

Agico, s.r.o.

Advanced Geoscience Instruments Company



www.agico.com

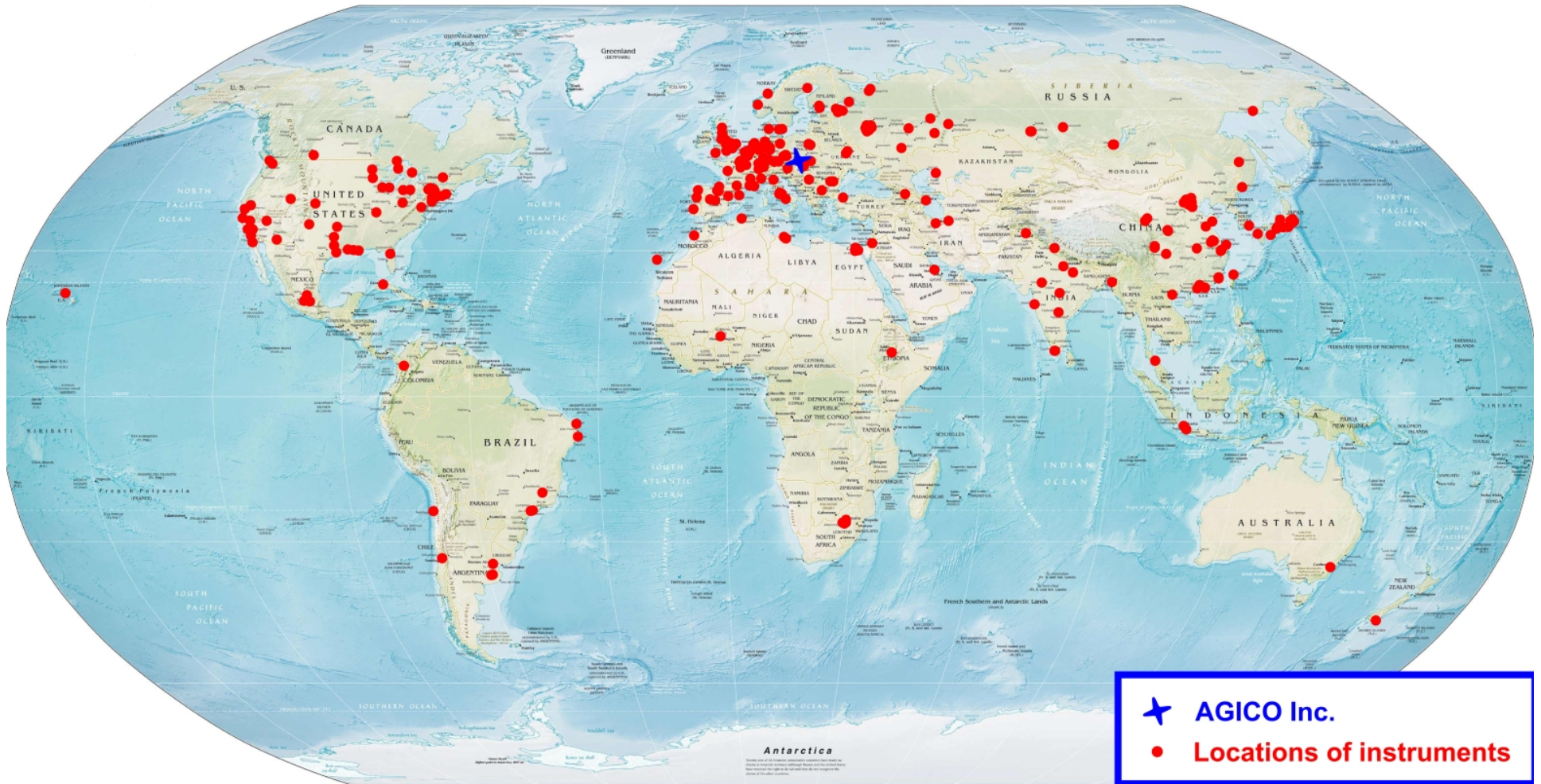
Martin Chadima

*AGICO, Brno
Geologický ústav AVČR, v.v.i., Praha*

Osnova

1. Představení společnosti
2. Vyráběné přístroje
3. Příklady použití

Agico – 1. Představení společnosti



Agico instruments work in all continents

cca. 500 přístrojů v 55 zemích světa

Historie společnosti

50. léta – Výzkumný ústav naftový

60. léta – Ústav užité geofyziky

1965 – Geofyzika, n.p.

1995 – osamostatnění společnosti Agico, s.r.o.

Složení společnosti

2011 – 17 zaměstnanců

Mechanická výroba: 4

Elektroasembláž: 4

Vývoj: 3

Výzkum a software: 2

Servis: 2

Prodej a účetnictví: 2

Průměrná výroba

První desítky přístrojů ročně

Marketing společnosti

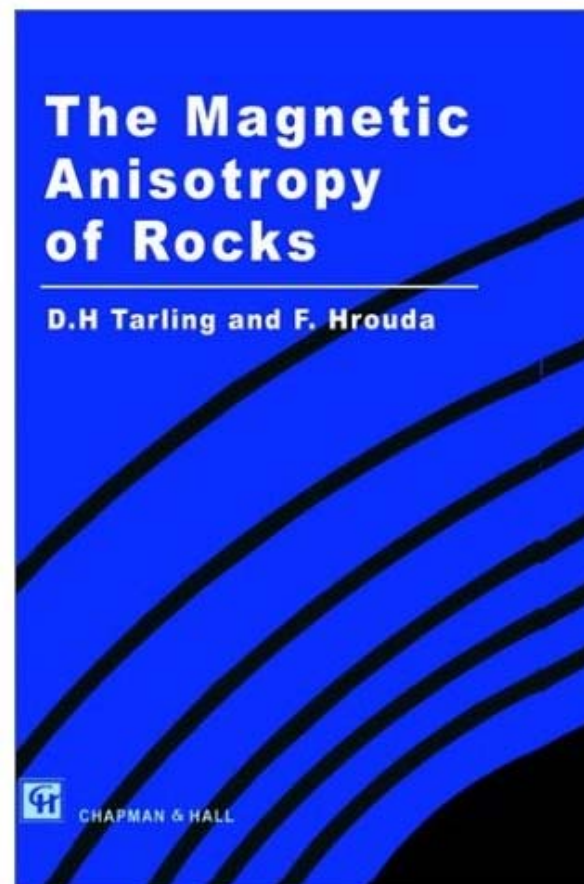
- Účast na mezinárodních konferencích
- Vědecké publikace
- Osobní doporučení
- Instalace přístrojů přímo u zákazníka a následná zákaznická podpora

Klíčové osoby

Prof. František Hrouda

RNDr. Vít Jelínek

RNDr. Jiří Pokorný



MFK1 Multi-function Kappabridge

(Střídavý můstek)

Měřená veličina:

Magnetická susceptibilita

Three operating frequencies and respective field ranges (peak values):

F1 (976 Hz): 2 - 700 A/m

F2 (3904 Hz): 2 - 350 A/m

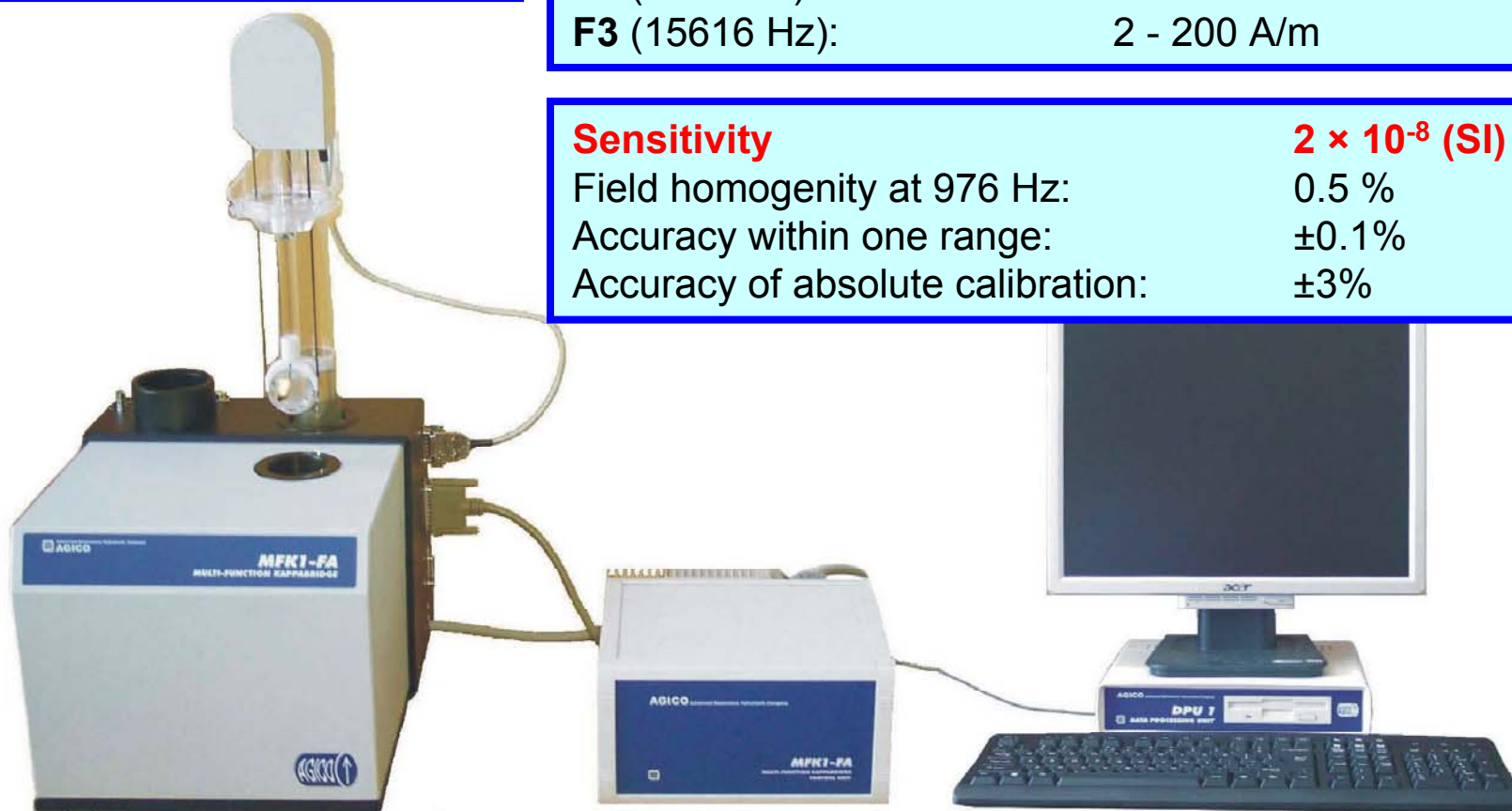
F3 (15616 Hz): 2 - 200 A/m

Sensitivity 2×10^{-8} (SI)

Field homogeneity at 976 Hz: 0.5 %

Accuracy within one range: $\pm 0.1\%$

Accuracy of absolute calibration: $\pm 3\%$



CS4 / CS-L Furnace / Cryostat Apparatus

(Vysokoteplotní pec / Kryostat)

Měřená veličina:

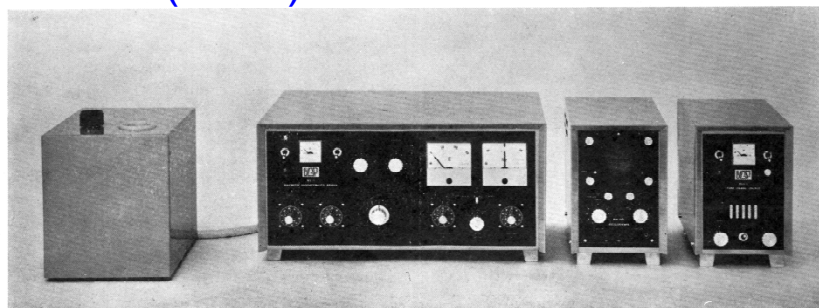
Magnetická susceptibilita jako funkce teploty

–192 °C up to 700 (800) °C



Kappabridge - historický vývoj

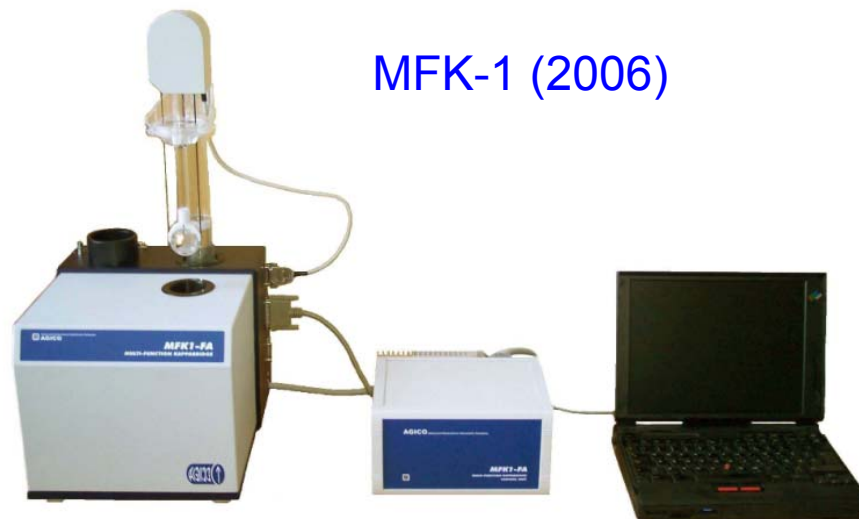
KLY-1 (1967)



KLY-3 (1995)
KLY-4 (2003)



MFK-1 (2006)



JR-6A / JR6 Spinner magnetometer

(Rotační magnetometr)

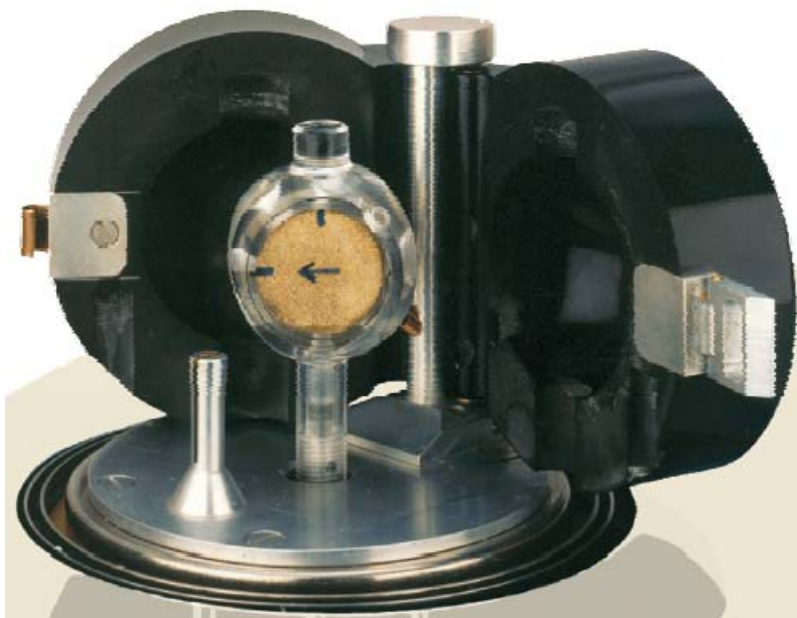
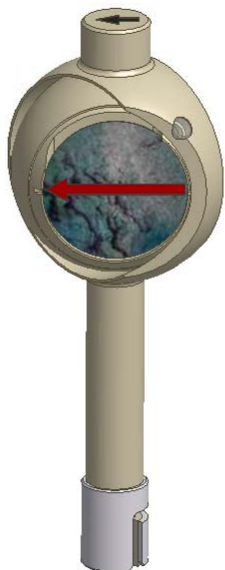
- Two speeds of rotation (high, low) → High 87.7 rps - for the highest sensitivity
Low 16.7 rps - for measuring soft specimens
- Type of holder (automatic, semi-automatic, manual)
- Type of specimen (cylinder, cube)
- Number of positions for manual holder (2, 4, 6)
- Three times of integration (short, normal, long)
- Measurement mode (single, repeat)

Měřená veličina:
Remanentní magnetizace

Sensitivity 2×10^{-6} (A/m)



Agico – 2. Vyráběné přístroje



Přístroj funguje jako velice citlivý
Generátor

LDA / AMU

Alternating field demagnetizer / Anhysteretic magnetizer

(Demagnetizátor střídavým polem / Anhysteretický magnetizátor)



Řídící software: Safyr

Safyr4W
File Execute Setting About

Specimen
Name: SPEC1

Orientation

Orientation		Orientation parameters				Volume
Azimuth	Dip	P1	P2	P3	P4	[ccm]
120	45	12	0	6	0	10

Foliation(s)

Code	Dip dir.	Dip
#1		
#2		

Lineation(s)

Code	Trend	Plunge
#1		
#2		

Measurements

Three-axis measurements

Axis	Range	Cosine	Sine	Amplitude	Error	Error [%]
Axis 1	4	1.475E-03	2.030E-03	2.509E-03	6.940E-06	0.28
Axis 2	3	608.8E-06	-140.0E-06	624.6E-06	5.446E-06	0.87
Axis 3	4	1.165E-03	-2.159E-03	2.453E-03	5.314E-06	0.22

Total susceptibility

	Range	TSus Re	TSus Im	Phase
TSus	4	98.25E-03	-289.1E-06	-0.17

Results

Mean susceptibility

Susceptibility	Std. error [%]
101.2E-03	0.091

Test for anisotropy

F	F12	F23
596.4	102.5	739.5

Normed principal susceptibilities

kmax	kint	kmin
1.0294	1.0102	0.9604
+/- 0.0008	+/- 0.0008	+/- 0.0008

95% confidence angles

Axis 1	Axis 2	Axis 3
5.6	2.2	1.6
1.6	5.6	2.3

Anisotropy factors

L	F	P	Pj	T	U	Q	E
1.019	1.052	1.072	1.074	0.457	0.443	0.324	1.032

Principal directions

Coordinate system	Kmax		Kint		Kmin	
	Dec	Inc	Dec	Inc	Dec	Inc
Specimen	129	47	347	36	242	20
Geographic	8	55	110	8	205	34
Paleo #1						
Tecto #1						
Paleo #2						
Tecto #2						

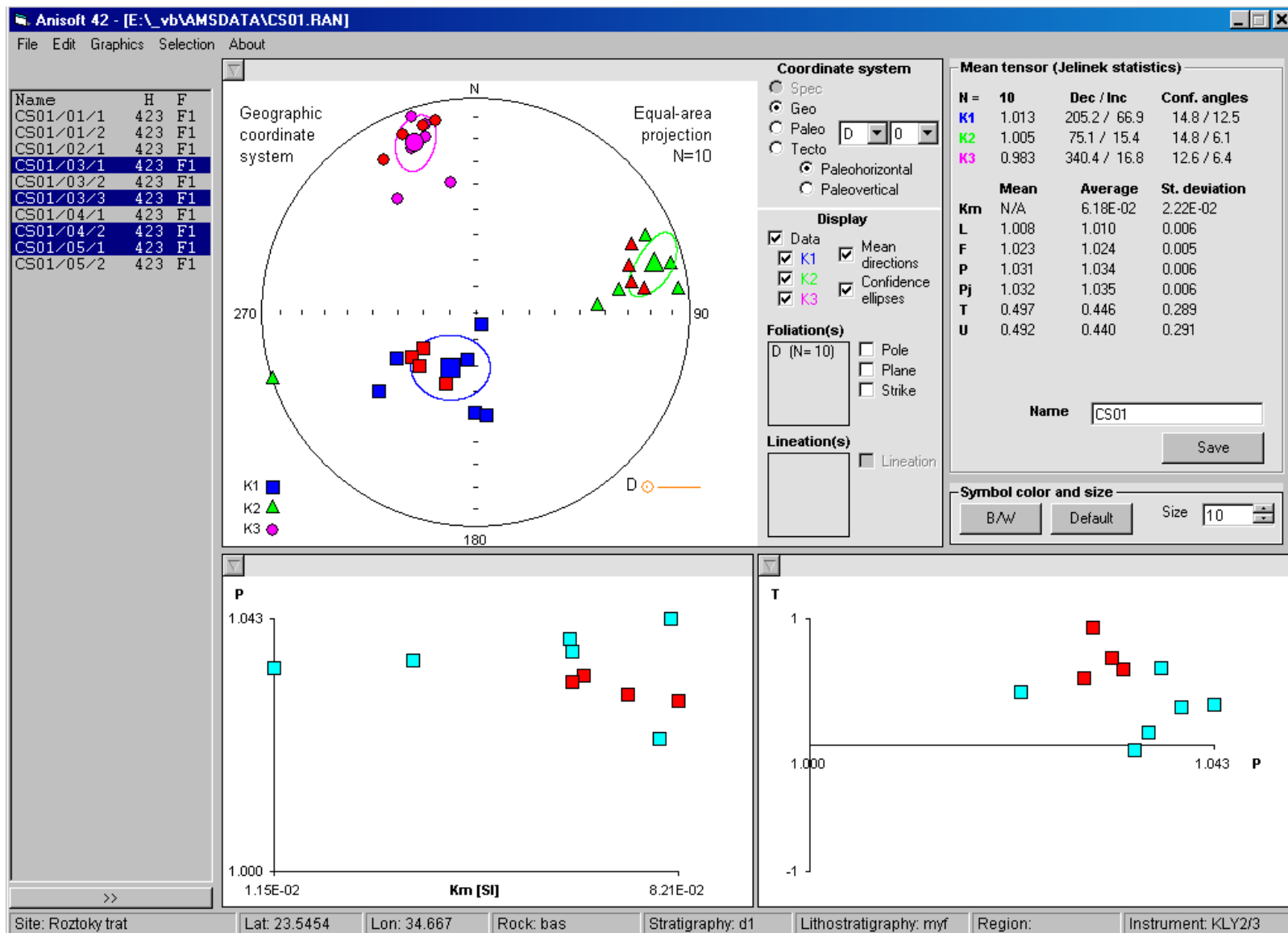
Buttons: NEW SPECIMEN, AXIS 1, AXIS 2, AXIS 3, TOTAL SUSC., SAVE, CANCEL

STOP

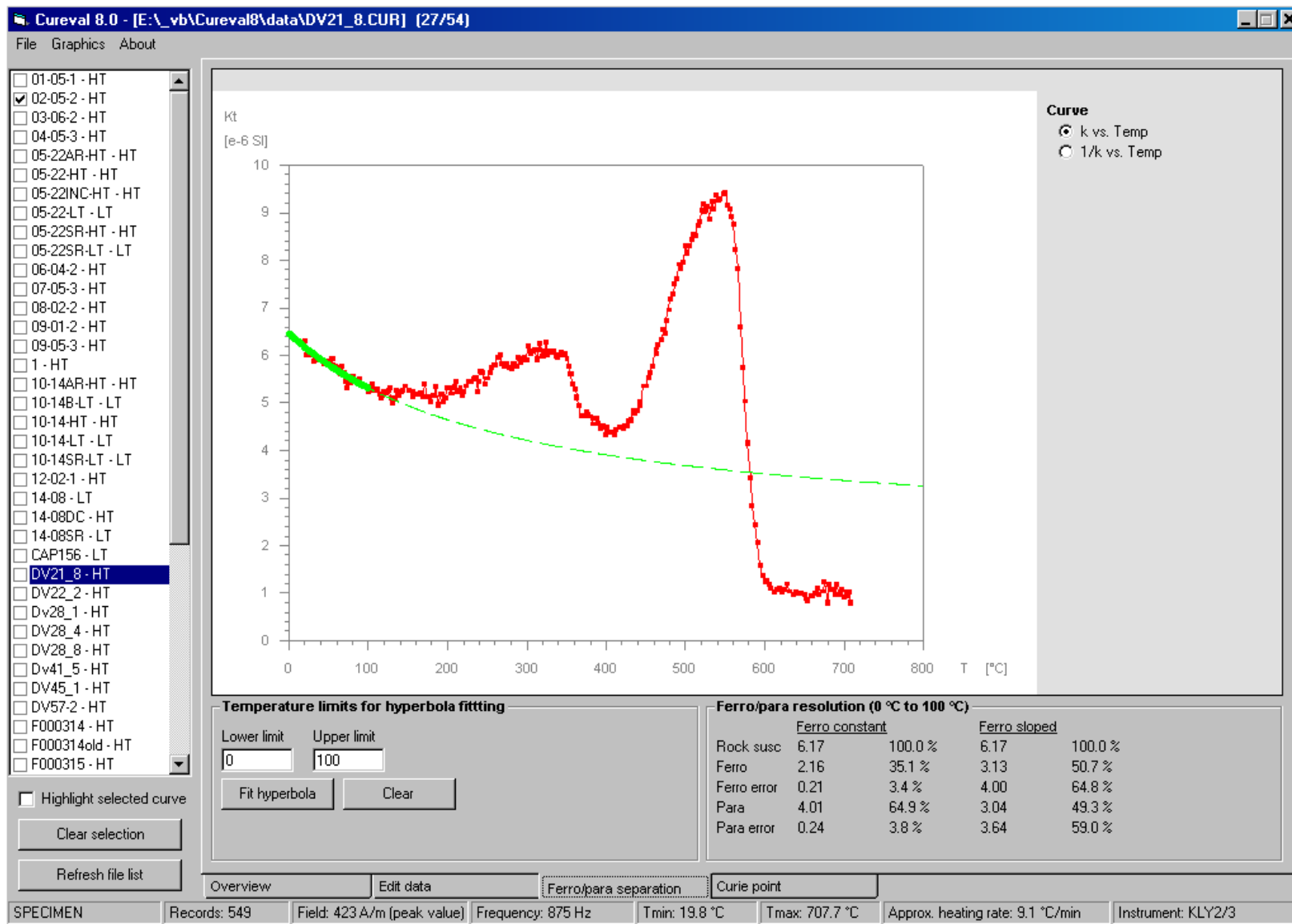
INSTRUMENT IS READY | F1 H=200 A/m | U/D ENABLED | ROT ENABLED | CALIB | NO HCORR

Agico – 2. Vyráběné přístroje

Data zpracující software: Anisoft



Data zpracující software: Cureval



Řídící software: Rema

Rema6W
File Execute Graphics Settings About

Specimen

Name:
Magnetic state:

Orientation

Orientation		Orientation parameters				Volume
Azimuth	Dip	P1	P2	P3	P4	[ccm]
<input type="text" value="140"/>	<input type="text" value="15"/>	<input type="text" value="12"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="12"/>	<input type="text" value="90"/>	<input type="text" value="10"/>

Foliation

Strike	Dip	Trend	Plunge
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Results

Modulus [A/m]:
Error:

Orientation of remanence vector

Coordinate system	Dec	Inc
Specimen	<input type="text" value="195.1"/>	<input type="text" value="-32.9"/>
Geographic	<input type="text" value="333.3"/>	<input type="text" value="-18.3"/>
Tilt correction	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Full correction	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Measurements

Components of remanent magnetization

Position	M(x)	M(y)	M(z)	Exp.
P1	<input type="text" value="-8.46"/>	<input type="text" value="4.53"/>	<input type="text" value="E1"/>	
P2	<input type="text" value="-2.28"/>	<input type="text" value="-15.87"/>		
P3	<input type="text" value="-8.47"/>	<input type="text" value="4.57"/>		
P4	<input type="text" value="-2.28"/>	<input type="text" value="-15.90"/>		

Mean:

Repeated measurements

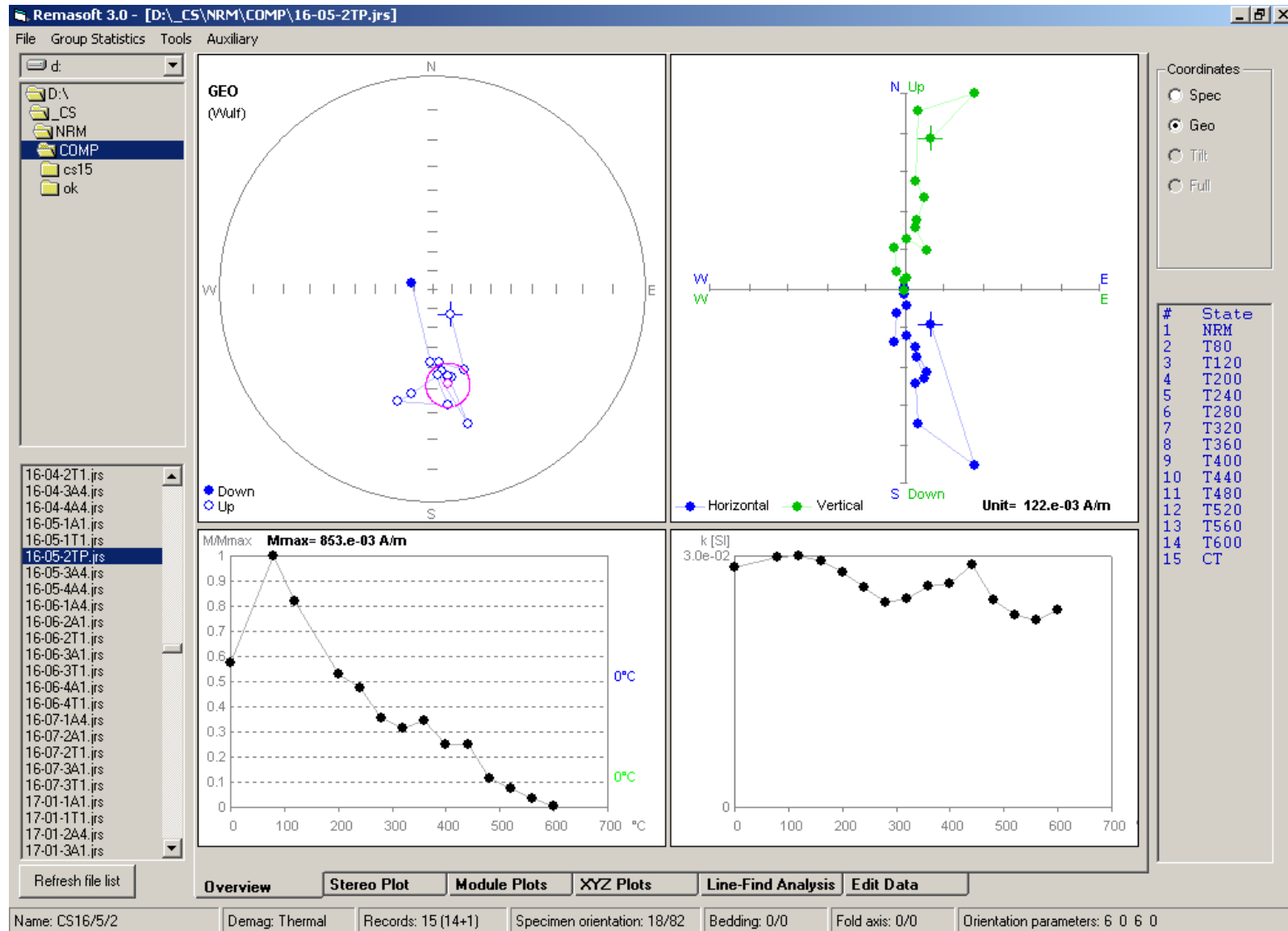
Buttons: NEW SPECIMEN, P1, P2, P3, P4, SAVE, CANCEL, STOP, STOP REPEAT

Data acquisition | **Specimens** | **Magnetic states**

INSTRUMENT IS READY | Manual (4) | Cylinder | Low speed | Normal time | Repeat: N/A | CALIB | HCORR

Agico – 2. Vyráběné přístroje

Data zpracující software: Remasoft



Magnetická susceptibilita - **MFK1 (+CS4)**

- Geologická prospekce
- Studium změn klimatu v geologické minulosti Země
- Monitorování znečištění životního prostředí

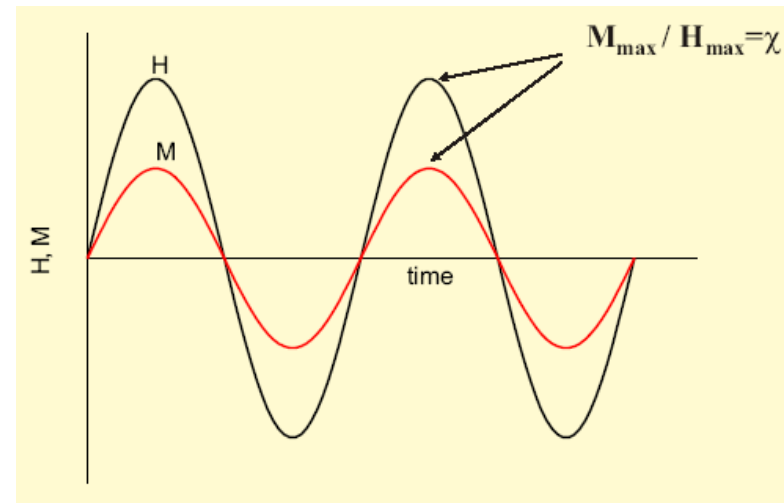
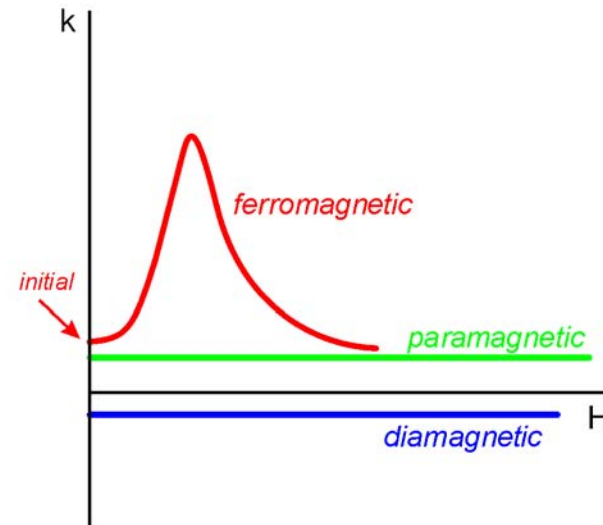
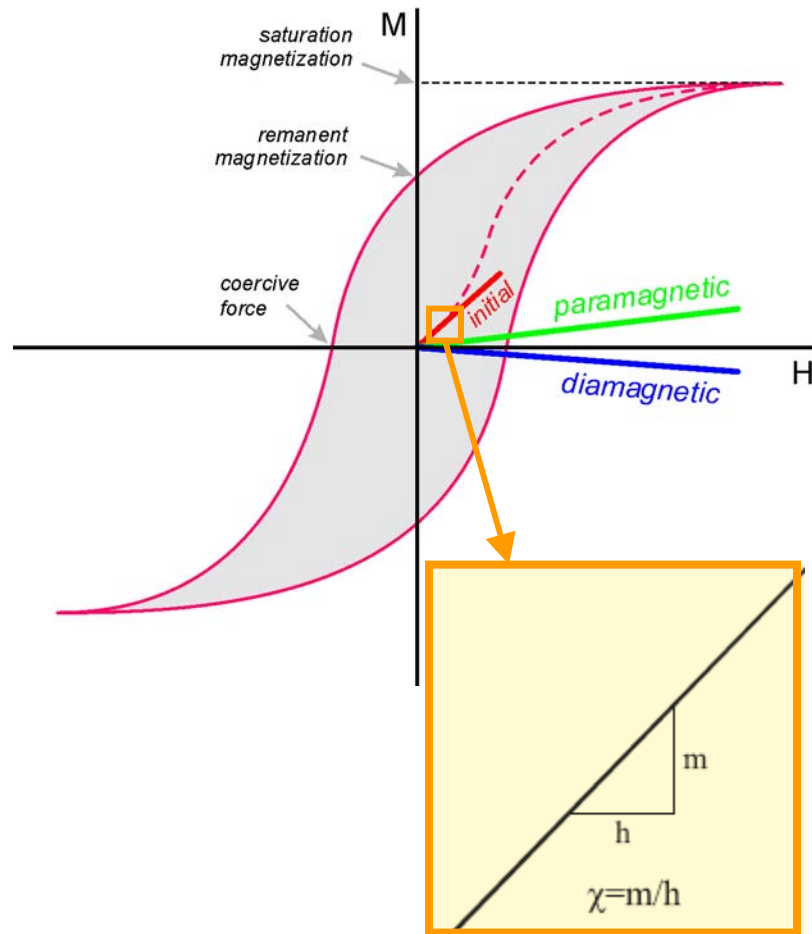
Anizotropie magnetické susceptibility - **MFK1-A**

- Studium vnitřní stavby a deformace hornin
- Zjišťování směrů proudění sedimentů a vulkanických hornin
- Studium směrů násunů a míry deformace horotvorných celků

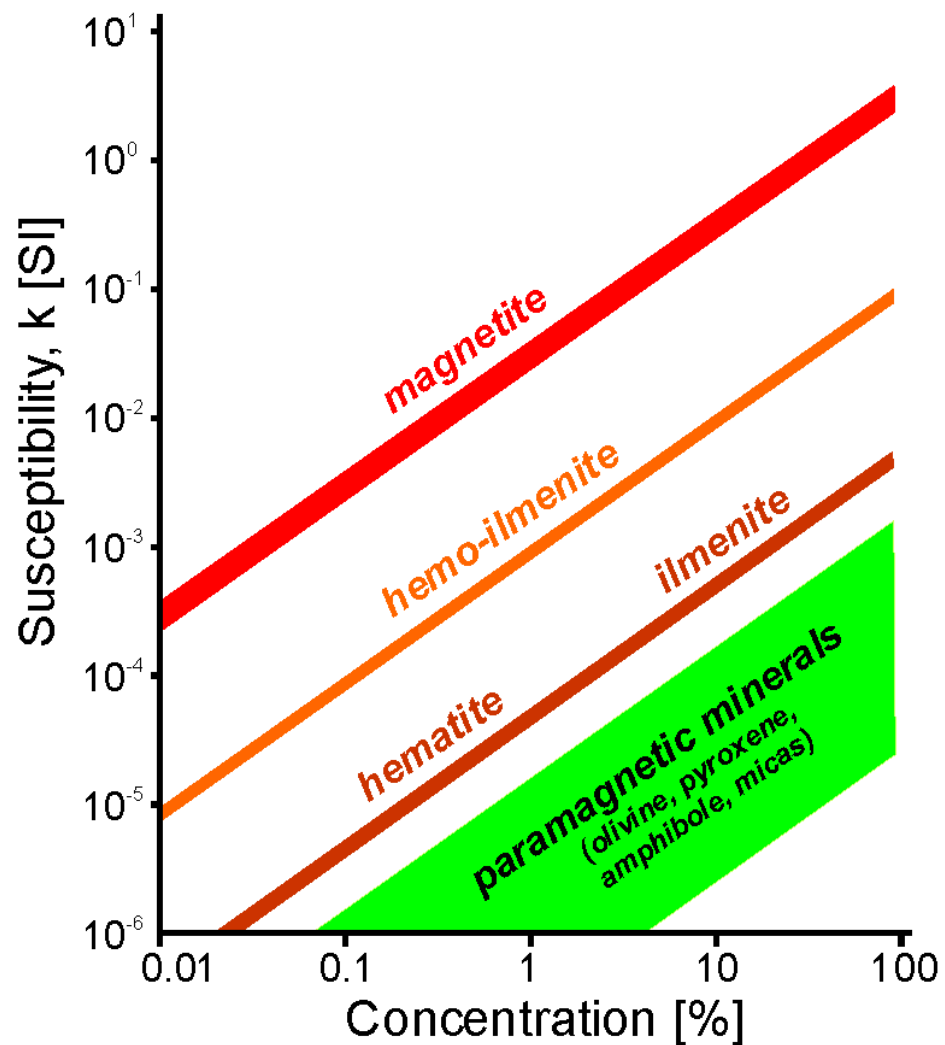
Remanentní magnetizace - **JR6 (+LDA-3 a AMU-1)**

- Studium chování magnetického pole Země v geologické minulosti
- Datování hornin
- Interpretace magnetický anomálií
- Rekonstrukce pohybu kontinentů a horotvorné činnosti

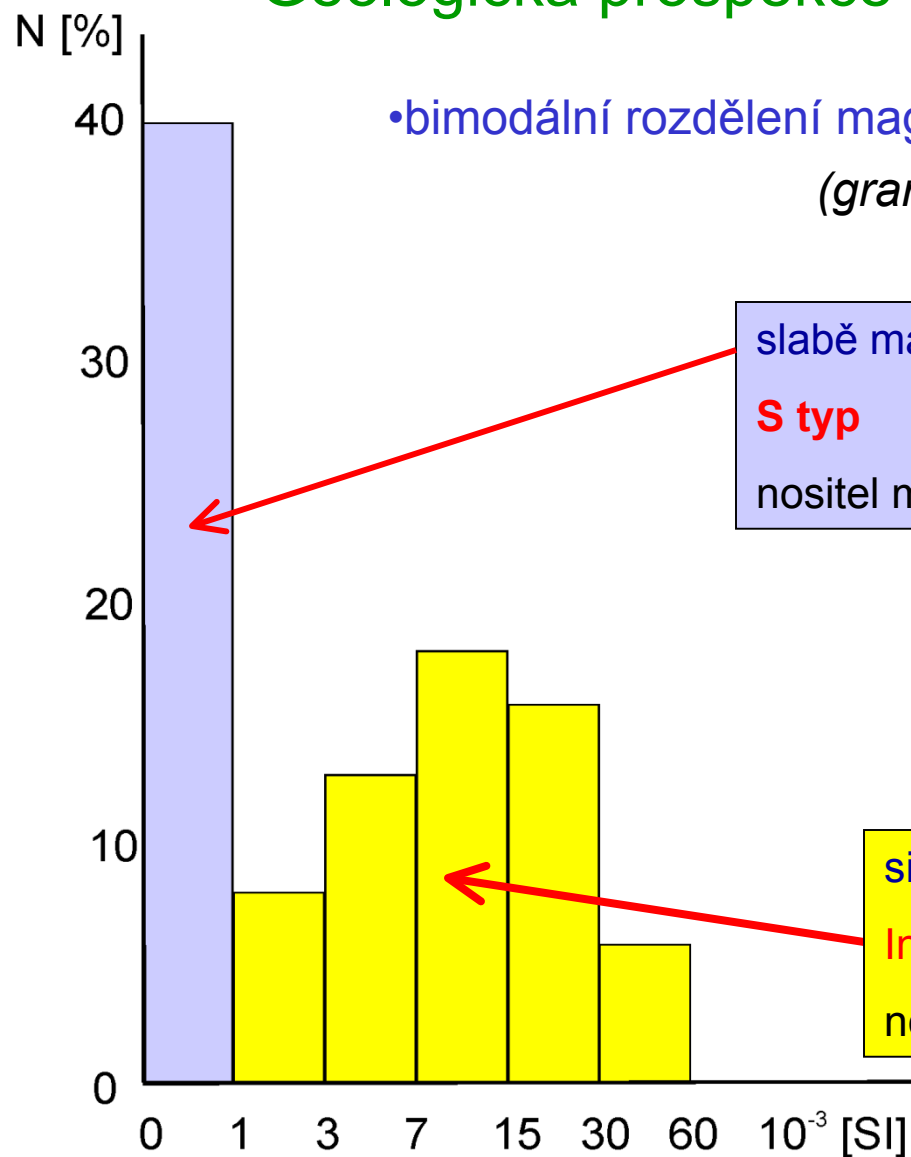
Magnetická susceptibilita



Magnetická susceptibilita různých minerálů



Geologická prospekce

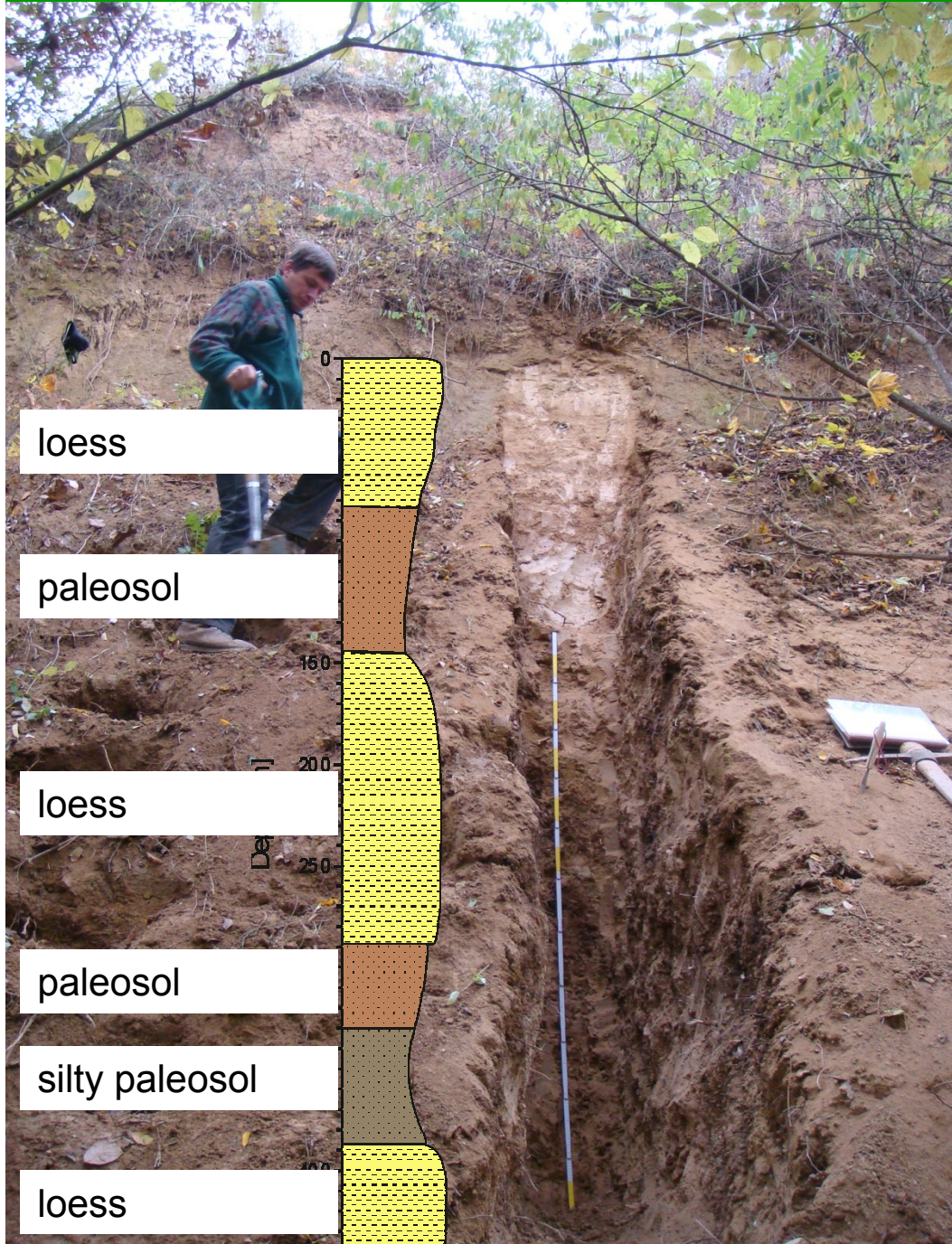


• bimodální rozdělení magnetické susceptibility
(granity bývalého SSSR)

slabě magnetické (paramagnetické) granity
S typ
nositel magnetizace hlavně **biotit (amfibol)**

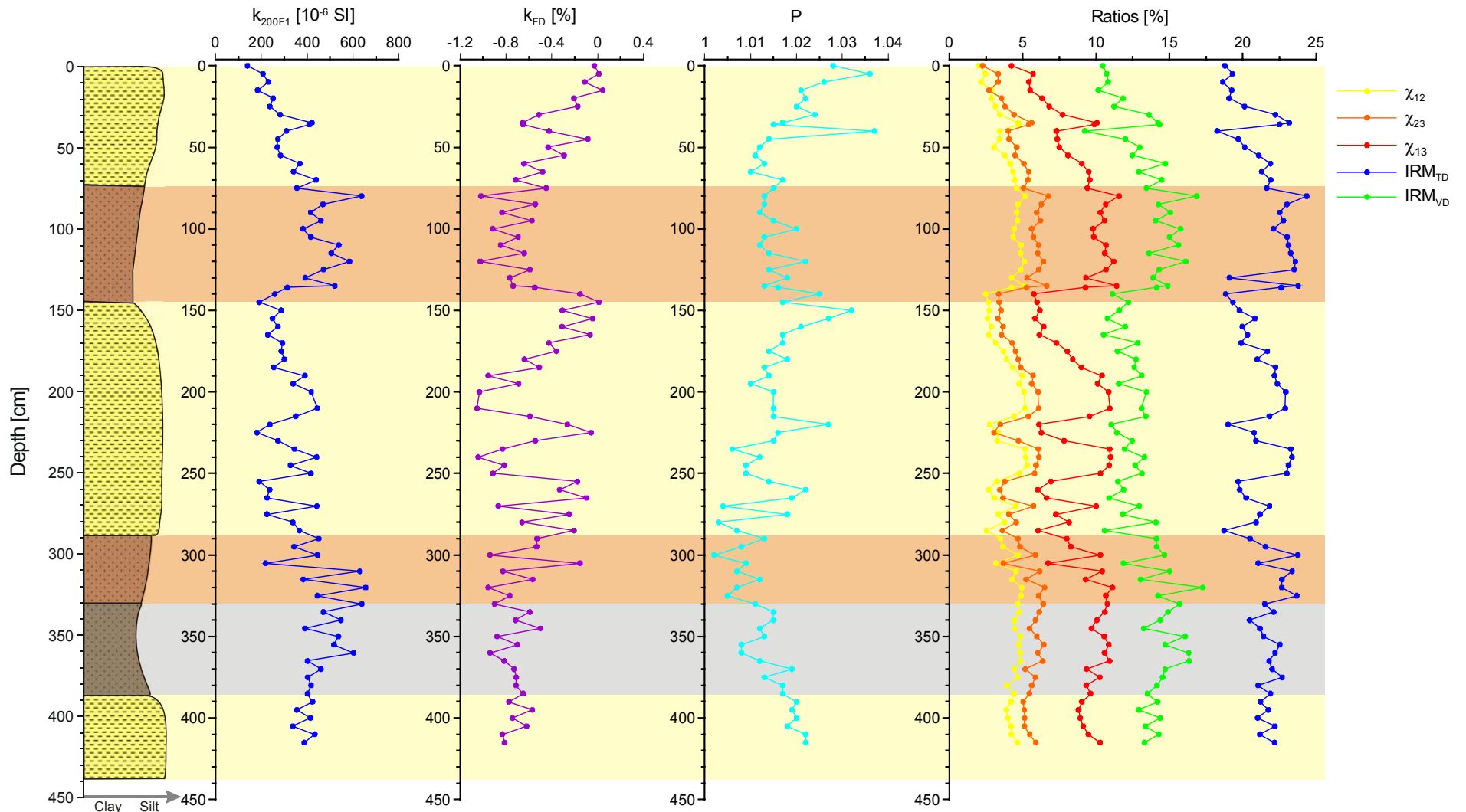
silně magnetické (feromagnetické) granity
Intruzivní - I typ
nositel magnetizace hlavně **magnetit**

Agico – 3. Příklady použití přístožů

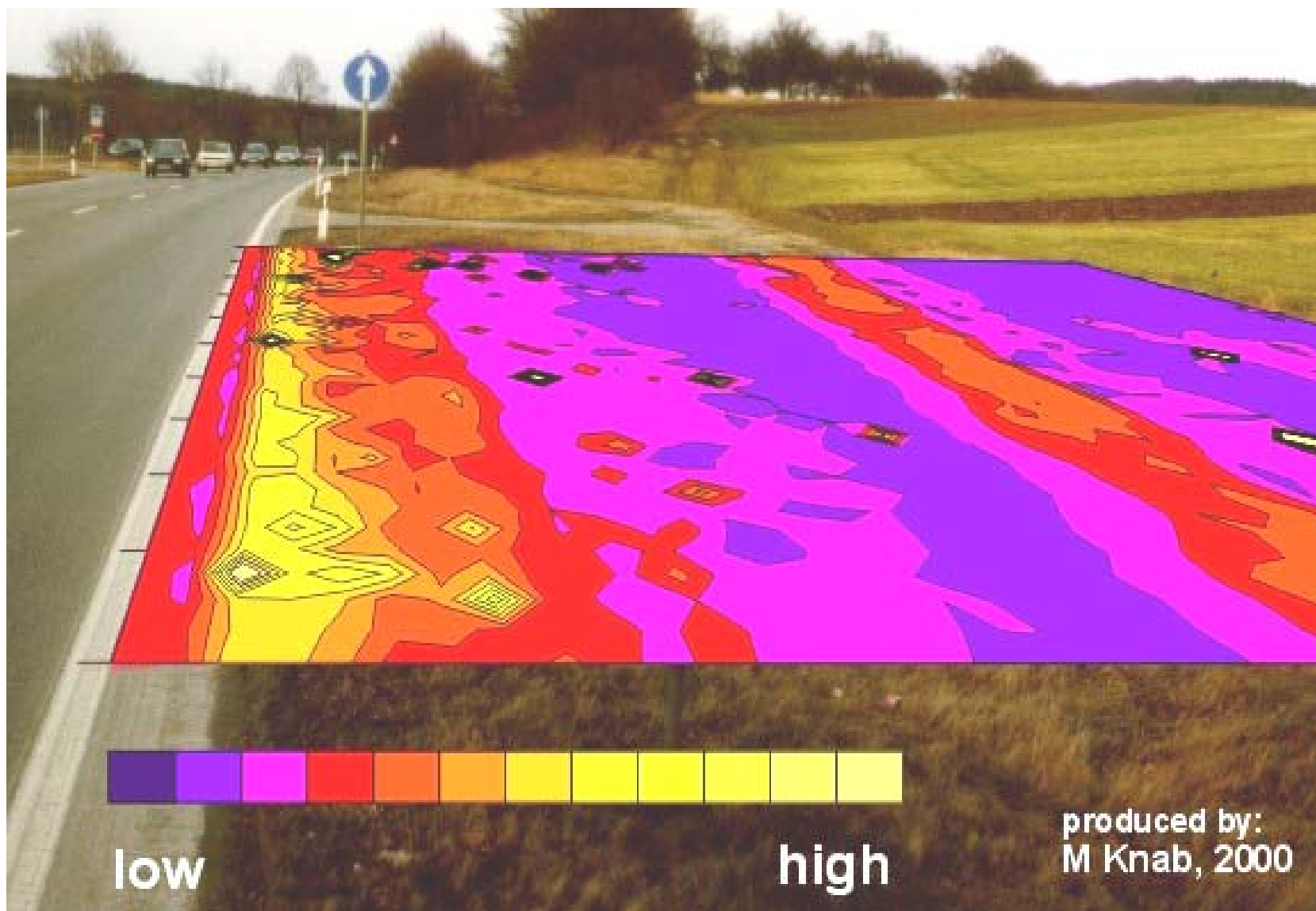


Studium změn klimatu v
geologické minulosti Země

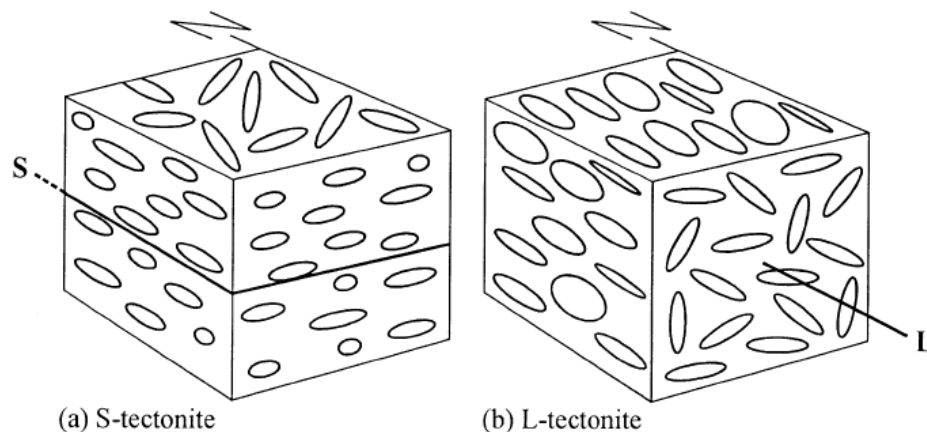
Agico – 3. Příklady použití přístrojů



Monitorování znečištění životního prostředí



Anizotropie magnetické susceptibility



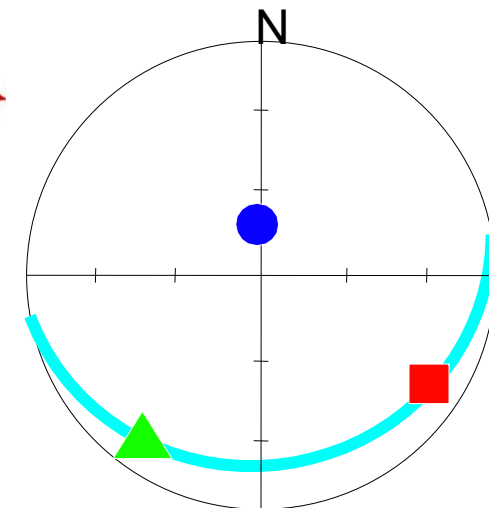
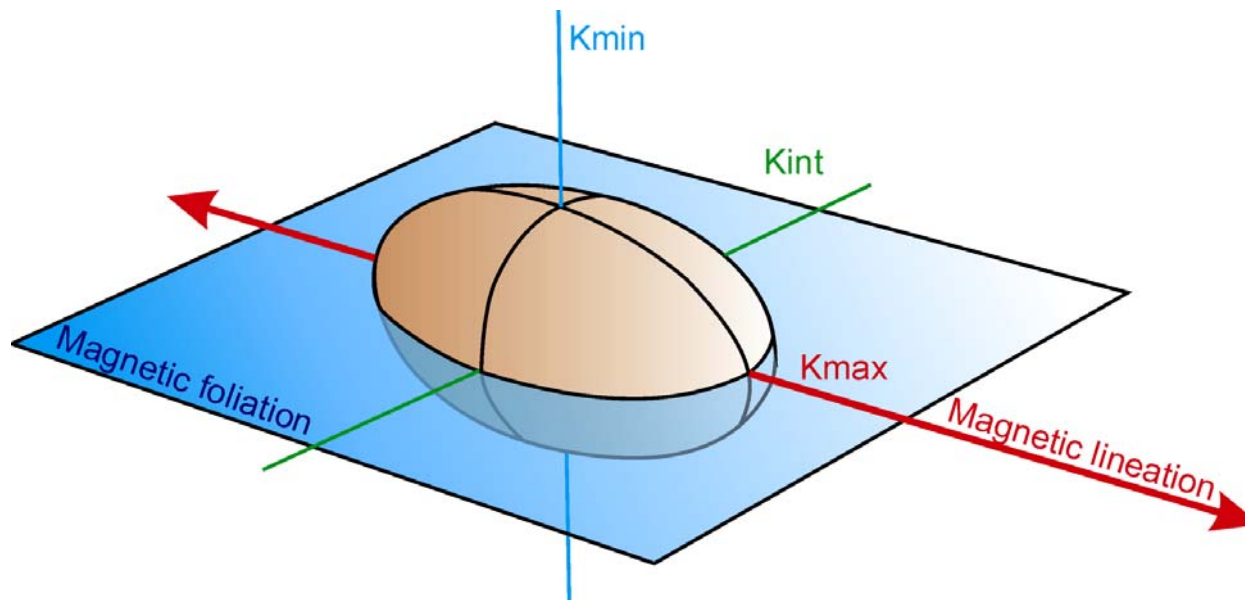
Magnetická anizotropie odráží vnitřní stavbu hornin.

V porovnání s ostatními metodami přednostní analýzy je magnetická anizotropie rychlá, levná a má velkou rozlišovací schopnost

Využití ve strukturní geologii a tektonice, vulkanologii, sedimentologii

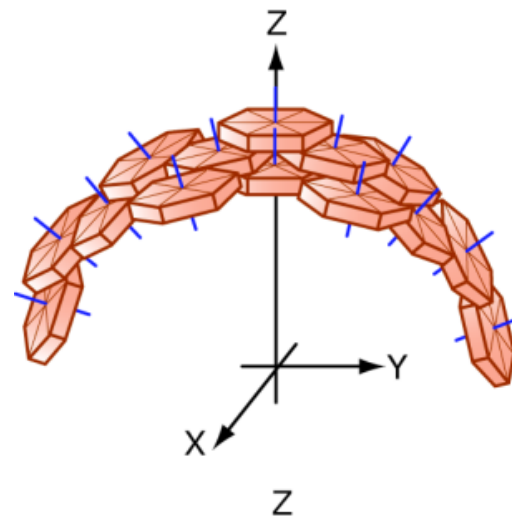
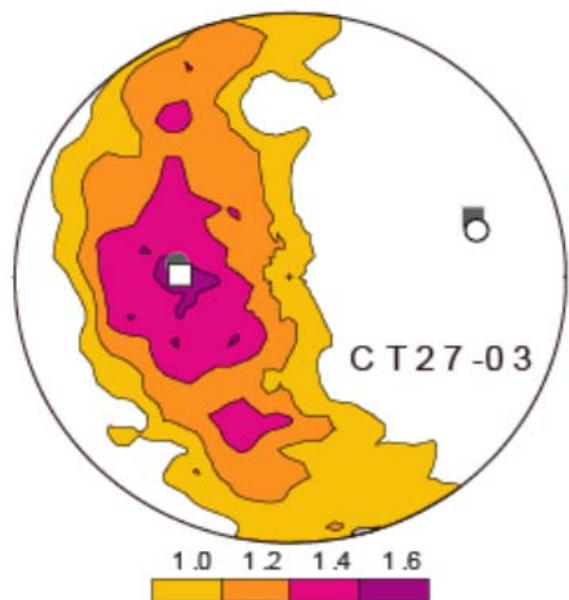
Tenzor druhého řádu
Lze vizualizovat jako elipsoid

$$\begin{vmatrix} M_1 \\ M_2 \\ M_3 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} k_{11} & k_{12} & k_{13} \\ k_{21} & k_{22} & k_{23} \\ k_{31} & k_{32} & k_{33} \end{vmatrix} \begin{vmatrix} H_1 \\ H_2 \\ H_3 \end{vmatrix}$$

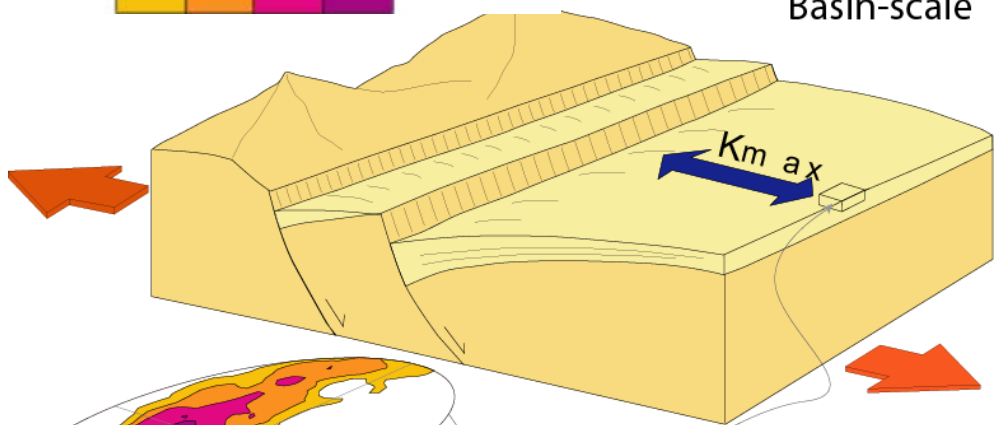


Agico – 3. Příklady použití přístrojů

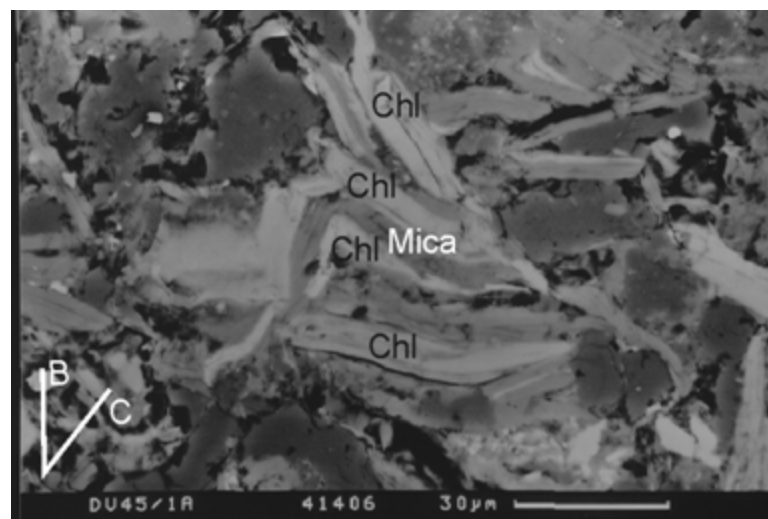
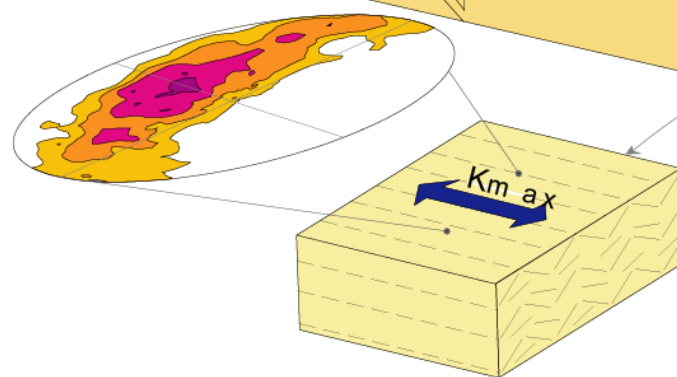
Extenzní neogenní pánve
(jižní Itálie)



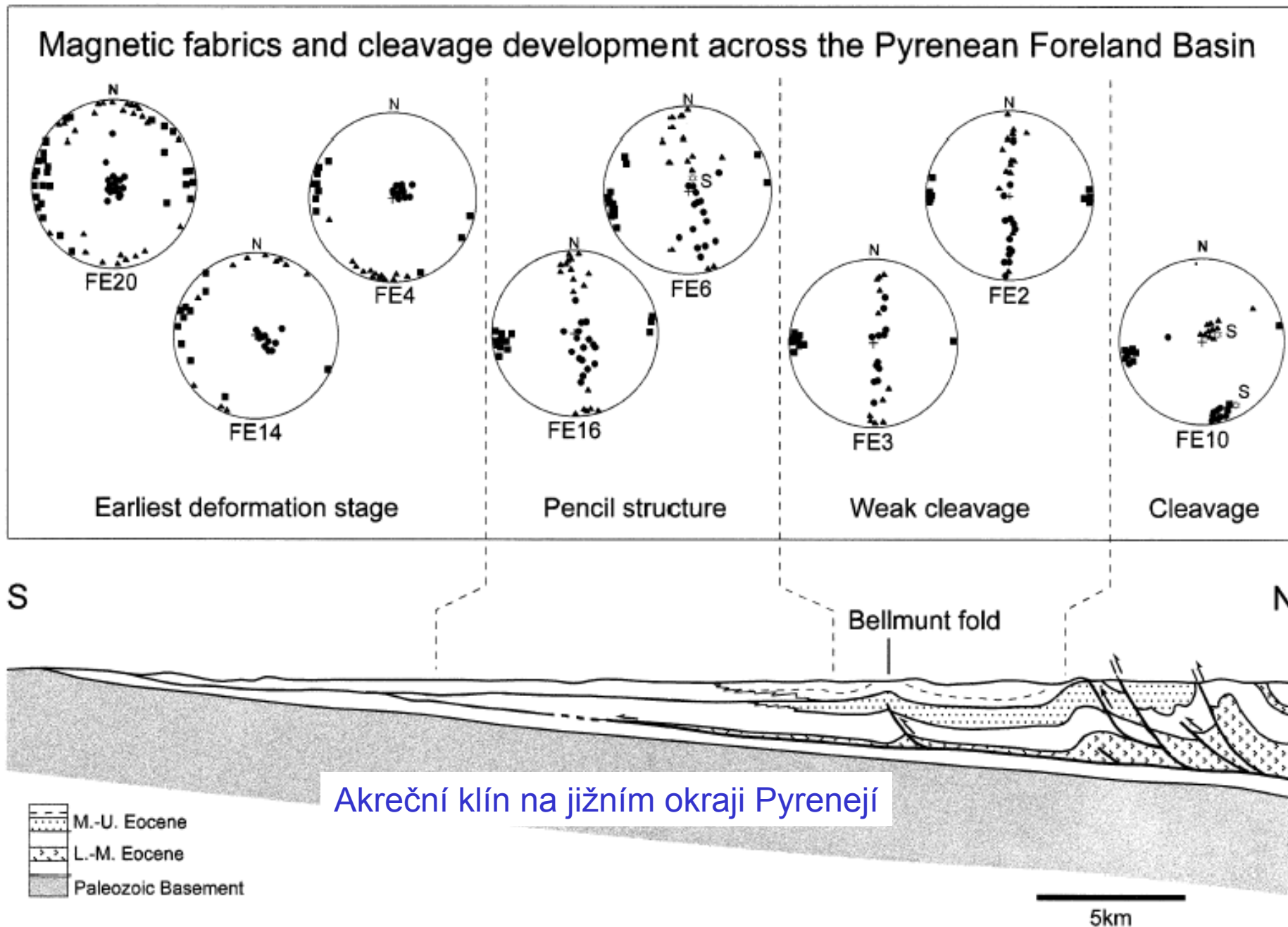
Basin-scale



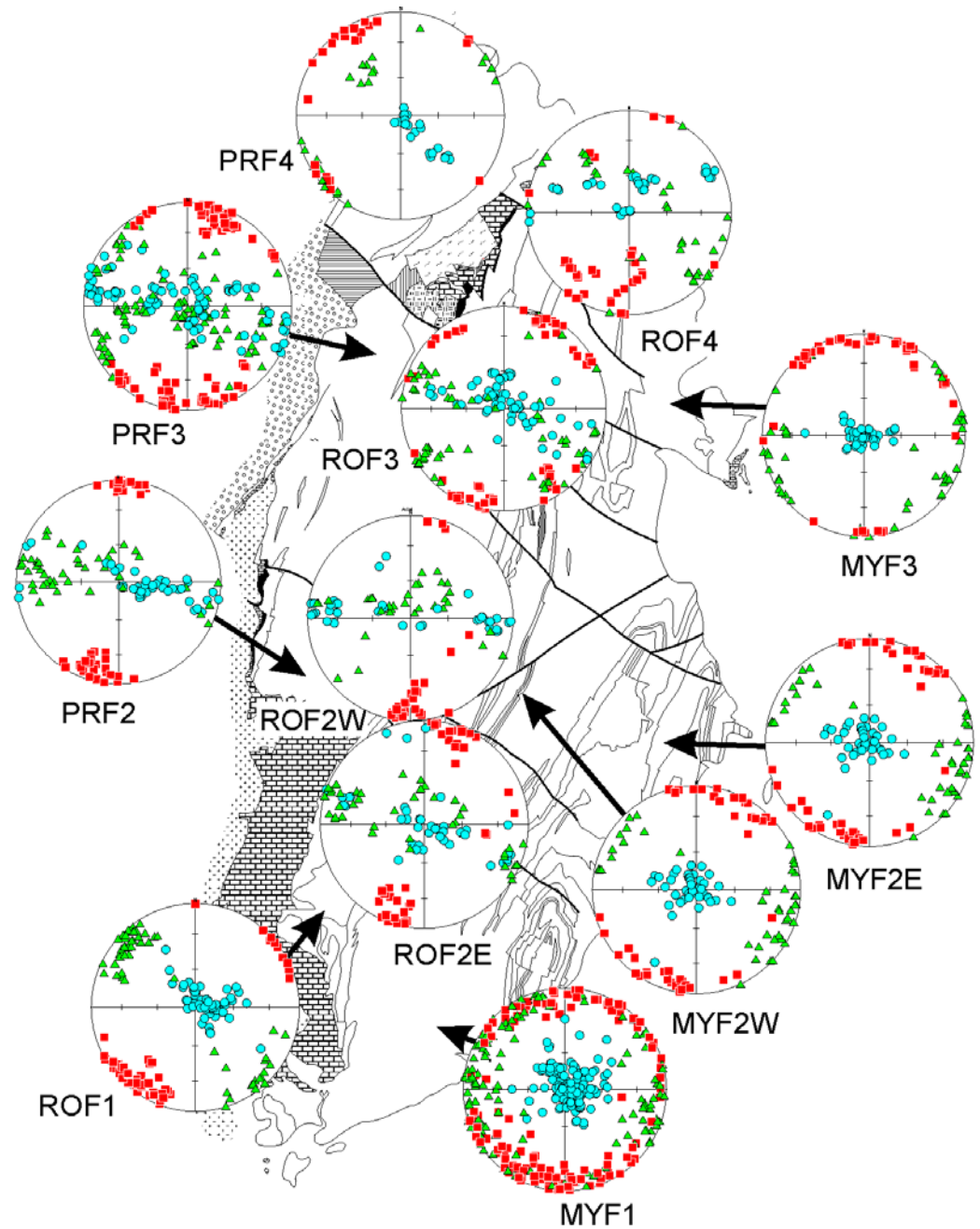
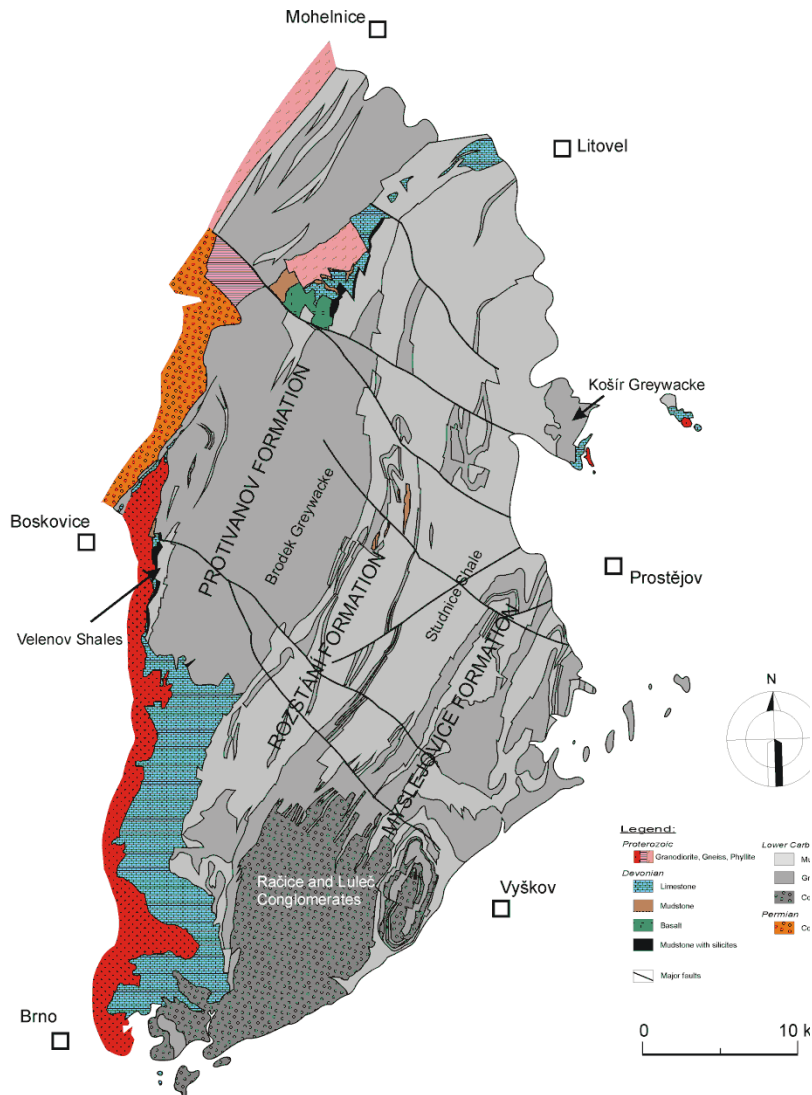
Grain-scale



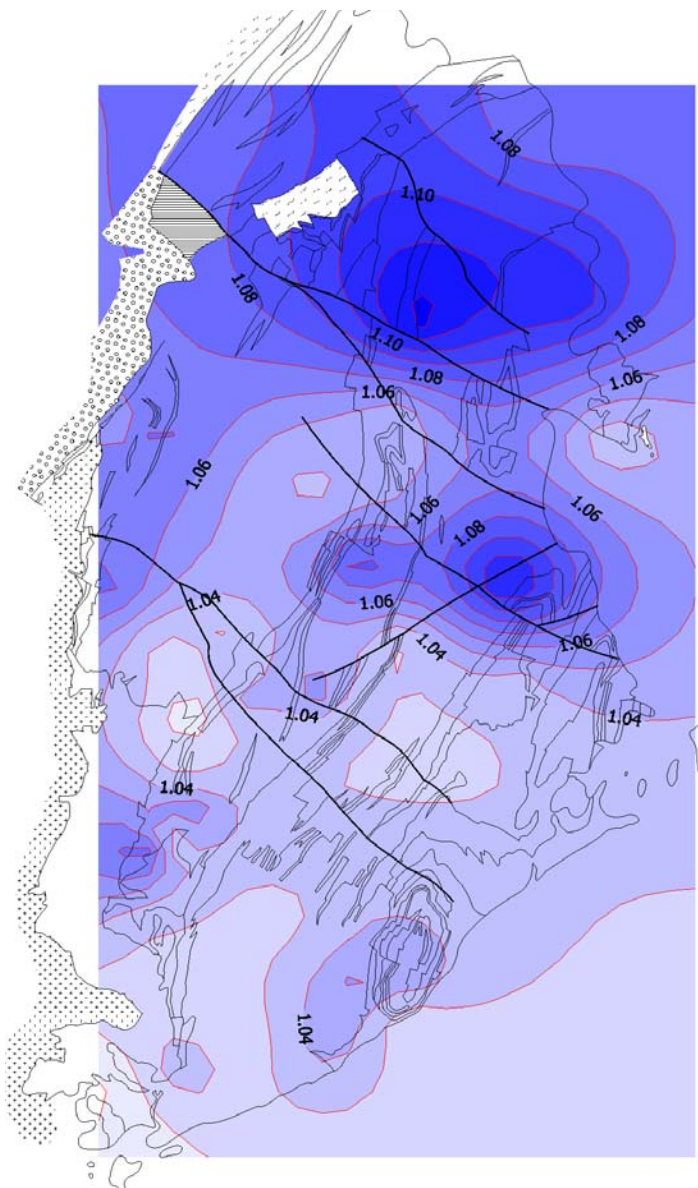
Agico – 3. Příklady použití přístojů



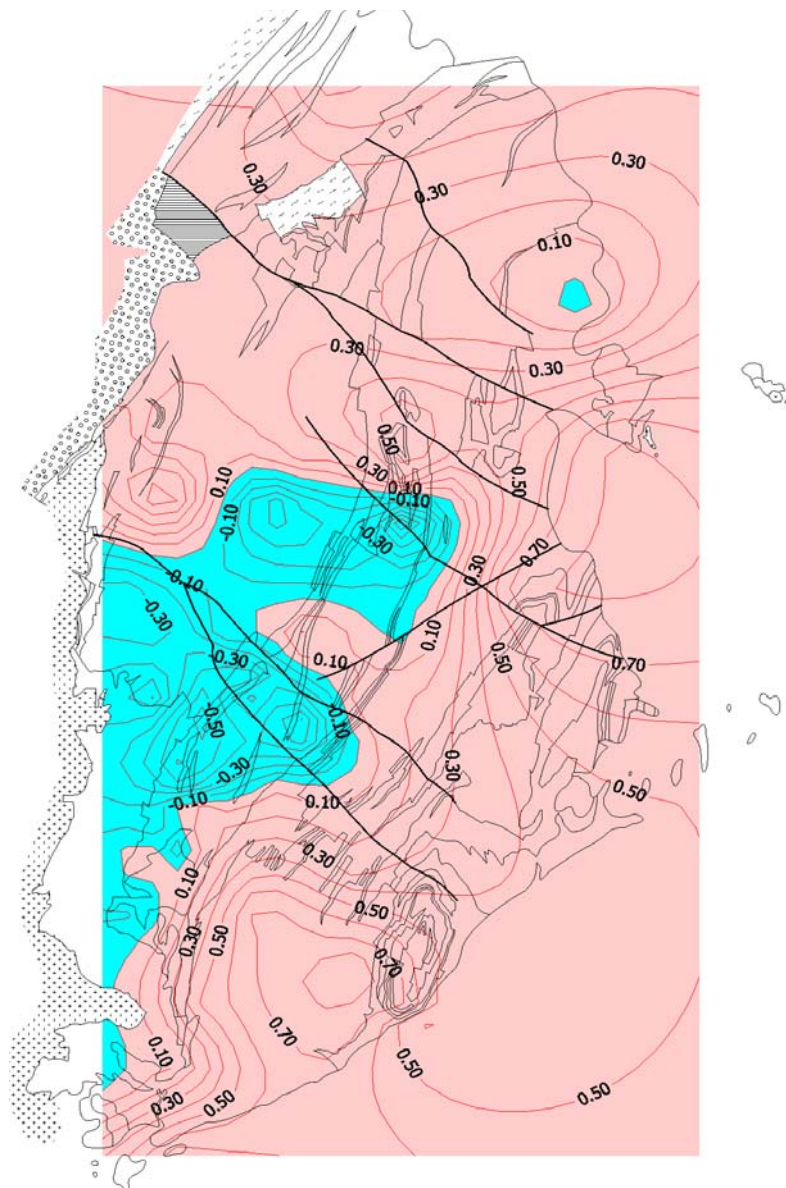
Drahanská vrchovina
Paleozoický akreční klín



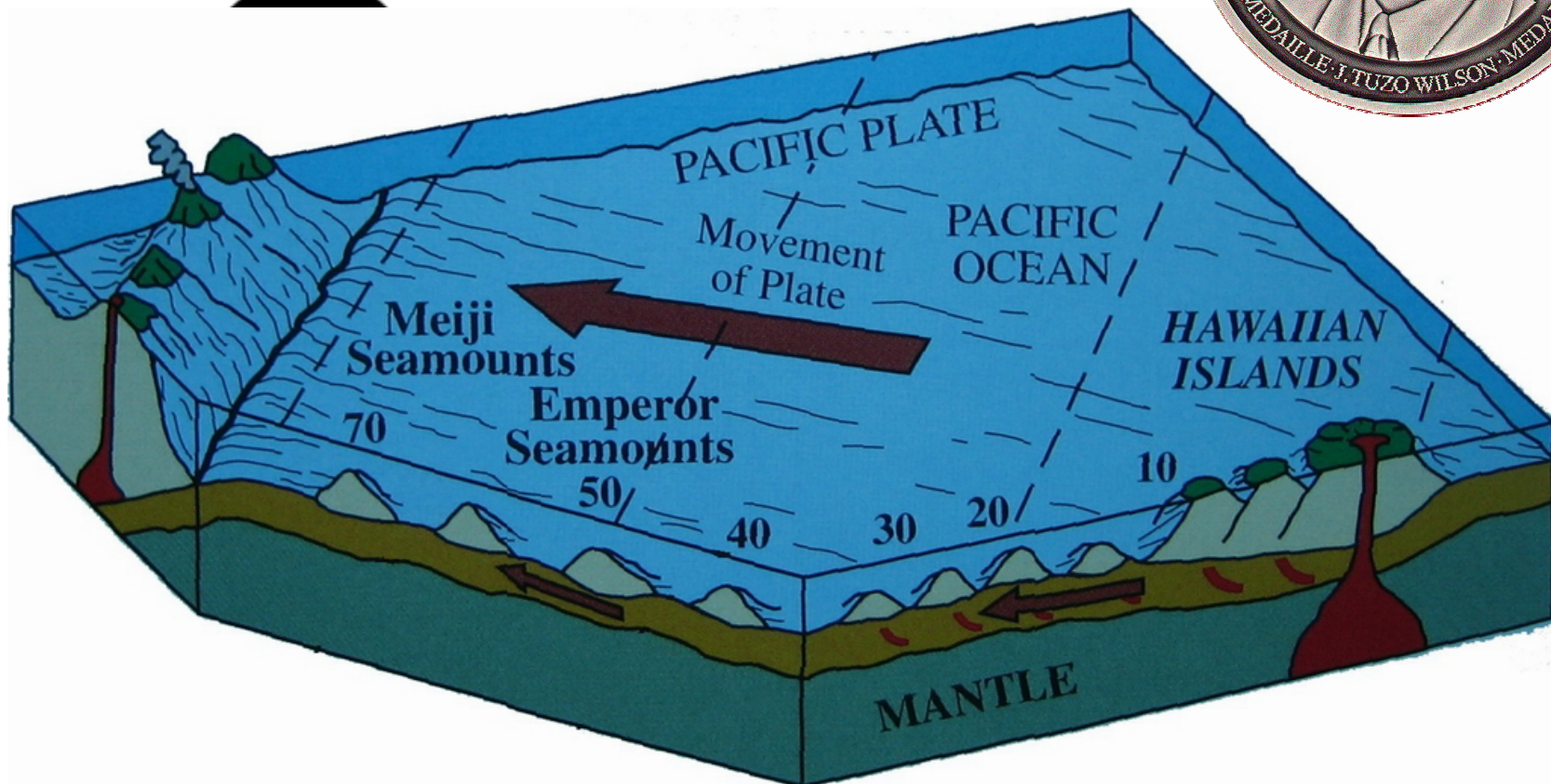
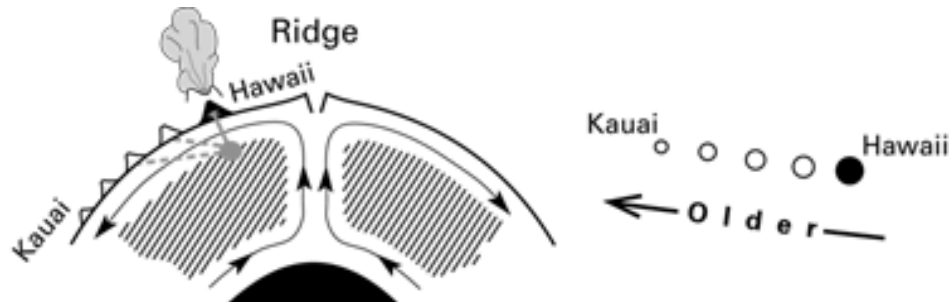
Stupeň anizotropie



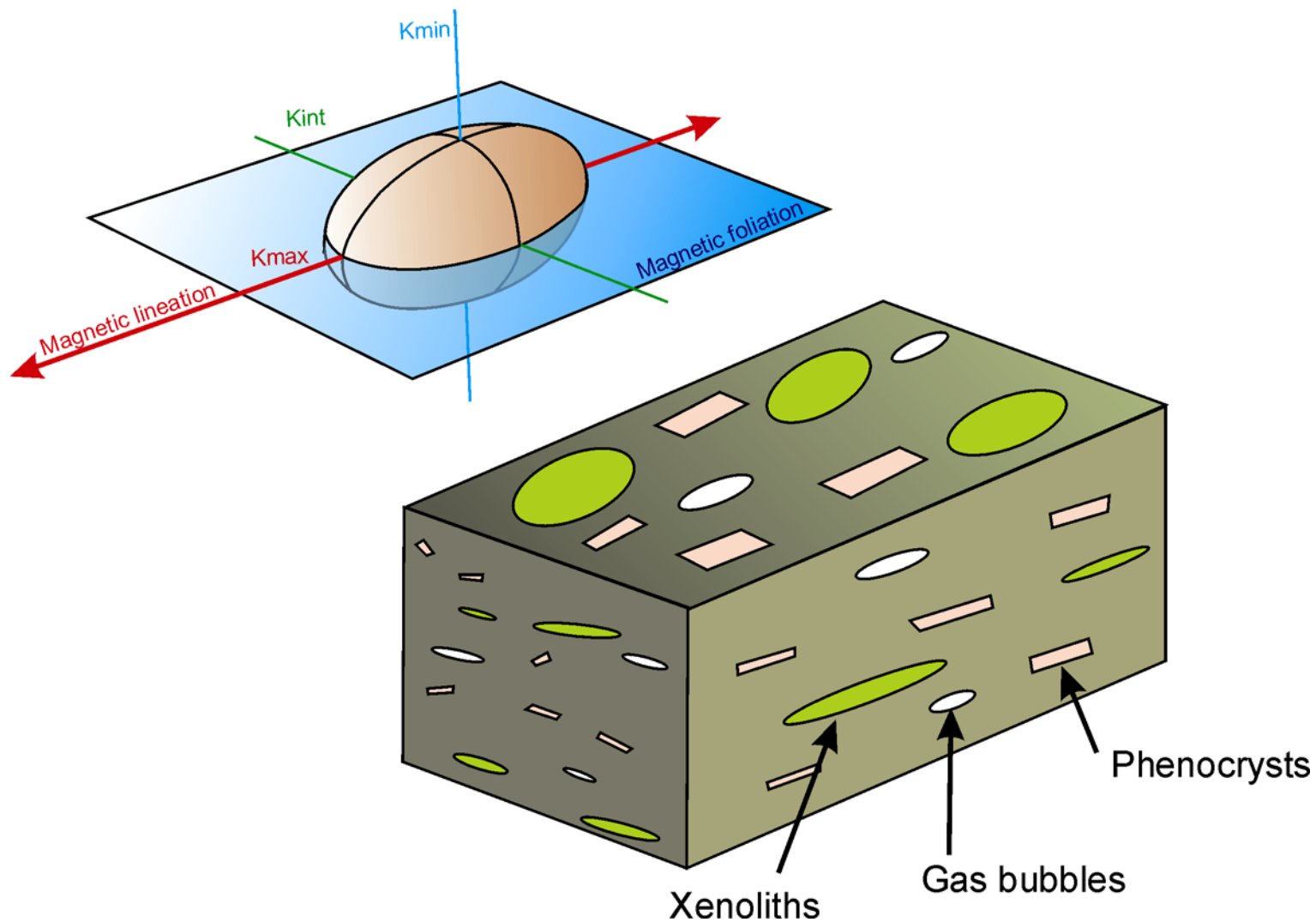
Tvarový parametr



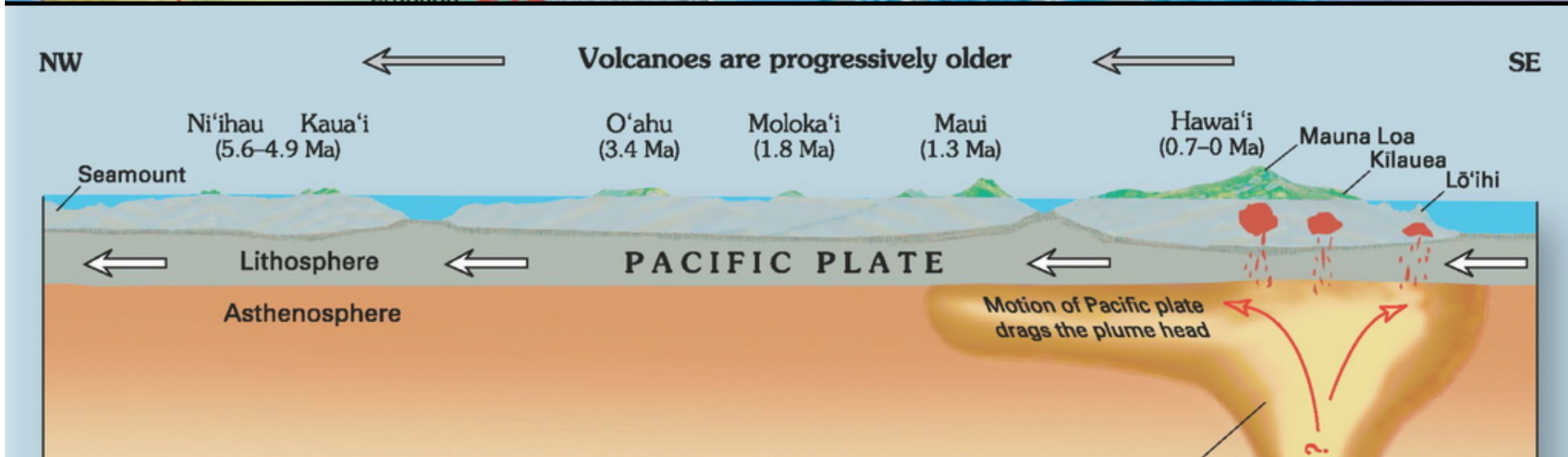
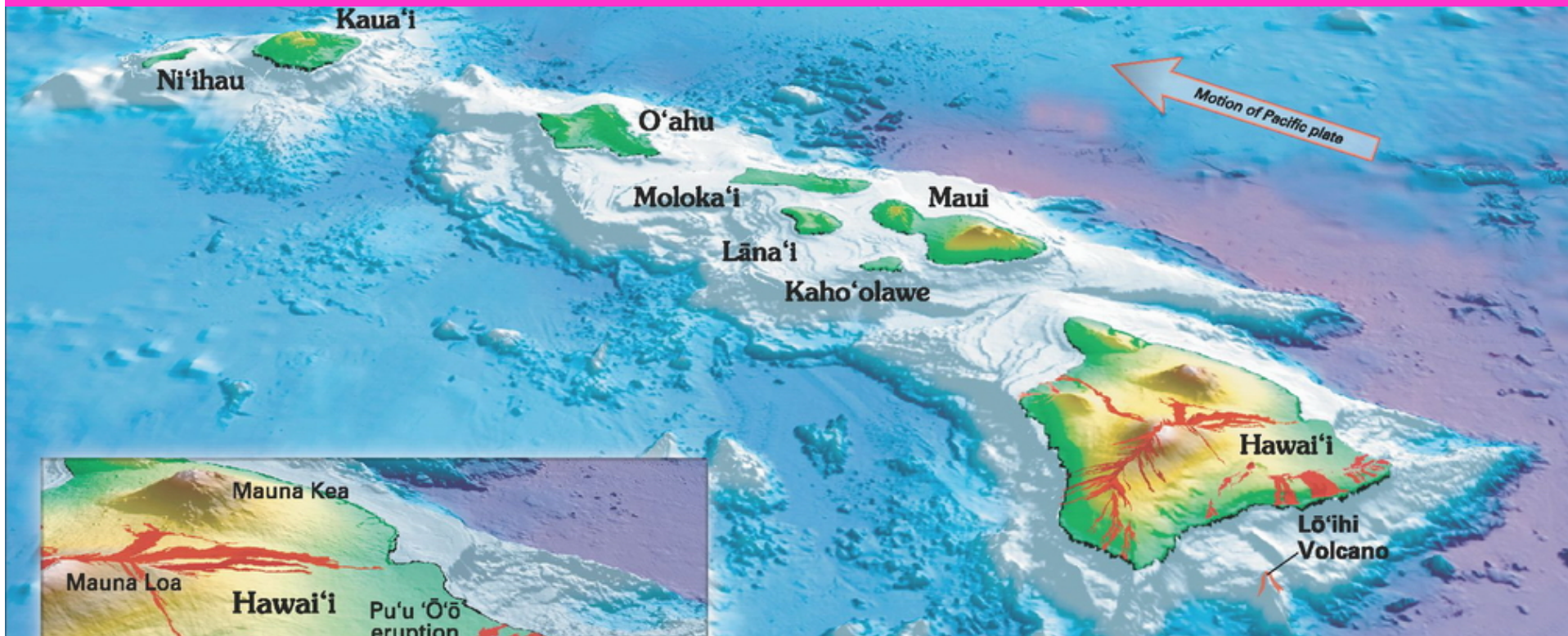
Wilson, J. T. 1963. A possible origin of the Hawaiian Islands. *Canadian Journal of Physics*, 41, 863-670.



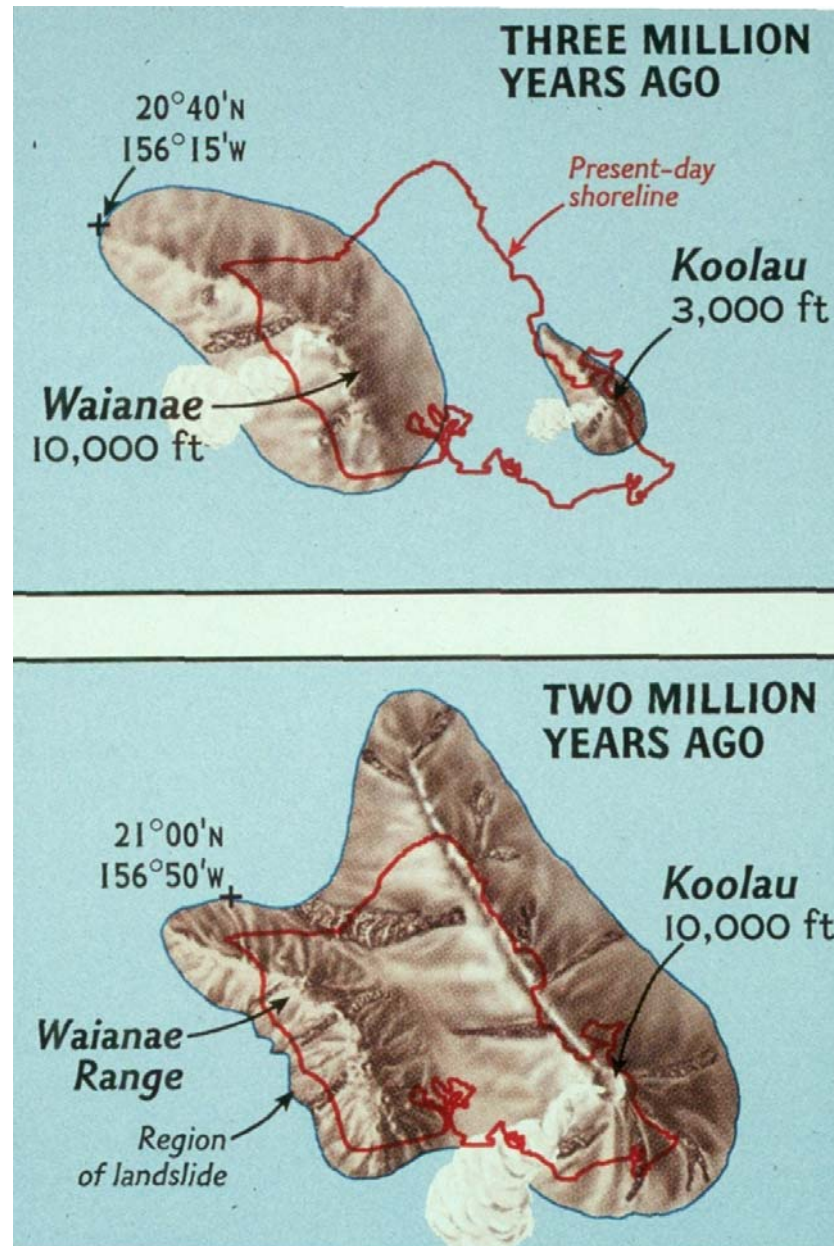
Agico – 3. Příklady použití přístrojů



Agico – 3. Příklady použití přístrojů

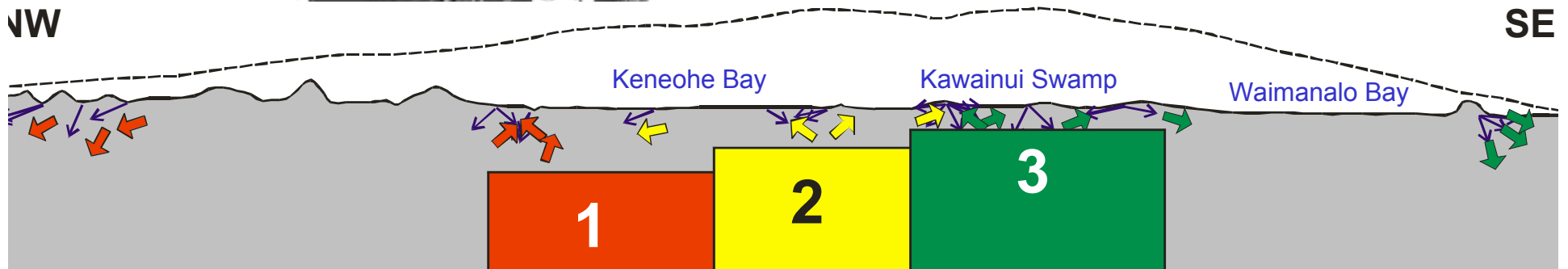
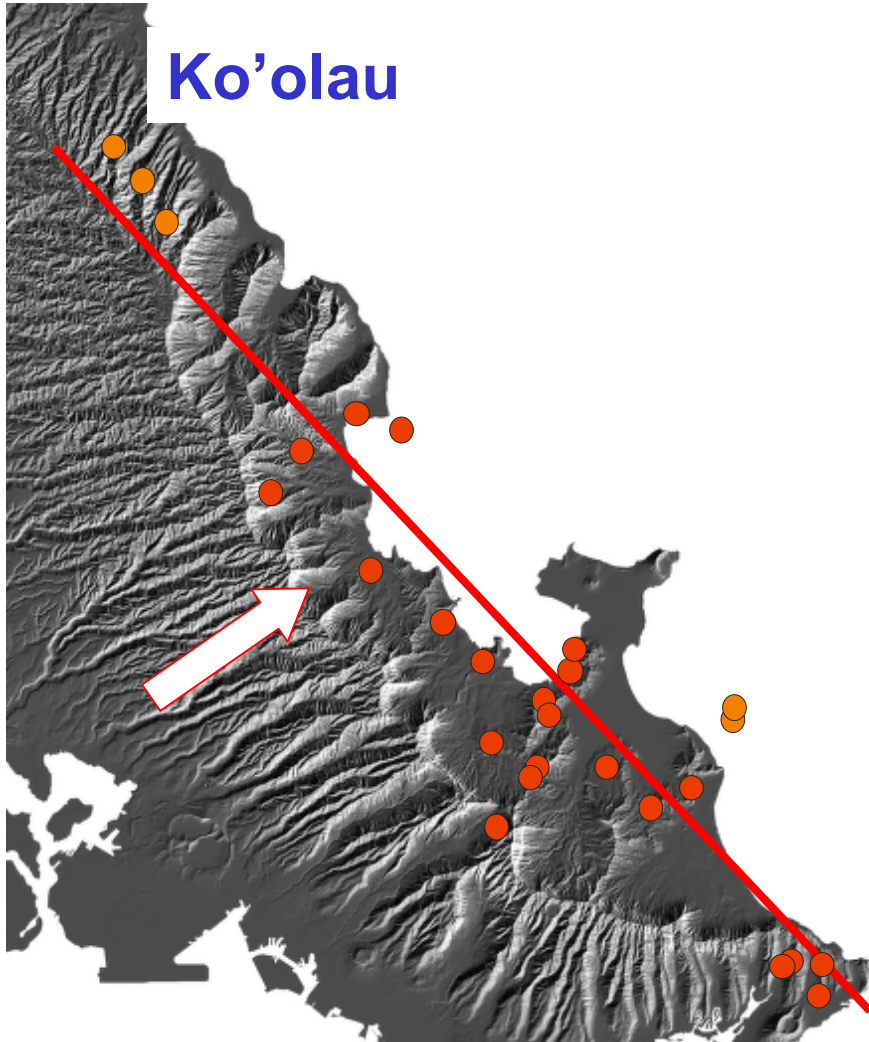


Ostrov Oahu

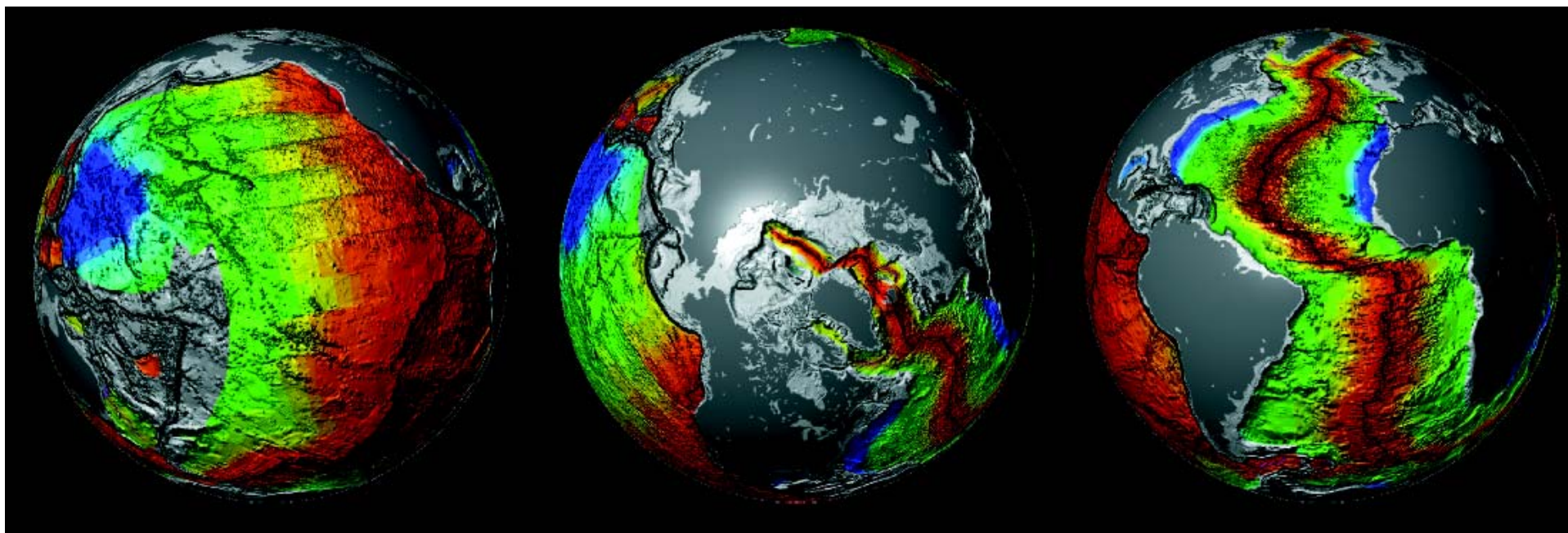


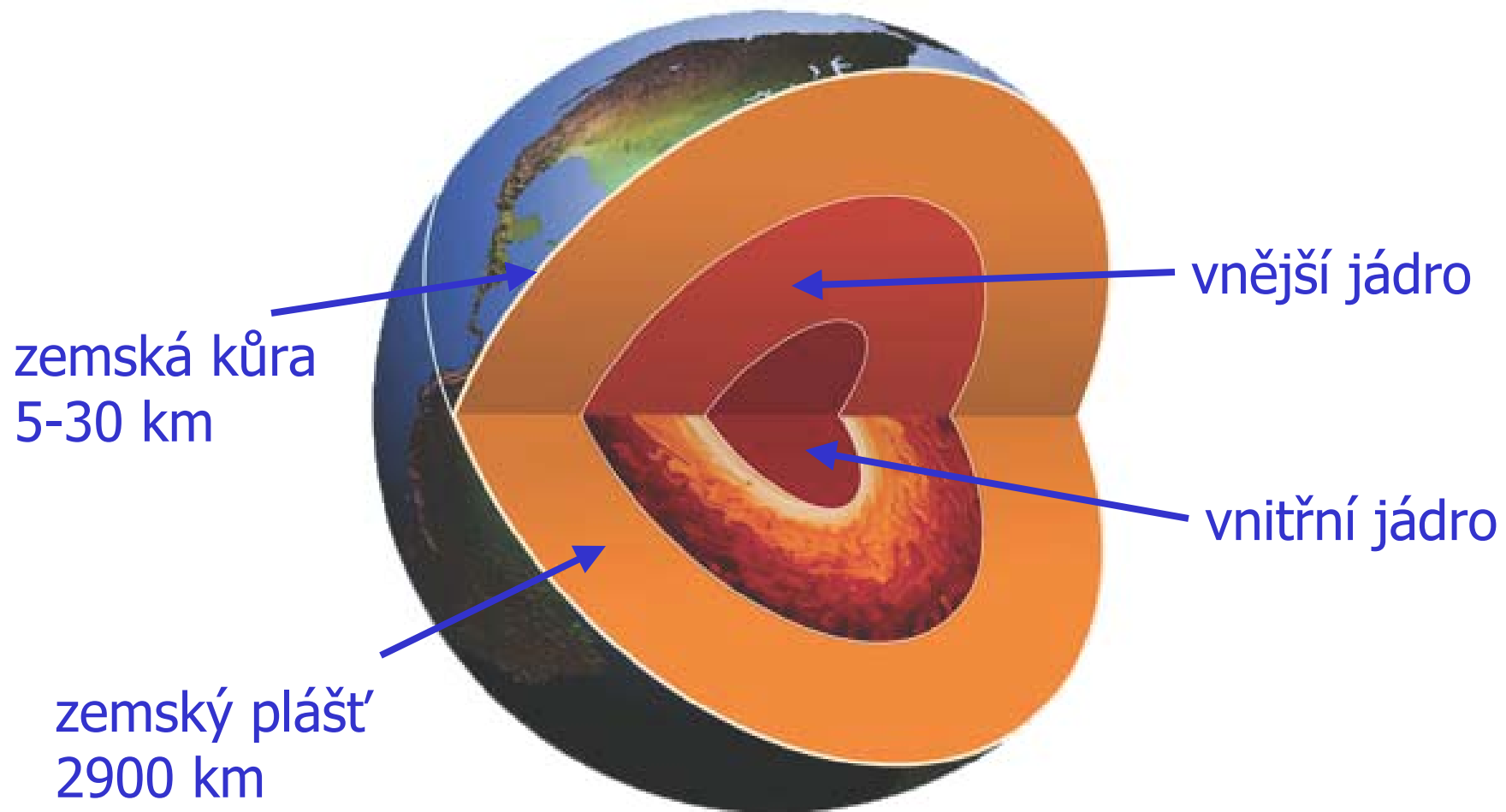
Agico – 3. Příklady použití přístojů

Ko'olau



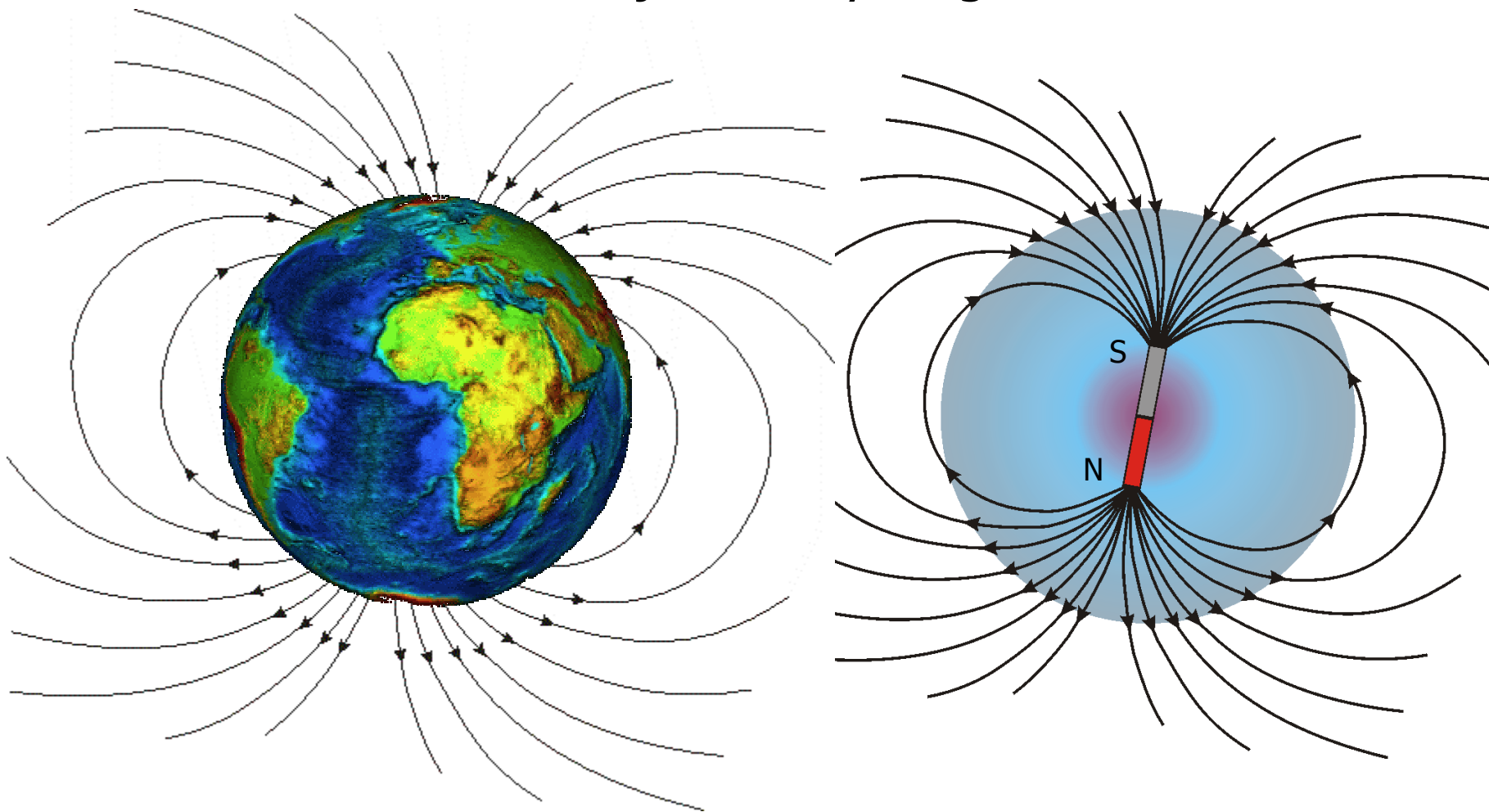
Remanentní magnetizace



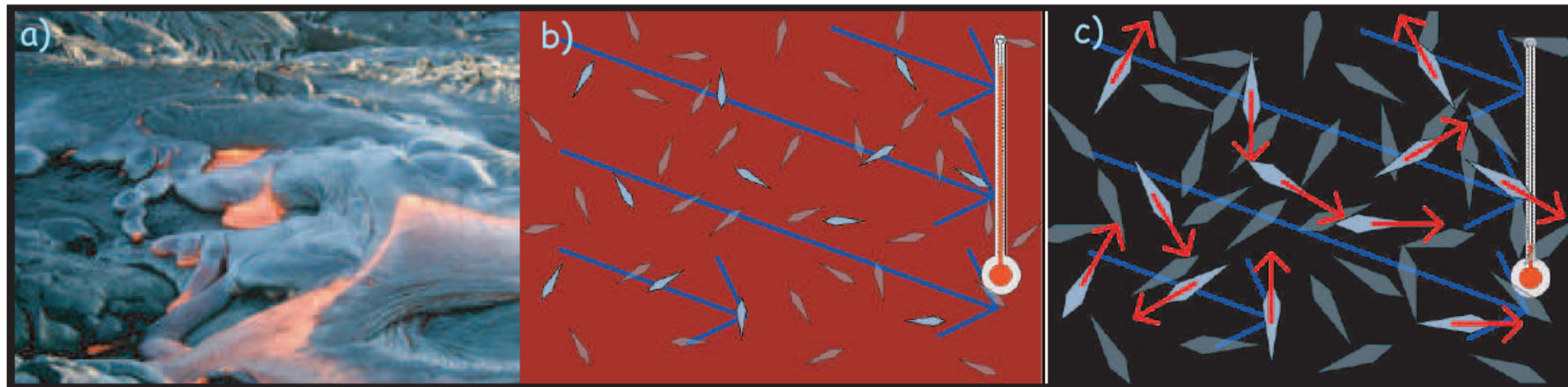


- vnější jádro tavenina železa
- více než 7 krát objem Měsíce
- na povrchu Země by tvořilo vrstvu vyšší než 300 km

Země jako velký magnet



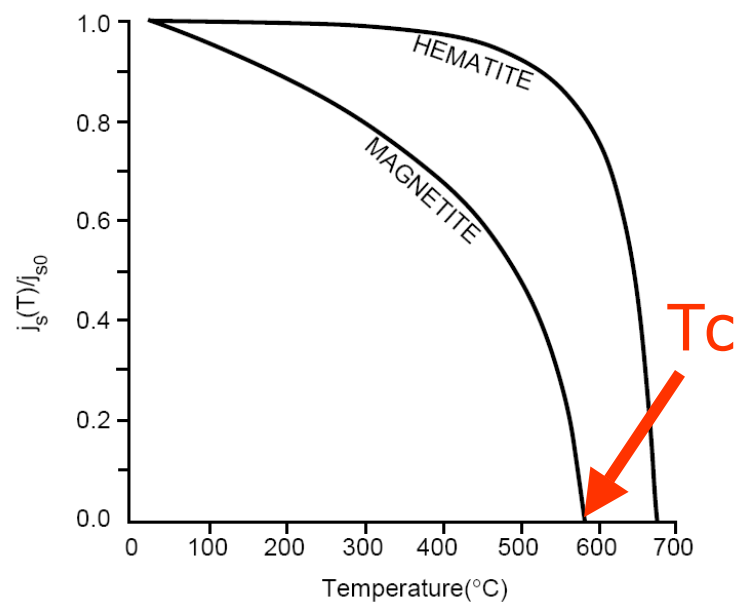
Teplotní remanentní magnetizace



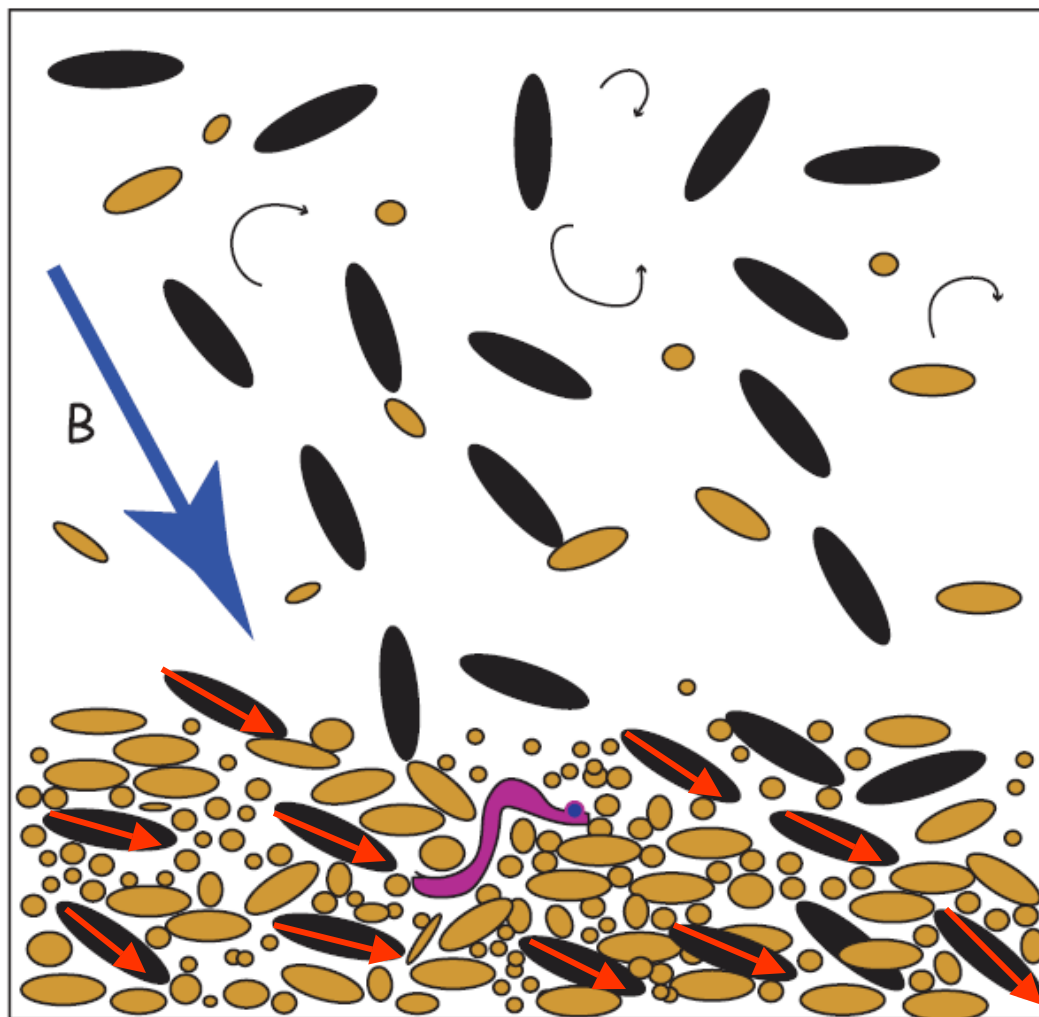
•lávová tavenina

- $T > T_c$
- krystaly rostou
- nejsou magnetické

- $T < T_c$
- magnetické momenty se fixují ve směru „easy axis“
proporcionálně k orientaci krystalu



Detritická remanentní magnetizace



Turbulent Water

Still water or
laminar flow

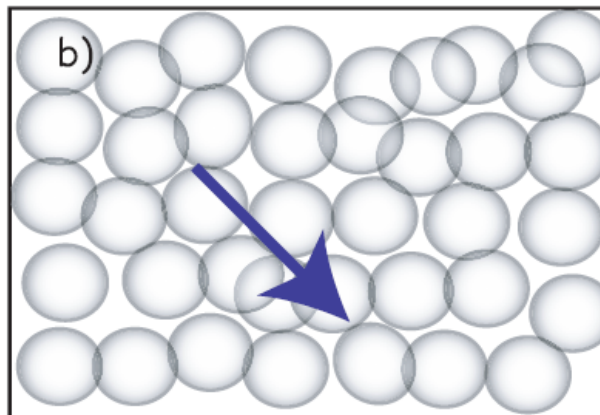
sediment/water
interface
bioturbation
consolidation
"lock-in depth"

compaction

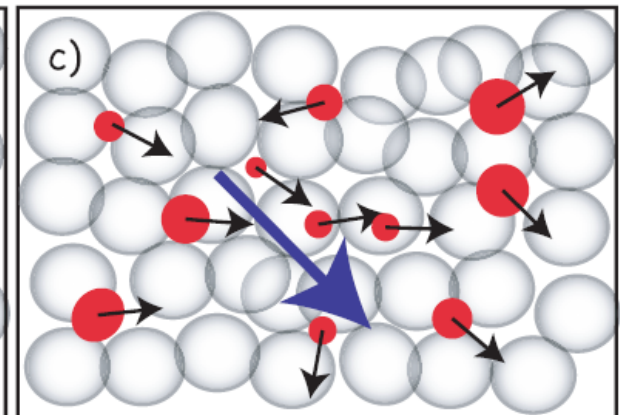
Chemická remanentní magnetizace



*Červené půdní horizonty,
Chiji Formation, Siwaliks,
Pákistán*

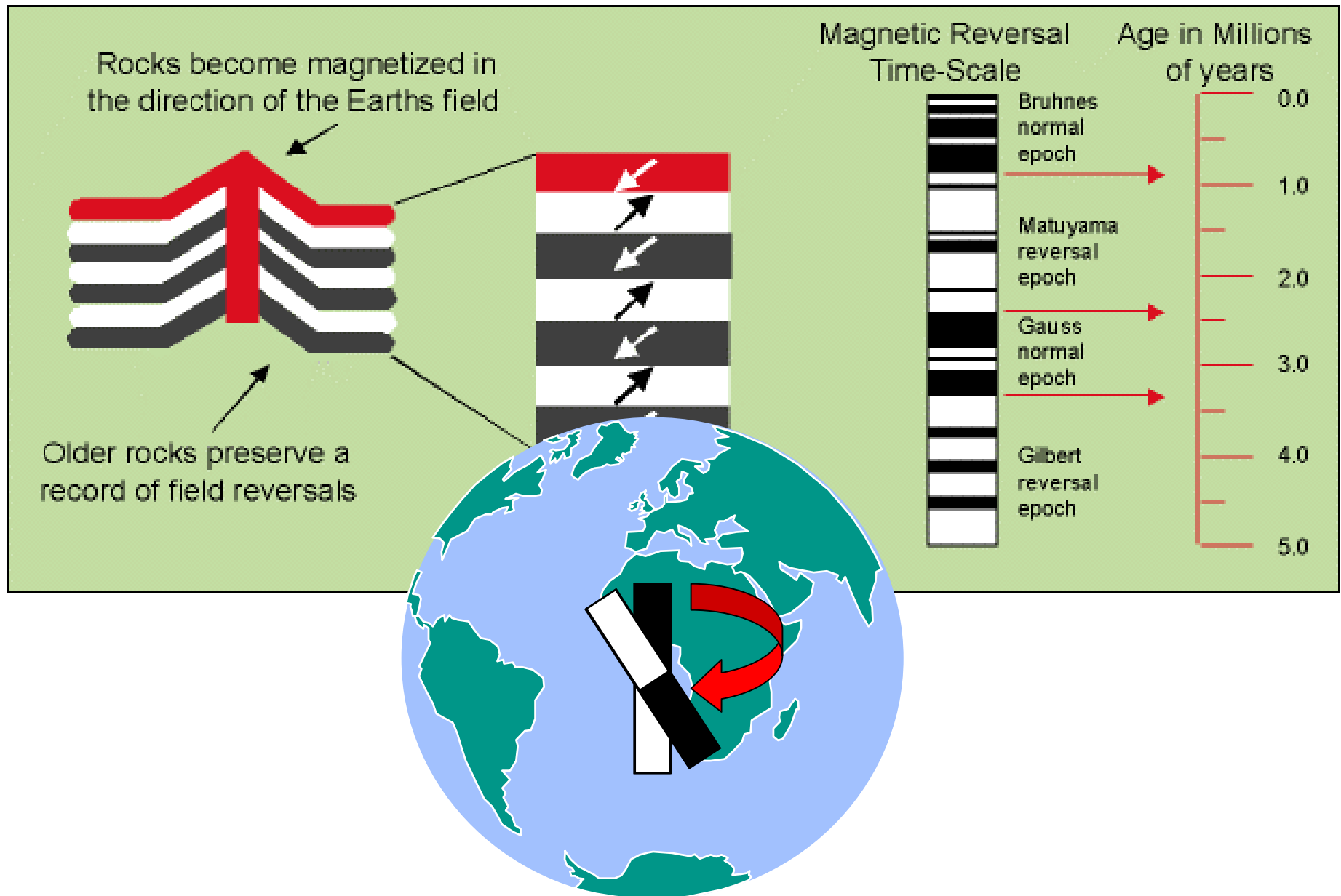


Nemagnetická matrix

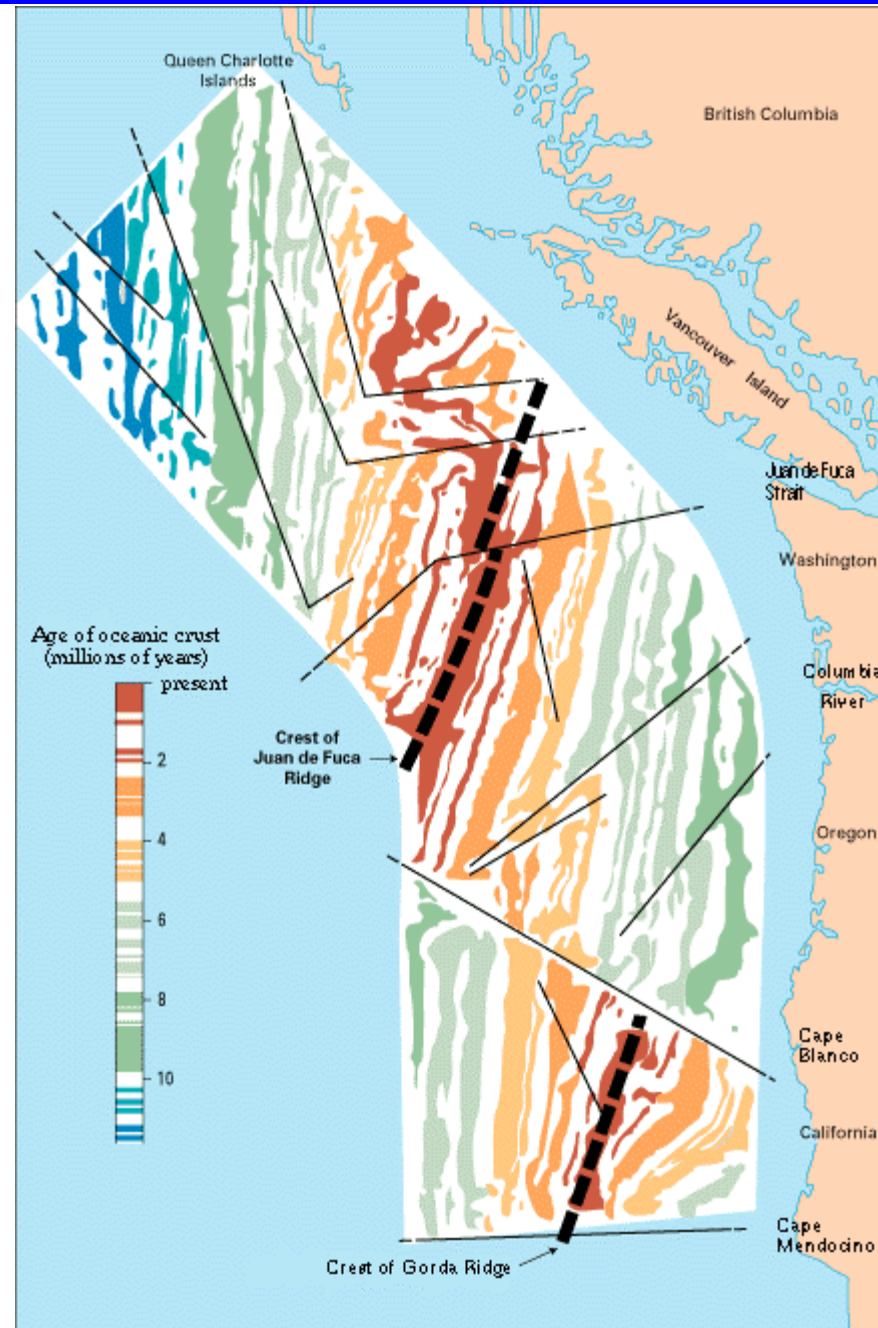
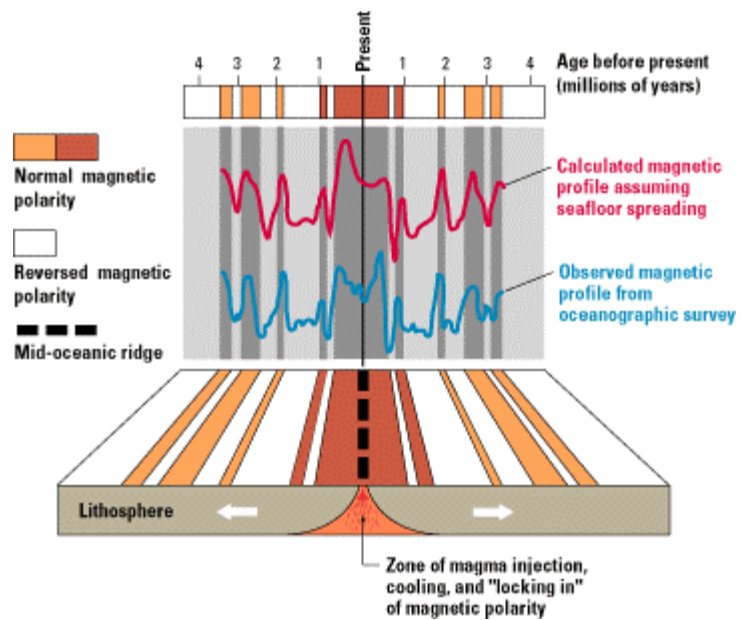


*Růst hematitu s přednostní
orientací odrážející magnetické
pole*

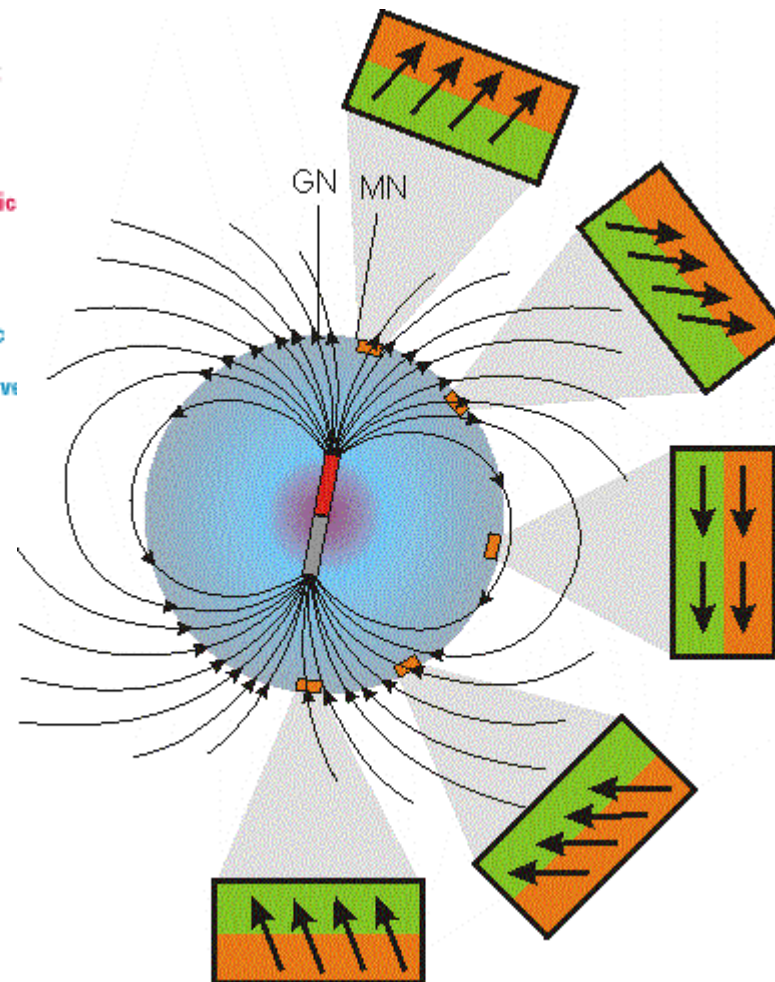
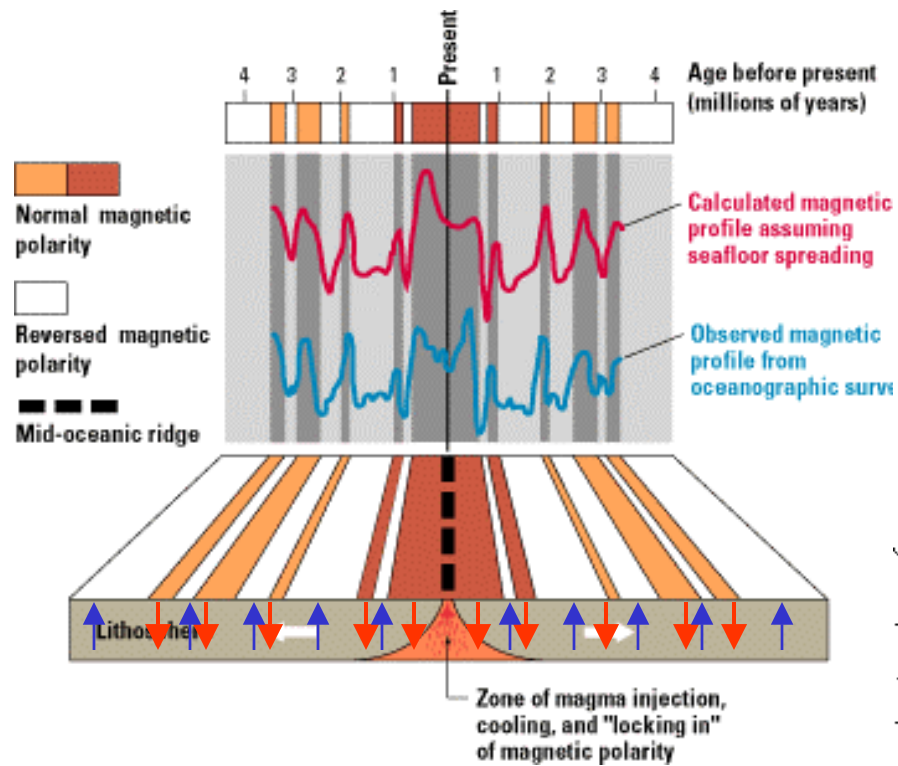
Studium chování magnetického pole Země v geologické minulosti



Agico – 3. Příklady použití přístrojů

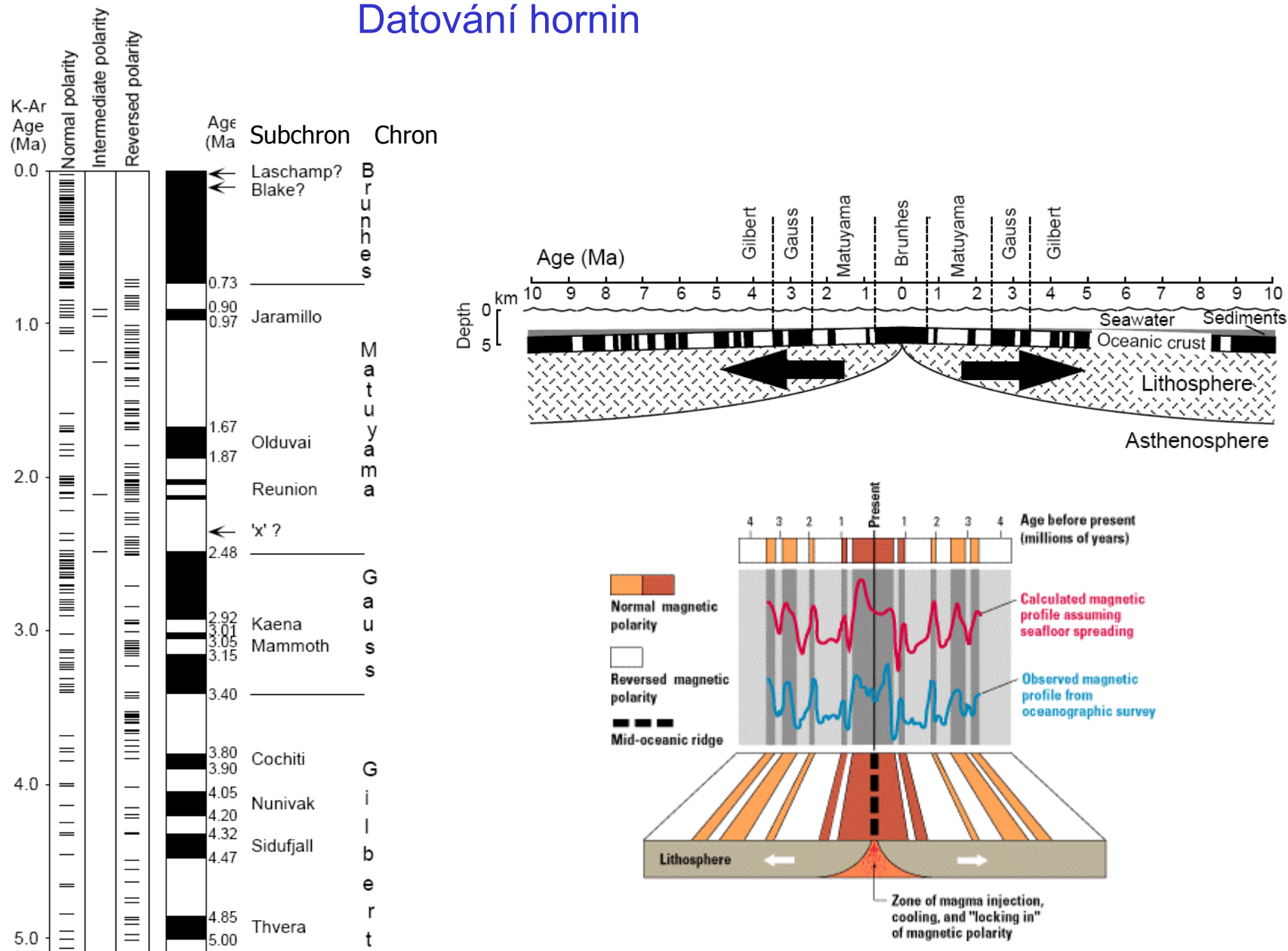


Agico – 3. Příklady použití přístrojů

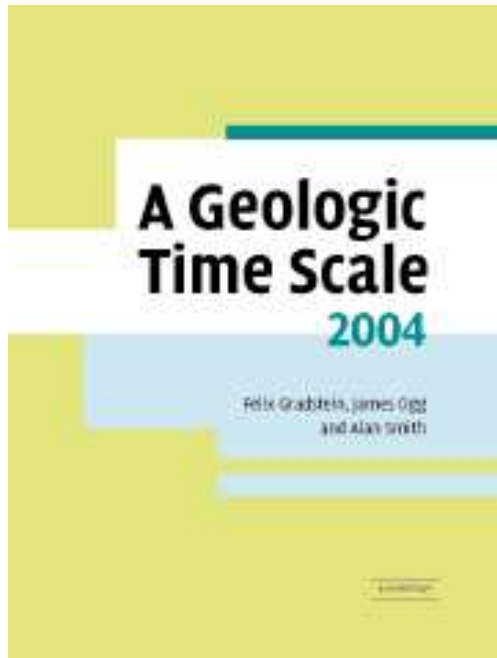


Vine & Matthews 1963
Morley & Laroche 1964

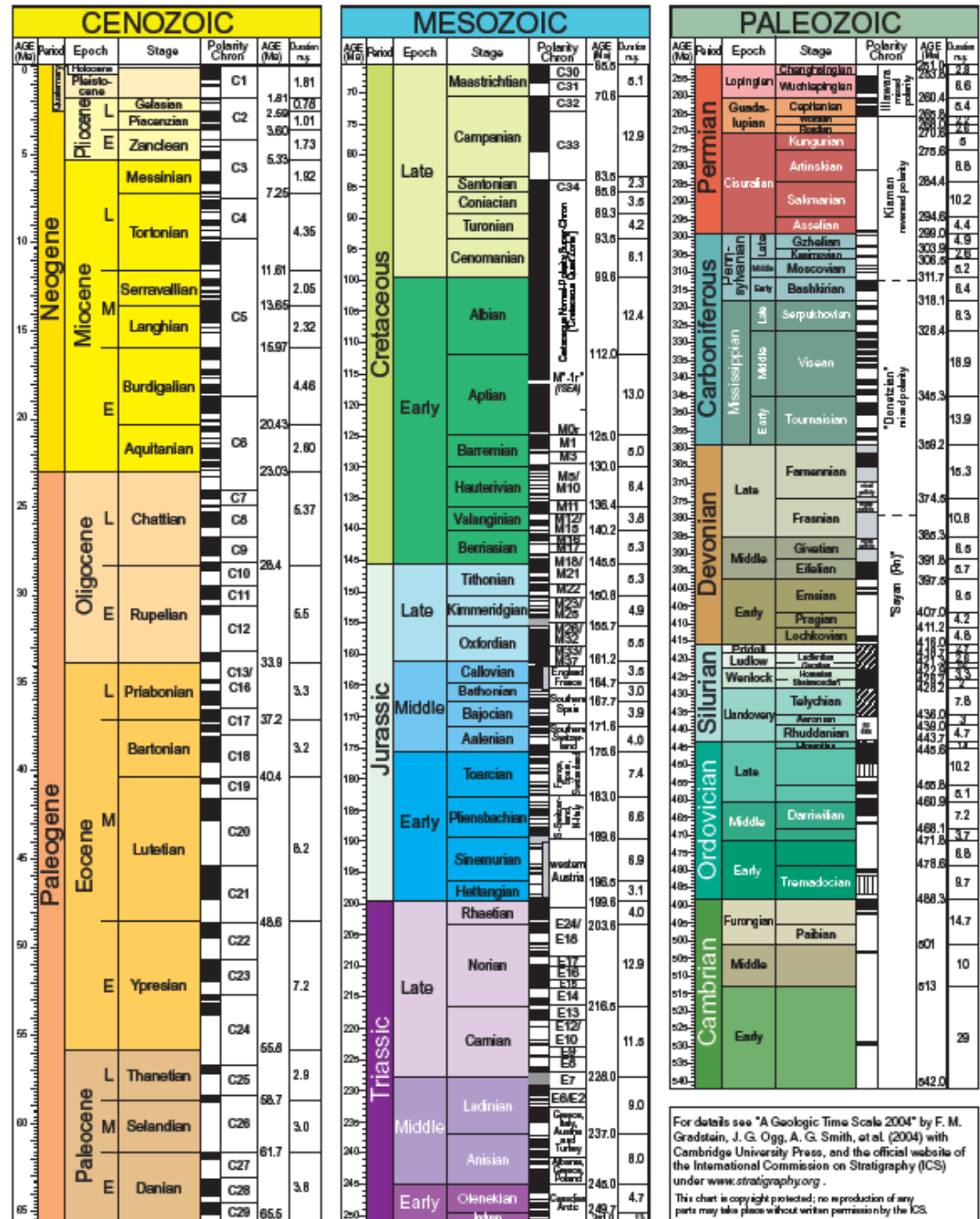
Datování hornin



Geomagnetic Polarity Time Scale



Gradstein & Ogg 2004



For details see "A Geologic Time Scale 2004" by F. M. Gradstein, J. G. Ogg, A. G. Smith, et al. (2004) with Cambridge University Press, and the official website of the International Commission on Stratigraphy (ICS) under www.stratigraphy.org.
This chart is copyright protected; no reproduction of any parts may take place without written permission by the ICS.

Interpretace magnetický anomálií

- Magnetické pole Země lze matematicky popsat **magnetickým potenciálem** (U, V, ψ)
- **Intenzita magnetického pole** (nebo **magnetická indukce**) v libovolném místě pak odpovídá gradientu potenciálu
 - $\mathbf{H} = - \text{grad } U$ [A/m]
 - $\mathbf{B} = \mu \mathbf{H}$ [T, 1 gamma = 1 nT]
- Stupeň namagnetování látky v magnetickém poli popisuje magnetizace
 - $\mathbf{M} = \mathbf{M}_i + \mathbf{M}_r$ [A/m]

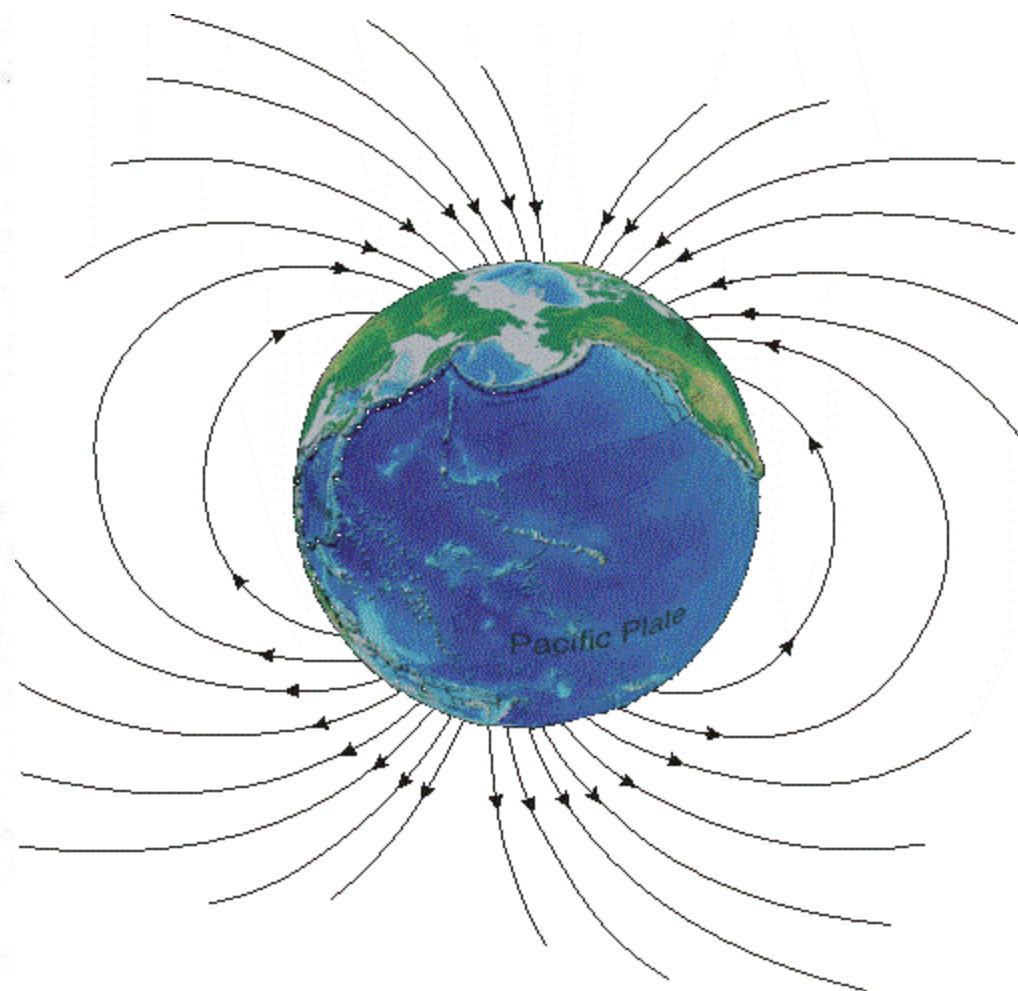
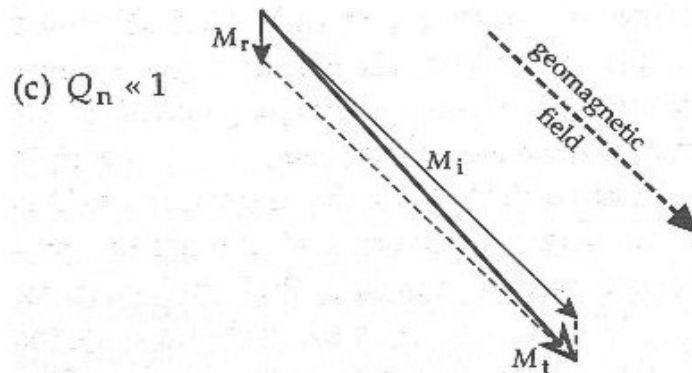
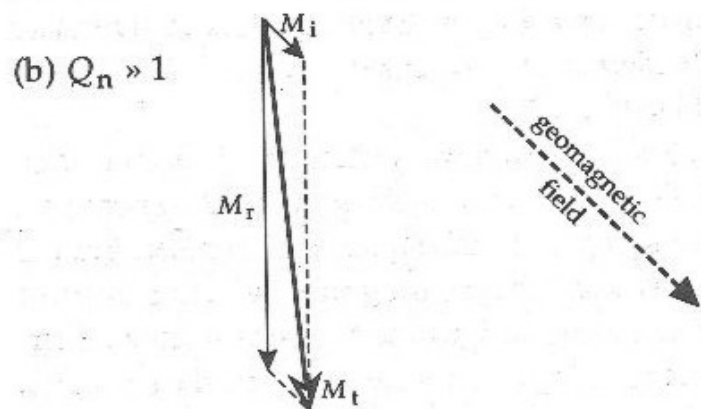
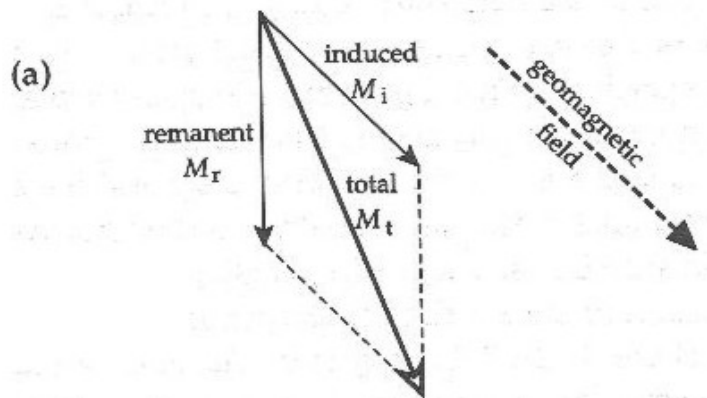
indukovaná magnetizace

remanentní magnetizace

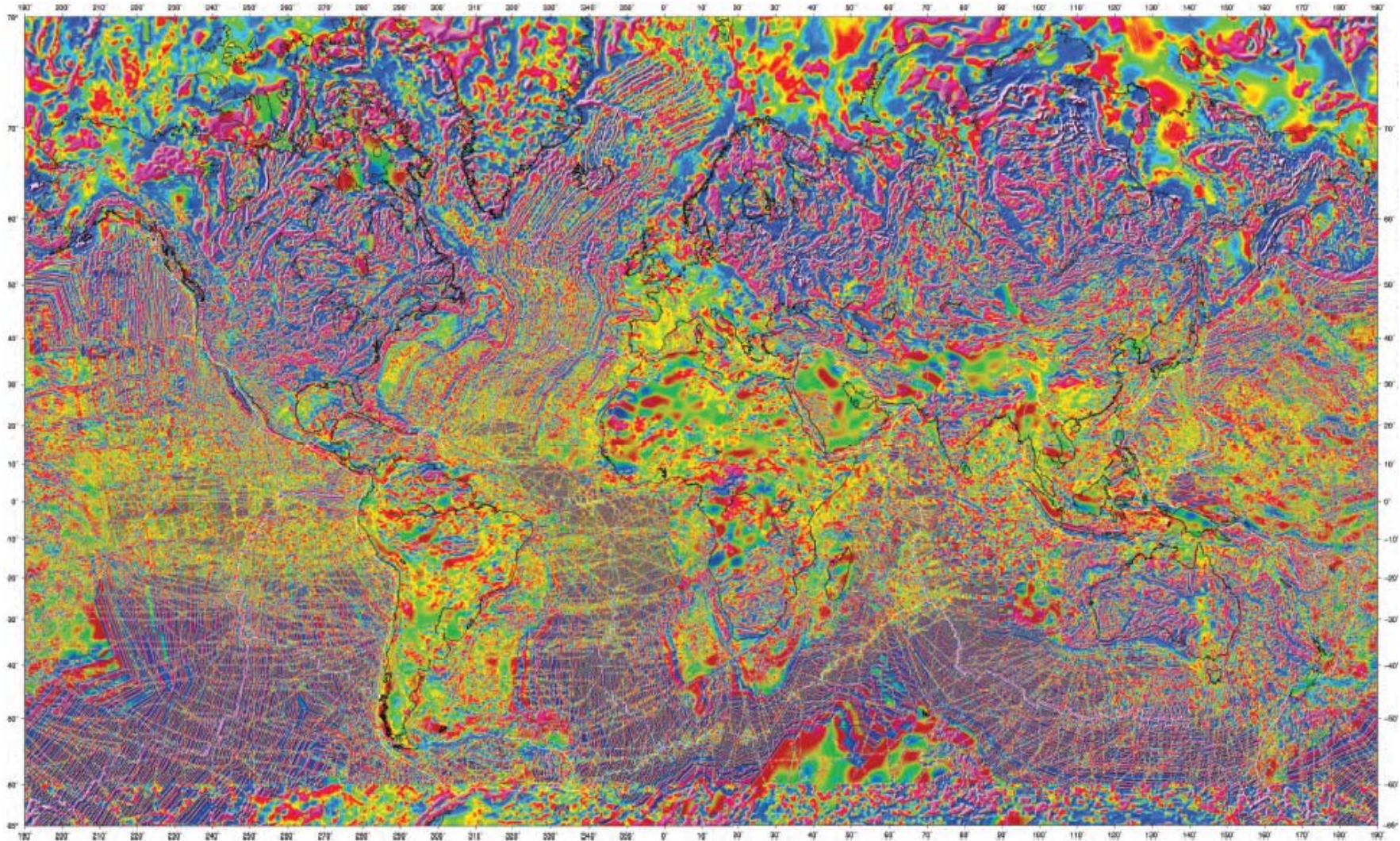
$$\mathbf{M}_i = k \mathbf{H}$$

magnetická susceptibilita

Agico – 3. Příklady použití přístrojů

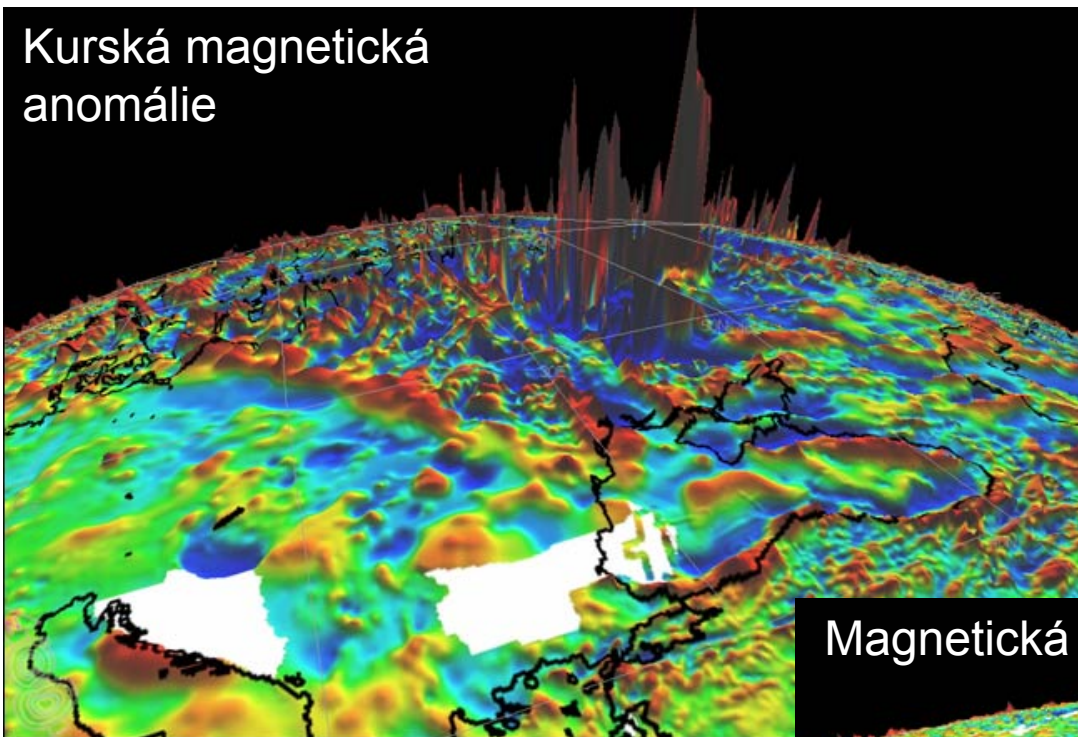


Mapa magnetický anomálií Země

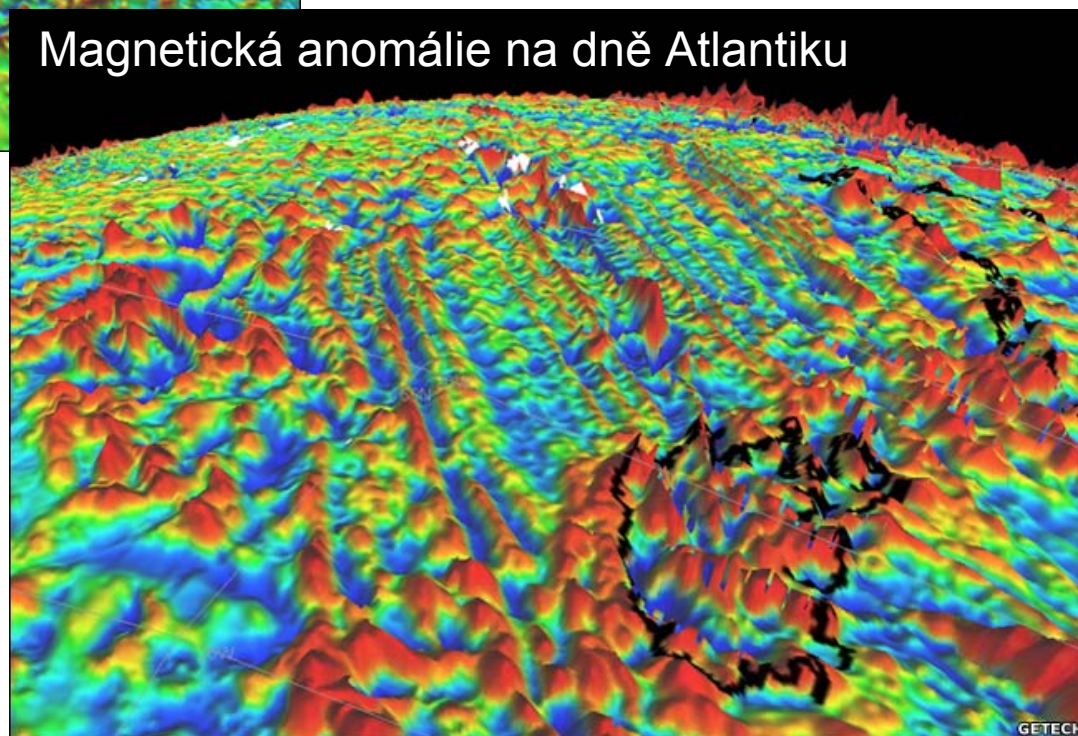


Agico – 3. Příklady použití přístrojů

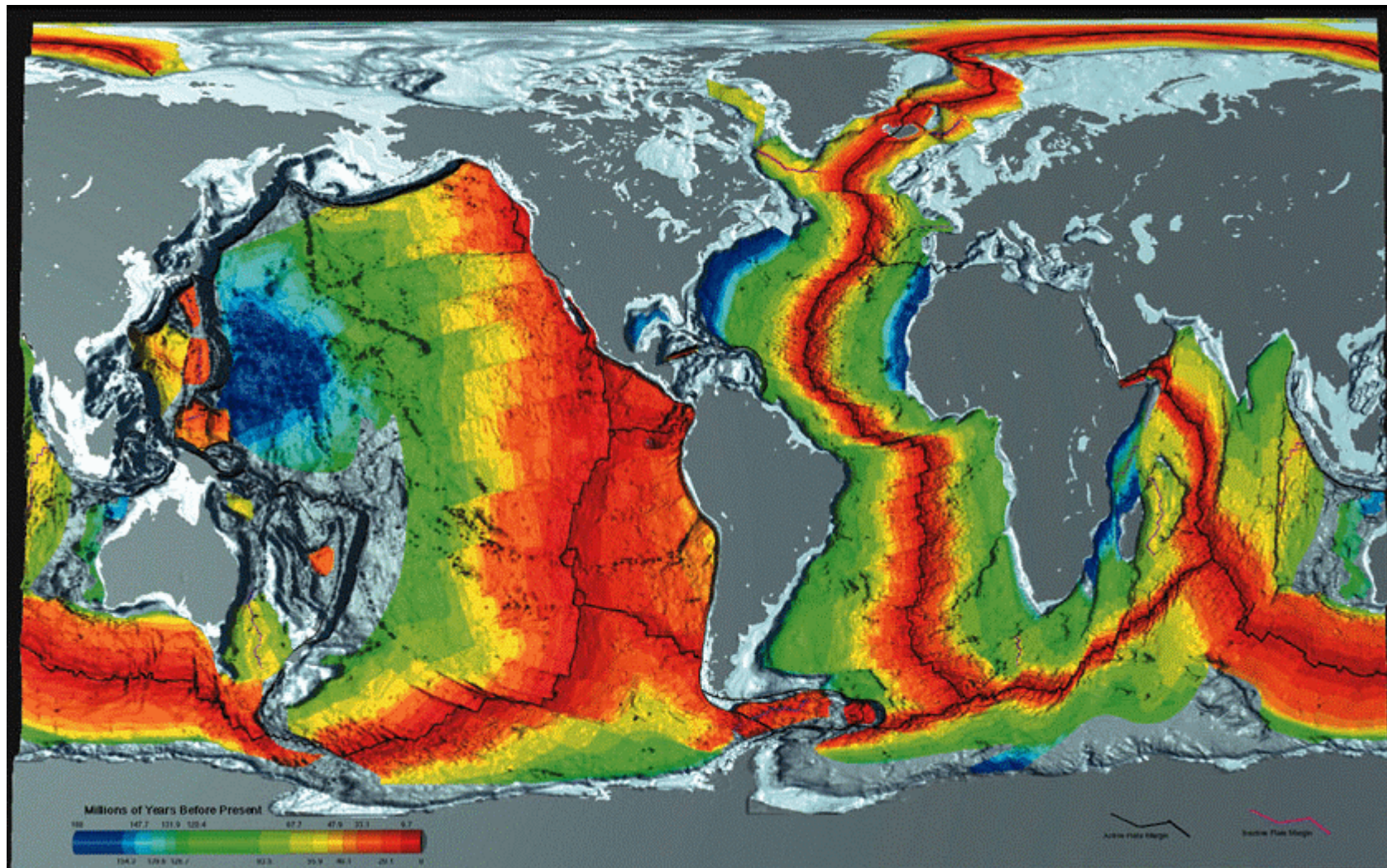
Kurská magnetická
anomálie



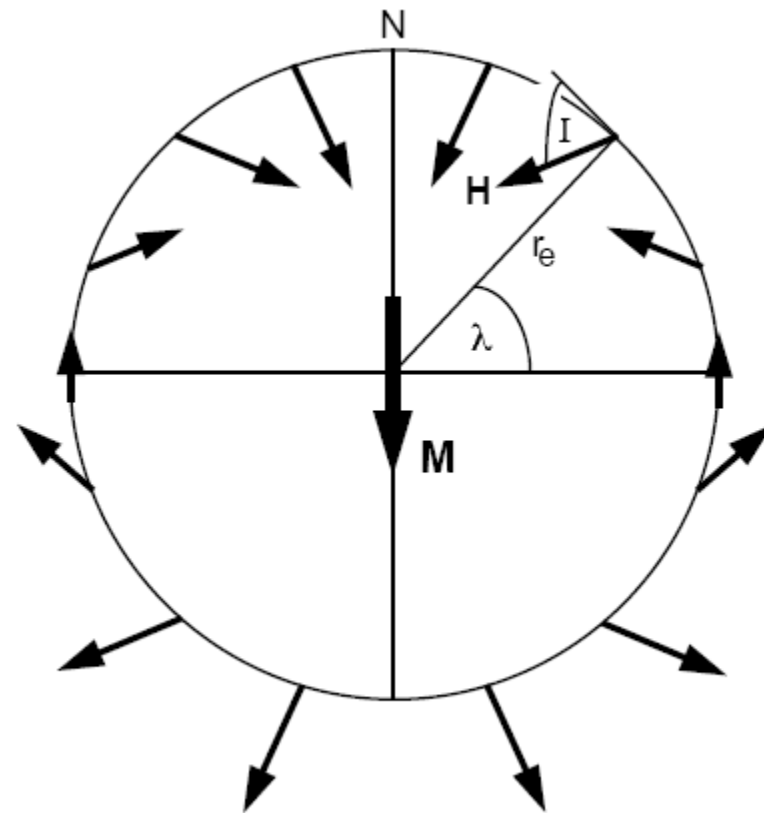
Magnetická anomálie na dně Atlantiku



Stáří oceánského dna

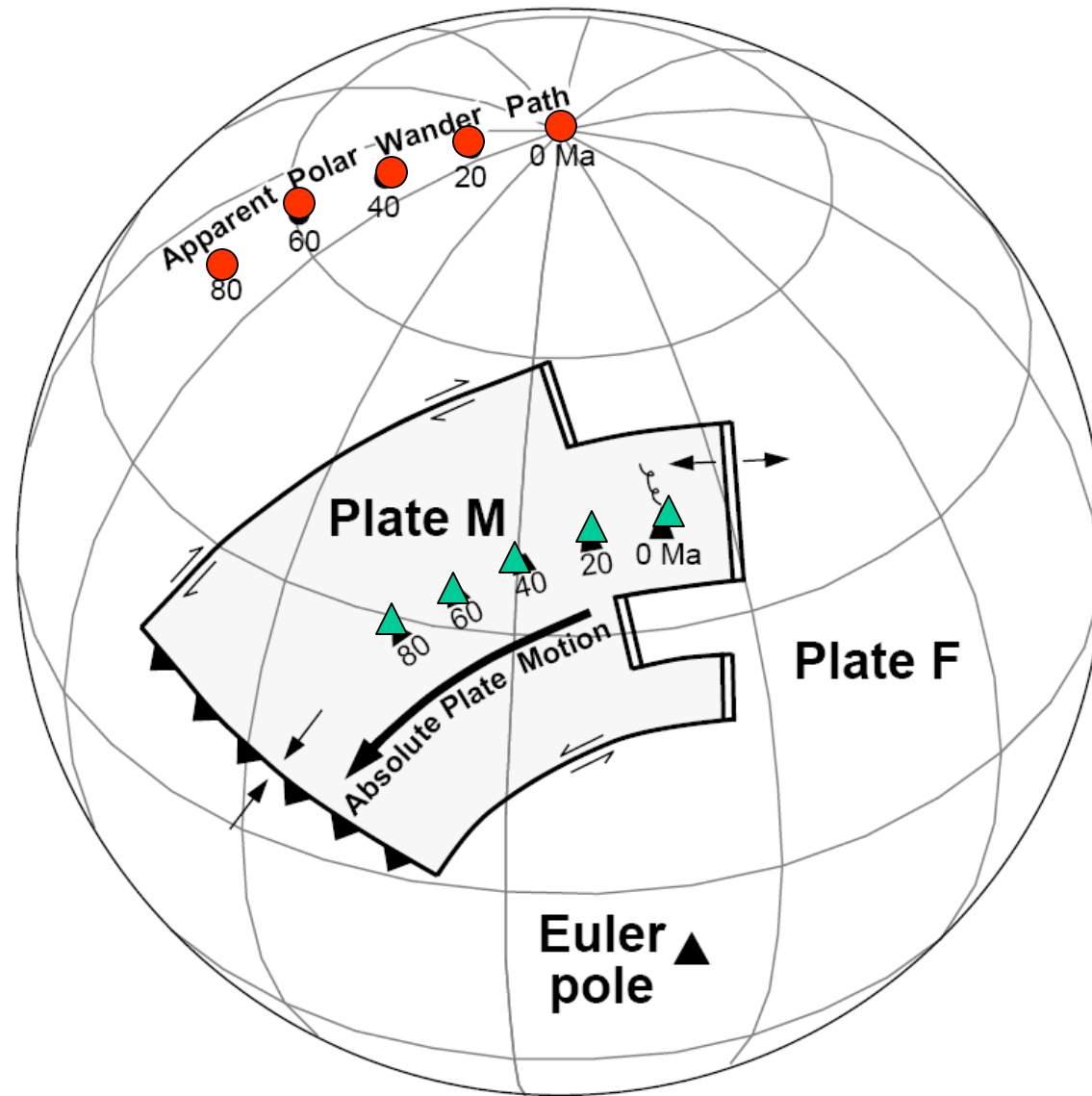


Rekonstrukce pohybu kontinentů a horotvorné činnosti

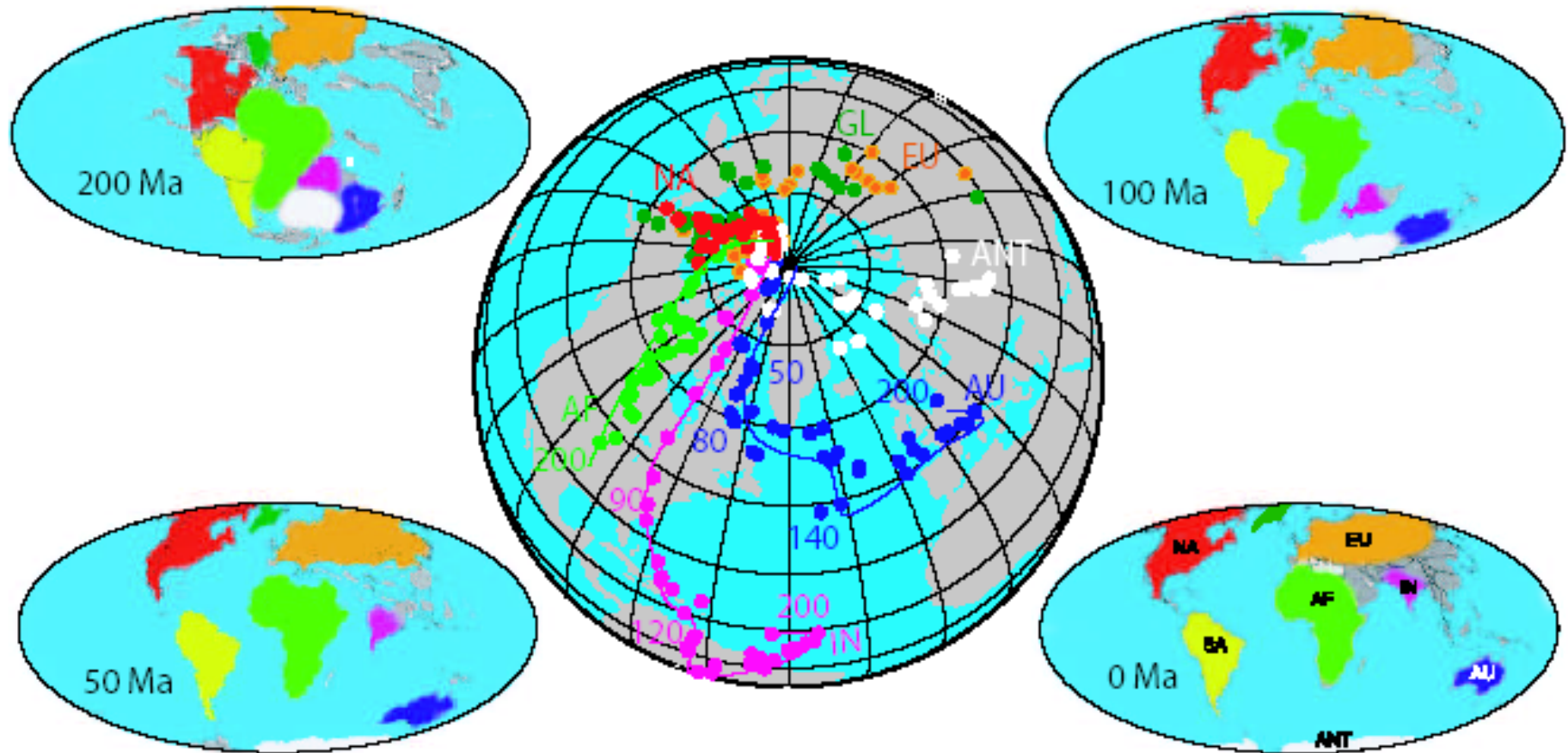


$$\tan I = 2 \tan \lambda$$

Putování virtuálního magnetického pólu

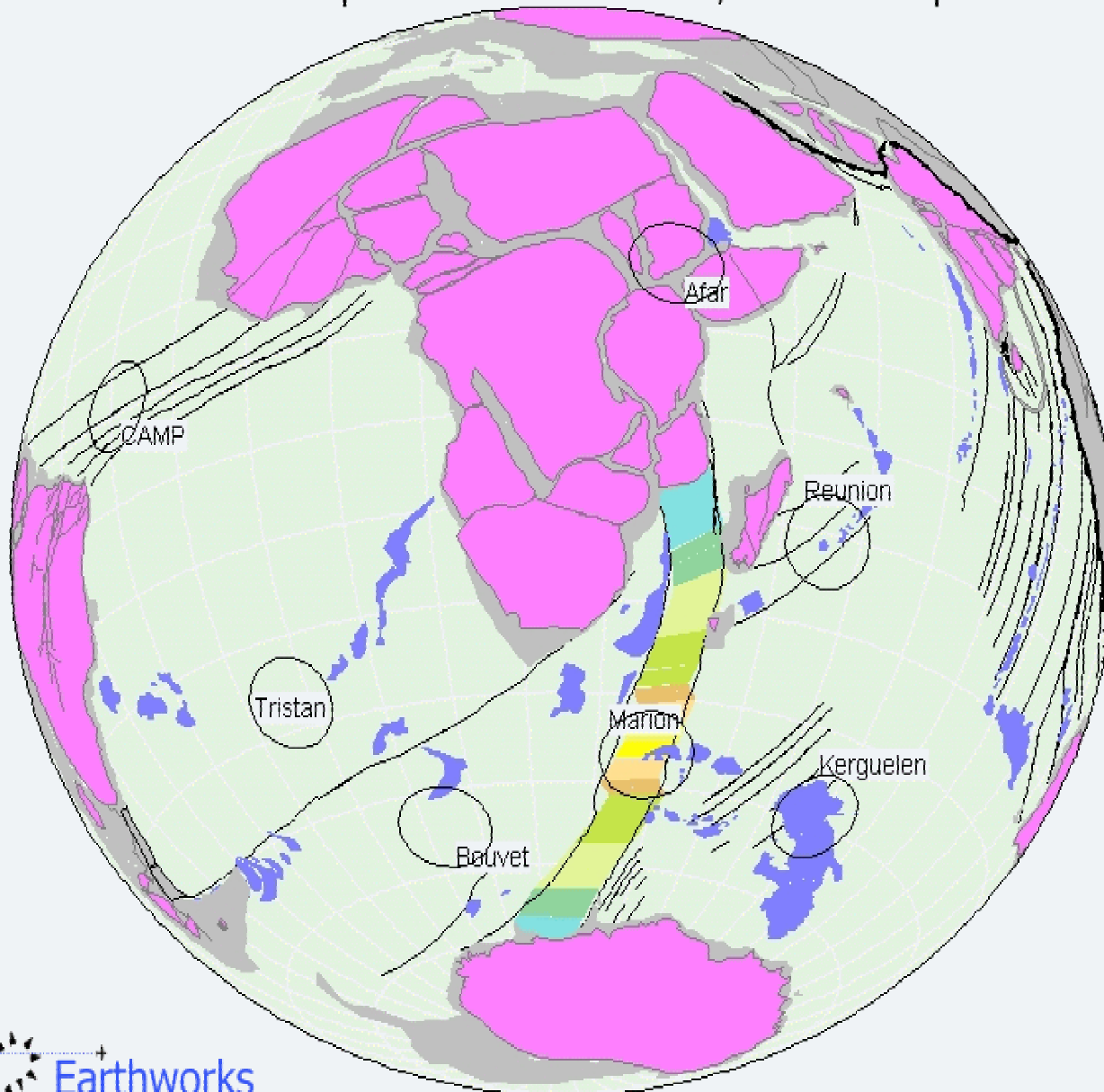


Rekonstrukce poloh kontinentů v geologické minulosti Země

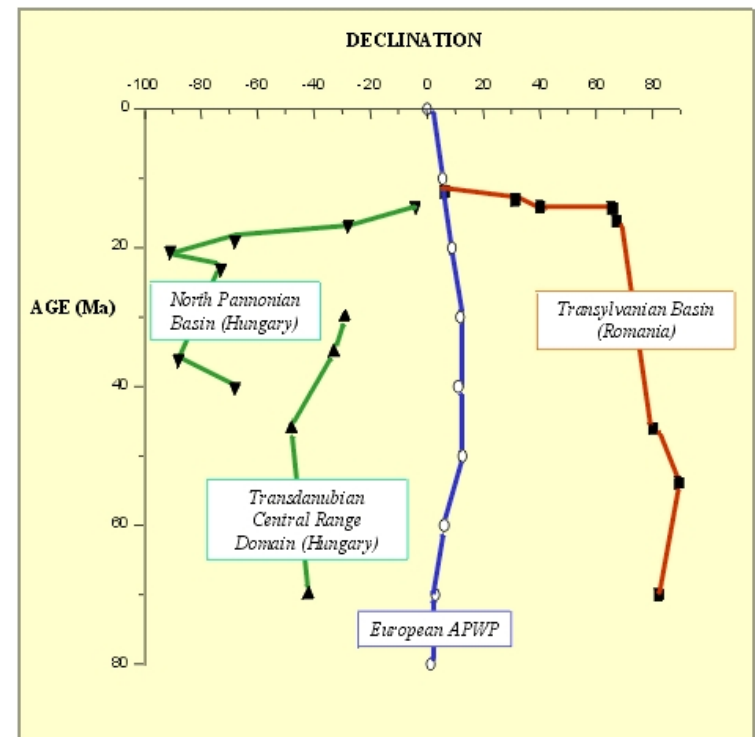
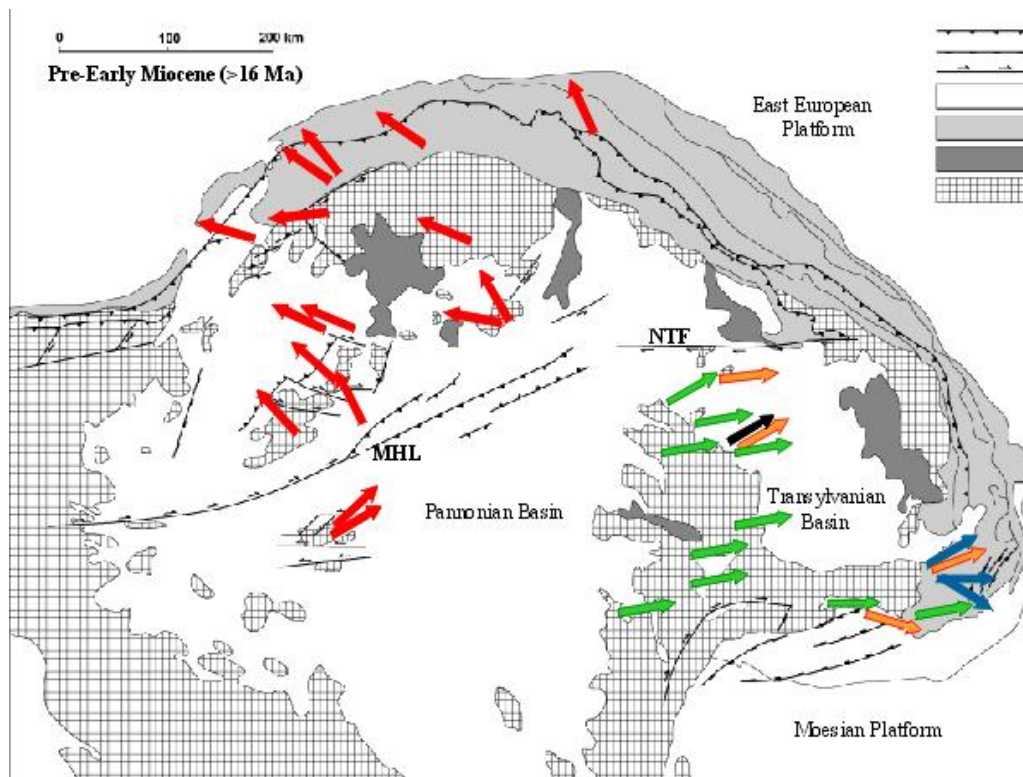


Agico – 3. Příklady použití přístojů

0.00 Ma :: Gondwana Dispersion :: CR09madC :: GSH/PESGB 2009 September 9-10



Karpaty



Kontakty

chadima@agico.cz

*AGICO, s.r.o.
Ječná 29a
Brno, 621 00
tel: 511 116 302*

<http://www.sci.muni.cz/~chadima/geomagnetismus/>



www.agico.com