

PETROFYZIKA

František Hrouda a Marta Chlupáčová

Definice: Petrofyzika je vědní disciplína, která se zabývá studiem (měřením, geofyzikální a geologickou interpretací) fyzikálních vlastností hornin a minerálů.

Obory petrofyziky: hustotní, elastické, magnetické, elektrické, tepelné, radioaktivní vlastnosti hornin

Účel petrofyziky:

- (1) geofyzika - podklady pro interpretaci geofyzikálních polí
- (2) petrologie - vztah k látkovému složení a struktuře horniny
- (3) strukturní geologie - anizotropie fyzikálních vlastností

Petrofyzika v geofyzice

Gravimetrie: $F = \kappa (m_1 m_2)/r^2$, měření zemské tíže na principu mincíře, tíže závisí na rozdělení hmot v Zemi; odhadujeme-li rozdělení hmot v Zemi z tíže, je třeba znát hustotu, $D = m/V$, uvažovaných těles, aplikace nejnápadnější u těžkých rud

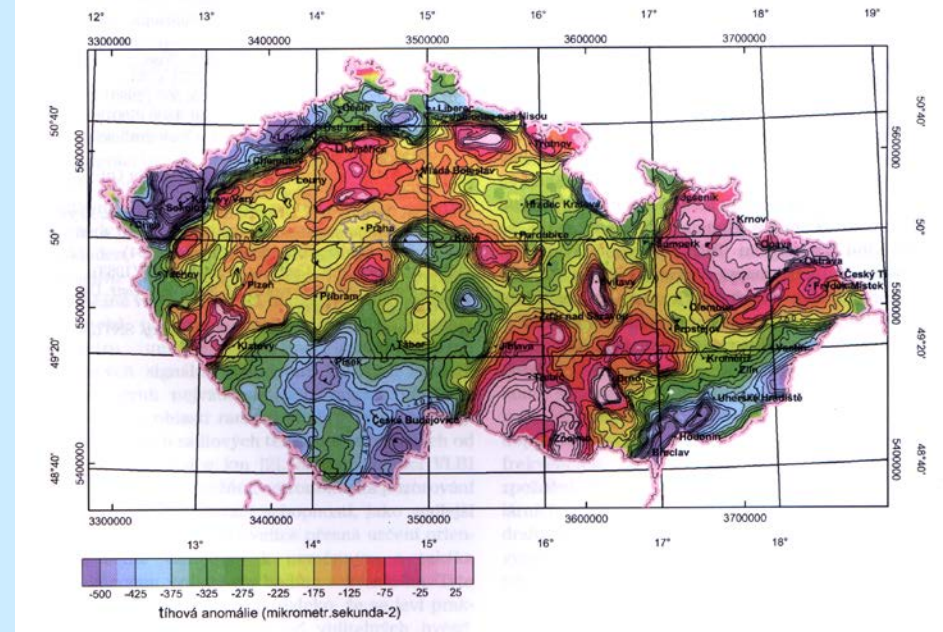
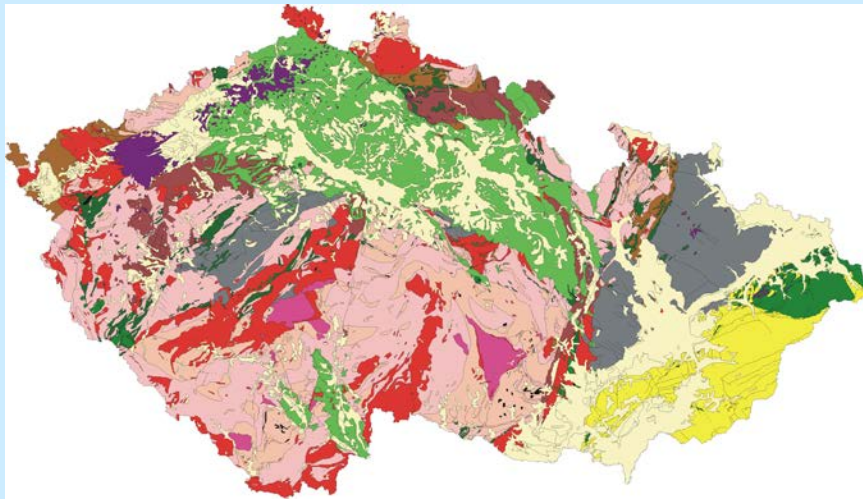
Seizmika: rychlost šíření seizmických vln, $V = l/t$, seizmika měří čas, za který dorazí vlny ze zdroje do přijímací stanice, ze znalosti rychlosti šíření vln v horninách můžeme určit hloubku odrážejícího rozhraní; aplikace v naftové geologii

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

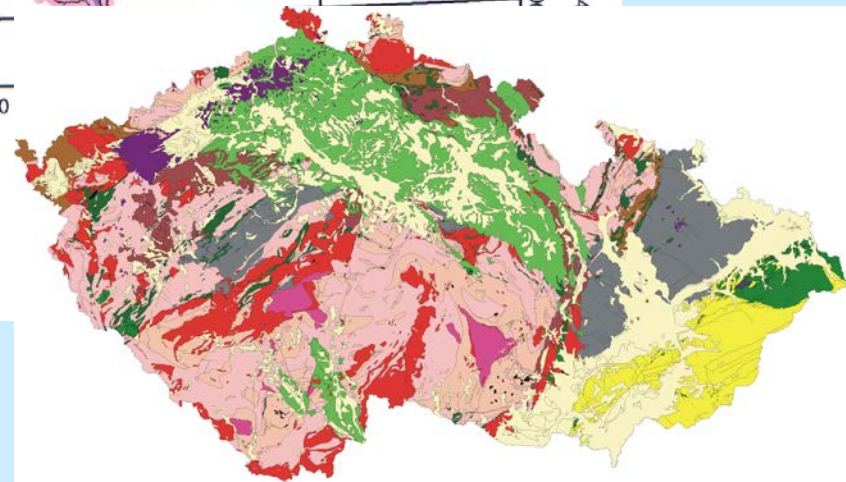
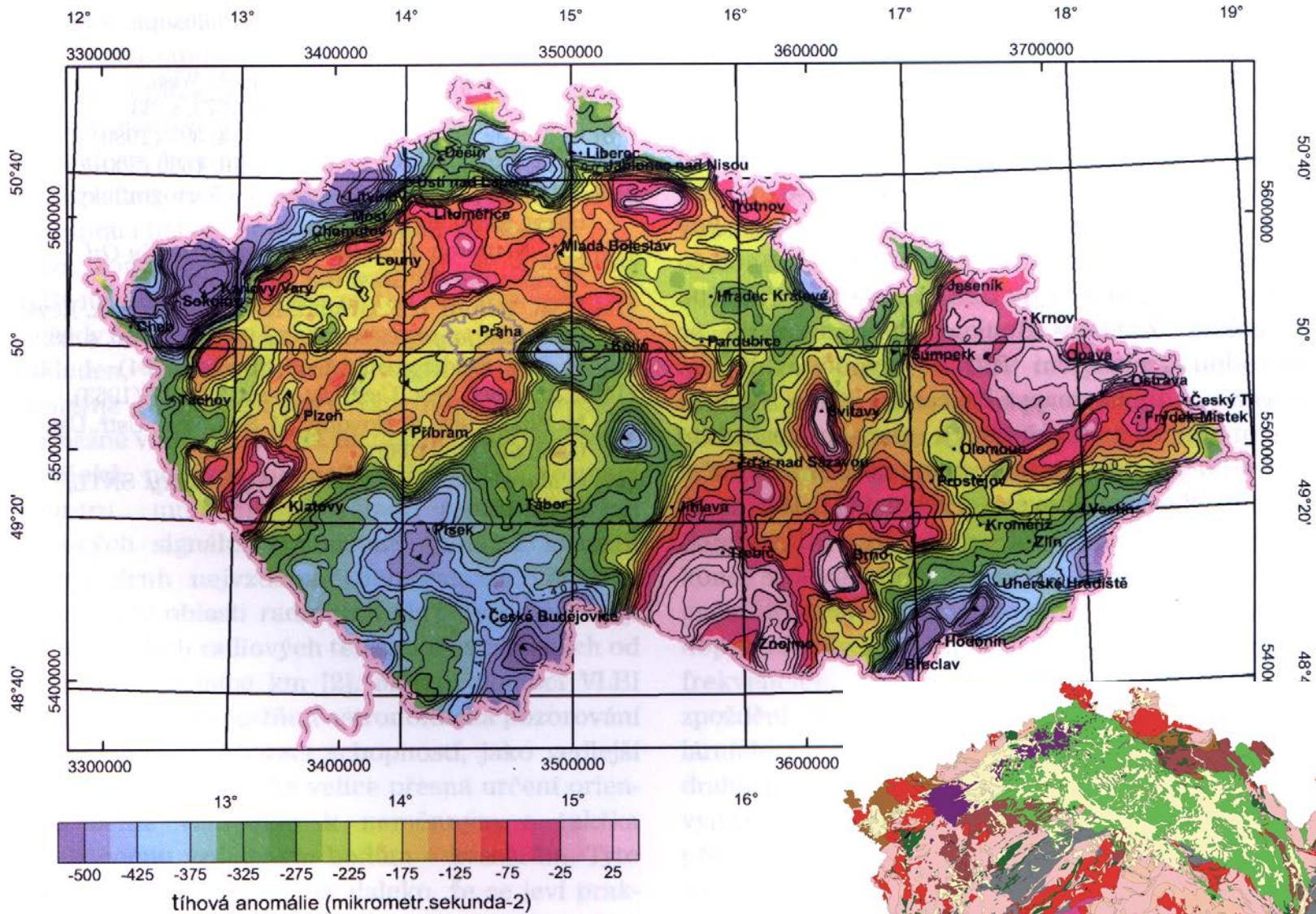
Geoelektrika: měření odporu, $U = I R$ (Ohmův zákon), vyhledávání vodivých poloh (grafit, pyrrhotinová ruda, zvodnělé polohy)

Petrofyzika v geofyzice

Gravimetrie: $F = \kappa (m_1 m_2)/r^2$, měření zemské tíže na principu mincíře, tíže závisí na rozdělení hmot v Zemi; odhadujeme-li rozdělení hmot v Zemi z tíže, je třeba znát hustotu, $D = m/V$, uvažovaných těles, aplikace nejnápadnější u těžkých rud



Gravimetrická mapa České republiky



Hustotní parametry

Hustota minerálů: $D = m/V$ (rozměr $kg.m^{-3}$ [SI], $g.cm^{-3}$ [CGS])

Horniny se skládají z pevné fáze (minerály), kapalně fáze (pórové vody), plynné fáze (plyn v pórech), proto více parametrů:

Objemová hustota

$$D_o = m_t / V$$

Mineralogická hustota

$$D_m = m_t / V_t$$

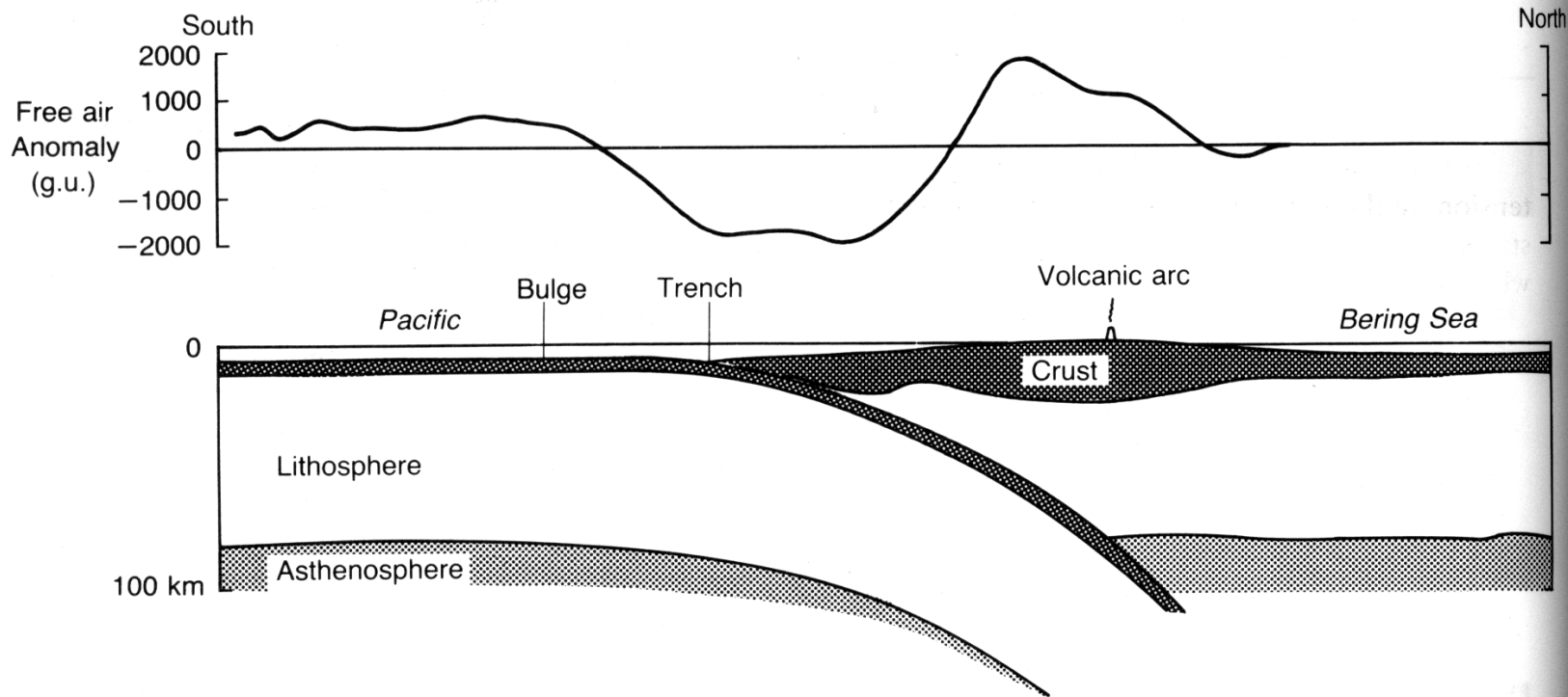
Porozita (celková, otevřená, efektivní)

$$P = V_p / V$$

Metody měření: D_o , D_m , P_{ef} - metoda trojího vážení

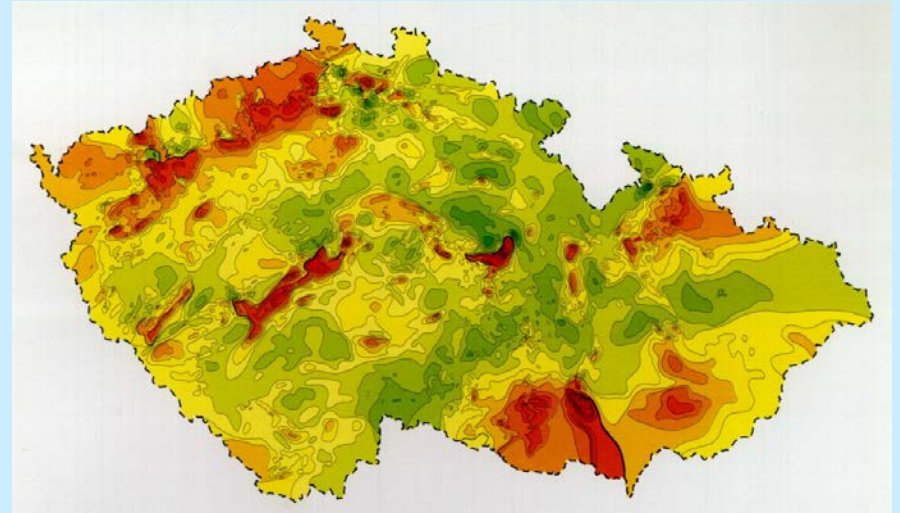
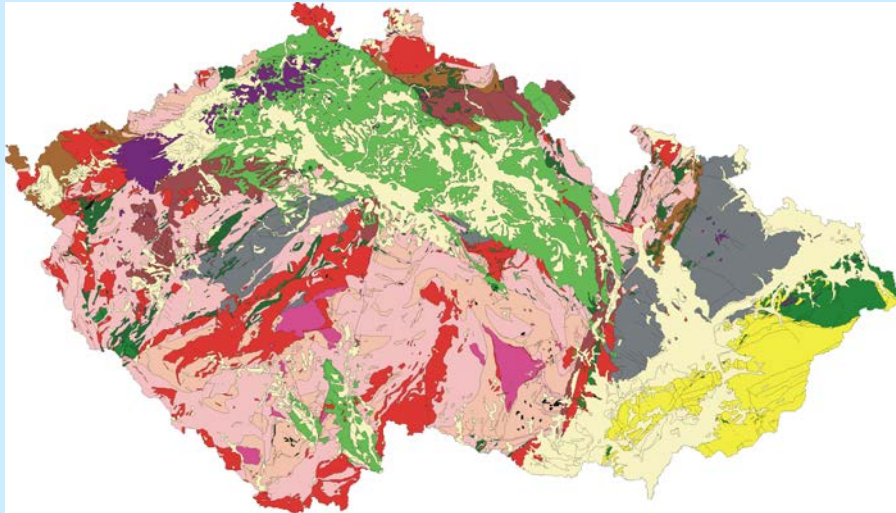
D_m - pyknometrická metoda

Subdukce - gravimetrická anomálie

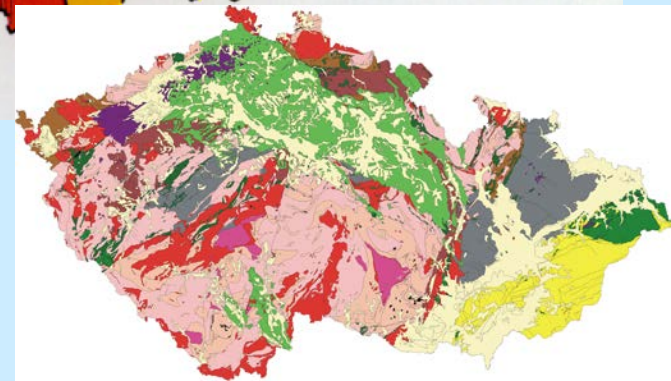
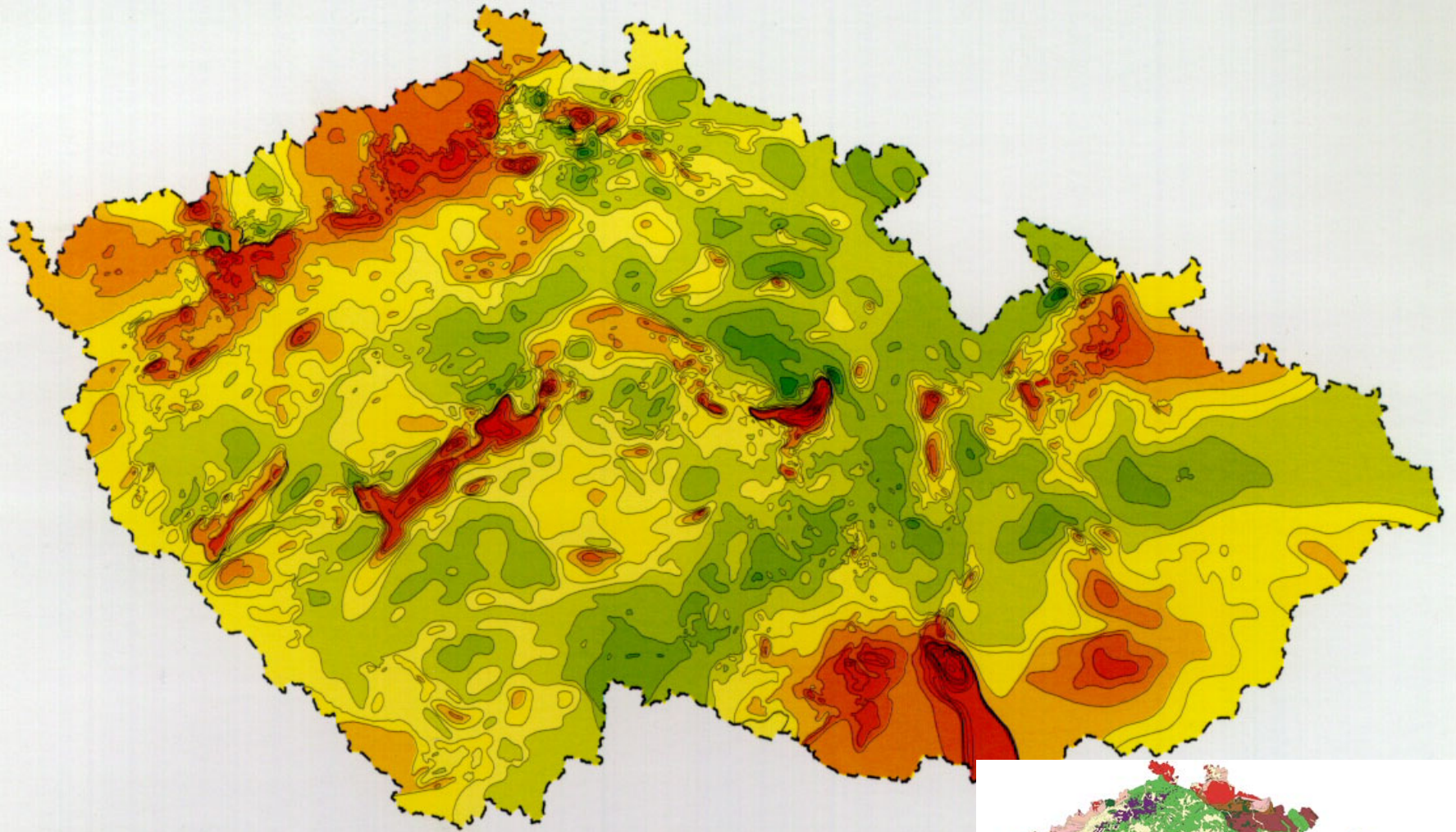


Magnetometrie

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



Magnetometrická mapa České republiky

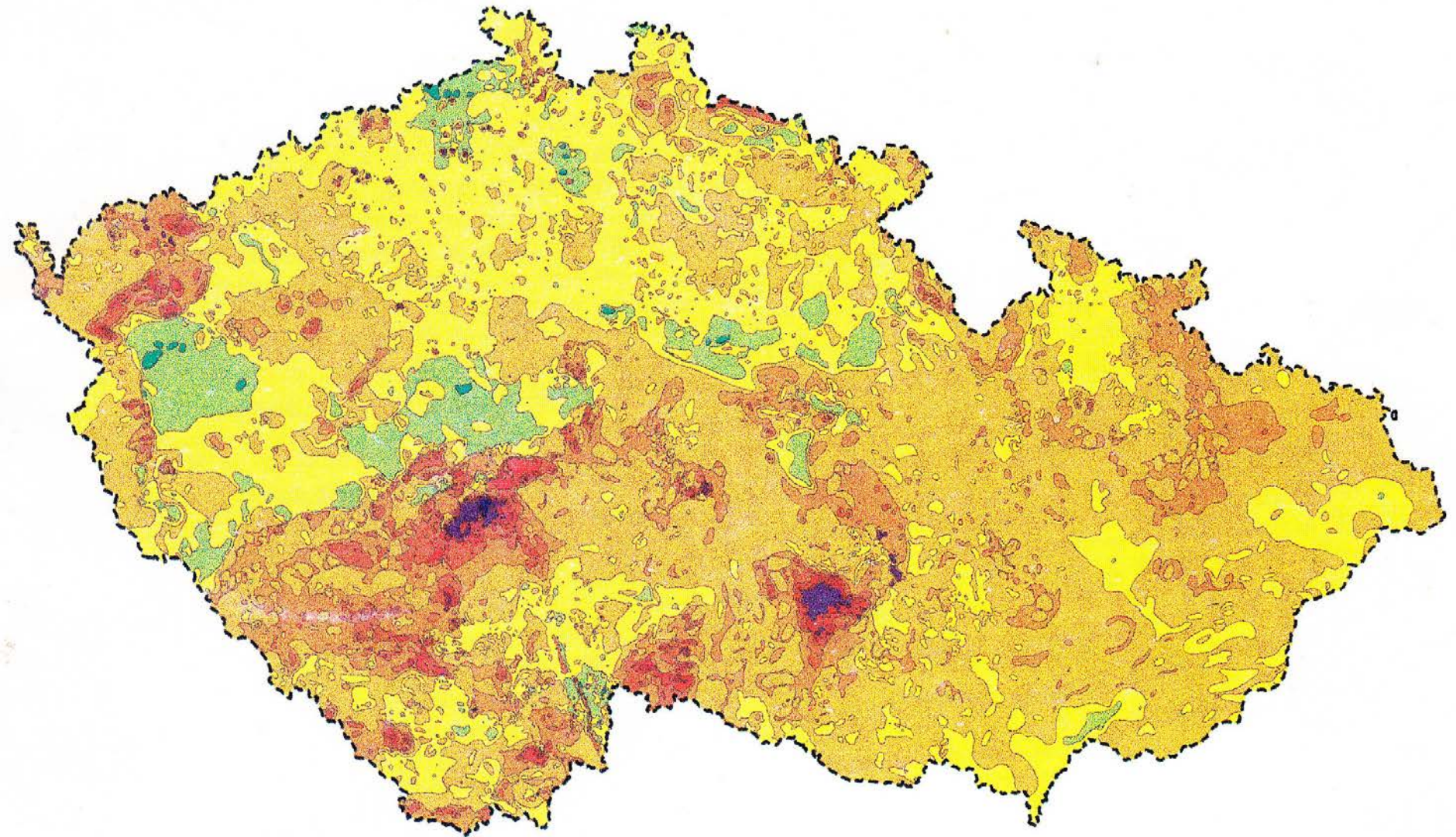


Petrofyzika v geofyzice

Termika: množství tepla, které projde jednotkovou plochou, závisí na rozdílu teplot a tepelné vodivosti, $Q = \lambda S t (T_1 - T_2) / \delta$,
 Q - teplo, S - plocha, T_1, T_2 - teploty desky, δ - tloušťka desky, t - čas,
 λ - $q / \text{grad } T$, q - hustota tepelného toku, $\text{grad } T$ - gradient teploty,
aplikace: (1) tepelná energie (topení, elektrárny), (2) indikace skrytých mladých vulkanitů, (3) bazény s vyhřívanou vodou

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

Mapa radioaktivity hornin České republiky



Petrofyzika v petrologii, 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)

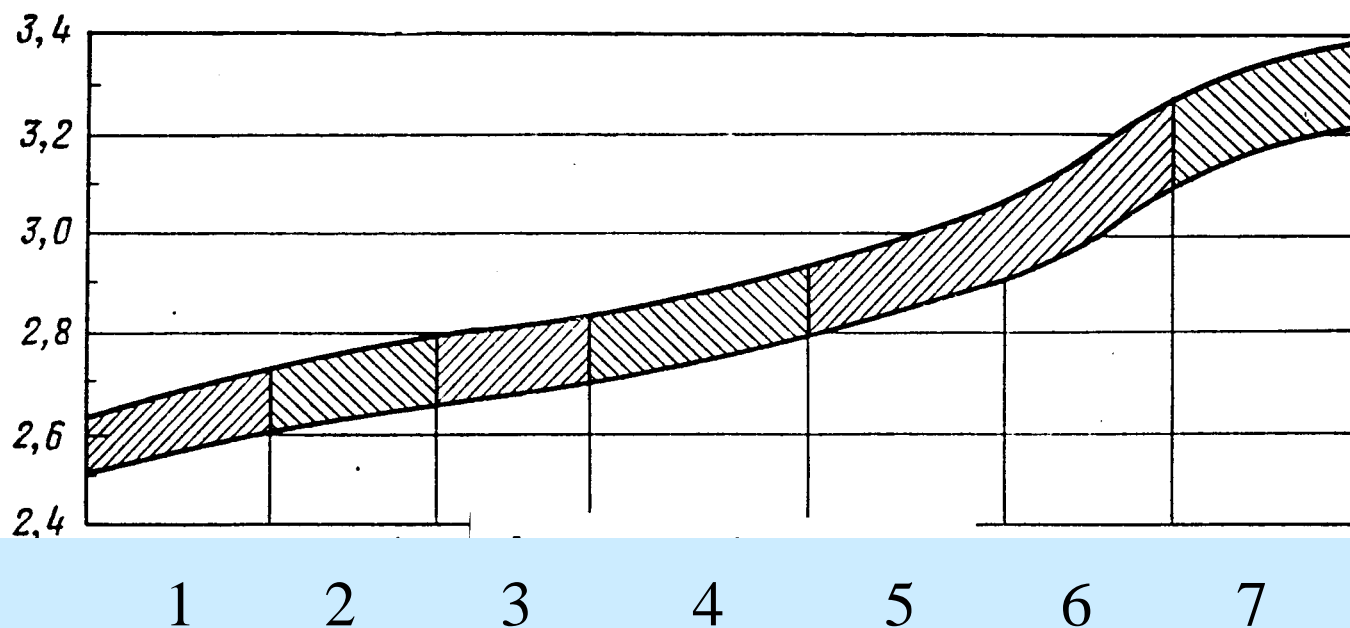
Tepelné vl.: (1) tepelný tok, (2) skrytá vulkanická tělesa

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

Hustoty magmatických hornin

(1) závisejí na minerálním složení, (2) u granitů a ultrabazik rostou obecně s bazicitou, (3) u granitů závisejí především na obsahu tmavých minerálů

$D, \text{g/cm}^3$



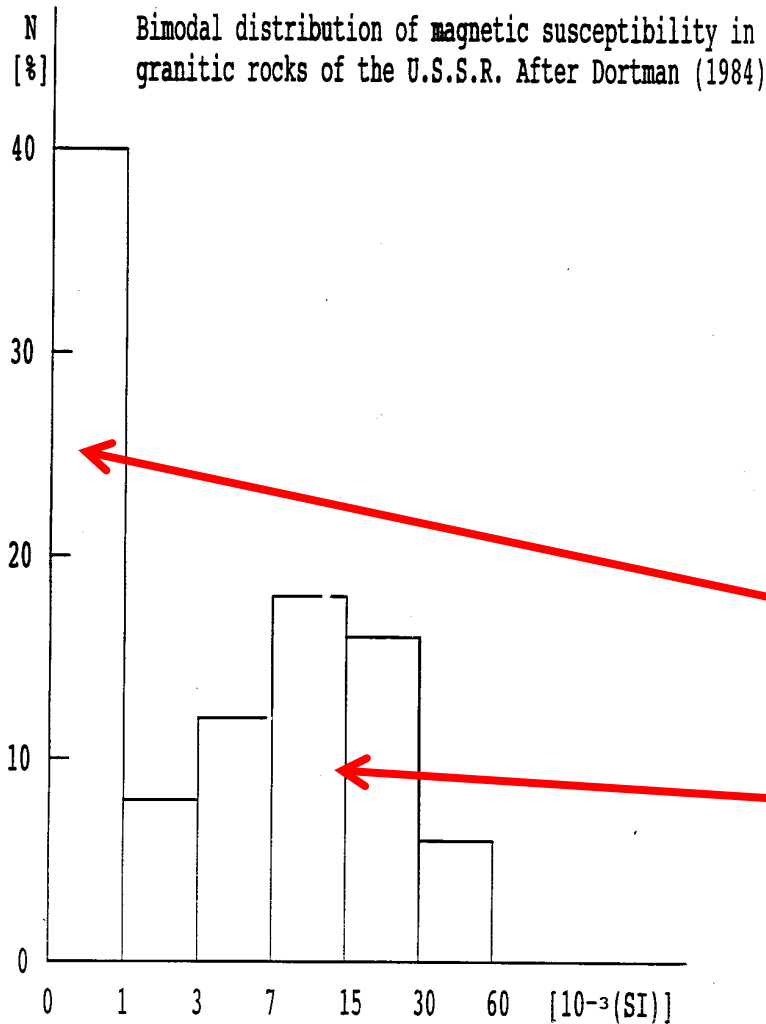
- 1 granit
- 2 granodiorit
- 3 krem. diorit
- 4 diorit
- 5 gabro
- 6 pyroxenit
- 7 peridotit

Magnetic Susceptibility in Granites

Magnetic susceptibility of granites is extremely variable, ranging from 10^{-6} [SI] to 10^{-1} and displaying a bimodal distribution.

Weakly Magnetic Granites (Dortman)
Paramagnetic Granites (Bouchez)

Magnetic Granites (Dortman)
Ferromagnetic Granites (Bouchez)



Petrofyzika ve strukturní geologii

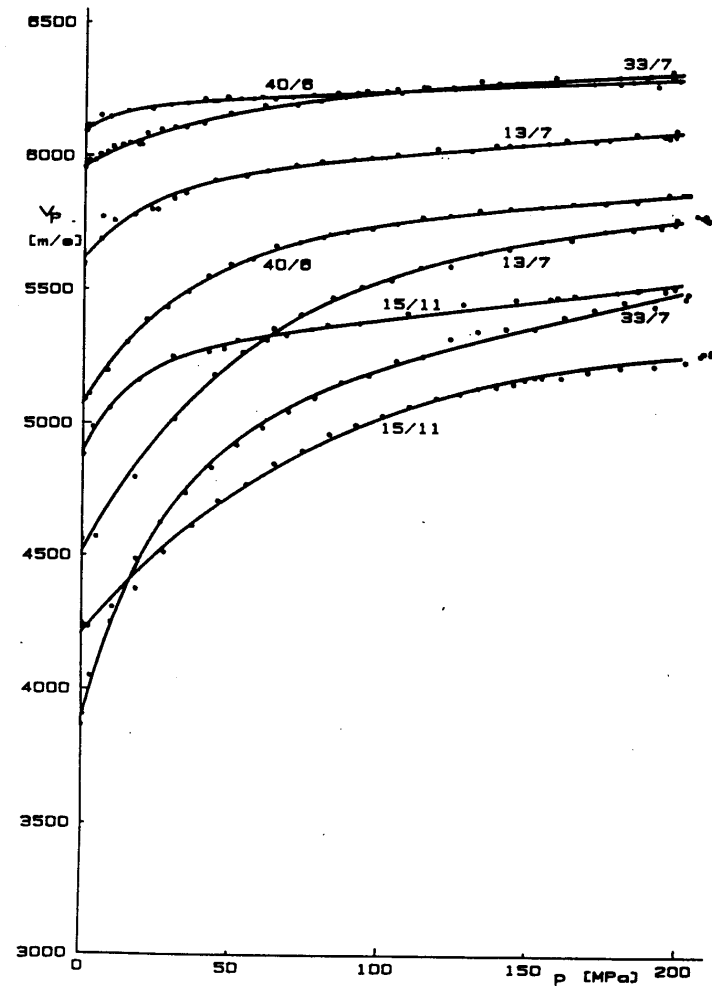
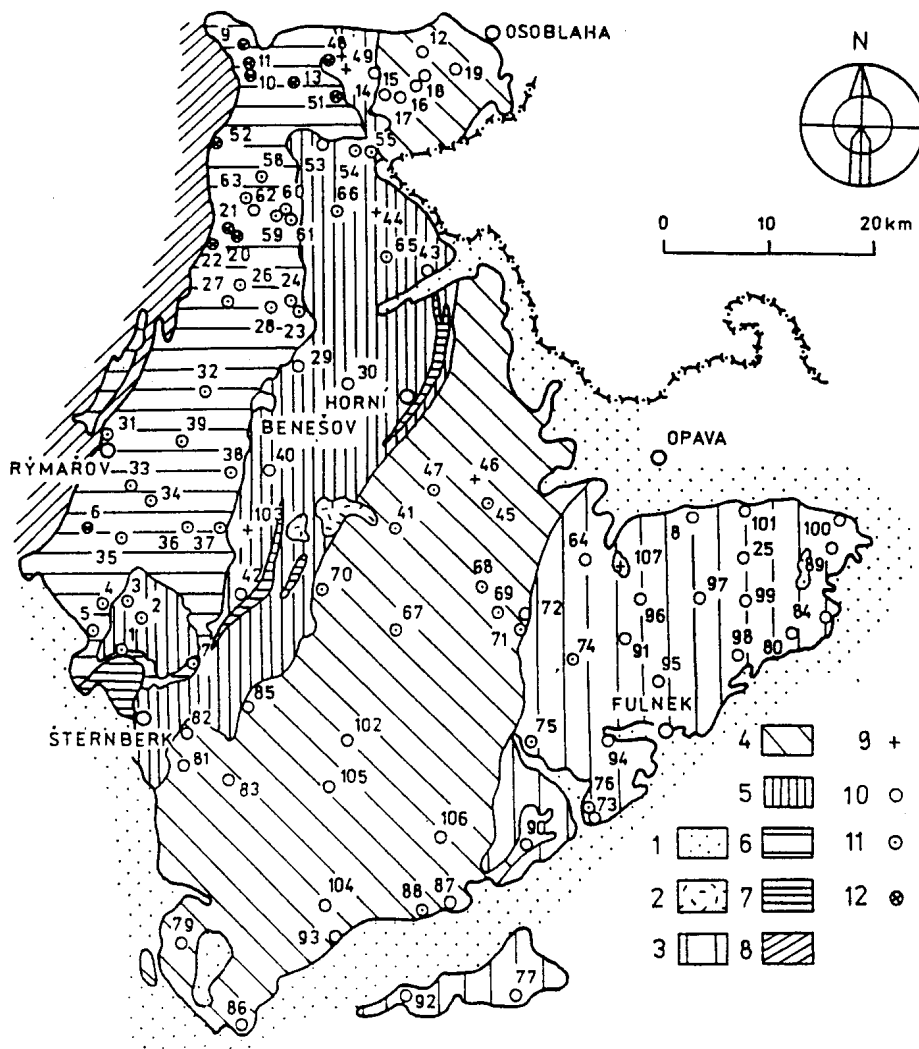
Elastická anizotropie: (1) přednostní orientace horninotvorných minerálů, (2) anizotropie kůry a pláště, (3) orientace rozhraní litosférických desek, (4) nízkoteplotní tektonika (mikrotrhliny)

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), (3) v sedimentech

Nízký Jeseník



Vliv tlaku - hradecko-kyjovické souvrství

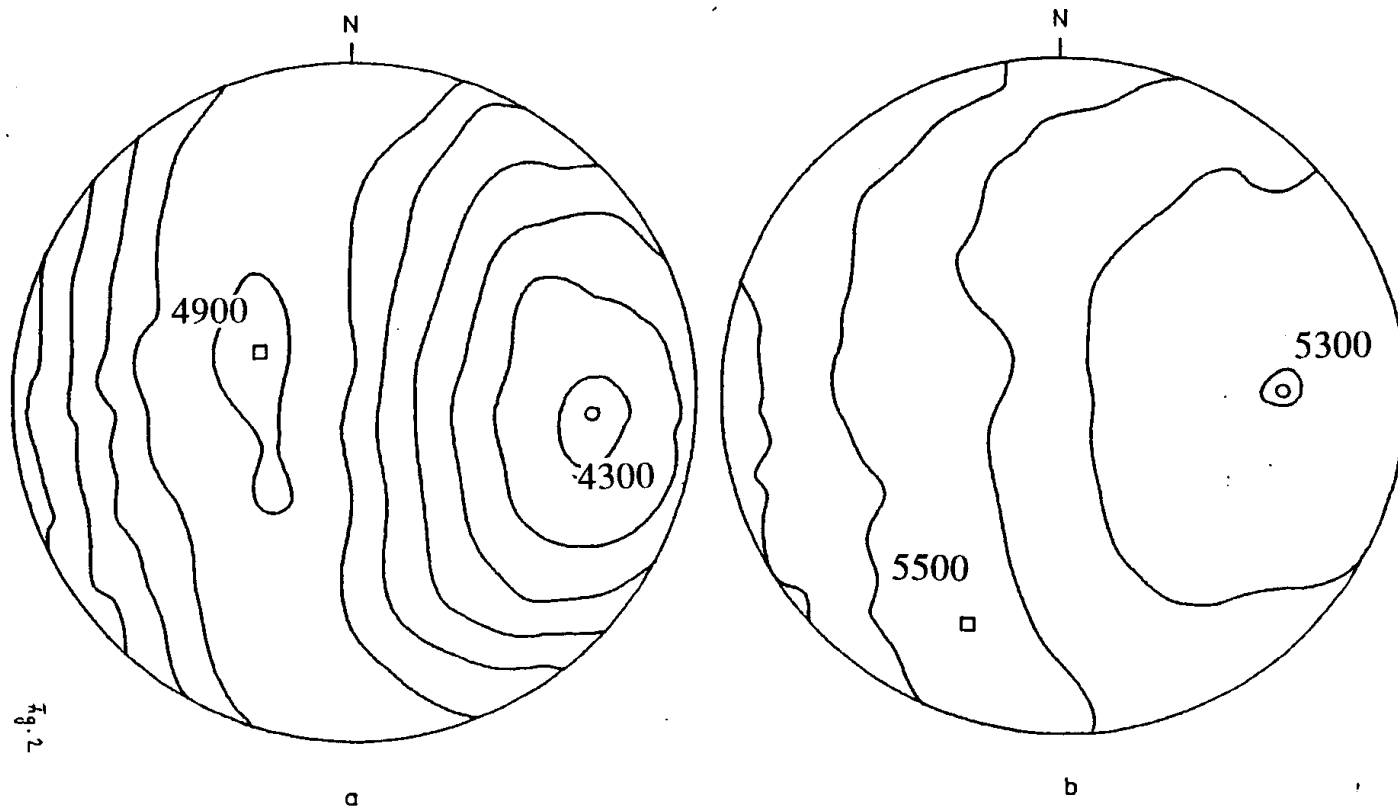
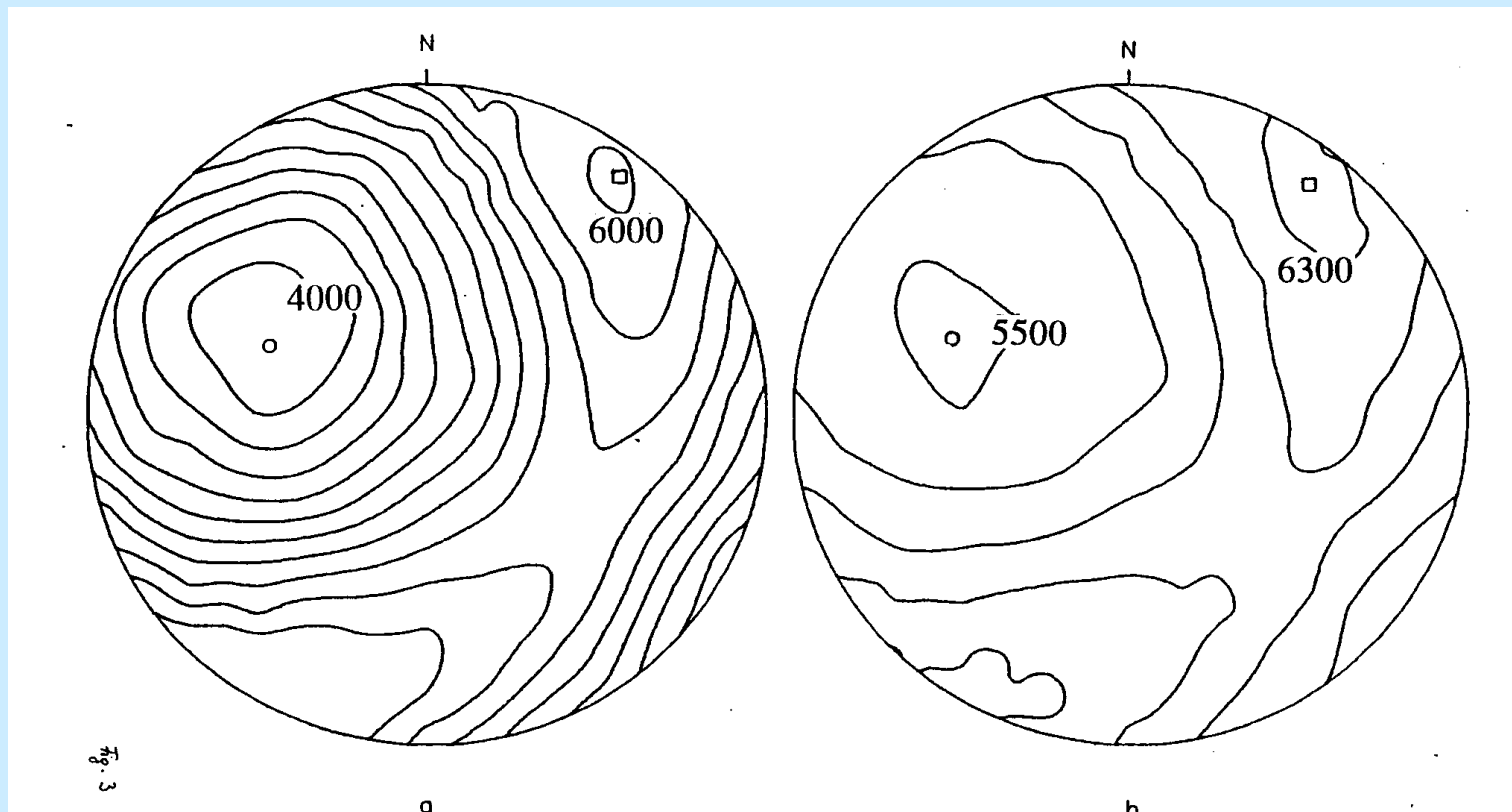


Fig. 2

Vliv tlaku - andělskohorské souvrství



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 $1/683\text{W}$ na steradián

Ampér (**A**) – intenzita proudu, který protéká dvěma rovnoběžnými nekón. dlouhými vodiči vzdálenými od sebe 1 m, které na sebe působí silou 2×10^{-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}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	μ	n	P
Násobek	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-6}	10^{-9}	10^{-12}

Doporučená literatura

Kobr, M. et al. Petrofyzika. Karolinum (skripta), 1997, Praha

Dortman N.D. Fizičeskije svojstva gornych porod i poleznych iskopajemych. Moskva, Nedra, 1984.

Nagata, T. Rock magnetism. Maruzen Tokyo, 1961.

Adams, J.A.S. & Gasparini, P. Gamma ray spectrometry of rocks. Elsevier Amsterdam, 1970.

Musgrave M.P.J. Crystal acoustics. Holden-Day, San Francisco, 1970.

Doporučená literatura

Angenheister, J. et al. Landolt-Börnstein Numerical Data and Functional Relationship in Science and technology, Group IV, Vol. 1, Springer Berlin, 1982.

Tarling, D.H. & Hrouda, F. The magnetic anisotropy of rocks. Chapman & Hall, London, 1993.

Hearmon, R.F.S. - Úvod do teorie pružnosti anizotropních látek. SNTL Praha, 1965.