

Merski standard v gravimetriji

- ▶ Merski standard v gravimetriji tvorijo absolutni gravimetri in gravimetrične mreže.
- ▶ Gravimetrična mreža je porazdelitev posameznih mas z ustreznim težnostnim poljem, pri čemer za vsako točko poznamo njene koordinate.
- ▶ Merilna negotovost absolutnih gravimetrov je manjša od sprememb težnosti na točkah gravimetričnih mrež. Zato so absolutni gravimetri primarni merski standard.

Gravimetrični datumi

- ▶ Hierarhija vzpostavitve gravimetričnih mrež je podobna razvijanju klasičnih geodetskih mrež: od večjega k manjšemu. Gravimetrične mreže določajo :
 - enotno referenčno raven z vrednostmi težnega pospeška določenih na točkah gravimetričnih mrež;
 - definirano merilo težnosti z določenimi vrednostmi razlik težnosti med točkami gravimetričnih mrež.
- ▶ Enotno referenčno raven in merilo težnosti lahko označimo kot težnostni datum – gravimetrični datum.

Grav. datumi skozi zgodovino (1)

- ▶ **Dunajski sistem**, 1900 – 1909. Vrednost g-ja določena na točki v Dunaju. Natančnost (preoptimistično) ocenjena na 10 mGal.
- ▶ **Potsdamski sistem težnosti**, sloni na določitvi težnega pospeška v Potsdamu leta 1909, natančnost določitve 3 mGal.
- ▶ Oba sistema sta dejansko samo nivo težnosti, saj slonita na eni točki.

IGSN71 - "International Gravity Standardization Net 1971"

- ▶ **IGSN71** – globalni datum težnega pospeška, ki sloni na:
 - 10 absolutnih meritvah na 8 točkah, 1200 relativnih meritvah z nihalnimi instrumenti,
 - 12 000 relativnih meritvah z LCR gravimetri, 11700 relativnih meritvah z drugimi relativnimi

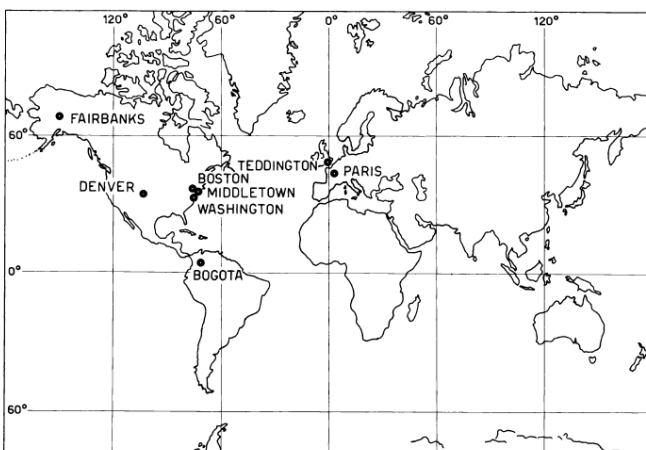


Fig. 7 : Location of Absolute Stations

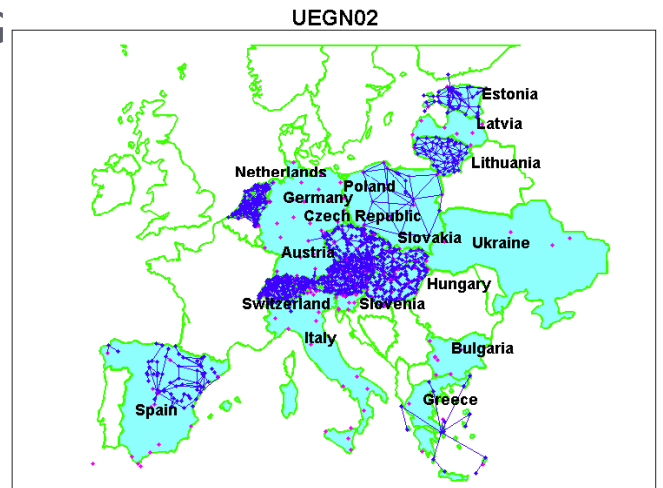
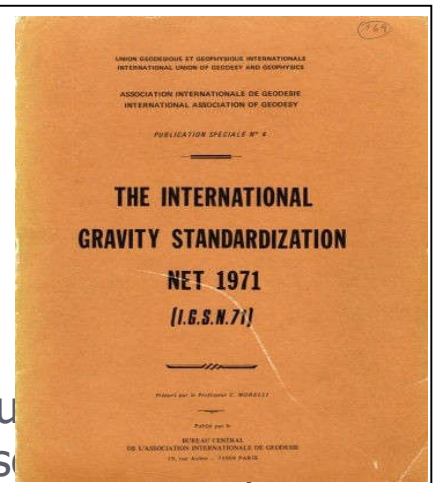
Instrument	Type instrument	N° instruments	Surveys
Absolute	Cook	1	1 station
	Sakuma	1	1 "
	Faller-Hammond	1	9 "
Pendulum	Gulf	2	23 trips
	Cambridge	1	12 "
	IGC	2	4 "
	USCGS	2	2 "
	DO	1	1 "
	GSI	1	8 "
Gravimeter	LaCoste-Romberg	53	98 trips
	Worden	14	12 "
	Askania	2	6 "
	North American	2	5 "
	Western	3	2 "



Fig. 4.1 : MAIN GRAVIMETER CONNECTIONS IN IGSN 71

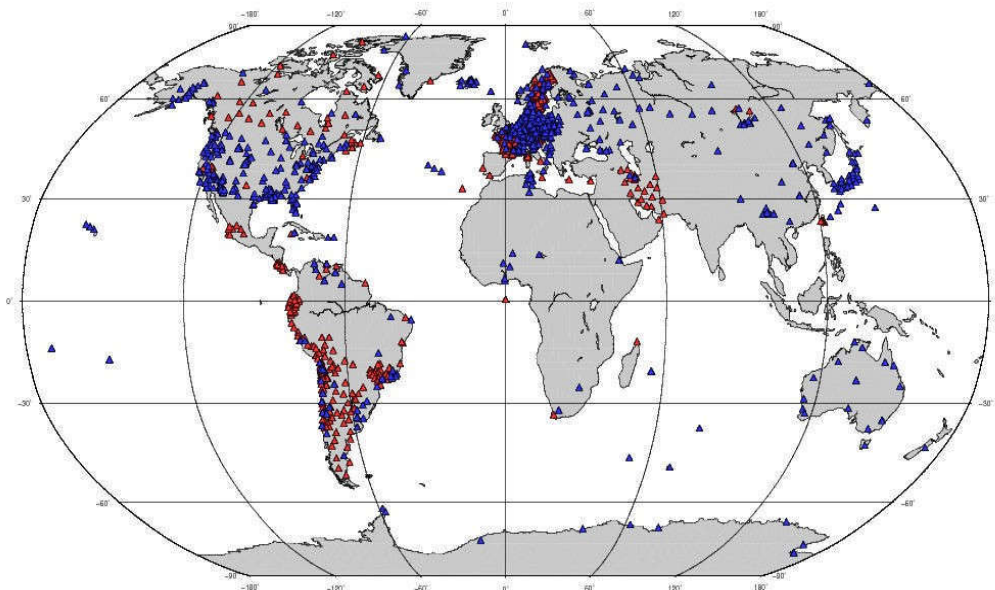
Grav. datumi skozi zgodovino (2)

- ▶ IUGG je IGSN71 sprejela kot uradni globalni datum težnega pospeška.
- ▶ IAG, leta 2015 zasnova novega globalnega absolutnega težnostnega sistema → **IAGBN** "International Absolute Basestation Network", globalna gravimetrična mreža 0. reda.
- ▶ **UEGN02** "Unified European Gravity Network 2002"
– je evropska nadgradnja sistema IG



Grav. datumi skozi zgodovino (3)

Absolute Gravity Stations (BGI/BKG AGrav)



IGRS (IGRF)

- ▶ The International Gravity Reference System (IGRS).
- ▶ The International Gravity Reference Frame (IGRF) kot realizacija IGRS .

Reference System

The fundamental principles

The definition of gravity must be stable over time

- Instantaneous **acceleration of free fall** traceable to the International System of Units (SI)
- Set of conventional corrections for the **time independent components** of gravity effects
 - ✓ **Permanent tide** (zero tide system)
 - ✓ Standard **atmosphere** (~ height)
 - ✓ Earth rotation axis **IERS reference pole**

Reference Frame

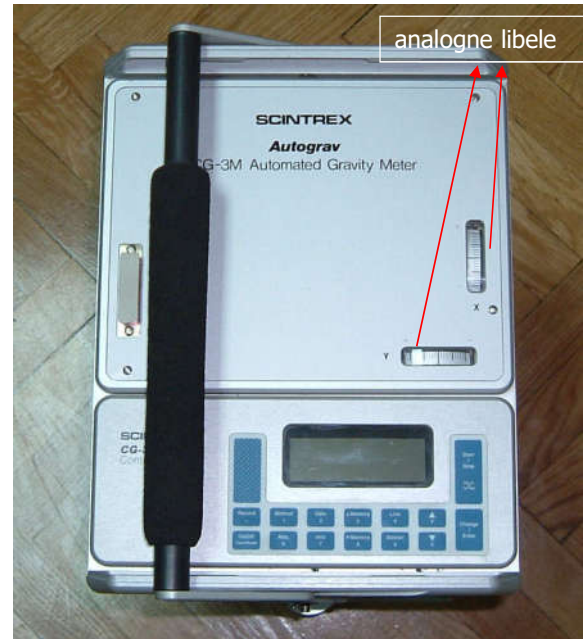
The realization of the system

Numbers actually obtained (subject to model improvements or updated requirements)

- **Observations with absolute gravimeters** (epoch, gravity, gravity as a function of height, ref. height)
- **Comparisons of absolute gravimeters** Common level, traceability, compatibility of the observations and processing, assessment of systematic effects
- **Set of conventional models** for correction of temporal changes (tides, ocean loading, atmosphere, polar motion)
- **Compatible infrastructure** (markers, points) and documentation (database)

Postopek pri gravimetrični izmeri

- ▶ Postavitev gravimetra na točko.
- ▶ Horizontiranje instrumenta.
- ▶ Merjenje višine instrumenta.
- ▶ Vnos parametrov meritve.
- ▶ Gravimetrični merski proces.
- ▶ Prenos in shranjevanje podatkov (na koncu delovnega dne).

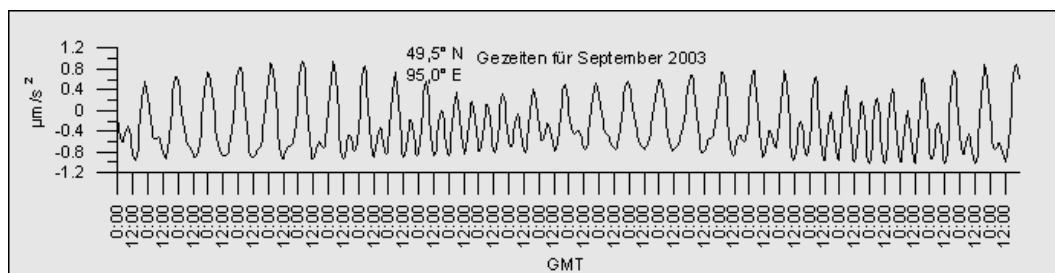
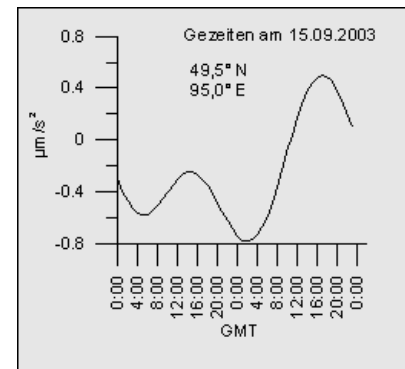


Obdelava gravimetričnih meritev (1)

- ▶ Izračun redukcij (popravkov):
 - popravek za plimovanje trdne Zemlje;
 - popravek zaradi gibanja Zemljinih polov;
 - popravek zaradi spremembe atmosferskega tlaka;
 - popravek za dnevni hod instrumenta.
- ▶ Vpliv privlačni sili Sonca in Lune lahko doseže tudi $3 \mu\text{ms}^{-2}$.
Obstajajo teoretični modeli, ki omogočajo računanje popravka kot funkcije geografske širine območja in časa. Gravimeter Scintrex CG-3 ima vgrajen model Longman → natančnost $0,03 - 0,05 \mu\text{ms}^{-2}$ (zadošča zahtevam grav. izmere za potrebe računanja geopotencialnih kot → grav. izmera vzdolž nivelmanskih linij).
- ▶ Za bolj natančne meritve moramo uporabiti bolj popolne modele.

Obdelava gravimetričnih meritev (2)

- Popravek za plimovanje trdne Zemlje



Obdelava gravimetričnih meritev (3)

- Popravek za vpliv gibanja Zemljinih polov se računa kot:

$$dg_{pol}(t) = -1,164 \omega^2 R \sin 2\phi (x(t) \cos \lambda - y(t) \sin \lambda)$$

- ω kotna hitrost Zemljine rotacije,
 - $x(t)$, $y(t)$ položaj Zemljinih polov v trenutku t .
 - ϕ , λ geodetske koordinate točke.
- Popravek zaradi spremembe atmosferskega tlaka zraka:

$$dg_P = 0,30 (P_i - P_{in})$$

$$P_n = 1013,25 \left(1 - \frac{0,0065 H}{288,15} \right)^{5,2559}$$

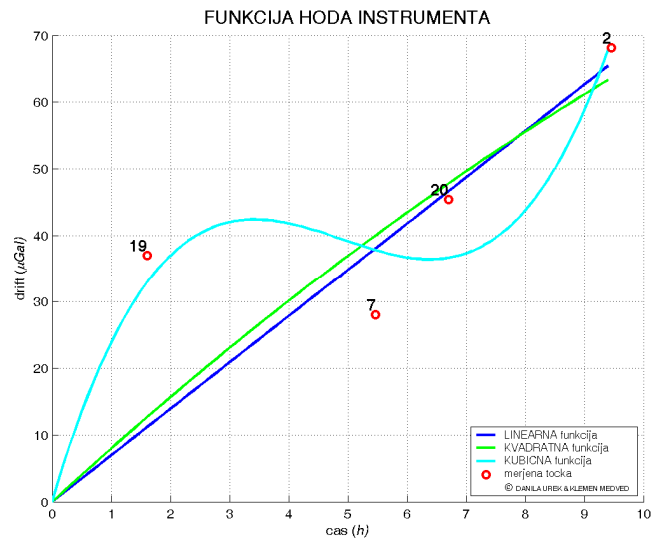
- P_i je izmerjena vrednost tlaka na točki,
- P_n normalna vrednost tlaka, izračunana po gornjem izrazu.

Obdelava gravimetričnih meritev (4)

► Izračun dnevnega hoda:

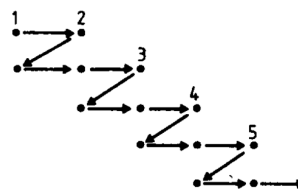
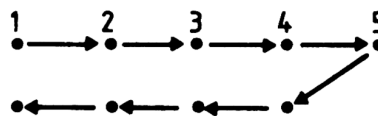
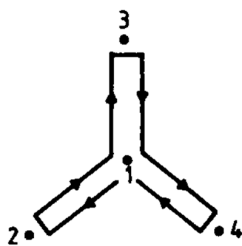
$$z(t) = z(t_0) + d_1(t - t_0) + d_2(t - t_0)^2 + \dots + d_n(t - t_0)^n$$

- $z(t)$ grav.odčitek v trenutku t ;
 - $z(t_0)$ grav. odčitek v trenutku t_0 (prvi odčitek v delovnem dnevu);
 - d_1, d_2, \dots, d_n koeficienti polinoma dnevnega hoda
- Stopnja polinoma je odvisna od števila ponovljenih meritev na isti točki tekom dneva (najbolj pogosto se vzame linearni oz. kvadratni polinom).



Metode merjenja

► Različne metode merjenja, da bi dobili možnost določitve dnevnega hoda.



Izravnava meritev v grav. mrežah

► Izravnava po metodi posrednih opazovanj:

- **izravnava direktnih gravimetričnih odčitkov** (po izračunu in uvedbi redukcij); v enačbi popravkov nastopajo tudi koeficienti polinoma hoda.
- **Izravnava razlik težnega pospeška** (na enak način kot 1D opazovanja npr. geometrični nivelman); odčitki so običajno predhodno popravljene za vpliv dnevnega hoda.

$$l + v = A^T x$$

$$\Sigma_u = \sigma_0^2 Q_u$$

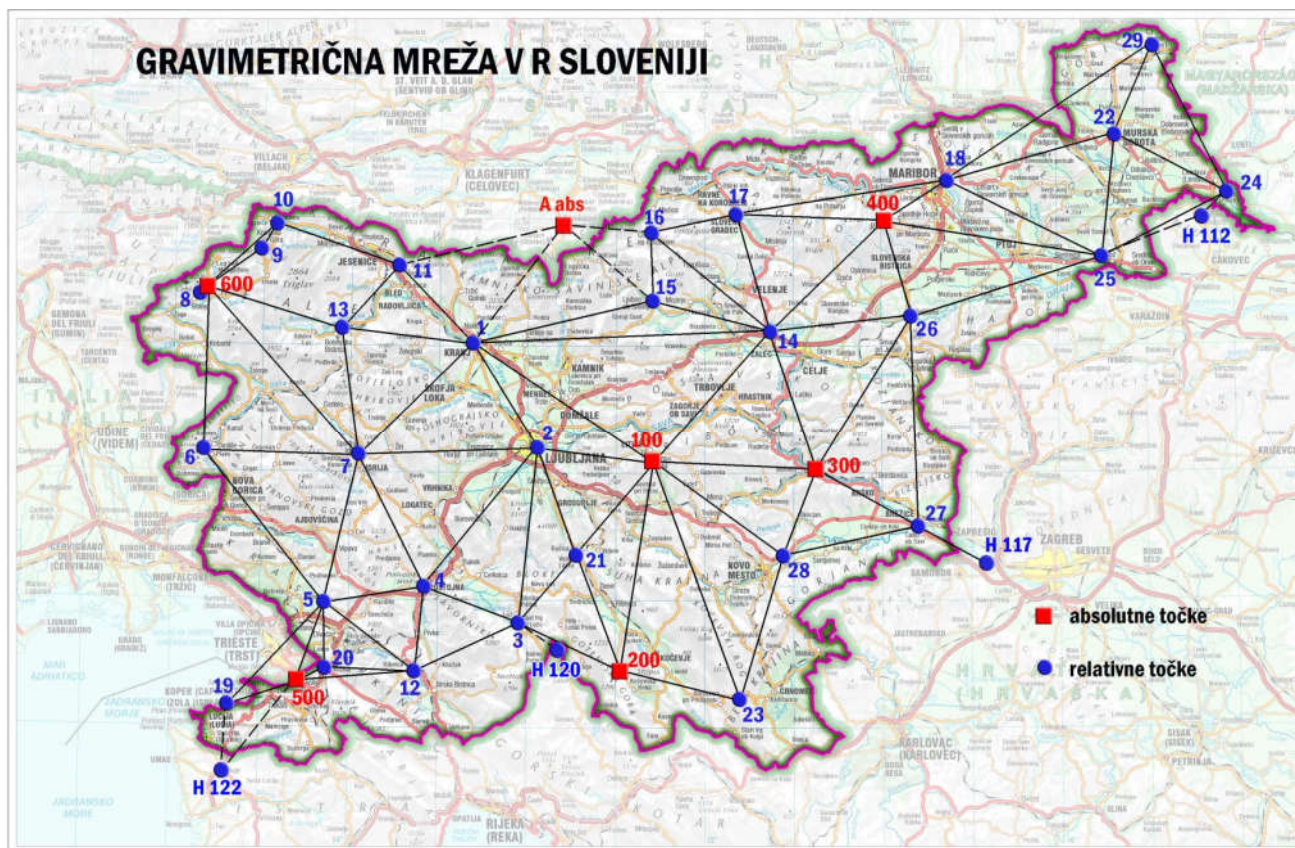
$$P = Q_u^{-1}$$

- neznanke su vrednosti g -ja na točkah.
- Poseben poudarek je na utežih meritev!
- Datum mreže definirajo točke z absolutno vrednostjo težnega pospeška.

Globalne in regionalne gravimetrične mreže

- ### ► Danes absolutne meritve na točkah določajo datum (saj dve absolutne meritve na dveh točkah na nekem območju).

Slovenija



Areh



Bogenšperk



Gotenica



Sevnica



Kluže



Socerb



Primeri relativnih točk



Nacionalne gravimetrične mreže

