

Tematikus térképek és geoinformatika a földtudományokban

3. Geofizikai térképek.

Geofizikai adatok és ábrázolásuk

A geofizikai térképek a földkéregben és a felszínen mérhető fizikai mennyiségeket ábrázolják (pl. földmágnesség, a nehézségi gyorsulás, a mélységi hőmérséklet, a földrengések, stb.)

● Adatrögzítés és tárolás:

- Régen mérési jegyzőkönyvekben, papíron voltak rögzítve és adattárakban kereshetők (pl.: FGBA¹).
- Ma:
 - GEOMIND (geofizikai metaadat szabvány internetes adatszolgáltatáshoz)
 - Általános Geofizikai Adatmodell (General Geophysical Data Model, GGDM) olyan XML (Extendable Markup Language) nyelv, mellyel a legbonyolultabb geofizikai mérési rendszerek is egyszerűen leírhatók a mérések során használt szenzorok és források jellemzőinek pontos leírásával.

● Térképi ábrázolásmód a geofizikában:

- A legelterjedtebb ábrázolásmód az *izovonal*.
- Alárendeltebb a *mozgásvonal*-, *jel*-, *kartogram módszer*

¹ Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár: 1145 Budapest, Columbus u. 17-23.

The slide features six light yellow circles arranged in two rows of three. The top row has one empty circle on the left, followed by two solid circles. The bottom row has three solid circles, with the rightmost one being empty. The text 'I. rész' is positioned to the right of the top row, and the main title is centered over the bottom row.

I. rész

Papíron (térképen) ábrázolandó
geofizikai paraméterek

Geofizikai fogalmak (milyen adatok jelennek meg?)

Adattípusok a különböző geofizikai kutatásokban:

- 1D
 - mélyfúrás-geofizika, karotázs, lyukgeofizika
- 2D
 - szeizmikus reflexió, reflexiós szeizmika
 - **POTENCIÁLTEREK (ERŐTÉR-GEOFIZIKA)**
- 3D
 - gravitációs mérések (gravimetria)
 - földmágneses mérések (magnetometria)
 - **GEOELEKTROMOS mérések**
 - egyenáramú szondázás (Vertikális Elektromos Szondázás, VESZ)
 - tranziens elektromágneses szondázás (TEM vagy TDEM)
 - magnetotellurikus szondázás (MT)
 - tellurikus mérés (TE)
 - légi geofizikai mérések (erőtér, geoelektromos, elektromágneses)
 - Monitoring (mérőhálózatok)
 - geodinamikai obszervatóriumi mérések, extenzométeres mérések (mélyfúrások)
 - mágneses obszervatóriumi mérések (deklinációs tér mérése-INTERMAGNET)
 - Passzív szeizmikus mérések (földrengések észlelése)
 - **PALEOMÁGNESES MÉRÉSEK**

Mélyfúrás-geofizika (karotázs)

...1927-óta

A fúrásban egyenletes sebességgel mozgatott műszer a vizsgált kőzetrétegekről közvetlen információt szolgáltat. A mérés eredménye a szelvény (**log**), a mélység függvényében mért, fizikai jellemzők regisztrátuma. A mérések fizikai háttere alapján a szelvények alapvetően két csoportba sorolhatók:

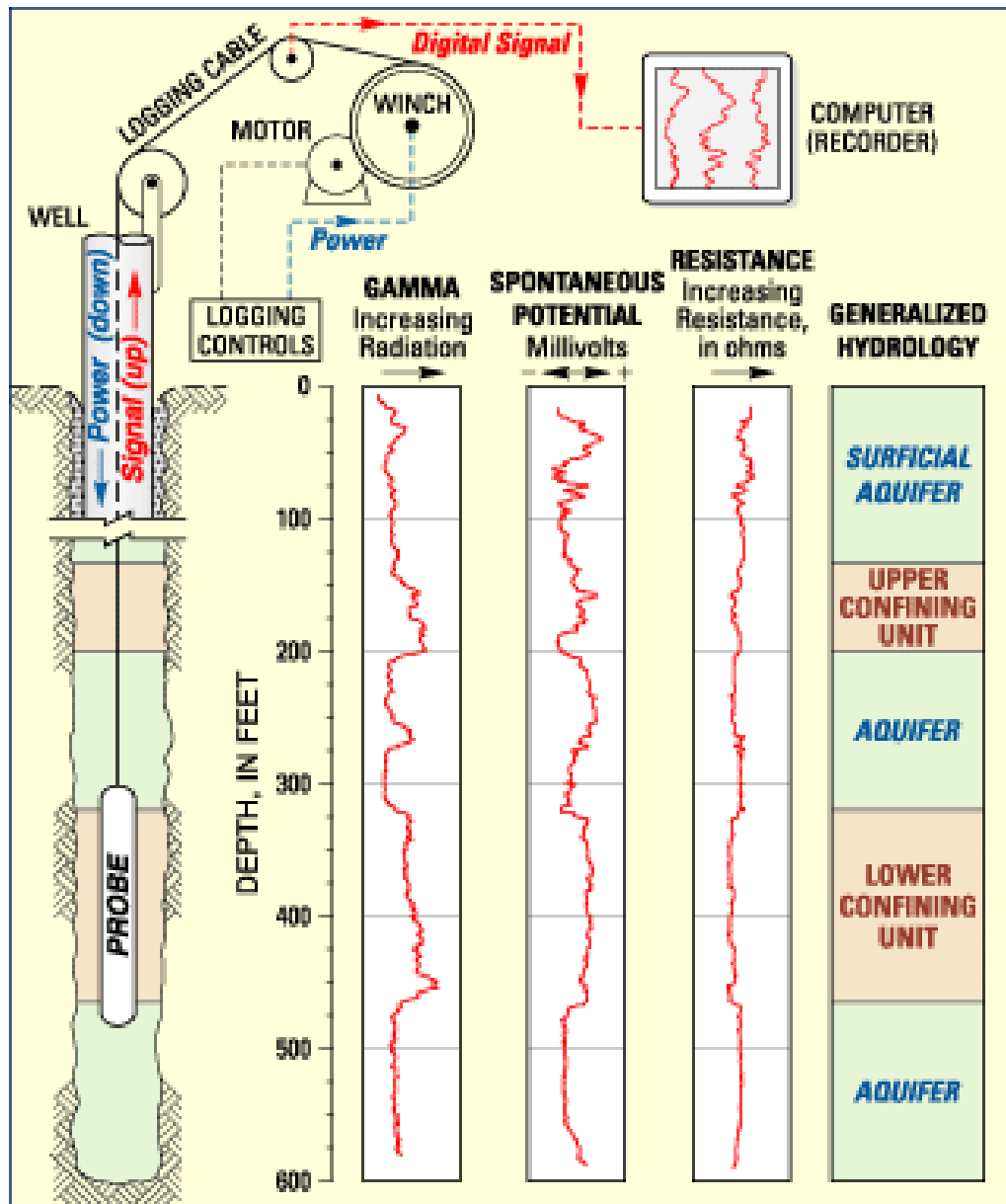
Természetes fizikai jelenségekhez kapcsolódó paraméterek:

1. Természetes gamma aktivitás (integrális: GR, spektrális: K,U,TH)
2. Természetes potenciál (SP)
3. Hőmérséklet (T)
4. Fúrólyuk átmérő (CAL)
5. Fúrólyuk ferdeség és azimut (rétegsor és dőlése)

Gerjesztett fizikai jelenségekhez kapcsolódó paraméterek:

1. Elektromos szelvényezések
 1. Ellenállás vagy vezetőképesség (RN, RG, LL, ML, MLL, DIPMETER)
 2. Indukciós (ILD, ILM)
2. Akusztikus szelvényezések:
 1. Longitudinális hullám terjedési idő (ATP)
 2. Transzverzális hullám terjedési idő (ATS)
 3. Stonley-hullám terjedési idő (ATST)
 4. Teljes akusztikus hullámkép (WAL)
 5. Szeizmokarotázs (VSP)
 6. Akusztikus lyukfalkép (BHTV).
3. Nukleáris (neutronokkal, vagy gamma-sugárzással gerjesztve)
 1. Sűrűség: Compton effektus (DEN)
 2. Litho-(vagy Z-) density: fotoelektromos effektus (ZDEN)
 3. Hidrogén index, vagy neutron-porozitás (NN, NG, NPOR)
 4. Makroszkópikus termikus neutron befogási hatáskeresztmetszet (termikus neutron élettartam TDT és/vagy NLL neutron élettartam)

Mennyiségi adatokat szolgáltat térképen pontszerű, térben vonalmenti elhelyezkedéssel.



Mélyfúrás-geofizikai szondázás folyamata és a mérési adatok viszonya a hidrológeológiai egységekhez

Behatolási mélység:

A különböző mérési módszerek a mérés alapját adó fizikai jelenségtől függően a fúrólyuk környezetéből általában henger-szimmetrikusan, néhány cm-től maximálisan néhány m-es mélységig adnak pontos információt.

Felbontóképesség:

néhány m-től néhány mm-ig

Függ az érzékelők elhelyezésétől, a szonda sebességétől.

Magyarországon az adatok nagyobb része ma még eredeti analóg formában (papíron) érhető el.

Országos Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár (FGBA): 1145 Budapest, Columbus u. 17-23.

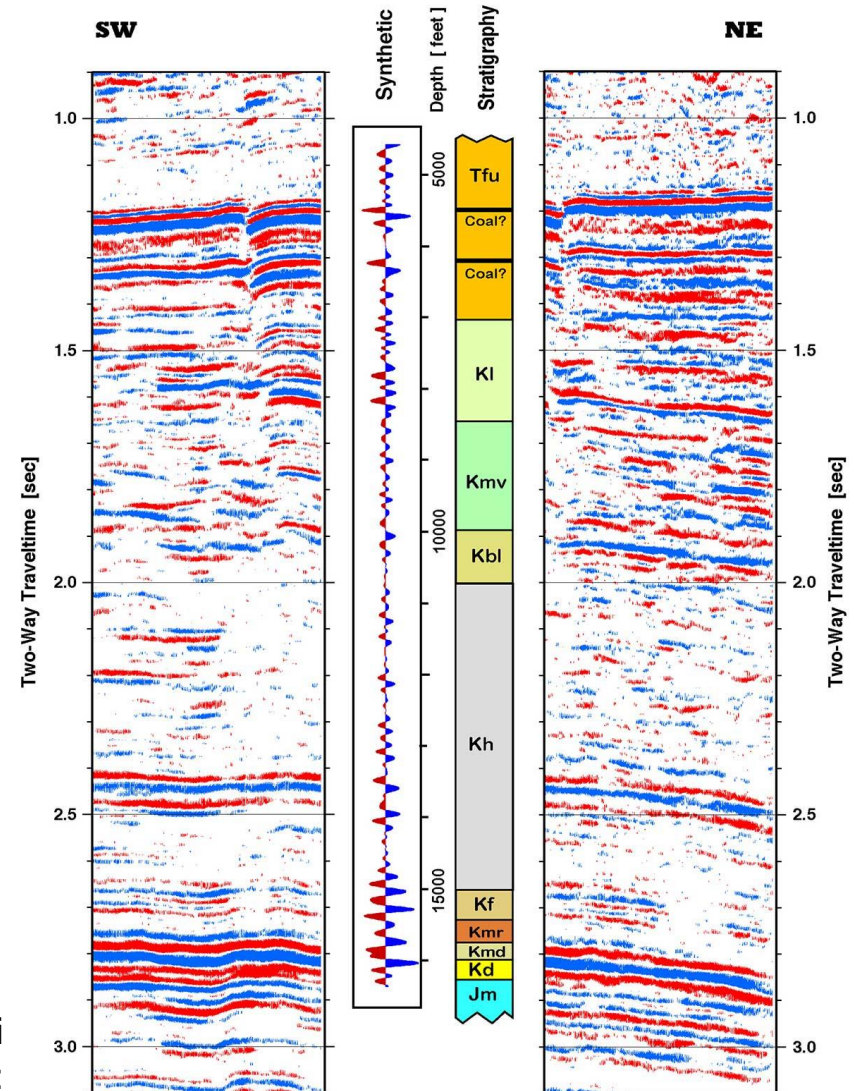
Mélyfúrás-geofizika (karotázs)

Alkalmazási területek:

- földtani kutatás
- szerkezetföldtani kutatás
- szénhidrogénkutatás
- szénkutatás
- vízkutatás
- termálvízkutatás
- geotermikus kutatás
- környezetvédelmi kutatás
- radioaktív hulladék elhelyezés

A földtani kutatások kiegészítő módszereként alkalmazzák.

A szeizmokarotázs és a földtani egységek viszonya:



Szeizmika (szeizmikus reflexió)

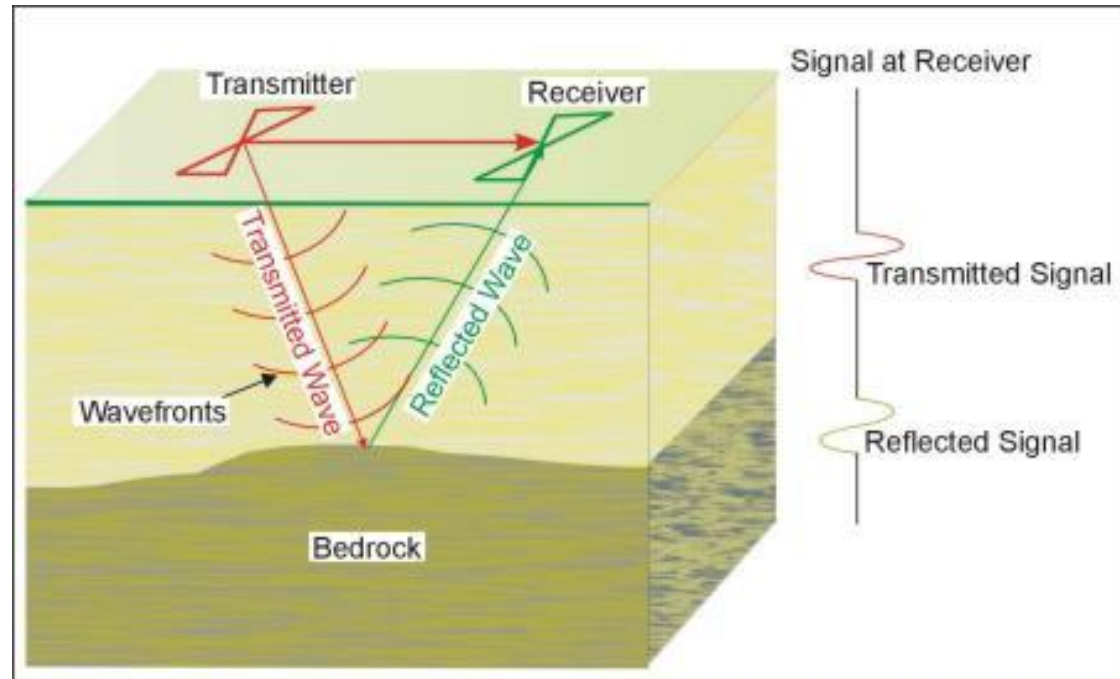
A reflexiós szeizmikus módszer a kőzetben impulzusszerűen (pl. robbantás) mesterségesen keltett és a belső akusztikus határfelületekről visszaverődött rugalmas rezgések hullámterét rögzíti időben és térben.

Jelfeldolgozás:

Idő-mélység konverzió

Zajszűrés (pl. természetes szeizmikus aktivitás)

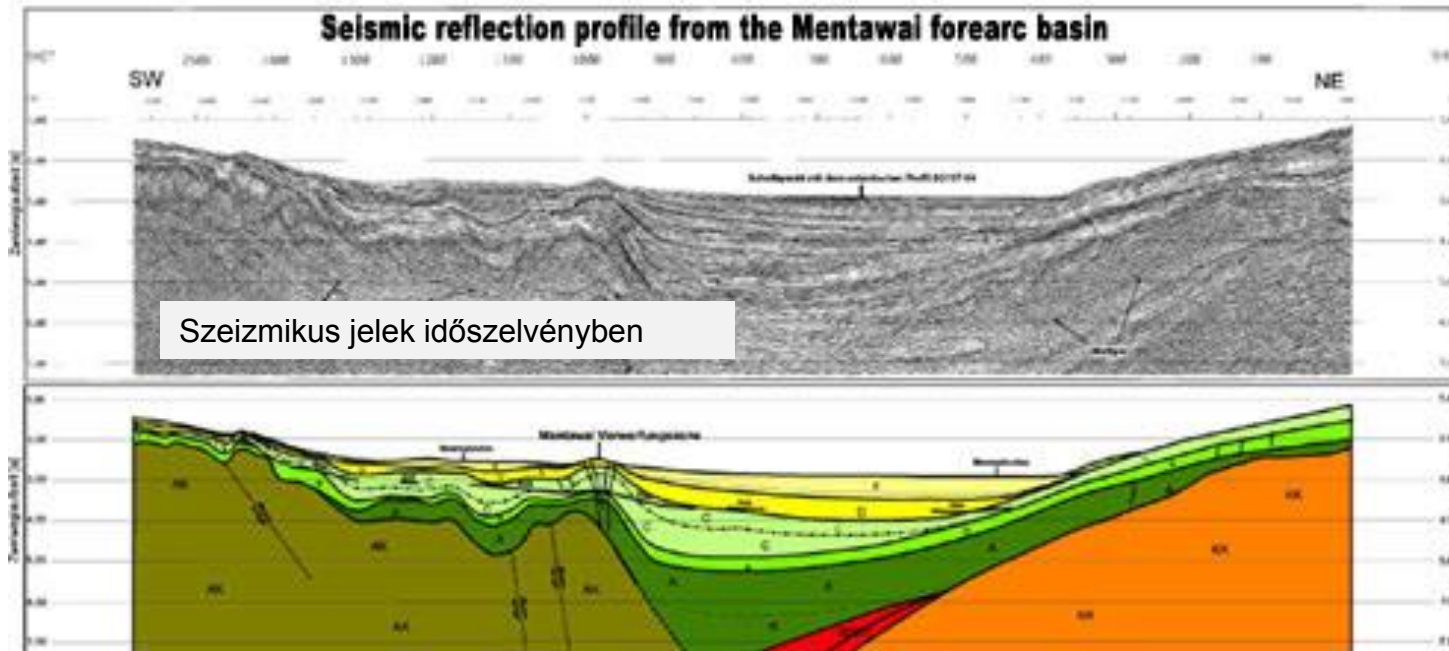
Jelkiemelés



A felvételek időbeli hosszát az elérni kívánt kutatási mélység határozza meg, de általában 4-6 másodperc körüli, mely kb. 10 km-es nagyságrendű mélységnek felel meg.

A szeizmikus jelből adatfeldolgozás eredményeként kapható meg a közeg rezgéssel besugárzott részének szerkezeti képe szelvénysíkbán vagy 3D blokkban. A kapott szerkezeti képben -- **a szeizmikus szelvényben** -- azok a határfelületek jelennek meg leghatározottabban, melyek a hullámok terjedési irányára közel merőlegesek, és amelyek olyan kőzetrétegeket határolnak, melyek között nagy a sűrűségüktől és rugalmassági modulusuktól (nem lineárisan) függő fizikai jellemző, az akusztikus impedancia különbsége, azaz nagy a **reflexiós együttható**.

Seismic reflection profile from the Mentawai forearc basin



Szeizmikus jelek időszelvényben

Szeizmikus
interpretáció:
a szeizmikus
jel minősítése

2D szeizmika (fent) lineárisan elrendezett
érzékelőkkel

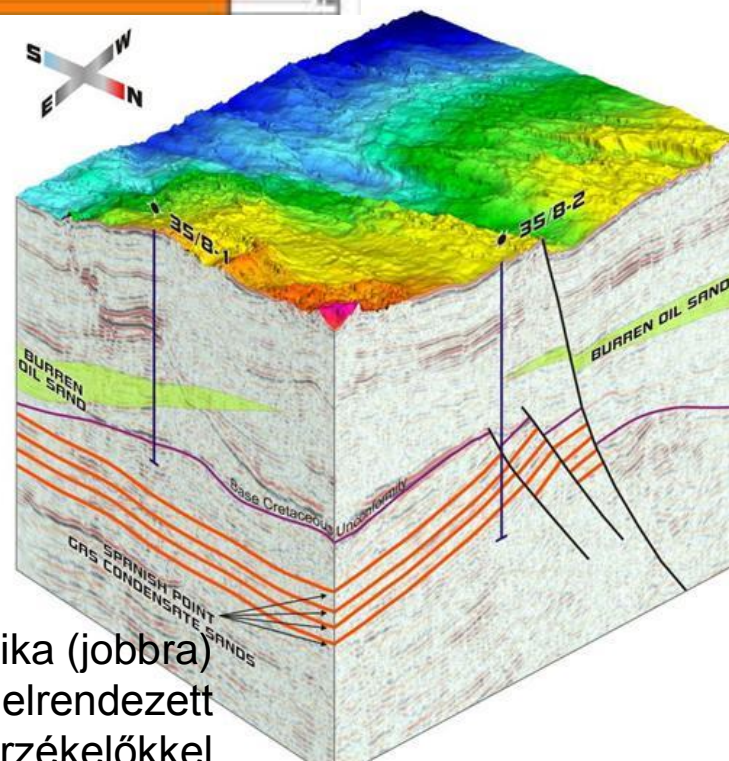
Szeizmikus értelmezés:

A szerkezeti alapelemeknek (réteghatároknak és vetőknek)
a **manuális** kijelölése a szeizmikus időszelvénye(ke)n,
esetleg korszerű szabályos 3D blokkban.

Az egyes elemek kijelölését nagyban segíti a terület földtani
objektumainak és fejlődéstörténetének előismerete.

Automatikus feldolgozási módszerek: line tracing (2D),
voxel tracing (3D)

Minőségi adatokat szolgáltat
térbeli alakzatokról.

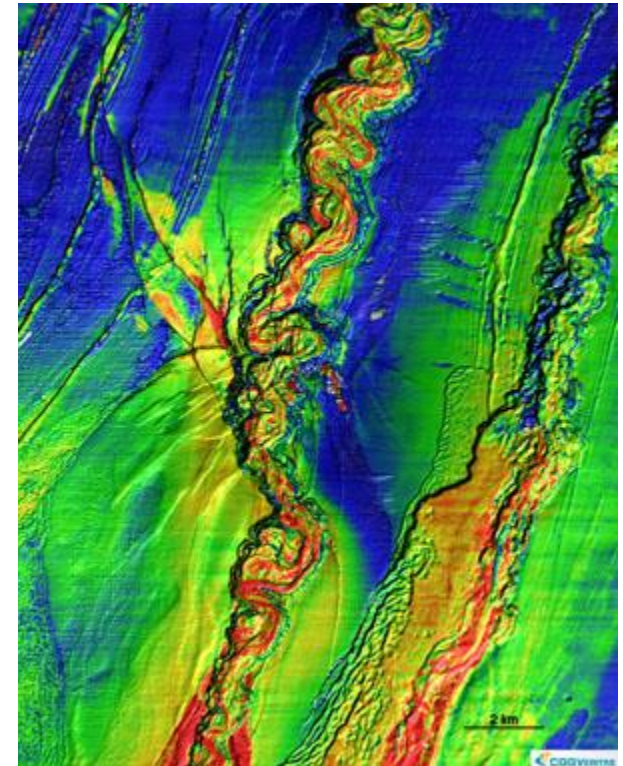


3D szeizmika (jobbra)
hálószerűen elrendezett
érzékelőkkel

● Amplitudó térképek

Geological and structural features:

- Geological units:**
 - Quartzite (yellow)
 - Quartzite (red)
 - Quartzite (blue)
 - Quartzite (green)
 - Quartzite (brown)
 - Quartzite (grey)
- Structural features:**
 - Normal faults (black lines)
 - Reverse faults (red lines)
 - Thrust faults (blue lines)
 - Regional faults (green lines)
 - Local faults (brown lines)
 - Quartzite (grey)



Sylvester Z. (Shell) 2010

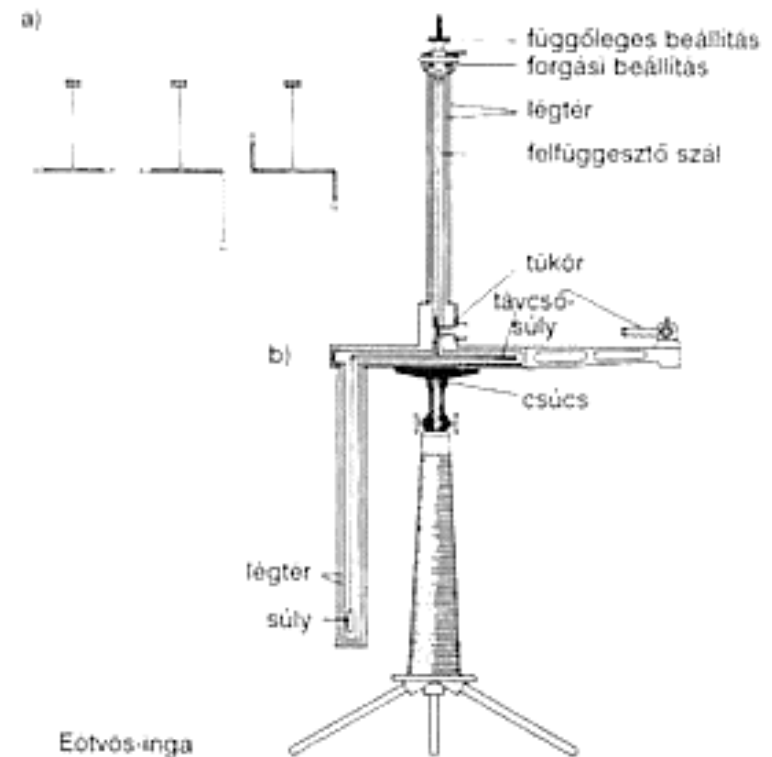
<http://see-atlas.leeds.ac.uk:8080/homePages/generic.jsp?resourceId=0900006480015fc0>

ERŐTÉR-GEOFIZIKA I. (gravimetria)

1. Gravimetria

A gravitációs kutatási módszer a nehézségi erő (vagy gyorsulás) pontos mérésével azt vizsgálja, hogy a földkéreg különböző sűrűségű képződményei, a tömegvonzásnak köszönhetően milyen változásokat idéznek elő a g értékében.

A mérést egy torziós szálon függő kis tömeg segítségével (torziós inga, Eötvös-inga), vagy szabadesést kihasználva (graviméter) végzik.



A torziós ingát Eötvös Loránd fejlesztette ki a függővonal-elhajlás elve alapján. Első terepi alkalmazása 1891-ben került sor a Celldömölk melletti Ság-hegy közelében.

Speciális alkalmazási területe: üreg-kutatás (mikrogravimetria)

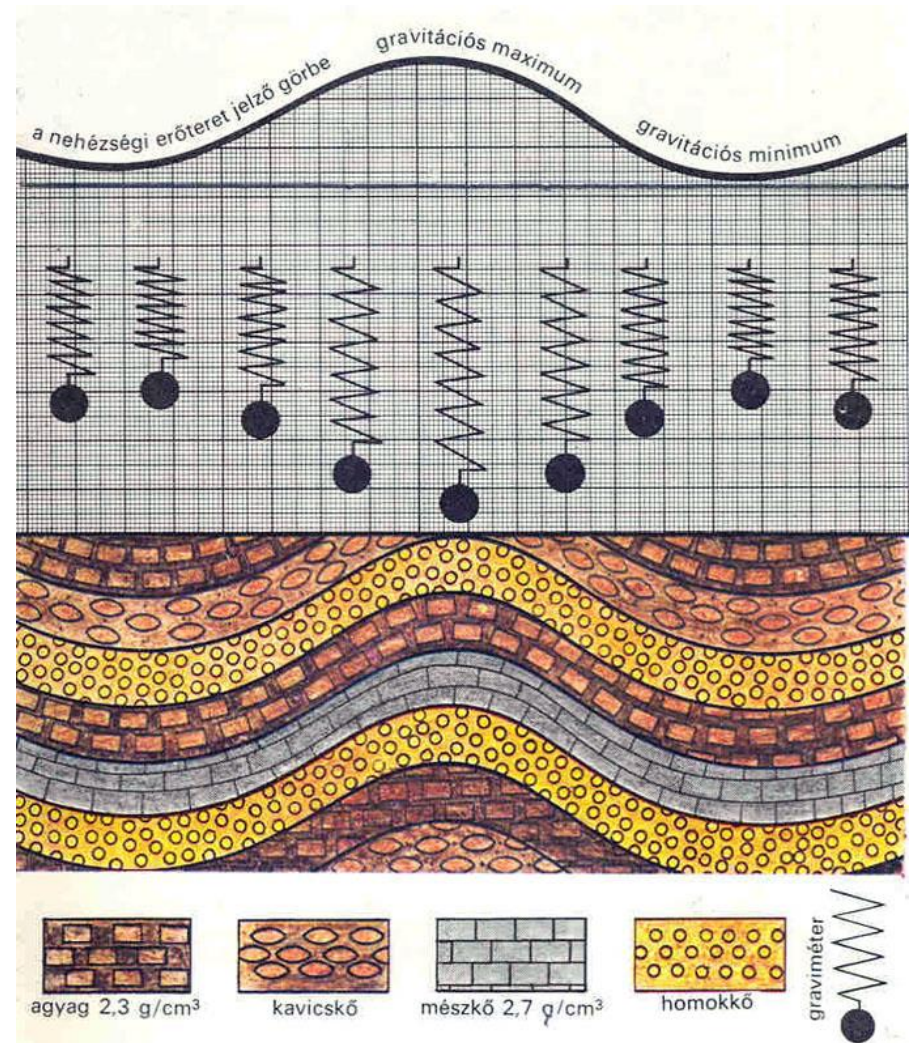
ERŐTÉR-GEOFIZIKA I. (gravimetria)

A gravimetriai mérőpont-hálózat:

- leggyakrabban egyenlő oldalú háromszögek csúcspontjaiban telepítették,
 - az oldalhosszak általában 500, 1000, 1500, 2000 métereseek.
- Az állomástávolság és a kutatási mélység függvényében változhat a mérések alapján interpretált földtani modell felbontása, néhány 10 és 100 m tartományban.

Mátyáshegyi Gravitációs és Geodinamikai Obszervatórium:

Itt található a magyarországi gravitációs főalappont, mely része az MFGI által működtetett **Országos Gravimetriai Alapponthálózatnak**.

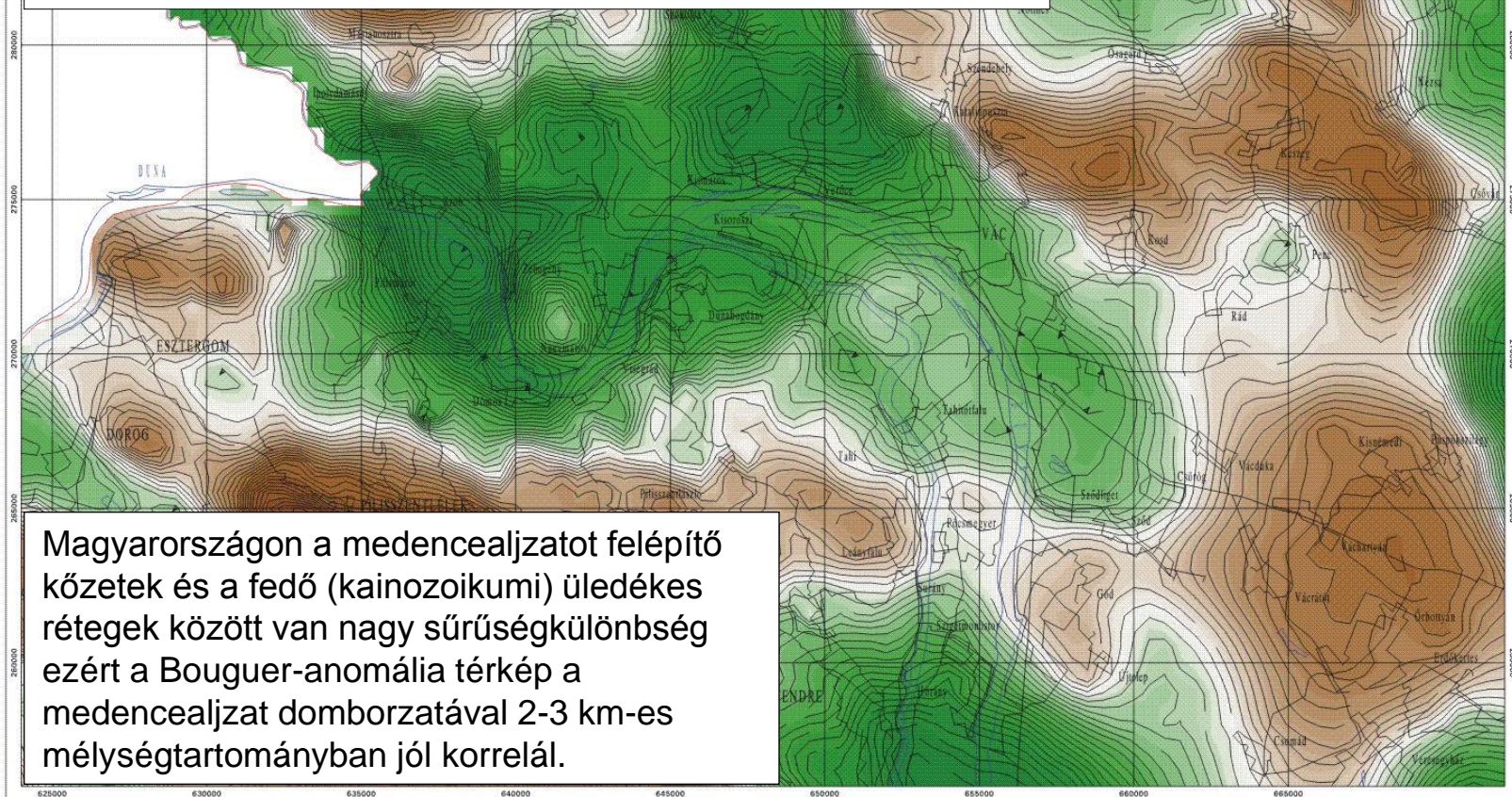


A graviméter működési elve

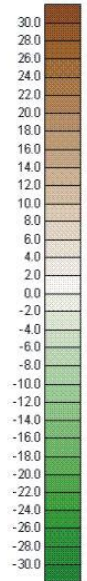


**1:100 000-es EOTRszelvénykiosztásban
megszerkesztett paraméterterképek tára:**

<https://kinga.elgi.hu/kinga/terkeptar/frame.html>

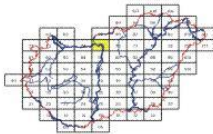


dg (mGal)



Magyarországon a medencealjzatot felépítő
kőzetek és a fedő (kainozoikumi) üledékes
rétegek között van nagy sűrűségkülönbség
ezért a Bouguer-anomália térkép a
medencealjzat domborzatával 2-3 km-es
mélységtartományban jól korrelál.

A térképlap elhelyezkedése



Digitális adatfeldolgozás: Kiss János
Gravitációs módszertani adatbázis: ELGI Térképezési Főosztály
Térinformatikai adatbázis: ELGI Térképezési Főosztály
Szerkesztette: Kiss János
Ellenőrizte: Gulyás Ágnes
Jóváhagyta: Vértessy László



Egységes Országos Vetület (EOV)

A GRAVIMETRIAI FELDOLGOZÁS PARAMÉTEREI:

A kirajzolás ideje: 2005
A területre eső pontok száma: 16147 db
A terület felmértége: 11,2 pont/km²
A feldolgozások alkalmazott rácsmért: 250 m
Bouguer korrekciós sűrűség: 2.00 g/cm³

Gravimetriai térképek típusai (Meynen szerint)

- *A nehézségi erő izoanomália térképei (térképek az egyenlő nehézségi erő anomália vonalaival) / pl. **Bouguer-anomália** térképek*
- ***Izogravitációs** vagy izogammatérképek* (térképek a nehézségi erő normál mezőjétől való egyenlő eltérés vonalaival).*
- *[A függőőnéltérés térképei]** / ~Geoidundulációs térképek*

*Főleg Eötvös idejében használt elnevezés. Ma ugyanígy nevezik az összgamma-intenzitás radiometriai térképeit ($\mu\text{R/h}$), illetve ugyanígy nevezik az mágneses anomáliatérképeket ($\gamma=10^{-9}$ Tesla = 1 nT).

**Ez az elnevezés nem maradt meg a szakmai nyelvben. Geodéták és geofizikusok függővonal-elhajlásnak nevezik.

ERŐTÉR-GEOFIZIKA II. (magnetometria)

2. Magnetometria

A mágneses mérésekkel a felszíni vagy a mélybeli erősen mágneses földtani képződményeket mutathatjuk ki a Curie-mélység (Magyarországon ~18 km) fölött.

Az üledékes kőzetek általában nem mágnesesek, a magmatikus eredetű kőzetek minél bázisosabbak, annál erősebb mágneses tulajdonságokkal rendelkeznek. A metamorf kőzetek mágnesessége a kiindulási anyag összetétele és a metamorfózis fajtájának és mértékének függvényében változik.

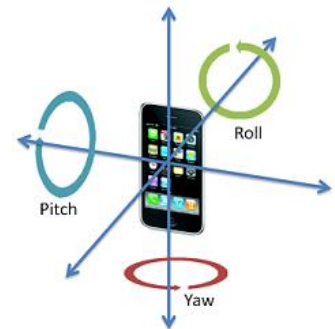
A mágneses mérések rendkívül érzékenyek a ferromágneses anyagokra, így a mérés során olyan speciális eszközöket alkalmaznak, amelyek nem tartalmaznak pl. vasat. A mérést zavarhatja a zsebben felejtett bicska, a nadrágszíj csatja, a gépkocsi, a vasból készült aknafedő, ekevas, szög és a földre temetett vascső is.

Fő alkalmazási területe: érckutatás (főleg légi geomágneses mérésekkel)

A műszer mérete:



Házilag alkalmazható műszer lehet az okostelefon is beépített magnetométerrel.

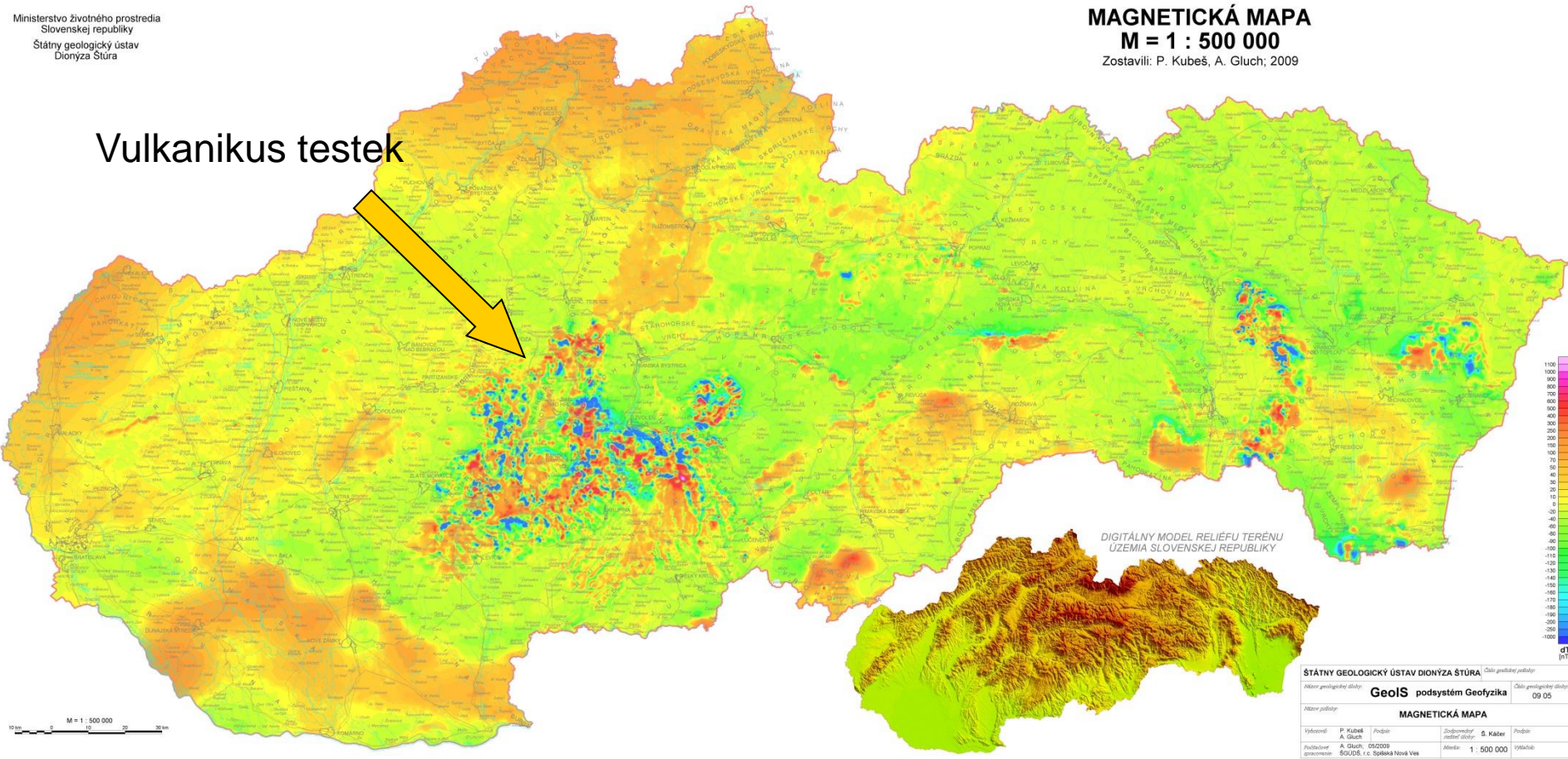


ERŐTÉR-GEOFIZIKA II. (magnetometria)

Ministerstvo životného prostredia
Slovenskej republiky
Státny geologický ústav
Dionýza Štúra

MAGNETICKÁ MAPA
M = 1 : 500 000
Zostavili: P. Kubeš, A. Gluch; 2009

Vulkanikus testek



| | | | |
|---------------------------------------|----------|-----------------------------|----------|
| STÁTNY GEOLOGICKÝ ÚSTAV DIONÝZA ŠTÚRA | | Dátum geodetickej podstaty: | |
| Názov geologického dištriktu: | | GeoIS podsystem Geofyzika | |
| Názov podstaty: | | MAGNETICKÁ MAPA | |
| Vytvoril: | P. Kubeš | Príprava: | S. Káler |
| Podoblast: | A. Gluch | Podoblast: | S. Káler |
| geografická | 05/2009 | geografická | 05/2009 |
| Merkatorka: | | 1 : 500 000 | |
| Merkatorka: | | 1 : 500 000 | |

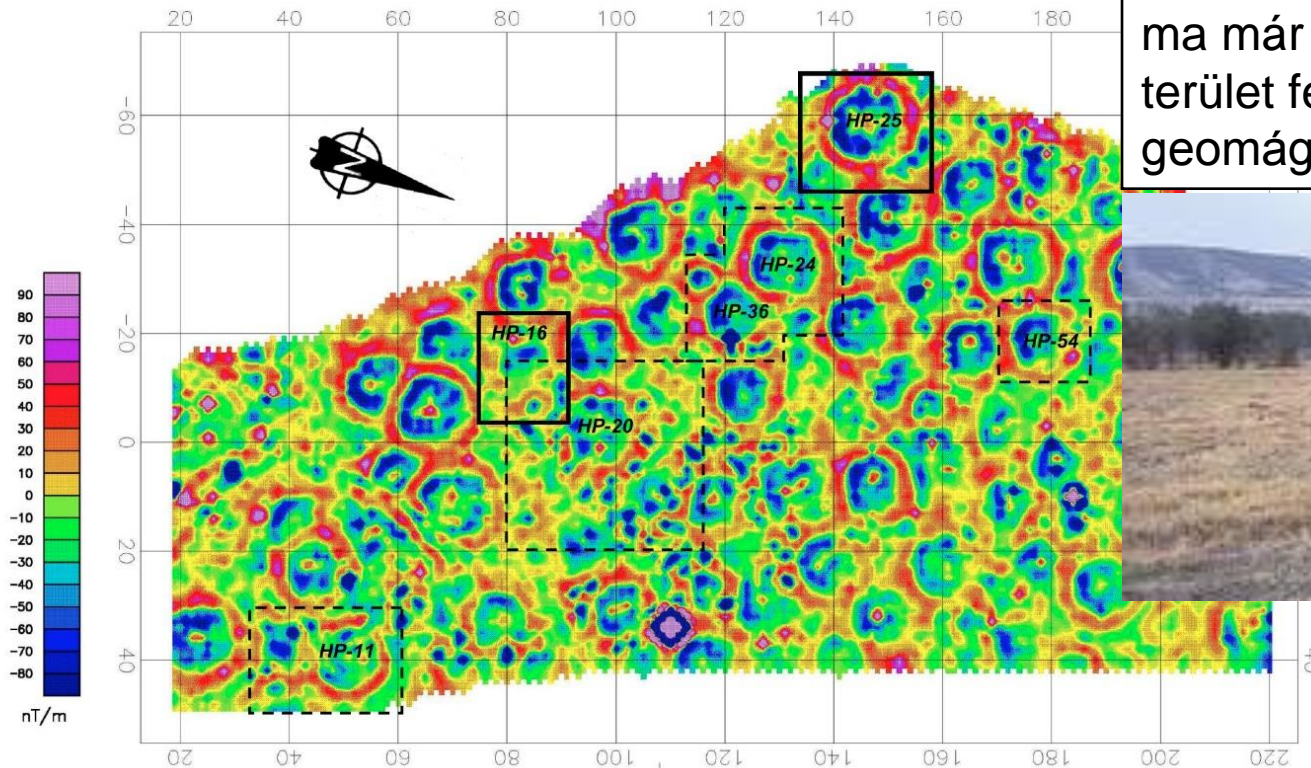
Speciális alkalmazási területe: érc kutatás (főleg légi geomágneses mérésekkel)

Földmágneses térképek típusai

- *Izomágneses térképek:* térképek az egyenlő mágneses értékek vonalaival. (anomáliatérképek)
- *izogón és izodeklinációs térképek:* egyenlő mágneses elhajlású pontokat összekötő vonalakkal.
- *Izometrál térképek:* térképek az egyenlő földmágnességi értékű vonalakkal.
- *izoklin térképek:* egyenlő mágneses inklinációjú helyeket összekötő vonalakkal.
- *izodinam térkép:* az egyenlő térintenzitású helyeket összekötő vonal.

Magnetometria alkalmazása más tudományágakban

Archeológiai kutatásokban ma már rutin eljárás a terület felmérése földi geomágneses műszerekkel



**Terrascan
Geophysics**

**BRIDGE RIVER SITE (EeRI-4) – MAGNETIC GRADIENT
PHASE IIc INVESTIGATION AREAS**

PROJECT:
Univ. Montana – Bridge River

DRAWN BY:
GMC

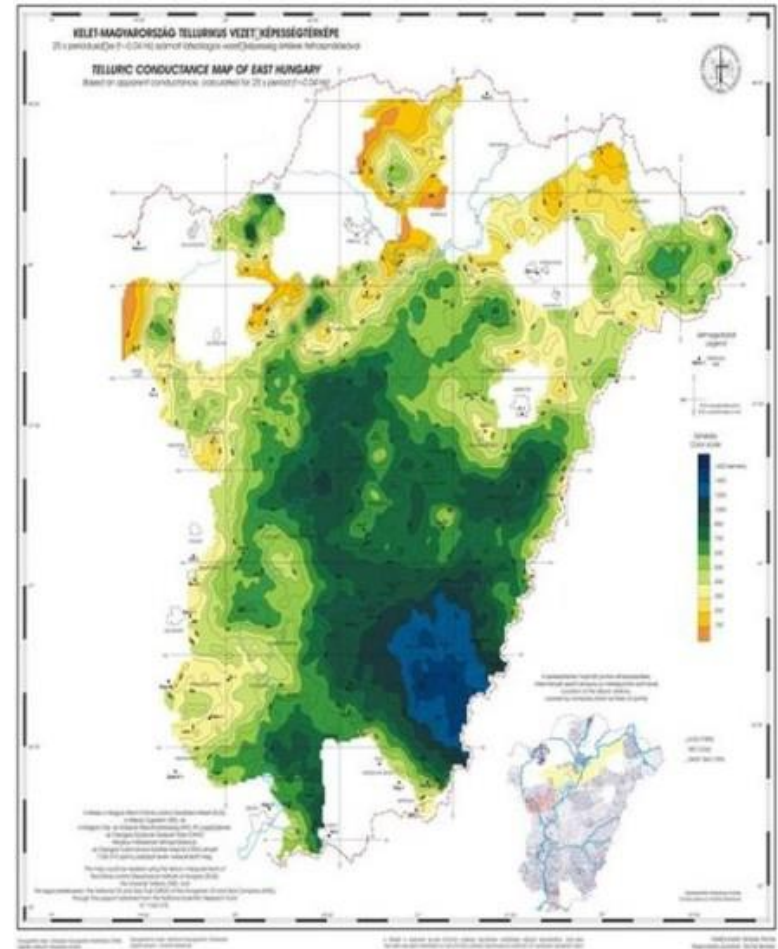
DATE:
27 December, 2009

FIGURE:

4

Geoelektromos és magnetotellurikus térképek*

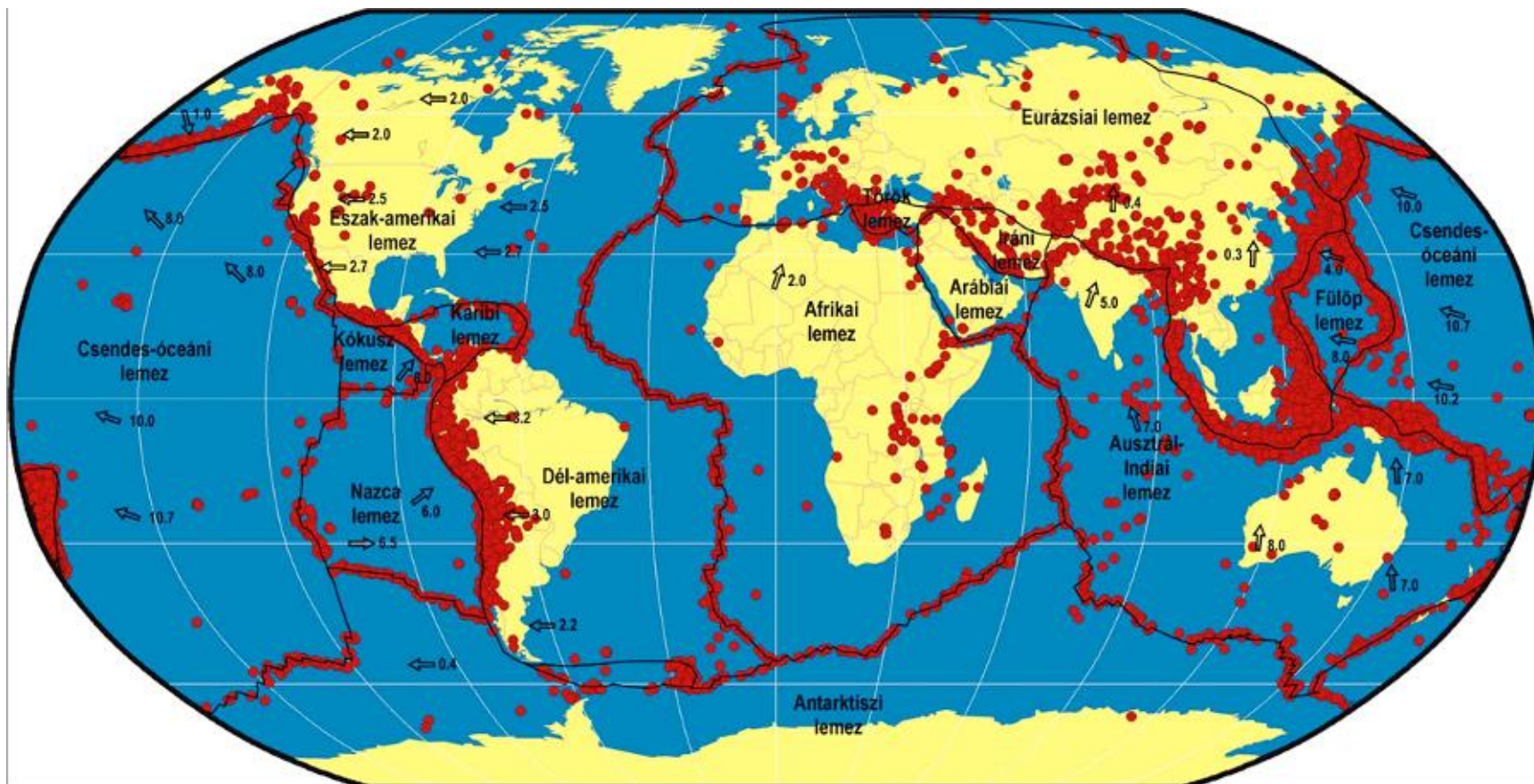
- **Geoelektromos** (tellurikus) térképek: a földalatti képződményekben észlelhető természetes elektromosság változásának, illetve a képződmények elektromos vezetőképességének térképei.
- **Magnetotellurikus** térképek a mágneses tér és a képződmények geoelektromos kölcsönhatásának térképei.



*A Meynen-féle osztályozási rendszerben nem szerepel!

Geoenergetikai (szeizmológiai) térképek

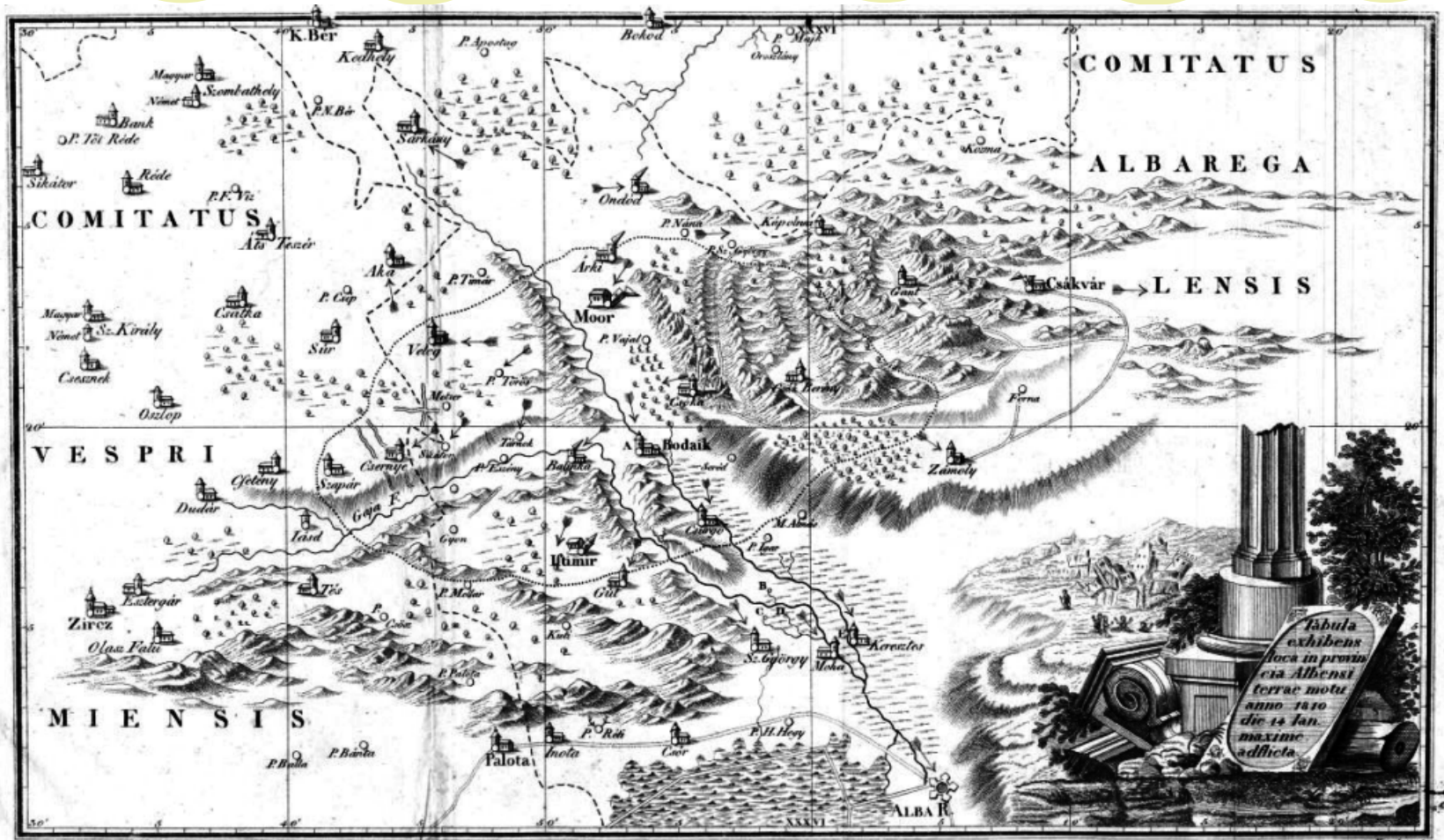
Azaz: földrengések és térképezésük



Szeizmológia = a természetes eredetű földrengések tudománya

Szeizmika = a kőzetekben terjedő hullámjelenségek mérési módszere

Az első földrengéstérképek



Mór, 1810. január 14.

Felmérés: Kitaibel Pál, Tomcsányi Ádám, Novák József

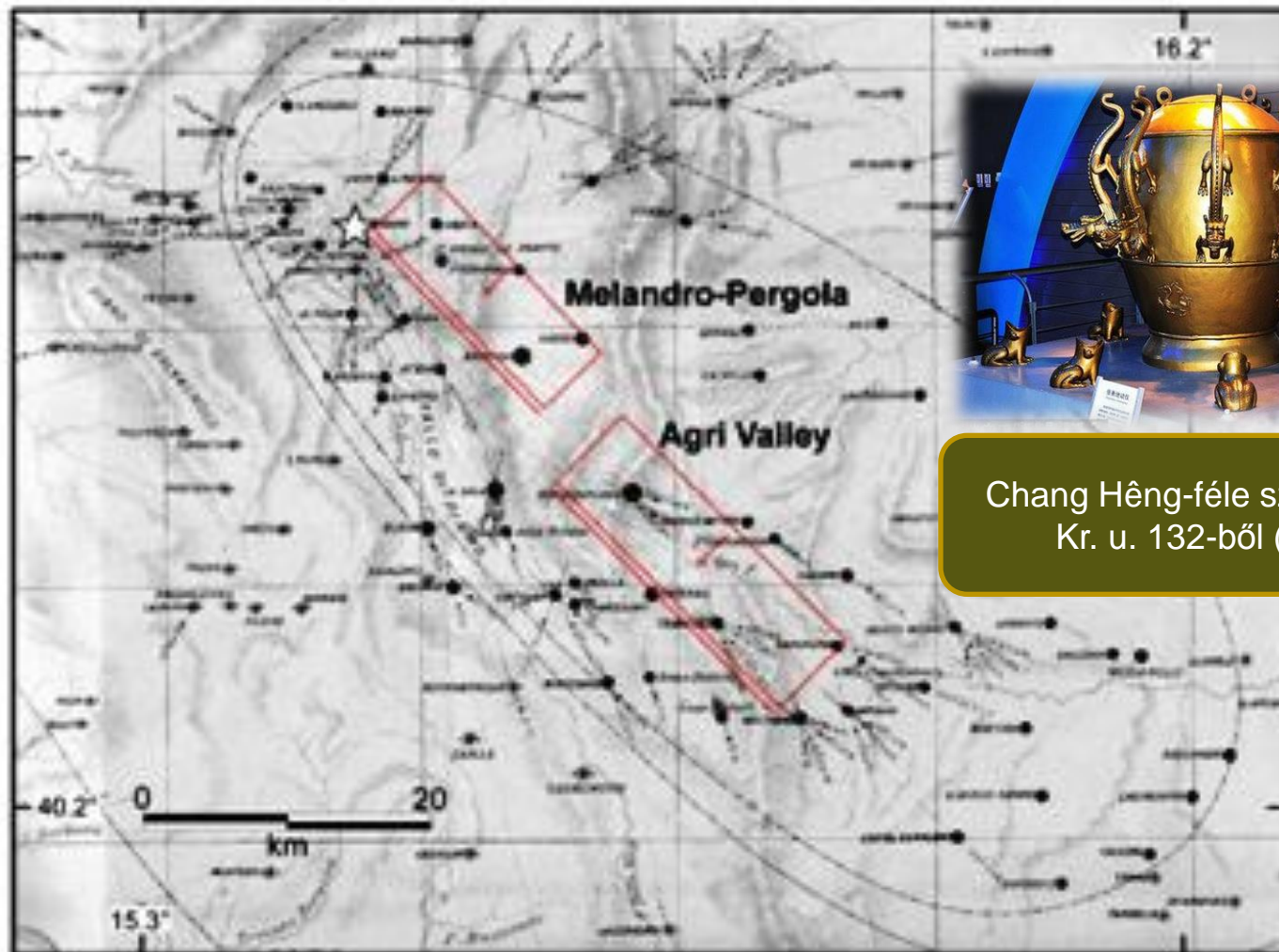
Térkép: Kitaibel P.

A Kitaibel-féle térkép

- Izoszeizta vonalak
- Rengés-hullámok iránya
- Rajzi jelek



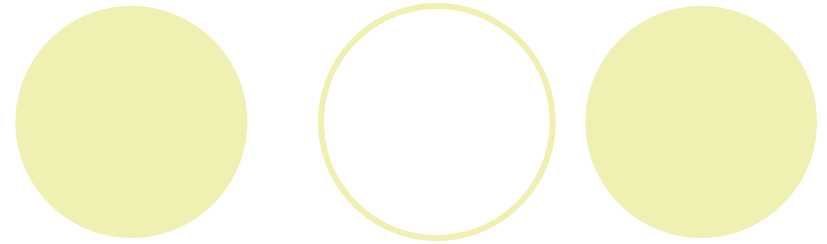
A Mallet-féle térkép



Chang Heng-féle szeizmográf
Kr. u. 132-ből (Kína).

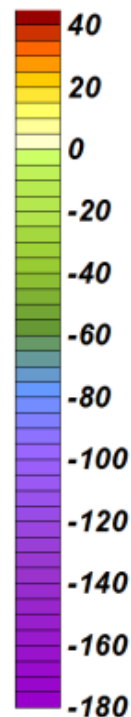
Mallet R 1862: Great Neapolitan Earthquake of 1857

Térképi jelek



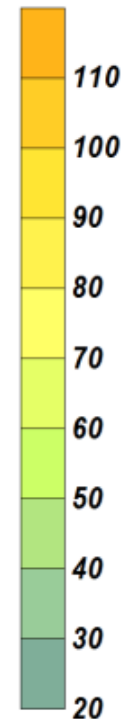
- Izovonalak
- Színskálák

*Bouguer-anomália
(mgal)*



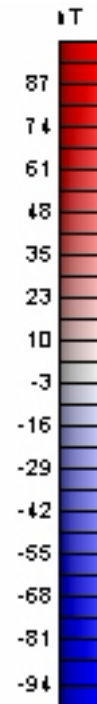
topográfiai

hőáram (mW/m²)



hideg/meleg

*Mágneses
anomália*

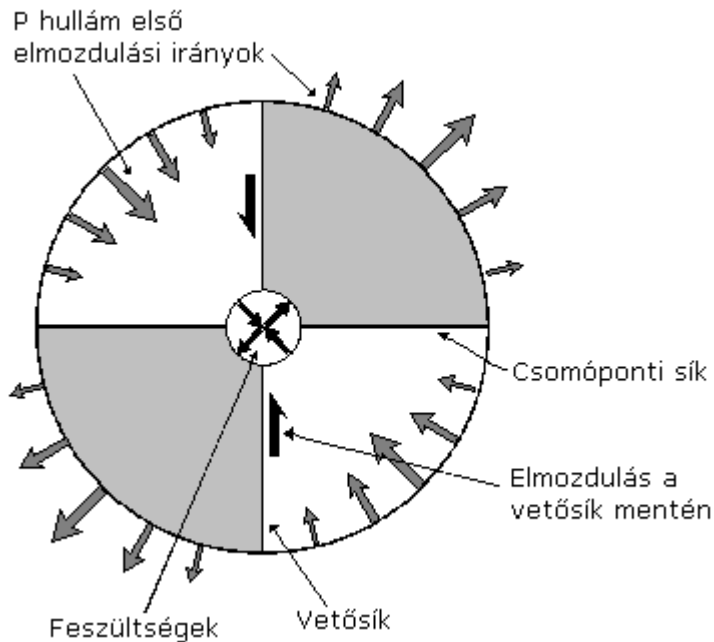


pozitív/negatív

Egyezményes színskála nincs.
A 0-körüli értékek legtöbbször
fehér színűek.

Térképi jelek

fészekgömb (a hipocentrum körüli képzelte gömb) modellezi a földrengést kiváltó vetők elmozdulási síkját. Térképen ennek sztereografikus vetületét ábrázoljuk.



Jobbra: különböző szerkezeti mozgások fészekmechanizmusai.

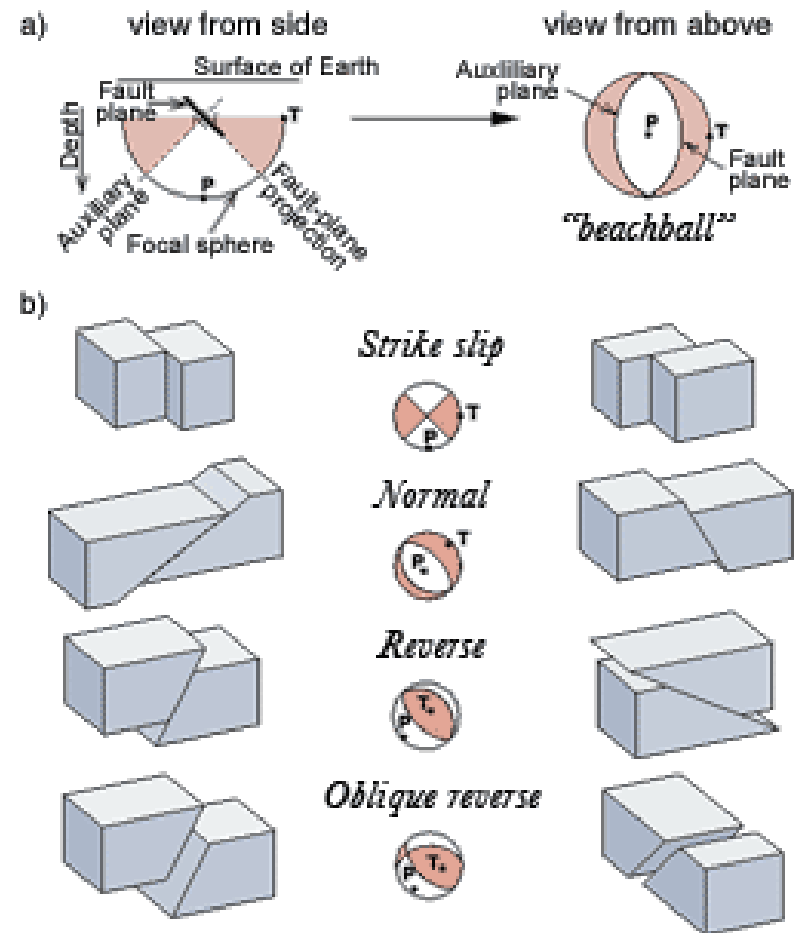
Strike-slip = oldalelmozdulás

Normal = normálvető

Reverse = feltolódás

Oblique reverse = ferde feltolódás

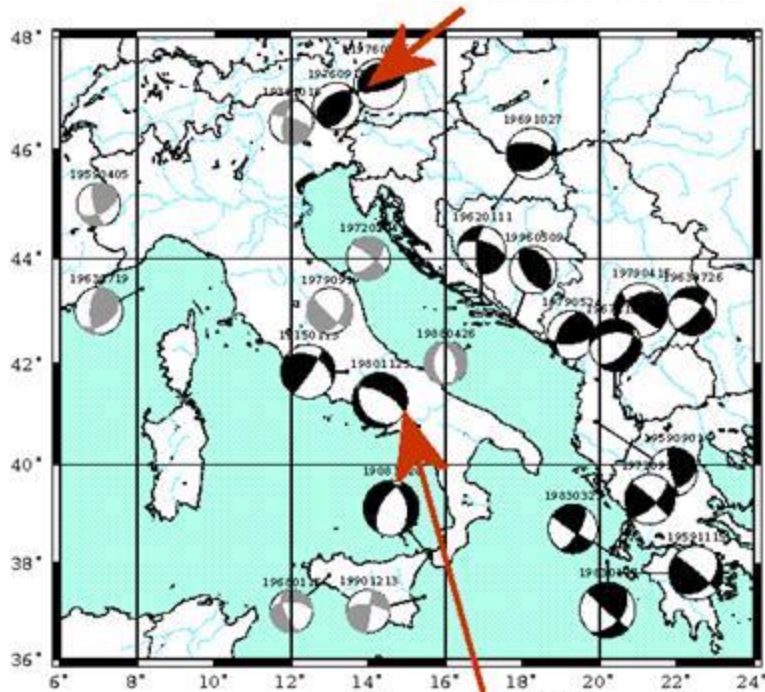
Sötét területek a fészekgömbön a kompressziós ténegyedek jelölik, a világosak a tágulást.



Schematic diagram of a focal mechanism

Földrengések fészekmechanizmusának térképei (focal mechanism maps)

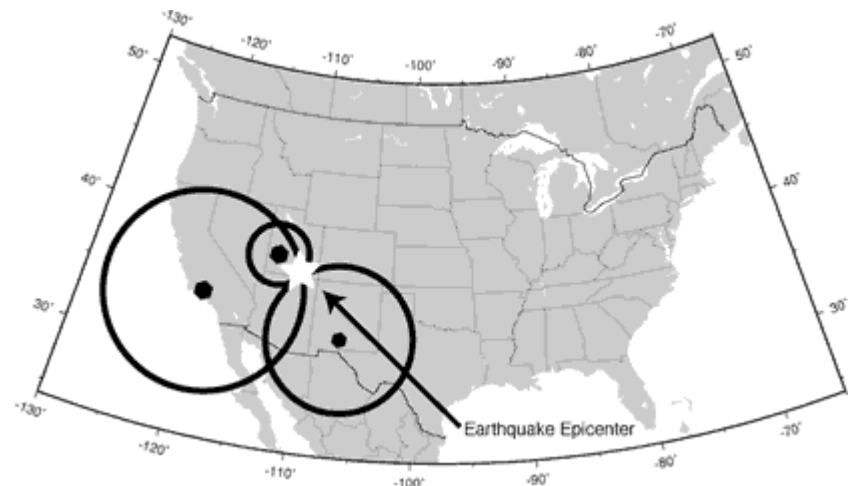
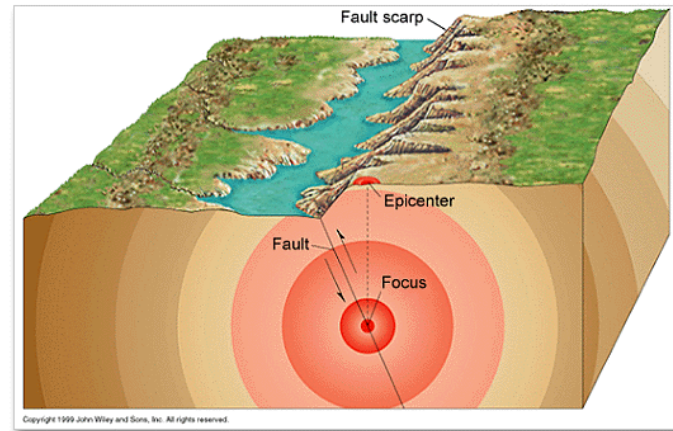
Feltolódás



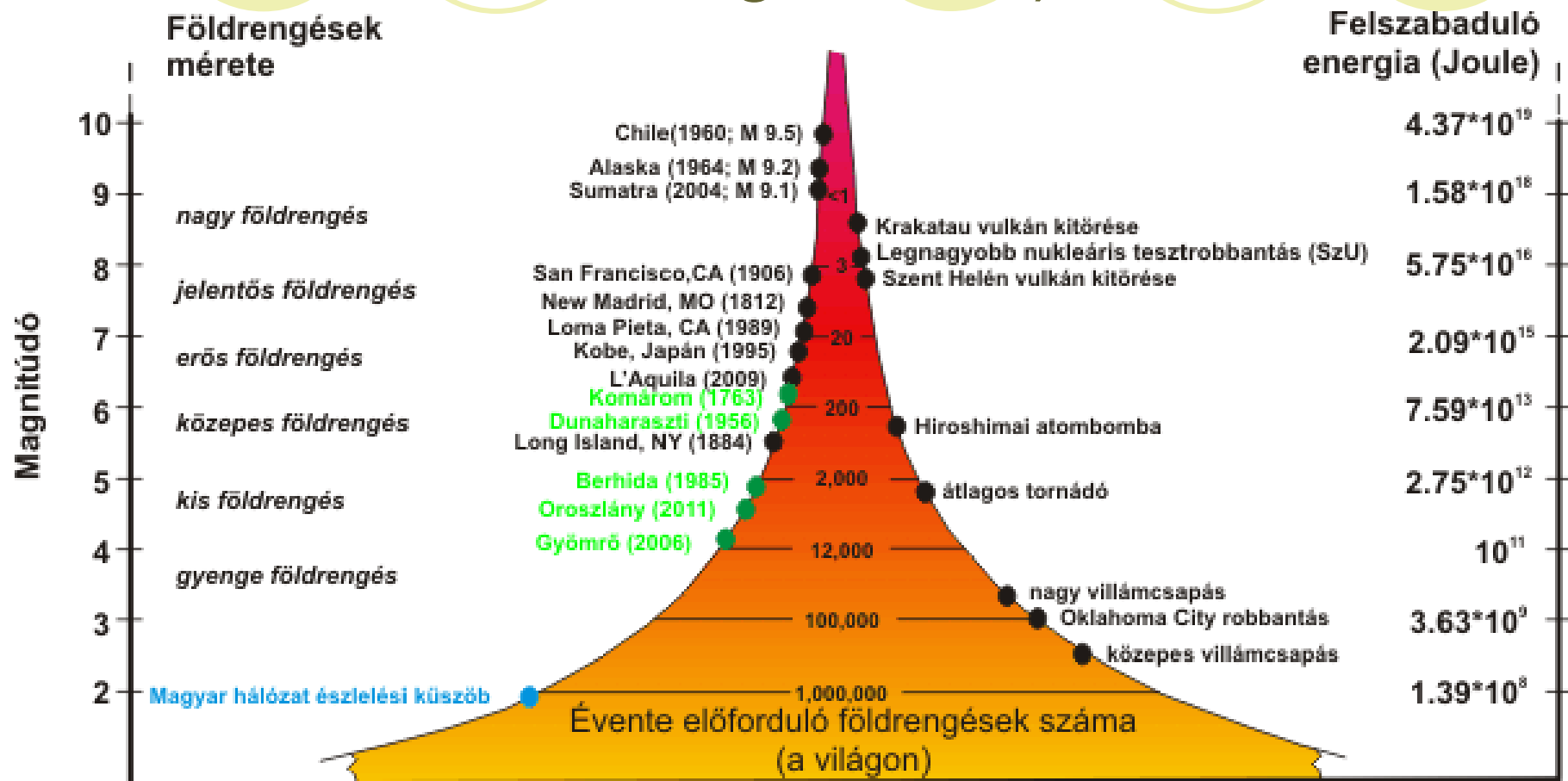
Normál vető

Jobbra: az epicentrum meghatározása 3 észlelési pont alapján.

Földrengés fészek (focus) = hipocentrum
Epicentrum = a fészek felszíni vetülete



A Richter-skála (Charles F. Richter, amerikai szeizmológus 1935)



A magnitúdó a földrengéskor a fészekben felszabaduló energia logaritmusával arányos: egy magnitúdófokozat növekedés mintegy 32-szeres energia növekedést jelent.

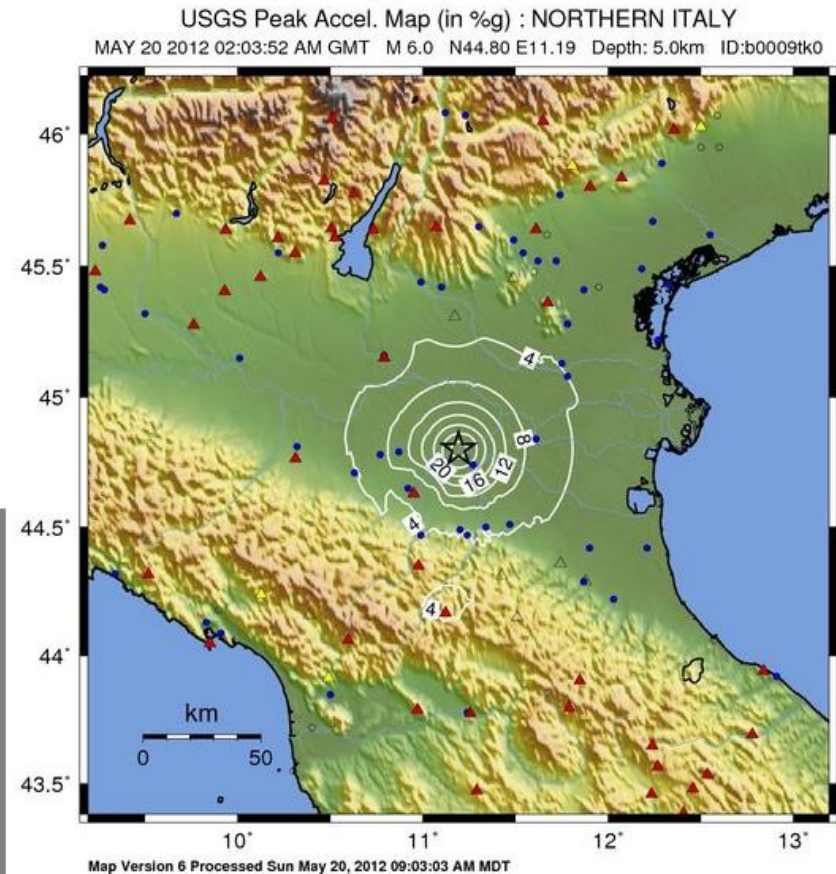
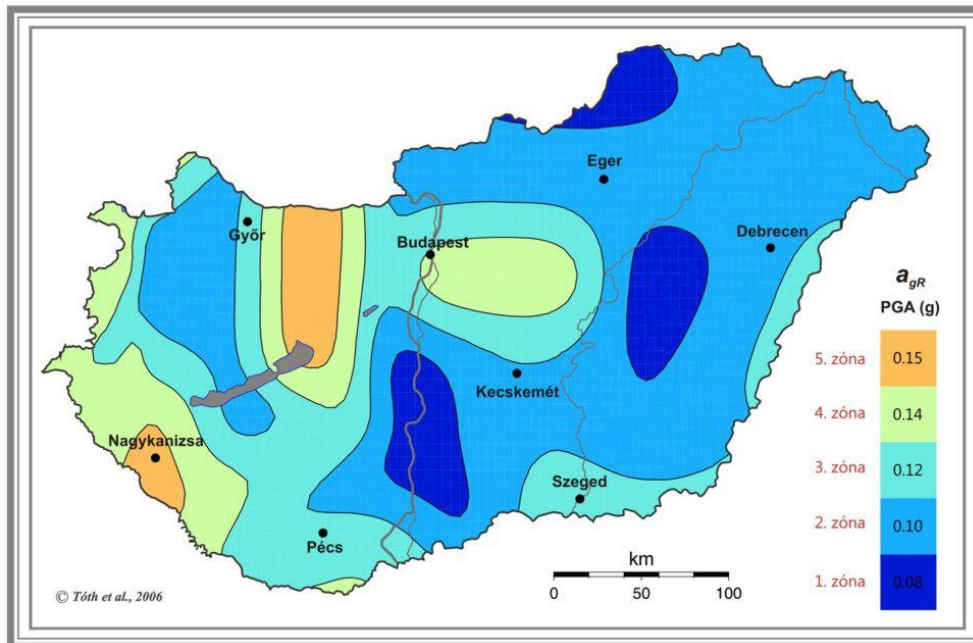
Térképen a magnitúdót a jel méretével szokás érzékelteni.

A felszíni gyorsulás térképei

- A vertikális gyorsulások kevésbé kritikusak (a súlyerőt növelik illetve csökkentik az épületekben)
- A horizontális gyorsulások nyírófeszültséget hoznak létre (az épületszerkezet repedését, törését, esetenként összeomlását okozhatják).

MSZ EN 1998-1 (EUROCODE 8) NEMZETI MELLÉKLET Szeizmikus zónatérkép

Horizontális gyorsulás értékek 50 évre,
10% meghaladási valószínűség mellett
(1/475 év gyakoriság) az alapkőzeten, g egységben



A földrengés okozta földfelszíni legnagyobb gyorsulás a "g" ($\sim 10 \text{ m/s}^2$) százalékában.

Geoenergetikai térképek

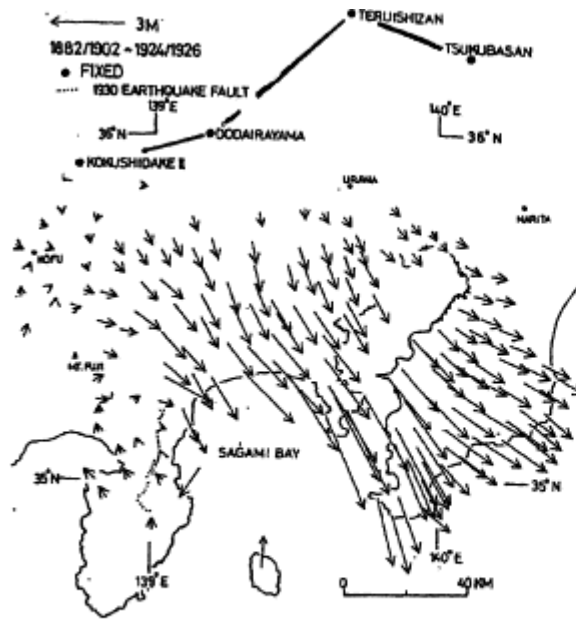
- Szeizmológiai térképek (földrengéstérképek)
- A földrengések elterjedési térképei
- Izoszeizma-térképek (térképek az egyenlő földrengéserősség vonalaival)
- Izofigmatérképek (térképek az egyenlő földrengésgyakoriság vonalaival)
- A földrengések hatásainak térképei
- A felszíni gyorsulás térképei
- Földrengések fészekmechanizmusának térképei

Meynen-féle

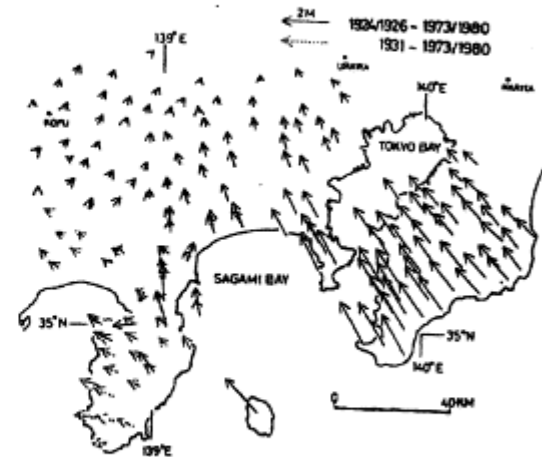
Nincs a
Meyney-féle
rendszerben

A kéreg vízszintes* elmozdulásának térképezése

Mozgásvonalak módszere



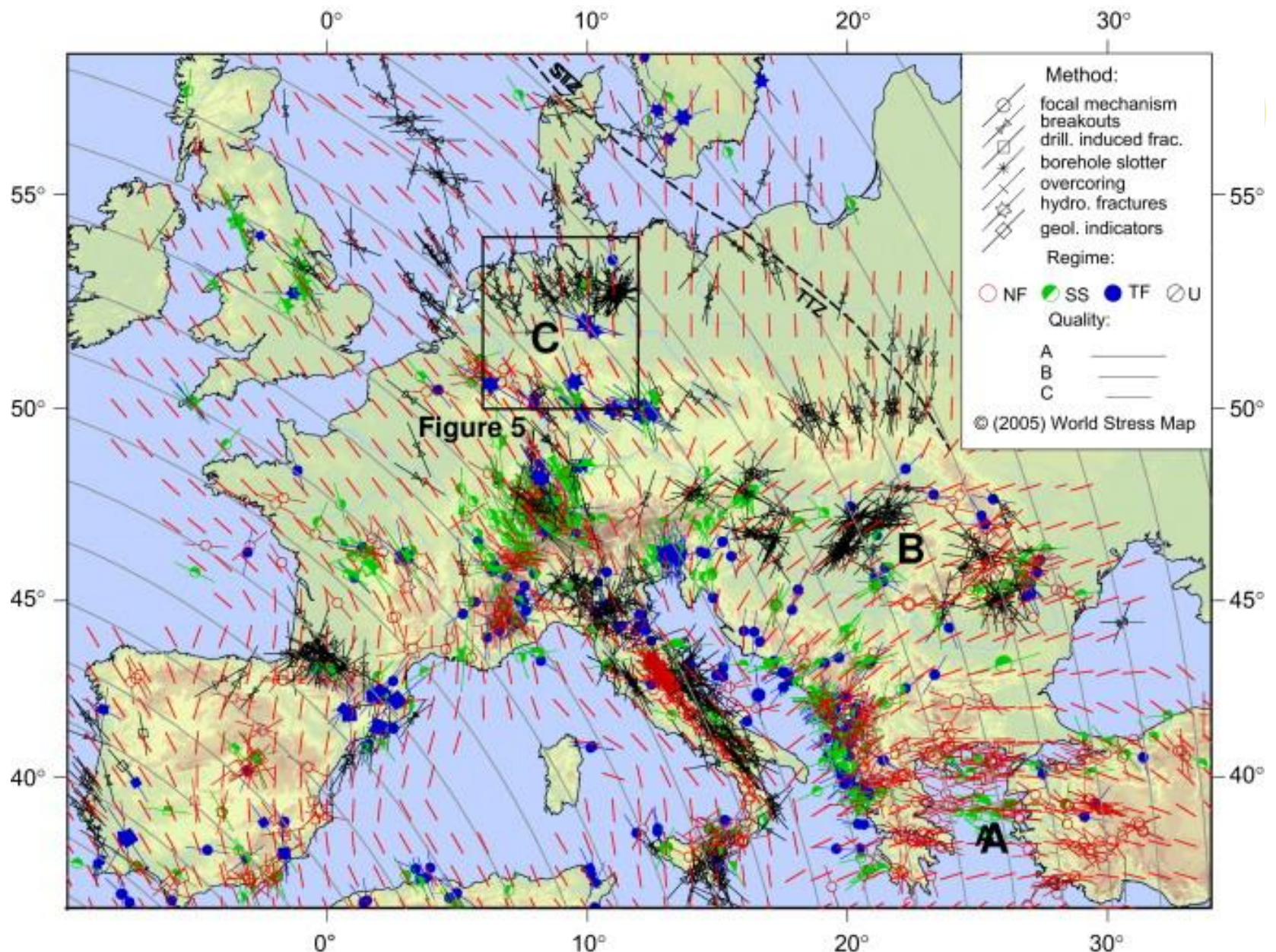
(a) Displacement vector during the period
1882/1902-1924/1926



(b) Displacement vector during the period
1924/1926-1973/1980 or 1931-1973/1980

Az 1923-as kantai (Japán) földrengéshez köthető kéregmozgások térképe földrengés előtti és utáni geodéziai felmérési adatok összevetéséből.

*A Meynen-féle osztályozási rendszerben nem szerepel!



The World Stress Map (szabadon hozzáférhető adatbázis) – Heidbach & Höhne (2007)



II. rész

Magyar vonatkozású geofizikai
térképek

Magyar vonatkozású geofizikai térképek

Országos térképsorozatok (ELGI):

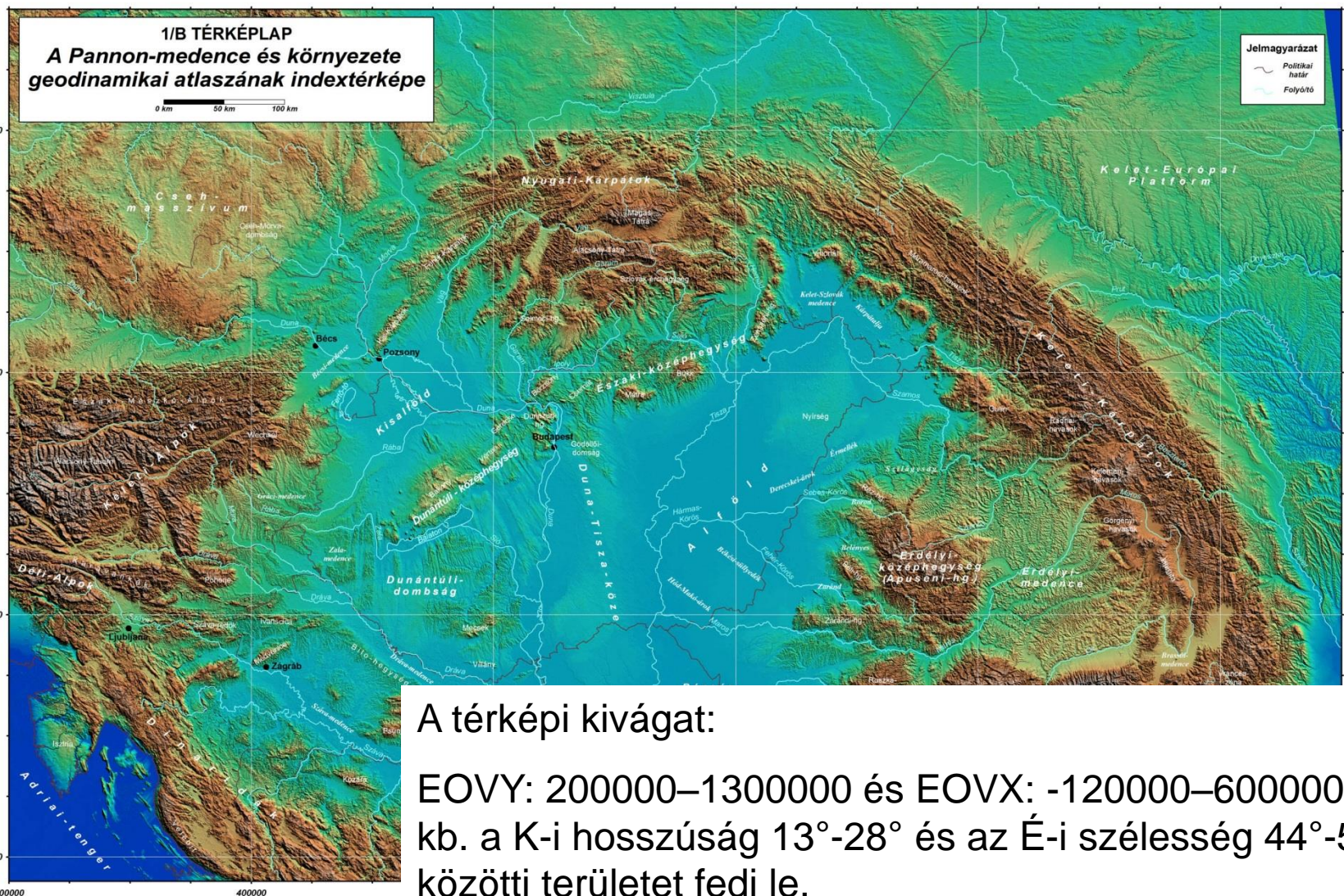
- 1:500 000
 - Magyarország gravitációs Bouguer-anomália térképe
 - Magyarország földi mágneses (ΔZ) anomália térképe
 - A Dunántúl tellurikus vezetőképesség térképe
 - Kelet-magyarország tellurikus vezetőképesség térképe.
- 1:200 000 – Mágneses- és gravitációs anomália térképek Gauss-Krüger szelvényezésben (1960-as évek)
- 1:100 000 - Nem teljes sorozat (VES10, VES50, GRAV, LMAG, FMAG, TGamma (Ur, Th, K, TC))

A Pannon-medence geodinamikai atlasza

Regionális térképsorozat (ELTE-MTA 2006)

1. Nagyfelbontású digitális terepmodell és indextérkép
2. Kéregvastagság és litoszféravastagság térkép
3. Hőáram térkép
4. Bouguer-anomália térkép
5. Szeizmicitás térkép
6. A recens feszültségtér és reológia térképe
7. Morfostrukturális elemek térképe
8. Neotektonikai (aktív) szerkezetek térképe
9. Horizontális és vertikális kéregmozgások térképe
10. Jelenkori geodinamika: szintézis

A Pannon-medence geodinamikai atlasza

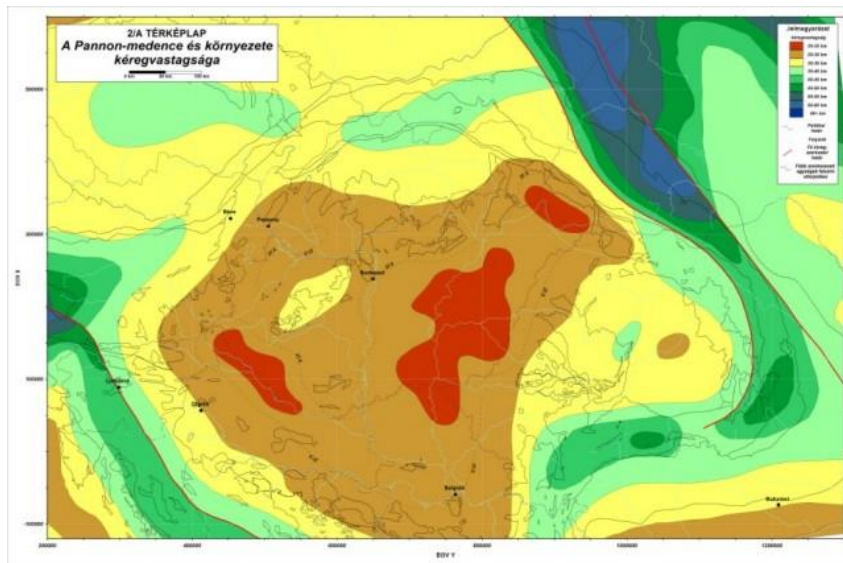


A térképi kivágat:

EOVY: 200000–1300000 és EOVX: -120000–600000, ami kb. a K-i hosszúság 13° - 28° és az É-i szélesség 44° - 51° közötti területet fedi le.

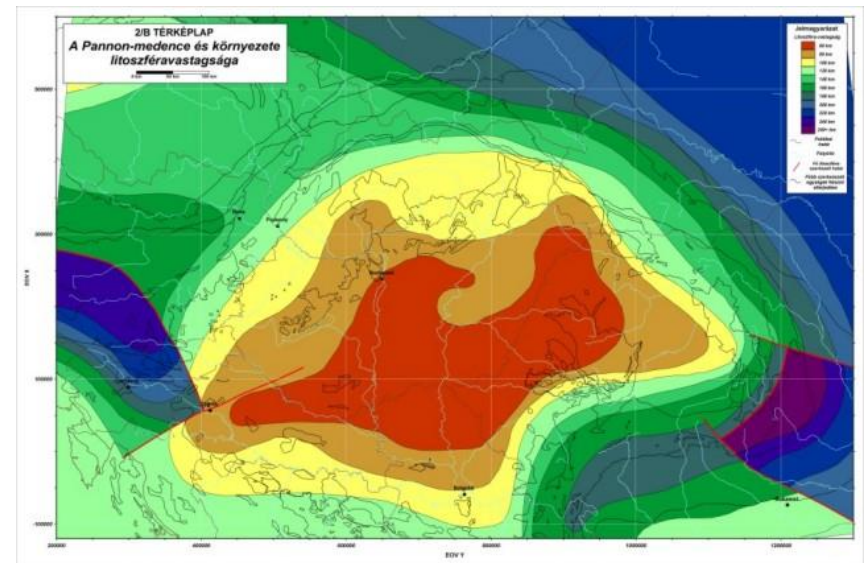
A Geodinamikai Atlasz térképei 2A-2B

2A: Kéregvastagság



20-60 km

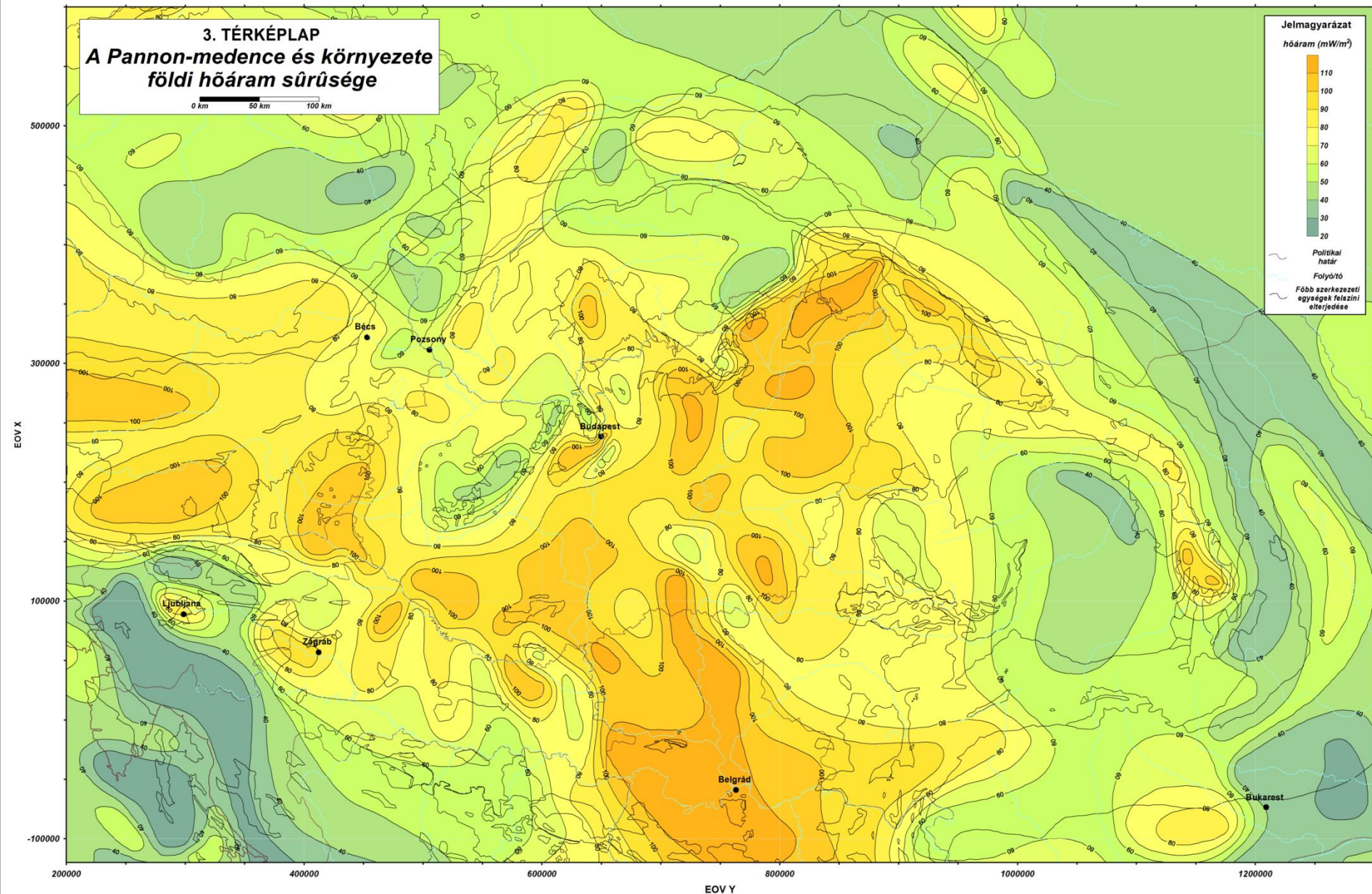
2B: Litoszféravastagság



60-240 km

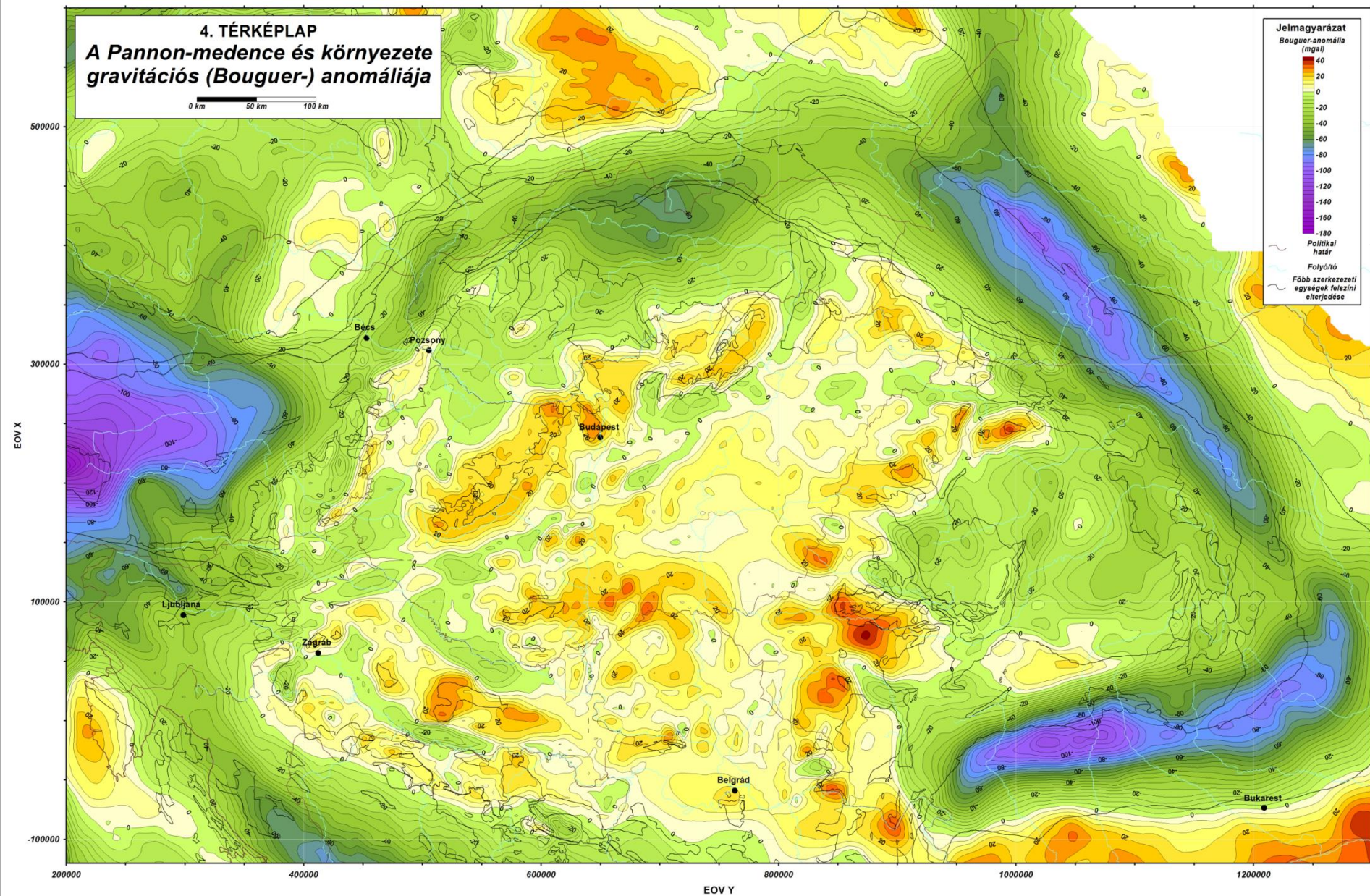
3. térképlap: Hőáram térkép

20-120 mW/km²

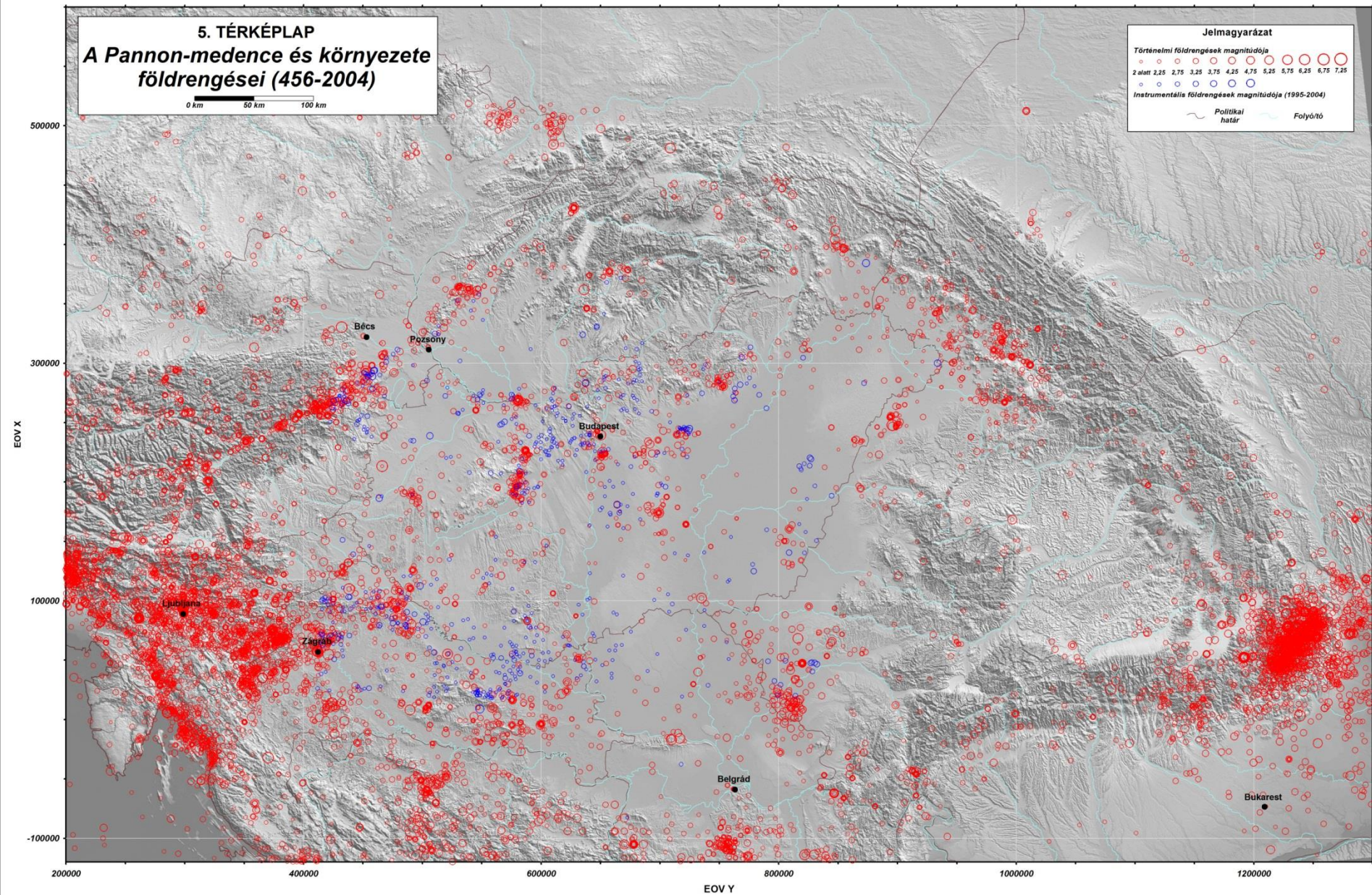


4. térképlap: Bouguer-anomália

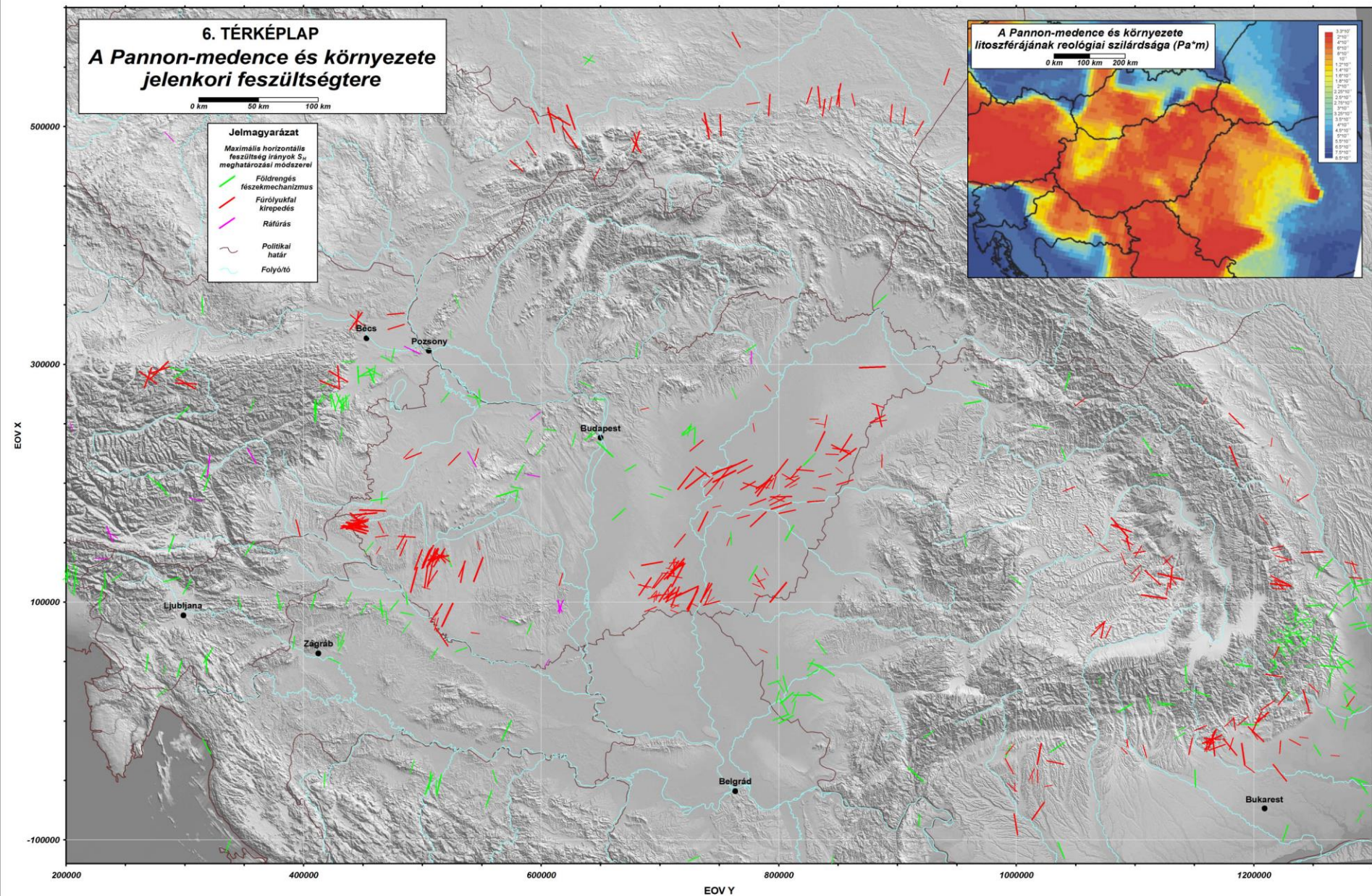
-180 – 40 mGal
Gal (galileo) a nehézségi gyorsulás nem hivatalos mértékegysége (1 Gal= 1 cm/s²)



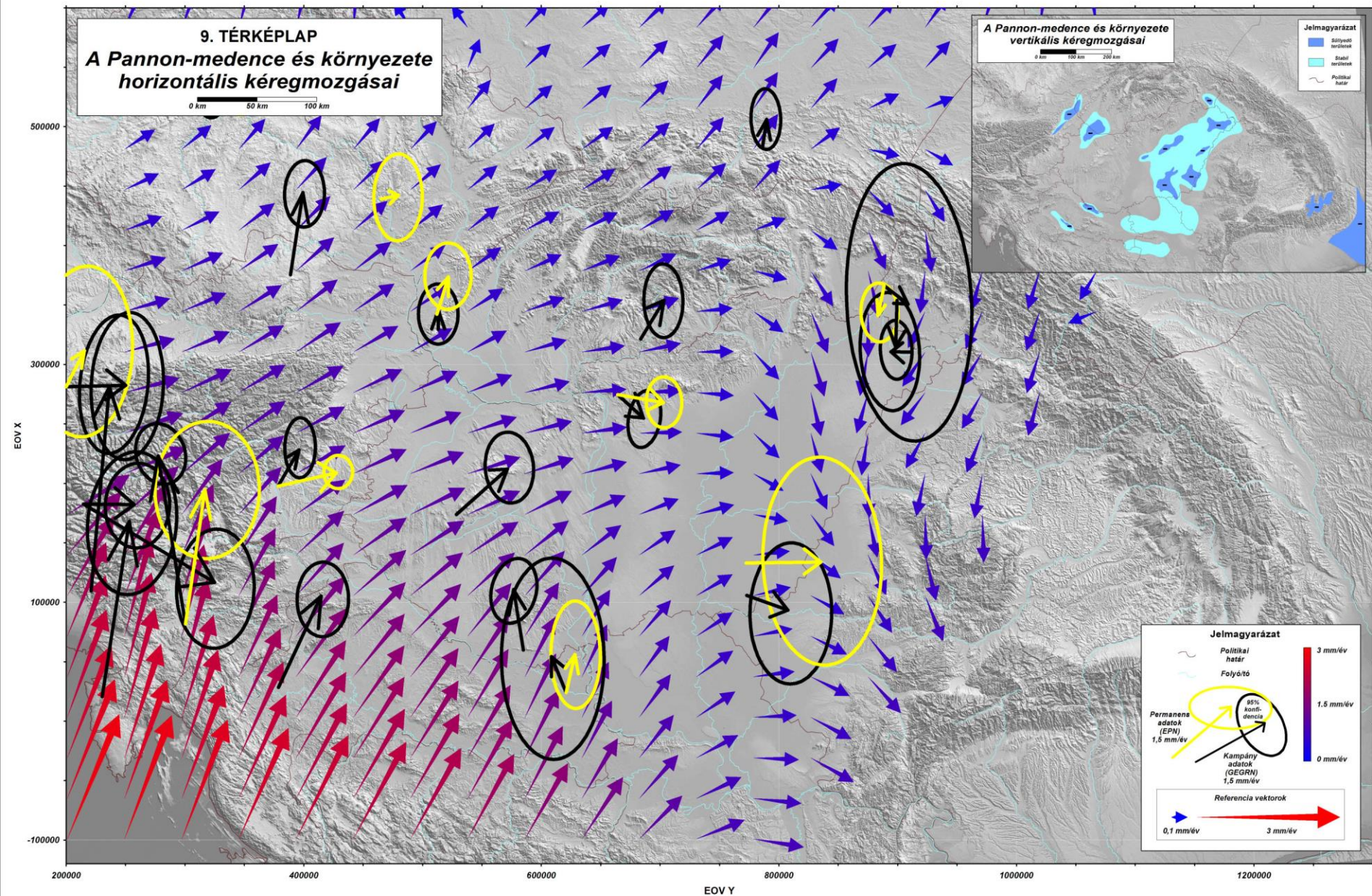
5. térképlap: Szeizmicitás (i.sz. 456-2004)



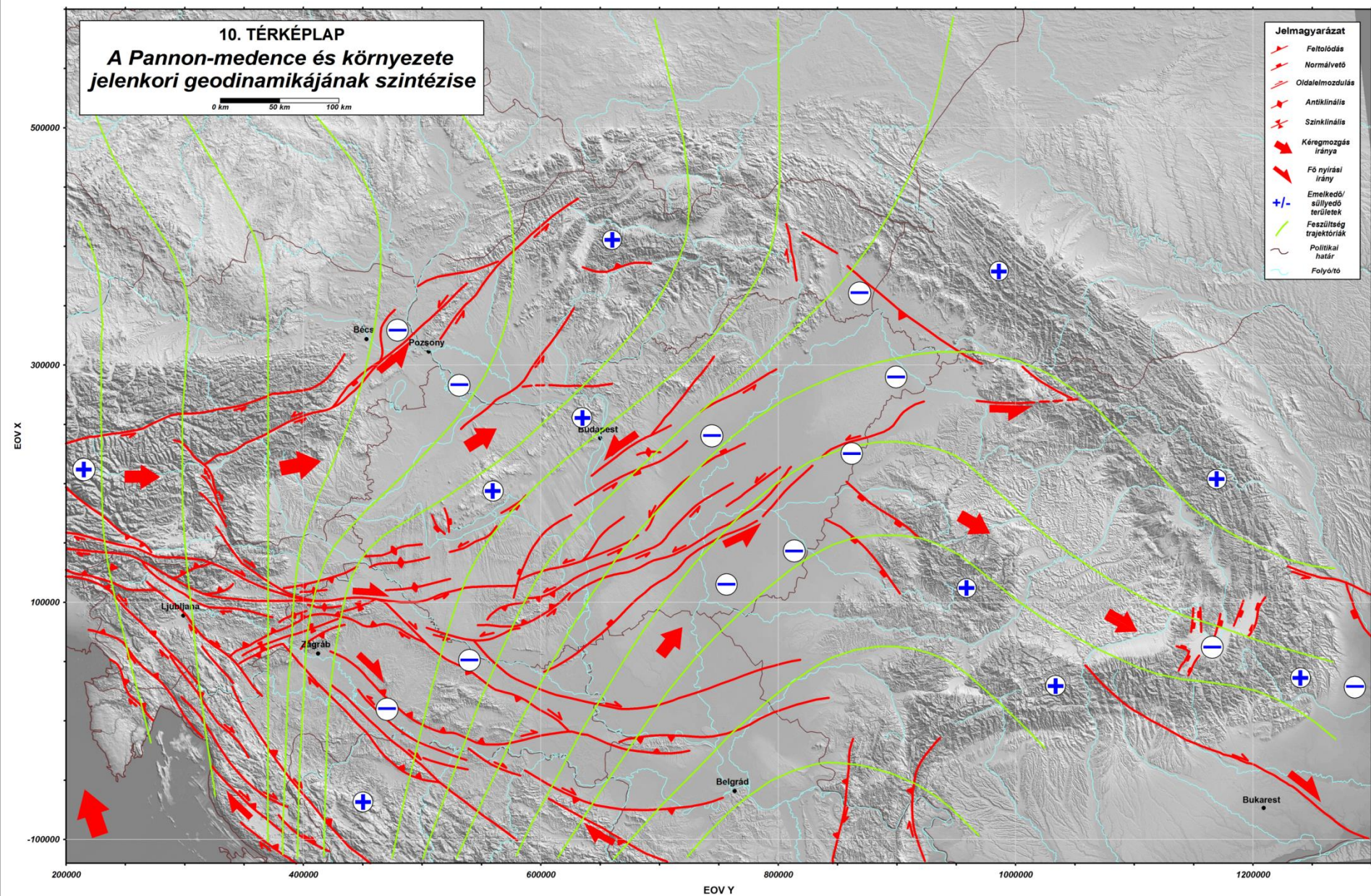
6. térképlap: Recens feszültségtér és reológia (mélyfúrások alapján)



9. térképlap: Horizontális kéregmozgások GPS sebesség tere és a vertikális kéregmozgások trendje.



10. térképlap: Geodinamikai szintézis térkép (horizontális és vertikális kéregmozgások főbb szerkezeti elemek). ← Geológiai tematika



Bemutatott térképek:

Országos térképek:

- Kiss J. & Gulyás Á., 2005 – *Gravity Bouguer Anomaly Map of Hungary*. Eötvös Loránd Geophysical Institute of Hungary, scale 1:500000
- Kiss J. & Gulyás Á., 2006 – *Magnetic ΔZ Anomaly Map of Hungary*. Eötvös Loránd Geophysical Institute of Hungary, scale 1:500000

200 ezres sorozat:

- Haáz I. & Komáromy L., 1966 – *Magyarország Földmágneses Térképe, L-34-III-Eger*. MÁELGI, scale 1:200000
- Pollhammer M. & Szilárd J., 1966 – *Magyarország Gravitációs Térképe, L-34-III-Eger*. MÁELGI, scale 1:200000
- Haáz I. & Komáromy L., 1965 – *Magyarország Földmágneses Térképe, L-34-I-Tatabánya*. MÁELGI, scale 1:200000
- Pollhammer M. & Szilárd J., 1966 – *Magyarország Gravitációs Térképe, L-34-I-Tatabánya*. MÁELGI, scale 1:200000

Ezekon jól látszik, hogy a két térképtípus milyen képződmények kimutatására, elemzésére alkalmas. A tatabányai lapokon a mágneses anomália térkép csak a Börzsöny területén, illetve a Dorogi medence elszórt vulkanitjánál mutat erősödést és anomáliákat, míg a gravitációs térképen a Gerecse mészkő tömbje emelkedik ki a háttérből és a laza andezit agglomerátumból álló Börzsöny nem.

Ugyanez figyelhető meg az egri lapon is a Mátra-Bükk és az előtéri Vatta-Maklári Árok viszonylatában.

Határon túli területek (DANREG):

- Szabó Z., Sárhidai M., Meurers B., Mikuska J. & Grand T., 1998 – *Danube Region Vienna-Bratislava-Budapest, Bouguer Anomaly Map*. Geological Institute of Hungary, scale 1:200000
- Kollmann H., Rotár-Szalkai Á. & Remsik A., 1998 – *Danube Region Vienna-Bratislava-Budapest, Geothermal Potential Map*. Geological Institute of Hungary, scale 1:200000
- Seiberl W., Oberlecher G., Kovácsvölgyi S., Schönviszky L., Páncsics Z., Filo M. & Kubes P., 1998 – *Danube Region Vienna-Bratislava-Budapest, Magnetic ΔT Anomaly Map*. Geological Institute of Hungary, scale 1:500000

Hivatkozások

- Heidbach, O., M. Rajabi, K. Reiter, M. Ziegler, and the WSM Team (2016). World Stress Map Database Release 2016, *GFZ Data Services*, <http://doi.org/10.5880/WSM.2016.001>
- Sörös L. 2011: Geofizikai Adatrendszerek szabványosítása, egységes geofizikai leírónyelv és adatbázis nagytömegű adatrendszerek kezeléséhez – doktori értekezés, Miskolci Egyetem. http://www.uni-miskolc.hu/~geofiz/1_3_sores_tezis.pdf
- Yoichiro F. 2003: Detailed horizontal crustal movements associated with the 1923 Kanto earthquake as deduced from network adjustment of old data including the third order triangulation stations – *Journal of Geophysics* v 35, Issue 4-5, pp 457-469
- Meskó A. 2006: Eötvös Loránd geofizikai vizsgálatai – *Természet világa*, p 12-17.
- Tóth L, Mónus P., Győri E. 2006: MAGYARORSZÁG FÖLDRENGÉS-VESZÉLYEZTETETTSÉGE [HTTP://WWW.FOLDRENGES.HU/](http://WWW.FOLDRENGES.HU/)