



História a súčasný stav gravimetrických základní vybudovaných na území SR

Ing. Branislav Droščák, PhD.

Ing. Juraj Kováčik, Martin Borovský

Geodetický a kartografický ústav Bratislava

branislav.droscak@skgeodesy.sk

SGK

**XII. SLOVENSKÁ GEOFYZIKÁLNA
KONFERENCIA**

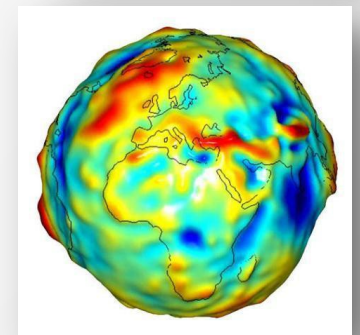
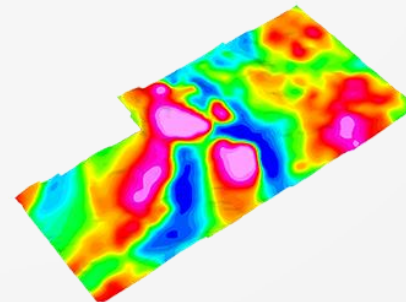
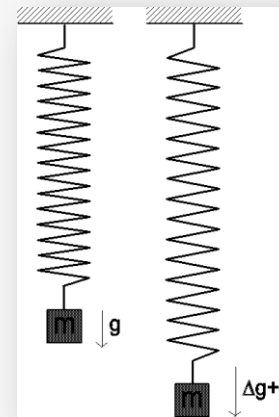
**28.- 29. SEPTEMBER 2017
BRATISLAVA**

Agenda

- relatívne gravimetre a metrológia
- termín gravimetrická základnica
- história a súčasný stav gravimetrických základníc na území SR (ČS*R)
- gravimetrická základnica Gánovce – Lomnický štít
- Slovenská vertikálna 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 konštantu gravimetra sa určuje na gravimetrických základniciach



Termín Gravimetrická základnica

Kontakty | Mapa stránok | Textová verzia | SK | EN

ÚGKK SR
Úrad geodézie, kartografie a katastra
Slovenskej republiky

Vyhľadavanie

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.

Vyhľadavanie v slovníku

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

tiažová porovnávacía základnica

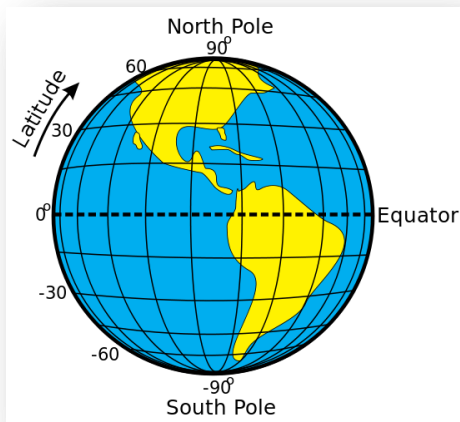
Definícia

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

Typy gravimetrických základníc

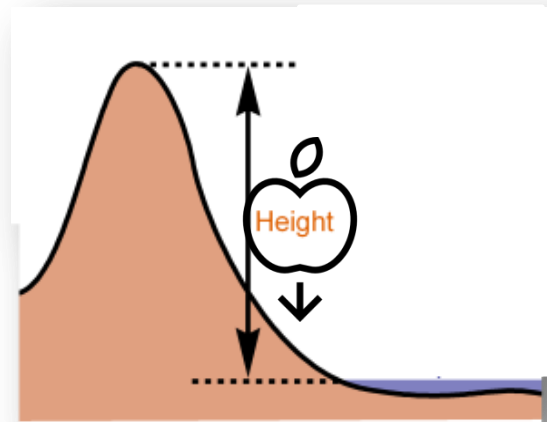
■ Šírková

- využíva závislosť zmeny tiažového zrýchlenia od zemepisnej šírky ϕ



■ Výšková

- využíva závislosť zmeny tiažového zrýchlenia od nadmorskej výšky H



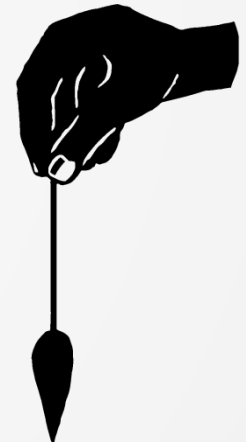
História a súčasnosť gravimetrických základníc

■ 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:

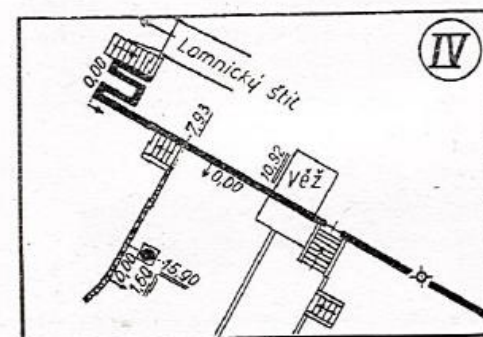
- rozmer základníc sa určuje priamym meraním absolútnymi gravimetrami



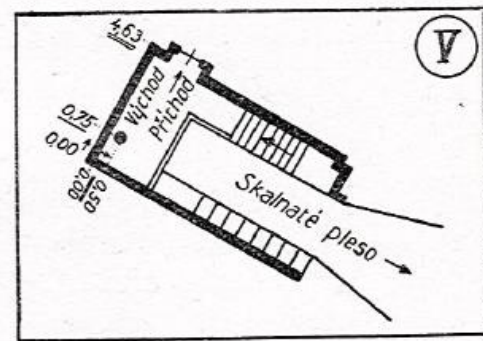
Gravimetrický systém 1957

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), Ještěd (Liberec), Výšina přátelství (Karlovy Vary), Barrandov (Praha) SR (4): Koliba (Bratislava), Baba (Pezinok), Laskomer (B. Bystrica) a Lomnický štít (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



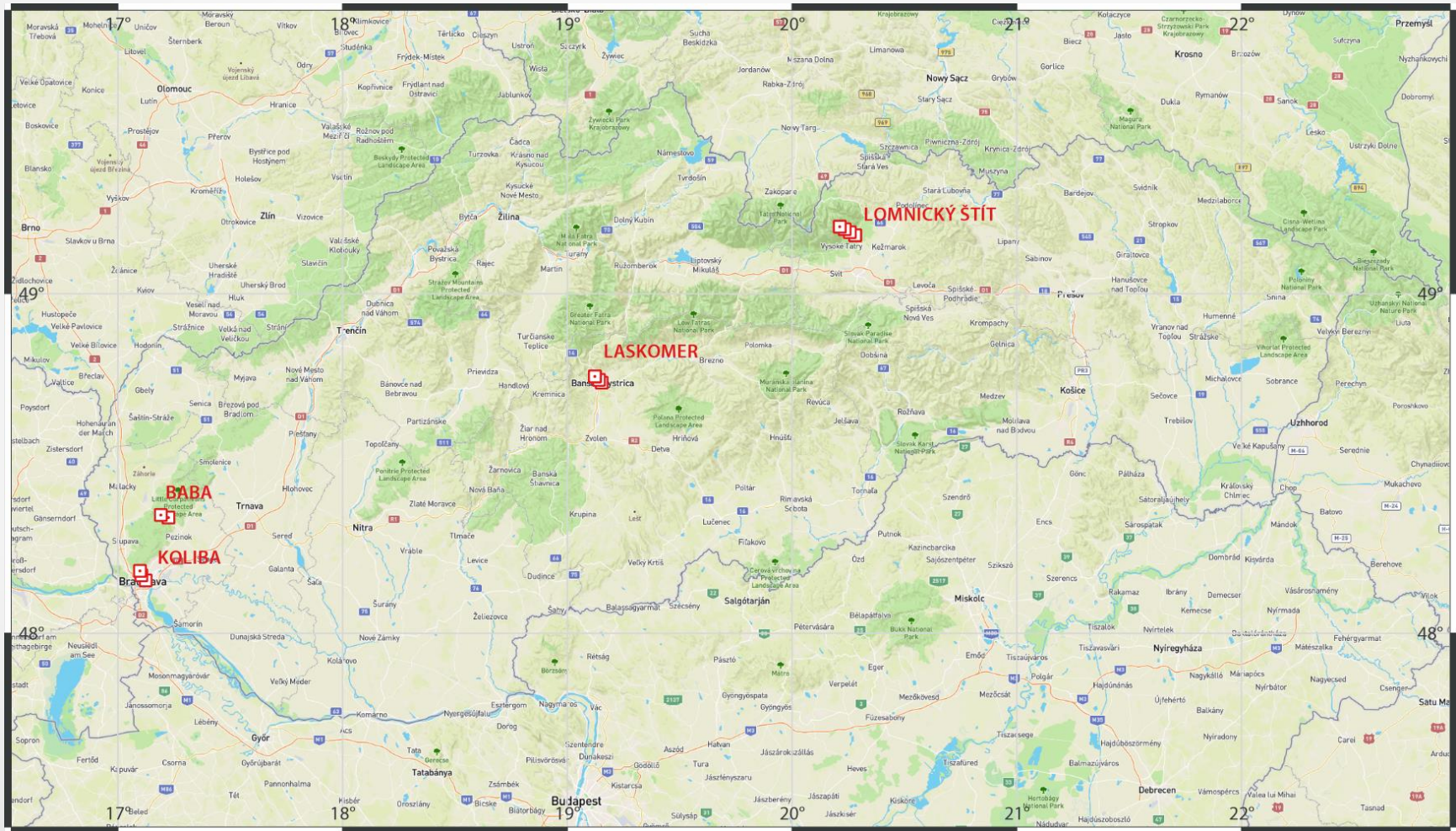
IV. Tatranská Lomnica, lanová dráha na „Lomnický štít“, stanice „Skalnaté pleso“, na jz. od budovy, pod opěrnou zdí terasy, na betonové desce (bod je stabilizován a označen nivelační značkou).



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

Základnica Koliba



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

Základnica Baba



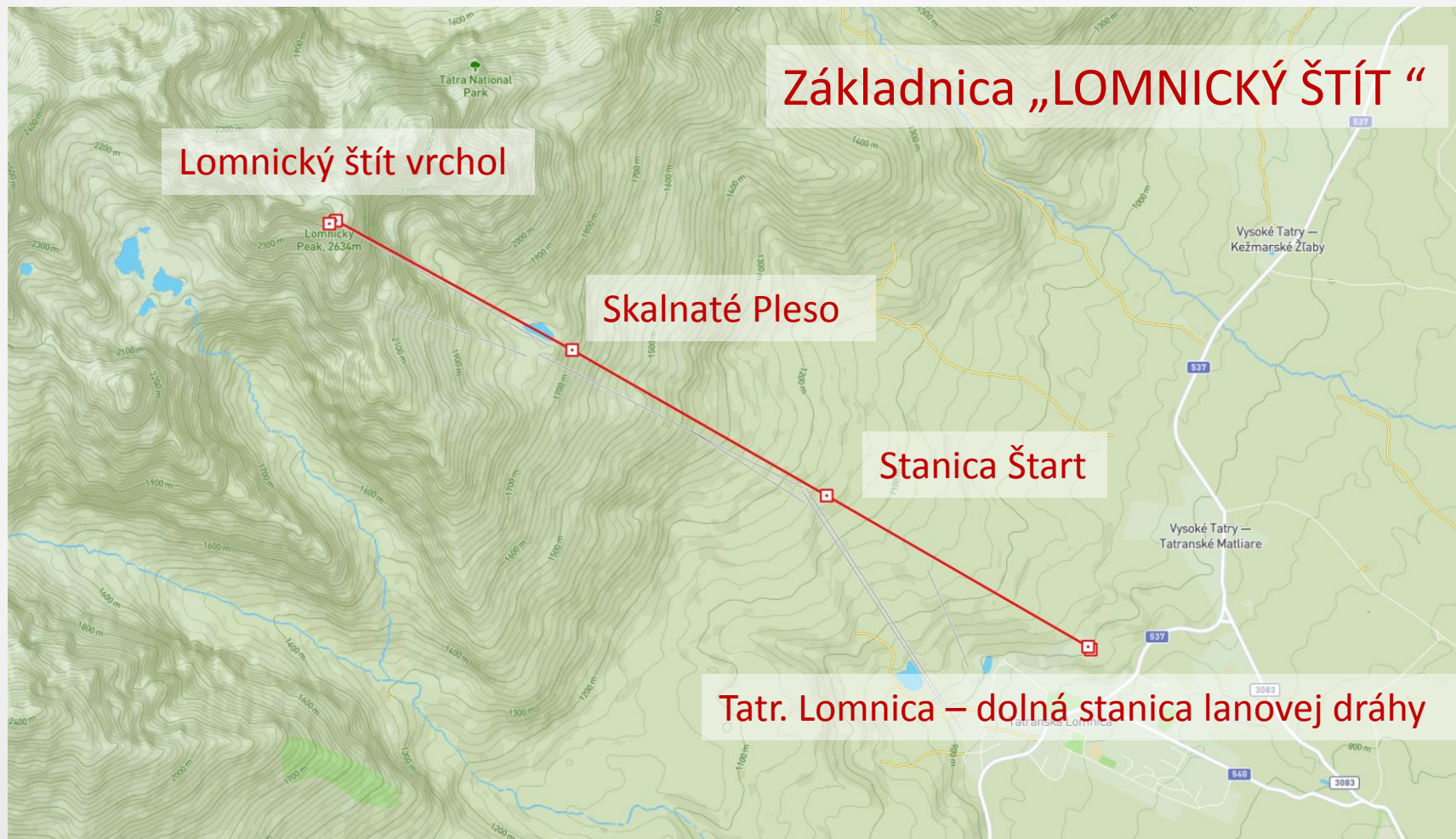
Gravimetrické základnice z územia SR v rámci gravimetrických základov – systém 1957

Základnica Laskomer



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

Základnica Lomnický štít



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

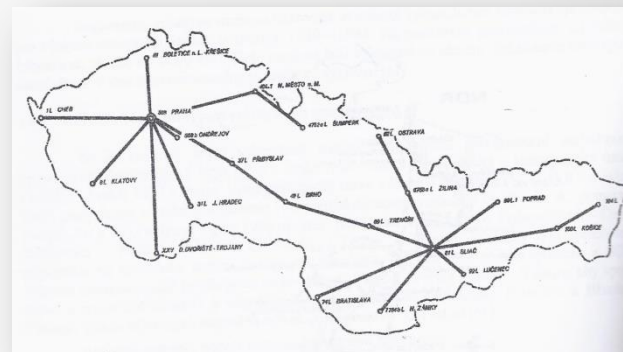
Tiažové rozdiely základníc

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	-48,35
Baba (Pezinok)	1952	2 (I, II)	I-II	+222,95	-41,89
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	-49,84
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	-409,73

Gravimetrický systém 1964

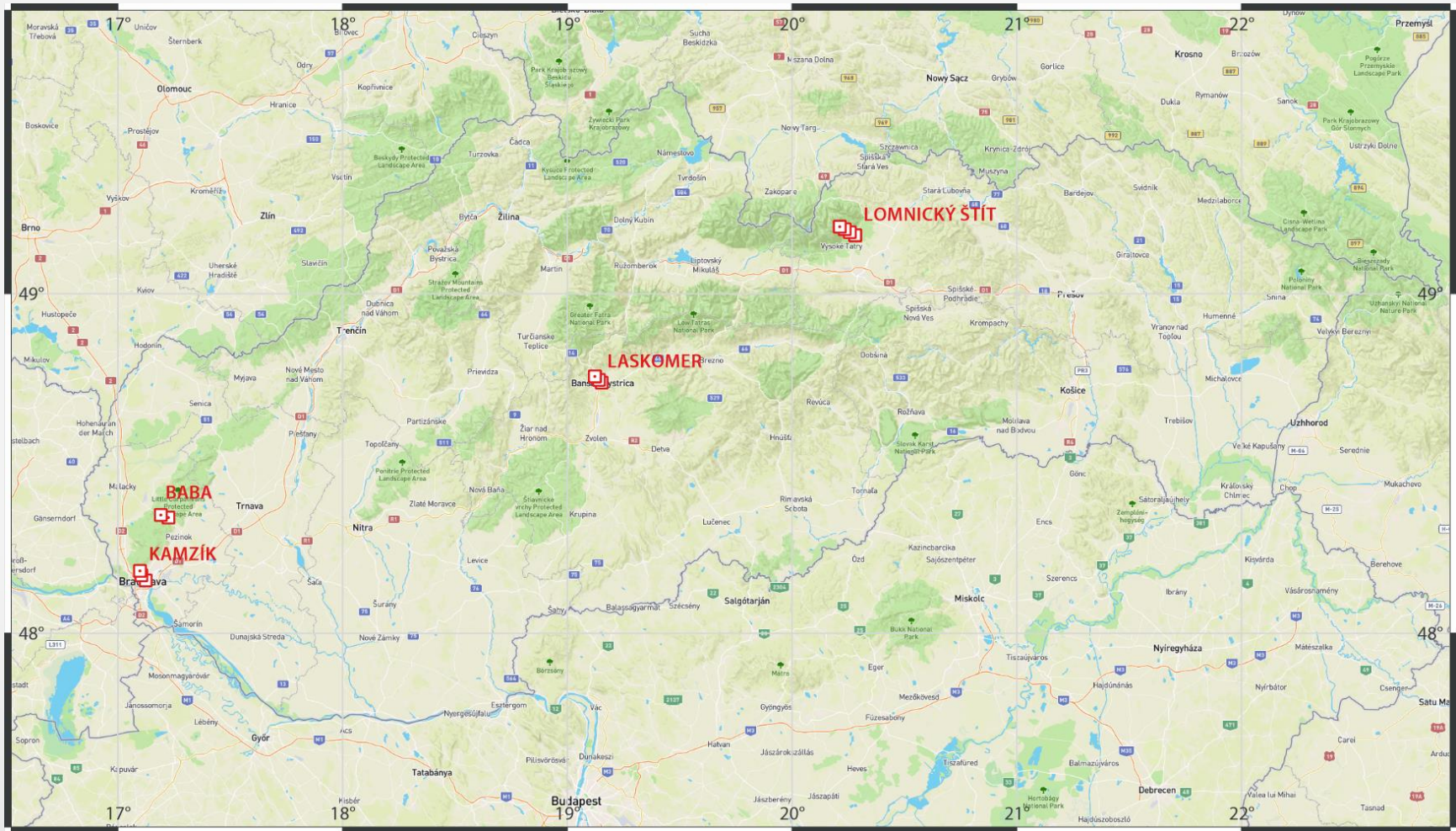
Gravimetrický systém 1964

Základná sieť	- Meranie: letecky v rokoch 1959 - Počet bodov: 20 (na letiskách)
Gravimetrická sieť	Rády: sieť hlavných a vedľajších ťahov Mierka: odvodená od Medzinárodnej grav. siete udržiavaná cez šírkovú a vert. základnice
Použitý gravimeter	Značka: Askania Gs11 a Gs12 Preskúšavanie: pravidelne na šírkovvej a vertikálnych základniciach
Vertikálne základnice (8)	ČR(4): Petřin (Praha), Ještěd (Liberec), Výšina přátelství (Karlovy Vary), Barrandov (Praha) SR (4): Kamzík (Bratislava), Baba (Pezinok), Laskomer (B. Bystrica) a Lomnický štít (Tatr. Lomnica)
Šírková základnica	Hřensko – Dolní Dvořiště (1958, $\Delta g = 307,3$ mGal)
Parametre základníc	- 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 vyrovnania




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

Gravimetrická základnica Lomnický štít

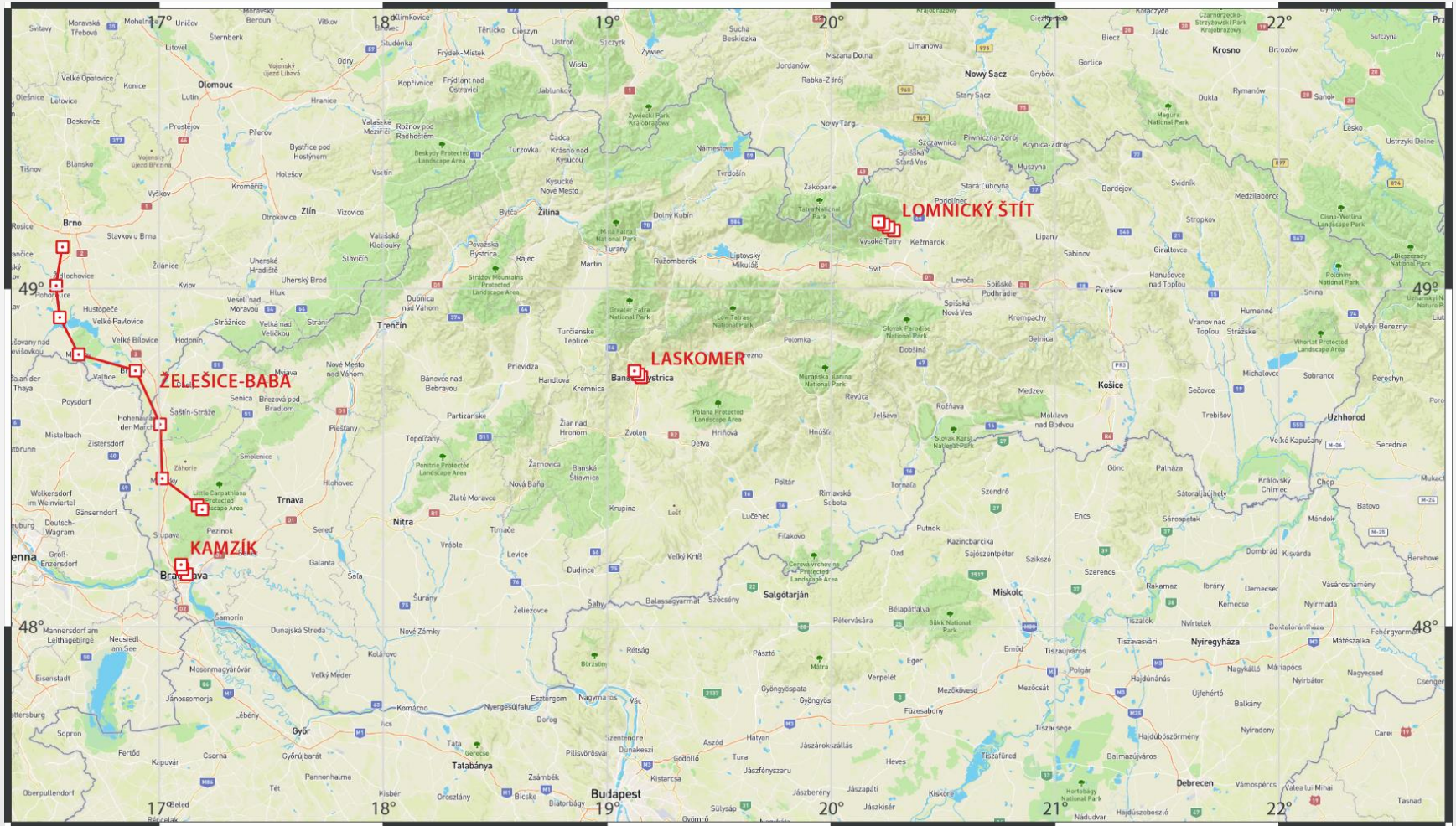
Meranie v roku 1961



Údržba a úpravy na bodech gravimetrických základníc v rokoch 1964 - 1977

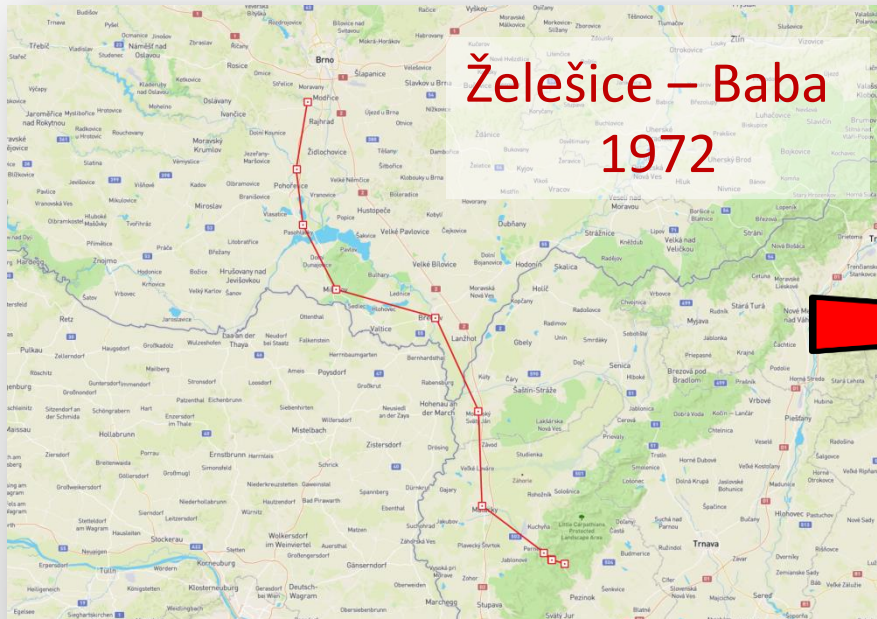
Základnica	Dotknutý bod	Popis zmeny
Kamzík	III Bratislava Vinohrady	Zničený a nahradený bodom III.1 Bratislava Koliba 
Baba	I a II	Oba body zničené bez náhrady 
Laskomer	-	-
Lomnický štít	I (Tatranská Lomnica) III (Štart) IV.1 (Skalnaté Pleso) Ia (Tatranská Lomnica)	Zrušený a nahradený bodom I.1 Zničený bez náhrady Zničený a nahradený bodom IV.2 Stabilizovaný nový bod 
NEW Zeľašice (ČR) – Baba (SR)	VIII Pernek – Baba I IX Pernek – Baba II	Stabilizovaný nový bod základnice Stabilizovaný nový bod základnice

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



Želešice – Baba => Brno – Nové Zámky

- vznik: v roku 1972 na žiadosť Geofyziky Brno
- účel: overovanie gravimetrov Geofyziky Brno
- počet bodov: 9
- vývoj: v roku 1973 rozšírená a premenovaná na Brno – Nové Zámky
- počet bodov: 15
- druh: ani šírková ani výšková (malý tiažový rozdiel)
- v katalógu 1964: zaradená iba medzi „body pre špeciálne účely“

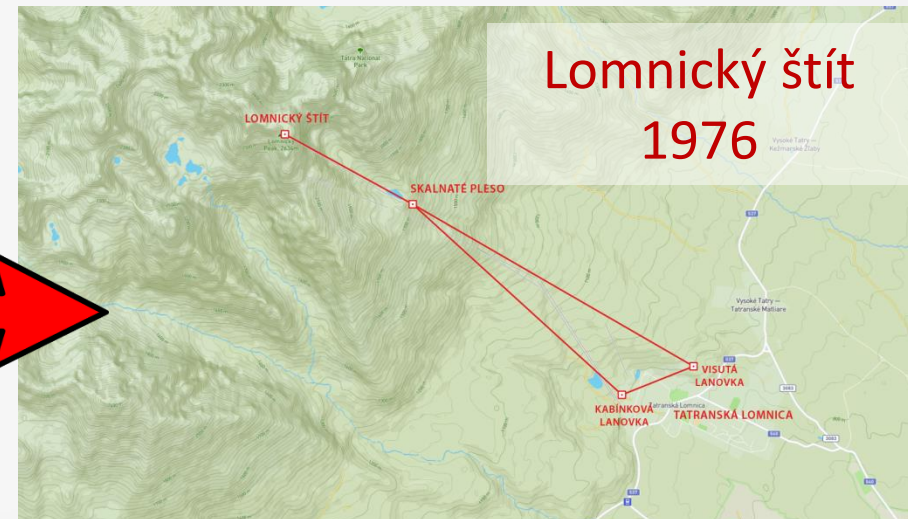
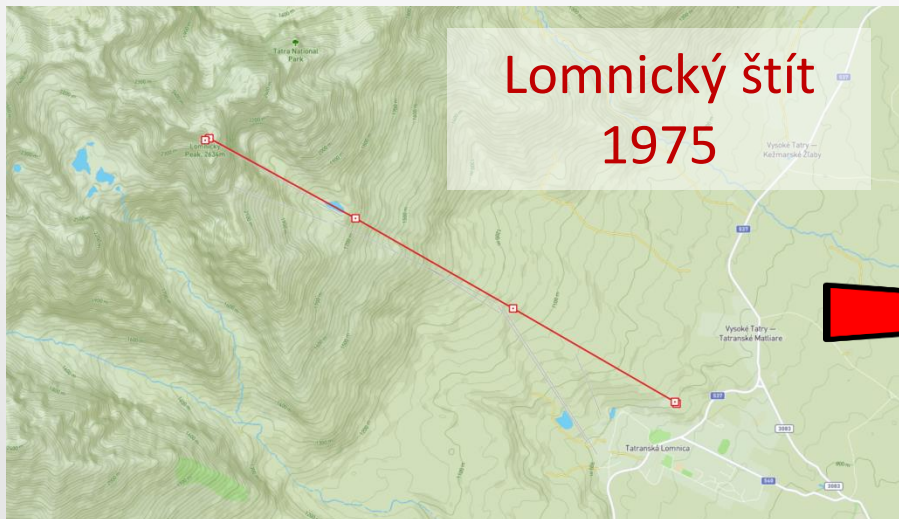


Modernizácia základnice Lomnický štít

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

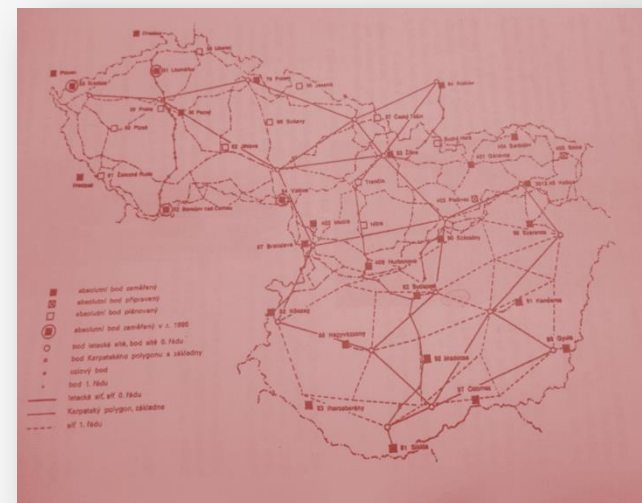


Číslo bodu základnice	Nové číslo bodu	Názov	Miesto	Rok stabilizácie	Poznámka
I	-	Tatranská Lomnica	Pri budove visutej lanovky	1952	Bod zničený
I.1	2061.01	Tatranská Lomnica	Pri budove visutej lanovky	1976	
Ia	2060	Tatranská Lomnica	Pri budove kabínkovej lanovky	1976	Nový bod
II	-	Tatranská Lomnica	Budova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

Aktivity na bodoch gravimetrických základníc

Roky 1977 - 1992

- aktivity na základniciach z územia SR minimálne, až žiadne, aktivity v gravimetrii sa sústredili na vybudovanie JGS (ČSSR + Maďarsko)
- Základnica Lomnický štít:
 - 1978 - experimentálne merania – testovanie vplyvu zmien atmosférického tlaku (Gargalovič a kol.)
 - 1977 - 1991 - na základnici sa zrejme nemeralo (nemáme dohľadané 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

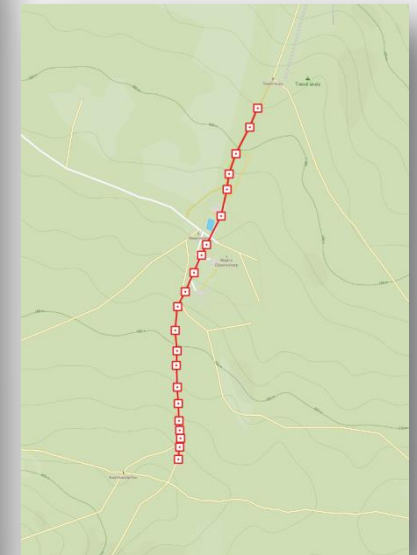
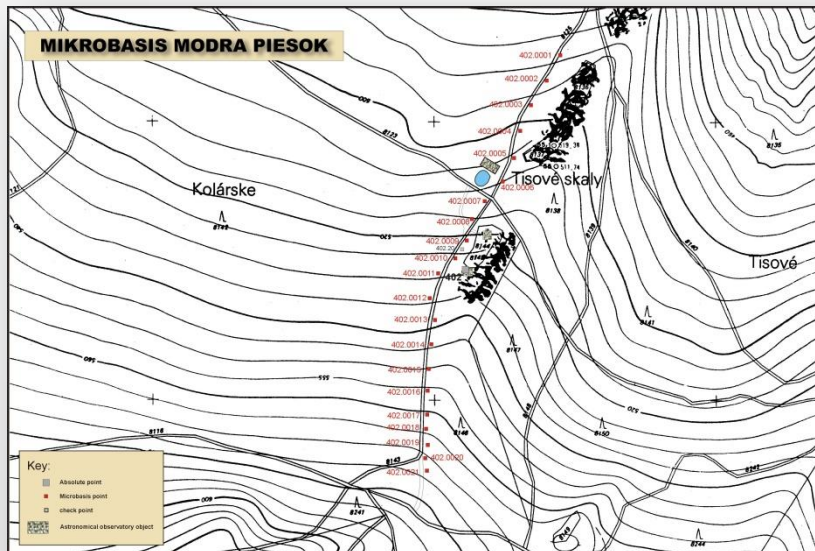
Nová gravimetrická základnica Modra-Hurbanovo

- 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



Gravimetrická mikrozákladnica Modra-Piesok

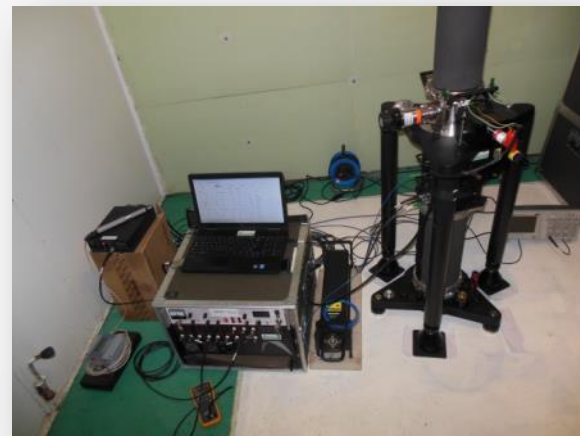
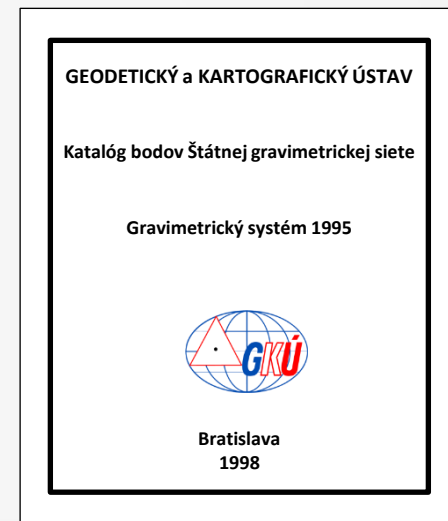
- vybudovaná v roku: 1994
- počet bodov: 21
- Stabilizácia bodov: betónová platňa s klincovou značkou s minimálnym rozstupom s tiažovým rozdielom veľmi blízkym 1 mGal
- účel: kalibrácia mikrometrických skrutiek gravimetrov



Gravimetrický systém 1995

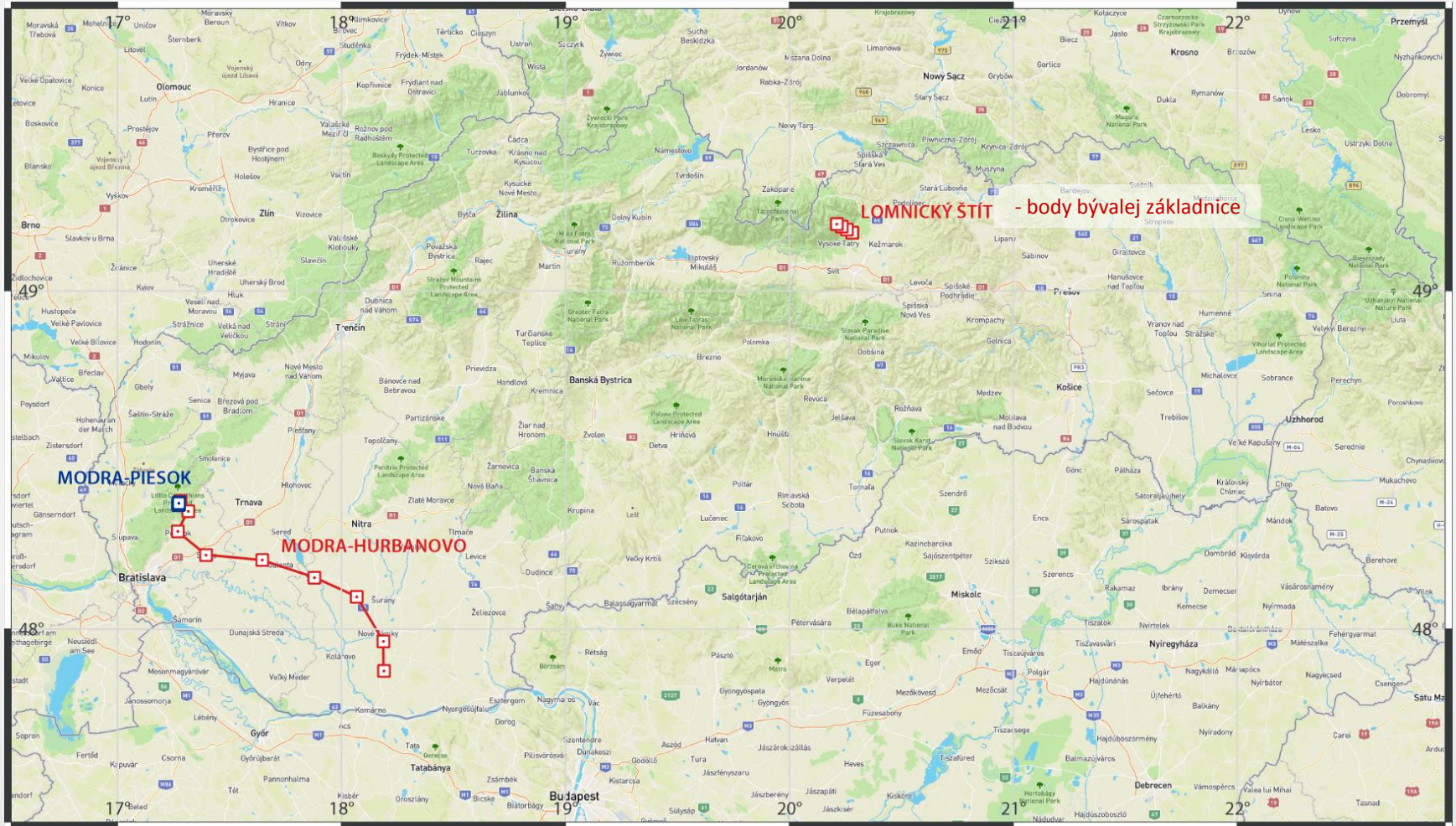
Gravimetrický systém 1995

Základná sieť	- Meranie: Absolútne merania v rámci siete JAGS - Počet bodov: 18 absolútnych bodov / 7+3 zo Slovenska
Gravimetrická sieť	Rády: Referenčná sieť a základná sieť Mierka: Definovaná absolútnymi gravimetrickými meraniami
Použitý gravimeter	Značka: GABL, JILA G-6 a FG-5
Základnice	Modra – Hurbanovo
Iné body základníc	Body základnice Lomnický Štít (Tatr. Lomnica) Body gravimetrickej mikrozákladnice Modra-Piesok
Parametre základníc	- zemepisné súradnice: z topograf. máp 1:25 000 - výšky: v systéme Bpv
Vy publikovanie	V roku 1998 formou katalógu bodov ŠGS



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

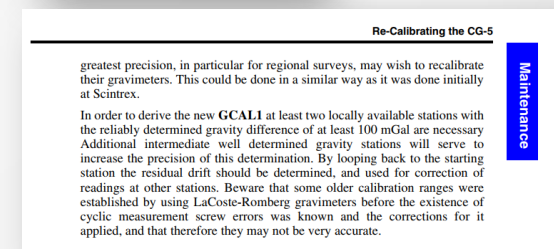
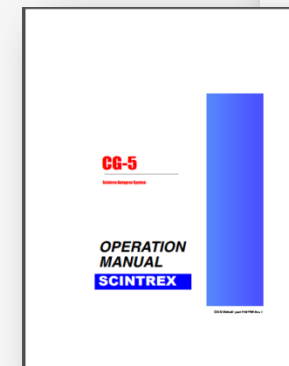
Stav v roku 1998



Aktivity na bodoch základníc

Roky 1998 - 2012

- Základnica Modra - Hurbanovo
 - pravidelné premeriavanie (zvyčajne pred zahájením prác)
 - problém: malý rozsah základnice (iba 34 mGal)!!!
- Body základnice Lomnický štít:
 - v rokoch 1998 – 2010 existovali iba 3 body!!!
- Rok 2012
 - nový gravimeter CG5 na GKÚ => odporúčané vykonávať kalibrácie na základnici s rozsahom minimálne 100 mGal!!!
 - Alternatívy:
 - vertikálna základnica Hochkar (Rakúsko)
 - vybudovanie novej základnice na Slovensku



Slovenská gravimetrická základnica

Neoficiálne návrhy základnice na 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

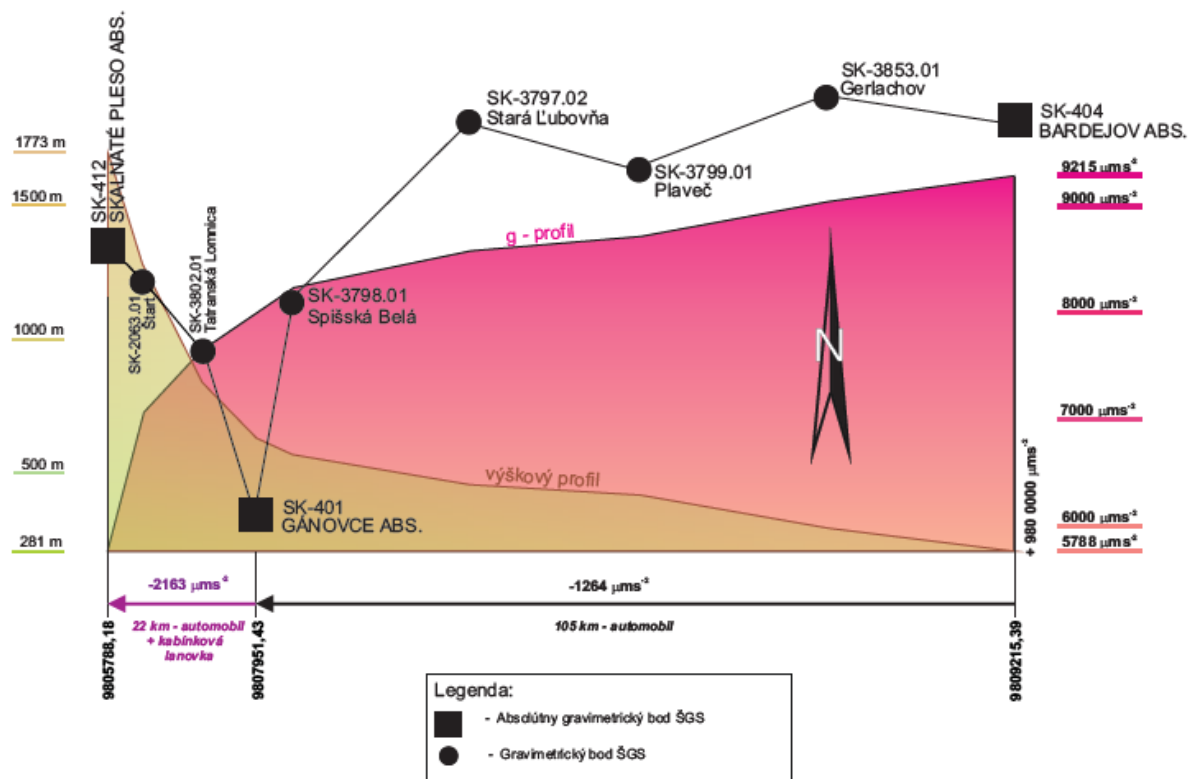
Slovenská gravimetrická základnica

Rok 2012

Slovenská gravimetrická základňa

Bardejov - Gánovce - Skalnaté Pleso

2012



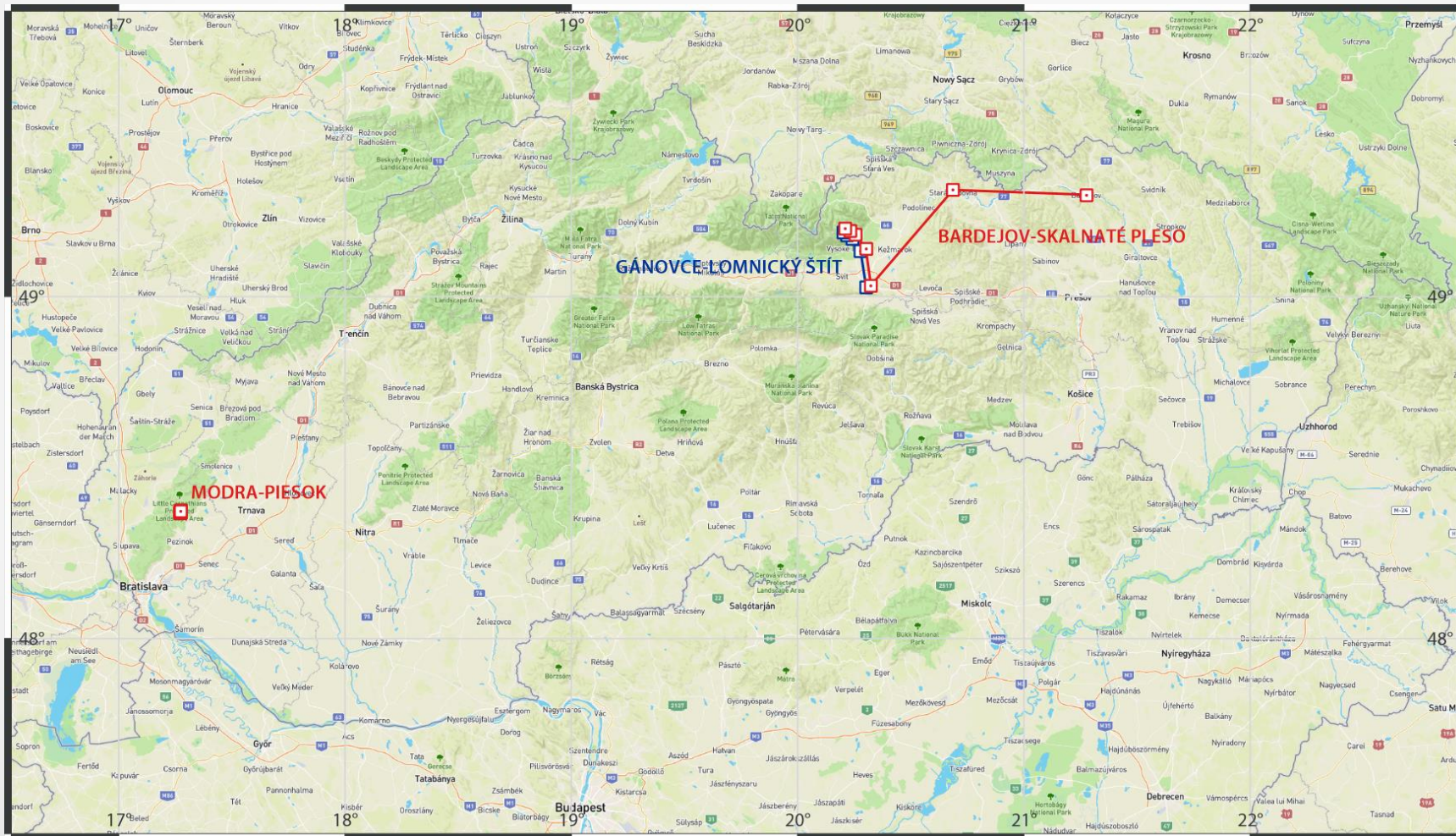
2015 – rozhodnutie rezortu vybudovať novú oficiálnu základnicu

- Impulz:
 - zničenie ďalšieho bodu neoficiálnej Slovenskej vertikálnej gravimetrickej základnice (bod Štart)

- Reakcia:
 - 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

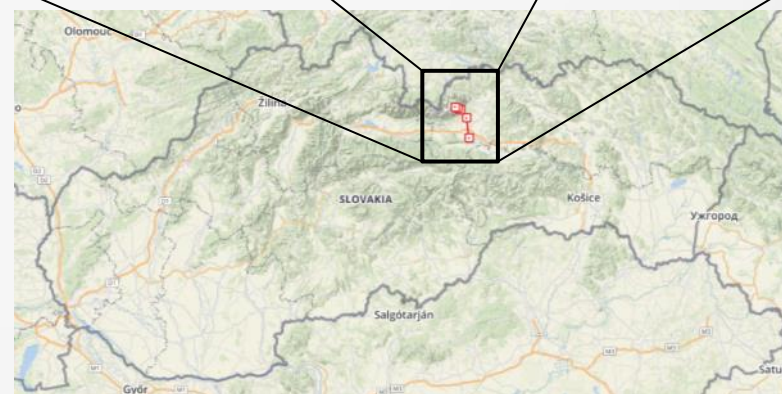
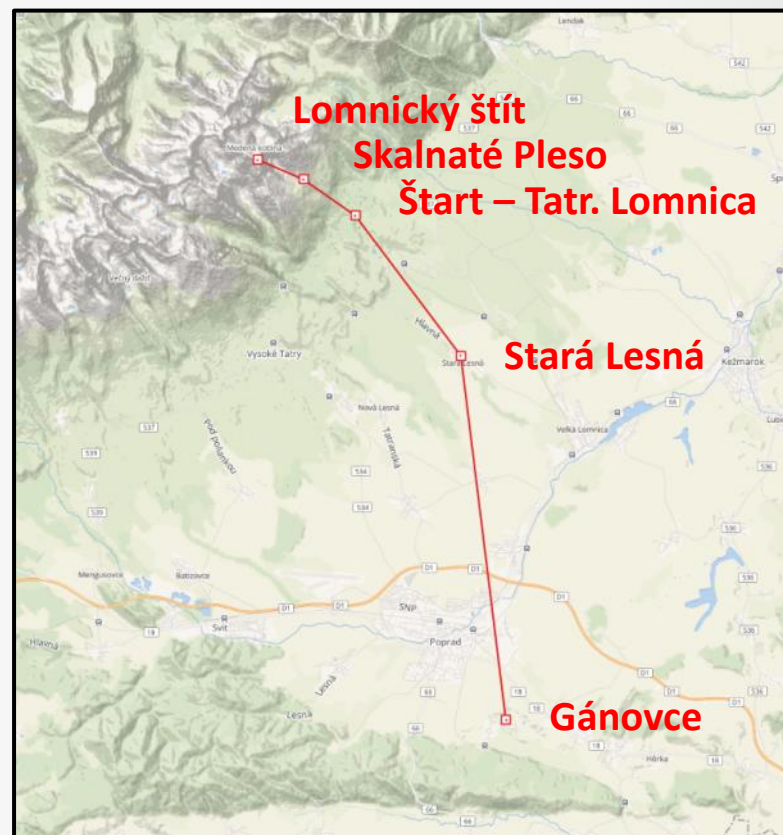
- Požiadavky na základnicu:
 - všetky body určené ABS gravimetrami
 - rozsah základnice musí vyhovovať:
 - požiadavkám výrobcov (minimálne 100 mGal)
 - rozsahu merateľných hodnôt tiažového zrýchlenia na Slovensku

Plán gravimetrických základníc zaradených do projektu rezortného metrologického pracoviska



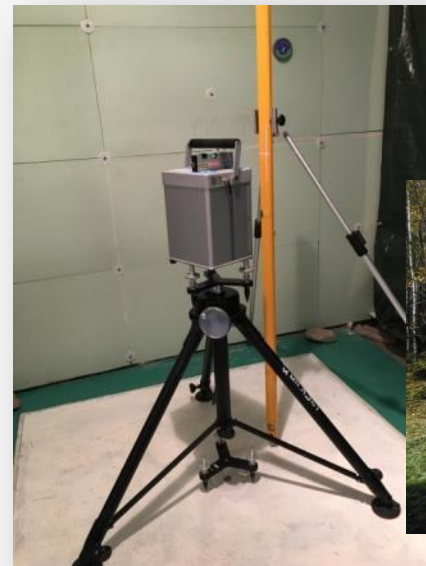
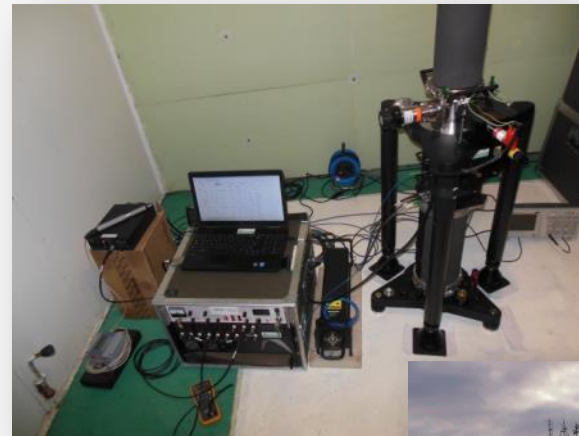
Vertikálna gravimetrická základnica Gánovce – Lomnický štít (stav v roku 2017)

Číslo bodu	Názov	Miesto	Stabilizácia / 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



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 POZORNOST

branislav.droscak@skgeodesy.sk