

# Petrofyzika



**Martin Chadima**  
(František Hrouda a Marta Chlupáčová)

AGICO, s.r.o., Brno ([chadima@agico.cz](mailto:chadima@agico.cz))

Geologický ústav AV ČR, v. v. i., Praha



ADVANCED  
GEOSCIENCE  
INSTRUMENTS  
COMPANY



Institute of Geology of the CAS, v. v. i.

## Literatura

- **Kobr, M. et al. 1997. Petrofyzika. Karolinum, 136 s.**
- Tarling, D.H. & Hrouda, F. The magnetic anisotropy of rocks. Chapman & Hall, London, 1993
- Bucha V. 1975. **Geomagnetické pole a jeho přínos k objasnění vývoje Země.** Academia, 368 s.
- Krs, M. 1969. **Paleomagnetismus.** Knihovna ÚÚG, Academia, 208 s.
- Nagata, T.: Rock magnetism. Maruzen Tokyo, 1961.
- Hearmon, R.F.S. - Úvod do teorie pružnosti anizotropních látek. SNTL Praha, 1965

## Kontakt

- Martin Chadima ([chadima@sci.muni.cz](mailto:chadima@sci.muni.cz))
- AGICO, s.r.o., Brno & Geologický ústav AV ČR, v. v. i., Praha

## Definice

- Petrofyzika se zabývá studiem (měřením, geofyzikální a geologickou interpretací) fyzikálních vlastností hornin a minerálů.
- Petrofyzikální metody se zakládají na stanovení skalárních, tzv. „látkových“ parametrů (např. objemová a mineralogická hustota, pórovitost, magnetická susceptibilita, přirozená radioaktivita hornin) a směrově závislých parametrů (např. magnetická anizotropie, rychlosti elastických vln, rezistivita...).
- Podrobná znalost fyzikálních vlastností hornin je nezbytným předpokladem realistické geologické interpretace geofyzikálních měření.

## Studované fyzikální vlastnosti

1. **Hustotní** - objemová hustota, mineralogická hustota, pórovitost (celková, otevřená, efektivní), propustnost
2. **Magnetické** – skalární i směrové, magnetická susceptibilita, anizotropie magnetické susceptibility, paleomagnetismus
3. **Elektrické** – rezistivita (konduktivita), polarizovatelnost, difúzně-adsorpční potenciály, dielektrická konstanta, piezoelektrický modul
4. **Radioaktivní** – radioaktivní přeměna prvků, jaderné radioaktivní záření, přirozeně radioaktivní prvky
5. **Tepelné** – tepelná vodivost, měrné teplo
6. **Elastické** – Hookeův zákon, modul pružnosti v tahu (Youngův modul), Poissonova konstanta, elastické vlny podélné a příčné

## **Využití petrofyziky**

1. Geofyzikální průzkum – podklady pro interpretaci geofyzikálních polí
2. Naftová geologie – hlavně porozita a permeabilita
3. Petrologie – vztah k látkovému složení a struktuře horniny
4. Strukturní geologie – anizotropie fyzikálních vlastností

# 1. Petrofyzika v geofyzice

Pro užitou geofyziku jsou významné především ty fyzikální vlastnosti hornin, jejichž změny se mohou projevit v přirozených či umělých geofyzikálních polích:

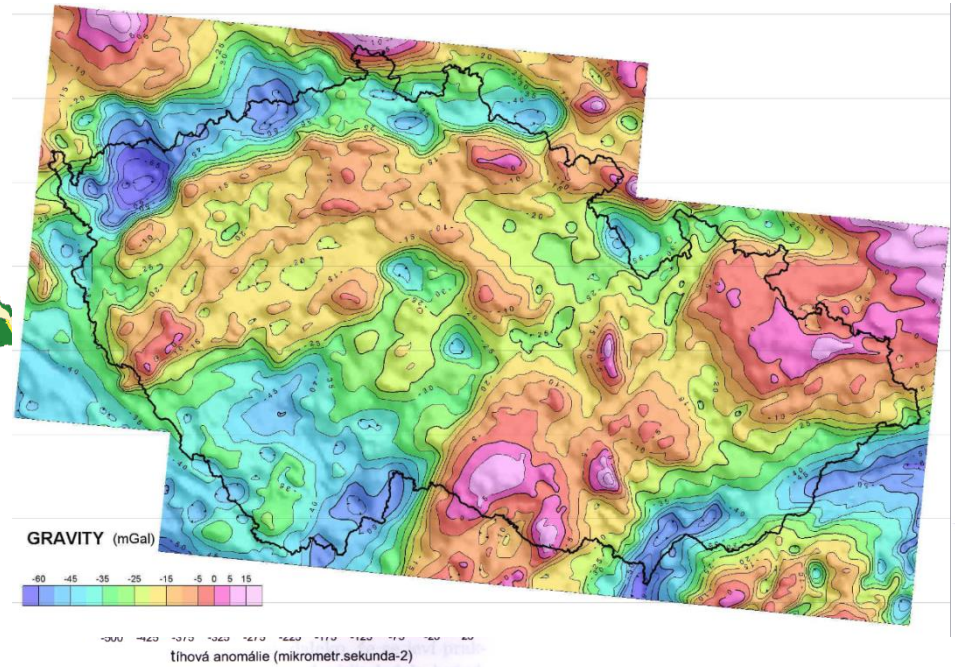
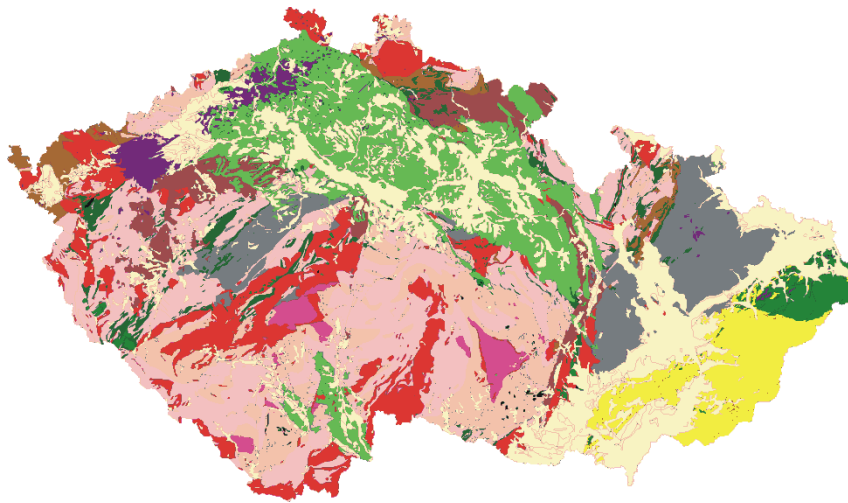
1. **Tíhové pole** závisí na **hustotách** (měrných hmotnostech) hornin
2. Zemské **magnetické pole** závisí na **magnetických vlastnostech**
3. **Geoelektrická pole** jsou určována **elektrickými vlastnostmi** hornin
4. Při použití **radionuklidových metod** musíme znát **přirozenou radioaktivitu** hornin, ale i schopnost hornin reagovat na **záření gama**
5. Při aplikaci **seismiky** musíme znát rychlost šíření seismických vln horninovým prostředím a **elastické vlastnosti** hornin

# 1. Petrofyzika v geofyzice

- **Gravimetrie:** měření zemské tíže, tíže závisí na rozdělení hmot v Zemi; odhadujeme-li rozdělení hmot v Zemi z tíže, je třeba znát hustotu uvažovaných těles, aplikace nejnápadnější u těžkých rud
- **Magnetometrie:** měří intenzitu magnetického pole Země, která je ovlivňována také magnetickými hmotami v zemské kůře; aplikace při vyhledávání železných rud
- **Geoelektrika:** měření odporu, vyhledávání vodivých poloh (grafit, pyrrhotinová ruda, zvodnělé polohy)
- **Seismika:** rychlost šíření seismických vln, seismika měří čas, za který dorazí vlny ze zdroje do přijímací stanice, ze znalosti rychlosti šíření vln v horninách můžeme určit hloubku odrážejícího rozhraní; aplikace v naftové geologii

# 1. Petrofyzika v geofyzice - Gravimetrie

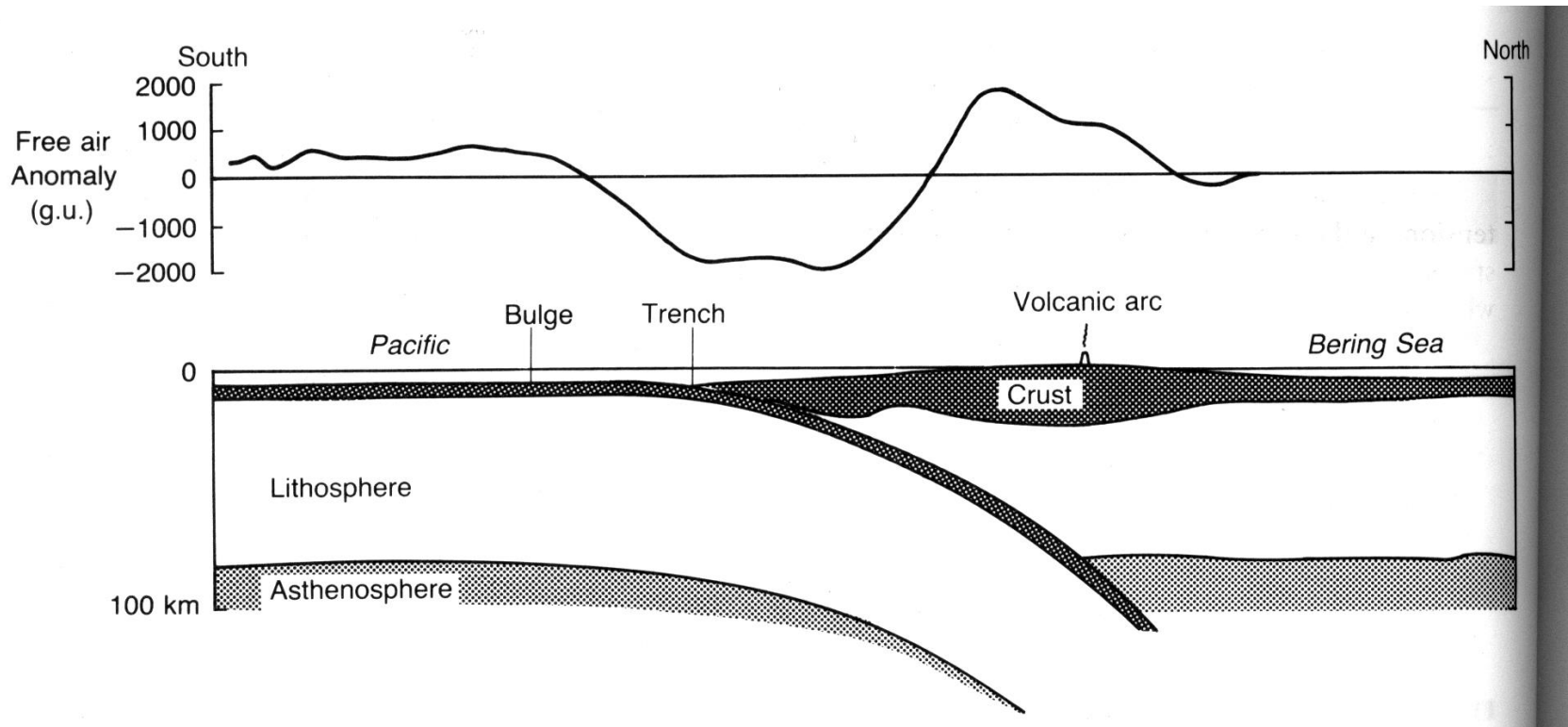
## Gravimetrie





# 1. Petrofyzika v geofyzice - subdukce

## Gravimetrická anomálie

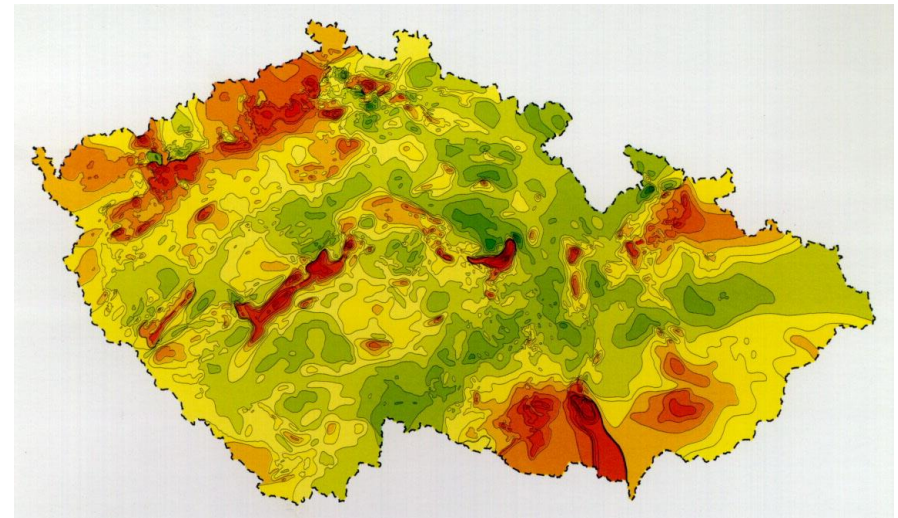
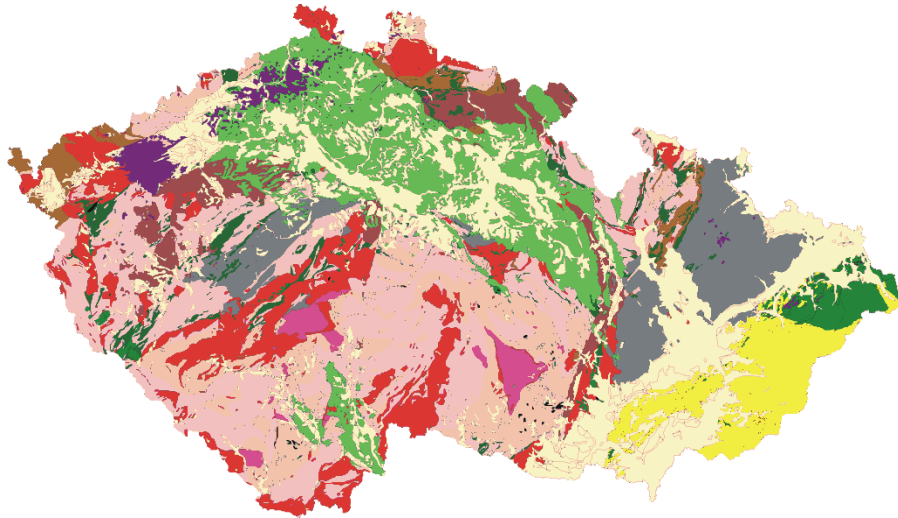


# 1. Petrofyzika v geofyzice - Hustotní parametry

- Hustota minerálů:  $\rho = m/V$  (rozměr  $kg.m^{-3}$  [SI],  $g.cm^{-3}$  [CGS])
- Horniny se skládají z pevné fáze (minerály), kapalná fáze (pórové vody), plynná fáze (plyn v pórech), proto více parametrů:
- Objemová hustota
- Mineralogická hustota
- Porozita (celková, otevřená, efektivní)
- Metody měření: metoda trojího vážení, pyknometrická metoda

# 1. Petrofyzika v geofyzice - Magnetometrie

Měří intenzitu magnetického pole Země, která je ovlivňována také magnetickými hmotami v zemské kůře; aplikace při vyhledávání železných rud



## Termika

Množství tepla, které projde jednotkovou plochou, závisí na rozdílu teplot a tepelné vodivosti

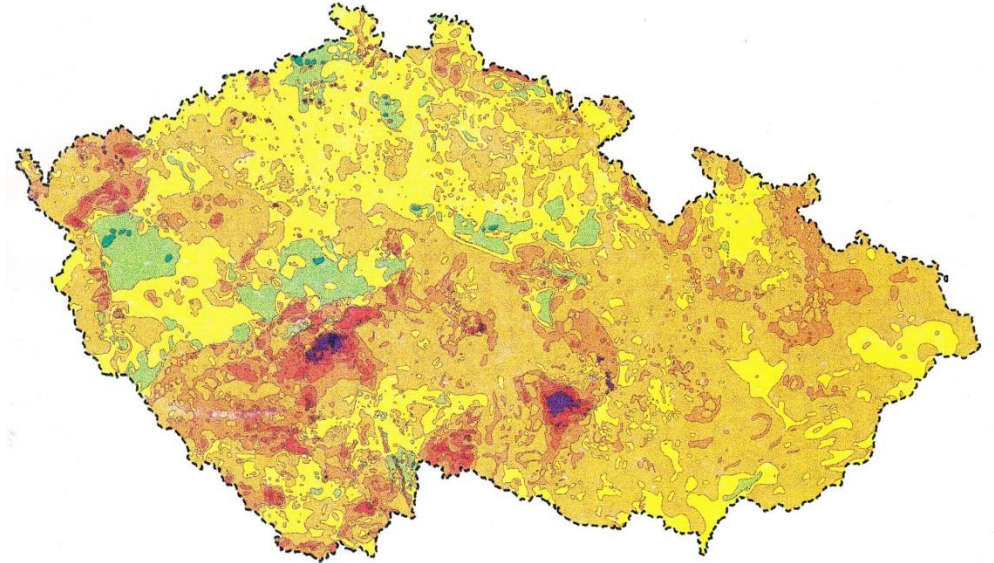
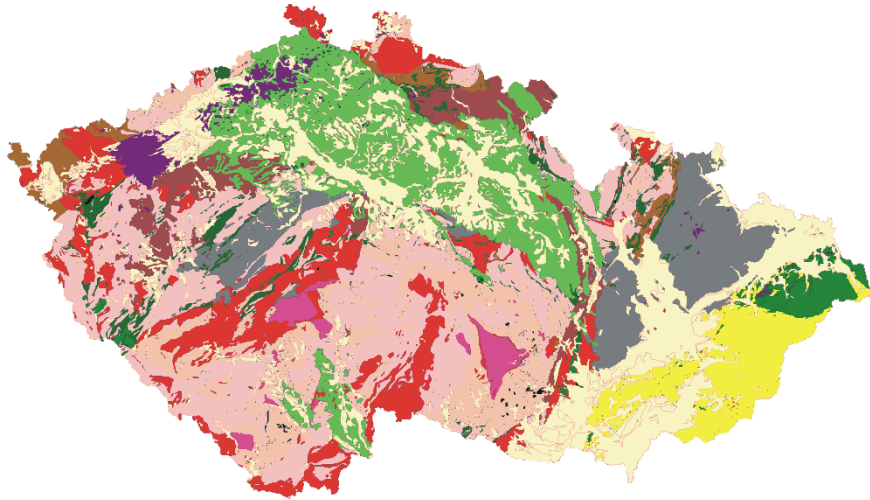
## Aplikace

1. tepelná energie (topení, elektrárny)
2. indikace skrytých mladých vulkanitů
3. bazény s vyhřívanou vodou

# 1. Petrofyzika v geofyzice - Radioaktivita

## Radioaktivita

- přírodní zářiče U, Th, K
- aplikace v geochemii a životním prostředí



### 3. Petrofyzika v petrologii a geochemii

**Hustoty:** (1) bazicita magmatitů, (2) metamorfóza, (3) diagenese sedimentů, (4) ložiskotvorné procesy

**Elasticita:** (1) složení horniny, (2) mikrotrhlinatost

**Magnetika:** (1) přítomnost magnetických akcesorií, (2) přeměny magnetických minerálů (femitizace, propylitizace), (3) S typy a I typy žul, (4) datování hornin (paleomagnetismus)

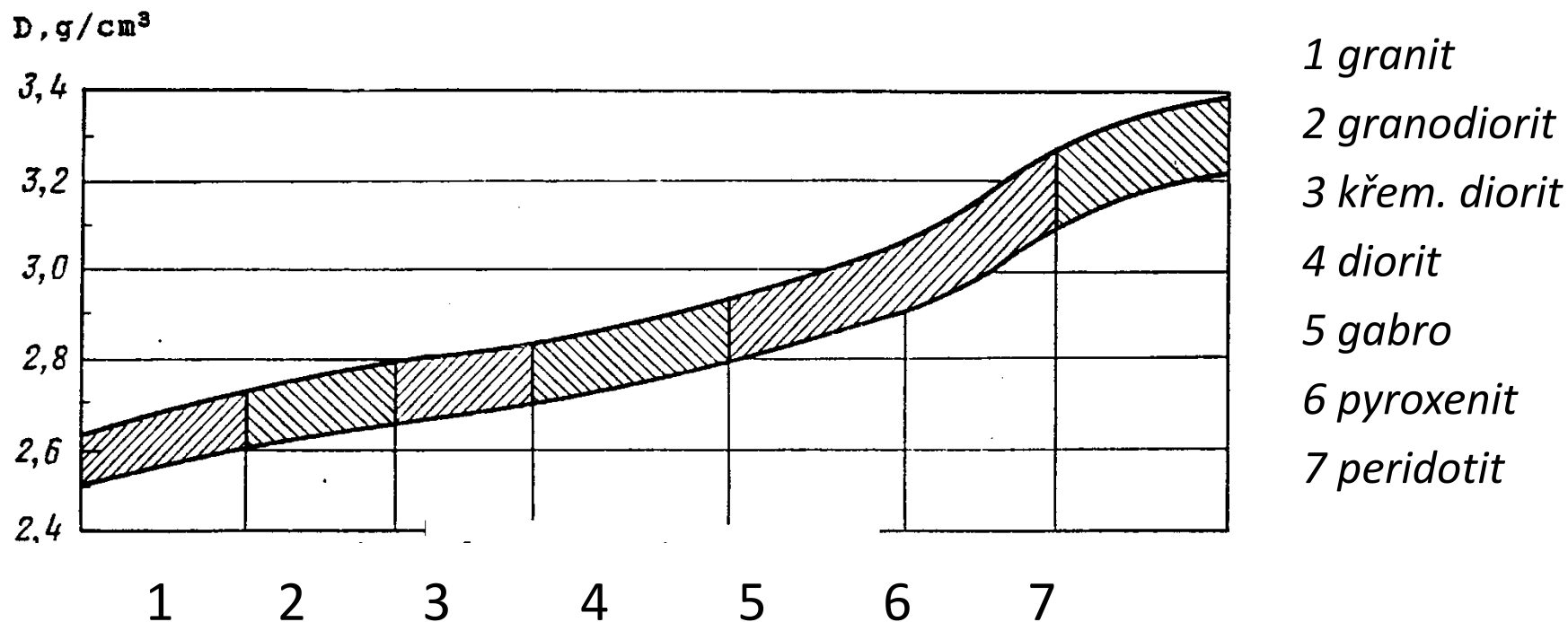
**Tepelné vlastnosti:** (1) tepelný tok, (2) skrytá vulkanická tělesa

**Radioaktivita:** (1) geneze hornin (Th), (2) přeměny hornin (U), (3) klasifikace hornin (K)

# 3. Petrofyzika v petrologii a geochemii

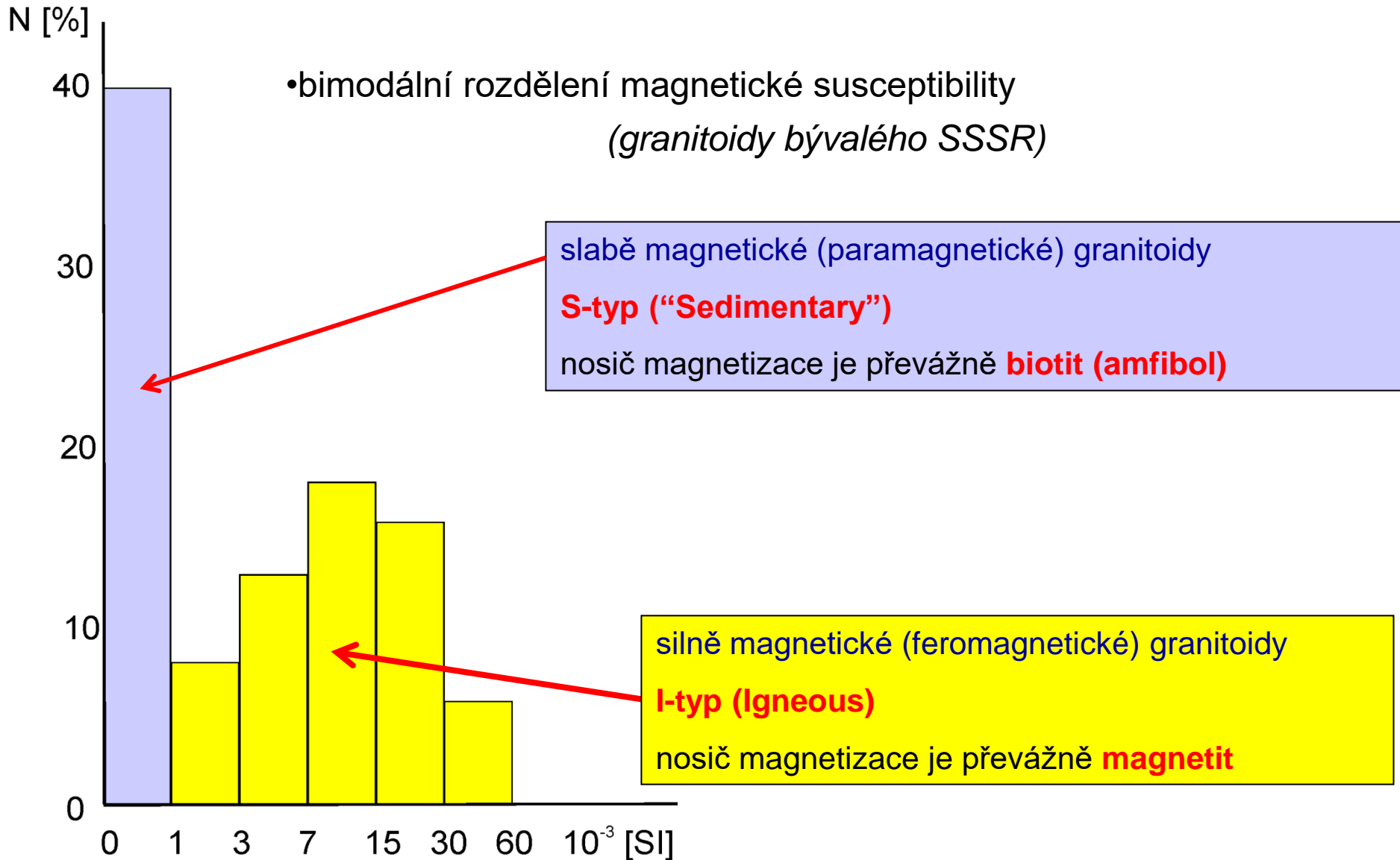
## Hustoty magmatických hornin

- závisejí na minerálním složení
- u granitů a ultrabazik rostou obecně s bazicitou
- u granitů závisejí především na obsahu tmavých minerálů



# 3. Petrofyzika v petrologii a geochemii

## Magnetická susceptibilita granitoidních hornin





# 4. Petrofyzika ve strukturní geologii

## **Elastická anizotropie**

(1) přednostní orientace horninotvorných minerálů, (2) anizotropie kůry a pláště, (3) orientace rozhraní litosférických desek, (4) nízkoteplotní tektonika (mikrotrhliny)

## **Magnetická anizotropie**

(1) přednostní orientace magnetických minerálů, (2) proudění: sedimenty, vulkanity, magmatity, (3) vznik kliváže, (4) geneze vrás

## **Paleomagnetismus**

(1) rotace mikrodesek, (2) paleošírková analýza

## **Elektrická anizotropie**

(1) orientace pórového prostoru, (2) směry pohybu kapalin (vč. uhlovodíků)

# Fyzikální jednotky systému SI

- Metr (**m**) – dráha, kterou proběhne světlo ve vakuu za  $1/299\,792\,455$  s
- Sekunda (**s**) – doba 9 192 631 770 period záření izotopu cesia 133 Cs při přechodu elektronu mezi dvěma danými hladinami
- Kilogram (**kg**) – hmotnost hmotnostního normálu uloženého v Se`vres u Paříže
- Kelvin (**K**) – 273,16tý díl absolutní (Kelvinovy) teploty trojného bodu vody
- Kandela (**cd**) – svítivost, kterou vysílá monochromatický zdroj světla s frekvencí 540 THz, jehož zářivost v tomto směru je  $1/683$ W na steradián
- Ampér (**A**) – intenzita proudu, který protéká dvěma rovnoběžnými nekón. dlouhými vodiči vzdálenými od sebe 1 m, které na sebe působí silou  $2 \times 10^{-7}$  N na 1 m délky
- Mol (**mol**) – množství látky (počet částic) systému, který obsahuje tolik částic, kolik jich je ve 12 g izotopu  $^{12}\text{C}$

## Násobky a díly veličin

Předpona tera giga mega kilo hekto deka

Značka T G M k h dk

Násobek  $10^{12}$   $10^9$   $10^6$   $10^3$   $10^2$  10

Předpona deci centi mili mikro nano piko

Značka dc c m  $\mu$  n P

Násobek  $10^{-1}$   $10^{-2}$   $10^{-3}$   $10^{-6}$   $10^{-9}$   $10^{-12}$