

Tropické cyklóny v meniacom sa svete

Jozef Pecho, Ústav fyziky atmosféry AV ČR, Praha

Tropické cyklóny, tiež nazývané hurikány či tajfúny, patria medzi najnebezpečnejšie prírodné živly na našej planéte. Každý rok ich nad teplými tropickými oceánmi vznikne v priemere asi osemdesiat. Pre svoju ničivú silu sú schopné pri postupe nad pevninu vymazať zo zemského povrchu celé mestá a pripraviť o život desiatky tisíc ľudí. Aj napriek svojim, prevažne negatívnym dopadom, predstavujú významný prvok v zložitom mechanizme fungovania globálnej klímy. Tropické cyklóny si možno v jednoduchosti predstaviť ako obrovské tepelné stroje, ktoré pomáhajú udržiavať zemskú atmosféru v tepelnej rovnováhe. Tieto výrazné atmosférické javy predstavujú jeden zo spôsobov, akým sa „prehriate“ trópy zbavujú prebytočného tepla, ktoré sa hromadí v povrchových vrstvách oceánov. Množstvo tepla vytvorené jedným priemerným hurikánom je obrovské a jeho celkový energetický výkon ($\sim 5,2 \times 10^{19}$ J/deň alebo $\sim 6,0 \times 10^{14}$ W) presahuje dvestonásobok výkonu všetkých elektrární sveta (pričom celkový veterný výkon predstavuje $\sim 1,5 \times 10^{12}$ W). V súvislosti s globálnym otepľovaním sa čoraz častejšie diskutuje o tom, či ľudmi podmienená klimatická zmena vedie k nárastu intenzity, počtu a zmenám výskytu tropických cyklón alebo nie. Bez ohľadu na to, akú odpoveď nám výskum možno už onedlho prinesie, isté je jedno. Hurikány podobné Katrine z roku 2005 nás budú ohrozovať aj naďalej a je len otázkou času, kedy niektorý z nich zasiahne oveľa väčšie mesto ako New Orleans.

Anatómia „katastrofy“

Tropické cyklóny (TC) sa líšia od cyklón, ktoré sa vyskytujú v našich zemepisných šírkach, veľkými horizontálnymi rozdielmi tlaku vzduchu (12 až 20 hPa na 100 km) a predovšetkým oveľa menšími rozmermi (do 1000 km) a značnými rýchlosťami vetra (118 až 350 km/h). Tropické cyklóny sú cyklonálne víry vznikajúce nad teplými tropickými oceánmi (s teplotou aspoň 26-27 °C) v blízkosti rovníka, prevažne medzi 5° a 20° severnej a južnej z. š., v tzv. tropickej zóne konvergencie (TZK), v ktorej sa prejavuje zbiehanie (konvergencia) prízemného prúdenia a výstup vzduchu vedúci k vzniku bohatej kopovitej oblačnosti. Na severnej pologuli vznikajú od júla do novembra, s maximom pripadajúce na august až september, a na južnej pologuli od novembra do apríla s maximom v januári až februári. Po sformovaní sa začínajú TC pohybovať smerom na západ a neskôr sa po parabole stáčajú na severozápad, sever až severovýchod (severná pologuľa). Charakteristickou vlastnosťou TC je ich symetrická stavba, tak vertikálna ako aj horizontálna, a popri klasickej špirálovej štruktúre oblačných pásov je zrejme najpozoruhodnejším znakom TC tzv. oko cyklóny. Ide o „zónu ticha“ v strede oblačného víru s priemerom ~ 40 až 100 km, kde prevláda len slabý vietor alebo bezvetrie a takmer bezoblačná obloha. Prítomnosť oka je znakom toho, že TC dosiahla silu orkánu a jeho vznik a s tým spojený aj vzostup teploty, je kulmináčnym bodom vo vývoji TC. Bezprostredne k oku TC prilieha tzv. oblasť maximálnych vetrov a intenzívnych privalových zrážok (spadne tu aj viac ako 25 mm/hod). V tejto mimoriadne dynamickej, v priemere 40 km širokej oblasti,

prebiehajú procesy spojené s výstupom a kondenzáciou teplého a vlhkého vzduchu najintenzívnejšie, čo znamená, že sa tu uvoľňuje aj najväčšie množstvo tepelnej energie vytvorené v rámci TC. Mohutná kopovitá oblačnosť v tejto zóne dosahuje až k tropopauze, čo v tropických šírkach znamená výšku úctyhodných 18 km. Prílev vzduchu do TC podmieňuje výrazný rozdiel tlaku medzi jeho stredom a perifériou, pričom sa realizuje zásadne v spodnej trojkilometrovej vrstve cyklóny. V horných vrstvách, prevažne nad 11 km, je možné už pozorovať odtekanie vzduchu von z cyklóny.

Obrovské tepelné stroje

Ako vlastne tieto systémy fungujú? Všeobecne možno povedať, že hnacou silou cyklóny je teplo transportované z teplých povrchových vrstiev oceánu prostredníctvom intenzívneho výparu a následnej kondenzácie vodnej pary vo väčších výškach, čo je sprevádzané vznikom bohatej kopovitej oblačnosti. Pri kondenzácii sa uvoľňuje teplo, spotrebované pri výpare z hladiny oceánu. Toto teplo ohrieva vzduch vo výške, čo vedie k rýchlejšiemu výstupu teplejšieho vzduchu. Chýbajúci vzduch v tejto výške stále rýchlejšie nahrádza vlhký vzduch z priestoru nad hladinou oceánu, kde sa vytvára jeho nedostatok. Ten je zase kompenzovaný vzduchom prúdiacim v prízemnej vrstve zo širšieho okolia. Tak sa vytvára v rámci rodiacej sa TC uzavretá cirkulácia vzduchu (**Obr. 1**), ktorej intenzita závisí najmä od množstva dostupnej vlhkosti a tepla, ktoré poskytuje teplý oceán. Vplyvom Coriolisovej sily sa vzduch pritekajúci do jadra TC nepohybuje priamo, ale opisuje veľkú špirálu (tzv. cyklonálne zakrivenie trajektórie), pričom na severnej pologuli sa stáča proti smeru hodinových ručičiek, a na južnej je to prirodzene naopak. Z tohto vyplýva, že čím má TC viac dostupnej energie z teplejšieho oceánu, tým celý búrkový systém funguje lepšie, cirkulácia vzduchu je rozvinutejšia a zasahuje širší priestor. V týchto podmienkach má TC lepšie predpoklady dosiahnuť intenzitu najničivejšej, piatej kategórie tropických búrok s priemernou rýchlosťou vetra presahujúcou 250 km/h. Aby však z obyčajného a menej organizovaného zhluku búrkových oblakov vznikla plno rozvinutá TC, je potrebné, okrem vysokej povrchovej teploty oceánu a mimoriadnej vzdušnej vlhkosti splniť ešte ďalšie podmienky. Tou najvýznamnejšou je existencia len slabého horizontálneho prúdenia vzduchu, ktorého rýchlosť a smer sa s výškou menia len nepatrne (absencia výrazného strihu vetra). Vyššia rýchlosť tohto prúdenia by pôsobila na celý systém skôr deštruktívne, z čoho vyplývajú len minimálne šance na vznik viac organizovaného systému, akým bezpochyby TC je. Táto podmienka je v súčasnom modelovaní vplyvu globálneho otepľovania na intenzitu výskyt TC vo vybraných oceánskych regiónoch zdrojom značných neistôt.

Ako ich možno predpovedať?

Keďže TC patria medzi najkomplexnejšie búrkové systémy našej planéty, ktorých existencia a životný cyklus ovplyvňuje veľké množstvo podmienok, predpovedanie ich výskytu a očakávanej trajektórie pohybu je hotovou vedou, na ktorej sa užívia tie najvýkonnejšie počítače sveta. Vzhľadom na obrovský rozsah škôd, ktoré cyklóny so sebou každoročne prinášajú sa ani nemožno čudovať, že ich numerická a synoptická predpoveď je jednou s najrýchlejšie sa rozvíjajúcich oblastí meteorológie. Akonáhle je zdanlivo nesúrodá oblasť zvýšenej búrkovej činnosti nad oceánom, nazývaná aj ako tropická depresia, označená za potenciálne nebezpečnú s možnosťou dosiahnutia sily orkánu, je jej ďalší vývoj nepretržite monitorovaný pomocou meteorologických družíc, radarov, pozemných meraní ako aj špecializovaných lietadiel. Snahou je

dozvedieť sa o rodiacej sa cyklóne čo najviac informácií. Tie ďalej vstupujú do prepracovaných počítačových modelov, ktoré pomerne presne dokážu odhadnúť ďalší vývoj TC až na päť dní dopredu. Okrem samotnej trajektórie postupu sa odhadujú aj ďalšie dôležité parametre, akými sú napríklad rýchlosť maximálnych nárazov vetra, množstvo a intenzita zrážok, prízemný tlak vzduchu a pod. V súčasnej dobe je dokonca možné, okrem krátkodobých a strednodobých predpovedí, vykonávať aj odhady cyklonálnej aktivity na rok dopredu, čo je už oblasť, do ktorej je potrebné zahrnúť aj také faktory, akými sú napríklad dlhodobé oscilácie atmosférickej a oceánskej cirkulácie. Pre oblasť Atlantiku sa zohľadňujú fázy tzv. Kvázi dvojročnej oscilácie (QBO), ktorá zahŕňa zmeny rovníkovej cirkulácie vzduchu v hornej troposfére a spodnej stratosfére. Rovnako dôležitú úlohu zohráva aj vplyv južnej oscilácie (ENSO), ktorá prostredníctvom svojich dvoch fáz, El Niño a La Niña, významne ovplyvňuje úroveň aktivity atlantických hurikánov (v čase vrcholenia El Niña je dosiahnuté minimum aktivity, a naopak). Rovnako detailne sú do predpovedí zahrnuté aj analýzy atmosférických podmienok, najmä z hľadiska zrážok, v oblasti západnej Afriky a Guinejského zálivu, kde sa tvoria zárodky potenciálnych hurikánov. Až 40 % atmosférických porúch tvoriacich sa v tejto oblasti vedie neskôr k vzniku plno rozvinutých hurikánov v Karibiku. Z tohto vyplýva aj priama súvislosť medzi poklesom aktivity hurikánov a výskytom rozsiahleho sucha v oblasti Sahelu v období 60. až 80. rokov minulého storočia.

Cyklóny a globálna zmena klímy – ako to bude ďalej?

Celosvetová debata o možnom vplyve globálneho otepľovania na nárast intenzity a počtu TC nabrala na vážnosti najmä po katastrofálnej hurikánovej sezóne z roku 2005, počas ktorej dosiahlo sedem tropických búrok v Atlantiku kategóriu tzv. silných hurikánov, a štyri z nich, Emily, Katrina, Rita a Wilma to dokonca dotiahli až na piaty, najvyšší stupeň intenzity. V čerstvej pamäti máme určite aj cyklón Nargis, ktorý zasiahol Mjanmarsko na prelome apríla a mája 2008. Zanechal za sebou spúšť nepredstaviteľných rozmerov a najmenej 146 tisíc mŕtvych a tisíce nezvestných. Ani v súčasnosti však v tejto oblasti nepanuje zatiaľ jednoznačná zhoda. Všeobecne je však prijímaný názor, podľa ktorého je ešte zatiaľ predčasné tvrdiť, že globálne otepľovanie a predovšetkým nárast teploty oceánov má zásadný vplyv na nárast intenzity TC, a to aj napriek tomu, že v prípade atlantických hurikánov bola objavená významná spojitosť medzi nárastom ich deštruktívnej sily (pomocou tzv. PDI indexu) a vyššou povrchovou teplotou oceánu. Je ale vysoko pravdepodobné, že pokračujúce otepľovanie planéty povedie k vzniku silnejších cyklón (odhad rastu intenzity cyklón o ~ 1-8 % pri raste povrchovej teploty oceánov o 1°C, pri zrážkach to bude nárast o ~ 6-18 % na 1°C). Väčšie neistoty však panujú v otázke frekvencie výskytu TC. Podľa najnovších štúdií však možno očakávať mierny nárast počtu silných TC, pričom však celkový počet cyklón bude skôr bez významnejších zmien, prípadne bude mierne klesať (najmä vzhľadom na predpoklad existencie výraznejšieho strihu vetra a rastúcej teploty hornej troposféry).

Hrozia Stredomoriu hurikány?

Ide o skutočne zriedkavý jav. Vždy, keď k nemu dôjde, je to v meteorológii udalosť. Z času na čas sa v jeseni nad teplými vodami Stredozemného mora vytvorí oblačný vír nápadne pripomínajúci hurikán. Medikány, ako nazývame tieto tropickým cyklónom príbuzné atmosférické poruchy, však spája s hurikánmi niečo viac ako len vizuálna podobnosť. Aj napriek tomu, že sú v priemere menšie a nie až tak pustošivé ako ich

„rovesníci“ z Karibiku, dokážu na ostrovoch a v pobrežných oblastiach Stredomoria spôsobiť závažné materiálne škody. V priebehu posledných 20 rokov meteorológovia identifikovali minimálne 15 takýchto búrok a aj preto sa v poslednom období často diskutuje o tom, či ich výskyt bude vplyvom globálneho otepľovania častejší, a predovšetkým, či sa svojou silou vyrovnajú tropickým cyklónom.

Víchor nad Stredomorím

Nápadný, špirálovo zatočený oblačný vír, uprostred ktorého sa nachádza „oko“, oblasť s relatívne pokojným a menej veterným počasím. Podobnosť hurikánov a medikánov nie je v tomto smere vôbec náhodná, keďže atmosférické procesy, ktoré ich formujú sú veľmi podobné, aj keď v prípade medikánov nie až tak extrémne. Vetry v stredomorských cyklónach len zriedkakedy presiahnu hranicu 25 m/s, čím sa zatiaľ nevyrovnajú ani sile hurikánov najnižšej, prvej kategórie. Ten „výkonnostný“ rozdiel však nie je len výsledok toho, že Stredozemné more nie je zatiaľ schopné poskytnúť medikánov podobne vyhovujúce podmienky ako napríklad Karibské more hurikánom. Podmieňuje to aj skutočnosť, že impulzom pre vznik stredomorských medikánov nie je, ako v prípade hurikán, intenzívna tropická cirkulácia vzduchu rodiaca sa nad pevninou západnej Afriky. Na ich počiatku stoja procesy, ktoré majú svoj pôvod vo vyšších vrstvách troposféry miernych šírok. V jeseni takmer pravidelne do Stredomoria „zablúdi“ z Atlantického oceánu tlaková níz, ktorej motorom je prítomnosť veľmi studeného vzduchu v stredných a vysokých vrstvách troposféry. Prienik studeného vzduchu nad rozohriate Stredozemné more zväčší v celom profile troposféry teplotný kontrast, ktorý sa dokáže vyrovať len stúpaním teplého a vlhkého vzduchu do výšky. Tým sa naštartujú dynamické procesy vedúce k tvorbe mohutnej kopovitej oblačnosti, ktorá sa postupne zoskupuje do tvaru už spomínanej špirály. Dôsledky v podobe intenzívnych lejakov a silného vetra sú síce pôsobivé, avšak na to, aby sa z medikánu stal plnohodnotný hurikán je potrebné, aby voda v Stredozemnom mori mala na pomerne veľkej ploche aspoň 26 °C. A v tom je problém. Takto teplá voda sa vo väčších množstvách, ak nepočítame samozrejme pobrežné oblasti, koncentruje len vo východnom Stredomorí, aj to len na konci leta, prípadne na začiatku jesene.

Stredozemné more je im zatiaľ pritesné

Okrem toho, netreba zabúdať ani na fakt, že Stredozemné more je zo všetkých strán obklopené pevninou a navyše je aj pomerne malé, čo pre potenciálny rozvoj tropických búrok predstavuje veľké obmedzenie. Dokazujú to aj analýzy meteorológov, ktorí študovali každý jeden prípad existencie medikánu v Stredomorí za posledných 20 rokov. Ešte skôr ako sa búrkový systém rozvinul do svojho vrcholného a teda aj ničivejšieho štádia, narazil na svojej ceste buď na nejaký ostrov alebo, ešte častejšie, na pobrežie kontinentu, ktoré jeho vývoj nekompromisne zastavilo. Dokonca ani v tom v najideálnejšom prípade, kedy by medikán prešiel naprieč celým Stredomorím od západu na východ (v lepšom prípade opačným smerom), nehrozí, že by dosiahol silu hurikánu. Pri svojom postupe do východného Stredomoria by sa síce postupne dostal do oblasti s vhodnými teplotnými podmienkami, no pre svoj ďalší rozvoj by už nemal dostatok času. Hneď ako by začal naberať na sile, jeho púť by skončila nad západným pobrežím Libanonu, Izraela alebo Turecka.

Modely vs. realita

Čo teda môžeme očakávať v budúcnosti? Ešte na začiatku tohto desaťročia klimatické modely veľkú šancu stredomorským „hurikánom“ nedávali. No udalosti z roku 2004 a 2005 vedcom ukázali, že sa ich modely v niečom asi mýlili. Tropické cyklóny Catarina z marca 2004 a Vince z októbra 2005 sa stali krásnymi príkladmi toho, že tropická búrka môže dosiahnuť intenzity hurikánu aj v oblastiach, kde nepanujú vyslovene priaznivé podmienky. Oba hurikány navyše vznikli z mimotropických tlakových níží, teda prienikom chladného vzduchu miernych šírok nad teplý oceán. Najnovšie modelové výstupy založené na podrobnejšom priestorovom rozlíšení už prisudzujú možnosti vzniku hurikánu nad Stredozemným morom vyššiu pravdepodobnosť a to aj pre scenáre, ktoré počítajú do konca tohto storočia s menším, ako 3 °C oteplením povrchových vôd Stredozemného mora v letným mesiacoch. Aj napriek týmto znepokojujúcim predpovediam sa predsa len zdá, že realita je trochu zložitejšia a v prípade Stredozemného mora to znamená, že si budeme musieť na prvý „legitímny“ hurikán ešte nejaký ten čas počkať.

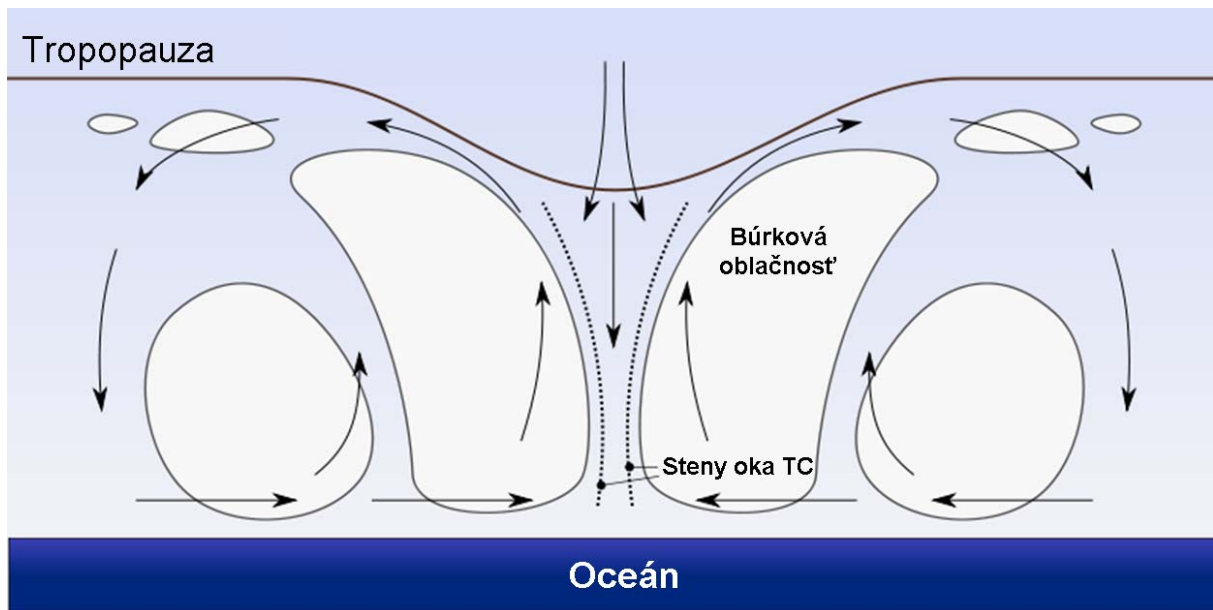
Použitá literatúra

- Camargo, S.J., Sobel, A.H., Barnston, A.G., Emanuel, K., 2007.** Tropical cyclone genesis potential in climate models. *Tellus A* 59, 428–443.
- Davis, C. A., and L. F. Bosart, 2003.** Baroclinically induced tropical cyclogenesis. *Mon. Wea. Rev.*, **131**, 2730–2747.
- Déqué, M., D. P. Rowell, D. Lüthi, F. Giorgi, J. H. Christensen, B. Rockel, D. Jacob, E. Kjellström, M. de Castro and B. van den Hurk, 2007.** An intercomparison of regional climate simulations for Europe: assessing uncertainties in model projections. *Climatic Change*, **81**, 53–70.
- Elsner, J. B.** 2006. The increasing intensity of the strongest tropical cyclones, *Nature*, v455, 92-95, September 2008.
- Elsner, J. B., Tsonis, A. A., and Jagger, T. H., 2006,** High frequency variability in hurricane power dissipation and its relationship to global temperature, *Bull. Am. Meteorol. Soc.*, **87**, 763–768.
- Elsner, J. B., Jagger, T. H., 2009.** Hurricanes and climate change. Springer, NY. 2009. 419 p.
- Emanuel, K., 1999.** Thermodynamic control of hurricane intensity. *Nature*, **401**, 665-669.
- Emanuel, K. A.** 2005. Increasing destructiveness of tropical cyclones over the past 30 years, *Nature*, **436**, 686– 688.
- Emanuel, K., 2005.** Genesis and maintenance of Mediterranean hurricanes. *Adv. Geosci.*, **2**, 217–220.
- Emanuel, K., 2007.** Environmental factors affecting tropical cyclone power dissipation. *J. Climate*, **22**, 5497–5509.
- Emanuel, K., Sundararajan, R., Williams, J., 2008.** Hurricanes and global warming: results from downscaling IPCC AR4 simulations. *Bull. Amer. Meteorol. Soc.*, submitted.
- Fita, L., R. Romero, A. Luque, K. Emanuel, and C. Ramis, 2007.** Analysis of the environments of seven Mediterranean tropical like storms using an axisymmetric, nonhydrostatic, cloud resolving model. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, **7**, 41–56.
- Gaertner, M. A., D. Jacob, V. Gil, M. Domínguez, E. Padorno, E. Sánchez, and M. Castro, 2007.** Tropical cyclones over the Mediterranean Sea in

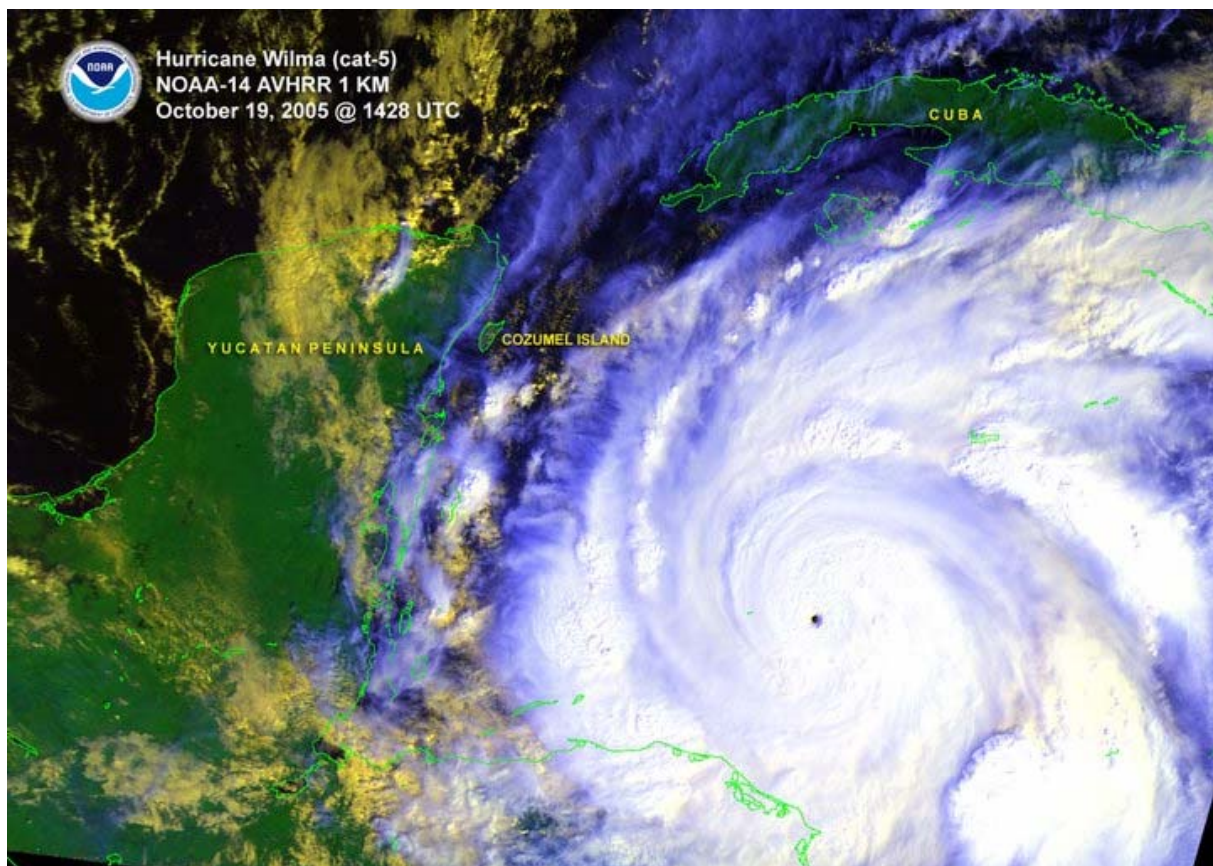
- climate change simulations. *Geophys. Res. Lett.*, **34**, L14711, doi:10.1029/2007GL029977.
- Hart, R., 2003.** A cyclone phase space derived from thermal wind and thermal asymmetry. *Mon. Wea. Rev.*, **131**, 585–616.
- IPCC, 2001.** *Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Houghton, J. T., Y. Ding, D. J. Griggs, M. Noguer, P. J. van der Linden, X. Dai, K. Maskell, Johnson, C. A. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 881pp.
- Holland, G.J., 1997.** The maximum potential intensity of tropical cyclones. *J. Atmos. Sci.*, **54**, 2519–2541.
- Homar, V., R. Romero, D. J. Stensrud, C. Ramis, and S. Alonso, 2003.** Numerical diagnosis of a small, quasi-tropical cyclone over the western Mediterranean: Dynamical vs. boundary factors. *Q. J. R. Meteorol. Soc.*, **129**, 1469–1490.
- Chu., P.-S, 2005.** ENSO and tropical cyclone activity, in *Hurricanes and Typhoons: Past, Present, and Potential*, edited by R.J. Murnane and K.B. Liu, pp297-332, Columbia University press, New York.
- Chan, J.C.L., 1985.** Tropical cyclone activity in the Northwest Pacific in relation to the El Niño/Southern Oscillation phenomenon. *Mon. Wea. Rev.*, **113**, 599-606.
- Chan, J. C. L., 2000.** Tropical cyclone activity over the western North Pacific associated with El Niño and La Niña events. *J. Climate*, **13**, 2960-2972.
- Chan, J.C.L., Liu, K.S., 2004.** Global Warming and Western North Pacific Typhoon Activity from an Observational Perspective. *J. Clim.*, **17**, 4590-4602.
- Chan, J.C.L., 2006.** Comment on “changes in tropical cyclone number, duration and intensity in a warming environment, *Science*, **311**, p1713.
- Landsea, C. W., 2005.** Hurricanes and global warming. *Nature*, **438**, doi:10.1038/nature04477.
- Mann, M., Emanuel, K. 2006.** Atlantic hurricane trends linked to climate change. *EOS*, **87**, 233-241. McBride, J.L., 1995: Tropical Cyclone Formation. Global perspectives on tropical cyclones, WMO/TD-No. 693, 289 pp.

Iné zdroje

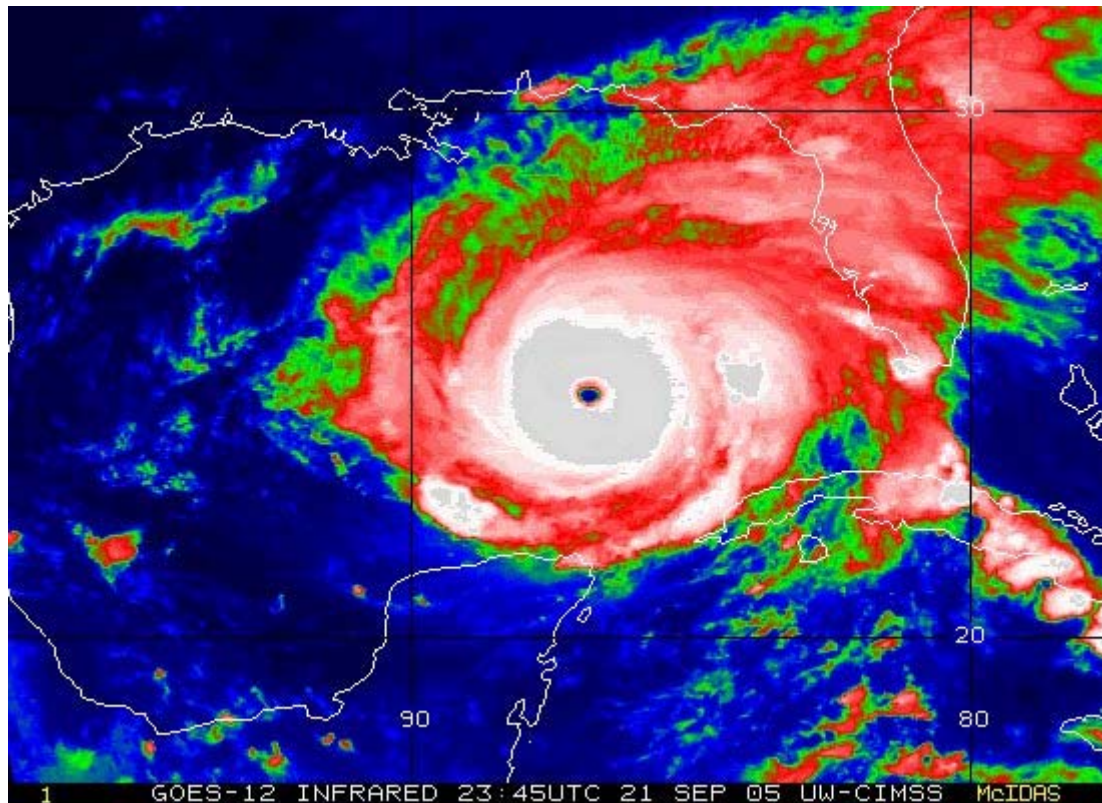
- http://en.wikipedia.org/wiki/Tropical_cyclone
<http://myweb.fsu.edu/jelsner/Research.html>
<http://wind.mit.edu/~emanuel/home.html>
<http://www.wunderground.com/tropical/>
<http://www.nhc.noaa.gov/>



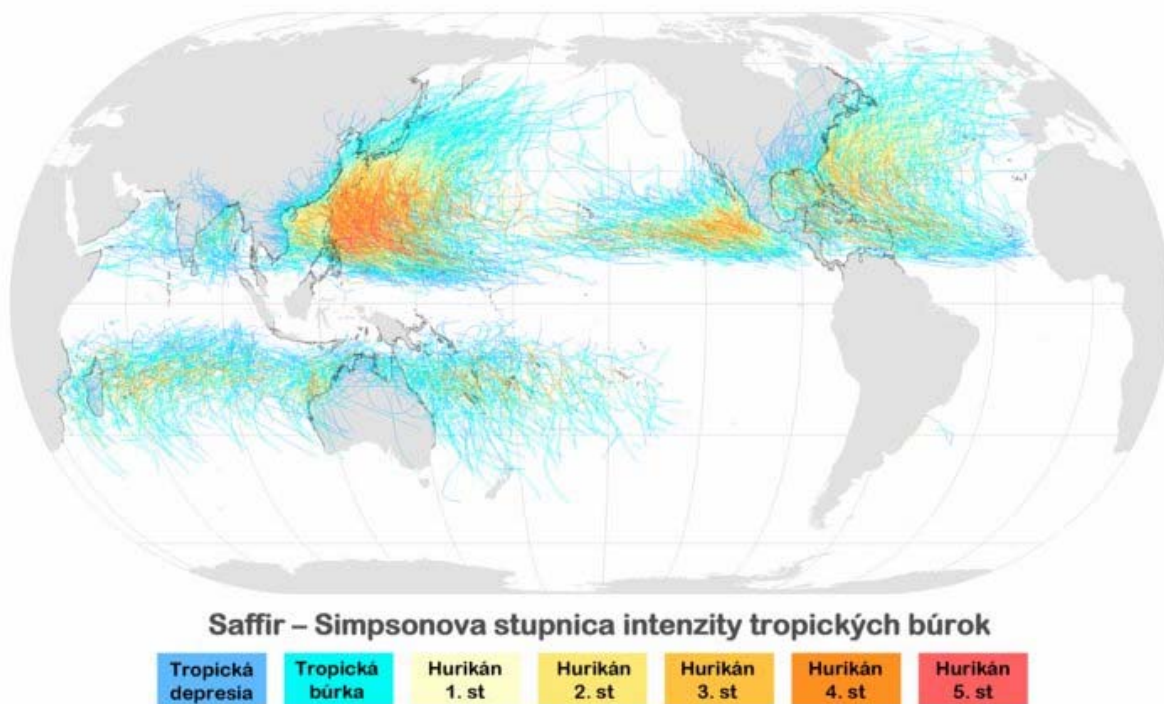
Obr. 1 Jednoduchá schéma cirkulačných pomerov (prúdenia vzduchu) vo vnútri tropickej cyklóny (TC, tropopauza – je horná hranica troposféry, najspodnejšej vrstvy zemskej atmosféry).



Obr. 2 Hurikán Wilma, z októbra 2005, je novodobých dejinách zatiaľ najintenzívnejší hurikán, ktorý bol v priestore Atlantiku zaznamenaný (nedlho pred vytvorením tohto satelitného obrázku bol v jeho „oku“ nameraný najnižší atmosférický tlak na západnej pologuli: 882 hPa, absolútny rekord zatiaľ drží tajfún Tip z októbra 1979 - 870 hPa).



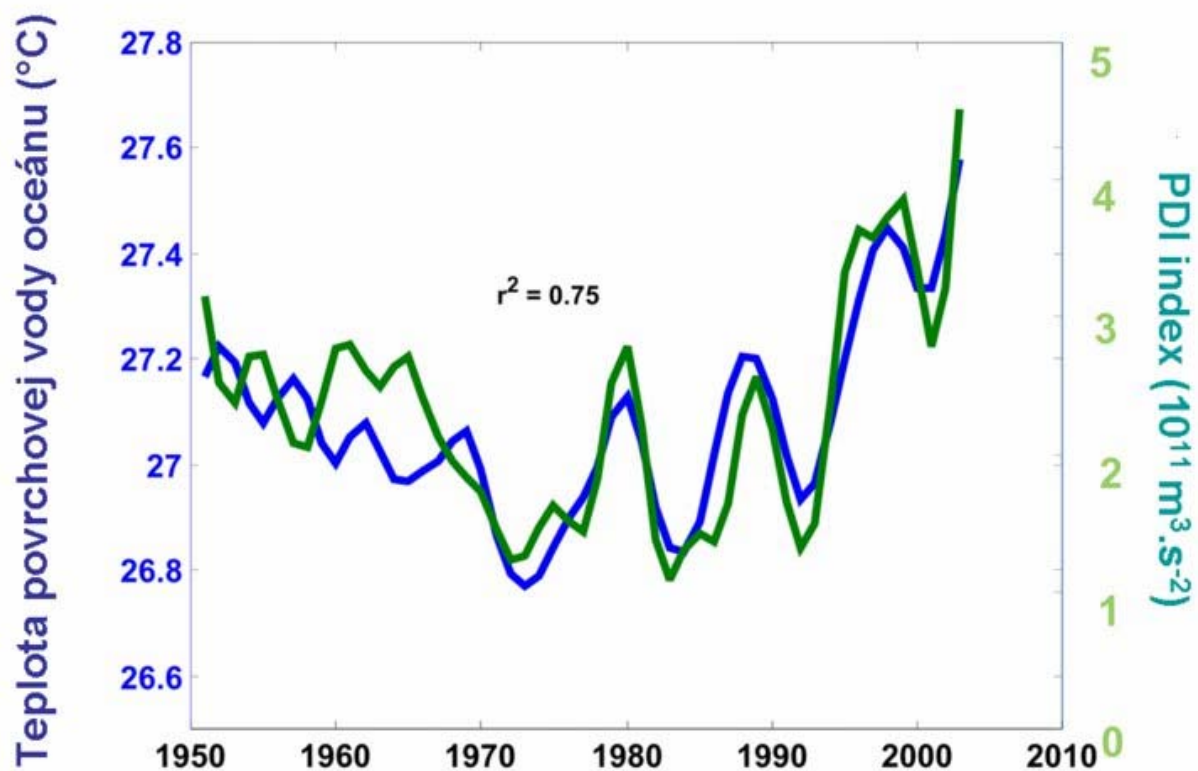
Obr. 3 Hurikán Rita v infračervenej časti spektra odhaľuje oblasť – teplé jadro (biela), v ktorej je kondenzáciou vodnej pary generované najväčšie množstvo tepla v rámci TC.



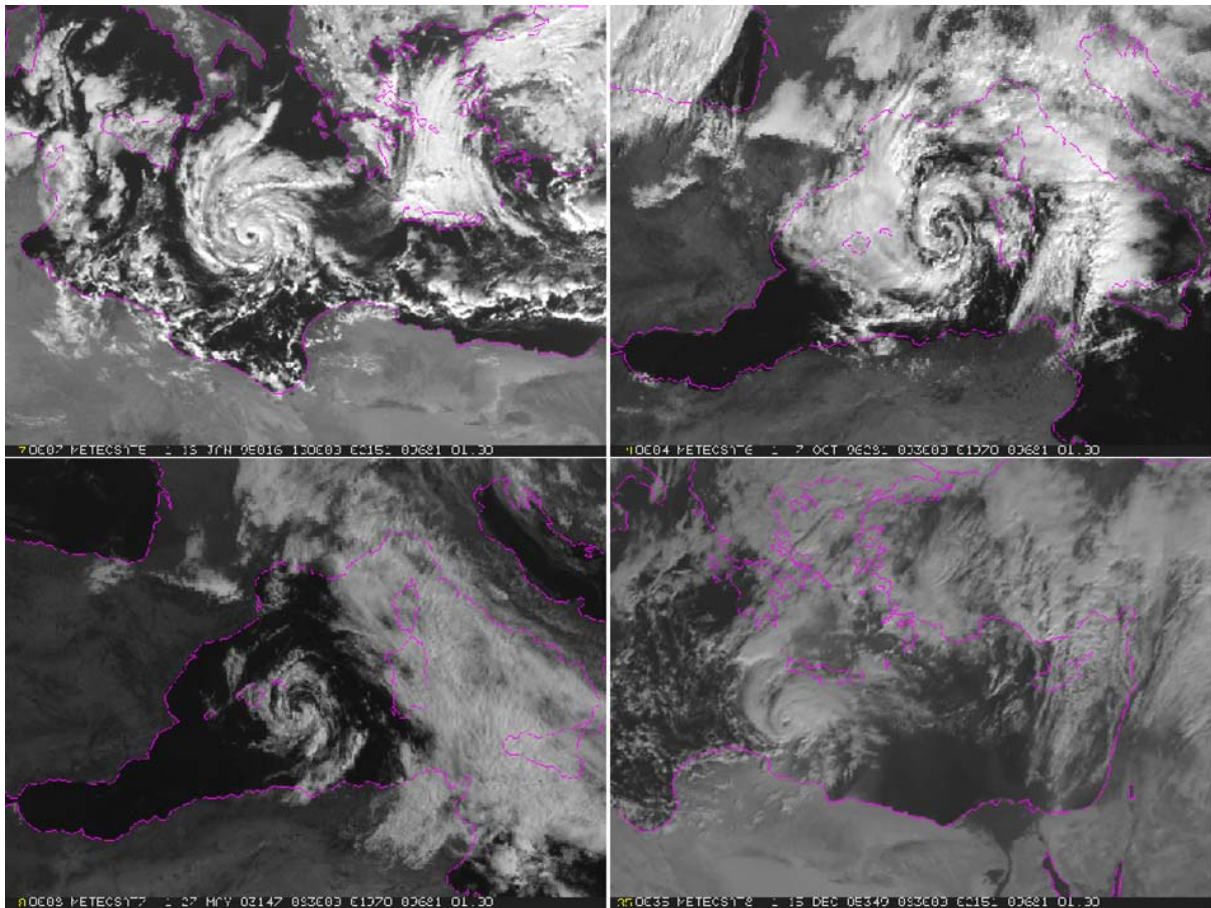
Obr. 4 Pozorovaný výskyt tropických cyklón v období 1945 až 2006 podľa vybranej kategórie intenzity (podľa Saffir-simpsonovej stupnice; TC = hurikán).



Obr. 5 Pohľad do „oka“ hurikánu Katrina – obrázok bol zachytený z paluby prieskumného lietadla NOAA WP-3D dňa 28. augusta 2005, deň pred zasiahnutím mesta New Orleans.



Obr. 6 Vývoj indexu PDI (Power Dissipation Index, kombinujúci parametre frekvencie, intenzity a trvania TC) signalizuje významný nárast deštruktívnej sily TC v oblasti Atlantického oceánu za posledných približne 30 rokov (Emanuel, 2007).



Obr. 7 Príklady výskytu medikánov nad Stredozemným morom z roku 1995 (hore vľavo), 1996 (hore vpravo), 2003 (dole vľavo) a 2005 (dole vpravo; Zdroj: EUMETSAT).