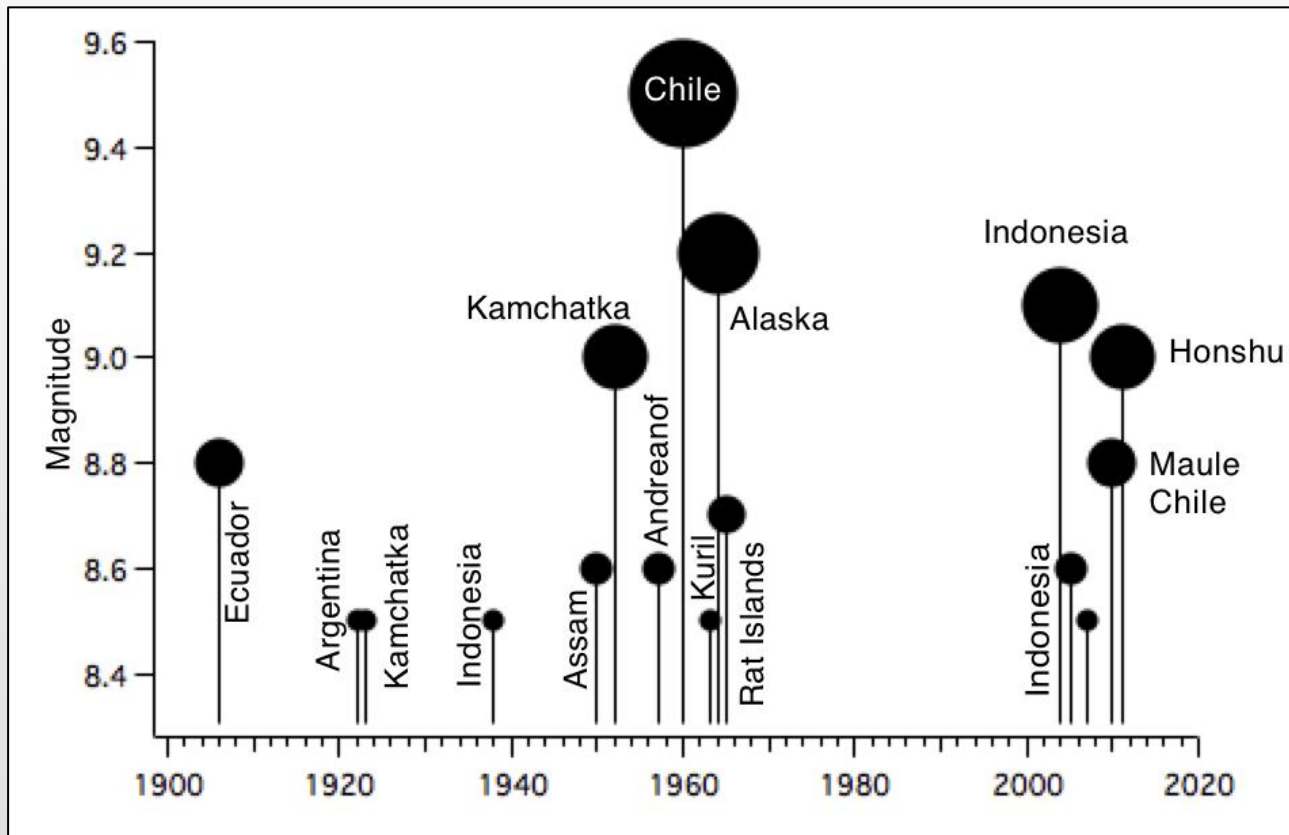




Velká zemětřesení uplynulých století



OSNOVA:

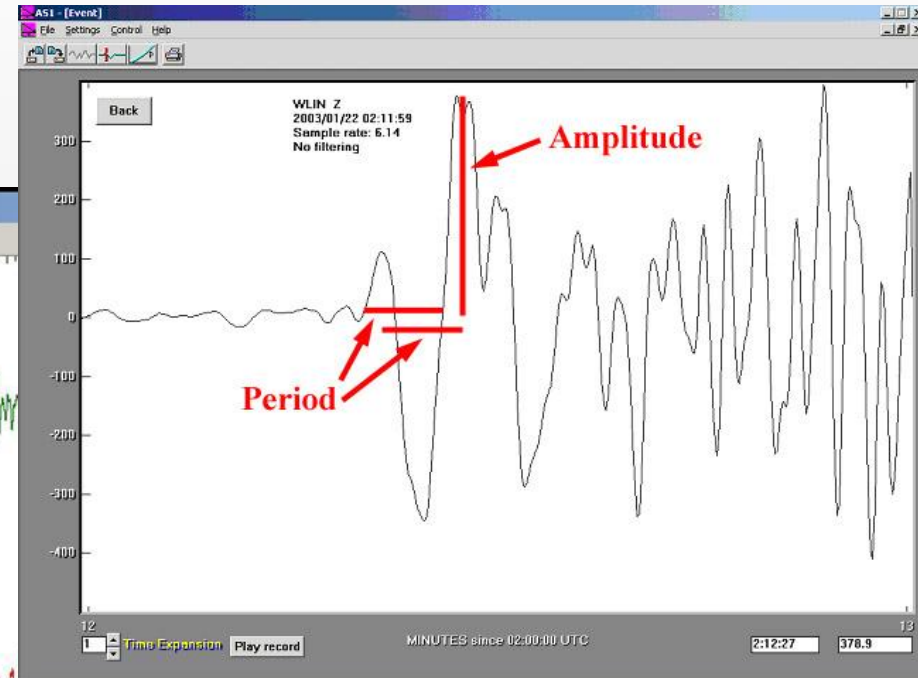
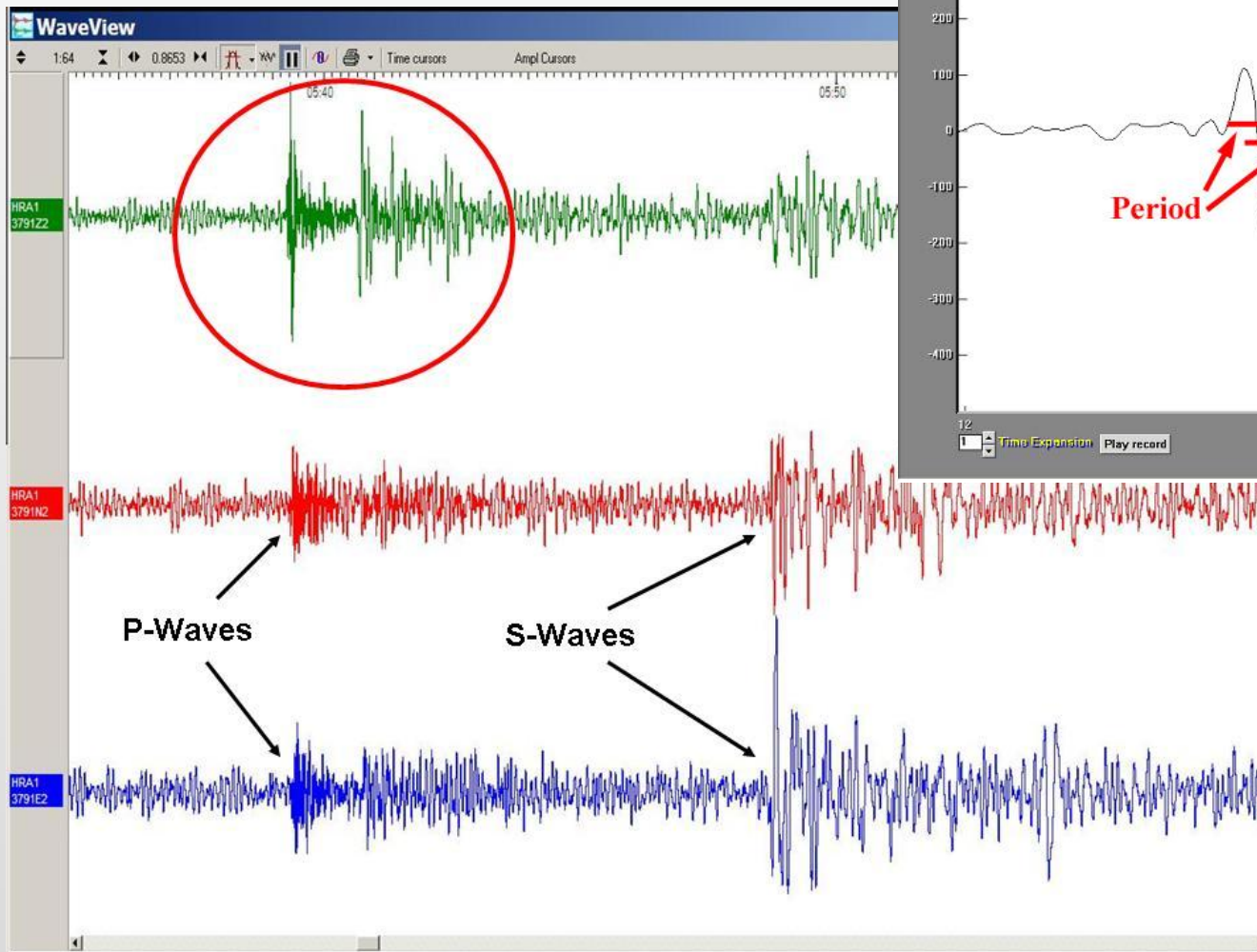
úvodem (magnitudo, četnost zemětřesení)

4 nejsilnější v instrumentální éře:

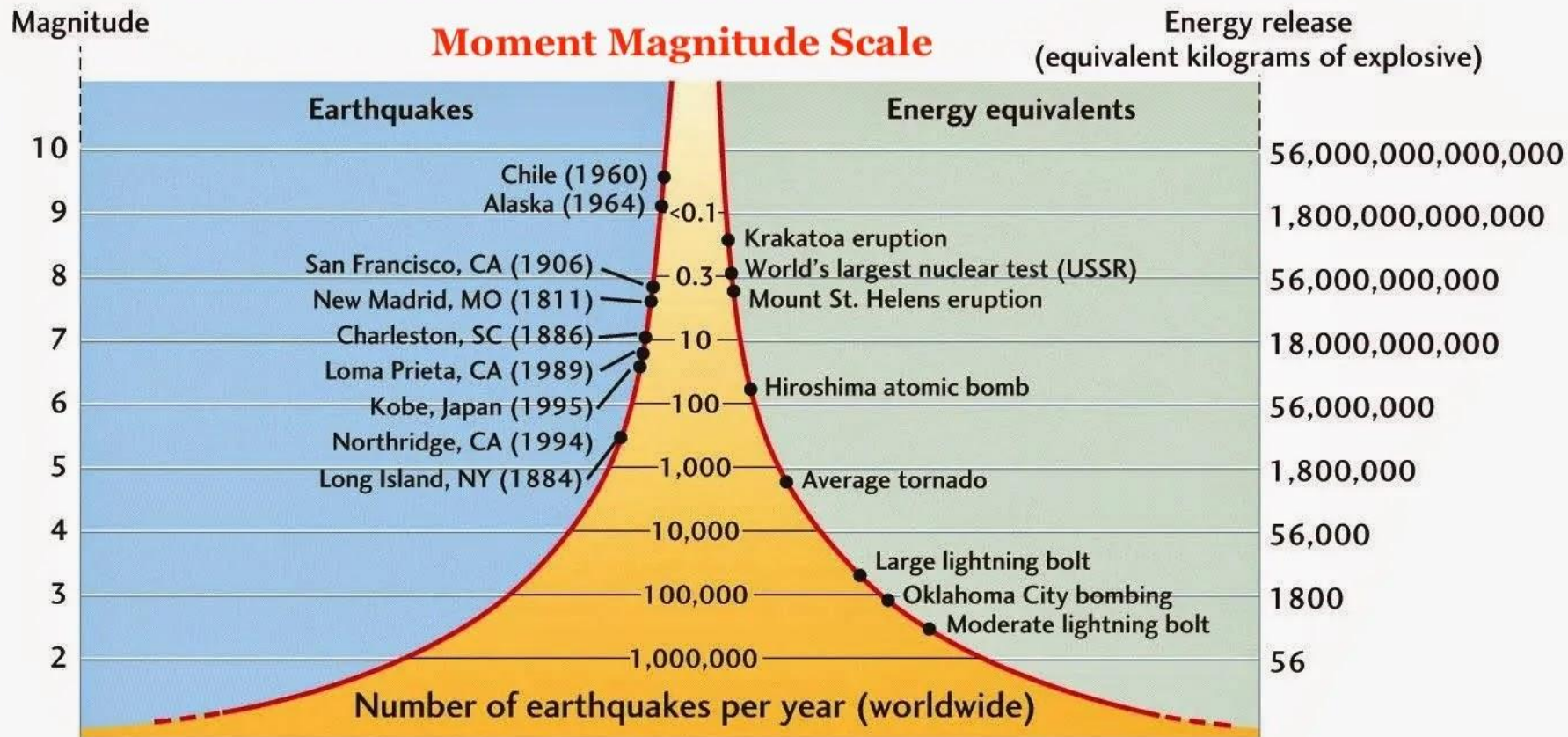
- **Chile, 22. 5. 1960, M 9,5 (hypocentrum vs. trhlina)**
- **Aljaška, 23. 3. 1964, M 9,2 (výzdvih vs. pokles)**
- **Sumatra-Andaman, 26. 12. 2004, M 9,1 (konec trhliny vs. silný dotřes)**
- **Japonsko – Tohoku, 11. 3. 2011, M 9,0 (silný předtřes)**

- **28. 3. 2025 Myanmar, M 7,8 (magnitudo vs. délka trhliny)**
- **29. 7. 2025 Kamčatka, M 8,8 (předtřesy, dotřes, tsunami)**
- **31. 8. 2025 Afghánistán, M 6,0 (společenský dopad)**

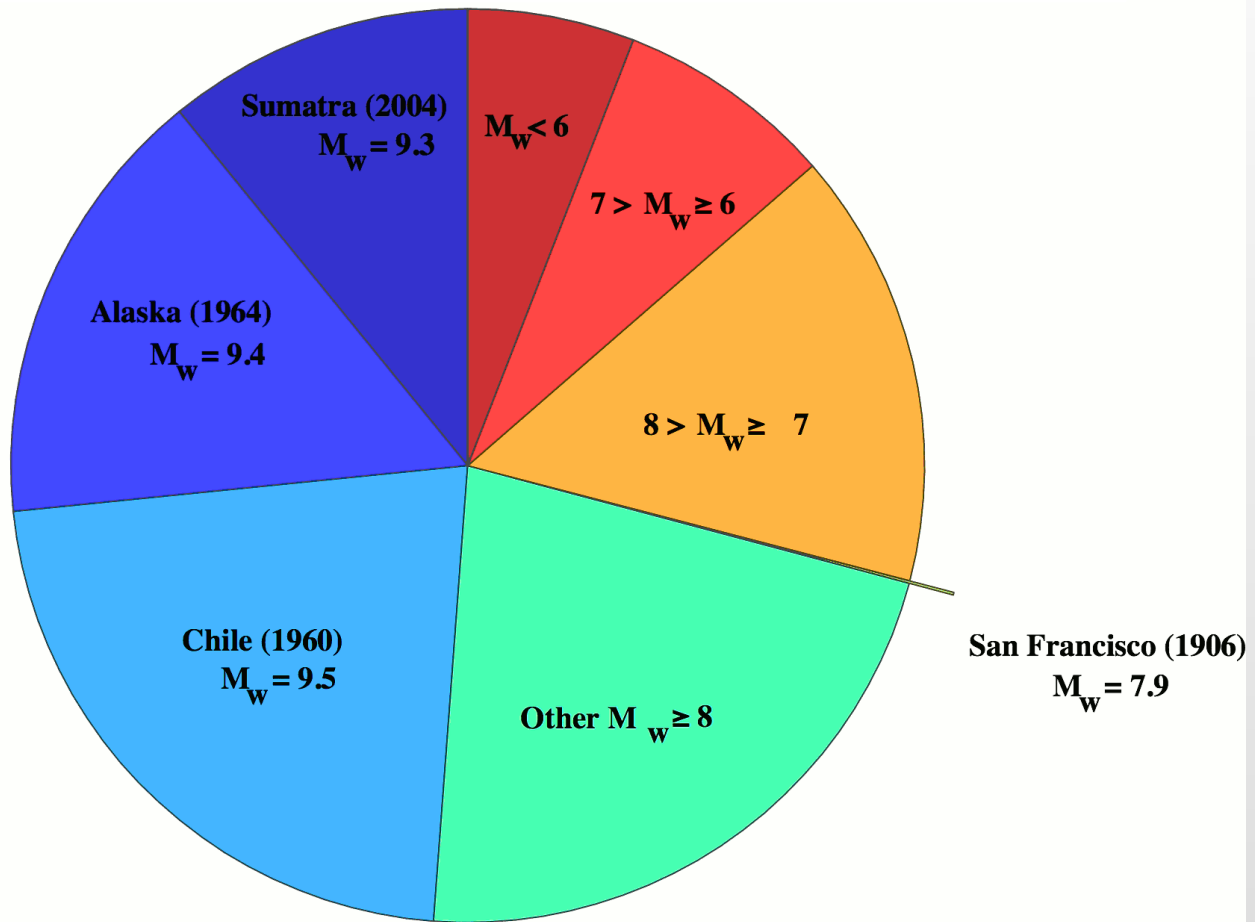
velikost a další parametry zemětřesení se určují ze záznamů seismických vln - seismogramů



energie uvolněná během zemětřesení a četnost zemětřesení o určitém magnitudu



energie uvolněná během zemětřesení, 1900 - 2005



Total Moment: 1.0×10^{24} Newton-meters

Chile, 22. 5. 1960, M 9,5



**záznam seismické stanice PRU – Průhonice
22. - 23. května 1960**

následky chilského zemětřesení 1960:

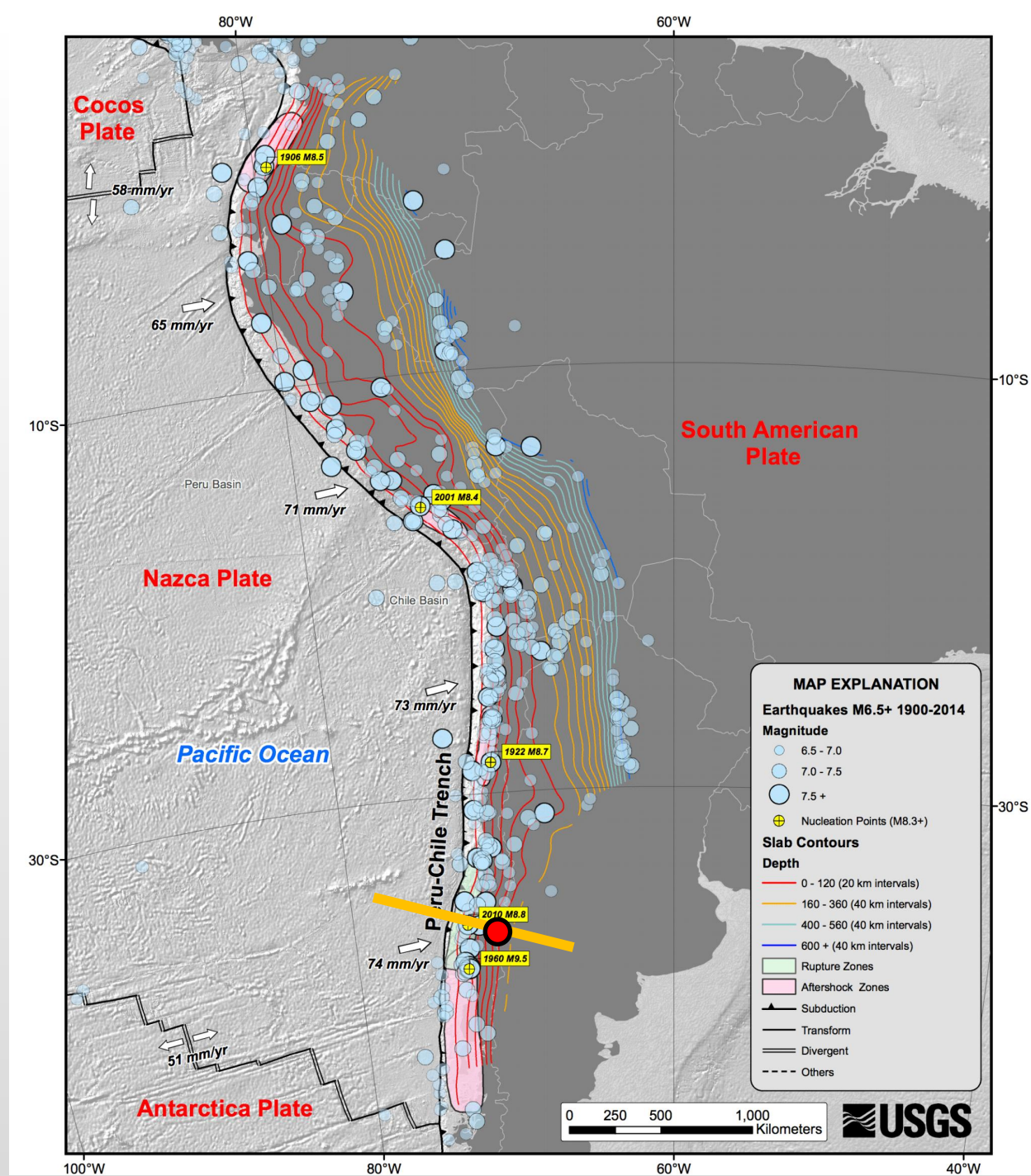
1,000 – 6,000 obětí, 2 miliony lidí bez přístřeší

ekonomické škody 4 – 8.5 miliard USD (v přepočtu k r. 2024)

tsunami na chilském pobřeží – až 25 m

tsunami v Hilo, Hawaii - 10,7 m, 61 obětí

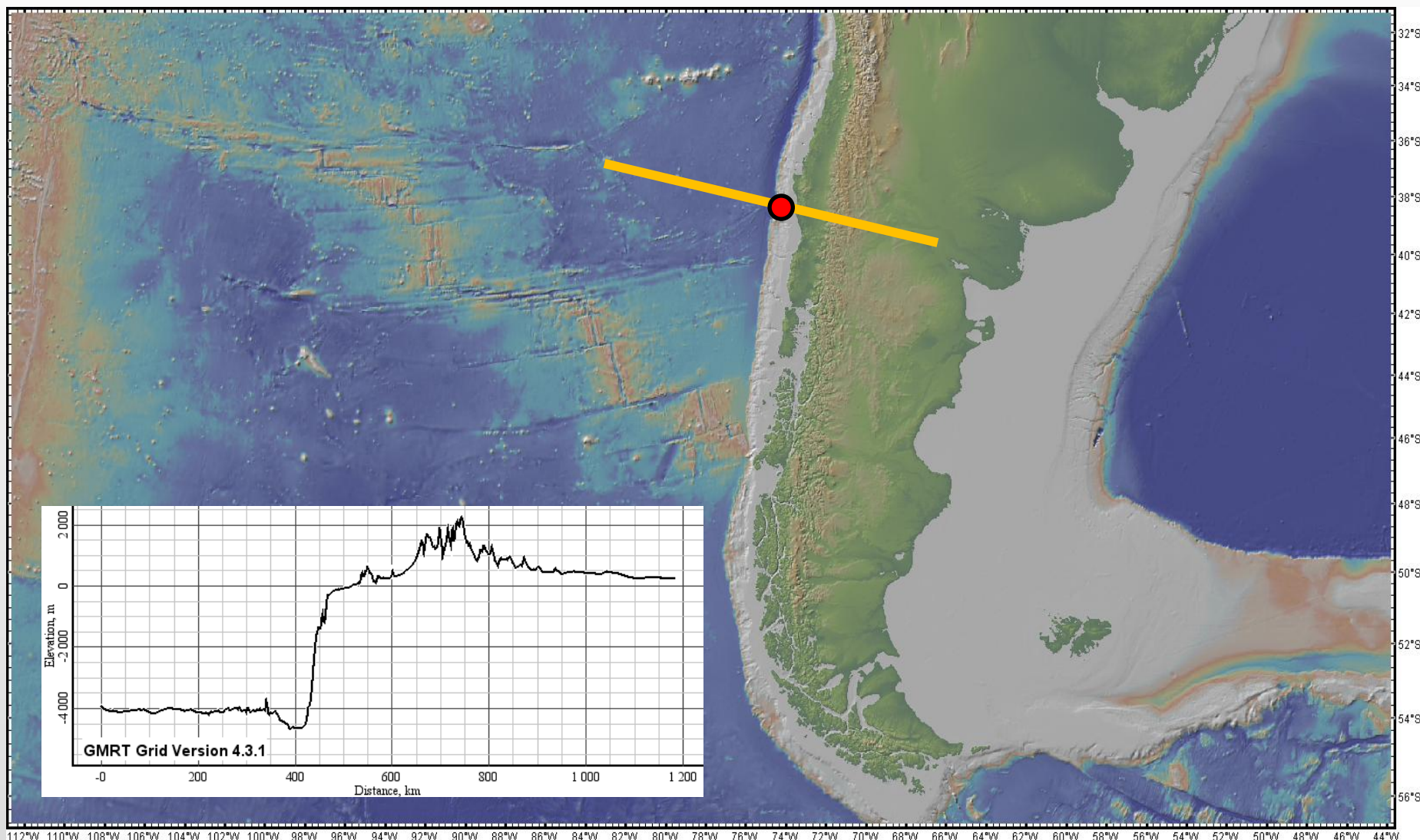
zemětřesení o $M > 6.5$ v období 1900 - 2014



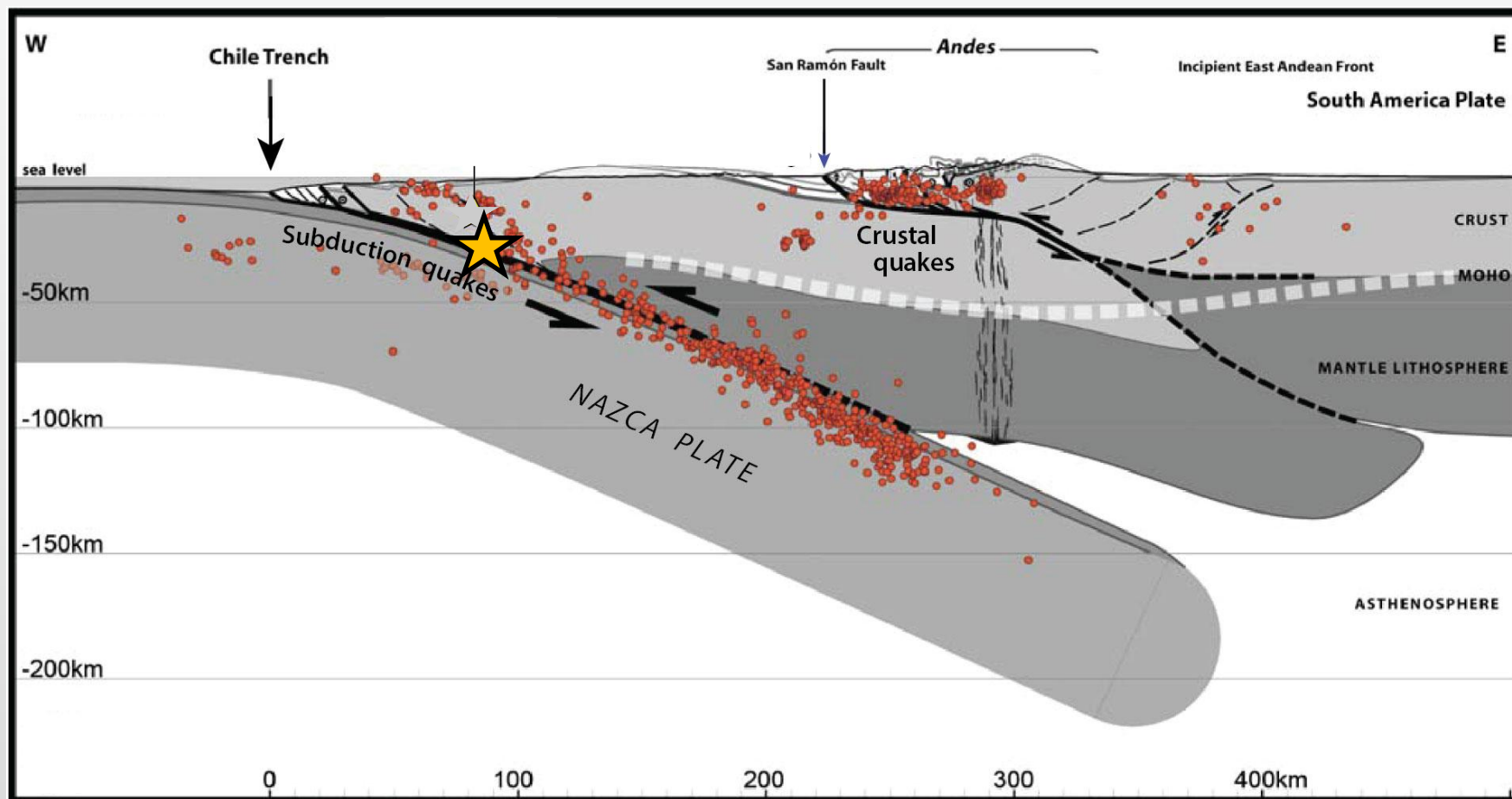
konvergence litosférické desky Nazca a desky jihoamerické



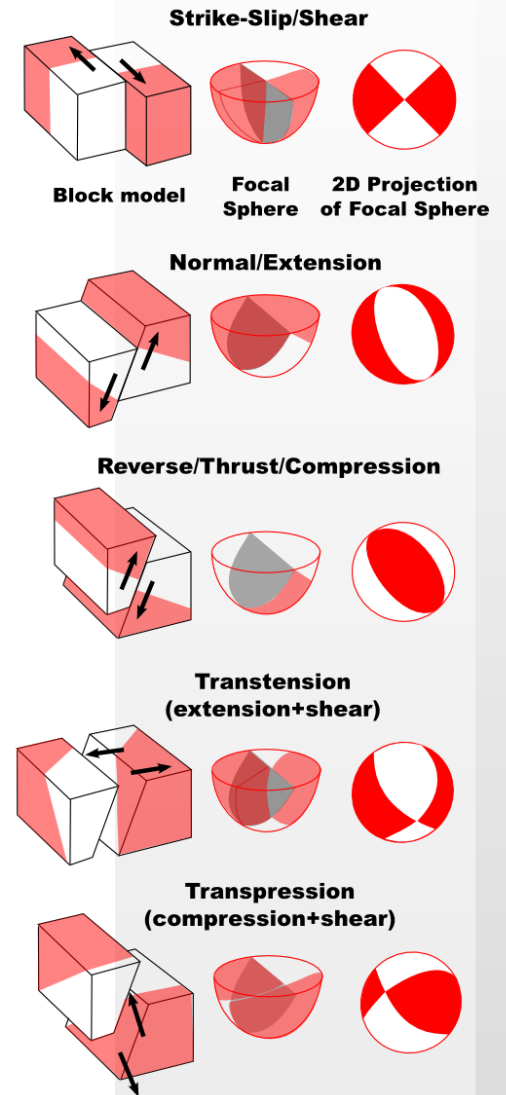
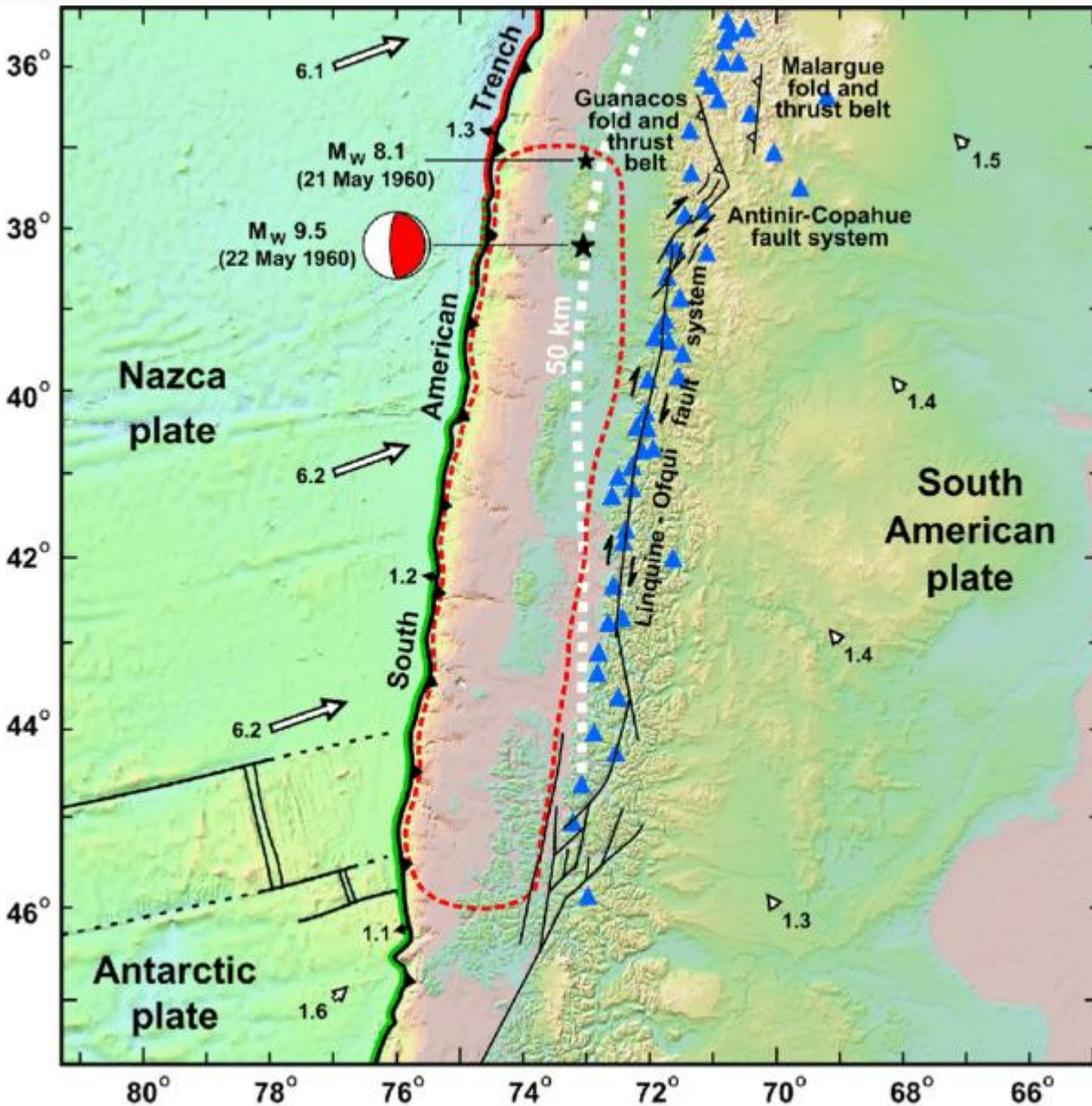
reliéf oceánského dna východního Pacifiku a výškový profil přes epicentrum chilského zemětřesení 1960



svislý řez subdukční zónou desky Nazca, zemětřesení vyvolaná subdukcí



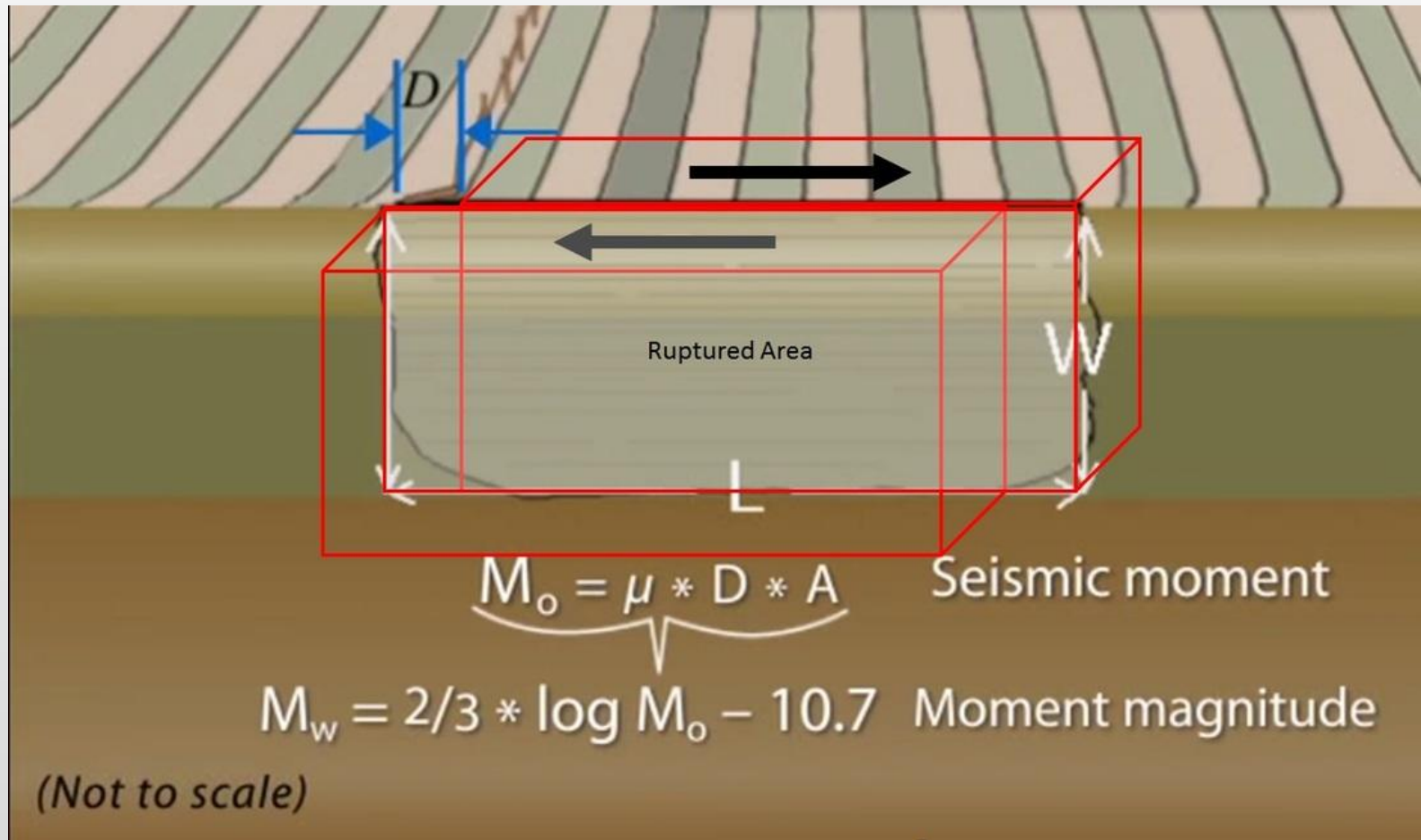
epicentrum zemětřesení M 9,5, jeho mechanismus a trhlina, na které se odehrálo



zdroj energie při zemětřesení není v jednom bodě (hypocentru);
energie se uvolňuje na zlomu (ploše) určitých rozměrů

velikost zemětřesení závisí

- (1) na velikosti této plochy ($A = L \times W$)
- (2) velikosti posunutí sousedních horninových bloků podél ní (D)
- (3) pevnosti horninového prostředí (μ)



tsunami v Tichém oceánu 22. 5. 1960

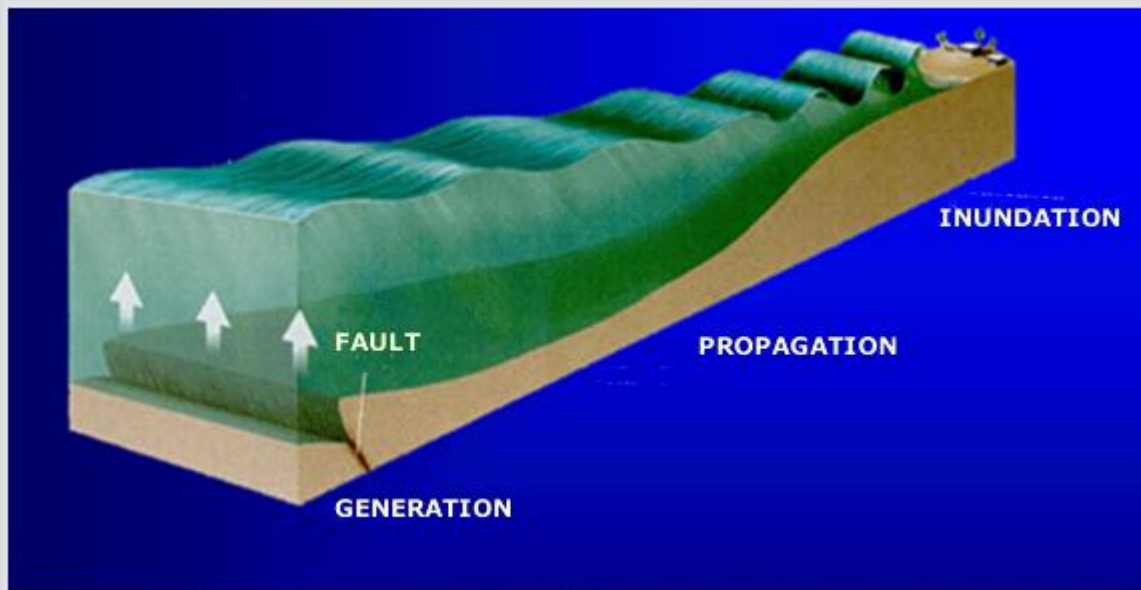
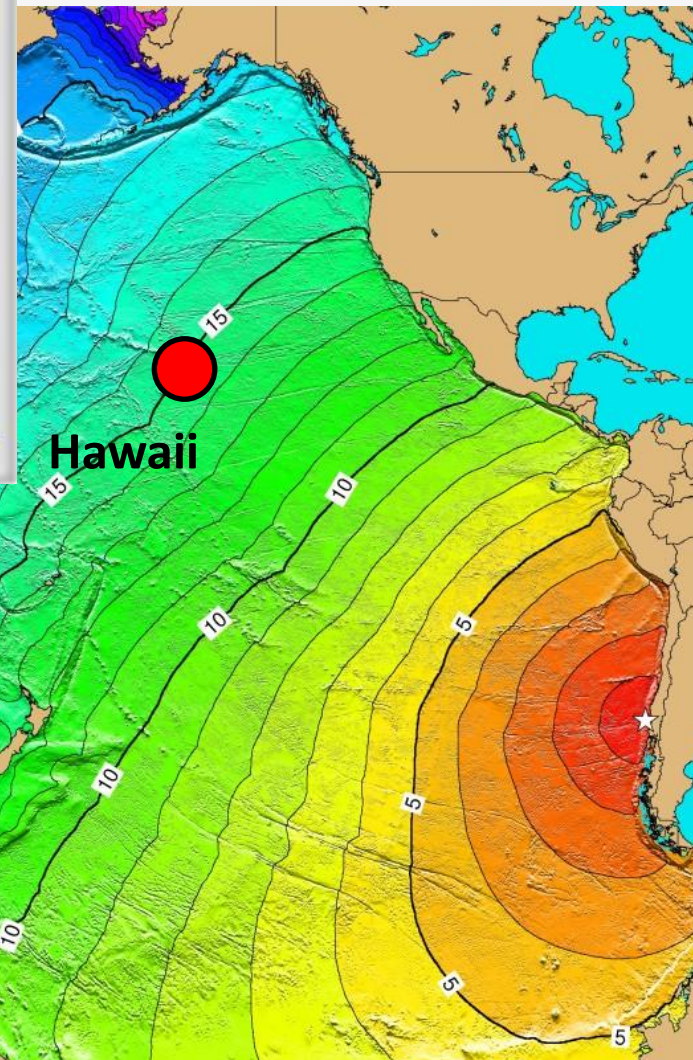


Image courtesy of V Gusiakov Russian Academy of Sciences



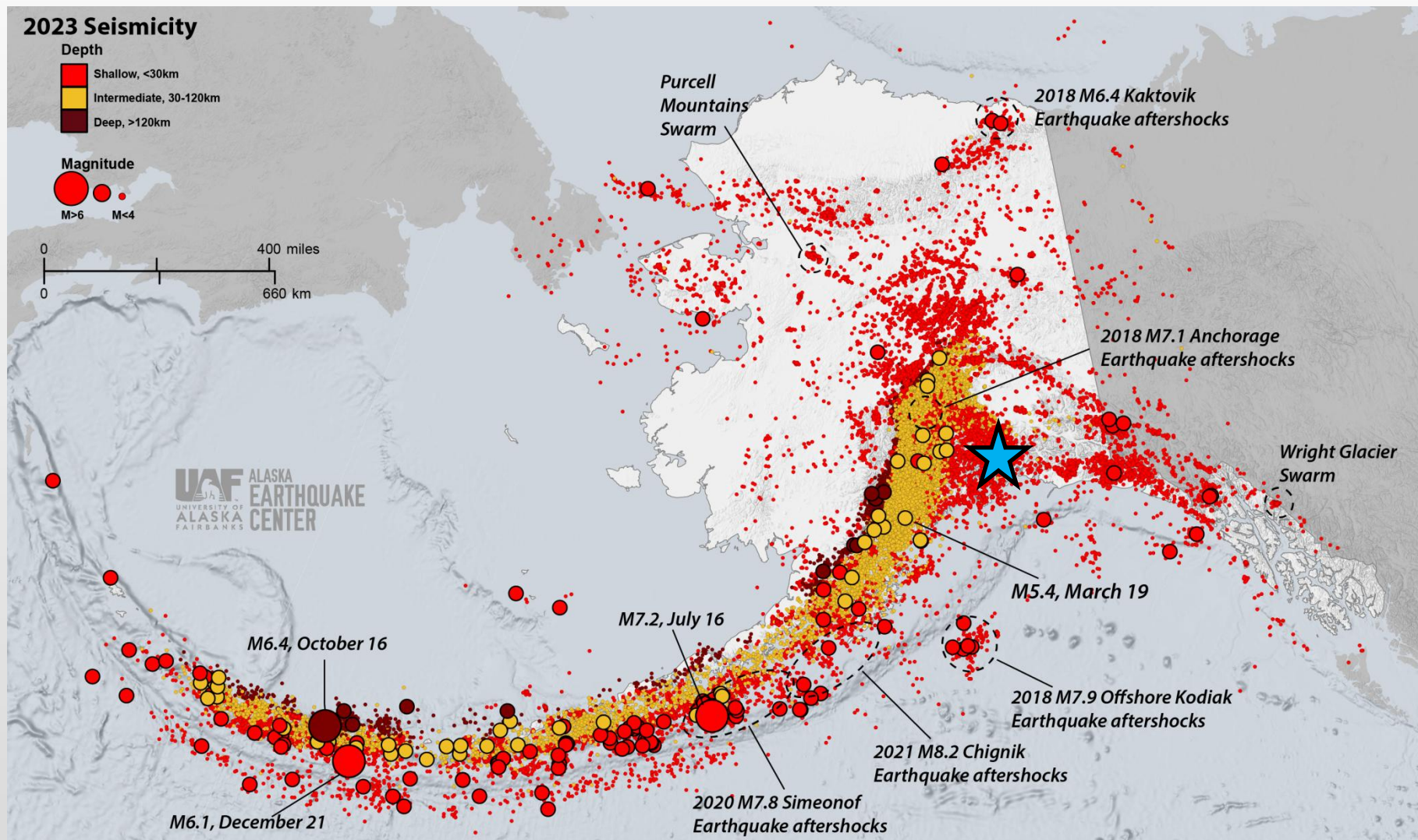
Havaj, Hilo, 1:04



Pacific Tsunami Museum: HTH Collection, Photographer: Larry Kadooka

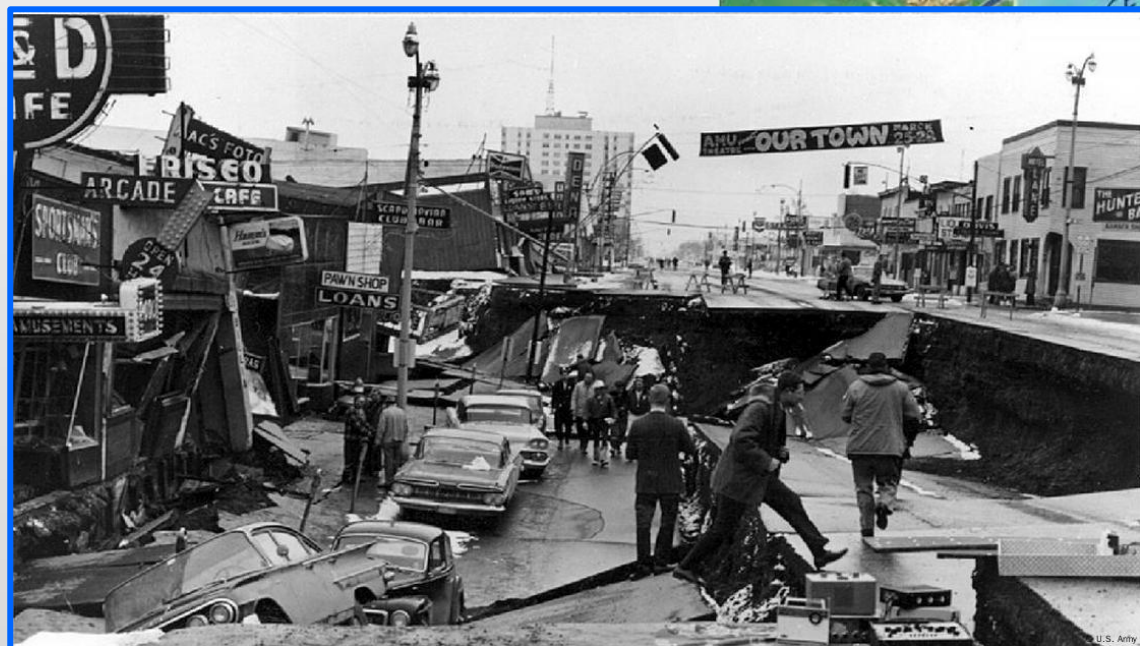
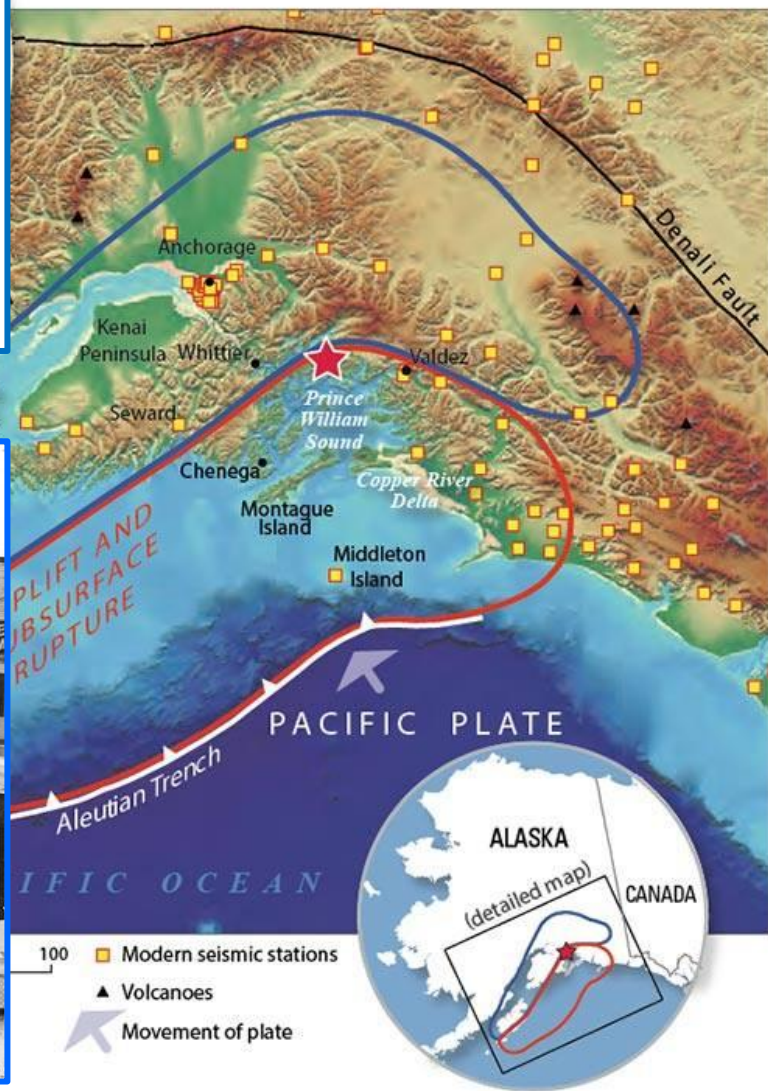
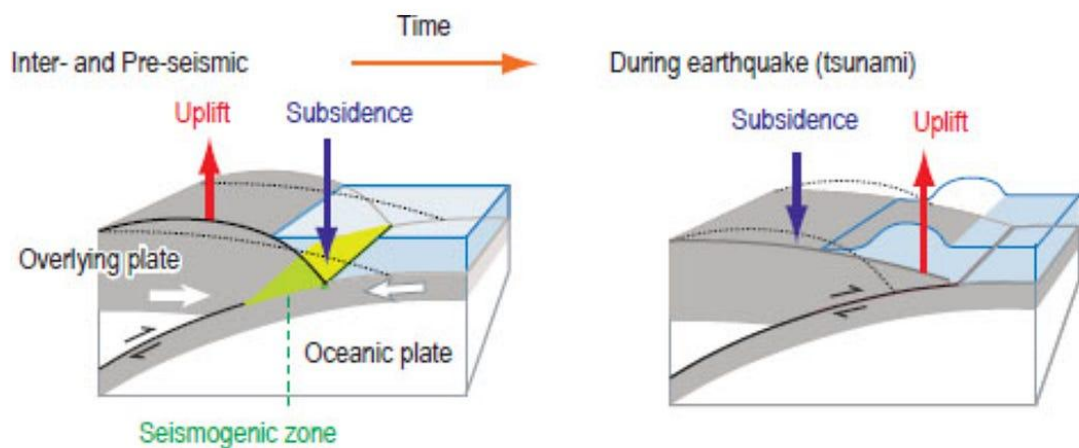
The clock had literally run out for Waiākea when at 1:04 a.m. the 3rd and largest wave struck obliterating the town.

Aljaška, 23. 3. 1964, M 9,2, na pozadí seismické aktivity během jediného roku (2023)

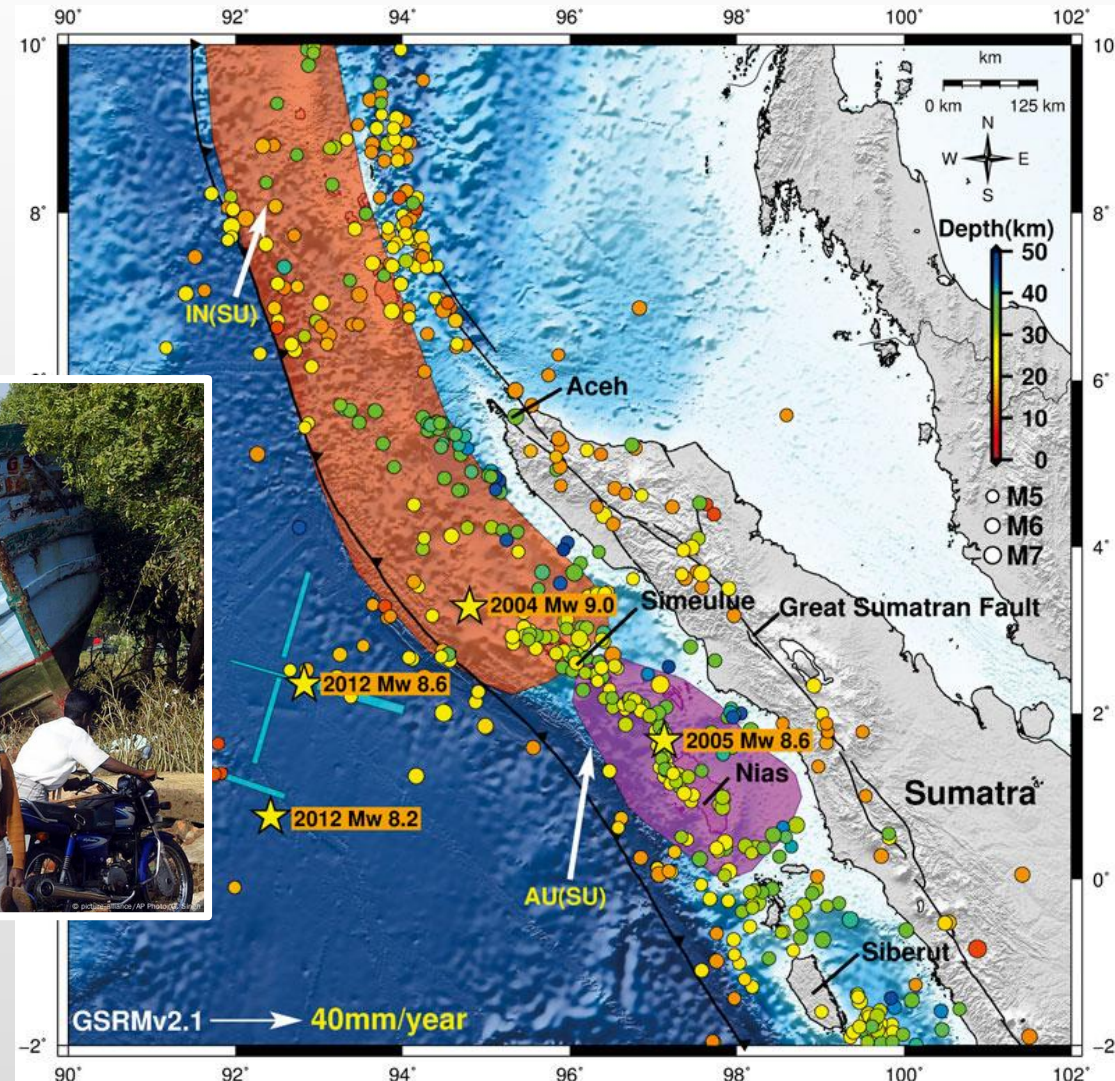


Aljaška, 23. března 1964 , M 9.2

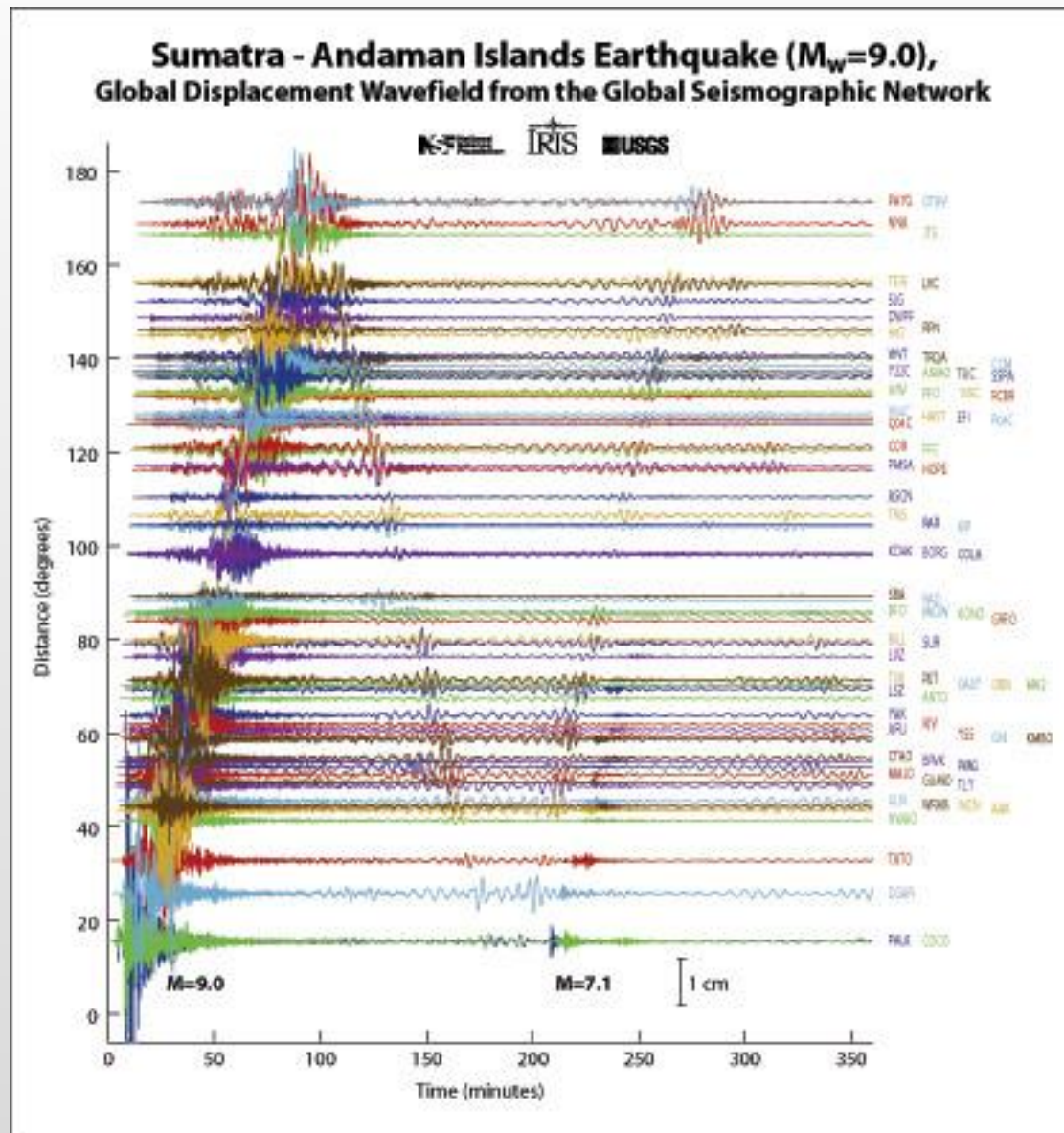
zóny výzdvihu, resp. poklesu zemského povrchu



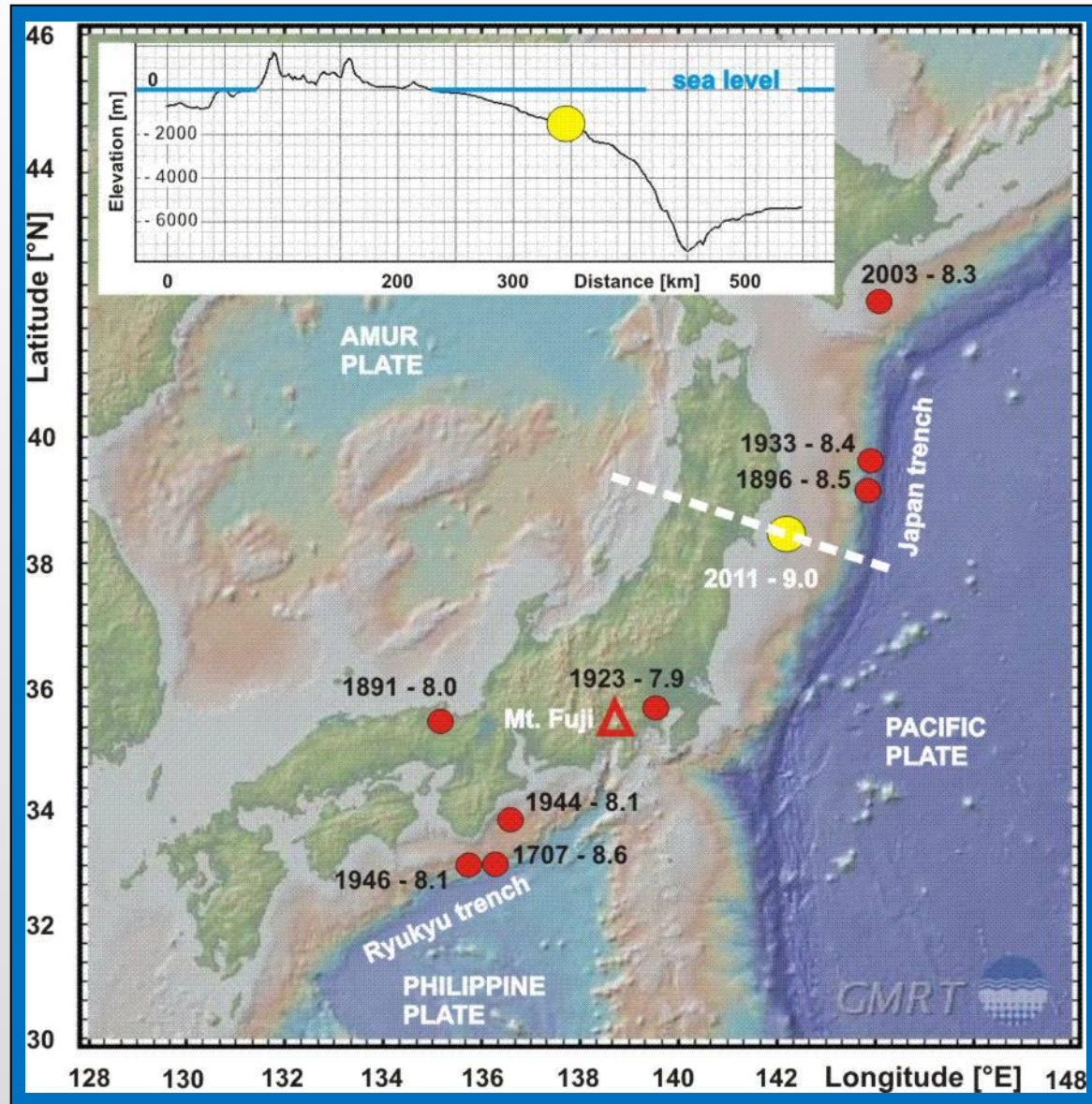
Sumatra-Andamany, 26. prosince 2004, M 9.15 za 3 měsíce: Sumatra, 28. března 2005, M 8,6



Sumatra-Andamany, 26. prosince 2004, M 9.15 šíření povrchových seismických vln kolem Země



Japonsko - Tohoku, 11. března 2011, M 9.1

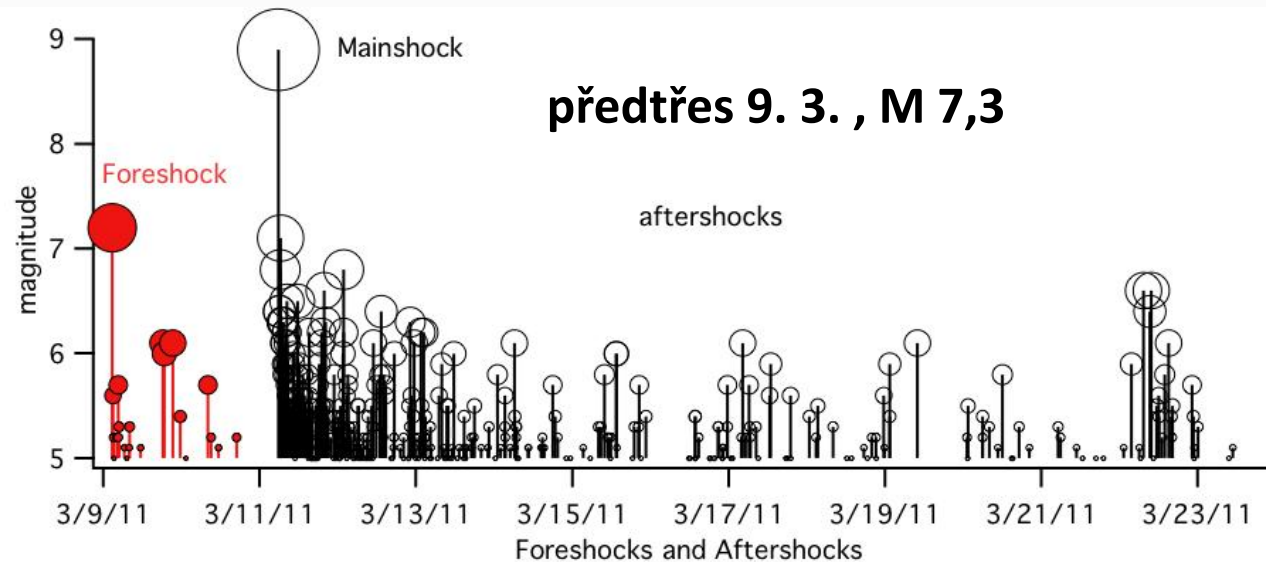


J A P A N

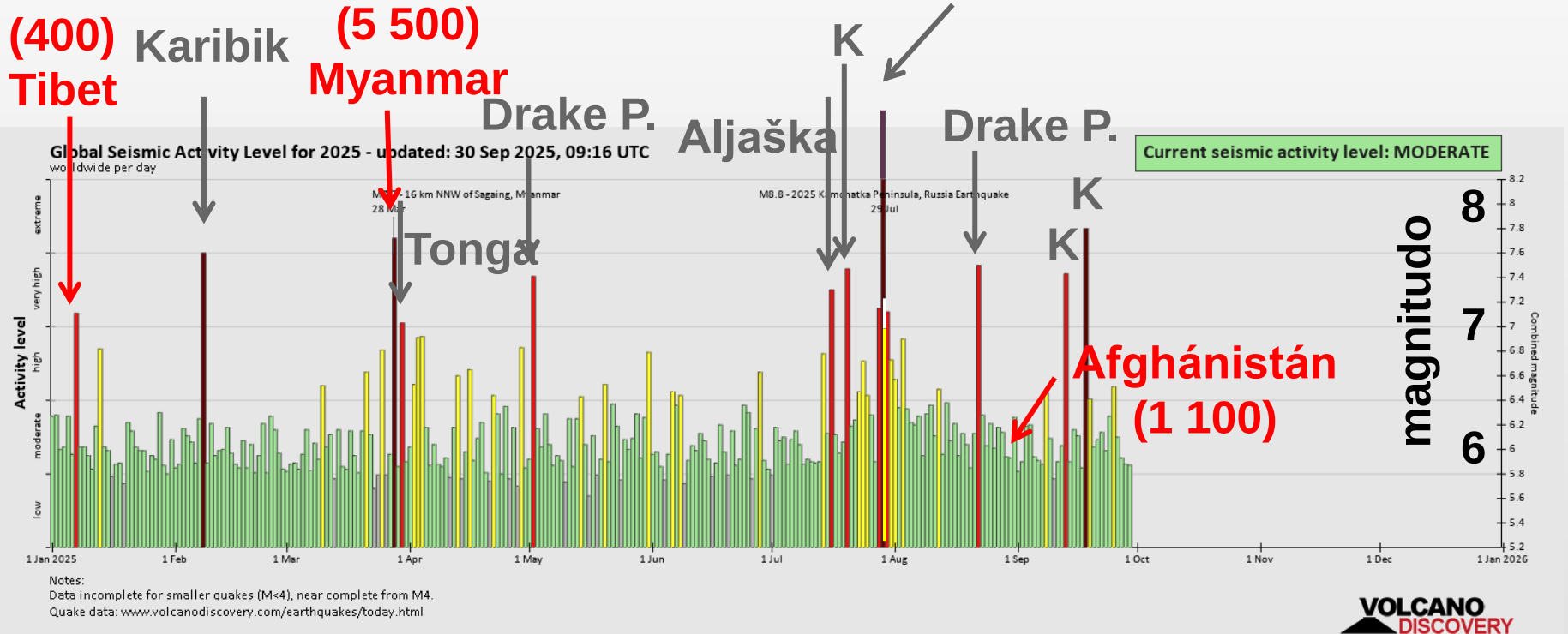


Illustration: Y. Descares, P. Taponnier, and J. McCaughey, 03/2011
 image: Virtualocean.org, 2011
 Earthquakes after S. Rhee, A.C. Tam, G. Hayes, A. Villaseñor, and H. Benz, USGS, 2011
 Topography and bathymetry exaggerated for clarity

Japonsko - Tohoku, 11. března 2011, M 9.1

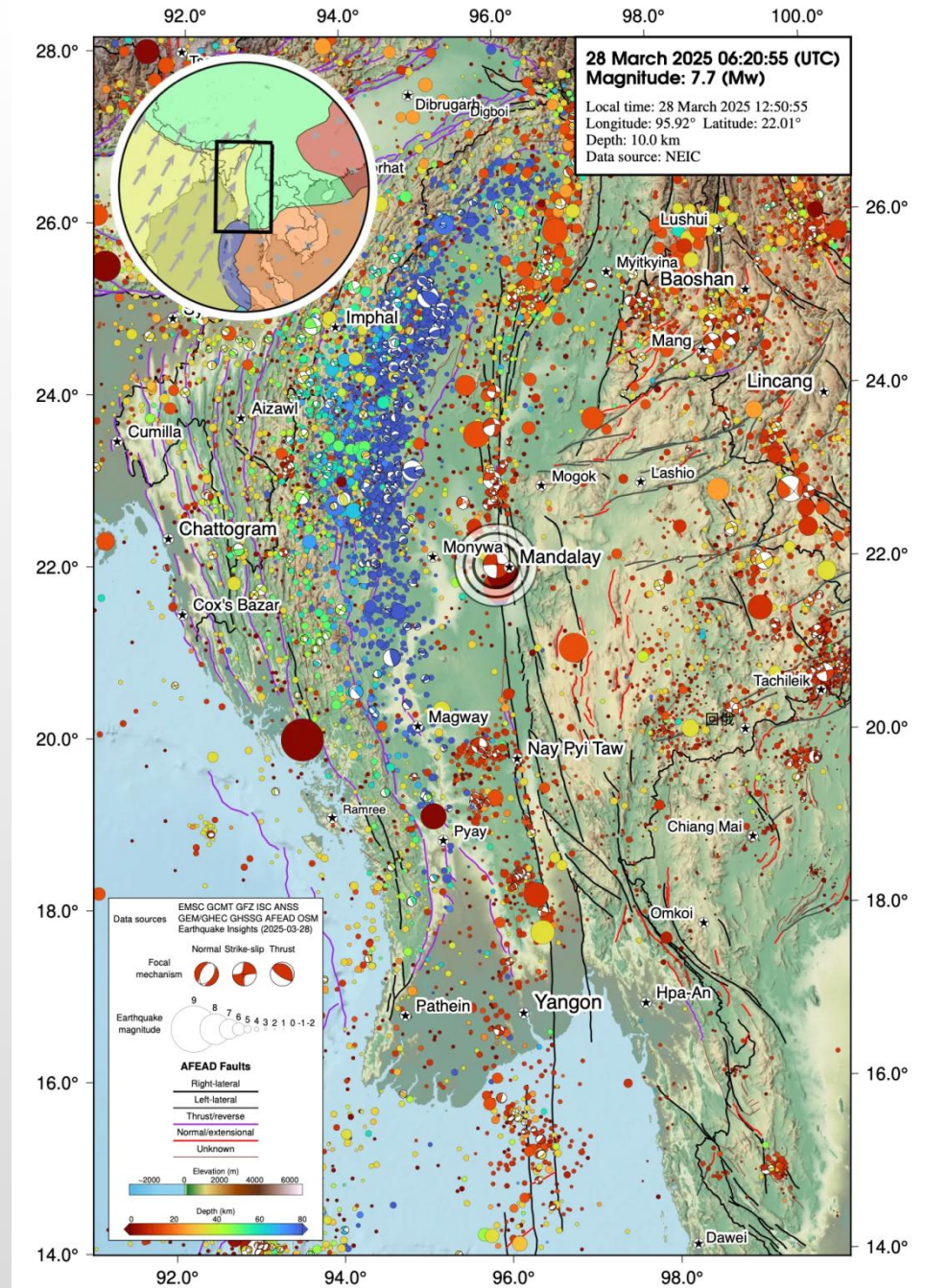


letošní zemětřesení - 1. 1. – 30. 9. 2025



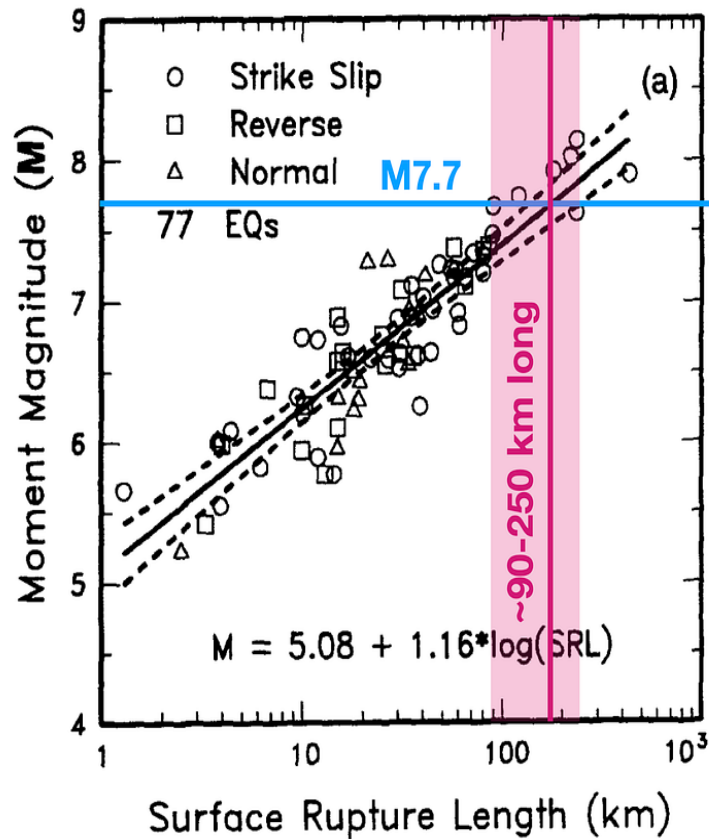
Myanmar, 28. 3. 2025, M 7,7

epicentrální mapa širší oblasti
a rozmístění hlavních zlomů



Myanmar, 28. 3. 2025, M 7,7 – magnitudo vs. délka trhliny

předpoklad



skutečnost

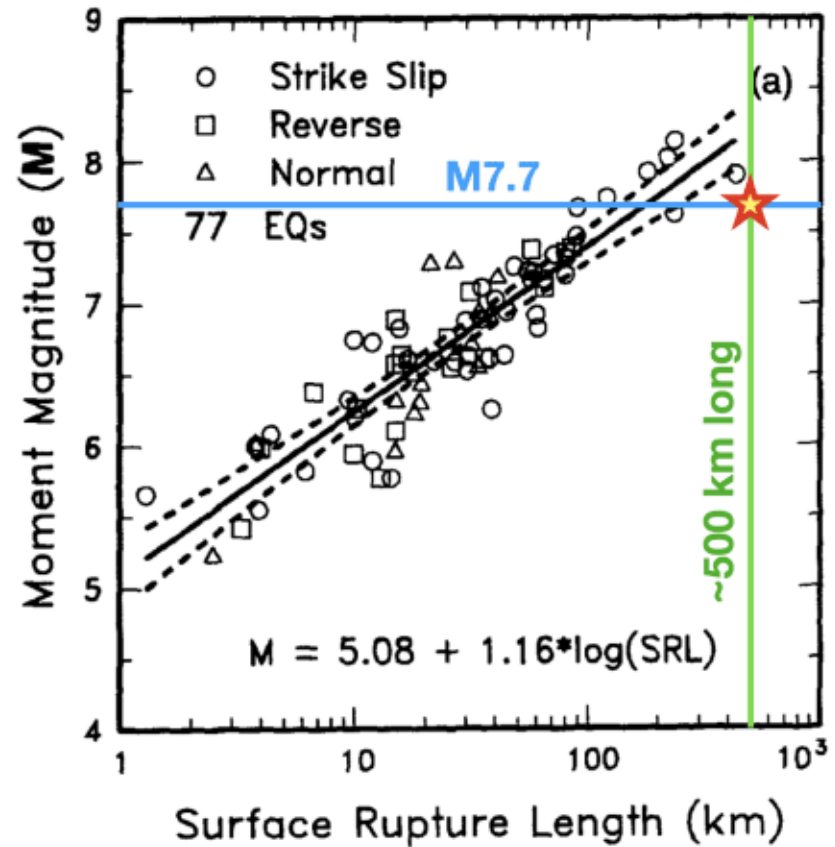


Figure 9A of Wells and Coppersmith (1994).

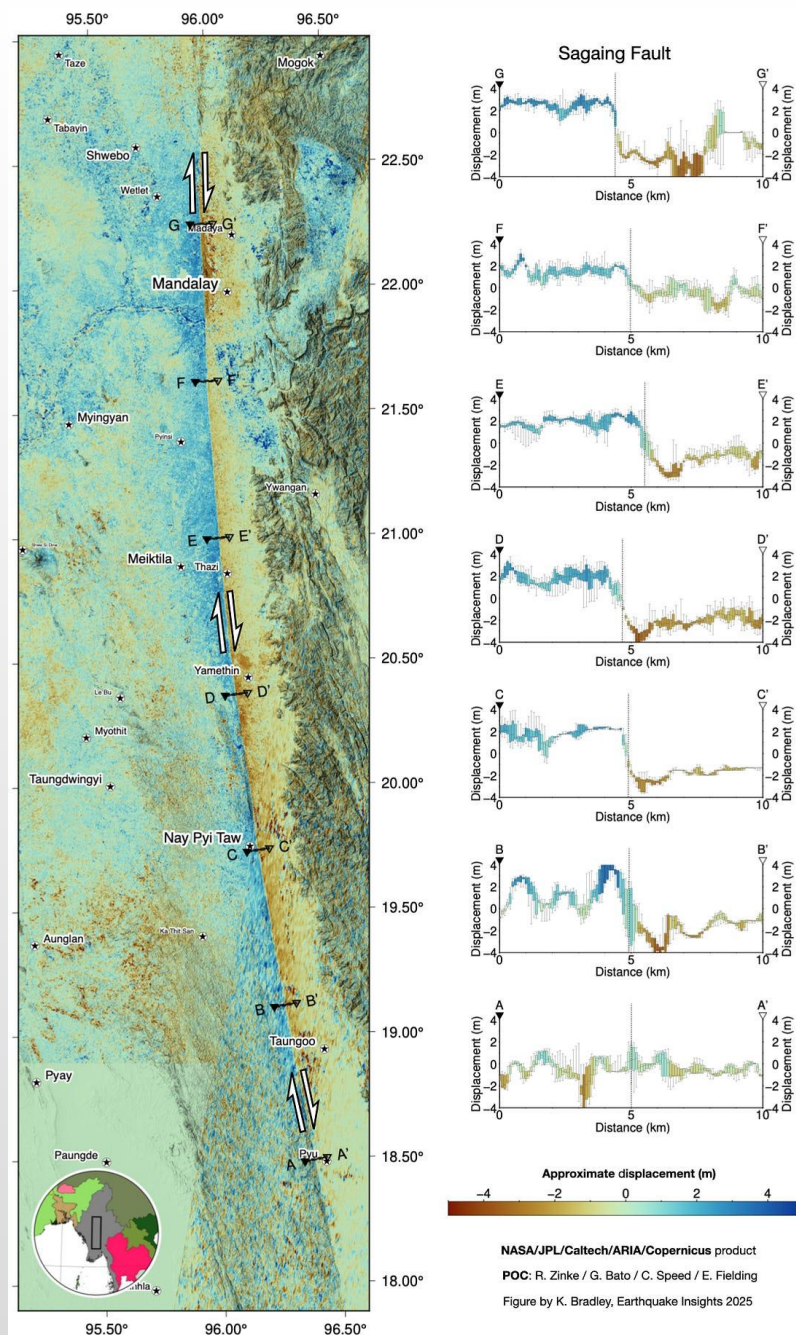
Myanmar, 28. 3. 2025, M 7,7

horizontální posun povrchu podél zlomu Sagaing

určený ze satelitních pozorování
(Sentinel-1 and Sentinel-2)

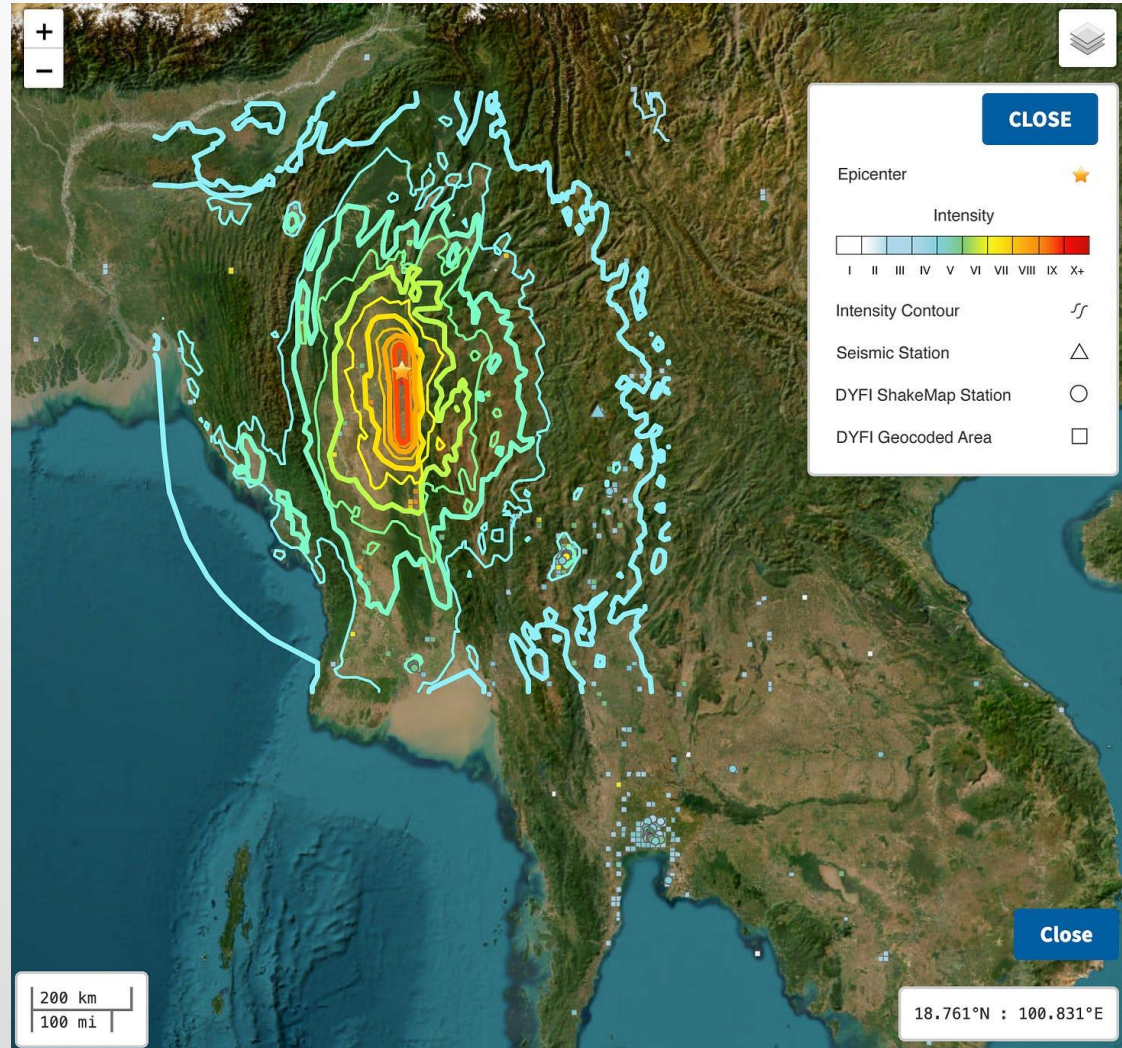
modré zabarvení –směrem k severu
žluté zabarvení –směrem k jihu

*NASA/JPL/Caltech/ARIA/Copernicus
Product. POC: R Zinke/G Bato/C
Speed/E Fielding.*



Myanmar, 28. 3. 2025, M 7,7

mapa tzv. izoseist vyjadřuje intenzitu otřesů ve stupních makroseismické stupnice

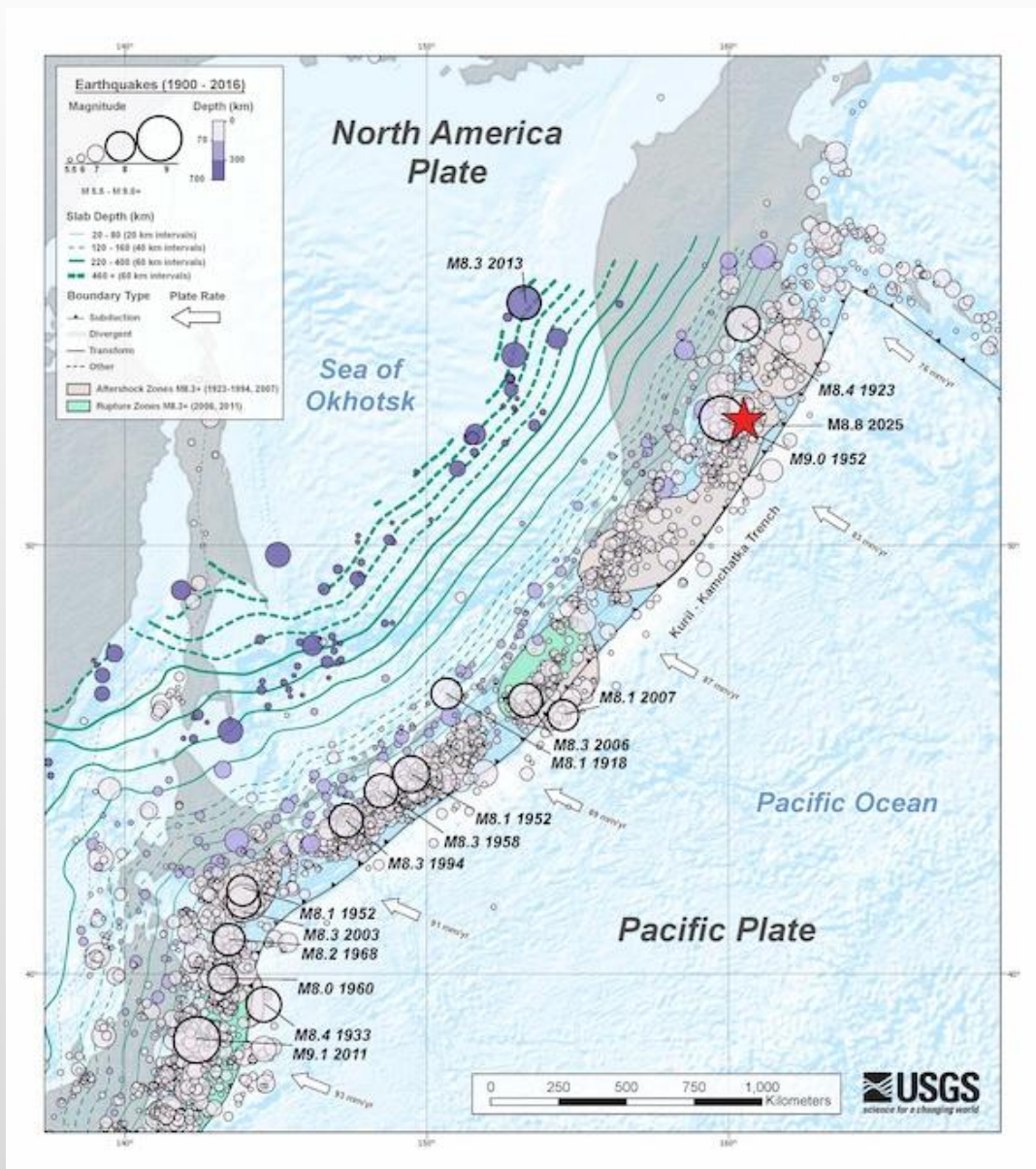


USGS, <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eventpage/us7000pn9s/shakemap/intensity>

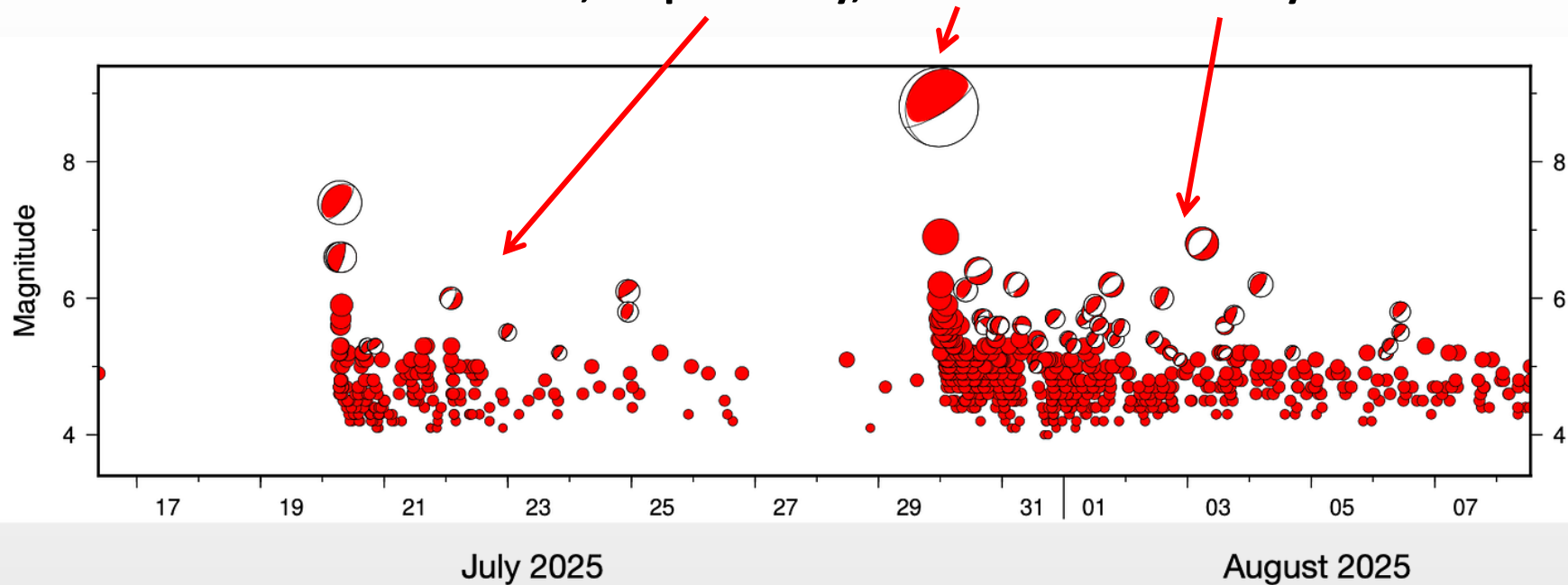
Kamčatka 29. 7. 2025 – M 8,8



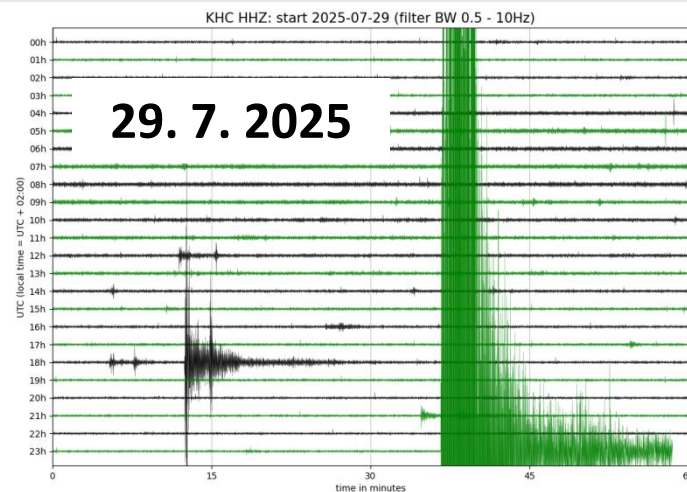
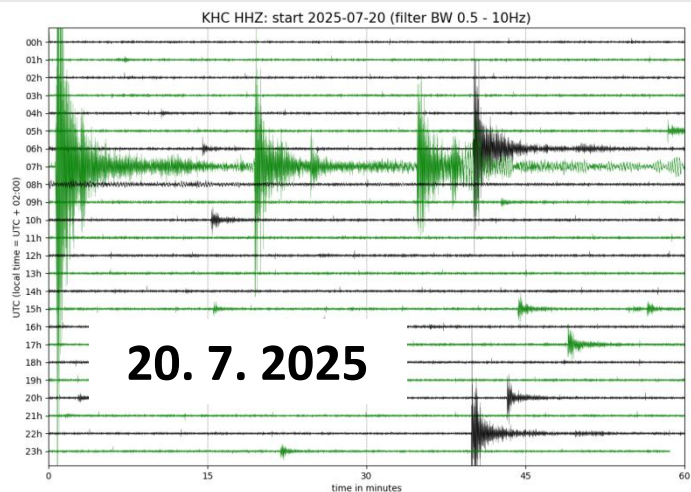
Kamčatka 29. 7. 2025 – M 8,8 na pozadí seismické aktivity 1900 - 2018



Kamčatka M 8,8 – předtřesy, hlavní otřes a dotřesy



denní seismogramy seismické stanice KHC – Kašperské Hory



Zemětřesení M 8.5+ od r. 1900 s poznámkou o případných předtřesech.

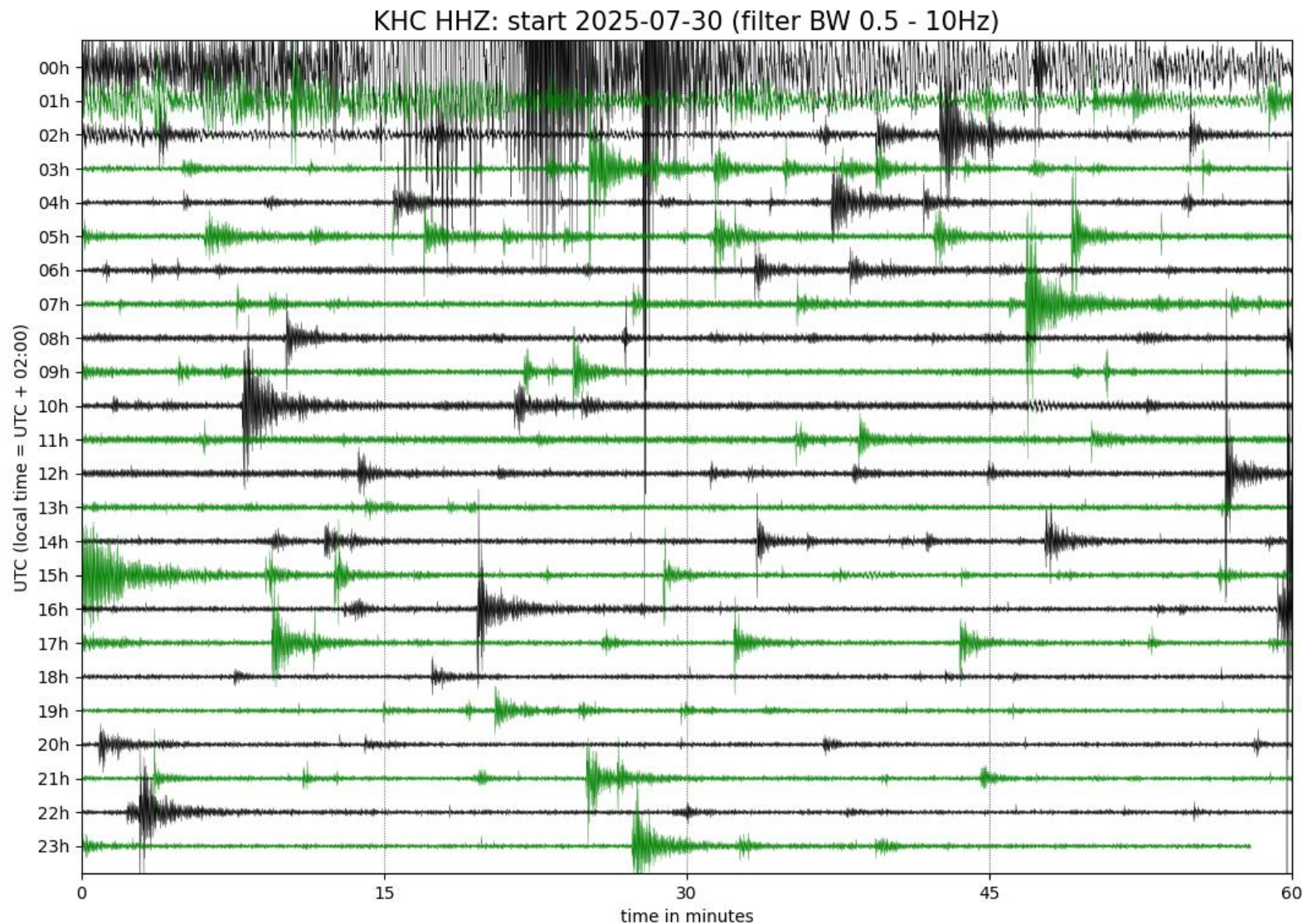
(zemětřesení, k nimž došlo mimo subdukční zóny, jsou psány italikou )

Date	Magnitude	Region	M7+ foreshocks?
January 31, 1906	Mw8.8	Ecuador	Several "strong"; one day prior
November 11, 1922	Mw8.5	Chile	Two "strong"; during week prior
 February 1, 1938	<i>Mw8.5*</i>	<i>Banda Sea</i>	<i>None</i>
April 1, 1946	Mw8.6	Aleutian Islands	None
 August 15, 1950	<i>Mw8.6*</i>	<i>Assam</i>	<i>None</i>
November 4, 1952	Mw9.0	Kamchatka	None
March 9, 1957	Mw8.6	Aleutian Islands	None
May 22, 1960	Mw9.5	Chile	Three; one day prior
October 13, 1963	Mw8.5	Kuril Islands	One; one day prior
March 28, 1964	Mw9.2	Alaska	None
February 4, 1965	Mw8.7	Aleutian Islands	None
December 26, 2004	Mw9.1	Sumatra-Andaman	One; 2 years prior
March 28, 2005	Mw8.6	Sumatra	2004 M9.1; three months prior
February 27, 2010	Mw8.8	Chile	None
March 11, 2011	Mw9.1	Japan	One; 2 days prior
 April 11, 2012	<i>Mw8.6*</i>	<i>Indian Ocean</i>	<i>None</i>
July 29, 2025	Mw8.8	Kamchatka	Two; 2 weeks prior, 1 year prior

* = not an oceanic megathrust earthquake

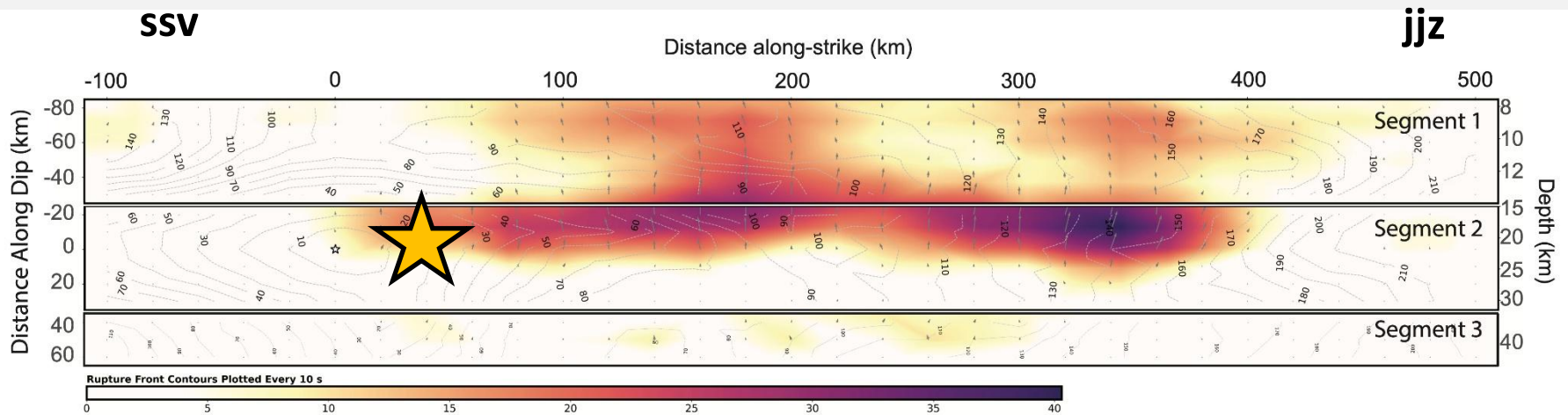
Kamčatka M 8,8 - dotřesy následující den, 30. 7. 2025

na denních seismogramech seismické stanice KHC – Kašperské Hory



Kamčatka, M 8,8

model skluzu podél zlomu/deskového rozhraní
v délce cca 500 km, max. skluz 40 m v hloubce cca 20 km pod oceánským
dnem



Kamčatka, M 8,8

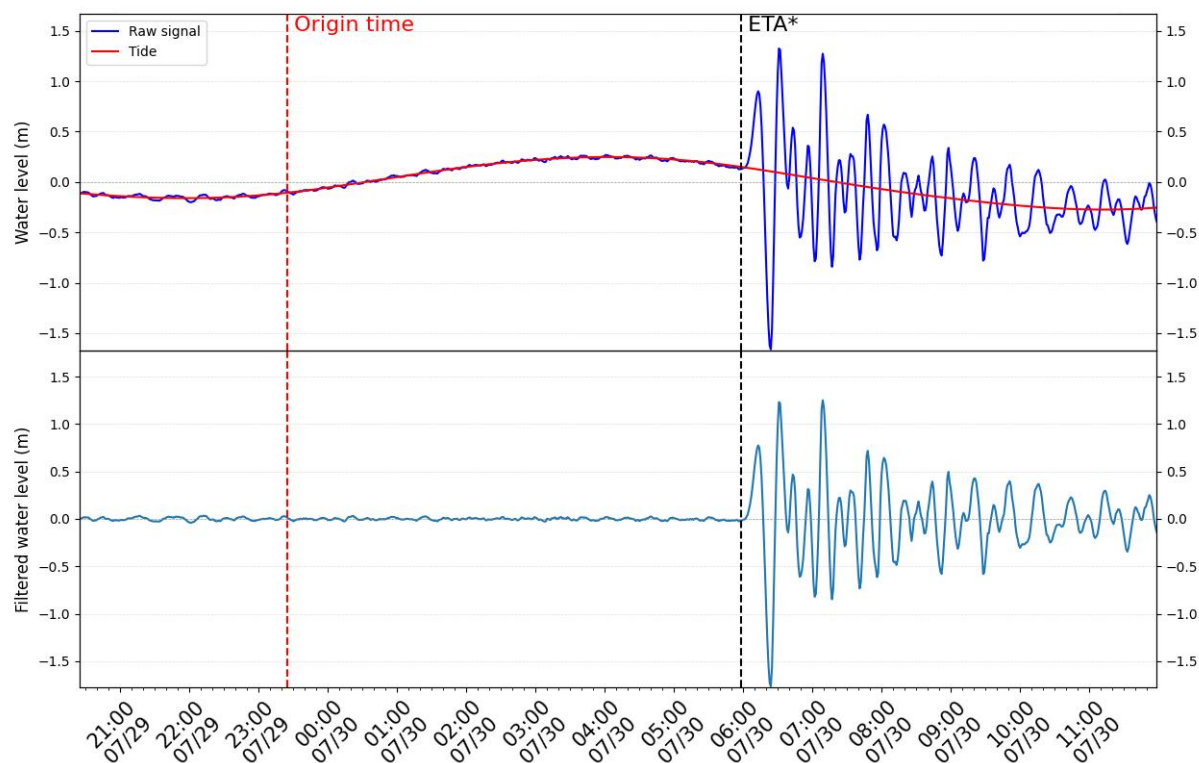
záznam tsunami
v Hilo, Havaii,
vzdálenost od epicentra
5 300 km

čas vzniku zemětřesení:
23:24:51 UTC
čas příchodu tsunami:
05:58:09 UTC

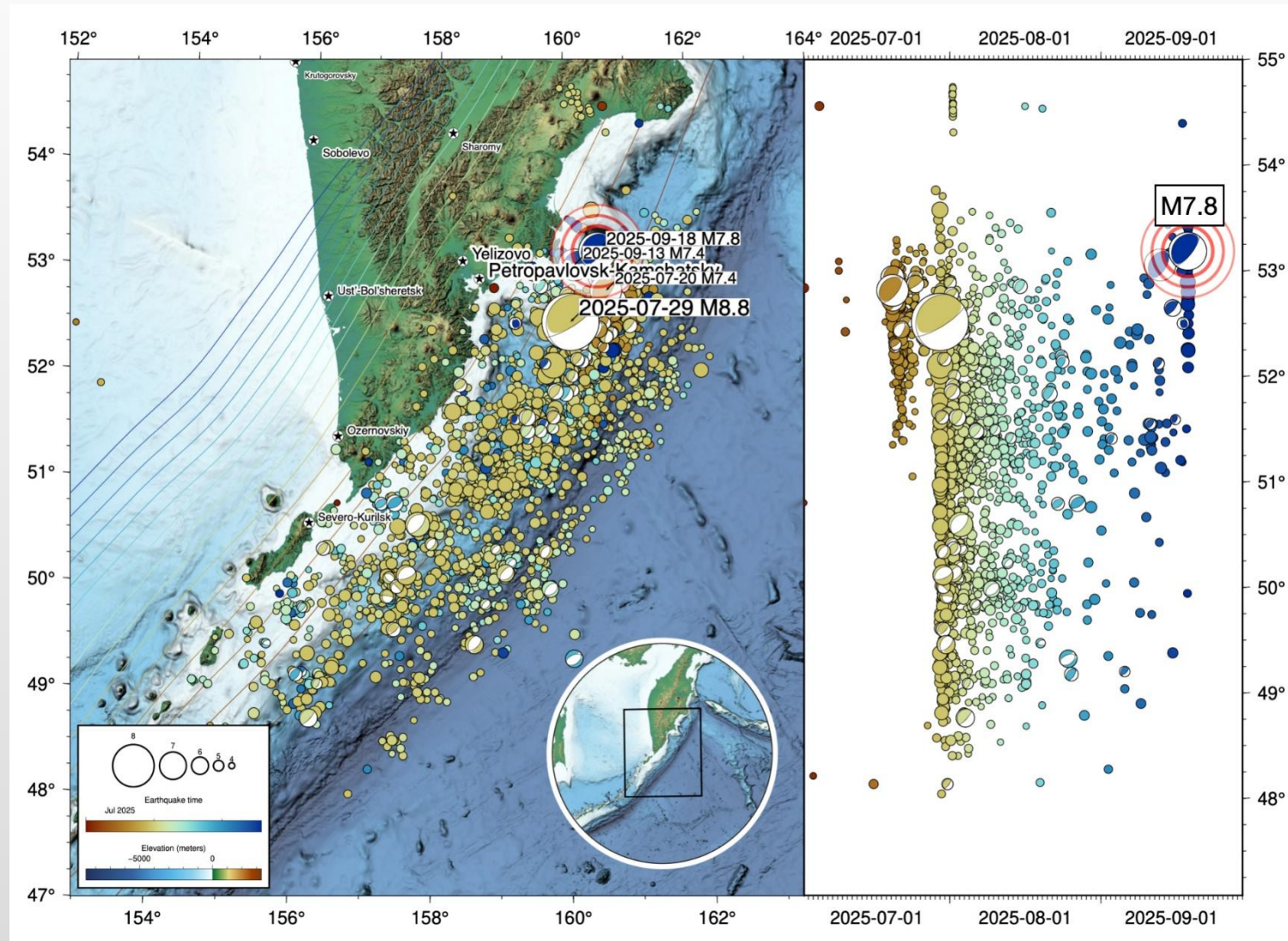
Tide gauge at Hilo, Hawaii
Earthquake Origin time: 2025/07/29 - 23:24:51 UTC
Tsunami expected arrival time: 2025/07/30 - 05:58:09 UTC
Distance from the earthquake: 5301 km



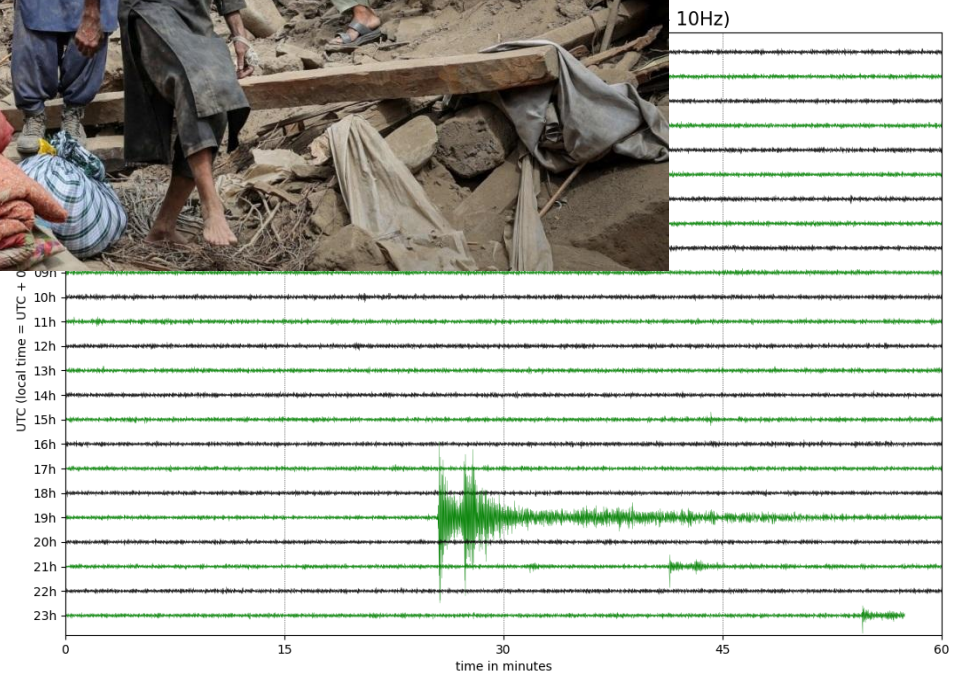
▲ Tide gauge
★ Earthquake



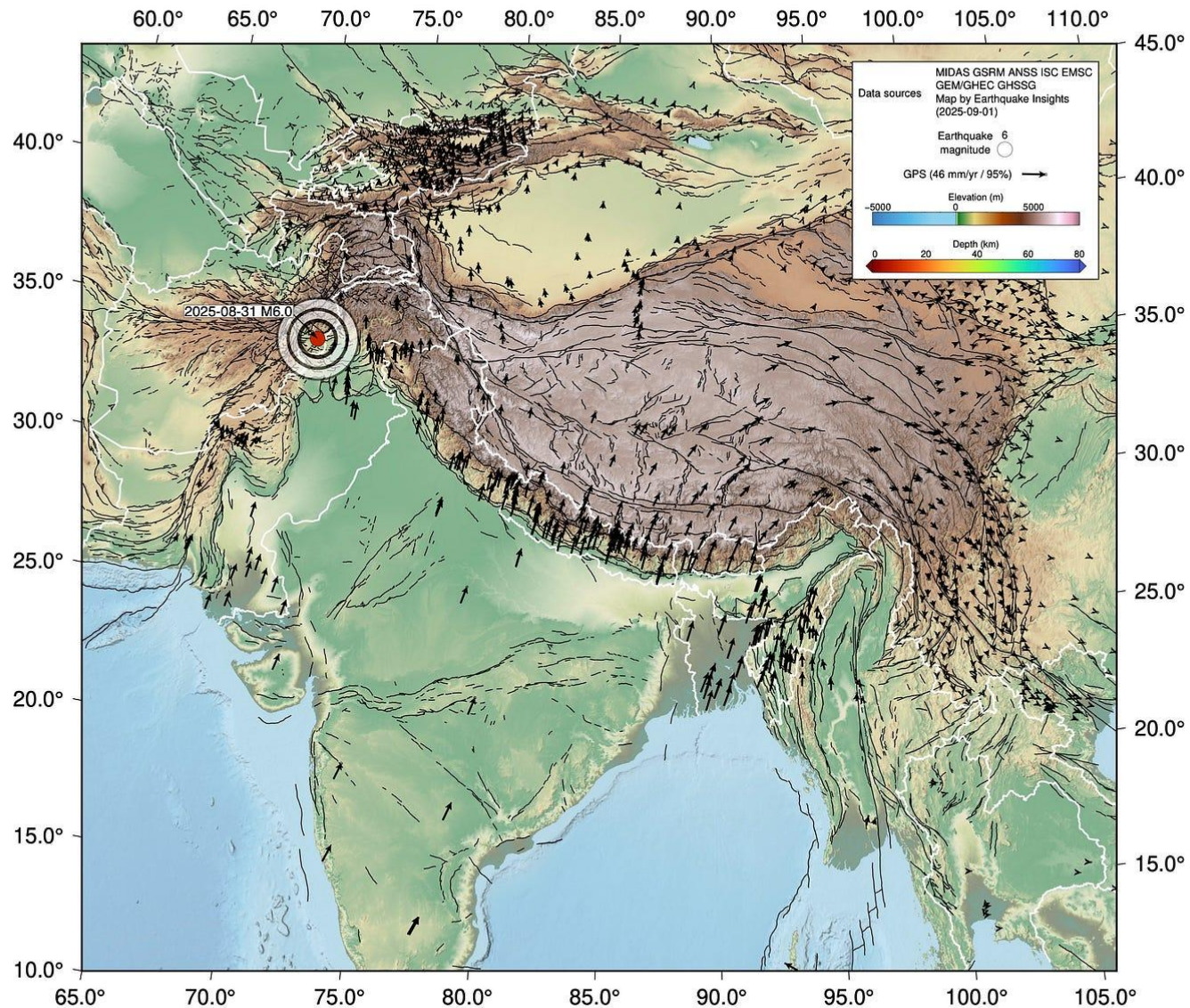
Kamčatka, M 8,8, 29. července, dotřes M 7,8, 18. září,



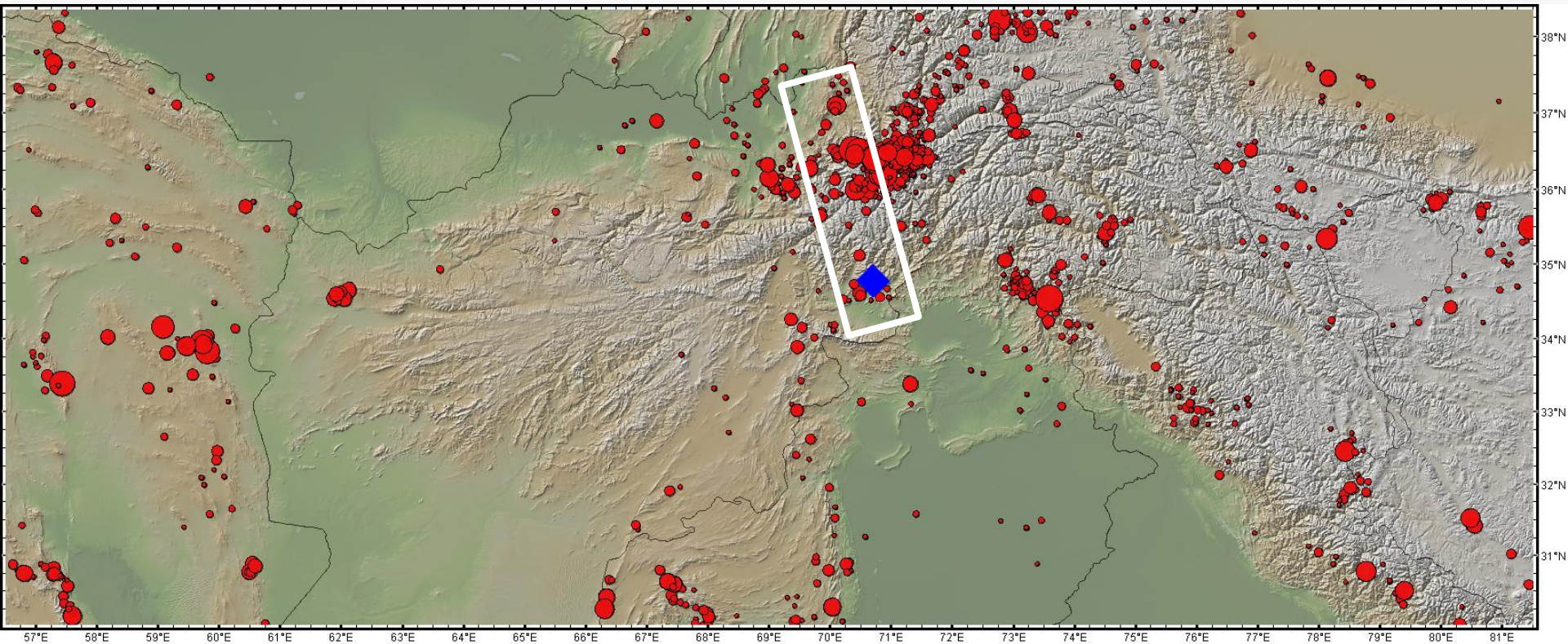
Afgánistán, 31. 8. 2025, M 6,0



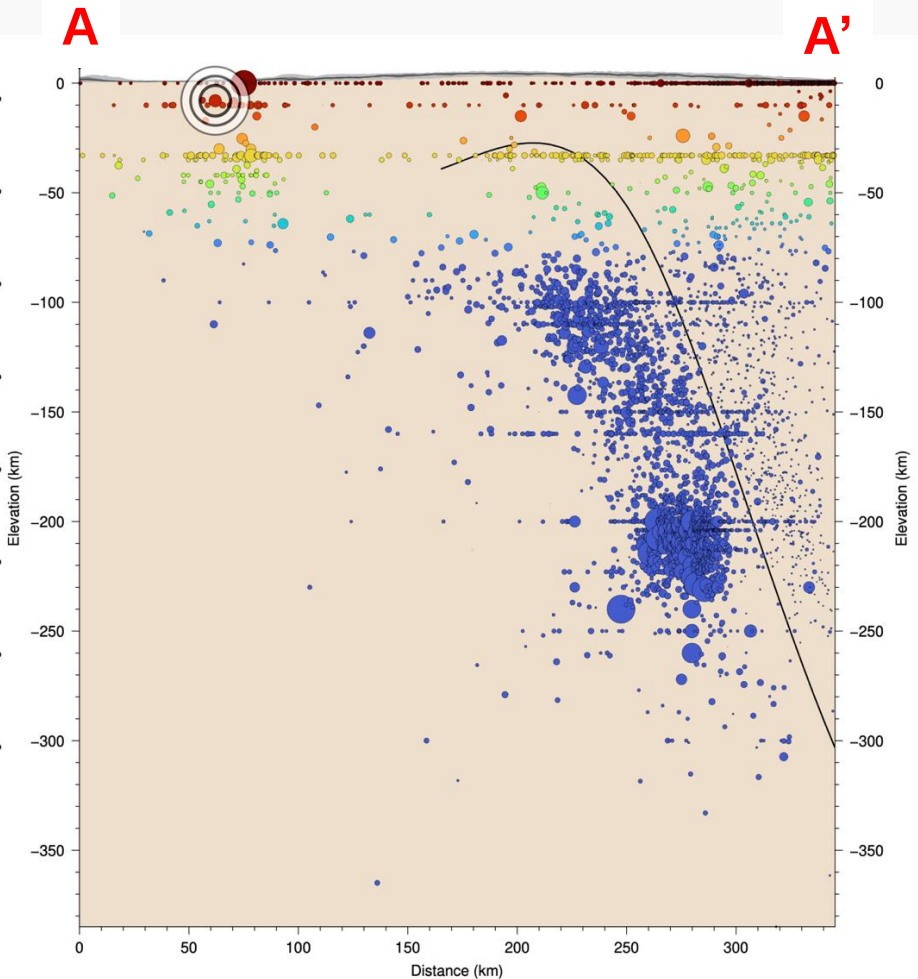
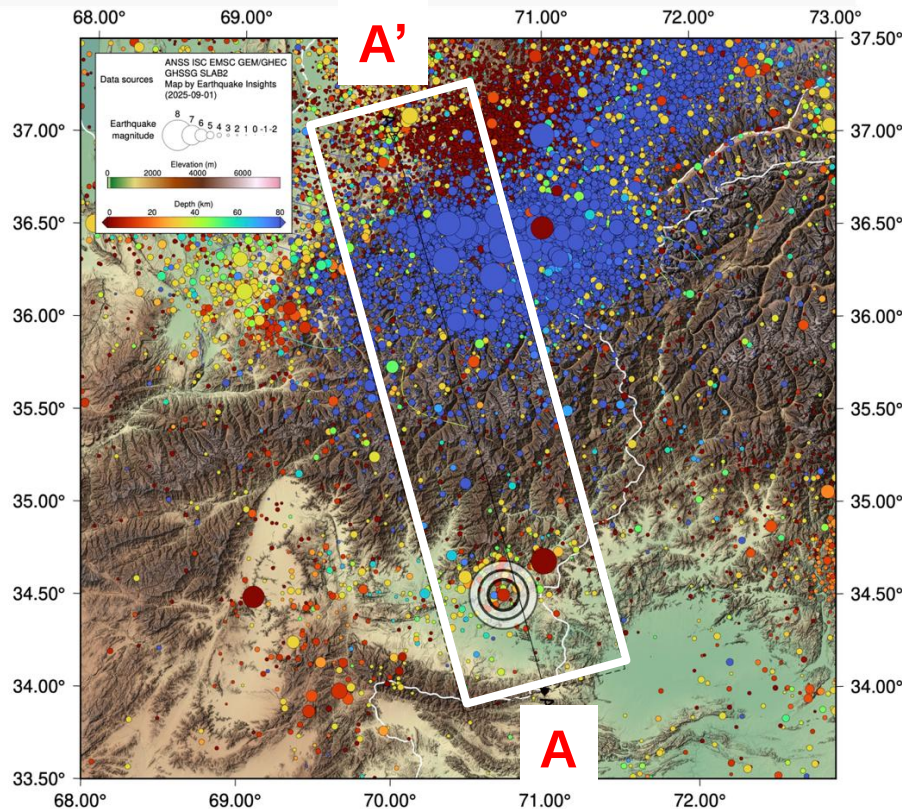
konvergence / kolize indické a euroasijské desky



**epicentra zemětřesení $M > 5$ v období 1960 – 2025
v Afghánistánu a okolních zemích**

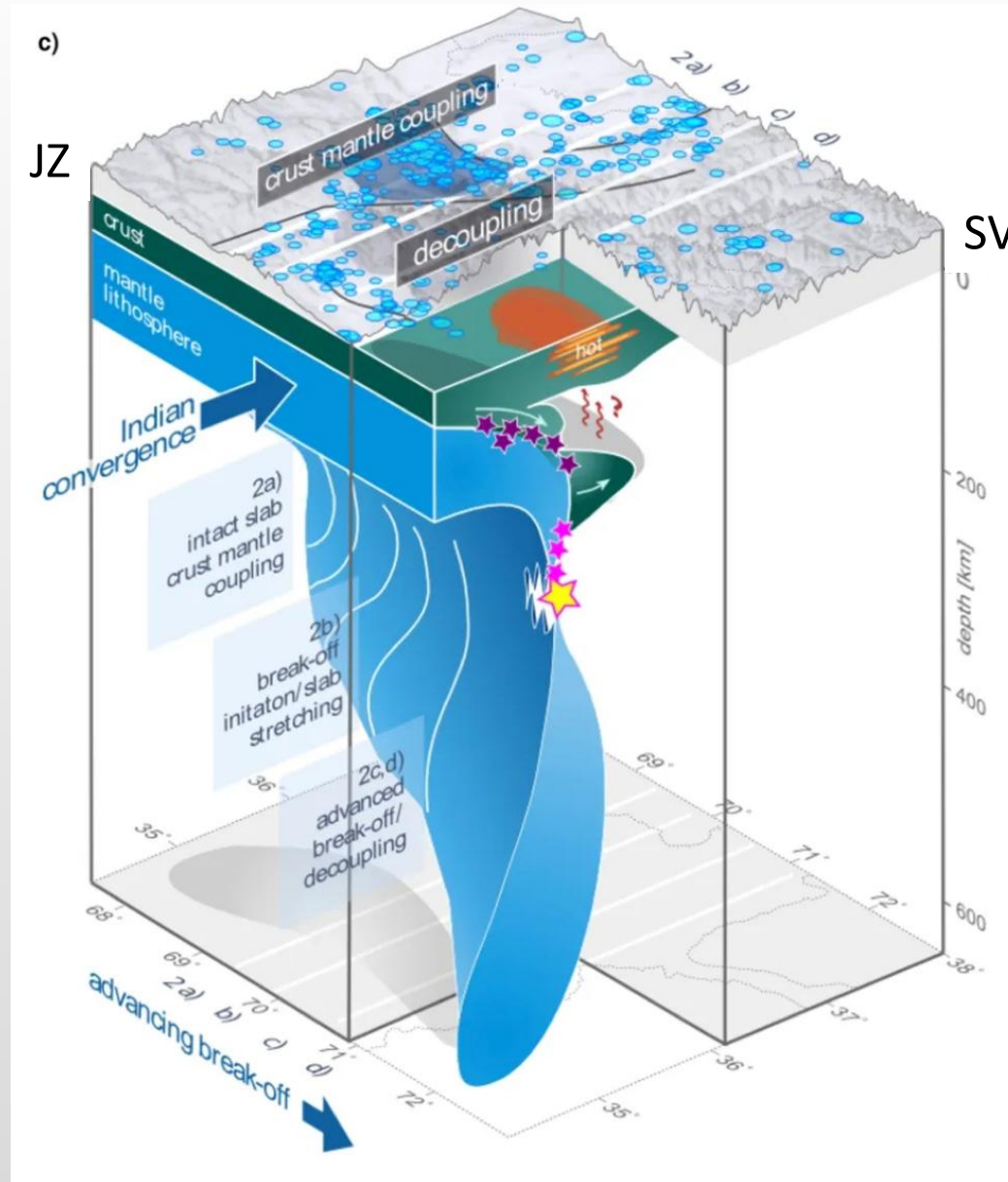


zemětřesení v sv. Afghánistánu (barva dle hloubek ohnisek) a jejich rozložení v řezu ve směru jjv – ssz (A-A')



Hubbard, J. and Bradley, K., 2025. Deadly M6 earthquake strikes northeastern Afghanistan. *Earthquake Insights*.

model reliktu subdukující indické desky pod Hindu Kush



následky ničivých zemětřesení 1900 - 2025

