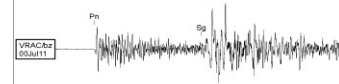
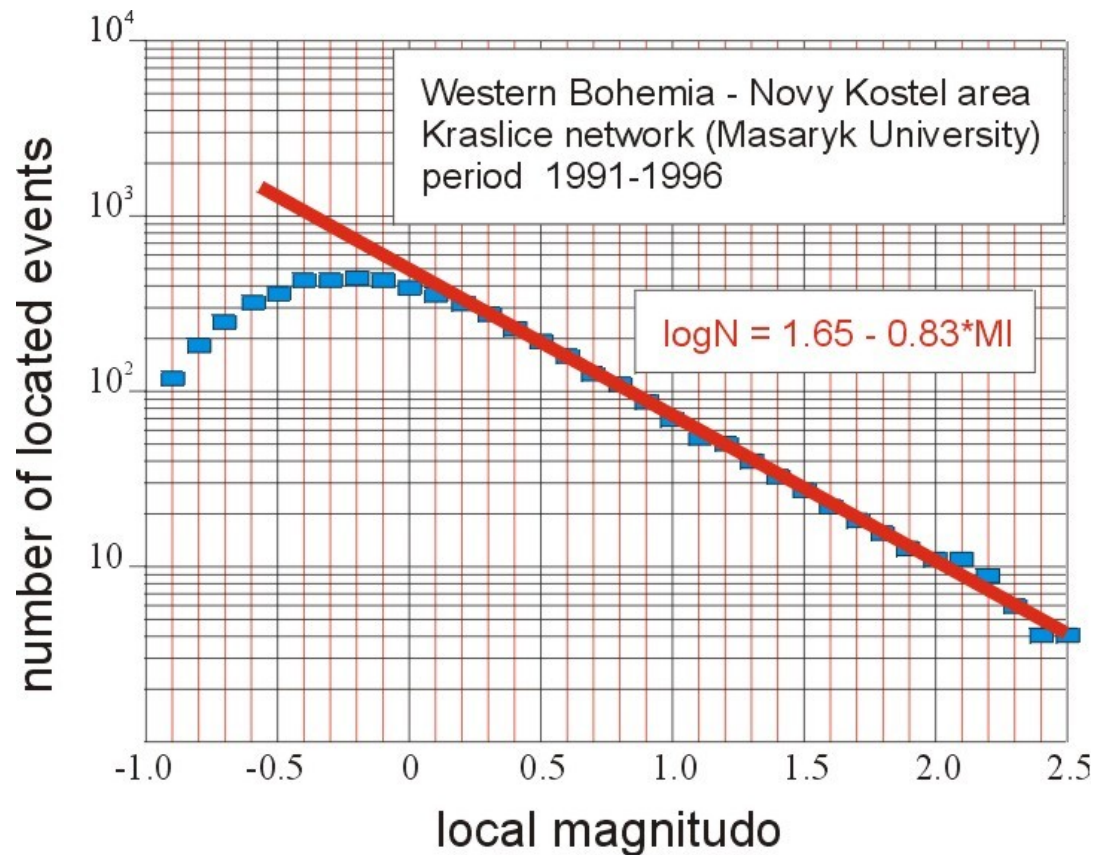


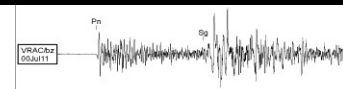
# XI. STATISTICKÉ ZPRACOVÁNÍ DAT



# Seismo-tektonická analýza (poznání seismicity vybraného regionu) vyžaduje statistické zpracování reprezentativního vzorku seismických jevů.

Můžeme sledovat:

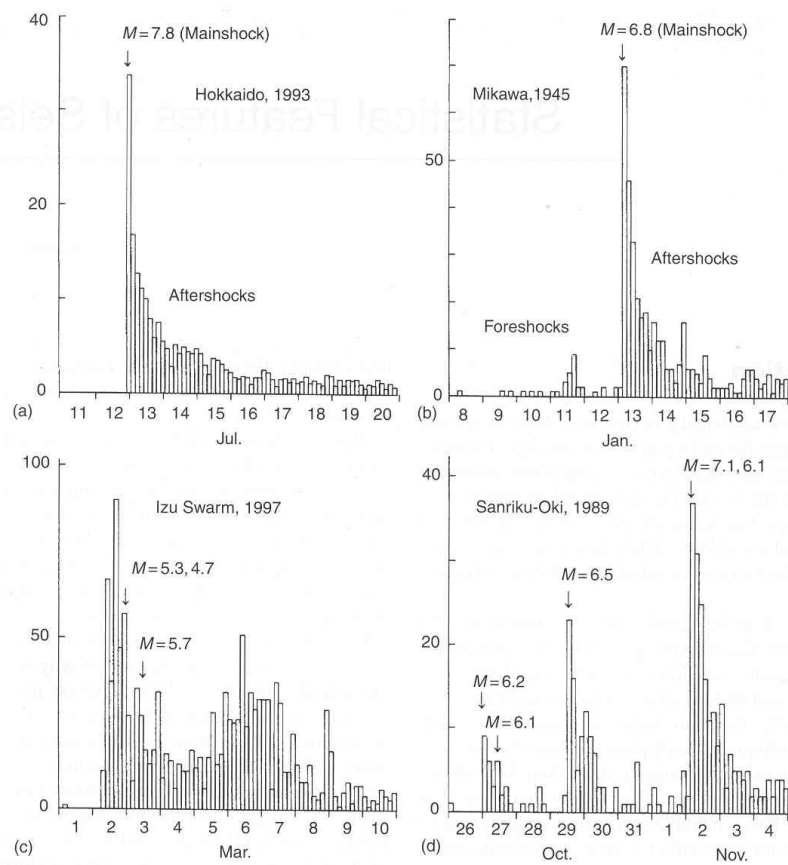
- četnost otřesů (vztah četnosti jevů k magnitudu, k času pozorování atd.)
- řazení epicenter (případný vztah k tektonickým strukturám)
- vztah k dalším fenoménům
- ...



# sekvence otřesů

zemětřesení se často vyskytují v časově závislých sekvencích

některé sekvence mají rojový charakter - mohou být různého typu

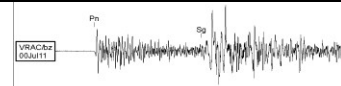
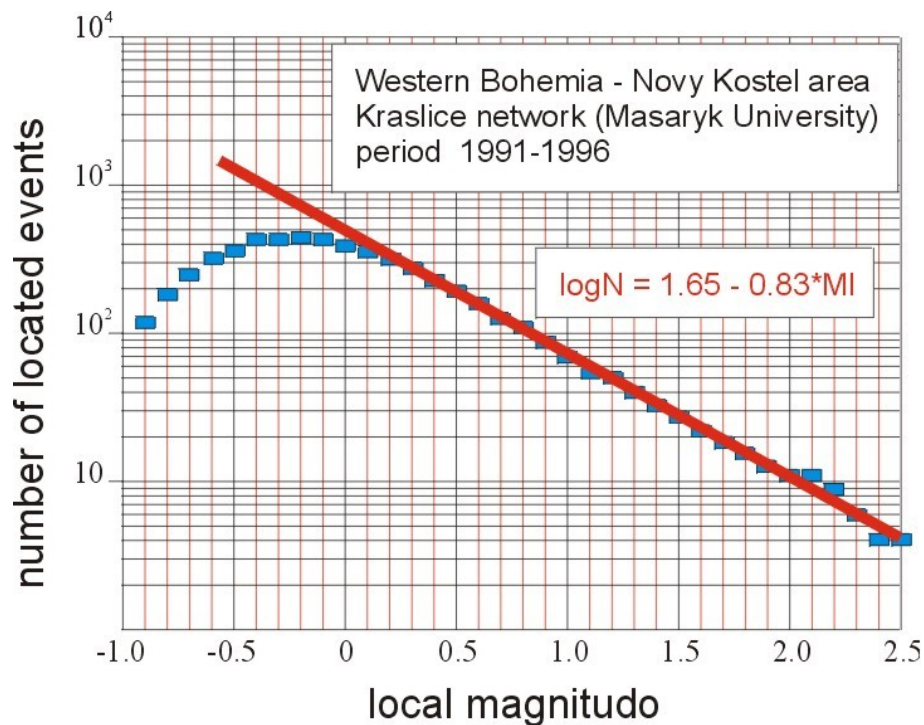


# četnost otřesů (vztah četnosti jevů k magnitudu)

Magnitudo-četnostní graf - Gutenbergem a Richterem empiricky zjištěno pravidlo (1944, 1949), které vychází z úvah Omoriho (1889).



Fusakichi Omori (1868-1923)



Omori si všiml při studiu dotřesů po zemětřesení v Nobi (1891,  $M=8.0$ ), že je tu závislost mezi časem od hlavního otřesu a počtem dotřesů:

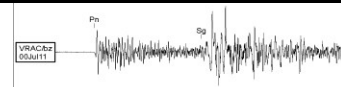
$$n(t) = \frac{K}{t^c + 1}$$

kde  $n(t)$  je počet dotřesů v daném čase  $t$ ,  $K$  a  $c$  jsou konstanty popisující charakter seismicity v daném místě.

Pro kumulativní počet dotřesů  $N(t)$  pak platí:

$$N(t) = \int_0^t n(s) ds = \frac{K}{c} \ln \left( \frac{t+1}{c+1} \right)$$

je tu tedy lineární vztah mezi kumulativním počtem a logaritmem času  $t$



Podobně mezi logaritmickou četností a magnitudem je (podle Gutenberga a Richtera) lineární vztah:

$$\log n(M) = a - bM$$

kde  $M$  je magnitudo;  $n(M)$  je počet zemětřesení o magnitudu  $M$ ;  $a$ ,  $b$  jsou empiricky odvozené konstanty.

nebo: 
$$\log N(M) = A - bM$$

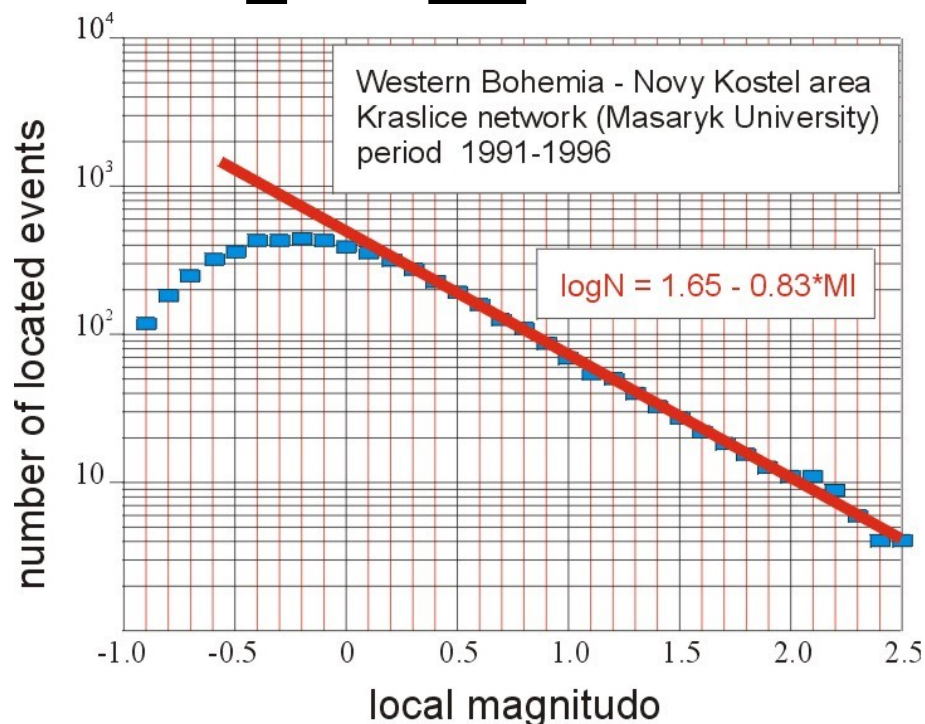
kde  $M$  je magnitudo;  $N(M)$  je kumulativní počet zemětřesení o magnitudu  $M$  a vyšším;  $A$ ,  $b$  jsou empiricky odvozené konstanty.

$$N(M) = \int_M^{\infty} n(M) dM$$



Četné empirické studie potvrzují, že Gutenbergův a Richterův magnitudo-četnostní vztah je skutečně přibližně lineární a hodnota parametru b kolísá v rozmezí 0.6 až 1.1

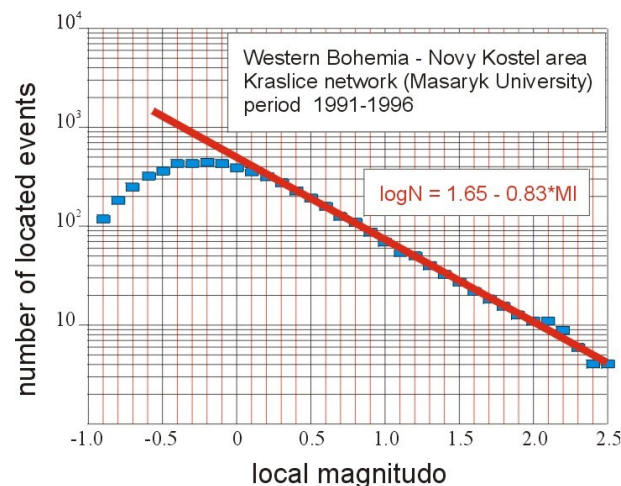
$$\log M = \dots$$



V případě kumulativní četnosti  $N(t)$  ukazuje konstanta  $A$  počet otřesů s magnitudem větším než 0.

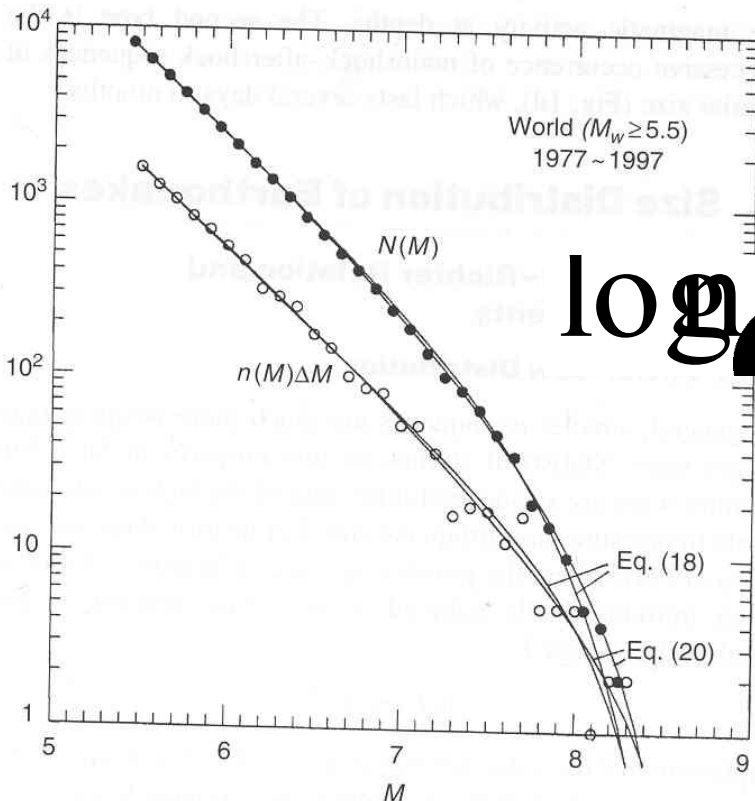
$$\log N = A - 1.65 M$$

U malých hodnot magnituda je linearita grafů silně narušena z toho důvodu, že takto slabé jevy jsou pod detekčním prahem sítě či stanice.





Některé magnitudo-četnostní grafy ale vykazují pozorovatelné zakřivení (alespoň v některých svých částech). Jsou snahy zavést jisté modifikace Gutenberg-Richterova vztahu, které by postihly toto zakřivení.



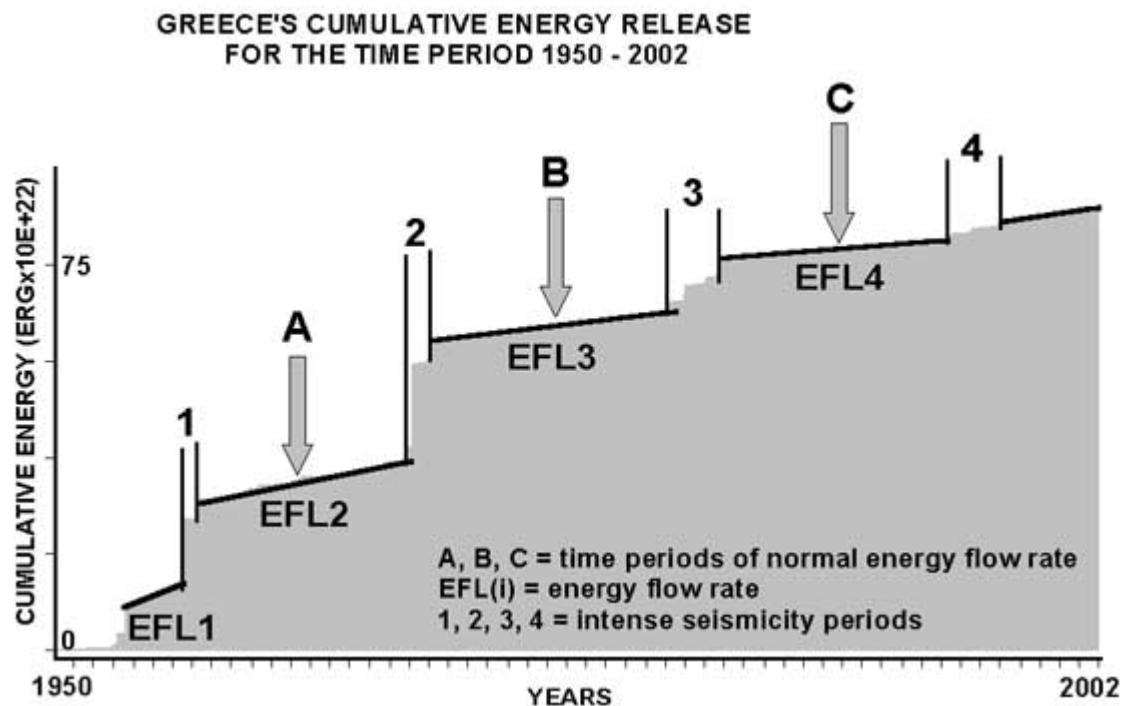
$$\log N(M) = k - bM$$

$$\log N(M) = \frac{a}{b} + \log M_{max} - bM$$



# časová distribuce kumulativní seismické energie

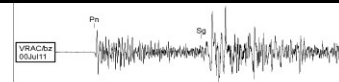
Energie se v seismicky aktivních oblastech uvolňuje nepravidelně.



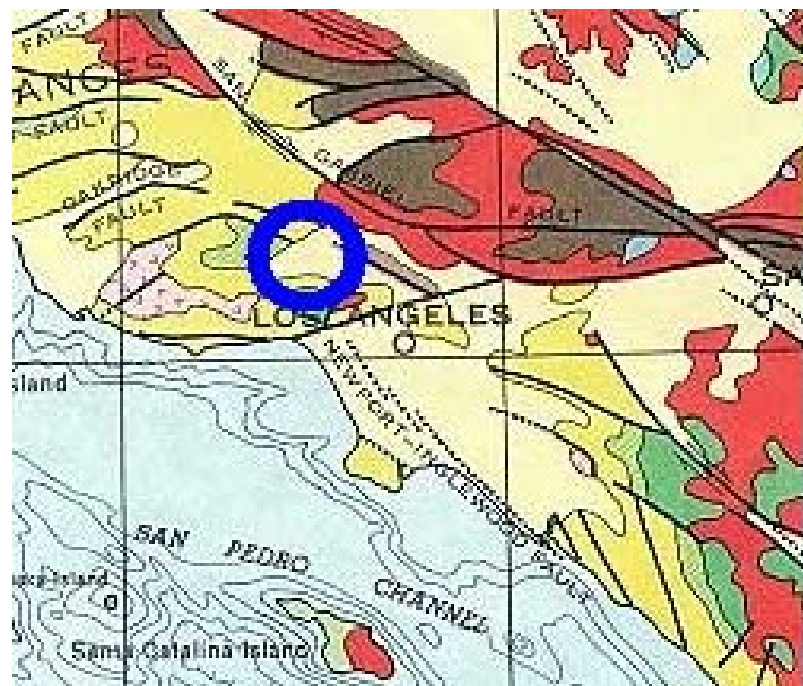
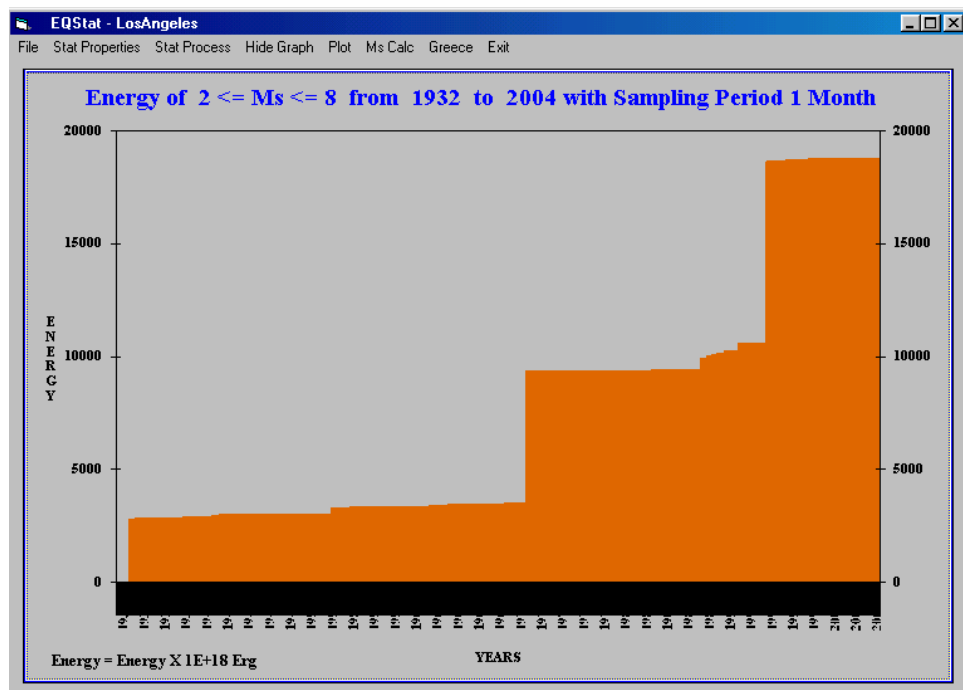
## Empirický vztah mezi magnitudem a energií:

$$\log E = 1.5M + 4.8$$

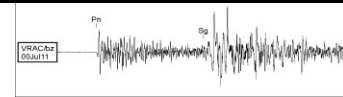
Vzrůst magnituda o jedničku znamená více než třicetinásobný nárůst energie - v časové distribuci uvolněné energie se dominantně projevují extrémně silná zemětřesení



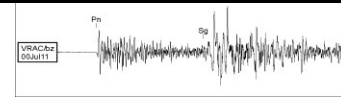
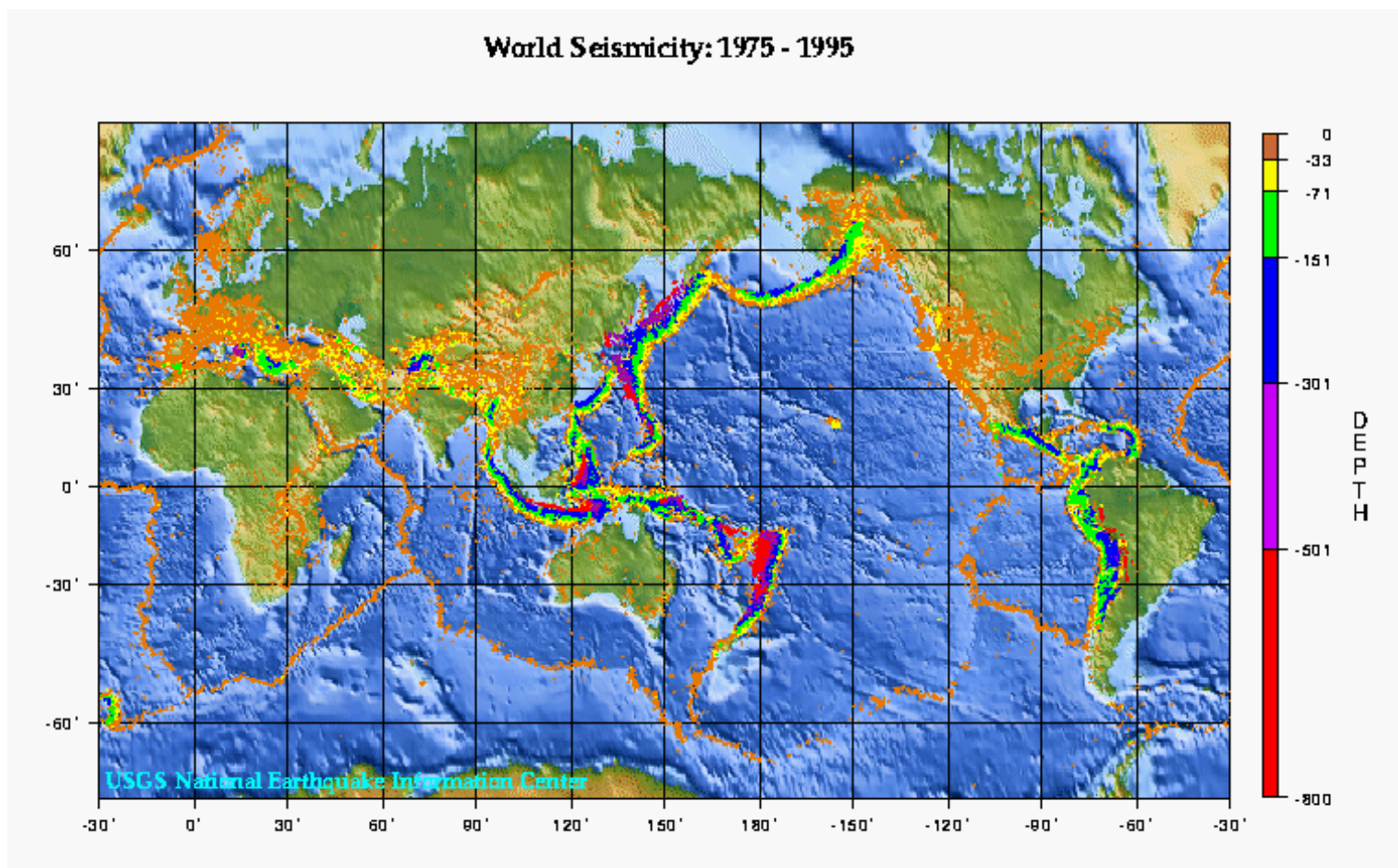
# Vzrůst kumulativní energie v období 1932-2004 v oblasti Northridge EQ (Kalifornie):



11.3.1933  $M=6.4$ ; 9.2.1970  $M=6.6$ ; 17.1.1994  $M=6.7$

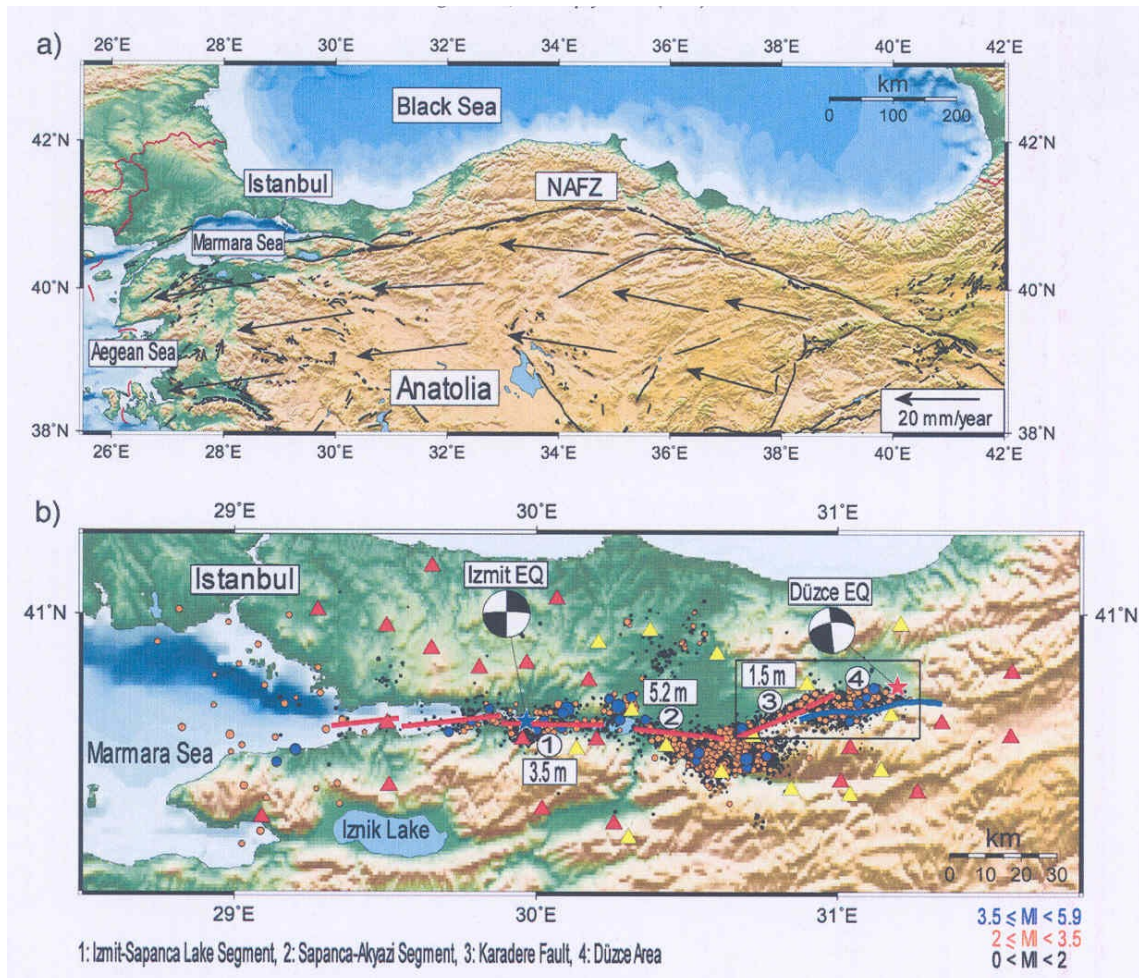


# řazení epicenter (případný vztah k tektonickým strukturám)

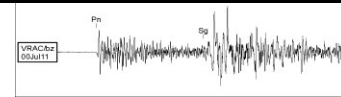




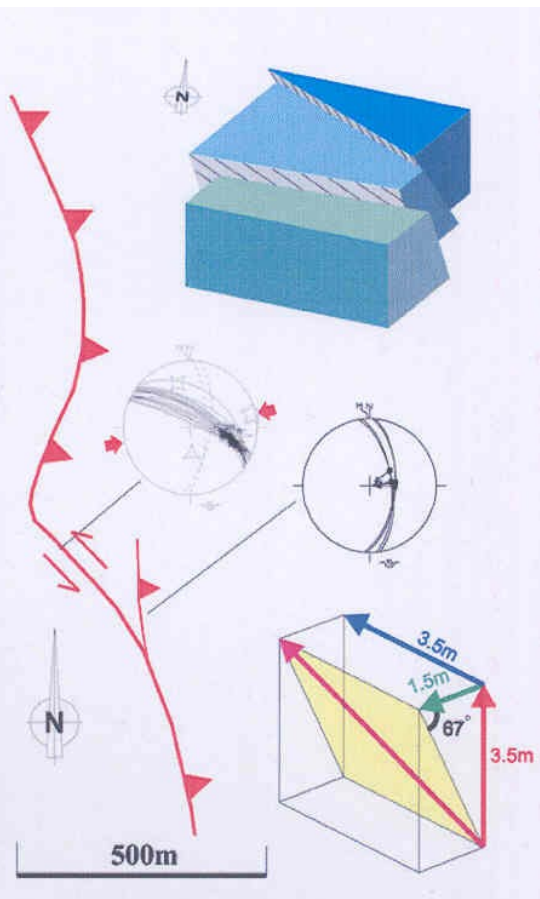
# prostorová distribuce epicenter - vztah ke geometrii hlavní zlomové struktury



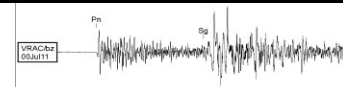
Severoanatolský zlom (podle Gorgun et al. 2009)



# Fokální mechanismy - vztah ke kinematice hlavní zlomové struktury



*Chi-Chi zlom, Taiping,  
z. Taiwan (podle Lee  
and Chan 2007)*



# Fokální mechanismy - regionalizace podle kinematiky a napětí

