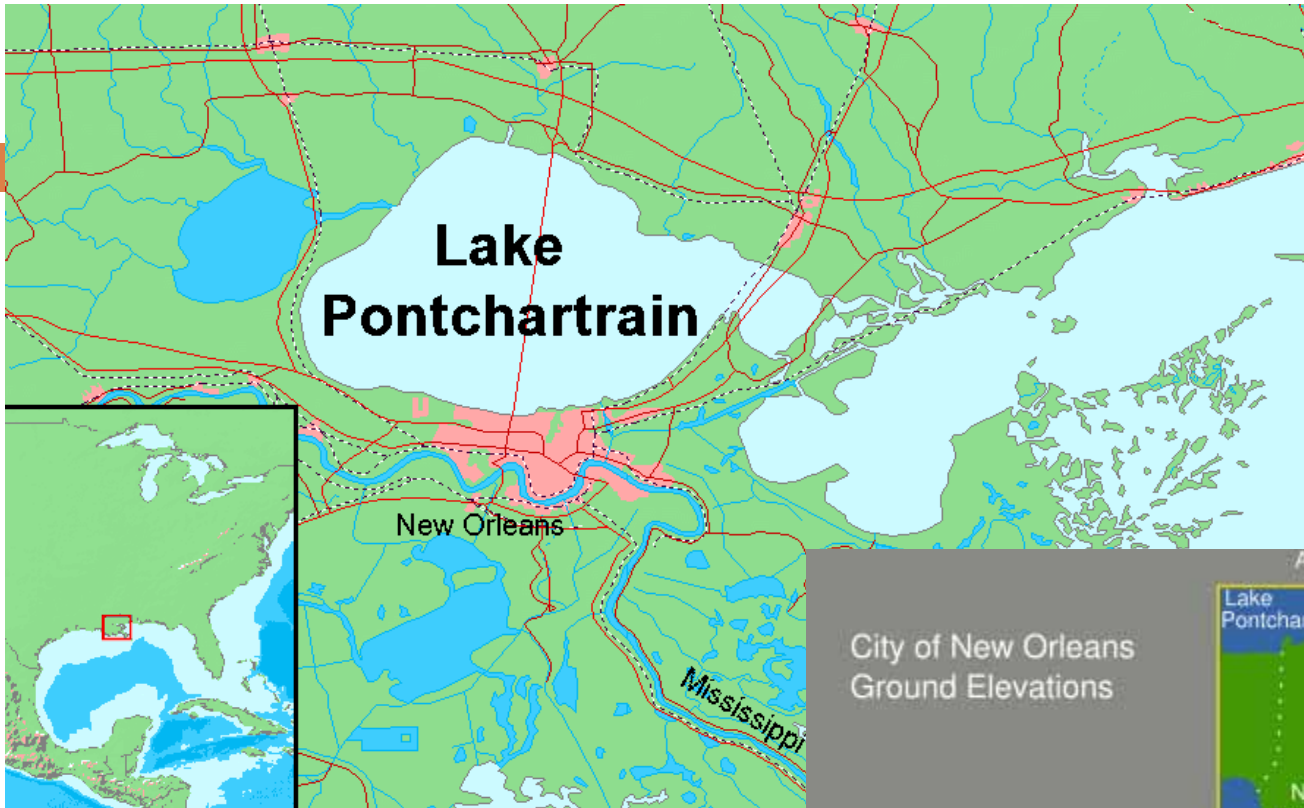
Hurikán Katrina (2005)



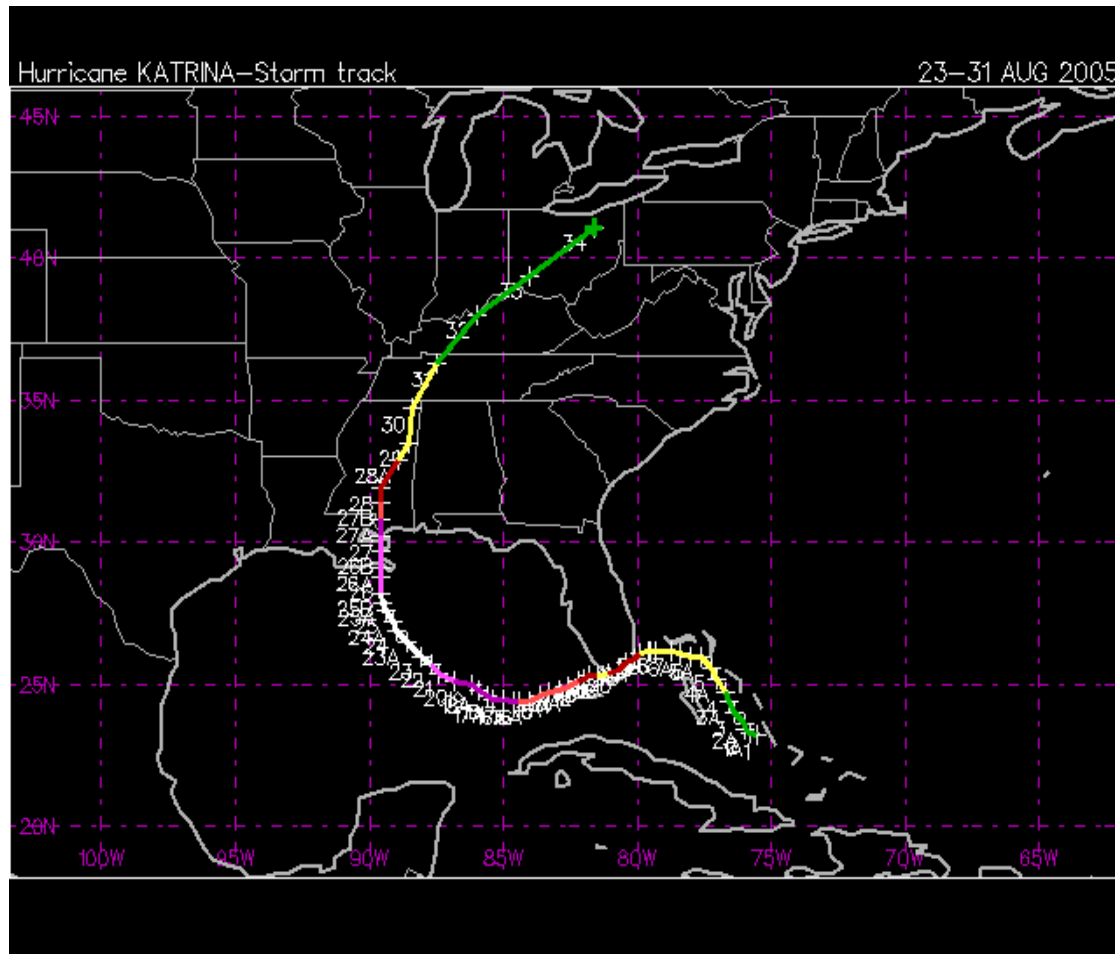


Hurikán Katrina (2005)

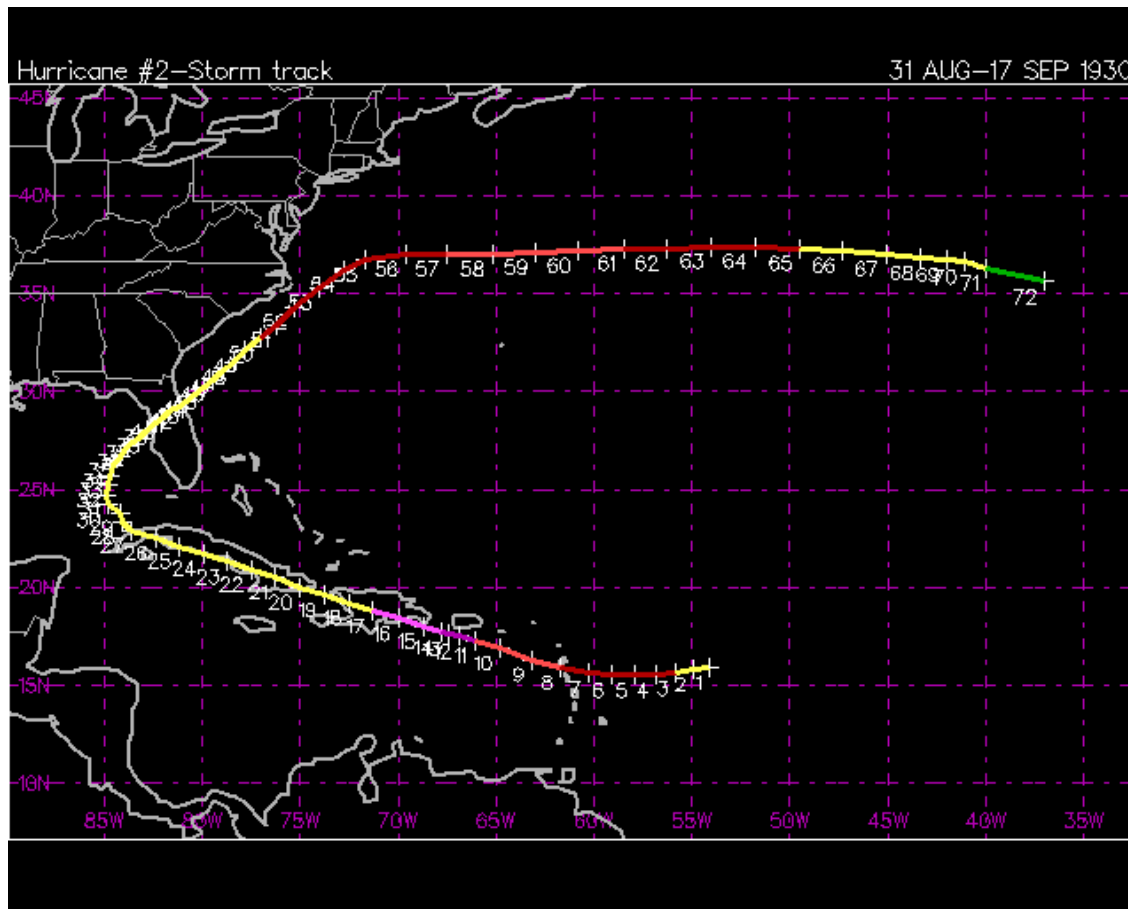




Hurikán Katrina (2005)



Hurikán San Zenon (1930)



Hurikán San Zenon (1930)



Zničené Santo Domingo



**Rafael Leónidas
Trujillo Molina**