kroky výpočtu Bouguerovej anomálie

(tzv. korekcie/redukcie)

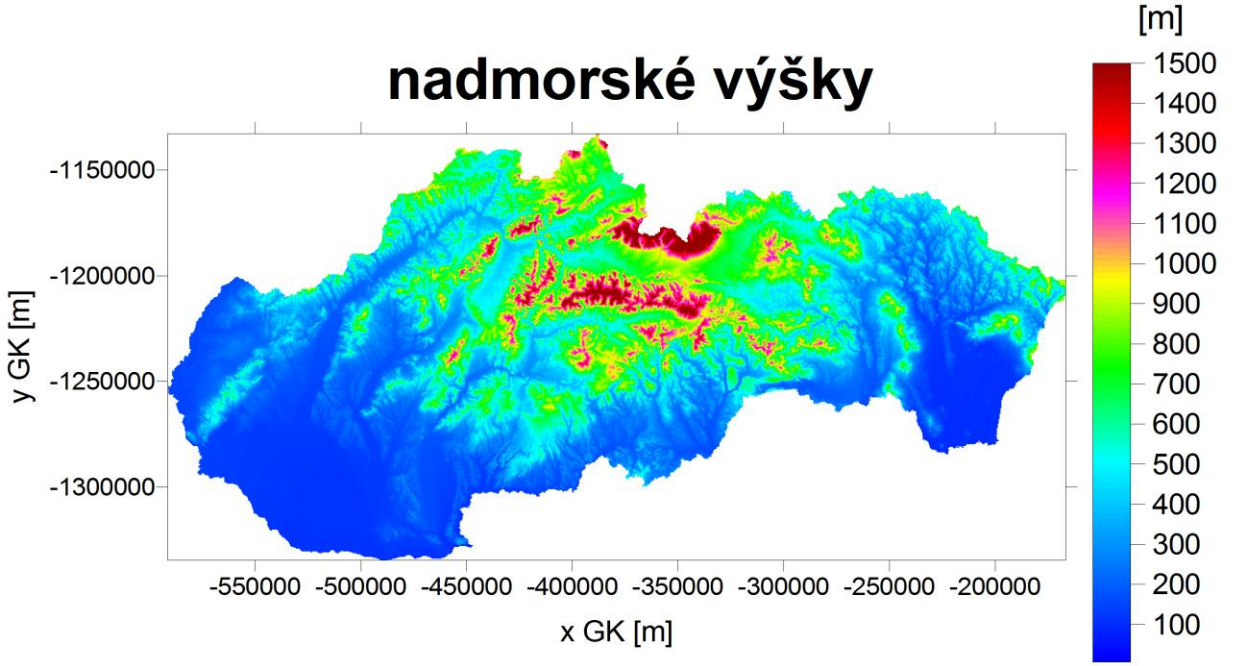
Úvodné poznámky:

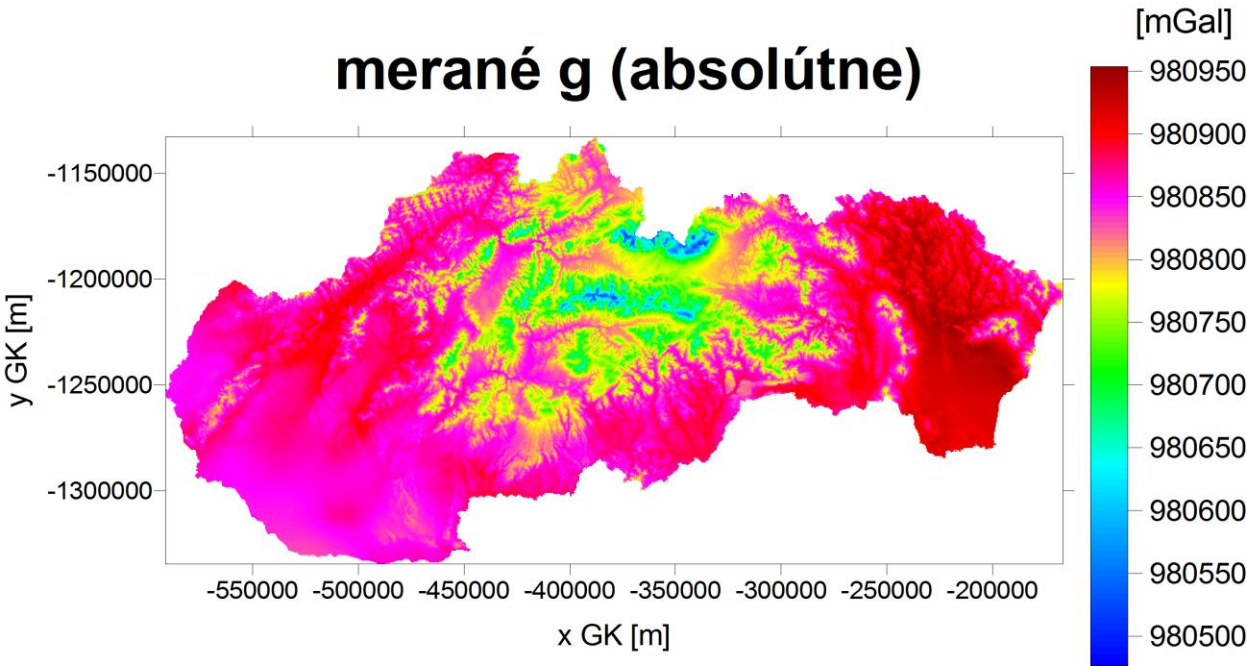
Bouguerova anomália – cieľom jej výpočtu je odstrániť z meraného g všetky negeologické prejavy (odstredivé zrýchlenie, vplyv výšky a topografie) – jedine vtedy sa môžu prejaviť efekty hustotných nehomogenít (geologické a antropogénne objekty).

Inými slovami - merané tiažové zrýchlenie je silne závislé od nadmorských výšok (topografie) a túto závislosť je potrebné odstrániť v čo najväčšej miere („inak budeme mapovať topografiu a nie geológiu“).

Úvodná poznámka:

extrémna výšková závislosť v hodnotách g (príklad je pre územie našej republiky)





kroky výpočtu Bouguerovej anomálie

(tzv. korekcie/redukcie)

$$\Delta g_B = \text{ÚBA} = g - g_n + 0.3086h - 0.0419h\rho - B + T$$

g – namerané tiažové zrýchlenie (opravené o slapy a chod, prepočítané na absolútne hodnoty)

g_n – normálne pole (tiažový účinok elipsoidu)

0.3086h – tzv. Fayeova korekcia (redukcia) = = korekcia (redukcia) "vo voľnom vzduchu"

$0.0419h\rho$ – účinok rovinnej nekonečnej (Bouguerovej) dosky, tzv. Bouguerova korekcia (redukcia)

B – Bullardov člen: oprava účinku rovinnej dosky na účinok sférickej orezanej dosky (do vzdialenosti 166.735 km od bodu výpočtu)

T – terénne korekcie (do vzdialenosti 166.735 km)

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

h – nadmorská výška výpočtového bodu

kroky výpočtu Bouguerovej anomálie

(tzv. korekcie/redukcie)

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

normálne pole – tiažové pole referenčného elipsoidu

- Clairautov teorém,

- Helmertov vzťah,

- Somigliana-Pizettiho vzťah,

Pozor: všetky uvedené vzťahy vypočítavajú tiažový účinok na povrchu elipsoidu (geoidu), t.j. v bode $h = 0$ m (!)

kroky výpočtu Bouguerovej anomálie

(tzv. korekcie/redukcie)

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

normálne pole – tiažové pole referenčného elipsoidu

otázne je, že akú hustotu má elipsoid, ktorého účinok takto odrátame – teoretické úvahy ukazujú, že by to mohlo byť v jeho vrchnej časti 2.70 $g.cm^{-3}$

kroky výpočtu Bouguerovej anomálie

(tzv. korekcie/redukcie)

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

terénna korekcia

Fayeova korekcia

rovinná Bouguerova korekcia

Bullardov člen

Po odpočítaní normálneho poľa nasledujú ďalšie korekcie – ako kroky pri výpočte Bouguerovej anomálii.
Fayeova korekcia, rovinná Bouguerova korekcia, odpočítanie Bullardovho člena
a terénna korekcia.

Pozn.: V učebniciach a odbornej literatúre sa často vyskytuje namiesto korekcie pojem redukcia. Vyhýbame sa mu v týchto prednáškach, nakoľko evokuje v sebe dojem, že niečo je niekde redukované (presúvané).

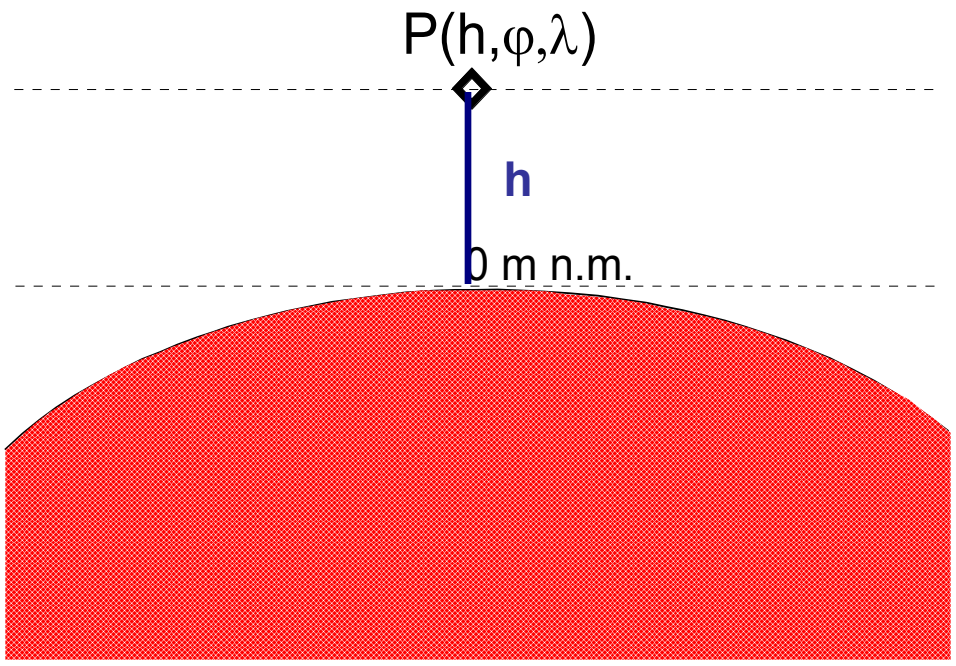
kroky výpočtu Bouguerovej anomálie
(tzv. korekcie/redukcie)

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

Fayeova korekcia – „oprava na voľný vzduch“

keďže vzťahy pre normálne pole určujú jeho hodnotu v bode h = 0 m, pre potreby výpočtu Bouguerovej anomálie je potrebné toto pole „presunúť“ (prepočítať) z povrchu elipsoidu do bodu výpočtu P(h)

tento krok sa nazýva tradične ako Fayeova korekcia (korekcia na voľný vzduch, free air correction)



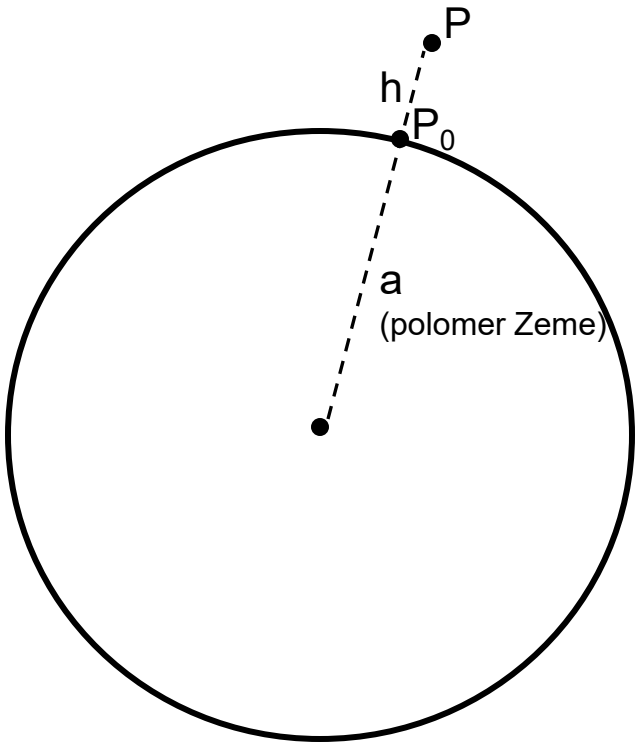
kroky výpočtu Bouguerovej anomálie

(tzv. korekcie/redukcie)

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

Fayeova korekcia – „oprava na voľný vzduch“

odvodenie



(pomer h/a je veľmi malý)

kroky výpočtu Bouguerovej anomálie
(tzv. korekcie/redukcie)

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

Fayeova korekcia – „oprava na voľný vzduch“

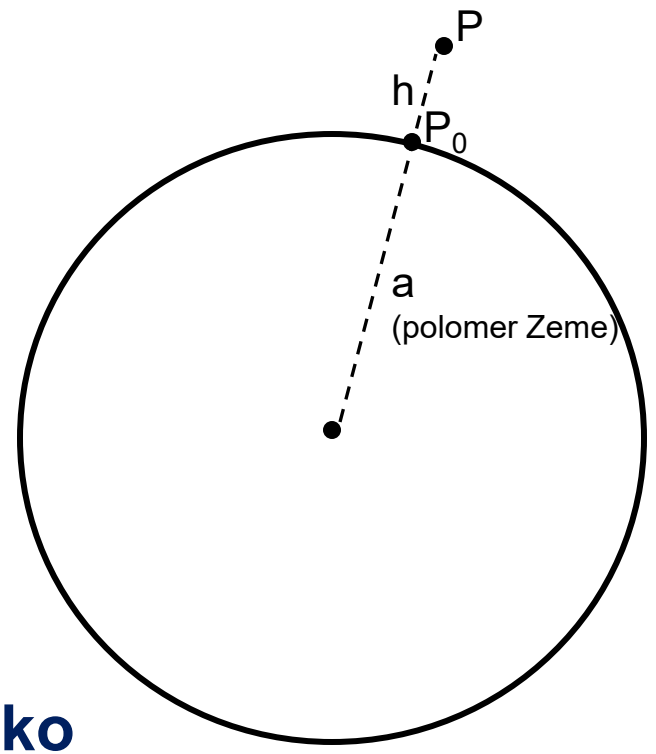
(pri jednoduchej sférickej aproximácii Zeme)

rozdiel v zrýchlení medzi bodmi P_0 a P bude:

$$\Delta g_F = -2\frac{g_0}{a}h \approx -0.3086h$$

pre priemerné hodnoty parametrov

$g_0 \approx g_P \approx 983000$ [mGal], $a \approx 6371000$ [m]



Hodnota -0.3086 sa často označuje ako tzv. normálny vertikálny gradient

kroky výpočtu Bouguerovej anomálie
(tzv. korekcie/redukcie)

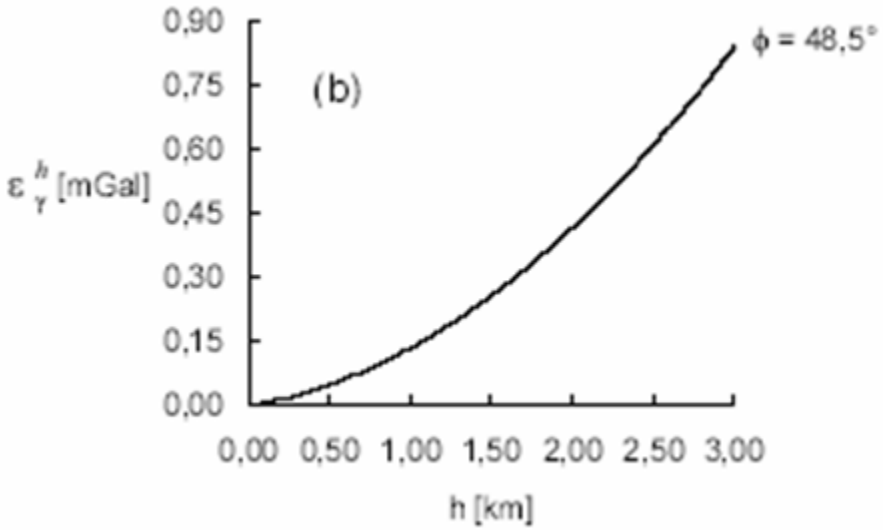
$$\Delta g_B = g - g_n + \boxed{0.3086h} - 0.0419h\rho - B + T$$

Fayeova korekcia – „oprava na voľný vzduch“

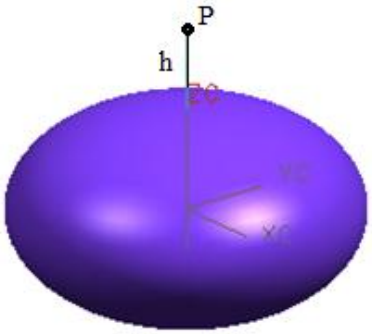
Pri uvážení ďalších členov použitého Taylorovho rozvoja a taktiež odstredivého zrýchlenia Zeme (rotujúca guľa) získame namiesto jednoduchého vzťahu (0.3086h) pre Fayeovu korekcie nasledujúci vzorec:

$$\Delta g_F \approx (0.30878 - 0.000439\sin^2\varphi)h - (7.265\cdot10^{-8} - 2.085\cdot10^{-10}\sin^2\varphi)h^2$$

pozn. Pre územie SR dosahuje chyba, spôsobená používaním zjednodušeného vzťahu pre Fayovu korekciu (0.3086h) výškovo závislú chybu, dosahujúcu rozpätie až cca. 0.45 mGal (pre lokálne prieskumy to nevadí, pre regionálne však áno)



Fayeova korekcia – „oprava na voľný vzduch“



Vzťahy, ktoré sú používané v súčasnosti pre najpresnejšie výpočty:

$$\gamma(\varphi,h)=\gamma_0(\varphi)+\left.\frac{\partial\gamma}{\partial h}\right|_0 h+\frac{1}{2}\left.\frac{\partial^2\gamma}{\partial h^2}\right|_0 h^2$$

γ() je normálne tiažové zrýchlenie v bode P nad elipsoidom

$$\left.\frac{\partial\gamma}{\partial h}\right|_0=-\frac{2\gamma_0}{a}\left(1+f-2f\sin^2\varphi+\frac{3}{2}f^2-2f^2\sin^2\varphi+\frac{1}{2}f^2\sin^4\varphi\right)-2\omega^2$$

$$\left.\frac{\partial^2\gamma}{\partial h^2}\right|_0=\frac{6\gamma_0}{a^2\left(1-f\sin^2\varphi\right)^2}$$

- uvedené parametre platia pre elipsoid GRS-80

kde: γ_0 je klasický Somigliana-Pizzetiho vzťah pre normálne pole na elipsoide,

γ_E = 9.7803267715 m·s^{-2}, normálne tiažové zrýchlenie na rovníku,

γ_P = 9.8321863685 m·s^{-2}, normálne tiažové zrýchlenie na póle,

a = 6378137 m, hlavná poloos elipsoidu (rovníkový polomer Zeme),

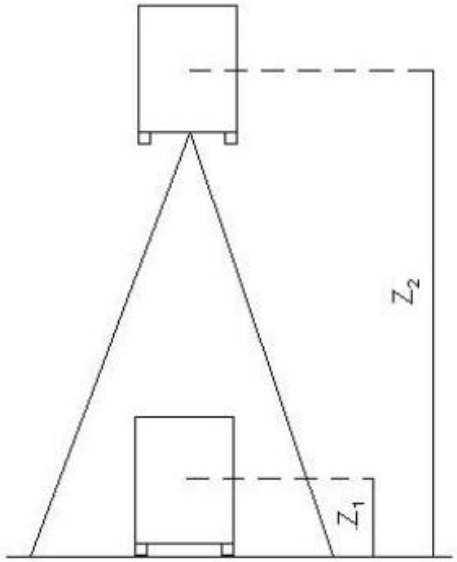
c = 6356752.3141 m, vedľajšia poloos elipsoidu,

f = 0.00335281068118, sploštenie (flattening),

ω = 7.292115·10^{-5} rad·s^{-1}, uhlová rýchlosť.

poznámka ku vertikálnemu gradientu (VG)

reálny VG je možné odhadnúť meraním (tzv. tower VG)



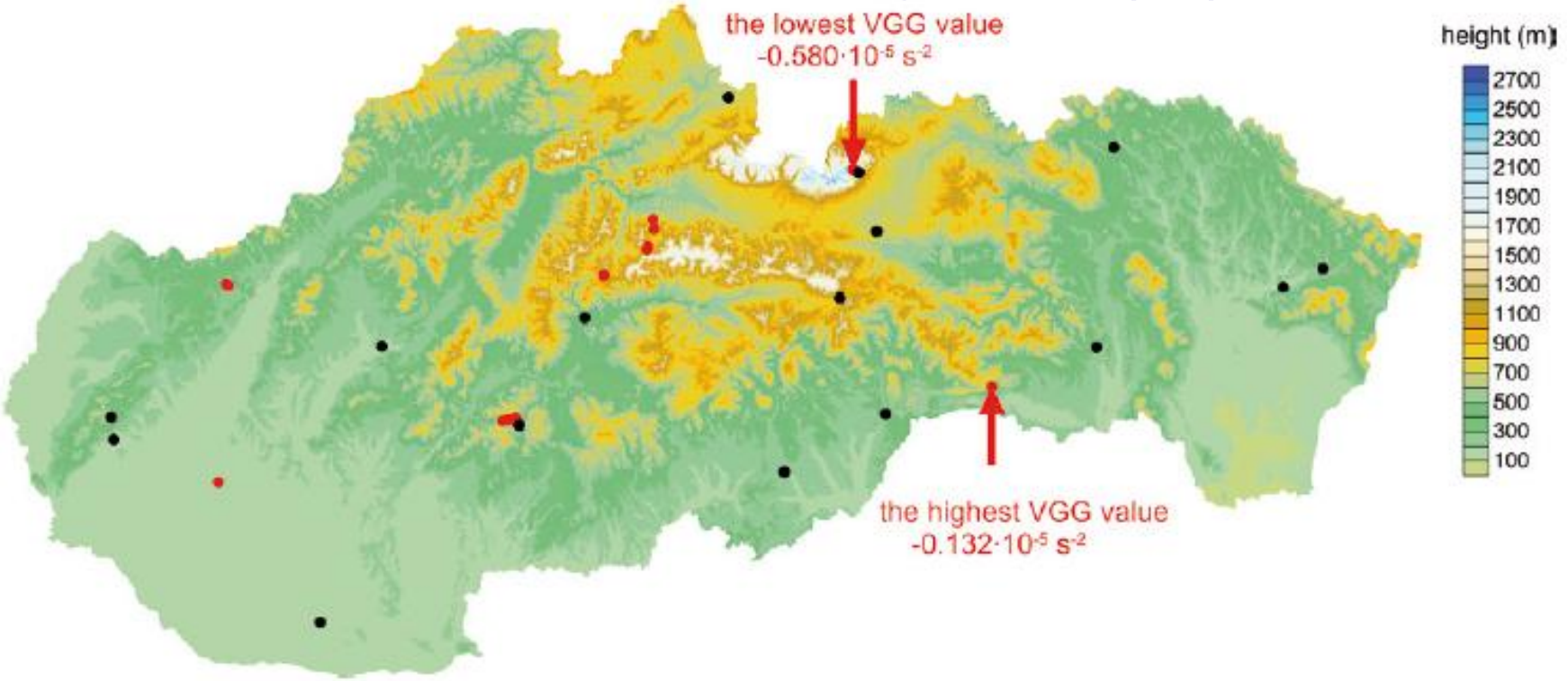




$$VG \approx (g_2 - g_1) / (z_2 - z_1)$$

hodnota normálneho VG (-0.3086h) je výrazne ovplyvnená vplyvom okolitej topografie a blízkych budov
otázka: aká bude hodnota reálneho VG na kopcoch (v dolinách)?

poznámka ku vertikálnemu gradientu (VG)



Lomnický štít





Zádielska dolina

rozdiely reálneho VG voči normálnemu VG (-0.3086h) dosahujú na našom území až 88% (v doterajších publikáciách sa uvádzali max. rozdiely na úrovni 20-30%)

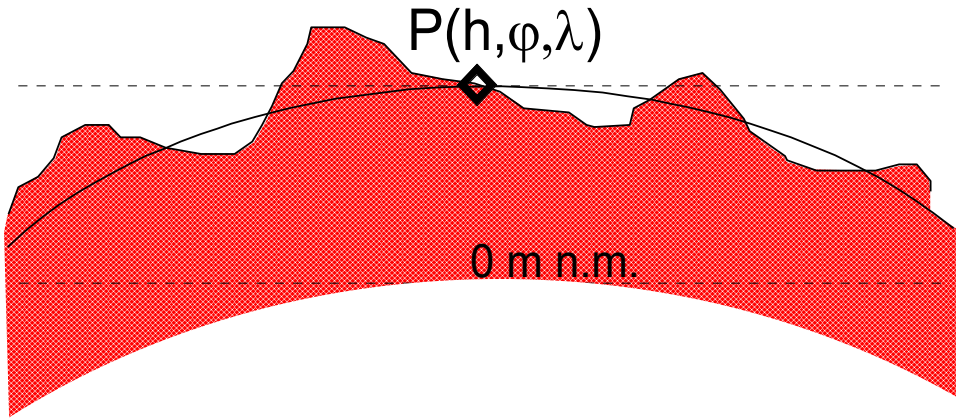
kroky výpočtu Bouguerovej anomálie
(tzv. korekcie/redukcie)

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

1. koncepcia:

- rovinná Bougerova (nekonečná) doska
- Bullardov člen – - úprava rovinnej dosky na zakrivenú (ohranič. na 166.7 km)
- terénne korekcie

Bouguerova korekcia – oprava o účinok hmôt medzi bodom merania (P) a referenčným telesom



máme 3 koncepcie:

1. tri členy v zmysle Bullarda (1936):
   (rovinná doska, Bullard. člen, terr. kor.)
   (tzv. Bullard A, Bullard B, Bullard C term)
2. dva členy:
   (sférická doska, terénne korekcie)
3. jeden člen:
   (tzv. masové korekcie, topo-efekt)

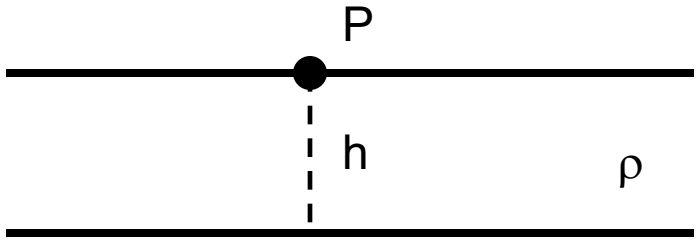
kroky výpočtu Bouguerovej anomálie
(tzv. korekcie/redukcie)

Bouguerova korekcia –

1. koncepcia - „klasický spôsob“: najprv je odpočítaný účinok rovinnej nekonečnej dosky, potom je tento krok upravený pre prípad zakrivenej ohraničenej dosky a napokon sú zavedené topokorekcie

   a) účinok rovinnej nekonečnej Bouguerovej dosky (Boug. slab):

$$2\pi\kappa\rho h \cong 0.0419\rho h \quad \text{(pre [mGal] a [g·cm}^{-3}\text{])}$$



Pozn.: presné odvodenie bude približne v strede semestra počas riešenia tzv. priamych úloh pre jednoduché telesá (vychádza sa gravitačného účinku tzv. horizontálneho pásu a polonekonečnej dosky)

kroky výpočtu Bouguerovej anomálie
(tzv. korekcie/redukcie)

Bouguerova korekcia –

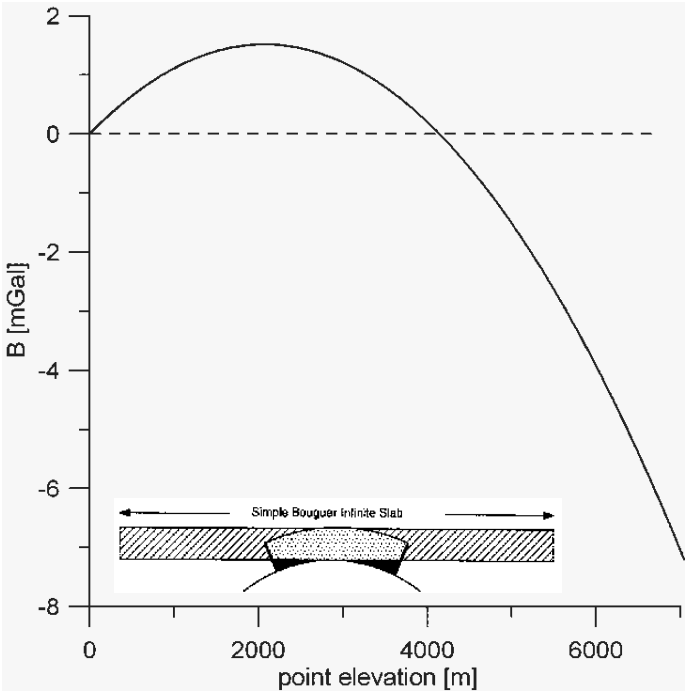
1. koncepcia - „klasický spôsob“ – najprv je odpočítaný účinok rovinnej nekonečnej dosky, potom je tento krok upravený pre prípad zakrivenej ohraničenej dosky a napokon sú zavedené topokorekcie

   b) zavedenie tzv. Bullardovho člena (B), ktorý je rozdielom účinku sfér. vrstvy (g_{sp}) s otvorovým uhlom $\theta \approx 1.5°$ a rovinnej Bouguerovej dosky ($2\pi\kappa\rho h$)

B sa často počíta pomocou aproximujúceho vzorca:

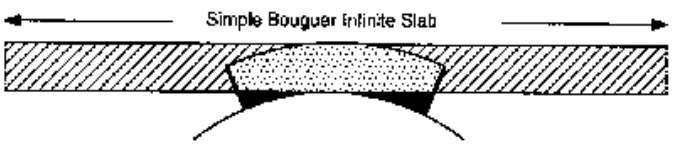
$$B = 0.00146471h - 3.534 \cdot 10^{-7} h^2 \ [mGal]$$

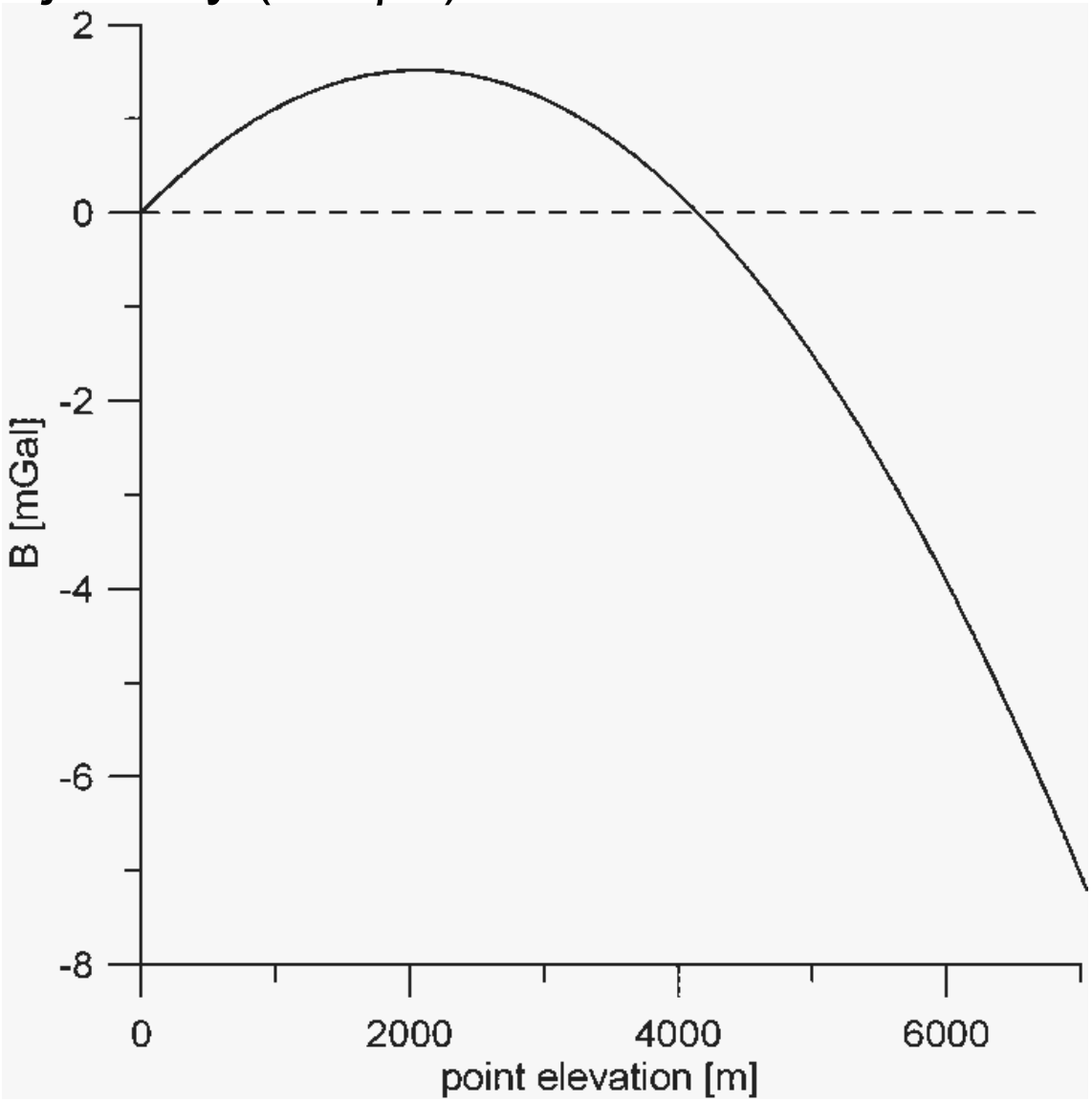
(platí pre $\rho = 2.67\ g.cm^{-3}$)



tzv. Bullardov člen

rozdiel účinku sfér. vrstvy (g_{sp}) s otvorovým uhlom $\theta \approx 1.5°$
a rovinnej Bouguerovej dosky ($2\pi\kappa\rho h$)





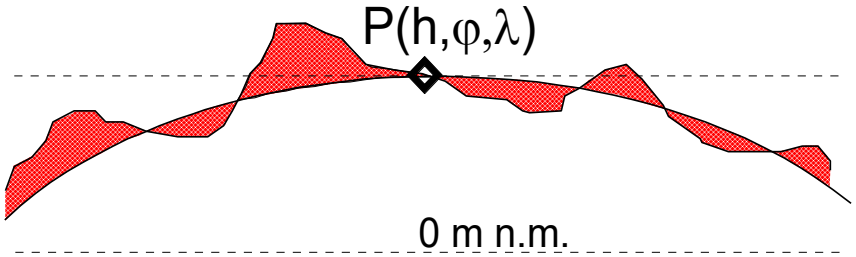
hodnoty v grafe sú
pre hustotu 2.67 g.cm^{-3}

kroky výpočtu Bouguerovej anomálie
(tzv. korekcie/redukcie)

Bouguerova korekcia –

1. „klasický spôsob“ – najprv je odpočítaný účinok rovinnej nekonečnej dosky, potom je tento krok upravený pre prípad zakrivenej ohraničenej dosky a napokon sú zavedené terénne korekcie

c) zavedenie terénnych korekcií



Terénne korekcie “ošetrujú“ dva dôležité prípady:

1. treba doplniť (pripočítať) gravitačný účinok výplní dolín, ktorý bol odrátaný pri odrátaní sférickej Bouguerovej dosky (rovinnej dosky a Bullard člena),
2. treba pripočítať gravitačný účinok kopcov, ktoré vo väčšine prípadov svojimi hmotami nad úrovňou bodu znižujú meranú tiaž (čiže ich vypočítaný účinok by mal mať kladné znamienko); pri “zanorených“ kopcoch pod úroveň výšky meraného bodu ich účinok však bude mať opačné znamienko – záporné, takže pre menšie nadmorské výšky výpočtových bodov môžeme získať aj záporné hodnoty terénnych korekcií.

kroky výpočtu Bouguerovej anomálie
(tzv. korekcie/redukcie)

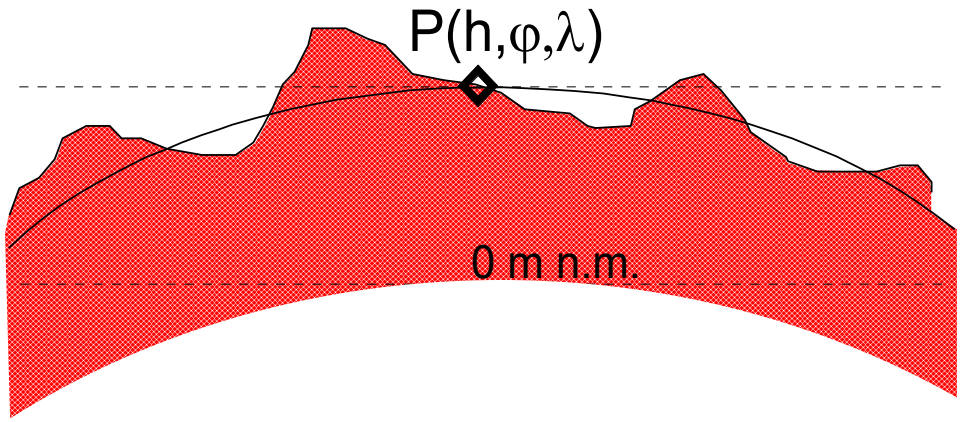
$$\Delta g_B = g - g_n + 0.3086h - g_{sf} + T$$

účinok ohraničenej sférickej dosky (do 166.7 km)

terénne korekcie

2. koncepcia – dva členy

Bouguerova korekcia – oprava o účinok hmôt medzi bodom merania (P) a referenčným telesom



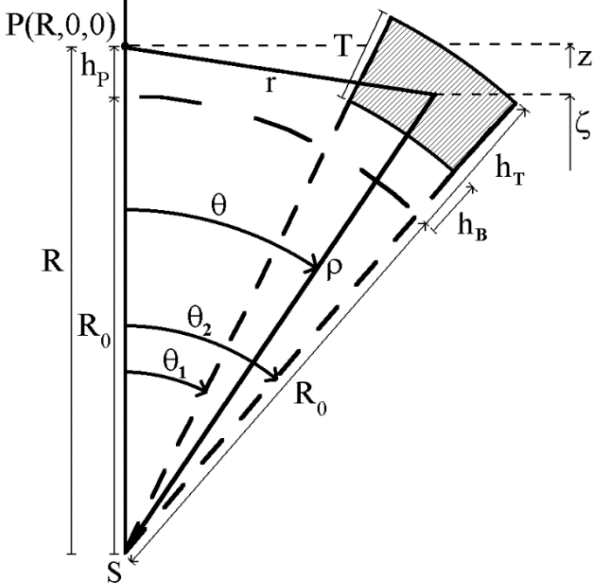
kroky výpočtu Bouguerovej anomálie
(tzv. korekcie/redukcie)

Bouguerova korekcia –

2. koncepcia sfér. ohranič. dosky s následnými topokorekciami –
– v súčasnosti asi najviac rozšírené

$$g_{sp}(R) = 2\pi\gamma\sigma\left\{ \left(\rho^2/(3R^2) + \rho\cos\theta/(3R) + \cos^2\theta - 2/3\right)\sqrt{R^2 - 2R\rho\cos\theta + \rho^2} + \right.$$

$$\left. + R\left(\cos^3\theta - \cos\theta\right)\ln\left[2\sqrt{R^2 - 2R\rho\cos\theta + \rho^2} + 2\left(\rho - R\cos\theta\right)\right] \right\} \Bigg|_{\theta_1}^{\theta_2} \Bigg|_{R_0 + h_B}^{R_0 + h_T}$$



kde:
θ – uhol od vert. osi (doplnok zemep. šírky)
(s hranicami θ_1 a θ_2)
ρ – centrálna vzdialenosť časti sfér. vrstvy
(s hranicami od R_0+h_B do R_0+h_T)
R_0 – polomer sférickej Zeme
R – centrálna vzdialenosť výpočt. bodu P
($R = R_0 + h_P$)
h_P – výška bodu P nad sférickou Zemou

kroky výpočtu Bouguerovej anomálie
(tzv. korekcie/redukcie)

Bouguerova korekcia –

2. koncepcia sfér. ohranič. dosky s následnými topokorekciami –
– v súčasnosti asi najviac rozšírené

vzťahy pre účinok sfér. vrstvy bol odvodený viacerými autormi:

- Hayford and Bowie (1912), Cassinis et al. (1937), Lejay (1947), Baeschlin (1948), Jung (1961), Hagiwara (1975), Quereshi (1976), Rempel (1981), Talwani (1988), Kühtreiber et al. (1989), LaFehr (1991), Mikuška et al. (2006), a ďalší (možno)

taktiež boli odvodené rôzne aproximácie na základe Taylorových radov:

- Oliver ed., (1980), Whitman (1990), LaFehr (1991), Militzer and Weber, ed., (1984), a iní

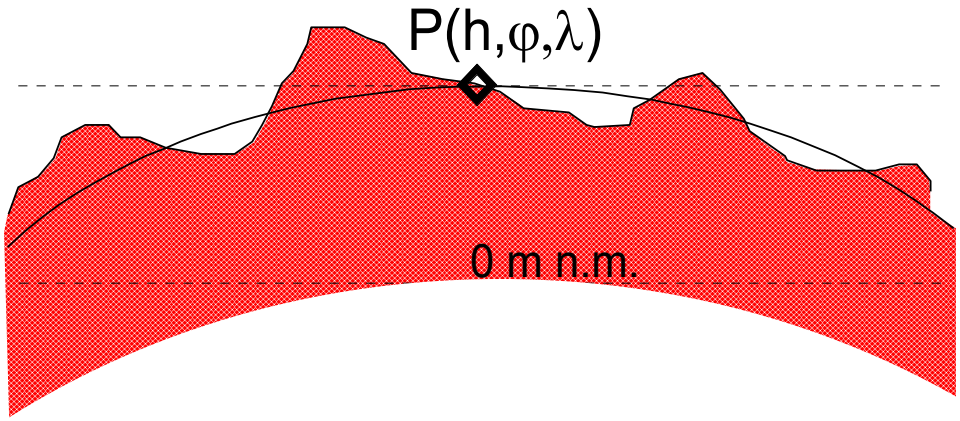
kroky výpočtu Bouguerovej anomálie
(tzv. korekcie/redukcie)

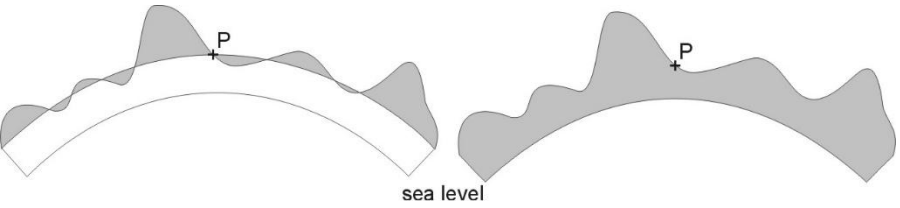
$$\Delta g_B = g - g_n + 0.3086h - M$$

tzv. masové korekcie, topo-efekt (166.7 km)

3. koncepcia – jeden člen

Bouguerova korekcia – oprava o účinok hmôt medzi bodom merania (P) a referenčným telesom





terénne korekcie

masové korekcie (topografický efekt)

kroky výpočtu Bouguerovej anomálie
(tzv. korekcie/redukcie)

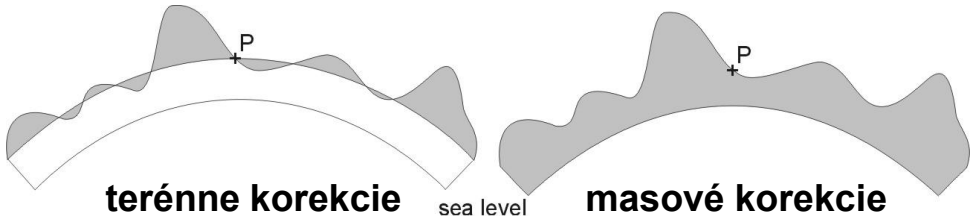
Bouguerova korekcia – výhody a nevýhody jedn. prístupov

3. masové korekcie – priamočiare, avšak realizácia výpočtu je náročnejšia

2. koncepcia sfér. ohranič. dosky s následnými terénnymi korekciami – – v súčasnosti asi najviac rozšírená

1. „klasický“ spôsob – najprv je odpočítaný účinok rovinnej nekonečnej dosky, potom je tento krok upravený pre prípad zakrivenej ohraničenej dosky a napokon sú zavedené terr. korekcie





kroky výpočtu Bouguerovej anomálie
(tzv. korekcie/redukcie)

úplná Bouguerova anomália (complete Bouguer anomaly):

$$\Delta g_B = \text{ÚBA} = g - g_n + 0.3086h - 0.0419h\rho - B + T$$

neúplná Bouguerova anomália (simple Bouguer anomaly), používané pri detailnom prieskume a v mikrogravimetrii:

$$\Delta g_{NB} = \text{NBA} = g - g_n + 0.3086h - 0.0419h\rho$$

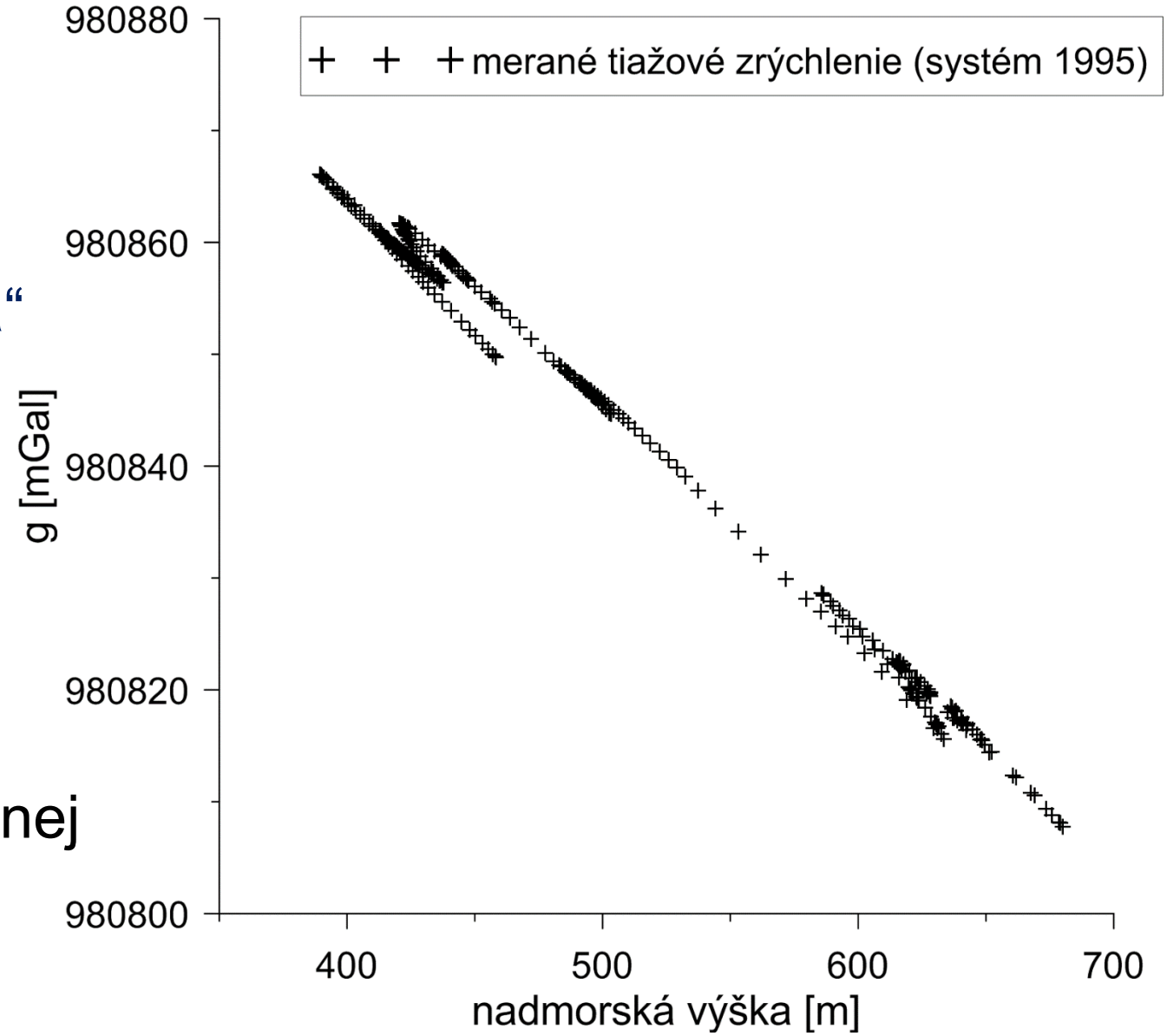
Fayeova anomália, anomála vo voľnom vzduchu (Faye anomaly, free air anomaly), používané v geodézii a v niektorých geofyzikálnych aplikáciách:

$$\Delta g_F = \text{Faye} = g - g_n + 0.3086h$$

Pozn.: Pozor, je potrebné striktne rozlišovať medzi korekciou a anomáliou.

Ako sa vyvíjajú výškové závislosti pri výpočte ÚBA?

závislosť „géčka“ od výšky

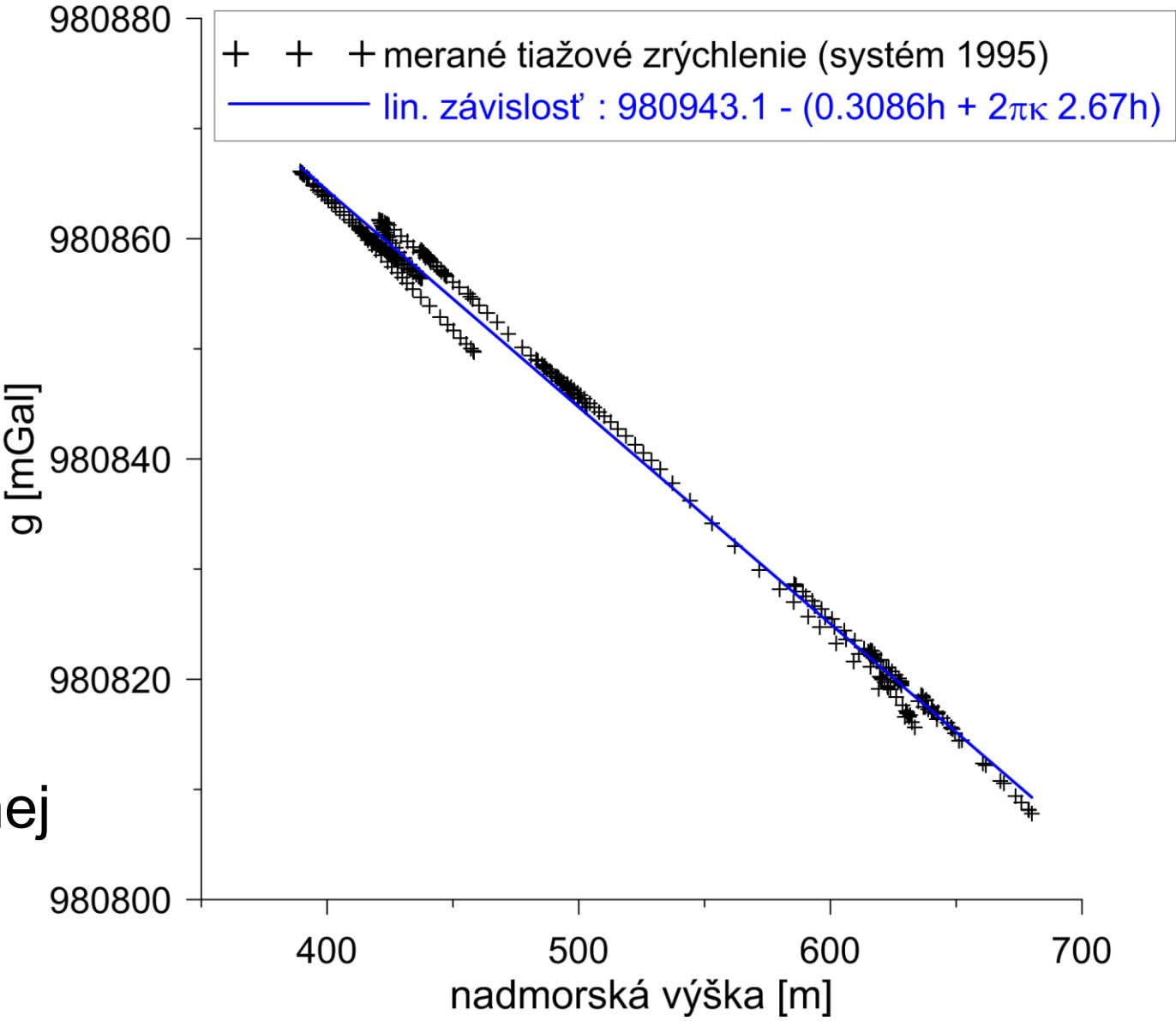


rozsah vertikálnej osi: 80 mGal

lokalita Mikušovce (detailná gravimetria v bradlovom pásme)

Ako sa vyvíjajú výškové závislosti pri výpočte ÚBA?

závislosť „géčka“ od výšky

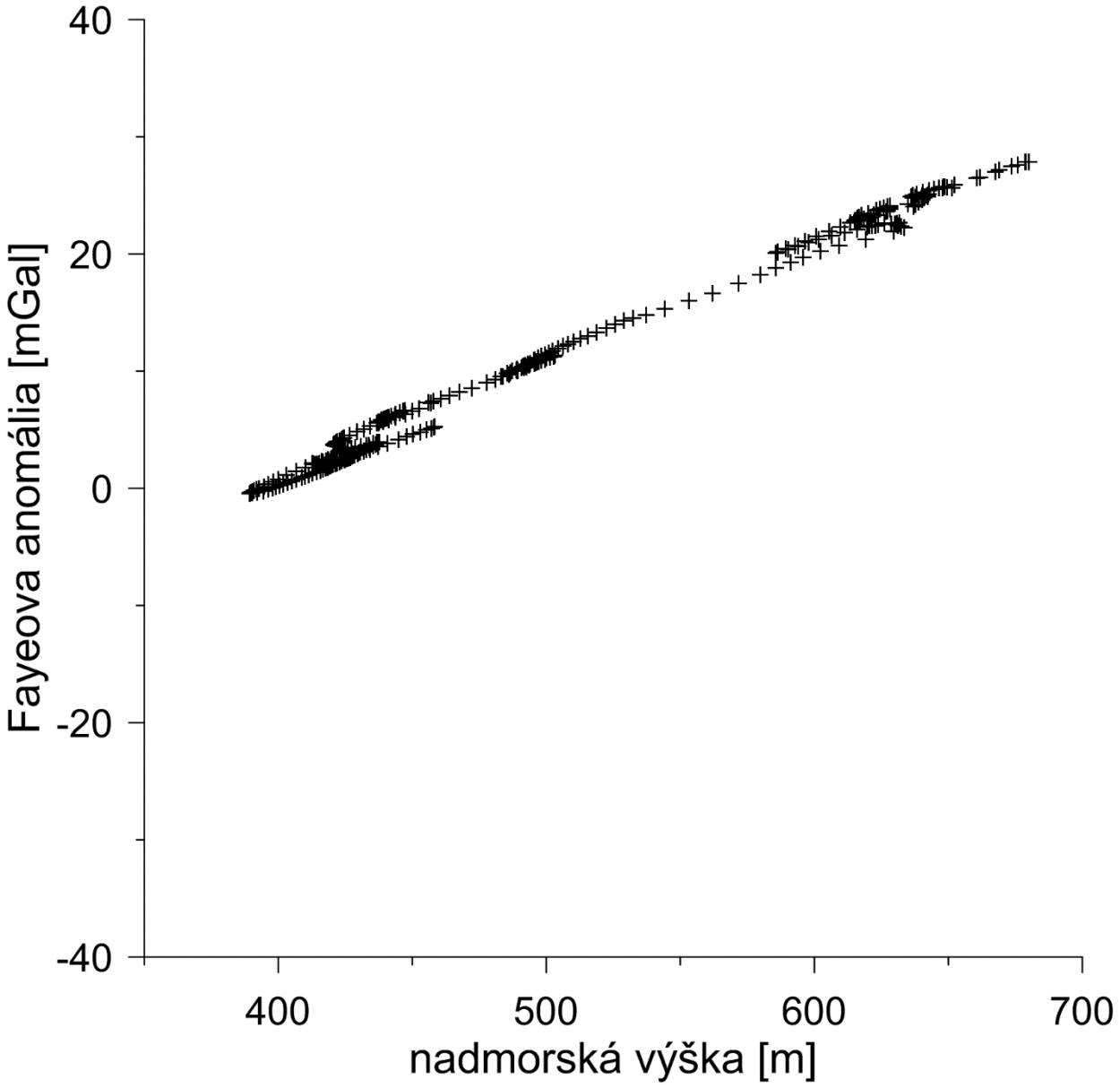


rozsah vertikálnej osi: 80 mGal

lokalita Mikušovce (detailná gravimetria v bradlovom pásme)

Ako sa vyvíjajú výškové závislosti pri výpočte ÚBA?

Závislosť hodnôt Fayeovej anomálie od výšky

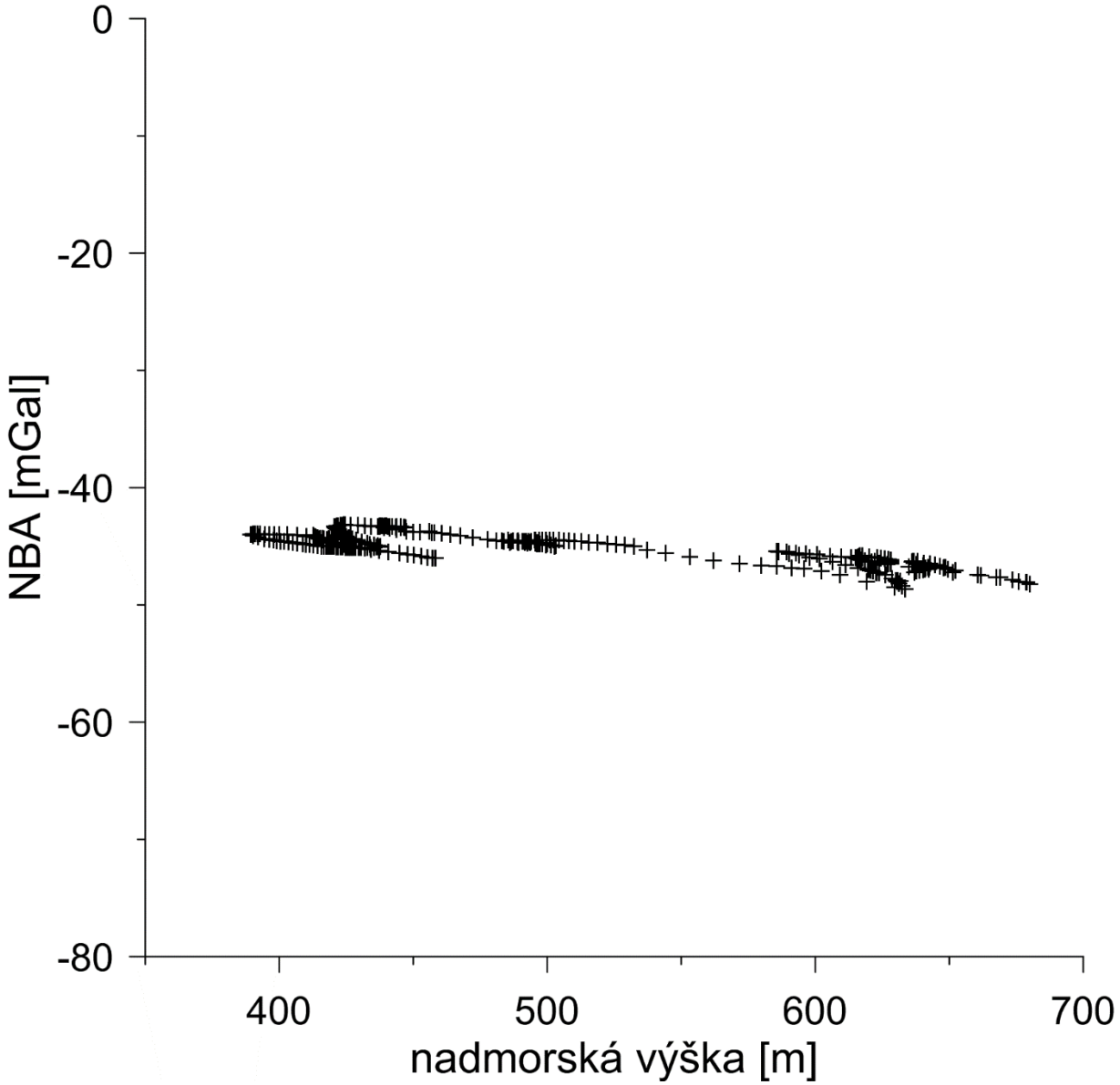


rozsah vertikálnej osi: 80 mGal

lokalita Mikušovce (detailná gravimetria v bradlovom pásme)

Ako sa vyvíjajú výškové závislosti pri výpočte ÚBA?

Závislosť hodnôt NBA od výšky



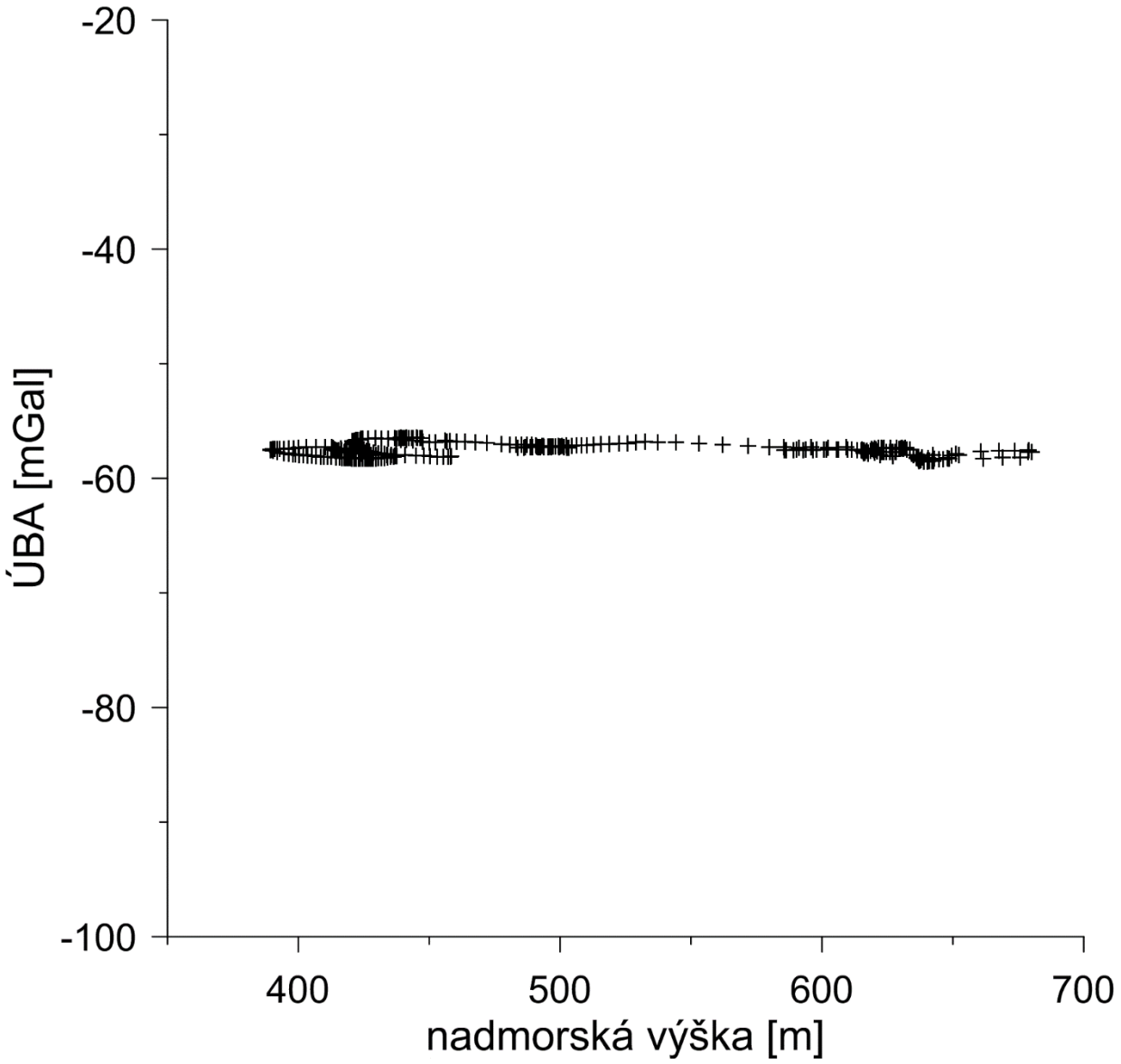
rozsah vertikálnej osi: 80 mGal

lokalita Mikušovce (detailná gravimetria v bradlovom pásme)

Ako sa vyvíjajú výškové závislosti pri výpočte ÚBA?

Závislosť hodnôt ÚBA od výšky (aj s terénnymi korekciami)

rozsah vertikálnej osi: 80 mGal



lokalita Mikušovce (detailná gravimetria v bradlovom pásme)

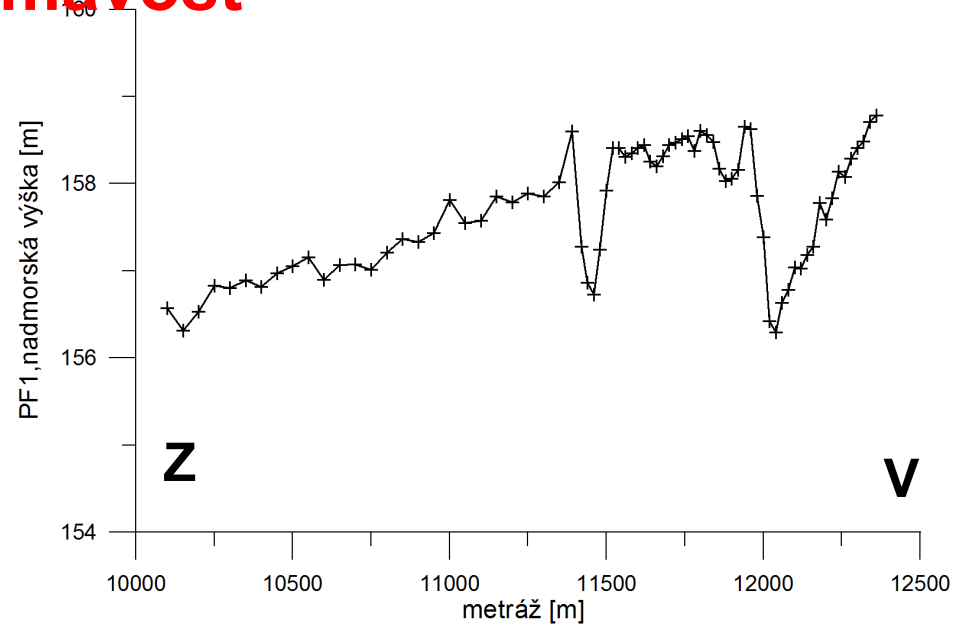
Výškové závislosti - zaujímavosť



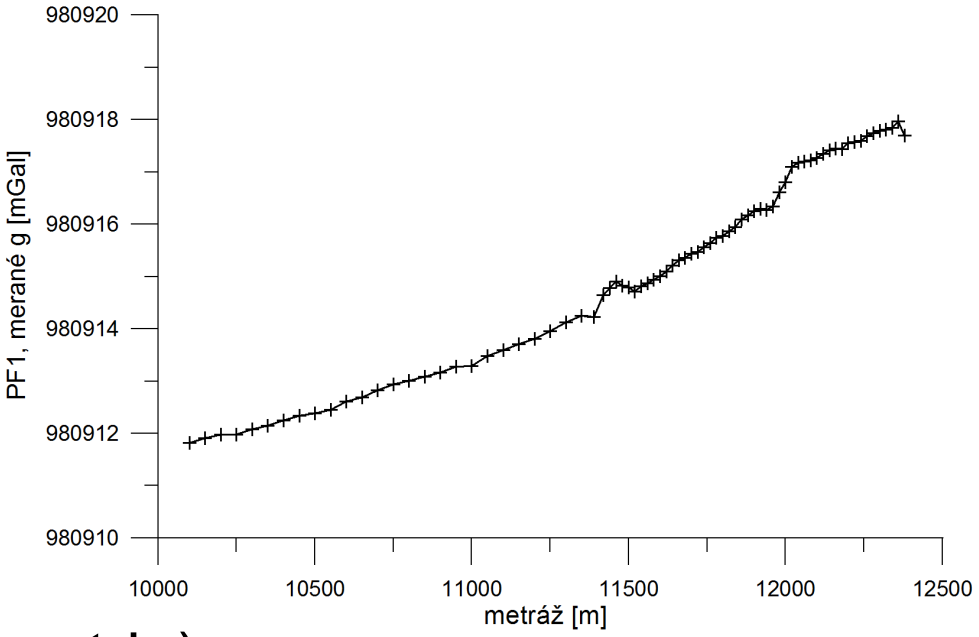
lokalita Piešťany (detailná gravimetria pre plánovanie geotermálneho vrtu) – profily Z–V smeru z Podunajskej panvy ku Považskému Inovcu

Výškové závislosti - zaujímavosť

nadmorské výšky:



merané g:



lokalita Piešťany (detailná gravimetria)

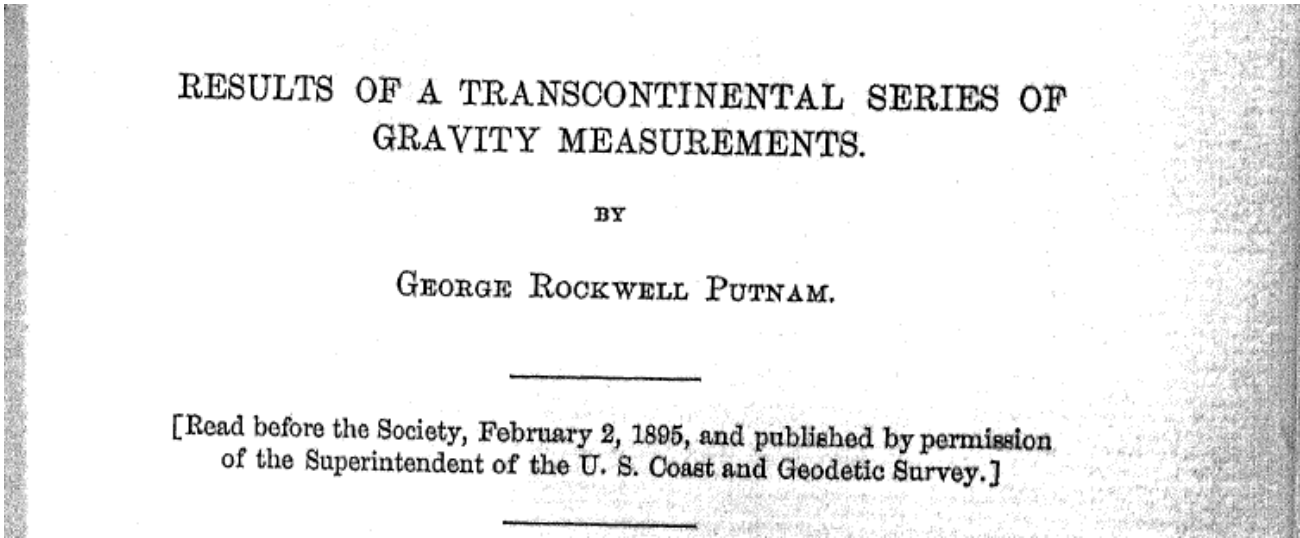
trošku z histórie:

Kto zaviedol pojem Bouguerove anomálie?

Určite ich používa Bullard (1936), pred ním Lambert (1930) a dopátrali sme sa ku nim aj v práci od Putnama (1895). Hayford and Bowie (1912) používajú výpočet v zmysle dnešnej ÚBA, aj keď ju tak nenazývajú.
Pojem Bouguerova redukcia však uvádzajú už Thomas Young (1819) a nezávisle od neho aj Simon Denis Poisson (1833) - ten účinok nekonečnej dosky matematicky odvádza (v samotnej práci „La figure de la terre, 1749“ to však sám Bouguer neodvádza !).



Pierre Bouguer (1698 – 1758)



RESULTS OF A TRANSCONTINENTAL SERIES OF GRAVITY MEASUREMENTS.

BY

GEORGE ROCKWELL PUTNAM.

[Read before the Society, February 2, 1895, and published by permission of the Superintendent of the U. S. Coast and Geodetic Survey.]

---

trošku z histórie:

Kto zaviedol pojem Bouguerove anomálie?

Určite ich používa Bullard (1936), pred ním Lambert (1930) a dopátrali sme sa ku nim aj v práci od Putnama (1895). Hayford and Bowie (1912) používajú výpočet v zmysle dnešnej ÚBA, aj keď ju tak nenazývajú.
Pojem Bouguerova redukcia však uvádzajú už Thomas Young (1819) a nezávisle od neho aj Simon Denis Poisson (1833) - ten účinok nekonečnej dosky matematicky odvádza (v samotnej práci „La figure de la terre, 1749“ to však sám Bouguer neodvádza !).



Pierre Bouguer (1698 – 1758)

Dôležitý je odkaz v práci Helmerta (1884) na str. 166-167:

Die Formel (6) nennt man die *Regel von Young*, auch *Formel von Poisson* für *ebenes Terrain*. Wir werden sie aber nach *Bouguer* bezeichnen, der zuerst derartige Beziehungen untersuchte.

LA FIGURE
DE LA
TERRE,

Déterminée par les Obſervations de Meſſieurs BOUGUER, & DE LA CONDAMINE, de l'Académie Royale des Sçiences, envoyés par ordre du Roy au Pérou, pour obſerver aux environs de l'Equateur.

Avec une Relation abregée de ce Voyage, qui contient la deſcription du Pays dans lequel les Opérations ont été faites.

PAR M. BOUGUER.



A PARIS, QUAY DES AUGUSTINS,
Chez CHARLES-ANTOINE JOMBERT, Libraire du Roy pour l'Artillerie & le Génie, au coin de la rue Giſt-le-Cœur, à l'Image Notre-Dame.

M. DCC. XLIX.



Pierre Bouguer (1698 – 1758)

1749

LA FIGURE DE LA TERRE,



1/2

"Bouguer treats on the diminution of attraction at different heights above the level of the sea. He finds that on a mountain at the height h above the level of the sea, the attraction is proportional to

$$(r - 2h)\Delta + \frac{3}{2}h\delta \qquad (3.1)$$

where r is the Earth radius, Δ the Earth mean density, and δ the density of the mountain. This is the first appearance of the formula, which has now passed into elementary books."

lorſqu'il eſt produit par une chaîne de montagnes. Il eſt la moitié de celui que produiroit ſa couche ſphérique, ce qui nous donne $\frac{1}{2}h\delta$ pour ſon expreſſion. Et ſi on l'ajoute à la peſanteur $r-2h\times\Delta$ que produit en a le Globe A D D, nous aurons $r-2h\times\Delta+\frac{1}{2}r\delta$ pour la peſanteur à Quito, pendant que $r\Delta$ exprime celle qu'on

LA FIGURE DE LA TERRE,

2/2



First let us multiply all three terms by the factor $\frac{4}{3}\pi\gamma$, where the last symbol stands for the gravitational constant with the known value of 6.674×10^{-11} kg/m^{3}per s^2 (Petit and Luzum, 2010, p. 18). We get

$$\frac{4}{3}\pi\gamma r\Delta - \frac{8}{3}\pi\gamma h\Delta + 2\pi\gamma h\delta \qquad (3.1b)$$

It is now evident that the first term of Eq. (3.1b) represents the gravitational effect of a homogenous sphere with radius r and density Δ, calculated at its surface. Taking the γ value as quoted earlier, Δ equal to 5515 kg/m^3 (Cox, 2002, p. 12) and $r = 6371000$ m (the mean radius of the oblate ellipsoidal reference figure, Cox, 2002, p. 240) we obtain for the Bouguer's first term the value about 981938 mGal (1 mGal $= 10^{-5}$ m/s^2).

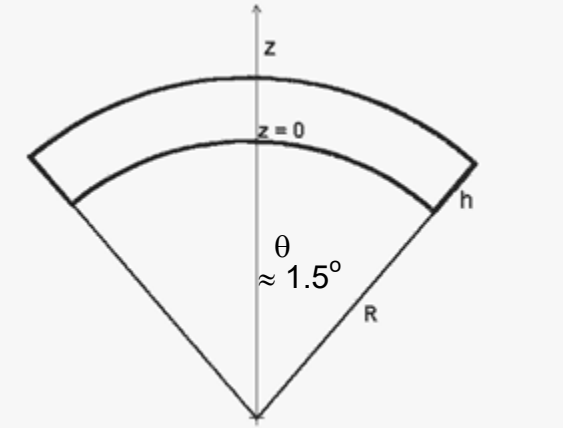
1.člen: akože normálne pole (sférické),
2. člen: Fayeova korekcia (vo voľnom vzduchu),
3. člen: rovinná Bouger. korekcia

kroky výpočtu Bouguerovej anomálie
(tzv. korekcie/redukcie)

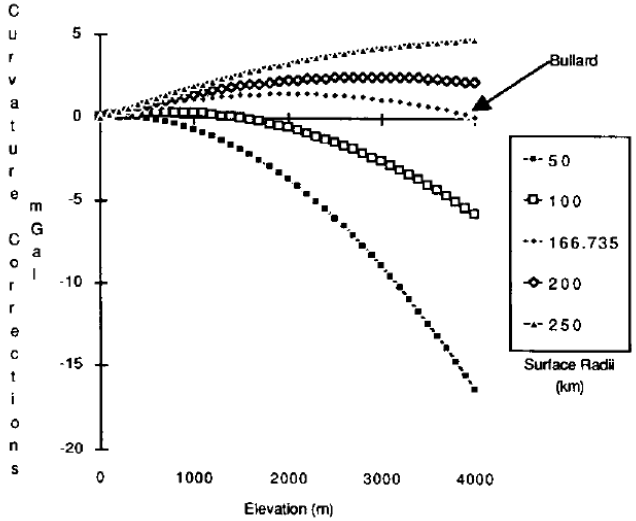
Bouguerova korekcia –

Prečo je volený otvorový uhol sférickej dosky $\theta \approx 1.5°$ (presne $\theta = 1^{o}29'58''$) ?
(zodpovedá vzdialenosti po povrchu Zeme cca. 166.7 km)

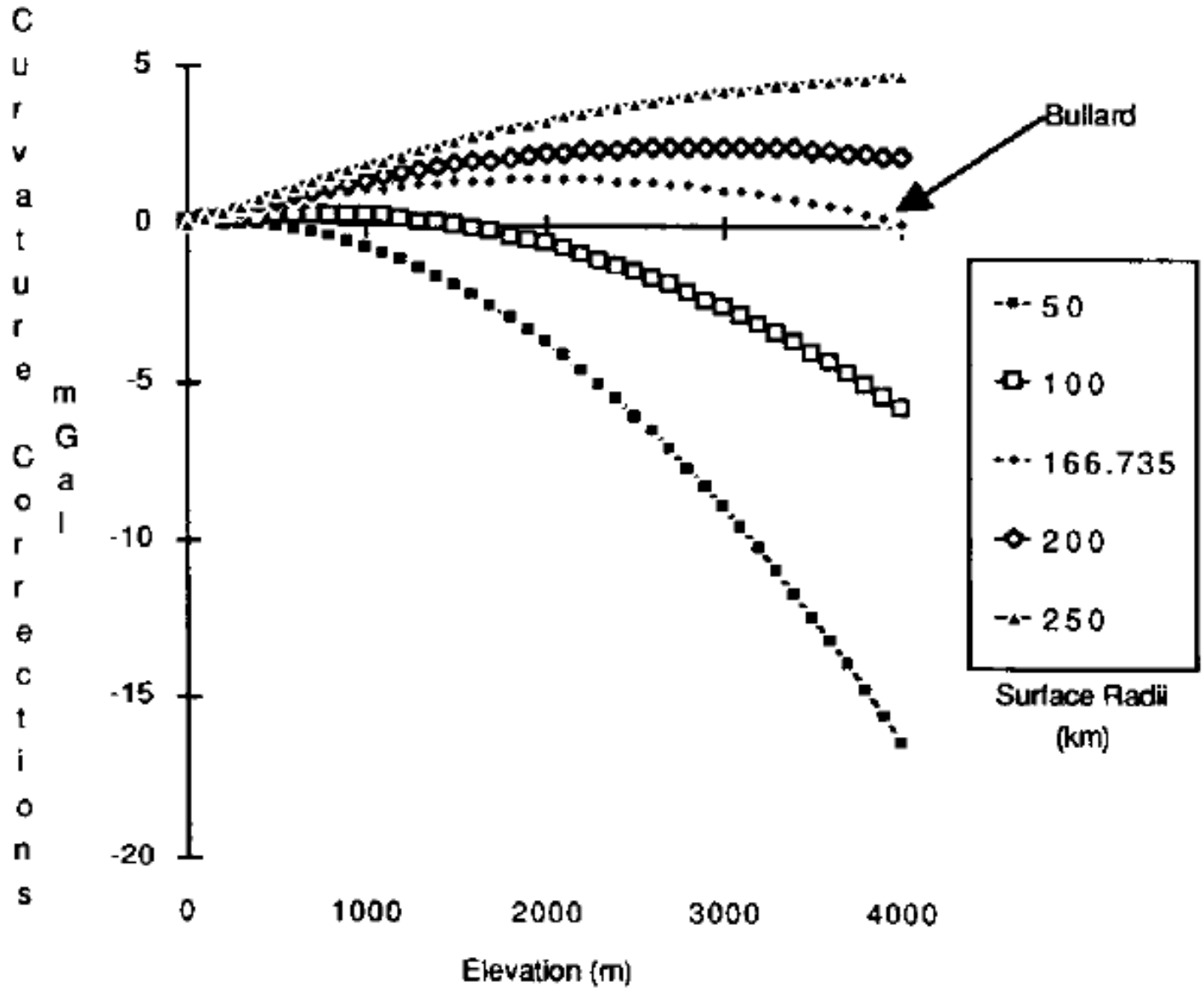
1. uvedený uhol je hranicou tzv. Hayford-Bowieho zóny O_2 a zodpovedá skoro presne 100 americkým mílam (t.j. 160.9 km) (?) - nesedí to,
2. Lambert (1930) a Bullard (1936) tvrdia, že v rámci tohto otvorového uhla je viditeľný zemský reliéf – asi mali na mysli, že by bolo ešte vidieť nezanorené kopce,
3. Schleusener (1953) tvrdí, že tento uhol dáva účinok sfér. dosky, ktorý sa najviac podobá na účinok rovinnej nekonečnej Boug. dosky (pravdivé tvrdenie).



v podstate to presne nevieme - ale vieme, že to bolo určené dobre

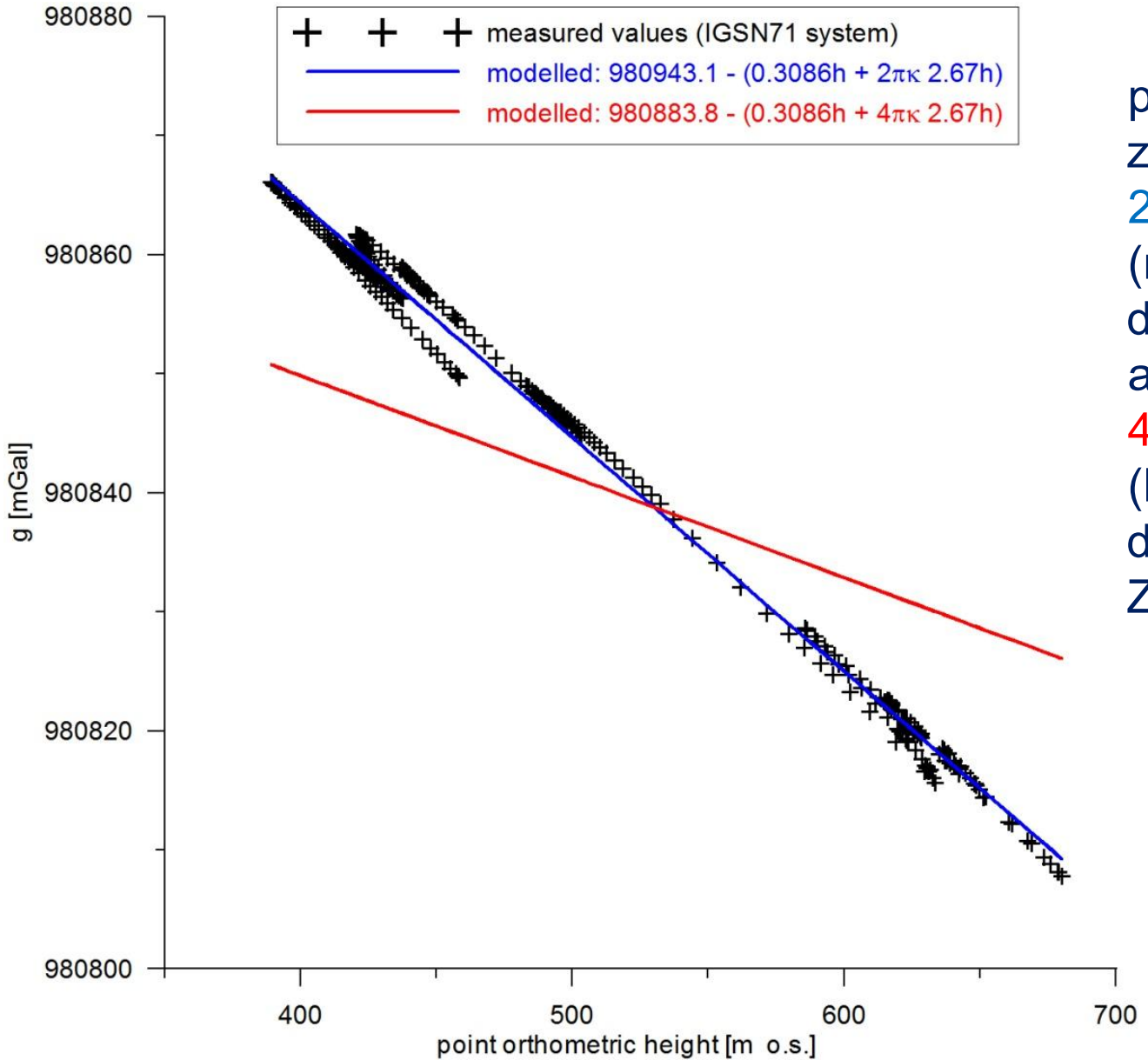


Prečo je volený otvorový uhol sférickej dosky $\theta \approx 1.5°$ (presne $\theta = 1^{o}29'58''$) ?
(zodpovedá vzdialenosti po povrchu Zeme cca. 166.7 km)



rovinná Bouguerova korekcia – ako je to „v prírode“?

(nebolo by vhodnejšie odpočítať účinok kompletnej sférickej vrstvy?)



porovnanie 2 lineárnych závislostí:

$2\pi\kappa\rho h$

(rovinná nekonečná doska)

a

$4\pi\kappa\rho h$

(kompletná sférická doska - okolo celej Zemi)