



ZEMĚTŘESENÍ



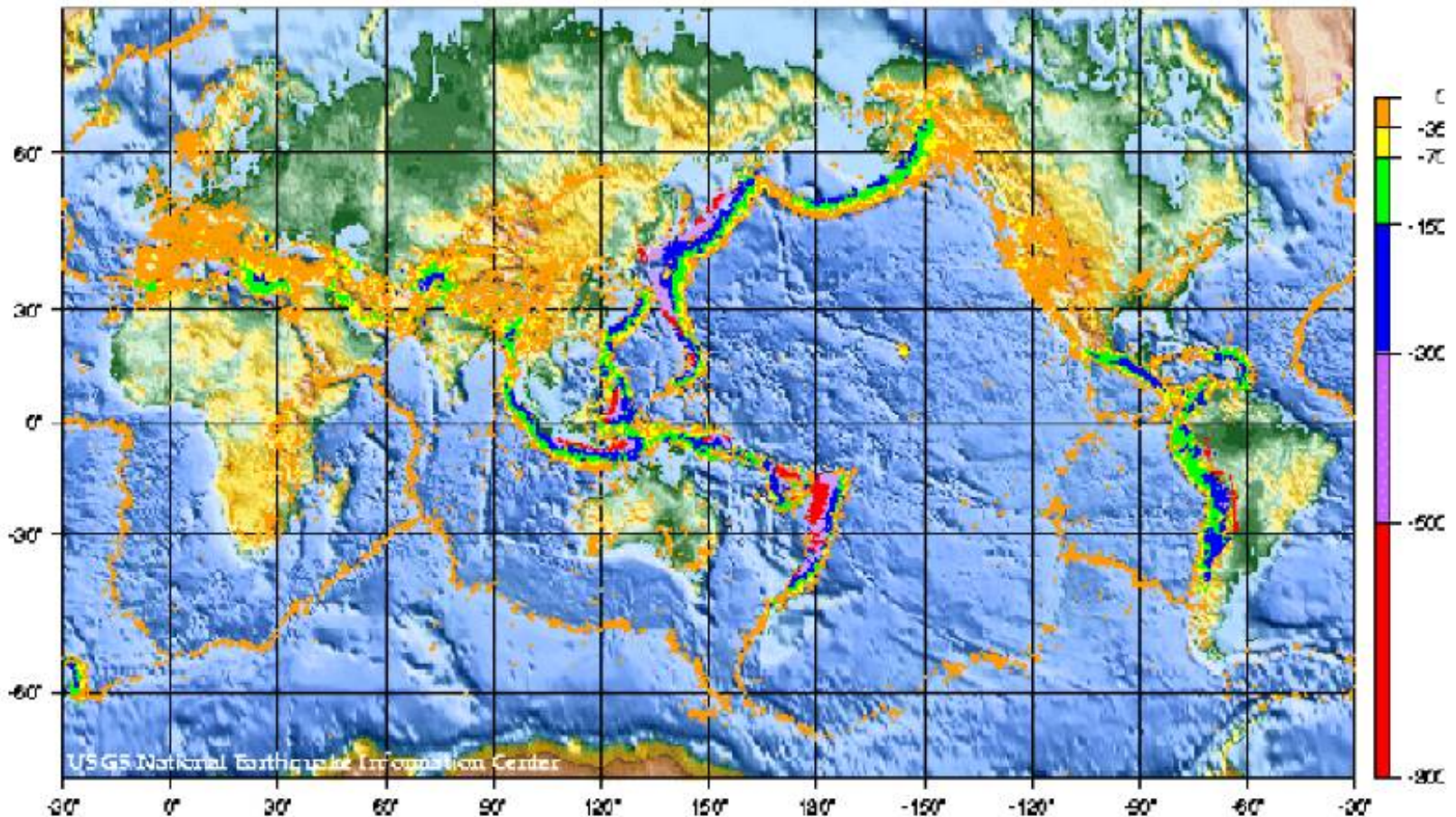
Zemětřesení

Z hlediska seismicity se dělí území na oblasti:

- **seismické** (silně otřásané) – Japonsko, střední Amerika, jihovýchodní Asie ...
- **peneseismické** (občas otřásané) – Český masív ...
- **aseismické** (neotřásané) – ruská tabule, kanadský štít

Oblasti zemětřesení ve světě

World Seismicity: 1990 - 2000





Zemětřesení

Podle původu lze zemětřesení dělit na:

A. Přírodní

▪ exogenní

❖ **pád meteoritů**

- ❖ **řítivá** - přibližně 3 % všech zemětřesení - vznikají např. zřícením stropů podzemních dutin v krasových nebo poddolovaných oblastech.

Mají mělké hypocentrum a bývají lokálního charakteru.



Zemětřesení

■ endogenní

- ❖ **sopečná (vulkanická)** – 7 %. Bývají průvodním jevem sopečné činnosti. Hypocentra mají vázaná na přírodní dráhy vulkanického materiálu a nacházejí se v hloubkách do 10 km. Tato zemětřesení mívají lokální význam a malou intenzitu.
- ❖ **tektonická (dislokační)** – nejčastější a nejzhoubnější. Vznikají náhlým uvolněním nahromaděné elastické energie v tektonicky aktivních oblastech, přičemž dochází ke smykovému pohybu ker podél zlomových spár. Maximální pohyby v horizontálním i vertikálním směru mohou dosáhnout i mnohametrových hodnot. Horizontální rozměr ohniska může dosahovat i stovek kilometrů.



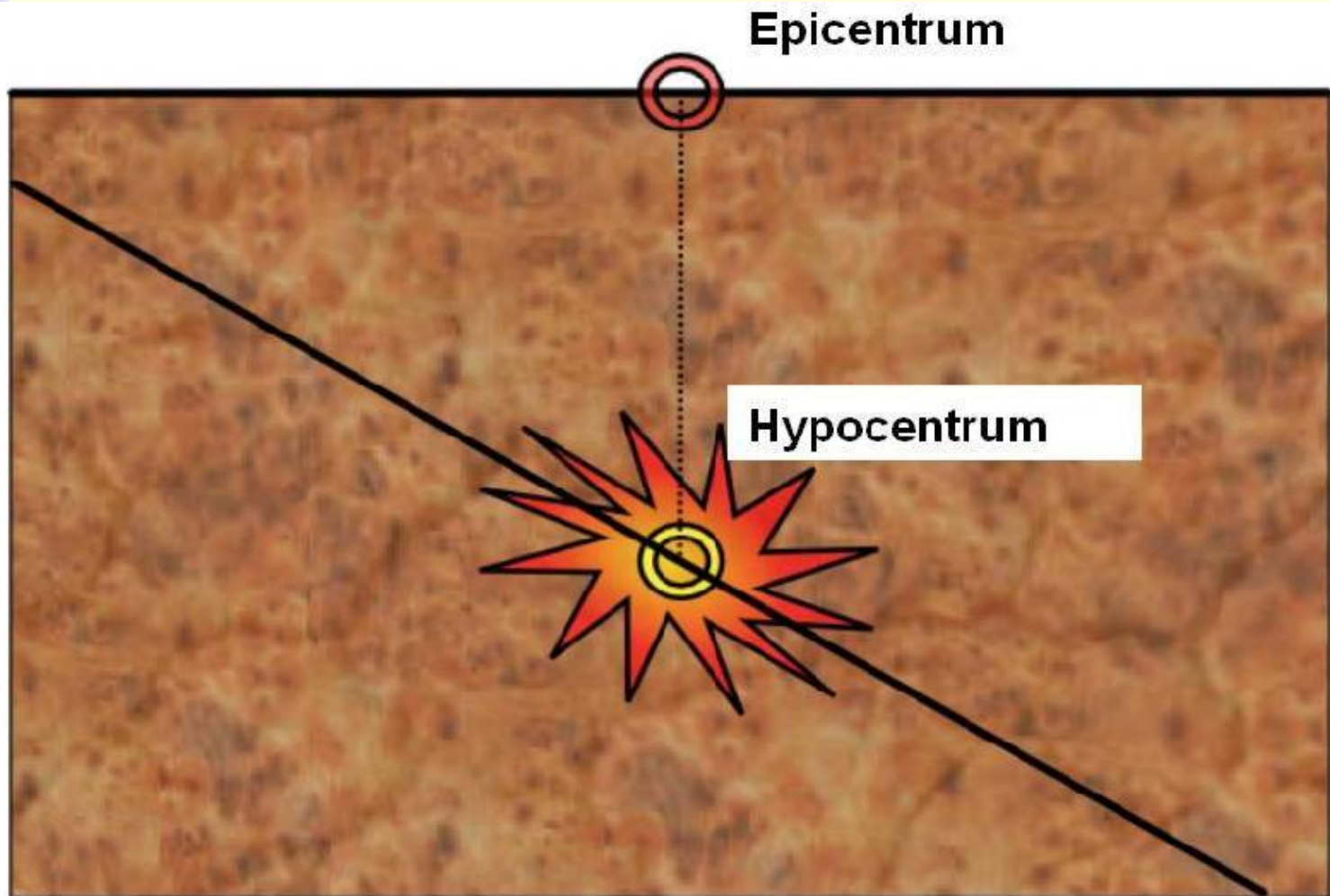
Zemětřesení

B. technická

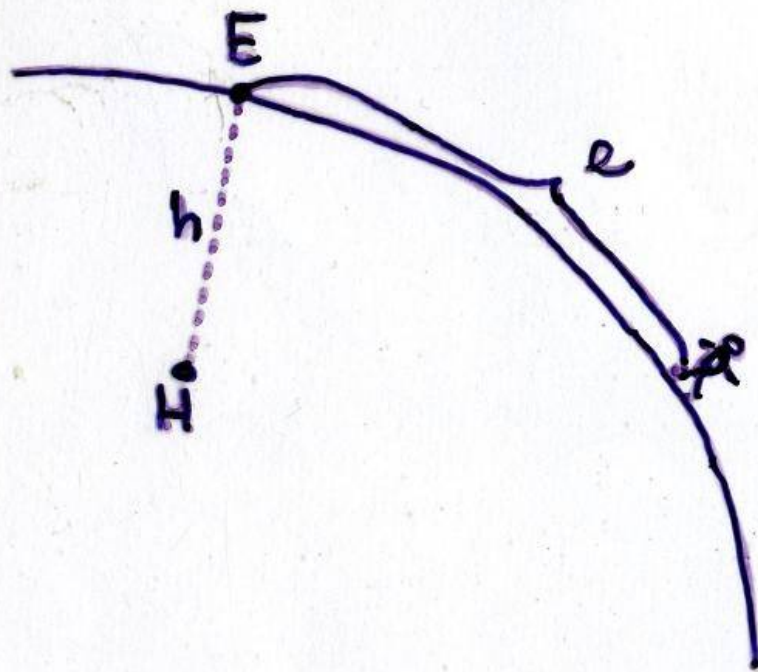
- umělé antropogenní otřesy a vibrace všeho druhu
- výbuchy trhavin, podzemní jaderné výbuchy
- účinky průmyslových zdrojů

- Energie uvolněná při zemětřesení - až $5 \cdot 10^{18}$ J
- Počet otřesů registrovaných přístroji - cca 1 000 000/rok
- Silnější zemětřesení - 2 až 3 denní intervaly (projevilo by se na stavbách)

Zemětřesení



Zemětřesení



H - hypocentrum
E - epicentrum
h - hloubka ohniska
e - epicentrální vzdálenost

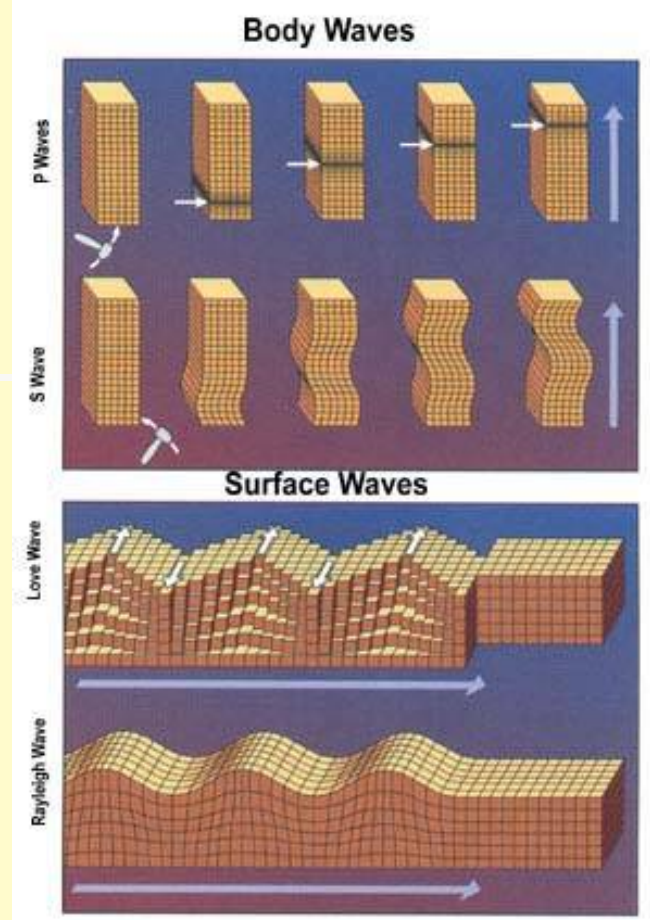
Zemětřesení

Zemětřesné vlny:

- podélné (P) - cca 6 km/s
- Příčné (S) - cca 3 km/s
- Povrchové (L) - pomalé, nejničivější

Mořské vlny:

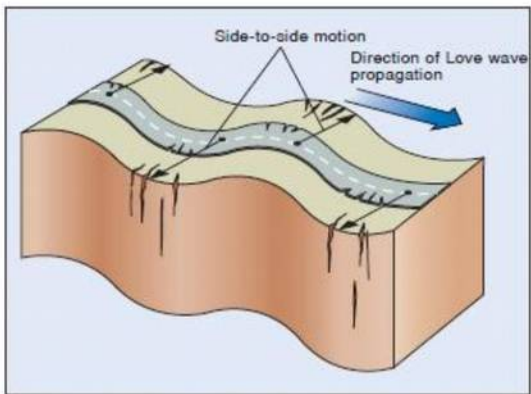
- tsunami (cunami)



Zemětřesení

3. Povrchové vlny

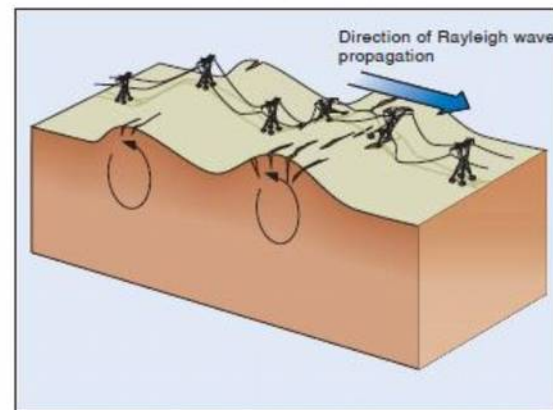
3.1. Loveho vlny



Působí na
povrchu
horizontálně,
neprochází vodou

3. Povrchové vlny

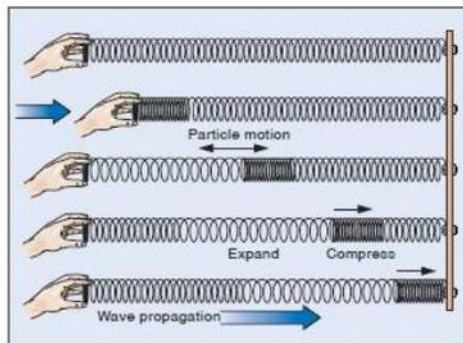
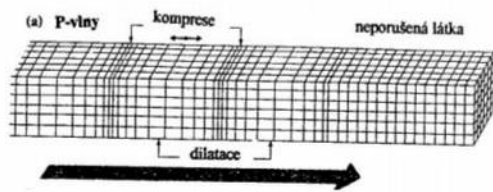
3.2. Rayleigh vlny



Působí velmi
destruktivně

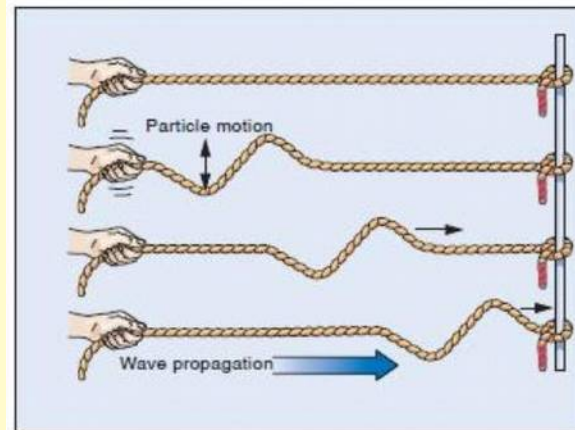
Zemětřesení

1. P -vlny



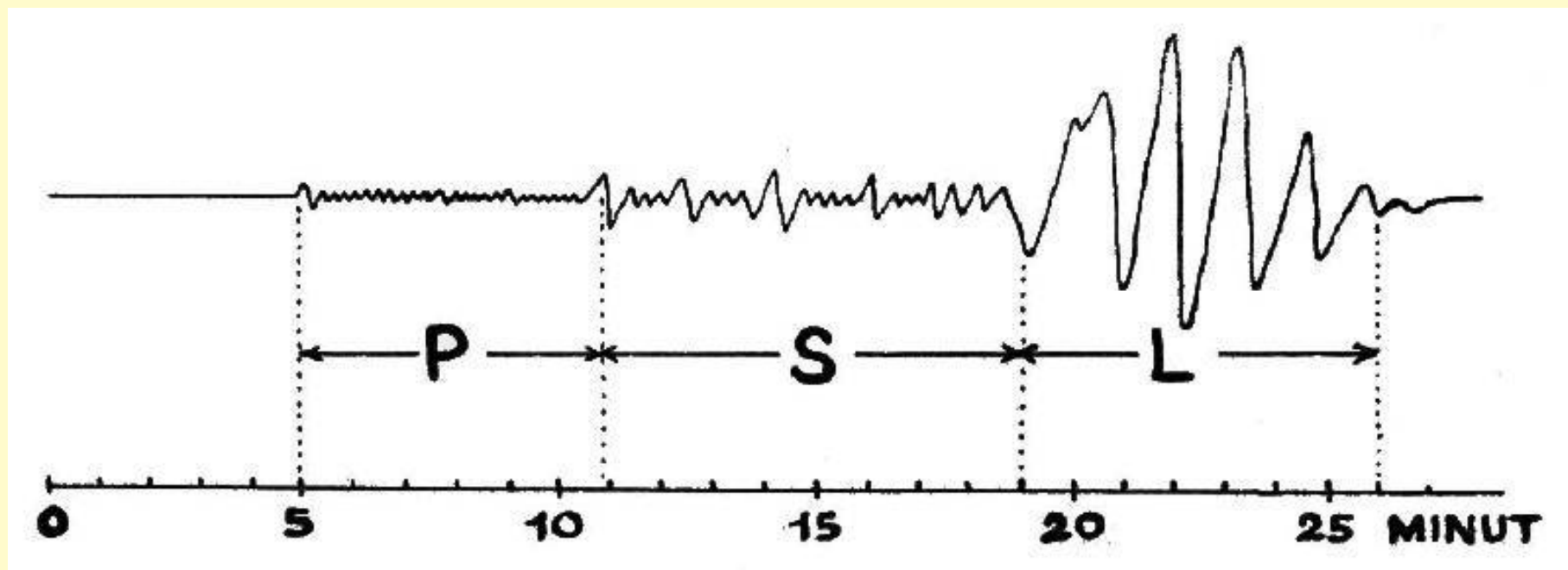
4 – 7 km/s

2. S -vlny

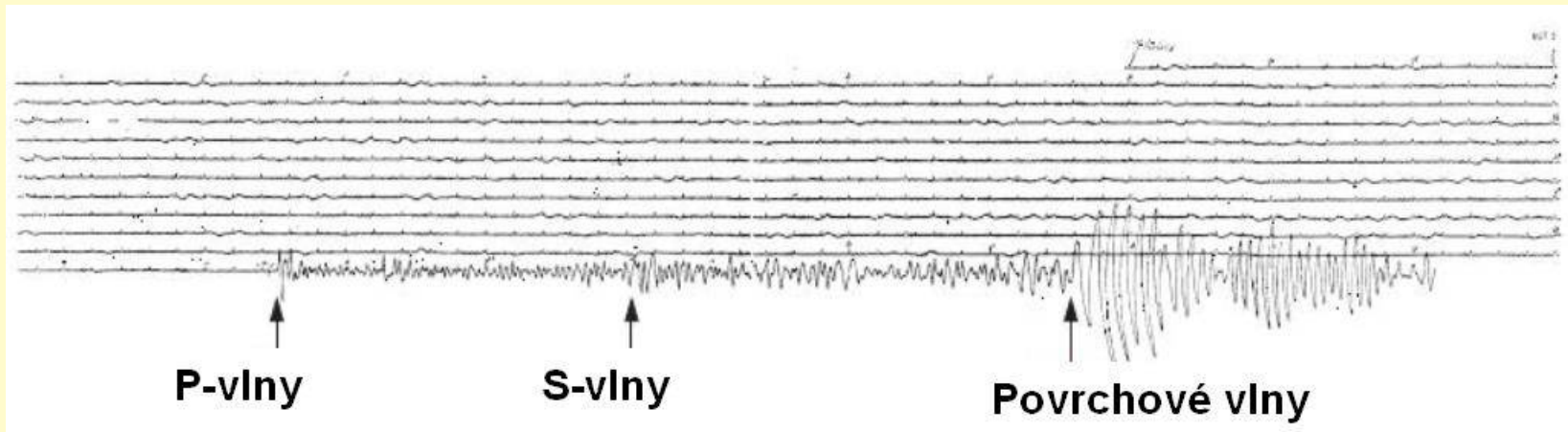


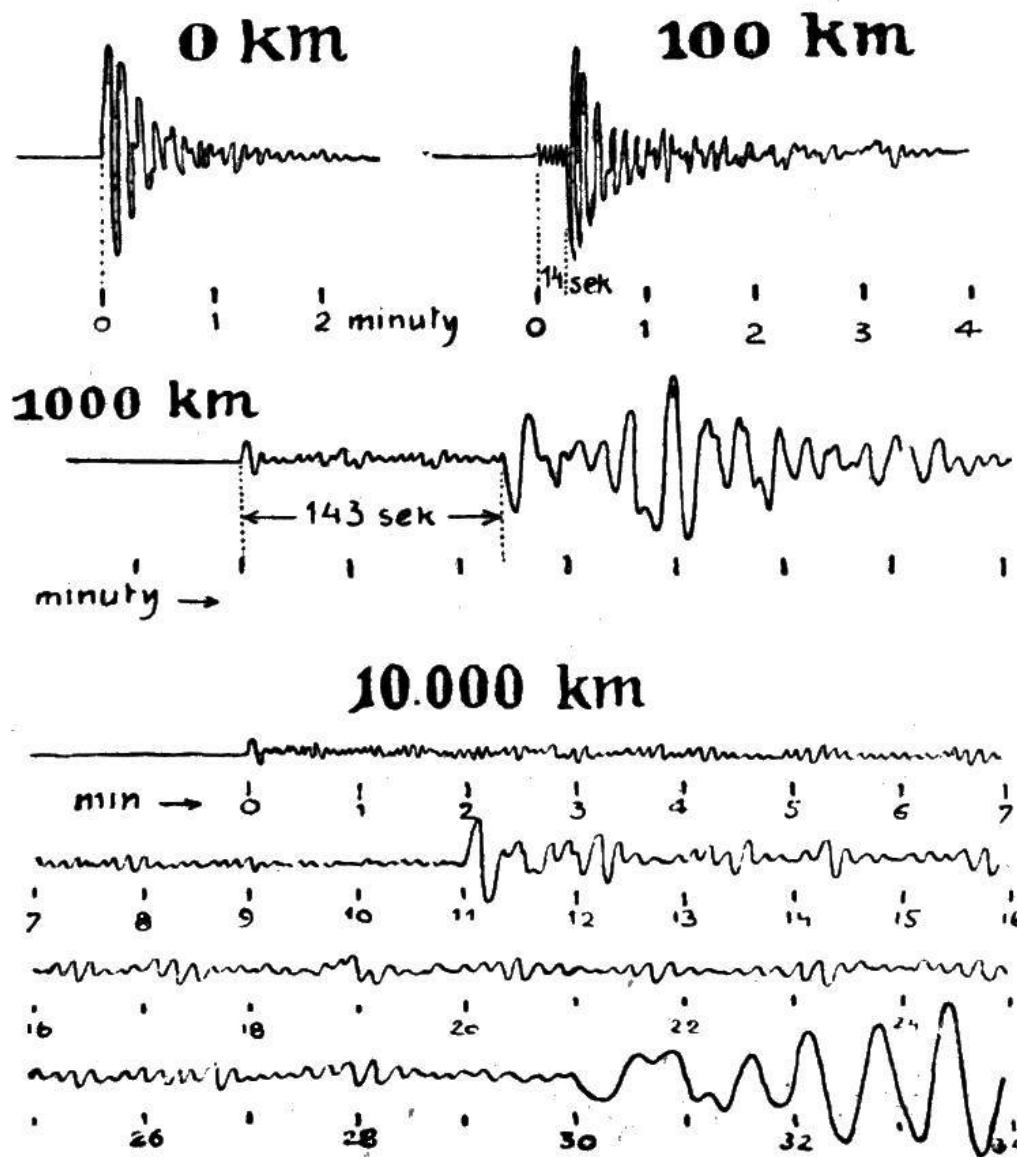
2 – 5 km/s

„Vzorový“ seismogram



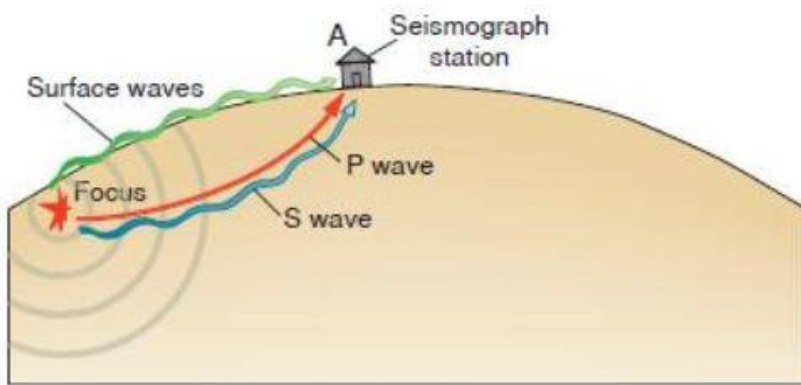
Seismogram - skutečný zápis



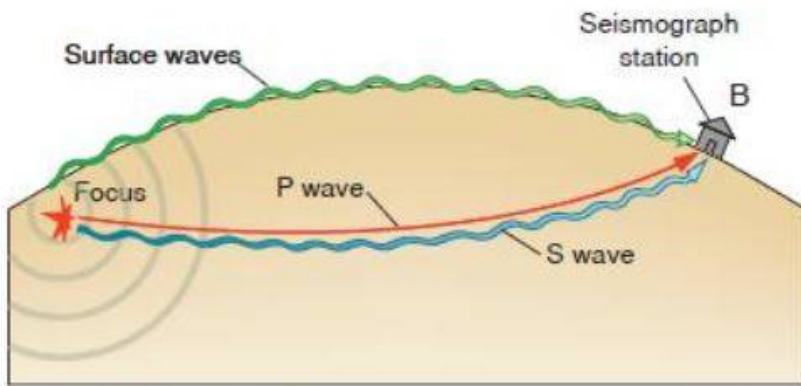


Seismogram zemětřesení místního, blízkého a vzdáleného. — U zemětřesení vzdáleného jsou patrné první a druhé vlny předběžné před vlnami povrchovými, zaznamenanými na všech seismografech. — (Stoček České astronomické společnosti.)

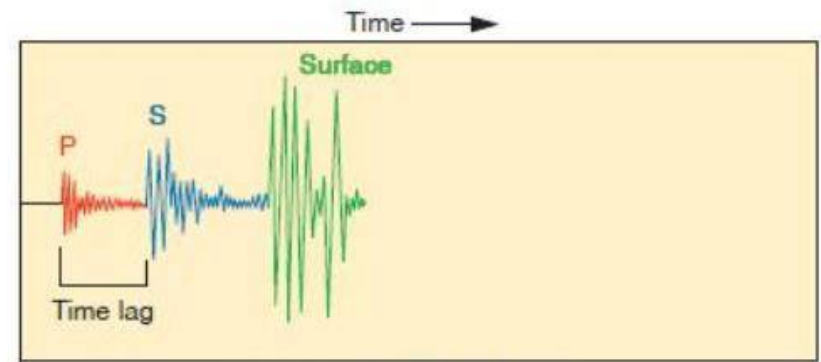
Seismogram blízkého a vzdáleného zemětřesení



A Station near focus

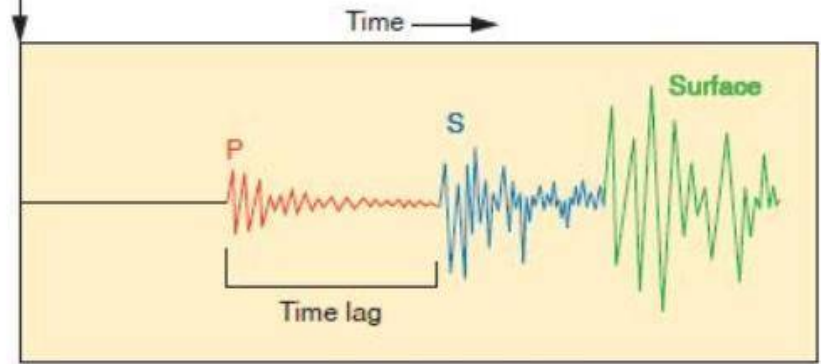


B Station far from focus



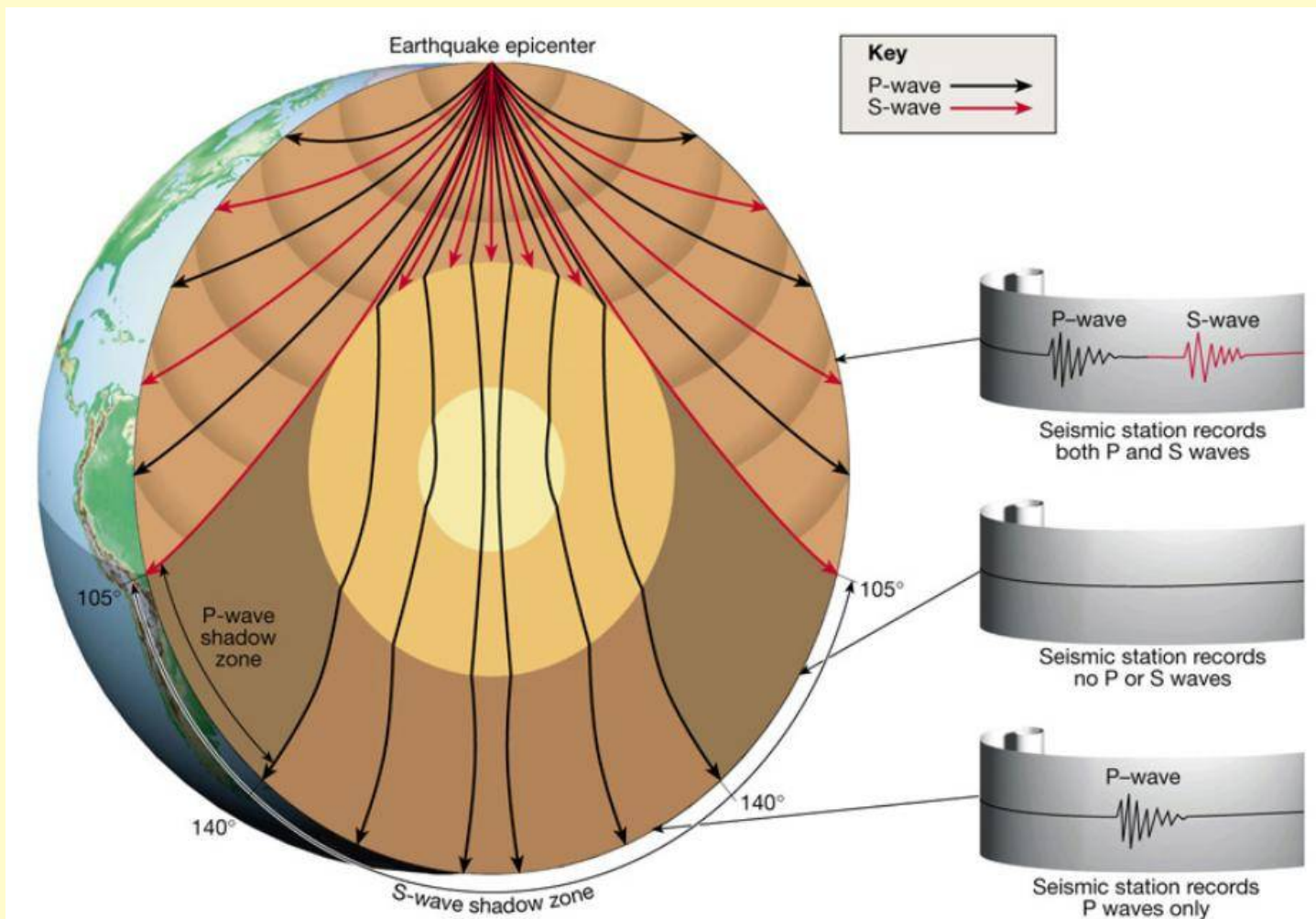
Seismogram from station A

Time of earthquake



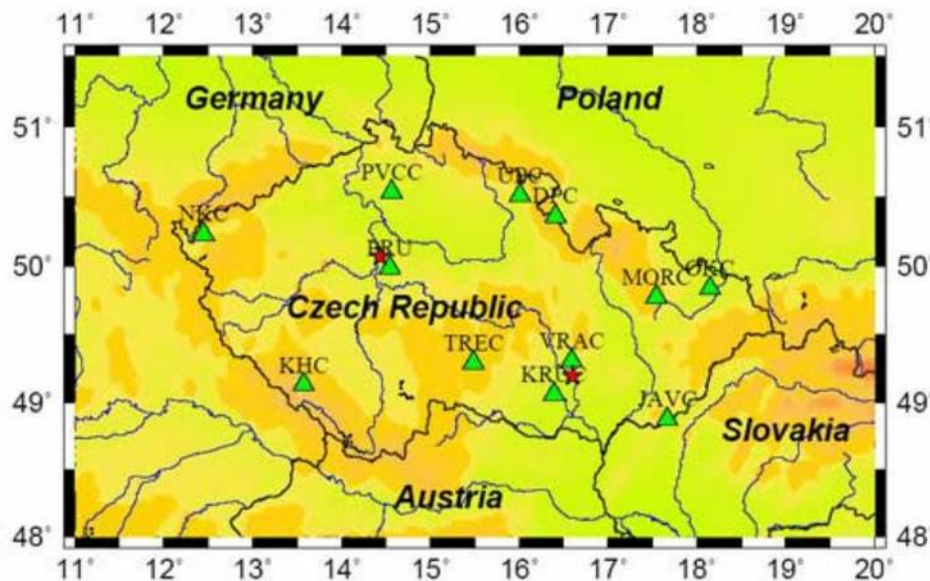
Seismogram from station B

Šíření zemětřesných vln

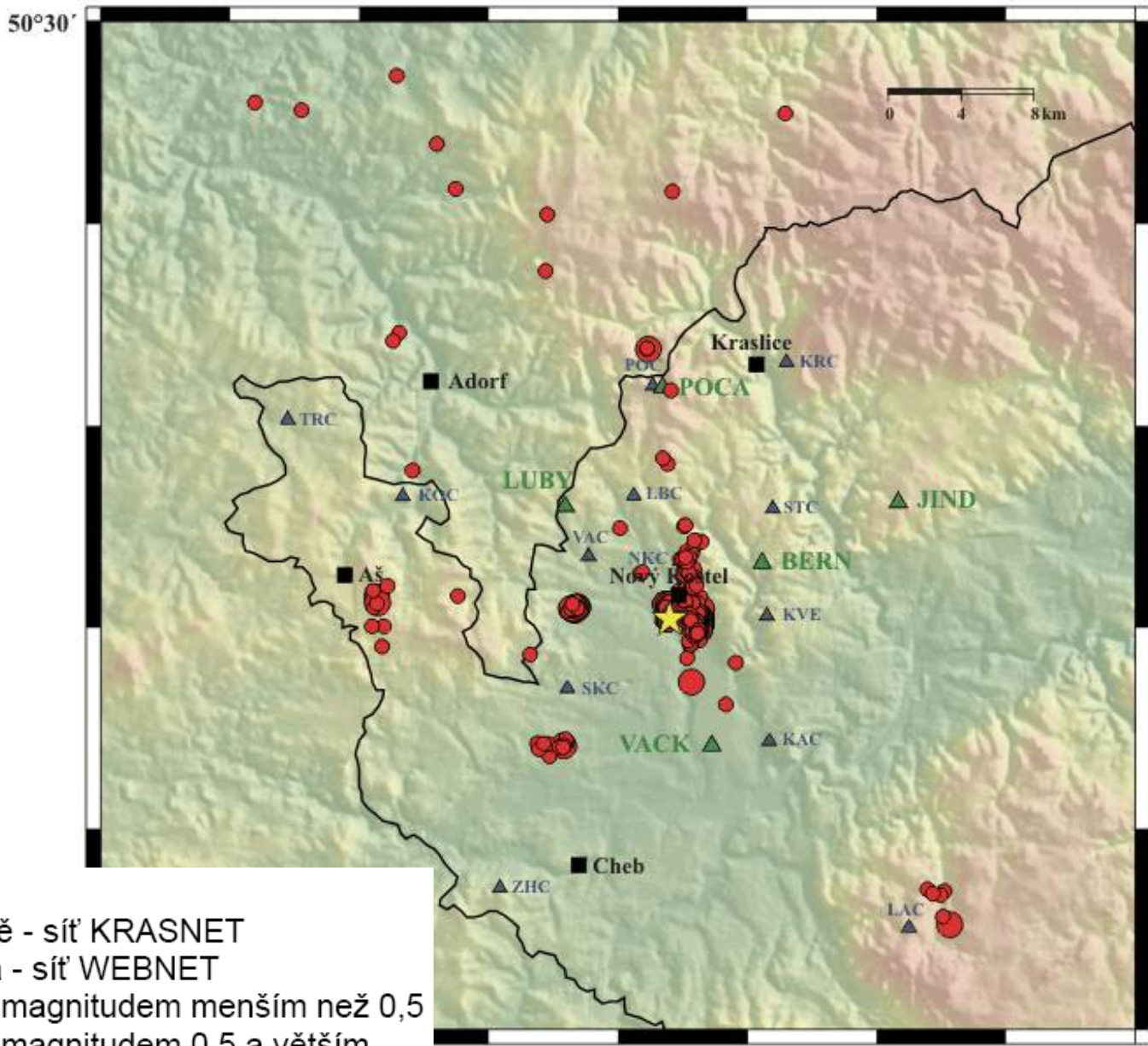
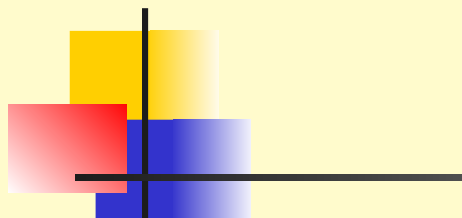


Česká regionální seismická síť

Aktuální seismogramy stanic České regionální seismické sítě



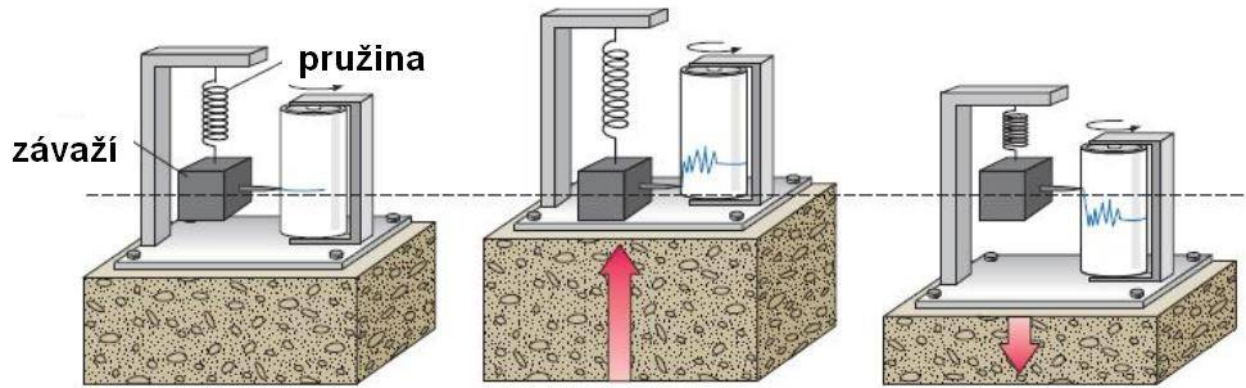
Mapka seismické aktivity v západních Čechách



- města, obce
- ▲ stanice Ústavu fyziky Země - síť KRASNET
- ▲ stanice GFÚ AV ČR Praha - síť WEBNET
- epicentrum zemětřesení s magnitudem menším než 0,5
- epicentrum zemětřesení s magnitudem 0,5 a větším
- ★ epicentrum posledního registrovaného zemětřesení

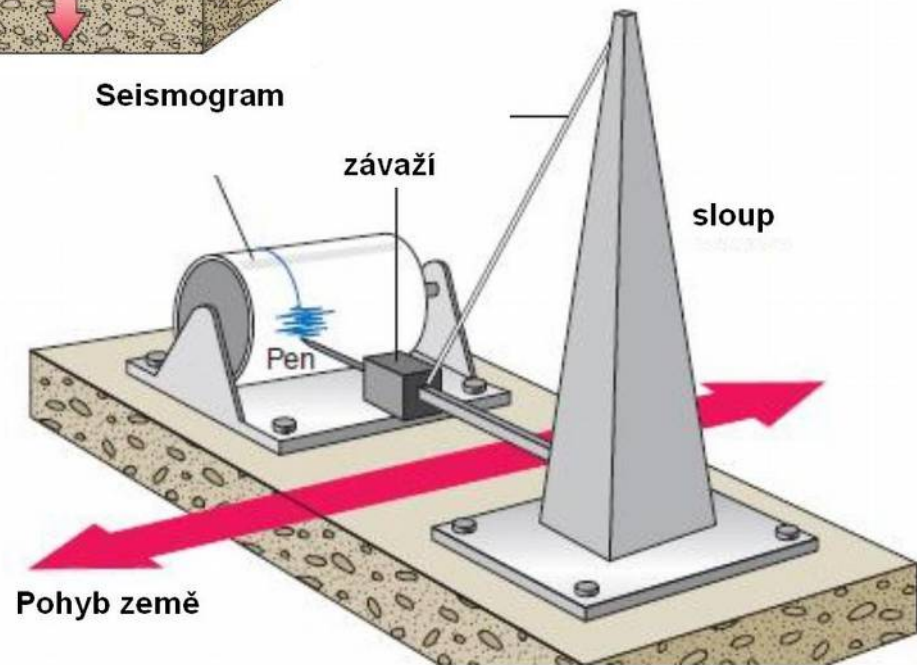
12°30'

Seismograf

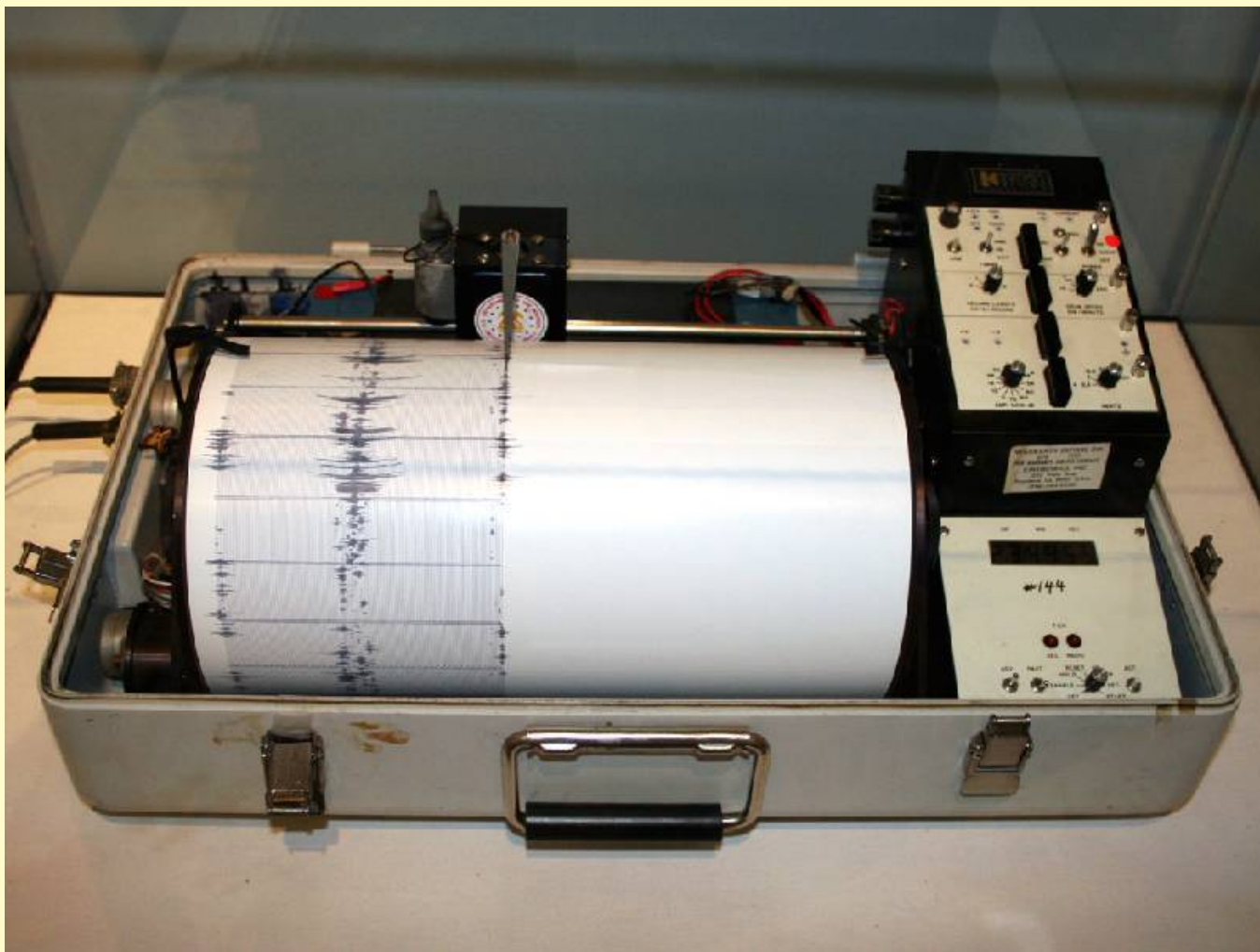


vertikální

horizontální



Přenosný seismograf



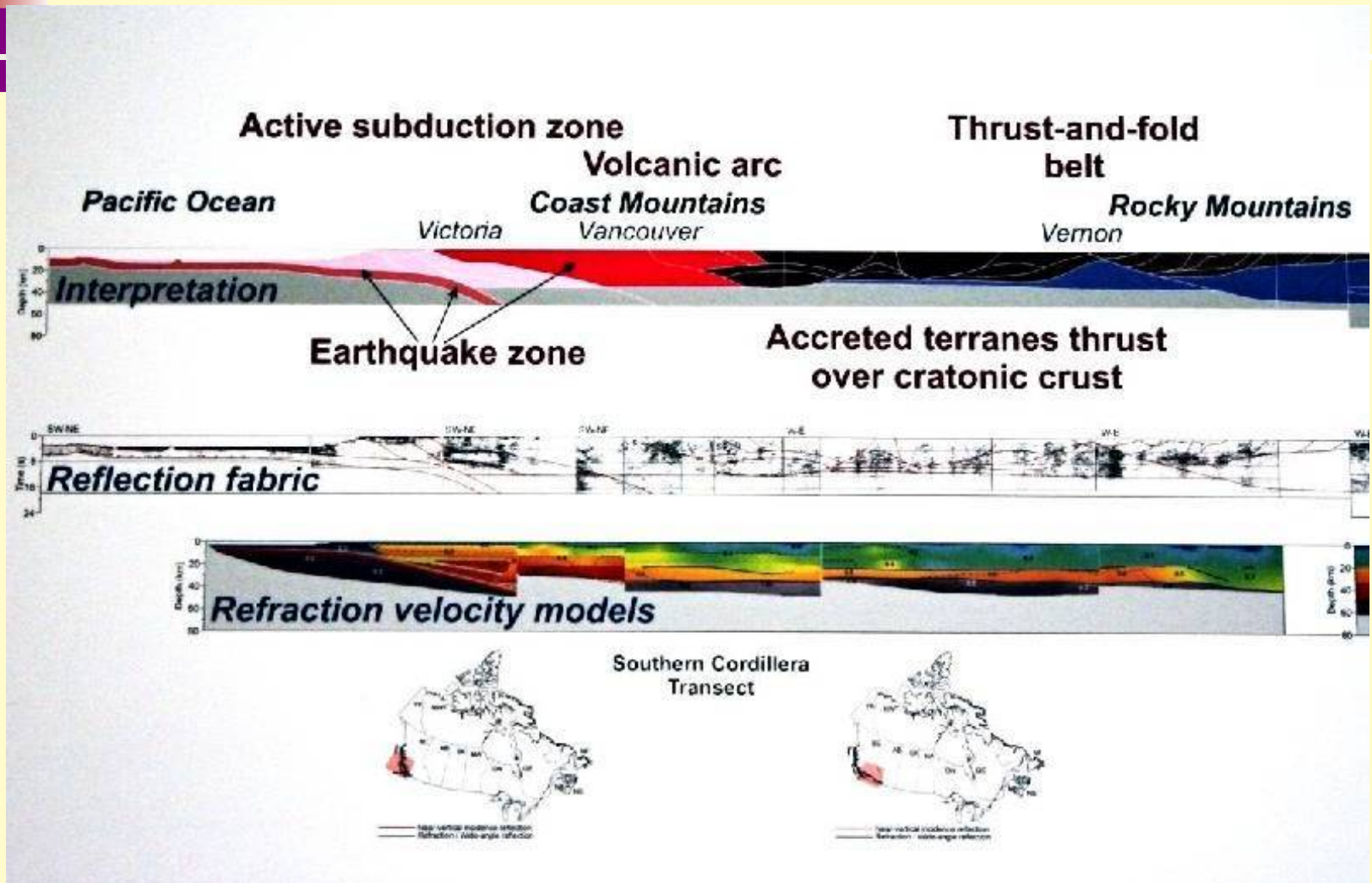
Seismograf na Univerzitě Britské Kolumbie (UBC) Vancouver



Seismograf na Univerzitě Britské Kolumbie (UBC) Vancouver (detail zapisovače)



Zemětřesná oblast u Vancouveru





Intenzita zemětřesení

- Mikroseismická charakteristika

Magnitudo - Richterova stupnice

dekadický logaritmus amplitudy
zemětřesení vyjádřené v mikrometrech,
registrované standardním seismografem
v epicentrální vzdálenosti 100 km.

Richterova stupnice je logaritmická a nemá horní hranici.



Intenzita zemětřesení

Magnitudo	Následky
1, 2	Není cítit, lze pouze měřit přístroji
3	Nejmenší hodnota, kterou člověk rozpozná; bez poškození
4	Slabé zemětřesení
5	Slabé poškození budov blízko epicentra
6	Vážné poškození špatně postavených budov
7	Velké poškození budov
8	Téměř úplné zničení



Intenzita zemětřesení

▪ Makroseismická charakteristika

- škodlivý projev zemětřesení na člověka, stavby a přírodu

Stupnice

- MCS (Mercalli – Cancani – Sieberg) – 12 stupňů
- MSK 64 (Medvedev - Sponhauer – Kárník) – 12 stupňů
- MM (modifikovaná stupnice Mercalliho)
- Sovětská balová stupnice
- JMA (Japan Meteorological Agency)

MCS - Mercalli - Cancani - Sieberg

- I. NĚKTERÉ OSOBY ZA PŘÍHODNÝCH OKOLNOSTÍ
VLEZĚ, VYŠŠÍ PATRA
- II. VŠICHNI VE VYŠŠÍCH PÁTECH (ČASTO NEVĚDÍ PŘÍČINU)
JAKO PŘÍJEZD TĚŽKÉHO NÁKL. AUTA
- III. VŠICHNI - UVNITŘ BUDOV, BUDÍ SE SPANÍ, NÁDOBÍ
RÁMUS, NÁBYTEK SKŘÍPE
- IV. VZBUDÍ VŠECHNY, POŠKOZENÍ OKEN, SLOUPY, BASTAVENÍ
KYADLOVÝCH HODIN, STROMY POKYBY $1 \cdot 10^{20}$ 20 000 TNT
- V. POKYB NÁBYTKU, OMÍTKA ↓, ŘÍČENÍ KOMINŮ
- VI. PANIKA, LDE' ODPUSTĚJÍ DOMY, ŠPATNĚ ZALOŽENÉ Δ X
CITÍ LDE' JEDOUcí V AUTECH
- VII. ZNACNĚ POŠKOZENÍ Δ , VYTRHÁVÁNÍ PANELOV, PŘEVRAČENÍ
TĚŽKÉHO NÁBYTKU, OBTÍŽNĚ ŘÍZENÍ AUT
- VIII. I LEPE ZALOŽENÉ Δ X, BUDOVY ODSUNUTY ZE ZÁKLADŮ
MOSTY X, ZEMĚ PUKÁ, PODZEMNÍ POTRUBÍ X
- IX, X, XI, XII. TEMER VŠE ZNIČENO BUDOV, PODZEMNÍCH INST.
PŘI VLNĚNÍ POVRCHU ZEMĚ $1 \cdot 10^{32}$ 1000 TNT

Intenzita zemětřesení - EMS-98

EMS-98, plným názvem Evropská makroseismická stupnice

I. Nepocítěno

Zemětřesení nebylo pocítěno.

II. Stěží pocítěno

Pocítěno jen velmi málo jednotlivci v klidu v domech.

III. Slabé

Pocítěno uvnitř budov některými osobami. Lidé v klidu pociťují jako houpání nebo lehké chvění.

IV. Značně pozorované

Zemětřesení uvnitř budov cítí mnozí, venku jen výjimečně. Někteří lidé jsou probuzeni. Okna, dveře a nádobí drncí.

V. Silné

Uvnitř budov cítí většina, venku někteří. Mnozí spící se probudí. Někteří jsou vystrašení. Budovy vibrují. Visící objekty se značně houpají. Malé předměty se posouvají. Dveře a okna se otvírají a zavírají.

VI. Mírně ničivé

Mnozí lidé jsou vystrašeni a vybíhají ven. Některé předměty padají. Mnohé budovy utrpí malé nestrukturální škody jako např. vlásečnicové trhliny nebo odpadnuté malé kousky omítky.

VII. Ničivé

Většina lidí je vystrašena a vybíhá ven. Nábytek se posouvá. Předměty padají z polic ve velkém množství. Mnohé dobře postavené běžné budovy utrpí střední škody: malé trhliny ve zdech, opadá omítka, padají části komínů; ve stěnách starších budov jsou velké trhliny a příčky jsou zřícené.

VIII. Těžce ničivé

Mnozí lidé mají problémy udržet rovnováhu. Mnohé domy mají velké trhliny ve stěnách. Některé dobře postavené běžné budovy mají vážně poškozené stěny. Slabé starší struktury se mohou zřítit.

IX. Destruktivní

Všeobecná panika. Mnoho slabých staveb se řítí. I dobře postavené běžné budovy utrpí velmi těžké škody: těžké poškození stěn a částečně i strukturální škody.

X. Velmi destruktivní

Mnohé dobře postavené běžné budovy se řítí.

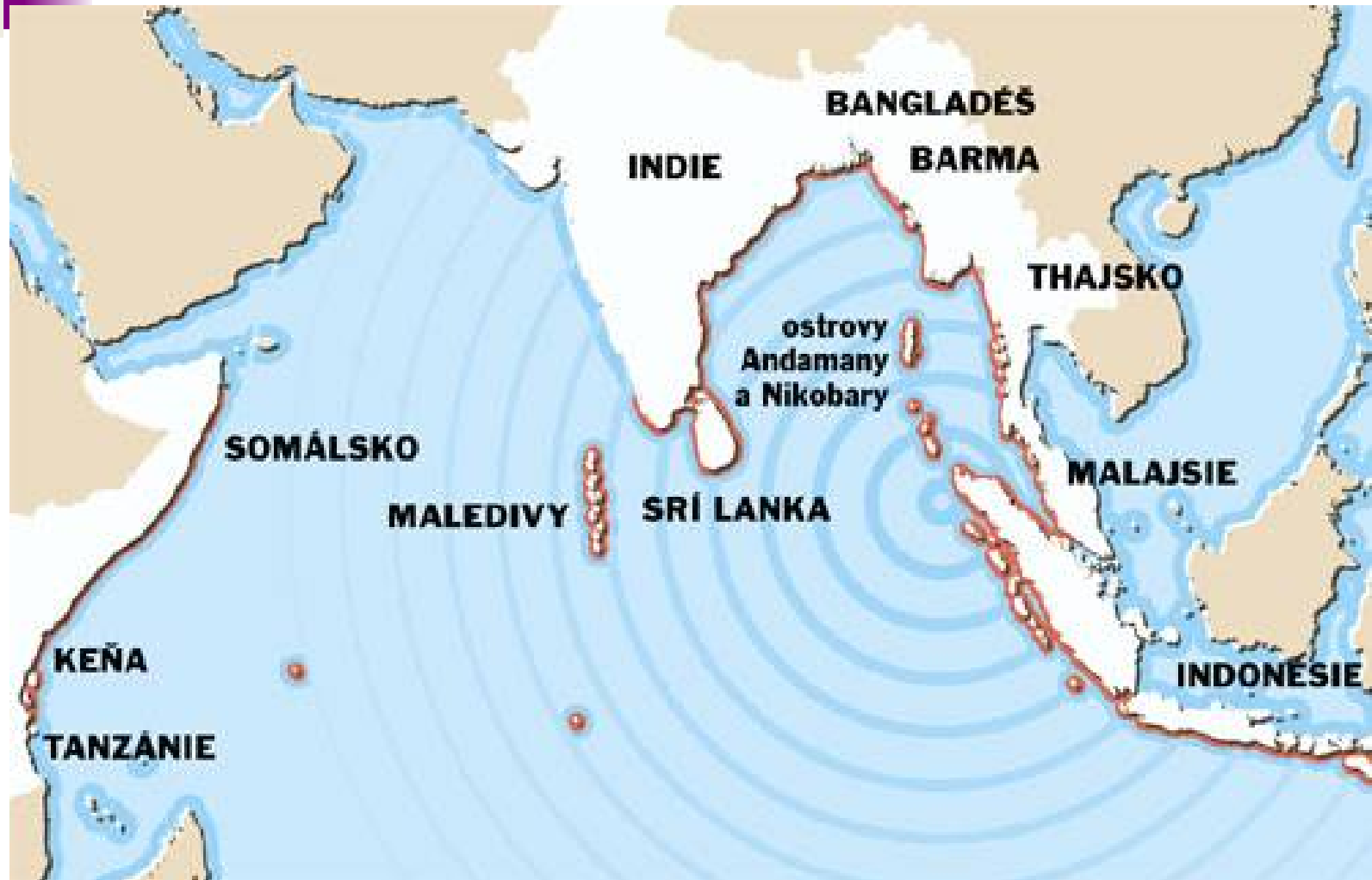
XI. Devastující

Většina dobře postavených běžných budov se řítí. I některé seismicky odolné budovy jsou zničeny.

XII. Úplně devastující

Téměř všechny budovy jsou zničeny.

Tsunami v jihovýchodní Asii prosinec 2004





Tsunami v jihovýchodní Asii – prosinec 2004

whatisatsunami.wmv





Zemětřesení na Novém Zélandu 2010



11TH IAEG CONGRESS
Geologically Active

REGISTRATION BROCHURE



IAEG
CONGRESS 2010



5-10
SEPTEMBER 2010
SkyCity Convention Centre,
Auckland, New Zealand



4. září 2010, 4:35 NZST

- postihlo novozélandské město Christchurch na jižním ostrově Nového Zélandu zemětřesení o síle 7,1 Richterovy stupnice – jedno z nejhorších za posledních 80 let.
- Následovalo přes sto následných otřesů o síle až 5,4 stupně Richterovy stupnice
- Velké materiální škody, 1 mrtvý, 2 těžce zranění, mnoho lehce zraněných.
- Ročně zaznamenáno na NZ až 15 000 zemětřesení, z toho cca 150 jich zaregistruje člověk.
- Zemětřesení z července 2009 o síle 7,8 stupně způsobilo, že se jižní cíp země posunul o 30 cm blíže k Austrálii.



Sunshine Coast
Brisbane
Gold Coast
Newcastle
Central Coast
Sydney
Wollongong
Canberra
Melbourne
Tasmania

Norfolk, Kingston

Auckland

Aotea Knoll

North Island

Novy Zeland
Wellington

Novy Zeland
Christchurch

Tasmanovo mofe

Tasman Basin

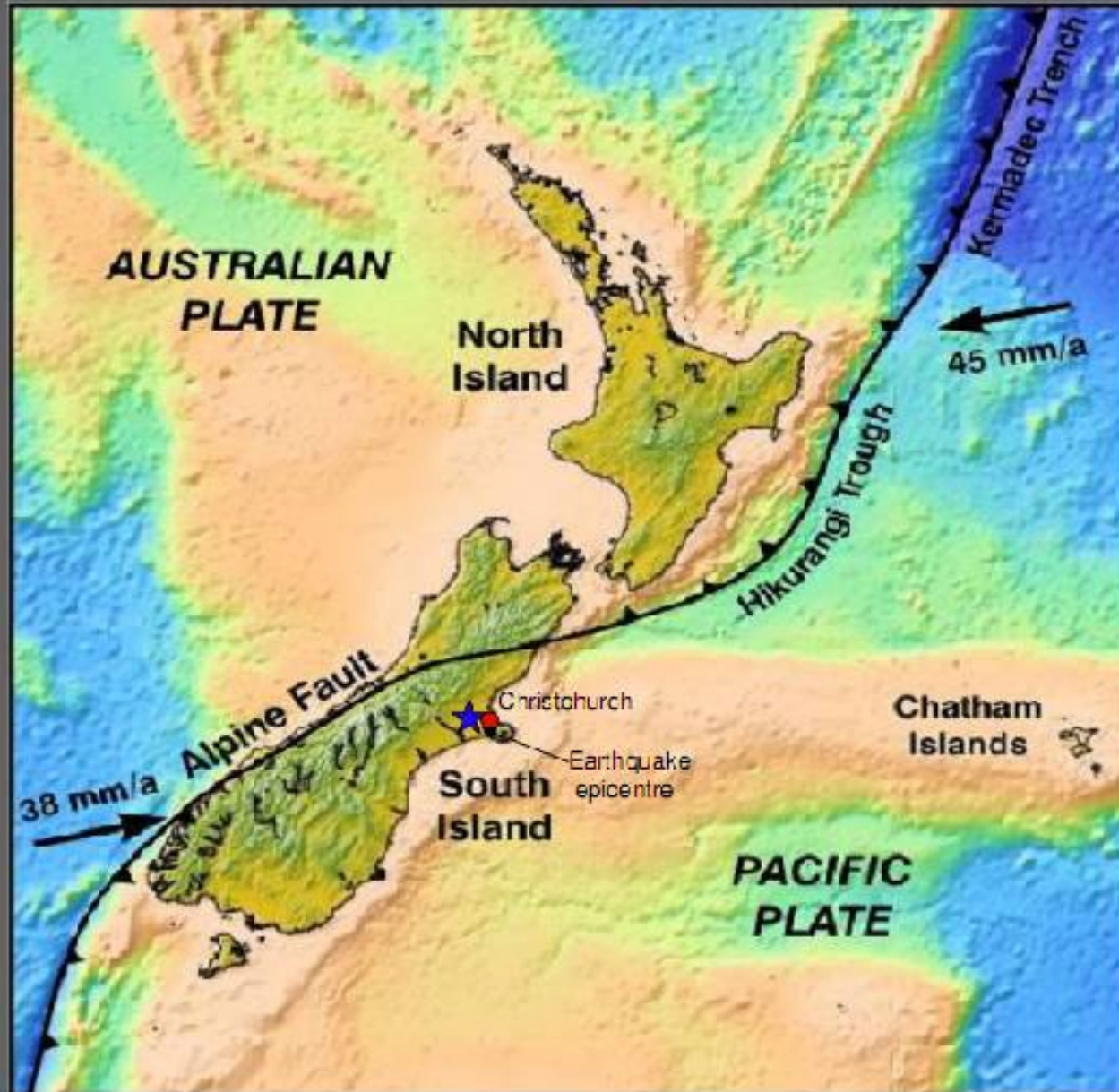
Basov pruliv

South Tasman Saddle

10.12 km

© 2010 Europa Technologies
Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO
US Dept of State Geographer
© 2010 Whereis® Sensis Pty Ltd
32°48' 18.53" J 157°21' 58.08" V vyš -4410 m

Plate tectonic setting of New Zealand



The Main Shock

Saturday, September 4 2010 at **4:35 am** (NZST),
(UTS Sept 3, 4.35pm)

- **Magnitude $M_w=7.1$**
- **Focal Depth: 10 km**
- **Location: 43.55°S , 172.18°E**
- **30-40 km west of Christchurch CBD**
- 10 Km from Darfield
- Max Intensity $\text{MMI}=8$



Canterbury Earthquake - first flyover of fault trace



(Source: YouTube, GNS Science)

Prof. Dr. Ing. Stefano Pampanin

Department of Civil and Natural Resources Engineering - University of Canterbury, Christchurch, New Zealand

The Christchurch (New Zealand) Earthquake, 4 September 2010

A Reconnaissance Field Trip Report



(courtesy of Kaiapoi Firefighters)

Prof. Dr. Ing. Stefano Pampanin

Department of Civil and Natural Resources Engineering - University of Canterbury, Christchurch, New Zealand

Zemětřesení na Novém Zélandu 2010



Zemětřesení na Novém Zélandu 2010



Zemětřesení na Novém Zélandu 2010



The Christchurch (New Zealand) Earthquake, 4 September 2010
A Reconnaissance Field Trip Report

University of Canterbury Library Damage



Prof. Dr. Ing. Stefano Pampanin

Department of Civil and Natural Resources Engineering - University of Canterbury, Christchurch, New Zealand

The Christchurch (New Zealand) Earthquake, 4 September 2010

A Reconnaissance Field Trip Report



Supermarkets and Storage Units

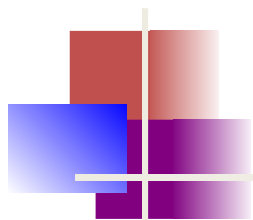


(Uma, GNS Science)

Prof. Dr. Ing. Stefano Pampanin

Department of Civil and Natural Resources Engineering - University of Canterbury, Christchurch, New Zealand

Zemětřesení na Novém Zélandu 2010



Zemětřesení v Nepálu

26.4.2015 v 11:56 nepálského času

- magnitudo 7,9 – nejsilnější zemětřesení za 81 let, hypocentrum v hloubce 15 km
- více jak 8 000 mrtvých (odhad až 15 000)
- laviny pod Mount Everestem – zasypaná část základního tábora
- nejhůře postižená stará část Káthmándú
- zřícená památka UNESCO – 60 m vysoká historická věž Dharahara



Trosky hlavního města Nepálu Káthmándú po ničivém zemětřesení. (26. dubna 2015)

Autor: AP



Zbytky z 60 m vysoké historické věže Dharahara v Káthmándú

Pohled do základního tábora pod Mont Everestem



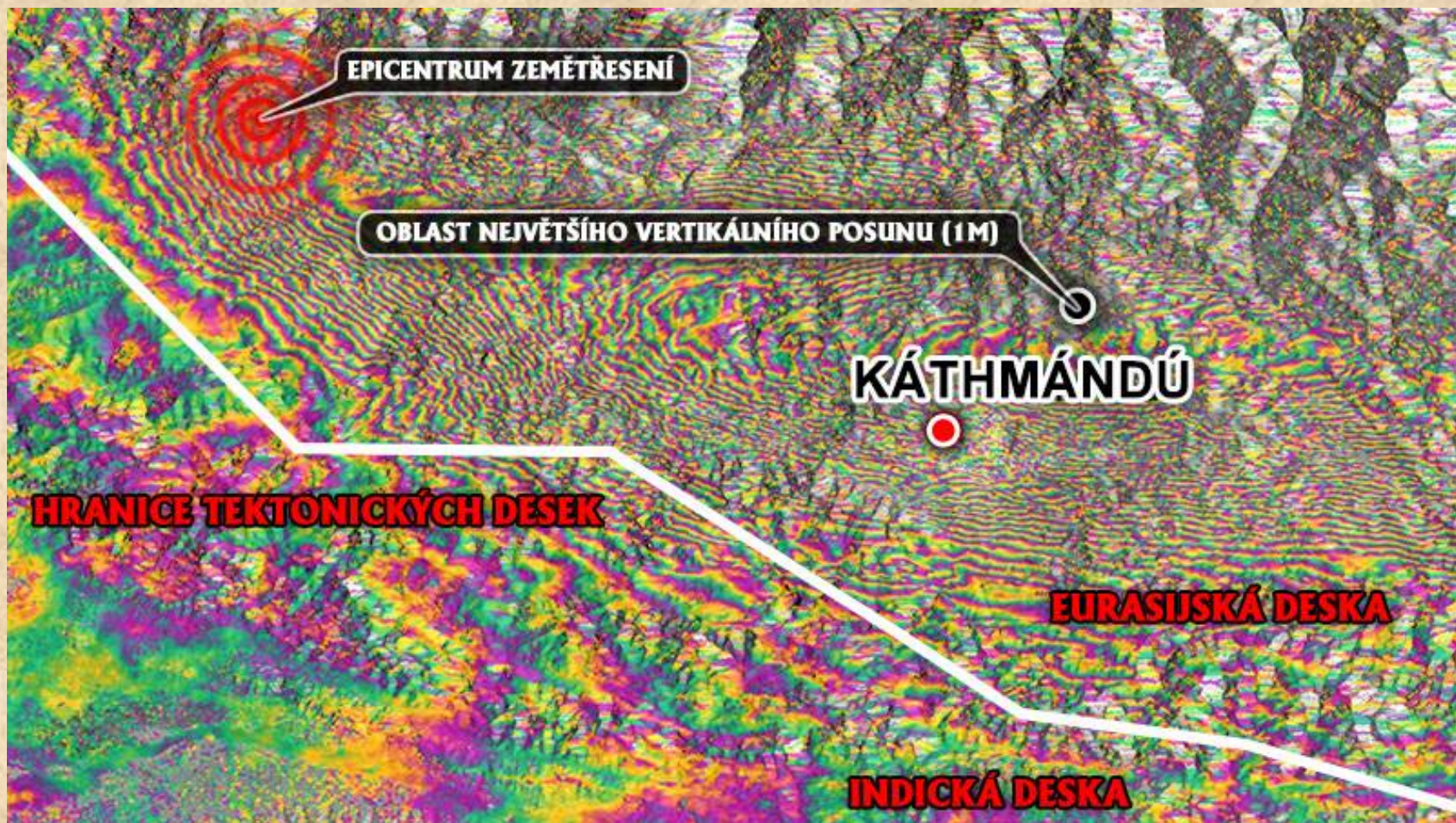
Pohled do základního tábora pod Mount Everestem (26. dubna 2016)

APRIL 16

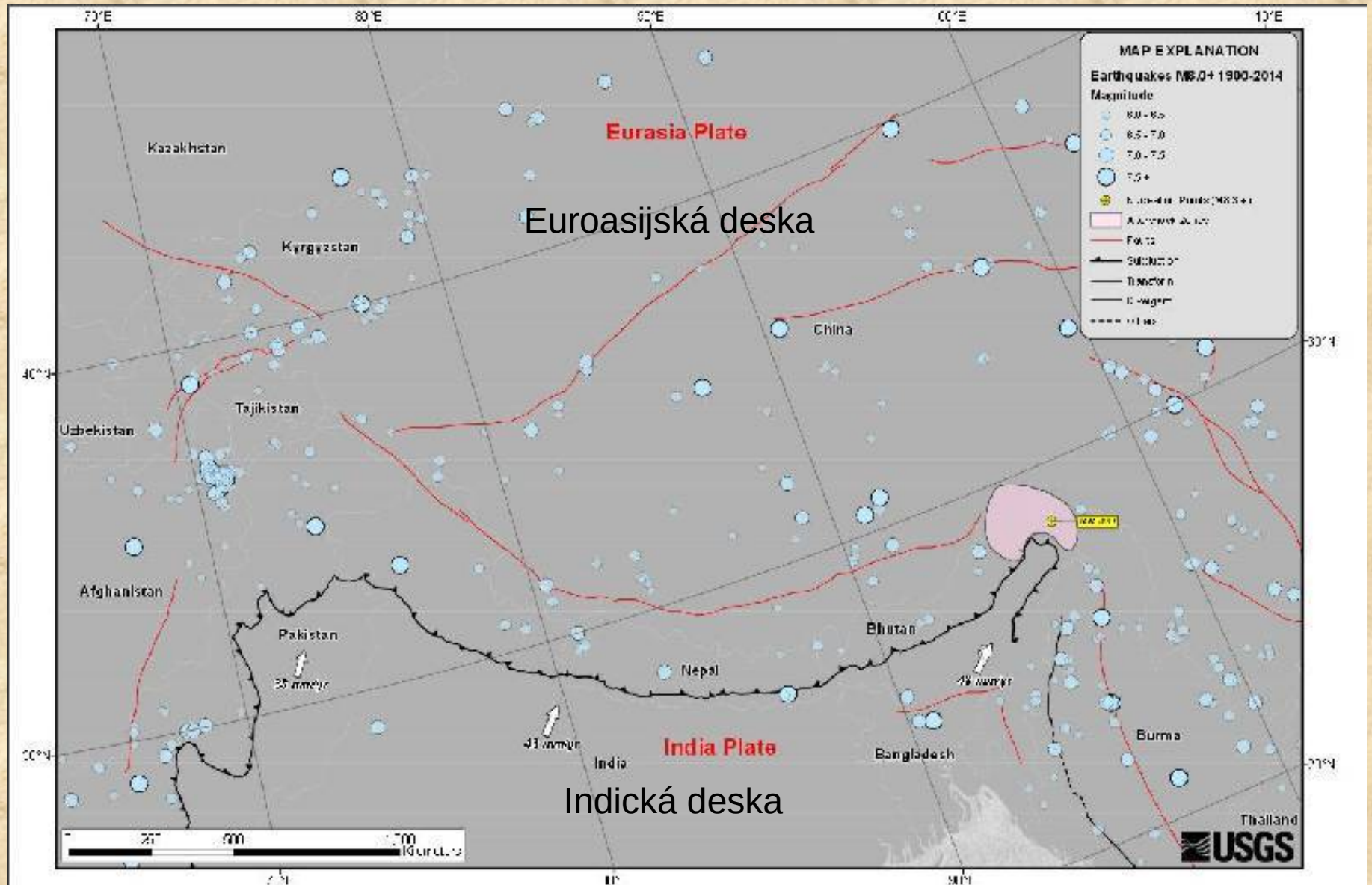


Epicentra dubnového a květnového zemětřesení

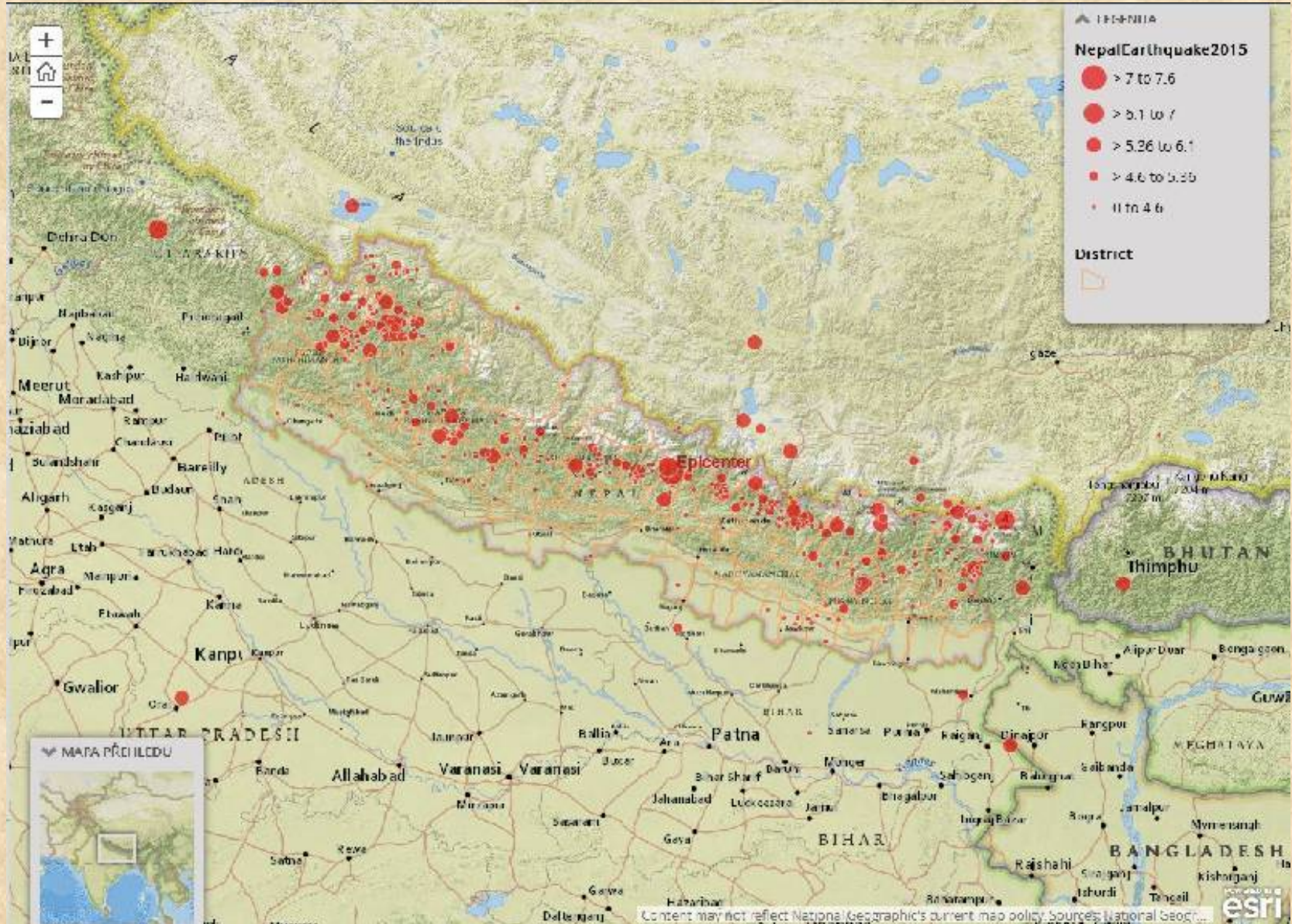




Posuny Indické desky pod Euroasijskou desku



Ohniska zemětřesení v Nepálu



Zemětřesení v italském městě Amatrice

24. srpna 2016



Seismogram from Italy of the 6.2 earthquake at 0136 UTC that occurred about 70 miles NE of Rome

