



„GEOVEDY PRE KAŽDÉHO“

Univerzita Komenského v Bratislave, Prírodovedecká fakulta,
Katedra fyzickej geografie a geoekológie

a spoluriešiteľské organizácie:

Gymnázium, Ul. Ladislava Sáru 1, Bratislava

Gymnázium na Hubeného ulici, Hubeného 23, Bratislava

Gymnázium Matky Alexie, Jesenského 4/A, Bratislava

PRÍRODNÉ KATASTROFY A PREDPOVEDNÉ A VAROVNÉ SYSTÉMY

prof. RNDr. Jozef Minár, CSc.

2010

Úvod

O prírodných katastrofách existuje nepreberné množstvo informácií rôzneho charakteru. O jedinom type prírodných katastrof sú napísané celé knihy a tých typov sú desiatky. Katastrofy sa nás bolestne dotýkajú, ale zároveň nás fascinujú, sú zdrojom poučenia o prostredí v ktorom žijeme i o nás samotných. To čo tu budete čítať je pohľad geografa, ktorý sa snaží vnímať prírodné katastrofy ako komplexný jav, rozpoznávať rôzne ich aspekty, ale aj prispievať k ich hlbšiemu poznaniu a teda i ich eliminácii v budúcnosti. Dúfam, že to môže byť inšpirácia ako pre učiteľov, tak ich študentov.

Z každej čiastkovej fyzickogeografickej sféry na nás „číha“ celá skupina prírodných katastrof. Najbežnejšie z nich sú v nasledovnej tabuľke:

Atmosférické (poveternostné)	Krupobitie Vichrica, Tornádo, Blizard Mráz Úder bleskom Sucho Veterná erózia a sedimentácia Tropický cyklón Dezertifikácia Roztápanie permafrostu
Hydrologické	Riečna povodeň Pobrežná záplava Zamokrenie (podmáčanie) územia Vodná erózia a sedimentácia Zasolovanie pôdy
Gravitačné	Zosuv Skalné rútenie Murový prúd, bahnotok Subsidencia
Seizmické	Zemetrasenie Stekutenie sedimentov Tsunami
Vulkanické	Usadzovanie sopečného popola Dopad sopečných bômb Výron sopečných plynov Lávový prúd Lahar
Iné	Prírodný požiar

Ale nie o tejto tabuľke bude toto rozprávanie (tabuľka je napokon nedokonalá chýba v nej množstvo ďalších katastrof – určite by ste nejaké vedeli nájsť, a navyše ani klasifikácia tu uvedená nie je ideálna). Skúsime sa na prírodné katastrofy pozrieť z niekoľkých uhlov pohľadu, pričom si vždy vyberieme len určitý príklad konkrétnych katastrof.

Nevyspytateľné (?) prírodné katastrofy

Modelová situácia: Manželka príde „vyzdvihnúť“ manžela z príjemného prostredia krčmy a kamaráti to okomentujú: „Prirútila sa ako prírodná katastrofa“. V tejto úsmevnej hyperbole sa ukrýva bežné povedomie nevzdelaných ľudí o charaktere prírodných katastrof: sú náhle, nečakané, deštruktívne, prudké a definitívne. Ťažko sa im dá vyhnúť.

Jedným z najdesivejších typov prírodných katastrof sú tsunami – extrémne vysoké pobrežné vlny ničiace všetko živé i neživé, čo im stojí v ceste. Tsunami z r. 2004 je asi najväčšou prírodnou katastrofou v posledných rokoch (najmä z hľadiska strát na ľudských životoch, ktorých bolo temer štvrt' milióna). Hoci sa udialo v ďalekom Indickom oceáne,

zasiahlo i množstvo tu dovolenkujúcich Európanov. Bolo náhle, nečakané, prekvapivé s definitívnym smutným výsledkom – práve tak ako v úvodnej alegórii. Otázka ale znie: Muselo to tak byť? Ľudstvo má skúsenosti už s mnohými podobnými katastrofami. Od tých starovekých (zničenie mýnojskej civilizácie na ostrove Kréta v 2. tisícročí pred našim letopočtom) až po tie novoveké (tsunami utvorené zemetrasením v Lisabone v r. 1755, po výbuchu sopky Krakatau v r. 1883, či zemetraseniami v Chile a na Aliaške v r. 1960 a 1964). Práve tie posledné dve spomenuté boli impulzom pre vybudovanie varovného systému v Tichom oceáne v réžii USA. Odhaduje sa, že až 80-90% ľudských životov obetí tsunami z r. 2004 sa mohlo zachrániť, keby takýto varovný systém existoval aj pre Indický oceán.

Je teda jasné, že proti prírodným katastrofám sa dá (možno na rozdiel od spravodlivo nahnevanej manželky) účinne brániť.

Varovné systémy, alebo všetko je na webe...

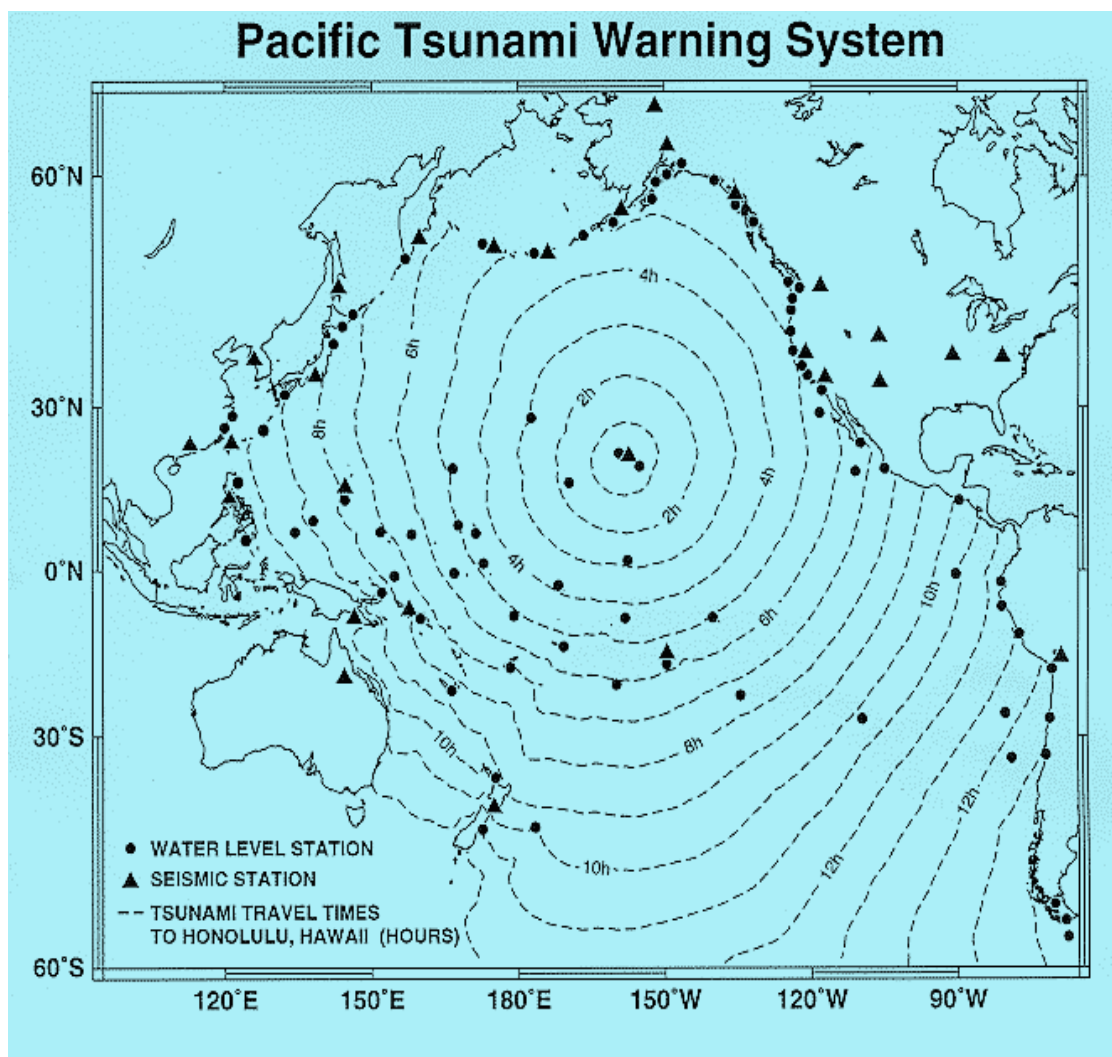
V súčasnosti existuje množstvo varovných a predpovedných systémov prírodných katastrof rôzneho typu a dimenzie. Zmieneny „Pacific Tsunami Warning System“ (pozri <http://www.prh.noaa.gov/ptwcl/>) je len jedným z celej siete varovných systémov budovaných najmä v USA, ale i ďalších krajinách (pozri napr. <http://www.disasterwarning.com/>, <http://www.usgs.gov/>,....). Varovné a predpovedné systémy sa budujú i u nás, a to ako v rámci Slovenskej republiky, tak i celej Európskej únie.

Najprepracovanejší a pre verejnosť najprístupnejší varovný systém týkajúci sa SR je systém poveternostných a povodňových výstrah budovaný Slovenským hydrometeorologickým ústavom – SHMÚ (<http://www.shmu.sk/sk/?page=987>). Na citovanej www stránke každý deň je možné nájsť aktuálne varovania pred silným vetrom, mrazmi, snežením, či poľadovicou, ale i povodňami alebo možným vznikom požiarov. Dôležité je, že varovania majú priestorový aspekt (nájdete regióny, ktoré sú ohrozené a ktoré nie) a môžete sa dopátrať i k správam o jednotlivých katastrofických situáciách v minulosti (databáza povodňových situácií).

Európska komisia zverila sledovanie prírodných katastrof v rámci celého kontinentu svojmu Spojenému výskumnému centru (Joint Research Centre – JRC: <http://ec.europa.eu/dgs/jrc/index.cfm?id=5270>), ktoré monitoruje výskyt a určuje potenciálny výskyt prírodných katastrof v rámci svojich dvoch ústavov: Institute for the Protection and the Security of the Citizen a Institute for Environment and Sustainability. V prvom z nich nájdete Global Disaster and Alert Coordination System - GDACS (<http://www.gdacs.org/>), kde môžete získať aktuálne informácie o najnovších katastrofách nielen v Európe ale i celom svete. V druhom ústave sú zas vybudované špecifické varovné systémy pred požiarmi (European Forest Fire Information System (EFFIS) - <http://effis.jrc.ec.europa.eu/>) a povodňami (European Union EU floods portal - <http://floods.jrc.ec.europa.eu/>), čo sú najvýznamnejšie pravidelne sa objavujúce prírodné katastrofy v Európe. Vo všetkých prípadoch sú k dispozícii interaktívne mapové moduly, umožňujúce sledovať priestorový aspekt daného fenoménu v každom regióne Európy. Na stránke JRC však nájdete aj ďalšie zaujímavé informačné zdroje, napr. množstvo geo-informácií v rámci European Geoportal (<http://inspire.jrc.ec.europa.eu/>), či mobGAS hravým spôsobom pojednávajúci o vážnom probléme klimatickej zmeny (<http://mobgas.jrc.ec.europa.eu/mobgas/app/MainPage.po?>), čo ako si ešte ukážeme, má aj spojitosť s témou prírodných katastrof.

Je to však len vrchol ľadovca, alebo v pozadí je (geo)veda

Na www stránkach fungujúce varovné a predpovedné systémy však predstavujú len vrchol ľadovca nášho poznávania a poznania prírodných katastrof. Keď sa pozrieme na nižšie uvedenú mapku pacifického varovného systému tsunami, zistíme, že obrázok znázorňuje polohu staníc merajúcich úroveň vodnej hladiny a seizmické stanice. Prečo?



Vyplýva to z vedeckej podstaty určovania príčin vzniku, rýchlosti šírenia a veľkosti vln tsunami, čo sú podstatné informácie pre včasné a efektívne varovanie obyvateľov. Aby vznikol dobrý varovný systém, niekto teda musí prísť na to, že tsunami sú vlastne vlny, ktoré majú v hlbokom oceáne len nepatrnú výšku, ale veľmi veľkú dĺžku (preto tie stanice merajúce výšku hladiny oceánu), že táto vlna sa ako aj bežné vlny v plytkej vode deformuje a utvára príboj, ktorého výška je priamo úmerná pôvodnej dĺžke (nie výške!) vlny (teda z tých staníc potrebujeme vypočítať dĺžku vlny), že rýchlosť straty energie vlny je nepriamo úmerná vlnovej dĺžke, preto tsunami strácajú pri šírení sa v hlbokoj vode energiu len veľmi pomaly a šíria sa veľmi rýchlo (v cca 6 km hlbokom oceáne rýchlosťou okolo 890 km/hod – Pacifik prekonajú za menej ako jeden deň) – a z toho vieme vypočítať tie izochrony, ktoré vidno na mapke, ale aj energiu aká vlna ostane keď preputuje celým Pacifikom napr. z Južnej Ameriky do Austrálie, atď. V neposlednom rade tiež musíme vedieť čo vlny tsunami vlastne utvára. Vo všeobecnom povedomí je, že zemetrasenie (preto tie seizmické stanice v mapke), ale my vieme, že to môže byť aj výbuch sopky, veľký podmorský zosuv či dopad kozmického telesa

do oceánu. Keďže však seizmicky indukovaných tsunami je najviac a navyše všetky ostatné impulzy utvárajú ako sprievodný efekt aj zemetrasenia, vystačíme si s tými seizmickými stanicami.

To je jedna stránka vedeckého poznávania prírodných katastrof – nie však jediná. Prírodné katastrofy sú katastrofami tým, že nám spôsobujú straty. Straty na životoch a zdraví obyvateľov, ekonomické (ale následne aj sociálne a politické) straty, či straty na ekosystémoch, ktoré sú zničené. Od čoho všetkého tieto straty závisia? Na jednej strane je to samozrejme intenzita prírodného procesu, ktorý katastrofu spôsobuje (k jej určeniu sledujú všetky tie poznatky, ktoré sme vyššie uviedli v prípade tsunami). Na strane druhej to však zároveň je:

- Stav dlhodobej technickej ochrany proti danej katastrofe (napr. protipovodňové hrádze);
- Kvalita územného plánovania (ktorý by mal napr. zabezpečiť, aby si ľudia nestavali domy v zátopových územiach);
- Existencia a kvalita predpovedného varovného systému (na príklade posledného tsunami v Indickom oceáne sme dokumentovali fatálne dôsledky jeho absencie);
- Rizikový manažment územia (evakuačné plány a ich realizácia, pomoc postihnutým a pod.);
- Vedomie a kompetencie obyvateľstva (schopnosť správne a rýchle zareagovať na danú katastrofu).

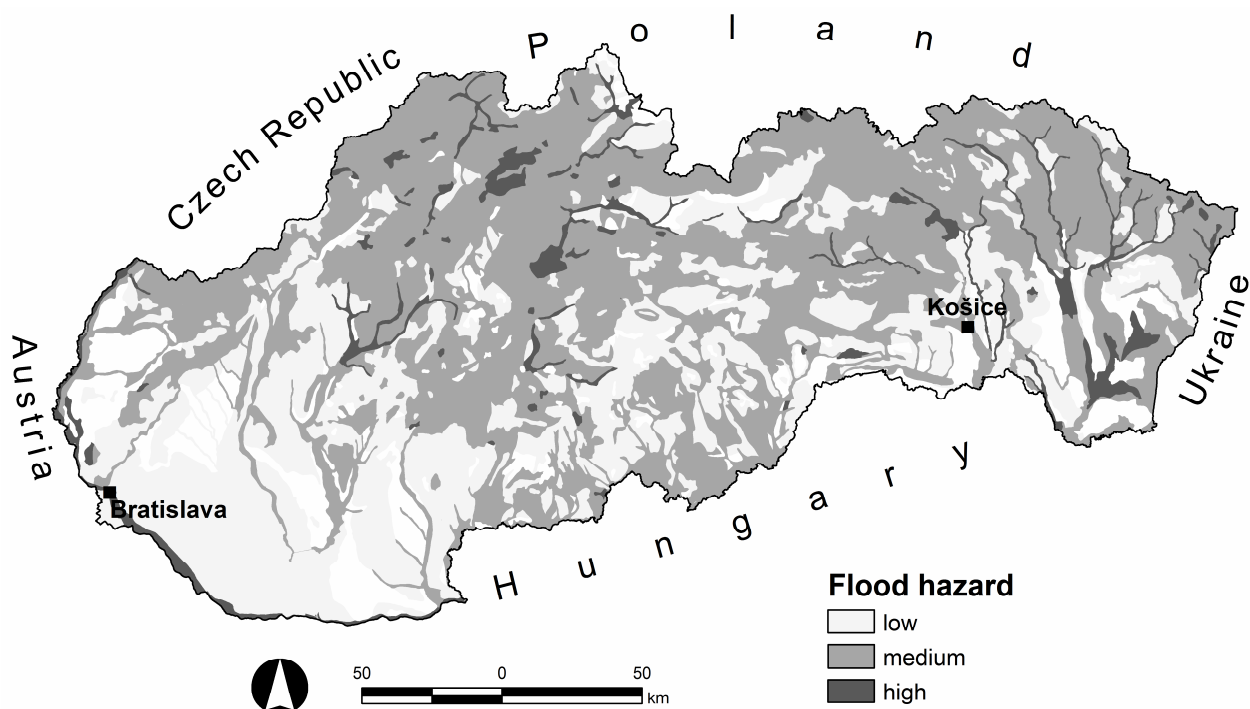
Zvlášť treba zvýrazniť práve poslednú závislosť. Mimoriadne totiž súvisí s kvalitou edukácie na všetkých stupňoch škôl. Práve schopnosť správne a rýchle zareagovať na zemetrasenie drilovaná v Japonsku už od materských škôlok napomáha k tomu, že sú tu rádovo nižšie straty na ľudských životoch ako v seizmicky podobných oblastiach v rozvojových krajinách.

Naopak ďalšia veľká katastrofa uplynulého desaťročia – hurikán Katrin, ktorý v r. 2005 pripravil o život až 1300 ľudí v meste New Orleans bol dostatočne včas predpovedaný, monitorovaný a kompetentné inštitúcie vydali včas všetky varovania, avšak vzhľadom na to, že samotná evakuácia bola ponechaná z veľkej časti na rozhodnutie a technické prostriedky obyvateľov, časť z nich – najmä z najslabších (zle vzdelaných) sociálnych vrstiev – neopustila včas postihnuté územie.

Všetky vyššie uvedené vplyvy na veľkosť prírodných katastrof sú študované v rámci geovied, čiastočne i sociálnych a ekonomických vied. My sa však vráťme ešte k predpovedným a varovným systémom. Ich dôležitou súčasťou je správne rozlíšenie území s rôznou mierou ohrozenia istou (periodicky či epizodicky sa opakujúcou) katastrofou. Takúto informáciu v sebe obsahujú mapy prírodných hrozieb (hazardov) a rizík. Líšia sa tým, že zatiaľ čo hrozba (hazard) je vyjadrovaná ako pravdepodobnosť výskytu katastrofického prírodného procesu istej intenzity (napr.: toto územie býva zaplavené povodňou v priemete raz za 100 rokov do výšky 1,5 m), prírodné riziko vyjadruje očakávanú veľkosť ekonomických strát, či strát na ľudských životoch a zdraví (napr. povodeň tej istej intenzity spôsobí v intraviláne mesta pravdepodobne veľmi veľké škody – preto je tu veľké riziko, ale ak sa vyleje len na pasienky, škody budú minimálne – preto je ti pri rovnakej hrozbe oveľa menšie riziko).

Ako príklad je na nižšie uvedenej mapke odhad veľkosti hrozby (hazardu) povodní na Slovensku. Mapka vyzerá celkom jednoducho avšak za jej tvorbou sa skrýva dosť veľké množstvo poznatkov a operácií. Pre ilustráciu vymenujeme aspoň časť z nich: *Vplyv sklonu svahov, ich dĺžky a hustoty rozčlenenia na odtokové procesy. Infiltračné a drenážne vlastnosti pôd a substrátu, ktoré závisia od pôdneho druhu, štruktúry pôdy, resp. substrátu, obsahu humusu, zhutnenia pôdy a vlhkosti hornej vrstvy pôdy. Retenčné vlastnosti krajinej pokrývky, najmä vegetácie ktoré sú závislé najmä od jej typu a majú vplyv na množstvo vody, ktorá dosiahne povrch pôdy. Brzdíaci efekt krajinej pokrývky na rýchlosť odtoku. Veľkosť povodia, ktorá limituje celkové množstvo odtoku a teda i prietoku vo vodnom toku na danom segmente nivy. Tvar povodia, ktorý je významný z hľadiska rýchlosti koncentrácie vody. Maximálne denné úhrny zrážok v mm s pravdepodobnosťou opakovania sa raz za 100*

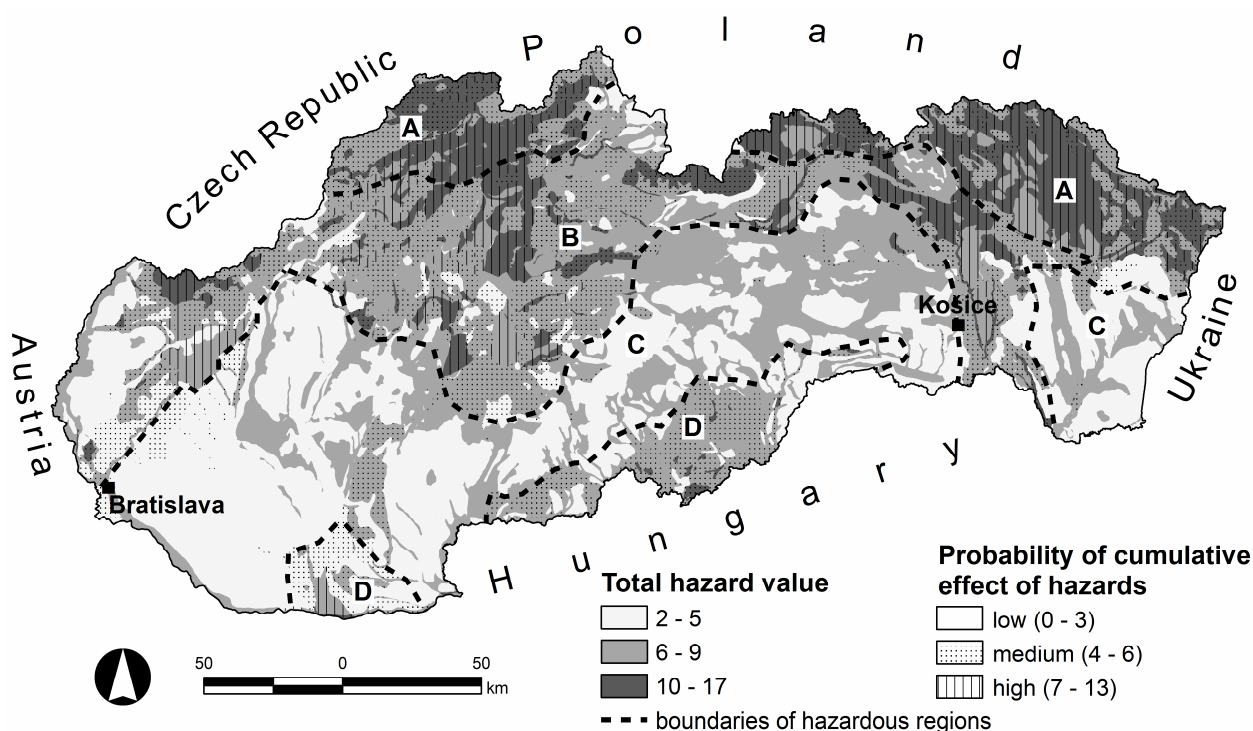
rokov. Početnosť výskytu povodí v rokoch 1993-2002. A všetky tieto údaje bolo potrebné rozumne poskladať dokopy pomocou rôznych matematických operácií ...



Chudobnému aj z hrnca vykypí alebo systémové efekty (zreťazenia) prírodných katastrof

Zmienime ešte jednu podstatnú vlastnosť prírodných katastrof, ktorá sa odráža aj v ich štúdiu a hodnotení. Je to systémová vzájomná previazanosť mnohých prírodných katastrofických procesov, ktorá spôsobuje, že sa často vyskytujú následne tesne za sebou. Napríklad výbuch sopky býva často sprevádzaný zemetrasením a následne môže na pobreží vyvolať tsunami. Tým to však nekončí. Slaná morská voda spôsobí zasolenie pôdy z čoho vyplynú nízke úrody a hladomor. Alebo/A dôjde ku znečisteniu pitnej vody, čím je ohrozené zdravie obyvateľstva, ktoré trpí smädom. Vlna tsunami môže vzduť pobrežné vodné toky tak, že dôjde k povodňam hlboko vo vnútrozemí, kde by sa samotná vlna nemala šancu dostať. A napokon všetky zmienené typy povodní môžu narušiť stabilitu svahov, na ktorých sa utvoria zosuvy a na nechránenom povrchu zosuvov bude prebiehať extrémna erózia, ktorá môže spôsobovať ďalšie škody ... Niet teda divu, že na ľudí postihnutých takýmto reťazcom katastrof sa veľmi dobre hodí príslovie, z názvu tejto kapitoly.

Na ďalšej mapke je pre ilustráciu hodnotenia tohto fenoménu znázornená syntetická regionalizácia Slovenska z hľadiska prírodných hrozieb (patrí medzi prvé takéto regionalizácie na svete), ktorá sa snaží o komplexné posúdenie územia z hľadiska hrozby zemetrasení, zosuvov, kolapsu jaskynných stropov a banských diel, povodní rôzneho typu, vodnej a veternej erózie pôdy a snehových lavín. Jedným z kritérií klasifikácie bolo práve posúdenie pravdepodobnosti vzniku kumulatívneho efektu viacerých katastrofických procesov naraz. Vidno, že celkovo najviac ohrozené sú flyšové oblasti na severe a východe krajiny (región A) a to ako z hľadiska veľkosti možných jednotlivých katastrofických procesov, tak aj z hľadiska ich možného pospájania sa do reťazca katastrof. Čo je zaujímavé, najmenej ohrozený región (C) plynulo prechádza z podunajskej nížiny do Karpát (toto bol dosť neočakávaný - netriviálny výsledok tejto analýzy).



Trochu hororu na dobrú noc alebo klimatické zmeny, neokatastrofizmus a čo z toho vyplýva

Posledné kapitoly možno vyzneli príliš „vedecky suchopárne“. Na záver si preto skúsime ukázať, že v štúdiu katastrof je i veľký kus fantázie a dobrodružstva.

Vo svetovej kinematografii sa v posledných rokoch stále častejšie objavujú katastrofické (až hororové) filmy, ktorých názvy si presne nepamätám, ale popisujú prírodné katastrofy od dopadu kozmického telesa na Zem (tie som tuším videl dokonca 2 alebo 3), cez výbuch supervulkánu v Yellowstone, vznik neuveriteľných veterných vírov a morských záplav, topenie ľadovcov, až po náhly príchod novej doby ľadovej. A čo je pre mňa najzaujímavejšie, v skoro všetkých nachádzam racionálne jadro. Filmy samozrejme prehňajú (je ich prácou zaujať, vzrušiť, zvýšiť adrenalín, aby po odchode z kina ostal príjemný pocit bezpečia môjho reálneho života), prehňajú však až tak veľmi? Nemali by sme sa naozaj začať takýchto nepredstaviteľných katastrof obávať?

Suchopárne vedecké modely a analýzy nám jasne ukazujú, že klimatické zmeny, ktoré sme spustili najmä v poslednom storočí budú mať vplyv na výskyt týchto extrémnych meteorologických fenoménov:

- častejší výskyt a iná distribúcia vetrov o sile orkánu,
- častejší výskyt a iná distribúcia sucha,
- posuny klimatických zón,
- topenie ľadovcov a vzostup hladiny mora (zvýšený efekt povodní),
- zvýšený výskyt privalových dažďov (erózie, bahenných povodní).

Čo však katastrofy rozsahu, aký si dnes nevieme predstaviť?

Geovedy zažili už v minulosti obdobie (18. storočie), kedy pod vplyvom rastúceho množstva poznatkov na jednej strane (napr. nálezy morských fosílií vysoko v horách) a stále silného vplyvu dogmatického doslovného výkladu Biblie na strane druhej (podľa výpočtu jedného biskupa zo 17. storočia na základe biblických genealógií svet vznikol 26. októbra r.

4004 pred Kristom o 9. hodine ráno) sa zrodila koncepcia *katastrofizmu*. Táto vysvetľovala vznik pohorí či morských sedimentov vysoko v horách dnes nevidanými vulkanickými erupciami, či biblickou celosvetovou potopou (aby sa to stihlo za tých necelých 6 tisíc rokov). Už v 19. storočí bola táto koncepcia opustená a v geovedách sa presadil princíp aktualizmu – procesy, ktoré formovali Zem v minulosti sú rovnaké ako tie, ktoré pozorujeme aj dnes.

Avšak už pred niekoľkými desaťročiami sme sa dočkali prekvapenia. Stále viacej pozorovaných fenoménov na zemskom povrchu sa darilo vysvetliť najlepšie pôsobením procesov takého rozsahu, alebo charakteru, aký dnes, ani z historických záznamov nepoznáme. A tak vznikol takzvaný *neokatastrofizmus*.

Ukázalo sa napríklad, že na prechode medzi ľadovými a medziľadovými dobami (a naopak) zrejme vznikali katastrofy o akých sa nám (vedcom) donedávna ani nesnívalo. Povodne, ktoré síce nezaplavili celú Zem, ale milióny km², vznikli pri pretrhnutí obrovských predľadovcových jazier pri topení severoamerického ľadovca. A tieto povodne mali aj ďalší – dnes veľmi aktuálny dôsledok: Masa sladkej vody v severnom Atlantiku spôsobila dočasné zastavenie prenosu tepla z nízkych do vysokých zemepisných šírok teplým Golským prúdom, čo zapríčinilo dočasný návrat doby ľadovej na viac než 1000 rokov. A ukázalo sa tiež, že obrovské klimatické zmeny (oteplenie západnej Európy o 5-10°C) prebehli neskutočne rýchlo. Nebolo to síce tých pár dní až týždňov ako v nemenovanom katastrofickom filme, ale určite to bolo len niekoľko málo desiatok rokov – teda počas života jedinej generácie!

A čo to má spoločné s dneškom? Vedci sa stále vážnejšie zaoberajú hypotézou, že súčasné globálne otepľovanie by mohlo za istých okolností (vyššie zmienený vplyv topiacich sa ľadovcov na morské prúdy) viesť až k urýchlennému nástupu novej doby ľadovej.

Fatálny dôsledok by mohlo mať zreteľovanie viacerých veľkých prírodných katastrof. Supervulkány (vulkanické erupcie 10 a viac krát silnejšie ako najväčšia známa historická erupcia) sa dnes tiež pokladajú za vedecké fakty. Len za posledných 700 000 rokov boli zaznamenané minimálne 3 takéto erupcie (a pri jednej z nich – pred cca 75 000 rokmi ľudstvo dokázateľne temer vyhynulo – z niekoľko 100 tisícovej pôvodnej populácie rozšírenej vo veľkej časti sveta ostalo len okolo 2000 ľudí na jedinom mieste vo východnej Afrike. Všetky tieto supererupcie sa pritom časovo zhodujú aj s klimatickými predelmi (je to logické – obrovské množstvo vyvrhnutého materiálu zatienilo Slnko až na niekoľko rokov, čo viedlo k poklesu globálnych teplôt o desiatky stupňov). Aj erupcia menšieho rozsahu by tak dnes pri narušenej stabilite klímy mohla viesť k nevratným katastrofickým klimatickým zmenám.

Ale všetko zlé je na niečo dobré, alebo prírodné katastrofy nás sformovali a aj dnes sa môžeme z nich poučiť

Aby sme však nekončili tak pesimisticky. Všetko zlé je na niečo dobré a mali by sme vnímať aj pozitívne stránky prírodných katastrof.

Najväčšie prírodné katastrofy v histórii Zeme boli podstatné (v pozitívnom zmysle) pre náš vznik ako druhu, ba dokonca pre vznik a udržanie života na Zemi. Práve ten druhý prípad je spojený s asi najväčšou prírodnou katastrofou aká kedy Zem postihla (a väčšia asi príde až o 4-5 mld. rokov, keď Zem zhorí v rozpínajúcom sa umierajúcom Slnku). Podľa všetkého sa Zem tesne po svojom sformovaní (pred cca 4 mld. rokmi) zrazila s inou (asi 10 krát menšou) planétou. Bola to katastrofa absolútna, avšak jej dôsledkom bolo urýchlenie rotácie Zeme (deň a noc ako ich dnes poznáme), utvorenie Mesiaca (a s ním spojené slapové javy, či stabilizácia presesie – rotovania zemskej osi), čo sa dnes ukazuje ako podstatné pre dlhodobé fungovanie života na Zemi ako ho dnes poznáme.

V histórii Zeme sa neskôr objavili desiatky období veľkého vymierania organizmov, ktoré mohli spôsobiť dopady menších kozmických telies, výbuchy supervulkánov, či výbuch blízkej supernovy (často sa uvažuje o kombinácii viacerých takýchto vplyvov). Aj keď presné mechanizmy a príčiny týchto katastrof dnes nepoznáme, jedno je isté. Každá z nich utvorila

mimoriadny priestor pre rozvoj organizmov, ktoré prežili a naši predkovia boli zatiaľ vždy medzi nimi. Zatiaľ!

Aby sme túto dobrú tradíciu boli schopní dodržať pri nasledujúcej globálnej katastrofe (ale z hľadiska jednotlivcov aj tých lokálnych), musíme maximálne zúročiť hlavnú evolučnú výhodu, ktorú náš druh dostal do vienka: schopnosť mimoriadne rýchlo a efektívne sa učiť. Každá prírodná katastrofa je totiž zároveň úžasným (často neopakovateľným) experimentom, ktorí nám príroda ponúka. Výskum prírodných katastrof je zvlášť zaujímavou oblasťou pre komplexný prístup a výskum o ktorý sa snaží geografia. Posledný obrázok – schéma tohto materiálu zhŕňa takýto syntetický pohľad na prírodné katastrofy.

