



# Stav budovania vertikálnej gravimetrickej základnice Gánovce – Lomnický štít

Ing. Branislav Droščák, PhD.

Ing. Juraj Kováčik, Martin Borovský

Geodetický a kartografický ústav Bratislava

branislav.droscak@skgeodesy.sk

X. Medzinárodná vedecko-odborná konferencia

**Geodézia, kartografia a geoinformatika 2017**

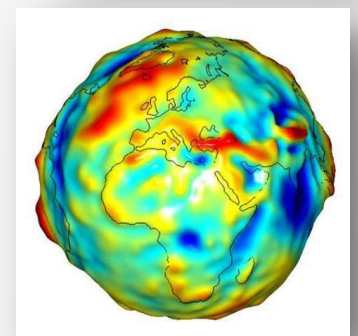
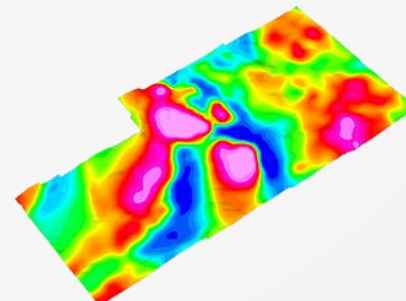
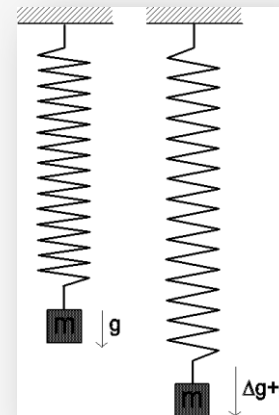
10.- 13. október 2017, Demänovská dolina, Nízke Tatry, Slovensko

# Agenda

- relatívne gravimetre a metrológia
- termín gravimetrická základnica
- história gravimetrických základníc na území SR (ČS\*R)
- vertikálna gravimetrická základnica Gánovce – Lomnický štít
- Slovenská gravimetrická základnica

# Relatívne gravimetre

- relatívne gravimetre
  - merajú rozdiely tiažového zrýchlenia
  - využívajú systém pružín
  - meranými veličinami sú dieliky alebo el. napätie – tie je potrebné pomocou kalibračnej konštanty prepočítať na tiažové zrýchlenie
  - využitie:
    - geodézia
    - geofyzika
    - aplikovaný výskum
    - ...



# Relatívne gravimetre a metrológia

- z pohľadu metrológie je požadované v stanovených intervaloch používané meradlá podrobovať kontrole
- metrologická kontrola (kalibrácia) gravimetra = určenie vzťahu medzi hodnotou indikovanou gravimetrom a hodnotou určenou etalónom = určovanie kalibračnej konštanty gravimetra (ciachovanie gravimetera)
- kalibračná konštantá gravimetra sa určuje na gravimetrických základniciach



# Termín Gravimetrická základnica

The screenshot shows the website of the ÚGKK SR (Slovak Geodesy, Cartography and Cadastre Office). The page is titled "Terminologický slovník" (Terminological dictionary) and is updated as of 15.06.2017. The page content includes a search bar, a list of categories on the left, and a search result for "Gravimetrická základnica".

**ÚGKK SR**  
Úrad geodézie, kartografie a katastra Slovenskej republiky

Kontakty | Mapa stránok | Textová verzia | SK | EN

Vyhľadanie

ÚGKK | GKÚ | VÚGK | GEOPORTÁL

Slovensky > ÚGKK > Terminologický slovník

**ÚGKK**

- Organizačné členenie
- Iné organizácie rezortu
- Legislatíva
- Kataster nehnuteľností
- Geodézia a kartografia
- Technické predpisy a iné akty riadenia

**Terminologický slovník** Aktualizovaný k 15.06.2017

Všetky pripomienky, poznámky, upozornenia na chyby, preklepy, na obsahovú i formálnu stránku termínov a ich výkladov je žiaduce poslať tajomníkovi Terminologickej komisie na adresu [peter.katona@skgeodesy.sk](mailto:peter.katona@skgeodesy.sk).

Vyhľadanie v slovníku  **Vyhľadať**

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z

**Termín**

**gravimetrická základnica**

**Synonymum**

ťažová porovnávacía základnica

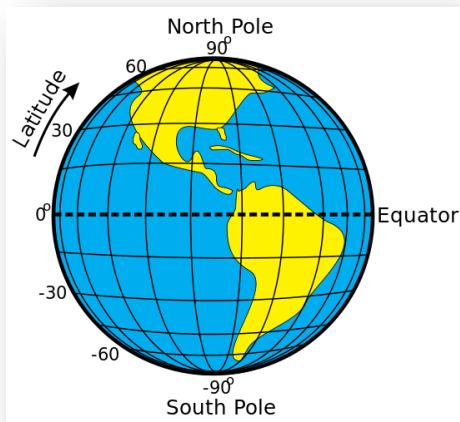
**Definícia**

sústava bodov so známym rozdielom tiažového zrýchlenia vhodnej veľkosti, ktorá slúži ako terénny etalón pre gravimetre

# Typy gravimetrických základníc

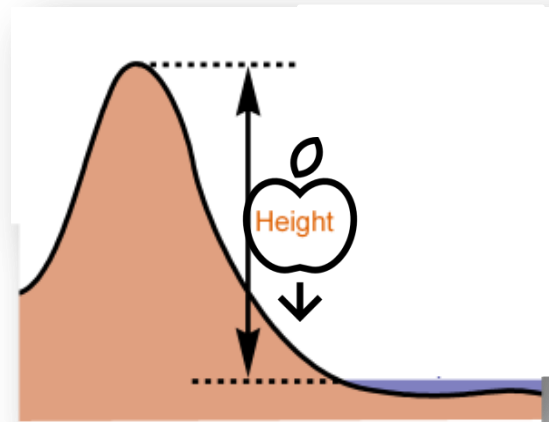
## ■ Šírková

- využíva závislosť zmeny tiažového zrýchlenia od zemepisnej šírky  $\phi$



## ■ Výšková

- využíva závislosť zmeny tiažového zrýchlenia od nadmorskej výšky  $H$



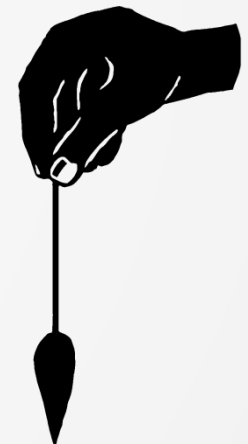
# História a súčasnosť gravimetrických základníc

## ■ História:

- prvé základnice sa začali budovať na územiach štátov, ktoré začali budovať gravimetrické siete relatívnymi gravimetrami (pred tým sa používali kyvadlá)
- základnice slúžili na kontrolu gravimetrov a nastavenie konštánt, čím vlastne udržiavali a definovali mierku siete
- rozmer základníc sa určoval:
  - vyrovnaním vykonaných meraní,
  - odvodením od použitých relatívnych gravimetrov,
  - prenesením rozmeru z inej základnice.

## ■ Súčasnnosť:

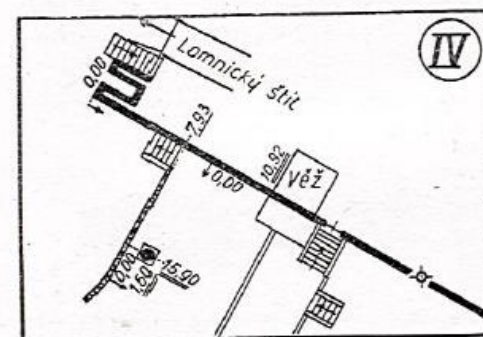
- rozmer základníc sa určuje priamym meraním absolútnymi gravimetrami



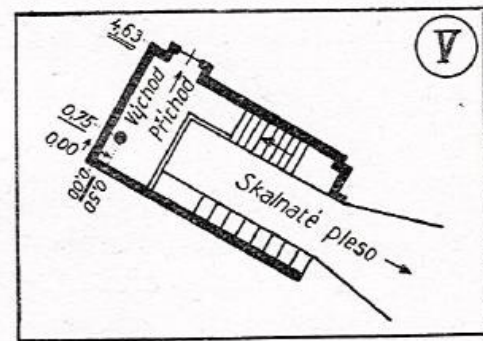
# Gravimetrický systém 1957

## Gravimetrický systém 1957

Základná sieť	- Meranie: letecky v rokoch 1951-52 - Počet bodov: 26 (na letiskách)
Gravimetrická sieť	Rády: I. a II. rád Mierka: odvodená od parametrov gravimetra (nebol kalibrovaný)
Použitý gravimeter	Značka: Nörgaard TNK 310, Preskúšavanie: pravidelne každý rok pred a po sezóne (na dvoch základniciach)
Vertikálne základnice (8)	ČR(4): Petřin (Praha), <b>Ještěd</b> (Liberec), Výšina přátelství (Karlovy Vary), Barrandov (Praha) SR (4): Koliba (Bratislava), Baba (Pezinok), Laskomer (B. Bystrica) a <b>Lomnický Štít</b> (Tatr. Lomnica)
Šírková základnica	nebola
Parametre základníc	- zemepisné súradnice: z máp 1:75 000 - výšky: v systéme Balt 46 - technológia určenia výšok: technická nivelácia z najbližších bodov - stabilizácia bodov: nivelačná kľincová značka, alebo bez stabilizácie



IV. Tatranská Lomnica, lanová dráha na „Lomnický štít“, stanice „Skalnaté pleso“, na jz. od budovy, pod opěrnou zdí terasy, na betonové desce (bod je stabilizován a označen nivelační značkou).

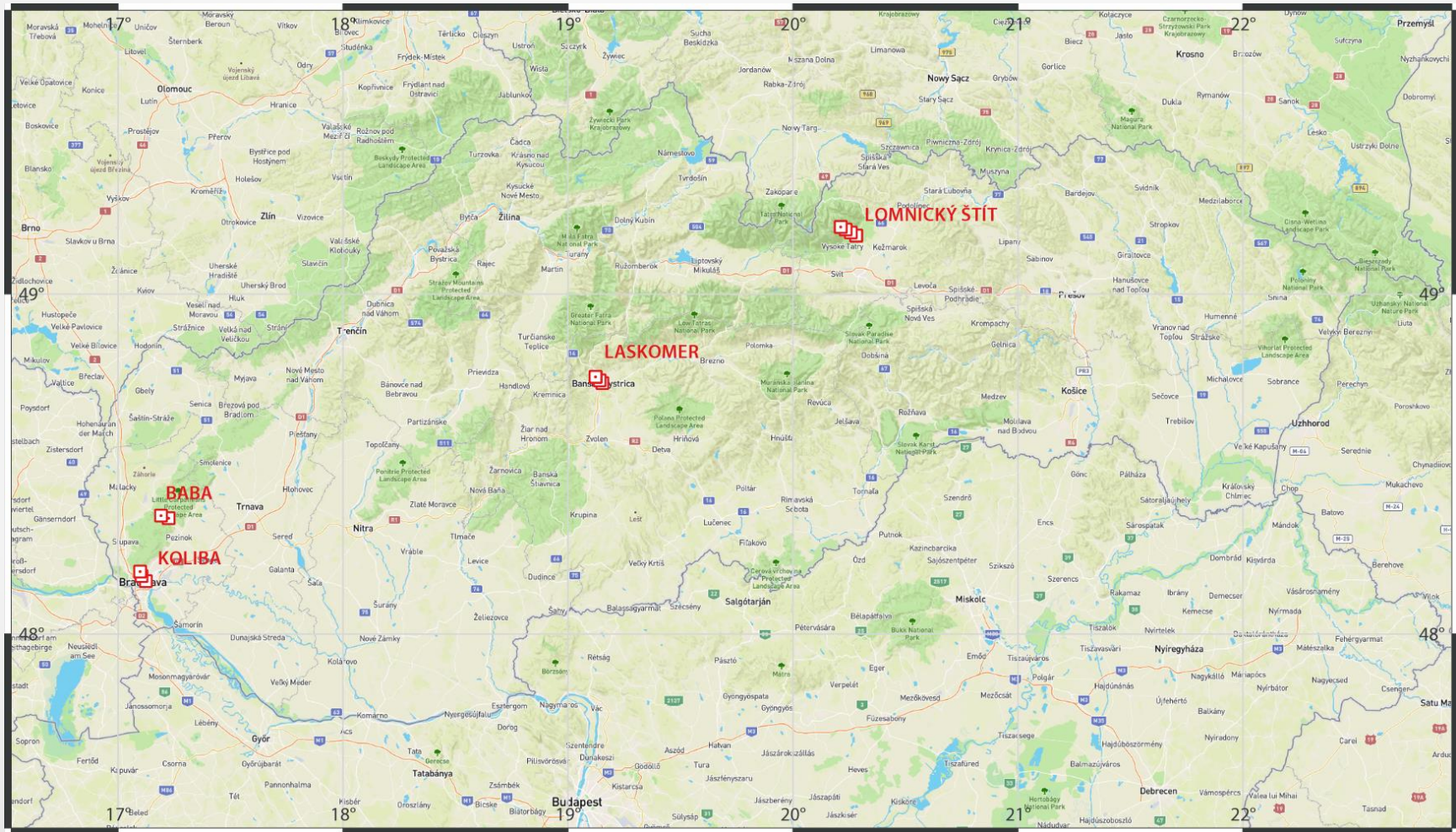


V. Tatranská Lomnica, lanová dráha na „Lomnický štít“, stanice „Lomnický štít“, plošina nástupiště, na betonové podlaze (bod není označen).



# Gravimetrické základnice z územia SR v rámci gravimetrických základov – systém 1957

## Prehľad



# Gravimetrické základnice z územia SR v rámci gravimetrických základov – systém 1957

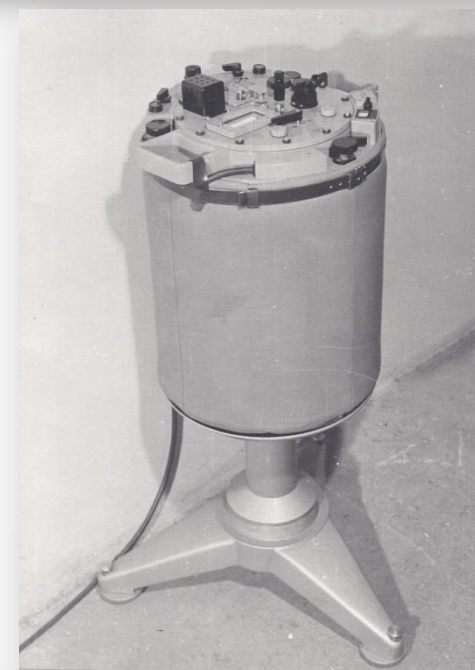
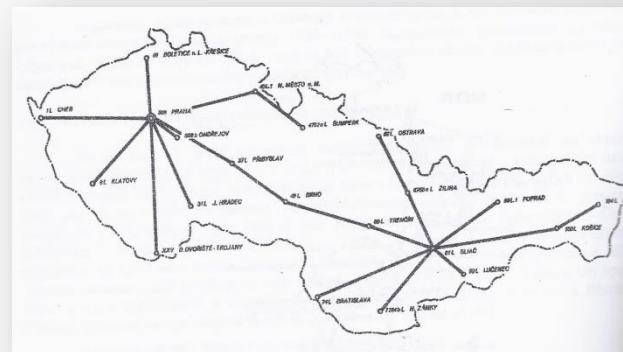
## Tiažové rozdiely základníc

Základnica	Dátum vybudovania (*prvého merania)	Počet bodov	Úseky	Prevýšenie (m)	Tiažový rozdiel (mGal)
Koliba (Bratislava)	1952*	3 (I, II, III)	I-II	+154,56	-26,12
			II-III	+107,89	-22,23
			I-III	+262,45	<b>-48,35</b>
Baba (Pezinok)	1952	2 (I, II)	I-II	+222,95	<b>-41,89</b>
Laskomer (Banská Bystrica)	1946*	4 (I, II, III, IV)	I-II	-4,88	+1,5
			II-III	+267,18	-51,55
			III-IV	-0,56	+0,21
			I-IV	+261,74	<b>-49,84</b>
Lomnický štít (Tatranská Lomnica)	1952	6 (I až VI)	I-II	+3,04	-0,58
			II-III	+254,75	-51,57
			III-IV	+609,13	-129,55
			IV-V	+857,74	-223,36
			V-VI	+11,80	-4,67
			I-VI	+1736,46	<b>-409,73</b>

# Gravimetrický systém 1964

## Gravimetrický systém 1964

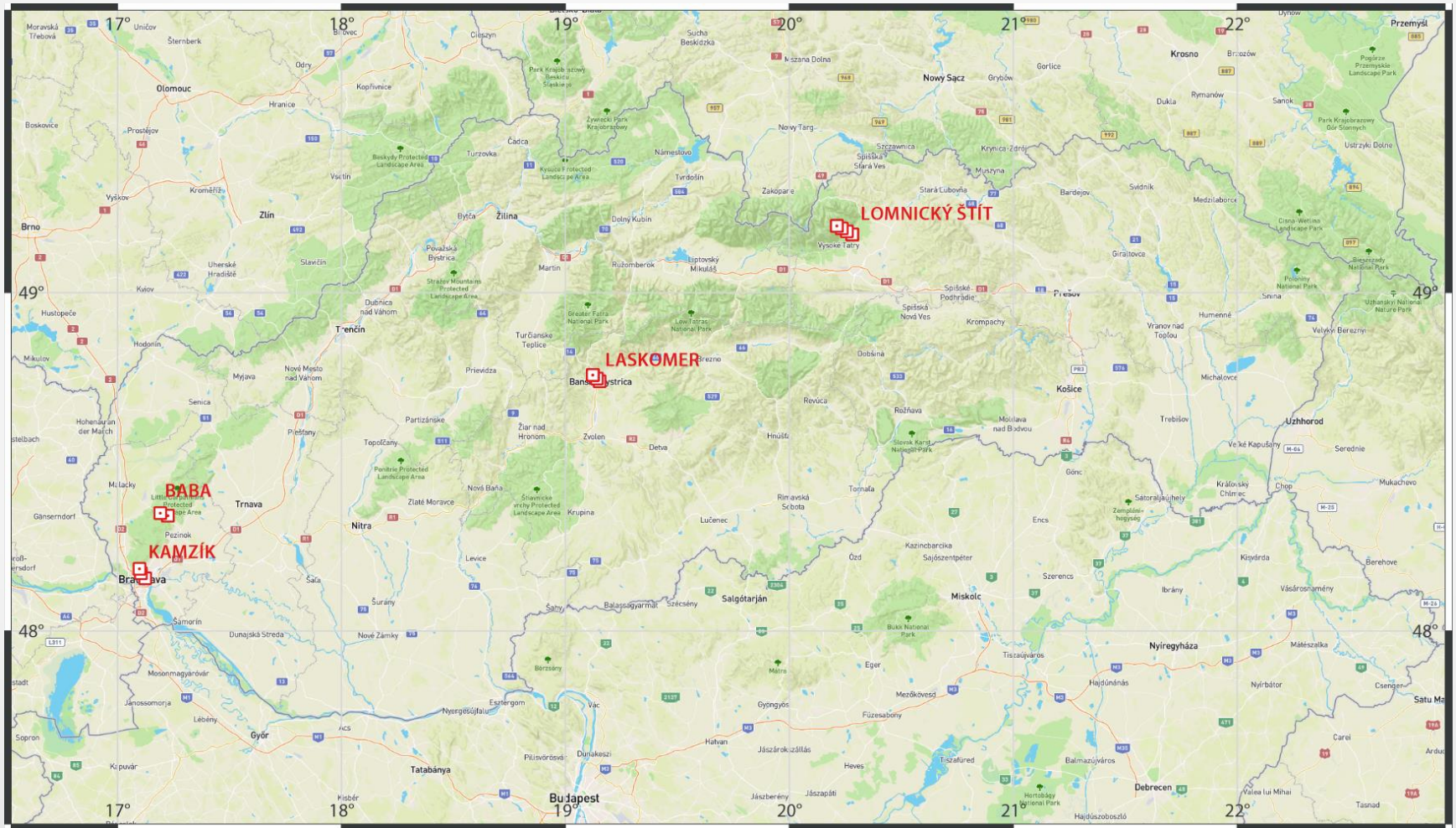
<b>Základná sieť</b>	- Meranie: letecky v rokoch 1959 - Počet bodov: 20 (na letiskách)
<b>Gravimetrická sieť</b>	Rády: sieť hlavných a vedľajších ťahov Mierka: odvodená od Medzinárodnej grav. siete udržiavaná cez šírkovú a vert. základnice
<b>Použitý gravimeter</b>	Značka: Askania Gs11 a Gs12 Preskúšavanie: pravidelne na šírkovvej a vertikálnych základniciach
<b>Vertikálne základnice (8)</b>	ČR(4): Petřin (Praha), <b>Ještěd</b> (Liberec), Výšina přátelství (Karlovy Vary), Barrandov (Praha) SR (4): Kamzík (Bratislava), Baba (Pezinok), Laskomer (B. Bystrica) a <b>Lomnický Štít</b> (Tatr. Lomnica)
<b>Šírková základnica</b>	<b>Hřensko – Dolní Dvořiště</b> (1958, $\Delta g = 307,3$ mGal)
<b>Parametre základníc</b>	- zemepisné súradnice: z máp 1:50 000 (systém 1952) - výšky: v systéme Bpv - iné: údržba a zameranie reliéfu okolia





# Gravimetrické základnice z územia SR v rámci gravimetrických základov – systém 1964

## Prehľad



# Gravimetrické základnice z územia SR v rámci gravimetrických základov – systém 1964

## Tiažové rozdiely z vyrovnaní

Základnica	Rok merania	Počet bodov	Úseky	Tiažový rozdiel z vyrovnaní (mGal)	Vykonaná aktivita (1958-1964)
Kamzík (Bratislava)	1964	3 (I, II, III)	I-II II-III I-III	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>- premenovanie na Kamzík</li> <li>- všetky body prestabilizované</li> <li>- na bodoch II a III zameraný reliéf okolia</li> </ul>
Baba (Pezinok)	1964	2 (I, II)	I-II	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>- oba body prestabilizované</li> <li>- na oboch zameraný reliéf okolia</li> </ul>
Laskomer (Banská Bystrica)	2x 1964	4 (I, II, III, IV)	I-II II-III III-IV I-IV	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>- údržba na všetkých bodoch</li> <li>- na všetkých zameraný reliéf okolia a blízke stavby</li> </ul>
Lomnický štít (Tatranská Lomnica)	1958 1959 1961 1964	6 (I až VI)	II-IV II-V II-VI	-180,59 -403,83 <b>-409,47</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- na bodoch I, II, III a V vykonaná údržba</li> <li>- bod VI prestabilizovaný</li> <li>- bod IV zničená a nahradený bodov IV.1</li> <li>- na bodoch zameraný reliéf okolia a blízke stavby</li> </ul>

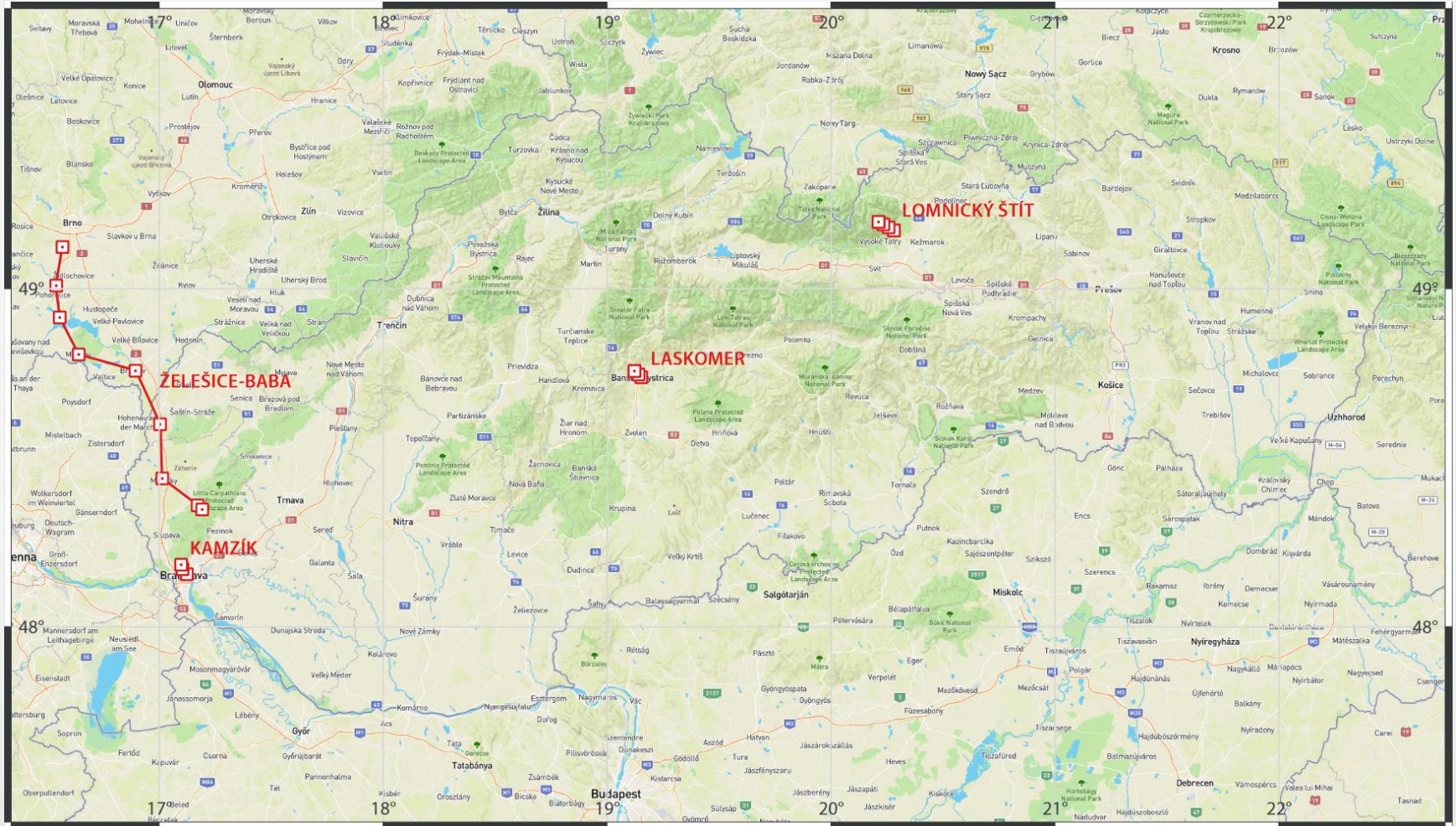


# Gravimetrická základnica Lomnický štít

## Meranie v roku 1961



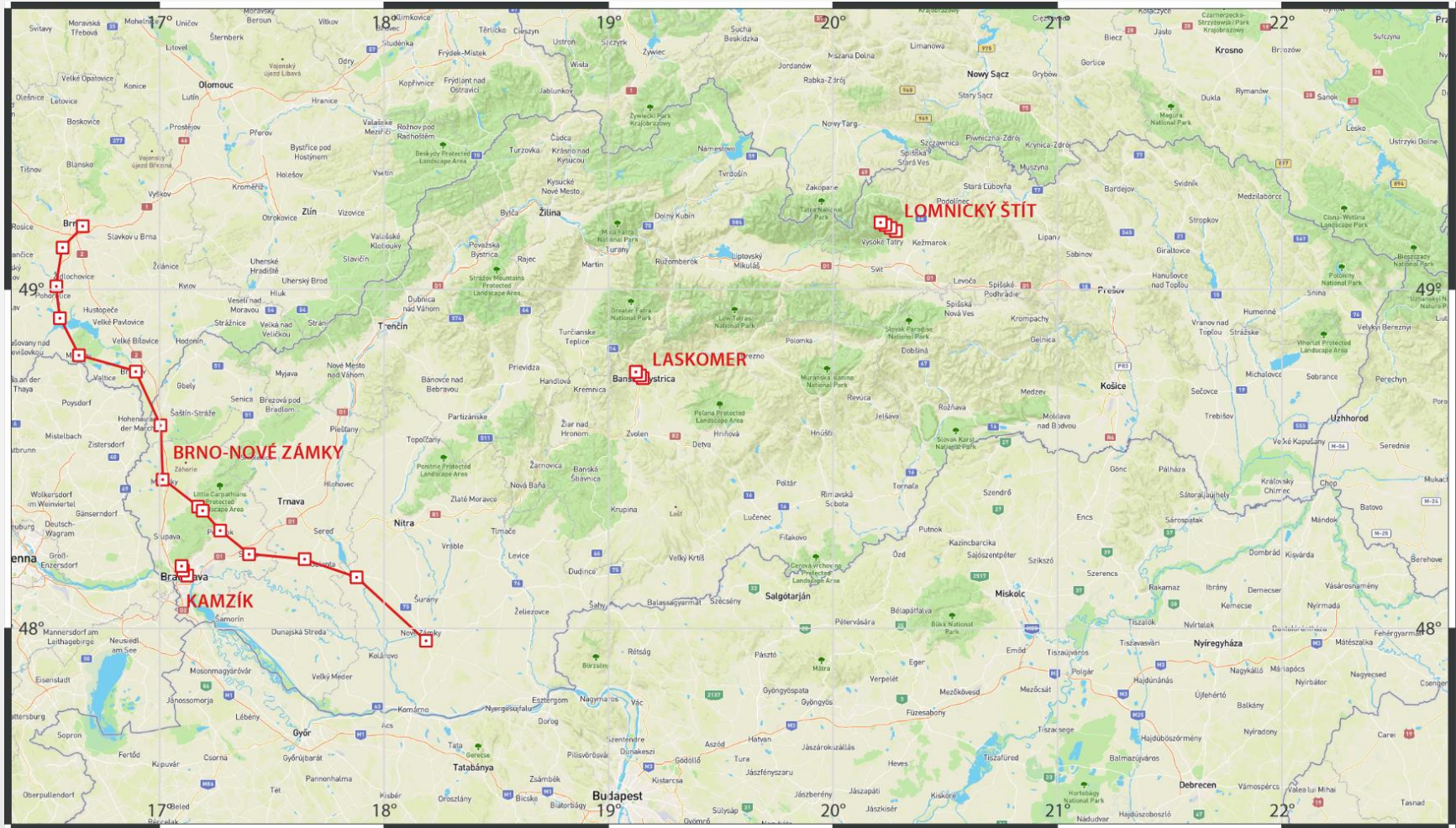
# Gravimetrické základnice z územia SR v rámci gravimetrických základov – systém 1964 Stav v roku 1972





# Gravimetrické základnice z územia SR v rámci gravimetrických základov – systém 1964

## Stav po roku 1973



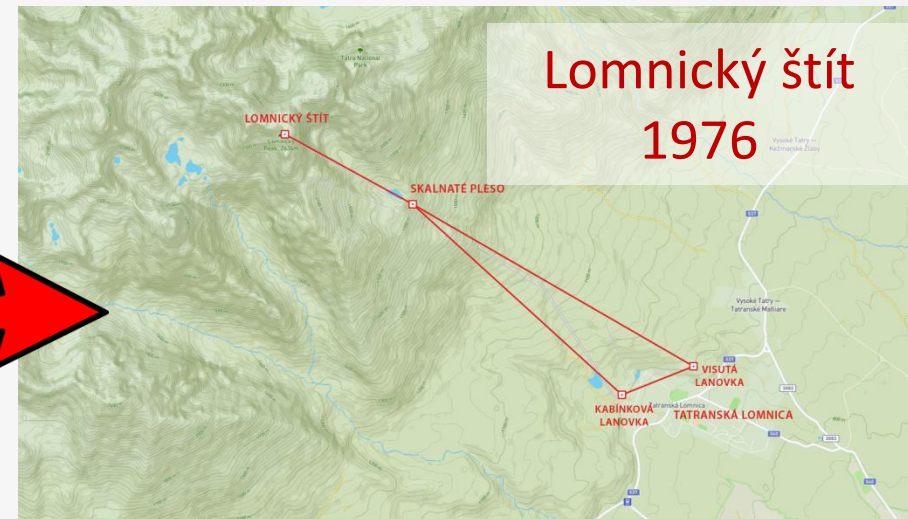
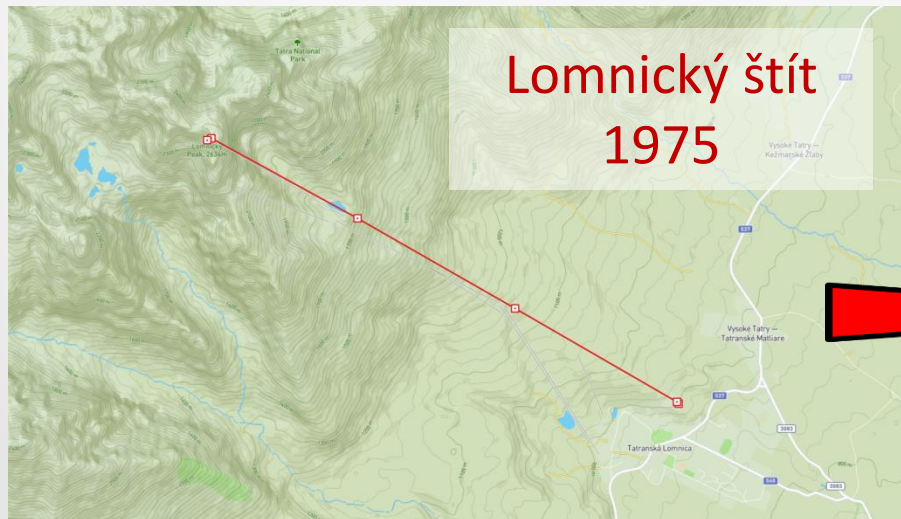


# Modernizácia základnice Lomnický štít

## Rok 1976



- základnica rozšírená o jeden bod a obnovená (spolu 4 body)
- dôvody:
  - vyhovenie potrebám praxe
  - umožnenie overovania gravimetrov typu Sharp, Worden
  - experimentálne merania pre vedecké účely
- výhody novej konfigurácie:
  - meranie skrutkami veľkého aj malého rozsahu (1,2 mGal – 408,9 mGal)
  - meranie s uzáverom do trojuholníka



# Modernizácia základnice Lomnický štít

## Rok 1976



Číslo bodu základnice	Nové číslo bodu	Názov	Miesto	Rok stabilizácie	Poznámka
<del>I</del>	-	<del>Tatranská Lomnica</del>	<del>Pri budove visutej lanovky</del>	<del>1952</del>	<del>Bod zničený</del>
I.1	2061.01	Tatranská Lomnica	Pri budove visutej lanovky	1976	
Ia	2060	Tatranská Lomnica	Pri budove kabínkovej lanovky	1976	Nový bod
<del>II</del>	-	<del>Tatranská Lomnica</del>	<del>Budova visutej lanovky</del>	<del>1952— nestabilizovaný</del>	<del>Bod zrušený</del>
<del>III</del>	-	<del>Štart</del>	<del>Budova visutej lanovky— stanica Štart</del>	<del>1952— nestabilizovaný</del>	<del>Bod zrušený</del>
<del>IV</del>	-	<del>Skalnaté Pleso</del>	<del>Pri budove stanice lanovky</del>	<del>1952</del>	<del>Bod zničený</del>
<del>IV.1</del>	-	<del>Skalnaté Pleso</del>	<del>Pri budove stanice lanovky</del>	<del>1958</del>	<del>Bod zničený</del>
IV.2	2064.02	Skalnaté Pleso	Pri budove stanice kabínkovej lanovky	1976	
<del>V</del>	-	<del>Lomnický štít</del>	<del>Budova stanice lanovky</del>	<del>1952— nestabilizovaný</del>	<del>Bod zrušený</del>
VI	2066	Lomnický štít	Pri budove stanice lanovky	1952	

# Aktivity na bodoch gravimetrických základníc

## Roky 1977 - 1992

- Základnica Lomnický štít:
  - 1978 - experimentálne merania – testovanie vplyvu zmien atmosférického tlaku (Gargalovič a kol.)
  - 1977 - 1991 - na základnici sa zrejme nemeralo (nemáme dohľadane záznamy)
  - 1985 - rozšírenie základnice o bod Štart
  - 1992 - na Skalnatom plese merali pracovníci KGZA
- „Základnica“ Brno – Nové Zámky
  - pravidelne premeriavaná Geofyzikou Brno a ZÚ Praha
- Ostatné základnice z územia SR
  - bez záznamov meraní

Číslo bodu	Názov	Miesto	Rok stabilizácie
2061.01	Tatranská Lomnica	Pri budove visutej lanovky	1976
2060	Tatranská Lomnica	Pri budove kabínkovej lanovky	1976
2063.01	Štart (nový bod)	Pri budove kabínkovej lanovky – stanica Štart	1985
2064.02	Skalnaté Pleso	Pri budove stanice kabínkovej lanovky	1976
2066	Lomnický štít	Pri budove stanice lanovky	1952

# Nová gravimetrická základnica Modra-Hurbanovo

- Rok 1993
  - rozpad Československa
  - potreba definovania novej základnice pre SR
  - vznikla základnica **Modra – Hurbanovo** úpravou a rozšírením základnice Brno – Nové Zámky
- Modra – Hurbanovo (10 bodov):
  - Modra ABS,
  - Piesok,
  - Harmónia,
  - Pezinok,
  - Senec,
  - Sládkovičovo,
  - Šaľa,
  - Tvrdošovce,
  - Nové Zámky aer.
  - Hurbanovo ABS
- povinnosť používania – vid'. metrologický poriadok GKÚ z roku 1994



Brno – Nové Zámky

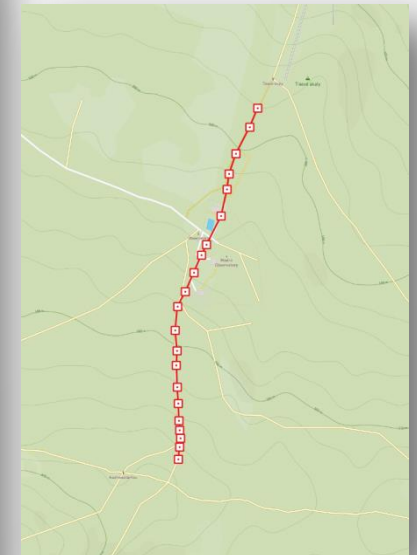
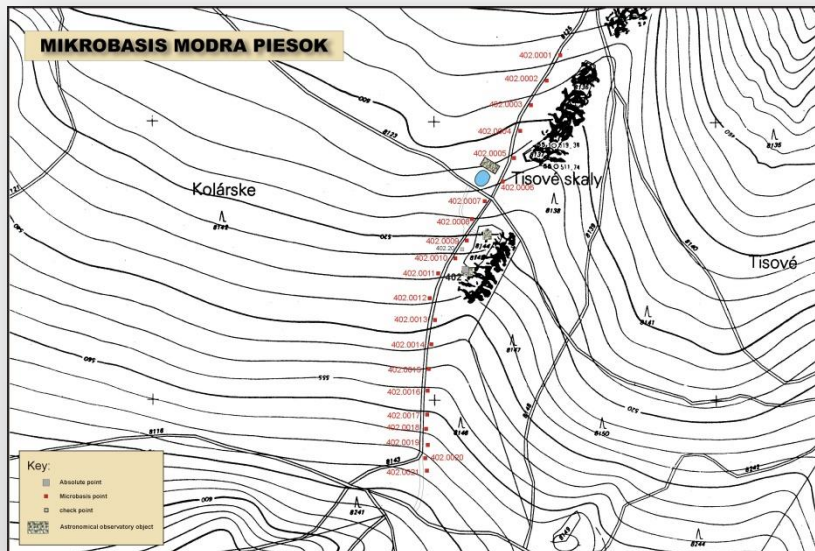


MODRA-HURBANOVO



# Gravimetrická mikrozákladnica Modra-Piesok

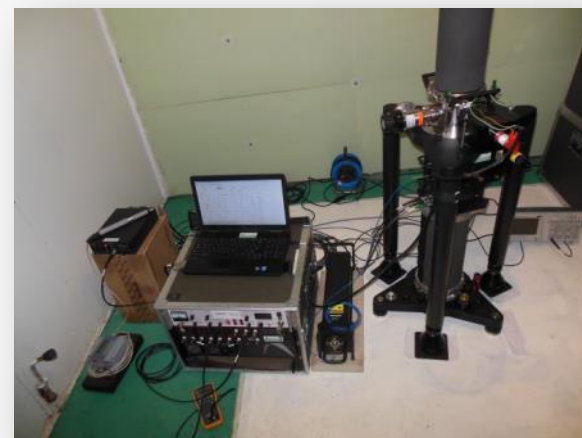
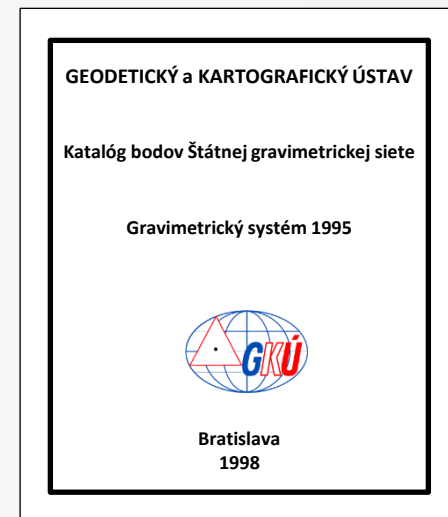
- vybudovaná v roku: 1994
- počet bodov: 21
- Stabilizácia bodov: betónová platňa s klincovou značkou s minimálnym rozstupom s tiažovým rozdielom veľmi blízkym 1 mGal
- účel: kalibrácia mikrometrických skrutiek gravimetrov



# Gravimetrický systém 1995

## Gravimetrický systém 1995

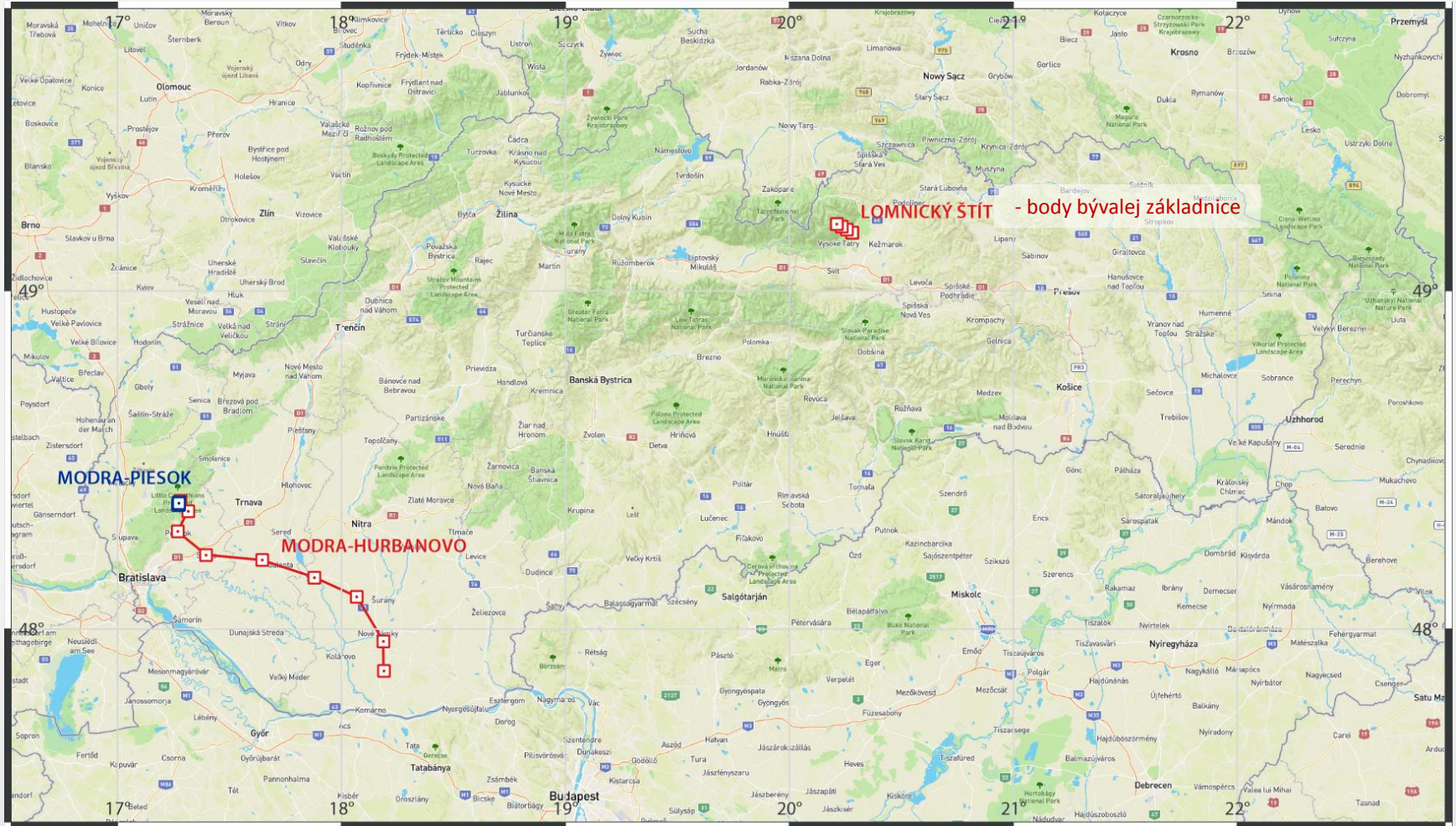
<b>Základná sieť</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Meranie: Absolútne merania v rámci siete JAGS</li> <li>- Počet bodov: 18 absolútnych bodov / 7+3 zo Slovenska</li> </ul>
<b>Gravimetrická sieť</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rády: Referenčná sieť a základná sieť</li> <li>Mierka: Definovaná absolútnymi gravimetrickými meraniami</li> </ul>
<b>Použitý gravimeter</b>	Značka: GABL, JILA G-6 a FG-5
<b>Základnice</b>	Modra – Hurbanovo
<b>Iné body základníc</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Body základnice Lomnický Štít (Tatr. Lomnica)</li> <li>Body gravimetrickej mikrozákladnice Modra-Piesok</li> </ul>
<b>Parametre základníc</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- zemepisné súradnice: z topograf. máp 1:25 000</li> <li>- výšky: v systéme Bpv</li> </ul>
<b>Vy publikovanie</b>	V roku 1998 formou katalógu bodov ŠGS





# Gravimetrické základnice z územia SR v rámci gravimetrických základov – systém 1995

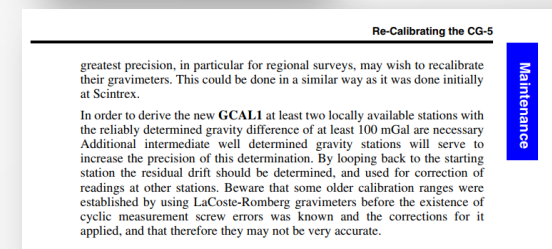
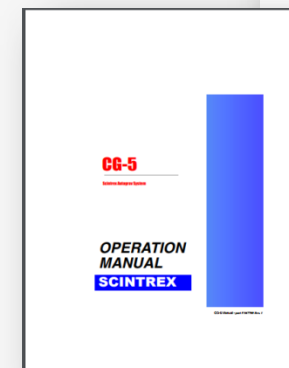
## Stav v roku 1998



# Aktivity na bodoch základníc

## Roky 1998 - 2012

- Základnica Modra - Hurbanovo
  - pravidelné premeriavanie (zvyčajne pred zahájením prác)
  - problém: malý rozsah základnice (iba 34 mGal)!!!
- Rok 2012 - nový gravimeter CG5 na GKÚ => odporúčané vykonávať kalibrácie na základnici s rozsahom minimálne 100 mGal!!!
  - Alternatívy:
    - základnica v zahraničí (napr. Hochkar, Rakúsko)
    - vybudovanie novej základnice na Slovensku





# Slovenská gravimetrická základnica

## Návrhy novej gravimetrickej základnice (GKÚ)

Základnica	Rok	Počet bodov / absolútnych	Názvy bodov	Poznámka
Slovenská gravimetrická základnica	2004	13 / 4	Svidník ABS – Nová Polianka - Bardejov ABS – Gerlachov – Plaveč – Stará Ľubovňa – Spišská Belá - Gánovce ABS – Tatr. Lomnica – Štart – Skalnaté Pleso ABS – Lomnické Sedlo - Lomnický štít ABS	
Slovenská gravimetrická základnica	2010	6 / 2	Bardejov ABS – Gerlachov – Plaveč – Stará Ľubovňa – Spišská Belá – Gánovce ABS	
Slovenská gravimetrická základnica	2011- 2015	9 / 3	Bardejov ABS – Gerlachov – Plaveč – Stará Ľubovňa – Spišská Belá – Gánovce ABS – Tatranská Lomnica – Štart - – Skalnaté Pleso ABS	Meraná od roku 2010

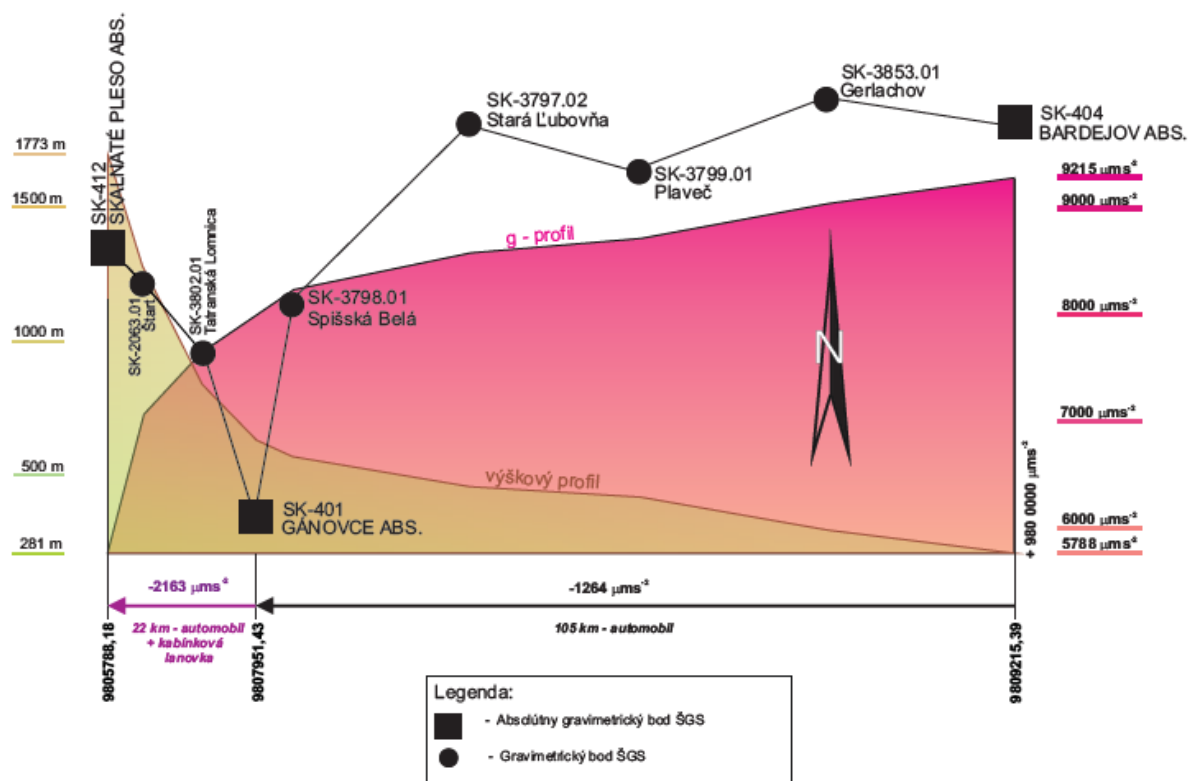
# Slovenská gravimetrická základnica

## Rok 2012

### Slovenská gravimetrická základňa

Bardejov - Gánovce - Skalnaté Pleso

2012

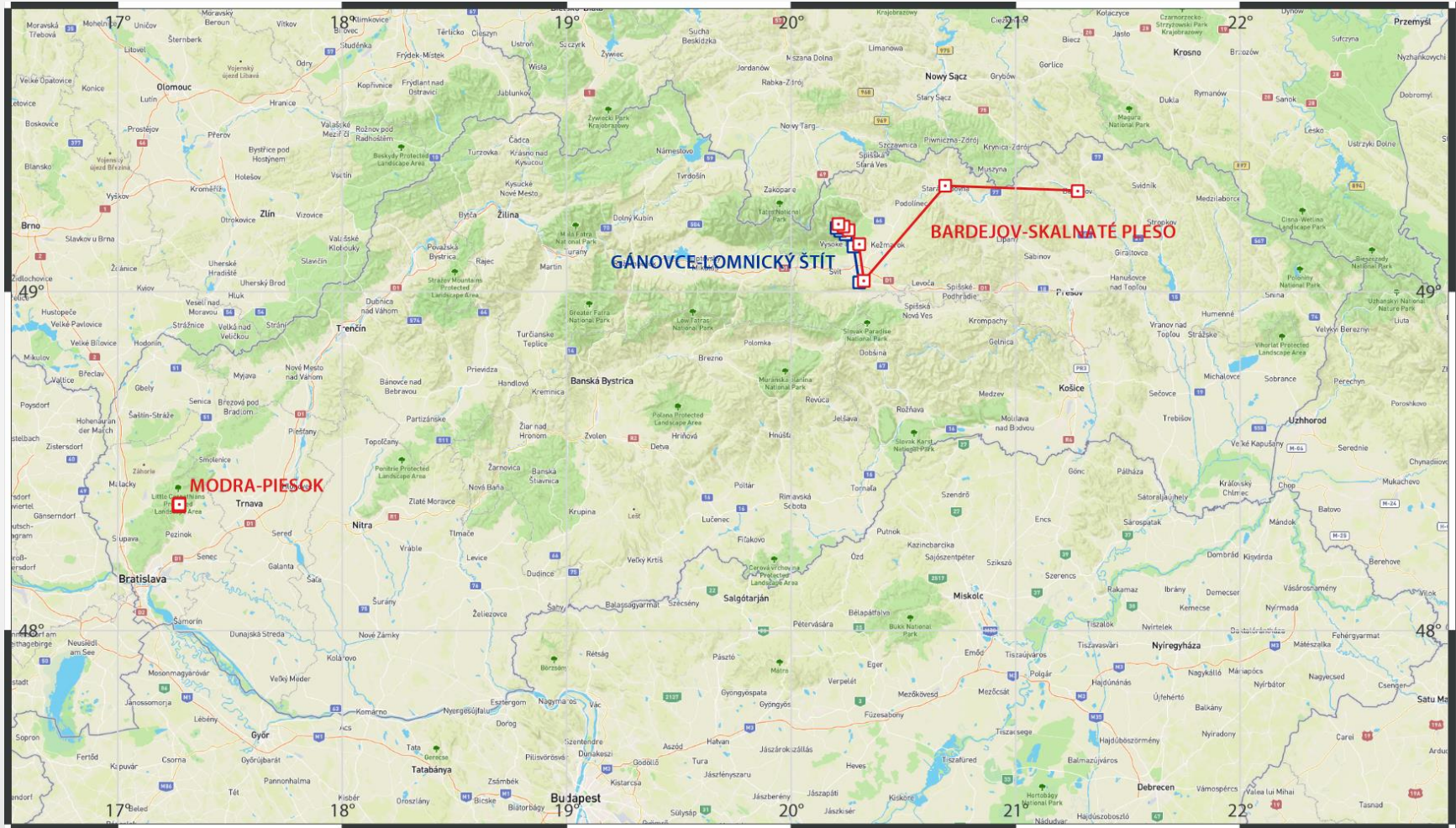


# 2015 – rozhodnutie rezortu:

## Vybudovanie novej gravimetrickej základnice

- Impulz:
  - zničenie bodu Štart neoficiálnej Slovenskej vertikálnej gravimetrickej základnice
  
- Reakcia rezortu:
  - prehodnotenie koncepčných zámerov
  - zriadenie metrologickej komisie na ÚGKK SR
  - zaradenie vybudovania novej gravimetrickej základnice do projektu budovaného rezortného metrologického pracoviska
    - Fáza 1: vybudovanie vertikálnej grav. základnice Gánovce – Lomnický štít
    - Fáza 2: jej rozšírenie po Bardejov
  
- Požiadavky na základnicu:
  - všetky body určené ABS gravimetrami
  - rozsah základnice musí vyhovovať:
    - požiadavkám výrobcov (minimálne 100 mGal)
    - rozsahu merateľných hodnôt tiažového zrýchlenia na Slovensku

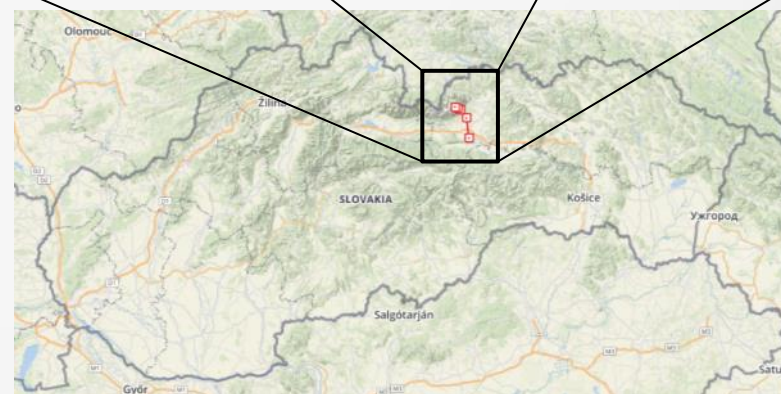
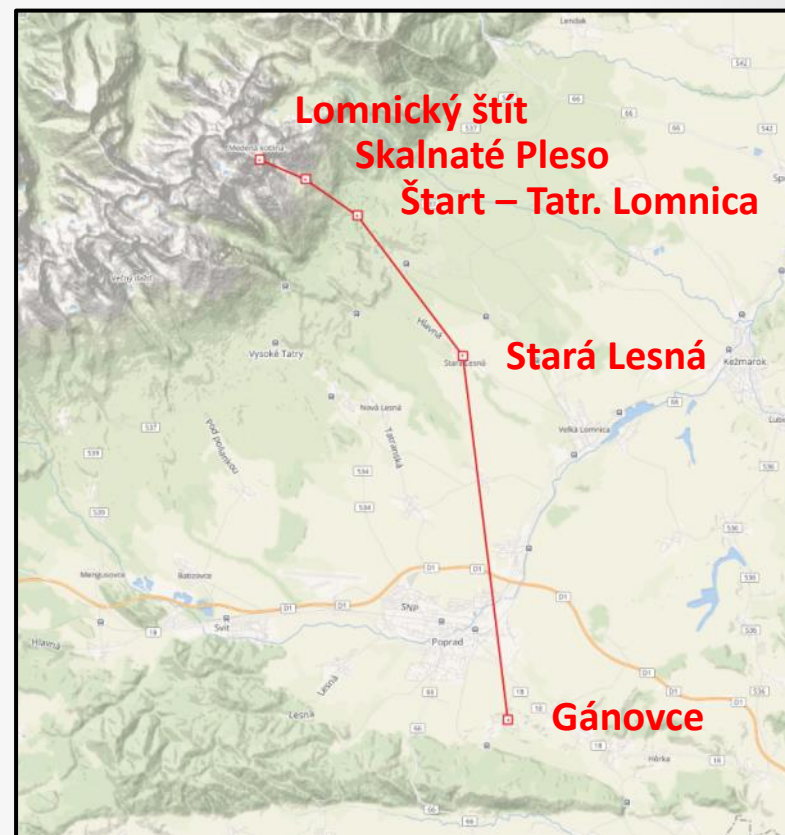
# Plán gravimetrických základníc zaradených do projektu rezortného metrologického pracoviska





# Vertikálna gravimetrická základnica Gánovce – Lomnický štít (stav v roku 2017)

Číslo bodu	Názov	Miesto	Stabilizáci a / rok
SK-401	Gánovce	V budove SHMÚ Gánovce	bet. kváder 1993
SK-420	Stará Lesná	V areáli astronomického ústavu SAV	bet. kváder 2016
SK-418	Štart	V garáži budovy pôvodnej visutej lanovky – stanica Štart	bet. kváder 2016
SK-412	Skalnaté Pleso	V budove astronomického observatória SAV	geokliniec 2005
SK-419	Lomnický štít	V budove stanice lanovky	geokliniec 2016



# Bod Gánovce





# Bod Stará Lesná



# Bod Štart





# Bod Skalnaté Pleso



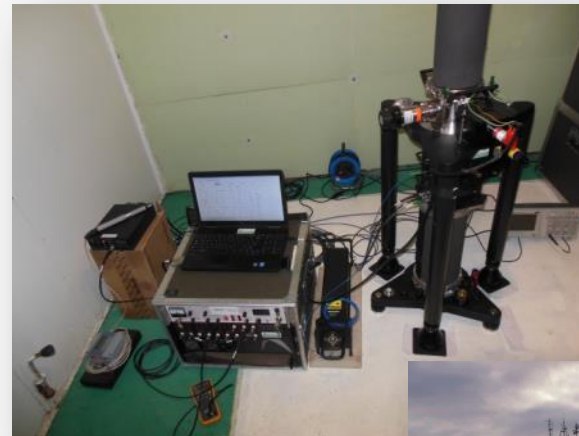
# Bod Lomnický štít





# Vertikálna gravimetrická základnica Gánovce – Lomnický štít (stav v roku 2017 a plány)

- 2016 a 2017
  - opakované abs. merania na 4 bodoch základnice (VÚGTK) + meranie vertikálnych gradientov
- 2017
  - vybudovanie excentrov
  - určenie súradníc vybraných bodov v ETRS89 a Bpv
  - Október – plán trigonometrického určenia výšky Bpv bodu Lomnický štít zo Skalnatého plesa
- Plány na roky 2018+
  - výpočet parametrov (etalónových hodnôt) základnice
  - dourčenie súradníc a výšok
  - zabezpečenie metrologickej náväznosti



# Slovenská gravimetrická základnica Bardejov – Lomnický štít (plán)

- počet bodov: 7 + 1
- počet ABS bodov: všetky + vertikálne gradienty
- účel:
  - kontrola relatívnych gravimetrov
  - určovanie konštánt relatívnych gravimetrov
- výhoda (oproti vertikálnej gravimetrickej základnici Gánovce – Lomnický štít:
  - rozsah - bude pokrývať až 97% celového možného rozsahu tiažových rozdielov merateľných na povrchu na území Slovenska
- nevýhoda:
  - dĺžka základnice (z pohľadu vzdialenosti medzi bodmi) = väčšiu náročnosť na meranie



# Záver

- súčasným zámerom rezortu geodézie je dobudovať vertikálnu gravimetrickú základnicu Gánovce - Lomnický štít a oficiálne ju zaradiť aj medzi základnice spravované metrologickými pracoviskami rezortu
- moderne vybudovaná základnica, má slúžiť nielen pracovníkom rezortu vykonávajúcich gravimetrické merania, ale aj vedeckým a odborným pracovníkom špecializovaných ústavov, akademickej obce, prípadne komerčných inštitúcií využívajúcich pri práci relatívne gravimetrické prístroje naplňať zákon o metrológii

**ĎAKUJEM ZA POZORNOSŤ**

branislav.droscak@skgeodesy.sk