

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI  
PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA  
KATEDRA GEOGRAFIE

Hana STAŇKOVÁ

**VÝZNAMNÁ SVĚTOVÁ ZEMĚTŘESENÍ  
V EVROPĚ A JEJICH DŮSLEDKY**

Bakalářská práce

Vedoucí práce: RNDr. Irena SMOLOVÁ, Ph.D.

Olomouc 2009

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně a veškeré použité  
prameny jsem uvedla do seznamu literatury.

Olomouc 14. květen 2009.....

Tímto bych chtěla poděkovat paní RNDr. Ireně Smolové, Ph.D. za ochotu, cenné rady a odborné vedení mé bakalářské práce.



Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, katedra geografie

Akademický rok 2007/2008

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student

*Hana STAŇKOVÁ*

Obor (studijní kombinace)

*Regionální geografie*

Název práce:

**VÝZNAMNÁ SVĚTOVÁ ZEMĚTŘESENÍ V EVROPĚ A JEJICH DŮSLEDKY**

**Important world earthquakes in Europe and their consequences**

**Zásady pro vypracování:**

Cílem bakalářské práce je charakteristika seismické aktivity na území Evropy, která bude vycházet z rešerše dostupné literatury a aktuálního monitoringu rizikových faktorů v zájmovém území, zejména s využitím dostupných zdrojů dat Americké geologické služby (U.S. Geological Survey). Pozornost bude věnována základní typologii zemětřesení, podmíněnosti a regionálním aspektům se zvláštním zřetelem na seismickou aktivitu v regionu v období posledních 5 - 10 let. Práce bude zaměřena na základní typologii zemětřesení včetně regionálního rozšíření. Dílčím cílem bude analyzovat důsledky zemětřesení.

**Doporučená osnova bakalářské práce:**

1. Úvod, cíle práce, metodika.
2. Charakteristika příčin seismické aktivity v Evropě
3. Přehled historicky významných zemětřesení na území Evropy a jejich charakteristika.
4. Seismická aktivita v posledních 5 - 10 letech.
5. Analýza důsledků seismické činnosti v regionu.
6. Závěr

**Bakalářská práce bude zpracována v těchto kontrolovaných etapách:**

řešerše literárních pramenů	září – prosinec 2008
tematické mapy	listopad 2008 – únor 2009
analýzy, typologie	únor – březen 2009

**Rozsah grafických prací:** schémata, tématické mapy, grafy, tabulky.

**Rozsah průvodní zprávy:** 10 000 až 12 000 slov základního textu + práce včetně všech příloh v elektronické podobě

**Seznam odborné literatury:**

Earthquake Hazards Program. USGS

**Earthquake Bulletins and Catalogs at the USGS National Earthquake Information Center**

Gubbins, D. (1990): Seismology and plate tectonics. Cambridge University Press, Cambridge, 339 s. ISBN:0-521-37141-4

Procházková, D. (2002): Seismické inženýrství na prahu třetího tisíciletí. SPN, Praha. ISBN 80-238-8661-4

Regional Catalogue of Earthquakes ([www.isc.ac.uk](http://www.isc.ac.uk))

Stüwe, K. (2003): Geodynamics of the Lithosphere, An Introduction. Berlin Springer, Berlin, 449 s. ISBN:3-540-41726-5

Strahler, A. ed. (2006): Introducing Physical Geography. John Wiley, Fourth Edition, New York, 728 s. ISBN 0-471-67950-X.

Summerfield, M. A. ed. (1991): Global Geomorphology. John Wiley, Fourth Edition, New York, 537 s. ISBN 0-470-21666-2.

Turcotte, D. L., Schubert, G. (2002): Geodynamics. Cambridge Cambridge University Press, Cambridge, 456 s. ISBN:0-521-66624-4

[www.geology.cz](http://www.geology.cz)

<http://georef.cos.com>

<http://earthquake.usgs.gov>

**Vedoucí bakalářské práce:** RNDr. Irena Smolová, Ph.D.

**Datum zadání bakalářské práce:** červenec 2008

**Termín odevzdání bakalářské práce:** květen 2009

vedoucí katedry

vedoucí bakalářské práce

# Obsah

<b>Obsah.....</b>	<b>4</b>
<b>1. Úvod.....</b>	<b>5</b>
<b>2. Cíle.....</b>	<b>6</b>
<b>3. Metodika, zdroje dat.....</b>	<b>7</b>
<b>4. Charakteristika zemětřesení.....</b>	<b>12</b>
<b>5. Oblasti a příčiny seizmicity v Evropě.....</b>	<b>18</b>
<b>6. Významná historická zemětřesení v Evropě.....</b>	<b>22</b>
<b>7. Evropská zemětřesení v posledních deseti letech.....</b>	<b>34</b>
<b>8. Analýza důsledků seizmické činnosti v Evropě.....</b>	<b>46</b>
<b>9. Závěr.....</b>	<b>51</b>
<b>10. Summary.....</b>	<b>52</b>
<b>11. Použitá literatura.....</b>	<b>53</b>
<b>12. Přílohy.....</b>	<b>58</b>
Příloha č. 1: Nejničivější zemětřesné události ve světě (podle počtu obětí).....	58
Příloha č. 2: Obrazová dokumentace.....	59
<b>13. Zdroje obrazové dokumentace.....</b>	<b>61</b>

# 1. Úvod

Každý týden se dovídáme z médií jak přírodní katastrofy ničí přírodu kolem nás a jak jejich následkem umírají milióny lidí. Sílu přírody nelze ovlivnit a nám nezbyvá nic jiného než se proti této síle bránit. Přírodní katastrofy ohrožují lidstvo už od samé historie. V některých oblastech působí více, jinde méně. Na žádném místě planety ale nemůžeme být zcela bezpečni.

Mezi nejznámější přírodní katastrofy patří zemětřesení, protože má neobyčejně pestrou škálu následků a v mnoha případech je původní příčinou jiných pohrom. Zasáhne zcela nečekaně a ve velmi krátkém časovém úseku ničí vše. (P. Jakeš, 1984)

Naši předkové neuměli žádným způsobem předpovědět, kdy se pod nimi zatřeše zem. Naše generace je na tom lépe, ale určit přesný čas – hodinu očekávaného zemětřesení neumíme dodnes. Den byl již u dvou velkých zemětřesení úspěšně předpověděn. Měsíc, nebo dokonce rok můžeme předpovídat se značnou pravděpodobností (Z. Kukul, 1982).

Na celém světě existuje spousta seizmických zón. Mezi nejohroženější oblasti patří místa, kde se střetávají litosférické desky. Neméně ohrožená jsou i poddolovaná území, vzniklá antropogenní činností.

Evropa je ve srovnání s Japonskem, Iránem, Indonésií či střední Amerikou přece jen „bezpečnější“ (Kukul, 1982). Mezi nejohroženější místa patří především jih kontinentu, kde na sebe naráží euroasijská a africká litosférická deska. Tento pás se táhne od Gibraltarského průlivu až po Turecko. Proto je nejčastějším místem výskytu zemětřesení v Evropě Španělsko, Portugalsko, Itálie, Řecko a již jmenované Turecko. Tato přírodní katastrofa se však může vyskytnout i v místech těžby uhlí, jako například ve Francii, Německu ale i v České republice. Ve srovnání se světem nepatří Evropa, co do výskytu zemětřesení, mezi nejohroženější místa. Za celou historii ale i zde dokázalo napáchat několika miliónové škody.

I přes neustálé pokroky ve výzkumu seizmicity je předpověď zemětřesení a ochrana před touto přírodní katastrofou velice obtížná.

## 2. Cíle

Cílem bakalářské práce je charakteristika seizmické aktivity na území Evropy, která bude vycházet z rešerše dostupné literatury a aktuálního monitoringu rizikových faktorů v zájmovém území. Hlavním zdrojem dat bude Americký geologický ústav (U.S. Geological Survey). Stěžejní část práce bude věnována charakteristice významných zemětřesení se zvláštním zřetelem na seizmickou aktivitu v regionu v období posledních 5 – 10 let. Pozornost bude také věnována základní typologii zemětřesení. Dílčím cílem bude analýza důsledků zemětřesení.



### 3. Metodika, zdroje dat

Hlavní metodou při tvorbě bakalářské práce byla práce s literaturou a s různými webovými stránkami. V kapitole Charakteristika zemětřesení převažovala práce s tištěnými publikacemi. Nejvíce byly využity knihy Přírodní katastrofy od Zdeňka Kukala (1982) a Vlny hrůzy: zemětřesení, sopky a tsunami od Petra Jakeše (2005). V menší míře bylo použito také dílo od Dany Procházkové – Komplexní studium procesu vzniku zemětřesení ve střední Evropě (1996). Z internetových zdrojů byla v textu této kapitoly použita pouze Multimediální výuková příručka Masarykovy univerzity v Brně. Obrázky pocházejí rovněž z internetových zdrojů. Data v tabulce č. 1 jsou převzata z knihy Zemětřesení – Neil Morris (2003).

V kapitole Oblasti a příčiny seizmicity v Evropě jsem vycházela se svých osobních znalostí o výskytu zemětřesení v Evropě. Dále jsem čerpala z knih Přírodní katastrofy (Kukal, 1982) a Seizmické inženýrství na prahu třetího tisíciletí (Procházková, 2002). Pro přesnou specifikaci příčin zemětřesení v Řecku jsem využila webové stránky About.com:geology.

Kapitola Významná historická zemětřesení v Evropě byla vytvořena převážně na základě internetových stránek. Podrobněji byla analyzována zemětřesení s magnitudem větším než 6,0 nebo s počtem obětí větším než 30 000. Hlavním zdrojem dat byly stránky Amerického geologického ústavu. Z těchto stránek byly převzaty veškeré hodnoty magnituda a hloubka ohniska. V některých případech jsem odtud také čerpala počet zraněných popř. počet obětí. Dále jsem využila národní seizmologické zprávy o zemětřesení, archivní články BBC a anglickou encyklopedii WIKIPEDIE. K popisu zemětřesení v Messině jsem čerpala z článku Jana Zedníka z Geofyzikálního ústavu AV ČR. Zemětřesením v Messině se zabýval také Dr. Vít Kárník v Katalogu evropských a středomořských zemětřesení. Katalog byl vydán v roce 1996. Z knižních publikací jsem v této části bakalářské práce čerpala z díla 100 největších přírodních katastrof, ničivá síla přírody na pěti kontinentech – Jordi Vigué, 2007. Zdrojem všech obrázků a dat je Americký geologický ústav. Podklad obrázku č. 8: Znárodnění charakterizovaných historických zemětřesení podle magnituda, byl sestrojen v programu ArcView 3.2. Základem byla podkladová mapa Evropy. Dále jsem přidala vrstvy cities a country. Z vrstvy měst jsem vybrala pouze hlavní města, z nich jsem vytvořila novou podkladovou vrstvu a přeložila přes podkladovou vrstvu Evropy. Nakonec jsem upravila barvy a celou mapu vygenerovala. Interval hodnoty magnituda

byly sestaveny tak, aby se v každém intervalu nacházely alespoň tři hodnoty magnituda charakterizovaných zemětřesení. Mapa byla následně upravena v programu Malování.

Hlavním kritériem při výběru evropských zemětřesení v posledních deseti letech bylo magnitudo větší než 6,0. V této kapitole jsem intenzivně čerpala z webových stránek Amerického geologického ústavu. Dále jsem využila národní seizmologické zprávy o zemětřesení (viz Island), stránky Evropského seizmologického centra (EMSC) a stránky výzkumné instituce zabývající se zemětřesením (EERI). V menší míře byly využity webové stránky mezinárodní federace Červeného kříže a Červeného půlměsíce a Ministerstva obrany ČR. Obrázek č. 14 byl vytvořen stejným způsobem jako obrázek č. 8, tzn. v programu ArcView 3.2.

Protože v České republice není zemětřesení příliš obvyklé, nezabývá se jím tolik organizací jako v zahraničí. Mezi hlavní instituce, které mají výzkum zemětřesení ve svém programu, patří Česká geologická služba a Geofyzikální ústav AV ČR. Zemětřesením se také v menším rozsahu zabývá Ústav geoniky AV ČR.

Geofyzikální ústav AV ČR spadá do sekce věd o Zemi. Zabývá se základním výzkumem fyziky Země. Práce ústavu směřuje také k prevenci přírodních katastrof a ke snížení škodlivých dopadů na člověka. Hlavním programem jsou vědecké studie na regionální bázi, jejichž cílem je přispět k objasnění stavby zemské kůry, litosféry a fyzikálních vlastností Země. Geofyzikální ústav má čtyři základní observatoře – seizmická, gravimetrická, magnetometrická a geotermická. Sídlem organizace je Praha.<sup>1</sup>

Česká geologická služba (ČGS) je resortním výzkumným ústavem Ministerstva životního prostředí. Je jedinou institucí, jejímž posláním je soustavný výzkum geologické stavby v rozsahu celého území ČR. Základním nástrojem výzkumu je geologické mapování pomocí všech dostupných moderních metod v rozsahu geologických věd. ČGS sbírá a zpracovává údaje o geologickém složení státního území a předává je státním orgánům pro hospodářské a ekologické rozhodování. Sídla organizace jsou v Praze, Brně, Jeseníku a v Lužné u Rakovníka.<sup>2</sup>

Ústav geoniky AV ČR se zabývá vědeckým výzkumem materiálů a procesů zemské kůry a vlivy na okolní prostředí. Ústav je zaměřen především na oblast procesů

---

<sup>1</sup> *Geofyzikální ústav AV ČR*. [online]. [cit. 2009-04-11]. Dostupné na: <<http://tech.jib.cz/veda-a-vyzkum/mxmcontacts.2008-03-8121272/mxmcontactsorganization2008-04-04.9824476791>>

<sup>2</sup> *Česká geologická služba*. [online]. [cit. 2009-04-11]. Dostupné na: <<http://www.geology.cz/extrakt/onas>>

vyvolaných lidskou činností ve svrchní části zemské kůry. Hlavní sídlo ústavu je Ostrava, menší pobočka se nachází také v Brně.<sup>3</sup>

Z hlediska humanitární pomoci existuje v České republice organizace známá pod názvem Červený kříž. Jedná se o humanitární občanské sdružení působící na celém území ČR. Je výlučně uznanou pomocnou organizací vojenské zdravotnické služby, která působí v oblastech civilní obrany, ochrany obyvatelstva a poskytuje pomoc v případě katastrof a mimořádných událostí. Je samostatně uznávanou organizací od roku 1993. Tvoří federaci s organizací Červený půlměsíc.<sup>4</sup>

Obecnými poznatky o zemětřesení se zabývá spousta dalších internetových stránek (např: [www.zemetreseni.okamzite.eu](http://www.zemetreseni.okamzite.eu), [www.ipe.muni.cz](http://www.ipe.muni.cz), [www.katasrofy.com](http://www.katasrofy.com) a mnoho dalších.)

Knížní publikace v českém jazyce se zabývají zejména obecnou charakteristikou zemětřesení. Málokdy v nich najdeme popis konkrétních světových zemětřesení. Světovými katastrofami se zabývají spíše encyklopedie (Velká obrazová všeobecná encyklopedie – Hughes, 1999) nebo naučná literatura (např: Největší katastrofy 20. století – Poledne Aleš, 2001, 100 největších přírodních katastrof, ničivá síla přírody na pěti kontinentech – Vigué, 2007, aj.). Z obecného hlediska se zemětřesením věnuje spousta českých autorů. V díle Přírodní katastrofy se autor (Kukal, 1982) zabývá obecnou charakteristikou přírodních katastrof. V knize můžeme najít kapitulu o tsunami, zemětřesení, sopečné činnosti atd. Autor zde také uvádí, proč tyto katastrofy vznikají, kde se v historii vyskytly a jaké byly jejich následky. Další známou publikací pojednávající o zemětřesení jsou Vlny hrůzy: zemětřesení, sopky a tsunami (Jakeš, 2005). Zde se snaží autor poskytnout čtenářům orientaci v oblasti příčin a následků přírodních jevů, se kterými se můžeme kdykoliv setkat. Kromě zemětřesení se autor zabývá tsunami, sesuvy půdy, sopečnou činností atd. V tomto díle najdeme také soubor dobových ilustrací, na kterých jsou vyobrazeny historická zemětřesení nebo výbuchy sopek očima svědků. Mezi spíše obrázkové publikace s popisem základních fakt o zemětřesení patří dílo Zemětřesení (Morris, 2003). Zde můžeme získat základní informace o procesech odehrávajících se pod zemským povrchem, o zlomech v zemské kůře, jak se snaží vědci předpovídat zemětřesení atd. Kniha obsahuje celou řadu zajímavých obrázků, které nám mohou pomoci k pochopení složitých geologických

---

<sup>3</sup> *Ústav geoniky AV ČR*. [online]. [cit. 2009-04-11]. Dostupné na: <http://www.ugn.cas.cz/index.php?!=cz&p=about/about.php>

<sup>4</sup> *Český červený kříž*. [online]. [cit. 2009-04-11]. Dostupné na: <http://www.cervenyriz.eu/cz.php?id=kdojsme>

jevů. Další knihou, která se zmiňuje o zemětřesení je Planeta Země (Jakeš, 1984). Autor zde podrobně popisuje stavbu zemského tělesa, endogenní procesy odehrávající se v nitru Země atd. Podobnou knihou je Anatomie Země (Beazley, 1981). Zde se autor rovněž zabývá složením a stavbou Země a různými procesy, které souvisejí s planetou Zemí. Základním poznatkům o Zemi se autor věnuje ve vysokoškolských skriptech Úvod do studia planety Země (Brázdil, 1988). Zemětřesením se v menší míře zabývá i V. Král v díle Fyzická geografie Evropy, 1999. Najdeme zde popis rozdílných přírodních podmínek vyskytujících se v základních fyzickogeografických celcích Evropy. U každého celku nás autor seznamuje s geologickou stavbou, tvary zemského povrchu, vodstvím, podnebím, půdním krytem a vegetací. Publikace také obsahuje samostatně vložené mapy, které zobrazují rozdělení krajinných celků s originálním názvoslovím. Komplexní studium procesu vzniku zemětřesení ve střední Evropě od D. Procházkové (1996) je publikace zaměřená na seizmologické procesy vyskytující se ve Střední Evropě. Zkoumá důvody výskytu zemětřesení v této oblasti, předpověď zemětřesení v daném území a obsahuje také menší názorné mapy. Seizmické inženýrství na prahu třetího tisíciletí (Procházková, 2002) je první ucelenou publikací v českém jazyce, která se zabývá seizmickým inženýrstvím. Cílem autorky je poskytnout lidem základní informace o zemětřesení a jeho dopadech. Dále se zde autorka snaží shrnout přehled opatření, která vedou ke zmírnění těchto dopadů. V neposlední řadě předkládá souhrnné informace o problematice seizmického inženýrství. O zemětřesení se také zmiňuje P. Červinka v místopisném průvodci světem - Všechno o Zemi (2000), v originále pod názvem Guide to places of the World.

Kromě knižních publikací můžeme tematiku zemětřesení najít také v různých magazínech a časopisech (Koktejl, Lidé a Země atd.). Mimo to se občas objeví článek o konkrétním zemětřesení také v denním tisku (MF DNES, DENÍK aj.)

Téma zemětřesení bylo také zpracováno na Univerzitě Palackého v Olomouci v rámci bakalářských prací. V roce 2008 zpracovala téma Významná světová zemětřesení v Turecku a jejich důsledky Veronika Demlová na Katedře rozvojových studií. V roce 2007 vypracoval bakalářskou práci na téma Charakteristika a důsledky vulkanické činnosti a seizmické aktivity ve Střední Americe (se zaměřením na Nikaraguu) František Ježek, rovněž z Katedry rozvojových studií.

V zahraničí je problematika zemětřesení častějším tématem. Hlavně v oblastech, kde není zemětřesení nic neobvyklého. Mezi největší instituce zabývající se světovým zemětřesením patří Americký geologický ústav (USGS). Celosvětovou problematikou

zemětřesení se zabývá také výzkumná instituce – EERI. Evropské zemětřesení můžeme najít na webových stránkách Evropského seizmologického centra (EMSC) a na stránkách *Švýcarské seizmické služby* (SED).

USGS – *United States Geological Survey* – je vědeckou agenturou sídlící ve Spojených státech amerických, ve státě Virginia. Zabývá se studiem přírodních zdrojů a přírodních rizik, které nás ohrožují. Vědecká agentura se zaměřuje na čtyři hlavní vědecké disciplíny – biologie, geografie, geologie a hydrologie. Organizace sleduje také magnetické pole Země a provozuje 17 biologických výzkumných stanic v USA. Jeden z největších programů této vědecké agentury je program zabývající se rizikem zemětřesení – NEIC. Tento program monitoruje zemětřesné události po celém světě. Udává hodnotu magnituda, přesný čas zemětřesení, zeměpisné souřadnice, hloubku ohniska a u větších zemětřesení také počet obětí a počet zraněných.<sup>5</sup>

Evropské seizmologické centrum (EMSC) je organizace, která se zabývá zemětřesením výhradně na evropském kontinentě. Zaměřuje se hlavně na oblast Středomoří. Cílem této organizace je poskytovat rychlé zprávy o zemětřesení s magnitudem větším než 3,0 a dát je k dispozici dalším mezinárodním, regionálním nebo národním datovým centřům. EMSC sídlí ve Francii od roku 1993.<sup>6</sup>

EERI – výzkumný ústav, který monitoruje zemětřesení po celém světě. Cílem ústavu je snížit riziko zemětřesení, zlepšit pochopení dopadu zemětřesení na fyzické, sociální, politické a kulturní prostředí.<sup>7</sup>

SED – Švýcarská seizmická služba - byla založena v roce 1878, sídlí v Curychu. Zabývá se hlavně zemětřesením, která se objeví na území Švýcarska. Sleduje také seizmickou činnost, která se vyskytla mimo oblast daného státu, ale švýcarské seizmografy ji zaznamenaly.

Samozřejmě vyšlo také v zahraničí mnoho publikací zabývajících se zemětřesením, např.: *Engineering seismology and earthquake engineering*, které vydalo nakladatelství Leiden (1974), *Earthquake country* (R. Iacopi, 1972), *Deep earthquake Zones, Anomalous Structures in the Upper Mantle, and the Lithosphere* (J. Oliver, 1967) aj.

---

<sup>5</sup> *Wikipedia, The free encyclopedia*. [online]. [cit. 2009-04-11]. Dostupné na: <[http://en.wikipedia.org/wiki/United\\_States\\_Geological\\_Survey](http://en.wikipedia.org/wiki/United_States_Geological_Survey)>

<sup>6</sup> *European-Mediterranean Seismological centre*. [online]. [cit. 2009-04-11]. Dostupné na: <<http://www.emsc-csem.org/index.php?page=about&sup=org>>

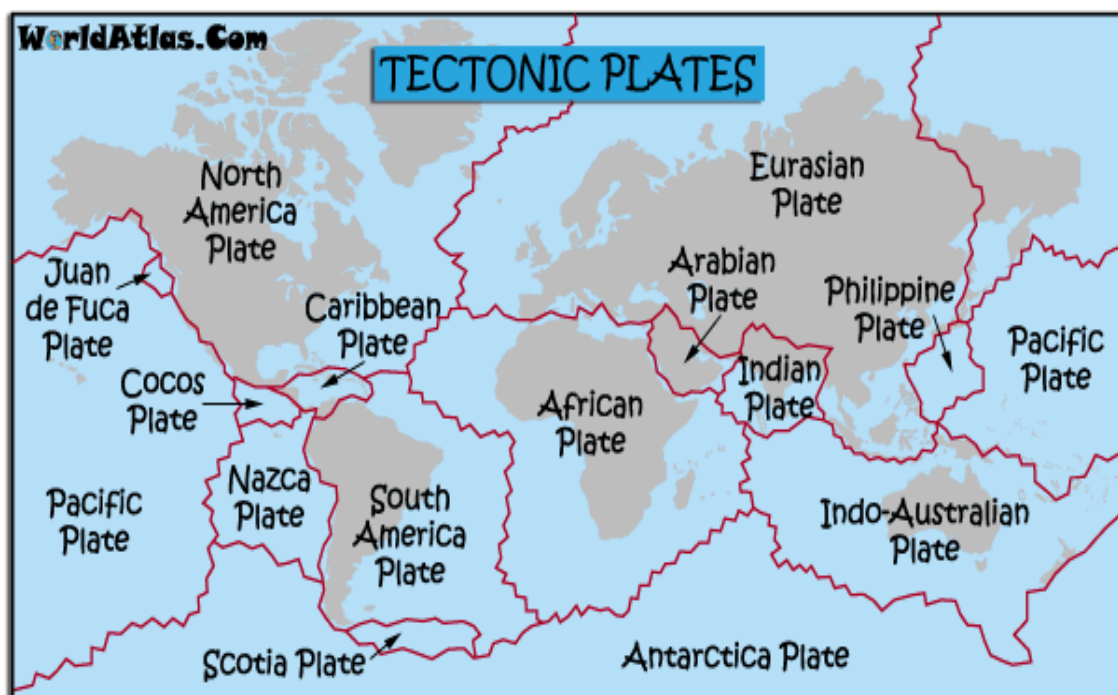
<sup>7</sup> *Earthquake Engineering Research Institute*. [online]. [cit. 2009-04-11]. Dostupné na: <<http://www.eeri.org/site/about-us>>

## 4. Charakteristika zemětřesení

Zemětřesení vznikají náhlým uvolněním mechanické energie v pevném zemském tělese. Jsou jedním z projevů tektonických procesů, které v Zemi neustále probíhají (Procházková, 1996).

Obyčejně je zemětřesení způsobeno stlačovanými nebo roztahujícími se horninami, které praskají a podsouvají se podél zlomu v zemském povrchu. Při tomto procesu vzniká obrovské množství energie, které když se čas od času uvolní, vznikají náhlé prudké otřesy půdy. Malé otřesy může způsobit také láva vystupující sopkou. Podle odhadů dochází ročně asi k miliónu zemětřesení, většina z nich je však tak malá, že proběhnou nepozorovaně. Skutečně silná, pustošivá zemětřesení se objevují asi jednou za dva týdny. Naštěstí k většině z nich dochází pod oceány, takže lidstvo bezprostředně neohrožují. Ale pokud seizmické poruchy na mořském dnu vyvolají obrovské přílivové vlny – tsunami – následky mohou být velmi tragické (Beazley, 1976).

Obr. 1: Hranice litosférických desek



Zdroj: *WorldAtlas.com*. [online]. [cit. 2009-03-31]. Dostupné na: <http://www.worldatlas.com/atlas/infopage/tectonic.gif>

Zemětřesení jsou na zemském povrchu rozmístěna zcela nepravidelně, nejčastěji však na okrajích litosférických desek. Tyto desky se pohybují třemi způsoby:

- 1) *pohyb od sebe* – vznikají riftové zóny, které jsou zárodkem příštího oceánu. Pevninskými riftovými zónami jsou například: rýnský prolom a Krušnohorský prolom
- 2) *pohyb k sobě* – vznikají podmořské příkopy, které jsou nejničivějším zdrojem zemětřesení. Nárazem desek vznikají i pohoří jako například Alpy či Karpaty
- 3) *pohyb podél sebe* – tření způsobuje velmi trhavý pohyb (Kukal, 1982).

Zemětřesení lze dělit podle několika hledisek. Podle původu vzniku můžeme otřesy dělit na zemětřesení tektonická, sopečná a řítivá. *Tektonická* zemětřesení představují 90% všech otřesů v zemském tělese. Patří mezi nejčastější a nejnebezpečnější typ, který je vázán na poruchy v litosféře (subdukce, zlomy), kde často dochází k náhlým a intenzivním procesům spojeným s uvolněním velkého množství nahromaděné energie. Rozsah postižených oblastí může být až stovky km<sup>2</sup>. Sopečná zemětřesení jsou vázána na přírodní dráhy vulkanického materiálu. Tomuto typu často předcházejí sopečné erupce. Na rozdíl od zemětřesení tektonického zde nebývá intenzita tak velká a dopad je pouze lokální.<sup>8</sup> Posledním typem jsou zemětřesení *řítivá*. Jsou poměrně vzácná a otřesy jsou u nich vyvolány řícením stropů podzemních dutin. Tyto dutiny mohou být přírodní, jako například krasové jeskyně, nebo umělá, jako například opuštěné doly (Kukal, 1982).

V díle Seizmické inženýrství na prahu třetího tisíciletí se zemětřesení dělí na přirozené, umělé a vyvolané lidskými zásahy do životního prostředí. *Přirozené zemětřesení* vzniká v důsledku stále probíhajících endogenních procesů v zemském tělese. Ve většině případů jsou dopady velmi silné. Naopak u *umělého zemětřesení* jsou dopady mnohem menší. Lidské zásahy do přírody, které souvisejí s přemísťováním hmoty na zemském povrchu, vytvářejí přídavná napětí. Součtem tektonických a přídavných napětí vznikají umělá zemětřesení. Člověk dnes vytváří umělé seizmické kmity pomocí výbuchů a vibracemi těžkých hmot. Z umělých zemětřesení můžeme jmenovat například: spojená s vodními díly, s přehradami (Itálie, Řecko), spojená s důlní činností – vyskytují se v dolech podzemních i povrchových (Polsko, Česká republika), z hlediska škod jsou nejobtížnější. (Procházková, 2002).

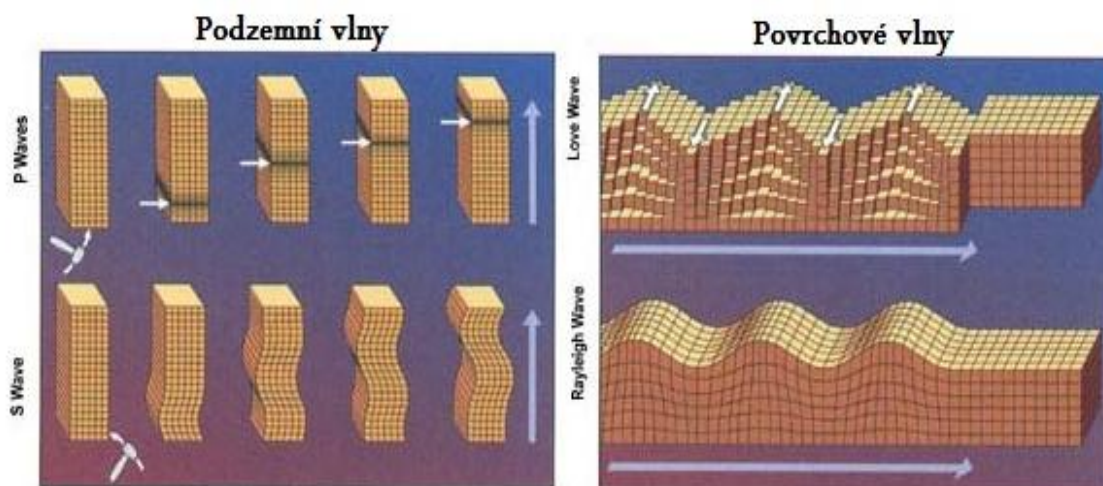
<sup>8</sup> *Přírodní katastrofy a enviromentální katastrofy, multimediální výuková příručka*. [online]. [cit. 2009-02-01]. Dostupné na: <<http://www.sci.muni.cz/%7Eherber/quake.htm>>

Podle hloubky ohniska rozdělujeme zemětřesení mělká, středně hluboká a hluboká (Brázdil, 1988). Zdeněk Kukul ve své knize Přírodní katastrofy uvádí dělení mělká, střední a hlubinná. Dosud není určeno, kde leží hranice. Mělká zemětřesení jsou mezi 10 a 30 km. Rozhraní mezi mělkými a středními se udává do 55, 60 nebo 70 km, mezi středními a hlubinnými od 240 do 300 km. Mělká zemětřesení jsou vázána na poruchy v zemské kůře. Právě zde jsou otřesy nejhojnější, a to jak v Evropě, tak v ostatních částech světa. Hluboká zemětřesení jsou spojena s oblastmi, kde dochází k podsouvání jedné litosférické desky pod druhou. Tento proces probíhá i na hranicích evropské a africké litosférické desky. Hranice mezi těmito deskami vede podél celého Středomoří. Proto jsou hluboká ohniska v Tyrhénském a Jónském moři, kolem Sicílie, v Egejském moři a kolem Kréty. Africká deska se podsouvá šikmo pod evropskou, a proto hloubka ohnisek stoupá směrem k Evropě. Hluboké ohnisko mělo i zemětřesení v rumunských Karpatech nedaleko Bukurešti, v roce 1977. Právě v těchto místech se mění směr karpatského oblouku.

Místo pod zemským povrchem, kde se střetávají horniny, se nazývá ohnisko zemětřesení. Pohyby hornin způsobují vibrace, kterým říkáme seizmické vlny. Ty se z ohniska šíří všemi směry velkou rychlostí. Čím jsou dál od ohniska, tím jsou slabší. Obecně tedy můžeme říci, že rozsah škod, napáchaných seizmickými vlnami, závisí do určité míry na druzích hornin, z nichž je vibrující povrch složen. Kdyby vlnění neexistovalo, nemuseli bychom se bát této přírodní katastrofy, protože by se otřesy vůbec nedostaly k zemskému povrchu. Rozlišujeme podzemní a povrchové seizmické vlny. *Podzemní vlny* vytvářejí v horninách tlak či tah a působí tedy na horniny jako na pružinu. *Povrchové vlny* jsou pomalejší, než vlny podzemní, jsou však příčinou většiny napáchaných škod, a to částečně proto, že odeznívají relativně déle (Morris, 2003).



Obr. 2: Typy seizmických vln



Zdroj: *Wikipedia, otevřená encyklopedie*. [online]. [cit. 2009-04-01].  
 Dostupné na: <[http://cs.wikipedia.org/wiki/Seismick%C3%A1\\_vlna](http://cs.wikipedia.org/wiki/Seismick%C3%A1_vlna)>

K měření seizmických vln používáme seizmografy. Pomocí těchto přístrojů můžeme zjistit údaje o síle a trvání zemětřesení. Údaje jsou zpracovávány na různých místech, díky tomu potom lze určit přesnou polohu ohniska. Každý seizmograf je naladěný na různou citlivost. Záleží, v jaké oblasti se vyskytuje, např. v oblastech, kde lidé nejsou na otřesy zvyklí, se citlivost ladí větší, aby bylo možné zachytit i ty nejmenší otřesy. Naopak v místech častého výskytu zemětřesení se ladí citlivost menší.

Moderní seizmograf zaznamenává pohyby země na papír, který se navíjí na otáčející se buben. Tak vznikají vlnovky, které tvoří graf. Tento graf nazýváme seizmogram (Morris, 2003).

Mezi základní veličiny, které se používají pro měření zemětřesení, patří velikost a intenzita. *Velikost* se udává pomocí magnituda – značí se písmenem M. Je to míra objektivní a pro každé zemětřesení může být jen jedna. Naproti tomu *intenzita* je mírou pro škody a deformace povrchu. Je proto subjektivní a v každém místě je jiná. Intenzita je nejčastěji užívanou mírou síly zemětřesení (Kukal, 1982).

V seizmologii se pro popis velikosti zemětřesení používá *Richterova stupnice*. Byla sestavena Charlesem F. Richterem v roce 1935. Každý stupeň představuje desetinásobný nárůst otřesů půdy, zachycených na seizmografech. Znamená to, že například při zemětřesení sedmého stupně se půda pohybuje stokrát více než při zemětřesení o síle 5 stupňů (Morris, 2003).

**Tab. 1: Richterova stupnice**

Stupeň	Popis	Roční průměr	Intenzita zemětřesení v blízkosti epicentra
0 – 1,9	nepatrné	700 000	lze zachytit pouze přístroji
2 – 2,9	nepatrné	300 000	lze zachytit pouze přístroji
3 – 3,9	Téměř nepatrné	40 000	cítí je jen někteří lidé
4 – 4,9	mírné	6 200	cítí je většina lidí
5 – 5,9	Střední	800	působí drobné škody
6 – 6,9	Silné	120	působí velké škody
7 – 7,9	Velmi silné	18	ničivá
8 – 8,9	Mimořádně silné	1 (za 10-20 let)	pustošivá

Upraveno podle: MORRIS, Neil. *Zemětřesení*. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2003. 31 s. ISBN 80-7226-935-6.

Předvídaní zemětřesení, ale i jiných přírodních katastrof je velmi komplikovaná záležitost. Jedno z mála předpověděných zemětřesení proběhlo v Číně v roce 1975. Varování bylo vydáno den předem. Už měsíce před touto katastrofou byly zaznamenány na bodech geodetické sítě deformace povrchu Země. Byla to ale velmi výjimečná událost. Od té doby už se to nikomu nepodařilo. Prozatím není předpověď seizmologie pro nikoho z nás příliš uspokojivá. Americká geologická služba, která je ve výzkumu seizmicity zatím nejdále, tvrdí, že zemětřesení v současné době nelze předpovědět. Nejtěžší věcí je určit, kdy katastrofa nastane, zjistit, ve kterých místech k tomu dojde, již není tak obtížné. Často se hovoří o tom, že jediným, kdo zemětřesení předpoví nebo vytuší, jsou zvířata. Těchto případů už byla zaznamenána celá řada. Zvířata mají určitě větší pravděpodobnost úspěchu předpovědi než například astrologové. Je možné, že zvířata vnímají tzv. infra zvuk, což je zvuk tak nízké frekvence, že ho lidé nemohou slyšet. Další možností je, že zvířata vnímají povrchové Rayleighovy vlny. Tyto vlny se projevují jako vibrace zemského povrchu. Americká geologická služba ale tvrdí, že chování zvířat nelze považovat za spolehlivý impuls před přicházejícím zemětřesením.

Záleží tedy na lidech, aby zjistili spolehlivá kritéria pro předpověď zemětřesení. Čas od času svítne určitá naděje. Před několika lety přišly velmi nadějně informace z Itálie. O včasná opatření se pokusí italská vesmírná sonda LAZIO. Odborníci tvrdí, že tato sonda bude schopna varovat ohrožené oblasti s předstihem čtyř až pěti hodin. Sonda byla vypuštěna 15. dubna 2005 a je schopna shromažďovat informace a posílat je

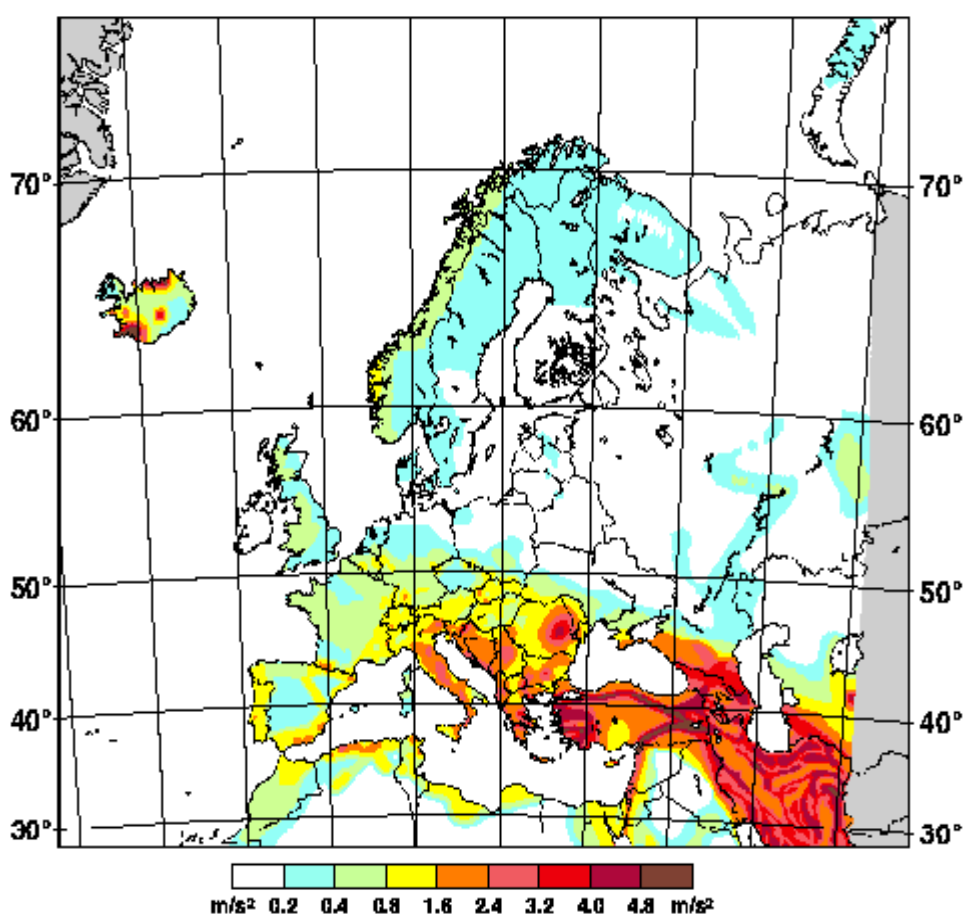
na Zemi. Italské zařízení je první sondou na světě, zaměřenou na varování proti zemětřesení.

Seizmicitu lze předpovídat také neseizmickým způsobem, konkrétně studiem složení podzemních vod. Švédští odborníci studovali podzemní vody na Islandu a zjistili, že několik týdnů před zemětřesením stoupl obsah určitých kovů, konkrétně manganu. Nyní jsou přesvědčeni, že jejich způsob pozorování by mohl být základem varování před blížící se katastrofou (Jakeš, 2005).

## 5. Oblasti a příčiny seizmicity v Evropě

Stejně jako ostatní části zeměkoule je i evropský kontinent ohrožen touto přírodní katastrofou. Hlavní oblasti zemětřesení jsou soustředěny převážně na jihu, východě a ve středu Evropy. Na severu kontinentu se seizmicita objevuje velmi zřídka. Největšími zemětřesnými riziky jsou převážně postiženy oblasti s nejhustším zalidněním. Za centrum evropského zemětřesení můžeme považovat Egeidu, což je oblast Egejského moře a okolí.

Obr. 3: Nejčastější výskyt zemětřesení v Evropě



Zdroj: *Global Seismic Hazard Assessment Program*. [online]. [2000-01-14]. [cit. 2009-02-11].  
Dostupné na: <<http://www.seismo.ethz.ch/GSHAP/eu-af-me/>>

Evropské seizmické zóny jsou velmi dobře známy a lze je podle příčiny vzniku rozdělit na několik kategorií: A) *subdukční zóna*, což je místo, kde do sebe narážejí dvě litosférické desky. Sem patří evropské Středomoří od jižního Španělska až do Turecka. V této zóně dochází zpravidla k zemětřesení nejničivějšímu. B) *riftové zóna*, což je místo, kde pomalu přechází pevninská zemská kůra v oceánskou nebo v oceánské

hřbety. Patří sem oblasti v Německu, ve Francii a ve Švýcarsku. V některých případech se oceánské hřbety vynořují nad hladinu jako ostrovy. Typickým příkladem je Island. C) *mladá pásmová pohoří*, které se táhne od Pyrenejí přes Alpy, Karpaty až do Turecka. Dále sem patří i italské Apeniny a španělská Sierra Nevada. Růstem mladých pohoří vzniklo několik zlomů. Nejčastěji je otřásán alpský zlom. Výzdvih pohoří neustále pokračuje, tím pádem se zde kumuluje napětí, které je právě zemětřeseními uvolňováno. Poruchy zemského povrchu vznikají také v místech ohybu pohoří, např. v Rumunsku. D) *zóny podél transformních zlomů*, což jsou poruchy, podél kterých vznikají horizontální posuny. Sem patří zlom severoanatolský, který se táhne od Řecka, až do Iránu. Tyto zóny se vyskytují také na dně oceánu. Konkrétně od Azor až po Gibraltar. Zde bylo epicentrum jednoho z nejhroživějších zemětřesení v Evropě v roce 1775 (Kukal, 1982).

Mezi nejhroženější území kontinentu patří oblast **jižní Evropy**. Vyskytují se zde tektonická velmi nebezpečná zemětřesení. V těchto místech se vyskytují zemětřesení nejčastěji a s největšími ztrátami na životech. Je to dáno tím, že právě zde se střetávají dvě litosférické desky. Africká se podsouvá pod euroasijskou, vyvíjí na ni tlak a vzniká tak obrovské množství napětí, které když se náhle uvolní, dochází ke katastrofě. Vlivem pohybu desek vznikají zemětřesení v páse, který se táhne od jižního Portugalska a Španělska, přes Tyrhénské moře, jižní Itálii a Sicílii, Jónské a Egejské moře, jižní Řecko, Krétu, Kypr až na západ Turecka. Nejhroženější oblastí Portugalska je okolí hlavního města Lisabonu směrem na jih. Ve Španělsku jsou to Pyreneje, oblast Katalánska a Sierra Nevada. V důsledku subdukce africké a anatolské litosférické desky vznikl ve východním Středomoří tzv. Egejský ostrovní oblouk. Právě tato oblast patří mezi nejaktivnější v těsné blízkosti Evropy. V Řecku a Egejském moři je zemětřesení podmíněno i morfologicky, protože se zde nachází pro tuto oblast důležité geomorfologické rysy, např: severní Egejské koryto, Řecký oblouk, Řecký příkop, Krétské koryto, Středomořský hřbet atd.<sup>9</sup>

Mezi další velmi významnou zónu jižní Evropy patří již jmenovaný severoanatolský zlom, který se nachází mezi Řeckem a Iránem. Tento zlom zasahuje nejvíce do východního Turecka. Většina území státu leží na anatolské litosférické desce,

<sup>9</sup> *About.com: Geology, Europe Earthquake Information*. [online]. [cit. 2009-02-17]. Dostupné na: <[http://geology.about.com/gi/dynamic/offsite.htm?zi=1/XJ/Ya&sdn=geology&cdn=education&tm=445&gps=50\\_915\\_1276\\_630&f=00&tt=14&bt=0&bts=1&zu=http%3A/www.gein.noa.gr/English/seismisity.html](http://geology.about.com/gi/dynamic/offsite.htm?zi=1/XJ/Ya&sdn=geology&cdn=education&tm=445&gps=50_915_1276_630&f=00&tt=14&bt=0&bts=1&zu=http%3A/www.gein.noa.gr/English/seismisity.html)>

což je malá deska vklíněná mezi euroasijskou, africkou a arabskou desku. V těchto místech se vyskytuje nejvíce epicenter, proto je to oblast seizmicky velice intenzivní. Mezi nejvíce ohrožené provincie patří Erzican, Erzurum, Tunceli atd. Na západním pobřeží Turecka se vyskytuje velké množství krátkých zlomů, a proto i zde dochází k velmi častým zemětřesením. Jedná se hlavně o provincii Izmir a okolí Marmanského moře. Na jihozápadě Evropy sem zasahuje zóna Azorsko-gibraltarského hřbetu. Z menších přerušovaných zón sem dále patří pobřeží Dalmácie a okolí Záhřebu v Chorvatsku, údolí Vardaru v Makedonii a Albánie.

V menší míře se seizmická aktivita projevuje také v oblasti **východní Evropy**. Důvodem výskytu je geologická stavba pásmového pohoří Karpat. Mezi státy, ve kterých se zemětřesení může vyskytovat, lze zařadit Ukrajinu a Rumunsko. Dalším státem, kde se ojediněle může vyskytnout zemětřesení, je Bulharsko.

Na Ukrajině se zemětřesení objevuje převážně v jihozápadní části státu, kam zasahují Střední Karpaty. Střední částí Rumunska se táhnou Střední a Jižní Karpaty, kde se nachází pohoří Vrancea – tzv. Obloukové Karpaty, což je zóna hlubokých zemětřesení. V této oblasti již přišlo o život několik tisíc lidí. V Bulharsku je nebezpečná zóna Šumen – Tarnovo a Plovdiv – Dimitrovgrad.

Oblast **střední Evropy** je v porovnání se Středomořím relativně stabilní seizmické území. Čas od času se zde ale vyskytnou otřesy, které způsobí škody na majetku i ztráty na lidských životech. Ohniska zemětřesení nejsou ale rozložena rovnoměrně, epicentra tvoří tzv. shluky. Seizmoaktivní jsou především některé úseky zlomových struktur, které mají buď směr SZ – JV, nebo SV – JZ. Většina ohniskových oblastí střední Evropy je charakterizována hloubkou otřesů menších než 10 km, tj. ohniska zemětřesení leží ve svrchní části zemské kůry, jejíž tloušťka v této oblasti jen výjimečně přesahuje meze 28 – 40 km (Procházková, 1996).

Důvodů, proč v této oblasti vzniká zemětřesení, je hned několik. Nachází se zde riftové zóny, mladá pásmová pohoří i poddolovaná území. Jako příklad riftové zóny bych uvedla rýnský prolom v Německu, oblast Dolního Porýní zasahující až do Nizozemí, nebo údolí Rhony ve Francii. Mezi mladá pásmová pohoří patří například Alpy, táhnoucí se přes Francii, Švýcarsko, Německo a Rakousko. Dále patří mezi tato pohoří Karpaty, které zasahují mimo jiné na Slovensko i do České republiky. U nás je zemětřesení také podmíněno dávnou vulkanickou aktivitou, která se vyskytuje převážně

v západočeské oblasti. Vážné škody zde naštěstí nehrozí, ale opatrnost je na místě. Důsledkem těžby hnědého či černého uhlí poddolovaná území se vyskytují v Německu, Polsku i v České republice. Důlní otřesy mívají tragické následky a přichází při nich o život velké množství horníků.

Mezi relativně klidnou seizmologickou oblast patří **severní Evropa**. Zemětřesení se zde vyskytuje pouze výjimečně. Následky nebývají tak tragické jako například v jižní části Evropy. Pravděpodobnou příčinou výskytu zemětřesení jsou poruchy zemského povrchu a důlní otřesy, způsobené zejména těžbou v šelfu Severního moře. Mezi státy, kde se zemětřesení vyskytuje nejčastěji, patří Velká Británie, jihozápadní Norsko, Švédsko a Špicberky. Dalším významným státem, kde seizmická aktivita není žádnou zvláštností, je Island. Tento sopečný ostrov leží na Atlantském hřbetu, v místech, kde se střetává euroasijská a severoamerická litosférická deska. Právě v místě střetu těchto dvou desek je oblast hojně se vyskytujícího zemětřesení, ve většině případů však zřetelně slabší intenzity.

## 6. Významná historická zemětřesení v Evropě

Během několika staletí zasáhla Evropu spousta ničivých zemětřesení, v některých případech i s velmi tragickými následky. Zahynuly tisíce lidí, vznikly obrovské škody na majetku. Menší zemětřesení se na kontinentě vyskytuje téměř denně, ale člověk je sám nezaznamená. Čas od času dochází k zemětřesení velmi ničivému.

V následující tabulce jsou zdokumentována vybraná historická zemětřesení, která měla za následek obrovské ztráty na životech nebo vysoké magnitudo. Podrobněji jsou analyzována zemětřesení, jejichž magnitudo bylo větší než 6,0 nebo počet obětí převýšil 30 000. Jako příklad toho, že se zemětřesení může vyskytnout i na málo obvyklých místech, byla vybrána Velká Británie. Zemětřesení s největší hodnotou magnituda (9,0) postihlo Portugalsko v roce 1755. Co se týká počtu obětí, tak nejtragičtější bylo zemětřesení v Itálii v roce 1908. Odhady na životech se zde pohybují v rozmezí 75 – 120 000. Průměrná hodnota magnituda dosahuje u vybraných zemětřesení hodnoty 7,0. Jako hlavní zdroj dat byly využívány stránky Amerického geologického ústavu. Pokud na těchto stránkách u některých zemětřesení potřebná data chybí, byly použity zprávy z národních seizmologických stanic, archivní články různých medií, nebo citované knižní publikace.

**Tab. 2: Vybraná historická evropská zemětřesení**

<b>Datum</b>	<b>Místo</b>	<b>Počet obětí</b>	<b>Magnitudo</b>
1. 11. 1755	Lisabon, Portugalsko	70 000	9,0
8. 9. 1905	Kalábrie, Itálie	557	7,9
28. 12. 1908	Messina, Itálie	75 000	7,2
13. 1. 1915	Avezzano, Itálie	30 000	7,0
27. 12. 1939	Erzincan, Turecko	32 700	8,2
30. 4. 1954	Karpathos, Řecko	31	7,1
26. 7. 1963	Skopje, Makedonie	1 000	6,9
28. 3. 1970	Kútahya, Turecko	1 000	6,9
6. 5. 1976	Friuli, Itálie	989	6,5
4. 3. 1977	Vrancea, Rumunsko	1570	7,4
15. 4. 1979	Montenegro, Černá Hora	101	7,0
26. 12. 1979	Edinburgh, Velká Británie	0	4,5

Zdroj: *USGS science for a changing World*. [online]. [2009-01-06]. [cit. 2009-02-25].

Dostupné na: <<http://earthquake.usgs.gov/eqcenter/eqarchives/significant/>>



## Portugalsko – Lisabon, 1. 11. 1755

Portugalsko je na zemětřesení zvyklé. Lisabon a okolí bylo otřeseno již několika důležitými zemětřeseními před rokem 1755, například osm zemětřesení proběhlo ve 14. století, pět v 16. století a tři v 17. století. Lisabon patřil v roce 1755 mezi největší a nejkrásnější města v Evropě.

1. listopadu 1755 přišlo ale jedno z nejhroživějších zemětřesení v celé historii Portugalska, dopad mělo na celou Evropu. Otřesy trvaly asi deset minut a za tuto relativně krátkou chvíli způsobily obrovské trhliny, široké v některých místech až 15 m. Epicentrum se nacházelo na Azorsko-gibraltarském hřbetu ve vzdálenosti 200 km od hlavního města. Magnitudo dosahovalo hodnoty kolem 9,0, což je nejvyšší hodnota naměřená v historii Evropy. Otřesy přišly zcela neočekávaně bez jakéhokoliv varování a pocítili je lidé ve Francii, Švýcarsku, v jihozápadním Španělsku a v západním Maroku. Největší škody napáchala vlna tsunami, která přišla z Atlantského oceánu přibližně 40 minut po samotném zemětřesení a měřila přibližně 17 metrů. Nejvíce voda poškodila oblast Algarve v jižním Portugalsku, kde se zřítily pobřežní pevnosti a domy zcela zmizely z krajiny. V některých místech zde vlna dosahovala až 30 metrů.<sup>10</sup>

Tsunami zasáhlo s menší intenzitou také pobřeží Francie, Velké Británie, Irsko, Belgie a Nizozemí. Dokonce se dostalo přes Atlantský oceán a zvýšenou hladinu oceánu zaznamenali lidé v okolí Martiniku a Barbadosu. V portugalských oblastech postižených vlnou tsunami vypukly také požáry a plameny zde řádily pět dnů. To je také hlavní důvod, proč právě zde zemřelo tolik obyvatel. Uvádí se, že zahynulo 50-70 tisíc lidí. Ve městě bylo zničeno 80 % budov. Několik budov, které utrpěly malé zásahy do statiky, bylo zlikvidováno následným požárem. Zřítily se spousta historických památek a důležitých městských budov. Například nová Opera House, královský palác, královská knihovna a další. Poškozeny byly i významné kostely a katedrály. Byla zničena i největší veřejná nemocnice. Král s premiérem okamžitě po katastrofě zajistili zahájení humanitární práce a činnosti spojené s obnovením města. Zemětřesení mělo také dopad na pozdější život obyvatelstva a na portugalskou politiku.<sup>11</sup>

<sup>10</sup> *National Information Service for Earthquake Engineering, University of California, Berkeley.* [online]. [2009-11-12]. [cit. 2009-03-15]. Dostupné na: <<http://nisee.berkeley.edu/lisbon/>>

<sup>11</sup> *Wikipedia, The free Encyclopedia,* [online]. [2009-02-28]. [cit. 2009-03-02]. Dostupné na: <[http://en.wikipedia.org/wiki/1755\\_Lisbon\\_earthquake](http://en.wikipedia.org/wiki/1755_Lisbon_earthquake)>

#### Obr. 4: Epicentrum zemětřesení – Lisabon, 1. 11. 1755



Zdroj: *USGS science for a changing World* . [online].[2009-01-29].[cit. 2009-02-28].  
Dostupné na: <[http://earthquake.usgs.gov/regional/world/events/1755\\_11\\_01.php](http://earthquake.usgs.gov/regional/world/events/1755_11_01.php)>

#### Itálie – Messina, 28. 12. 1908

Dne 28. 12. 1908 zasáhlo Messinskou nížinu, oddělující italskou Kalábrii a Sicílii, nejničivější zemětřesení v Evropě. Jan Zedník, seizmolog z Geofyzikálního ústavu AV ČR uvádí velikost magnituda 7,2. Naopak Zdeněk Kukul v díle Přírodní katastrofy uvádí hodnotu magnituda 5,7. Je tedy patrné, že ani po více než sto letech není přesně jasné, jak vlastně toto ničivé zemětřesení bylo intenzivní. Ohnisko zemětřesení se nacházelo v hloubce 10 km, proto byly otřesy na povrchu a v oblasti kolem epicentra tak mimořádně silné. Hlavní příčinou této katastrofy je střet euroasijské a africké litosférické desky. Africká deska se tlačí pod euroasijskou rychlostí 2,5 cm za rok, a tím vznikají zemětřesení právě v těchto místech.

Celkově katastrofa trvala 30 – 40 sekund a pocítili ji lidé v okolí až 300 km. Za tuto relativně krátkou chvíli napáchala ale obrovské škody. V Messině bylo poničeno přibližně 90 % budov. Také město Reggio Calabria na druhé straně Messinského průlivu bylo značně poničeno. Nestabilní budovy, postavené v tehdejší době finančně nenáročnými postupy, byly srovnány se zemí. Zemětřesení za sebou zanechalo nejvíce obětí v celé evropské historii. Odhady obětí na životech se pohybují mezi 70 a 120 tisíci. Vzhledem k tak velkému počtu obětí, můžeme toto zemětřesení zařadit mezi

nejtragičtější v historii. Škody byly způsobeny hlavně vlnou tsunami, která přišla následně po samotném zemětřesení. Vlny tsunami dosahovaly v některých místech až 12 metrů. Celé dílo zkázy ještě dokonaly silné požáry, které se vznítily od zřícených komínů a kamen.

Protože ke katastrofě došlo uprostřed tuhé zimy a pozůstali neměli střechy nad hlavou, italská vláda se rozhodla zajistit jim náhradní ubytování v jiném italském městě. Necelých tisíc obyvatel se rozhodlo k emigraci do Ameriky.

Tato událost může také sloužit jako jeden z příkladů mezinárodní pomoci, které se zúčastnilo velké množství států. Například Američané přivezli zásoby potravin, provizorních přístřešků a zdravotních potřeb. Další nedostatkové materiály zajistilo Rusko, Anglie atd.

Je velmi pravděpodobné, že tuto oblast v budoucnu znovu postihne ničivé zemětřesení. Proto je závažnější, že někteří italští konstruktéři chtějí právě v těchto místech stavět most spojující Kalábrii a Sicílii. Italský premiér Silvio Berlusconi v roce 2008 oznámil, že s výstavbou mostu stále počítá. Seizmolog Jan Zedník uvedl v rozhovoru pro Český rozhlas, že rovněž s výstavbou mostu souhlasí.<sup>12</sup>

Možným řešením, jak ochránit obyvatelstvo před blížící se katastrofou, je výstavba varovného systému proti tsunami ve Středomoří. Varovný systém nebude fungovat jako předpověď zemětřesení, ale umožní rychle reagovat, když nastanou podobně silné otřesy, jaké zkusila Messina. Další způsob, jak by se mohla tato oblast před nezastavitelnou přírodní katastrofou bránit, je stavba pevných budov, které by vydrželi i tak silné otřesy. Jiná ochrana obyvatel zatím neexistuje.

## **Turecko – Erzincan, 27. 12. 1939**

Turecko patří mezi velmi aktivní seizmologické oblasti světa. Zaujímá druhé místo hned za Čínou. Sousedí s Egejským mořem, což je nejaktivnější oblast Evropy. Právě z toho důvodu zde není zemětřesení nic ojedinělého. Hlavní příčinou většiny zemětřesení je zde rozhraní tří litosférických desek, konkrétně euroasijské, africké a arabské. Důležitou roli hraje hlavně výskyt severoanatolského zlomového pásma.

---

<sup>12</sup> J. Zedník, *Smrt a zkáza: Messina 1908*. [online]. [cit. 2009-03-02]. Dostupné na: <<http://files.katastrofy.webnode.cz/200000007-5da775ea17/Mesina%201908%20-%20Smrt%20a%20zk%C3%A1za%20MF%20Dnes%20K%20v%C3%BDro%C4%8D%C3%AD%20zem%C4%9Bt%C5%99esen%C3%AD.doc>>

V noci z 26. 12. na 27. 12. 1939 zasáhlo provincii Erzincan ve východním Turecku silné zemětřesení. Skládalo se ze sedmi otřesů, z nichž ten největší měl hodnotu magnituda 8,2. Můžeme tedy tuto katastrofu zařadit mezi mimořádně silná zemětřesení. Otřesy byly zaznamenány na všech seizmologických stanicích světa a pocítili je lidé v okolí až 300 km. Katastrofě předcházely velmi špatné klimatické podmínky. Jednalo se hlavně o nízké teploty, které se pohybovaly kolem minus 20° C, dále potom silný vítr a husté sněžení. Záchranářské práce byly proto velice obtížné. Počet obětí se zvýšil také v následujících dnech, kdy jižní a jihovýchodní část Turecka zasáhla obrovská vlna tsunami a tragické povodně.<sup>13</sup> Celkový počet obětí se nakonec vyšplhal až k 32 700.

### **Řecko – Karpathos, 30. 4. 1954**

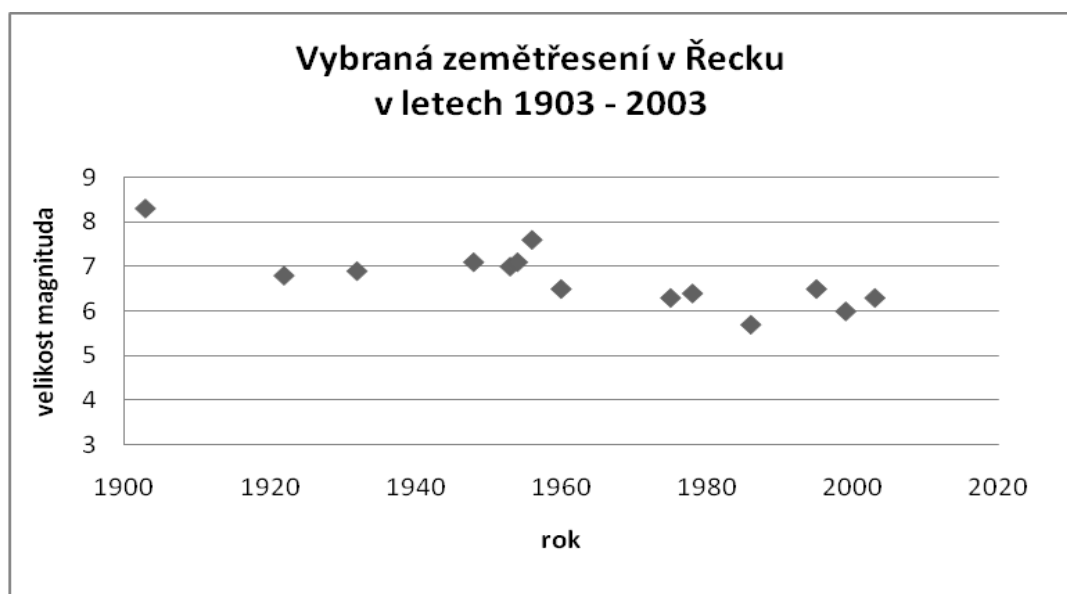
Jak již bylo několikrát řečeno, patří Řecko a Egejské moře mezi jedny z nejvíce seizmologicky aktivních oblastí v Evropě. Seizmografy zde zaznamenají zemětřesení takřka každý týden. Za celou historii tady napáchalo obrovské škody a zahynuly tisíce lidí. Podle RichtEROVY stupnice jsou v těchto místech většinou zemětřesení silná až mimořádně silná.

Dalo by se říci, že 50. léta 20. století byla pro Řecko velmi katastrofická. Sotva se lidé vzpamatovali z ničivého zemětřesení v Jónském moři v roce 1953, přišla další pohroma. Tentokrát na ostrově Karpathos, který leží jihovýchodně od pevninského Řecka v Krétském moři. Je druhým největším řeckým ostrovem a někdy bývá označován za nejkrásnější. Otřesy přišly velmi nečekaně a hodnota magnituda dosahovala 7,1 (Kukal, 1982). O život přišlo 31 lidí a 717 utrpělo zranění. Bylo poškozeno 13 356 budov, což je na relativně malý ostrov dosti ničivé číslo.

---

<sup>13</sup> *Balkan Geophysical Society*. [online]. [2009-01-29]. [cit. 2009-03-14]. Dostupné na [www:  
<http://www.balkangeophysoc.gr/menu/congresses/oral/62\\_63\\_O8\\_13-BoykoRanguelov\\_2.PDF >](http://www.balkangeophysoc.gr/menu/congresses/oral/62_63_O8_13-BoykoRanguelov_2.PDF)

Obr. 5: Vybraná zemětřesení v Řecku v letech 1903 - 2003



Zdroj hodnot: *USGS science for a changing World*. [online]. [2009-01-29]. [cit. 2009-03-14].  
 Dostupné na: <[http://earthquake.usgs.gov/regional/world/historical\\_country.php#greece](http://earthquake.usgs.gov/regional/world/historical_country.php#greece)>

### Makedonie – Skopje, 26. 7. 1963

V roce 1963 měla makedonská Skopje 200 000 obyvatel. Bylo dobře známo, že nestojí zrovna na nejbezpečnějším místě. Město bylo zničeno ve své dosavadní historii už mnohokrát. Ničivé zemětřesení v roce 1963 začalo bez varování a bez jakýchkoliv předtřesů (Z. Kukul, 1982). Během deseti sekund, kdy trval hlavní otřes, přišlo o střechu nad hlavou 100 000 lidí a bylo zničeno 75% budov ve městě. Magnitudo dosáhlo hodnoty 6,9. Zdeněk Kukul ale uvádí hodnotu magnituda pouze 6,0. Protože bylo epicentrum jen pár kilometrů od centra města, ztráty na životech byly velké. O život přišlo přes 1000 lidí a zraněno jich bylo více než 3000. Počet obětí mohl být mnohem větší, ale bylo štěstí, že otřesy přišly brzy ráno a úřady byly ještě prázdné. Požár naštěstí nevznikl, protože v letních měsících se netopilo (Kukul, 1982). Byla přerušena veškerá komunikace s okolním světem a přestala fungovat také hlavní železniční stanice. Tehdejší prezident Jugoslávie okamžitě po tragedii řekl: “Spolu se všemi národy Jugoslávie se budeme snažit zmírnit neštěstí, které se přihodilo vaší republice.”<sup>14</sup> Příčina zemětřesení není ještě doposud zcela jasná. Pravděpodobně ale vzniklo díky novému zlomu, který se v roce 1921 vytvořil nedaleko od města. Díky světové solidaritě bylo město rychle zrekonstruováno a dnes se jen málo podobá staré Skopji.

<sup>14</sup> *BBC news*, [online]. [cit. 2009-03-14]. Dostupné na: <[http://news.bbc.co.uk/onthisday/hi/dates/stories/july/26/newsid\\_2721000/2721635.stm](http://news.bbc.co.uk/onthisday/hi/dates/stories/july/26/newsid_2721000/2721635.stm)>

V současné době je Skopje moderní a krásné město s mnoha historickými památkami. Protože seizmicita je zde velmi častá, začaly se zde stavět domy, které vydrží otřesy o magnitudu 6,0.

### **Turecko – Kútahya, 28. 3. 1970**

28. 3. 1970 postihla Turecko obrovská zkáza. Tentokrát se epicentrum vyskytovalo v západní části státu, 225 km jižně od Istanbulu. Nejvíce zasažena byla provincie Kútahya, ale poničené byly i některé z okolních provincií. Hloubka ohniska byla naměřena 33 km. Magnitudo dosahovalo hodnoty 6,9. Zemřelo více než 1 000 lidí. Poničeno bylo 53 vesnic a 12 000 budov se úplně zřítilo k zemi. Hlavním důvodem toho, proč bylo tolik domů srovnáno se zemí, je špatná odolnost staveb. Stavební materiály, které zde dělníci používají, slouží sice jako dobrá ochrana před velmi teplým létem nebo chladnou zimou, ale v případě zemětřesení dochází k jejich zhroucení. Zemětřesení bylo spojeno i s obrovskými sesuvy půdy, které zcela zahrnuly důležité dopravní tepny. Díky zkratu na elektrickém vedení a roztopeným kamnům v domácnostech vypukl následně požár. Někteří úředníci tvrdili, že oheň zabil více lidí než samotné zemětřesení, což je situace, která připomíná zemětřesení v San Franciscu v dubnu 1906.

Několik hodin po samotném zemětřesení nastala velká změna v počasí. Do Turecka dorazila studená fronta, která přinesla přívalové deště a následně povodně. I když deště pomohly k uhašení požáru, způsobily další velké škody na majetku. Byly totiž zaplaveny domy, které odolaly hlavnímu otřesu.

Ihned po ustoupení vody začaly záchranné práce. US Air Force Base Turecku velmi pomohla. Zajistili lidem pojízdnou nemocnici, léky, potraviny, vodu a dočasné přístřeší. Pomoc byla pro místní obyvatele velmi důležitá, díky ní se zabránilo v šíření různých nebezpečných epidemií a částečně se zmírnilo lidské utrpení.

**Obr. 6: Lokalizace zemětřesení v provinciích Erzincan (1939) a Kütahya (1970) -  
Turecko**



Zdroj mapy: *USGS science for a changing World*. [online]. [2009-01-29]. [cit. 2009-03-18].  
Dostupné na: <<http://earthquake.usgs.gov/regional/world/turkey/map.php>>  
(upraveno v programu Malování)

## Itálie – Friuli, 6.5. 1976

V květnu roku 1976 zasáhlo střední Evropu jedno z nejsilnějších zemětřesení v posledním století. Epicentrum se nacházelo 100 km severozápadně od Terstu v blízkosti chorvatských a slovinských hranic. Magnitudo dosahovalo hodnoty 6,5 (Kukal, 1982). I když otřesy nebyly jedny z největších, i tak přišlo o život 989 lidí. Dalších 2400 jich bylo zraněno a 15 700 obyvatel přišlo o své domovy. Bylo zasaženo 77 obcí v regionu Friuli.<sup>15</sup> Otřesy pocítila většina okolních států, například Francie, Německo, Rakousko, Polsko, tehdejší Jugoslávie a Československo.<sup>16</sup> Seizmografy na našich stanicích vůbec nebyly připraveny na tak silný otřes. Nikdo totiž nepředpokládal, že tak silné zemětřesení by u nás mohlo někdy být pocíteno. Když byly záchranné práce v plném proudu, začala se země znovu otřásat. 15. září 1976 se objevil další silný otřes. Zřítily se při něm budovy, které byly narušeny předchozím zemětřesením. Hlavní příčinou friulského zemětřesení je tzv. jihoalpský zlom, který probíhá z Itálie směrem na severovýchod k rakouskému Villachu. Tento zlom byl v minulosti zdrojem několika

<sup>15</sup> *Wikipedia, The free Encyclopedia*, [online]. [2009-03-11]. [cit. 2009-03-18]. Dostupné na: <[http://en.wikipedia.org/wiki/1976\\_Friuli\\_earthquake](http://en.wikipedia.org/wiki/1976_Friuli_earthquake)>

<sup>16</sup> *BBC news*, [online]. [cit. 2009-03-18]. Dostupné na: <[http://news.bbc.co.uk/onthisday/hi/dates/stories/julymay/7/newsid\\_2518000/2518519.stm](http://news.bbc.co.uk/onthisday/hi/dates/stories/julymay/7/newsid_2518000/2518519.stm)>

silných zemětřesení. V historických pramenech se uvádí, že v posledních 1000 letech se na tomto území nacházelo 17 silných otřesů (Kukal, 1982).

### **Rumunsko – Vrancea, 4. 3. 1977**

Rumunsko patří mezi seizmicky nejaktivnější stát východní Evropy. Z hlediska geologie je země velmi různorodá. Klimatické podmínky jsou také hodně variabilní. Všechny tyto prvky jsou častým důvodem vzniku přírodních katastrof v Rumunsku

Seizmicky nejaktivnější oblastí celého státu je Vrancea, vyskytující se v jihovýchodní části Karpat. Celá oblast je postihována dvěma až třemi velkými zemětřeseními každých sto let. Kromě zemětřesení je tato oblast také velmi častým ohniskem přívalových dešťů, záplav a sesuvů půdy. I když jsou zde přírodní katastrofy velmi časté, zemětřesení v roce 1977 překvapilo svou silou nejen místní obyvatele, ale i zahraniční turisty. K hlavnímu otřesu došlo 4. března roku 1977. Hodnota magnituda byla naměřena 7,4. Ohnisko se nacházelo v hloubce 94 km. Tato hloubka ohniska patří k největším v celé evropské historii. V horských oblastech vznikly hluboké trhliny a došlo k rozsáhlým sesuvům, které postihly hlavně obec Colti. Avšak nejničivější následky vyvolalo zemětřesení v hlavním městě Bukurešti. Zahynulo 1570 osob a 11 000 utrpělo různá zranění. Přes 30 velkých budov se zřítilo a 30 000 obydlí bylo vážně poškozeno. Zemětřesení také zasáhlo rumunské hospodářství a ovlivnilo jeho politiku. V tehdejší době odborníci odhadovali ztráty na 2 miliardy dolarů, tyto odhady se však nepotvrdily a výše škod je o mnoho překonala. Po zemětřesení vláda zpřísnila bezpečnostní opatření a vypracovala nové stavební normy (Vigué, 2007).

### **Černá Hora – Montenegro, 15. 4. 1979**

Oblast Dalmácie patří také mezi známé seizmické oblasti v Evropě. Intenzita zemětřesení zde sice nebývá tak vysoká, ale i tak zde došlo během historie k obrovským škodám. V dubnu roku 1979 zasáhla tehdejší Jugoslávii největší pohroma. Epicentrum se nacházelo u Jaderského moře 15 km od městečka Bar a Ulcinj. Hodnota magnituda dosahovala 7,0. V Černé Hoře zahynulo 101 osob a v sousední Albánii 35. Kromě ztrát na životech se ocitlo v nebezpečí také kulturní a společenské bohatství. Bylo poničeno 350 km magistralních a 200 km regionálních komunikací.<sup>17</sup>

<sup>17</sup> *Zemljotres od 15.aprila 1979.godine*, [online]. [cit. 2009-03-23]. Dostupné na: <<http://www.seismo.cg.yu/1979.html>>



Otřesy pocítily dvě třetiny republiky. Nejvíce byla poničena starověká pobřežní města, jako například: Staré Ulcinj, Starý Budva a další okolní vesnice úplně zmizly z povrchu země. Více než 100 000 lidí ztratilo střechu nad hlavou. Kolem 1600 kulturních památek utrpělo nějaké poškození. Mimo to byla poničena i některá umělecká díla, cenné sbírky, vzácné knihy, rukopisy, starověké šperky aj. Bezprostředně po události organizace UNESCO rychle zajistila mezinárodní pomoc, částka 230 000 dolarů, kterou organizace poskytla, byla použita okamžitě.<sup>18</sup>

Podle map, které vypracovali seizmologové v letech 1972 a 1975, je dalmátská část silně rizikovou oblastí. Již několikrát v historii se na tomto území významné zemětřesení vyskytovalo, např.: v Dubrovniku v roce 1639, v albánském Skadaru v roce 1905 atd. Seizmologové zatím hledají původ těchto otřesů ve zlomu, který se táhne dnem Jaderského moře. Jedná se o poruchu, která má pravděpodobně vztah k vývoji Středozemního moře (Kukal, 1982).

### **Spojené království Velké Británie a severního Irska, 26. 12. 1979**

V prosinci roku 1979 zasáhla tento ostrov jedna z největších přírodních katastrof 2. pol. 20. století. 26. 12. přišly velmi nečekané otřesy. Těsně po Štědrém dnu došlo k otřesu rozsáhlého území severní Anglie a jižního Skotska. Částečně otřesy zasáhly i ostrov Man, ale jen ve velmi malé míře. Hodnota magnituda byla naměřena 4,5, což můžeme zařadit mezi mírné zemětřesení. Protože ale ve Velké Británii nepatří zemětřesení mezi časté jevy, lidé byli velmi překvapeni a utíkali ze svých domovů. Došlo k narušení některých menších budov a u mnoha objektů se zřítily komíny.

Přesnou hodnotu magnituda bylo velice obtížné získat. Velká seizmologická stanice LOWNET ležela tak blízko epicentra, že měření bylo velmi zkreslené. Teprve následující den přišlo první spolehlivé měření z Mezinárodního seizmologického střediska v Newbury na jihu Anglie. Krátce na to tuto hodnotu potvrdilo i seizmologické centrum ve Štrasburku ve Francii. Během následujících dnů byly otištěny informace o zemětřesení v tisku a zveřejněny v médiích, aby se zklidnily velké obavy místních obyvatel.

Zatím neexistuje žádné podrobné vysvětlení, proč došlo k zemětřesení právě zde. Je ale jisté, že vliv na otřesy zde určitě má velmi složitá geologická struktura.

---

<sup>18</sup> *Montenegro Earthquake: The Conservation of the Historic Monuments and Art Treasures, 1984, UNESCO, [online]. [cit. 2009-03-23]. Dostupné na: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001472/14720eo.pdf>>.*

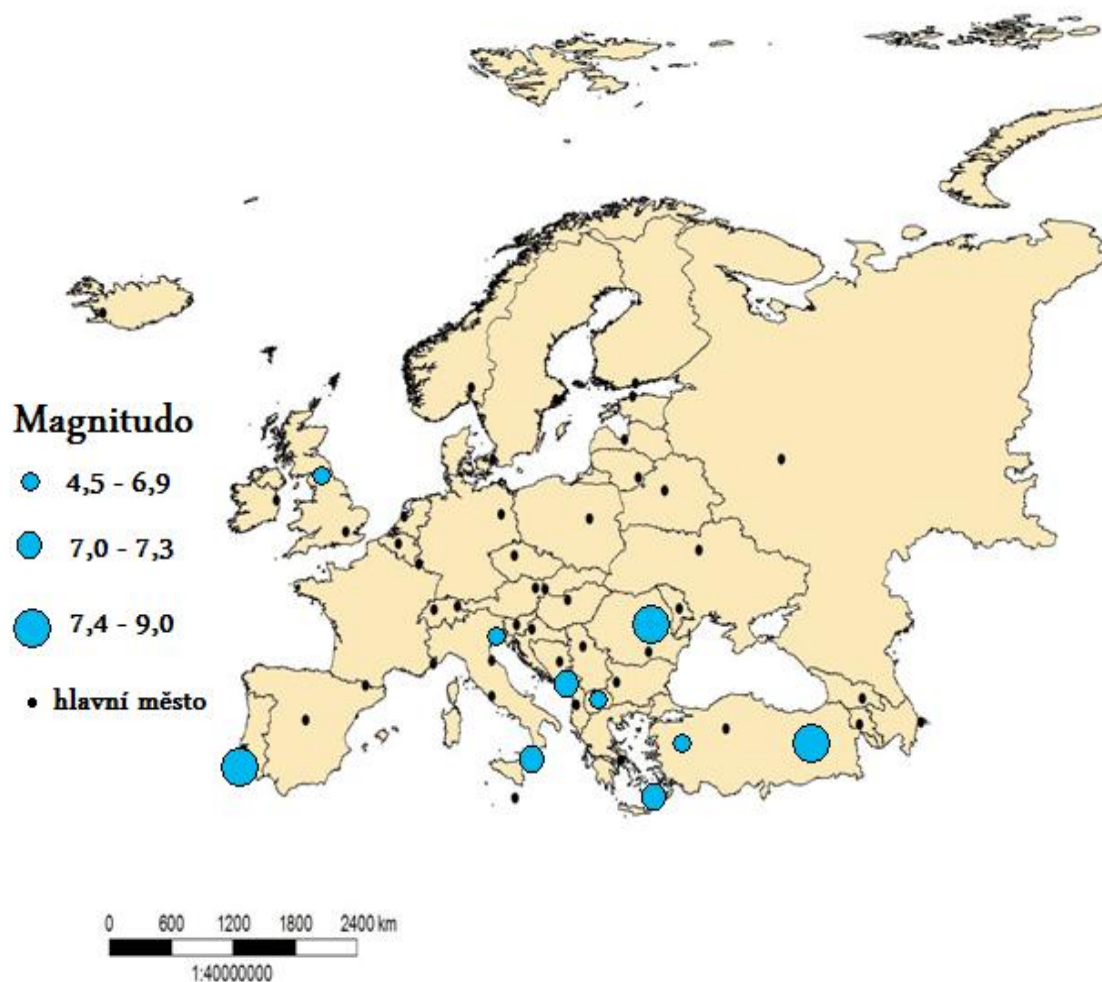
Dosud nejsilnější zemětřesení na území Velké Británie nastalo 6. června 1931, kdy byla naměřena hodnota magnituda 6,7. Epicentrum se nacházelo v Severním moři. Od roku 1580 zde zemřelo na následky zemětřesení 11 lidí.

**Obr. 7: Epicentrum zemětřesení v severní Anglii, 26. 12. 1979**



Zdroj: *USGS science for a changing World*. [online]. [2009-01-29]. [cit. 2009-03-23].  
Dostupné na: < [http://earthquake.usgs.gov/regional/world/events/1979\\_12\\_26.php](http://earthquake.usgs.gov/regional/world/events/1979_12_26.php) >

Obr. 8: Znáznornění charakterizovaných historických zemětřesení podle velikosti magnituda



Zdroj hodnot: *USGS science for a changing World* . [online]. [2009-01-29]. [cit. 2009-04-01]. Dostupné na: < <http://earthquake.usgs.gov/eqcenter/eqarchives/significant/> >

## 7. Evropská zemětřesení v posledních deseti letech

Seizmickou aktivitu na území Evropy v letech 1999 – 2008 můžeme charakterizovat jako málo významnou. Denně je sice zaznamenáno několik menších otřesů, ty ale nemají tak velký rozsah, jako některá obrovská zemětřesení v historii Evropy.

V následující tabulce jsou vyobrazena zemětřesení s magnitudem větším než 6,0. Dále jsou podrobně popsány katastrofy, které měly magnitudo větší než 6,0 nebo se objevily v málo obvyklých oblastech. Hlavním zdrojem dat je i v této části bakalářské práce Americký geologický ústav. V případě, že na těchto stránkách některá potřebná data chybí, byly využity zprávy z místních seizmologických stanic, nebo archivní články z médií. Za nejtragičtější zemětřesení v posledních deseti letech můžeme považovat otřesy v Turecku v oblasti Izmitu v roce 1999. Magnitudo zde dosahovalo hodnoty 7,4 a zahynulo přes 17 000 lidí.

**Tab. 3: Evropská zemětřesení v letech 1999-2008 s magnitudem větším jak 6,0**

Datum	Místo	Počet obětí	Magnitudo
17. 8. 1999	Izmit, Turecko	17 100	7,4
12. 11. 1999	Dúzce, Turecko	894	7,1
6. 6. 2000	Turecko	2	6,0
17. 6. 2000	Island	0	6,4
22. 1. 2002	Kréta, Řecko	1	6,2
3. 2. 2002	Západní Turecko	44	6,5
6. 9. 2002	Sicílie, Itálie	2	6,0
27. 1. 2003	Východní Turecko	1	6,1
1. 5. 2003	Východní Turecko	177	6,4
14. 8. 2003	Řecko	0	6,3
24. 2. 2004	Gibraltar	628	6,4
8. 1. 2006	Jižní Řecko	0	6,7
14. 2. 2008	Jižní Řecko	0	6,9
29. 5. 2008	Island	0	6,3
8. 6. 2008	Jižní Řecko	2	6,4
15. 7. 2008	Dodecanese, Řecko	1	6,4

Zdroj: *USGS science for a changing World*. [online]. [2009-01-29]. [cit. 2009-03-28].

Dostupné na: < <http://earthquake.usgs.gov/eqcenter/eqarchives/significant/>>

## **Turecko - Izmit, 17. 8. 1999**

Dne 17. 8. 1999 postihla západní část Turecka jedna z největších katastrof v celé historii. Epicentrum zemětřesení se vyskytovalo 11 km jihovýchodně od města Izmit a 50 km západně od Adapazari. Hloubka ohniska byla naměřena 17 km. Magnitudo dosahovalo hodnoty 7,4. Hlavní otřesy se nacházely v nejsevernější části Severního Anatolijského systému. Mapy Turecka a Kalifornie ukázaly, že Anatolijská chyba a zlom San Andreas jsou si velice podobné. Hlavním důvodem celé katastrofy byl horizontální posun. Otřesy byly pocíteny daleko na východ, např.: v Rusku, v Moldávii a na Ukrajině. Zemětřesení poznamenalo také okolní provincie, jako např.: Istanbul, Sakarya, Bursa, Bolu, Yalova, atd. Celkově bylo narušeno 6,5 % veškeré plochy Turecka. Zahynulo přibližně 17 100 lidí a 50 000 jich bylo zraněno. Většina úmrtí a úrazů vznikla díky nevhodně navrženým a postaveným stavbám. Došlo zejména ke zhroucení 4 - 8 patrových budov. Jednalo se o největší událost, která zničila moderní industrializovanou oblast. V této části Turecka se totiž soustřeďuje většina průmyslové výroby – petrochemické závody, výroba automobilů, výroba oceli, farmacie, výroba pneumatik, aj. Následně po zemětřesení vznikl obrovský požár v rafinérii, a tím došlo k poškození moderních inženýrských konstrukcí. Celá katastrofa byla poučením pro seizmologii, pro stavebnictví a také pro strojírenství. Je potřeba stavět domy s pevnou a odolnou konstrukcí, které vydrží tak silné otřesy, které se v Turecku velice často opakují.<sup>19</sup>

Jedním z nejzávažnějších problémů, které se vyskytly následně po katastrofě, bylo to, že lidé se několik dní po otřesech vraceli do svých domovů, i když statika většiny budov byla ohrožena. Riziko, že se domy také zřítí, a že ještě přibude počet obětí, bylo velmi vysoké. V tomto směru vláda zareagovala adekvátním způsobem a včas. Ve velmi krátké době nechala postavit pro postižené přes 100 000 polních stanů a 25 000 prefabrikovaných obydlí. Bezprostředně po zemětřesení přišla také zahraniční pomoc. Státy jako Francie, Španělsko, Řecko, Rusko, Německo poslaly nejkvalitnější vyprošťovací jednotky vybavené těžkou mechanizací, ale i psy se speciálním výcvikem pro vyhledávání osob. Velkou pomoc poskytly také polní nemocnice, které na místo vyslaly nejrůznější státy. Turecká zdravotnická zařízení totiž nebyla schopna sama ošetřit tisíce zraněných (Vigué, 2007).

---

<sup>19</sup> *Engineering consulting informatic services*. [online]. [2009-01-29]. [cit. 2009-03-28]. Dostupné na: <[http://absconsulting.com/resources/Catastrophe\\_Reports/Izmit-Turkey-1999.pdf](http://absconsulting.com/resources/Catastrophe_Reports/Izmit-Turkey-1999.pdf)>

Do postižené oblasti vyjely také mobilní týmy 6. polní nemocnice z České republiky. Zdravotnický personál poskytoval odbornou lékařskou pomoc a zároveň příslušníci nemocnice zabezpečovali logistickou podporu táborům dočasného ubytování.<sup>20</sup>

Po zemětřesení u Izmitu se v lázeňské oblasti Yalova objevily nové minerální prameny, které byly v činnosti i v r. 2000 (Procházková, 2002).

### **Turecko – Dúzce, 12. 11. 1999**

Tři měsíce po katastrofě, která se vyskytovala v oblasti Izmitu, přišla další velká pohroma pro Turecko. Tentokrát se epicentrum vyskytovalo 60 km východně od Adapazari a 100 km od Izmitu. Hloubka ohniska byla 10 km. Magnitudo dosáhlo hodnoty 7,2. Zahynulo nejméně 894 lidí a 4 948 jich bylo zraněno. Většina budov byla narušena po zemětřesení v oblasti Izmitu, a proto dalším větším otřesům nebyly schopné odolat. Celkem bylo zdevastováno přes 15 000 objektů, včetně nemocnic, škol a veškeré infrastruktury. K největším škodám došlo v oblasti Bolu – Dúzce, ležící při pobřeží Černého moře. Otřesy byly pocítny rovněž v okolních státech. Zemětřesení bylo doprovázeno také dalšími přírodními katastrofami. Obrovské sesuvy půdy blokovaly dálnici Ankara – Istanbul. O pár dní později se na stejném místě objevily další otřesy, tentokrát sice s menším magnitudem, ale i tak žili lidé opět v ohrožení.

Díky nástupu chladnějšího počasí a výraznému sněžení se záchranné práce velmi zkomplikovaly. Prohledávání trosk a vyprošťování zraněných nebylo nic jednoduchého. Protože členové humanitární pomoci ještě působili v oblasti Izmitu, nebyl problém se přemístit. Mezinárodní společnosti Červeného kříže posílaly do postižené oblasti velmi důležité a nedostatkové věci, jednalo se hlavně o pitnou vodu, přikrývky a zimní stany.<sup>21</sup>

---

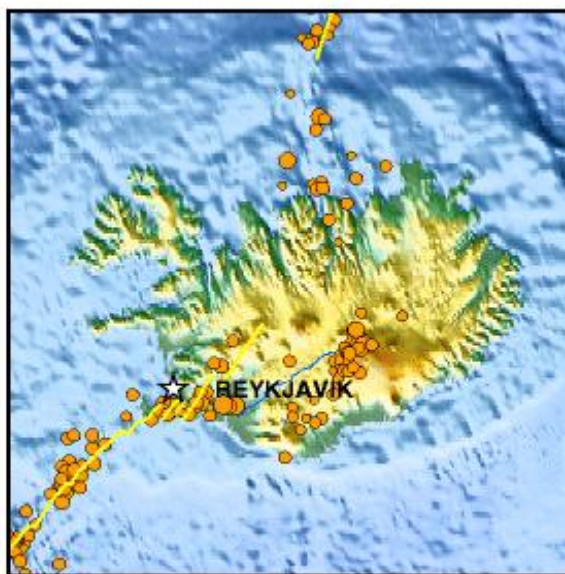
<sup>20</sup> *Ministerstvo obrany České republiky*, [online].[cit. 2009-03-28]. Dostupné na: <<http://www.army.cz/scripts/detail.php?id=3706Zemětřesení%20v%20Turecku>>

<sup>21</sup> *International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies*. [online].[cit. 2009-03-28]. Dostupné na: <[http://www.ifrc.org/cgi/pdf\\_appeals.pl?99/199935.pdf](http://www.ifrc.org/cgi/pdf_appeals.pl?99/199935.pdf)>

## Island – jihozápadní část, 17. 6. a 21. 6. 2000

Protože je tento ostrovní stát vulkanického původu, není zde zemětřesení nic výjimečného. Většinou se jedná o otřesy menší velikosti. Po 88 letech relativního seizmického klidu se však objevilo v jihozápadní části ostrova silné zemětřesení. Právě těmito místy prochází hranice dvou velkých litosférických desek, konkrétně euroasijské a severoamerické. Jižní Island má v této oblasti seizmickou zónu širokou až 10 km.

**Obr. 9: Lokalizace epicenter zemětřesení na Islandu (v letech 1990 – 2006)**



Zdroj: *USGS science for a changing World*. [online]. [2009-01-29]. [cit. 2009-04-02].  
Dostupné na: <<http://earthquake.usgs.gov/regional/world/iceland/seismicity.php>>

V polovině června 2000 přišly krátce po sobě dva velké otřesy. Dne 17. 6. 2000 se epicentrum nacházelo ve městě Holt (ohnisko zemětřesení bylo v hloubce 6,3 km). Hodnota magnituda dosáhla velikosti 6,4. O tři dny později, 21. 6., se objevil další velký třes. Velikost magnituda byla srovnatelná s prvním otřesem. Epicentrum se nacházelo 17 km západně od města Holt. Ohnisko zemětřesení bylo naměřeno v hloubce 5,1 km. Obě zemětřesení byla pocítěna v okolí 200 km. Tato přírodní katastrofa nezpůsobila naštěstí žádná velká zranění. Na povrchu se vyskytovaly velmi patrné povrchové praskliny. S odstupem času lze poukázat na několik signálů, které se před oběma velkými otřesy objevily, a které mohly souviset právě se zemětřesením. Jeden z hlavních signálů byla sopka Hekla, nacházející se 30 km východně od epicenter,

která začala být od počátku února roku 2000 velice aktivní. Poslední studie tvrdí, že magnitudo zde nikdy nepřekoná hodnotu 7,2.<sup>22</sup>

Celkově byly poškozeny hlavně budovy starších konstrukcí a budovy se špatnými základy. Velká škoda vznikla uvnitř většiny objektů. Poškození movitého majetku bylo na mnoha místech značné. Zemětřesení také způsobilo v relativně prosperujícím zemědělském okrese velké škody. Je ale důležité připomenout, že k pohromě došlo v létě a že většina dobytka se pohybovala po venkovních farmách. To bylo velké štěstí, jinak by byly škody ještě větší. Co se týká průmyslu, byla nejvíce poničena sklárna ve městě Hekla, kde došlo k rozlámání velkých skleněných tabulí a k rozbití menších sklářských výrobků.<sup>23</sup>

### **Řecko – Kréta, 22. 1. 2002**

Ostrov Kréta také patří mezi velmi ohrožené seizmologické oblasti. V blízkosti ostrova totiž dochází ke kontaktu euroasijské a africké litosférické desky. Na začátku roku 2002 přišlo jedno z největších řeckých zemětřesení za posledních deset let. Hodnota magnituda byla naměřena 6,2. Ohnisko zemětřesení se nacházelo v hloubce 84 km, což je největší hloubka ohniska, která byla naměřena v posledních deseti letech v Evropě. Otřesy lidé pocítili až na východě Řecka, v severním Izraeli, v Egyptě a v jihozápadním Turecku. Právě v Turecku si zemětřesení vyžádalo jedinou oběť celé katastrofy.

### **Turecko – Bolvadin, 3. 2. 2002**

Po nedávné katastrofě v okolí Izmitu zasáhlo Turecko opět smrtící zemětřesení. Místní seizmologické stanice naměřili hodnotu magnituda 6,0, ale Americký geologický ústav udává 6,5. Epicentrum leželo ve městě Bolvadin v provincii Afyon, ohnisko bylo v hloubce 5 km. Epicentrum se nacházelo přibližně 190 km od Istanbulu. Město bylo v té době domovem 40 000 lidí. Třes byl pocíten daleko na východ, až v okolí Ankary. Zahynulo 44 lidí a 318 jich bylo zraněno. Na rozdíl od předchozích katastrof měla nyní turecká vláda pomoc pod kontrolou. Tisíce stanů a příkrývek zaslala do postižené

<sup>22</sup> Ragnar Stefánsson, Gunnar B. Guðmundsson, Páll Halldórsson, *The two large earthquakes in the South Iceland seismic zone*. [online]. [2000-07-26]. [cit. 2009-03-31]. Dostupné na: <[http://hraun.vedur.is/ja/skyrslur/June17and21\\_2000/index.html](http://hraun.vedur.is/ja/skyrslur/June17and21_2000/index.html)>

<sup>23</sup> Ragnar Sigbjörnsson, *University of Iceland, Earthquake Engineering Research Centre*. [online]. [cit. 2009-03-31]. Dostupné na: <<http://www.eaee.boun.edu.tr/bulletins/v20/v20web/iceland.htm>>



oblasti jen několik málo hodin po katastrofě. Turecká vojska pomáhala stavět provizorní přístřeší pro lidi bez domova.<sup>24</sup>

### **Itálie – Sicílie, 6. 9. 2002**

Zemětřesení, které zasáhlo Sicílii v září roku 2002, patří mezi jedno z nejsilnějších za posledních 20 let. Epicentrum se nacházelo 40 km od Palerma na pobřeží Tyrhénského moře. Stejně jako v roce 1908 v Messině, i zde je hlavní příčinou otřesů styk dvou velkých litosférických desek. Magnitudo dosáhlo hodnoty 6,0 a ohnisko bylo v hloubce 10 km. Italský národní institut geofyziky v Římě udává hodnotu pouze 5,6. Hodinu po hlavním otřesu přišly další menší otřesy. Zemětřesení bylo pocíteno ve většině měst na celém ostrově. Znatelné bylo i poškození některých budov. Narušen byl i hlavní vodovod na Sicílii a obyvatelé z určité části ostrova museli být v rámci prevence evakuováni.<sup>25</sup>

**Obr. 10: Epicentrum zemětřesení ze dne 6. 9. 2002 severně od ostrova Sicílie**



Zdroj: *USGS science for a changing World*. [online]. [2009-01-29]. [cit. 2009-04-02].  
Dostupné na: <<http://earthquake.usgs.gov/eqcenter/eqinthenews/2002/usitab/>>(upraveno)

<sup>24</sup> *Voice of America*, [online]. [2002-02-03]. [cit. 2009-04-01]. Dostupné na:  
<<http://www.voanews.com/english/archive/2002-02/a-2002-02-03-9-At.cfm>>

<sup>25</sup> *Gustavo Borel Menezes, Global Alliance for Disaster Reduction*. [online]. [2002-09-06].  
[cit. 2009-04-02]. Dostupné na: <<http://www.gadr.unnc.edu/hzeventdetails.cmf?ID=7>>

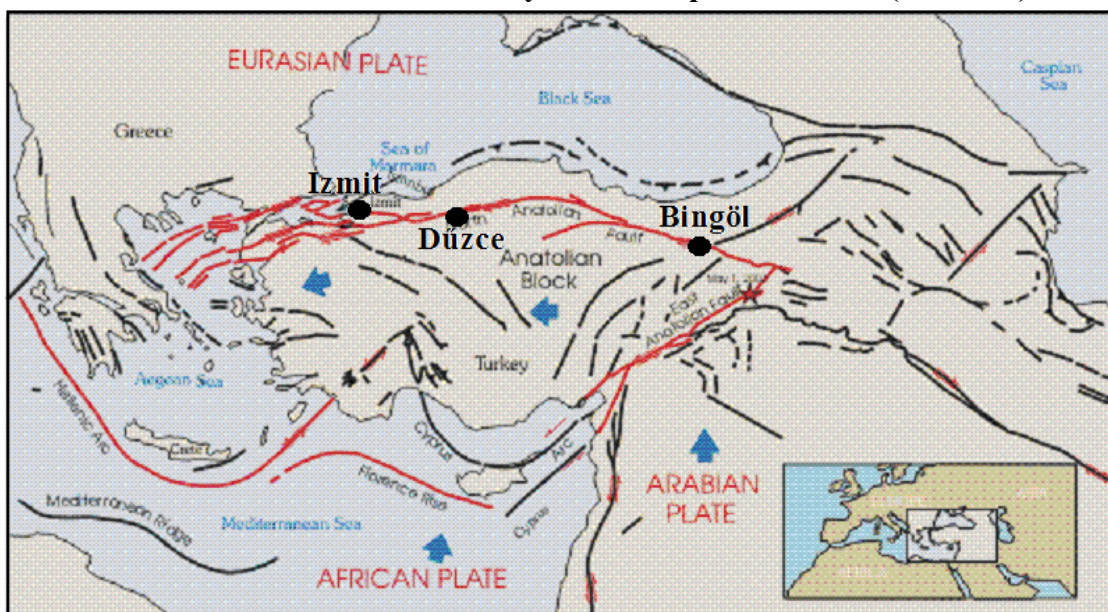
## Turecko – Bingöl, 1. 5. 2003

Ve východní části Turecka došlo 1. 5. 2003 k silnému zemětřesení. Celkově patří tato oblast mezi tektonicky velice aktivní, v historii zde došlo k několika tragickým událostem, např.: v provincii Erzincan v roce 1939.

Epicentrum se nacházelo 15 km od města Bingöl a 665 km od Ankary. Hodnota magnituda byla naměřena 6,4 a ohnisko se nacházelo v hloubce 10 km.

Oblast východního Turecka zaostává za západní částí státu hlavně po stránce ekonomické a sociální. Okolí města Bingöl patří mezi nejchudší a nejméně osídlené provincie v celém Turecku. I když je zde hustota zalidnění velmi malá, zahynulo při této katastrofě 177 lidí a 530 jich bylo zraněno. Hlavní příčinou zemětřesení byl styk arabské a euroasijské litosférické desky. K největším škodám na majetku došlo ve vesnici Celtiksuyu. Pod troskami zřícených škol zahynulo 84 studentů. Nejvíce se na humanitární pomoci podílela organizace Tureckého Červeného půlměsíce. Zajistila 1300 stanů, teplé jídlo, přikrývky a další nezbytně nutný materiál.<sup>26</sup>

**Obr. 11: Lokalizace epicenter zemětřesení v oblasti Izmitu, Düzce a Bingöl ve vazbě na hranice litosférických desek a průběh zlomů (rok 2003)**



Zdroj: USGS science for a changing World . [online]. [2003-05-01]. [cit. 2009-04-03].  
Dostupné na: <[http://neic.usgs.gov/neis/eq\\_depot/2003/eq\\_030501/](http://neic.usgs.gov/neis/eq_depot/2003/eq_030501/)> (upraveno)

<sup>26</sup> Earthquake Engineering Research Institute.[online]. [2002-05-01]. [cit. 2009-04-03]. Dostupné na: <[http://www.eeri.org/lfe/pdf/turkey\\_bingol\\_eeri\\_preliminary\\_report.pdf](http://www.eeri.org/lfe/pdf/turkey_bingol_eeri_preliminary_report.pdf)>

## Řecko – jih, 14. 8. 2003

Zemětřesení, které postihlo jihozápadní ostrovy Řecka, patří mezi jednu z největších řeckých katastrof za posledních deset let. Epicentrum se nacházelo v Jónském moři, severovýchodně od ostrova Lefkada, 290 km od hlavního města Athén. Magnitudo dosáhlo hodnoty 6,3. Hloubka ohniska byla naměřena 10 km. Toto zemětřesení bylo pocíteno na ostrově Korfu, Kefallonii a na Zakynthosu.

Lefkada spolu s Kefallonii tvoří neaktivnější část mělké seizmicity v regionu Egejského moře. Historické informace uvádějí, že na těchto ostrovech je výskyt zemětřesení velmi častý. Oba tyto ostrovy byly zasaženy velkým zemětřesením během historie již několikrát (1948 – M=6,5, 1914 – M=6,3, 1869 – M=6,4).<sup>27</sup>

Na ostrově Lefkada je vysoce rozvinutý cestovní ruch. Stálých obyvatel zde žije přes 20 000, ale v letních měsících, kdy k tomuto zemětřesení došlo, zde bylo odhadem 80 000 obyvatel.

Hlavní otřes vytvořil velké množství trhlin, které způsobily škody na komunikacích a na rekreačním a turistickém vybavení. K největším trhlinám došlo v lužních oblastech, které se nachází podél pobřeží. Méně závažné škody byly zaznamenány ve vesnicích po celém ostrově.<sup>28</sup>

## Gibraltar, 24. 2. 2004

V nejužším místě mezi africkým a evropským kontinentem dochází také velmi často k velkým otřesům zemského povrchu. Hlavní příčinou zemětřesení je zde rozhraní dvou velkých litosférických desek. 24. 2. 2004 se epicentrum nacházelo 175 km od Malagy (Španělsko) a 300 km od hlavního města Maroka. Magnitudo bylo naměřeno 6,4 a hloubka ohniska 69,2 km. Hloubka ohniska řadí toto zemětřesení mezi jedno z největších ze všech charakterizovaných. Zahynulo zde 628 osob a 926 jich bylo zraněno. Škody vznikly také na movitém majetku. Došlo ke zničení 2 539 budov a více než 15 000 lidí zůstalo bez domova. Největší trhliny a praskliny se nacházely v jižním Španělsku a v nejsevernějších částech Maroka.

<sup>27</sup> *European-Mediterranean Seismological centre*. [online]. [2003-08-14]. [cit. 2009-04-04]. Dostupné na: <[http://www.emsc-csem.org/Doc/Lefkada\\_AUTH.pdf](http://www.emsc-csem.org/Doc/Lefkada_AUTH.pdf)>

<sup>28</sup> *Earthquake Engineering Research Institute*. [online]. [2002-05-01]. [cit. 2009-04-04]. Dostupné na: <[http://www.eeri.org/lfe/pdf/greece\\_lefkada\\_eeri\\_preliminary\\_rpt.pdf](http://www.eeri.org/lfe/pdf/greece_lefkada_eeri_preliminary_rpt.pdf)>

## **Řecko – Peloponés, 14. 2. 2008**

Na jihu Peloponésu došlo k největšímu zemětřesení z hlediska magnituda za posledních deset let. Epicentrum se nacházelo v Jónském moři, 50 km od města Kalamata a 225 km od Athén. Hodnota magnituda byla naměřena 6,9 a hloubka ohniska 29 km. Otřesy byly cítit na všech okolních ostrovech ale také v Egyptě, v Itálii a na Maltě.

I když velikost magnituda odpovídá silnému zemětřesení, nedošlo k žádným velkým materiálním škodám ani k žádným obětem na životech.

## Česká republika

Česká republika se nenachází v oblasti střetu litosférických desek ani v území, kde je velká sopečná činnost. Nemusíme se tedy obávat tak velkých zemětřesení, jaká se často vyskytují v Indonésii nebo v Japonsku. To ale neznamená, že se na našem území nevyskytují zemětřesení žádná. Zemětřesení jsou u nás slabší, méně častá, ale někdy s tragickými následky.

Geologicky dělíme naši republiku na Český masiv a Karpatskou soustavu. Hranice mezi nimi probíhá napříč Moravou, od severovýchodu k jihozápadu. Český masiv je klidnější. Jedná se o starší platformu, která byla stabilní, již před 200 milióny lety. Karpatská soustava patří k alpské zóně, kde ještě doznívá horotvorná činnost (Kukal, 1982).

Problémy nám nicméně nepůsobí jen otřesy vzniklé na území Česka, ale i silná zemětřesení v zahraničí. Jedná se hlavně o otřesy v oblasti Alp, Vídeňské pánve a Karpat. Poslední takový otřes ve Slovinsku v roce 1998 pocítila řada lidí i u nás. Až ve východních Čechách bylo registrováno zemětřesení vzniklé na hranicích Německa a Nizozemska v roce 1992 nebo zemětřesení v Rumunsku v roce 1997.<sup>29</sup>

Mezi hlavní příčiny zemětřesení u nás patří doznívající sopečná činnost (západní Čechy) a důlní otřesy (Ostravsko). V západních Čechách se otřesy vyskytují většinou v tzv. zemětřesných rojích, což jsou skupiny po sobě následujících otřesů s podobnou intenzitou. Neaktivnějšími oblastmi v ČR jsou Mariánskolázeňský zlom a Hronovsko-poříčský zlom. Dále se zemětřesení občas vyskytuje na Ostravsku, Opavsku, Kladensku a v Krušnohoří.

K vůbec největší tragédii na našem území došlo v roce 1763 v Komárně u Opavy. Následky jsou dnes k neuvěření. O život přišlo 63 lidí a dalších 102 jich bylo zraněno. Došlo také ke zřícení některých budov. Vážně bylo poničeno sedm kostelů. Šlo však o výjimečnou událost, která se už nikdy neopakovala.<sup>22</sup>

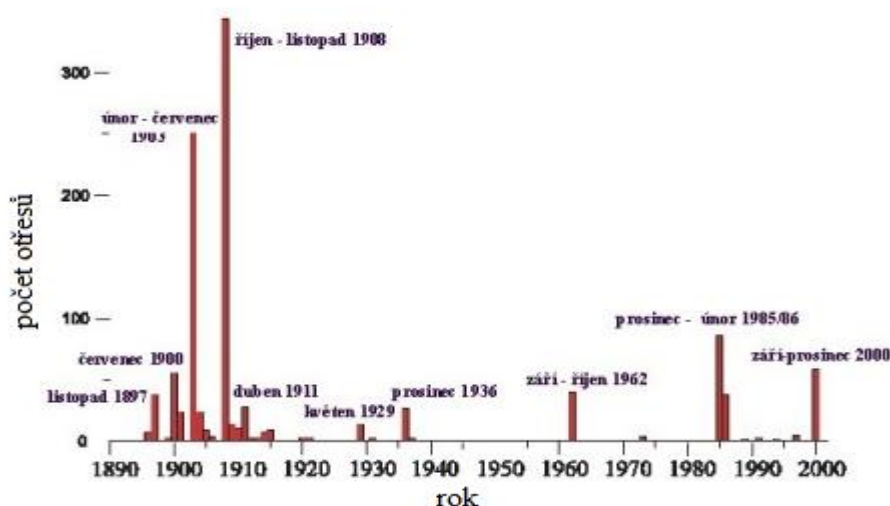
Nejvýznamnější zemětřesný roj, který se vyskytl na území České republiky, se vyskytl v letech 1985 – 1986. Nejsilnější otřes měl hodnotu magnituda 4,6. Došlo k narušení 15 % budov a otřesy byly cítit na velké části našeho území.<sup>30</sup>

<sup>29</sup> KORBEL, Jiří. Česko zasáhlo nejsilnější zemětřesení za 22 let. *Třebíčský deník*. 11. 10. 2008, roč. 2008, č. 295, s. 1. Dostupný z WWW: <trebickydenik.cz>.

<sup>30</sup> *Geofyzikální ústav Akademie věd ČR*. [online]. [2009-02-09]. [cit. 2009-04-06]. Dostupné na: <<http://www.ig.cas.cz/cz/struktura/observatore/zapadoceska-seismicka-sit-webnet/aktualne-o-seismicke-aktivite-v-zapadnich-cechach/>>

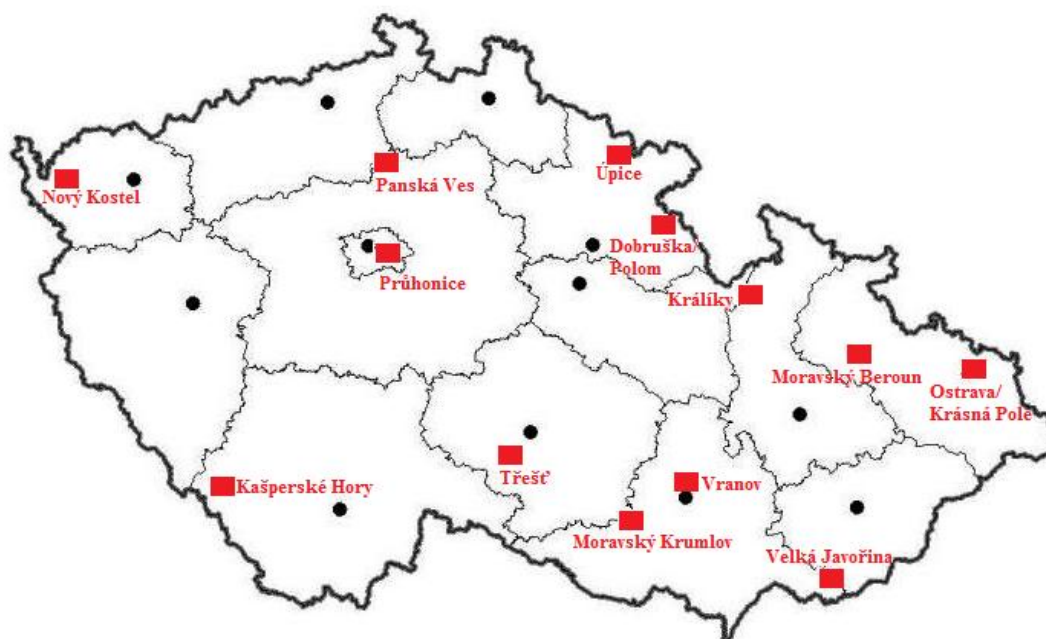
V roce 2008, po 22 letech, zasáhl ČR jeden z největších zemětřesných rojů. Postižena byla oblast západních Čech, hlavně Chebsko a Kraslicko. První otřes byl zaznamenán 6. 10. 2008 a jeden z posledních až 10. 12. 2008. Většina otřesů se pohybovala kolem hodnoty magnituda 2,0 a hloubka ohniska kolem 10 km. Hlavní epicentrum se nacházelo v oblasti Nového Kostela na Chebsku. Největší otřesy nastaly 14. a 28. 10. 2008. Vědci naměřili velikost magnituda 3,9.<sup>23</sup>

**Obr. 12: Roční počet otřesů pocitěných obyvateli západních Čech**



Zdroj: *Geofyzikální ústav Akademie věd ČR*. [online]. [2009-02-09]. [cit. 2009-04-06]. Dostupné na: <<http://www.ig.cas.cz/cz/struktura/observatore/zapadoceska-seismicka-sit-webnet/>> (upraveno)

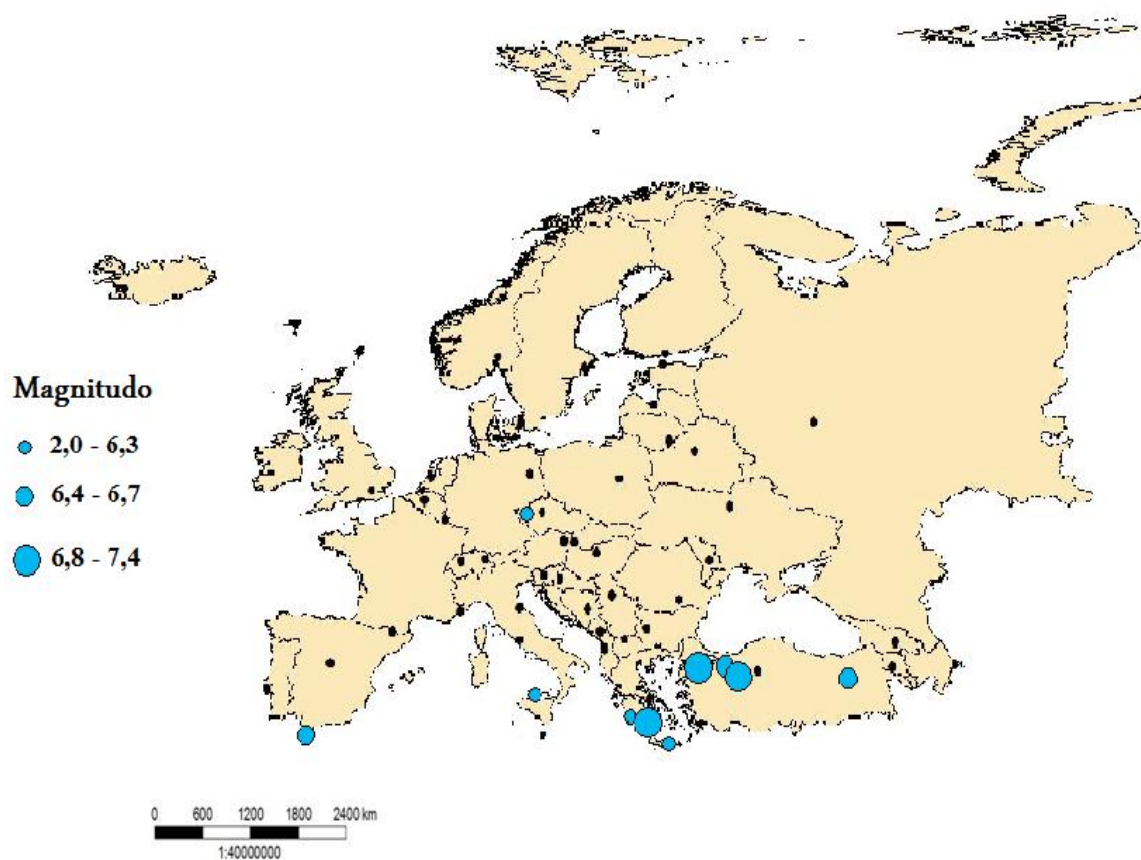
**Obr. 13: Česká regionální seizmická síť**



Zdroj dat: *Geofyzikální ústav Akademie věd ČR*. [online]. [2009-02-09]. [cit. 2009-04-06]. Dostupné na: <<http://www.ig.cas.cz/cz/seismicka-sluzba/zive-seismogramy/>> (upraveno)



**Obr. 14: Znáznornění charakterizovaných zemětřesení v letech 1999 – 2008 podle velikosti magnituda**



Zdroj hodnot: *USGS science for a changing World*. [online]. [2009-01-29]. [cit. 2009-04-07].  
Dostupné na: < <http://earthquake.usgs.gov/eqcenter/eqarchives/significant/> >

## 8. Analýza důsledků seizmické činnosti v Evropě

V této části bakalářské práce bych ráda shrnula důsledky zemětřesení, která v minulých letech postihla Evropu. Čím menší je hloubka ohniska daného zemětřesení, tím jsou jeho následky katastrofálnější. Většinou dochází k poškození majetku a ke ztrátě lidských životů. U některých zemětřesení také k doprovodným přírodním katastrofám (povodně, tsunami, požáry, sesuvy půdy, aj).

Jedny z nejhroživějších následků v historii Evropy mělo zemětřesení v okolí Lisabonu 1. 11. 1755. Nedaleko od hlavního města Portugalska bylo naměřeno největší magnitudo v celé historii Evropy. Udává se, že velikost magnituda byla kolem 9,0. Lisabon krátce po hlavním otřesu zasáhly obrovské vlny tsunami, které v některých místech dosahovaly výšky až 30 metrů. Ve městě také vypukly požáry, čímž se zvýšily počty obětí, a došlo k poškození 80 % budov.

Z hlediska počtu obětí je nejtragičtější událostí zemětřesení na jihu Itálie, v Messině, 28. 12. 1908. Odhady počtů zemřelých se pohybují mezi 70 000 – 120 000. Při této katastrofě také došlo k největšímu narušení staveb. Bylo poškozeno 90 % budov. I zde krátce po otřesu vypukly požáry, jejichž impulsem byla rozpálená kamna a rozžhavené komíny.

Menšími přírodními katastrofami byla doprovázena i další zemětřesení. V Turecku, v provincii Kútahya 28. 3. 1970, přišly krátce po zemětřesení povodně a obrovské sesuvy půdy. Hlavním důvodem vzniku požárů byl zkrat na elektrickém vedení a rozpálená kamna v domácnostech. Objevil se i takový názor, že na následky požáru zahynulo více lidí než na následky samotného zemětřesení. Povodně sice byly nápomocné k uhašení požáru, ale poničily také domy, které odolaly samotným otřesům. Sesuvy půdy zasypaly některé dopravní cesty a v některých částech zcela zastavili provoz.

Obrovskou vlnou tsunami a povodněmi byla také krátce po zemětřesení postižena turecká provincie Erzincan v roce 1939.

Na mapě, která znázorňuje výskyt evropských historických zemětřesení, můžeme vidět, že nejčastěji se seizmická aktivita s magnitudem větším jak 6,0 a s počtem obětí více jak 30 000 vyskytovala v oblasti Turecka a Itálie.

Co se týká posledních deseti let, tak k nejtragičtějšímu zemětřesení můžeme zařadit katastrofu v turecké provincii Izmit 17. 8. 1999. Při této události byla naměřena prozatím největší hodnota magnituda (7,4). Zahynulo zde také nejvíce lidí, konkrétně



17 100. Následně po zemětřesení vypukl obrovský požár v rafinérii, který poškodil moderní inženýrské konstrukce. Tato událost byla důležitá pro seismologii ve vztahu ke stavebnictví. Pro stavebníky se stala impulsem k tomu, aby začali budovat pevnější a odolnější domy, které vydrží i velice silné otřesy.

V mapě, která znázorňuje výskyt zemětřesení s magnitudem větším než 6,0 v posledních deseti letech, můžeme vidět, že nejčastěji se seizmicita objevovala v Turecku a v okolí Řecka.

Česká republika díky své geotektonické struktuře, která je tvořena blokem Českého masivu, vykazuje relativně slabou seizmickou aktivitu. Výskyt zemětřesení je omezen pouze na obvodové části Českého masivu. Svými účinky zasahují na území České republiky také silnější zemětřesení z východoalpské seizmicky aktivní oblasti, z Panonské pánve, Západních a Východních Karpat a z jihovýchodního Německa.<sup>31</sup> Nejintenzivněji pocítili lidé na našem území zemětřesení, jehož epicentrum se nacházelo v severovýchodní Itálii v roce 1976. Jednalo se o nejsilnější zemětřesení, které postihlo střední Evropu v posledním století (Kukal, 1982).

Od roku 1991 zaznamenaly seizmografy na našem území mnoho dalších zemětřesení s epicentrem v jiném státě.

V následující tabulce jsou vypsána zemětřesení od roku 1991, která byla zaznamenána na území ČR, ale epicentrum se vyskytovalo v jiném státě. Uvedena jsou pouze ta zemětřesení, jejichž hodnota magnituda byla větší nebo rovna 4,5.

**Tab. 4: Zaznamenaná zemětřesení na území České republiky v letech 1992 – 2004**

Datum	Epicentrum	Magnitudo	oblast v ČR
13. 4. 1992	Roermond, Nizozemí	5,3	Litvínov
1.11. 1993	Lubín, Polsko	4,6	Turnov
11. 9. 1996	Halle, Německo	4,9	Karlovy Vary,
11. 7. 2000	Vídeň, Rakousko	4,8	Brno, Č. Budějovice
17. 7. 2001	Severní Itálie	5,6	Plzeň
14. 2. 2002	Friuli, Itálie	5,0	Praha
16. 2. 2002	Lubín, Polsko	4,5	Rokytnice n. Jizerou
20. 2. 2002	Lubín, Polsko	5,0	Ústí n. Labem
14. 9. 2003	Severní Itálie	4,9	Prachatice
12. 7. 2004	Rakousko	5,1	Praha, Prachatice,
30. 11. 2004	Polsko	4,5	Ostrava, Karviná,

Zdroj hodnot: *Geofyzikální ústav Akademie věd ČR*. [online]. [2009-02-09]. [cit. 2009-04-06]. Dostupné na: <<http://www.ig.cas.cz/userdata/files/seismicka-sluzba/catalogues/felt1991.pdf>> (upraveno)

<sup>31</sup> *Ekolist*. [online]. [2009-10-12] [cit. 2009-04-24]. Dostupné na: <<http://www.ekolist.cz/zprava.shtml?x=2123434>>

Česká republika, ostatně jako další státy, poskytuje humanitární pomoc státům postiženým zemětřesením. Většinou pomáhá těm státům, které o to sami požádají. Největší humanitární organizací u nás je občanské sdružení Českého červeného kříže. V zahraničí také pomáhá 6. polní nemocnice armády České republiky. Dále je na likvidaci následků po zemětřesení připraven Hasičský záchranný sbor ministerstva vnitra ČR.

V posledních deseti letech byla naše humanitární pomoc po zemětřesení v Evropě nejvíce věnována Turecku v roce 1999. Po ničivé katastrofě, která postihla 17. 8. 1999 okolí Izmitu, panoval kritický nedostatek pitné vody, nedostatek míst v nemocnicích a hrozilo nebezpečí šíření epidemií. Za této situace vyjely dne 23. 8. 1999 do postižených tureckých měst mobilní týmy 6. polní nemocnice. Po souhlasu Parlamentu České republiky byla do postižené oblasti přemístěna i hlavní část polní nemocnice a působila zde až do stabilizace situace a převzetí úkolů místními silami. Zdravotnický personál složený celkem z 35 členů poskytoval místnímu obyvatelstvu odbornou lékařskou pomoc. Příslušníci nemocnice také zabezpečovali zdravotnickou podporu táborům dočasného ubytování. Mise byla ukončena až 31. 10. 1999. Za celou dobu, co naši zdravotníci v Turecku působili, ošetřili celkem 8 251 pacientů. Na likvidaci následků způsobených zemětřesením se podílely i síly Civilní ochrany České republiky.<sup>32</sup>

Jako příklad působení Hasičského záchranného sboru ČR bych uvedla pomoc v Turecku rovněž v roce 1999. Konkrétně byla zemětřesením zasažena provincie Düzce 12. 11. 1999. Operační a informační středisko Hasičského záchranného sboru obdrželo 12. 11. 1999 žádost Ministerstva zahraničních věcí o vyslání týmu záchranářů na pomoc do turecké oblasti postižené zemětřesením. Hned následující den odletěla na pomoc do Turecka 13 členná jednotka Hasičského záchranného sboru. Jednalo se o 7 hasičů, jednoho lékaře a 5 psovodů se psy ze Svazu záchranných brigád kynologů ČR. Celá jednotka byla vybavena také hydraulickým zařízením a speciálními přístroji pro záchranu osob. O vybavení se postaral Hasičský záchranný sbor hlavního města Prahy. Kromě vyprošťování osob se jednotka také podílela na základní pomoci obyvatelstvu. Nepodařilo se ale vyprostit žádnou živou osobu. Záchranáři se z Turecka vrátili 18. 11.

---

<sup>32</sup> *Ministerstvo obrany České republiky*, [online]. [cit. 2009-04-25]. Dostupné na: <<http://www.army.cz/scripts/detail.php?id=3706>>

1999. Na pomoc do Turecka přijelo celkem 44 týmů z 29 zemí včetně USA a Japonska. Náš tým byl v první desítce záchranářských týmů.<sup>33</sup>

Existuje spousta možností, dopady zemětřesení zmírnit. Nyní bych se pokusila shrnout základní preventivní opatření, která vedou ke zmírnění následků zemětřesení. Z hlediska zmírnění dopadů zemětřesení na lidi a majetek jsou nejdůležitější a nejučinnější opatření technická. Tato opatření se uplatňují při projektování a konstrukci staveb a při projektování a provádění zvyšování odolnosti důležitých objektů. Jejich cílem je snížit zranitelnost staveb a jejich zařízení vůči zemětřesení. Opatření jsou ale finančně náročná, a proto jsou obvykle používána jen na vybrané objekty, jako jsou: přehrady, průmyslové podniky, hlavně ty s rizikovými technologiemi, sklady a úložiště rizikových látek, jaderná zařízení, vojenské objekty, školy, nemocnice, důležité mosty apod. Cílem technických opatření je zachovat celistvost a funkčnost daného objektu či důležitého technologického celku. Technická opatření zvyšující odolnost proti zemětřesením jsou jiná pro stávající objekty a jejich zařízení a jiná pro nově plánované budovy a jejich zařízení. V některých státech Evropy se již začaly stavět budovy, které vydrží otřesy do velikosti magnituda 6,0 (např. Rumunsko, Makedonie, Itálie). Mezi důležitá opatření dále patří organizace, do které spadají havarijní plány obcí a okresů. Tyto plány se pokouší zabránit vzniku paniky a snížit případné ztráty na lidských životech i majetku na minimum. Cílem organizačního opatření je zabránit vzniku sekundárních účinků zemětřesení, např. vzniku a šíření požáru, úniku plynu, apod. Z analýzy následků řady silných zemětřesení v různých částech světa (např. Vrancea – Rumunsko, 1977, Kútahya – Turecko, 1970) vyplývá, že nejvíce obětí a škod působí právě sekundární účinky zemětřesení. V těch oblastech, kde je riziko velmi silného zemětřesení, je třeba obyvatelstvo pravidelně informovat. Nejdůležitější je poučit obyvatele co mají dělat před, po a při zemětřesení. Hlavním cílem je zabránit panice a snížit škody způsobené sekundárními účinky na minimum (Procházková, 2002).

V posledních letech se vědci usilují o spuštění varovného systému před zemětřesením ve Středomoří. Stejně jako preventivní opatření, i tento systém povede ke snížení následků seizmické aktivity v dané oblasti. Během posledních 30 let se v Evropě odehrála pětina všech ničivých zemětřesení na Zemi. Šlo o 140 událostí, které zavinily smrt 60 tisíc lidí. Odborníci sice znají oblasti, kde se zemětřesení vyskytují nejčastěji, ale předpovědět je nedokážou. Několik let už odborníci pracují na vývoji zařízení, které

---

<sup>33</sup> USAR, *Vyhledávací a záchranný odřad do obydlených oblastí*. [online]. [cit. 2009-04-25]. Dostupné na: <<http://www.usar.cz/webmagazine/articles.asp?ida=71&idk=249>>

by bylo schopno varovat obyvatelstvo před blížící se katastrofou. První myšlenka o vytvoření tohoto systému se objevila již na konci 19. století. V posledních letech se ale technika natolik zlepšila, že je možné projekt uskutečnit. Hlavním tvůrcem projektu je SAFER – Seismic early warning for Europe. Varovný systém by měl být složen ze sítě seizmografů, které by byly umístěny v seizmicky nejaktivnějších oblastech. Signály ze seizmografů by putovaly do centrálního počítače, který by dokázal jejich analýzou už během prvních sekund určit, kde se nachází zdroj chvění. Systém by tak byl schopen vydat varování pro město vzdálené i několik kilometrů od epicentra. Nyní se pracuje na vývoji varovného zařízení v pěti evropských městech (Istanbul, Bukurešť, Atény, Káhiru a Neapol). Můžeme tedy jen doufat, že se vědcům podaří projekt dokončit, a že turisté na dovolené ve Středomoří v případě otřesů půdy stihnou najít to nejbezpečnější místo.<sup>34</sup>

---

<sup>34</sup> EVA, Vlčková. Dvacet sekund na záchranu. *Lidové noviny* [online]. 2008 [cit. 2009-04-28], s. 1-2. Dostupný z WWW: <lidovky.cz>. ISSN 1213-1385.

## 9. Závěr

Hlavním cílem bakalářské práce s názvem Významná světová zemětřesení v Evropě a jejich důsledky byla charakteristika seizmické aktivity v daném území. Dílčím cílem byla analýza důsledků zemětřesení.

Nejčastěji se seizmická aktivita objevuje v jižní Evropě v oblasti Středomoří. Je to dáno střetem dvou velkých litosférických desek – africké a euroasijské. Největší hodnota magnituda (9,0) byla v historii naměřena při zemětřesení v Lisabonu v roce 1755. Za nejtragičtější zemětřesení můžeme považovat katastrofu, která postihla jižní Itálii v roce 1908. Odhady počtu obětí se zde pohybují v rozmezí 75 000 až 120 000. V posledních deseti letech se seizmická aktivita vyskytovala převážně v Turecku. Největší a nejtragičtější událostí v letech 1999 – 2008 bylo zemětřesení v oblasti Izmitu (Turecko) v roce 1999. Hodnota magnituda zde byla naměřena 7,4 a počet obětí se vyšplhal až k 17 000. Ve srovnání s historickou seizmickou aktivitou v Evropě byla zemětřesení v této době menší z hlediska velikosti magnituda a méně tragická co do počtu obětí. V historii bylo nejvíce v České republice pocítno zemětřesení s epicentrem v severní Itálii v roce 1976.

Dokladem toho, že seizmická činnost je na území Evropy neustále aktivní, je nedávné zemětřesení ve střední Itálii. Otřesy přišly 6. 4. 2009 v nočních hodinách a zasáhly střední část státu. Hlavním důvodem katastrofy je pravděpodobně geologická a tektonická stavba v okolí města Aquile. V šedesátitisícovém městě se zřítilo až deset tisíc budov. Otřesy pocítili i lidé v 85 km vzdáleném Římě. Celou katastrofu dokonce zaznamenaly i citlivé seizmografy v Novém Kostele na Chebsku. Celkem zahynulo 287 lidí a 40 000 obyvatel přišlo o střechnu nad hlavou. Na humanitární pomoci se mimo jiných států podílela i Česká republika. Zapojila se hlavně organizace Českého červeného kříže. Udává se, že toto zemětřesení bylo pro Itálii nejhorší za posledních deset let.

Zemětřesení je jen těžko předvídatelnou katastrofou. Vědci často spekulují o tom, že jediným kdo zemětřesení dokáže předpovídat nebo tušit jsou zvířata. Po lisabonském zemětřesení v roce 1755, kdy ve městě zahynulo kolem 60 000 lidí, napsal Jean Jacques Rousseau: „ Je to cena, kterou lidstvo platí za civilizaci. Kdyby žilo v přírodě, nemusilo by se zemětřesení obávat“ (Kukal, 1982).

## 10. Summary

Principal aim of my bachelor thesis with the title „Significant world earthquakes in Europe and their consequences“ is characterization of seismic activity in this territory. Particpal aim is analysis of earthquake consequences. Whole bachelor thesis was written background research from accessible literature and from actual monitoring of risc factors in Europe territory. The main data source was U. S. Geological Survey.

Seismic aktivty is in the most cases in South Europe in Mediterranean. It is due to collision of two large litosphere plates – african and euroasia. The highest value of magnitude (9,0) was measured out during earthquakue in Lisabon in 1755. The most catastrophic earthquake was in South Italy in 1908. Estimation of numer of vitims is between 75 000 and 120 000. Globally, earthquakues with magnitude higher then 6, 0 is mostly in Italy. The second territory is Turkey. In last ten years is seismic activity the most often in Turkey. The biggest and the most catastrophic incident during 1999 – 2008 was earthquakue in Izmit area in Turkey in 1999. The value of magnitude was measured as 7,4 and numer of victims was around 17 000. Compared to historical seismic activities in Europe were earthquakes in this period in lesser value in light of value of magnitude and less catastrophic in light of numer of victims.

In the last chapter with title „Analysis of seismic activity consequences in Europe“, there are mentioned earthquakues, that were attached with other havocs, for example fire, floods, landships etc. Some earthquakues were written down on Czech seismographs. Earthquakue in North Italy in 1976 was written down as the most intensive. The biggest earthquakue that has been written down since 1992 was from epicentre in South Italy and has been felt in Pilsen surroundins as the most. The biggest project, that will be put into operation by scientiststs is the early warning system in Mediterranean area. System is able to alert city that is far away from epicentre. Scientists work on warning system developement in five European cities (Istanbul, Bucharest, Athens, Cairo and Naples).

## 11. Použitá literatura

### A) Knižní

1. PROCHÁZKOVÁ, Dana. *Komplexní studium procesu vzniku zemětřesení ve střední Evropě*. 1. vyd. Praha: Ústav mezinárodního práva, 1996. 74 s., ISBN 80-85864-21-5.
2. MORRIS, Neil. *Zemětřesení*. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2003. 31 s. ISBN 80-7226-935-6.
3. PROCHÁZKOVÁ, Dana. *Seismické inženýrství na prahu třetího tisíciletí*. 1. vyd. Praha: s. n. 2002. 27 s. ISBN 80-238-8661-4.
4. JAKEŠ, Petr, KOZÁK, Jan. *Vlny hrůzy: Zemětřesení, sopky a tsunami*. 1. vyd. Praha: NLN, Nakladatelství Lidové noviny, 2005. 221 s. ISBN 80-7106-772-5 .
5. JAKEŠ, Petr. *Planeta Země*. 1. vyd. Praha: Svoboda, 1984. 416 s.
6. KUKAL, Zdeněk. *Přírodní katastrofy*. 1.vyd. Praha: Horizont, 1982. 256 s.
7. BEAZLEY, Mitchell. *Anatomie Země*. Jaroslav Sládek. 2. vyd. Praha: Albatros, 1983. 121 s.
8. BRÁZDIL, R. A KOL. *Úvod do studia planety Země*. 1.vyd. Praha: SPN, 1988. 365 s.
9. *Guide to place of the World*. Červinka Pavel, Ouředníková Lenka. 2. vyd. Praha: Readers Digest Výběr, spol.sr.o., 2000. ISBN 80-86196-17-8.
10. VIGUÉ, Jordi. *100 největších přírodních katastrof: ničivá síla přírody na pěti kontinentech*. 3. vyd. Čestice: Rebo, 2007. 207 s. ISBN 978-80-7234-842-8.
11. POLEDNE, Aleš. *Největší katastrofy 20. století*. 1. vyd. Praha: Volvox Globator, 2001. 153 s. ISBN 80-7207-423-7.
12. HUGHES, James. *Velká obrazová všeobecná encyklopedie*. 1. vyd. Praha: Václav Svojtka & Co, 1999. 792 s. ISBN 80-7237-256-4 .

### B) Elektronická

1. *Geofyzikální ústav AV ČR*. [online]. [cit. 2009-04-11]. Dostupné na: <<http://tech.jib.cz/veda-a-vyzkum/mxmcontacts.2008-03-8121272/mxmcontactsorganization2008-04-04.9824476791>>
2. *Česká geologická služba*. [online]. [cit. 2009-04-11]. Dostupné na: <<http://www.geology.cz/extrakt/onas>>
3. *Ústav geoniky AV ČR*. [online]. [cit. 2009-04-11]. Dostupné na: <<http://www.ugn.cas.cz/index.php?l=cz&p=about/about.php>>

4. *Český červený kříž*. [online]. [cit. 2009-04-11]. Dostupné na:  
<<http://www.cervenkykriz.eu/cz.php?id=kdojsme>>
5. *Wikipedia, The free encyclopedia*. [online]. [cit. 2009-04-11]. Dostupné na:  
<[http://en.wikipedia.org/wiki/United\\_States\\_Geological\\_Survey](http://en.wikipedia.org/wiki/United_States_Geological_Survey)>
6. *European-Mediterranean Seismological centre*. [online]. [cit. 2009-04-11].  
Dostupné na: <<http://www.emsc-csem.org/index.php?page=about&sup=org>>
7. *Earthquake Engineering Research Institute*. [online]. [cit. 2009-04-11]. Dostupné na:  
<<http://www.eeri.org/site/about-us>>
8. *Přírodní katastrofy a enviromentální katastrofy, multimediální výuková příručka*.  
[online]. [cit. 2009-02-01]. Dostupné na:  
<<http://www.sci.muni.cz/%7Eherber/quake.htm>>
9. *About.com: Geology, Europe Earthquake Information*. [online]. [cit. 2009-02-17].  
Dostupné na: <[http://geology.about.com/gi/dynamic/offsite.htm?zi=1/XJ/Ya&sdn=geology&cdn=education&tm=445&gps=50\\_915\\_1276\\_630&f=00&tt=14&bt=0&bts=1&zu=http%3A//www.gein.noa.gr/English/seismicity.html](http://geology.about.com/gi/dynamic/offsite.htm?zi=1/XJ/Ya&sdn=geology&cdn=education&tm=445&gps=50_915_1276_630&f=00&tt=14&bt=0&bts=1&zu=http%3A//www.gein.noa.gr/English/seismicity.html)>
10. *National Information Service for Earthquake Engineering, University of California, Berkeley*. [online]. [2009-11-12]. [cit. 2009-03-15]. Dostupné na:  
<<http://nisee.berkeley.edu/lisbon/>>
11. *Wikipedia, The free Encyklopedia*, [online]. [2009-02-28]. [cit. 2009-03-02].  
Dostupné na: <[http://en.wikipedia.org/wiki/1755\\_Lisbon\\_earthquake](http://en.wikipedia.org/wiki/1755_Lisbon_earthquake)>
12. *J. Zedník, Smrt a zkáza: Messina 1908*. [online]. [cit. 2009-03-02]. Dostupné na:  
<<http://files.katastrofy.webnode.cz/200000007-5da775ea17/Mesina%201908%20-%20Smrt%20a%20zk%C3%A1za%20%20MF%20Dnes%20K%20v%C3%BDro%C4%8D%C3%AD%20zem%C4%9Bt%C5%99esen%C3%AD.doc>>
13. *Balkan Geophysical Society*. [online]. [2009-01-29]. [cit. 2009-03-14]. Dostupné na  
www: <[http://www.balkangeophysoc.gr/menu/congresses/oral/62\\_63\\_O8\\_13-BoykoRanguelov\\_2.PDF](http://www.balkangeophysoc.gr/menu/congresses/oral/62_63_O8_13-BoykoRanguelov_2.PDF) >
14. *BBC news*, [online]. [cit. 2009-03-14]. Dostupné na:  
<[http://news.bbc.co.uk/onthisday/hi/dates/stories/july/26/newsid\\_2721000/2721635.stm](http://news.bbc.co.uk/onthisday/hi/dates/stories/july/26/newsid_2721000/2721635.stm)>
15. *Wikipedia, The free Encyklopedia*, [online]. [2009-03-11]. [cit. 2009-03-18].  
Dostupné na: <[http://en.wikipedia.org/wiki/1976\\_Friuli\\_earthquake](http://en.wikipedia.org/wiki/1976_Friuli_earthquake)>
16. *BBC news*, [online]. [cit. 2009-03-18]. Dostupné na:  
<[http://news.bbc.co.uk/onthisday/hi/dates/stories/julymay/7/newsid\\_2518000/2518519.stm](http://news.bbc.co.uk/onthisday/hi/dates/stories/julymay/7/newsid_2518000/2518519.stm)>
17. *Zemljotres od 15.aprila 1979.godine*, [online]. [cit. 2009-03-23]. Dostupné na:  
<<http://www.seismo.cg.yu/1979.html>>



18. *Montenegro Earthquake: The Conservation of the Historic Monuments and Art Treasures, 1984, UNESCO*, [online]. [cit. 2009-03-23]. Dostupné na: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001472/14720eo.pdf>>).
19. *Engineering consulting informatic services*. [online]. [2009-01-29]. [cit. 2009-03-28]. Dostupné na: <[http://absconsulting.com/resources/Catastrophe\\_Reports/Izmit-Turkey-1999.pdf](http://absconsulting.com/resources/Catastrophe_Reports/Izmit-Turkey-1999.pdf)>
20. *Ministerstvo obrany České republiky*, [online]. [cit. 2009-03-28]. Dostupné na: <<http://www.army.cz/scripts/detail.php?id=3706Zemětřesení%20v%20Turecku>>
21. *International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies*. [online]. [cit. 2009-03-28]. Dostupné na: <[http://www.ifrc.org/cgi/pdf\\_appeals.pl?99/199935.pdf](http://www.ifrc.org/cgi/pdf_appeals.pl?99/199935.pdf)>
22. *Ragnar Stefánsson, Gunnar B. Guðmundsson, Páll Halldórsson, The two large earthquakes in the South Iceland seismic zone*. [online]. [2000-07-26]. [cit. 2009-03-31]. Dostupné na: <[http://hraun.vedur.is/ja/skyrslur/June17and21\\_2000/index.html](http://hraun.vedur.is/ja/skyrslur/June17and21_2000/index.html)>
23. *Ragnar Sigbjörnsson, University of Iceland, Earthquake Engineering Research Centre*. [online]. [cit. 2009-03-31]. Dostupné na: <<http://www.eaee.boun.edu.tr/bulletins/v20/v20web/iceland.htm>>
24. *Voice of America*, [online]. [2002-02-03]. [cit. 2009-04-01]. Dostupné na: <<http://www.voanews.com/english/archive/2002-02/a-2002-02-03-9-At.cfm>>
25. *Gustavo Borel Menezes, Global Alliance for Disaster Reduction*. [online]. [2002-09-06]. [cit. 2009-04-02]. Dostupné na: <<http://www.gadr.unnc.edu/hzeventdetails.cmf?ID=7>>
26. *Earthquake Engineering Research Institute*. [online]. [2002-05-01]. [cit. 2009-04-03]. Dostupné na: <[http://www.eeri.org/lfe/pdf/turkey\\_bingol\\_eeri\\_preliminary\\_report.pdf](http://www.eeri.org/lfe/pdf/turkey_bingol_eeri_preliminary_report.pdf)>
27. *European-Mediterranean Seismological centre*. [online]. [2003-08-14]. [cit. 2009-04-04]. Dostupné na: <[http://www.emsc-csem.org/Doc/Lefkada\\_AUTH.pdf](http://www.emsc-csem.org/Doc/Lefkada_AUTH.pdf)>
28. *Earthquake Engineering Research Institute*. [online]. [2002-05-01]. [cit. 2009-04-04]. Dostupné na: <[http://www.eeri.org/lfe/pdf/greece\\_lefkada\\_eeri\\_preliminary\\_rpt.pdf](http://www.eeri.org/lfe/pdf/greece_lefkada_eeri_preliminary_rpt.pdf)>
29. KORBEL, Jiří. Česko zasáhlo nejsilnější zemětřesení za 22 let. Třebíčský deník. 11. 10. 2008, roč. 2008, č. 295, s. 1. Dostupný z WWW: <[trebickydenik.cz](http://trebickydenik.cz)>.
30. *Geofyzikální ústav Akademie věd ČR*. [online]. [2009-02-09]. [cit. 2009-04-06]. Dostupné na: <<http://www.ig.cas.cz/cz/struktura/observatore/zapadoceska-seismicka-sit-webnet/aktualne-o-seismicke-aktivite-v-zapadnich-cechach/>>
31. *Ekolist*. [online]. [2009-10-12] [cit. 2009-04-24]. Dostupné na: <<http://www.ekolist.cz/zprava.shtml?x=2123434>>
32. *Ministerstvo obrany České republiky*, [online]. [cit. 2009-04-25]. Dostupné na: <<http://www.army.cz/scripts/detail.php?id=3706>>

33. *USAR, Vyhledávací a záchranný odřad do obydlených oblastí.* [online]. [cit. 2009-04-25]. Dostupné na:  
<<http://www.usar.cz/webmagazine/articles.asp?id=71&idk=249>>
34. EVA, Vlčková. Dvacet sekund na záchranu. Lidové noviny [online]. 2008 [cit. 2009-04-28], s. 1-2. Dostupný z WWW: <[lidovky.cz](http://lidovky.cz)>. ISSN 1213-1385.
35. *USGS science for a changing World* . [online]. [2009-01-29]. [cit. 2009-03-15]. Dostupné na: <[http://earthquake.usgs.gov/regional/world/events/1954\\_04\\_30.php](http://earthquake.usgs.gov/regional/world/events/1954_04_30.php)>
36. *USGS science for a changing World* . [online]. [2009-01-29]. [cit. 2009-03-23]. Dostupné na: <[http://earthquake.usgs.gov/regional/world/events/1979\\_12\\_26.php](http://earthquake.usgs.gov/regional/world/events/1979_12_26.php)>
37. *USGS science for a changing World* . [online]. [2009-01-29]. [cit. 2009-03-28]. Dostupné na:  
<[http://earthquake.usgs.gov/eqcenter/eqarchives/significant/sig\\_1999.php](http://earthquake.usgs.gov/eqcenter/eqarchives/significant/sig_1999.php)>
38. *USGS science for a changing World* . [online]. [2009-01-29]. [cit. 2009-03-28]. Dostupné na: <<http://earthquake.usgs.gov/research/geology/turkey/index.php>>
39. *USGS science for a changing World* . [online]. [2009-01-29]. [cit. 2009-03-18]. Dostupné na: <[http://earthquake.usgs.gov/regional/world/events/1970\\_03\\_28.php](http://earthquake.usgs.gov/regional/world/events/1970_03_28.php)>
40. *WorldAtlas.com.* [online]. [cit. 2009-03-31]. Dostupné na:  
<<http://www.worldatlas.com/atlas/infopage/tectonic.gif>>
41. *Wikipedia, otevřená encyklopedie.* [online]. [cit. 2009-04-01]. Dostupné na: <[http://cs.wikipedia.org/wiki/Seismick%C3%A1\\_vlna](http://cs.wikipedia.org/wiki/Seismick%C3%A1_vlna)>
42. *Global Seismic Hazard Assessment Program.*[online].[2000-01-14].[cit. 2009-02-11]. Dostupné na: <<http://www.seismo.ethz.ch/GSHAP/eu-af-me/>>
43. *USGS science for a changing World* . [online].[2009-01-06].[cit. 2009-02-25]. Dostupné na: <<http://earthquake.usgs.gov/eqcenter/eqarchives/significant>>
44. *USGS science for a changing World* . [online].[2009-01-29].[cit. 2009-02-28]. Dostupné na: <[http://earthquake.usgs.gov/regional/world/events/1755\\_11\\_01.php](http://earthquake.usgs.gov/regional/world/events/1755_11_01.php)>
45. *USGS science for a changing World* . [online]. [2009-01-29]. [cit. 2009-03-14]. Dostupné na:<[http://earthquake.usgs.gov/regional/world/historical\\_country.php#greece](http://earthquake.usgs.gov/regional/world/historical_country.php#greece)>
46. *USGS science for a changing World* . [online]. [2009-01-29]. [cit. 2009-03-18]. Dostupné na: <<http://earthquake.usgs.gov/regional/world/turkey/map.php>>
47. *USGS science for a changing World* . [online]. [2009-01-29]. [cit. 2009-03-23]. Dostupné na: <[http://earthquake.usgs.gov/regional/world/events/1979\\_12\\_26.php](http://earthquake.usgs.gov/regional/world/events/1979_12_26.php)>
48. *USGS science for a changing World* . [online]. [2009-01-29]. [cit. 2009-04-02]. Dostupné na: <<http://earthquake.usgs.gov/regional/world/iceland/seismicity.php>>

49. *USGS science for a changing World* . [online]. [2009-01-29]. [cit. 2009-04-02].  
Dostupné na: <<http://earthquake.usgs.gov/eqcenter/eqinthenews/2002/usitab/>>
50. *USGS science for a changing World* . [online]. [2003-05-01]. [cit. 2009-04-03].  
Dostupné na: <[http://neic.usgs.gov/neis/eq\\_depot/2003/eq\\_030501/](http://neic.usgs.gov/neis/eq_depot/2003/eq_030501/)>
51. *Geofyzikální ústav Akademie věd ČR*. [online]. [2009-02-09]. [cit. 2009-04-06].  
Dostupné na: <<http://www.ig.cas.cz/cz/struktura/observatore/zapadoceska-seismicka-sit-webnet/>>
52. *Geofyzikální ústav Akademie věd ČR*. [online]. [2009-02-09]. [cit. 2009-04-06].  
Dostupné na: <<http://www.ig.cas.cz/cz/seismicka-sluzba/zive-seismogramy/>>
53. *Geofyzikální ústav Akademie věd ČR*. [online]. [2009-02-09]. [cit. 2009-04-06].  
Dostupné na: <<http://www.ig.cas.cz/userdata/files/seismicka-sluzba/catalogues/felt1991.pdf>>

## 12. Přílohy

**Příloha č. 1: Nejničivější zemětřesné události ve světě (podle počtu obětí)**

Datum	Místo	Počet obětí	Magnitudo
23. 1. 1556	Čína – Shansi	830 000	8
26. 12. 2004	Sumatra	280 000	9
27. 7. 1976	Čína – Ťan-Šan	255 000	7,5
9. 8. 1138	Sýrie - Alepo	230 000	-
22. 5. 1927	Čína – Xining	200 000	7,9
22. 12. 856	Irán - Damghan	200 000	-
16. 12. 1920	Čína - Gansu	200 000	8,6
23. 3. 1893	Irán – Ardabil	150 000	-
1. 9. 1923	Japonsko – Kanto	143 000	7,9
5. 10. 1948	Turkmenistán – Ašchabad	110 000	7,3
28. 12. 1908	Itálie - Messina	70 – 100 000	7,2
? 9. 1920	Čína – Čihli	100 000	-
? 11. 1667	Kavkaz – Šemacha	80 000	-
18. 11. 1727	Irán – Tabríz	77 000	-
1. 11. 1755	Portugalsko – Lisabon	70 000	8,7
25. 12. 1932	Čína – Gansu	70 000	7,6
31. 5. 1970	Peru	66 000	7,9
1268	Přední Asie	60 000	-
11. 1. 1693	Itálie – Sicílie	60 000	-
30. 5. 1935	Pákistán – Quetta	30 – 60 000	7,5
1. 2. 1783	Itálie – Kalábrie	50 000	-
20. 6. 1990	Irán - Bam	50 000	7,7

Zdroj: Jakeš, 2005

Poznámka: - údaj nepublikován či nezjištěn

## Příloha č. 2: Obrazová dokumentace



1. Ukázka poničení budov po zemětřesení v Itálii - Messina, 28. 12. 1908<sup>35</sup>



2. Zničení střední školy při zemětřesení v Makedonii - Skopje, 26. 7. 1963<sup>36</sup>

3. Zničení vlakového nádraží v Makedonii - Skopje, (dnes muzeum), 26. 7. 1963<sup>37</sup>

<sup>1</sup> *Odklepnuto, internetová aukce*, [online]. [cit. 2009-04-29]. Dostupné na: <<http://www.odklepnuto.cz/aukce1271065-messina-po-zemetreseni-1908>>

<sup>2</sup> *OECD, Directorate for Education*. [online]. [cit. 2009-04-29]. Dostupné na: <<http://www.oecd.org/dataoecd/43/26/33628606.GIF>>

<sup>3</sup> *FLICKR*. [online]. [cit. 2009-04-29]. Dostupné na: <[http://images.google.com/imgres?imgurl=http://farm4.static.flickr.com/3006/2389901910\\_9495ca4167.jpg%3Fv%3D0&imgrefurl=http://flickr.com/photos/9549670%40N05/2389901910/&usq=\\_\\_UKCgJCszXgb3YCSx8PQrsBPP4=&h=321&w=480&sz=88&hl=cs&start=2&tbnid=ugZl7ahvRJcyAM:&tbnh=86&tbnw=129&prev=/images%3Fq%3Dearthquake%2Bin%2BSkopje%26gbv%3D2%26hl%3Dcs](http://images.google.com/imgres?imgurl=http://farm4.static.flickr.com/3006/2389901910_9495ca4167.jpg%3Fv%3D0&imgrefurl=http://flickr.com/photos/9549670%40N05/2389901910/&usq=__UKCgJCszXgb3YCSx8PQrsBPP4=&h=321&w=480&sz=88&hl=cs&start=2&tbnid=ugZl7ahvRJcyAM:&tbnh=86&tbnw=129&prev=/images%3Fq%3Dearthquake%2Bin%2BSkopje%26gbv%3D2%26hl%3Dcs)>



4. Zničené sídliště po zemětřesení v Turecku - Izmit, 17. 8. 1999<sup>38</sup>



5. Poničení mešity v Turecku - Düzce , 12. 11. 1999<sup>39</sup>



6. Vznik povrchových trhlin po zemětřesení na Islandu, 17. 6. 2000<sup>40</sup>



7. Bezmoc lidí po zemětřesení v Turecku, 1. 5. 2003<sup>41</sup>

<sup>4</sup>Kandily Observatory, Earthquake Research Institute. [online]. [cit. 2009-04-29]. Dostupné na: <[http://www.eas.slu.edu/Earthquake\\_Center/TURKEY/](http://www.eas.slu.edu/Earthquake_Center/TURKEY/)>

<sup>5</sup>University of NOTRE DAME. [online]. [cit. 2009-04-29]. Dostupné na: <[http://www.nd.edu/~concrete/1999\\_duzce\\_earthquake\\_reconnaissance/mosque.html/](http://www.nd.edu/~concrete/1999_duzce_earthquake_reconnaissance/mosque.html/)>

<sup>6</sup>International Geological congress Oslo2008 . [online]. [cit. 2009-04-29]. Dostupné na: <<http://www.33igc.org/coco/entrypage.aspx?t=iceland&containerid=10357&parentid=11131&objectid=10826&entrypage=false&guid=1&lnodeid=6&pageid=5001>>

<sup>7</sup>How stuff works. [online]. [cit. 2009-04-29]. Dostupné na: <[http://images.google.cz/imgres?imgurl=http://static.howstuffworks.com/gif/survive-earthquake5.jpg&imgrefurl=http://science.howstuffworks.com/surviveearthquake.htm/printable&usq=\\_\\_OHD3H1PJ04QvVQEpr0Qq6QK\\_jro=&h=300&w=400&sz=34&hl=cs&start=10&um=1&tbnid=odPJUbo3TnGdxM:&tbnh=93&tbnw=124&prev=/images%3Fq%3Dearthquake%2Bin%2BTurkey%2Bin%2B2003%26hl%3Dcs%26lr%3D%26um%3D1](http://images.google.cz/imgres?imgurl=http://static.howstuffworks.com/gif/survive-earthquake5.jpg&imgrefurl=http://science.howstuffworks.com/surviveearthquake.htm/printable&usq=__OHD3H1PJ04QvVQEpr0Qq6QK_jro=&h=300&w=400&sz=34&hl=cs&start=10&um=1&tbnid=odPJUbo3TnGdxM:&tbnh=93&tbnw=124&prev=/images%3Fq%3Dearthquake%2Bin%2BTurkey%2Bin%2B2003%26hl%3Dcs%26lr%3D%26um%3D1)>



## 13. Zdroje obrazové dokumentace

1. *Odklepnuto, internetová aukce*, [online].[cit. 2009-04-29]. Dostupné na:  
<<http://www.odklepnuto.cz/aukce1271065-messina-po-zemetreseni-1908>>
2. *OECD, Directorate for Education*. [online].[cit. 2009-04-29]. Dostupné na:  
<<http://www.oecd.org/dataoecd/43/26/33628606.GIF>>
3. *FLICKR*. [online].[cit. 2009-04-29]. Dostupné na:  
<[http://images.google.com/imgres?imgurl=http://farm4.static.flickr.com/3006/2389901910\\_9495ca4167.jpg%3Fv%3D0&imgrefurl=http://flickr.com/photos/9549670%40N05/2389901910/&usg=\\_\\_UKCgJCsxzXgb3YCSx8PQrsBPP4=&h=321&w=480&sz=88&hl=cs&start=2&tbnid=ugZl7ahvRJcyAM:&tbnh=86&tbnw=129&prev=/images%3Fq%3Dearthquake%2Bin%2BSkopje%26gbv%3D2%26hl%3Dcs](http://images.google.com/imgres?imgurl=http://farm4.static.flickr.com/3006/2389901910_9495ca4167.jpg%3Fv%3D0&imgrefurl=http://flickr.com/photos/9549670%40N05/2389901910/&usg=__UKCgJCsxzXgb3YCSx8PQrsBPP4=&h=321&w=480&sz=88&hl=cs&start=2&tbnid=ugZl7ahvRJcyAM:&tbnh=86&tbnw=129&prev=/images%3Fq%3Dearthquake%2Bin%2BSkopje%26gbv%3D2%26hl%3Dcs)>
4. *Kandily Observatory, Earthquake Research Institute*. [online].[cit. 2009-04-29].  
Dostupné na:<[http://www.eas.slu.edu/Earthquake\\_Center/TURKEY/](http://www.eas.slu.edu/Earthquake_Center/TURKEY/)>
5. *University of NOTRE DAME*. [online].[cit. 2009-04-29]. Dostupné  
na:<[http://www.nd.edu/~concrete/1999\\_duzce\\_earthquake\\_reconnaissance/mosque.html/](http://www.nd.edu/~concrete/1999_duzce_earthquake_reconnaissance/mosque.html/)>
6. *International Geological congress Oslo2008* . [online].[cit. 2009-04-29]. Dostupné  
na:<<http://www.33igc.org/coco/entrypage.aspx?t=iceland&containerid=10357&parentid=11131&objectid=10826&entrypage=false&guid=1&lnodeid=6&pageid=5001>>
7. *How stuff works*. [online].[cit. 2009-04-29]. Dostupné  
na:<[http://images.google.cz/imgres?imgurl=http://static.howstuffworks.com/gif/surviveearthquake5.jpg&imgrefurl=http://science.howstuffworks.com/surviveearthquake.htm/printable&usg=\\_\\_OHD3H1PJo4QvVQEpr0Qq6QK\\_jro=&h=300&w=400&sz=34&hl=cs&start=10&um=1&tbnid=odPJUbo3TnGdxM:&tbnh=93&tbnw=124&prev=/images%3Fq%3Dearthquake%2Bin%2BTurkey%2Bin%2B2003%26hl%3Dcs%26lr%3D%26um%3D1](http://images.google.cz/imgres?imgurl=http://static.howstuffworks.com/gif/surviveearthquake5.jpg&imgrefurl=http://science.howstuffworks.com/surviveearthquake.htm/printable&usg=__OHD3H1PJo4QvVQEpr0Qq6QK_jro=&h=300&w=400&sz=34&hl=cs&start=10&um=1&tbnid=odPJUbo3TnGdxM:&tbnh=93&tbnw=124&prev=/images%3Fq%3Dearthquake%2Bin%2BTurkey%2Bin%2B2003%26hl%3Dcs%26lr%3D%26um%3D1)>