

PRÍKLADY POUŽITIA MIKROGRAVIMETRIE V ARCHEOLÓGII – DETEKCIA DUTÍN

- stručne z histórie z mikrogravimetrii v archeológii
- prieskumu kostola Sv. Václava v Tovačove
- Dóm Sv. Mikuláša, Trnava
- kostol Narodenia Panny Márie, Horné Krškany
- kostol a kláštor Katarínka, JZ Slovensko
- veľká terasa, Oravský hrad
- prieskum Cheopsovej pramídy

Prvý pokus aplikovania veľmi presných gravimetrických meraní pri detekcii dutín: Linington (1966)

1280/42

Prospezioni archeologiche 1/1966

R. E. LININGTON

Test use of a gravimeter on etruscan
chamber tombs at Cerveteri

1 Introduction

It has been assumed that gravity methods are of little use for archaeological prospecting. The high cost and delicate nature of present instruments coupled with a slow speed of operation seem to bear out this conclusion, whilst the extremely small size of the anomalies produced by archaeological features suggest that the method may well be impractical. However, even so, it was thought that for a few special problems, such as that of chamber tombs, the method

negatívny výsledok...

Ďalšie pokusy:

- Fajklewicz, 1964–2000
(hlavne prieskum prepadov od starých banských diel)
- Neumann, 1972–1979 (všeobecne – detekcia dutín)
- Omnes, 1976–1977 (antropogénne dutiny, jaskyne)
- Styles, Cuss, 1980-2020 (rôzne typy aplikácií)
- československá škola (Blížkovský a ďalší)

výsledky mikrogravimetrického prieskumu kostola Sv. Václava v Tovačove (Bližkovský 1976, 1979)

860

M. BLÍŽKOVSKÝ

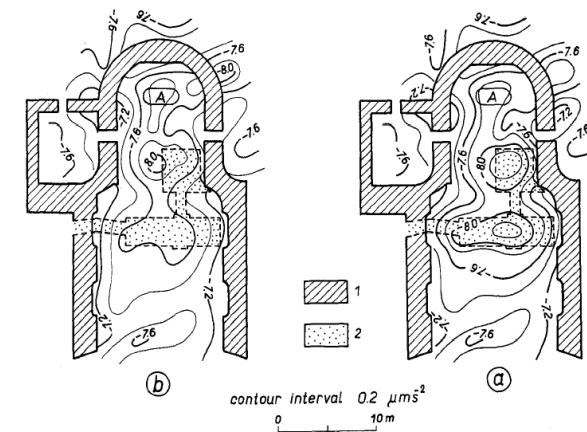
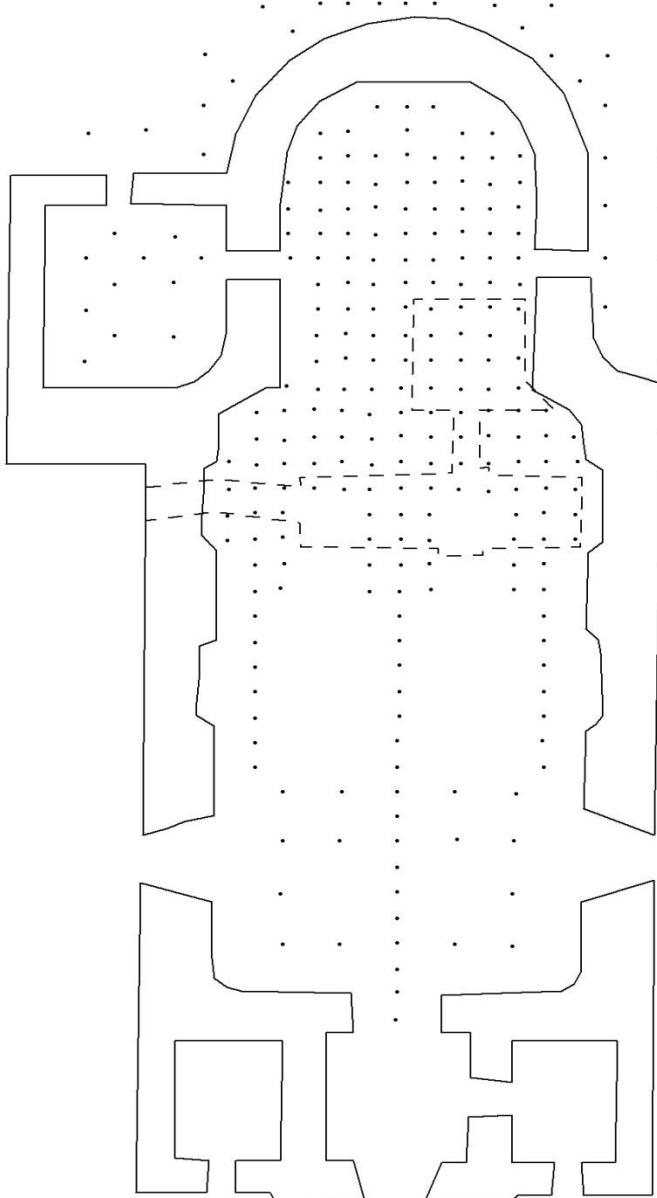
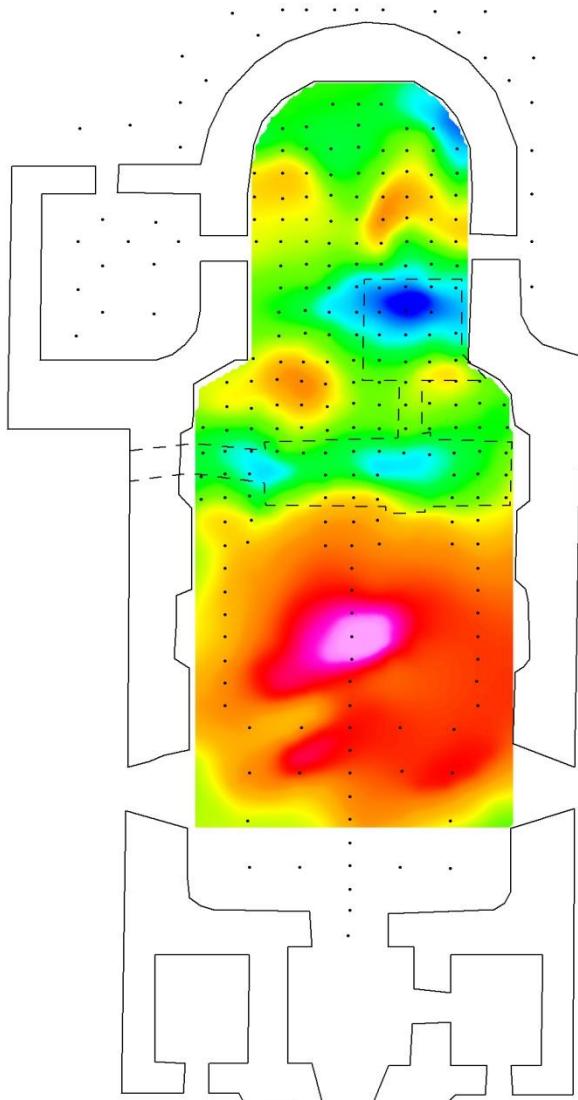


Fig. 10. Maps of Bouguer anomalies in the St. Venceslas church Tovačov. a) map corrected for gravity effect of walls, b) map corrected for gravity effects of walls and crypts.

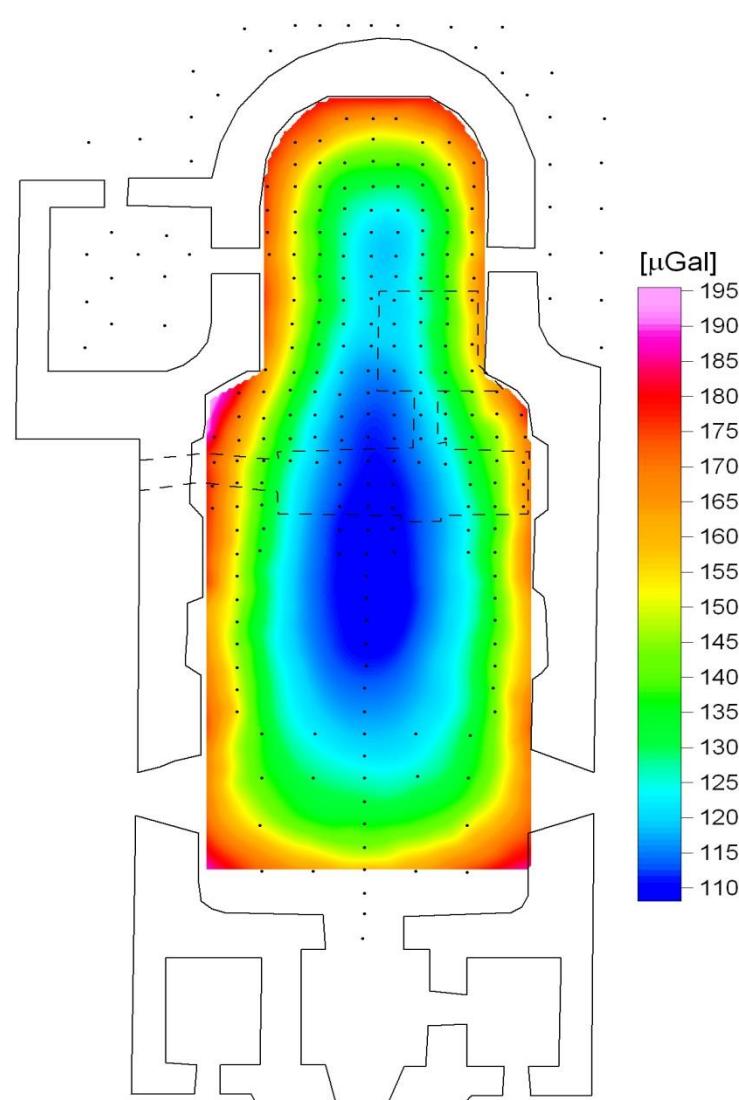
- mikrogravimetria v sieti $1 \times 1 \text{ m}$
a $2 \times 2 \text{ m}$, spolu 262 bodov
- stredná kvadratická chyba meraného
tiažového zrýchlenia = 0.011 mGal
- interpretované anomálie
amplitúdou $0.06 \text{ mGal} = 60 \mu\text{Gal}$

s

výsledky mikrogravimetrického prieskumu kostola Sv. Václava v Tovačove
(Bližkovský 1976, 1979)

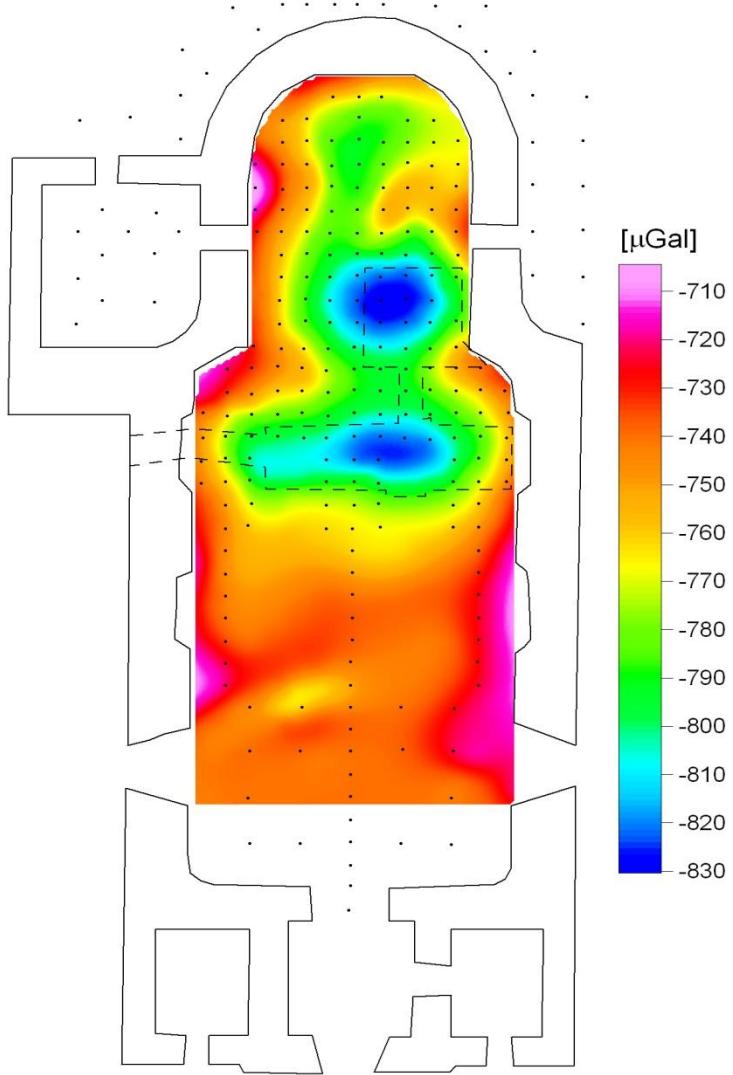


neúplná Bouguerova anomália
(bez topokorekcií a opráv na účinky múrov)

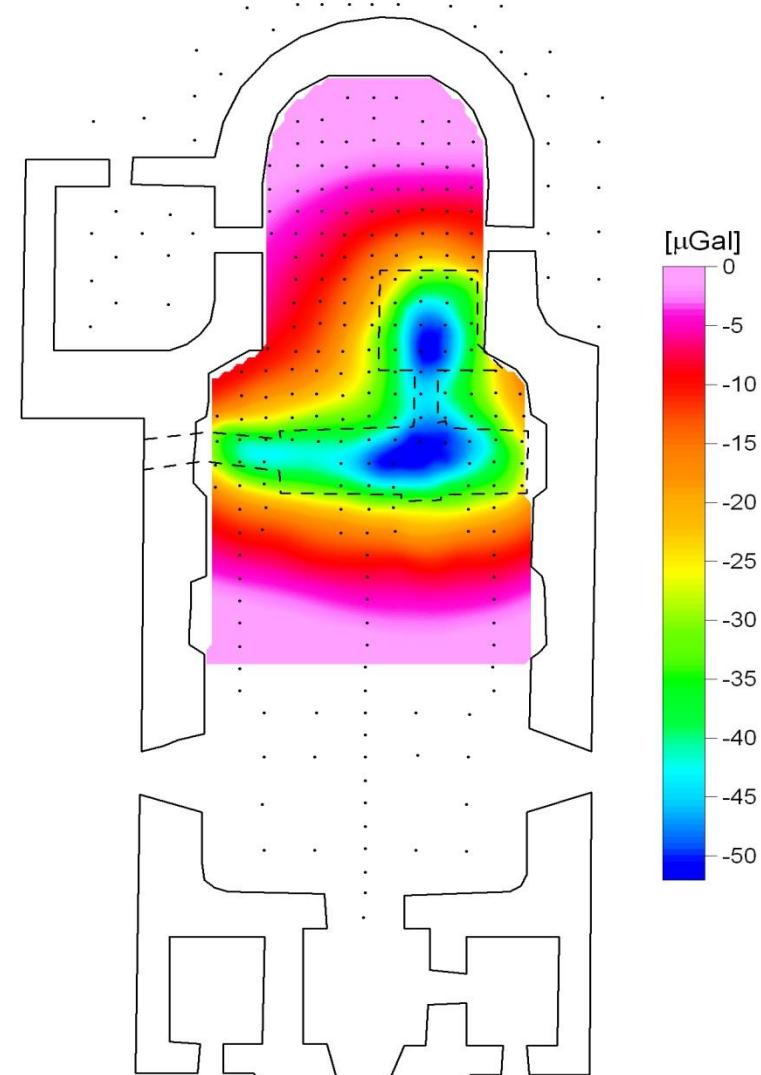


korekcie gravitačného
účinku múrov

výsledky mikrogravimetrického prieskumu kostola Sv. Václava v Tovačove
(Bližkovský 1976, 1979)

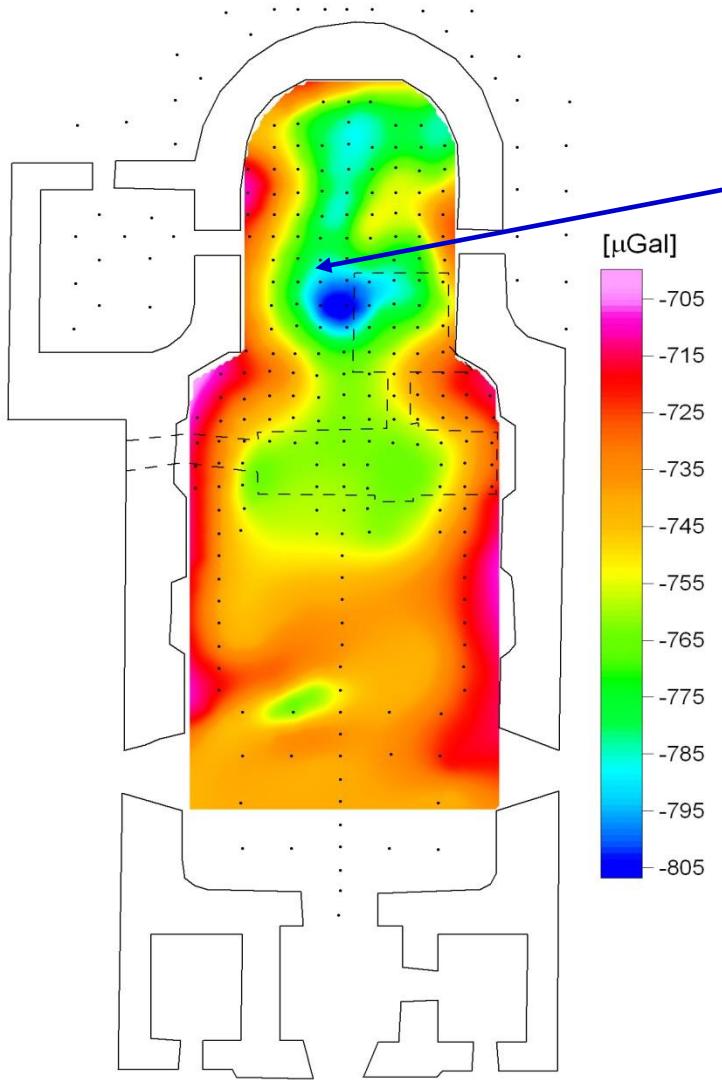


úplná Bouguerova anomália
(s opravami na účinky múrov)



gravitačný účinok známych krýpt

výsledky mikrogravimetrického prieskumu kostola Sv. Václava v Tovačove
(Bližkovský 1976, 1979)



v priestore výslednej negatívnej anomálie boli nájdené nové, dovtedy neznáme priestory

výsledok: úplná odkrytá (stripped) Bouguerova anomália
(s odstránením účinkov známych dutín)



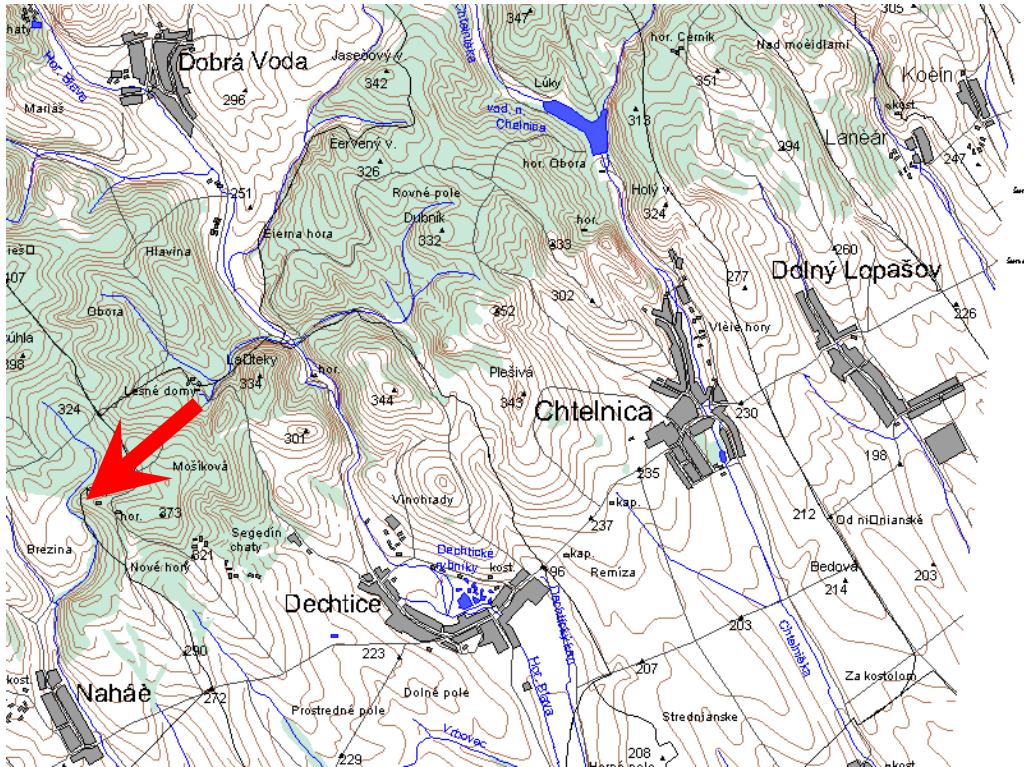
kláštor a kostol KATARÍNKA



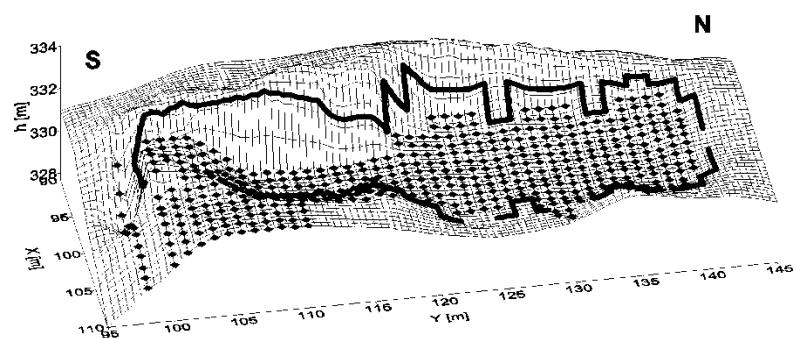
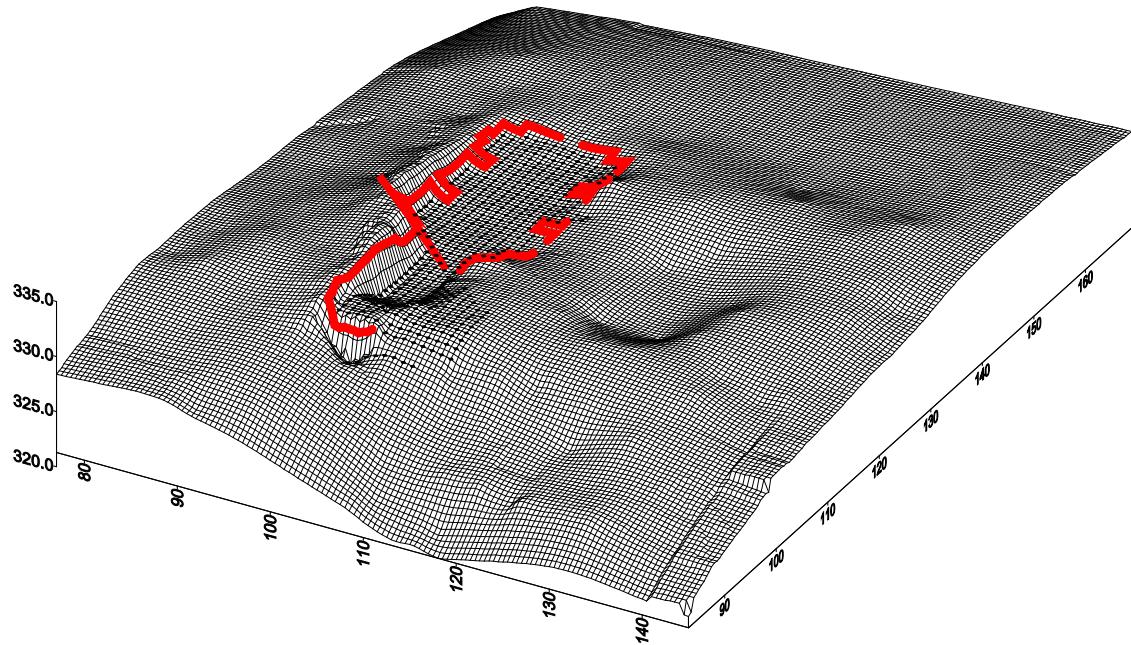
*VÝSLEDKY GEOFYZIKÁLNEHO
PRIESKUMU
(1998 - 2000)*



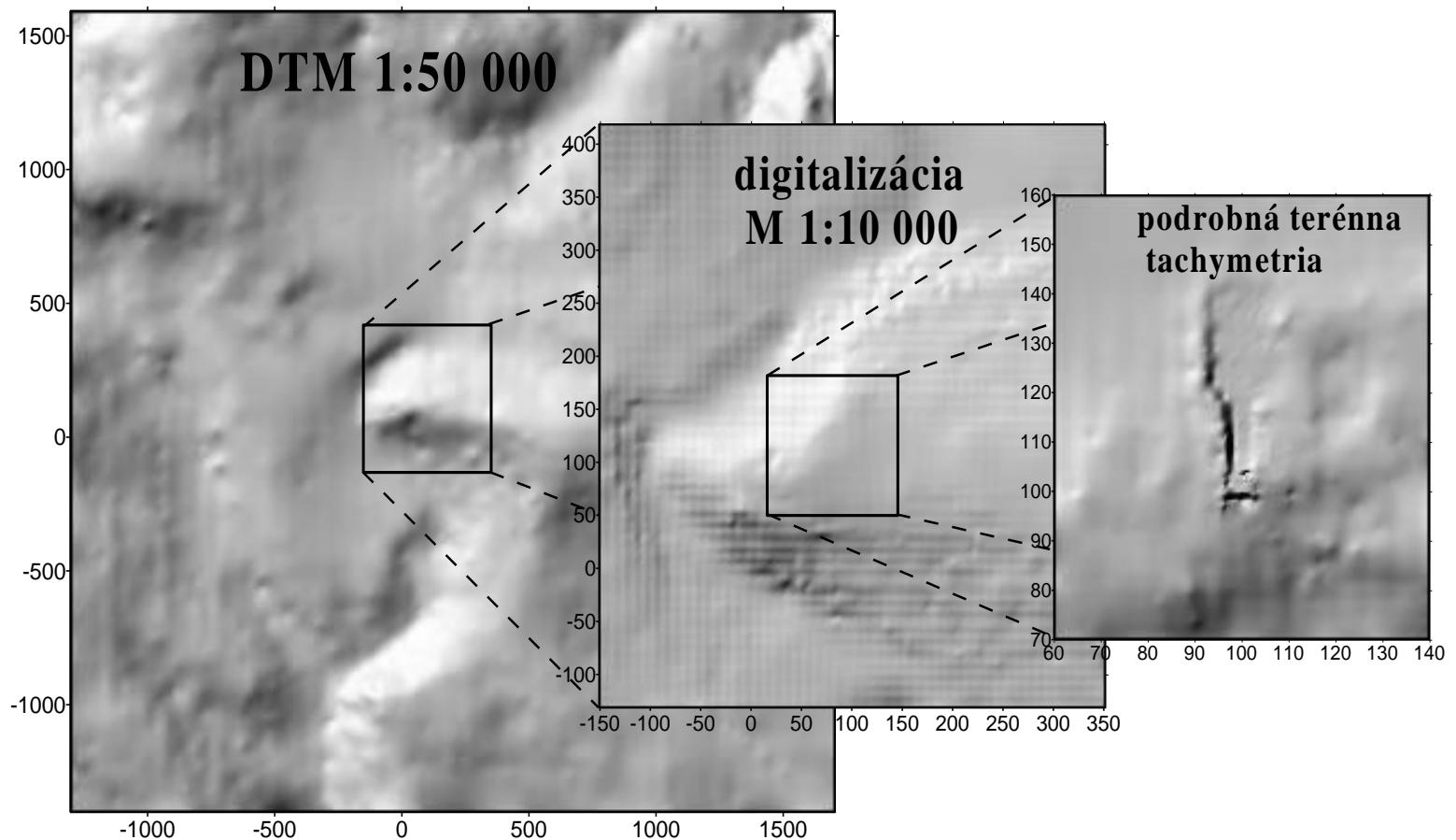
poloha lokality Katarínka



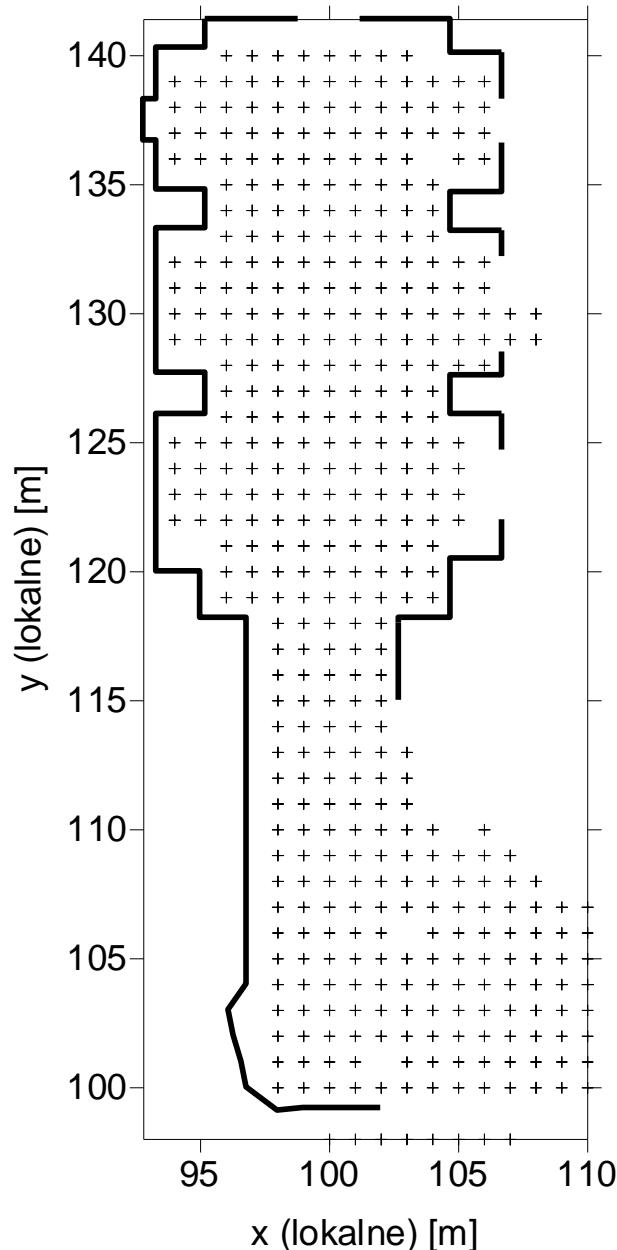
pohľady na reliéf terénu



lokalita Katarínka - podklady pre digitálny model terénu



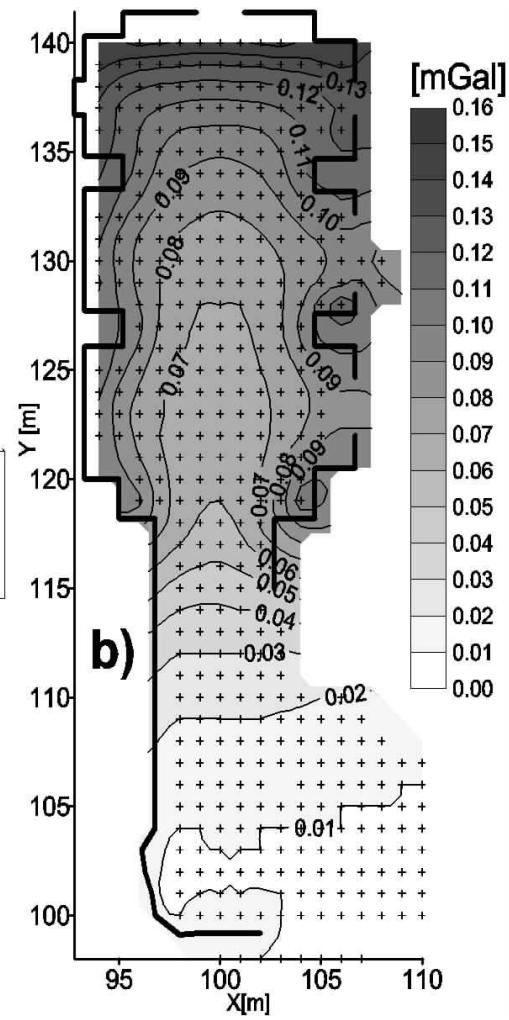
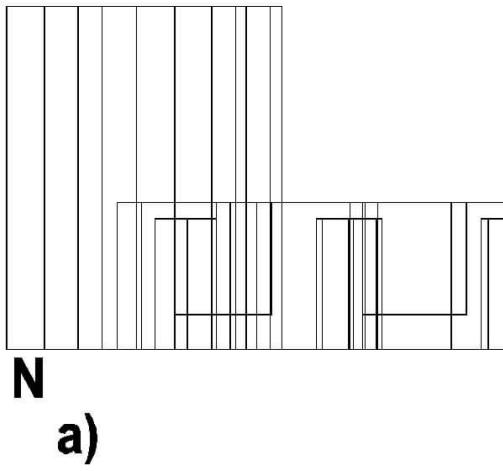
mikrograv. merania v lodi kostola



zmeraných 428 bodov

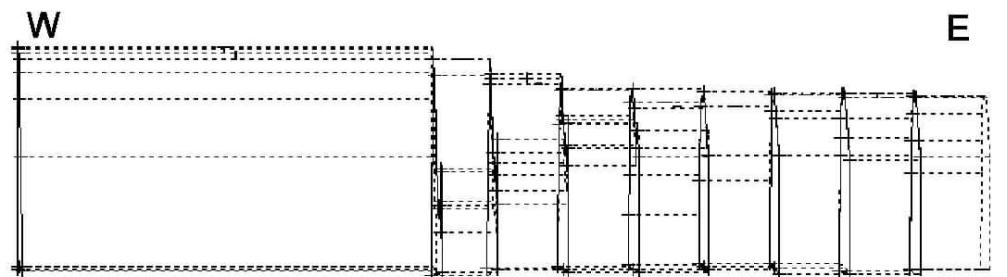


prístroj: Sodin 214GT

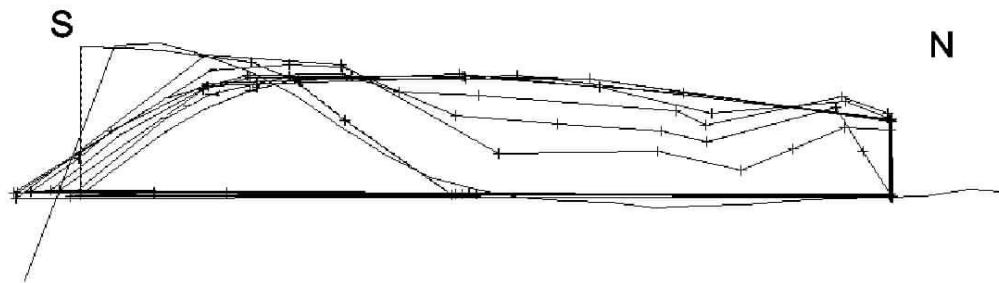


Katarínka - model a účinok múrov

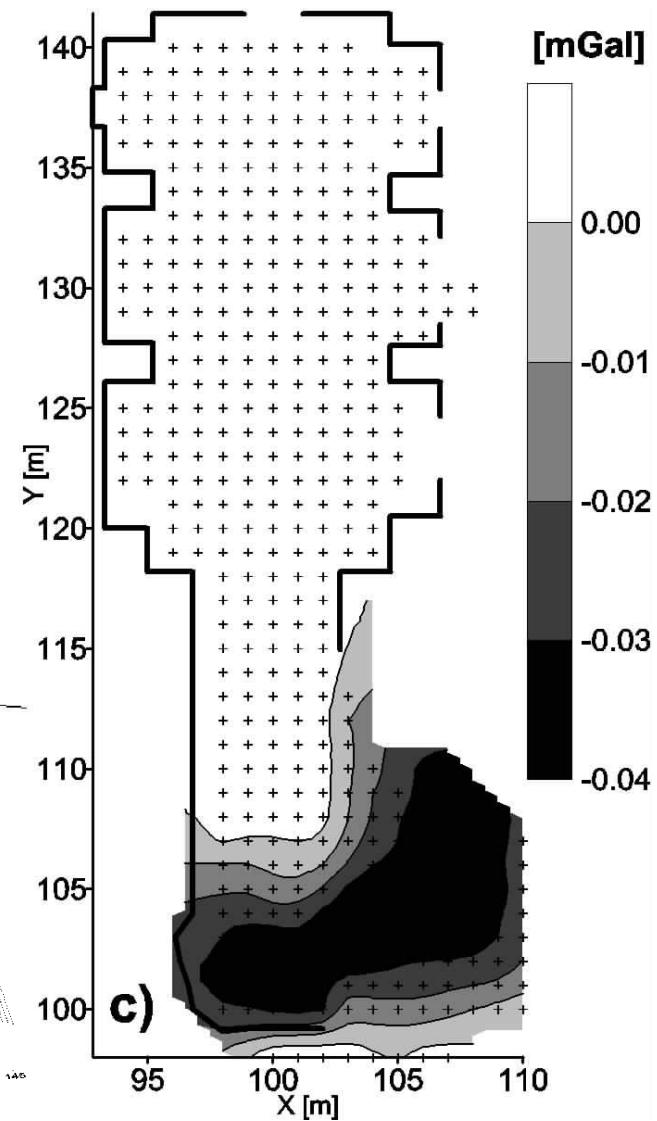
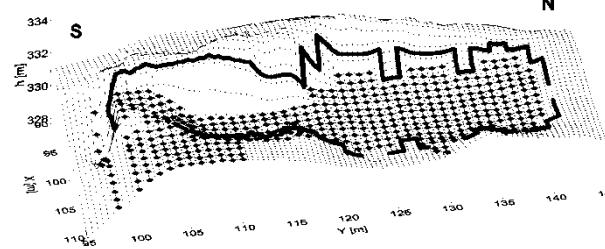
Katarínka - model a účinok súte



a)

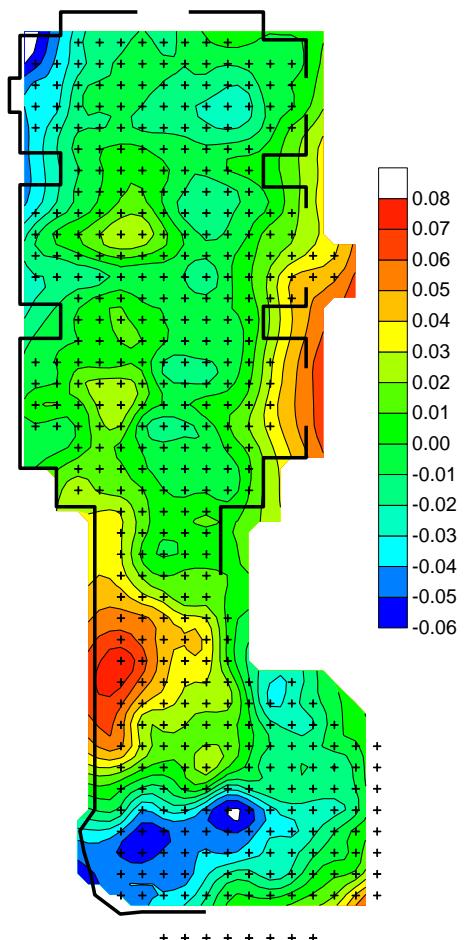


b)



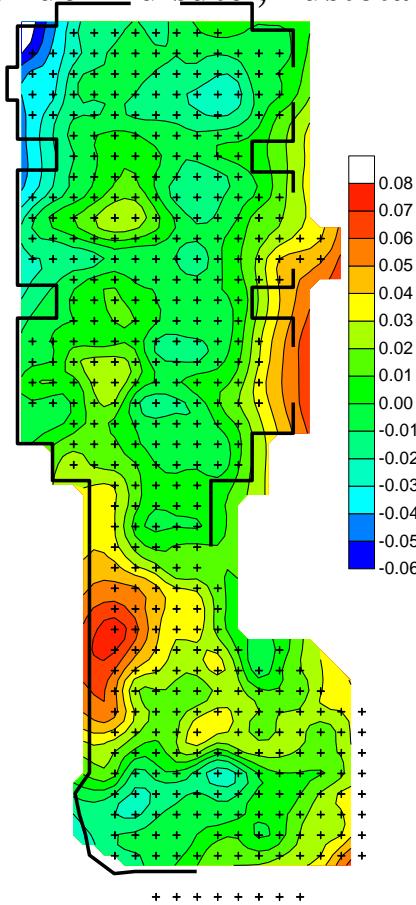
lokalita Katarínska - pokus o èiastoèné odkrytie (- úèinok sute)

reziduálne anomálie
pre 2.4 g.cm^{-3}

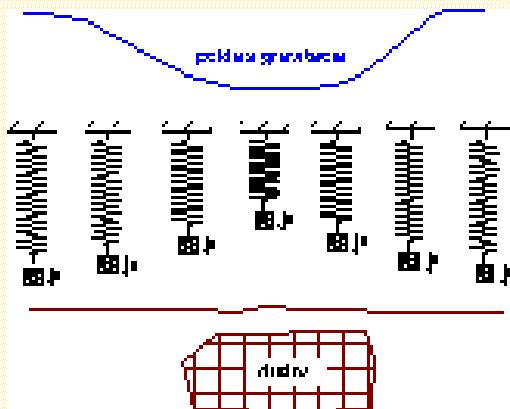


reziduálne anomálie
pre 2.4 g.cm^{-3}

bez úèinku sute , hustota (-0.6 g.cm^{-3})



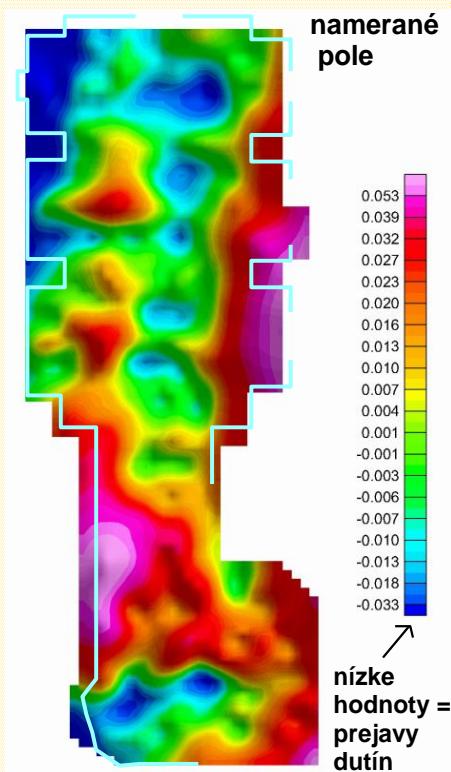
mikrogravimetria - presné meranie zemskej gravitácie



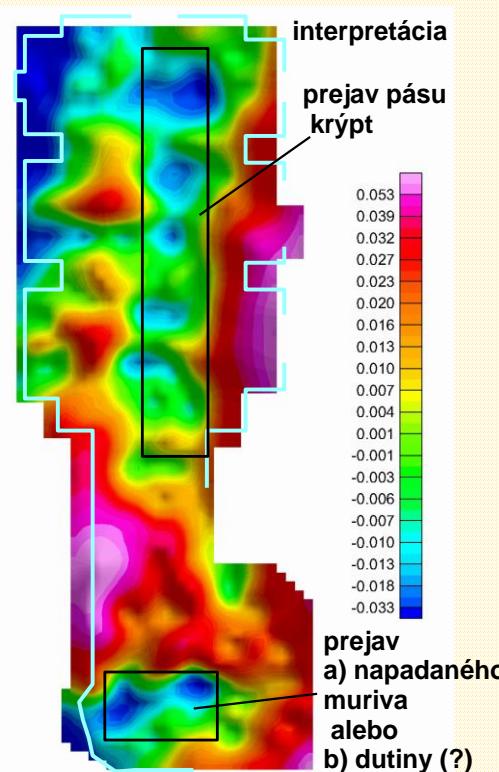
praktické meranie
v teréne

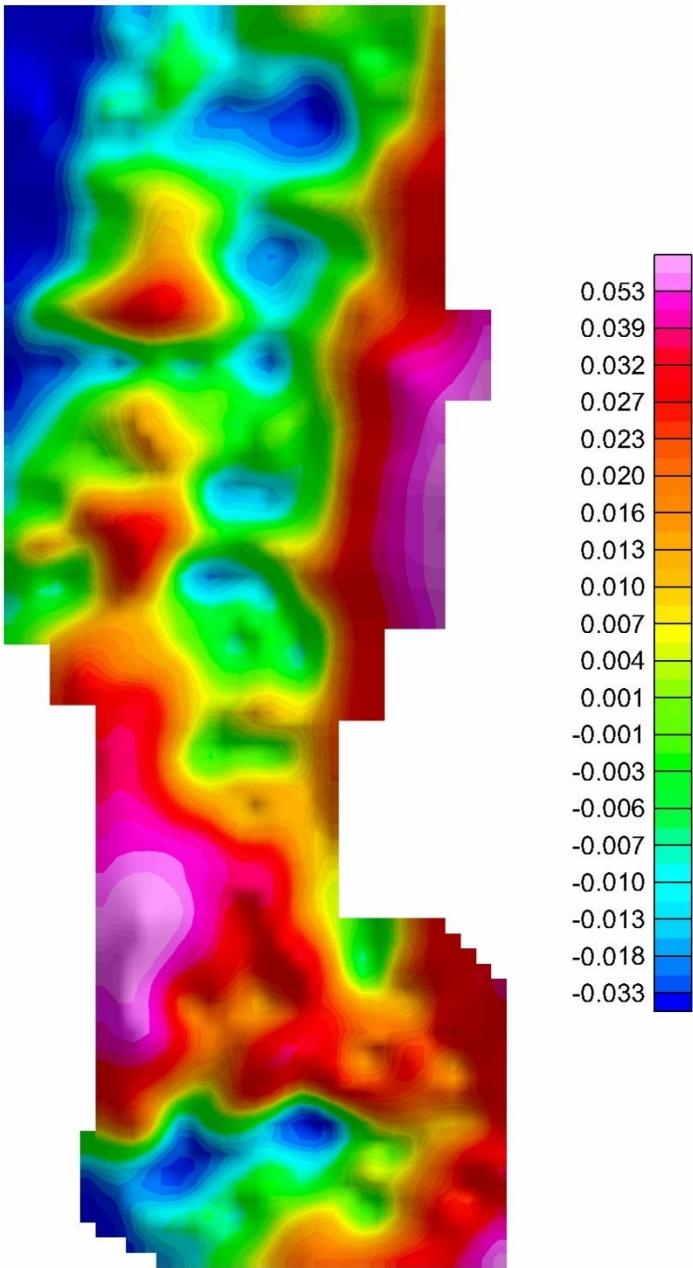


princíp
merania



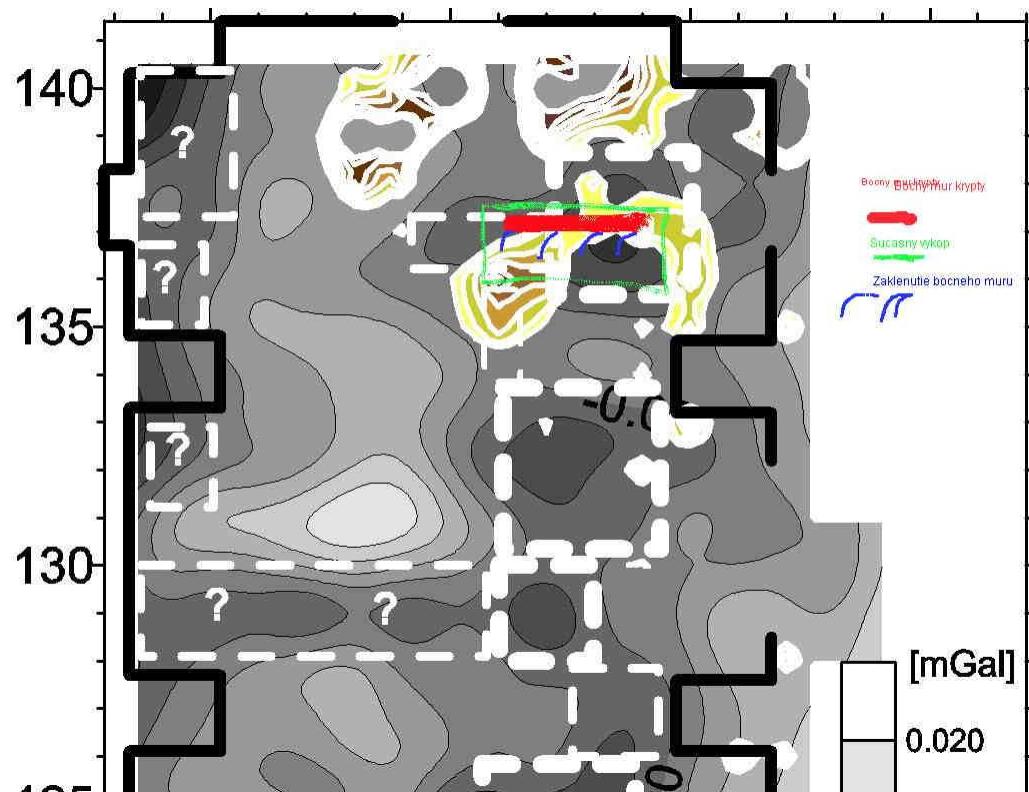
výsledky z oblasti
lode kostola



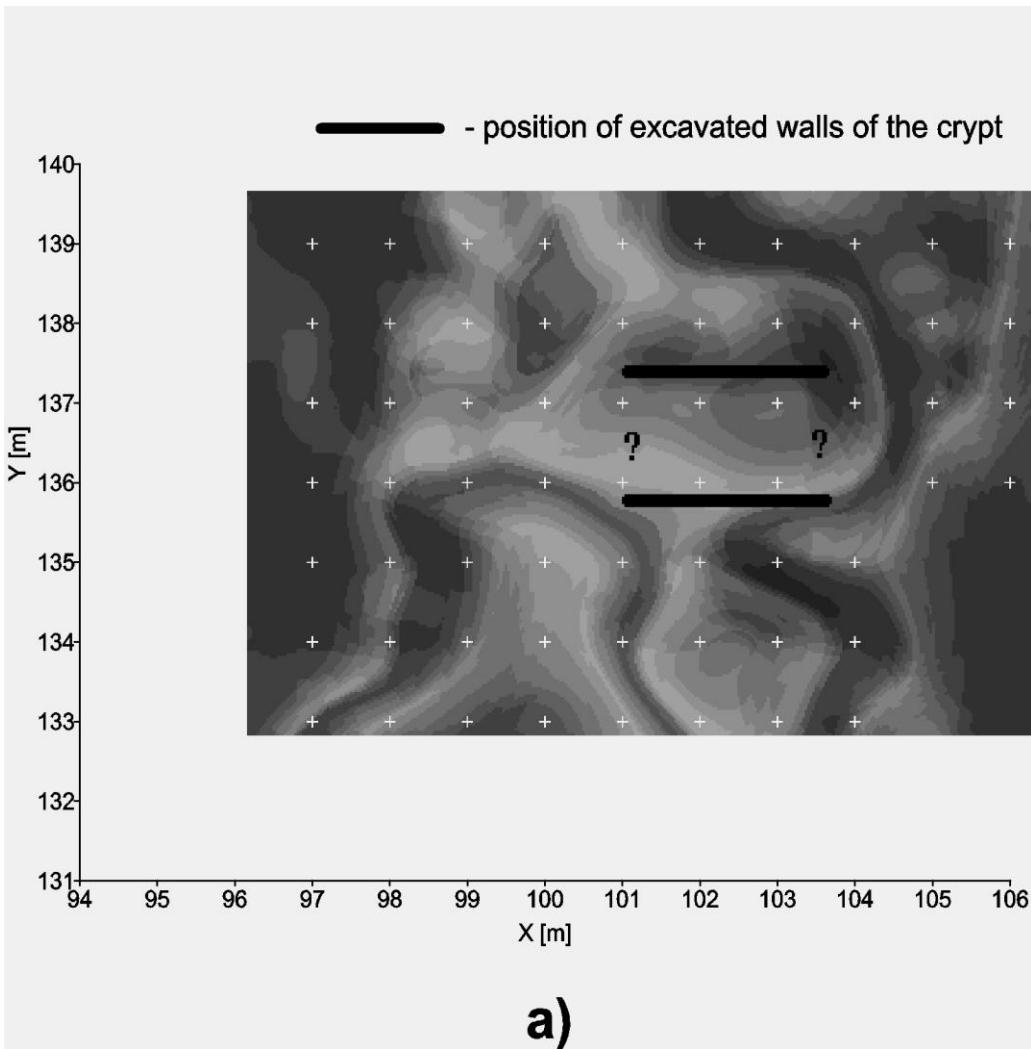


ANOMÁLNE PREJAVY KRÝPT PODĽA MIKROGRAVIMETRIE

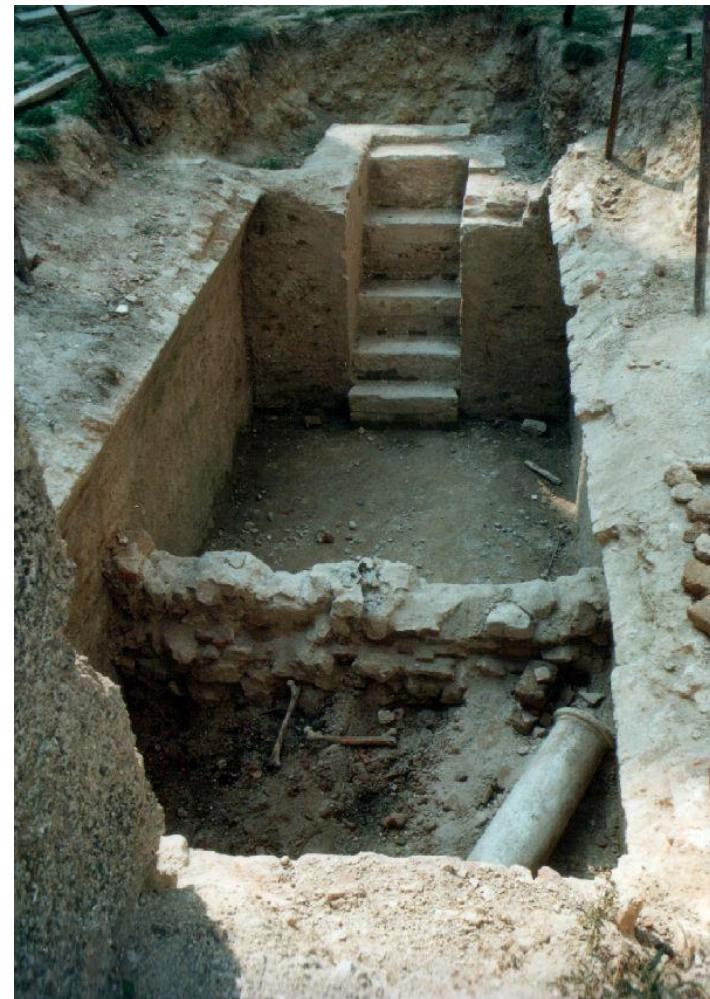
overenie anomálie - leto 2000



overenie anomálie - leto 2000



úplné otvorenie krypty - leto 2001



rez kryptou - leto 2001

Dechtice – Sv. Katarína

Zistovací archeologický výskum

Dátum: 01.07. – 31.08. 2000/2001

Zameral: Urmanský

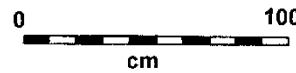
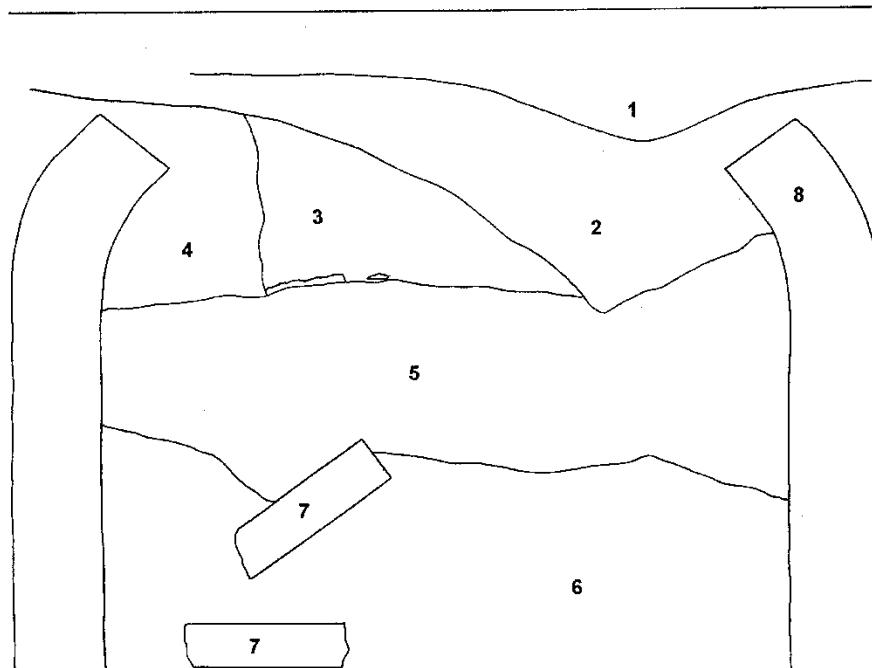
Západoslovenské múzeum Trnava

Kostol sv. Kataríny: Sonda III/2000-2001

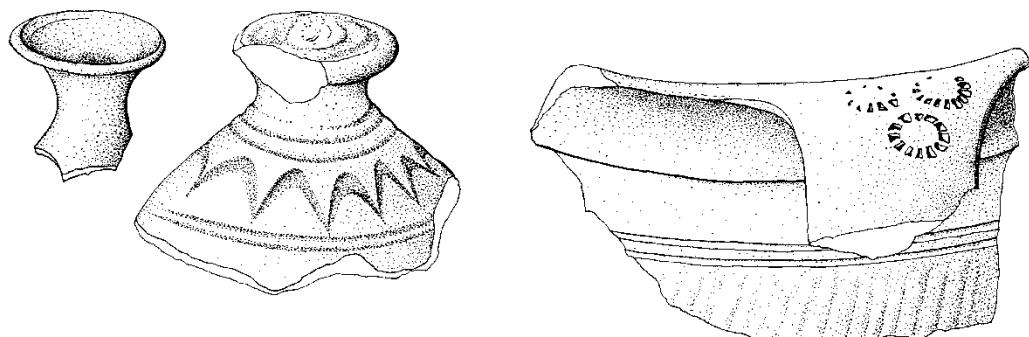
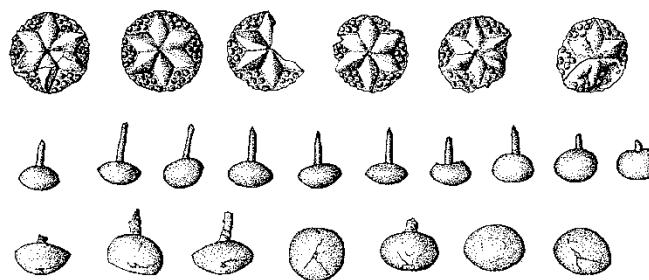
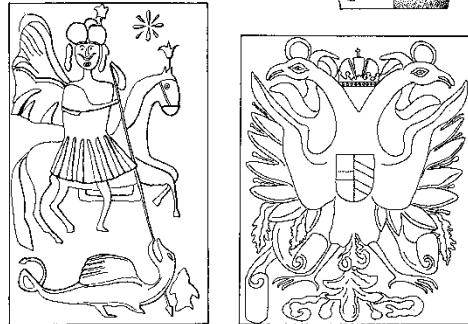
Krypta - rez

LEGENDA

- 1 – Sutina zmiešaná s omietkou a tmavou humóznou vrstvou
- 2 – Zlomky tehál a ľudských kostí premiešané s tmavou humóznou vrstvou
- 3 – Zlomky tehál, strešnej krytiny a sutiny, zvyšky drev z rakiev
- 4 – Tmavý humózny zásyp
- 5 – Sutina, kameňe, celé tehly, ojedineľo ľudské kosti
- 6 – Zhluky vzpriēčených tehál vytvárajúcich menšie dutiny, sutina, tesne nad úrovňou dna koncentrácia ľudských kostí v sekundárnych polohách, drobné kovové nálezy (ozdoby), klince dreva z rakiev zdobené nitmi
- 7 – Kamenný architektonický článok
- 8 – Obvodové murivo krypty



nálezy z krypty - leto 2001



uzavretie krypty - leto 2001

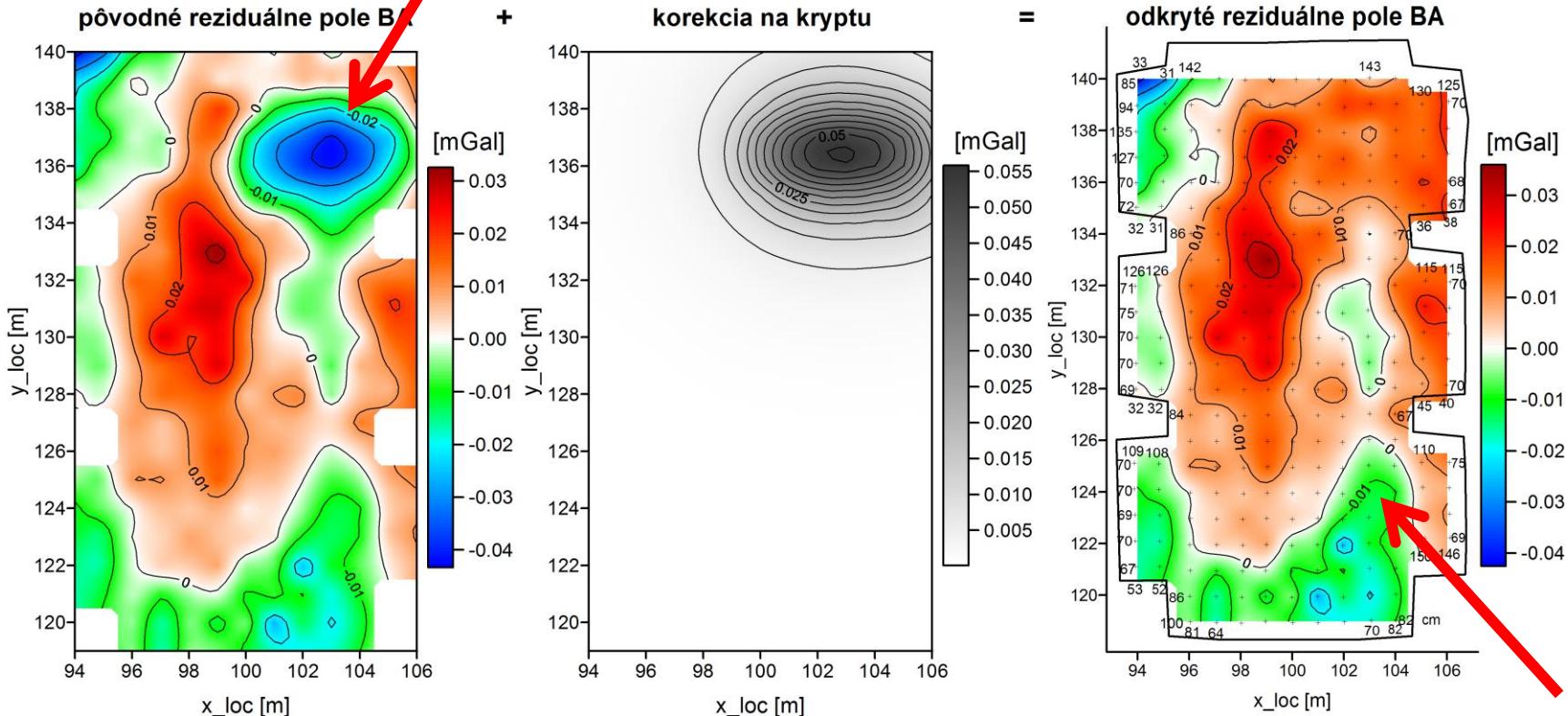


rok 2012:

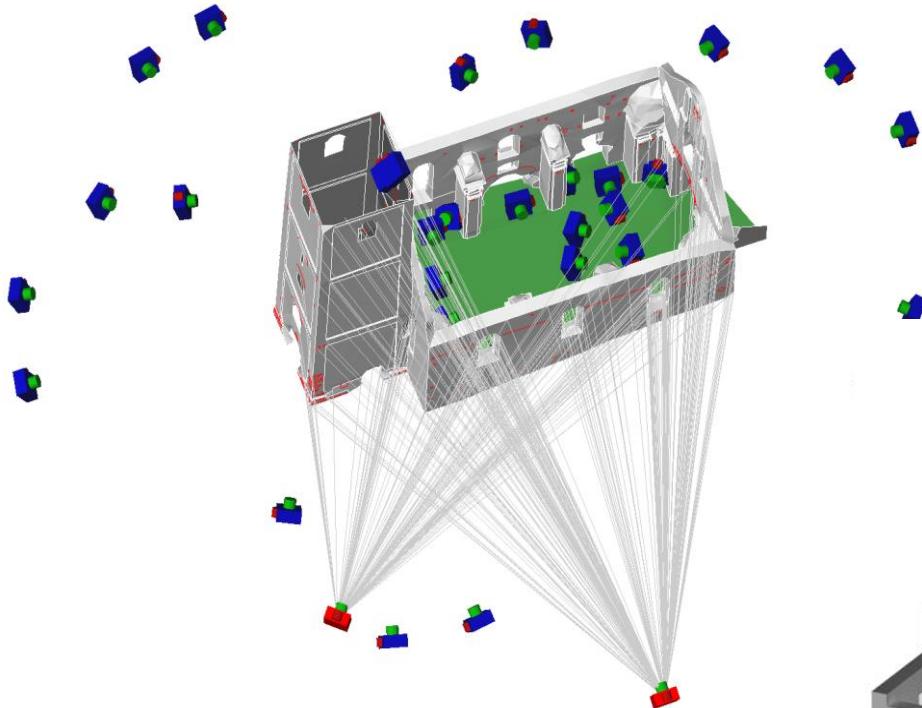
mikrogravimetria:
(použitý už
modernejší prístroj
Scintrex CG-5)



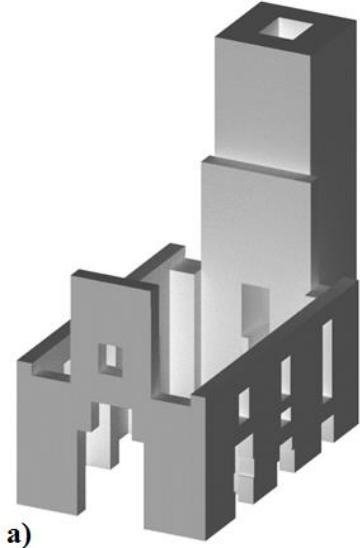
namodelovaný a následne
odkrytý účinok známej
(odkopanej) krypty



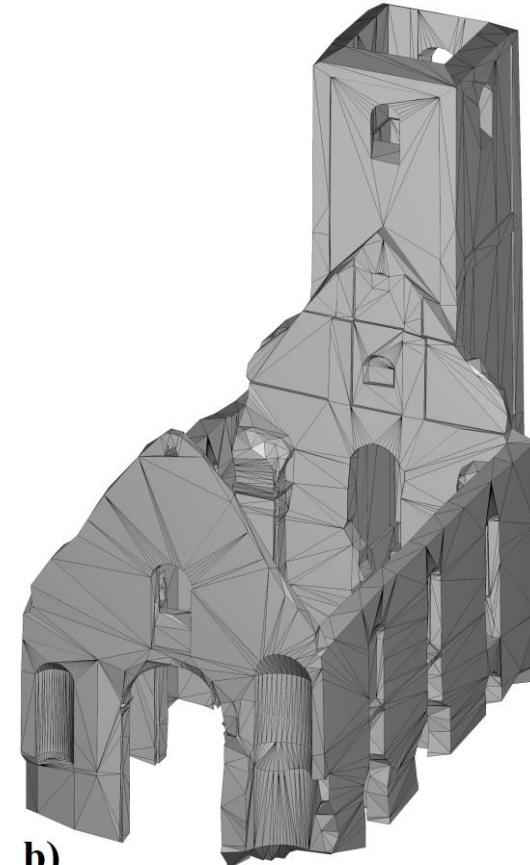
pri všetkých zapojených metódach boli použité postupy
rok 2012: „state-of-the art“, čiže najmodernejšie – čo sa týka
prístrojového vybavenia a aj počítačového spracovania



na výpočet účinkov múrov tu bol
použitý nový (fotogrammetrický)
prístup, vedúci k tvorbe 3D
modelu z polyhédrov



starší
prístup



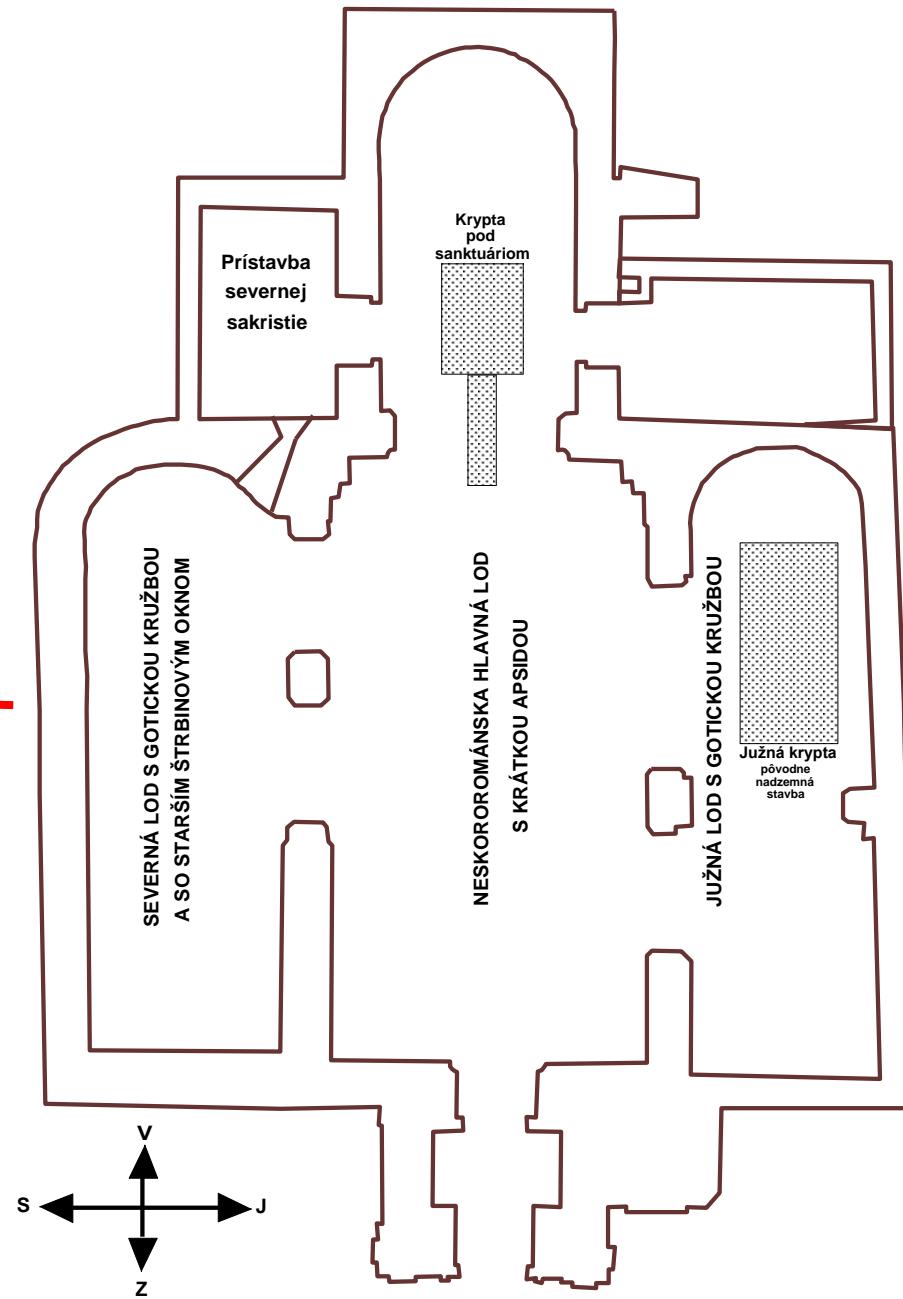
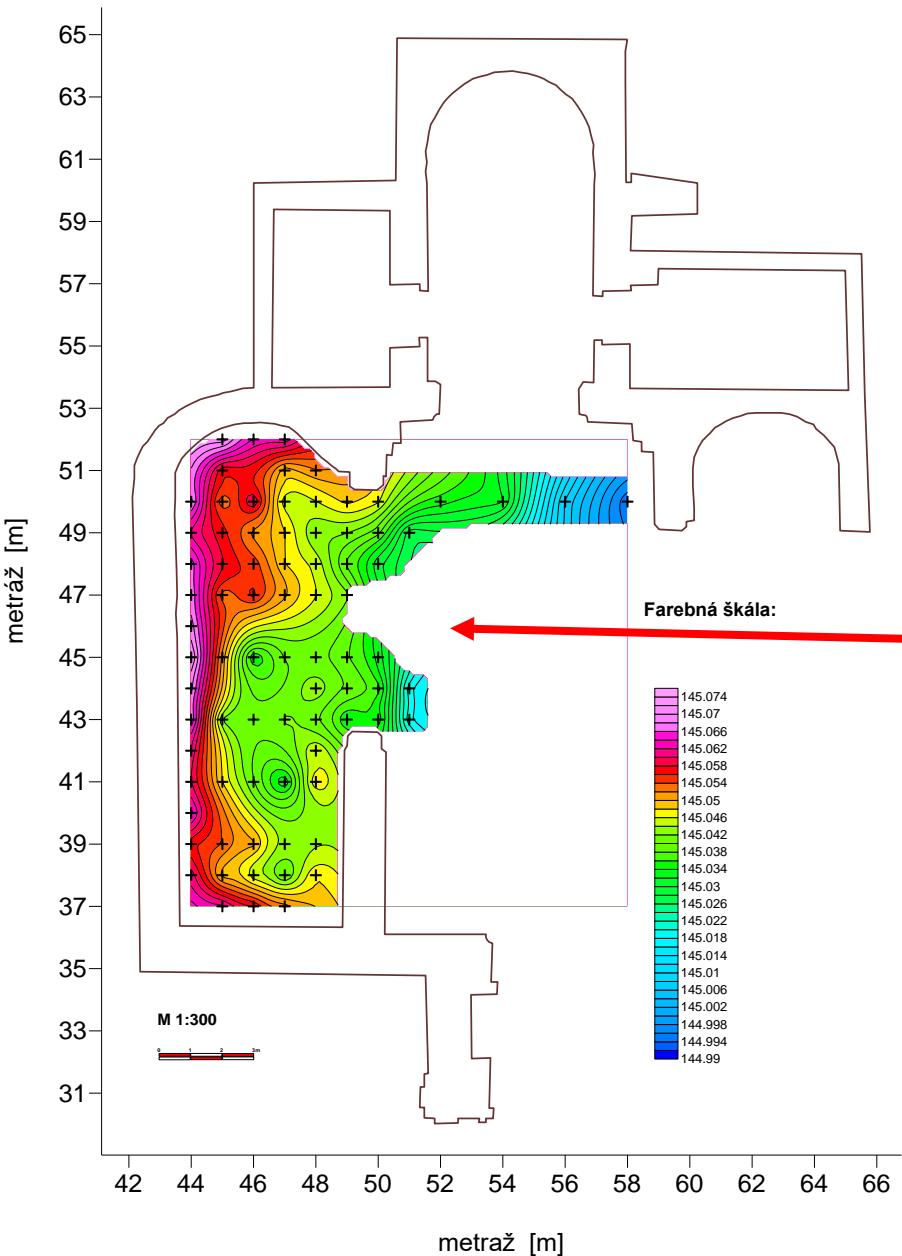
novší
prístup

prieskum farského kostola Najsv. Trojice v Devíne

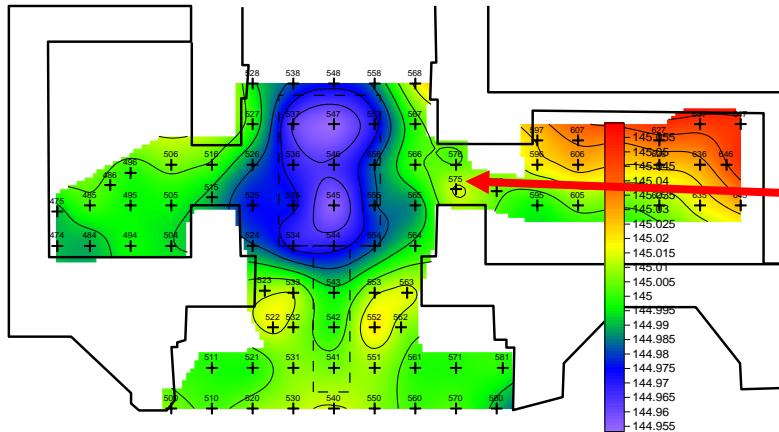


**snahou bolo nájst' dutinu
v priestore pod existujúcou
kryptou (alebo vedľ'a nej?)**

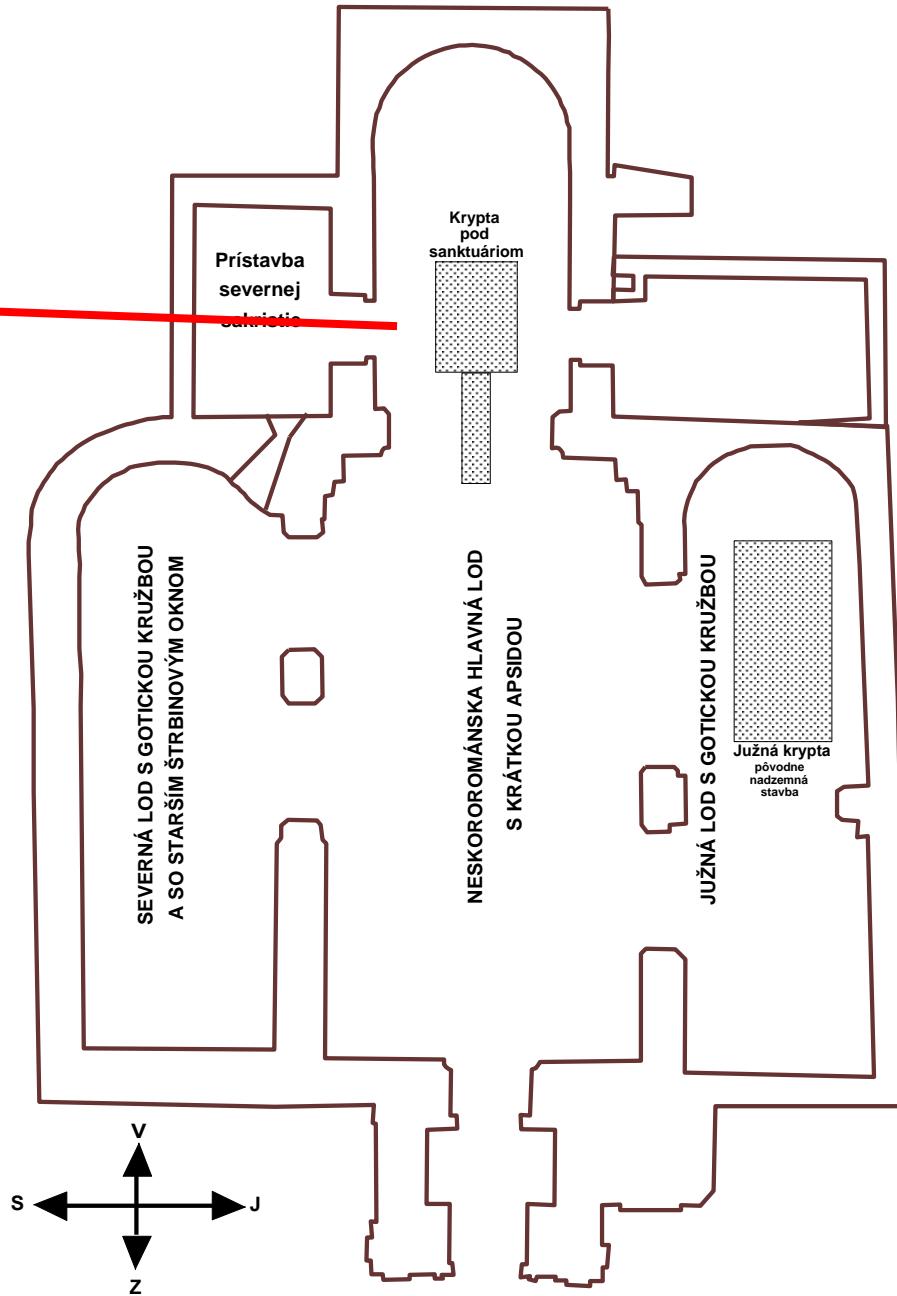
prieskum farského kostola v Devíne



prieskum farského kostola v Devíne

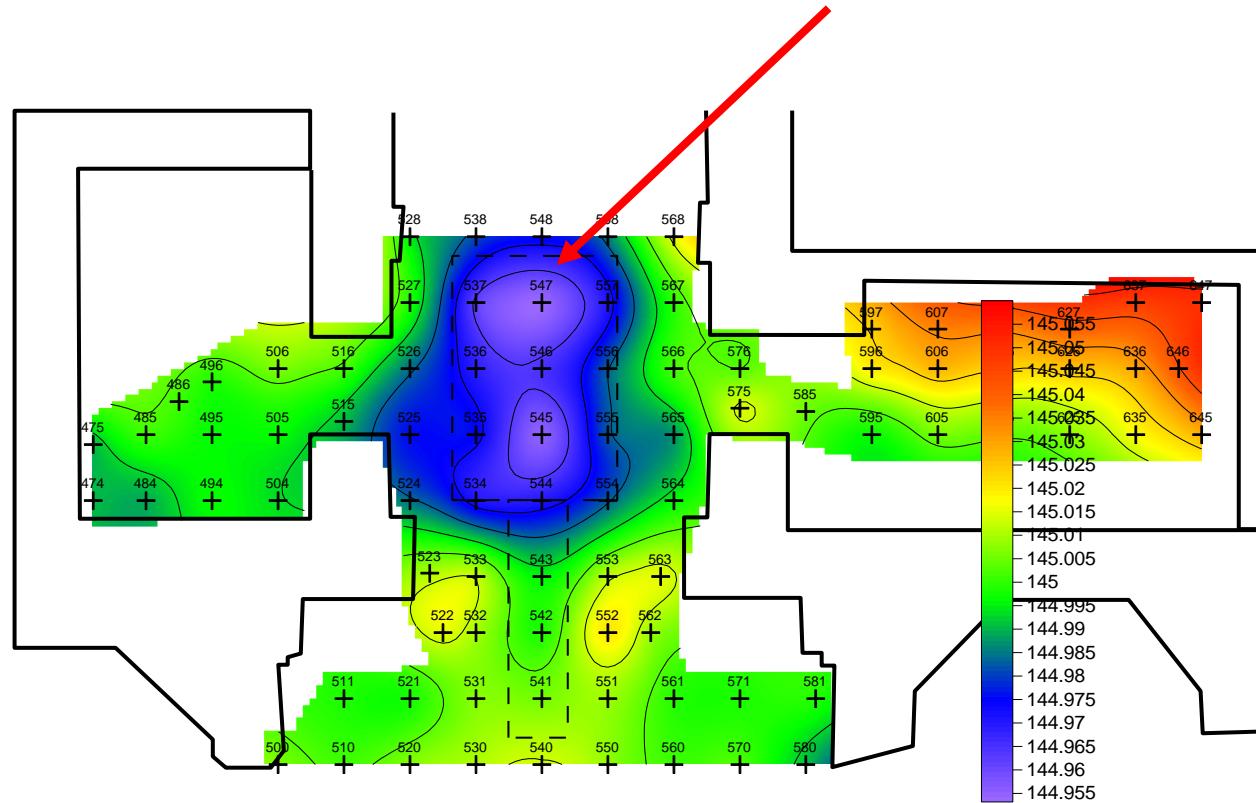


prejav známej krypty



Kostol Najsв. Trojice, Devín

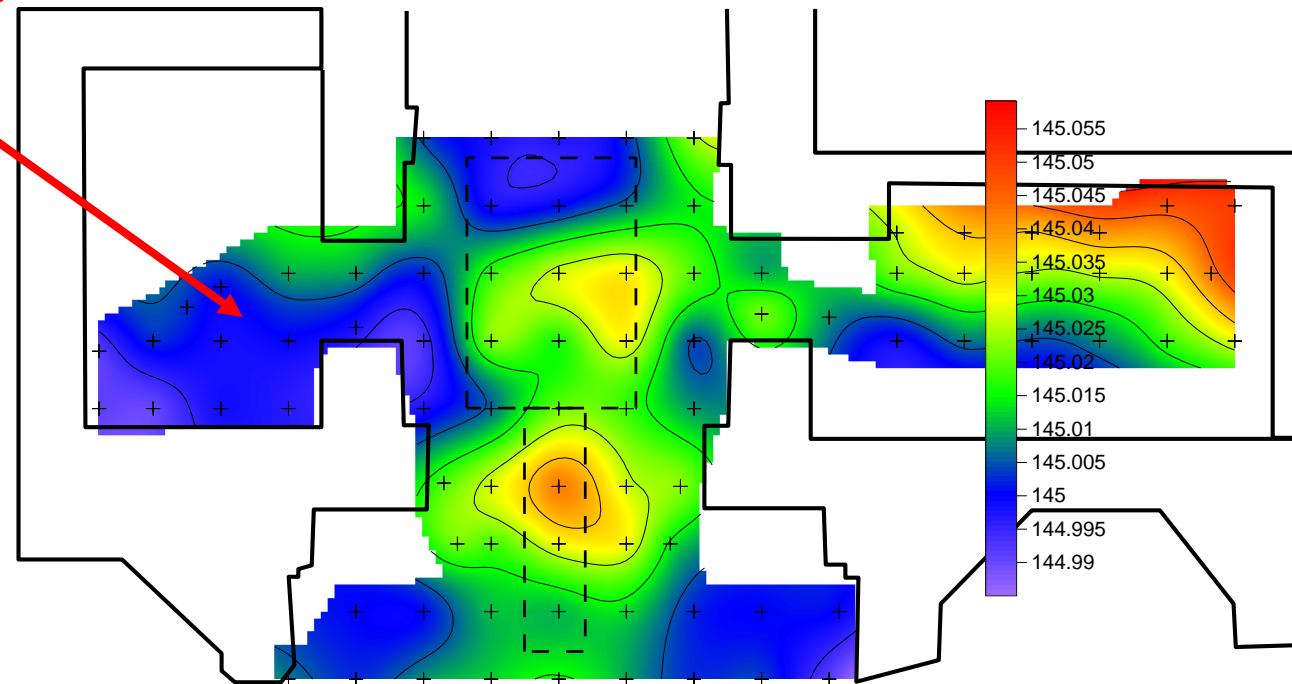
prejav známej krypty



Bouguerove anomálie (so zavedením opráv na účinok múrov) pre $\sigma = 2.0 \text{ g.cm}^{-3}$

Kostol Najsverejšej Trojice, Devín

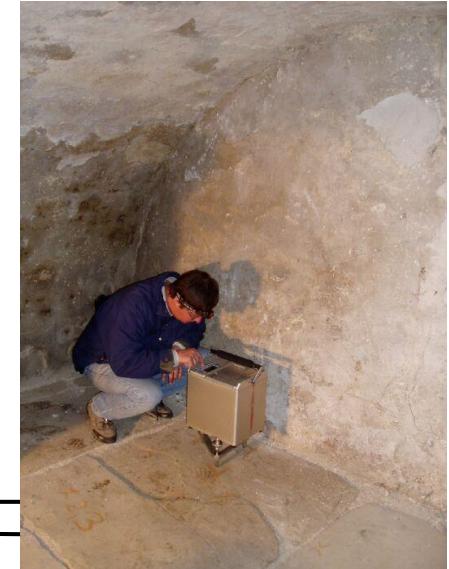
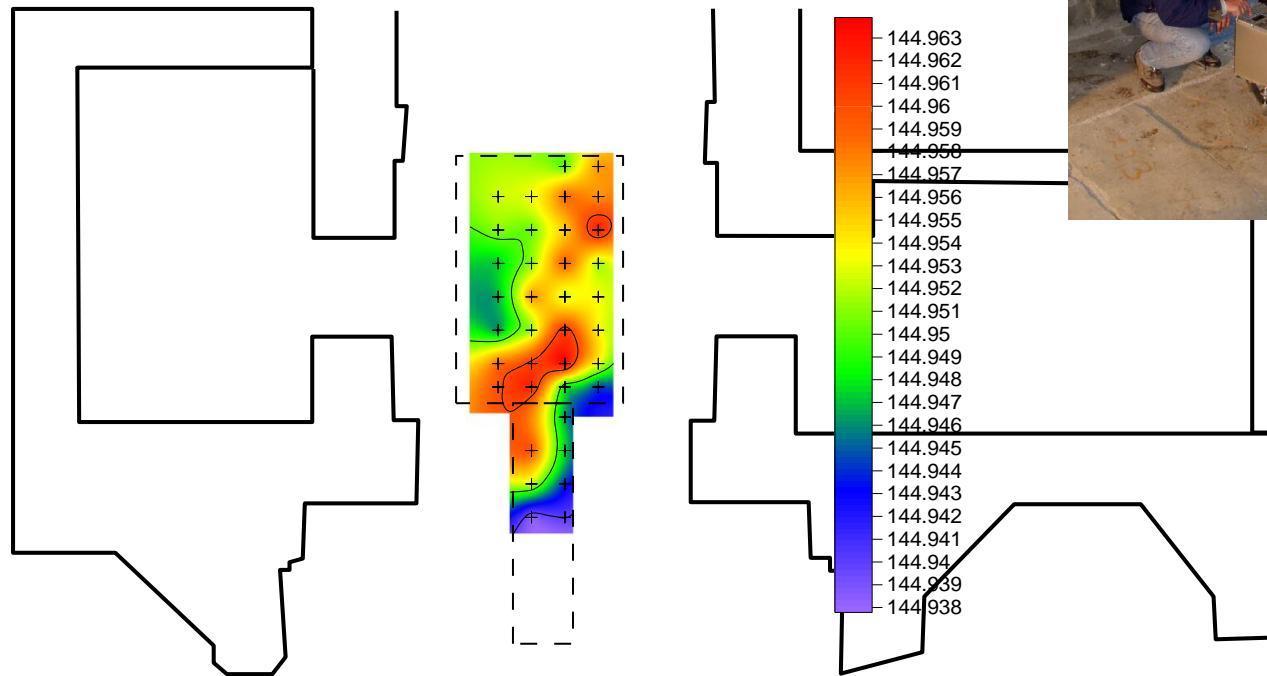
prejav
zasypanej
krypty?



odkryté Bouguerove anomálie (odstránený účinok krypty)

Kostol Najsв. Trojice, Devín

merania dnu v krypte

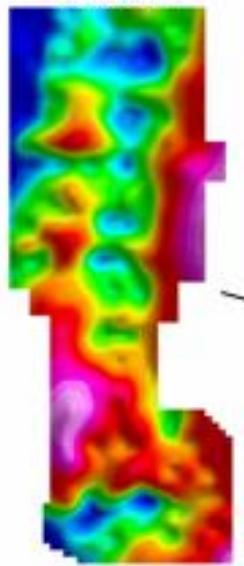


prieskum nepotvrdil prítomnosť dutiny pod existujúcou kryptou, anomálna zóna v ľavej časti bola spôsobená vrstvami ľahkých pieskov (overené ručne vŕtanými sondami)

príkladové štúdie (mikrogravimetria) SR

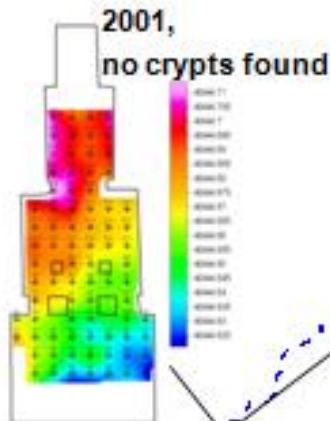
1998,

4 crypts detected,
1 found



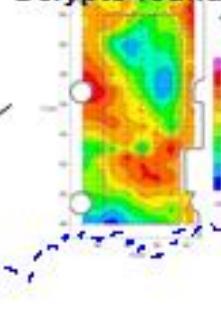
2001,

no crypts found



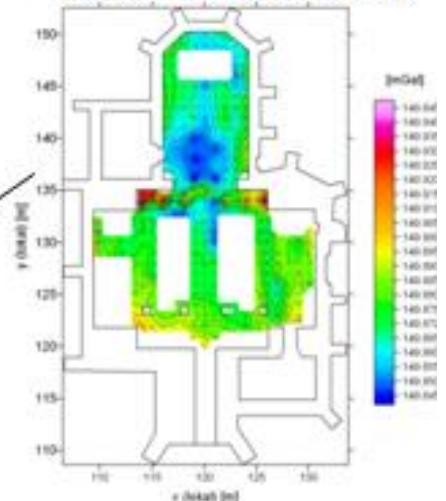
2011,

2 crypts found



2006, pitfall!

(filled sink instead of a crypt)



Katarinka

Trnava

Devín

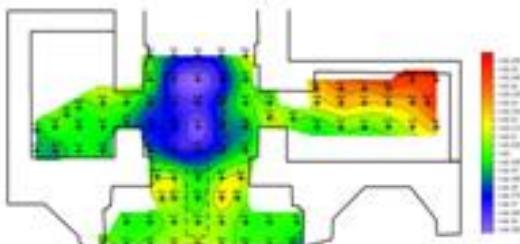
Krasno

Kostolany

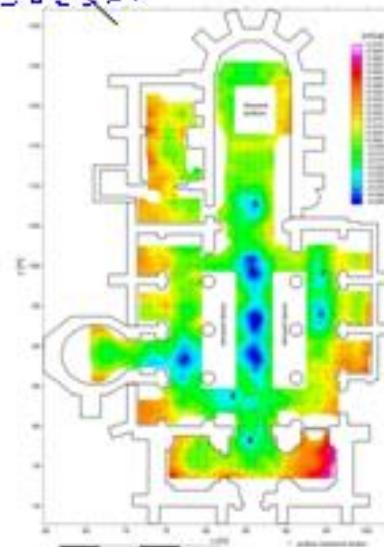
Nitra

Pukanec

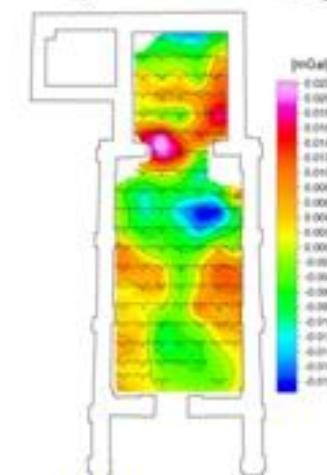
Moldava



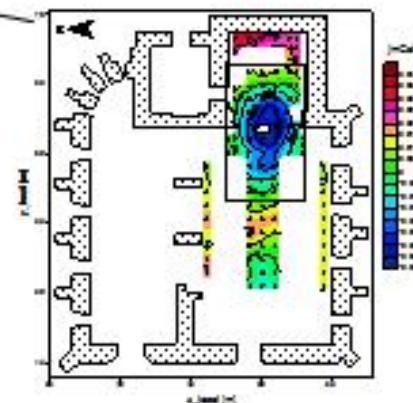
2002,
test site – known
crypt detected



2006, 8 crypts found



2009,
2 crypts detected
(should be verified)

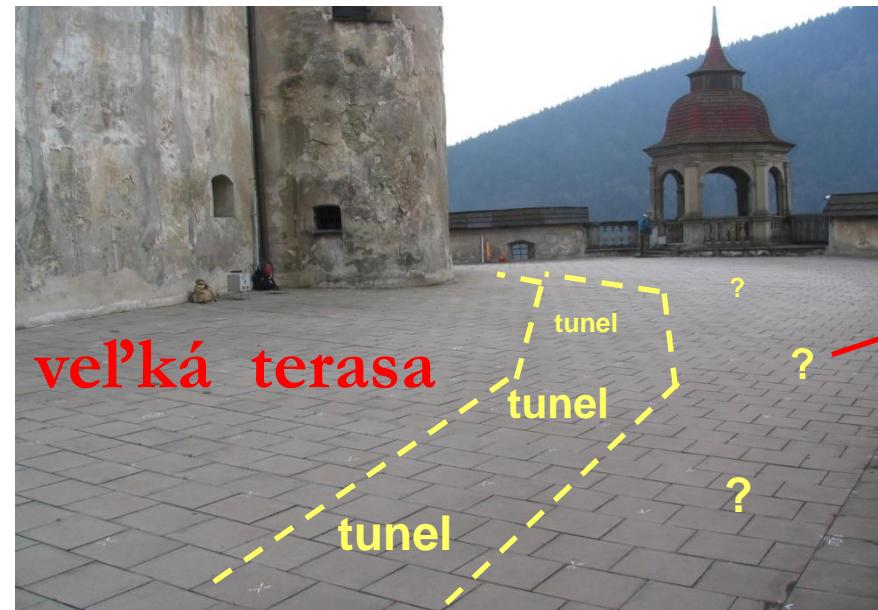


2008,
1 crypt detected
(should be verified)

mikrogravimetrický prieskum veľkej terasy Oravského zámku (2005)



študovaná lokalita – veľká terasa Oravského zámku



cielom prieskumu
bolo nájst' možné
prejavy existencie
tzv. kazemát
(spojovacích chodieb
medzi tunelom a
opevnením)

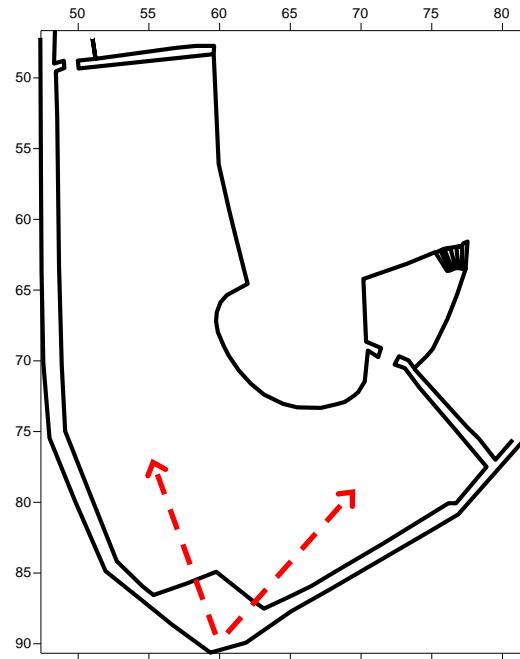


pohľad od
prístupovej
cesty na
zámok



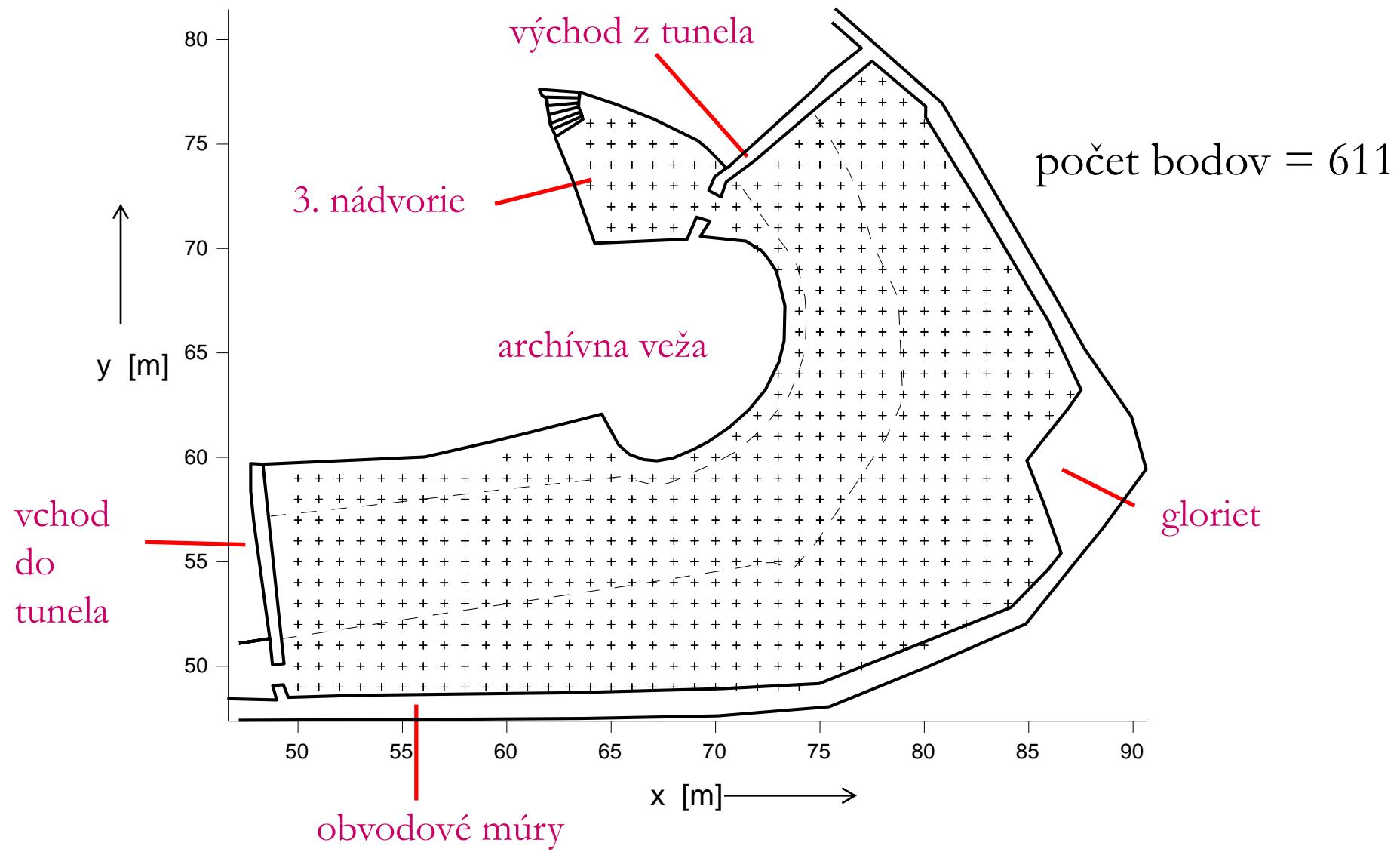
pohľad od altánku
(glorietu) smerom k
prístupovej ceste na
zámok

pohľad od altánku
(glorietu) smerom k
tretiemu nádvoriu



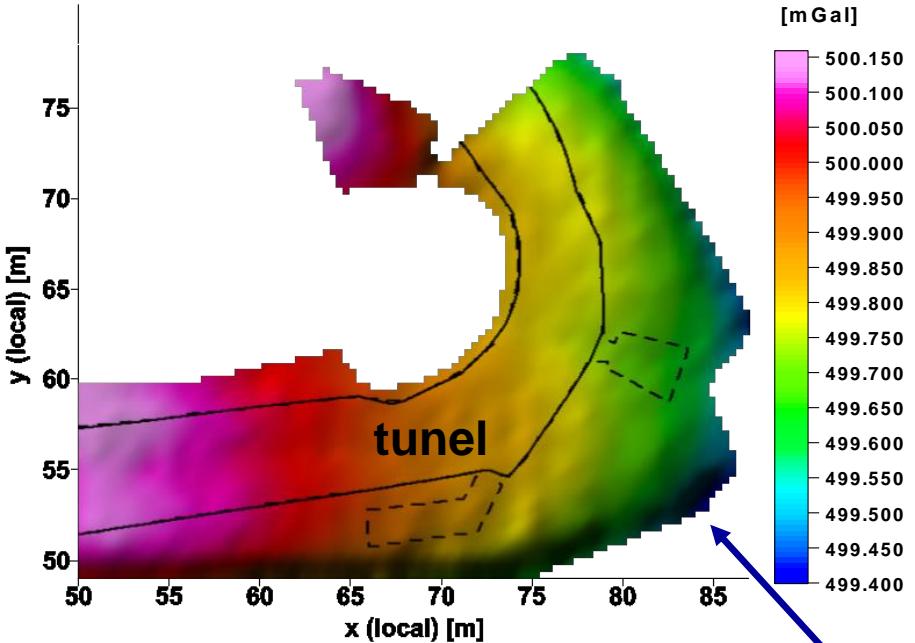
- vymedzenie a vytýčenie meraného územia

siet' bodov 1 x 1 m v lokálnych súradničiach

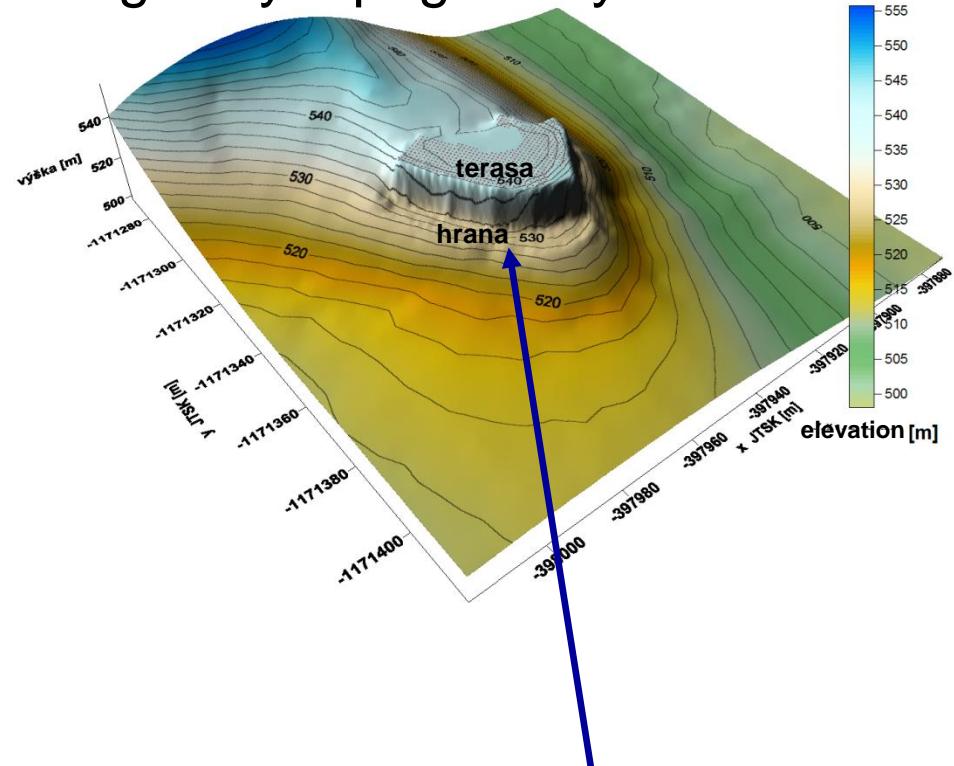


priebeh meraného “g“

merané g

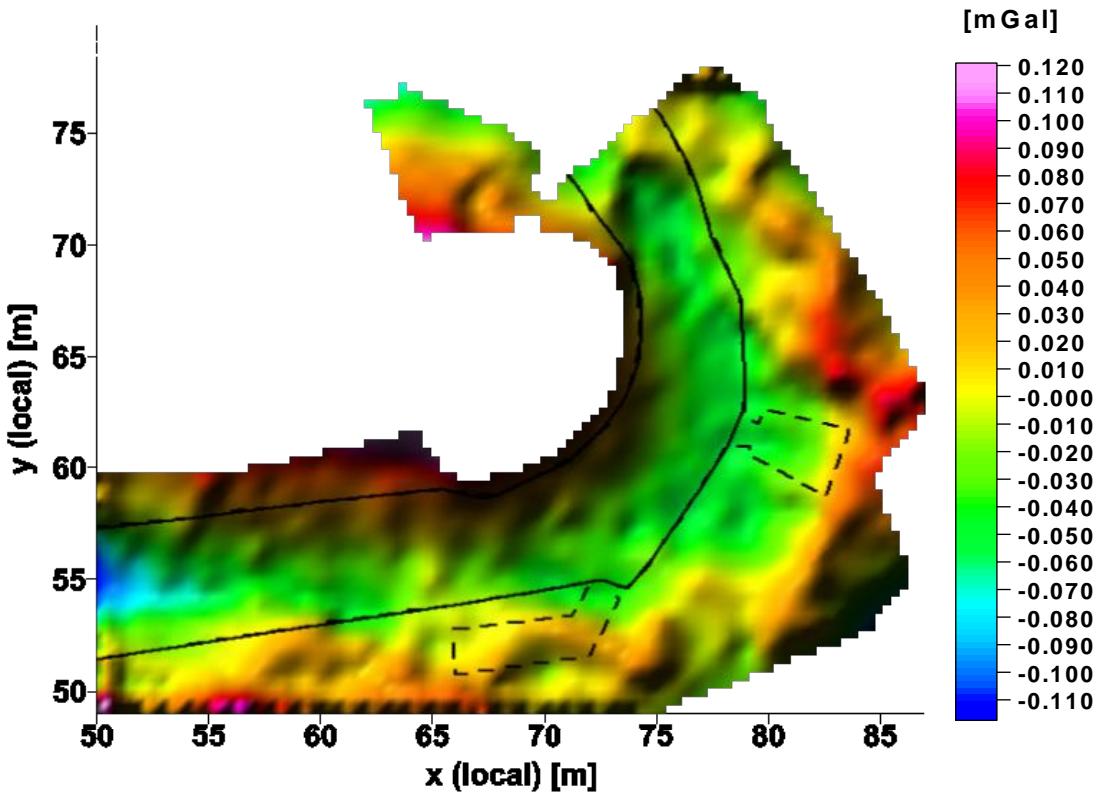


digitálny topografický model

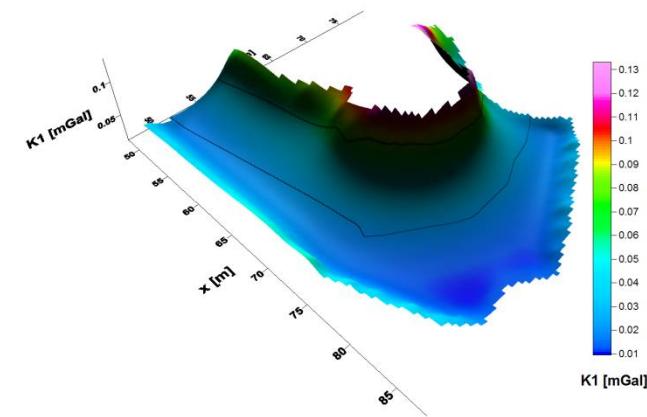


výrazný prejav ostrej hrany za múrmi
(vzduch = chýbajúce hmoty = pokles g)

mapa úplných Bouguerových anomálií



až po aplikovaní všetkých korekcií (aj opravy o gravit. účinok múrov) sa v mape úplných Bouguerových anomálií prejaví prítomnosť tunelu a ostatných hustotných nehomogenít



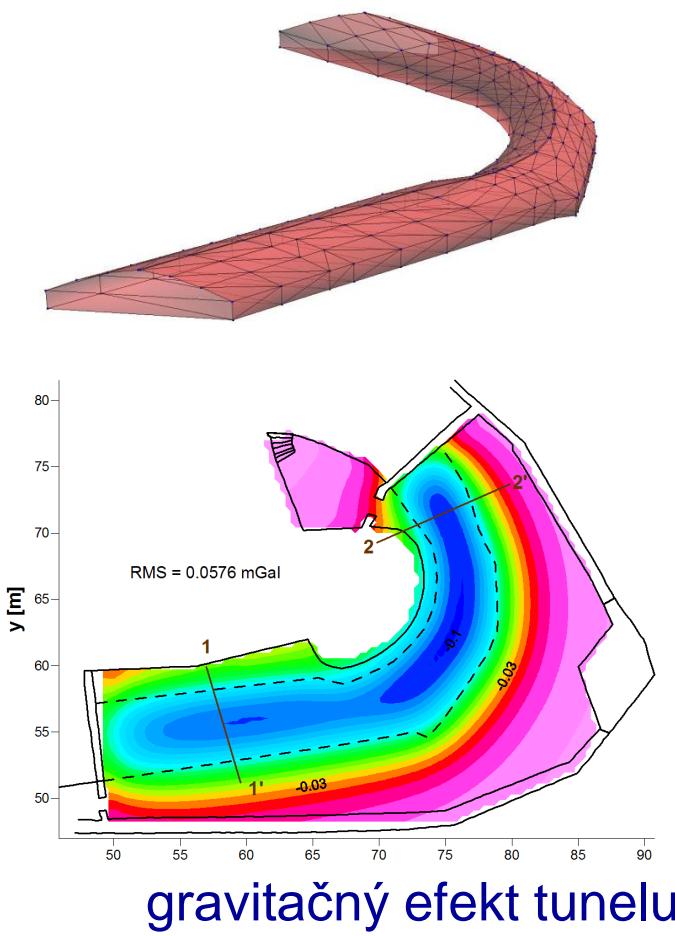
gravitačný efekt múrov



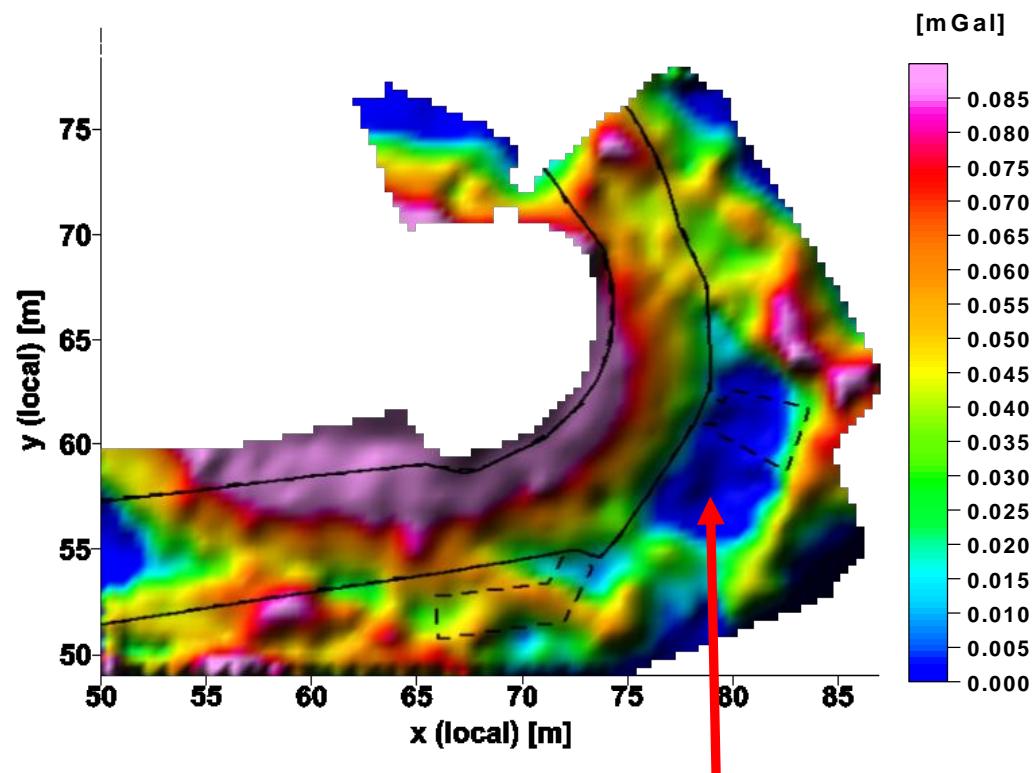
model múrov

výsledky – Oravský zámok, veľká terasa

3D model tunelu

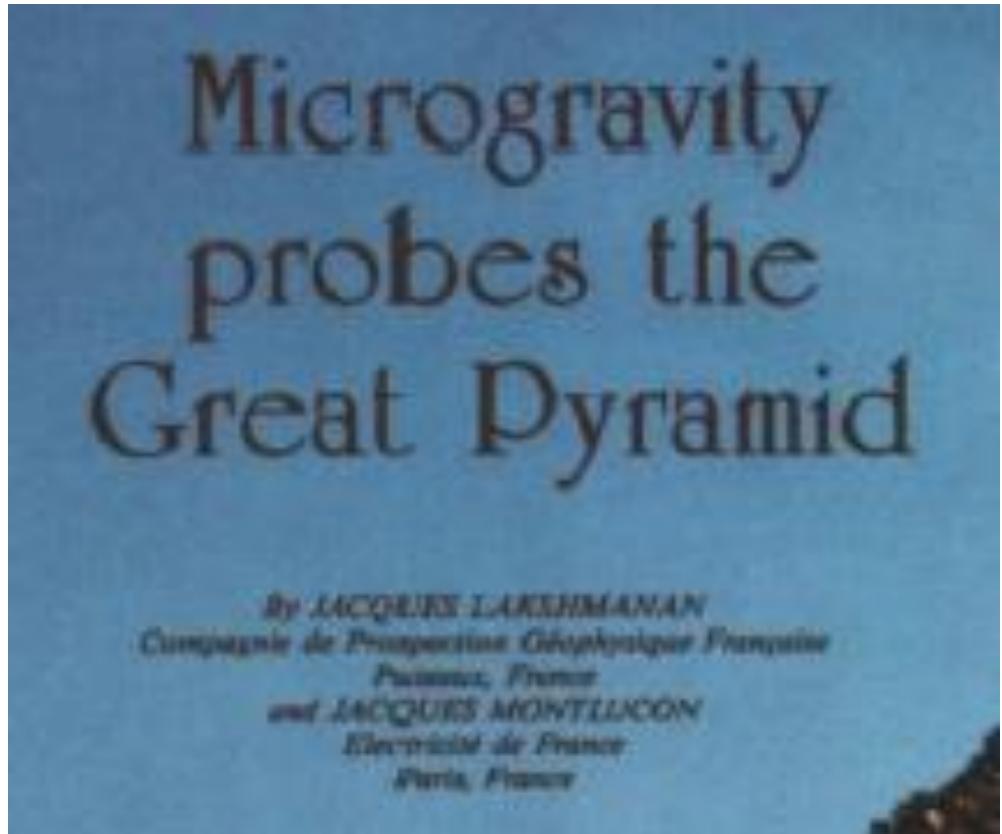


finálny výsledok:
tzv. “odkryté“ Boguerove anomálie
(odstránený prejav tunelu)



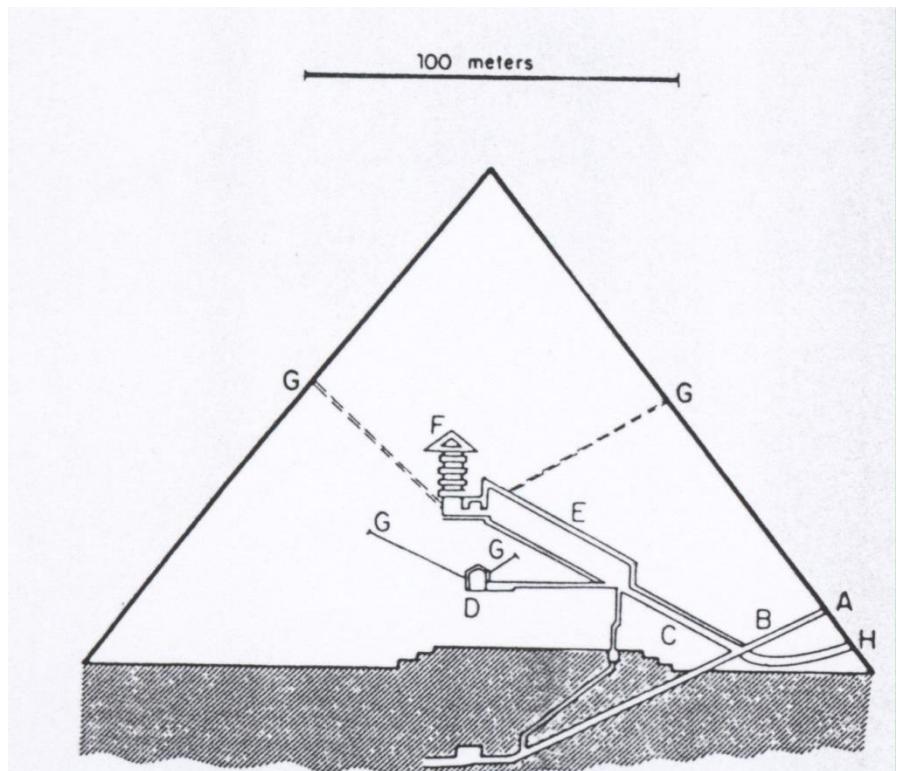
dôležitá anomálna oblasť –
prejav časti kazemát?

Cheopsova pyramída, Egypt – francúzsky mikrogravimetrický projekt



Cheopsova pyramída, Egypt – francúzsky mikrograv. projekt

štruktúra pyramídy



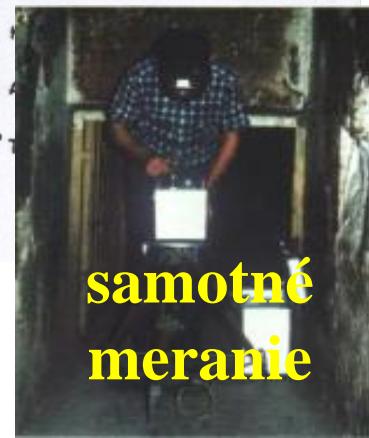
A. NORTHERN ENTRY

B. DESCENDING CORRIDOR

C. RISING CORRIDOR

D. QUEEN'S CHAMBER

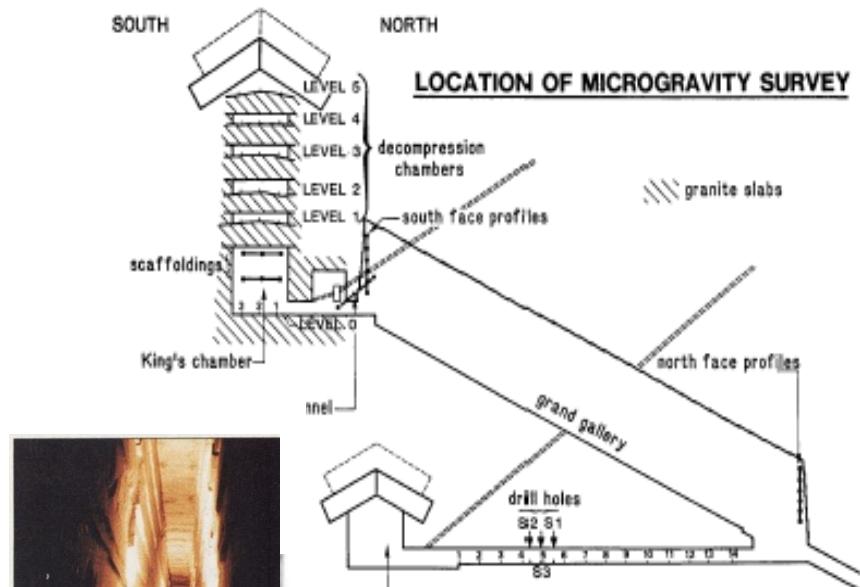
E. LARGE GALLERY



samotné
meranie

odhad. chyba: 2-10 µGal

merané priestory

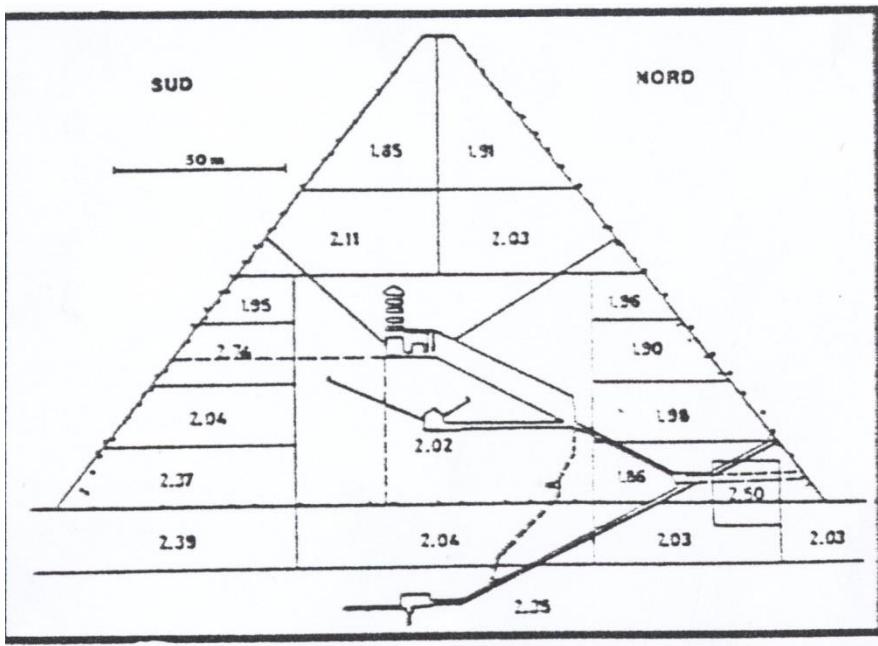
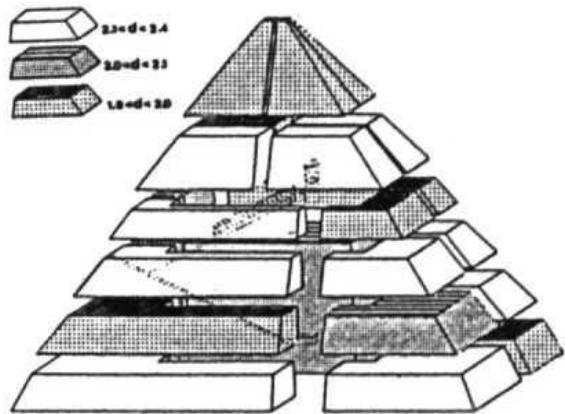


velká
galéria



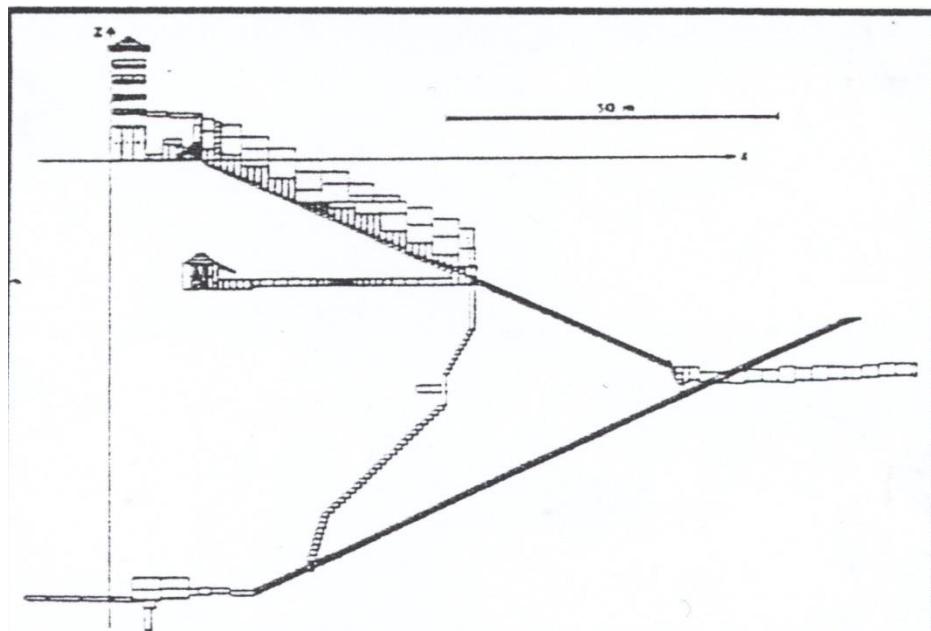
kráľovská
komnata

Cheopsova pyramída, Egypt – francúzsky mikrograv. projekt



model hustotného „rozvrstvenia“ pyramídy

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

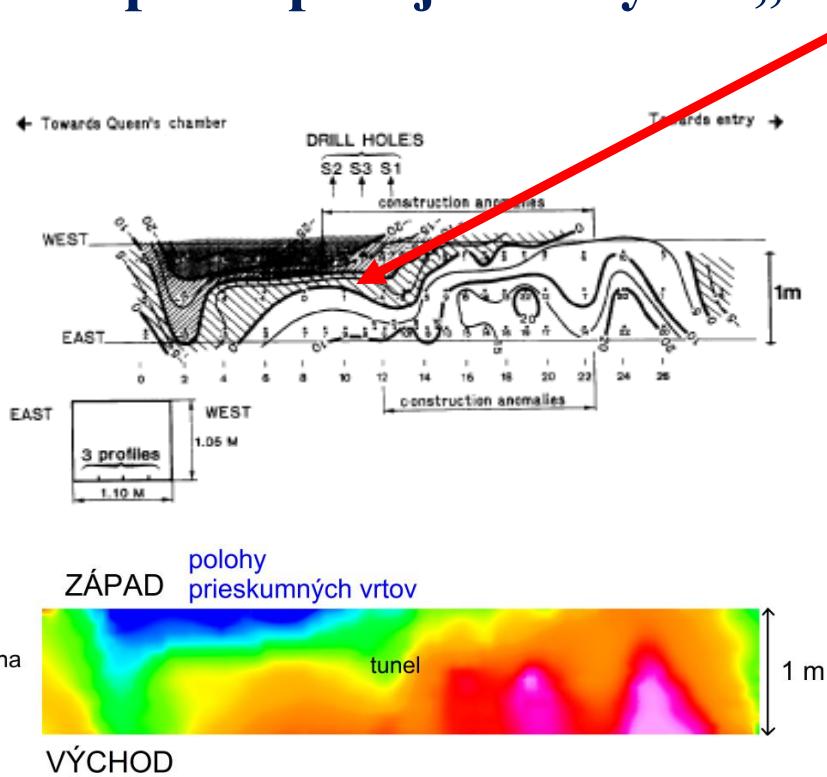


známe dutiny

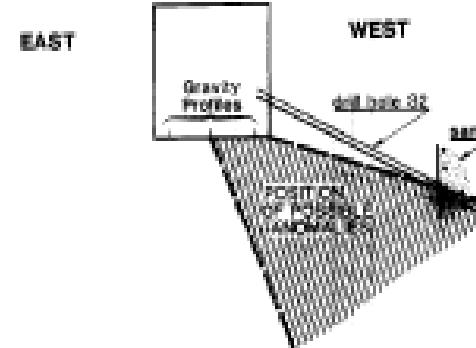
Cheopsova pyramída, Egypt – francúzssky mikrograv. projekt výsledky

hlavný výsledok:

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



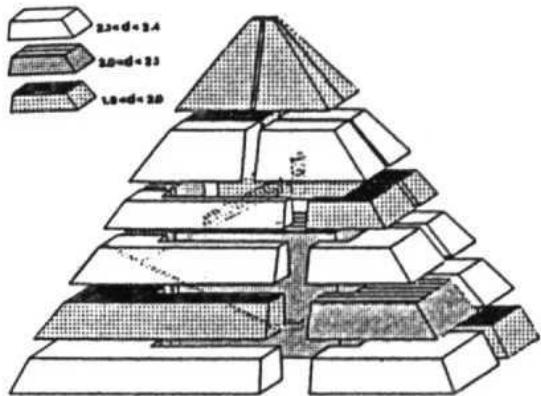
overenie anomálie:



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



Densities of the large block structure of the Cheops Pyramid.

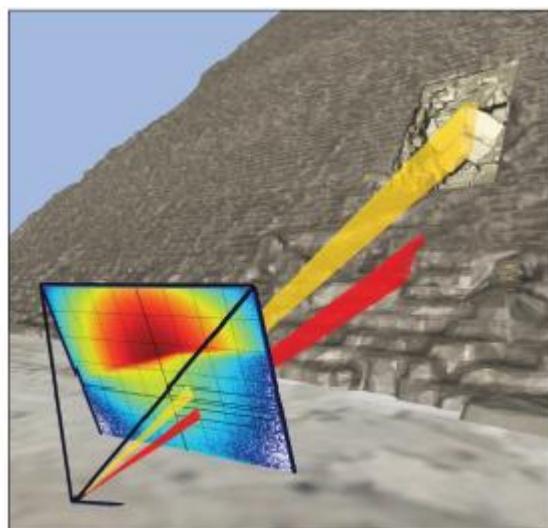
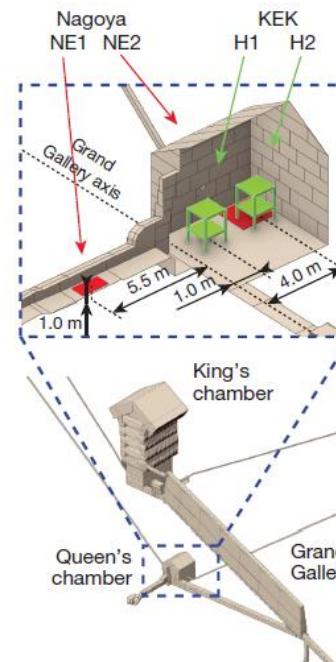
zvyšok pieskovej rampy (?)



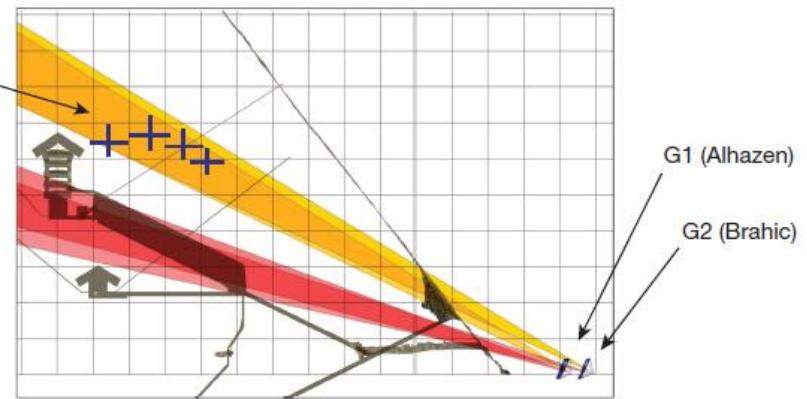
INTERPRETÁCIA PRIEBEHU
VNÚTORNEJ ŠPIRÁLOVEJ
RAMPY V CHUFUOVEJ
PYRAMÍDE



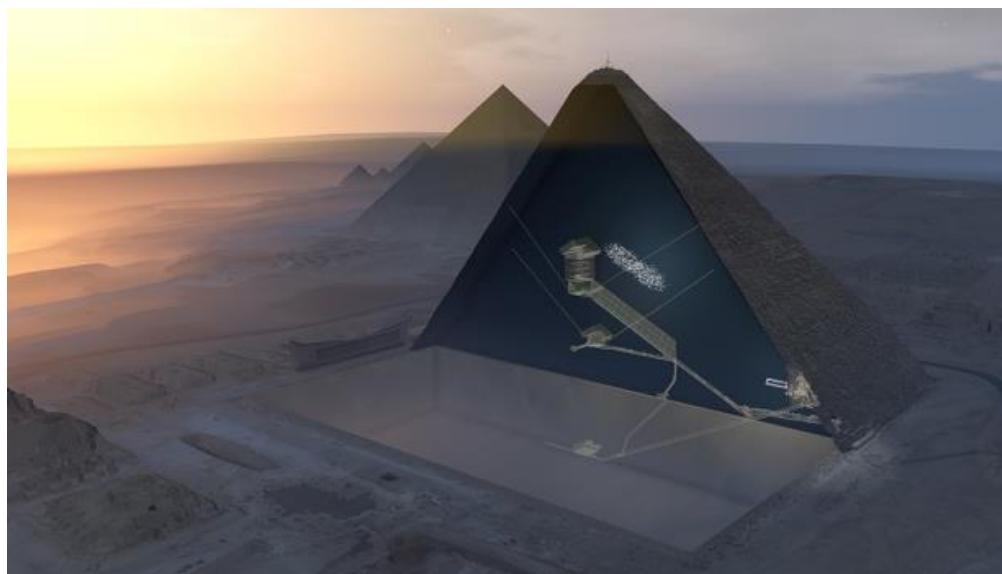
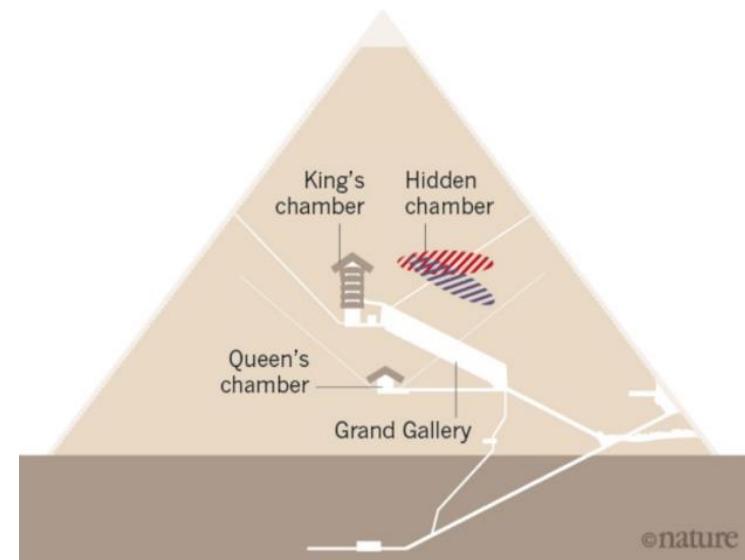
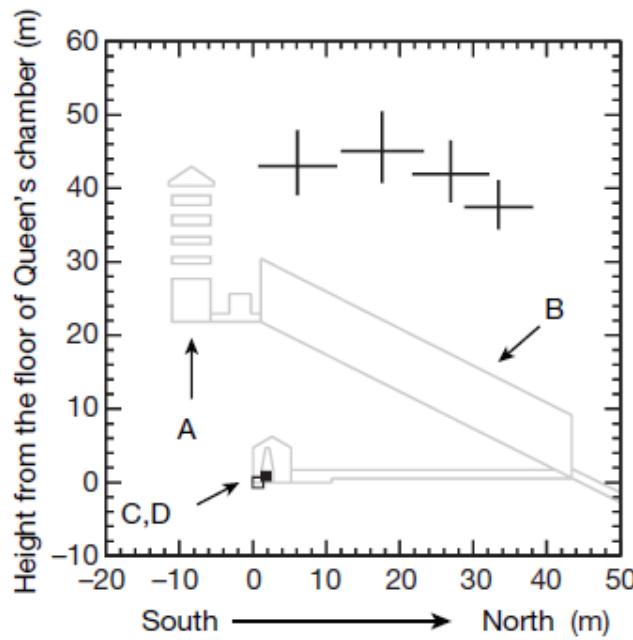
Zaujímavosť – objavenie novej dutiny (tzv. Big Void) v Cheopsovej pyramíde pomocou registrácie kozmického žiarenia (muóny).



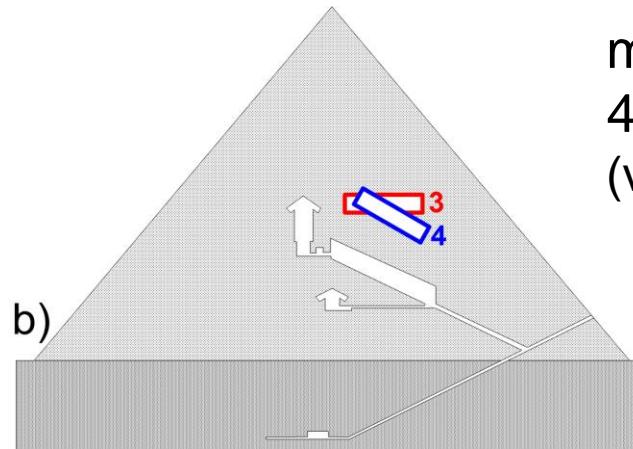
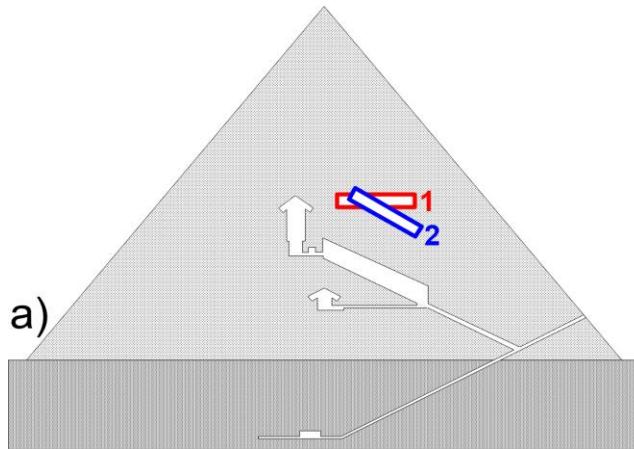
Triangulation positions from Nagoya University



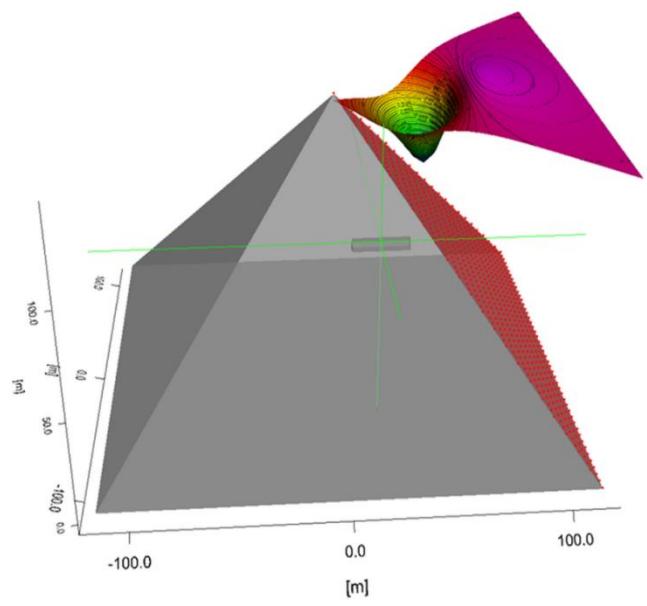
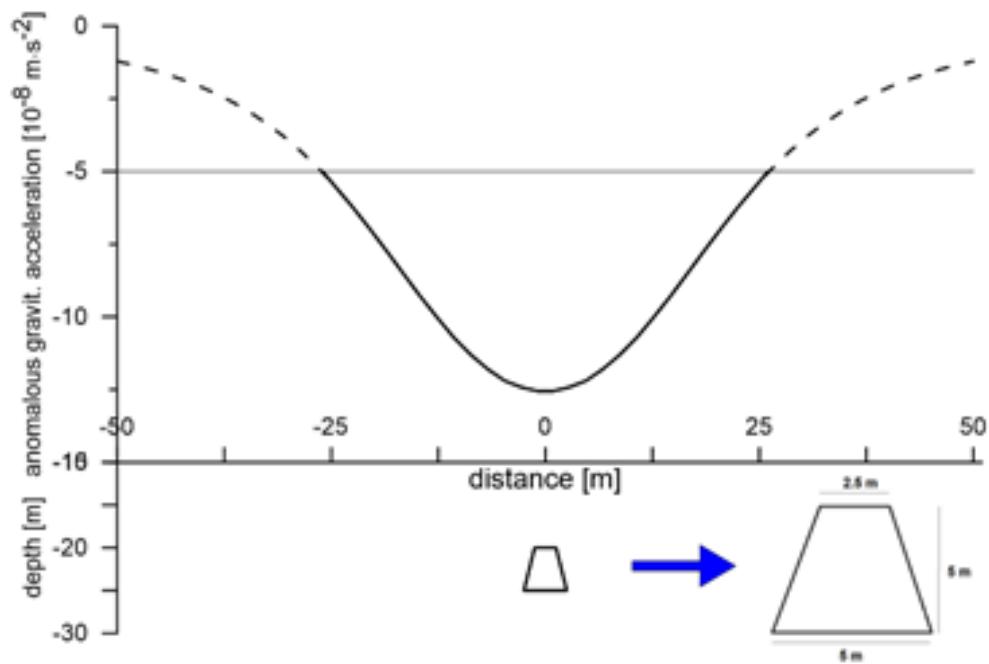
Zaujímavosť – objavenie novej dutiny (tzv. Big Void)
v Cheopsovej pyramíde pomocou registrácie kozmického žiarenia (muóny).



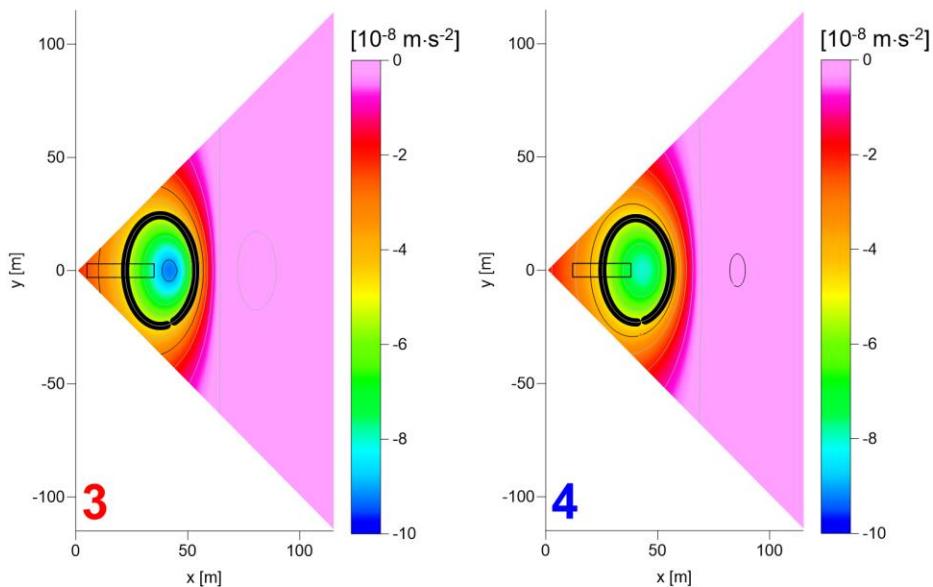
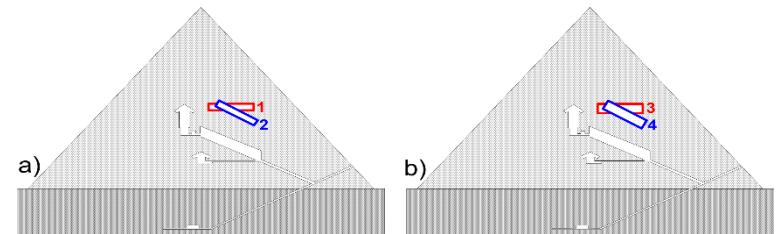
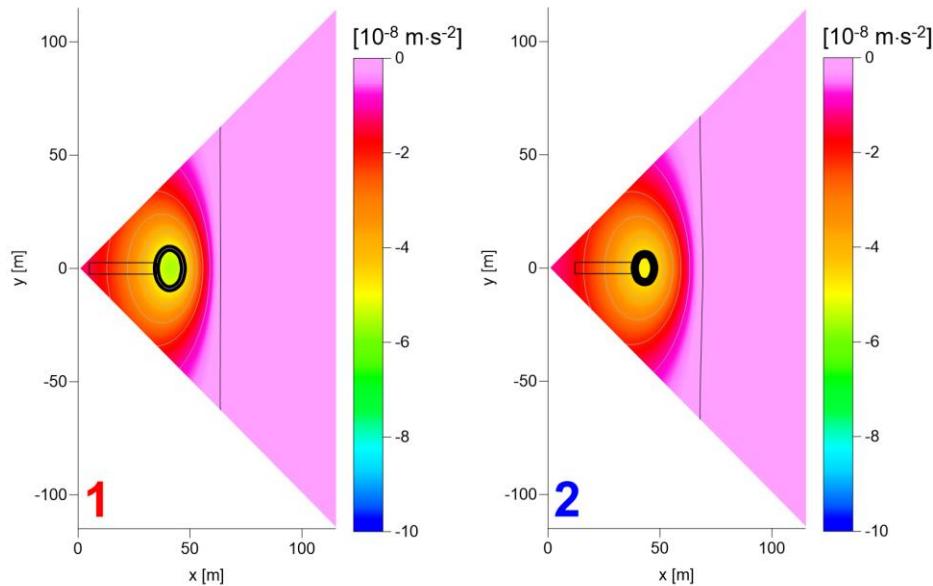
Zaujímavosť – objavenie novej dutiny (tzv. Big Void)
v Cheopsovej pyramíde pomocou registrácie kozmického žiarenia (muóny).



modelované
4 scenáre
(výška 5 a 7 m)



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



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