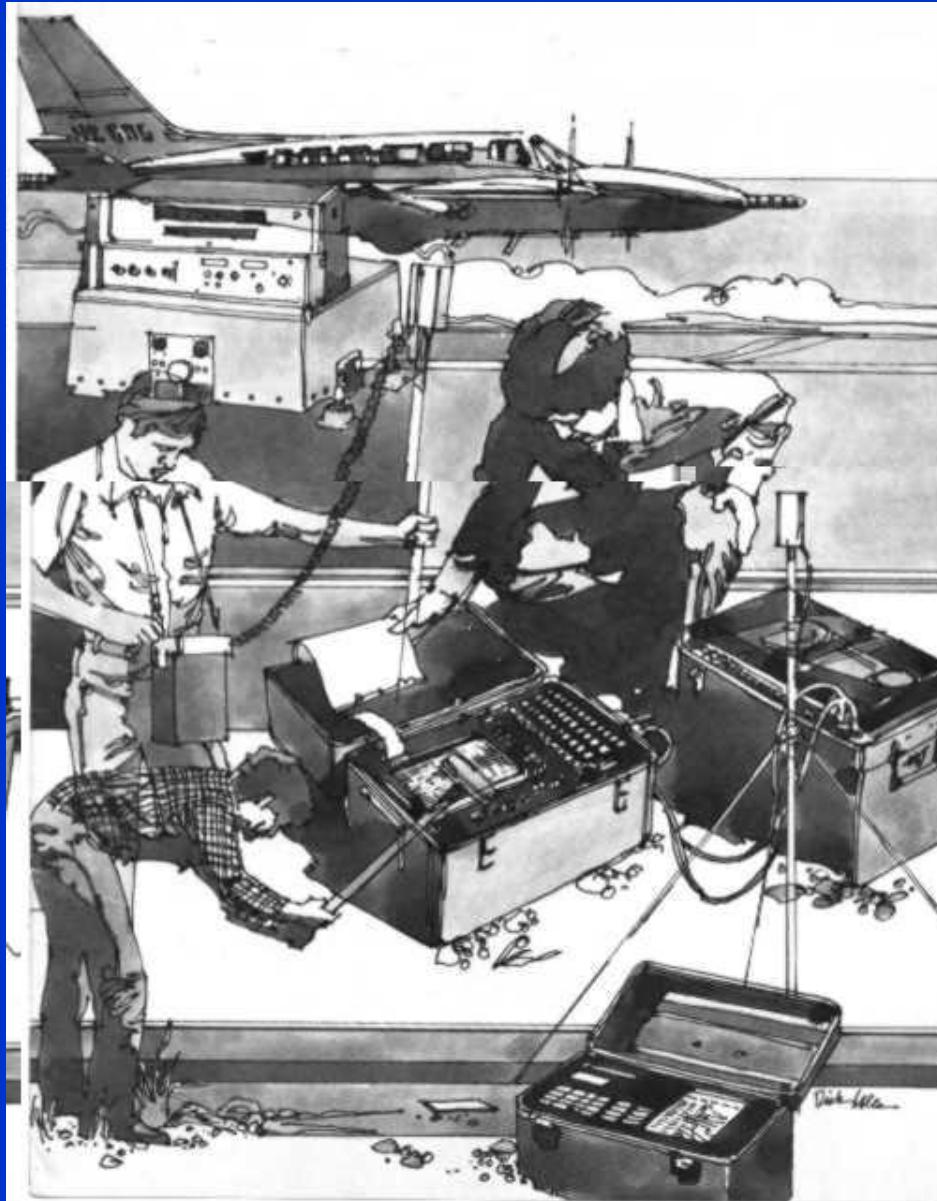


Základy aplikovanej geofyziky



gravimetria

magnetometria

geoelektrika

seizmika

karotáž

rádiometria

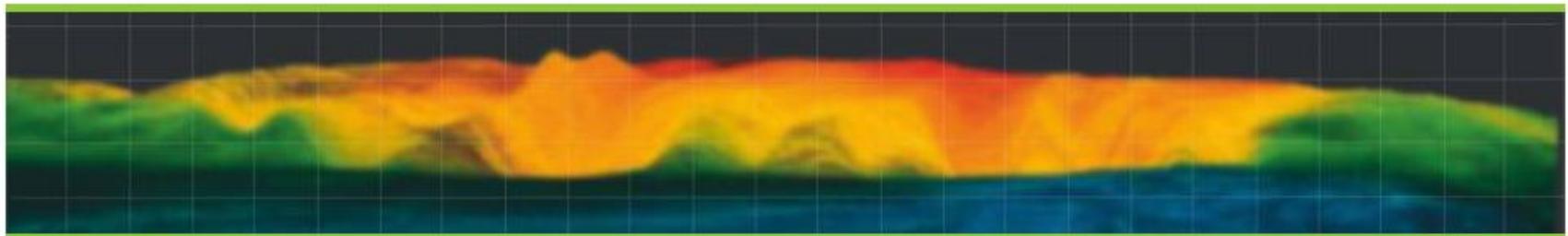
seizmológia

Prezentácie z prednášok vo forme PDF:

<http://www.kaeg.sk>

Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského v Bratislave

Katedra aplikovanej a environmentálnej geofyziky



Domov

Štúdium

Katedra

História

Zamestnanci

Výskum

Fotogaléria

Súbory

Dôležité termíny pre študentov – ZS 2016/17

Napsal Roman Paštka, 18. marec 2016 v Aktuality

Výučba v zimnom semestri: 19.9. – 16.12.2016

Skúškové obdobie: 19.12. – 23.12.2016, 2.1. – 10.2.2017

[Čítať ďalej »](#)

Letná medzinárodná geofyzikálna škola 2016

Napsal Roman Paštka, 18. marec 2016 v Aktuality

Hľadať

zadajte výraz...

Rýchla navigácia

[Fotogaléria](#)

[História](#)

[Katedra](#)

[Štúdium](#)

[Učebné texty](#)

Prezentácie z prednášok vo forme PDF:

<http://www.kaeg.sk>

[8. Fyzika 8 plyny a kvapaliny 2015](#)

[9. Fyzika 9 elektrina 2015](#)

[10. Fyzika 10 magnetizmus 2015](#)

[10b. Doplnok: Fyzika 10b optika 2015](#)

[11. Fyzika 11 radioaktivita 2015](#)

Predmet: Základy aplikovanej geofyziky, 2. roč. bak. Geológia

Prednášky:

[1. Základy aplikovanej geofyziky – úvod](#)

[2. Základy aplikovanej geofyziky – gravimetria](#)

[3. Základy aplikovanej geofyziky – rádionuklidové metódy](#)

[4. Základy aplikovanej geofyziky – karotážne metódy](#)

[5. Základy aplikovanej geofyziky – seizmické metódy](#)

Skriptá:

[Gravimetria, Magnetometria, Geoelektrika, Seizmika, Radiometria, Karotaz](#)

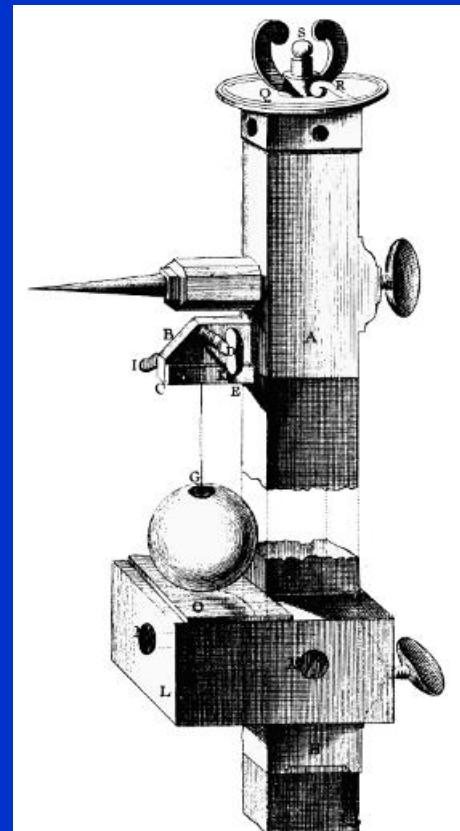
GRAVIMETRIA

Obsah prednášky:

- ujasnene si základných pojmov
- trošku z histórie
- jednotky v gravimetrii
- meranie tiažového zrýchlenia (prístroje)
- hustoty (minerálov a hornín)
- spracovanie meraní (úplné Bouguerove anomálie)
- interpretácia
- príklady využitia gravimetrie

GRAVIMETRIA

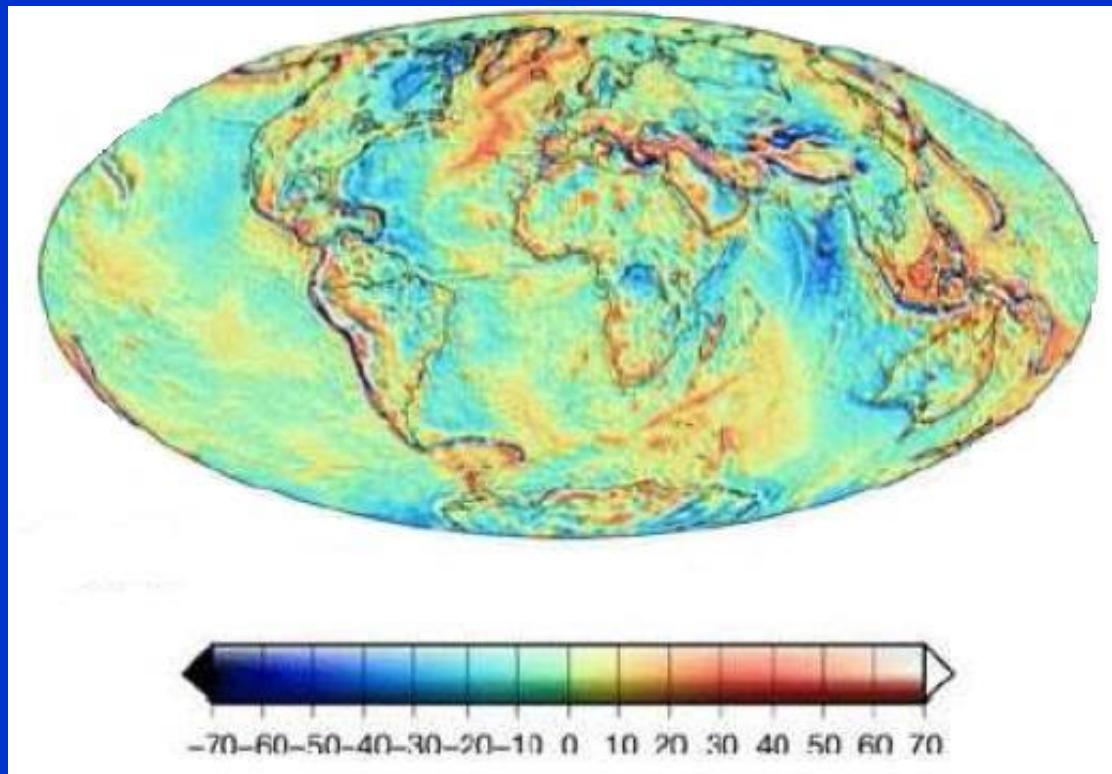
Meranie, vyhodnocovanie a interpretácia tiažových meraní („*gravis*“ – ťažký, „*metrein*“ - merat’)



UJASNENIE SI ZÁKLADNÝCH POJMOV

*hodnota g (tiažového zrýchlenia) je ... ?
konštantná?*

- a) *pre telesá s rozdielnou hmotnosťou v tom istom bode?*
- b) *pre telesá s rozdielnou hmotnosťou v rôznych bodoch?*



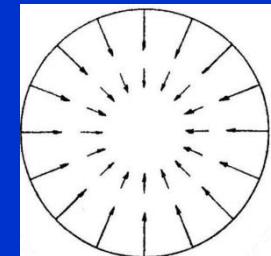
anomálie tiažového poľa Zeme (zo satelitných meraní)

UJASNENIE SI ZÁKLADNÝCH POJMOV

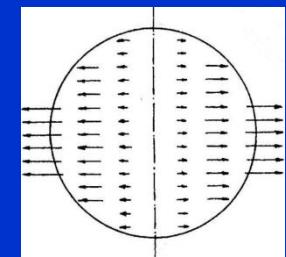
*existuje vlastne rozdiel medzi gravitačným
a tiažovým zrýchlením?
(alebo ide o synonymum?)*

gravitačné - „čistá príťažlivosť“

Zeme

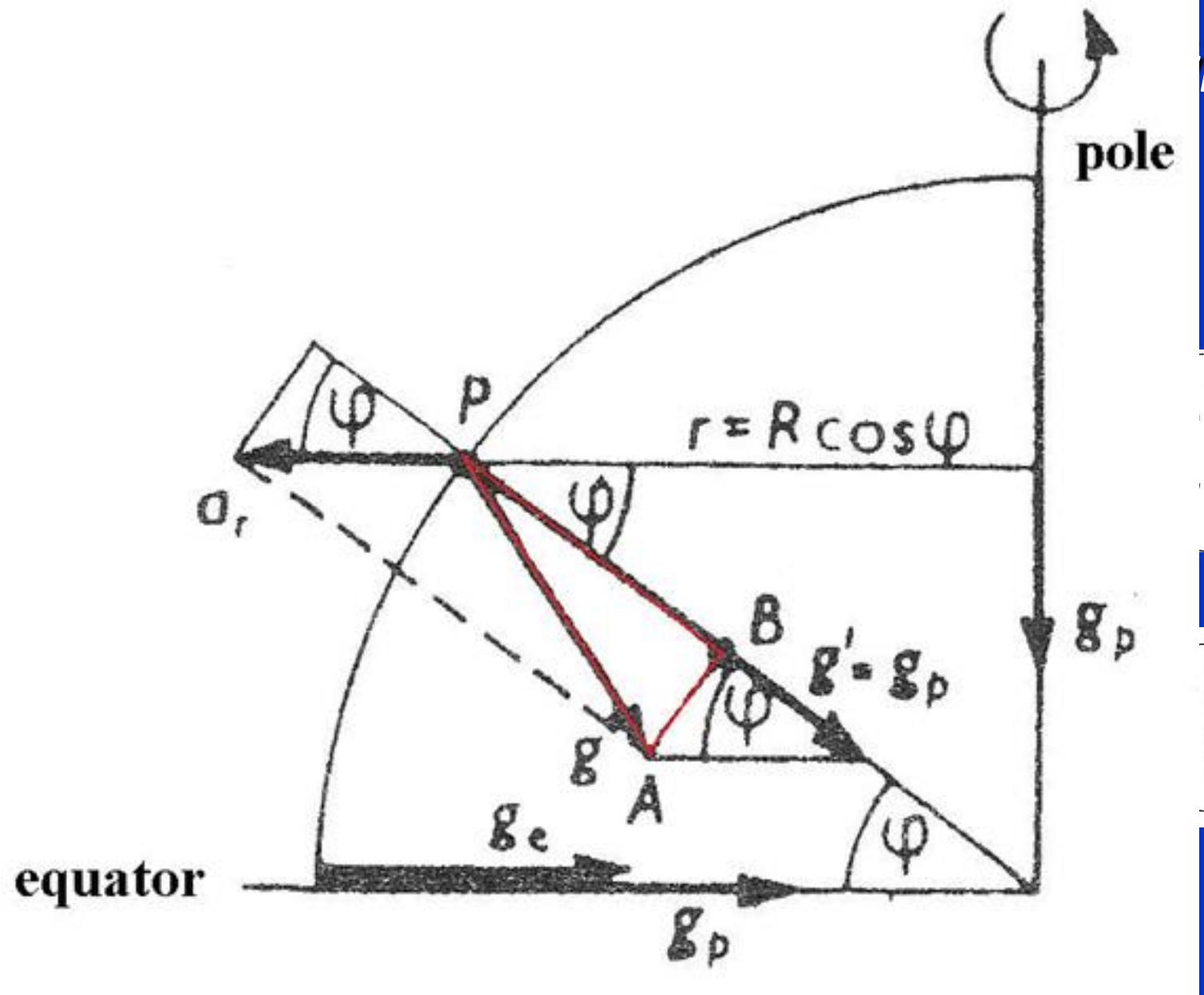


tiažové (merané) – výsledok
vektorového súčtu gravitačného a
odstredivého zrýchlenia Zeme



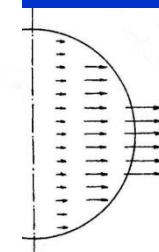
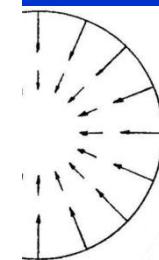
Pomer odstredivého a gravitačného zrýchlenia Zeme
je veľmi malý ≈ 0.005
(na póle je g cca $9.83 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$, na rovníku cca $9.78 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$)

UJASNENIE SI ZÁKLADNÝCH POJMOV



e
a
(
g
Z
ti
ve
o
Po
je

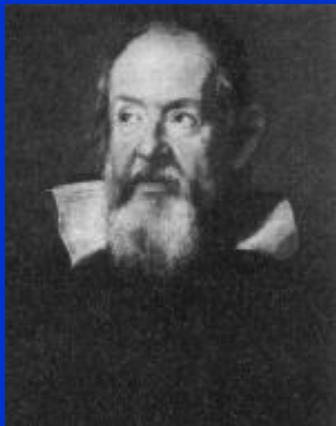
m



(na póle je g cca $9.83 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$, na rovníku cca $9.78 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$)

GRAVIMETRIA

trošku z histórie ...



**Galileo Galilei
(1564 - 1642)**



**Pierre Simon Laplace
(1749 – 1827)**



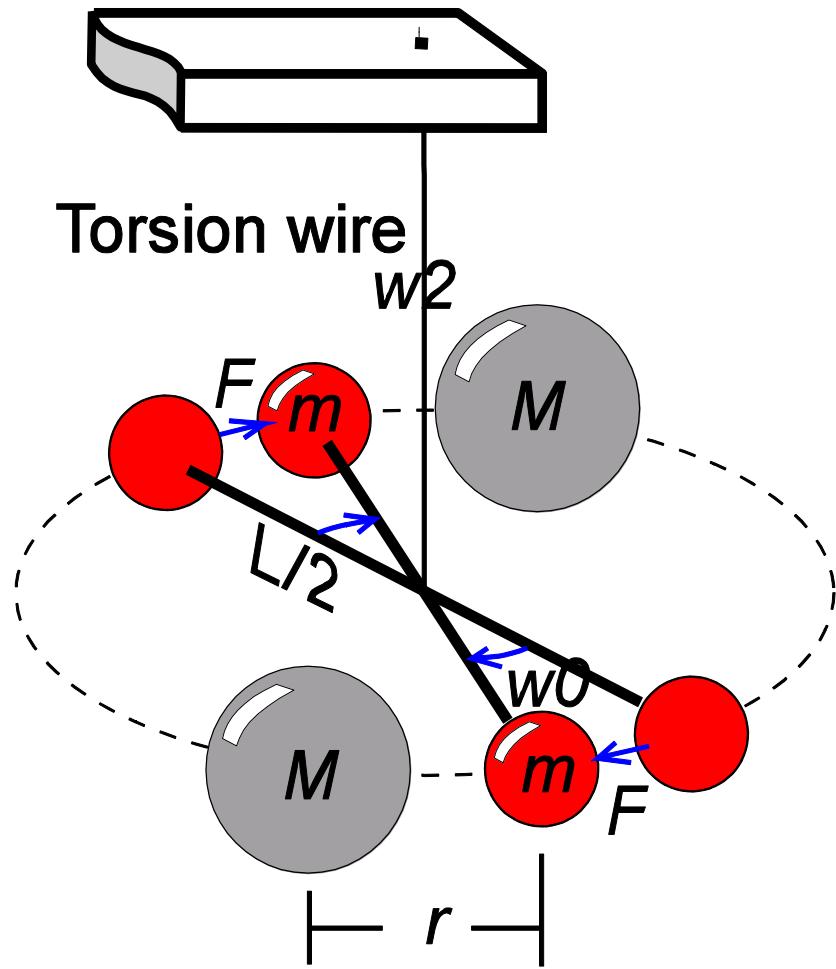
**Isaac Newton
(1643 - 1727)**



**Pierre Bouguer
(1698 – 1758)**

GRAVIMETRIA

úplne prvé prístroje...



torzné váhy



kyvadlo

Gravimetria – základné pojmy

- historický vývoj: Pierre Bouguer
mimoriadne zaujímavá postava,
účastník dôležitej expedície
do Ekvádoru (1735-1745) spolu
s La Condamine, Godin a Jussieu

v prípade záujmu poskytnem film:
Voyages of Discovery: Figure of the Earth

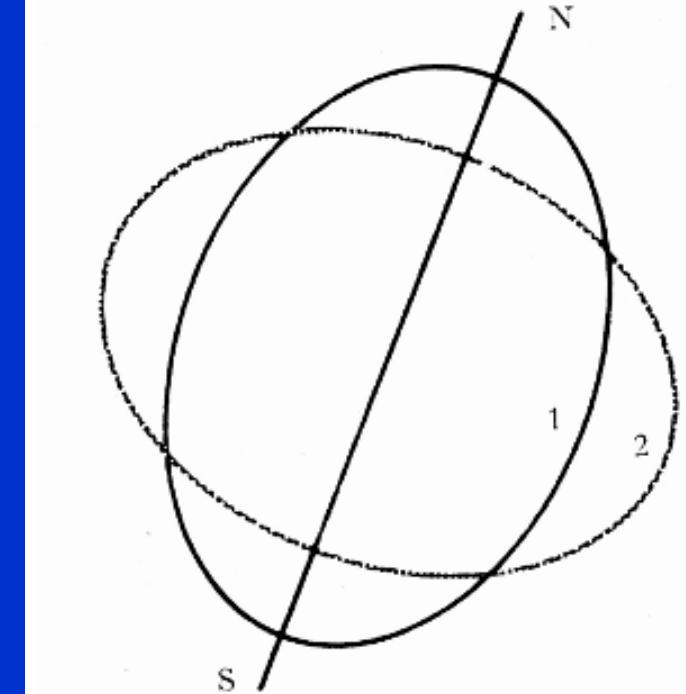
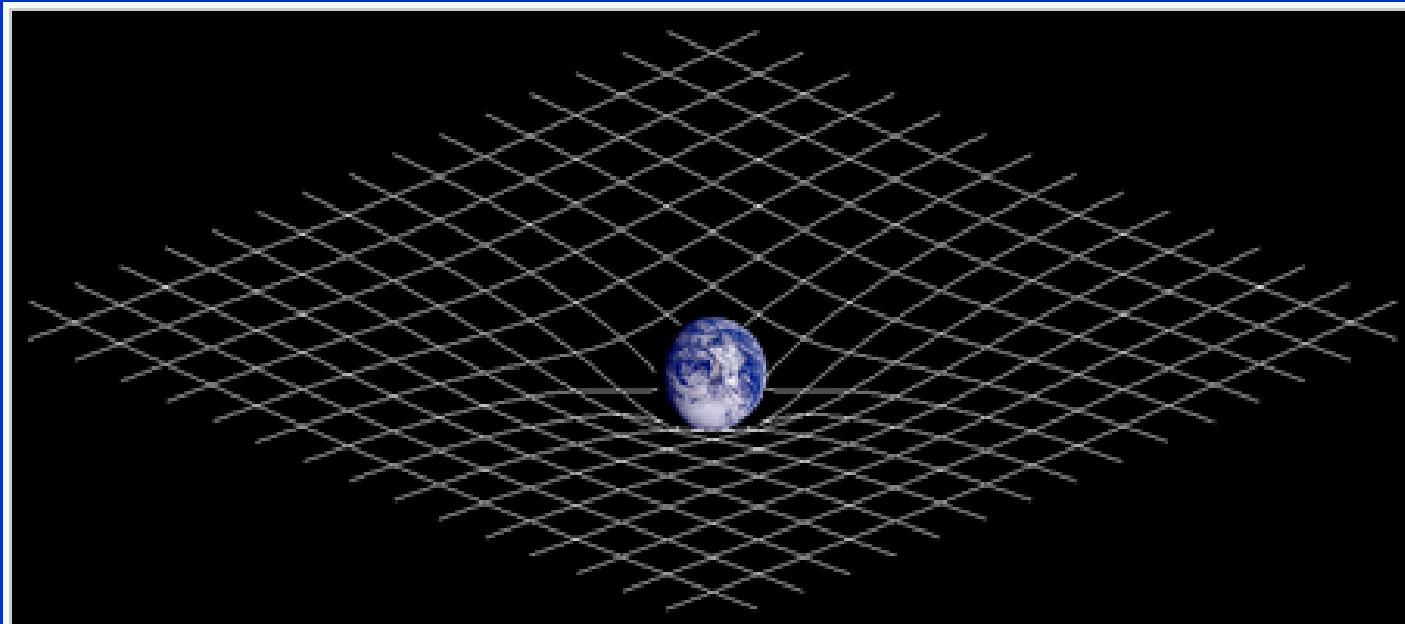


Figure 3.—MEASUREMENTS OF THE LENGTH of a degree of latitude which were completed in different parts of France in 1669 and 1718 gave differing results which suggested that the shape of the earth is not a sphere but a prolate spheroid (1). But Richer's pendulum observation of 1672, as explained by Huygens and Newton, indicated that its shape is that of an oblate spheroid (2). The disagreement is reflected in this drawing. In the 1730's it was resolved in favor of the latter view by two French geodetic expeditions for the measurement of degrees of latitude in the equatorial and polar regions (Ecuador—then part of Peru—and Lapland).

úplne iný pohľad dáva na gravitáciu Einsteinova všeobecná teória relativity – nejde o silové interakcie, ale o vplyv zakriveného časopriestoru



Dvojrozmerné zobrazenie zakrivenia časopriestoru. Prítomnosť hmoty mení geometriu časopriestoru a táto (zakrivená) geometria je interpretovaná ako gravitácia.



...cez ňu sa dajú vysvetliť čierne diery, tzv. gravitačné šošovky, atď.

Pre účely aplikácie fyziky v geológii nám úplne postačuje pracovať v oblasti Newtonovskej mechaniky...

Meraná veličina v gravimetrii

Merané g je vektor, avšak pracujeme so skalárom g .

používané jednotky v gravimetrii

systém SI: $\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$

používané sú násobky:

$$1 \mu\text{m}\cdot\text{s}^{-2} = 10^{-6} \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$$

v anglosaskej literatúre:

$$1 \text{ mGal} = 10 \mu\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$$

$$1 \text{ mGal} = 10^{-5} \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$$

$$1 \text{ Gal} = 10^{-2} \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$$

$$1 \mu\text{Gal} = 0.001 \text{ mGal}$$

predstava o presnosti dnešných gravimetrických meraní

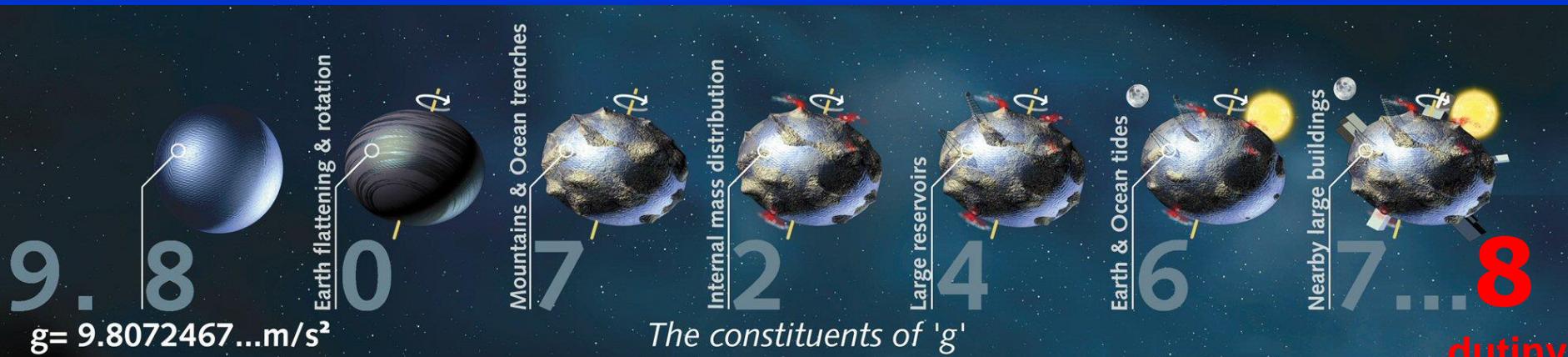
$$g = 9.82345678 \text{ m/s}^2$$

úroveň mGal

úroveň μGal

súčasné prístroje merajú s presnosťou

$$0.01 \text{ do } 0.001 \text{ mGal} = 10 \text{ do } 1 \mu\text{Gal}$$



oblast'
mikrogravimetrie

Meranie a základné spracovanie dát v gravimetrii:

Zahŕňa v sebe:

- samotné meranie s prístrojom (gravimeter)
- opravu o chod prístroja
- prepočet na absolútnu hodnotu (pri relat. meraniach)
- výpočet chyby merania
- výpočet tzv. Bouguerových anomálií

meranie v gravimetrii

**prístroje na meranie tiažového
zrýchlenia sa nazývajú gravimetre**

absolútne gravimetre

**laboratórne,
vyššia presnosť:
0.001 mGal,
voľný pád,
pomalšie (hodiny)**

Micro-g FG-5



relatívne gravimetre

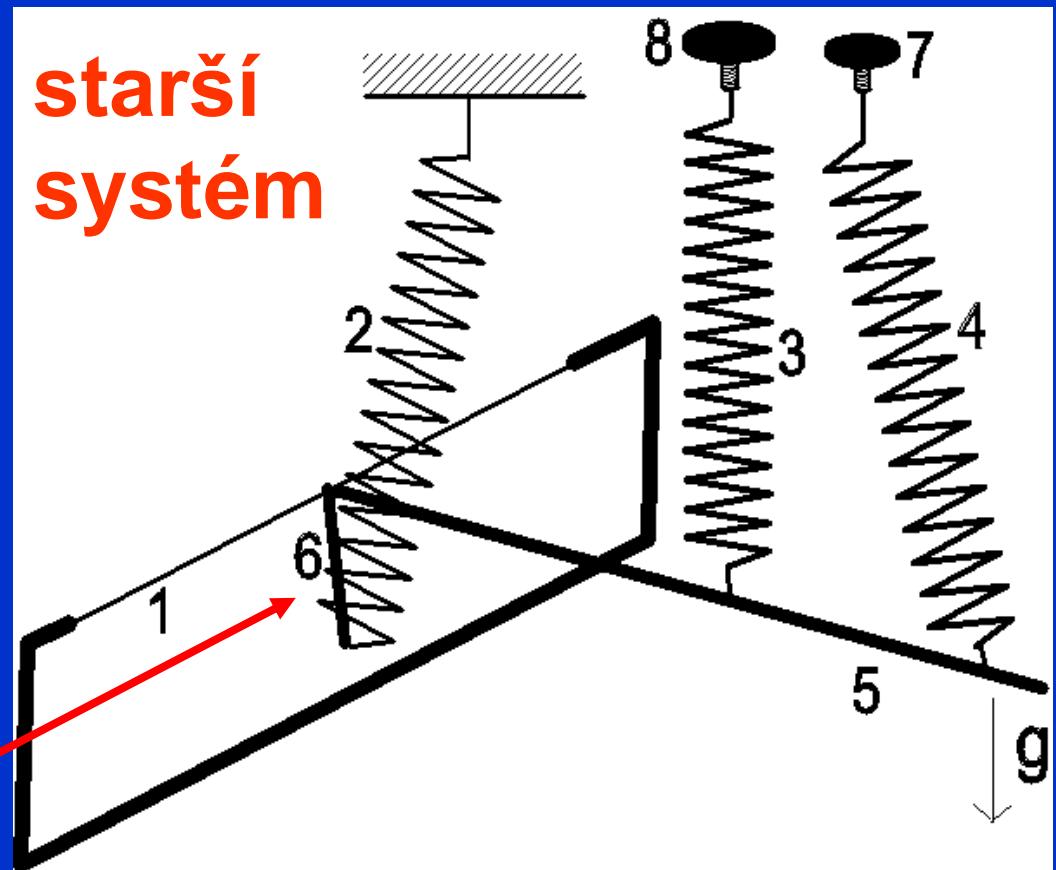
**terénné,
nižšia presnosť:
0.01-0.005 mGal,
pružinový systém
rýchlejšie (minúty)**



Scintrex CG-5

relatívny (pružinový) gravimeterr

meranie –
manuálne

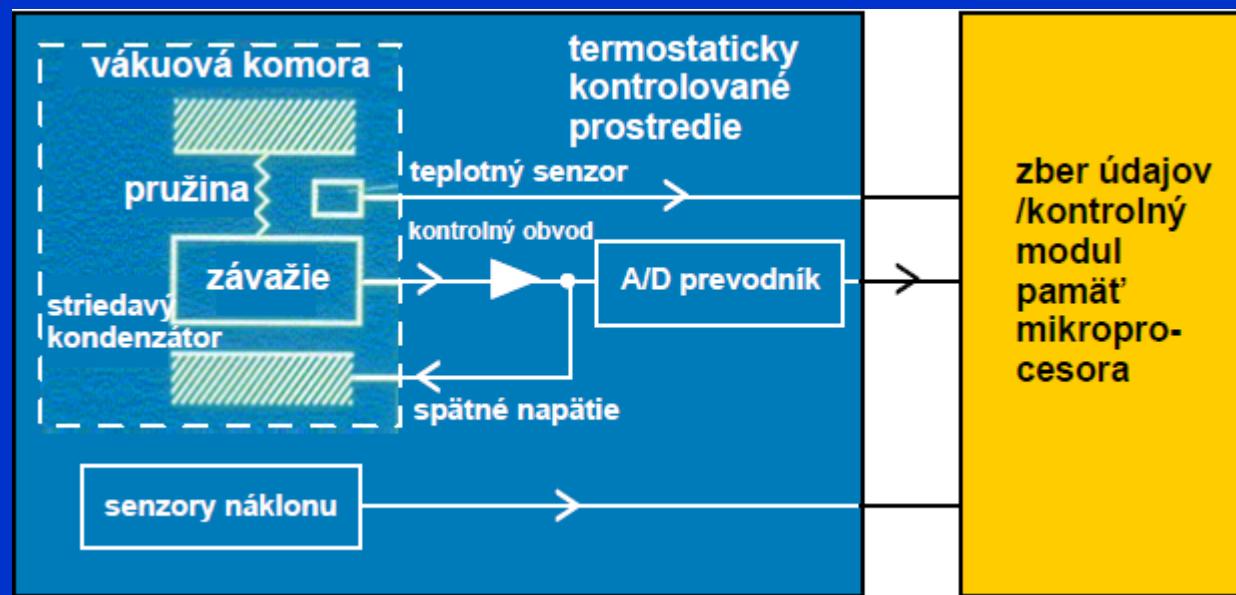
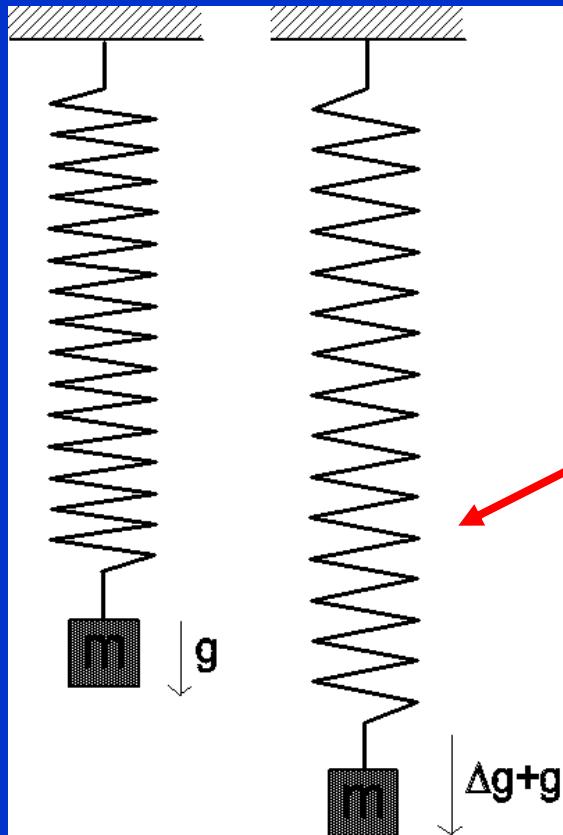


- 1 – torzné vlákno
- 2 – astazujúca (zvýrazňujúca) pružina
- 3 – rozsahová pružina
- 4 – meracia pružina
- 5 - vahadlo

relatívny (pružinový) gravimeterr

meranie – automatické (tzv. Autograv systém)

novší systém



relatívny (pružinový) gravimeterr

súčasné moderné (state of the art) relatívne gravimetre:



**LaCoste and
Romberg
(LC&R),
modely G a D**

**Scintrex
CG-3 a
CG-3M**

**Scintrex
CG-5**

**ZLS-Burris
(skratka pre
Zero Length
Spring)**

Staršie typy – meraná veličina je počet otáčok skrutky meracej pružiny (prevod na [mGal] pomocou tzv. konštanty prístroja [mGal]/dielik).

Novšie typy – meraná veličina je elektrické napätie, ktoré je opäť prevedené na [mGal] pomocou vnútornej konštanty prístroja ([mGal]/mV).

relatívny (pružinový) gravimeterr

najnovšie relatívne gravimetre:



Scintrex CG-6
(na obr. spolu s CG-5)

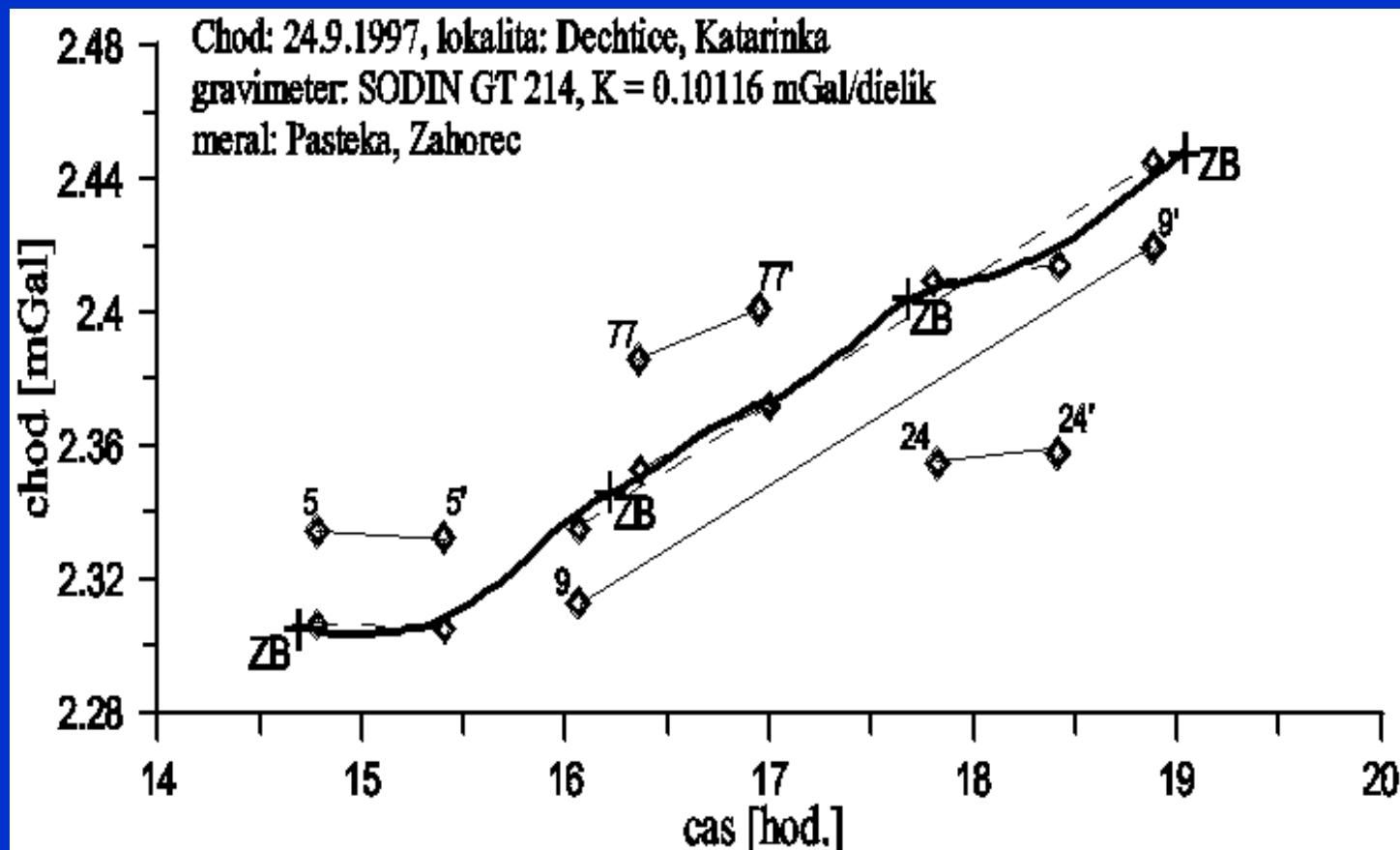


LG-1 GALILEO
(česká firma GF Instruments)

meranie v gravimetrii

musí sa odstraňovať tzv. chod prístroja (drift)

spôsobený: otrasmi, zmenami teploty a tlaku,
slapovými účinkami Slnka a Mesiaca
(moderné gravimetre ich vedia zrátat')



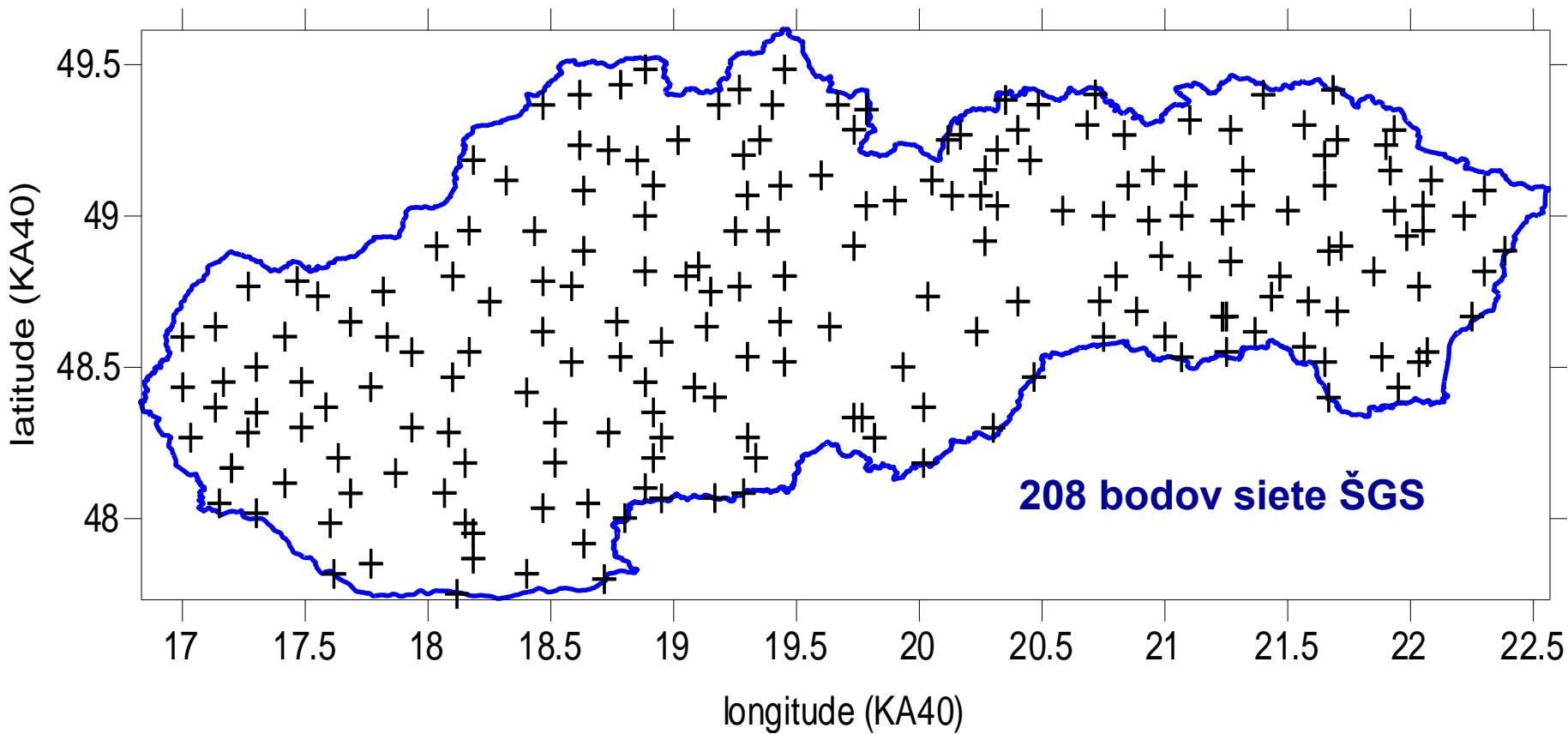
meranie v gravimetrii

výsledkom meraní a opravy o chod je hodnota
relatívneho tiažového zrýchlenia Δg , ktoré sa
prepočítava na jeho absolútnu hodnotu g,
K tomu je potrebné takúto hodnotu g poznať aspoň v jednom
bode (meranie s absol. grav. alebo sa využijú body štátnej siete)



Body Štátnej Polohovej Siete (ŠPS) u nás spravuje
Geodetický a Kartografický Ústav Bratislava (GKÚ).

meranie v gravimetrii



Starší systém – tzv. Štátnej Gravimetrickej Sieti (ŠGS),
taktiež pod správou GKÚ.

Základný materiálový parameter v gravimetrii
je hustota,

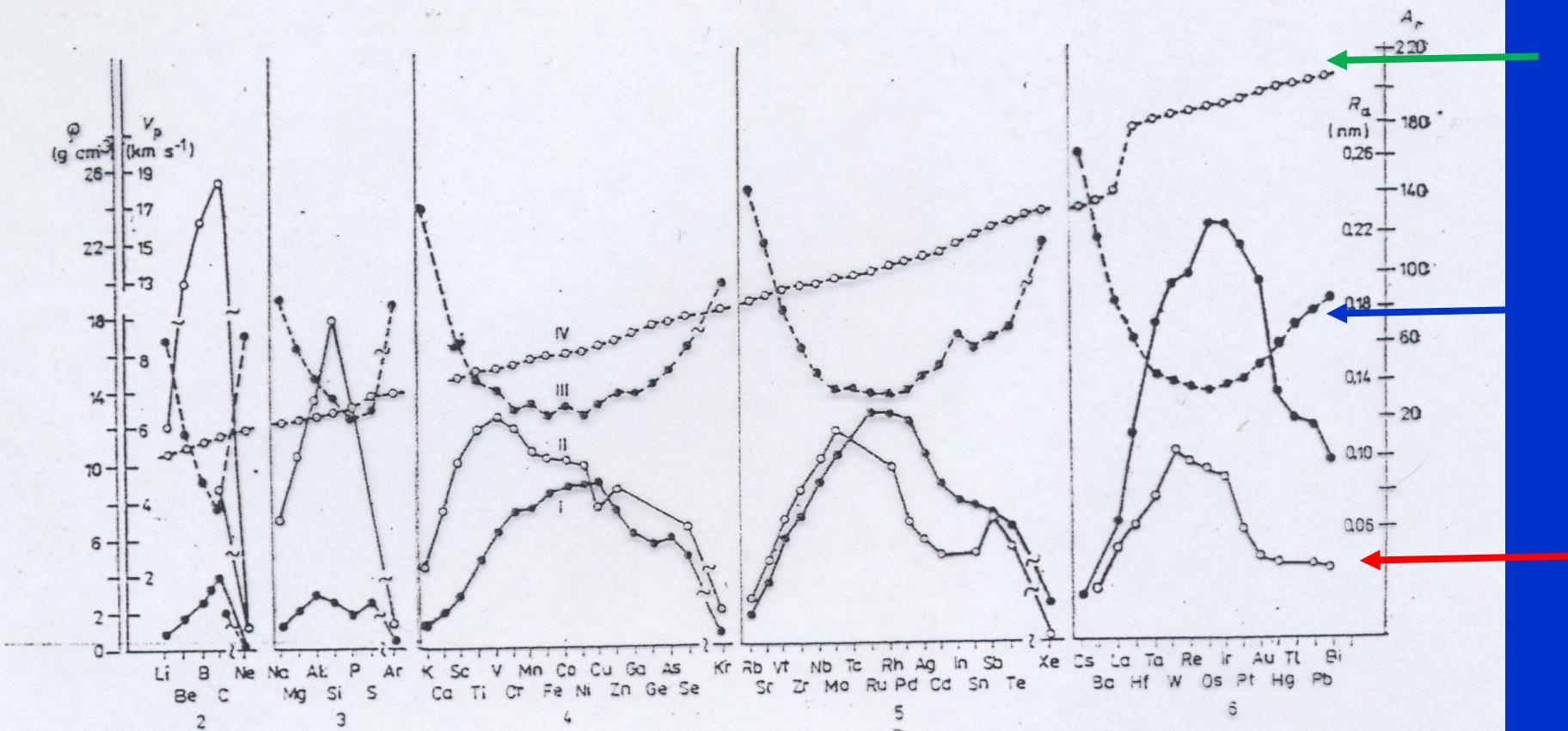
**študujeme prejavy hustotných nehomogenít
v nameranom (anomálnom) poli g**

jednotky (systém SI): $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$

používané sú násobky:

$$1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} = 1 \text{ kg} \cdot \text{dm}^{-3} = 1 \text{ Mg} \cdot \text{m}^{-3} = \\ = 1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$$

hustoty – vlastnosti, súvislosti



Obr. 2. Závislosť fyzikálnych vlastností chemických prvkov na jejich postavení v periodické soustavě

I — hustota, II — rýchlosť šíření podélných vln, III — atomový polomér, IV — pomerná atomová hmotnosť; 2 až 6 — periody soustavy prvků (Dortman, Magid 1969)

Tieto vlastnosti sa prejavujú najmä pri rudných mineráloch
(pri horninotvorných sú to najmä väzby a kryštalizačná sústava)

hustoty – vlastnosti, súvislosti

PERIODICKÁ SÚSTAVA CHEMICKÝCH PRVKOV

ČIMO

Admission and Management of Acute Myocardial Infarction

	CÉRUM CERIUM 140,115	PRAZEODÝM PRAZEOXYD 140,908	NEODÝM NEODYMIUM 144,240	PROMÉTIUM PROMETHIUM (146,915)	SAMÁRIUM SAMARIUM 150,360	EUROPIUM EUROPIUM 151,985	GADOLÍNÍUM GADOLINIUM 157,250	TERBIUM TERBIUM 158,925	DYSPROZÍUM DYSPROSIUM 162,500	HOLMIUM HOLMIUM 164,930	ERBÍUM ERBIUM 167,260	TÚLIUM THULIUM 168,834	YTTERBÍUM YTTERBIUM 173,040	LUTÉCIUM LUTETIUM 174,967	SLOVENSKÝ NÁZOV LATINISKÝ NÁZOV RELATÍVNA ATOMOVÁ HMTNOSŤ	VODÍK HYDROGENIUM 1,008
PERÍÓDA	6	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	LANTANOÏDY
	P	58 1,1 3,4	59 1,1 3,4	60 1,2 3	61 1,2 3	62 2,3 2,3	63 1,0 2,3	64 1,1 3	65 1,2 3,4	66 1,2 3	67 1,2 3	68 1,2 3	69 1,2 2,3	70 1,1 2,3	71 1,2 3	
	7	TÓRIUM THORIUM 232,038	PROTAKTINIUM PROTACTINIUM (231,036)	URÁN URANIUM 238,029	NEPTÚNIUM NEPTUNIUM (237,048)	PLUTÓNIA PLUTONIUM (244,064)	AMERICIUM AMERICIUM (243,061)	CURIUM CURIUM (247,070)	BERKELIUM BERKELIUM (247,070)	KALIFORNIUM CALIFORNIUM (251,080)	EINSTEINIUM EINSTEINIUM (252,083)	FERMÍUM FERMIUM (257,095)	MENDELEVÍUM MENDELEVIUM (258,099)	NOBELIUM NOBELIUM (259,101)	LAWRENCIUM LAWRENTIUM (260,105)	
	Q	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	AKTINOÏDY
		90 1,3 4	91 1,5 4,5	92 1,7 3,4,5,6	93 1,3 3,4,5,6,7	94 1,3 3,4,5,6	95 1,3 3,4,5,6	96 1,3 3,4	97 1,3 3,4	98 1,3 2,3,4	99 1,3 2,3	100 1,3 2,3	101 1,3 2,3	102 1,3 2,3	103 1,3 3	
																1 H 2,1 -1,1

Rozpätie hustôt minerálov:

od 0.98 (ľad) po $22.59 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ (čisté Osmium)

(príklad: olovo: $11.34 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$, zlato: $19.32 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$)



Rozpätie hustôt hornín:

od $1.65 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ (hlina) po $3.35 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ (eklogit)

(granit: $2.65 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$, vápenec: $2.70 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$, fyllit: $2.75 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$)

Priemerná hustota vrchnej časti zemskej kôry na základe gravimetrie je približne $2.67 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$.

magmatické horniny

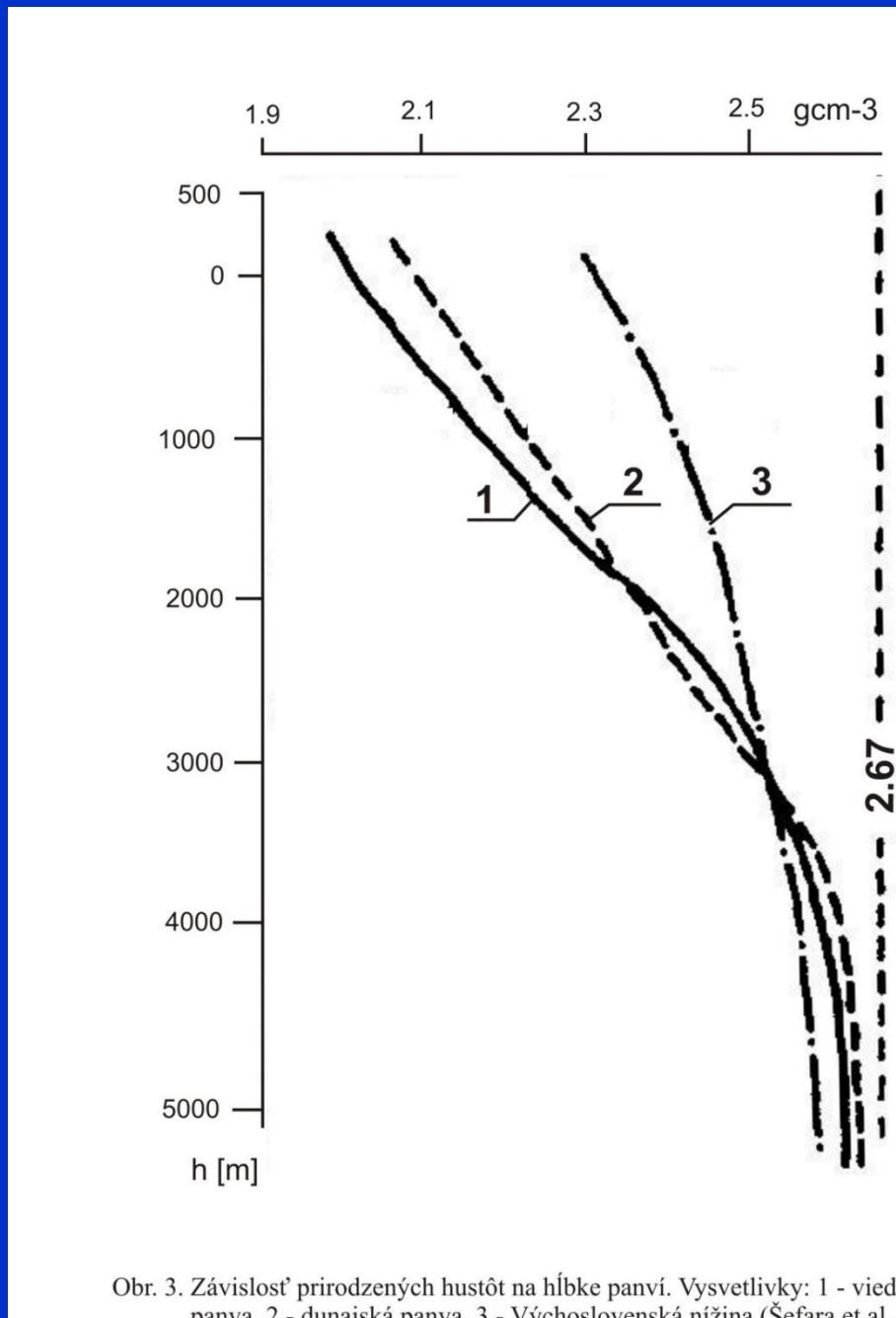
- nárast hustoty s bázicitou,
okrem toho efuzívne sú
vždy ľahšie ako plutonické

metamorfované horniny

- závisí od typu metamorfózy

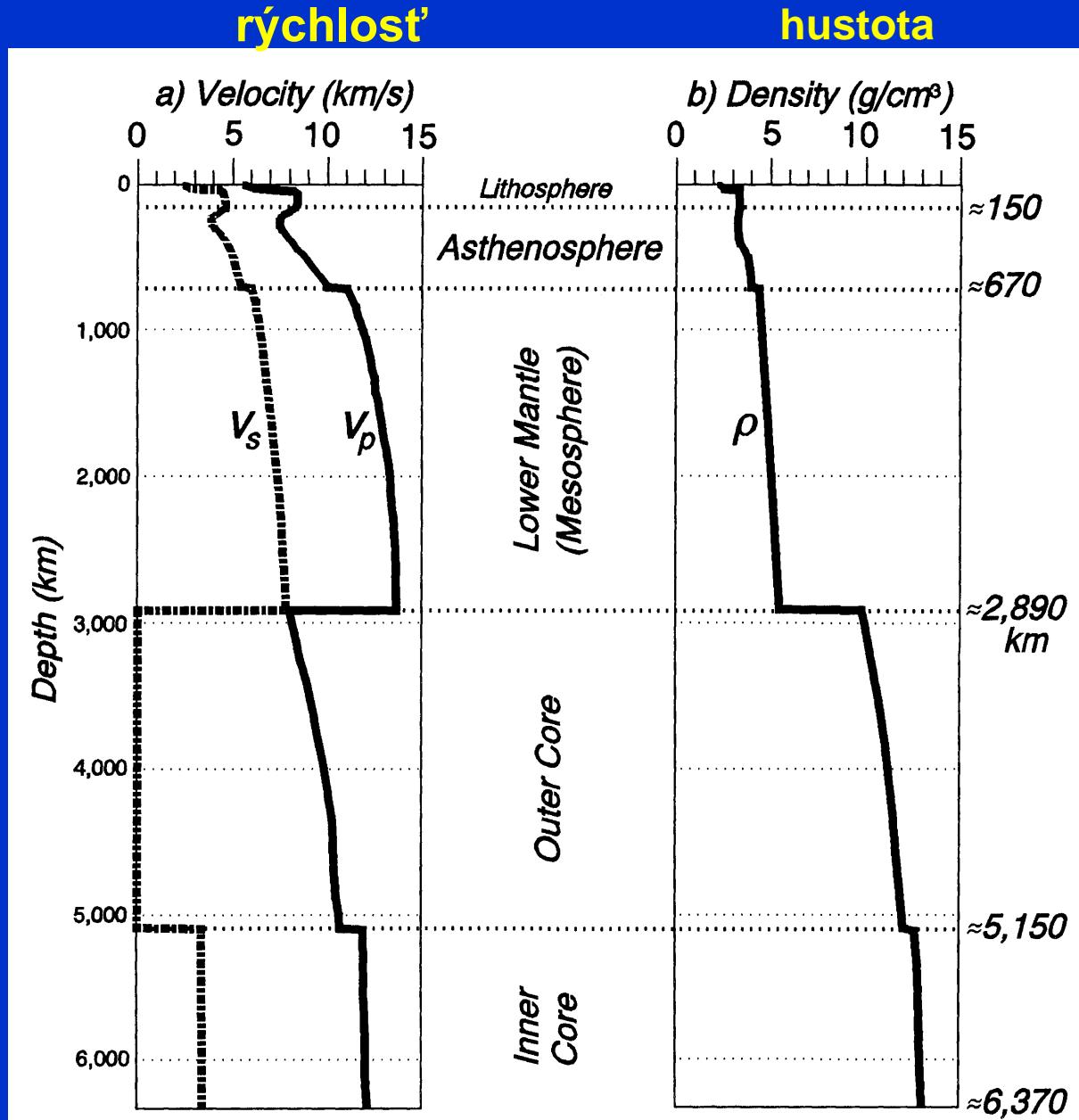
sedimentárne horniny

- dôležitý je nárast hustoty
s hĺbkou + kompakcia
horniny (súvisí s vekom)



Obr. 3. Závislosť prirodzených hustôt na hĺbke panví. Vysvetlivky: 1 - viedenská panva, 2 - dunajská panva, 3 - Východoslovenská nížina (Šefara et al., 1987).

nepriame metódy určovania hustôt – zo seismológie

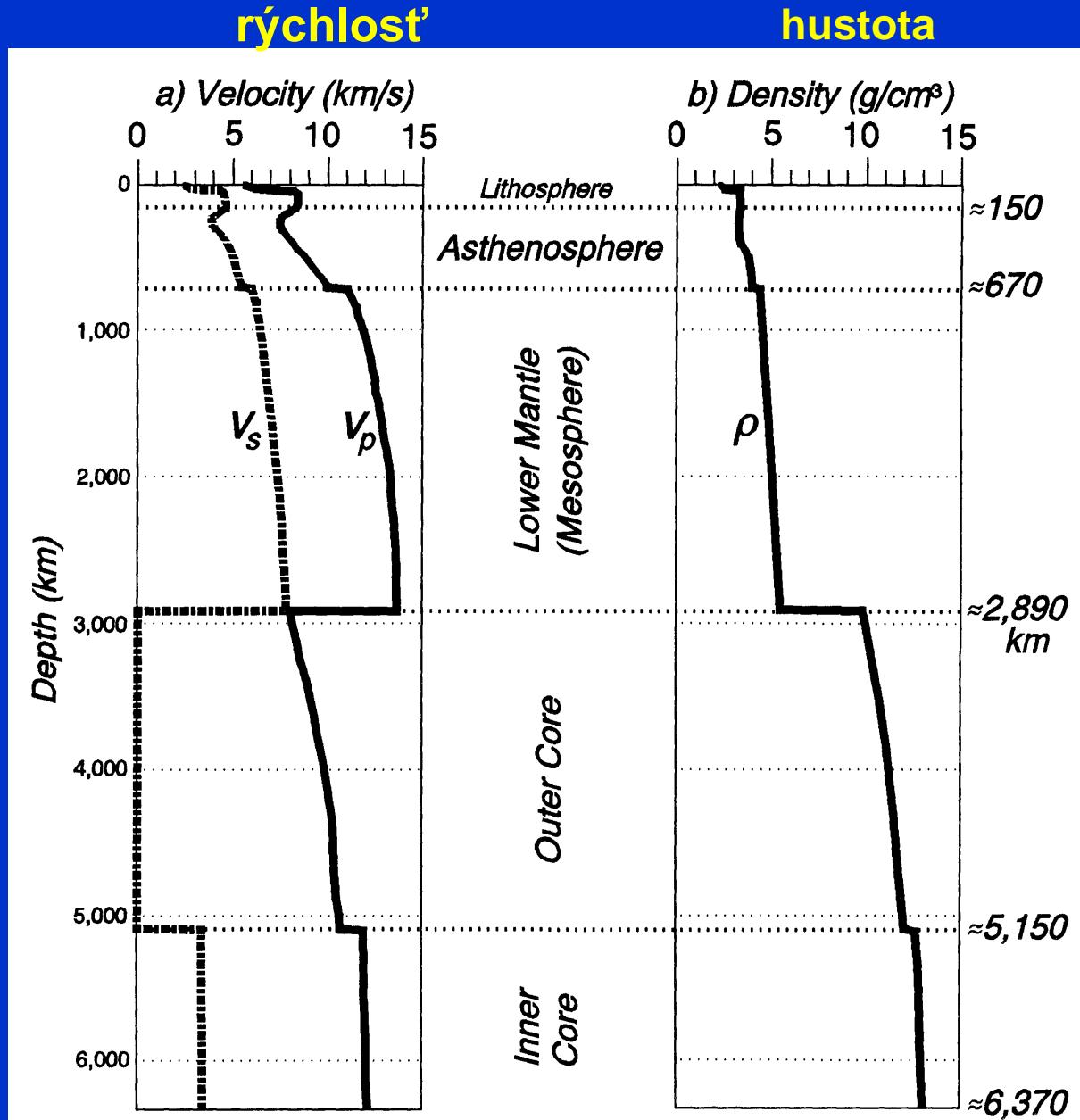


kvízové otázky:

Ako sa volá diskontinuita medzi plášťom a vonkajším jadrom?

A medzi vnútorným a vonkajším jadrom?

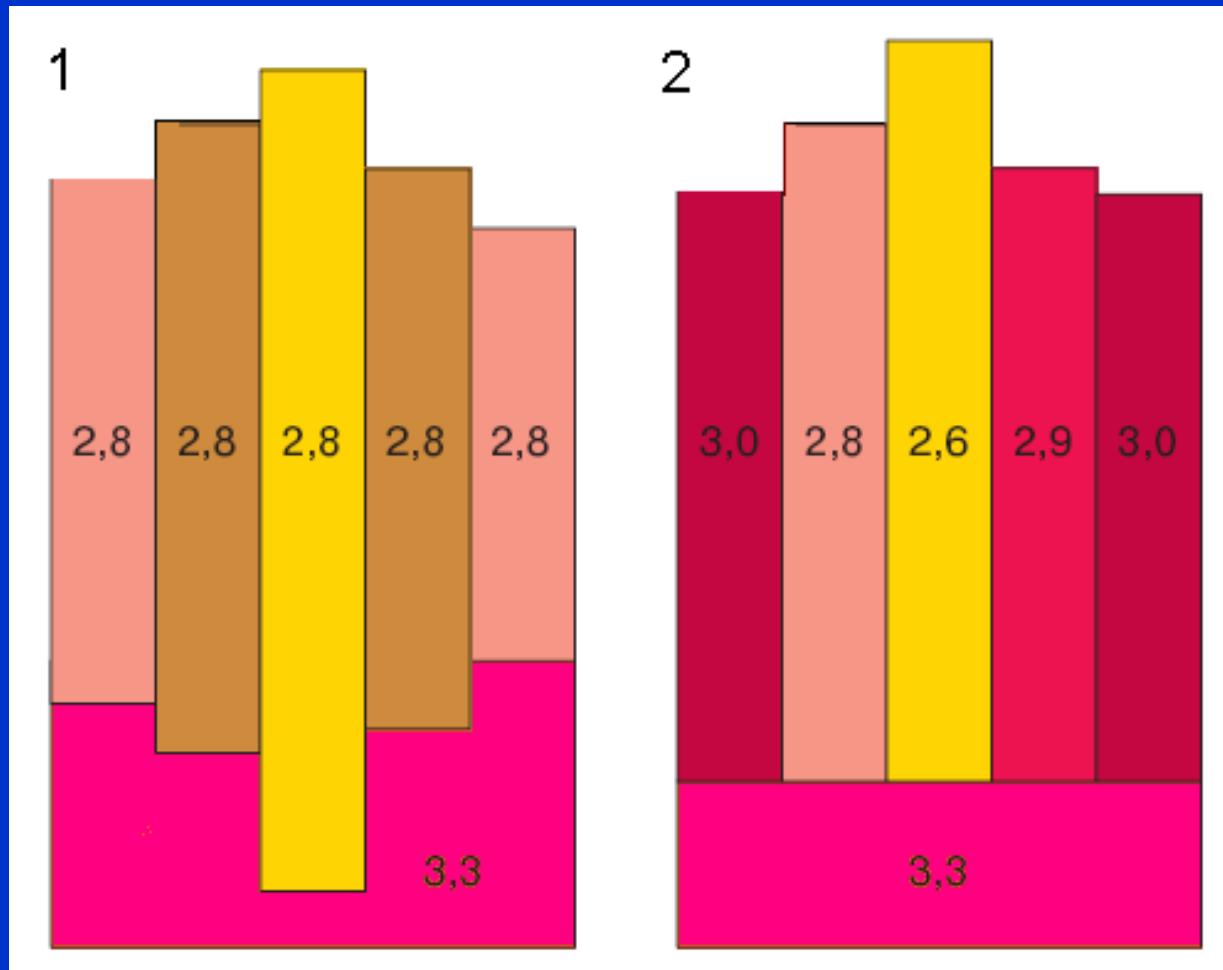
nepriame metódy určovania hustôt – zo seismológie



Ako sa volá diskontinuita medzi plášťom a vonkajším jadrom?
Gutenberg-Wiechert

A medzi vnútorným a vonkajším jadrom?
Lehmann-Bullen

Izostázia predpokladá kompenzáciu litostatických tlakov od horninových celkov litosféry v určitej hĺbke (astenosféra).



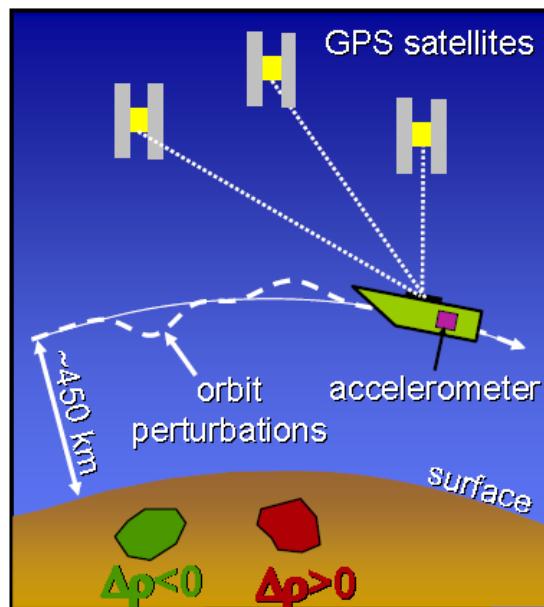
tzv. Airyho model a Prattov model

staršie satelitné systémy: GRACE a CHAMP

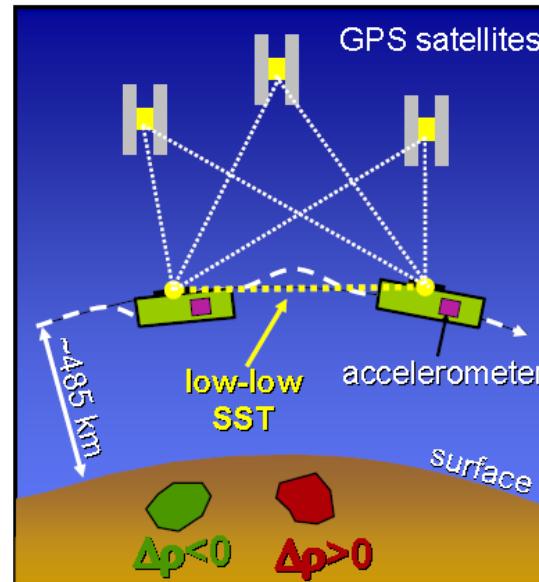
nový systém: GOCE



- Launched 2000.
- Single satellite.
- High-low SST.
- Polar gap $\sim 3^\circ$.
- Instruments:
 - vector and scalar magnetometers,
 - accelerometer,
 - star cameras,
 - GPS.



- Launched 2002.
- Two-satellites.
- High-low-SST & low-low-SST.
- Polar gap $\sim 1^\circ$.
- Time-varying gravity field.
- Instruments:
 - accelerometer,
 - star cameras,
 - GPS.



SST: Satellite-to-Satellite Tracking

nový systém: GOCE

štart: 17. marec 2009

koniec: 11. november 2013

výška preletu nad
povrchom Zeme: 260 km



GOCE re-enters Earth's atmosphere

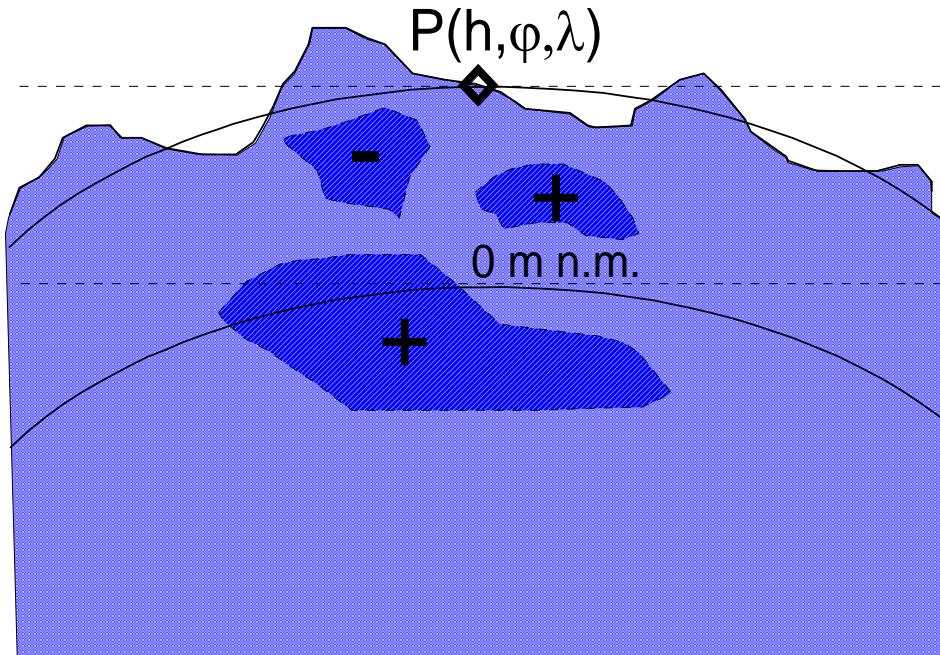
základy gravimetrie – spracovanie údajov

*v aplikovanej gravimetrii (na geologické účely)
sa však nevyhodnocuje priamo zrýchlenie g ,
ale sa počítajú tzv.*

**ÚPLNÉ
BOUGUEROVE
ANOMÁLIE (ÚBA)**

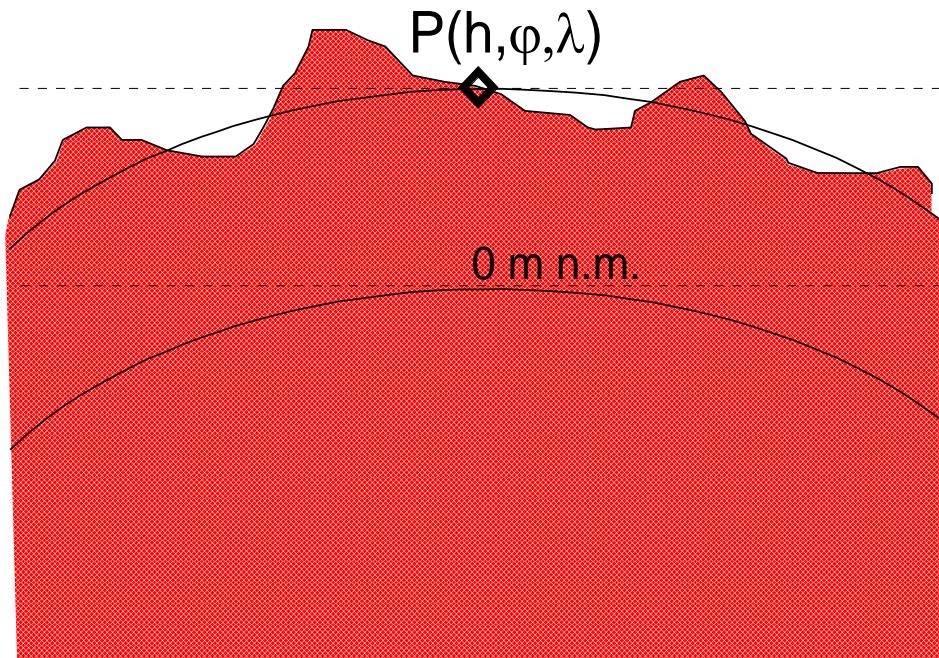
spracovanie v gravimetrii (tvorba ÚBA)

od tiažového účinku celej (reálnej) Zeme...



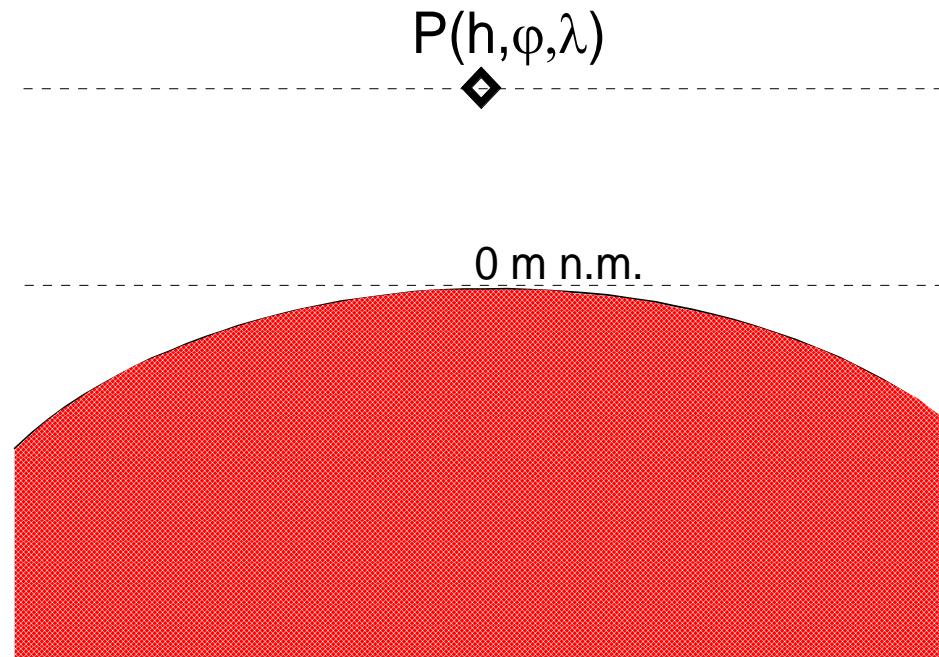
spracovanie v gravimetrii (tvorba ÚBA)

... sa odpočíta tiažový účinok teoretickej Zeme...



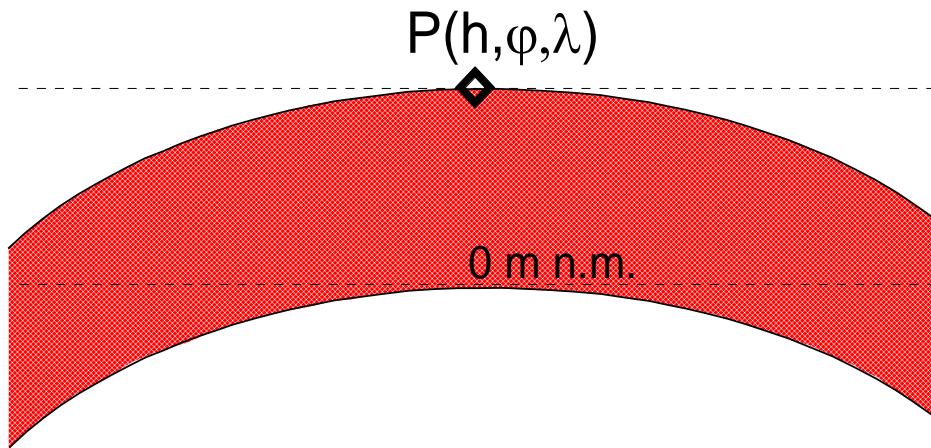
spracovanie v gravimetrii (tvorba ÚBA)

účinok teoretickej Zeme sa skladá z účinku referenčného elipsoidu a ...



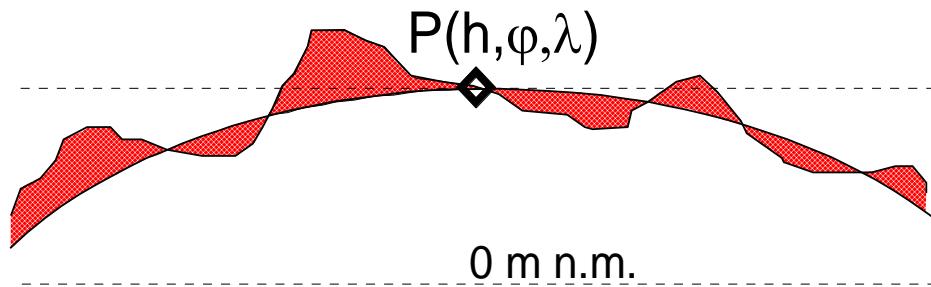
spracovanie v gravimetrii (tvorba ÚBA)

účinok teoretickej Zeme sa skladá z účinku referenčného elipsoidu a sférickej dosky...



spracovanie v gravimetrii (tvorba ÚBA)

účinok teoretickej Zeme sa skladá z účinku referen. elipsoidu a sférickej dosky a topografie



spracovanie v gravimetrii (tvorba ÚBA)

$$\Delta g_B = UBA = g - g_n + 0.3086h - 0.0419hp - B + T$$

g – meraná tiaž (opravená o chod a prepočítaná na absolútne hodnotu)

g_n – normálne pole (účinok elipsoidu)

h – nadmorská výška bodu merania

ρ – tzv. korekčná (redukčná) hustota (často 2.67 g.cm^{-3})

$0.3086h$ – korekcia “vo voľnom vzduchu” (tzv. Fayeova)

$0.0419hp$ – Bouguerova korekcia (účinok rovinnej dosky)

B – Bullardov člen („ohýba“ rovinnú dosku)

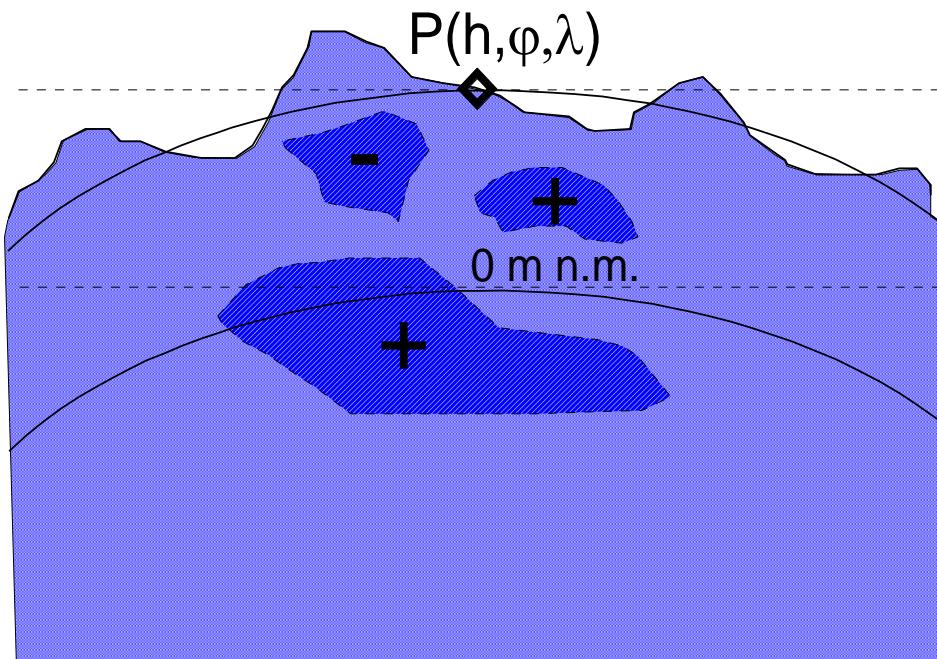
T – terénne korekcie (do vzdialenosťi 166.7 km od bodu)

spracovanie v gravimetrii (tvorba ÚBA)

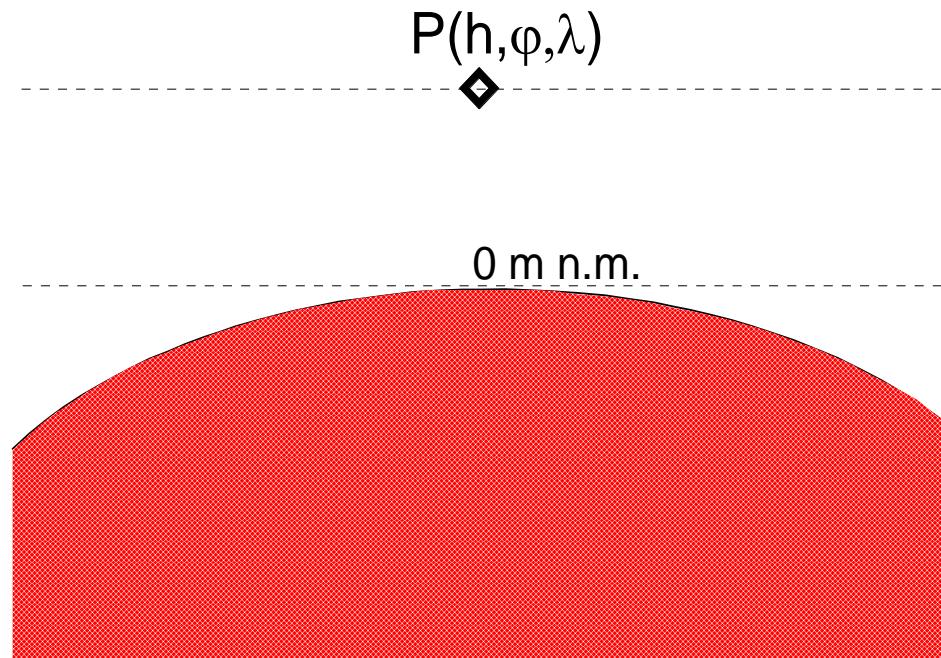
anomália **NUBA = g – g_n + 0.3086h – 0.0419hp**
sa nazýva ako tzv. neúplná Bouguerova anomália

anomália **Δg_{Fay} = g – g_n + 0.3086h**
sa nazýva ako tzv. Fayeova (odstránený vplyv výšok)

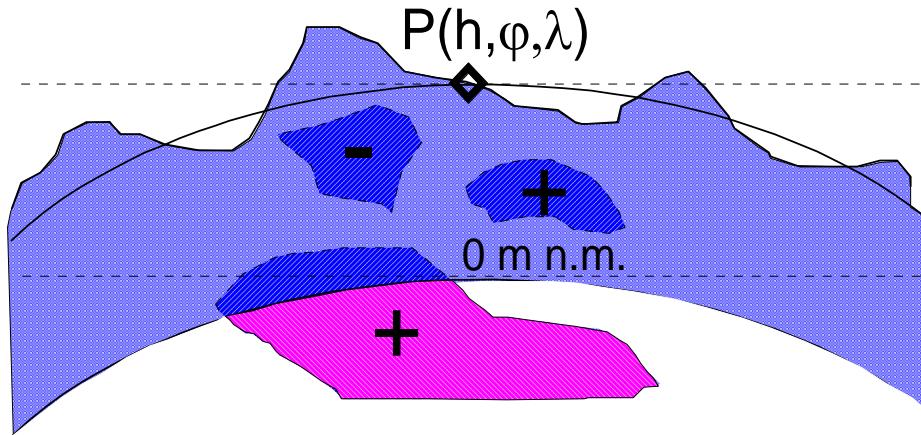
prejav hustotných nehomogenít v poli ÚBA



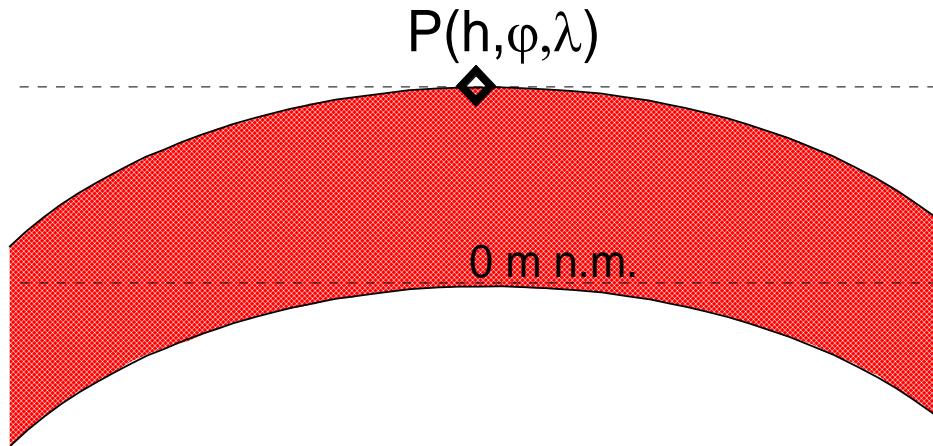
prejav hustotných nehomogenít v poli ÚBA



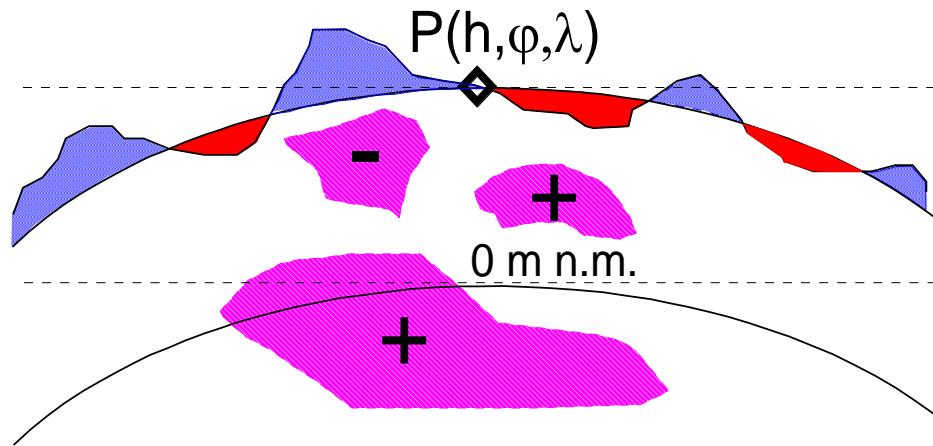
prejav hustotných nehomogenít v poli ÚBA



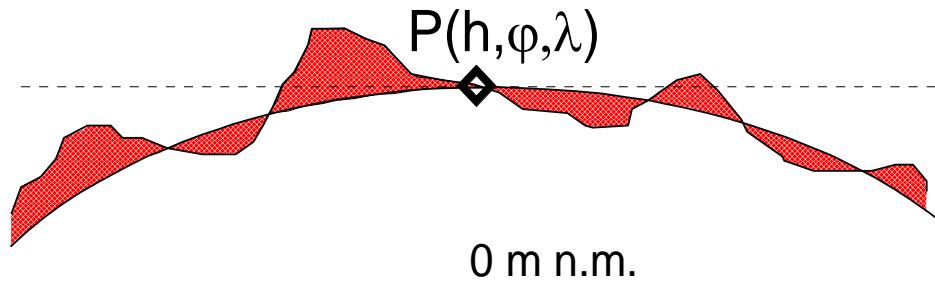
prejav hustotných nehomogenít v poli ÚBA



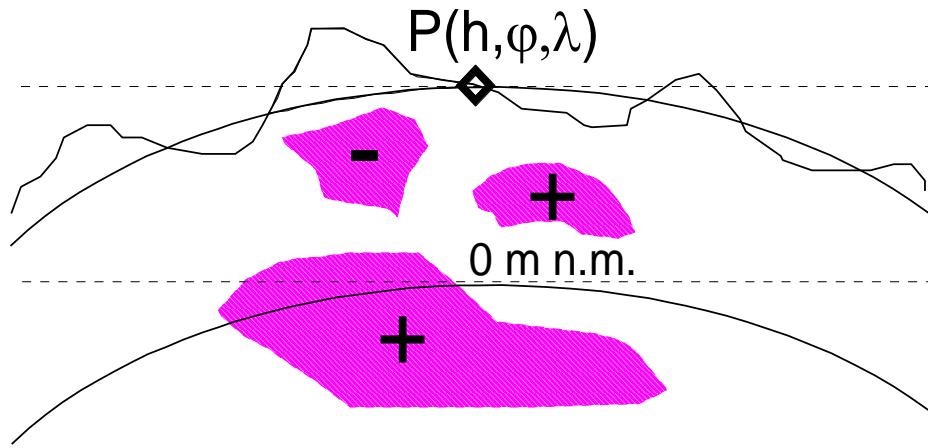
prejav hustotných nehomogenít v poli ÚBA



prejav hustotných nehomogenít v poli ÚBA



prejav hustotných nehomogenít v poli ÚBA



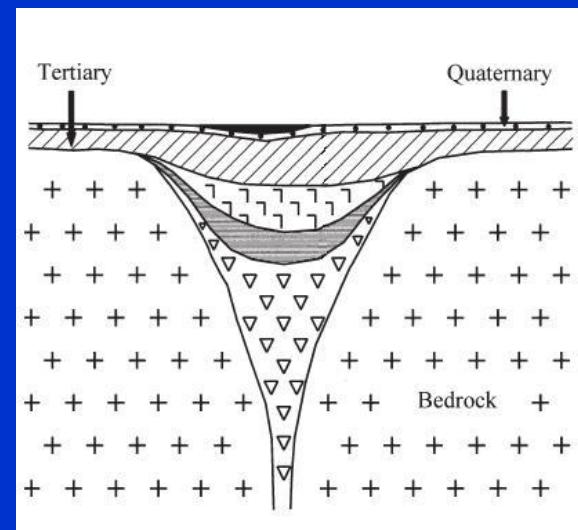
*výsledkom je prejav anomálnych
hustotných nehomogenít
v zemskej kôre (až vo vrchnom plášti)*

Praktické ukážky (výhod) výpočtu ÚBA:

- vymapovanie priebehu kanalizačného zberača, Bratislava, Gagarinova ul.
- vymapovanie rozsahu maarového telesa, Pinciná, Lučenec



súčasný maar, Nemecko

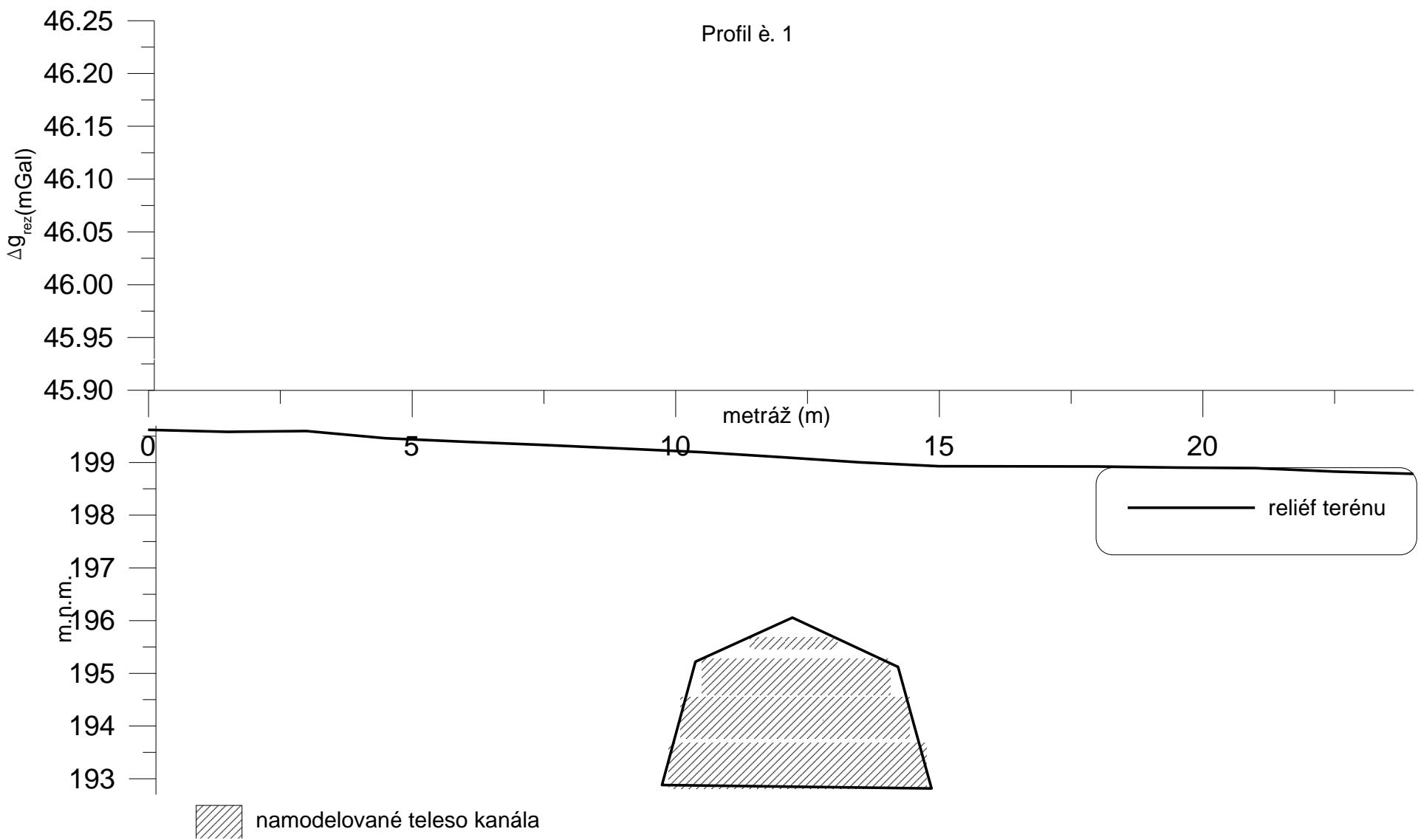


výplň maarového telesa

kanalizačný zberač, Gagarinova ul., BA

Gagarinova ulica
Modelovanie tiažového účinku kanalizačného zberača

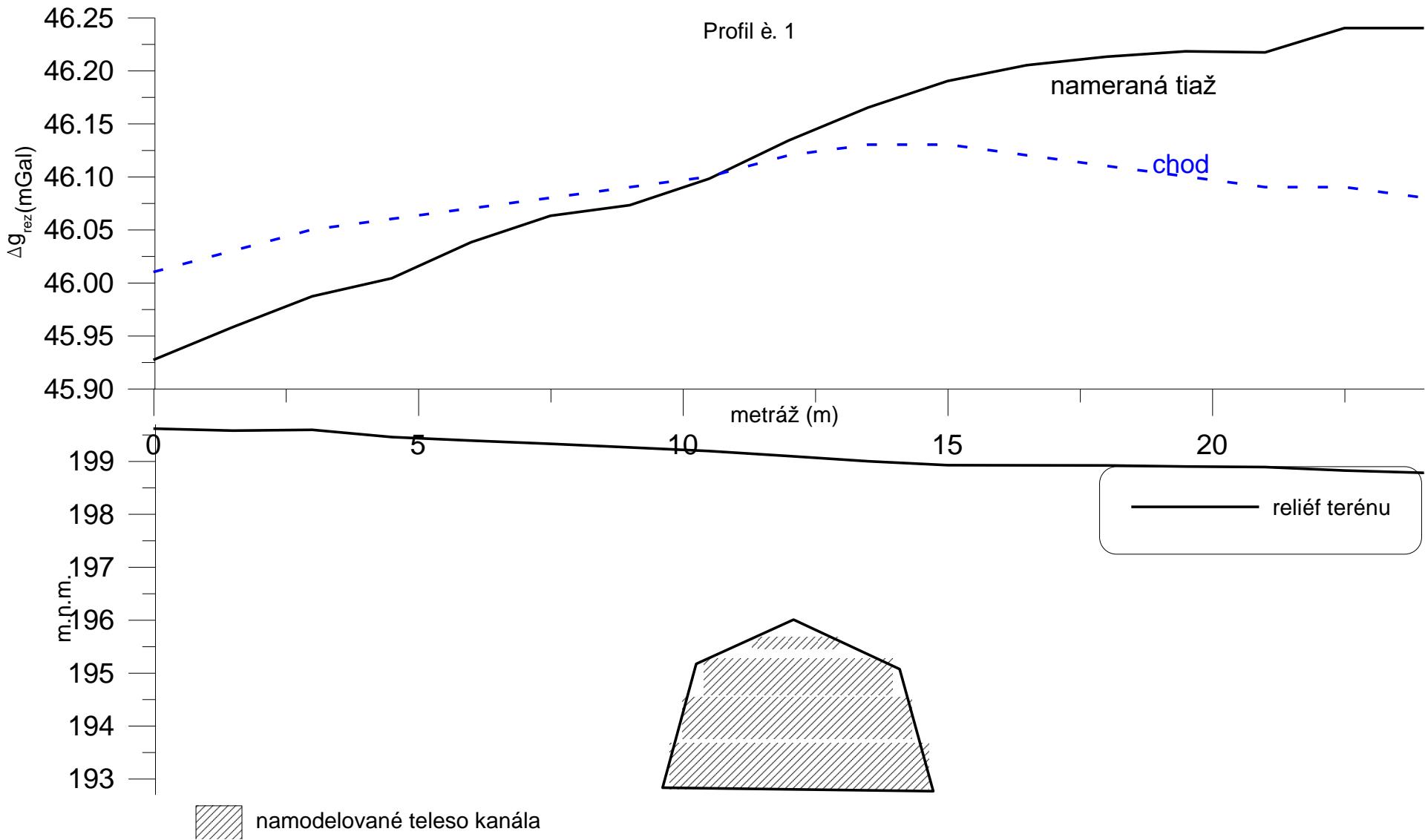
M 1:100



kanalizačný zberač, Gagarinova ul., BA

Gagarinova ulica
Modelovanie tiažového účinku kanalizačného zberača

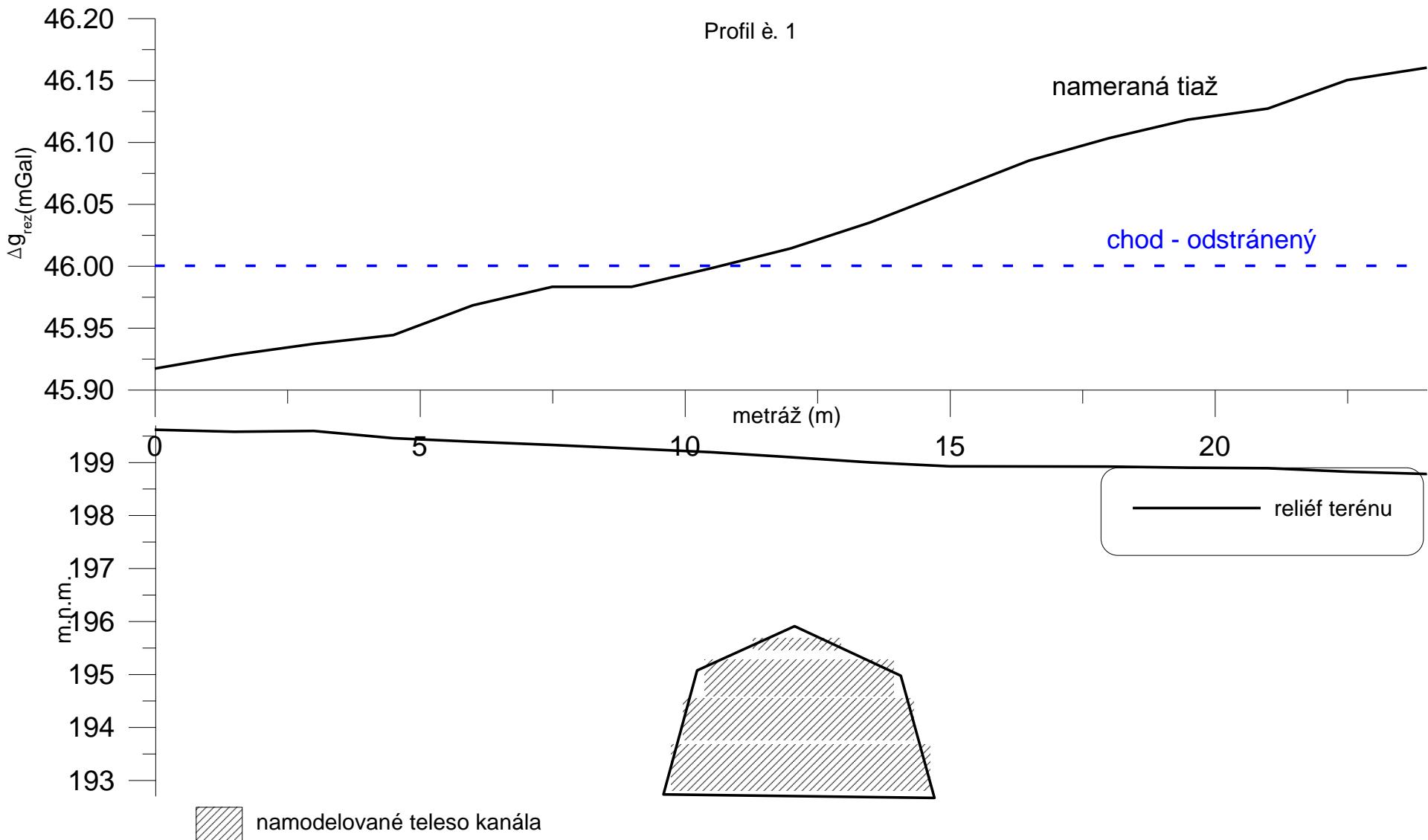
M 1:100



kanalizačný zberač, Gagarinova ul., BA

Gagarinova ulica
Modelovanie tiažového účinku kanalizačného zberače

M 1:100

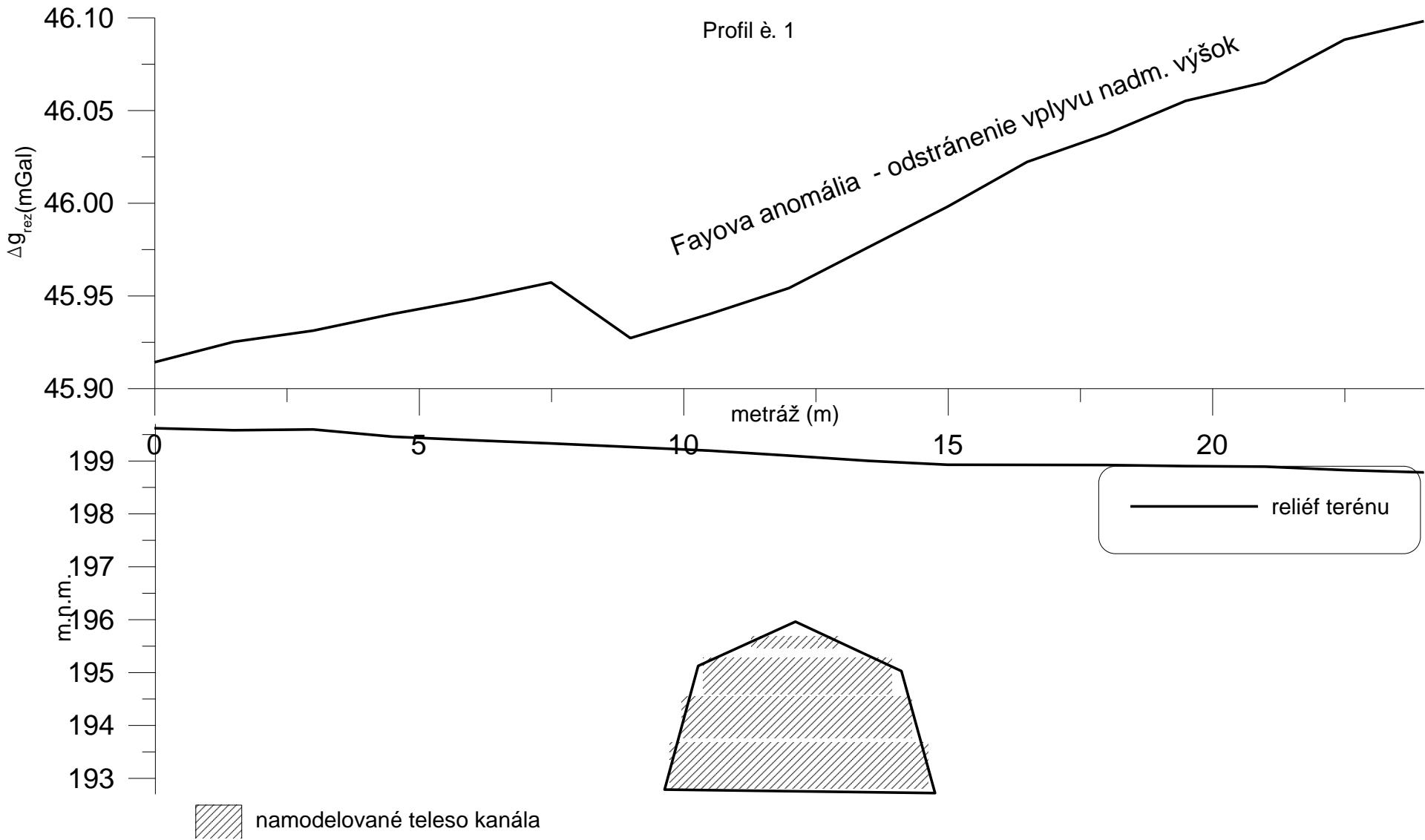


kanalizačný zberač, Gagarinova ul., BA

Gagarinova ulica
Modelovanie tiažového účinku kanalizačného zberača

M 1:100

Profil è. 1



kanalizačný zberač, Gagarinova ul., BA

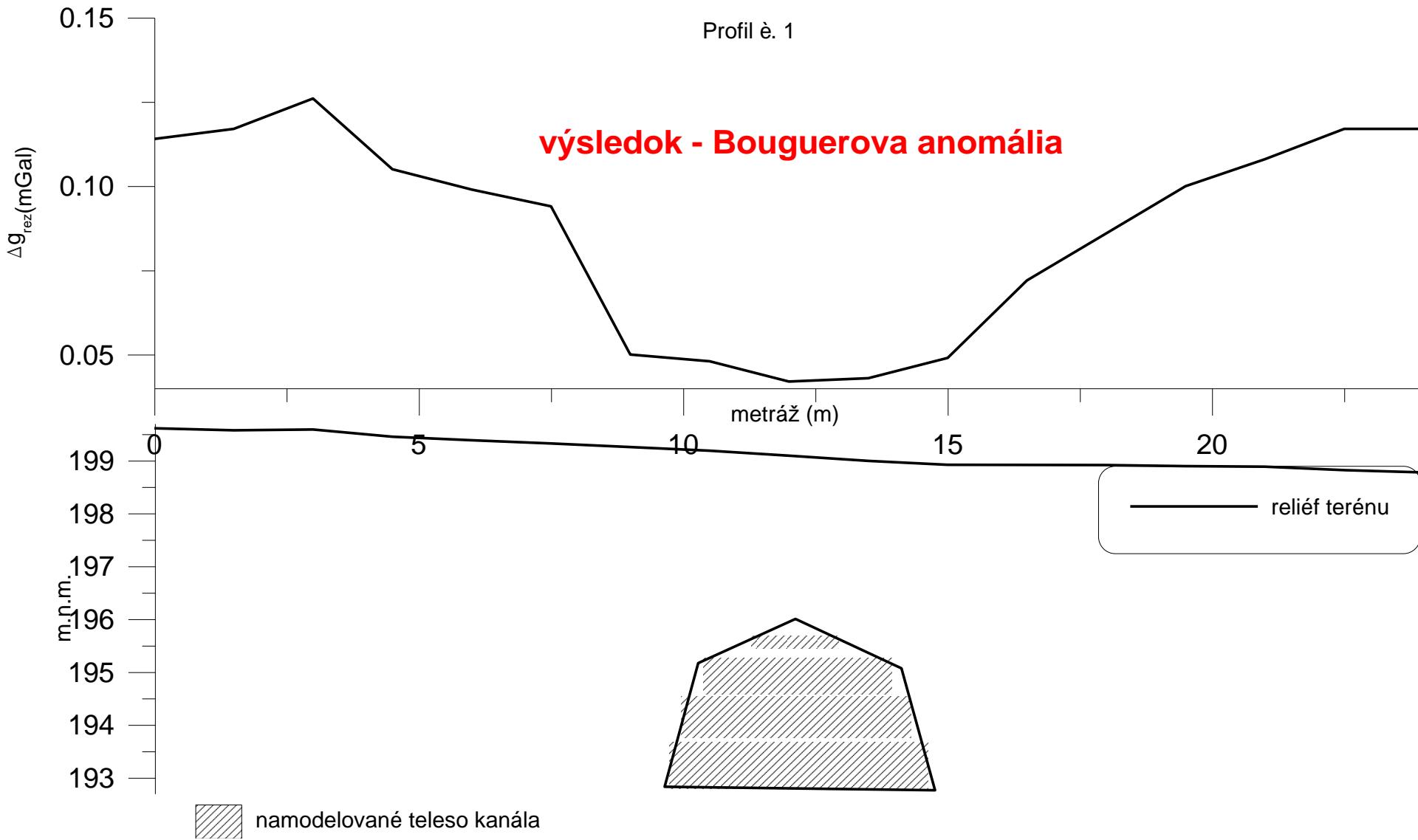
Gagarinova ulica

Modelovanie tiažového účinku kanalizačného zberače

M 1:100

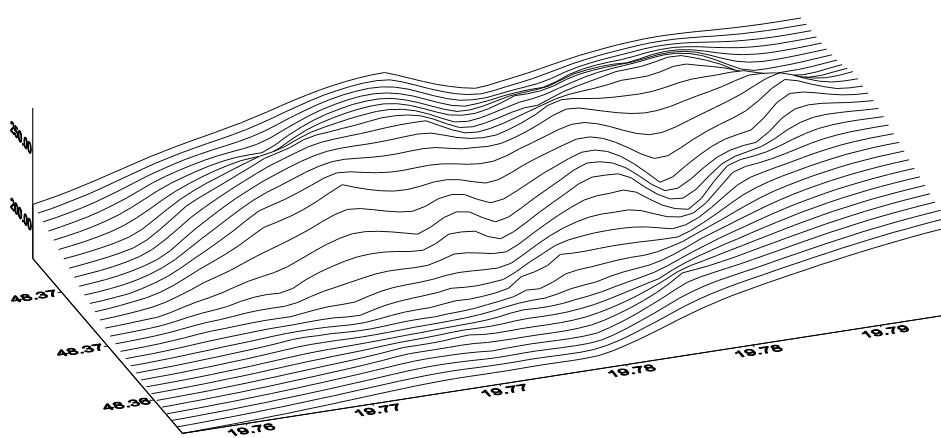
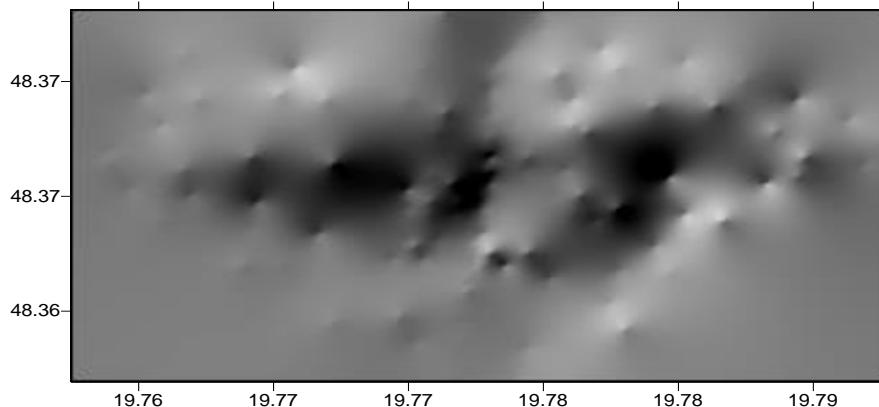
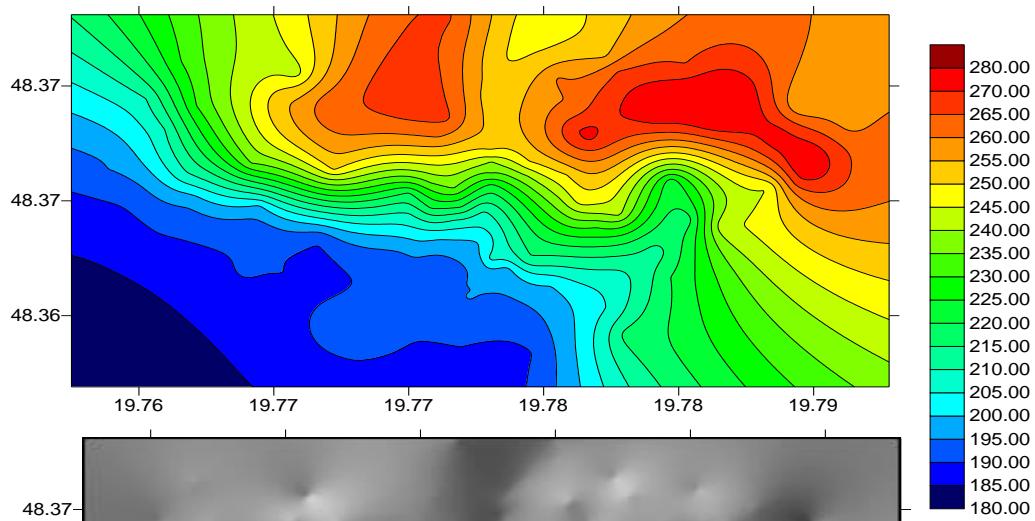
Profil č. 1

výsledok - Bouguerova anomália



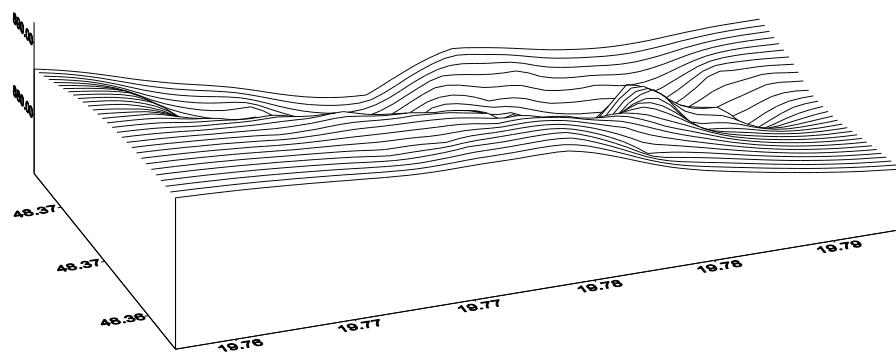
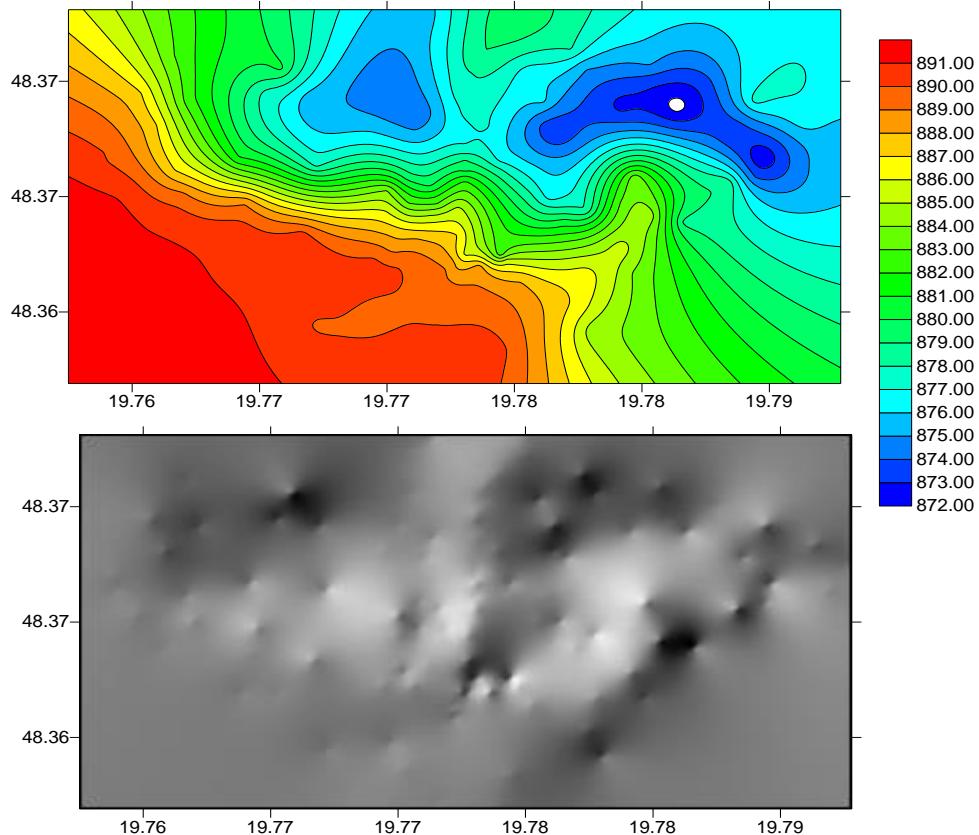
maarová štruktúra, Pinciná pri Lučenci

nadmorské
výšky



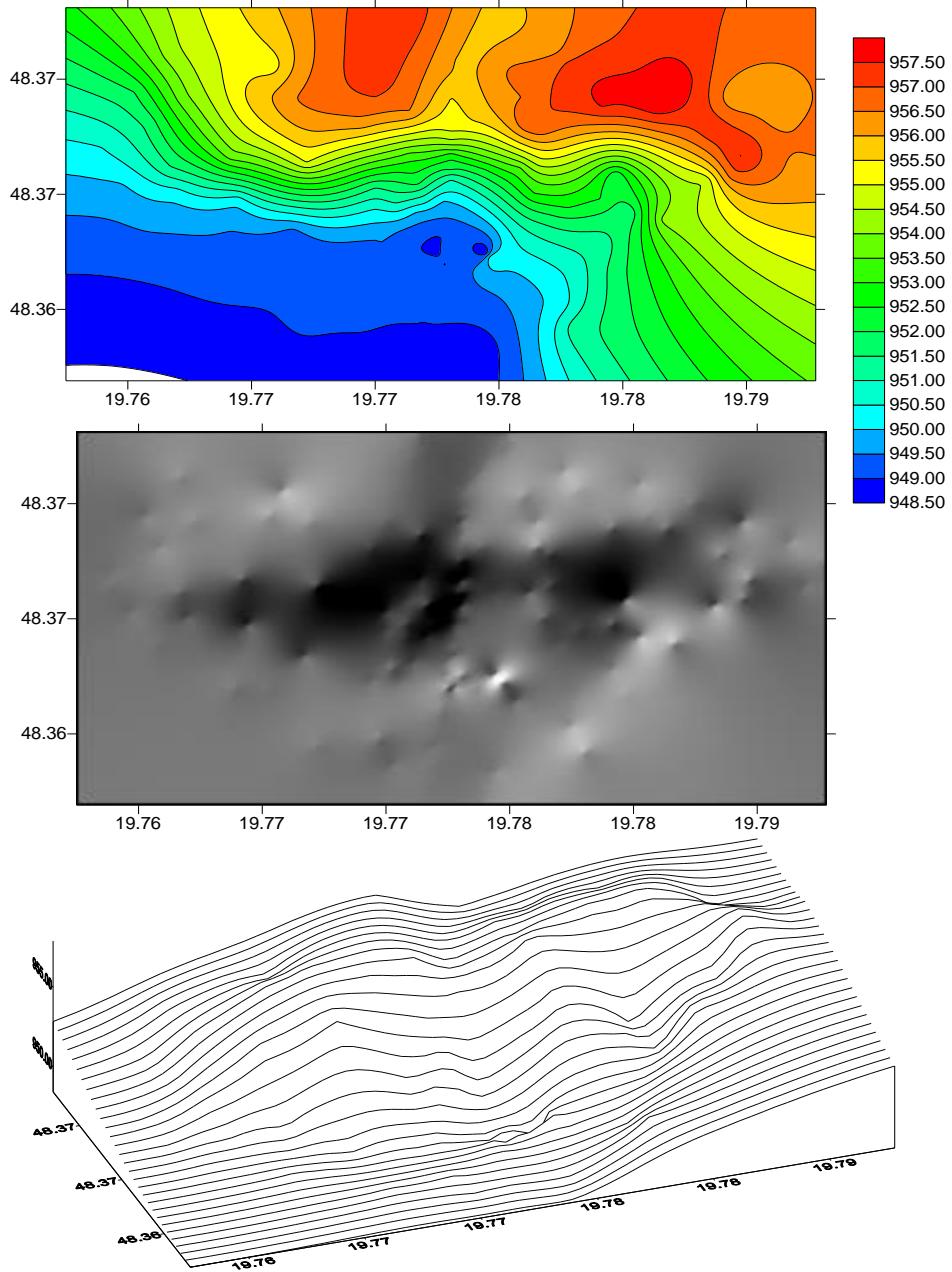
maarová štruktúra, Pinciná pri Lučenci

merané
tiažové
zrýchlenie g



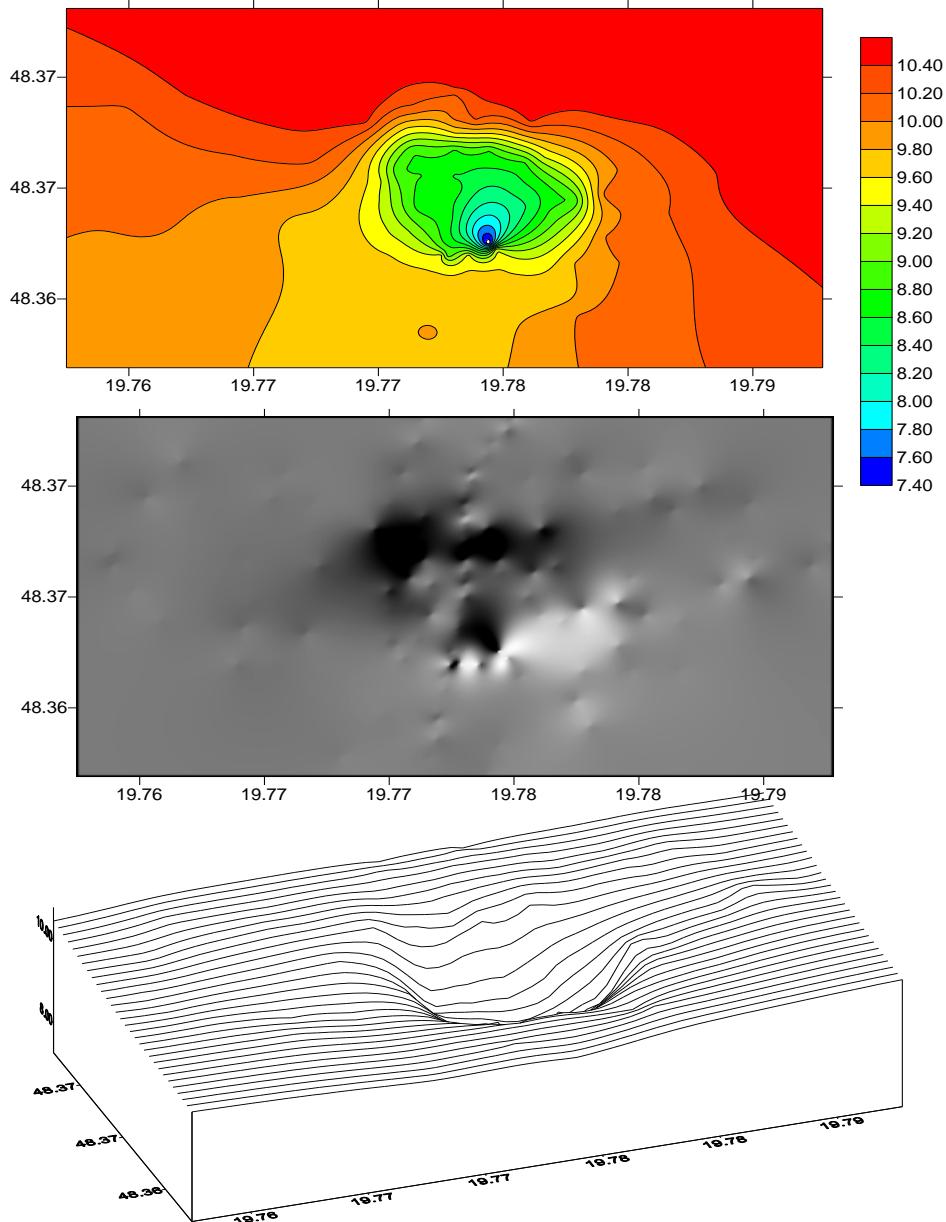
maarová štruktúra, Pinciná pri Lučenci

tzv. Fayeove anomálie
(odstránený hlavný vplyv výšok)

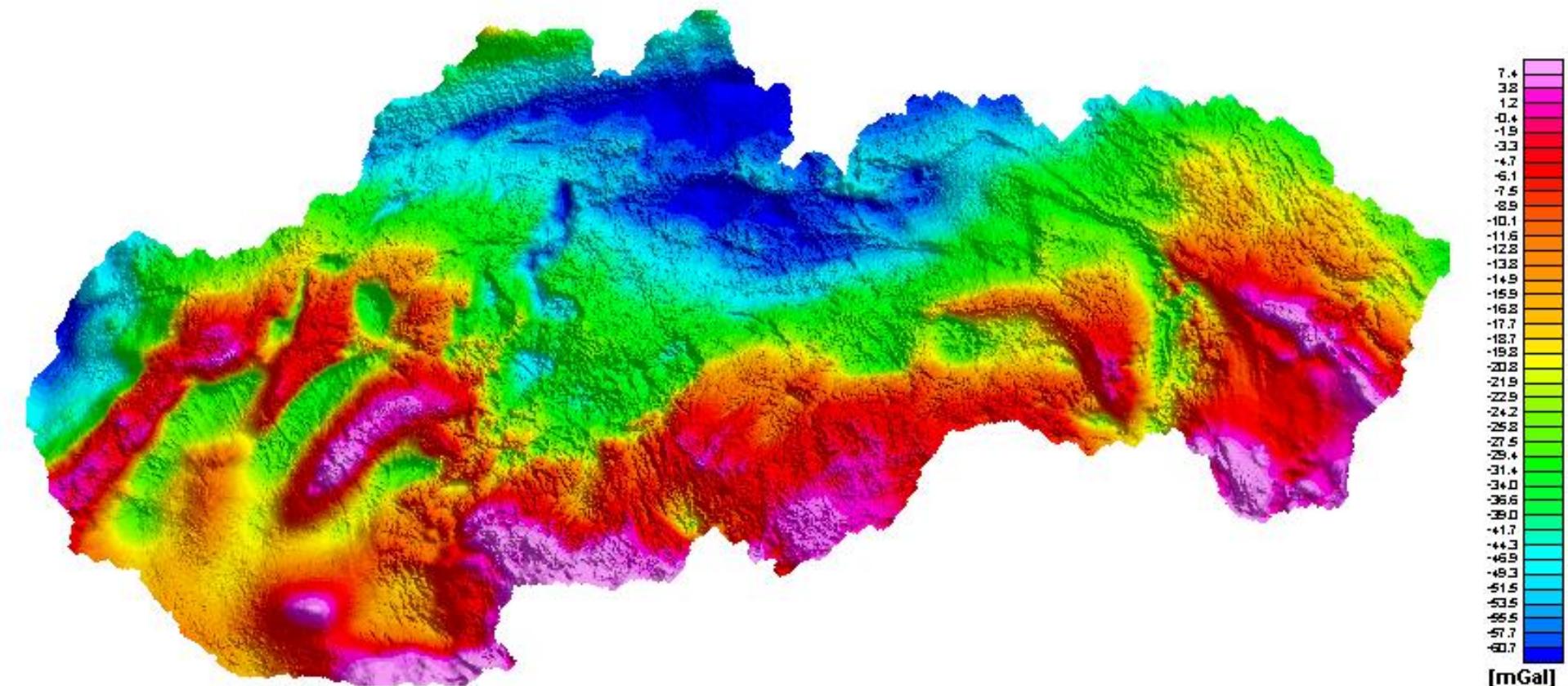


maarová štruktúra, Pinciná pri Lučenci

**Úplné
Bouguerove
Anomálie
(odstránené
všetky
negeologické
vplyvy)**



mapa ÚBA - SR



interpretácia v gravimetrii

INTERPRETÁCIA –

kvalitatívna/kvantitatívna

kvalitatívna – opisuje kvalitatívne pole ÚBA (znížené hodnoty = znížené hustoty objektov alebo vplyv geometrie telies, zvýšené... naopak)

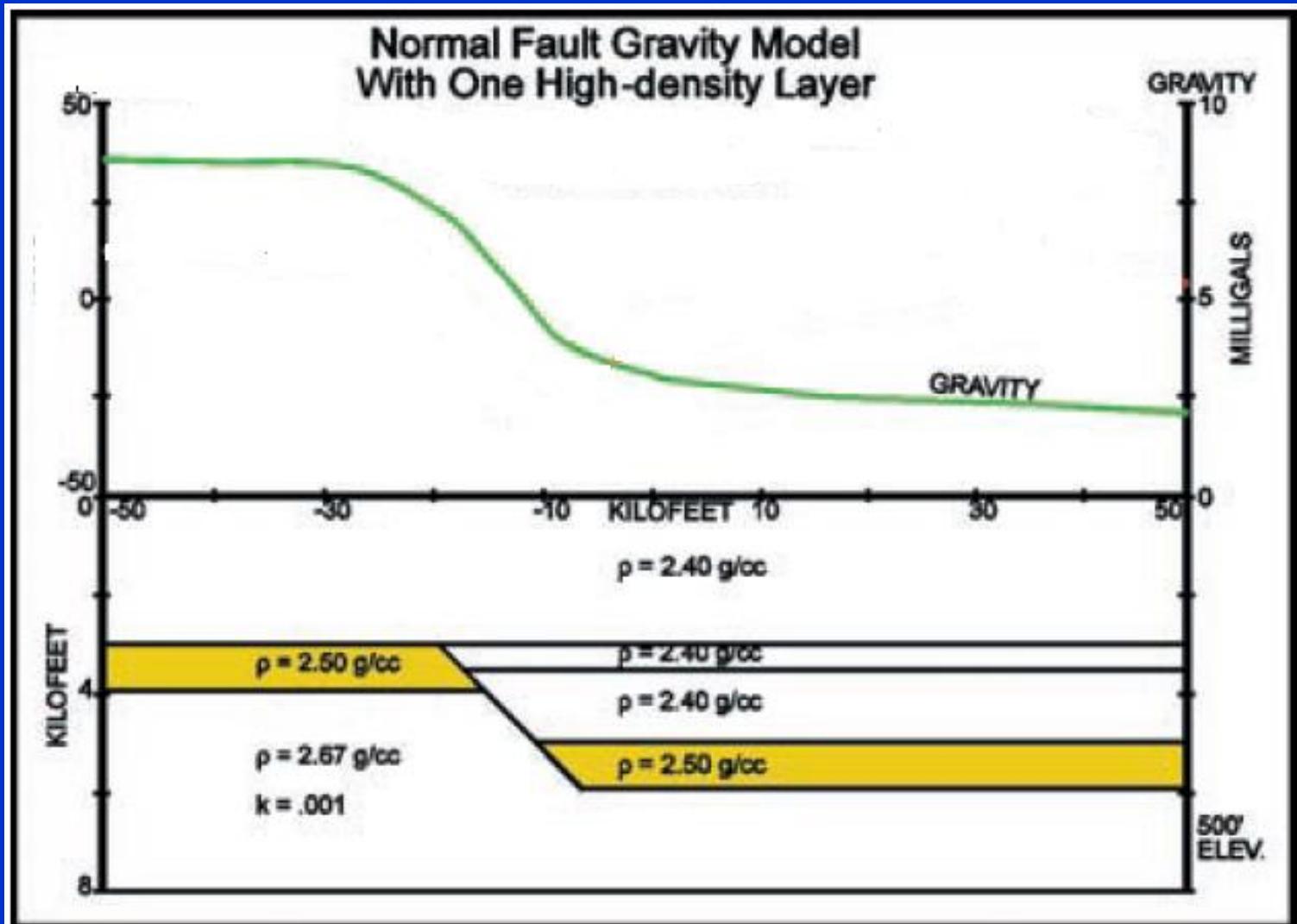
kvantitatívna – určuje hĺbkové, rozmenrové, tvarové a hustotné parametre študovaných geologických objektov

dôležité pojmy:

- a) ***priama úloha*** – pri zadaných parametroch telies vypočítať ich gravitačný účinok (tzv. modelovanie)
- b) ***obrátená úloha*** – opačná úloha (náročnejšia)

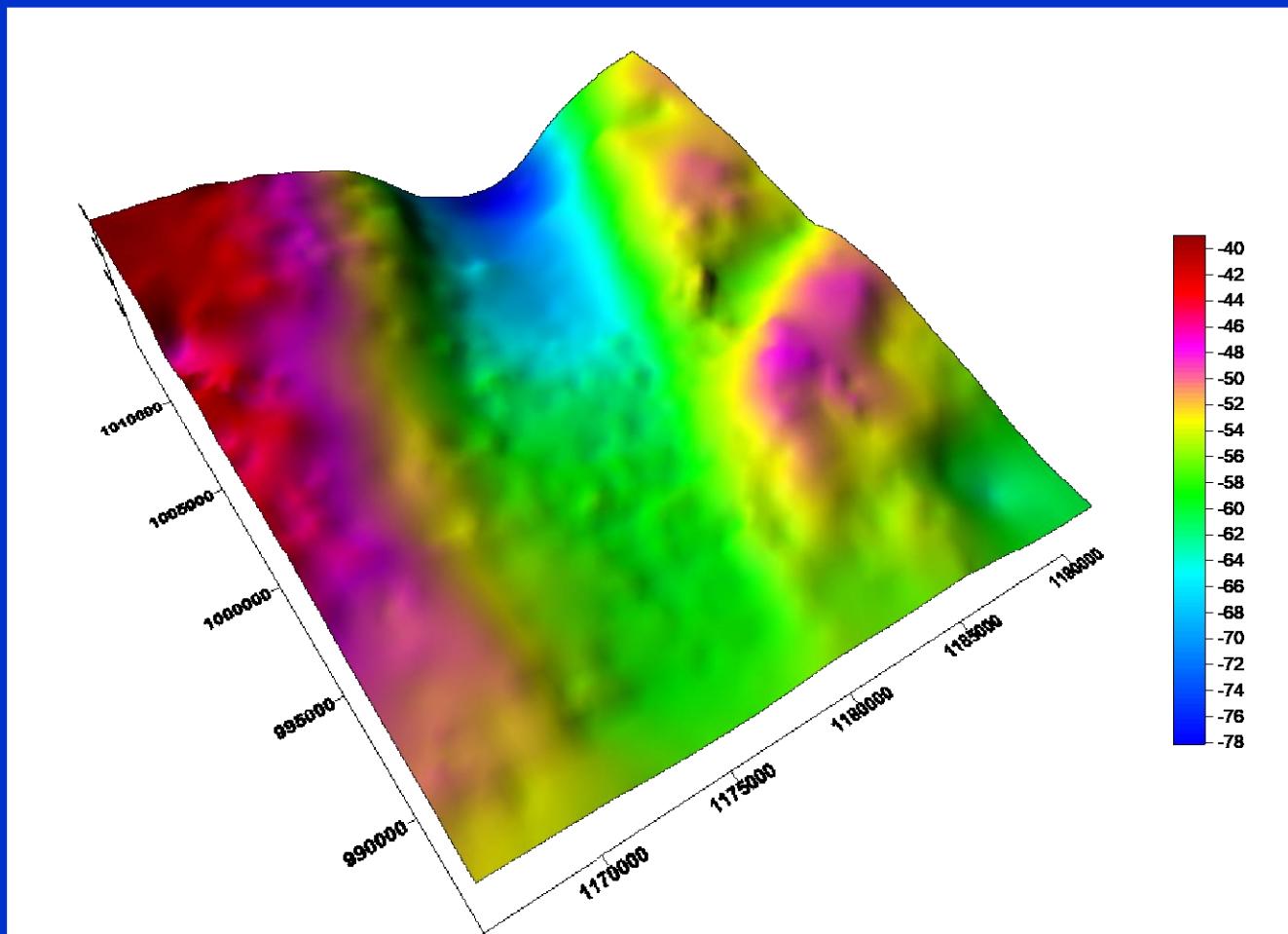
INTERPRETÁCIA – kvalitatívna

priebeh gravitačného účinku (ÚBA)
nad zlomom (poklesom)



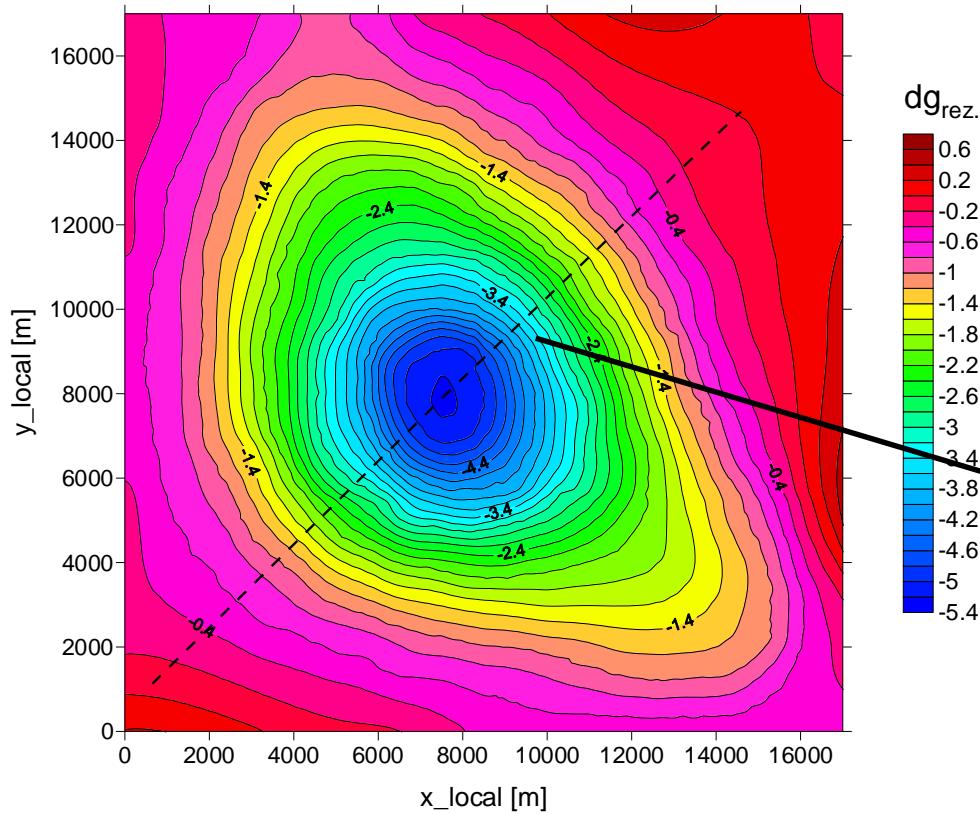
INTERPRETÁCIA – kvalitatívna

príklad: úplné Bouguerove anomálie z oblasti Mŕtveho mora (sedimenty mora sú ľahšie ako okolie)

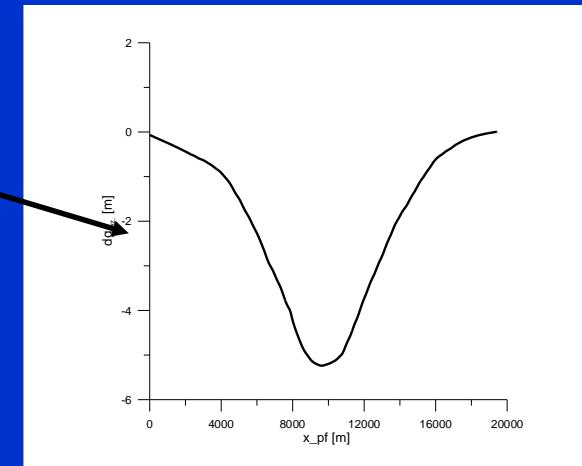


INTERPRETÁCIA – metódy polovičnej šírky

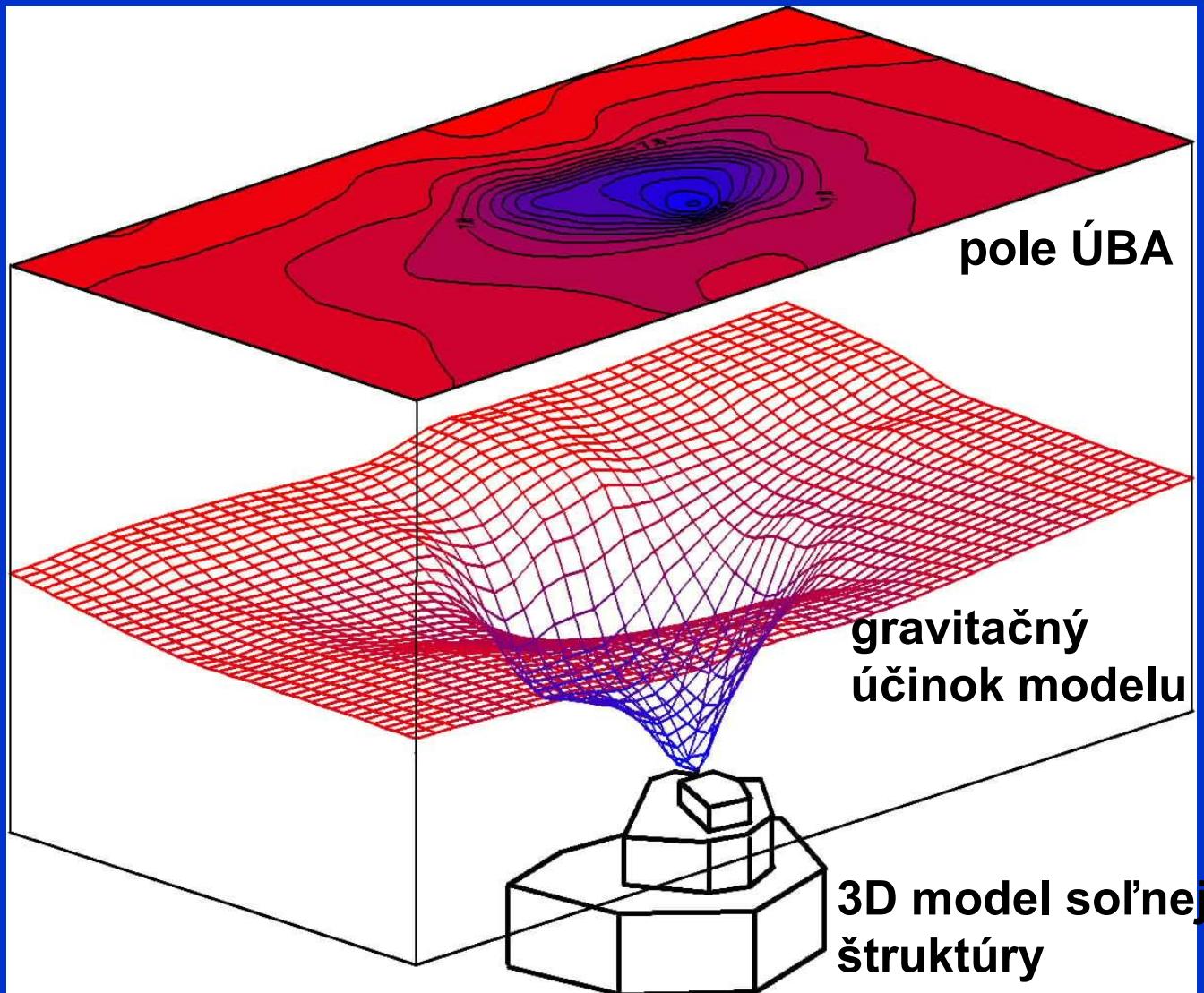
jednoduchý príklad – Bouguerova anomália prejavu soľného diapíru, lokalita Louisiana príbrežná oblast' (Nettleton, 1976)



z polovičnej šírky
„odpichnutej“ anomálie
je možné odhadnúť
vrchný okraj soľného
diapíru (cvičenie)



INTERPRETÁCIA – modelovanie

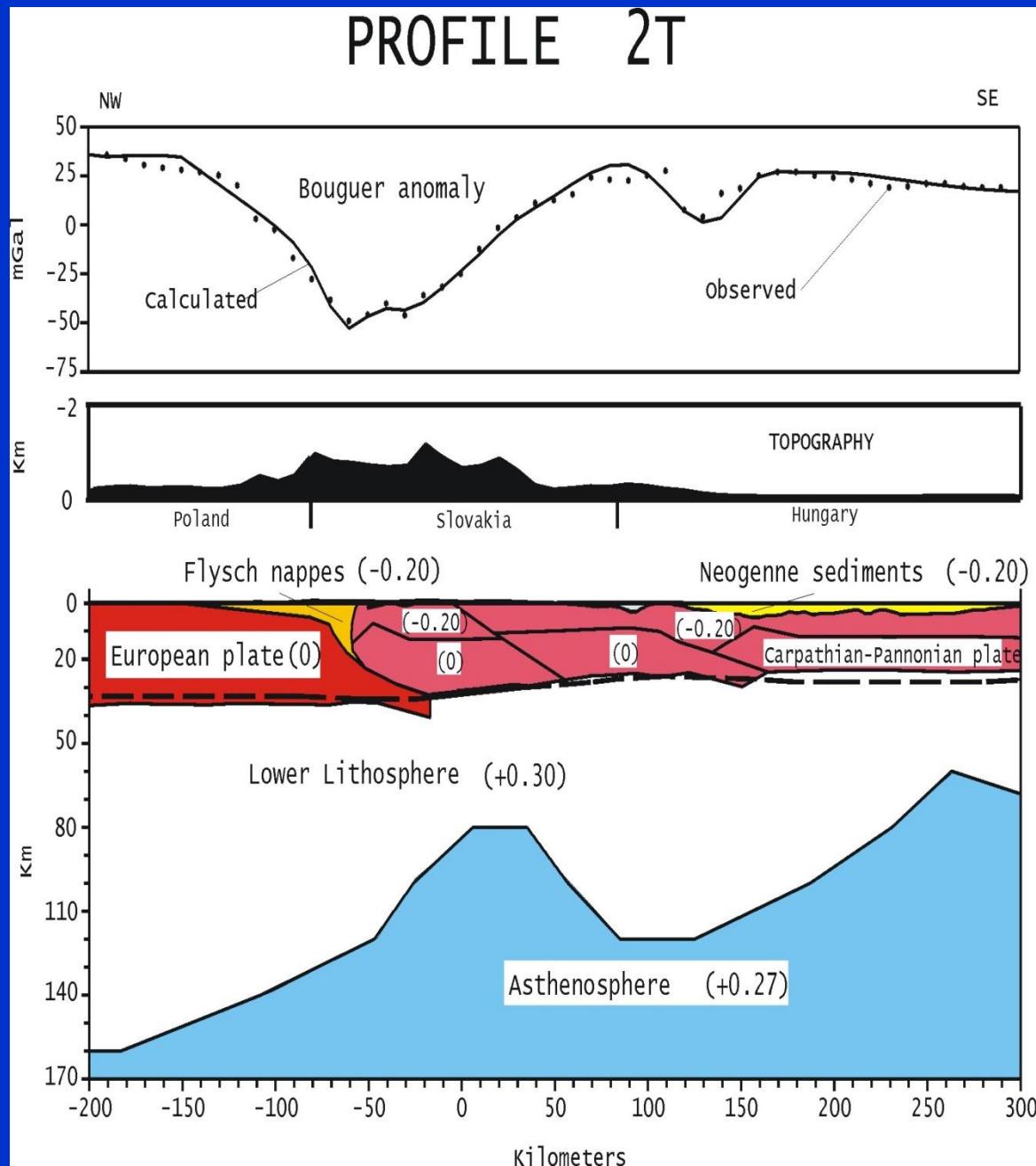


INTERPRETÁCIA – modelovanie

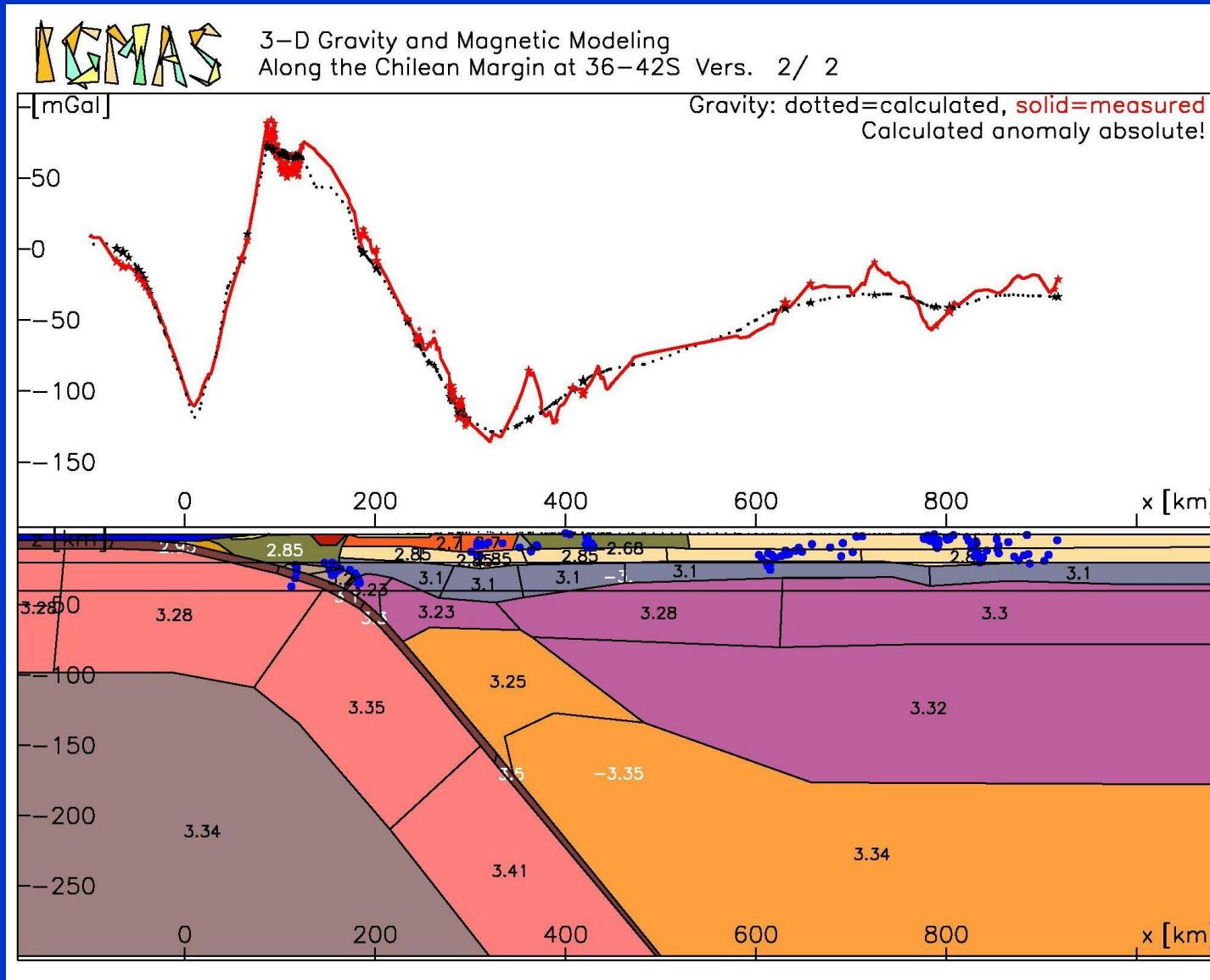
PROFILE 2T

výsledok
hustotného
modelovania –
profil z Európskej
platformy
cez Západné
Karpaty do
Panónskej oblasti,

model siahá
až do hĺbky 170 km



INTERPRETÁCIA – modelovanie

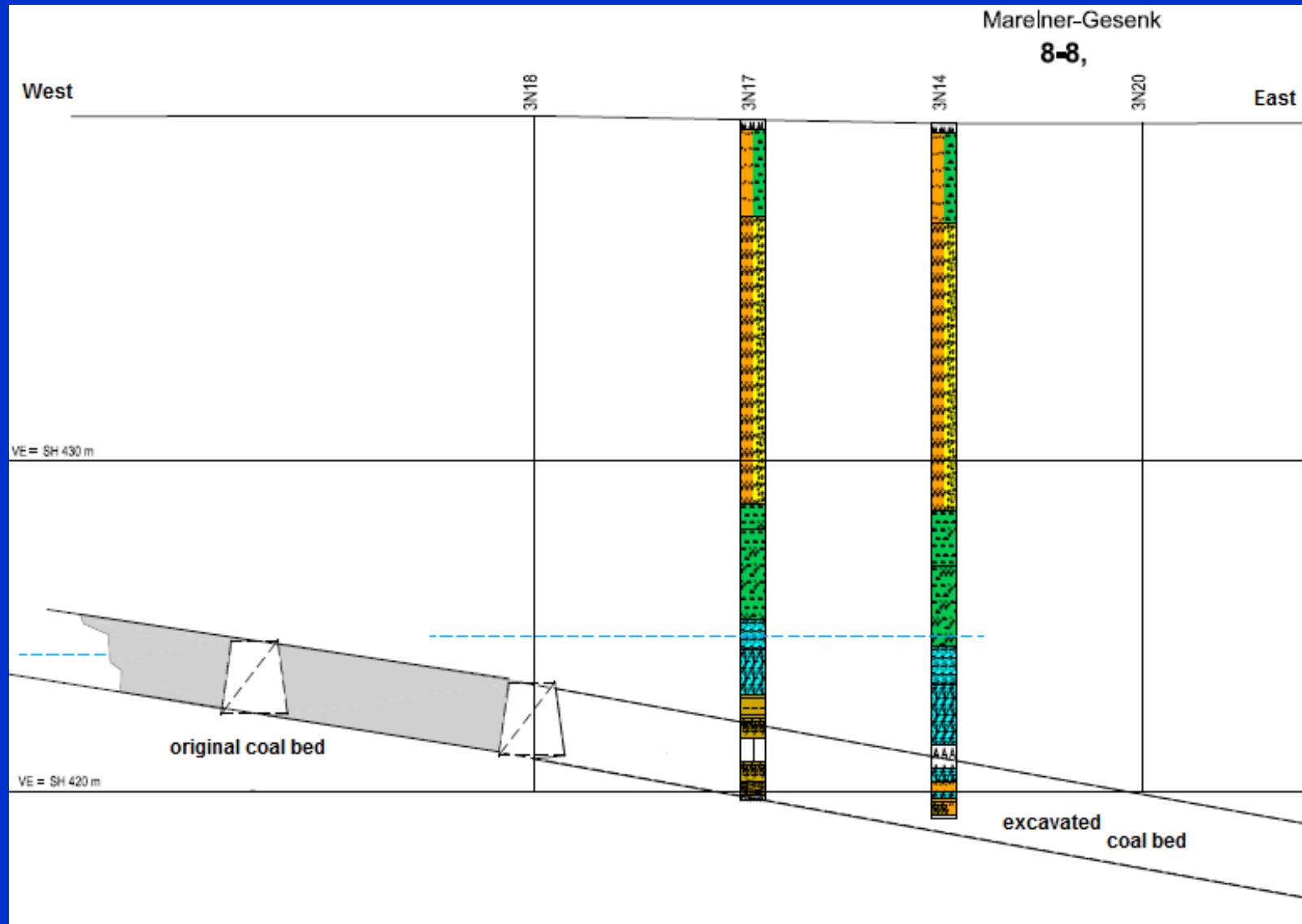


výsledok hustotného modelovania – profil zo subdukcie oceanickej platne Nasca pod juhoamerický kontinent (model siaha až do 250 km)

využitie gravimetrie

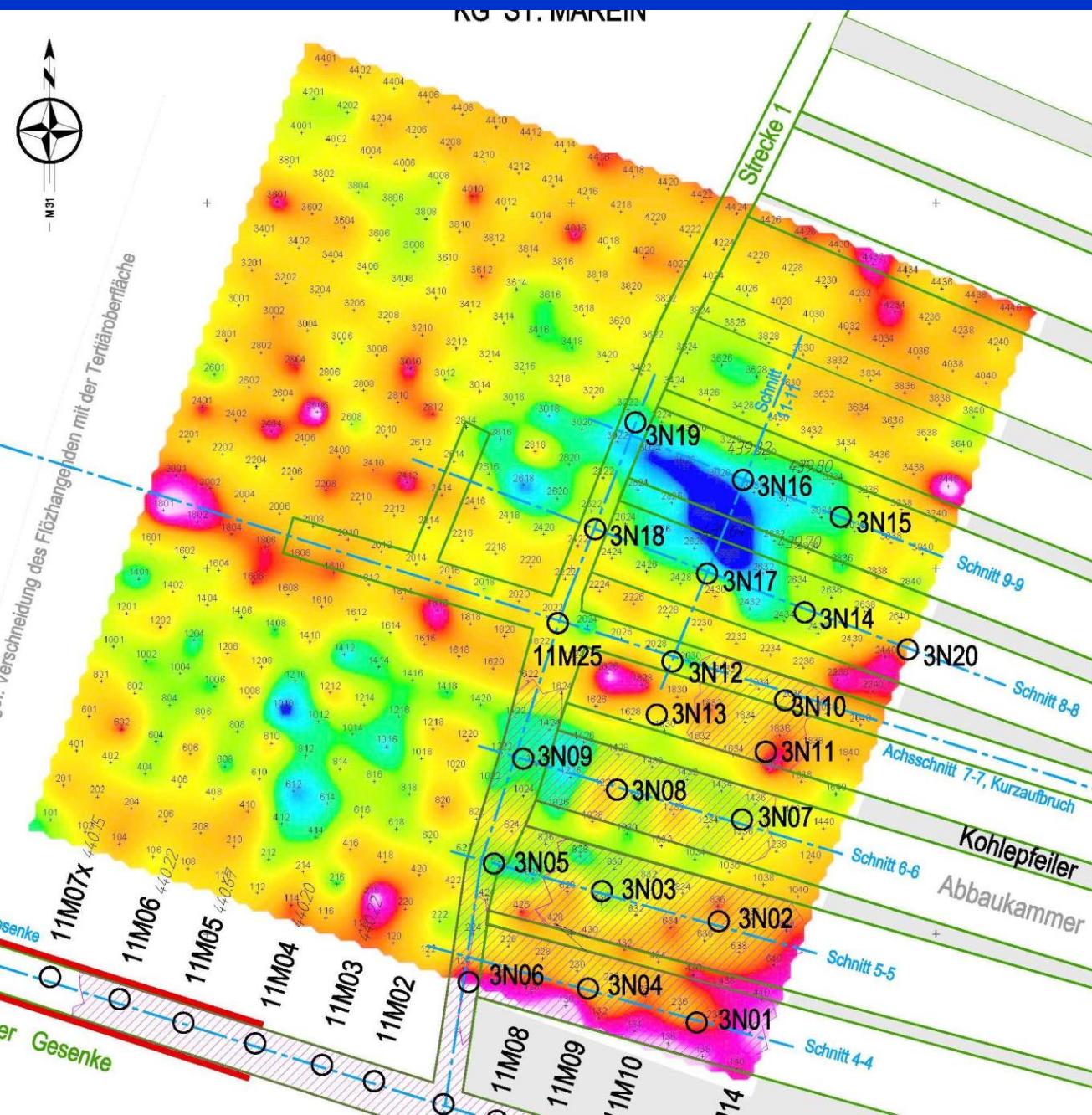
- v regionálnej a štruktúrnej geológii
- v ložiskovom a ropnom prieskume
- detekcia dutín
**(inžiniersky, environmentálny prieskum,
archeológia, ...)**
- atď. (hustotné nehomogeneity)

lokalita Wolfsberg, Rakúsko, 2012



priestor bývalej bane na hnedé uhlie (neogénny vek)

lokalita Wolfsberg, Rakúsko, 2012



výsledná mapa
úplných
Bouguerových
anomálií
(krok: 2 x 2 m)

West

LAKOG, Bereich Mareiner-Gesenk

Ost

Schnitt 9-9, M 1 : 100

x (Gauss-Krüger, M31) [m]

113905

3N16

ca. SH 440 m

113910

3N15

13915

depth [m]

3N19

Grabungseinschnitt
Überlagerung ca. 3,5 m

HOHLRAUM
ca. 60 m³
Höhe 3-4 m
Durchm. ca. 5 m

Siehe Schnitt 3N17-3N16

Wsp. ca. 424,7 05-02-09

VE = SH 430 m ü. A.

Hangend

Liegend

abgebaut

VE = SH 420 m ü. A.

Strecke 1

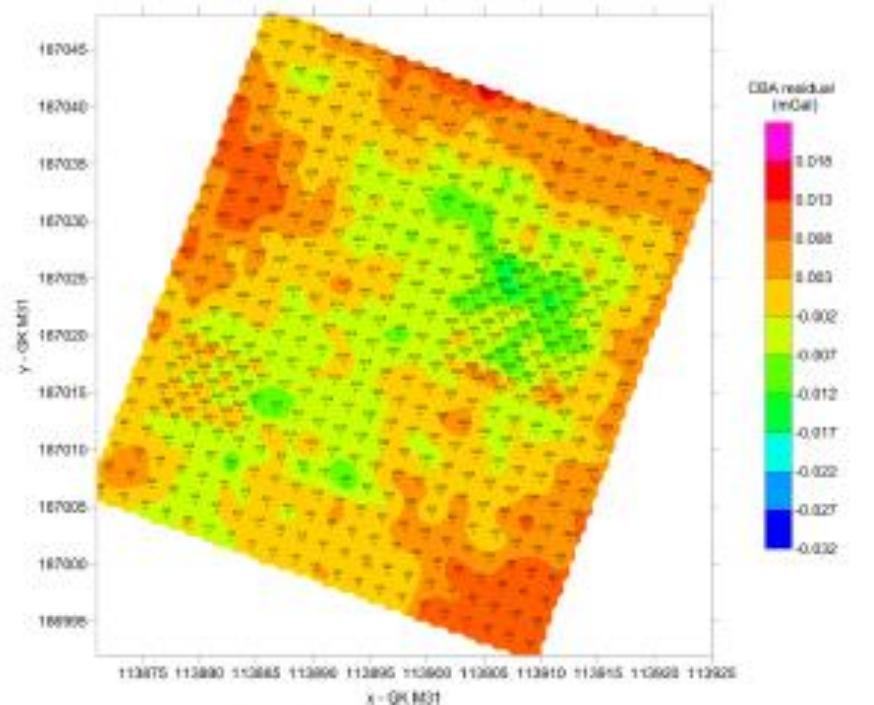
Bearbeitungsstand 11. 03. 2009, N. Zernig

lokalita Wolfsberg,
Rakúsko, 2012

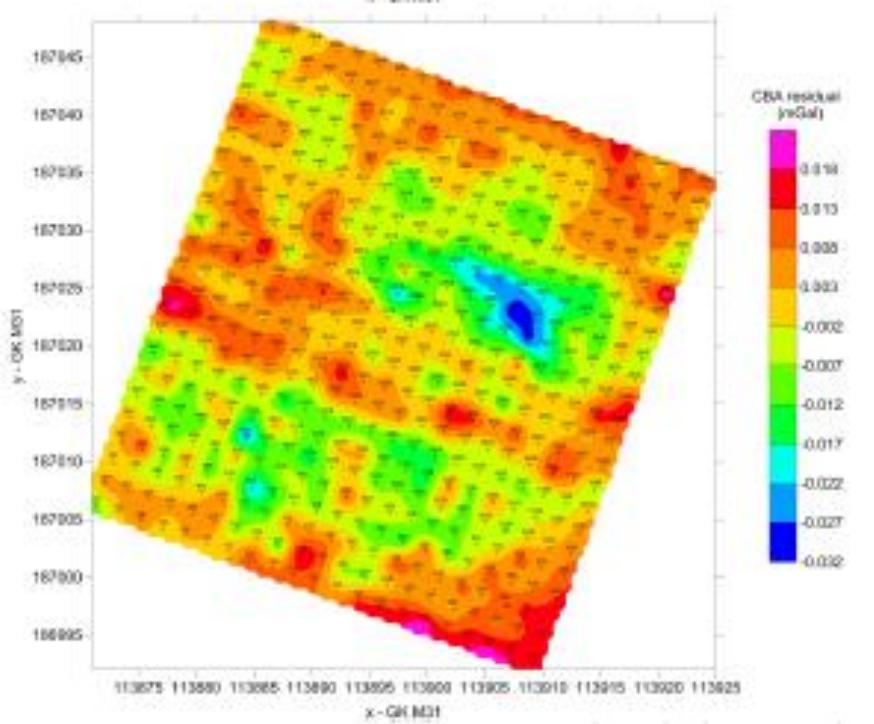
výsledky
vrtného
prieskumu
(spolu s našimi
hĺbkovými
odhadmi – tzv.
metóda Eulerovej
dekonvolúcie)

lokalita Wolfsberg,
Rakúsko,
porovnanie rokov
2012 a 2016
(kontrolné merania)

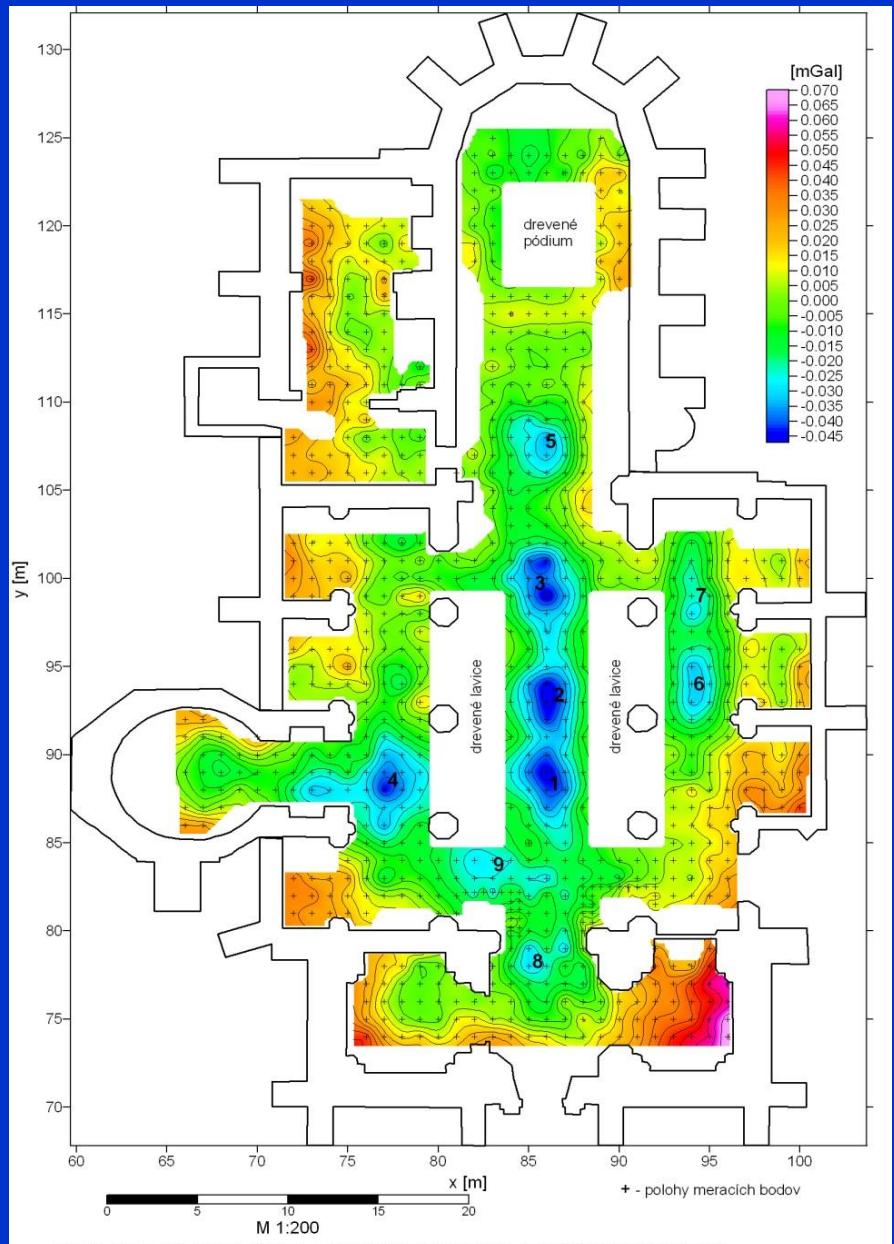
2016



2012



výsledky geofyzikálneho prieskumu Dómu Sv. Mikuláša v Trnave



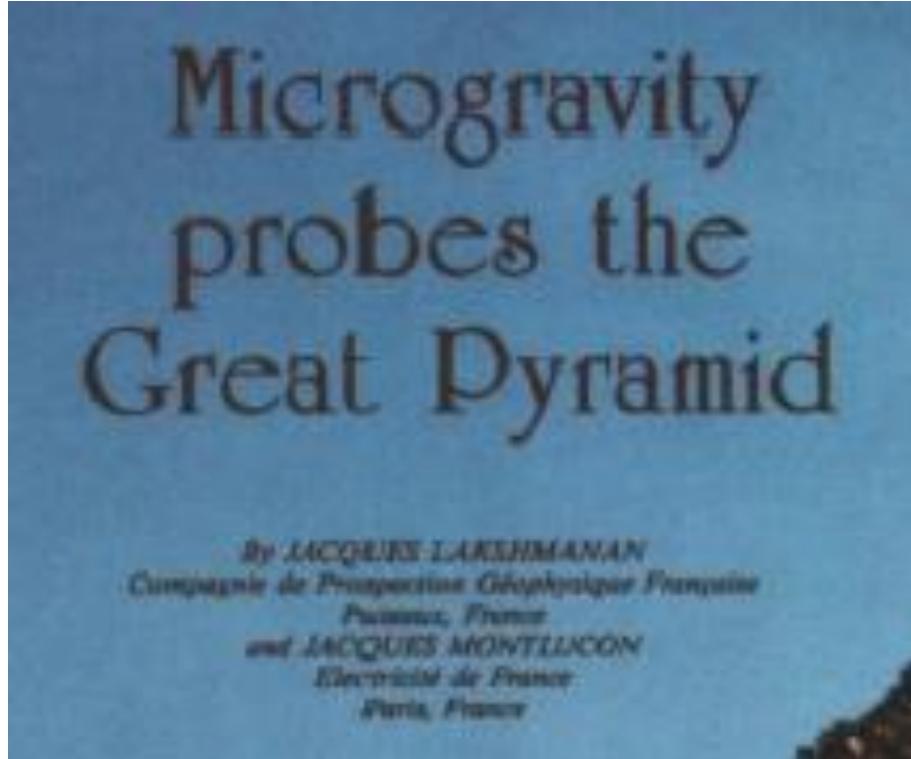
Obr. 8 Mapa priebehu lokálnych neúplných Bouguerových anomalií v priestore kostola
(so zavedením opráv o gravitačný účinok murov a odstráneným trendom), kor. hustota = 1.80 g.cm^{-3}



**spojenie výsledkov mikrogravimetrie
a metódy georadaru (GPR),
overené videoinšpekciami**

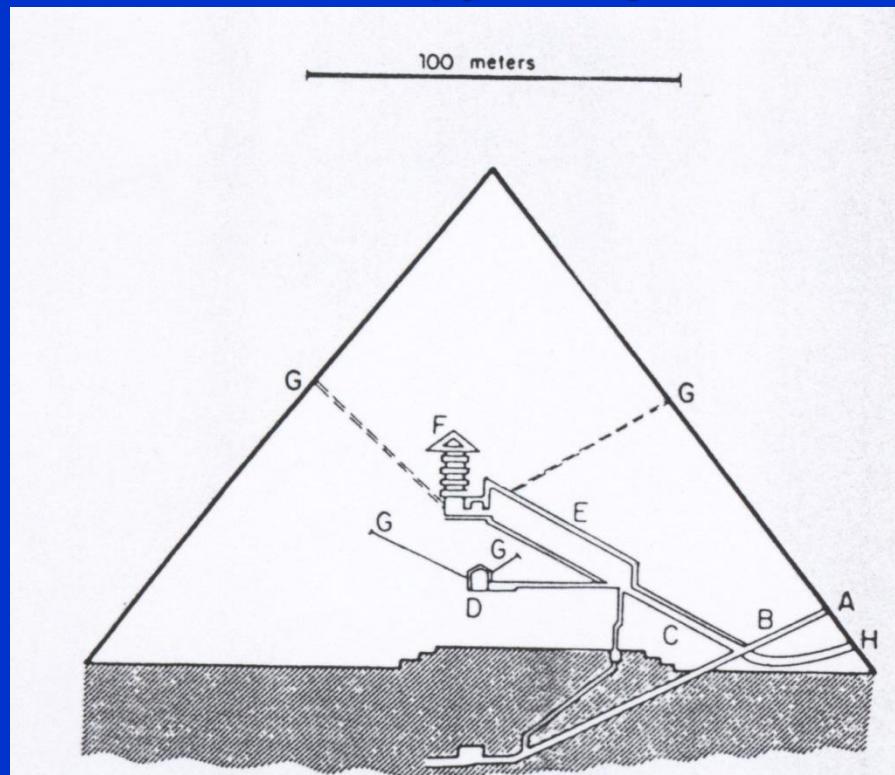


Cheopsova pyramída, Egypt – francúzsky mikrogravimetrický projekt



Cheopsova pyramída, Egypt – francúzsky mikrograv. projekt

štruktúra pyramídy

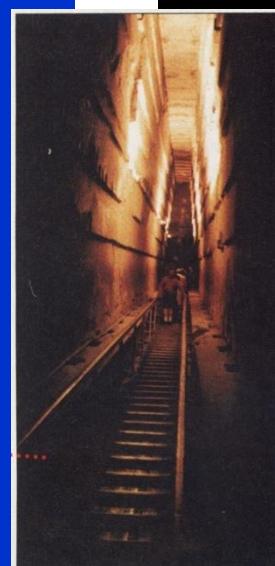
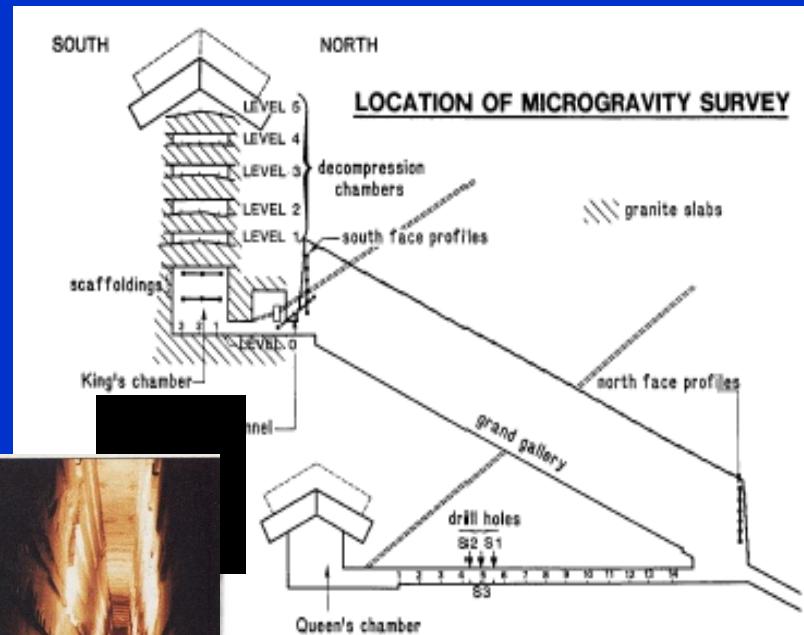


A. NORTHERN ENTRY
B. DESCENDING CORRIDOR
C. RISING CORRIDOR
D. QUEEN'S CHAMBER
E. LARGE GALLERY

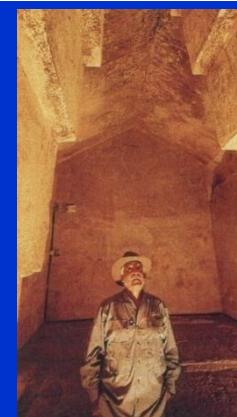


odhad. chyba: 2 - 10 μ Gal samotné meranie

merané priestory

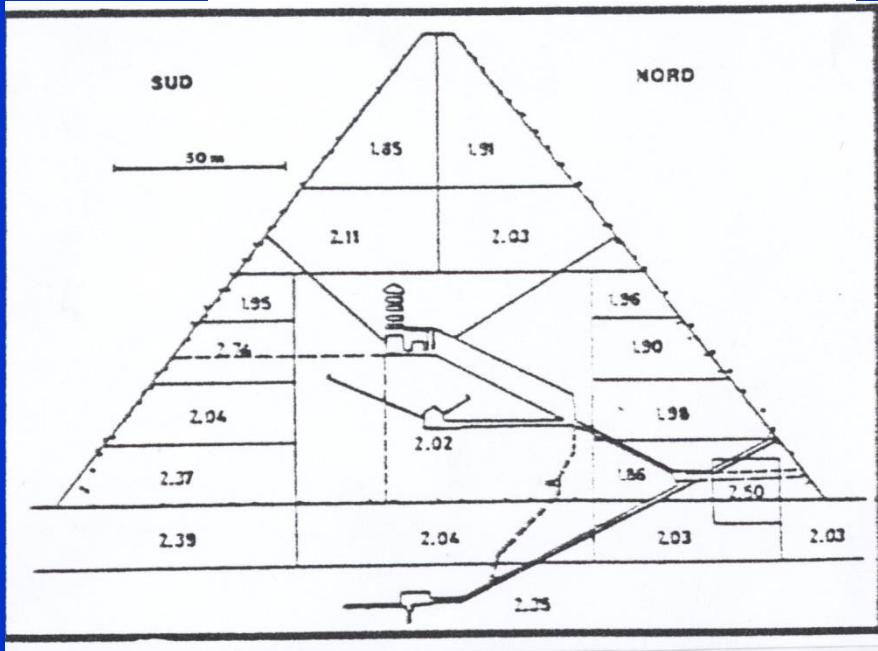
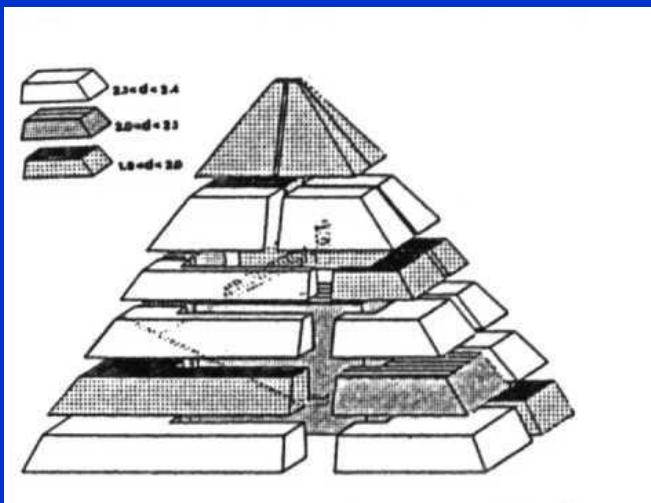


veľká galéria

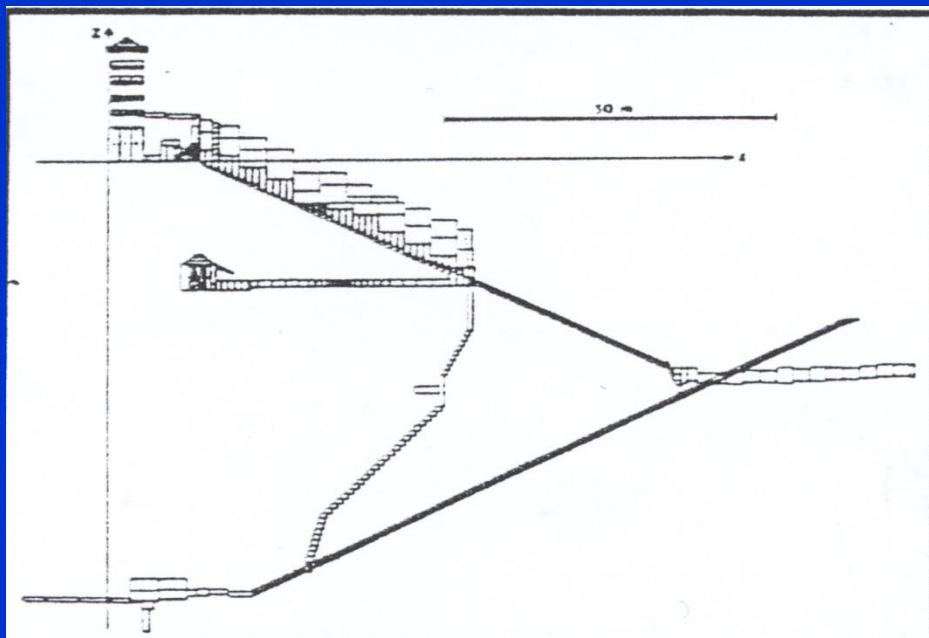


kráľovská komnata

Cheopsova pyramída, Egypt – francúzsky mikrograv. projekt



**tvorba Bouguerovej anomálie
- odstránenie gravitačných
účinkov známych štruktúr**



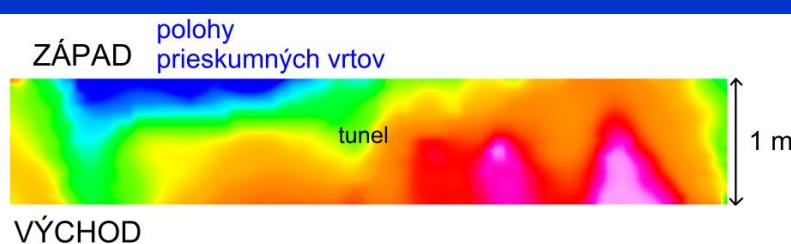
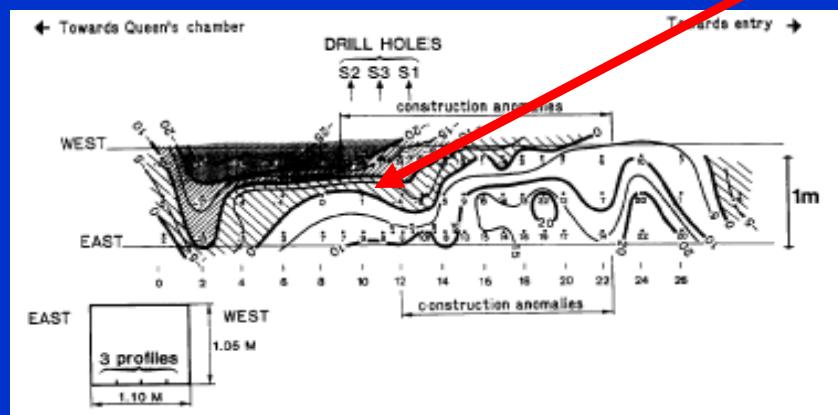
známe dutiny

model hustotného „rozvrstvenia“ pyramídy

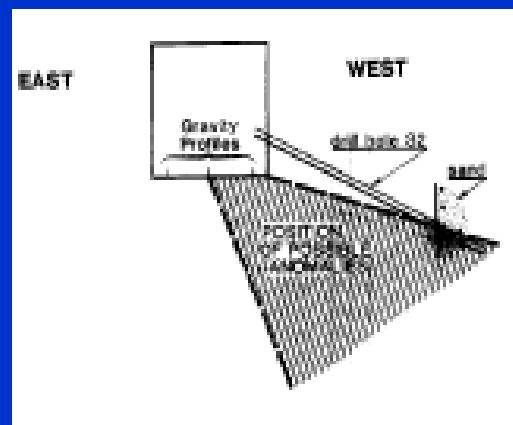
Cheopsova pyramída, Egypt – francúzsky mikrograv. projekt výsledky

hlavný výsledok:

zistenie dominantnej negatívnej anomálie v západnej časti prístupovej chodby do „královninej“ pohrebnej miestnosti

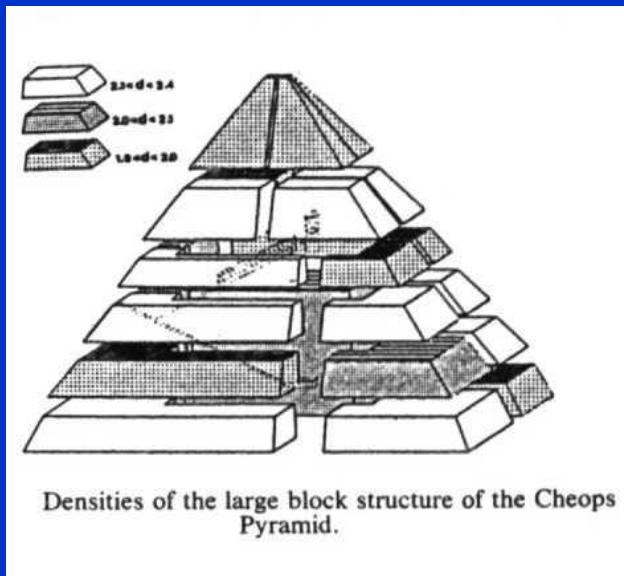


overenie anomálie:



**3 vrty dosiahli po 2.1 m dutinu vyplnenú pieskom,
(modelovaný objem dosahuje až 40 m^{-3})**

Cheopsova pyramída, Egypt – francúzsky mikrograv. projekt výsledky – možná interpretácia

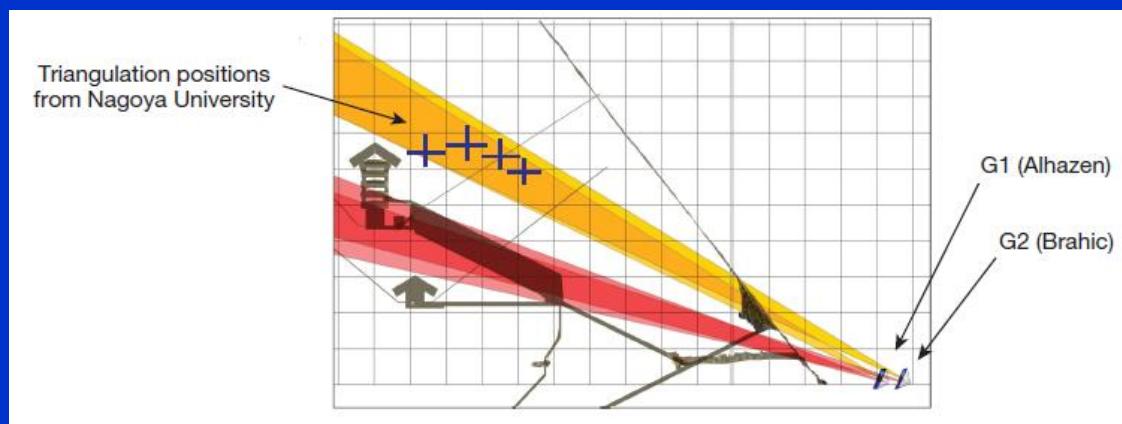
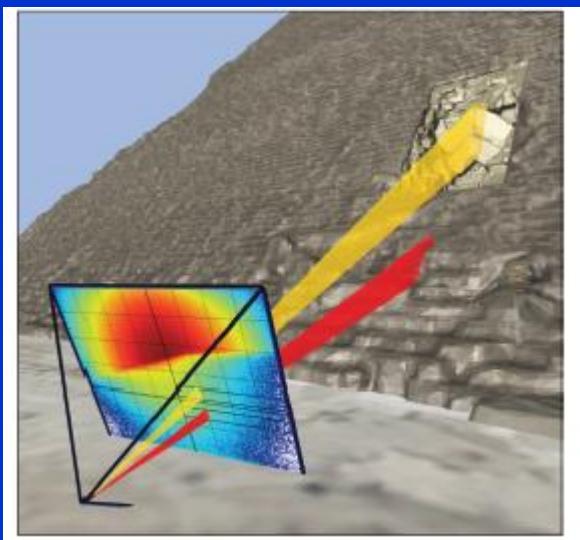
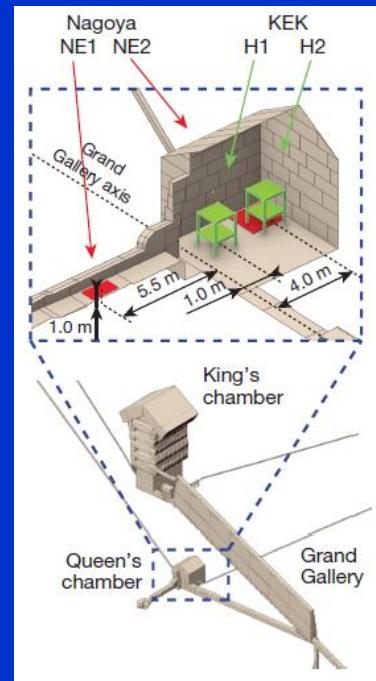


zvyšok pieskovej rampy

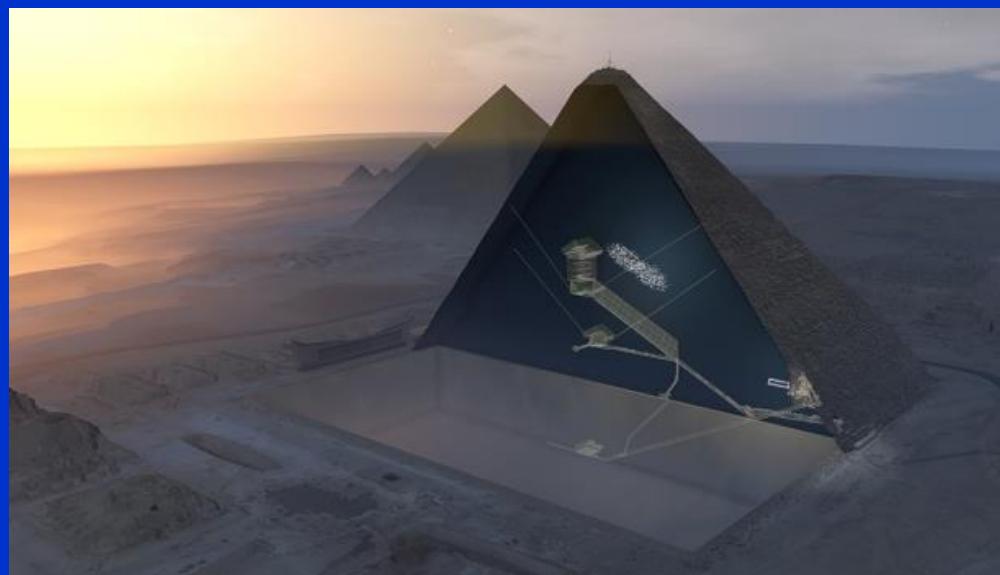
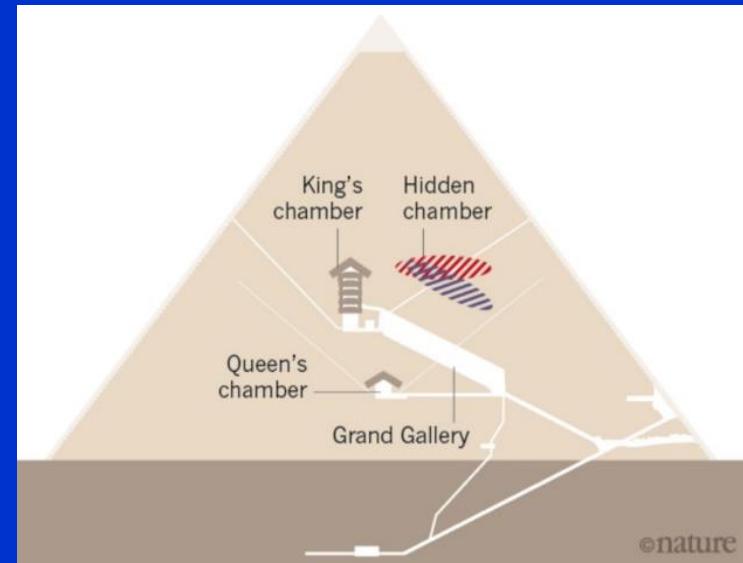
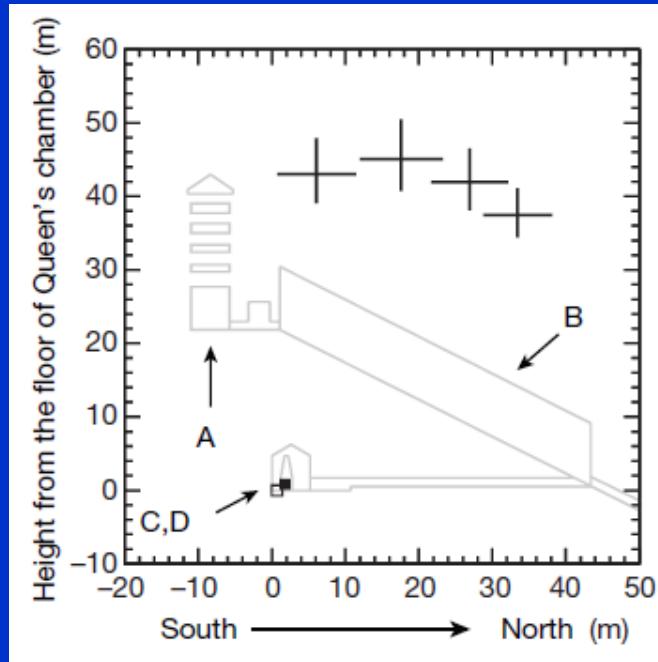
INTERPRETÁCIA PRIEBEHU
VNÚTORNEJ ŠPIRÁLOVEJ
RAMPY V CHUFUOVEJ
PYRAMÍDE



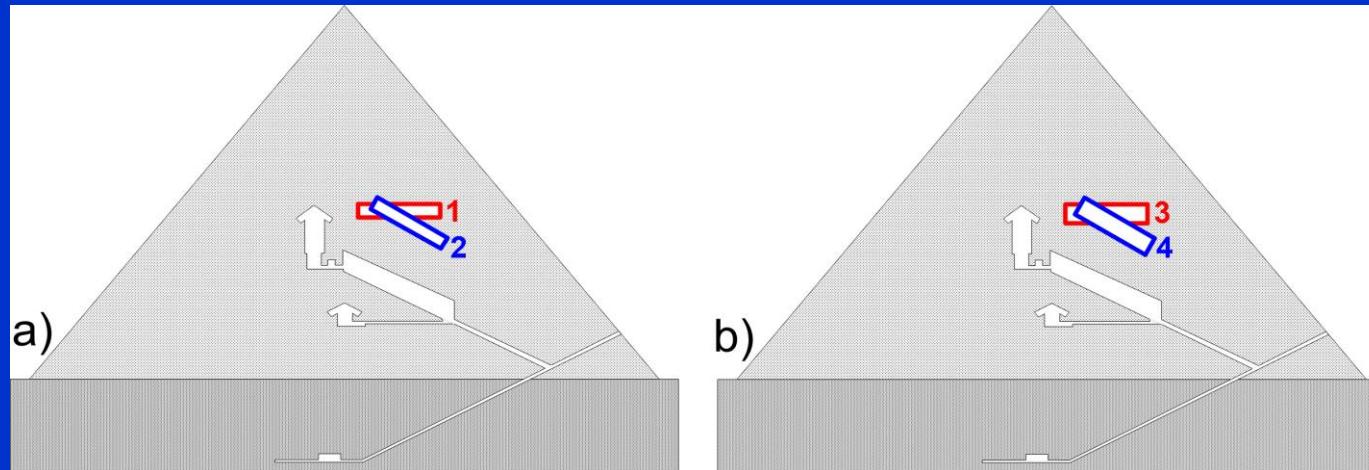
Zaujímavosť – rok 2017: objavenie novej dutiny (tzv. Big Void) v Cheopsovej pyramíde pomocou registrácie kozmického žiarenia (muóny).



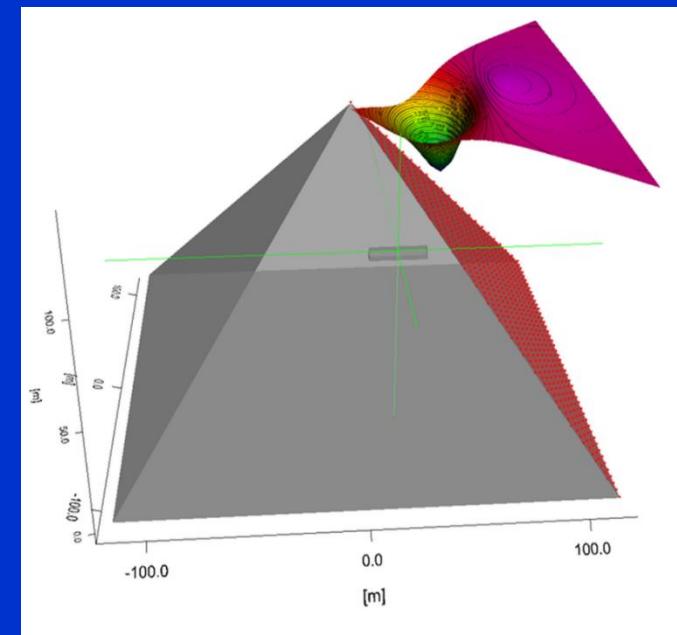
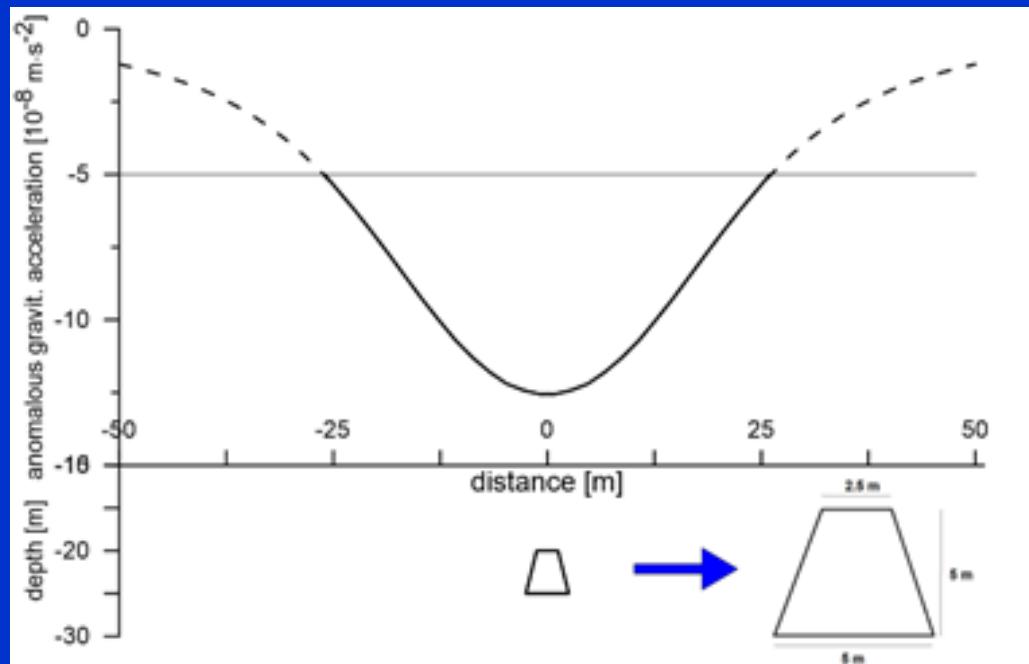
Zaujímavosť – rok 2017: objavenie novej dutiny (tzv. Big Void) v Cheopsovej pyramíde pomocou registrácie kozmického žiarenia (muóny).



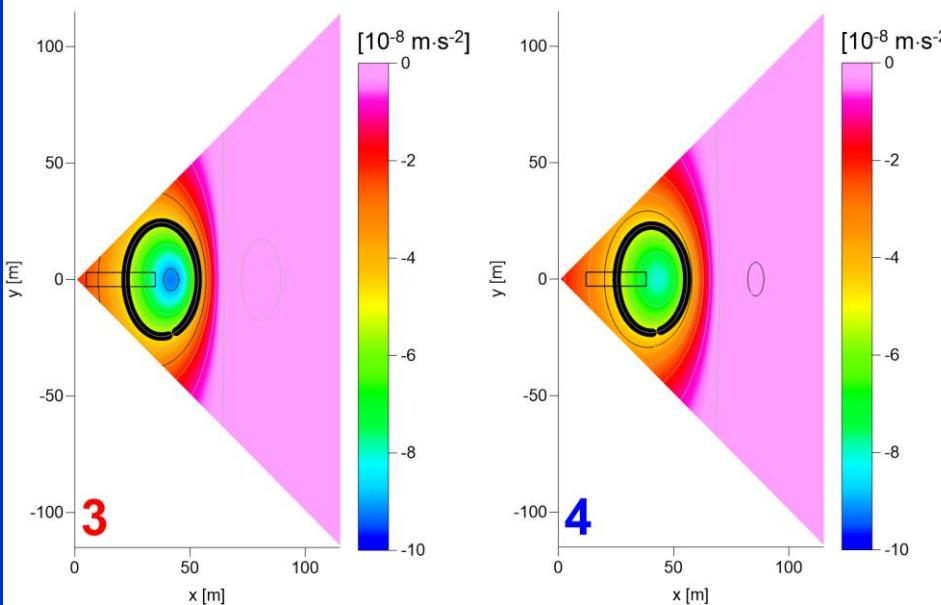
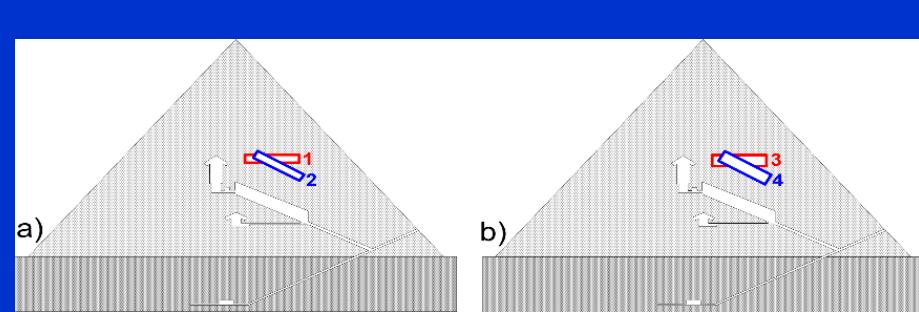
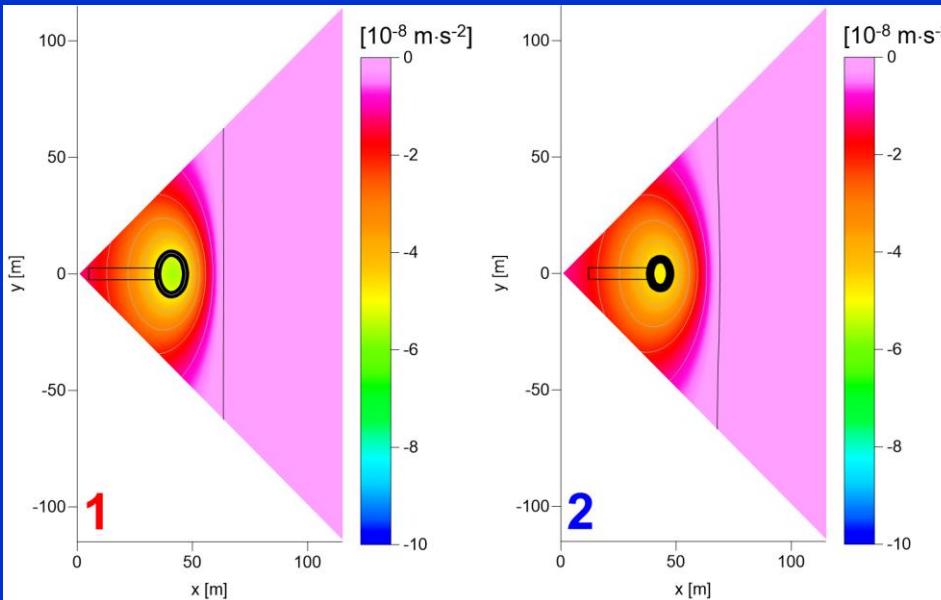
Bolo by možné prítomnosť tejto dutiny overiť presnými gravimetrickými meraniami na povrchu pyramídy?



modelované
4 scenáre
(výška 5 a 7 m)



Bolo by možné prítomnosť tejto dutiny overiť presnými gravimetrickými meraniami na povrchu pyramídy? – asi áno...



Hrubá izočiara približne vymedzuje plochu, na ktorej by mohla byť daná dutina „merateľná“ pomocou súčasných moderných gravimetrov.

Ďakujem za pozornosť.

