



VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

APLINKOS INŽINERIJOS FAKULTETAS

GEODEZIJOS IR KADASTRO KATEDRA

Janina Purpurovič

ANTROSIOS KLASĖS GRAVIMETRINIŲ MATAVIMŲ ANALIZĖ

ANALYSIS OF SECOND CLASS GRAVIMETRIC MEASUREMENT

Baigiamasis magistro darbas

Geodezijos ir kartografijos studijų programa, valstybinis kodas 621H14003

Kadastro informacinių sistemų specializacija

Bendrosios inžinerijos studijų kryptis

Vilnius, 2012

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

APLINKOS INŽINERIJOS FAKULTETAS

GEODEZIJOS IR KADASTRO KATEDRA

TVIRTINU
Katedros vedėjas

(Parašas)
Vladislovas Česlovas Aksamitauskas
(Vardas, pavardė)

(Data)

Janina Purpurovič

ANTROSIOS KLASĖS GRAVIMETRINIŲ MATAVIMŲ ANALIZĖ
ANALYSIS OF SECOND CLASS GRAVIMETRIC MEASUREMENT

Baigiamasis magistro darbas

Geodezijos ir kartografijos studijų programa, valstybinis kodas 621H14003

Kadastro informacinių sistemų specializacija

Bendrosios inžinerijos studijų kryptis

Vadovas

prof. habil. dr. Petras Petroškevičius
(Moksl. laipsnis/pedag. vardas, vardas, pavardė) (Parašas) (Data)

Konsultantas

(Moksl. laipsnis/pedag. vardas, vardas, pavardė) (Parašas) (Data)

Konsultantas

(Moksl. laipsnis/pedag. vardas, vardas, pavardė) (Parašas) (Data)

Lietuvių kalbos konsultantas lekt. Regina Žukienė

(Moksl. laipsnis/pedag. vardas, vardas, pavardė) (Parašas) (Data)

Vilnius, 2012

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS
APLINKOS INŽINERIJOS FAKULTETAS
GEODEZIJOS IR KADASTRO KATEDRA

Geodezijos ir kartografijos studijų programa, valstybinis kodas
621H14003

Kadastro informacinių sistemų specializacija

Bendrosios inžinerijos studijų kryptis

TVIRTINU
Katedros vedėjas

(Parašas)
Vladislovas Česlovas Aksamitauskas
(Vardas, pavardė)

(Data)

**BAIGIAMOJO MAGISTRO DARBO
UŽDUOTIS**

.....Nr.
Vilnius

Studentui (ei) Janinai Purpurovič.....
(Vardas, pavardė)

Baigiamojo darbo tema: ANTROSIO KLASĖS GRAVIMETRINIŲ MATAVIMŲ ANALIZĖ.....
.....

patvirtinta 2010m. lapkričio 3 d. dekanų potvarkiu Nr. 386ap

Baigiamojo darbo užbaigimo terminas 2012 m. gegužės 31d.

BAIGIAMOJO DARBO UŽDUOTIS:

Atlikti Lenkijos ir Lietuvos gravimetrinių tinklų analizę. Gravimetrinių matavimų metodikos analizei sudaryti Lietuvos gravimetrinio antrosios klasės tinklo matavimų duomenų bazę. Nustatyti sunkio pagreičio tikslumo priklausomybę nuo matavimų skaičiaus punkte.

Baigiamojo darbo rengimo konsultantai:

.....
.....
(Moksl. laipsnis, vardas, pavardė)

Vadovas
(Parašas)

prof. habil. dr. Petras Petroškevičius
(Moksl. laipsnis/pedag. vardas, vardas, pavardė)

Užduotį gavau

.....
(Parašas)
Janina Purpurovič.....
(Vardas, pavardė)
.....
(Data)

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

Aplinkos inžinerijos fakultetas

Geodezijos ir kadastro katedra

ISBN

ISSN

Egz. sk.

Data 2012.

Geodezijos studijų programos baigiamasis bakalauro darbas

Pavadinimas: **Antrosios klasės gravimetrinių matavimų analizė**

Autorius: **Janina Purpurovič**

Vadovas prof. habil. dr. **P.Petroškevičius**

Kalba

☒ x

lietuvių

☐

užsienio

Anotacija

Baigiamajame magistro darbe atlikta Lietuvos ir Lenkijos gravimetrinių tinklų analizė. Apžvelgta IGSN 71 sunkio sistemos perdavimo metodika, išnagrinėtas gravimetrinių tinklų tikslumas. Pateikta informacija apie naujausią automatinį gravimetrą *Scintrex CG-5*, atlikta Lietuvos antrosios klasės gravimetrinio tinklo sudarymo metodikos detali analizė. Sudaryta gravimetrinių matavimų duomenų bazė, kuri gali būti naudojama gravimetrinių matavimų duomenų analizei. Panaudojant antrosios klasės gravimetrinio tinklo matavimų gravimetrais *Scintrex CG-5* duomenis, atlikti, sunkio pagreičio tikslumo priklausomybės nuo matavimų skaičiaus punkte, tyrimai. Darbe gauti tyrimų rezultatai gali būti panaudoti tobulinant matavimų gravimetrais *Scintrex CG-5* metodiką.

Darbą sudaro 6 dalys: įvadas, 4 skyriai, išvados, literatūros sąrašas.

Darbo apimtis – 98 p. , 56 iliustr., 22 lent., 28 bibliografiniai šaltiniai.

Prasminiai žodžiai: sunkio pagreitis, gravimetrinis tinklas, gravimetras *Scintrex CG-5*, programa GRAVSOFT.

Vilnius Gediminas Technical University
Faculty of **Environmental Engineering**
Department of **Geodesy and Cadastre**

ISBN ISSN
Copies No.
Date 2012

Master of Thesis

Title: **Analysis of second class gravimetric measurement**

Author: **Janina Purpurovič**

Academic supervisor prof. habil. dr. **P.Petroškevičius**

Kalba

☐

lietuvių

☐

užsienio

Annotation

Thesis carried out in Lithuania and Poland, the gravimetric analysis of the network. Reviewed in IGSN 71 gravity system of transmission methods, examined the accuracy of gravimetric networks. The information on the latest automatic gravimeter *Scintrex CG-5*, made second-class Lithuanian gravimetric network of methodology on a detailed analysis. Done gravimetric measurement database that can be used for gravimetric measurement data analysis. Using a second-class gravimeters gravimetric network *Scintrex CG-5* data, perform, acceleration of gravity accuracy dependence on the number of measurements point out. We obtain the results can be used to improve measurement gravimeters *Scintrex CG-5* methodology.

The work consists of six parts: introduction, four sections, conclusions and the list of literature.

Working volume - 98 pages, 56 drawings, 25 tables. The list of literature includes 28 bibliographical sources.

Keywords: gravity acceleration, gravimetric network, gravimeter *Scintrex CG-5*, quartz gravimeter, program GRAVSOFT.

Turinys:

Lentelių sąrašas:	8
Paveikslų sąrašas:	9
Įvadas.....	11
1.GRAVIMETRINIAI TINKLAI	13
1.1 Gravimetrinių tinklų sudarymas	13
1.1.1 Absoliutiniai sunkio pagreičio matavimai	13
1.1.1.1 Svyruoklinis metodas.	14
1.1.1.2 Balistinis arba laisvojo kritimo metodas	17
1.1.2 Santykiniai sunkio pagreičio matavimai	21
1.2 Pasauliniai gravimetriniai tinklai	24
1.3 Lenkijos teritorijos valstybiniai gravimetriniai tinklai	26
1.3.1 PIG-62 gravimetrinis tinklas	26
1.3.2 IGIK-66 gravimetrinis tinklas	27
1.3.3 IGIK-68 gravimetrinis tinklas	29
1.3.4 IGSN71 Lenkijoje	30
1.3.5 POGK97(POGK99, POG04) gravimetriniai tinklai	31
1.3.6 Gravimetrinio tinklo modernizacija.	35
1.4 Lietuvos teritorijos gravimetrinis tinklas	36
1.5 Antrosios klasės gravimetrinis tinklas	40
2. GRAVIMETRINIAI MATAVIMAI	42
2.1 Gravimetras Scintrex CG-5	42
2.2 Antrosios klasės gravimetrinių matavimų metodika	44
3. MATAVIMŲ DUOMENŲ BAZĖS SUDARYMAS	46
3.1. Matavimo duomenų bazės sudarymas	47
3.2. Antrosios klasės gravimetrinių matavimų duomenys	47

3.3. Duomenų bazės sandara.....	48
3.4. Duomenų bazės sudarymo procedūros ir struktūra.....	49
3.5. Kompiuterinių procedūrų aprašymas.....	52
3.6. Pagrindinis kompiuterinių procedūrų meniu	54
3.7. Kompiuterinės procedūros duomenims kaupti ir išvesti iš duomenų bazės į kito formato failus.....	57
4. GRAVIMETRINIŲ MATAVIMŲ DUOMENŲ APDOROJIMAS IR ANALIZĖ.....	60
4.1. GRAVSOFIT programa.	60
4.2 Matavimų duomenų apdorojimas	60
4.3 Gautų rezultatų analizė	65
Išvados:	79
Literatūros sąrašas:	80
Priedai.....	83

Lentelių sąrašas:

1 lentelė.	1994m. atliktų absoliutinių matavimų trukmė ir apimtis.....	36
2 lentelė.	2002 m. atliktų absoliutinių matavimų trukmė ir apimtis.....	36
3 lentelė.	1994 m. matavimų duomenų redukavimas.....	37
4 lentelė.	2002 m. matavimų duomenų redukavimas.....	37
5 lentelė.	Vidutinės sunkio pagreičio reikšmės.....	37
6 lentelė.	Gravimetro <i>Scintrex CG-5</i> ypatybės.....	43
7 lentelė.	Sunkio reikšmės ir jų skirtumai(10 matavimų).....	66
8 lentelė.	Sunkio reikšmės ir jų skirtumai(9 matavimai).....	67
9 lentelė.	Sunkio reikšmės ir skirtumai(8 matavimai).....	67
10 lentelė.	Sunkio reikšmės ir skirtumai(7 matavimai).....	68
11 lentelė.	Sunkio reikšmės ir skirtumai(6 atavimai).....	68
12 lentelė.	Sunkio reikšmės ir skirtumai(5 atavimai).....	69
13 lentelė.	Sunkio reikšmės ir skirtumai(4 matavimai).....	70
14 lentelė.	Sunkio reikšmės ir skirtumai(3 matavimai)	71
15 lentelė.	Sunkio reikšmės ir skirtumai(2 matavimai)	72
16 lentelė.	Sunkio pagreičio tikslumo įvertinimo rezultatai.....	72
17 lentelė.	Sunkio pagreičio reikšmių skirtumai.....	74
18 lentelė.	Sunkio pagreičio reikšmių skirtumai.....	75
19 lentelė.	Sunkio pagreičio reikšmių skirtumai.....	76
20 lentelė.	Sunkio pagreičio reikšmių skirtumai.....	77
21 lentelė.	Sunkio pagreičio reikšmių skirtumai.....	78
22 lentelė.	Didžiausi sunkio pagreičio skirtumų šuoliai.....	79

Paveikslų sąrašas:

1.1 pav. Fizinė svyruoklė.....	14
1.2 pav. Apverčiamoji svyruoklė.....	16
1.3 pav. Skirtingos masės kūno kritimas.....	18
1.4 pav. IGSN71 gravimetrinis tinklas	24
1.5 pav. PIG-62 gravimetrinis tinklas.....	27
1.6 pav. Pagrindinis svyruoklinių punktu tinklas.....	27
1.7 pav. IGiK-66 gravimetrinis tinklas.....	28
1.8 pav. IGiK-68 gravimetrinis tinklas.....	29
1.9 pav. Sunkio pagreičio skirtumai tari IGiK-66 bei IGiK-IGSN71 mGal.....	30
1.10 pav. POGK97 gravimetrinis tinklas.....	32
1.11 pav. POGK99 gravimetrinis tinklas.....	33
1.12 pav. Sunkio pagreičio skirtumai tarp POGK99 ir IGiK-IGSN71 tinklu mGal.....	33
1.13 pav. POGK04 gravimetrinis tinklas.....	34
1.14 pav. Sunkio pagreičio skirtumai tarp PIG-IGSN-71, POGK99 bei POGK04.....	35
1.15 pav. Gravimetrinių tinklų modernizacija.....	36
1.16 pav. Lietuvos valstybinis pirmosios klasės gravimetrinis tinklas.....	39
1.17 pav. Gravimetrinio punkto informacinė lentelė.....	39
1.18 pav. Pirmosios klasės gravimetrinio tinklo punktų uždarytų figūrų nesąryšiai.....	40
1.19 pav. Antrosios klasės gravimetrinis tinklas.....	41
2.1 pav. Gravimetras <i>Scintrex CG – 5</i>	42
2.2 pav. Redukuotųjų atskaitų skirtumai (2007-11-20).....	45
2.3 pav. Redukuotųjų atskaitų skirtumai (2007-10-29).....	46
3.1 pav. Matavimų duomenys (G-184, 2007-10-08).....	48
3.2 pav. Duomenų bazės (.dbc) kūrimas.....	50
3.3 pav. Duomenų bazių lentelių kūrimas.....	51
3.4 pav. Duomenų bazių išsaugojimas ir duomenų bazės lentelės struktūros formavimo langas.....	51
3.5 pav. Pradinių duomenų lentelės struktūra.....	51
3.6 pav. Rezultatų lentelių struktūra.....	52
3.7 pav. Formos konstravimo elementai.....	53
3.8 pav. Naujos formos konstravimas.....	54
3.9 pav. Formos savybių pasirinkimo langas.....	54
3.10 pav. Meniu kūrimas.....	55
3.11 pav. Meniu Designer langas.....	55

3.12 pav.	Menu elemento Result stulpelio pasirinkimų variantai.....	55
3.13 pav.	Horizontaliojo meniu struktūra.....	55
3.14 pav.	Vertikaliųjų meniu struktūros.....	56
3.15 pav.	Sukurtojo meniu peržiūra.....	56
3.16 pav.	Procedūrų priskyrimo mygtukams langas <i>Code</i>	58
3.17 pav.	Forma „DB“.....	58
3.18 pav.	Forma „Formal“.....	59
4.1 pav.	Cgred.inp rinkmena.....	60
4.2 pav.	3-1015.txt matavimų duomenys.....	61
4.3 pav.	3-1015.dat rezultatų rinkmena.....	62
4.4 pav.	Crred.inp rinkmena.....	62
4.5 pav.	3-1015r.dat redukuotų duomenų rinkmena.....	63
4.6 pav.	Gradj.inp rinkmena.....	63
4.7 pav.	3-1015.res rinkmena.....	64
4.8 pav.	3-1015.tie rinkmena.....	64
4.9 pav.	3-1015.tyn rinkmena.....	65
4.10 pav.	Atskiro matavimo vidutinė kvadratinė paklaida.....	73
4.11 pav.	Vidurkio iš dviejų matavimų grafikas.....	73
4.12 pav.	Sunkio pagreičio reikšmių skirtumai.....	75
4.13 pav.	Sunkio pagreičio reikšmių skirtumai.....	76
4.14 pav.	Sunkio pagreičio reikšmių skirtumai.....	77
4.15 pav.	Sunkio pagreičio reikšmių skirtumai.....	78
4.16 pav.	Sunkio pagreičio reikšmių skirtumai.....	79

Įvadas

Darbo aktualumas Gravitacijos lauko tyrimai yra labai svarbūs atliekant geodezinius matavimus, nustatant geoido ir kvazigeoido formą. Gerinant koordinačių nustatymo tikslumą reikalingi tikslūs Žemės gravitacijos lauko tyrimai.

Gravimetriniai matavimai yra atliekami gravimetrais.

Norint nustatyti tikslią Žemės formą, reikalingos žinios apie Žemės gravitacijos lauką. Informacija apie Žemės gravitacijos lauką ir jo poveikį reikalinga ne tik Žemės formos nustatymui, bet ir kitų įvairių geodezinių uždavinių sprendimui, kurių rezultatai svarbūs tiek mokslinėje, tiek ir praktinėje srityje. Todėl atliekami vis nauji gravitacijos lauko tyrimai, kurie svarbūs sudarant šalies atraminius ir gravimetrinius tinklus, aukščių ir geodezinių koordinačių sistemas bei sprendžiant kitus įvairius klausimus.

Gravimetriniai duomenys reikalingi nustatant geoidą ir atliekant tiksluosius geodezinius matavimus. Reikia didinti Lietuvos teritorijos gravitacijos lauko ištirtumą, naudojant naujausius prietaisus, tobulinant matavimų metodiką. Matavimai dabar atliekami pačiais naujausiais kvarciniais gravimetrais *Scintrex CG-5*, todėl svarbu, panaudojant matavimų duomenis, atlikti šių gravimetrų tyrimus ir įvertinti matavimų metodiką.

Gravimetriniai matavimai dabar yra labai aktualūs. Jie yra dažnai aptariami ir nagrinėjami. Naujo gravimetrinio tinklo sudarymo, taikant automatinius gravimetrus, metodika ir rezultatai pateikti straipsnyje Birvydienė, R., 2009.

Naujai įvertintas Lietuvos teritorijos gravimetrinio žemėlapių tikslumas bei sąsają tarp dabar taikomos sunkio sistemos, pagrįstos absoliučiaisiais sunkio matavimais ir anksčiau taikytos Potsdamo sunkio sistemos, aptariami straipsnyje Birvydienė, R., 2010.

Darbo tikslas

Atlikti gravimetrinių tinklų ir matavimų gravimetrais *Scintrex CG-5* analizę. Nustatyti matavimų tikslumo priklausomybę nuo matavimų punkte skaičiaus.

Darbo uždaviniai

1. Atlikti Lenkijos ir Lietuvos gravimetrinių tinklų analizę.
2. Gravimetrinių matavimų metodikos analizei sudaryti gravimetrinio tinklo matavimų duomenų bazę.
3. Nustatyti sunkio pagreičio tikslumo priklausomybę nuo matavimų skaičiaus punkte.

Tyrimo objektas

Matavimų gravimetrais *Scintrex CG-5* duomenys bei metodika.

Tyrimų metodai

Eksperimentiniai tyrimai. Gravimetrinių matavimų apdorojimas GRAVSOFТ programinių paketų.

Darbo naujumas

Ištirta sunkio pagreičio tikslumo priklausomybė nuo matavimų punkte skaičiaus.

Praktinė vertė

Darbe gauti tyrimų rezultatai gali būti panaudoti tobulinant matavimų gravimetrais *Scintrex CG -5* metodiką.

Darbo apimtis

Magistro darbą sudaro įvadas, keturi skyriai , išvados ir literatūros sąrašas.

Pirmame skyriuje aptariamas gravimetrinių tinklų sudarymas, sunkio pagreičio nustatymo galimybės, valstybiniai Lietuvos bei Lenkijos teritorijos gravimetriniai tinklai.

Antrame skyriuje apžvelgiamas gravimetrinio antrosios klasės tinklo sudarymas. Aprašomas kvarcinio gravimetro *Scintrex CG-5* veikimo principas ir pateikiami pagrindiniai prietaiso parametrai.

Trečiame skyriuje aprašytą sudaryta duomenų bazė.

Ketvirtame skyriuje atlikta duomenų analizė. Atlikti gravimetrinių matavimų tikslumo priklausomybės nuo matavimų skaičiaus tyrimai.

Darbo pabaigoje pateikti gauti rezultatai bei išvados.

Gravimetrinių duomenų tyrimų rezultatai pristatyti ir aptarti 14-oje Lietuvos jaunųjų mokslininkų konferencijoje „Mokslas — Lietuvos ateitis „CIVILINĖ INŽINERIJA IR GEODEZIJA” 2011 spalio 21 d. Pranešimo tema „Antrosios klasės gravimetrinių matavimų analizė”.

1.GRAVIMETRINIAI TINKLAI

1.1 Gravimetrinių tinklų sudarymas

Geodezijos uždaviniams, susijusiems su padėties nustatymu bei gravitacijos lauko tyrimais, spręsti, būtinas gravimetrinis pagrindas. Gravimetrinis pagrindas - tai didelio tikslumo gravimetrinis tinklas bei sunkio sistema. Gravimetriniai tinklai sudaromi panaudojant gravimetrinių matavimų duomenis, siekiant detalai nustatyti gravitacijos lauką.

1.1.1 Absoliutiniai sunkio pagreičio matavimai

Sunkio pagreičio matavimui galima naudoti daugybę fizikinių reiškinių. Sunkio nustatymo metodai skirstomi į dinامينius – kada stebimas kūno judėjimas gravitaciniame lauke, ir statinius – stebima pastovios masės kūno pusiausvyra.

Statiniu metodu yra stebima kūno veikiamo sunkio ir kompensuojamosios jėgos pusiausvyra

$$Mg+F=0, \quad (1.1)$$

čia M – kūno masė, g – sunkio pagreitis, F – kompensuojanti jėga.

Kaip kompensuojanti jėga panaudota spyruoklių ar prisuktų siūlų tamprumo jėga.

Yra trys dinaminiai metodai : svyruoklinis, balistinis, pasvaru įtemptos stygos.

Svyruoklinis metodas – pagrįstas svyruoklės laisvųjų svyravimo periodo T priklausomybe nuo sunkio pagreičio:

$$T = \pi \sqrt{\frac{1}{g}}, \quad (1.2)$$

čia l -svyruoklės ilgis, g – sunkio pagreitis, T – periodas.

Formulė tinka matematinei idealiai svyruoklei, kurią sudaro materialusis taškas, pakabintas ant kieto nesvaraus strypo. Svyravimai vyksta vertikalioje plokštumoje. Dydis T -laiko tarpas, per kurį svyruoklė pajuda nuo vienos kraštinės padėties iki kitos.

Balistiniame metode naudojamas laisvai krintančio kūno tiesiaieigio tolygiai greitėjančio judėjimo dėsnis:

$$l = l_0 + v_0 t + (gt^2 / 2), \quad (1.3)$$

čia l -nueitas kelias, t -laikas, l_0, v_0 -kelias ir greitis momentų, kuriuo pradedamas skaičiuoti laikas.

Pasvaru įtemptos stygos skersinių svyravimų metodas – naudojama svyravimų dažnio priklausomybė nuo sunkio pagreičio.

$$f = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{Mg}{\rho}}, \quad (1.4)$$

čia f -stygos skersinių svyravimų dažnis, l -stygos ilgis, M -pasvaro masė, ρ -stygos linijinis tankis (g/cm^3). Prietaisas, kuriuo nustatomas pagreitis vadinamas styginiu gravimetru.

Pastaruoju metu dažniausiai taikomas balistinis arba laisvojo kritimo metodas, tačiau ilgą laiką absoliutinei sunkio pagreičio reikšmei nustatyti buvo naudojamas svyruoklinis metodas.

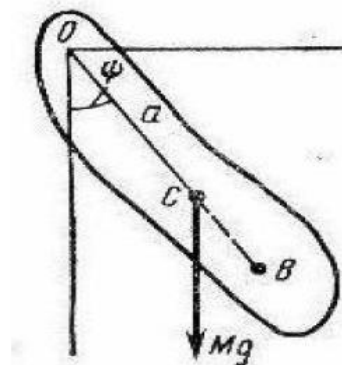
Abiejuose methoduose registruojamas ilgis ir laikas (pvz. svyruoklės ilgis ir svyravimų periodas). Taikant balistinį metodą pasiekiamas didžiausias tikslumas nuo 10^{-7} g iki 10^{-9} g, čia g – sunkio pagreitis. Stebint kūno kritimą naudojamas laikas t ir per jį nueitas kūno kelias l . (Юзефович и Огородова, 1980).

1.1.1.1 Svyruoklinis metodas.

Sunkio matavimai XVII a. buvo atliekami svyruokliniu metodu naudojamos 1-2 m siūlinės svyruoklės. Svyruoklė tai : švino rutuliukas, pakabintas ant stygos suspaustos gnybtai. Tokia svyruoklė būdavo kabinama prieš laikrodį su švytuokle ir nustatomi momentai, kad matavimų svyruoklės ir laikrodžių švytuoklės padėtys sutaptavo. Atliekant tokius matavimus buvo pastebėta, kad švytuoklinių laikrodžių eiga keičiasi priklausomai nuo platumos. Buvo padaryta išvada, kad sunkis Žemės paviršiuje nepastovus.

Absoliutiniuose svyruokliniuose matavimuose yra naudojama fizinė svyruoklė. Fizinės svyruoklės teorija sukurta Šveicarijos matematikų XVIII a. pradžioje (Юзефович и Огородова, 1980).

Žemiau pateiktas pavyzdys (1.1 pav.) fizinės svyruoklės svyravimų apie horizontalią ašį, čia c - sunkio centras, M -fizinės svyruoklės masė.



1.1 pav. Fizinė svyruoklė

Svyruoklės padėtis, bet kuriuo metu nusakoma elongacijos kampu ψ . Remiantis 2-uoju Niutono dėsnio galima parašyti svyruoklės judėjimo diferencialinę lygtį (1.5)

$$Mg \sin \psi = -J \frac{d^2 \psi}{dt^2}, \quad (1.5)$$

čia $Mg \sin \psi$ - sukimo momentas, $(d^2 \psi / dt^2)$ - kampinis pagreitis, a - petys, J - svyruoklės inercijos momentas.

Inercijos momentas materialaus taško lygus masės ir atstumo iki ašies kvadrato sandaugai. „Minusas nurodo“, kad sukimosi momentas ir elongacijos kampo didėjimo kryptis yra priešinga. Lygtį galime perrašyti taip:

$$\frac{d^2 \psi}{dt^2} = -\frac{g}{l} \sin \psi, \quad (1.6)$$

čia

$$l = \frac{J}{aM}, \quad (1.7)$$

$$\frac{d^2 \psi}{dt^2} = -\frac{g}{\frac{J}{aM}} \sin \psi, \quad (1.8)$$

l dimensija yra ilgis (fizinės svyruoklės redukuotasis ilgis). Jis priklauso nuo svyruoklės masės išsidėstymo ir svyravimo ašies padėties. Suintegravus diferencialinę lygtį gauname:

$$T = \pi \sqrt{\frac{l}{g}} \left(1 + \frac{1}{4} \sin^2 \frac{\alpha}{2} + \frac{9}{64} \sin^4 \frac{\alpha}{2} + \dots \right). \quad (1.9)$$

Amplitudė būna nedidelė tik 1° , tai galima apsiriboti eilutės pirmaisiais nariais:

$$T = \pi \sqrt{\frac{l}{g}} \left(1 + \frac{1}{16} \alpha^2 \right). \quad (1.10)$$

Lygtį galime perrašyti jeigu kampas visai mažas:

$$T = \pi \sqrt{\frac{l}{g}}. \quad (1.11)$$

Ši lygtis dar vadinama Christiaan Huygens periodo taisykle.

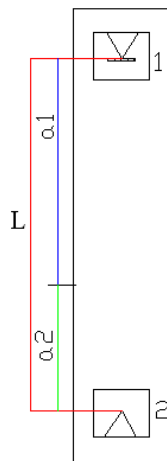
Matematinės svyruoklės atveju, šios formulės tinka. Jos masė turi būti sukoncentruota centre, o ilgis yra „ a “, tai redukuotasis ilgis bus :

$$l = \frac{J}{aM} = \frac{a^2 M}{aM} = a. \quad (1.12)$$

Fizinė ir matematinė svyruoklė svyruos tuo pačiu periodu, jeigu turės ilgį lygų fizinės svyruoklės redukuotajam ilgiui. Yra sudėtinga išskaičiuoti redukuotąjį ilgį. B-supimosi centras, kuris turi tą savybę, kad pakabinus svyruoklę ant ašies, einančios per sukimosi centrą, svyravimų periodas nepasikeičia. Pakabos tašką perkėlus į sukimosi centrą buvęs pakabos taškas tampa nauju supimosi centru. Šiuo pagrindu XIXa. pradžioje buvo pradėtas gaminti apverčiamos svyruoklės, kurios turėjo 2 pakabus. Atstumas tarp pakabų buvo parenkamas toks, kad svyravimo periodas būtų vienas ir toks pats. Svyrųoklės į atramą remiasi prizmių ašmenimis ir prizmių ašmenys fiksuoja redukuotąjį ilgį. Prizmės dažniausiai gaminamos iš agato. Apverčiamos ir siūlinės svyruoklės naudojamos absoliutiniams matavimams (Юзефович и Огородова, 1980).

Apverčiama svyruoklė

Paveiksle 1.2 pavaizduota apverčiamoji svyruoklė.



1.2 pav. Apverčiamoji svyruoklė

Jos susideda iš dviejų prizmių, kurių ašmenys yra lygiagrečios. Svyrųoklės svyravimų periodas gaunamas pakabinus svyruoklę vienu galu – T_1 , o kitu galu – T_2 . Periodai T_1 ir T_2 skirsis, kadangi realiomis sąlygomis atstumas tarp ašmenų nebus lygus duotam ilgiui. Ilgis- išmatuojamas. Periodas T atitinkantis redukuotajam ilgiui l yra paskaičiuojamas pagal Beselio formulę (Юзефович и Огородова, 1980) :

$$T^2 = \frac{a_1 T_1^2 - a_2 T_2^2}{a_1 - a_2}, \quad (1.13)$$

čia a_1 ir a_2 – atstumas nuo svyruoklės masės centro iki svyruoklės ašmenų ašies.

Matavimai atliekami vakuumo kameroje prie įvairių amplitudžių ir ilgių, be to reikia atsižvelgti į oro pasipriešinimą, magnetinio ir elektrinio lauko poveikį, temperatūros svyravimus, prizmių ašmenų kreivumą, svyruoklės deformacijas. Toks prietaisas turi būti statomas ant pastovaus pagrindo. Svyrųoklės judėjimas fiksuojamas fotoelektriniu metodu.

Siūlinės svyruoklės

Jas sudaro metalinis rutulys, pakabintas ant vielos, kurios galas tvirtinamas gnybtu. Siūlinė svyruoklė turi privalumą, kad galima padidinti jos ilgį. Tačiau ji turi trūkumą, t.y. laido išlinkimas prie gnybto. Siekiant panaikinti šį trūkumą Beselis pasiūlė stebėti dvi svyruokles

$$T_1 = \pi \sqrt{\frac{l_1}{g}}; T_2 = \pi \sqrt{\frac{l_2}{g}}, \quad (1.14)$$

tada

$$l_1 = g \frac{T_1^2}{\pi^2}; l_2 = g \frac{T_2^2}{\pi^2}; l_1 - l_2 = g \frac{T_1^2 - T_2^2}{\pi^2}, \quad (1.15)$$

ir

$$g = \pi^2 \frac{l_1 - l_2}{T_1^2 - T_2^2}. \quad (1.16)$$

Siekiant apskaičiuoti g užtenka apskaičiuoti svyruoklės ilgių skirtumus.

Galilėjus atliko pirmuosius sunkio matavimus 1590 m. Jis taikė balistinį metodą. Nustatydamas kokį kelią nueina kūnas per 1 s. Tikslumas buvo žemas, tačiau pati idėja buvo teisinga. Ji buvo realizuota XXa. pabaigoje atsirado galimybei tiksliai išmatuoti laiką ir atstumą (Юзефович и Огородова, 1980).

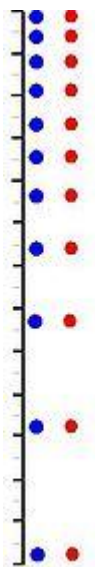
1.1.1.2 Balistinis arba laisvojo kritimo metodas

Šiam metodui pritaikyti prireikė beveik dviejų tūkstančių metų. Graikų filosofas Aristotelis (384–322 m. pr. m. e.), apibendrinęs praktinę stebėjimų patirtį, teigė, kad kūnas krinta tuo greičiau, kuo didesnė jo masė. Pavyzdžiui, tuo pat metu iš to paties aukščio paleista paukščio plunksna ir rašiklis nukris ne kartu. Peršasi išvada, kad sunkūs kūnai krinta greičiau nei lengvi. Šis požiūris į kūnų kritimą išsilaikė iki viduramžių. Tik 1583 m. jį paneigė italų mokslininkas G. Galilėjus (1564-1642).

Nuo Pizos bokšto (kurio aukštis 54,4 m) jis mėtė vienodos formos, bet skirtingos masės rutulius ir įsitikino, jog tiek sunkūs, tiek lengvi rutuliai pasiekia žemę beveik tuo pat metu. Vadinas jie greitėja vienodai, t. y. rutulių pagreitis nepriklauso nuo jų masės. Kadangi bandymams naudotų rutulių forma nesiskyrė, tai rutulius veikė vienodo didumo oro pasipriešinimo jėgos ir į jų poveikį buvo galima neatsižvelgti. Kūno judėjimą, veikiant tik žemės traukos jėgai G. Galilėjus pavadino laisvuju kritimu. Remiantis šiais bandymais, buvo suformuluota pagrindinė išvada, atskleidžianti laisvojo kritimo pagreičio esmę: **visų laisvai krintančių kūnų pagreitis yra vienodas**. Atlikdamas bandymus, G. Galilėjus naudojo tą laikmetį atitinkančias priemones, pavyzdžiui, laiką jis matavo smėlio laikrodžiu arba savo pulso tvinksniais.

Dabar laisvojo kritimo dėsningumai tyrinėjami taikant stroboskopinį metodą. Taikant šį metodą, nesunku įsitikinti, kad vakuume kūnai krinta ta pačia sparta. Paveiksle pateikta

stroboskopinė nuotrauka, vaizduojanti golfo kamuoliuko (kairėje) ir stalo teniso kamuoliuko (dešinėje) kritimą vakuumė. Paleisti vienu metu abu kamuoliukai krinta vienodu greičiu (1.3 pav.).



1.3 pav. Skirtingos masės kūno kritimas

Laisvojo kritimo pagreitis – pagreitis, kurį įgyja laisvai krintantys kūnai.

G. Galilėjus nustatė, kad visų kūnų jis yra vienodas ir apytiksliai lygus $9,8 \text{ m/s}^2$. Apskaičiuojant laisvojo kritimo pagreičio skaitinę vertę, dažniausiai taikomi metodai, pagrįsti matematinės svyrųoklės svyravimo periodo matavimu.

Norint atskirti laisvąjį kūnų kritimą nuo bet kurio kito tolygiai kintamo judėjimo, laisvojo kritimo pagreitis žymimas raide g (lot. *gravitus* - sunkumas). Laisvojo kritimo pagreičio modulis užrašomas taip: $g = 9,8 \text{ m/s}^2$. Pagreičio vektorius g visuomet nukreiptas žemyn, todėl krintantys kūnai juda didėjančiu greičiu, o kylantys - mažėjančiu. Taigi laisvasis kūnų kritimas yra tolygiai greitėjantis judėjimas.

Tikslesni bandymai rodo, kad įvairiose Žemės paviršiaus vietose laisvojo kritimo pagreičio skaitinės vertės yra nevienodos: Londonas – $9,812 \text{ (m/s}^2\text{)}$; Kalkuta - $9,788 \text{ (m/s}^2\text{)}$; Tokijas - $9,768 \text{ (m/s}^2\text{)}$; Sidnis - $9,797 \text{ (m/s}^2\text{)}$; Šiaurės ašigalis - $9,832 \text{ (m/s}^2\text{)}$; Lietuva - $9,813\text{--}9,816 \text{ (m/s}^2\text{)}$ (http://lt.wikipedia.org/wiki/Laisvasis_kritimas).

Realus gravitacijos laukas yra nevienalytis. Sunkio pagreitis didėjant aukščiui mažėja, todėl atliekant matavimus sistemose, kurių ilgis $0.1 - 1 \text{ m}$, reikia atsižvelgti į vertikalųjį sunkio gradientą. Krintantis kūnas vienalyčiame gravitacijos lauke per tam tikrą laiką nueina didesnę atstumą negu krisdamas nevienalyčiame lauke.

Vienalyčiame lauke sunkio pagreitis išreiškiamas formule:

$$l = l_0 + v_0 t + g \frac{t^2}{2} . \quad (1.17)$$

Nevienalyčiame gravitacijos lauke sunkio pagreitis išreiškiamas formule:

$$l = \frac{g_0}{2} t^2 \left(1 + \frac{W_{zz}}{12} t^2 + \dots \right), \quad (1.18)$$

g_0 – sunkio pagreitis pradiniam taške, W_{zz} – vertikalusis sunkio pagreičio gradientas, kuris gali būti nustatytas atliekant matavimus santykiniu gravimetru. Realiajame lauke krintantis kūnas apibrėžtą atstumą nueina per trumpesnę laiką nei vienalyčiame lauke.

Nustatant sunkio pagreitį, pasirenkamas taško aukštis virš pagrindo, ant kurio statomas prietaisas ir į kurį redukuojama išmatuota sunkio pagreičio reikšmė. Dažnai tas aukštis prilyginamas 800 mm.

Sunkio pagreičio santykinė paklaida išreiškiama formule:

$$\frac{dg}{g} = \frac{dl}{l} - 2 \frac{dt}{t}. \quad (1.19)$$

Kai santykinė paklaida neviršija 10^{-9} , tai esant atstumui 0.5 m, atstumo ir laiko matavimo paklaidos bus 0.5 nm ir 0.2 nm. Matuojant lazeriniais interferometrais ir elektroniniais įrenginiais laikui nustatyti galima pasiekti tokį tikslumą. Pirmuose balistinio metodo eksperimentuose atstumas ir laikas buvo matuojami su santykinė paklaida 10^{-7} , o sunkio pagreičio paklaidos viršijo 1 mGal.

Atominio laikrodžio sukūrimas bei tolesnis lazerinės technikos vystymasis sudarė naujas galimybes absoliutinių matavimų tikslumui didinti. Pradedami naudoti stabilizuoti helio ir neono dujų lazeriai bei Maikelsono interferometras, atstumams matuoti, o laiko intervalams nustatyti naudojami rubidžio dažnio etalonai.

Balistinio metodo tikslumui didelę įtaką turi atmosferos stabdymas ir mikroseisminiai pagrindo judesiai. Atmosferos pasipriešinimo dydis priklauso nuo medžiagos, iš kurios pagamintas kūnas, jo kritimo greičio bei atmosferos tankio.

Mikroseisminiai judesiai neveikia krintančio kūno bet veikia balistinio gravimetro atraminį reflektorių. Mikroseisminiai judesiai turi platų spektrą ir priklauso nuo vietos bei laiko. Jie gali būti dėl jūros bangavimo ir pramonės objektų ir transporto poveikio. Jų poveikį galima sumažinti matuojant mikroseisminius judesius vertikaliuoju seismometru ir skaičiuojant pataisas bei didinant matavimų skaičių.

Matavimų rezultatus veikia daugelis atsitiktinių ir sisteminių paklaidų šaltinių:

- prietaisų konstrukcijos,
- matavimo ir rezultatų apdorojimo metodų,
- punkto padėties.

Atsitiktinėms paklaidoms priskiriamos interferencinio signalo bei to signalo ryšio su laiko impulsais, o taip pat mikroseisminių poveikių paklaidos. Interferencinio signalo paklaidos

sumažinamos taikant daugelio stočių metodą, o mikroseisminis poveikis – atliekant pakartotinius matavimus. Matuojant šiuolaikiniais prietaisais vidutinė kvadratinė paklaida: vieno matavimo – $50 \mu Gal$ ir tiksliau, 10 – 30 serijų, atliktą per 1-3 paras – $2 \mu Gal$.

Nuo prietaiso konstrukcijos ir matavimų metodo priklauso sisteminės paklaidos. Jų šaltiniais gali būti optinio kelio matavimo etalonai, laiko matavimo elektroninė sistema bei negravitacinio pobūdžio poveikiai. Ilgio etalonas nustatomas pagal lazerio bangos ilgį, o laiko – pagal dažnio standartą.

Optinio kelio ilgio pakitimams įtakos turi daug veiksnių, ypač pavojingas lazerio spindulio nukrypimas nuo vertikalės. Norint sumažinti šį poveikį gali būti naudojamas gyvsidabrio paviršius.

Krintančio kūno sukimosi priežastis – kūno optinio ir masės centrų nesutapimas. Krintančio kūno skersiniai judesiai ir reflektoriaus deformacijos keičia optinį kelią. Dėl to pažeidžiamos krintančio ir atsispindėjusio spindulių lygiagretumas.

Magnetinių ir elektrostatinų laukų poveikis turi įtakos balistiniams matavimas. Siekiant sumažinti magnetinius efektus, naudojamos nemagnetinės medžiagos. Dėl trinties ant krintančio kūno gali kauptis elektrostatinis krūvis, kuris sumažinamas taikant elektrolaidžias dangas.

Taip pat būtina atsižvelgti į sunkio pagreičio pakitimus, kurie vyksta dėl Žemės potvynių ir atoslūgių, poliaus judėjimo bei atmosferos slėgio pasikeitimų. Tokiuose matavimuose svarbūs ne tik trumpo periodo sunkio pagreičio pakitimai, bet ir ilgo periodo variacijos. Sunkio pagreičio pataisos dėl Žemės poliaus judėjimo turi ilgą periodą. Gruntinio vandens lygio ir dirvos drėgmės pokyčiai gali keisti sunkio pagreitį iki kelių dešimčių μGal . Todėl matavimų rezultatus reikėtų redukuoti esant punktui normalioms sąlygoms.

Laisvas kūno judėjimas gali būti stebimas simetriniu ir nesimetriniu būdu, atliekant absoliutinius sunkio jėgos matavimus. Taikant simetrinį būdą, pradžioje kūnas laisvai juda vertikaliai į viršų, o po to pasiekęs trajektorijos viršų, krinta žemyn. Matavimai atliekami trajektorijos kilimo ir kritimo simetriškose atkarpose. Stebint nesimetriniu būdu, kūnas laisvai juda tik viena kryptimi – žemyn. Atliekant precizinius sunkio jėgos matavimus, kelių dešimtųjų sekundės dalių trukmės laiko intervalai turi būti matuojami nanosekundžių tikslumu, o atkarpų iki 1 m ilgis – tiksliau kaip šimtoji mikrometro dalis. Norint pasiekti tokį tikslumą, balistiniame prietaise turi būti tikslūs laiko ir ilgio etalonai. Pakankamą laiko intervalų matavimo tikslumą užtikrina kvarco arba rubidžio dažnio etalonai. Ilgio etalonu galima naudoti lazerio spindulio bangos ilgį. Minėtą atstumą matavimo tikslumą šiuo metu galima pasiekti taikant interferencinį metodą. Kūno laisvojo kritimo laiko ir nueito kelio registravimui naudojami laiko etalonų impulsų ir

interferencinių juostų greitaigiai skaitikliai. Kaip laisvas krintantis kūnas dažniausiai naudojamas atšvaitas, kuris atspindi į jį krintantį spindulį griežtai priešinga kryptimi.

Absoliutiniams sunkio jėgos matavimams balistiniu metodu skirti prietaisai susideda iš tokių dalių: įrenginio, užtikrinančio laisvą atšvaito judėjimą ir švelnų jo stabdymą; lazerinio interferometro; dažnio etalono; skaičiavimo bloko, sinchroniškai registruojančio atstumus ir laiką bei formuojančio matavimo rezultatus; įrenginio, automatiškai valdančio matavimų procesą, matavimų rezultatų apdorojimą ir pateikimą; pagalbinių įrenginių, šalinančių aplinkos poveikį.

Pagrindiniai balistiniu metodu gautų rezultatų paklaidų šaltiniai yra:

- oro pasipriešinimas, kurį sutinka krintantis atšvaitas;
- atšvaito sąveika su elektriniais ir magnetiniais laukais;
- ženklo mikroseisminiai svyravimai ir prietaiso mechanizmų netobulas darbas;
- atšvaito sukimasis;
- šviesos spindulio nevertikalumas.

Veikiant elektrinėms ir magnetinėms jėgoms, oro pasipriešinimui, faktinis kūno judėjimas nukrypsta nuo laisvojo kritimo dėsnio. Kūno judėjimas stebimas vakuumo kameroje, norint sumažinti oro pasipriešinimą. Elektrinių ir magnetinių jėgų poveikis sumažinamas prietaisą ekranuojant. Matavimus stengiamasi atlikti tada, kai mikroseisminių svyravimų amplitudė mažiausia. Atkreipiant dėmesį į aplinkos poveikį, prietaisų paklaidas ir naudojant patikimus ilgio etalonus, sunkio jėgos nustatymo absoliutiniu balistiniu metodu tikslumas artėja prie $1 \mu Gal$.

Šiuolaikiniai absoliutiniai sunkio pagreičio matavimai atraminiuose gravimetriniuose punktuose atliekami keleto μGal tikslumu. Toks didelis tikslumas pasiekiamas atliekant matavimus balistiniais prietaisais (Mäkinen ir kt. 2001).

1.1.2 Santykiniai sunkio pagreičio matavimai

Svyruokliniai prietaisai arba statiniai ar styginiai gravimetrai naudojami atliekant santykinius sunkio pagreičio matavimus. Šie matavimai yra paprastesni bei našesni negu absoliutiniai sunkio pagreičio matavimai. Naudojant šį metodą reikia apskaičiuoti skirtumą tarp stebėjimo taškų t.y. užtenka registruoti intervalus arba mažas deformacijas (Юзефович и Огородова, 1980).

Santykiniams gravimetriniams matavimams gali būti naudojami apverčiamųjų svyruoklių prietaisai. Jų masės centras yra vertikaliai virš sukimosi ašies centro, o pusiausvyra yra pasiekama svyruoklės judėjimu veikiant sunkiui.

Santykiniuose svyruokliniuose matavimuose nekintamo ilgio svyruoklės svyravimų laikas T_1 ir T_2 yra matuojamas dviejuose punktuose P_1 ir P_2 .

$$T_1 = \pi \sqrt{\frac{l}{g_1}}; T_2 = \pi \sqrt{\frac{l}{g_2}} . \quad (1.20)$$

Santykis tarp tų stočių sunkio jėgos reikšmių išreiškiamas formule:

$$\frac{g_2}{g_1} = \frac{T_1^2}{T_2^2} \quad (1.21)$$

ir tada

$$g_2 = g_1 \frac{T_1^2}{T_2^2} . \quad (1.22)$$

Žinant pirmos stoties sunkį g_1 , antrosios sunkį g_2 galima apskaičiuoti iš svyravimų periodų T_1 ir T_2 , ir sunkio pagreičio skirtumas $g_2 - g_1$ yra gaunamas be kalibravimo. Naudojama kita išraiška šios formulės kur :

$$\begin{aligned} \Delta T &= T_2 - T_1 \\ \Delta g &= g_2 - g_1 , \\ T_1 &= T_2 - \Delta T \end{aligned} \quad (1.23)$$

tada formulė (1.22) bus

$$g_2 = g_1 \frac{(T_2 - \Delta T)^2}{T_2^2} , \quad (1.24)$$

$$\Delta g = g_2 - g_1 = -2g_1 \frac{\Delta T}{T_2} - g_1 \left(\frac{\Delta T}{T_2} \right)^2 , \quad (1.25)$$

$$\Delta g_{1,2} = \frac{g_2}{g_1} = -2g_1 \frac{T_2 - T_1}{T_2} + g_1 \frac{(T_2 - T_1)^2}{T_2^2} . \quad (1.26)$$

Jei matavimų daugiau nei vienas tada:

$$\Delta g_{1,2} = \frac{g_2}{g_1} = -2g_1 \frac{T_2 - T_1}{T_2} + 3g_1 \frac{(T_2 - T_1)^2}{T_2^2} - \quad (1.27)$$

Diferencijuojant sunkio reikšmes yra gaunama santykinė paklaida, kuri betarpiškai priklauso nuo sunkio skirtumo ir svyravimų laikų:

$$\frac{dg_2}{g_2} = \frac{d(\Delta g_{1,2})}{g_2} = \left(\frac{dT_1}{T_1} - \frac{dT_2}{T_2} \right) . \quad (1.28)$$

Diferencijuojant naikinamos sisteminės paklaidos, kurios yra nepriklausomos nuo matavimo vietos ir laiko. Būtina sąlyga, kad sunkio prieaugiai būtų su $1 \mu\text{ms}^2$ tikslumu, laiko tikslumas būtų apie $5 \cdot 10^{-8}$ s. Šiuolaikiniai tikslumo reikalavimai, matuojant sunkio prieaugį $\Delta g_{1,2}$ reikalauja, kad santykinė paklaida būtų 10^{-7} .

Santykinių matavimų privalumas tas, kad:

- nereikia nustatyti redukuoto ilgio;
- galima neįskaityti sisteminių klaidų, kurių veikimas abiejuose punktuose vienodas;
- periodus galima matuoti bet kuriais pastoviais laiko vienetais, nes reikalingas laiko santykis;

Reikalavimai:

- redukuotasis ilgis būtų pastovus, sudaro daugiausiai problemų;
- pervežant prietaisas gali būti sutrenktas, keičiantis temperatūrai keičiasi svyruoklės ilgis. Reikia turėti kontrolę, kad ilgis nepasikeistų;

Santykiniai sunkio pagreičio matavimai statiniais gravimetrais

Gravimetras (lot. *gravis* – sunkus, gr. *metreo* – matuoju) – instrumentas santykiniam laisvo kritimo pagreičiui matuoti. Pirmieji gravimetrai sukonstruoti apie 1930 metus. Gravimetrai būna dinaminiai ir statiniai.

Dinaminį (styginį) gravimetrą sudaro įtempta styga, kurios viršutinis galas pritvirtintas prie stovo, o prie apatinio prikabinta masė. Kai per styga esančia nuolatiniame magnetiniame laike teka kintama elektros srovė, styga virpa. Virpesių dažnis lyginamas su etaloniniu generatoriaus dažniu – dažnių skirtumas atitinka atitinkamo laisvo kritimo pagreičio skirtumą skirtingose matavimo vietose.

Statinis gravimetras – tai tikslios spyruoklinės svarstyklės arba sukamosios svarstyklės, kuriomis laisvo kritimo pagreičio skirtumas apskaičiuojamas pagal apkrovos veikimo spyruoklės arba suslėgtų dujų tamprumo jėgos (spyruoklinių svarstyklių), kvarcinio siūlo sukimo momento (sukamųjų svarstyklių) pokytį. Matuojama atramos ir tiriamajame taškuose (atramos taške pagreitis žinomas). Lyginant gravimetro atskaitas dviejuose ar keliuose žemės taškuose, apskaičiuojamas laisvo kritimo pagreičio kitimas. Gravimetro parodymų vertės registruojamos optiniu fotoelektriniu, talpuminiu, indukciniu būdu.

Yra specialių gravimetrų, kuriais matuojamas laisvo kritimo pagreitis laivuose (povandeniniuose, antvandeniniuose), šachtose, lėktuvuose.

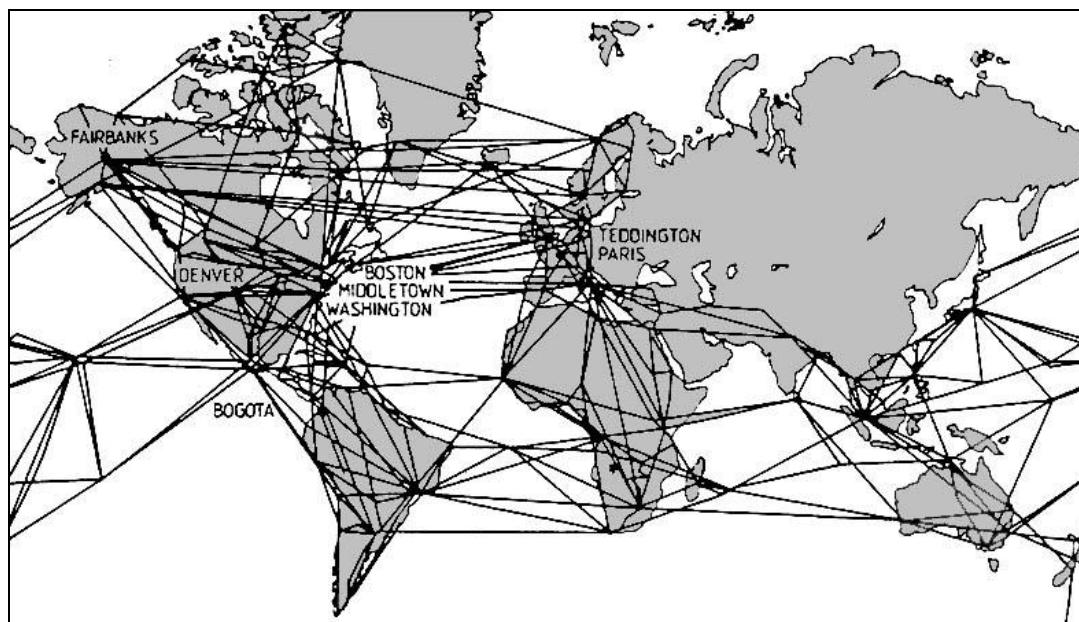
Gravimetro parodymai ilgainiui kinta (pvz., dėl atmosferos sąlygų kitimo), dėl to jis laikomas termostate arba turi kompensacines spyruokles. Antžeminių ir šachtinių gravimetrų tikslumas 0,01 mGal, jūros dugno 0,05 mGal, jūros laivų 0,5 mGal, aerogravimetrų 2 mGal.

Gravimetrai skirstomi: plataus diapazono (~1500 mGal), siauro diapazono (~80 mGal), universalūs (80–1000 mGal) (<http://lt.wikipedia.org/wiki/Gravimetras>).

Šiuo metu naudojami kelių tipų gravimetrai (Юзефович и Огородова, 1980).

1.2 Pasauliniai gravimetriniai tinklai

IGSN71 tinklas įkurtas 1950-1970 m. sudarytas iš 1854 gravimetrinių punktų, tame tarpe maždaug 500 punktų yra baziniai. Šio tinklo lygis yra apibrėžiamas 10 sunkio pagreičio matavimų 8 stotyse. Kontrolė buvo užtikrinta naudojant 1200 santykinų svyruoklių matavimų, tinklo stabilumą užtikrino 12000 santykinų matavimų. Šis tinklas pavaizduotas žemiau pateiktame pavyzdyje (1.4 pav.) .



1.4 pav. IGSN71 gravimetrinis tinklas

Šis tinklas buvo matuojamas naudojant naujoviškus balistinius gravimetras. Buvo nustatyta, kad siekiant pereiti iš Potsdamo sistemos į IGSN71 sistemą reikia įvesti 14mGal sunkio pagreičio pataisą.

1972 metų balandį Varšuvoje vykusioje Rytų bloko konferencijoje buvo priimta IGSN71 sistema, kaip privaloma visų buvusių socialistinių šalių sistema, tame tarpe ir Lietuvoje.

Norint pereiti iš Potsdamo į IGSN71 sistemą reikia naudoti formulę :

$$g_{IGSN70} = g_{1968} - 14.000mGal. \quad (1.29)$$

Lietuvoje vietoje naudotos Potsdamo sunkio sistemos, šiuo metu naudojama IGSN 71 (angl. The International Gravity Standardization Net 1971) sunkio sistema. Lietuvoje ši sunkio sistema priimta atlikus absoliutinius sunkio pagreičio matavimus balistiniais prietaisais. Absoliutiniai sunkio pagreičio matavimai punktuose VILNIUS, KLAIPĖDA, PANEVĖŽYS atlikti 1994 m. ir 2002 m. Suomijos geodezijos instituto balistiniu gravimetru JILAg- 5. Matavimus atliko Jaakko Mäkinen (Suomijos Geodezijos institutas) bei VGTU Geodezijos instituto darbuotojai. Punktai įrengti pastatų apatinių aukštų patalpose. Nulinės klasės gravimetrinių punktų ženklas - 2m įgilinti gelžbetoniniai stulpai (Petroškevičius, P. 2004).

Sudarius Lietuvos valstybinį gravimetrinį pirmosios klasės tinklą IGSN 71 sunkio sistema buvo perduota į visą šalies teritoriją (Sas-Uhrynowski A., et. al.). Pagal atliktus tyrimus nustatyta, kad vidutinė skirtumo reikšmė tarp Potsdamo ir IGSN 71 sunkio sistemų – 14 mGal (Lietuvos teritorijoje). Todėl šio skirtumo dydis (t.y. 14 mGal) panaudojamas atliekant ankstesniųjų gravimetrinių duomenų redukavimą į naująją sunkio sistemą.

IGSN 71 sistemos pagreitis g_{71r} valstybinio vertikaliojo tinklo punktuose apskaičiuotas pagal Bouguer anomalijas $(g_p - \gamma_H)_{2,3}$ (šios anomalijos nustatomos iš 1:200 000 mastelio gravimetrinio žemėlapiu). Vertikaliojo tinklo punktų sunkio pagreitis g_{71z} žemės paviršiuje apskaičiuojamas pagal formulę (Petroškevičius, P. 2004.):

$$g_{71z} = (g_p - \gamma_H)_\delta + \gamma_H^0 - 0,3086H_z + 0,0419\delta H_z - 14. \quad (1.30)$$

Čia γ_H^0 - normalinis sunkio pagreitis elipsoido paviršiuje, nustatytas pagal Helmerto formulę, H_z - žemės paviršiaus normalinis aukštis, $\delta = 2,3g / cm^3$ - Žemės plutos tankis.

Pagreitis g_{71r} punkto markės aukštyje H apskaičiuojamas :

$$g_{71r} = g_{71z} + dg. \quad (1.31)$$

Jeigu $H_z > H$, tai

$$dg = 0,3086dh - 2 \cdot 0,0419\delta dh \quad (1.32)$$

čia $dh = H_z - H$.

Jei $H_z < H$, tai

$$dg = -0,3086dh, \quad (1.33)$$

$$\text{čia } dh = H - H_z. \quad (1.34)$$

1.3 Lenkijos teritorijos valstybiniai gravimetriniai tinklai

1.3.1 PIG-62 gravimetrinis tinklas

Pirmieji gravimetrinio pagrindo Lenkijoje kūrimo darbai pradėti 1955 metais. Juos pradėjo Lenkijos geologijos institutas (PIG)¹ ir Geodezijos ir kartografijos institutas (IGiK)². 1955-1957 metais sudarytas I klasės tinklas. Jį apėmė 18 punktų. Punktai išdėstyti oro uostuose, kad galėtų būti panaudotas oro transportas.

Sunkio pagreičio skirtumų matavimai buvo atlikti panaudojant gravimetrą Askania GS-11 su $\sigma_{\Delta g} = \pm 0,11 mGal$. Gravimetras buvo kalibruojamas panaudojant IGiK sukurta svyruoklinių punktų tinklą. Punktų padėtis buvo nustatoma iš topografinių žemėlapių mastelių 1:50000. Paklaidos $\sigma_x = \sigma_y = 50m$, $\sigma_H = \pm 2cm$. Sunkio pagreičio klaidos po išlyginimo $\sigma_g = \pm 0,039 \div 0,070 mGal$.

II klasė įkurta 1957-1962 metais. Sudarė 144 punktai, kurie išdėstyti tarpusavyje $50 \div 60 km$ atstumu. Sunkio pagreičio skirtumo matavimus, atliko gravimetrais Askania GS-11 su paklaida $\sigma_{\Delta g} = \pm 0,04 mGal$ panaudojant automobilius. Punktų padėtis nustatytos panaudojant topografinius žemėlapius masteliu 1:50000 sistemoje „Borowa Gora“. Paklaidos $\sigma_x = \sigma_y = 50m$, $\sigma_H = \pm 2cm$.

Išlyginimas buvo atliktas 2 būdais. I būdas – I klasės taškus naudojo, kaip konstantas; II – išlygino visus I bei II klasės punktus atsižvelgiant į atskaitos tašką – Varšuva Okęcie (Tarptautinio gravimetrinio tinklo punktas).

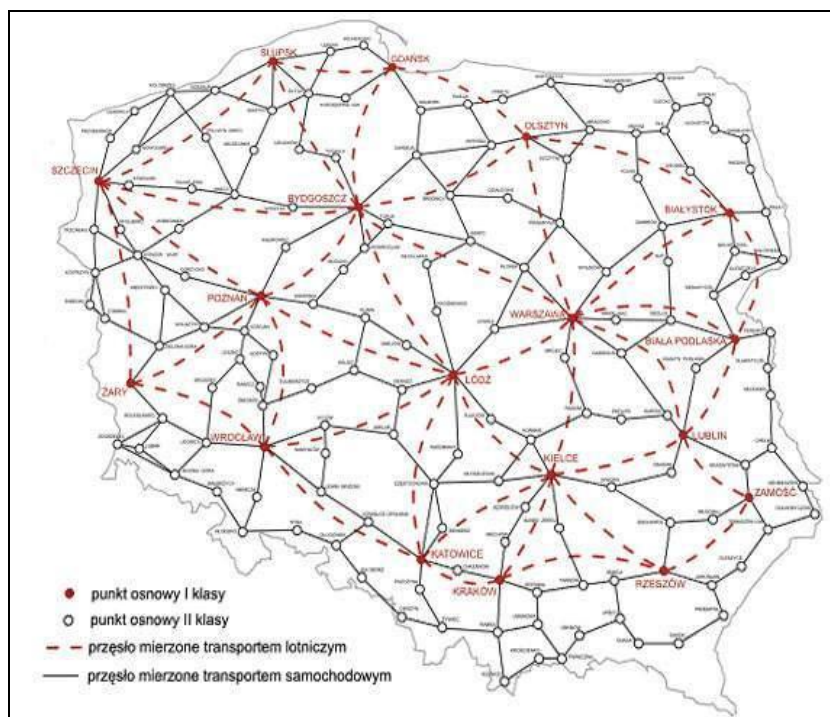
Sunkio pagreičio paklaidos po išlyginimo 2 būdais yra : $\pm 0,015 \div 0,143 mGal$ bei $\pm 0,016 \div 0,062 mGal$. II būdo išlyginimo rezultatai buvo priimti kaip naujas Lenkijos teritorijos gravimetrinis pagrindas PIG-62. Duomenys įkelti į katalogą, kurį sudarė 162 stotis. Šis tinklas pateiktas pavyzdyje (1.5 pav.).

Gravimetrinėms nuotraukoms gauti buvo sudarytas III klasės tinklas. Jis papildė I bei II klasės tinklus. Matavimai buvo atlikti gravimetrais Askania Gs-11, Sharpe, Scintrex, Sodin ir Worden su paklaida $\sigma_{\Delta g} = \pm 0,01 \div 0,03 mGal$. Punktų padėtis nustatytos panaudojant topografinius žemėlapius masteliu 1:50000 sistemoje „Borowa gora“. Paklaidos $\sigma_x = \sigma_y = 50m$, $\sigma_H = \pm 4cm$. Po duomenų išlygino sunkio pagreičio paklaida $\sigma_{\Delta g} = \pm 0,06 mGal$

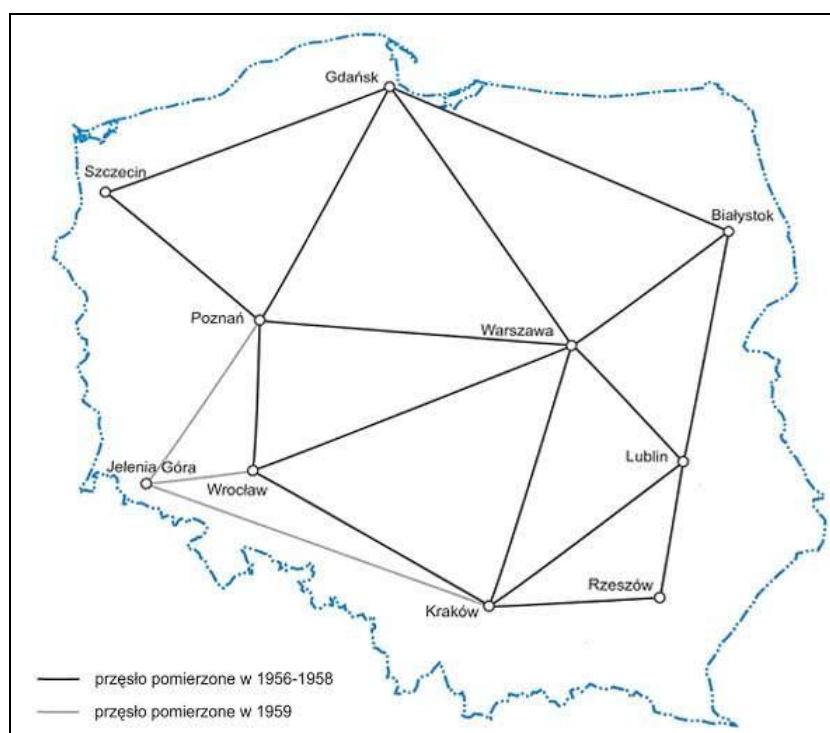
(<http://www.igik.edu.pl/index.php/pl/grawimetria/osnowy/233-osnowa-grawimetryczna-systemu-pig-62>).

¹ PIG-Państwowy Instytut Geologiczny

² IGiK-Institut Geodezji i Kartografii



1.5 pav. PIG-62 gravimetrinis tinklas

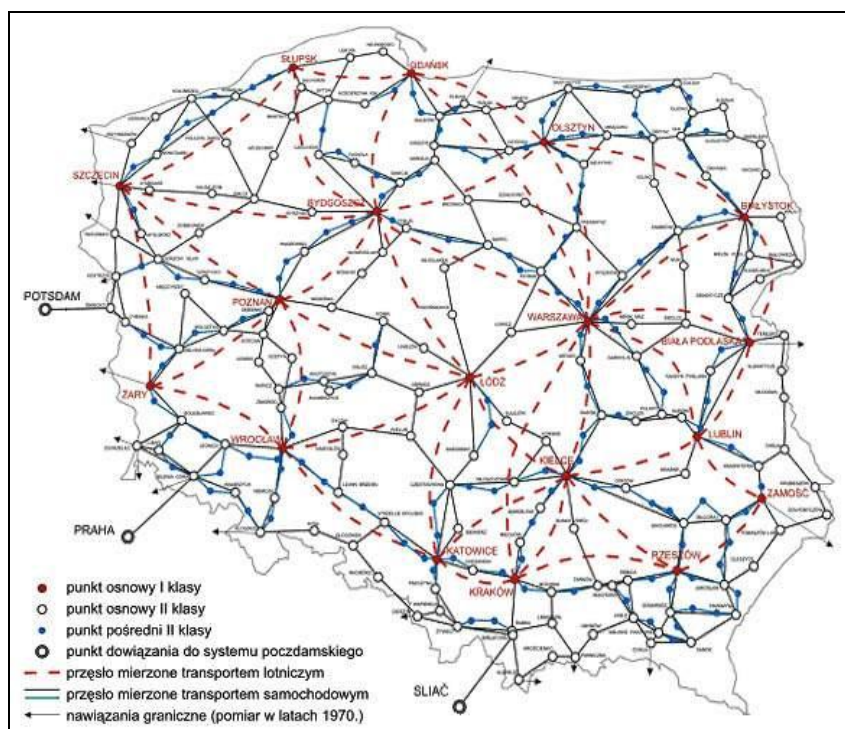


1.6 pav. Pagrindinis svyruoklinių punktų tinklas

1.3.2 IGIK-66 gravimetrinis tinklas

Įkurtas 1955-1962 metais tinklas neatitinka Tarptautinės geodezijos asociacijos nustatytu standartų. Gravimetrinės geodezijos tikslams nei tankis nei tikslumas to tinklo netiko. Buvo atlikta duomenų analizė. Jos metų aptiktos klaidos, paskatino modernizuoti tinklą. II klasės punktų skaičių

padidino iki 164. Be to, buvo suprojektuota ir pamatuota 122 tarpiniai II klasės punktai 1962-1964 metais. Taip pat buvo įtraukti 1962 metų santykiniai matavimai stygose Gdanskas-Varšuva-Krokuva, santykiniai rezultatai gauti 4 svyruoklių prietaisų iš 1956-1959 metų ir pririšimus prie punktų Potsdame (1958, 1964 metų), Prahoje (1958 metų) bei Sliačų Slovakijoje (1960 metų). Papildomus matavimus atliko Ascania Gs-11 gravimetrų pagalba. Kalibruotas I klasės bei gravimetrinių svyruoklinių punktų bazėje IGiK. Punktų padėtys nustatytos panaudojant topografinius žemėlapius masteliu 1:50000 sistemoje „Borowa gora“. Paklaidos $\sigma_x = \sigma_y = 50m$, $\sigma_H = \pm 2cm$. Išlyginimas bei apdorojimas buvo atliktas IGiK 1965 metais su elektronine mašina „UMC-10“ Potsdamo sistemos tinkle, kuriam priklauso 4 tarptautiniai taškai. Sunkio pagreičio paklaidos I bei II klasės svyruoja tarp $\sigma_{\Delta g} = \pm 0,007 \div 0,023mGal$ ir $\sigma_{\Delta g} = \pm 0,015 \div 0,042mGal$. Rezultatai ir sudaro IGiK-68 tinklą. Šie duomenys įkelti į katalogą, kurį sudarė 318 punktų. Tinklo pavyzdys pateiktas 1.7 pavyzdyje. (<http://www.igik.edu.pl/index.php/pl/grawimetria/osnowy/237-osnowa-grawimetryczna-systemu-igik-66>).



1.7 pav. IGiK-66 gravimetrinis tinklas

1.3.3 IGiK-68 gravimetrinis tinklas

IGiK-68 buvo įkurtas kaip 1968 m. Tarptautinio gravimetrinio poligono (MEGP)³ pasekmė, kurį sudaro 19 tarptautinių punktų. Šio tinklo prielaida buvo, kad būtų užtikrintas vienodas standartas bei vienodas gravimetrinis mastelis buvusiose socialistinėse šalyse. Šis tinklas pateiktas žemiau esančiame pavyzdyje (1.8 pav.).



1.8 pav. IGiK-68 gravimetrinis tinklas

Šiam tinklui Lenkijos teritorijoje priklausė punktai : Gdanskas, Varšuva ir Krokuva. Δg reikšmės tarp tinklų IGiK-66 bei MEGP leido apskaičiuoti skalės pokyčio koeficientą:

$$k = \frac{\Delta g_{68}}{\Delta g_{66}} = 0,999616 \pm 1,02 \times 10^{-4}. \quad (1.35)$$

Koeficiento k pagalba buvo suredukuotos visos tinklo IGiK-66 stygos, priartinant jas prie MEGP tinklo. Gauti duomenys buvo išlyginti bei taip atsirado naujas tinklas IGiK-68.

IGiK gauti rezultatai buvo patalpinti kataloge, kuris apima 318 pagrindo punktų.

1968-1971 metais buvo kuriami nacionaliniai gravimetriniai poligonai MEGP punktu pagrindu. Buvo įkurtas Nacionalinis gravimetrinis poligonas (NEGP)⁴, kuris buvo naudojamas kaip nacionalinė kalibravimo bazė, remiantis stygomis Gdanskas-Varšuva-Krokuva bei Krokuva-Kuznice. Ji sudarė 13 punktų. NEGP rezultatai apdoroti IGiK-68 gravimetriniame tinkle (<http://www.igik.edu.pl/index.php/pl/grawimetria/osnowy>).

³MEGP-Międzynarodowy Poligon Grawimetryczny

⁴NEGP-Narodowy Poligon Grawimetryczny

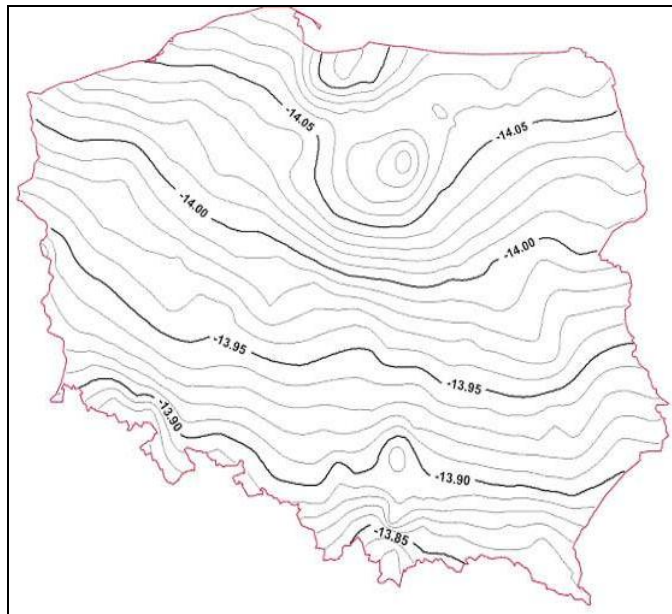
1.3.4 IGSN71 Lenkijoje

Skatinami poreikio gauti didelio tikslumo sunkio pagreitį I ir II klasės pagrindo punktuose IGSN71 sistemoje bei atsižvelgiant į matavimų lygį, 1973 metais IGIK pradėjo pakartotinę ankstesnių turimų gravimetrinių duomenų analizę. Kaip išeitinės sunkio pagreičio reikšmės buvo paimtos 15 punktų. Punktai MEGP bei NEGP: Poczdam, Praga, Warszawa, Gdańsk, Kraków oraz Kończewice, Elbląg, Pawłowo, Mdzewo, Radom, Kielce, Jędrzejów, Miechów, Białatowa i Kuźnice, priimant juos kaip esamus be paklaidų. Prieš apdorojimą buvo atsižvelgta į paklaidą:

$$\Delta g_{IGSN71} = \Delta g_{1966} \cdot k.$$

Skaiciavimus atliko 2 būdais skaitmeninės mašinos „Odra1204“ pagalba. I būde buvo įskaitytos visos stygos tinklo IGIK 1966, stygos jungiančios punktus tinklo NEGP su punktais I bei II klasės, bei punktais MEGP (Potsdam bei Praha). II būde nekreipė dėmesio į atliktus bandymus 1957-1959 metais, kuriuos atliko PIG, lėktuvu pagalba stygose, kurios jungia I klasės punktus, buvo atkreiptas dėmesys į gan dideles vidutines paklaidas. Gauti rezultatai abiem būdais buvo beveik identiški $\pm 0,01 - 0,02 mGal$.

Praktiniams geodeziniais tikslams buvo naudojami I būdų gauti rezultatai. Jie buvo gravimetrinių Lenkijos pagrindu 1971 metu sistemoje, kuri vadinosi IGIK-IGSN71. Sunkio pagreičio reikšmės 318 I bei II klasės pagrindo punktuose apskaičiavo pirmo išlyginimo būdo metu bei tos reikšmės buvo įkeltos į gravimetrinių Lenkijos punktų katalogą. Sunkio pagreičio skirtumai tarp IGIK-66 bei IGIK-IGSN71 parodytos pavyzdyje (1.9 pav):



1.9 pav. Sunkio pagreičio skirtumai tarp IGIK-66 bei IGIK-IGSN71 mGal

1976-1992 metais pirmos kompiuterinės gravimetrinių duomenų bazės kūrimo procese, kuriai vadovavo PIG bei PBG⁵ (Geofizinių bandymų įmonė), sunkio pagreičio reikšmės buvo koreguotos vienoda paklaida tarp Potsdamo bei IGSN71 sistemų :

$$g_{PIG-IGSN71} = g_{PIG-62} - 14.00mGal.$$

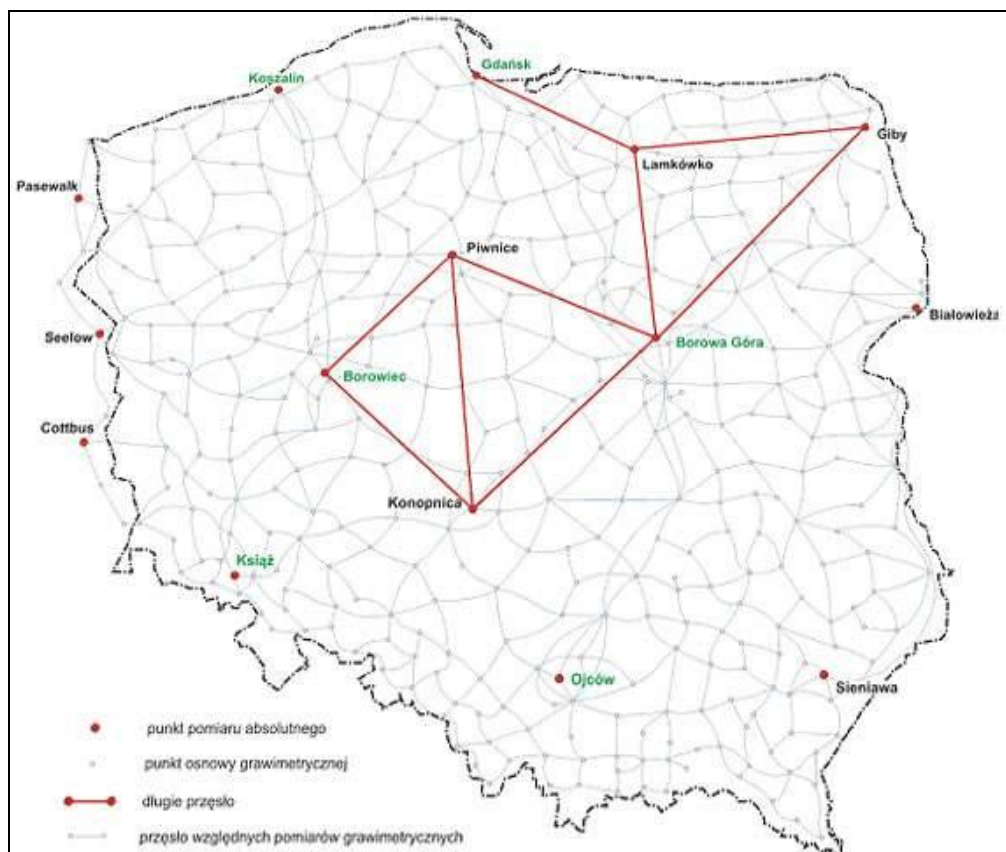
Rezultate buvo sukurtas naujas katalogas gravimetrinio pagrindo punktų, kuriame buvo pateikti 162 punktų duomenys sistemoje PIG-IGSN71, koordinatės sistemoje „1942“ su Krasovskio elipsoidu (<http://www.igik.edu.pl/index.php/pl/grawimetria/osnowy/239-system-igs71>).

1.3.5 POGK97(POGK99, POG04) gravimetriniai tinklai

Pagrindinis Lenkijos teritorijos gravimetrinis pagrindas POGK97 atsirado rezultate kai buvo išlyginti duomenys kurie buvo gauti IGIK 1997 metais. Jis buvo pripažintas valstybiniu tinklu ir galioja iki šios dienos. Išlyginimui panaudoti matavimai atlikti 1994-1997 metais. Tinklas buvo išlygintas panaudojant 6 absoliutinius taškus : Borova Gora, Borowiec, Gdanskas, Košalinas, Ksiaż ir Ojcov. Sunkio pagreičio reikšmės šiuose punktuose buvo nustatytos panaudojant balistinių prietaisą ir priėmė juos kaip be klaidų išlyginimo metų.

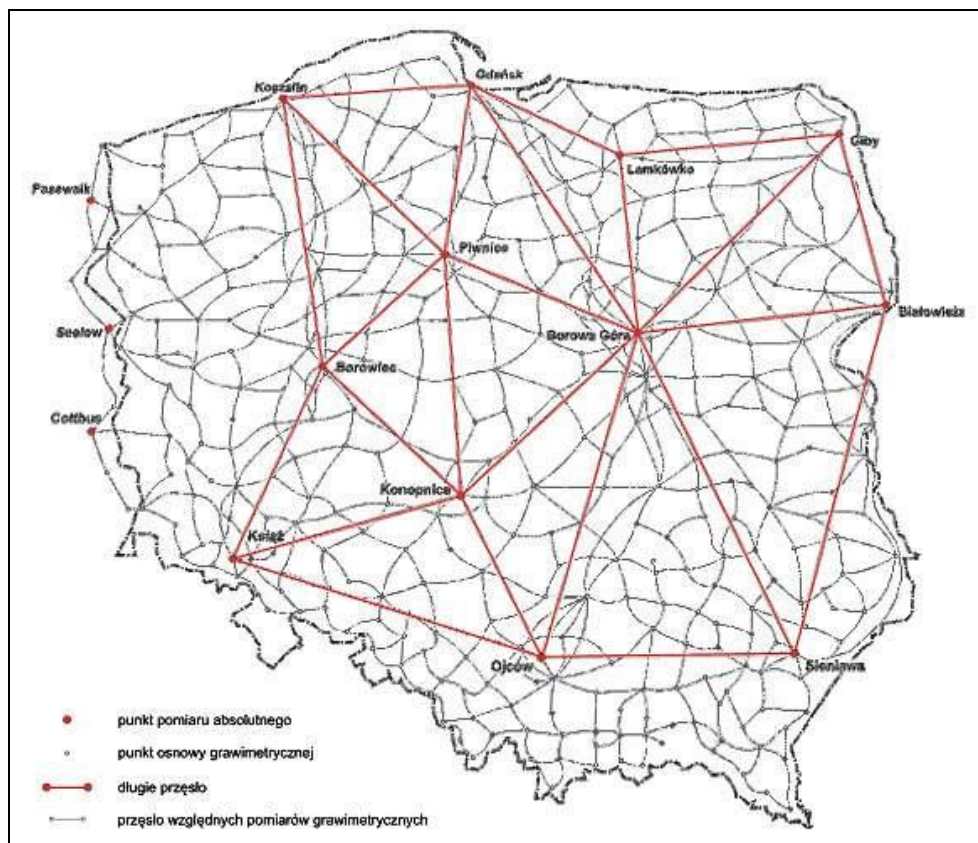
Šį pagrindą sudaro 363 punktai, iš kurių tik 18 išlikusių punktų iš ankstesnių I bei II klasės tinklų. Matavimai buvo atlikti kalibruotais gravimetrais LaCoste&Romberg, kurių tikslumas $\sigma_{\Delta g} = \pm 0,010mGal$. Punktų padėtis nustatytos iš topografinių žemėlapiu mastelių 1:50000 „1942“ sistemoje su paklaida $\sigma_x = \sigma_y = \pm 50m$. Punktų aukštis nebuvo nustatytas niveliacijos pagalba. Išlyginimas buvo atliktas IGIK 1998 metais. Tinklas buvo apdorotas su atskaitos tašku Borova Gora. Išlyginto sunkio pagreičio paklaida neviršijo $\sigma_g = \pm 0,010mGal$. Išlyginimo rezultatai buvo priimti kaip gravimetrinis Lenkijos tinklas – POGK97. Jis pateiktas pavyzdyje (1.10 pav.).

⁵ PBG- Przedsiębiorstwo badań geofizycznych

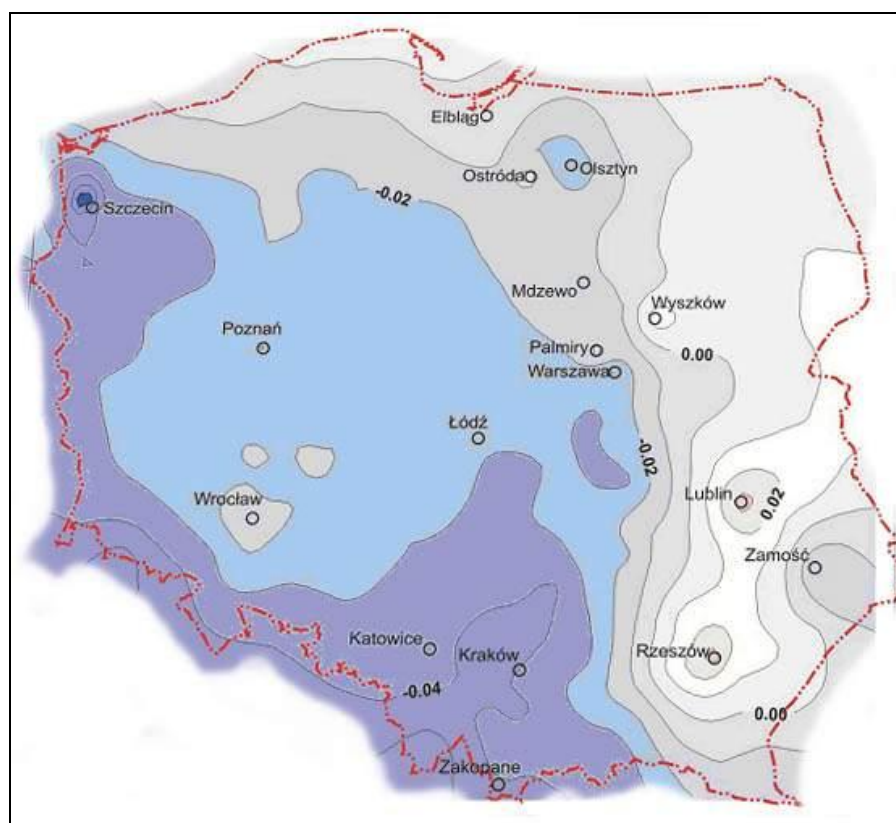


1.10 pav. POGK97 gravimetrinis tinklas

1999 metais IGiK atliko duomenų išlyginimą susikaupusios gravimetrinės medžiagos,. Taip buvo sukurtas POGK99 gravimetrinis tinklas. Išlyginimas buvo atliktas mažiausių kvadratų metodu išmetant pririšimo punktus, nes jie yra be klaidų, išskyrus fundamentinį punktą Borova Gora. Tinklas išligintas pririšant jį prie 15 absoliutinių punktų. Sunkio pagreičio reikšmės 12 iš jų sudaro nacionalinį gravimetrinį standartą. Likusieji 3 yra Vokietijos teritorijoje. Matavimai buvo atlikti 26 stygose jungiančiuose absoliutinius punktus, taip pat ir tuos kurie yra užsienyje (Pasewalek, Seelow, Cottbus, Polom ir Vilnius). Rezultatai patalpinti kataloge, kuris apjungia 378 stotys (17 absoliučių stočių bei 6 sujungtos styga su pagrindu). 1.11 pav. pateikia šį gravimetrinį tinklą.



1.11 pav. POGK99 gravimetrinis tinklas

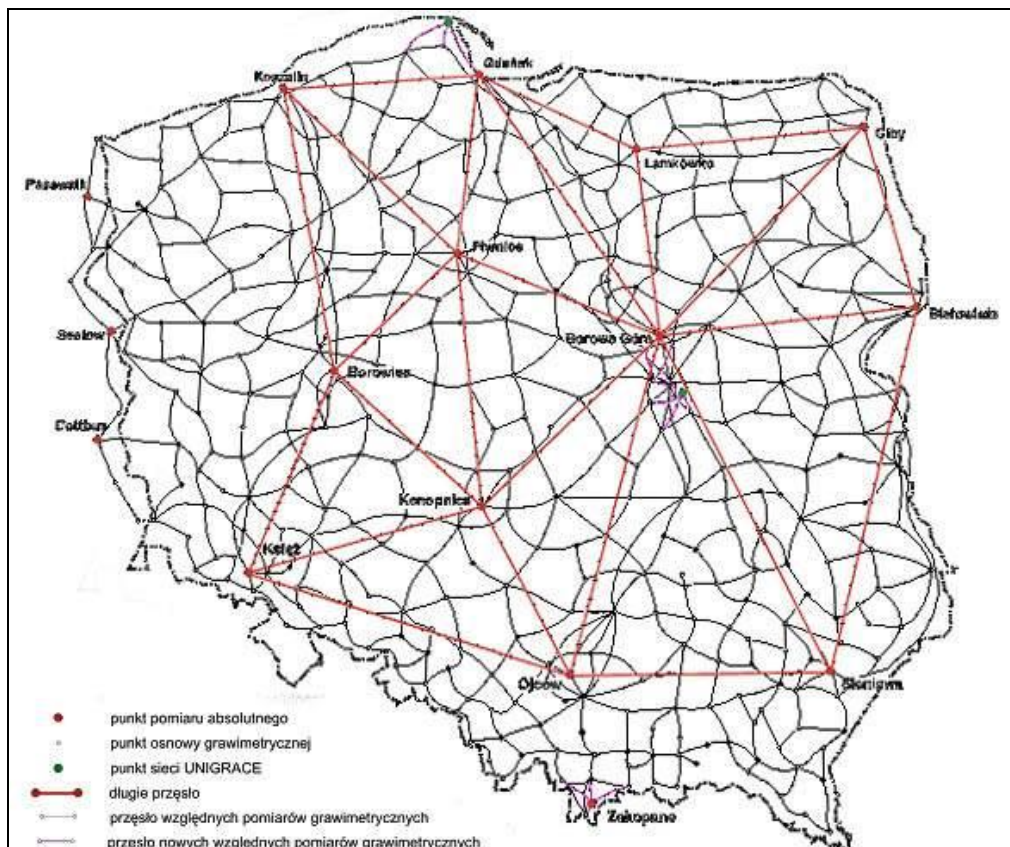


1.12 pav. Sunkio pagreičio skirtumai tarp POGK99 ir IGIK-IGSN71 tinklų mGal

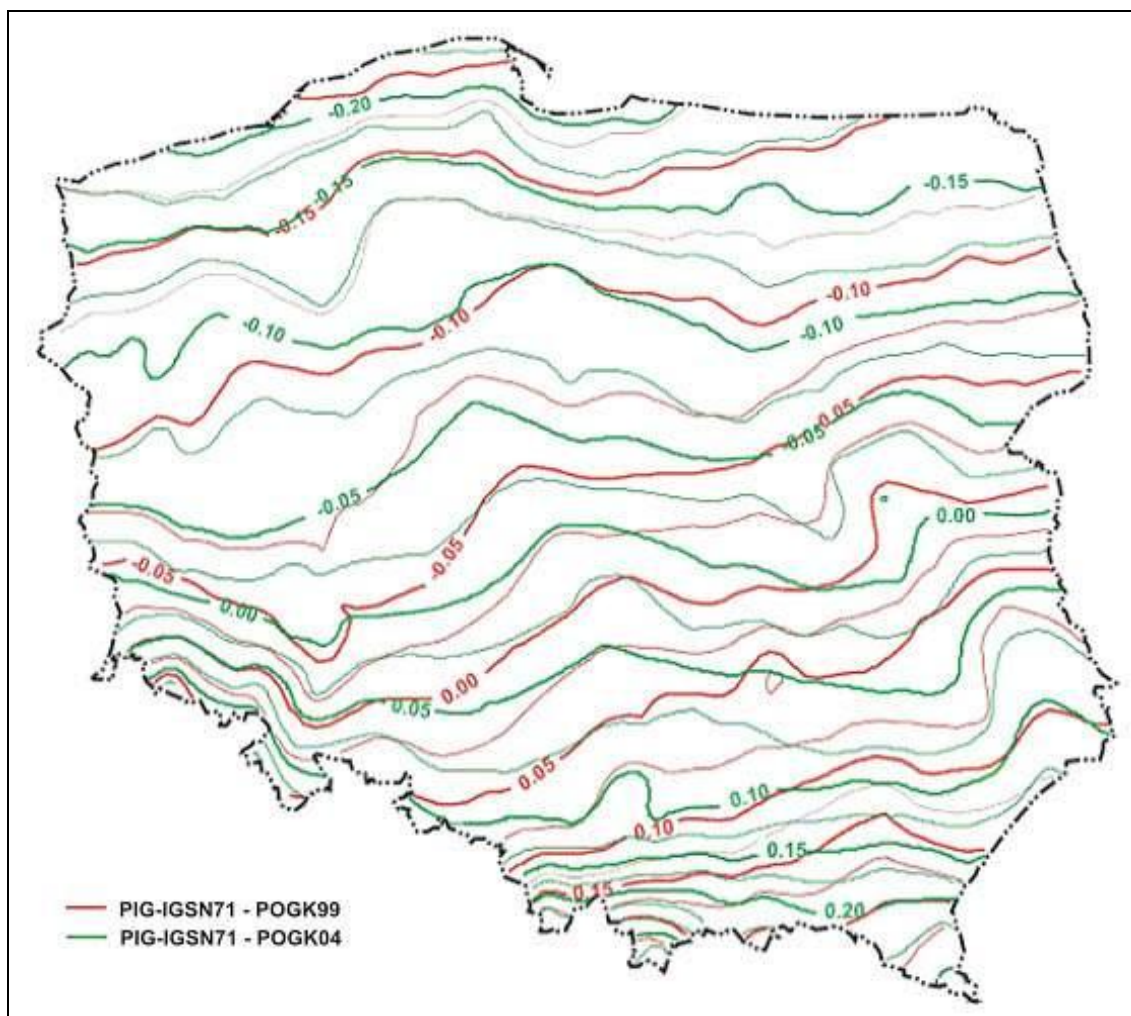
2005 metais IGIK naudojant visus matavimus atliktus 1994-2004 metais 383 punktuose, sukūrė naują gravimetrinį tinklą Lenkijos teritorijai POGK04. Absoliučių punktų skaičius padidėjo iki 13 bei stočių su santykiniais matavimais. Išlyginamas atliktas priišanč tinklą prie 16 absoliučių punktų, 13 punktų Lenkijos teritorijoje, o 3 Vokietijos teritorijoje. Punktas „Borova Gora“ laikomas kaip be klaidų, o kitiems 15 punktų buvo priskirta išskaičiuota sunkio pagreičio paklaida.

1997-1998 metais UNIGRACE projekto metu buvo atlikti absoliutūs matavimai 2 punktuose : Juzefoslavas ir Krokuva. Šie duomenys buvo panaudoti neoficialiame duomenų apdorojime.

2004 metais buvo įkurtas absoliutus gravimetrinis punktas Kasprovy Vierch. Styga Zakopanė-Kasprovy Vierch dabar naudojama kaip gravimetrinė kalibravimo bazė Tatruose (<http://www.igik.edu.pl/index.php/pl/grawimetria/osnowy/240-podstawowa-osnowa-grawimetryczna-polski-pogk97-pogk99-pog04>).



1.13 pav. POGK04 gravimetrinis tinklas

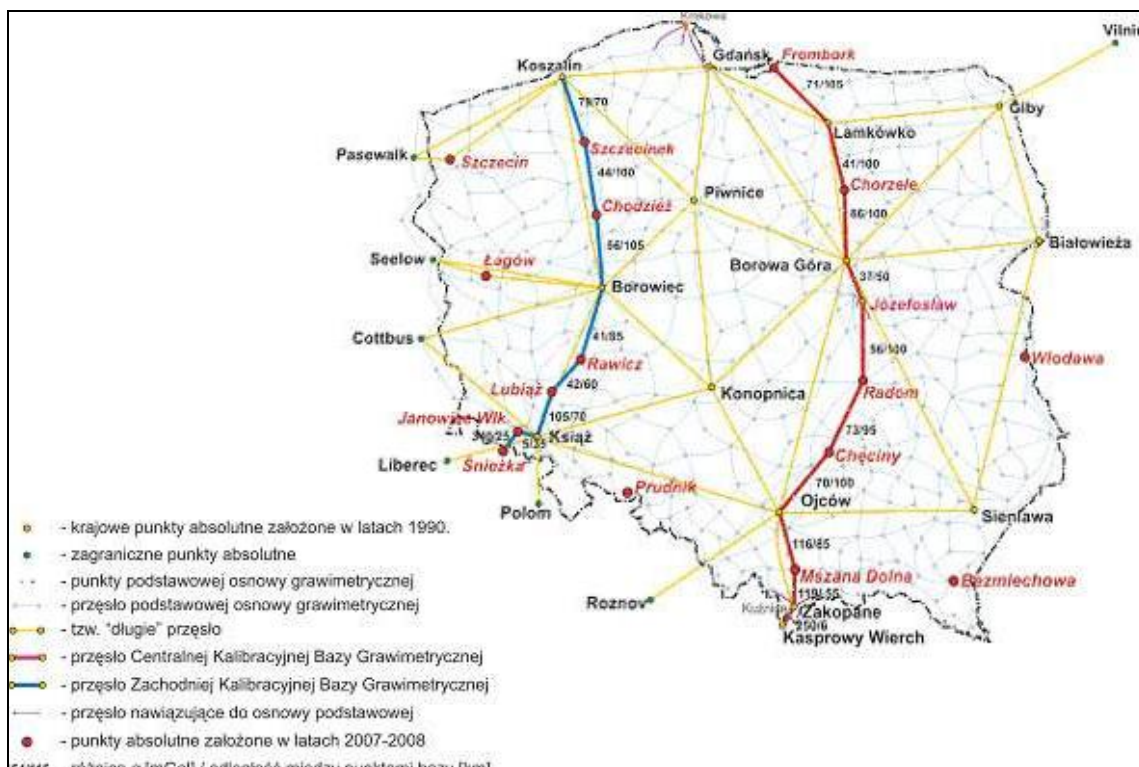


1.14 pav. Sunkio pagreičio skirtumai tarp PIG-IGSN-71,POGK99 bei POGK04

1.3.6 Gravimetrinio tinklo modernizacija.

Gravimetrinių matavimų modernizacijai 2007-2008 metais buvo įsteigti bei pamatuoti 5 nauji absoliutiniai punktai, kurie papildo jau esama 0 klasės absoliutųjų tinklą bei 11 punktų, kurie išdėstyti išilgai gravimetrinių kalibravimo bazių. Matavimai atlikti balistiniais gravimetrais FG5-230.

Gravimetrinių tinklų modernizacija parodytą žemiau pateiktame pavyzdyje (1.15 pav.).



1.15 pav. Gravimetrinių tinklų modernizacija

Visi naujai įkurti punktai IGIK komandos pagalba buvo priskirti prie nacionalinio gravimetrinio pagrindo santykinių matavimų pagalba. Jie buvo išmatuoti gravimetrais LaCoste&Romberg (<http://www.igik.edu.pl/index.php/pl/grawimetria/osnowy>) .

1.4 Lietuvos teritorijos gravimetrinis tinklas

1994 metais sudarytas Lietuvos valstybinis gravimetrinis nulinės klasės tinklas. Jo punktuose VILNIUS, KLAIPĖDA ir PANEVĖŽYS pirmą kartą Lietuvoje atlikti absoliutiniai sunkio pagreičio matavimai balistiniu gravimetru *JILA*g-5. 2002 metais tuo pačiu metu gravimetru sunkio pagreičio matavimai buvo pakartoti dar kartą. Kiekviena matavimų serija truko 5 min. Per šį laiko tarpą buvo stebimi 25 kritimai. Lentelėse 1. ir 2. pateiktas matavimų laikas, aukštis ir apimtis.

1 lentelė. 1994m. atliktų absoliutinių matavimų trukmė ir apimtis

Gravimetrinis punktas	Matavimų laikas	Matavimų aukštis, mm	Serių skaičius	Kritimų skaičius
VILNIUS	07 15 – 17	826	168	4200
KLAIPĖDA	07 22 – 23	835	140	3500
PANEVĖŽYS	07 28 – 29	832	110	2750

2 lentelė. 2002 m. atliktų absoliutinių matavimų trukmė ir apimtis

Gravimetrinis punktas	Matavimų laikas	Matavimų aukštis, mm	Serių skaičius	Kritimų skaičius
VILNIUS	08 04 – 05	832	102	2550

KLAIPĖDA	08 07 – 09	842	142	3550
PANEVĖŽYS	08 11 – 13	843	144	3600

Matuojant buvo atsižvelgta į atmosferos sąlygas, temperatūrą ir kitus aplinkos veiksnius. Apdorojant gautus duomenis – į atmosferos trauką, Žemės polių judėjimą, dangaus kūnų poveikį. Matavimų duomenis stipriai įtakojo Mėnulio ir Saulės pataisos iki 103,8 μGal .

Įvertinus visas paklaidas pagal 1994 ir 2002 m. matavimus, nulinės klasės punktuose VILNIUS, KLAIPĖDA ir PANEVĖŽYS nustatyta 5 μGal sunkio pagreičio paklaida.

1994 ir 2002 m. atliekant matavimus panaudotas vidutinis vertikalusis sunkio pagreičio gradientas, kurio pagalba buvo nustatytos sunkio pagreičio reikšmės (3, 4. lentelės).

3 lentelė. 1994 m. matavimų duomenų redukavimas

Gravimetrinis punktas	g_h , μGal	W_{zz} , $\mu\text{Gal/m}$	Δg_0 , μGal	g_0^{94} , μGal
VILNIUS	51,2	-288,0	237,8	981459089,0
KLAIPĖDA	09,5	-310,5	259,3	981547768,8
PANEVĖŽYS	17,1	-294,5	245,0	981527062,1

4 lentelė. 2002 m. matavimų duomenų redukavimas

Gravimet rinis punktas	g_h , μGal	W_{zz} , $\mu\text{Gal/m}$	Δg_0 , μGal	g_0^{02} , μGal
VILNIUS	8,7	-288,0	239,6	98145907
DA KLAIPĖ	2,9	-310,5	261,5	98154776
ŽYS PANEVĖ	9,6	-294,5	248,3	98152705

1994 ir 2002 m. matavimų duomenų skirtumai pateikti 5 lentelėje. Dėl nedidelio duomenų (10,7 μGal) skirtumo naudojamos vidutinės sunkio pagreičio reikšmės (5 lentelė).

5 lentelė. Vidutinės sunkio pagreičio reikšmės

Gravimet rinis punktas	Δg_0^{02-94} , μGal	Δg_0^v , μGal	Δg_s^v , μGal	m_g , μGal
VILNIUS	-10,7	98145908	98145908	5

		3,6	6,5	
DA	KLAIPĖ	-4,4	98154776	98154776
		6,6	9,7	5
ŽYS	PANEVĖ	-4,2	98152706	98152706
		0,0	2,9	5

Taip pagal šiuos duomenis buvo sudarytas Europos naujos sunkio sistemos Lietuvoje pagrindas, kurio gravimetriniai punktai VILNIUS ir PANEVĖŽYS išsidėstę dienovidinio kryptimi.

Norint tiksliau įvertinti sunkio pagreičio kitimą, matavimai atliekami kas 5 metus, kartojant gravimetrinių punktų niveliaciją, tikrinant grunto drėgmę ir gruntinio vandens lygį (Petroškevičius P., 2005).

1998 metais sudarytas Lietuvos gravimetrinis tinklas, kuriuo remiantis įvertintas esamas Lietuvos gravimetrinis pagrindas. Norint, Lietuvos teritorijos IGSN 71 sistemos gravimetrinį tinklą, išplėsti buvo sudarytas naujas Lietuvos valstybinis gravimetrinis pirmosios klasės tinklas. 1998 - 2001 metais bendradarbiaujant su Varšuvos Geodezijos ir kartografijos institutu ir NIMA (JAV) specialistais šešiais gravimetrais *LaCoste & Romberg* buvo atlikti pirmosios klasės tinklo gravimetriniai matavimai. Visi gravimetrai prieš matavimus buvo kalibruoti panaudojant Lietuvoje ir Lenkijoje esančius absoliutinių sunkio pagreičio matavimų punktus.

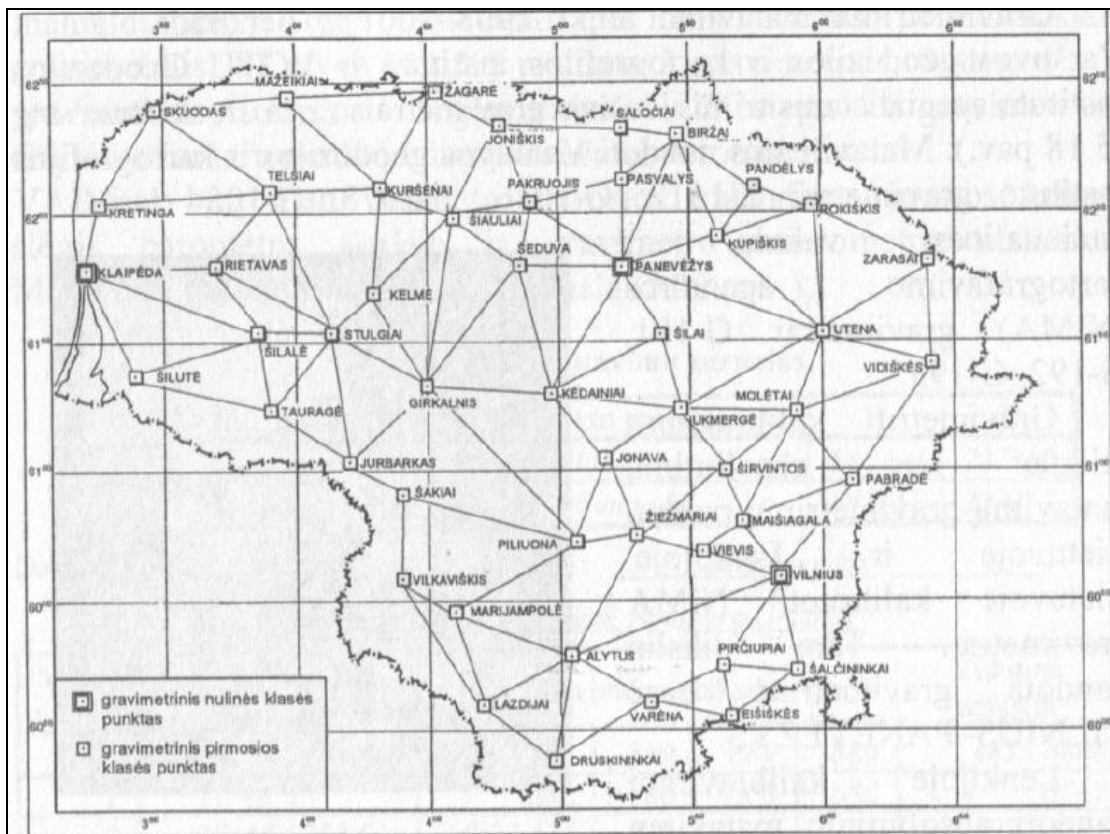
Jis sujungia 51 punktą. Atraminiais punktais parinkti absoliutinių sunkio pagreičio matavimų punktai - Vilnius, Klaipėda ir Panevėžys. Visi gravimetriniai punktai Lietuvos teritorijoje išsidėstę tolygiai. Punktų vietos parenkamos taip, kad būtų ne tik patogų niveliuoti, bet ir atlikti sunkio pagreičio matavimus. Buvo parenkamos vietos ant kapitalinių pastatų dažniausiai tai būdavo laiptai.

Įrengiant naują gravimetrinio tinklo punktą vieta buvo derinama jau su esamais ir suprojektuotais didžiausio tikslumo geodeziniu tinklu. Šiaulių

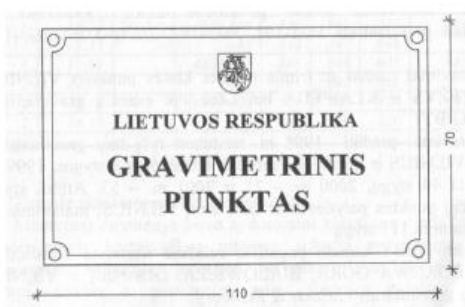
Gravimetriniai punktai pažymimi žyme. Jį įbetonuojama į pastatų pamatus ar laiptus. Prie šių pastatų įrengiamos gravimetrinių punktų informacinės lentelės. Jos žymi punkto vietą (1.17 pav.). Įrengiamas sieninis reperis, jei punktas neturi reperių. Antrosios klasės niveliacijos tikslumu buvo nustatytas aukščių skirtumas tarp reperių ir gravimetrinių punktų žymių. Niveliavimu nuo artimiausių reperių nustatytas normalinis punktų aukštis, koordinatės – pagal topografinius žemėlapius M 1:10000, o punktų, sutampančių su GPS punktais, koordinatės gautos GPS metodu, kurios apskaičiuotos LKS 94 sistemoje.

Matavimai buvo susieti su trimis nulinės klasės punktais - Vilnius, Panevėžys ir Klaipėda ir su Lenkijoje esančių GIBY punktu. Pradedant 1998 metais matavimus buvo nustatinėjamas ryšys tarp gravimetrinių punktų Vilnius ir GIBY ir išmatuotos 3 stygos, 1999m – 40 stygų, 2000 m. – 21

ir 2001 m. – 53. Stygos, jungiančios palydovus ir Vilniaus GPS stotį, taip pat buvo matuotos. Per 1999–2001 laikotarpį išmatuota 117 stygų. Stygos matuotos po 3 kartus – 6 gravimetrais. 81 styga matuota trimis gravimetrais, 8 stygos – 4, 7 stygos – 5 ir 21 styga – 6 gravimetrais. Gravimetrai buvo pervežami automobiliais iš vieno punkto į kitą.



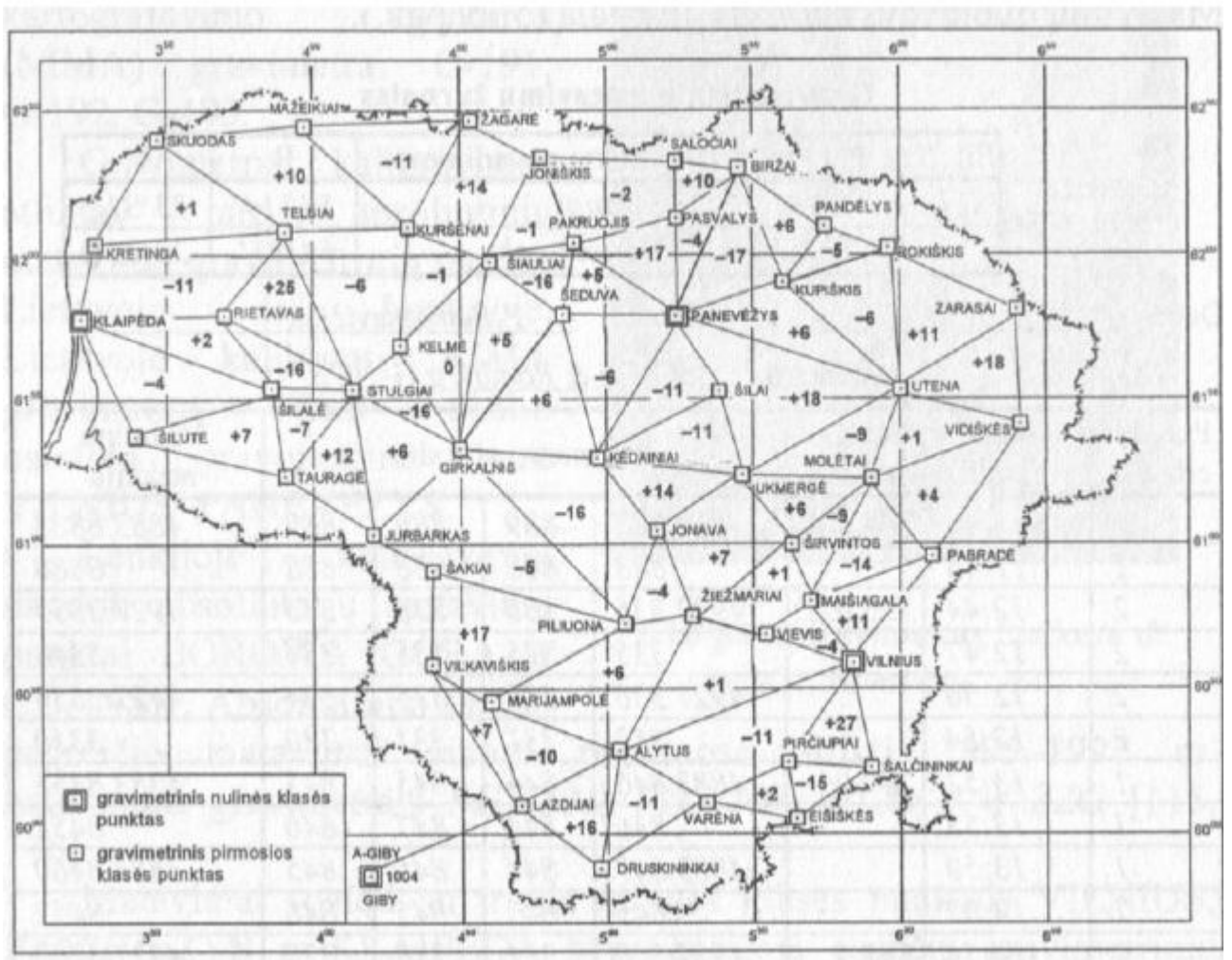
1.16 pav. Lietuvos valstybinis pirmosios klasės gravimetrinis tinklas



1.17 pav. Gravimetrinio punkto informacinė lentelė

Matavimų duomenys buvo apdorojami kiekvieną dieną specialia programine įranga. Apdorojimo metu skaičiuota vidutinė sunkio pagreičio reikšmė ir prieaugio vidutinė kvadratinė paklaida, Mėnulio – Saulės ir gravimetro nulinės slinkties paklaidos. Sunkio prieaugis buvo matuotas kiekvienam gravimetrai. Rezultatų analizė parodė, kad visi gravimetrai yra vienodo tikslumo.

Pirmosios klasės gravimetrinio tinklo punktų uždarytų figūrų nesąryšiai parodyti 1.18 pav.



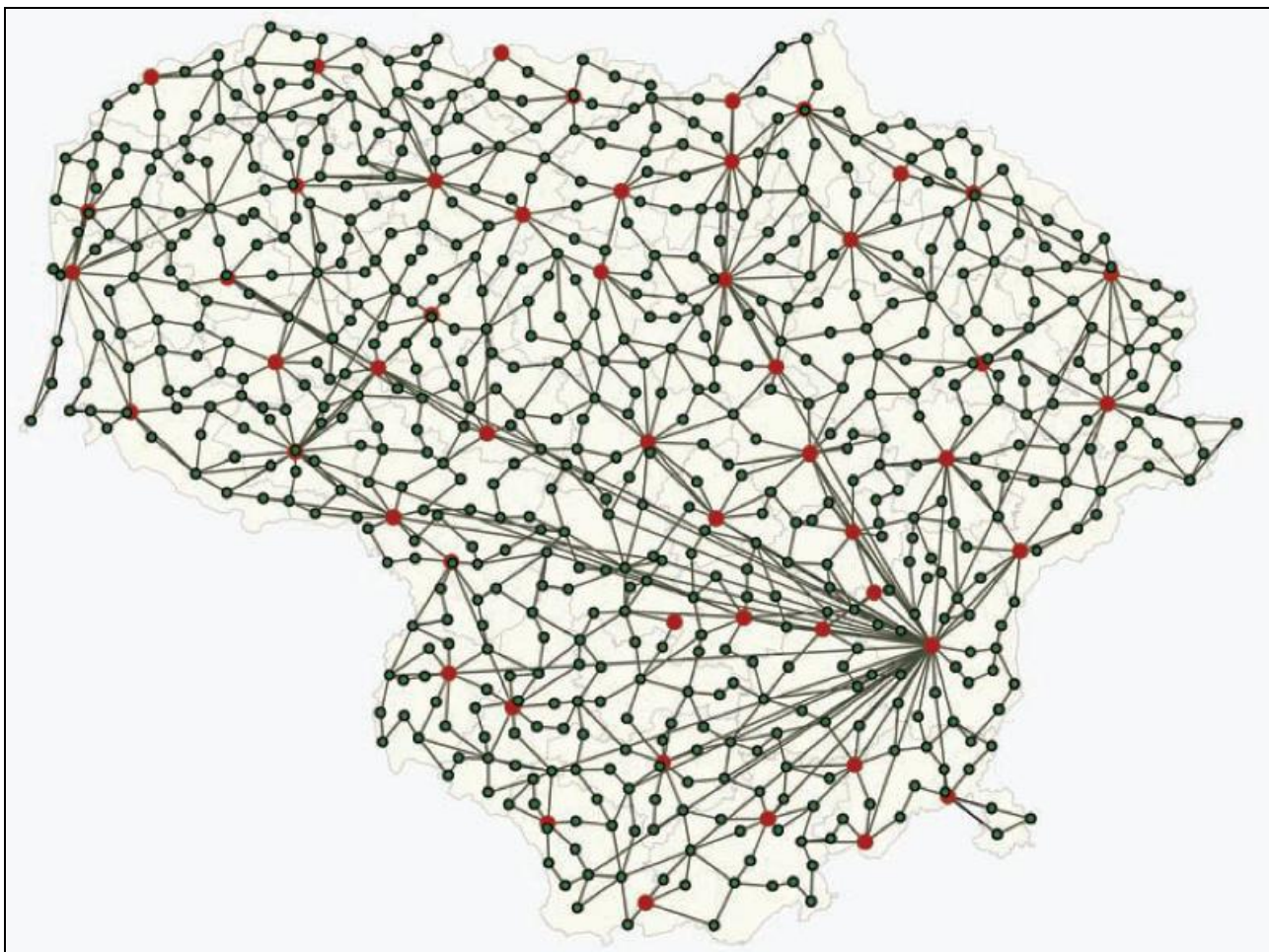
1.18 pav. Pirmosios klasės gravimetrinio tinklo punktų uždarų figūrų nesąryšiai

Matavimai apdoroti panaudojant GRAVSOFIT programinį paketą įvertinant į Mėnulio ir Saulės trauką bei gravimetrų nulinę slinktį. Sunkio pagreičio skirtumų vidutinė kvadratinė paklaida neviršija $5 \mu Gal$. Buvo sukurtas tikslus gravimetrinis pagrindas nuodugniems gravitacijos lauko tyrimams ir kitiems darbams atlikti (<http://www.gi.ap.vgtu.lt/?id=2268.1550#5>).

1.5 Antrosios klasės gravimetrinis tinklas

2007-2009 metais buvo sudarytas antrosios klasės gravimetrinis tinklas, kuris sutankino nulinės bei pirmosios klasės tinklą. Šį tinklą sudaro 635 punktai. Šis tinklas parodytas 1.19 pav. Nulinės ir pirmosios klasės punktai pažymėti raudona spalva, antrosios klasės punktai

žymimi žalia spalva, linijos žymi matuotus sunkio pagreičio skirtumus.



1.19 pav. Antrosios klasės gravimetrinis tinklas

Sudarant ir projektuojant tinklą buvo atsižvelgiama į kelių tinklą bei punktų vietos tinkamumą gravimetriniams ir geodeziniais matavimas. Dauguma antrosios klasės gravimetrinių punktų įrengti prie bažnyčių. Į tinklo sudėti įtrauktį 25 gravimetriniai punktai, kurie įrengti prie nuolat veikiančių GPS stočių. Buvo panaudotas GPS metodas gravimetriniams punktams koordinuoti remiantis LITPOS nuolat veikiančių stočių tinklu, normaliniai aukščiai apskaičiuoti naudojant Lietuvos kvazigeoido modelį.

Matuojama mažiausiai tris stygas iki valstybinio gravimetrinio nulinės arba pirmosios klasės punktų su mažiausiai dviem santykiniais gravimetrais. Sunkio pagreičio nustatymo tikslumas užtikrinamas $20 \mu\text{Gal}$ ties GPS stotimi, ir GPS stočių geopotencialinių aukščių nustatymas.

Matavimai buvo atliekami keturiais santykiniais gravimetrais *Scintrex CG-5* (NR.182,183,184 ir 185). Juos suskirstė poromis : pirmoji pora – Nr.182 ir 184, antroji pora – 183 ir 185. Panaudoti punktai Vilnius ir Panevėžys gravimetrams kalibruoti. Šiuose punktuose buvo

matuojamas sunkio pagreitis. Matuota ties vertikaliojo tinklo geodeziniais punktais, kurie įrengti tuose pačiuose pastatuose kaip ir GPS stočių antenų pagrindai. Atlikti matavimai apdoroti GRAVSOF programinio paketo procedūromis. Išlygintų sunkio pagreičio reikšmių tikslumas siekė 3 – 7 mGal, o vidutinė vieno matavimo kvadratinė paklaida – 17 mGal (Birvydienė, R. 2009).

2. GRAVIMETRINIAI MATAVIMAI

2.1 Gravimetras *Scintrex CG-5*

Scintrex CG-5 – tai automatinis mikroprocesorinis gravimetras, kuriuo matavimų diapazonas siekia iki 8000 mGal, atskaitymo tikslumas – 0.001 mGal. Šios savybės leidžia gravimetrą naudoti tiek aukšto tikslumo sunkio lauko tyrimui, tiek plataus masto geodeziniais matavimams.

Pagrindinis šio prietaiso privalumas – jog tai automatinis prietaisas. Matavimai pradedami vos vieno mygtuko paspaudimu, toliau prietaisas atskaitas atskaito automatiškai. Vienai atskaitai gauti daugeliu atveju pakanka vienos minutės. Jei reikalinga atlikti detalesnį tyrimą – gravimetras nustatomas į automatinio atskaitymo režimą. Šiuo atveju, prietaisas atskaitas apskaičiuoja išvesdamas vidurkį iš 6 Hz dažnio matavimų. Galutinės atskaitos pateikiamos mGal.

Vienas iš labiausiai įvairiapusių ir pažangių sistemų skirtas: naudingų iškasenų žvalgybai, detaliems lauko tyrimams, inžineriniams darbams, vulkanologijai, naftos ir dujų žvalgybai, regioniniams gravitaciniams tyrimams, matavimams vandenynuose, bei sausumoje, geologiniam kartografavimui. Šiuo metu šis prietaisas yra vienas iš patikimiausių ir tiksliausių (2.1 pav.).



2.1 pav. Gravimetras *Scintrex CG-5*

Šis gravimetras yra lengvesnis ir mažesnis, turi didesnę ekraną. *Scintrex CG-5* gali būti valdomas su minimaliomis operatoriaus pastangomis, nes atskaitos yra nuskaitomos automatiškai,

tai sumažina nuskaitymo klaidų tikimybę. Kiekvienas matavimas yra parodomas mGal. Prietaisas atlieka skaitymą be perstojo. Duomenys yra išsaugomi Flash atmintyje ir gali būti perkelti į kompiuterį.

Į prietaiso korpusą kartu sumontuota valdymo sistema, akumuliatorius bei sunkio jutiklis. Dėl šių konstrukcinių savybių matavimų metu sunkio jutiklis išlieka neličiamas, todėl pasiekiamas didesnis stabilumas, išvengiama atsitiktinių paklaidų. Prietaiso korpusas sumontuotas ant trijų sraigtų kelmelio, taip dar labiau padidinant stabilumą.

Prieš matavimus, gravimetras gulsčiuojamas kelmelio sraigtais, po to gulsčiavimo tikslumas didinamas gravimetre įdiegta elektronine-programine gulsčiavimo sistema.

6 lentelė. Gravimetro *Scintrex CG-5* ypatybės:

Daviklio tipas	Lydytas kvarcas su elektrostatinių kompensatoriumi
Jautrumas	0,001 mGal
Nulio slinktis	0,02 mGal per parą
Jutiklio tipas	Įmagnetėjimui atsparus lydytas kvarcas
Automatinė posvyrių korekcija	+/- 200 kampinių sekundžių
Atmintinės talpa	1Mb
Prievadas (ang. I/O port)	USB
Ekranas	1/4 VGA 320x240 pikselių
Prietaiso dydis ir svoris	31x22x21 cm 8 kg, įskaitant akumuliatorių
Darbinės temperatūros	nuo -40°C iki + 45°C
Automatinės pataisos	Temperatūros Prietaiso posvyrių Mėnulio-Saulės Seisminio aktyvumo Vibracijų
Veikimo diapazonas	8000 mGal neperstačius

(CG – 5 Scintrex Autograv System operation manual)

Šio prietaiso parametrai leidžia mums atlikti aukšto tikslumo matavimus ir gauti puikius rezultatus, nes prietaisas yra visiškai automatizuotas. Prietaiso dėžė yra nelaidi vandeniui. Ilgesniam prietaiso naudojimui rekomenduojama laikytis nurodymų :

- Išimant prietaisą iš transporto priemonės ir dedant ant trikojo vengti smūgių ir krestelėjimų;

- Vežant prietaisą reikia padėti jį ant lygaus paviršiaus, ar minkštos sėdynės, kuri yra apvilktą smūgiams atsparia medžiaga, be to prietaisą reikia pritvirtinti su saugos diržu.

Paruošiant prietaisą darbui jis yra pastatomas ant trikojo. Trikojis veikia dvejopai:

- Užtikrina prietaiso pastovumą laukuose, kur žemė yra nelygi ir kintamo kietumo,
- Sraigtų pagalba leidžia naudotojui tiksliai išgulsčiuoti gravimetą.

Ten, kur žemė yra labai nepastovi, minkšta arba sunkiai pasiekiamą, rekomenduojama standartinį stovą pritvirtinti prie geodezinio stovo. Įjungus prietaisą pirmą kartą arba po 48 valandų, reikia laikytis šių reikalavimų:

- Energijos tiekimas – kroviklio pagalba galima padidinti energiją,
- Įšildymo periodas – prijungus baterijų kroviklių prie prietaiso, po keturių valandų pasiekiamą valdymo temperatūra,
- Stabilizacijos periodas – prietaisas paliekamas 48 valandoms, kad stabilizuotųsi ir išiltų daviklis

Tikrinimas ir slinkties atitaisymo nustatymas – šis procesas apima gravimetro veikimą maždaug 24 valandas pagrindiniame punkte arba automatinio kartojimo režime (CG – 5 Scintrex Autograv System operation manual).

2.2 Antrosios klasės gravimetrinių matavimų metodika

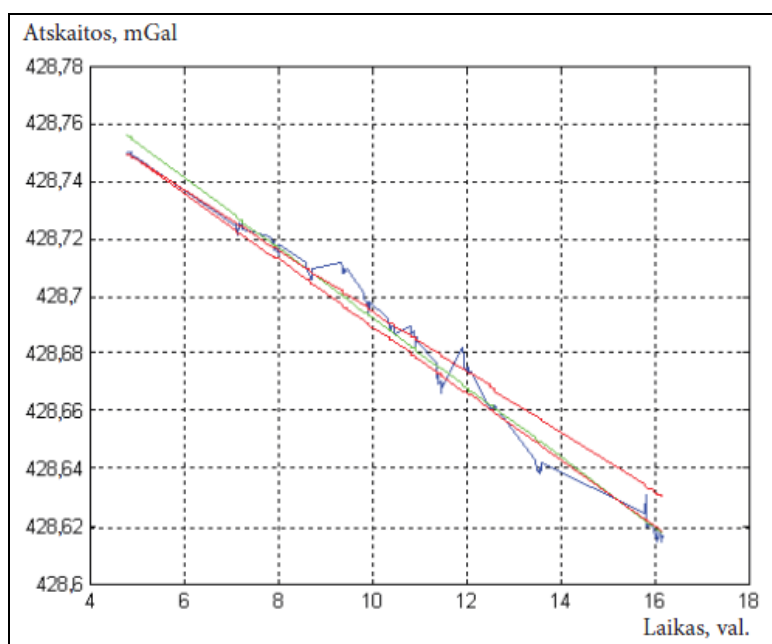
Matavimai atlikti keturiais gravimetrais *Scintrex CG-5*. Tai automatiniai gravimetrai. Gravimetrai prieš kiekvieną matavimų sezoną ir po jo buvo kalibruojami. Tam tikslui buvo pasirinkta dienovidinio kryptimi einanti kalibravimo bazė Eišiškės – Saločiai, jungianti absoliučiąjų matavimų gravimetrinius punktus „Vilnius ir Panevėžys“ bei pirmosios klasės punktus „Eišiškės ir Saločiai“. Sunkio pagreičio kalibravimo bazės prieaugis siekia 201 mGal. Kalibravimo metu matavimai buvo vykdomi reisu - Vilnius, Panevėžys, Saločiai, Panevėžys, Vilnius, Eišiškės, Vilnius. Reiso trukmė – 12 valandų. Vieno kalibravimo metu Buvo atliekami 2 reisai. Gautų rezultatų apdorojimui panaudotas programinis paketas GRAVSOFIT.

Punktuose matavimai atliekami 2 gravimetrais. Dienos matavimai dažniausiai vyko uždaro reiso metu, be naujų punktų įtraukiant pirmosios, bei jei yra galimybė, įtraukiant ir nulinės klasės punktus. Šie veiksmai užtikrina patikimo tinklo susiejimą su jau esamu gravimetriniu tinklu. Taip pat galima stebėti gravimetrų veikimo ir matavimų duomenų kokybę. Buvo atlikti 87 reisai.

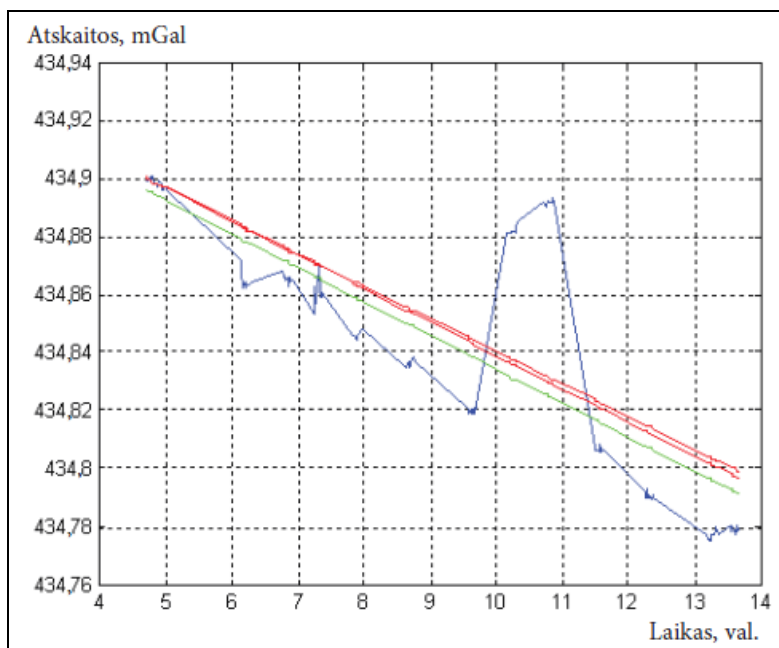
Projektuojant matavimų reišius stengtasi sudaryti išmatuotomis stygomis uždarus poligonus, kurių viršūnių skaičius neviršytų 7. 282 punktuose matavimai atlikti du ir daugiau kartų.

Atliekant matavimus gravimetrai statomi ant tvirto pagrindo, dažniausiai betoninio, apsaugomi nuo lietaus bei tiesioginių saulės spindulių poveikio. Saulės spindulių poveikis daro didelę įtaką gravimetų pastovumui. Įrašomos punkto koordinatės prieš matavimus ir atlikus gulsčiavimą atliekami 10 ciklų po 55 s matavimai. Matavimo metu įvertinamos gravimetro posvyrių ir temperatūrinės pataisos, naudojamas seisminis filtras, skaičiuojamos potvynių ir atoslūgių pataisos. Atliekant antro sezono matavimus pastebėti didesnį atskaitų pakitimai punkte. Pereita prie dviejų matavimų po penkis ciklus. Jei pakitimas tarp atskaitų per 10 minučių viršija $10 \mu Gal$ matavimai kartojami. Matavimus reikdavo kartoti pastebėjus pašalinių trukdžių įtaką (vėjas, pravažiuojantis automobiliai).

Atlikus matavimus buvo atlikta duomenų analizė įvertinant posvyrio ir temperatūrinės pataisas, gravimetro atskaitų paklaidas ir atmestų matavimų skaičių. Naudojant programinį paketą MATLAB aplinkoje sudarytas programos, buvo atliekama atskaitų kontrolė nustatomas maksimalus atskaitų kitimo diapazonas viename punkte, skirtumas tarp pradinės ir galutinės atskaitų. Skaičiuojamos redukuotos gravimetro atskaitos pritaikius kalibravimų koeficientų reikšmes. Atlikus šiuos veiksmus buvo braižomi dviejų gravimetų per vieną reisą redukuotųjų atskaitų skirtumų grafikai. Pavyzdyje mėlyna spalva vaizduojamas – atskaitų skirtumas, raudona – prognozuojamas skirtumų kitimas, žalia – atskaitų skirtumų aproksimavimo kreivė.



2.2 pav. Redukuotųjų atskaitų skirtumai (2007-11-20)



2.3 pav. Redukuotųjų atskaitų skirtumai (2007-10-29)

Iš grafikų galime gauti papildomos informacijos apie gravimetrų veikimo kokybę reiso metu, taip pat matyti reiso punktus, kuriuose galimi staigūs gravimetrų nulio slinkčių pokyčiai (Birvydienė, R., 2009).

Gravimetrinių matavimų rezultatų apdorojimas ir tikslumo įvertinimas

Matavimų rezultatų apdorojimas atliktas GRAVSOFIT programiniu paketu. Pirmasis etapas: skaičiuojamos redukuotosios atskaitos. Antrasis etapas: atliekamas išlyginimas. Nustatytos prieš matavimus kalibravimo koeficientų reikšmės buvo panaudotos apdorojant pradinis matavimų rezultatus. Matavimų apdorojimas buvo vykdomas iškart po matavimų siekiant nuolat kontroliuoti matavimų duomenis. Pirmiausia apdorojami kiekvieno reiso gravimetro duomenys, tada abiejų gravimetrų duomenys bendrai. Gavus patenkinamus rezultatus, reiso duomenys buvo pridedami prie iki tol išmatuotos tinklo dalies ir kartu išlyginami. Šis duomenų apdorojimo metodas buvo taikomas visiems rezultatams apdoroti.

3. MATAVIMŲ DUOMENŲ BAZĖS SUDARYMAS

Šios darbo dalies tikslas – suformuoti duomenų bazės maketą gravimetrinių matavimų analizei, apgalvoti duomenų bei apsiikeitimo jais standartus ir formatus, tinkamai sugrupuoti informaciją duomenų bazėje.

Darbą atlikau *Microsoft Visual FoxPro 9.0* programiniu paketu. Sukūriau duomenų bazę ir duomenų bazės lenteles pradiniais duomenims kaupti (dvi) ir skaičiavimų rezultatams kaupti

(viena). Šiame duomenų bazės makete galima atlikti įvairias procedūras: duomenų įvedimo, redagavimo, peržiūros, darbo pabaigos.

3.1. Matavimo duomenų bazės sudarymas

Duomenų bazė yra organizuotas (susistemintas, metodiškai sutvarkytas) duomenų rinkinys, kuriuo galima individualiai naudotis elektroniniu ar kitu būdu. Duomenų bazės valdymo sistema – tai programų rinkinys, reikalingas duomenų kaupimui, skaidymui, tvarkymui, analizei ir pateikimui.

Sukurtas duomenų bazės maketas gravimetrinių matavimų metodikai analizuoti. Jame galima rasti informaciją apie gravimetrinius punktus, standartinius nuokrypius, sunkio reikšmes, jų skirtumus, paklaidas, nulio slinktį, taip pat galime išskaičiuoti tikslumą pagal dvigubų matavimų skirtumus. Šiame sukurtame duomenų bazės makete galima atlikti įvairias procedūras: duomenų kaupimo, įvedimo, redagavimo, paieškos bei tikslumo pagal dvigubus skirtumus skaičiavimą, pagalbos ir darbo pabaigos.

Duomenų bazės maketo kūrimui naudotas *FoxPro* programinis paketas, kuris skirtas reliacinių duomenų bazių kūrimui ir valdymui. Ši duomenų bazės valdymo sistema vartotojui suteikia lanksčias galimybes lengvai surasti ir atrinkti reikalingus duomenis pagal vieną ar kelis kriterijus, tuos duomenis rūšiuoti, grupuoti, vaizduoti juos pageidaujama forma. Taip pat leidžia vykdyti apibendrinančius matematinius, statistinius skaičiavimus ir kurti įvairių formatų ataskaitas. Be to, suteikiama galimybė rašyti bei derinti nuosavas taikomas programas, skirtas konkrečioms, specifiniams poreikiams patenkinti. Šioje duomenų bazių valdymo sistemoje atliekamos tokios funkcijos: duomenų bazės struktūros projektavimas, pildymas, kaupimas, redagavimas, duomenų vaizdavimas ir peržiūra, navigacija duomenų bazėje, duomenų paieška, rūšiavimas, grupavimas, ataskaitų generavimas, taikomųjų vartotojo programų kūrimas. Be to, *FoxPro*, užtikrina duomenų korektiškumo, neprieštaringumo ir pilnumo kontrolę, leidžia įslaptinti tam tikrus duomenis, uždrausti nesankcionuotą priejimą prie jų.

Visą programinį paketą sudaro:

- kontrolinis centras, kurio aplinkoje galima tiesiogiai apdoroti duomenų bazes;
- algoritminė kalba, skirta taikomųjų programų kūrimui;
- kompiliatorius, sukuriantis vykdomąsias *.exe programas;
- pagalbinių programų, palengvinančių įprastinių programų sudarymą, paketas.

3.2. Antrosios klasės gravimetrinių matavimų duomenys

Tyrimams ir duomenų bazei sudaryti naudoti Lietuvos gravimetrinio antrosios klasės tinklo matavimų duomenys. Gravimetriniai matavimai vykdyti 2007 m. spalio 16 d. matuoti gravimetrais Nr. 183 ir 184. Taip gauti du pradinių duomenų rinkiniai, kuriuose užfiksuota: gravimetrinio punkto platuma, ilguma, normalinis aukštis H (m), gravimetro atskaita (mGal), standartinis nuokrypis (mGal), pataisos d l polinkio pagal X ir Y ašis (μ Gal), temperatūros pokyčių (μ Gal), d l Mėnulio – Saulės traukos, matavimų laiko intervalas (s), atmestų matavimų skaičius, pasaulinis laikas M (h.m.s), šis laikas išreikštas paromis p , Žemės pataisa ir matavimų data (m.m.d). Šie parametrai fiksuojami visuose matavimų duomenų rinkmenose. 3.1 paveiksle pateikta reiso matuoto 2007-10-08 matavimų duomenų rinkmena.

```

/ CG-5 SURVEY
/ Survey name: VGTU6
/ Instrument S/N: 184
/ Client: G2Tinklas
/ Operator: PETRAS
/ Date: 2007/10/ 8
/ Time: 14:33:33
/ LONG: 25.3400000 E
/ LAT: 54.7000000 N
/ ZONE: 0
/ GMT DIFF.: 0.0

/ CG-5 SETUP PARAMETERS
/ Gref: 0.000
/ Gcal1: 8511.427
/ Tiltxs: 631.597
/ Tiltys: 675.537
/ Tiltx0: 106.677
/ Tilty0: 35.038
/ Tempco: -0.143
/ Drift: 0.136
/ DriftTime Start: 14:33:35
/ DriftDate Start: 2007/10/08

/ CG-5 OPTIONS
/ Tide Correction: YES
/ Cont. Tilt: YES
/ Auto Rejection: YES
/ Terrain Corr.: NO
/ Seismic Filter: YES
/ Raw Data: NO
Line 0.0005
/-----LAT-----LONG-----ALT.-----GRAV.-----SD.-----TILTX-----TILTY-----TEMP-----TIDE-----DUR-REJ-----TIME-----DEC. TIME+DATE-----TERRAIN-----DATE
54.7210846 25.3373337 147.7570 5019.563 0.046 -1.9 -2.2 -1.74 -0.084 55 0 14:35:56 2778.60731 0.0000 2007/10/08
54.7210846 25.3373337 147.7570 5019.563 0.033 -1.3 -2.1 -1.74 -0.085 55 0 14:37:06 2778.60812 0.0000 2007/10/08
54.7210846 25.3373337 147.7570 5019.563 0.039 -1.0 -2.1 -1.74 -0.085 55 0 14:38:06 2778.60882 0.0000 2007/10/08
54.7210846 25.3373337 147.7570 5019.563 0.050 -0.7 -2.1 -1.74 -0.085 55 0 14:39:06 2778.60951 0.0000 2007/10/08
54.7210846 25.3373337 147.7570 5019.564 0.030 -0.3 -2.1 -1.75 -0.085 55 1 14:40:06 2778.61020 0.0000 2007/10/08
54.7210846 25.3373337 147.7570 5019.563 0.034 -0.2 -2.2 -1.75 -0.085 55 0 14:41:06 2778.61090 0.0000 2007/10/08
54.7210846 25.3373337 147.7570 5019.562 0.033 0.0 -2.2 -1.75 -0.085 55 0 14:42:06 2778.61159 0.0000 2007/10/08
54.7210846 25.3373337 147.7570 5019.564 0.044 0.2 -2.2 -1.76 -0.085 55 0 14:43:06 2778.61228 0.0000 2007/10/08
54.7210846 25.3373337 147.7570 5019.564 0.045 0.3 -2.3 -1.76 -0.085 55 0 14:44:06 2778.61298 0.0000 2007/10/08

```

3.1 pav. Matavimų duomenys (G-184, 2007-10-08)

3.3. Duomenų bazės sandara

Duomenų bazės (DB) sudarymas susideda iš dviejų etapų:

- struktūros sukūrimas;
- užpildymas duomenimis.

Duomenų bazės struktūra sukurama kontrolinio centro darbo aplinkoje, o duomenys kaupiami naudojant taikomas programas. Kai kada taikomose programose būna numatyta galimybė sukurti anksčiau sukurta struktūra.

Duomenys DB saugomi lentelių pavidalu. DB kūrimas pradedamas nuo struktūros kūrimo, po to seka duomenų įvedimas. Kad DB lentelių pildymas vyktų sklandžiai reikia žinoti, kokie

duomenys bus įvesti: duomenų tipą, laukelio plotį, skaičių po kablelio kiekį indeksavimą (*Ascending* – didėjančia tvarka, *Descending* – mažėjančia tvarka). Taip pat galima nustatyti ar laukeliuose bus leidžiamos nulių reikšmės – *NULL*.

Duomenų bazės pildymas gali būti atliekamas keliais būdais:

- duomenys įvedami rankiniu būdu;
- duomenys išsaugomi DB automatiškai (tam reikalingos specialios procedūros);
- duomenys į DB įkeliami iš kitų formatų failo.

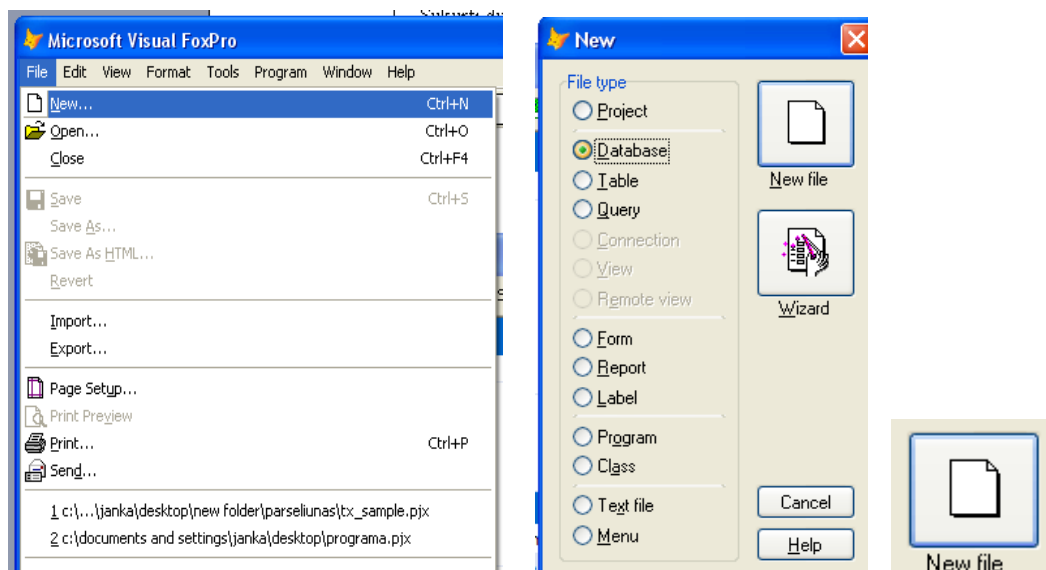
Microsoft Visual FoxPro 9.0 privalumas tas, kad prireikus DB struktūras galima keisti, tai atliekama sakiniu *MODIFY STRUCTURE* arba atsidaryti reikiamą dbf failą ir horizontaliajame sistemos meniu paspausti *View -> Table Designer*, kurio darbo aplinka identiška sakinio *CREATE*, skirto DB lentelių kūrimui, struktūrai. Sukurti duomenų bazės lentelę taip pat galima nerašant *CREATE* komandos komandinėje eilutėje, o horizontaliajame meniu pasirinkus *File -> New -> pasirenkame Table -> New New File*. Šios procedūros aprašytos 3.4 poskyryje.

3.4. Duomenų bazės sudarymo procedūros ir struktūra

Atliekant DB sudarymo procedūras būtina žinoti kokius pradinius duomenis ir skaičiavimų rezultatus kaupsime. Šiame kursiniame projekte DB maketas buvo sudarytas kaupti informacijai susijusiai su gravimetrinių matavimų analize. Pradiniai duomenys čia: gravimetriniai matavimai punktuose su skirtingais gravimetrais. Atlikus skaičiavimus DB turėtų būti išsaugoti skaičiavimai.

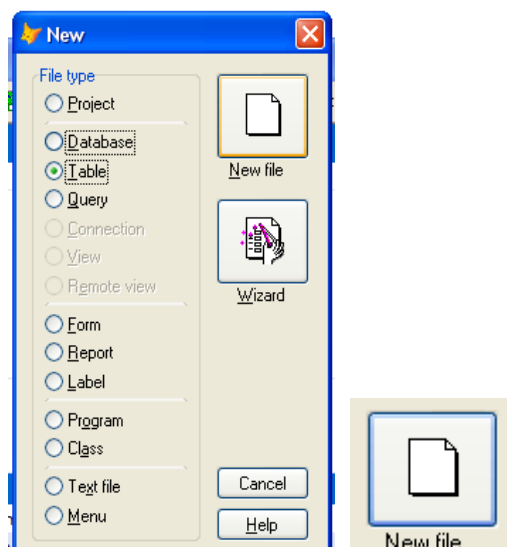
Taigi DB minėtai informacijai kaupti kuriama taip:

1. **Duomenų bazės kūrimas.** DB *Microsoft Visual FoxPro 9.0* programiniu paketu kuriama taip: *File -> New -> Database -> New file*, atsivėrusiame dialogo lange pasirenkamas katalogas kuriame bus saugoma DB ir užrašomas DB pavadinimas, spaudžiama *Save*. Sukuriamas failas su praplėtimu .dbc. Mano atvejų susikuriau Prad.dbc.

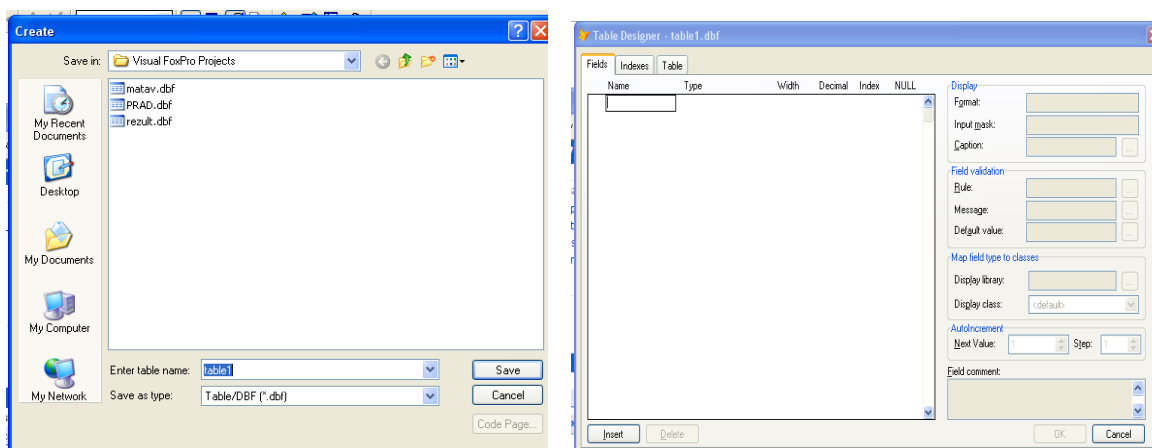


3.2 pav. Duomenų bazės (.dbc) kūrimas

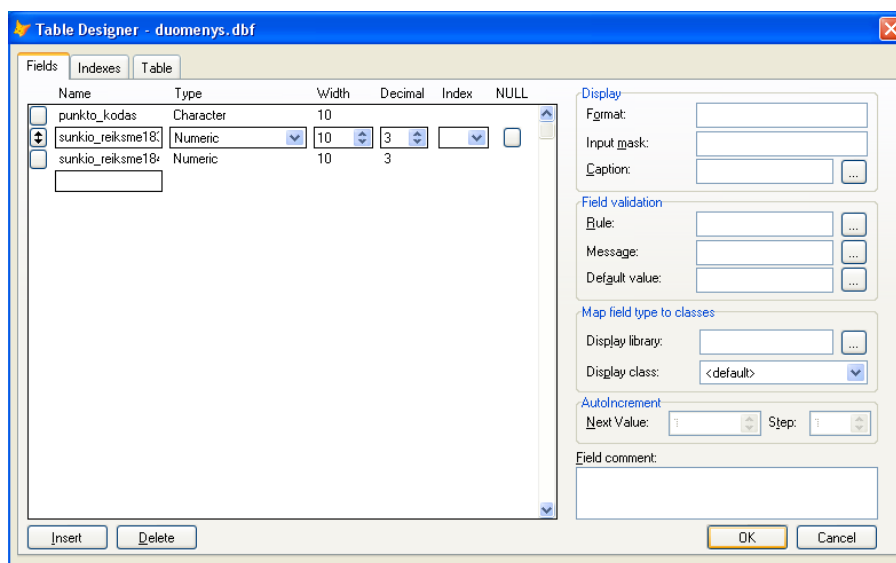
2. **Duomenų bazės lentelių kūrimas.** Lentelių kūrimo eiga: *File -> New -> Table -> New file*, atsivėrusiame dialogo lange pasirenkamas katalogas kuriame bus saugoma DB lentelė ir užrašomas lentelės pavadinimas, Spaudžiama *Save*. Atsiveria langas Table Designer (3.3 pav.), šiame dialogo lange sukurama duomenų bazės lentelės struktūra: laukelių pavadinimai, laukelių duomenų tipai, duomenų laukelio ilgis, skaičių po kablelio skaičius, indeksavimo būdas (mažėjančia arba didėjančia tvarka) ir nurodoma ar galimos nulių reikšmės. Sukūrus reikiamą skaičių laukelių lentelei spaudžiama *OK*. Savo duomenų bazei sukūriau tokias lenteles, kuriose talpinami tokie duomenys:
 - 1) **duomenys.dbf** – duomenų bazės lentelė, kurioje pateikiami duomenis apie punkto, kuriame atliekami II klasės gravimetriniai matavimai duomenys t.y. gravimetro Nr. 183 arba 184 sunkio pagreičio reikšmės, punkto kodas (3.4 pav.);
 - 2) **skirtumai.dbf** – duomenų bazė lentelė, kurioje saugomi duomenys apie atliktus matavimus: sunkio pagreičio paklaida mGal bei punkto pavadinimas.



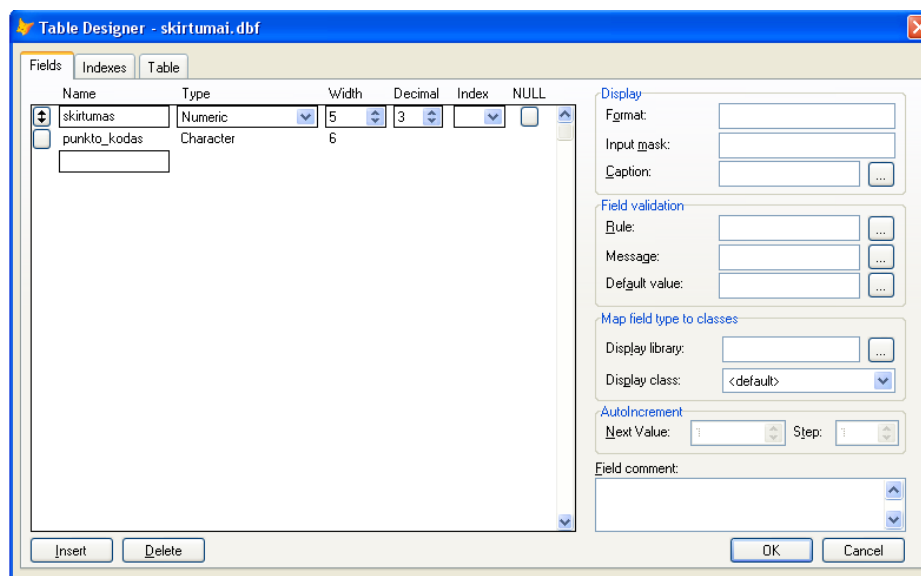
3.3 pav. Duomenų bazių lentelių kūrimas



3.4 pav. Duomenų bazių išsaugojimas ir duomenų bazės lentelės struktūros formavimo langas



3.5 pav. Pradinių duomenų lentelės struktūra



3.6 pav. Rezultatų lentelių struktūra

3.5. Kompiuterinių procedūrų aprašymas

Kompiuterinės procedūros gali būti įvairios:

- skirtos programuoti skaičiavimų algoritmus;
- skirtos duomenų bazėms valdyti (įvesti, išvesti duomenis);
- skaičiavimų rezultatams peržiūrėti ir redaguoti;
- meniu programavimo;
- išjungti duomenų bazės valdymo programą ir pereiti į kitą

Duomenys duomenų bazių lentelėse gali būti kaupiami ir redaguojami. Įvesti naujus ir keiti esamus duomenis duomenų bazių lentelėse, naudojantis suprogramuotomis kompiuterinėmis procedūromis. Šiame darbe aprašytos šios procedūros, sukonstruotos naudojantis objektinio programavimo elementais – taikant formas, ataskaitas etiketes. Šie objektai gali turėti smulkesnius elementus (3.14 pav.):

Command Button – komandiniai mygtukai;

Command Group – komandų grupė;

Lable – etiketė;

Text Box – teksto dėžutė;

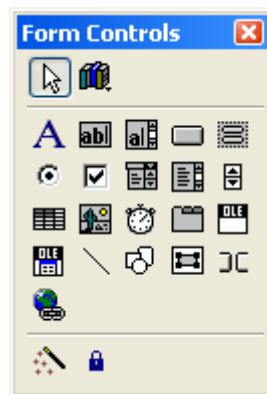
Edit Box – redagavimo dėžutė;

Option Group - pasirinkimų grupė;

Check Box - kontrolinis dėžutė;

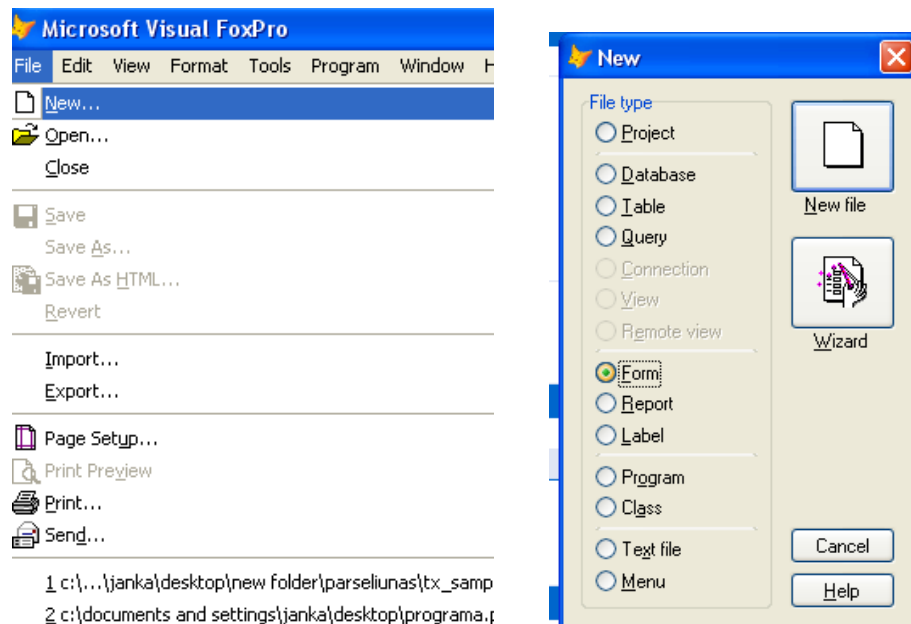
Combo Box - kombinuotas dėžutė;

Shape – įvairios geometrines formas.

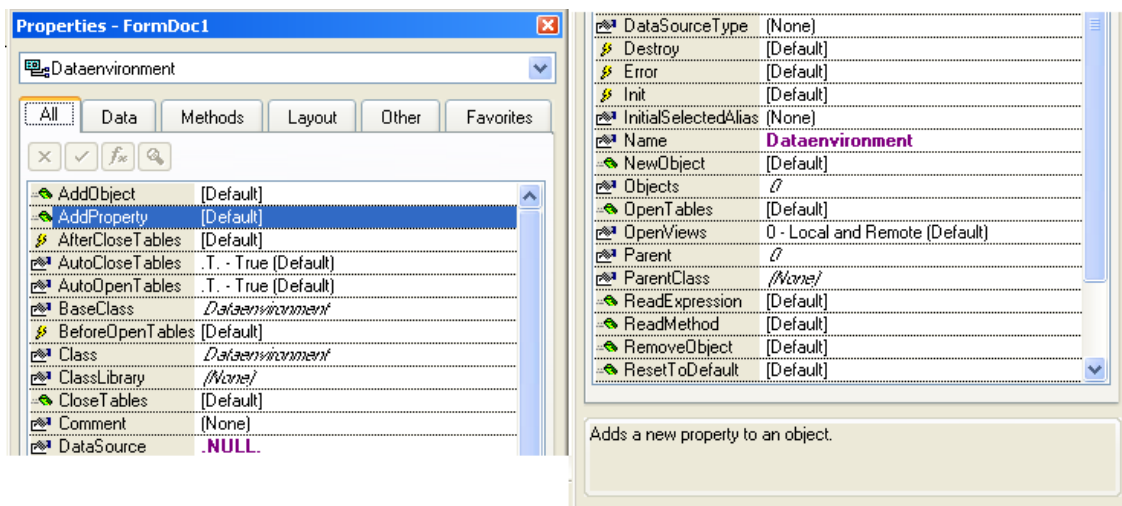


Formos pradedamos konstruoti nuo naujos formos pasirinkimo iš meniu: *File -> New -> Form -> New file* (3.15 pav.).

53



3.8 pav. Naujos formos konstravimas

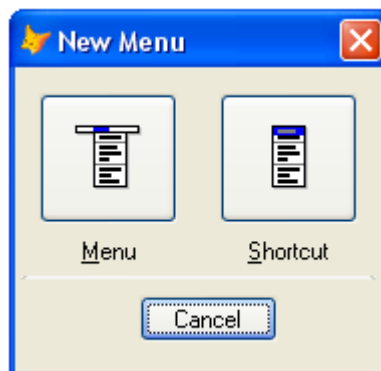


3.9 pav. Formos savybių pasirinkimo langas

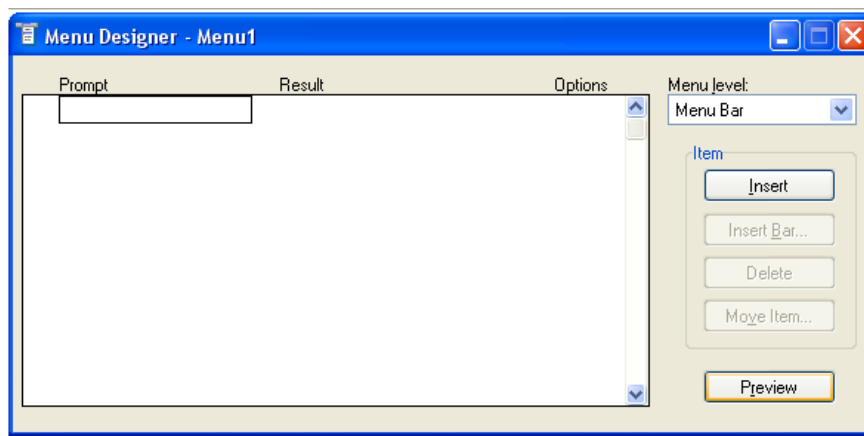
3.6. Pagrindinis kompiuterinių procedūrų meniu

Meniu kūrimas: *Microsoft Visual FoxPro* komandinėje eilutėje rašau **CREATE MENU** -> atsivėrusiame dialogo lange *New Menu* pasirenku **Menu** atsidaro dialogo langas *Menu Designer*. Šiame lange stulpelyje *Prompt* rašau meniu elemento pavadinimą, *Options* (3.18 pav.) galima pasirinkti įvairias meniu elementų savybes: greitąjį mygtuką, meniu lygiavimą, meniu komandos paveikslėlį bei jos paaiškinimą. Skiltyje *Result* pasirinkus *Submenu* (horizontalusis sisteminis meniu) spaudžiamas šalia esantis mygtukas *Create* ir kuriami horizontaliojo meniu elementai (vertikalusis meniu), skiltyje *Prompt* rašomi elementų pavadinimai, o norint priskirti tiems

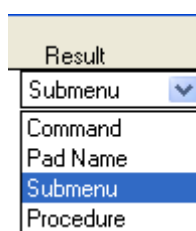
elementams komandas, skiltyje *Result* pasirenkama *Command*, o šalia atsiradusiame komandiniame langelyje meniu komandai priskiriamas kodas. Mano sukurtas horizontalusis meniu pavaizduotas 3.20 pav., o vertikalieji meniu paveiksle 3.21.



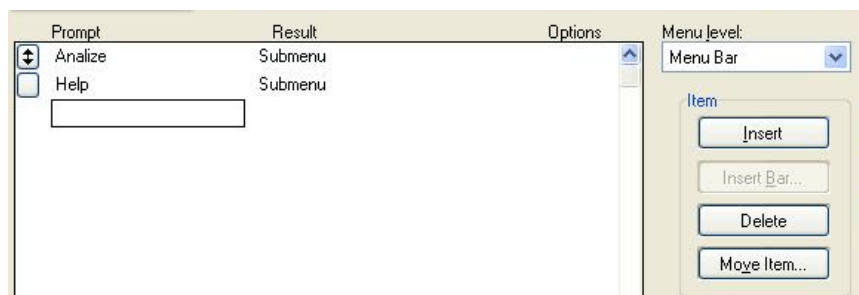
3.10 pav. Meniu kūrimas



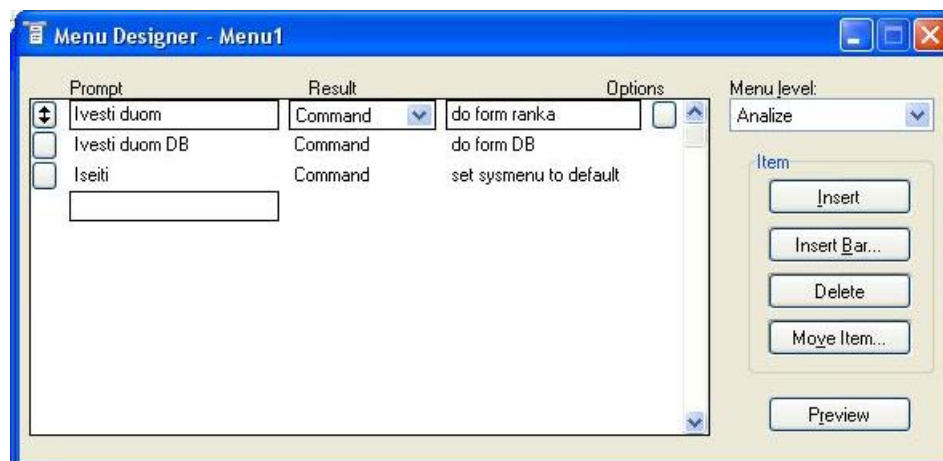
3.11 pav. Meniu Designer langas



3.12 pav. Meniu elemento Result stulpelio pasirinkimų variantai

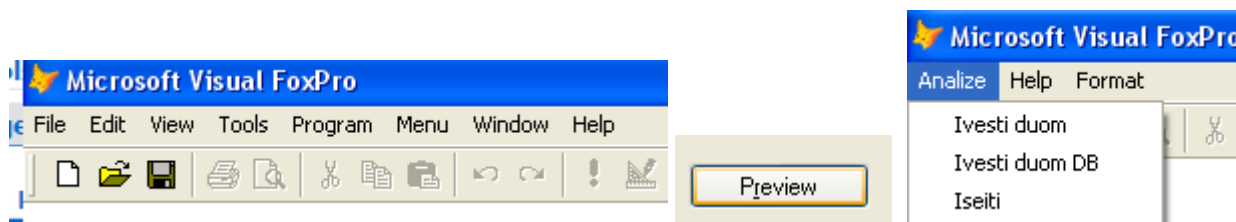


3.13 pav. Horizontaliojo meniu struktūra



3.14 pav. Vertikaliųjų meniu struktūros

Suformavus norimą skaičių horizontalaus ir vertikalios meniu elementų, galima peržiūrėti – spaudžiama *Preview*, sisteminis meniu pasikeičia į suformuotą (3.22 pav.). Atliekama generacija: Pagrindiniame meniu pasirenku *Menu -> Generate...* . Sukuriamas failas menu1.mpr.



3.15 pav. Sukurtojo meniu peržiūra

Sugeneruoto, t.y. automatiškai suprogramuoto FoxPro komanda *Generate...*, algoritmas:

```
* *****
*
* * 05/20/11      MENU1.MPR      13:49:18
*
* *****
*
* * Author's Name  Janina Jachimovic
*
* * Copyright (C) 2011 Company Name
* * Address
* * City,   Zip
*
* * Description:
* * This PROGRAM was automatically generated BY GENMENU.
*
```

```

* *****
* *****
* *
* *           Menu Definition
* *
* *****
*

SET SYSMENU TO
SET SYSMENU AUTOMATIC

DEFINE PAD _3810tmhur OF _MSYMENU PROMPT "Analyze" COLOR SCHEME 3 ;
      KEY ALT+A, ""
DEFINE PAD _3810tmhus OF _MSYMENU PROMPT "Help" COLOR SCHEME 3 ;
      KEY ALT+H, ""
ON PAD _3810tmhur OF _MSYMENU ACTIVATE POPUP analyze
ON PAD _3810tmhus OF _MSYMENU ACTIVATE POPUP help

DEFINE POPUP analyze MARGIN RELATIVE SHADOW COLOR SCHEME 4
DEFINE BAR 1 OF analyze PROMPT "Ivesti duom"
DEFINE BAR 2 OF analyze PROMPT "Ivesti duom DB"
DEFINE BAR 3 OF analyze PROMPT "Iseiti"
ON SELECTION BAR 1 OF analyze do form ranka
ON SELECTION BAR 2 OF analyze do form DB
ON SELECTION BAR 3 OF analyze set sysmenu to default

```

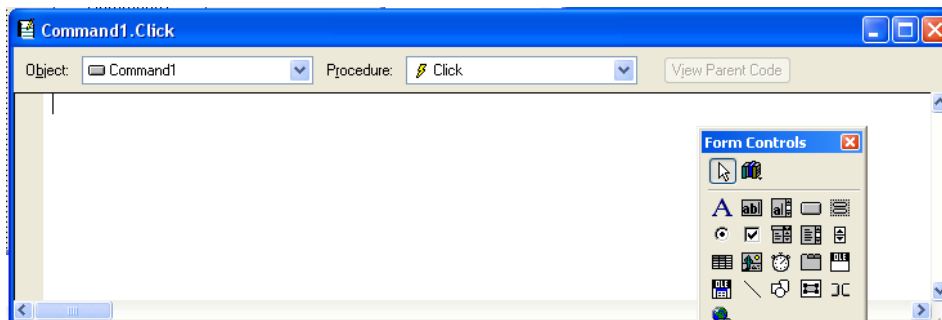
Šį failą galima koreguoti ir naudojant jį kurti meniu nenaudojant Meniu Designer aplikacijos, o programuojant *.prg.

3.7. Kompiuterinės procedūros duomenims kaupti ir išvesti iš duomenų bazės į kito formato failus

Kompiuterinės procedūros skirtos duomenų kaupimui DB ir išvesti (eksportuoti) automatizuoja DB valdymo procesą. Jos programuojamos programavimo sakiniais APPEND

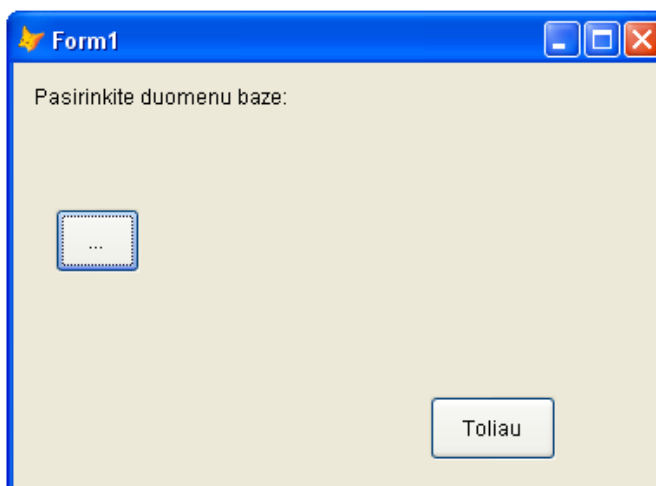
FROM, APPEND BLANK....replace....WITH, IMPORT FROM, EXPORT TO, COPY TO smulkiau aprašytuose 3.5 poskyryje.

Naudodama objektnio programavimo elementus (komandinius mygtukus) jiems priskyriau tokias įvesties į DB procedūras (DPK -> Code dialogo lange):



3.16 pav. Procedūrų priskyrimo mygtukams langas *Code*

Savo darbui sukūriau 9 formas, jos pavaizduotos ir aprašytos žemiau.



3.17 pav. Forma „DB“

Formoje pavaizduotoje 3.24 pav. sukurti 2 komandiniai mygtukai „...“ ir „Toliau“

Pirmasis mygtukas skirtas duomenų bazei pasirinkti . Šio mygtuko Code:

```
GETFILE('dbf','...', '', 0)
```

Antrasis mygtukas „Toliau“ skirtas paimti duomenis iš duomenų bazės. Šio mygtuko *Code* sakinys:

- „Toliau“ – nukelia mūs į kitą formą „Forma1“. Šio mygtuko *Code* Sakinys:

```
DO FORM forma1  
thisform.Release
```



3.18 pav. Forma „Forma1“

Ši forma sukurta, tam kad, atliktų skaičiavimus. Šio mygtuko *Code* sakinys:

```
OPEN DATABASE magistrinis
```

```
SELECT 1
```

```
USE skirtumai
```

```
GO TOP
```

```
SELECT 2
```

```
USE duomenys
```

```
GO top
```

```
ik=RECCOUNT()
```

```
FOR i=1 TO ik
```

```
G183=sunkio_reiksme183
```

```
G184=sunkio_reiksme184
```

```
Sunkio_skirtumo_paklaida=G184-G183
```

```
PuV=Punkto_pav
```

```
SELECT 1
```

```
APPEND BLANK
```

```
replace skirtumas WITH Sunkio_skirtumo_paklaida, Punkto_pav WITH PuV
```

```
SELECT 2
```

```
SKIP 1
```

```
ENDFOR
```

Gauti rezultatai bus automatiškai įrašyti į Skirtumai.dbf (rezultatų duomenų bazė). Duomenų bazė suteiks galimybes apskaičiuoti redukuotuoju atskaitų skirtumus automatiškai. Redukuotosios atskaitos automatiškai paimamos į duomenų bazę, o apskaičiuoti skirtumai automatiškai įrašomi į Skirtumai.dbf.

4. GRAVIMETRINIŲ MATAVIMŲ DUOMENŲ APDOROJIMAS IR ANALIZĖ

Šios analizės tikslas, panaudojant antrosios klasės gravimetrinio tinklo matavimų gravimetrais Scintrex CG-5 duomenis, atlikti, sunkio pagreičio tikslumo priklausomybės nuo matavimų skaičiaus punkte, tyrimą.

4.1. GRAVSOF programą.

GRAVSOF programinis paketas yra skirtas gravimetrinių matavimų duomenų analizei. Taip pat vietiniam ir regioniniam gravitacinio lauko modeliavimui. 1970 m. pradžioje GRAVSOF programinis paketas buvo patobulintas Geodezijos institute, vėliau Kort og Matrikelstyrelsen ir Geofizikos institute esančiame Kopenhagos universitete.

Šią programinę įrangą sudaro gana platus spektras FORTRAN programų, kurios per daugelį metų keitėsi ir buvo skirtos įvairioms fizinės geodezijos problemoms spręsti. Seniausių programų šaknys datuojamos 1973 metais. Kai kurios pridėtos net 2008 metais. Kaip matome, šis programinis paketas vis keičiasi ir yra tobulinamas.

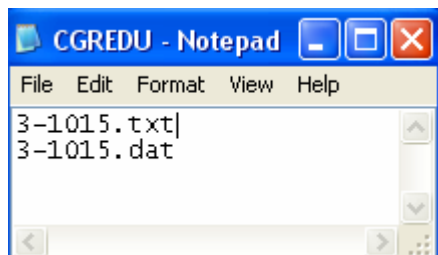
1988 metais buvo nuspręsta supaprastinti bei surinkti programas į vieną programinį paketą ir pavadinti GRAVSOF. Jis apima ir naujesnes, ir senesniais programos versijas (GRAVSOF Geodetic Gravity Field Modelling Programs manual).

4.2 Matavimų duomenų apdorojimas

Matavimų duomenys apdoroti naudojantis programinio paketo GRAVSOF procedūromis. Apdorojimas atliktas mažinant matavimų skaičių punkte nuo 10 iki 2. Tinklo išlyginimas atliktas pasirinkus atraminių absoliutinių matavimų ir pirmosios klasės gravimetrinius punktus, o antrosios klasės punktus laikant nustatomais. Norėdami nustatyti priklausomybę, įvertinome dviem gravimetrais apdorotų duomenų rezultatus. Tam, kad analizė būtų tikslesnė, palygimui pasirinkta dviejų reisų (matuotu 2007 m. spalio 15 ir 16 d. gravimetrais Nr. 183 ir Nr. 184) duomenys.

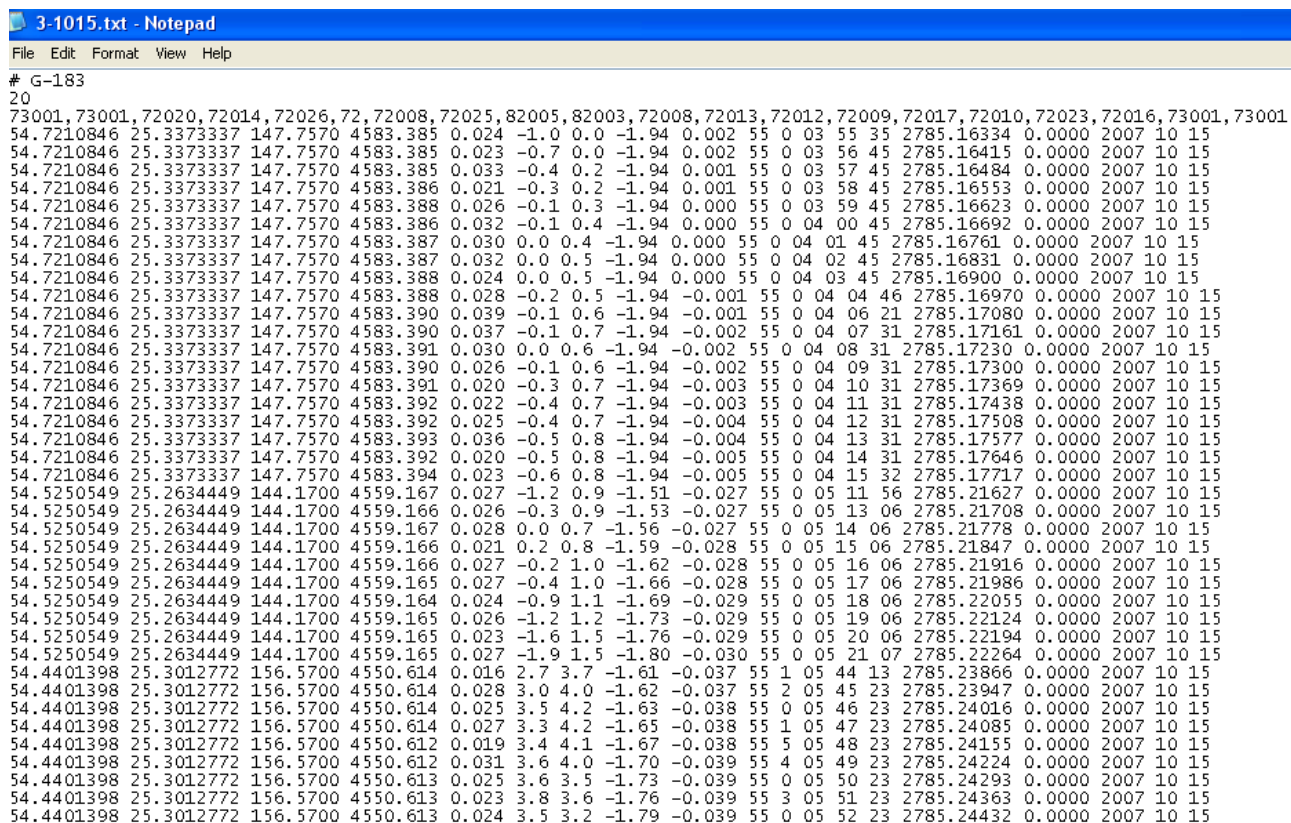
Gravimetro duomenis sudaro punkto numeris, matavimų data, pasaulinis laikas bei gravimetro atskaita. Duomenų rinkmena bei gravimetrinių punktų duomenys : numeris, platumas, ilguma, normalinis aukštis, kodas bei pavadinimas yra sutvarkomi prieš skaičiavimus. Rinkmenos pavadinamos atitinkamai *.txt ir *.dat (mano atveju pvz.: 3-1015.txt – matavimų duomenys, po 10 matavimų punkte; koord.dat – gravimetrinių punktų duomenų rinkmena). Programoje taip pat įrašome gravimetrų kalibravimo duomenys. Sutvarkytas duomenų rinkmenas galime toliau naudoti

skaičiavimams su *Cg2red2.exe* programos pagalba. Nurodymai programai parašomi *Cgredu.inp* rinkmenoje (4.1 pav.).

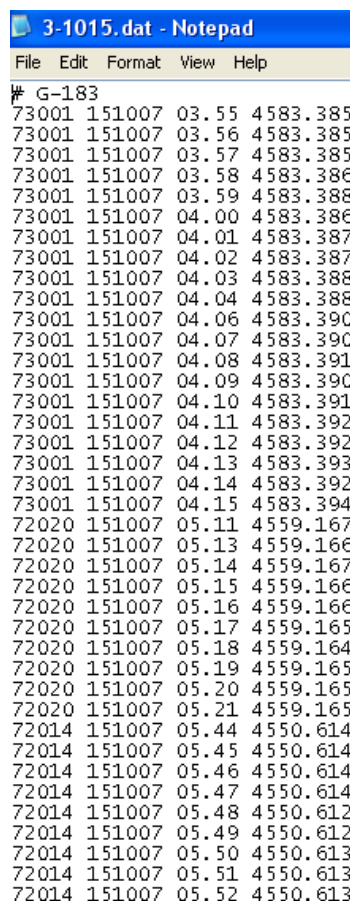


4.1 pav. *Cgredu.inp* rinkmena

Pirma eilutė nurodo iš kurios rinkmenos imame duomenis skaičiavimui, o antra eilutė nurodo rinkmena, kuria gausime po programos paleidimo. Paspaudę ant rinkmenos *Cgredu.bat* gausime rinkmena *3-1015.dat* kuria nurodėme antroje eilutėje (4.3 pav).



4.2 pav. *3-1015.txt* matavimų duomenys



```

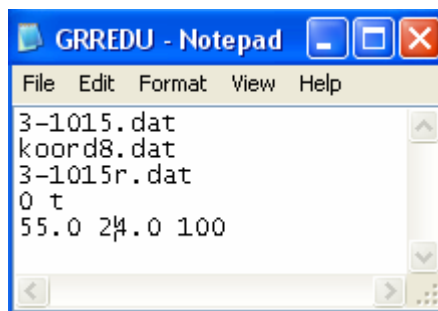
# G-183
73001 151007 03.55 4583.385
73001 151007 03.56 4583.385
73001 151007 03.57 4583.385
73001 151007 03.58 4583.386
73001 151007 03.59 4583.388
73001 151007 04.00 4583.386
73001 151007 04.01 4583.387
73001 151007 04.02 4583.387
73001 151007 04.03 4583.388
73001 151007 04.04 4583.388
73001 151007 04.06 4583.390
73001 151007 04.07 4583.390
73001 151007 04.08 4583.391
73001 151007 04.09 4583.390
73001 151007 04.10 4583.391
73001 151007 04.11 4583.392
73001 151007 04.12 4583.392
73001 151007 04.13 4583.393
73001 151007 04.14 4583.392
73001 151007 04.15 4583.394
72020 151007 05.11 4559.167
72020 151007 05.13 4559.166
72020 151007 05.14 4559.167
72020 151007 05.15 4559.166
72020 151007 05.16 4559.166
72020 151007 05.17 4559.165
72020 151007 05.18 4559.164
72020 151007 05.19 4559.165
72020 151007 05.20 4559.165
72020 151007 05.21 4559.165
72014 151007 05.44 4550.614
72014 151007 05.45 4550.614
72014 151007 05.46 4550.614
72014 151007 05.47 4550.614
72014 151007 05.48 4550.612
72014 151007 05.49 4550.612
72014 151007 05.50 4550.613
72014 151007 05.51 4550.613
72014 151007 05.52 4550.613

```

4.3 pav. 3-1015.dat rezultatų rinkmena

Pirmame stulpelyje nurodomas punkto kodas, matavimų data, pasaulinis laikas ir gravimetro Nr.183 atskaita. Taip pabaigiamas duomenų paruošimas.

Gravimetro atskaitos redukuojamos įvertinant kalibravimo duomenis ir Mėnulio Saulės poveikį išreiškiamos mGal. Tai atliekama GRAVSOFIT programinio paketo programėlės *Gred2007.exe* pagalba, nurodymai programai surašomi *Grredu.inp* rinkmenoje. Pirmoje ir antroje eilutėse nurodomos rinkmenos, kurios bus panaudos skaičiavimams, trečioje eilutėje nurodoma rezultatų rinkmena. Programa paleidžiama *Redu.bat* rinkmenos pagalba.



```

3-1015.dat
koord8.dat
3-1015r.dat
0 t
55.0 24.0 100

```

4.4 pav. Crredu.inp rinkmena

3-1015r - Notepad							
File Edit Format View Help							
# G-183							
73001	151007,	3.55	1	4583.385	0.002	4580.825	VILNIUS
73001	151007,	3.56	2	4583.385	0.002	4580.825	VILNIUS
73001	151007,	3.57	3	4583.385	0.001	4580.824	VILNIUS
73001	151007,	3.58	4	4583.386	0.001	4580.825	VILNIUS
73001	151007,	3.59	5	4583.388	0.001	4580.827	VILNIUS
73001	151007,	4.00	6	4583.386	0.000	4580.824	VILNIUS
73001	151007,	4.01	7	4583.387	0.000	4580.825	VILNIUS
73001	151007,	4.02	8	4583.387	-0.001	4580.824	VILNIUS
73001	151007,	4.03	9	4583.388	-0.001	4580.825	VILNIUS
73001	151007,	4.04	10	4583.388	-0.001	4580.824	VILNIUS
73001	151007,	4.06	11	4583.390	-0.002	4580.826	VILNIUS
73001	151007,	4.07	12	4583.390	-0.003	4580.825	VILNIUS
73001	151007,	4.08	13	4583.391	-0.003	4580.826	VILNIUS
73001	151007,	4.09	14	4583.390	-0.003	4580.824	VILNIUS
73001	151007,	4.10	15	4583.391	-0.004	4580.825	VILNIUS
73001	151007,	4.11	16	4583.392	-0.004	4580.826	VILNIUS
73001	151007,	4.12	17	4583.392	-0.005	4580.825	VILNIUS
73001	151007,	4.13	18	4583.393	-0.005	4580.826	VILNIUS
73001	151007,	4.14	19	4583.392	-0.006	4580.824	VILNIUS
73001	151007,	4.15	20	4583.394	-0.006	4580.826	VILNIUS
72020	151007,	5.11	21	4559.167	-0.027	4556.591	Parudaminys
72020	151007,	5.13	22	4559.166	-0.028	4556.590	Parudaminys
72020	151007,	5.14	23	4559.167	-0.028	4556.590	Parudaminys
72020	151007,	5.15	24	4559.166	-0.028	4556.589	Parudaminys
72020	151007,	5.16	25	4559.166	-0.029	4556.589	Parudaminys

4.5 pav. 3-1015r.dat redukuotų duomenų rinkmena

Gaunama 3-1015r.dat rinkmena, kurios duomenys: kodas, data, pasaulinis laikas, eilės numeris, gravimetro atskaita mGal, Mėnulio Saulės poveikio paklaida, redukuota atskaita ir punkto pavadinimas.

Programėlės Adj.bat pagalba atliekamas tinklo išlyginimas. Išlyginimą galima atlikti palaipsniui mažinant matavimų skaičių. Matavimų skaičių punkte leidžia mažinti GRAVSOFT programoje esantis failas *GRADJ.inp*, kuriame galime nurodyti nereikalingas eilutes. Pvz.: užrašydami: s 10; nurodome, kad dešimta matavimų eilutė nebūtų įtraukta į tinklo išlyginimą.

GRADJ.INP - Notepad			
File Edit Format View Help			
3-1015r.dat			
3-1015.tyn			
3-1015.res			
3-1015.tie			
24 F 0.05			
18			
73001	981459.086	0.005	
73006	981451.793	0.010	
74005	981477.599	0.010	
74004	981472.185	0.010	
83003	981488.951	0.010	
64006	981502.028	0.010	
85005	981510.745	0.010	
72008	981418.918	0.010	
73007	981459.253	0.010	
63004	981476.018	0.010	
72009	981401.363	0.010	
72010	981414.991	0.010	
62008	981409.184	0.010	
62009	981440.251	0.010	
51001	981399.895	0.010	
64007	981477.407	0.010	
52009	981407.527	0.010	
52010	981452.146	0.010	
# G-183]			
s 10			
s 20			
s 30			

4.6 pav. Gradj.inp rinkmena

Tai atliekama panaudojant redukuotus duomenis ir atraminių punktų sunkio pagreičio reikšmes bei jų paklaidas. Apskaičiuojant įvertinama gravimetro nulio slinktis, vienos gravimetro atskaitos paklaida. Išlyginimas atliekamas iteracijomis ir gaunami trys failai, kurie turi plėtinius *.res, *.tie, *.tyn. Pirmame iš jų pateikiamos redukuotos atskaitos, nurodomi staigus šuoliai, pataisos ir jų kitimas (4.7 pav.).

3-1015 - Notepad

File Edit Format View Help

=== Reading residuals with tares and drift ===
(excl. single measurements not in adjustment)

statno	t	seqno	obs	v	plot (0.02 mgal/div)	
# G- 183						
DRIFT parameter:		0.043 mgal/day				
BIAS parameter:		4121.740				
73001	151007,	3.55	1	4580.825	0.000	* VILNIUS
73001	151007,	3.56	2	4580.825	0.000	* VILNIUS
73001	151007,	3.57	3	4580.824	-0.001	* VILNIUS
73001	151007,	3.58	4	4580.825	0.000	* VILNIUS
73001	151007,	3.59	5	4580.827	0.001	* VILNIUS
73001	151007,	4.00	6	4580.824	-0.002	* VILNIUS
73001	151007,	4.01	7	4580.825	-0.001	* VILNIUS
73001	151007,	4.02	8	4580.824	-0.002	* VILNIUS
73001	151007,	4.03	9	4580.825	-0.001	* VILNIUS
73001	151007,	4.04	10	4580.824	-0.002	* VILNIUS
73001	151007,	4.06	11	4580.826	0.000	* VILNIUS
73001	151007,	4.07	12	4580.825	-0.001	* VILNIUS
73001	151007,	4.08	13	4580.826	0.000	* VILNIUS

4.7 pav. 3-1015.res rinkmena

Antrojoje rinkmenoje pateikiami duomenys apie stygų matavimo rezultatus (4.8 pav.).

3-1015 - Notepad								
File Edit Format View Help								
from/to	inst	time	m.betw.	dt(hr)	dif	v		
72020 73001	G- 183	151007, 5.11	0	0.9	24.235	-0.003		
72014 72020	G- 183	151007, 5.44	0	0.4	8.553	-0.006		
72014 72026	G- 183	151007, 6.14	0	0.3	-5.697	0.011		
72 72026	G- 183	151007, 6.42	0	0.3	0.500	-0.007		
72 72008	G- 183	151007, 7.08	0	0.3	-1.132	0.011		
72008 72025	G- 183	151007, 7.46	0	0.5	-18.711	-0.001		
72025 82005	G- 183	151007, 8.34	0	0.6	-23.357	0.006		
82003 82005	G- 183	151007, 9.16	0	0.5	-12.232	-0.004		
72008 82003	G- 183	151007, 10.00	0	0.6	-29.846	0.002		
72008 72013	G- 183	151007, 10.39	0	0.5	-0.578	0.007		
72012 72013	G- 183	151007, 11.13	0	0.4	6.347	0.000		
72009 72012	G- 183	151007, 11.46	0	0.4	10.624	0.000		
72009 72017	G- 183	151007, 12.16	0	0.3	2.752	0.004		
72010 72017	G- 183	151007, 12.53	0	0.4	-10.872	-0.003		
72010 72023	G- 183	151007, 13.31	0	0.5	6.631	0.004		
72016 72023	G- 183	151007, 14.07	0	0.5	-7.414	-0.006		
72016 73001	G- 183	151007, 15.23	0	1.1	30.076	0.005		

4.8 pav. 3-1015.tie rinkmena

Šioje rinkmenoje pateikiamos sunkio pagreičio reikšmės gravimetro tinklo punktuose ir jų tikslumo įverčiai (4.9 pav.).

3-1015 - Notepad						
File Edit Format View Help						
#== Fixed stations and adjustment residuals ==						
#	stat	fix g	sigma	adj g	v	
	73001	981459.086	0.005	981459.085	0.001	VILNIUS
	73006	981451.793	0.010	not observed		
	74005	981477.599	0.010	not observed		
	74004	981472.185	0.010	not observed		
	83003	981488.951	0.010	not observed		
	64006	981502.028	0.010	not observed		
	85005	981510.745	0.010	not observed		
	72008	981418.918	0.010	981418.926	-0.008	SALCININKAI
	73007	981459.253	0.010	not observed		
	63004	981476.018	0.010	not observed		
	72009	981401.363	0.010	981401.368	-0.005	EISISKES
	72010	981414.991	0.010	981414.983	0.008	PIRCIUPIAI
	62008	981409.184	0.010	not observed		
	62009	981440.251	0.010	not observed		
	51001	981399.895	0.010	not observed		
	64007	981477.407	0.010	not observed		
	52009	981407.527	0.010	not observed		
	52010	981452.146	0.010	not observed		
#== Adjusted new gravity values and standard deviations ==						
	72	981420.070	0.004	Salcininkai		
	72012	981411.992	0.004	Butrimonys		
	72013	981418.340	0.004	Didziosios s		
	72014	981426.286	0.004	Jasiunai		
	72016	981429.016	0.004	Totoriu		
	72017	981404.115	0.004	Pabare		
	72020	981434.845	0.004	Parudaminys		
	72023	981421.609	0.004	Rudninkai		
	72025	981400.216	0.004	Poskonys		
	72026	981420.577	0.004	salcininkeli		
	82003	981389.079	0.004	Dieveniskes		
	82005	981376.852	0.004	Norviliskes		
== Statistics of adjustment ==						
Adjustment observations: 204						
Stations: 16, total unknowns: 18						
SIGMA (single reading at apriori weighting): 0.002						

4.9 pav. 3-1015.tyn rinkmena

4.3 Gautų rezultatų analizė

Ištirsime matavimų tikslumo priklausomybę nuo matavimų skaičiaus punkte. Tam tikslui imsime skirtingą matavimų skaičių pradedant dviem matavimais punkte, o baigiant – dešimčia. Lentelėse pateikti 2 dienų t.y. spalio 15-16 d. sunkio pagreičio reikšmės matuotos gravimetrais G-183 bei G-184. g_{183} , mGal – sunkio pagreičio reikšmė gauta matuojant gravimetrą G-183, g_{184} , mGal- sunkio pagreičio reikšmė gauta matuojant gravimetrą G-184, sd – standartinis nuokrypis. $g_{184}-g_{183}$ – sunkio pagreičio reikšmių skirtumai.

Apdorojimo rezultatai pateikiami 1-9 lentelėse . Po kiekviena lentelė pateikiamas tikslumo įvertinimas pagal dvigubus matavimus, kur m_x – atskiro matavimo vidutinė kvadratinė paklaida,

m_x – vidurkis iš dviejų matavimų.

Atskiro matavimo vidutinė kvadratinė klaida gaunama iš formulės (4.1) :

$$m_x = \sqrt{\frac{\sum d_i^2}{2n}}, \quad (4.1)$$

čia d_i – dvigubų matavimų rezultatų skirtumai; n – punktų skaičius.

Dviejų matavimų vidurkio vidutinė kvadratinė paklaida gaunama iš formulės (4.2):

$$m_x = \frac{m_x}{\sqrt{2}}. \quad (4.2)$$

7 lentelė. Sunkio pagreičio reikšmės ir jų skirtumai (10 matavimų)

Eil.Nr.	Punkto kodas	Punkto pavadinimas	g_{183} , mGal	sd mGal	g_{184} , mGal	sd mGal	$g_{184}-g_{183}$ μGal
1	62	Varėna	981403,926	0,004	981403,924	0,004	-2
2	72	Šalčininkai	981420,066	0,004	981420,063	0,004	-3
3	62013	Vydeniai	981395,560	0,004	981395,561	0,004	1
4	62019	Maskauka	981412,665	0,004	981412,660	0,004	-5
5	62030	Voriškės	981403,168	0,004	981403,158	0,004	-10
6	62031	Žiliniai	981414,541	0,004	981414,528	0,004	-13
7	72012	Butrimonys	981411,990	0,004	981411,989	0,004	-1
8	72013	Didžiosios S	981418,337	0,004	981418,329	0,004	-8
9	72014	Jašiūnai	981426,282	0,004	981426,292	0,004	10
10	72015	Kalėsninkai	981395,004	0,004	981394,998	0,004	-6
11	72016	Totorių	981429,013	0,004	981429,015	0,004	2
12	72017	Pabare	981404,112	0,004	981404,099	0,004	-13
13	72018	Pajuodupys	981402,899	0,004	981402,901	0,004	2
14	72019	Paluknys	981420,587	0,004	981420,576	0,004	-11
15	72020	Parudaminys	981434,841	0,004	981434,839	0,004	-2
16	72023	Rudninkai	981421,606	0,004	981421,604	0,004	-2
17	72025	Poskonys	981400,212	0,004	981400,203	0,004	-9
18	72026	Šalčininkėlis	981420,574	0,004	981420,566	0,004	-8
19	72028	Valkininkai	981417,784	0,004	981417,791	0,004	7
20	82003	Dieveniškės	981389,076	0,004	981389,059	0,004	-17
21	82005	Norviliškės	981376,849	0,004	981376,838	0,004	-11
							m_x
							5,8
							m_x
							4,1

8 lentelė. Sunkio pagreičio reikšmės ir jų skirtumai (9 matavimai)

Eil.Nr.	Punkto kodas	Punkto pavadinimas	g_{183} , mGal	sd mGal	g_{184} , mGal	sd mGal	$g_{184}-g_{183}$ μGal
1	62	Varėna	981403,926	0,004	981403,924	0,004	-2
2	72	Šalčininkai	981420,067	0,004	981420,062	0,004	-5
3	62013	Vydeniai	981395,560	0,004	981395,561	0,004	1
4	62019	Maskauka	981412,665	0,004	981412,660	0,004	-5
5	62030	Voriškės	981403,169	0,004	981403,158	0,004	-11
6	62031	Žiliniai	981414,541	0,004	981414,528	0,004	-13
7	72012	Butrimonys	981411,990	0,004	981411,989	0,004	-1
8	72013	Didžiosios S	981418,337	0,004	981418,329	0,004	-8
9	72014	Jašiūnai	981426,283	0,004	981426,294	0,004	11
10	72015	Kalėsninkai	981395,004	0,004	981394,998	0,004	-6
11	72016	Totorių	981429,013	0,004	981429,015	0,004	2
12	72017	Pabare	981404,112	0,004	981404,099	0,004	-13
13	72018	Pajuodupys	981402,899	0,004	981402,902	0,004	3
14	72019	Paluknys	981420,587	0,004	981420,576	0,004	-11
15	72020	Parudaminys	981434,842	0,004	981434,840	0,004	-2
16	72023	Rudninkai	981421,606	0,004	981421,604	0,004	-2
17	72025	Poskonys	981400,212	0,004	981400,204	0,004	-8
18	72026	Šalčininkėlis	981420,574	0,004	981420,566	0,004	-8
19	72028	Valkininkai	981417,784	0,004	981417,791	0,004	7
20	82003	Dieveniškės	981389,076	0,004	981389,059	0,004	-17
21	82005	Norviliškės	981376,849	0,004	981376,838	0,004	-11
						m_x	5,9
						m_x	4,2

9 lentelė. Sunkio pagreičio reikšmės ir jų skirtumai (8 matavimai)

Eil.Nr.	Punkto kodas	Punkto pavadinimas	g_{183} , mGal	sd mGal	g_{184} , mGal	sd mGal	$g_{184}-g_{183}$ μGal
1	62	Varėna	981403,924	0,004	981403,925	0,004	1
2	72	Šalčininkai	981420,067	0,004	981420,062	0,004	-5
3	62013	Vydeniai	981395,560	0,004	981395,561	0,004	1
4	62019	Maskauka	981412,665	0,004	981412,660	0,004	-5
5	62030	Voriškės	981403,169	0,004	981403,159	0,004	-10
6	62031	Žiliniai	981414,541	0,004	981414,528	0,004	-13
7	72012	Butrimonys	981411,990	0,004	981411,989	0,004	-1
8	72013	Didžiosios S	981418,337	0,004	981418,329	0,004	-8
9	72014	Jašiūnai	981426,283	0,004	981426,294	0,004	11
10	72015	Kalėsninkai	981395,004	0,004	981394,998	0,004	-6
11	72016	Totorių	981429,013	0,004	981429,015	0,004	2
12	72017	Pabare	981404,112	0,004	981404,099	0,004	-13
13	72018	Pajuodupys	981402,898	0,004	981402,902	0,004	4
14	72019	Paluknys	981420,587	0,004	981420,576	0,004	-11
15	72020	Parudaminys	981434,842	0,004	981434,84	0,004	-2
16	72023	Rudninkai	981421,606	0,004	981421,603	0,004	-3

9 lentelės tęsinys							
17	72025	Poskonys	981400,213	0,004	981400,204	0,004	-9
18	72026	Šalčininkėlis	981420,574	0,004	981420,566	0,004	-8
19	72028	Valkininkai	981417,784	0,004	981417,791	0,004	7
20	82003	Dieveniškės	981389,076	0,004	981389,059	0,004	-17
21	82005	Norviliškės	981376,849	0,004	981376,838	0,004	-11
						m_x	5,9
						m_x	4,2

10 lentelė. Sunkio pagreičio reikšmės ir jų skirtumai (7 matavimai)

Eil.Nr.	Punkto kodas	Punkto pavadinimas	g_{183} , mGal	sd mGal	g_{184} , mGal	sd mGal	$g_{184}-g_{183}$ μGal
1	62	Varėna	981403,924	0,004	981403,925	0,004	1
2	72	Šalčininkai	981420,068	0,004	981420,062	0,004	-6
3	62013	Vydeniai	981395,559	0,004	981395,562	0,004	3
4	62019	Maskauka	981412,665	0,004	981412,660	0,004	-5
5	62030	Voriškės	981403,169	0,004	981403,159	0,004	-10
6	62031	Žiliniai	981414,541	0,004	981414,528	0,004	-13
7	72012	Butrimonys	981411,990	0,004	981411,989	0,004	-1
8	72013	Didžiosios S	981418,337	0,004	981418,329	0,004	-8
9	72014	Jašiūnai	981426,283	0,004	981426,295	0,004	12
10	72015	Kalėsninkai	981395,004	0,004	981394,999	0,004	-5
11	72016	Totorių	981429,014	0,004	981429,016	0,004	2
12	72017	Pabare	981404,112	0,004	981404,099	0,004	-13
13	72018	Pajuodupys	981402,898	0,004	981402,902	0,004	4
14	72019	Paluknys	981420,587	0,004	981420,575	0,004	-12
15	72020	Parudaminys	981434,842	0,004	981434,84	0,004	-2
16	72023	Rudninkai	981421,606	0,004	981421,604	0,004	-2
17	72025	Poskonys	981400,213	0,004	981400,205	0,004	-8
18	72026	Šalčininkėlis	981420,574	0,004	981420,567	0,004	-7
19	72028	Valkininkai	981417,784	0,004	981417,791	0,004	7
20	82003	Dieveniškės	981389,076	0,004	981389,059	0,004	-17
21	82005	Norviliškės	981376,849	0,004	981376,839	0,004	-10
						m_x	5,9
						m_x	4,2

11 lentelė. Sunkio pagreičio reikšmės ir jų skirtumai (6 matavimai)

Eil.Nr.	Punkto kodas	Punkto pavadinimas	g_{183} , mGal	sd mGal	g_{184} , mGal	sd mGal	$g_{184}-g_{183}$ μGal
1	62	Varėna	981403,924	0,004	981403,924	0,004	0
2	72	Šalčininkai	981420,068	0,004	981420,062	0,004	-6
3	62013	Vydeniai	981395,559	0,004	981395,562	0,004	3
4	62019	Maskauka	981412,665	0,004	981412,661	0,004	-4
5	62030	Voriškės	981403,169	0,004	981403,159	0,004	-10

11 lentelės tęsinys							
6	62031	Žiliniai	981414,541	0,004	981414,528	0,004	-13
7	72012	Butrimonys	981411,990	0,004	981411,989	0,004	-1
8	72013	Didžiosios S	981418,337	0,004	981418,329	0,004	-8
9	72014	Jašiūnai	981426,283	0,004	981426,295	0,004	12
10	72015	Kalėsninkai	981395,004	0,004	981394,999	0,004	-5
11	72016	Totorių	981429,014	0,004	981429,016	0,004	2
12	72017	Pabare	981404,113	0,004	981404,099	0,004	-14
13	72018	Pajuodupys	981402,898	0,004	981402,903	0,004	5
14	72019	Paluknys	981420,588	0,004	981420,574	0,004	-14
15	72020	Parudaminys	981434,842	0,004	981434,84	0,004	-2
16	72023	Rudninkai	981421,606	0,004	981421,604	0,004	-2
17	72025	Poskonys	981400,213	0,004	981400,205	0,004	-8
18	72026	Šalčininkėlis	981420,575	0,004	981420,567	0,004	-8
19	72028	Valkininkai	981417,785	0,004	981417,791	0,004	6
20	82003	Dieveniškės	981389,076	0,004	981389,059	0,004	-17
21	82005	Norviliškės	981376,849	0,004	981376,839	0,004	-10
						m_x	6,1
						m_x	4,3

12 lentelė. Sunkio pagreičio reikšmės ir jų skirtumai (5 matavimai)

Eil.Nr.	Punkto kodas	Punkto pavadinimas	g_{183} , mGal	sd mGal	g_{184} , mGal	sd mGal	$g_{184}-g_{183}$ μGal
1	62	Varėna	981403,924	0,004	981403,924	0,004	0
2	72	Šalčininkai	981420,068	0,004	981420,062	0,004	-6
3	62013	Vydeniai	981395,559	0,004	981395,562	0,004	3
4	62019	Maskauka	981412,666	0,004	981412,661	0,004	-5
5	62030	Voriškės	981403,169	0,004	981403,159	0,004	-10
6	62031	Žiliniai	981414,541	0,004	981414,528	0,004	-13
7	72012	Butrimonys	981411,990	0,004	981411,990	0,004	0
8	72013	Didžiosios S	981418,337	0,004	981418,329	0,004	-8
9	72014	Jašiūnai	981426,284	0,004	981426,296	0,004	12
10	72015	Kalėsninkai	981395,004	0,004	981394,999	0,004	-5
11	72016	Totorių	981429,014	0,004	981429,016	0,004	2
12	72017	Pabare	981404,113	0,004	981404,100	0,004	-13
13	72018	Pajuodupys	981402,898	0,004	981402,904	0,004	6
14	72019	Paluknys	981420,589	0,004	981420,575	0,004	-14
15	72020	Parudaminys	981434,843	0,004	981434,841	0,004	-2
16	72023	Rudninkai	981421,607	0,004	981421,605	0,004	-2
17	72025	Poskonys	981400,214	0,004	981400,205	0,004	-9
18	72026	Šalčininkėlis	981420,575	0,004	981420,567	0,004	-8
19	72028	Valkininkai	981417,785	0,004	981417,792	0,004	7
20	82003	Dieveniškės	981389,076	0,004	981389,059	0,004	-17
21	82005	Norviliškės	981376,85	0,004	981376,839	0,004	-11
						m_x	6,2
						m_x	4,3

13 lentelė. Sunkio pagreičio reikšmės ir jų skirtumai (4 matavimai)

Eil.Nr.	Punkto kodas	Punkto pavadinimas	g_{183} , mGal	sd mGal	g_{184} , mGal	sd mGal	$g_{184}-g_{183}$ μGal
1	62	Varėna	981403,924	0,004	981403,923	0,004	-1
2	72	Šalčininkai	981420,069	0,004	981420,063	0,004	-6
3	62013	Vydeniai	981395,558	0,004	981395,562	0,004	4
4	62019	Maskauka	981412,666	0,004	981412,661	0,004	-5
5	62030	Voriškės	981403,169	0,004	981403,159	0,004	-10
6	62031	Žiliniai	981414,541	0,004	981414,528	0,004	-13
7	72012	Butrimonys	981411,990	0,004	981411,990	0,004	0
8	72013	Didžiosios S	981418,338	0,004	981418,329	0,004	-9
9	72014	Jašiūnai	981426,284	0,004	981426,297	0,004	13
10	72015	Kalėsninkai	981395,004	0,004	981394,999	0,004	-5
11	72016	Totorių	981429,015	0,004	981429,017	0,004	2
12	72017	Pabare	981404,113	0,004	981404,100	0,004	-13
13	72018	Pajuodupys	981402,897	0,004	981402,904	0,004	7
14	72019	Paluknys	981420,589	0,004	981420,574	0,004	-15
15	72020	Parudaminys	981434,843	0,004	981434,841	0,004	-2
16	72023	Rudninkai	981421,608	0,004	981421,605	0,004	-3
17	72025	Poskonys	981400,214	0,004	981400,206	0,004	-8
18	72026	Šalčininkėlis	981420,575	0,004	981420,567	0,004	-8
19	72028	Valkininkai	981417,785	0,004	981417,792	0,004	7
20	82003	Dieveniškės	981389,077	0,004	981389,06	0,004	-17
21	82005	Norviliškės	981376,85	0,004	981376,839	0,004	-11
							m_x
							6,3
							m_x
							4,5

14 lentelė. Sunkio pagreičio reikšmės ir jų skirtumai (3 matavimai)

Eil.Nr.	Punkto kodas	Punkto pavadinimas	g_{183} , mGal	sd mGal	g_{184} , mGal	sd mGal	$g_{184}-g_{183}$ μGal
1	62	Varėna	981403,923	0,004	981403,922	0,004	-1
2	72	Šalčininkai	981420,069	0,004	981420,063	0,004	-6
3	62013	Vydeniai	981395,557	0,004	981395,562	0,004	5
4	62019	Maskauka	981412,666	0,004	981412,661	0,004	-5
5	62030	Voriškės	981403,169	0,004	981403,159	0,004	-10
6	62031	Žiliniai	981414,540	0,004	981414,528	0,004	-12
7	72012	Butrimonys	981411,990	0,004	981411,991	0,004	1
8	72013	Didžiosios S	981418,338	0,004	981418,330	0,004	-8
9	72014	Jašiūnai	981426,284	0,004	981426,298	0,004	14
10	72015	Kalėsninkai	981395,004	0,004	981395,000	0,004	-4
11	72016	Totorių	981429,015	0,004	981429,016	0,004	1
12	72017	Pabare	981404,114	0,004	981404,100	0,004	-14
13	72018	Pajuodupys	981402,897	0,004	981402,905	0,004	8
14	72019	Paluknys	981420,588	0,004	981420,573	0,004	-15

14 lentelės tęsinys							
15	72020	Parudaminys	981434,843	0,004	981434,842	0,004	-1
16	72023	Rudninkai	981421,608	0,004	981421,606	0,004	-2
17	72025	Poskonys	981400,214	0,004	981400,206	0,004	-8
18	72026	Šalčininkėlis	981420,575	0,004	981420,567	0,004	-8
19	72028	Valkininkai	981417,786	0,004	981417,791	0,004	5
20	82003	Dieveniškės	981389,077	0,004	981389,06	0,004	-17
21	82005	Norviliškės	981376,85	0,004	981376,84	0,004	-10
						m_x	6,3
						m_x	4,4

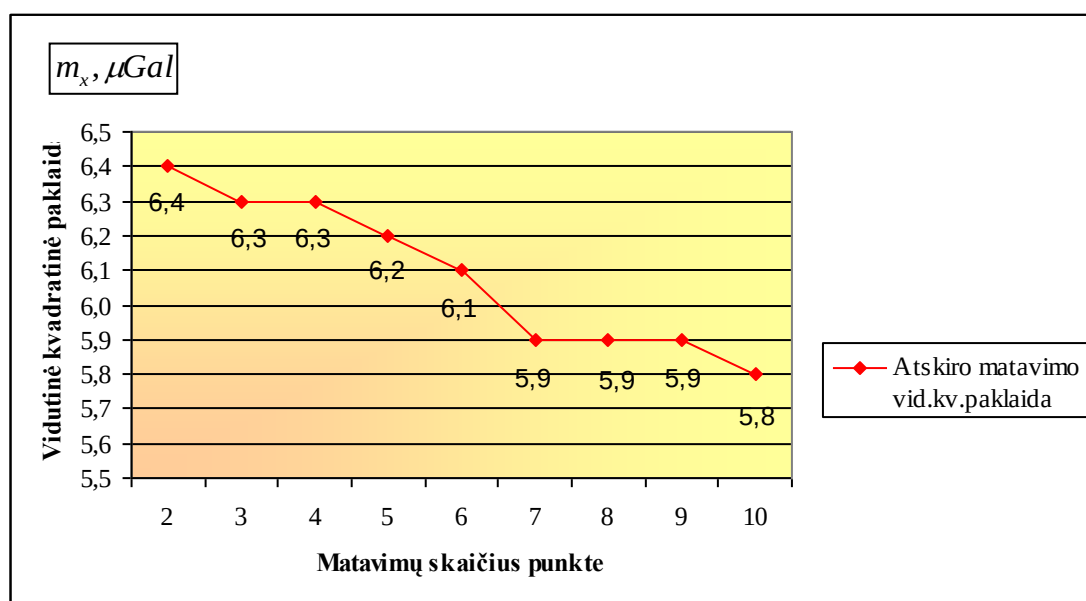
15 lentelė. Sunkio pagreičio reikšmės ir jų skirtumai (2 matavimai)

Eil.Nr.	Punkto kodas	Punkto pavadinimas	g_{183} , mGal	sd mGal	g_{184} , mGal	sd mGal	$g_{184}-g_{183}$ μGal
1	62	Varėna	981403,923	0,004	981403,921	0,004	-2
2	72	Šalčininkai	981420,07	0,004	981420,061	0,004	-9
3	62013	Vydeniai	981395,555	0,004	981395,562	0,004	7
4	62019	Maskauka	981412,666	0,004	981412,661	0,004	-5
5	62030	Voriškės	981403,169	0,004	981403,159	0,004	-10
6	62031	Žilina	981414,540	0,004	981414,528	0,004	-12
7	72012	Butrimonys	981411,989	0,004	981411,991	0,004	2
8	72013	Didžiosios S	981418,337	0,004	981418,329	0,004	-8
9	72014	Jašiūnai	981426,284	0,004	981426,299	0,004	15
10	72015	Kalėsninkai	981395,003	0,004	981395,000	0,004	-3
11	72016	Totorių	981429,017	0,004	981429,017	0,004	0
12	72017	Pabare	981404,114	0,004	981404,100	0,004	-14
13	72018	Pajuodupys	981402,898	0,004	981402,906	0,004	8
14	72019	Paluknys	981420,588	0,004	981420,573	0,004	-15
15	72020	Parudaminys	981434,843	0,004	981434,842	0,004	-1
16	72023	Rudninkai	981421,608	0,004	981421,607	0,004	-1
17	72025	Poskonys	981400,214	0,004	981400,206	0,004	-8
18	72026	Šalčininkėlis	981420,575	0,004	981420,568	0,004	-7
19	72028	Valkininkai	981417,785	0,004	981417,79	0,004	5
20	82003	Dieveniškės	981389,076	0,004	981389,06	0,004	-16
21	82005	Norviliškės	981376,85	0,004	981376,839	0,004	-11
						m_x	6,4
						m_x	4,5

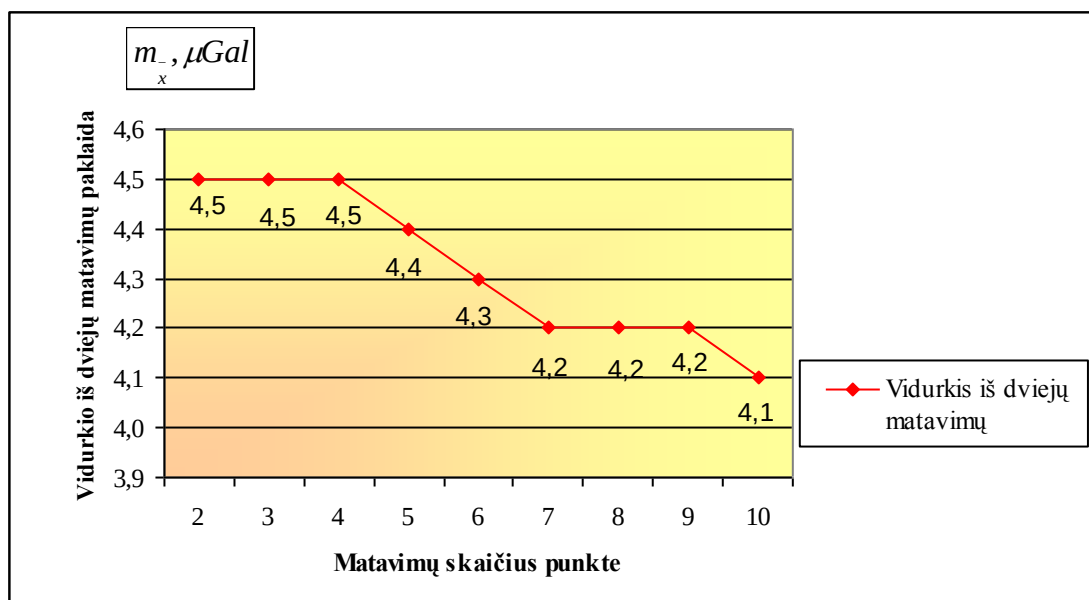
16 lentelė. Sunkio pagreičio tikslumo įvertinimo rezultatai

Matavimų skaičius	m_x , μGal	m_x , μGal
2	6,4	4,5
3	6,3	4,4
4	6,3	4,5
5	6,2	4,3

16 lentelės tęsinys		
6	6,1	4,2
7	5,9	4,2
8	5,9	4,2
9	5,9	4,2
10	5,8	4,1



4.10 pav. Atskiro matavimo vidutinė kvadratinė paklaida



4.11 pav. Vidurkis iš dviejų matavimų paklaida

Tikslumo įvertinimo rezultatai pateikti 16 lentelėje ir grafikuose 4.10 ir 4.11 reisui, matuotam 2007.10.15-16.

Atlikus tyrimus nustatyta sunkio pagreičio reikšmių tikslumo priklausomybė nuo matavimų skaičiaus. Vidutinė kvadratinė sunkio pagreičio paklaida keičiasi nuo 6,4 iki 5,8 μGal , vidurkio matavimų: 4,5-4,1 μGal . Gauti tyrimų rezultatai gali būti panaudoti projektuojant matavimus gravimetrais *Scintrex CG-5*.

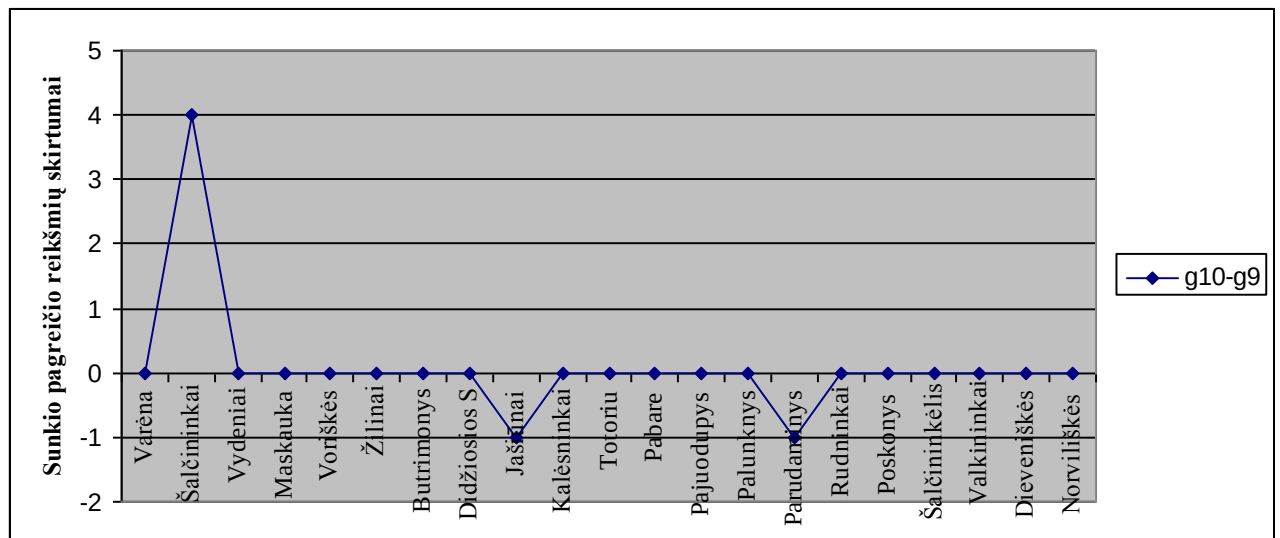
Įvertinus tikslumą pagal dvigubu matavimu skirtumus gaunama, kad pavienio matavimo rezultato vidutinė kvadratinė paklaida geriausia prie dešimties matavimų – 5,8 μGal , o geriausia dviejų matavimų vidurkio vidutinė kvadratinė paklaida prie dešimties matavimų skaičiaus punkte gaunama 4,1 μGal .

Ištirsime matavimų tikslumo priklausomybę nuo matavimų skaičiaus punkte, apjungę abiejų gravimetrų dviejų dienų matavimų duomenis. Tam tikslui imsime skirtingą matavimų skaičių pradedant dviem matavimais punkte, o baigiant – dešimčia. 17- 21 lentelėse pateikti apjunti 2 dienų t.y. spalio 15-16 d. sunkio pagreičio reikšmės matuotos gravimetrais G-183 bei G-184, standartiniai nuokrypiai bei skirtumai $g_{10}-g_9$ tarp sunkio pagreičio atskaitų.

Sunkio pagreičio reikšmių skirtumai pateikti 17-21 lentelėse, kurioje $g_{10}-g_9$ reiškia iš sunkio pagreičio reikšmės prie 10 matavimų buvo atimta sunkio pagreičio reikšmė prie 9 matavimų.

17 lentelė. Išlygintos sunkio pagreičio reikšmės ir jų tikslumas (10 ir 9 matavimai)

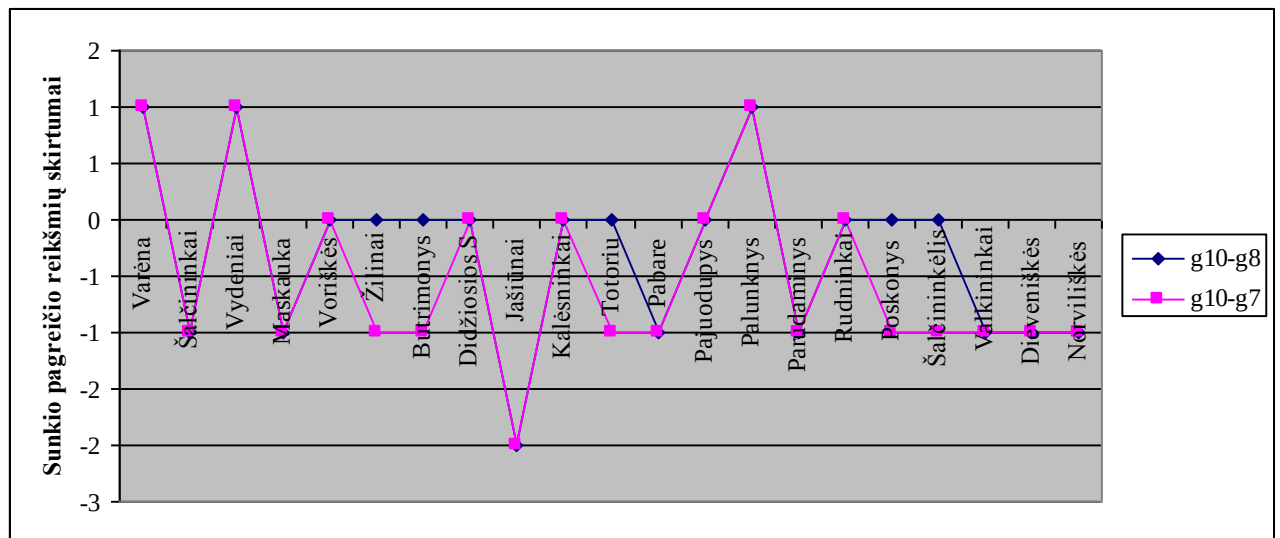
Eil.Nr.	Punkto kodas	Punkto pavadinimas	g_{10} mGal	sd mGal	g_9 mGal	sd mGal	$g_{10}-g_9$ μGal
1	62	Varėna	981403,925	0,004	981403,925	0,004	0
2	72	Šalčininkai	981420,064	0,004	981420,060	0,004	4
3	62013	Vydeniai	981395,561	0,004	981395,561	0,004	0
4	62019	Maskauka	981412,662	0,004	981412,662	0,004	0
5	62030	Voriškės	981403,164	0,004	981403,164	0,004	0
6	62031	Žiliniai	981414,534	0,004	981414,534	0,004	0
7	72012	Butrimonys	981411,989	0,004	981411,989	0,004	0
8	72013	Didžiosios S	981418,333	0,004	981418,333	0,004	0
9	72014	Jašiūnai	981426,287	0,004	981426,288	0,004	-1
10	72015	Kalėsninkai	981395,001	0,004	981395,001	0,004	0
11	72016	Totoriu	981429,014	0,004	981429,014	0,004	0
12	72017	Pabare	981404,105	0,004	981404,105	0,004	0
13	72018	Pajuodupys	981402,900	0,004	981402,900	0,004	0
14	72019	Palunknys	981420,582	0,004	981420,582	0,004	0
15	72020	Parudaminys	981434,840	0,004	981434,841	0,004	-1
16	72023	Rudninkai	981421,605	0,004	981421,605	0,004	0
17	72025	Poskonys	981400,208	0,004	981400,208	0,004	0
18	72026	Šalčininkėlis	981420,570	0,004	981420,570	0,004	0
19	72028	Valkininkai	981417,787	0,004	981417,787	0,004	0
20	82003	Dieveniškės	981389,067	0,004	981389,067	0,004	0
21	82005	Norviliškės	981376,843	0,004	981376,843	0,004	0



4.12 pav. Sunkio pagreičio reikšmių skirtumai

18 lentelė. Išlygintos sunkio pagreičio reikšmės ir jų tikslumas (8 ir 7 matavimai)

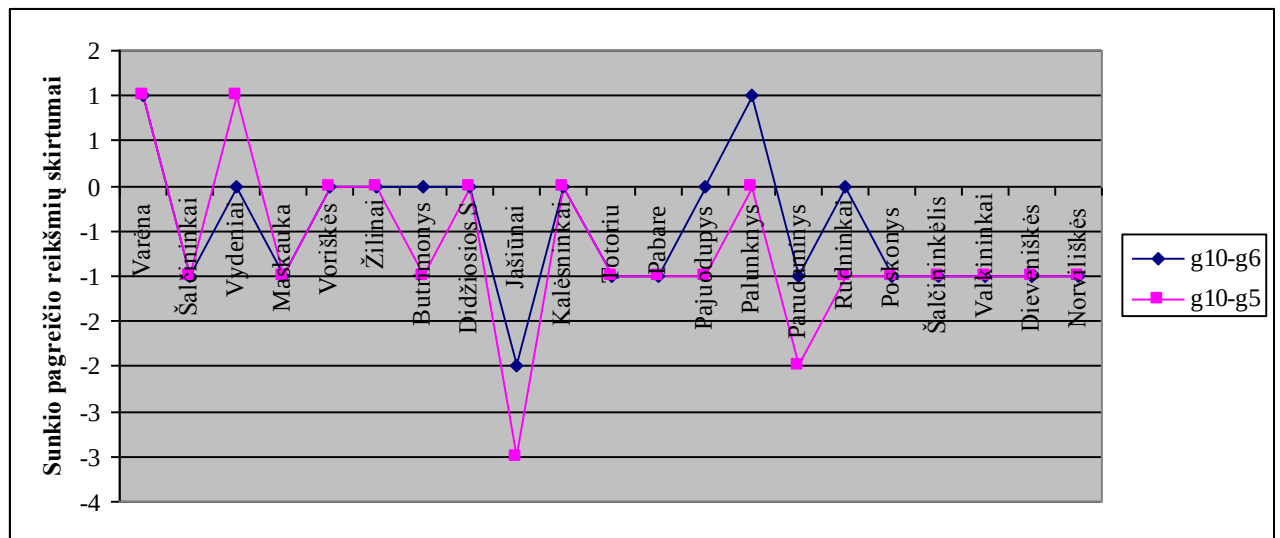
Eil.Nr.	Punkto kodas	Punkto pavadinimas	g ₈ mGal	sd mGal	g ₇ mGal	sd mGal	g ₁₀ -g ₈ μ Gal	g ₁₀ -g ₇ μ Gal
1	62	Varėna	981403,924	0,004	981403,924	0,004	1	1
2	72	Šalčininkai	981420,065	0,004	981420,065	0,004	-1	-1
3	62013	Vydeniai	981395,560	0,004	981395,560	0,004	1	1
4	62019	Maskauka	981412,663	0,004	981412,663	0,004	-1	-1
5	62030	Voriškės	981403,164	0,004	981403,164	0,004	0	0
6	62031	Žiliniai	981414,534	0,004	981414,535	0,004	0	-1
7	72012	Butrimonys	981411,989	0,004	981411,990	0,004	0	-1
8	72013	Didžiosios S	981418,333	0,004	981418,333	0,004	0	0
9	72014	Jašiūnai	981426,289	0,004	981426,289	0,004	-2	-2
10	72015	Kalėsninkai	981395,001	0,004	981395,001	0,004	0	0
11	72016	Totoriu	981429,014	0,004	981429,015	0,004	0	-1
12	72017	Pabare	981404,106	0,004	981404,106	0,004	-1	-1
13	72018	Pajuodupys	981402,900	0,004	981402,900	0,004	0	0
14	72019	Palunknys	981420,581	0,004	981420,581	0,004	1	1
15	72020	Parudaminys	981434,841	0,004	981434,841	0,004	-1	-1
16	72023	Rudninkai	981421,605	0,004	981421,605	0,004	0	0
17	72025	Poskonys	981400,208	0,004	981400,209	0,004	0	-1
18	72026	Šalčininkėlis	981420,570	0,004	981420,571	0,004	0	-1
19	72028	Valkininkai	981417,788	0,004	981417,788	0,004	-1	-1
20	82003	Dieveniškės	981389,068	0,004	981389,068	0,004	-1	-1
21	82005	Norviliškės	981376,844	0,004	981376,844	0,004	-1	-1



4.13 pav. Sunkio pagreičio reikšmių skirtumai

19 lentelė. Sunkio pagreičio reikšmių skirtumai

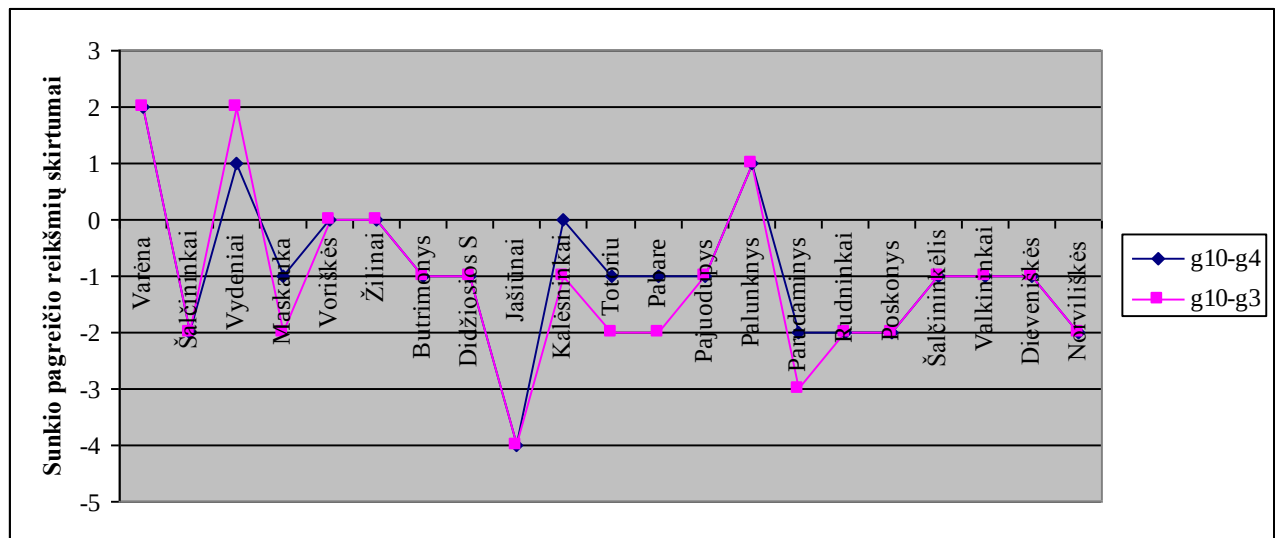
Eil.Nr.	Punkto kodas	Punkto pavadinimas	g ₆ mGal	sd mGal	g ₅ mGal	sd mGal	g ₁₀ -g ₆ μGal	g ₁₀ -g ₅ μGal
1	62	Varėna	981403,924	0,004	981403,924	0,004	1	1
2	72	Šalčininkai	981420,065	0,004	981420,065	0,004	-1	-1
3	62013	Vydeniai	981395,561	0,004	981395,560	0,004	0	1
4	62019	Maskauka	981412,663	0,004	981412,663	0,004	-1	-1
5	62030	Voriškės	981403,164	0,004	981403,164	0,004	0	0
6	62031	Žiliniai	981414,534	0,004	981414,534	0,004	0	0
7	72012	Butrimonys	981411,989	0,004	981411,990	0,004	0	-1
8	72013	Didžiosios S	981418,333	0,004	981418,333	0,004	0	0
9	72014	Jašiūnai	981426,289	0,004	981426,290	0,004	-2	-3
10	72015	Kalėsninkai	981395,001	0,004	981395,001	0,004	0	0
11	72016	Totoriu	981429,015	0,004	981429,015	0,004	-1	-1
12	72017	Pabare	981404,106	0,004	981404,106	0,004	-1	-1
13	72018	Pajuodupys	981402,900	0,004	981402,901	0,004	0	-1
14	72019	Palunknys	981420,581	0,004	981420,582	0,004	1	0
15	72020	Parudaminys	981434,841	0,004	981434,842	0,004	-1	-2
16	72023	Rudninkai	981421,605	0,004	981421,606	0,004	0	-1
17	72025	Poskonys	981400,209	0,004	981400,209	0,004	-1	-1
18	72026	Šalčininkėlis	981420,571	0,004	981420,571	0,004	-1	-1
19	72028	Valkininkai	981417,788	0,004	981417,788	0,004	-1	-1
20	82003	Dieveniškės	981389,068	0,004	981389,068	0,004	-1	-1
21	82005	Norviliškės	981376,844	0,004	981376,844	0,004	-1	-1



4.14 pav. Sunkio pagreičio reikšmių skirtumai

20 lentelė. Sunkio pagreičio reikšmių skirtumai

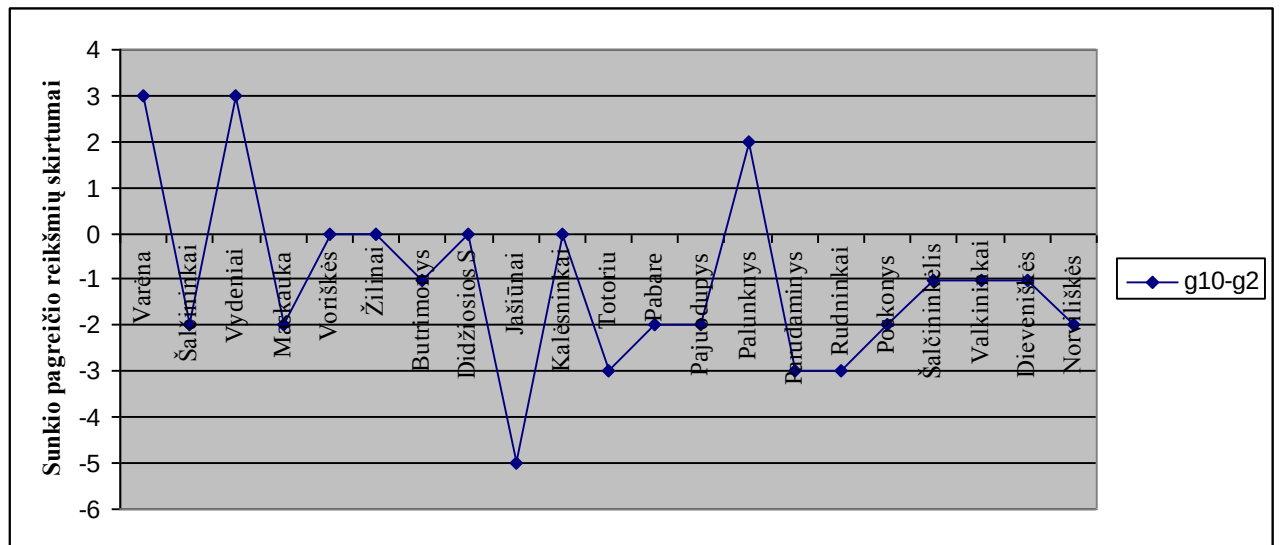
Eil.Nr.	Punkto kodas	Punkto pavadinimas	g ₄ mGal	sd mGal	g ₃ mGal	sd mGal	g ₁₀ -g ₄ μGal	g ₁₀ -g ₃ μGal
1	62	Varėna	981403,923	0,004	981403,923	0,004	2	2
2	72	Šalčininkai	981420,066	0,004	981420,066	0,004	-2	-2
3	62013	Vydeniai	981395,560	0,004	981395,559	0,004	1	2
4	62019	Maskauka	981412,663	0,004	981412,664	0,004	-1	-2
5	62030	Voriškės	981403,164	0,004	981403,164	0,004	0	0
6	62031	Žiliniai	981414,534	0,004	981414,534	0,004	0	0
7	72012	Butrimonys	981411,990	0,004	981411,990	0,004	-1	-1
8	72013	Didžiosios S	981418,334	0,004	981418,334	0,004	-1	-1
9	72014	Jašiūnai	981426,291	0,004	981426,291	0,004	-4	-4
10	72015	Kalėsninkai	981395,001	0,004	981395,002	0,004	0	-1
11	72016	Totoriu	981429,015	0,004	981429,016	0,004	-1	-2
12	72017	Pabare	981404,106	0,004	981404,107	0,004	-1	-2
13	72018	Pajuodupys	981402,901	0,004	981402,901	0,004	-1	-1
14	72019	Palunknys	981420,581	0,004	981420,581	0,004	1	1
15	72020	Parudaminys	981434,842	0,004	981434,843	0,004	-2	-3
16	72023	Rudninkai	981421,607	0,004	981421,607	0,004	-2	-2
17	72025	Poskonys	981400,210	0,004	981400,210	0,004	-2	-2
18	72026	Šalčininkėlis	981420,571	0,004	981420,571	0,004	-1	-1
19	72028	Valkininkai	981417,788	0,004	981417,788	0,004	-1	-1
20	82003	Dieveniškės	981389,068	0,004	981389,068	0,004	-1	-1
21	82005	Norviliškės	981376,845	0,004	981376,845	0,004	-2	-2



4.15 pav. Sunkio pagreičio reikšmių skirtumai

21 lentelė. Sunkio pagreičio reikšmių skirtumai

Eil.Nr.	Punkto kodas	Punkto pavadinimas	g ₁₀ mGal	sd mGal	g ₂ mGal	sd mGal	g ₁₀ -g ₂ μ Gal
1	62	Varėna	981403,925	0,004	981403,922	0,005	3
2	72	Šalčininkai	981420,064	0,004	981420,066	0,005	-2
3	62013	Vydeniai	981395,561	0,004	981395,558	0,005	3
4	62019	Maskauka	981412,662	0,004	981412,664	0,005	-2
5	62030	Voriškės	981403,164	0,004	981403,164	0,005	0
6	62031	Žiliniai	981414,534	0,004	981414,534	0,005	0
7	72012	Butrimonys	981411,989	0,004	981411,990	0,005	-1
8	72013	Didžiosios S	981418,333	0,004	981418,333	0,005	0
9	72014	Jašiūnai	981426,287	0,004	981426,292	0,005	-5
10	72015	Kalėsninkai	981395,001	0,004	981395,001	0,005	0
11	72016	Totoriu	981429,014	0,004	981429,017	0,005	-3
12	72017	Pabare	981404,105	0,004	981404,107	0,005	-2
13	72018	Pajuodupys	981402,900	0,004	981402,902	0,005	-2
14	72019	Palunknys	981420,582	0,004	981420,580	0,005	2
15	72020	Parudaminys	981434,840	0,004	981434,843	0,005	-3
16	72023	Rudninkai	981421,605	0,004	981421,608	0,005	-3
17	72025	Poskonys	981400,208	0,004	981400,210	0,005	-2
18	72026	Šalčininkėlis	981420,570	0,004	981420,571	0,005	-1
19	72028	Valkininkai	981417,787	0,004	981417,788	0,005	-1
20	82003	Dieveniškės	981389,067	0,004	981389,068	0,005	-1
21	82005	Norviliškės	981376,843	0,004	981376,845	0,005	-2



4.16 pav. Sunkio pagreičio reikšmių skirtumai

22 lentelė. Didžiausi sunkio pagreičio reikšmių skirtumai

$g_{10}-g_9$ μGal	$g_{10}-g_8$ μGal	$g_{10}-g_7$ μGal	$g_{10}-g_6$ μGal	$g_{10}-g_5$ μGal	$g_{10}-g_4$ μGal	$g_{10}-g_3$ μGal	$g_{10}-g_2$ μGal
4	-2	-2	-2	-3	-4	-4	-5

Iš anksčiau paminėtų 17-21 lentelių matome, kad standartinis nuokrypis „sd“ pasikeičia tik kai yra atlikti 2 matavimai punkte. Jis padidėja 1 μGal . Panašiai gaunasi ir vertinant tikslumą pagal dvigubus matavimus. Sunkio pagreičio skirtumai tarp skirtingu matavimų skaičiaus pavaizduoti anksčiau pateiktuose paveiksluose (4.12-4.16 pav.). Mažinant matavimų skaičių punkte paklaidos didėja.

22 lentelė parodo mums didžiausius sunkio pagreičio reikšmių šuolius tarp skirtingu matavimų skaičiaus. Kaip matome, didžiausias šuolis yra kai skaičiuojame skirtumą tarp $g_{10}-g_2$.

Išvados:

1. Atlikus Lenkijos ir Lietuvos gravimetrinių tinklų sudarymo analizę matyti, kad IGSN 71 sunkio sistema abiejose valstybėse įtvirtinta absoliutiniais sunkio pagreičio matavimais, Lenkijoje 13 punktų 1973 – 2008 m., Lietuvoje – trijuose punktuose 1994 - 2007 m. Matavimai atlikti pačiais naujausiais balistiniais gravimetrais *JILAg-5*, FG5-230. Sunkio pagreičio paklaida neviršija 5 μ Gal.
2. Lietuvos gravimetrinis tinklas jungiantis nulinės, pirmosios ir antrosios klasės 686 punktus (vidutinis atstumas tarp punktų apie 10 km) išmatuotas 2007 – 2009 metais gravimetrais Scintrex CG-5. Sunkio pagreičio reikšmių, nustatytų gravimetrinio tinklo punktuose, vidutinė kvadratinė paklaida neviršija 7 μ Gal.
3. Lenkijos gravimetrinis tinklas jungiantis 366 nulinės bei pirmosios klasės punktus, matuotas 1994-1998 m. Punktai išdėstyti tolygiai Lenkijos teritorijoje.
4. Baigiamajame magistro darbe sudaryta gravimetrinių matavimų duomenų bazė, kuri gali būti naudojama gravimetrinių matavimų duomenų analizei.
5. Panaudojant Lietuvos antrosios klasės gravimetrinio tinklo matavimų gravimetrais Scintrex CG-5 duomenis, atlikti, sunkio pagreičio tikslumo priklausomybės nuo matavimų skaičiaus punkte, tyrimai. Nustatyta, kad mažinant matavimų skaičių nuo 10 iki 2, sunkio pagreičio paklaida didėja nuo 4 μ Gal iki 5 μ Gal.
6. Darbe gauti tyrimų rezultatai gali būti panaudoti tobulinant matavimų gravimetrais Scintrex CG -5 metodiką.

Literatūros sąrašas:

- Barlik, M.; Olszak, T.; Pachuta, A.; Walo J. „*Koncepcja modernizacji podstawowej osnowy grawimetrycznej Polski*“ // Politechnika Warszawska, Instytut Geodezji Wyższej i Astronomii Geodezyjnej
- Birvydienė, R.; Obuchovski, R.; Paršeliūnas, E.; Petroškevičius, P.; Šlikas, D.; Viskontas, P. *Lietuvos gravimetrinio tinklo charakteristikos* // Geodezija ir kartografija. Vilnius : Technika. ISSN 1392-1541. T. 35, nr. 4 (2009), p. 131-136
- Birvydienė, R.; Krikštaponis, B.; Obuchovski, R.; Paršeliūnas, E.; Petroškevičius, P.; Šlikas, D. *Lietuvos teritorijos gravimetrinio žemėlapių tikslumo vertinimas* // Geodezija ir kartografija. Vilnius : Technika. ISSN 1392-1541. 2010, Vol. 36, no. 1, p. 20-24.
- GRAVSOF Geodetic Gravity Field Modelling Programs manual: Daniosh National Space Center, 2003. 59 p.
- Mäkinen, J.; Petroškevičius, P.; Kazakevičius, S.; Steponavienė, J. *Lietuvos valstybinio gravimetrinio nulinės klasės tinklo sudarymas*, Geodezija ir kartografija, ISSN 1392-1541, VILNIUS: Technika, 2001, XXVII t., Nr. 2. p. 49-54.
- Paršeliūnas, E. *Geoinformacinės sistemos: duomenų bazės*. Vilnius: Technika. 1997. 139 p.
- Paršeliūnas, E. 2008. *Geoinformacinės sistemos: duomenų bazės*. [Geographic information systems: database]. Vilnius : Technika. 90 p.
- Paršeliūnas, E.; Obuchovski, R.; Birvydienė, R.; Petroškevičius, P.; Zakarevičius, A.; Aksamitauskas, V. Č.; Rybokas, M. *Some issues of the national gravimetric network development in Lithuania* // Journal of vibroengineering. Vilnius : Vibromechanika. ISSN 1392-8716. Vol. 12, iss. 4 (2010), p. 683-688.
- Paršeliūnas, E.; Petroškevičius, P.; Obuchovski, R. *Analysis of gravimetric observations made by SCINTREX CG-5* // The 7th International conference "Environmental engineering": selected papers, May 22-23, 2008 Vilnius, Lithuania. Vol. 3. Vilnius : Technika, 2008. ISBN 9789955282655. p. 1422-1433.
- Paršeliūnas, E.; Petroškevičius, P. *Quality of Lithuanian national gravimetric network* // Harita dergisi : proceedings of the 1st International Symposium of the International Gravity Field Service. Ankara : Harita Genel Komutanlığı. ISSN 1300-5790. spec. iss. 18 (2007), p. 388-392.
- Paršeliūnas, E.; Petroškevičius, P.; Birvydienė, R.; Obuchovski, R. *Investigation of the automatic gravimeters scintrex CG-5 and analysis of gravimetric measurements* // 8th International Conference "Environmental Engineering", May 19-20, 2011, Vilnius, Lithuania : selected papers. Vol. 3. Sustainable urban development. Roads and railways. Technologies of geodesy and cadastre. Vilnius : Technika, 2011. ISSN 2029-7106.

- Petroškevičius, P. *Gravitacijos lauko poveikis geodeziniam matavimams*. Vilnius: Technika, 2004. 290 p.
- Petroškevičius, P.; Birvydienė, R.; Obuchovski, R.; Paršeliūnas, E. *Matavimų Scintrex CG-5 gravimetrais analizė* // Geodesy and cartography. Vilnius : Technika. ISSN 2029-6991. Vol. 37, no. 4 (2011), p. 154-158.
- Petroškevičius, P.; Zakarevičius, A.; Paršeliūnas, E.; Viskontas, P.; Neseckas, A. *Lietuvos geodezinio pagrindo kūrimas ir plėtra Europos lygmeniu* // Profesijos istorija 1990-2010" / Lietuvos matavimų asociacija Vilnius : Kriventa, 2011. ISBN 9789955526582. p. 152-170.
- Sas-Uhrynowski A., et. al. *Establishment of Lithuanian National gravimetric first order network*. Geodezija ir kartografija. Vilnius: Technika. 2002, 28 (3): 75–82.)
- Skeivalas, J.; Petroškevičius, P.; Obuchovski, R.; Zigmantienė, E. *Gravimetrinių tinklų išlyginimas, taikant skirtingus išlyginimo modelius* // Geodezija ir kartografija. Vilnius : Technika. ISSN 1392-1541. T. 34, nr. 2 (2008), p. 45-49.
- Юзефович А.П.; Огородова Л.В.; *Гравиметрия*, Москва:Недра. 1980. 320с.

Internetiniai puslapiai:

- Antrosios klasės gravimetrinis tinklas. Žiūrėta 2012 m. vasario 1 d. Prieiga per internetą:
<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:1tTd5S2GKMJsJ:www.nzt.lt/index.php%3Fid%3D210+Antrosios+klas%C4%97s+gravimetrinis+tinklas&cd=4&hl=lt&ct=clnk&gl=lt>
- Gravimetras. Žiūrėta 2012 m. balandžio 2 d. Prieiga per internetą:
<http://lt.wikipedia.org/wiki/Gravimetras>
- Lenkijos gravimetrinis tinklas PIG-62. Žiūrėta 2012 m. balandžio 21 d. Prieiga per internetą:
<http://www.igik.edu.pl/index.php/pl/grawimetria/osnowy/233-osnowa-grawimetryczna-systemu-pig-62>
- Lenkijos gravimetrinis tinklas IGIK-66. Žiūrėta 2012 m. balandžio 21 d. Prieiga per internetą:
<http://www.igik.edu.pl/index.php/pl/grawimetria/osnowy/237-osnowa-grawimetryczna-systemu-igik-66>
- Lenkijos gravimetrinis tinklas. Žiūrėta 2012 m. balandžio 21 d. Prieiga per internetą:
<http://www.igik.edu.pl/index.php/pl/grawimetria/osnowy>
- Lenkijos gravimetrinis tinklas IGSN71. Žiūrėta 2012 m. balandžio 21 d. Prieiga per internetą:
<http://www.igik.edu.pl/index.php/pl/grawimetria/osnowy/239-system-igsn71>
- Lenkijos gravimetrinis tinklai. Žiūrėta 2012 m. balandžio 21 d. Prieiga per internetą:
<http://www.igik.edu.pl/index.php/pl/grawimetria/osnowy/240-podstawowa-osnowa-grawimetryczna-polski-pogk97-pogk99-pog04>

Lenkijos teritorijos gravimetrinis pagrindas. Žiūrėta 2012 m. gegužės 24 d. Prieiga per internetą:

http://www.topu.mil.sk/data/att/15624_subor.pdf

SCINTREX CG-5 gravimetras. Žiūrėta 2012 m. balandžio 10 d. Prieiga per internetą: CG – 5

<http://www.SCINTREXltd.com/documents/CG5.v2.manual.pdf>.

Sunkio pagreitis. Žiūrėta 2012 m. balandžio 21 d. Prieiga per internetą:

http://lt.wikipedia.org/wiki/Laisvasis_kritimas

Žiūrėta 2012 m. kovo 9 d. Prieiga per internetą:

<http://www.gi.ap.vgtu.lt/?id=2268.1550#5>

Priedai

=== Reading residuals with tares and drift ===

(excl. single measurements not in adjustment)

statno t seqno obs v plot (0.02 mgal/div)

G- 183

DRIFT parameter: 0.041 mgal/day

BIAS parameter: 4121.745

73001	151007,	3.55	1	4580.825	-0.005	*	VILNIUS
73001	151007,	3.56	2	4580.825	-0.005	*	VILNIUS
73001	151007,	3.57	3	4580.824	-0.006	*	VILNIUS
73001	151007,	3.58	4	4580.825	-0.005	*	VILNIUS
73001	151007,	3.59	5	4580.827	-0.003	*	VILNIUS
73001	151007,	4.00	6	4580.824	-0.006	*	VILNIUS
73001	151007,	4.01	7	4580.825	-0.005	*	VILNIUS
73001	151007,	4.02	8	4580.824	-0.006	*	VILNIUS
73001	151007,	4.03	9	4580.825	-0.005	*	VILNIUS
73001	151007,	4.04	10	4580.824	-0.006	*	VILNIUS
73001	151007,	4.06	11	4580.826	-0.004	*	VILNIUS
73001	151007,	4.07	12	4580.825	-0.005	*	VILNIUS
73001	151007,	4.08	13	4580.826	-0.004	*	VILNIUS
73001	151007,	4.09	14	4580.824	-0.006	*	VILNIUS
73001	151007,	4.10	15	4580.825	-0.005	*	VILNIUS
73001	151007,	4.11	16	4580.826	-0.004	*	VILNIUS
73001	151007,	4.12	17	4580.825	-0.005	*	VILNIUS
73001	151007,	4.13	18	4580.826	-0.004	*	VILNIUS
73001	151007,	4.14	19	4580.824	-0.006	*	VILNIUS
73001	151007,	4.15	20	4580.826	-0.004	*	VILNIUS
72020	151007,	5.11	21	4556.591	0.003	*	Parudaminys
72020	151007,	5.13	22	4556.590	0.002	*	Parudaminys
72020	151007,	5.14	23	4556.590	0.002	*	Parudaminys
72020	151007,	5.15	24	4556.589	0.001	*	Parudaminys
72020	151007,	5.16	25	4556.589	0.001	*	Parudaminys
72020	151007,	5.17	26	4556.587	-0.001	*	Parudaminys
72020	151007,	5.18	27	4556.586	-0.002	*	Parudaminys
72020	151007,	5.19	28	4556.587	-0.001	*	Parudaminys
72020	151007,	5.20	29	4556.586	-0.002	*	Parudaminys
72020	151007,	5.21	30	4556.586	-0.002	*	Parudaminys
72014	151007,	5.44	31	4548.033	-0.002	*	Jasiunai
72014	151007,	5.45	32	4548.032	-0.003	*	Jasiunai
72014	151007,	5.46	33	4548.032	-0.003	*	Jasiunai
72014	151007,	5.47	34	4548.032	-0.003	*	Jasiunai
72014	151007,	5.48	35	4548.029	-0.007	*	Jasiunai
72014	151007,	5.49	36	4548.029	-0.007	*	Jasiunai
72014	151007,	5.50	37	4548.030	-0.006	*	Jasiunai
72014	151007,	5.51	38	4548.030	-0.006	*	Jasiunai
72014	151007,	5.52	39	4548.029	-0.007	*	Jasiunai
72014	151007,	5.53	40	4548.022	-0.014	*!	Jasiunai
72026	151007,	6.14	41	4542.325	0.006	*	salcininkeli
72026	151007,	6.15	42	4542.323	0.004	*	salcininkeli
72026	151007,	6.16	43	4542.324	0.005	*	salcininkeli
72026	151007,	6.17	44	4542.323	0.004	*	salcininkeli
72026	151007,	6.18	45	4542.323	0.004	*	salcininkeli
72026	151007,	6.19	46	4542.322	0.003	*	salcininkeli
72026	151007,	6.20	47	4542.321	0.002	*	salcininkeli

72026	151007, 6.21	48	4542.319	0.000	*	salcininkeli
72026	151007, 6.22	49	4542.321	0.002	*	salcininkeli
72026	151007, 6.23	50	4542.320	0.001	*	salcininkeli
72	151007, 6.42	51	4541.820	0.006	*	Salcininkai
72	151007, 6.43	52	4541.819	0.005	*	Salcininkai
72	151007, 6.44	53	4541.818	0.004	*	Salcininkai
72	151007, 6.45	54	4541.818	0.004	*	Salcininkai
72	151007, 6.46	55	4541.815	0.001	*	Salcininkai
72	151007, 6.47	56	4541.815	0.001	*	Salcininkai
72	151007, 6.48	57	4541.814	-0.001	*	Salcininkai
72	151007, 6.49	58	4541.812	-0.003	*	Salcininkai
72	151007, 6.50	59	4541.813	-0.002	*	Salcininkai
72	151007, 6.51	60	4541.811	-0.004	*	Salcininkai
72008	151007, 7.08	61	4540.679	0.006	*	SALCININKAI
72008	151007, 7.09	62	4540.680	0.007	*	SALCININKAI
72008	151007, 7.10	63	4540.680	0.006	*	SALCININKAI
72008	151007, 7.11	64	4540.678	0.004	*	SALCININKAI
72008	151007, 7.12	65	4540.676	0.002	*	SALCININKAI
72008	151007, 7.13	66	4540.677	0.003	*	SALCININKAI
72008	151007, 7.14	67	4540.676	0.002	*	SALCININKAI
72008	151007, 7.15	68	4540.676	0.002	*	SALCININKAI
72008	151007, 7.16	69	4540.674	0.000	*	SALCININKAI
72008	151007, 7.17	70	4540.675	0.001	*	SALCININKAI
72025	151007, 7.46	71	4521.964	0.005	*	Poskonys
72025	151007, 7.47	72	4521.966	0.007	*	Poskonys
72025	151007, 7.48	73	4521.966	0.007	*	Poskonys
72025	151007, 7.49	74	4521.965	0.005	*	Poskonys
72025	151007, 7.50	75	4521.964	0.004	*	Poskonys
72025	151007, 7.51	76	4521.963	0.003	*	Poskonys
72025	151007, 7.52	77	4521.961	0.001	*	Poskonys
72025	151007, 7.53	78	4521.961	0.001	*	Poskonys
72025	151007, 7.54	79	4521.961	0.001	*	Poskonys
72025	151007, 7.55	80	4521.960	0.000	*	Poskonys
82005	151007, 8.34	81	4498.603	0.007	*	Norviliskes
82005	151007, 8.35	82	4498.602	0.006	*	Norviliskes
82005	151007, 8.36	83	4498.602	0.006	*	Norviliskes
82005	151007, 8.37	84	4498.602	0.006	*	Norviliskes
82005	151007, 8.38	85	4498.602	0.006	*	Norviliskes
82005	151007, 8.39	86	4498.600	0.004	*	Norviliskes
82005	151007, 8.40	87	4498.600	0.004	*	Norviliskes
82005	151007, 8.41	88	4498.600	0.003	*	Norviliskes
82005	151007, 8.42	89	4498.599	0.002	*	Norviliskes
82005	151007, 8.43	90	4498.598	0.001	*	Norviliskes
82003	151007, 9.16	91	4510.830	0.008	*	Dieveniskes
82003	151007, 9.17	92	4510.829	0.007	*	Dieveniskes
82003	151007, 9.18	93	4510.832	0.010	!*	Dieveniskes
82003	151007, 9.19	94	4510.830	0.008	*	Dieveniskes
82003	151007, 9.20	95	4510.830	0.008	*	Dieveniskes
82003	151007, 9.21	96	4510.829	0.007	*	Dieveniskes
82003	151007, 9.22	97	4510.828	0.006	*	Dieveniskes
82003	151007, 9.23	98	4510.829	0.007	*	Dieveniskes
82003	151007, 9.24	99	4510.828	0.006	*	Dieveniskes
82003	151007, 9.25	100	4510.829	0.007	*	Dieveniskes

72008	151007, 10.00	101	4540.675	-0.003	*	SALCININKAI
72008	151007, 10.01	102	4540.675	-0.003	*	SALCININKAI
72008	151007, 10.02	103	4540.674	-0.004	*	SALCININKAI
72008	151007, 10.03	104	4540.674	-0.004	*	SALCININKAI
72008	151007, 10.04	105	4540.673	-0.005	*	SALCININKAI
72008	151007, 10.05	106	4540.672	-0.006	*	SALCININKAI
72008	151007, 10.06	107	4540.672	-0.007	*	SALCININKAI
72008	151007, 10.07	108	4540.671	-0.008	*	SALCININKAI
72008	151007, 10.08	109	4540.671	-0.008	*	SALCININKAI
72008	151007, 10.09	110	4540.672	-0.007	*	SALCININKAI
72013	151007, 10.39	111	4540.094	0.004	*	Didziosios S
72013	151007, 10.40	112	4540.092	0.002	*	Didziosios S
72013	151007, 10.41	113	4540.097	0.007	*	Didziosios S
72013	151007, 10.42	114	4540.092	0.002	*	Didziosios S
72013	151007, 10.43	115	4540.092	0.002	*	Didziosios S
72013	151007, 10.44	116	4540.093	0.003	*	Didziosios S
72013	151007, 10.45	117	4540.092	0.002	*	Didziosios S
72013	151007, 10.46	118	4540.092	0.002	*	Didziosios S
72013	151007, 10.47	119	4540.091	0.001	*	Didziosios S
72013	151007, 10.48	120	4540.091	0.001	*	Didziosios S
72012	151007, 11.13	121	4533.744	-0.003	*	Butrimonys
72012	151007, 11.14	122	4533.748	0.001	*	Butrimonys
72012	151007, 11.15	123	4533.748	0.001	*	Butrimonys
72012	151007, 11.16	124	4533.747	0.000	*	Butrimonys
72012	151007, 11.17	125	4533.747	0.000	*	Butrimonys
72012	151007, 11.18	126	4533.746	-0.001	*	Butrimonys
72012	151007, 11.19	127	4533.747	0.000	*	Butrimonys
72012	151007, 11.20	128	4533.745	-0.002	*	Butrimonys
72012	151007, 11.21	129	4533.744	-0.003	*	Butrimonys
72012	151007, 11.22	130	4533.745	-0.002	*	Butrimonys
72009	151007, 11.46	131	4523.121	0.001	*	EISISKES
72009	151007, 11.47	132	4523.121	0.001	*	EISISKES
72009	151007, 11.48	133	4523.122	0.002	*	EISISKES
72009	151007, 11.49	134	4523.122	0.002	*	EISISKES
72009	151007, 11.50	135	4523.122	0.002	*	EISISKES
72009	151007, 11.51	136	4523.124	0.004	*	EISISKES
72009	151007, 11.52	137	4523.124	0.004	*	EISISKES
72009	151007, 11.53	138	4523.124	0.004	*	EISISKES
72009	151007, 11.54	139	4523.122	0.002	*	EISISKES
72009	151007, 11.55	140	4523.121	0.001	*	EISISKES
72017	151007, 12.16	141	4525.873	0.008	*	Pabare
72017	151007, 12.18	142	4525.872	0.007	*	Pabare
72017	151007, 12.19	143	4525.871	0.006	*	Pabare
72017	151007, 12.20	144	4525.870	0.005	*	Pabare
72017	151007, 12.21	145	4525.871	0.006	*	Pabare
72017	151007, 12.22	146	4525.870	0.005	*	Pabare
72017	151007, 12.23	147	4525.868	0.003	*	Pabare
72017	151007, 12.24	148	4525.870	0.005	*	Pabare
72017	151007, 12.25	149	4525.869	0.004	*	Pabare
72017	151007, 12.26	150	4525.868	0.003	*	Pabare
72010	151007, 12.53	151	4536.740	-0.004	*	PIRCIUPIAI
72010	151007, 12.54	152	4536.740	-0.004	*	PIRCIUPIAI
72010	151007, 12.55	153	4536.740	-0.004	*	PIRCIUPIAI

72010	151007, 12.56	154	4536.741	-0.003	*	PIRCIUPIAI
72010	151007, 12.57	155	4536.740	-0.004	*	PIRCIUPIAI
72010	151007, 12.58	156	4536.738	-0.006	*	PIRCIUPIAI
72010	151007, 12.59	157	4536.739	-0.005	*	PIRCIUPIAI
72010	151007, 13.00	158	4536.738	-0.006	*	PIRCIUPIAI
72010	151007, 13.01	159	4536.737	-0.007	*	PIRCIUPIAI
72010	151007, 13.02	160	4536.739	-0.005	*	PIRCIUPIAI
72023	151007, 13.31	161	4543.370	0.003	*	Rudninkai
72023	151007, 13.32	162	4543.367	0.000	*	Rudninkai
72023	151007, 13.33	163	4543.367	0.000	*	Rudninkai
72023	151007, 13.34	164	4543.369	0.002	*	Rudninkai
72023	151007, 13.35	165	4543.366	-0.001	*	Rudninkai
72023	151007, 13.36	166	4543.364	-0.003	*	Rudninkai
72023	151007, 13.37	167	4543.364	-0.003	*	Rudninkai
72023	151007, 13.38	168	4543.366	-0.001	*	Rudninkai
72023	151007, 13.39	169	4543.366	-0.001	*	Rudninkai
72023	151007, 13.40	170	4543.365	-0.002	*	Rudninkai
72016	151007, 14.07	171	4550.779	0.002	*	Totoriu
72016	151007, 14.09	172	4550.778	0.001	*	Totoriu
72016	151007, 14.10	173	4550.772	-0.005	*	Totoriu
72016	151007, 14.11	174	4550.778	0.001	*	Totoriu
72016	151007, 14.12	175	4550.773	-0.004	*	Totoriu
72016	151007, 14.13	176	4550.777	0.000	*	Totoriu
72016	151007, 14.14	177	4550.771	-0.006	*	Totoriu
72016	151007, 14.15	178	4550.770	-0.007	*	Totoriu
72016	151007, 14.16	179	4550.776	-0.001	*	Totoriu
72016	151007, 14.17	180	4550.772	-0.005	*	Totoriu
73001	151007, 15.23	181	4580.848	-0.001	*	VILNIUS
73001	151007, 15.24	182	4580.847	-0.002	*	VILNIUS
73001	151007, 15.25	183	4580.849	0.000	*	VILNIUS
73001	151007, 15.26	184	4580.848	-0.001	*	VILNIUS
73001	151007, 15.27	185	4580.849	0.000	*	VILNIUS
73001	151007, 15.28	186	4580.848	-0.001	*	VILNIUS
73001	151007, 15.29	187	4580.847	-0.002	*	VILNIUS
73001	151007, 15.30	188	4580.846	-0.003	*	VILNIUS
73001	151007, 15.31	189	4580.846	-0.003	*	VILNIUS
73001	151007, 15.32	190	4580.846	-0.003	*	VILNIUS
73001	151007, 15.41	191	4580.846	-0.004	*	VILNIUS
73001	151007, 15.42	192	4580.846	-0.004	*	VILNIUS
73001	151007, 15.43	193	4580.846	-0.004	*	VILNIUS
73001	151007, 15.44	194	4580.848	-0.002	*	VILNIUS
73001	151007, 15.45	195	4580.848	-0.002	*	VILNIUS
73001	151007, 15.46	196	4580.847	-0.003	*	VILNIUS
73001	151007, 15.47	197	4580.847	-0.003	*	VILNIUS
73001	151007, 15.48	198	4580.847	-0.003	*	VILNIUS
73001	151007, 15.49	199	4580.848	-0.002	*	VILNIUS
73001	151007, 15.50	200	4580.846	-0.004	*	VILNIUS

r.m.s. residuals: 0.004

G- 184

DRIFT parameter: 0.039 mgal/day

BIAS parameter: 4563.184

73001	151007, 3.55	1	5022.274	0.006	*	VILNIUS
73001	151007, 3.56	2	5022.275	0.007	*	VILNIUS

73001	151007, 3.57	3	5022.275	0.007	*	VILNIUS
73001	151007, 3.58	4	5022.274	0.006	*	VILNIUS
73001	151007, 3.59	5	5022.274	0.006	*	VILNIUS
73001	151007, 4.00	6	5022.274	0.006	*	VILNIUS
73001	151007, 4.01	7	5022.273	0.005	*	VILNIUS
73001	151007, 4.02	8	5022.276	0.008	*	VILNIUS
73001	151007, 4.03	9	5022.274	0.006	*	VILNIUS
73001	151007, 4.04	10	5022.274	0.006	*	VILNIUS
73001	151007, 4.06	11	5022.275	0.007	*	VILNIUS
73001	151007, 4.07	12	5022.274	0.006	*	VILNIUS
73001	151007, 4.08	13	5022.274	0.006	*	VILNIUS
73001	151007, 4.09	14	5022.274	0.006	*	VILNIUS
73001	151007, 4.10	15	5022.274	0.006	*	VILNIUS
73001	151007, 4.11	16	5022.273	0.005	*	VILNIUS
73001	151007, 4.12	17	5022.274	0.006	*	VILNIUS
73001	151007, 4.13	18	5022.273	0.005	*	VILNIUS
73001	151007, 4.14	19	5022.275	0.007	*	VILNIUS
73001	151007, 4.15	20	5022.275	0.007	*	VILNIUS
72020	151007, 5.11	21	4998.030	0.004	*	Parudaminys
72020	151007, 5.13	22	4998.030	0.004	*	Parudaminys
72020	151007, 5.14	23	4998.028	0.002	*	Parudaminys
72020	151007, 5.15	24	4998.025	-0.001	*	Parudaminys
72020	151007, 5.16	25	4998.026	0.000	*	Parudaminys
72020	151007, 5.17	26	4998.024	-0.002	*	Parudaminys
72020	151007, 5.18	27	4998.025	-0.001	*	Parudaminys
72020	151007, 5.19	28	4998.023	-0.003	*	Parudaminys
72020	151007, 5.20	29	4998.023	-0.003	*	Parudaminys
72020	151007, 5.21	30	4998.024	-0.002	*	Parudaminys
72014	151007, 5.44	31	4989.489	0.015	!*	Jasiunai
72014	151007, 5.45	32	4989.485	0.011	!*	Jasiunai
72014	151007, 5.46	33	4989.484	0.010	!*	Jasiunai
72014	151007, 5.47	34	4989.481	0.007	*	Jasiunai
72014	151007, 5.48	35	4989.479	0.005	*	Jasiunai
72014	151007, 5.49	36	4989.477	0.003	*	Jasiunai
72014	151007, 5.50	37	4989.479	0.005	*	Jasiunai
72014	151007, 5.51	38	4989.477	0.003	*	Jasiunai
72014	151007, 5.52	39	4989.477	0.003	*	Jasiunai
72014	151007, 5.53	40	4989.467	-0.007	*	Jasiunai
72026	151007, 6.14	41	4983.758	0.001	*	salcininkeli
72026	151007, 6.15	42	4983.756	-0.001	*	salcininkeli
72026	151007, 6.16	43	4983.755	-0.002	*	salcininkeli
72026	151007, 6.17	44	4983.755	-0.002	*	salcininkeli
72026	151007, 6.18	45	4983.755	-0.002	*	salcininkeli
72026	151007, 6.19	46	4983.753	-0.004	*	salcininkeli
72026	151007, 6.20	47	4983.753	-0.004	*	salcininkeli
72026	151007, 6.21	48	4983.752	-0.005	*	salcininkeli
72026	151007, 6.22	49	4983.752	-0.005	*	salcininkeli
72026	151007, 6.23	50	4983.754	-0.003	*	salcininkeli
72	151007, 6.42	51	4983.252	-0.001	*	Salcininkai
72	151007, 6.43	52	4983.251	-0.002	*	Salcininkai
72	151007, 6.44	53	4983.254	0.001	*	Salcininkai
72	151007, 6.45	54	4983.253	0.000	*	Salcininkai
72	151007, 6.46	55	4983.249	-0.004	*	Salcininkai

72	151007, 6.47	56	4983.249	-0.004	*	Salcininkai
72	151007, 6.48	57	4983.251	-0.002	*	Salcininkai
72	151007, 6.49	58	4983.251	-0.002	*	Salcininkai
72	151007, 6.50	59	4983.253	0.000	*	Salcininkai
72	151007, 6.51	60	4983.253	0.000	*	Salcininkai
72008	151007, 7.08	61	4982.114	0.002	*	SALCININKAI
72008	151007, 7.09	62	4982.113	0.001	*	SALCININKAI
72008	151007, 7.10	63	4982.114	0.002	*	SALCININKAI
72008	151007, 7.11	64	4982.115	0.003	*	SALCININKAI
72008	151007, 7.12	65	4982.112	0.000	*	SALCININKAI
72008	151007, 7.13	66	4982.111	-0.001	*	SALCININKAI
72008	151007, 7.14	67	4982.112	0.000	*	SALCININKAI
72008	151007, 7.15	68	4982.111	-0.001	*	SALCININKAI
72008	151007, 7.16	69	4982.112	0.000	*	SALCININKAI
72008	151007, 7.17	70	4982.111	-0.001	*	SALCININKAI
72025	151007, 7.46	71	4963.397	-0.001	*	Poskonys
72025	151007, 7.47	72	4963.398	0.000	*	Poskonys
72025	151007, 7.48	73	4963.398	0.000	*	Poskonys
72025	151007, 7.49	74	4963.395	-0.003	*	Poskonys
72025	151007, 7.50	75	4963.394	-0.004	*	Poskonys
72025	151007, 7.51	76	4963.394	-0.004	*	Poskonys
72025	151007, 7.52	77	4963.393	-0.005	*	Poskonys
72025	151007, 7.53	78	4963.392	-0.006	*	Poskonys
72025	151007, 7.54	79	4963.390	-0.008	*	Poskonys
72025	151007, 7.55	80	4963.390	-0.008	*	Poskonys
82005	151007, 8.34	81	4940.033	-0.001	*	Norviliskes
82005	151007, 8.35	82	4940.032	-0.002	*	Norviliskes
82005	151007, 8.36	83	4940.032	-0.002	*	Norviliskes
82005	151007, 8.37	84	4940.032	-0.002	*	Norviliskes
82005	151007, 8.38	85	4940.029	-0.005	*	Norviliskes
82005	151007, 8.39	86	4940.029	-0.005	*	Norviliskes
82005	151007, 8.40	87	4940.029	-0.006	*	Norviliskes
82005	151007, 8.41	88	4940.028	-0.007	*	Norviliskes
82005	151007, 8.42	89	4940.028	-0.007	*	Norviliskes
82005	151007, 8.43	90	4940.029	-0.006	*	Norviliskes
82003	151007, 9.16	91	4952.255	-0.005	*	Dieveniskes
82003	151007, 9.17	92	4952.253	-0.007	*	Dieveniskes
82003	151007, 9.18	93	4952.254	-0.006	*	Dieveniskes
82003	151007, 9.19	94	4952.252	-0.008	*	Dieveniskes
82003	151007, 9.20	95	4952.251	-0.009	*	Dieveniskes
82003	151007, 9.21	96	4952.253	-0.007	*	Dieveniskes
82003	151007, 9.22	97	4952.251	-0.009	*	Dieveniskes
82003	151007, 9.23	98	4952.251	-0.009	*	Dieveniskes
82003	151007, 9.24	99	4952.251	-0.009	*	Dieveniskes
82003	151007, 9.25	100	4952.251	-0.009	*	Dieveniskes
72008	151007, 10.00	101	4982.120	0.004	*	SALCININKAI
72008	151007, 10.01	102	4982.120	0.004	*	SALCININKAI
72008	151007, 10.02	103	4982.118	0.002	*	SALCININKAI
72008	151007, 10.03	104	4982.118	0.002	*	SALCININKAI
72008	151007, 10.04	105	4982.117	0.001	*	SALCININKAI
72008	151007, 10.05	106	4982.116	0.000	*	SALCININKAI
72008	151007, 10.06	107	4982.118	0.002	*	SALCININKAI
72008	151007, 10.07	108	4982.118	0.002	*	SALCININKAI

72008	151007, 10.08	109	4982.117	0.001	*	SALCININKAI
72008	151007, 10.09	110	4982.116	0.000	*	SALCININKAI
72013	151007, 10.39	111	4981.526	-0.001	*	Didziosios S
72013	151007, 10.40	112	4981.526	-0.002	*	Didziosios S
72013	151007, 10.41	113	4981.526	-0.002	*	Didziosios S
72013	151007, 10.42	114	4981.524	-0.004	*	Didziosios S
72013	151007, 10.43	115	4981.525	-0.003	*	Didziosios S
72013	151007, 10.44	116	4981.525	-0.003	*	Didziosios S
72013	151007, 10.45	117	4981.524	-0.004	*	Didziosios S
72013	151007, 10.46	118	4981.524	-0.004	*	Didziosios S
72013	151007, 10.47	119	4981.524	-0.004	*	Didziosios S
72013	151007, 10.48	120	4981.524	-0.004	*	Didziosios S
72012	151007, 11.13	121	4975.189	0.005	*	Butrimonys
72012	151007, 11.14	122	4975.187	0.003	*	Butrimonys
72012	151007, 11.15	123	4975.187	0.003	*	Butrimonys
72012	151007, 11.16	124	4975.186	0.001	*	Butrimonys
72012	151007, 11.17	125	4975.184	-0.001	*	Butrimonys
72012	151007, 11.18	126	4975.184	-0.001	*	Butrimonys
72012	151007, 11.19	127	4975.185	0.000	*	Butrimonys
72012	151007, 11.20	128	4975.185	0.000	*	Butrimonys
72012	151007, 11.21	129	4975.183	-0.002	*	Butrimonys
72012	151007, 11.22	130	4975.182	-0.003	*	Butrimonys
72009	151007, 11.46	131	4964.549	-0.009	*	EISISKES
72009	151007, 11.47	132	4964.548	-0.010	*	EISISKES
72009	151007, 11.48	133	4964.547	-0.011	*!	EISISKES
72009	151007, 11.49	134	4964.548	-0.010	*	EISISKES
72009	151007, 11.50	135	4964.547	-0.011	*!	EISISKES
72009	151007, 11.51	136	4964.547	-0.011	*!	EISISKES
72009	151007, 11.52	137	4964.548	-0.010	*	EISISKES
72009	151007, 11.53	138	4964.548	-0.010	*	EISISKES
72009	151007, 11.54	139	4964.548	-0.010	*	EISISKES
72009	151007, 11.55	140	4964.546	-0.012	*!	EISISKES
72017	151007, 12.16	141	4967.300	-0.002	*	Pabare
72017	151007, 12.18	142	4967.299	-0.003	*	Pabare
72017	151007, 12.19	143	4967.298	-0.004	*	Pabare
72017	151007, 12.20	144	4967.298	-0.004	*	Pabare
72017	151007, 12.21	145	4967.298	-0.004	*	Pabare
72017	151007, 12.22	146	4967.296	-0.006	*	Pabare
72017	151007, 12.23	147	4967.296	-0.006	*	Pabare
72017	151007, 12.24	148	4967.295	-0.008	*	Pabare
72017	151007, 12.25	149	4967.294	-0.009	*	Pabare
72017	151007, 12.26	150	4967.296	-0.007	*	Pabare
72010	151007, 12.53	151	4978.182	0.000	*	PIRCIUPIAI
72010	151007, 12.54	152	4978.182	0.000	*	PIRCIUPIAI
72010	151007, 12.55	153	4978.182	0.000	*	PIRCIUPIAI
72010	151007, 12.56	154	4978.184	0.002	*	PIRCIUPIAI
72010	151007, 12.57	155	4978.182	0.000	*	PIRCIUPIAI
72010	151007, 12.58	156	4978.181	-0.001	*	PIRCIUPIAI
72010	151007, 12.59	157	4978.183	0.001	*	PIRCIUPIAI
72010	151007, 13.00	158	4978.181	-0.001	*	PIRCIUPIAI
72010	151007, 13.01	159	4978.181	-0.001	*	PIRCIUPIAI
72010	151007, 13.02	160	4978.181	-0.001	*	PIRCIUPIAI
72023	151007, 13.31	161	4984.809	0.005	*	Rudninkai

72023	151007, 13.32	162	4984.807	0.003	*	Rudninkai
72023	151007, 13.33	163	4984.806	0.002	*	Rudninkai
72023	151007, 13.34	164	4984.804	0.000	*	Rudninkai
72023	151007, 13.35	165	4984.803	-0.001	*	Rudninkai
72023	151007, 13.36	166	4984.800	-0.004	*	Rudninkai
72023	151007, 13.37	167	4984.802	-0.002	*	Rudninkai
72023	151007, 13.38	168	4984.802	-0.002	*	Rudninkai
72023	151007, 13.39	169	4984.806	0.002	*	Rudninkai
72023	151007, 13.40	170	4984.806	0.002	*	Rudninkai
72016	151007, 14.08	171	4992.220	0.006	*	Totoriu
72016	151007, 14.09	172	4992.219	0.005	*	Totoriu
72016	151007, 14.10	173	4992.215	0.001	*	Totoriu
72016	151007, 14.11	174	4992.222	0.008	*	Totoriu
72016	151007, 14.12	175	4992.215	0.001	*	Totoriu
72016	151007, 14.13	176	4992.219	0.005	*	Totoriu
72016	151007, 14.14	177	4992.212	-0.002	*	Totoriu
72016	151007, 14.15	178	4992.215	0.001	*	Totoriu
72016	151007, 14.16	179	4992.216	0.001	*	Totoriu
72016	151007, 14.17	180	4992.214	-0.001	*	Totoriu
73001	151007, 15.23	181	5022.294	0.007	*	VILNIUS
73001	151007, 15.24	182	5022.295	0.008	*	VILNIUS
73001	151007, 15.25	183	5022.294	0.007	*	VILNIUS
73001	151007, 15.26	184	5022.294	0.007	*	VILNIUS
73001	151007, 15.27	185	5022.294	0.007	*	VILNIUS
73001	151007, 15.28	186	5022.296	0.009	*	VILNIUS
73001	151007, 15.29	187	5022.294	0.007	*	VILNIUS
73001	151007, 15.30	188	5022.293	0.006	*	VILNIUS
73001	151007, 15.31	189	5022.294	0.007	*	VILNIUS
73001	151007, 15.32	190	5022.294	0.007	*	VILNIUS
73001	151007, 15.41	191	5022.294	0.007	*	VILNIUS
73001	151007, 15.42	192	5022.295	0.008	*	VILNIUS
73001	151007, 15.43	193	5022.295	0.008	*	VILNIUS
73001	151007, 15.44	194	5022.296	0.009	*	VILNIUS
73001	151007, 15.45	195	5022.295	0.008	*	VILNIUS
73001	151007, 15.46	196	5022.297	0.010	*	VILNIUS
73001	151007, 15.47	197	5022.293	0.006	*	VILNIUS
73001	151007, 15.48	198	5022.294	0.007	*	VILNIUS
73001	151007, 15.49	199	5022.296	0.009	*	VILNIUS
73001	151007, 15.50	200	5022.295	0.008	*	VILNIUS

r.m.s. residuals: 0.005

G- 183

DRIFT parameter: 0.014 mgal/day

BIAS parameter: 4121.801

73001	161007, 3.49	1	4580.878	-0.007	*	VILNIUS
73001	161007, 3.51	2	4580.876	-0.009	*	VILNIUS
73001	161007, 3.52	3	4580.878	-0.007	*	VILNIUS
73001	161007, 3.53	4	4580.876	-0.009	*	VILNIUS
73001	161007, 3.54	5	4580.876	-0.009	*	VILNIUS
73001	161007, 3.55	6	4580.878	-0.007	*	VILNIUS
73001	161007, 3.56	7	4580.876	-0.009	*	VILNIUS
73001	161007, 3.57	8	4580.878	-0.007	*	VILNIUS
73001	161007, 3.58	9	4580.877	-0.008	*	VILNIUS
73001	161007, 3.59	10	4580.877	-0.008	*	VILNIUS

73001	161007, 4.01	11	4580.879	-0.006	*	VILNIUS
73001	161007, 4.03	12	4580.877	-0.008	*	VILNIUS
73001	161007, 4.04	13	4580.875	-0.010	*!	VILNIUS
73001	161007, 4.05	14	4580.878	-0.007	*	VILNIUS
73001	161007, 4.06	15	4580.878	-0.007	*	VILNIUS
73001	161007, 4.07	16	4580.878	-0.008	*	VILNIUS
73001	161007, 4.08	17	4580.877	-0.009	*	VILNIUS
73001	161007, 4.09	18	4580.876	-0.010	*	VILNIUS
73001	161007, 4.10	19	4580.877	-0.009	*	VILNIUS
73001	161007, 4.11	20	4580.877	-0.009	*	VILNIUS
72019	161007, 5.28	21	4542.390	0.006	*	Paluknys
72019	161007, 5.29	22	4542.390	0.006	*	Paluknys
72019	161007, 5.30	23	4542.390	0.006	*	Paluknys
72019	161007, 5.31	24	4542.391	0.007	*	Paluknys
72019	161007, 5.32	25	4542.389	0.005	*	Paluknys
72019	161007, 5.33	26	4542.386	0.002	*	Paluknys
72019	161007, 5.34	27	4542.385	0.001	*	Paluknys
72019	161007, 5.35	28	4542.386	0.002	*	Paluknys
72019	161007, 5.36	29	4542.388	0.004	*	Paluknys
72019	161007, 5.37	30	4542.386	0.002	*	Paluknys
72010	161007, 6.00	31	4536.794	0.008	*	PIRCIUPIAI
72010	161007, 6.02	32	4536.795	0.009	*	PIRCIUPIAI
72010	161007, 6.03	33	4536.795	0.009	*	PIRCIUPIAI
72010	161007, 6.04	34	4536.795	0.009	*	PIRCIUPIAI
72010	161007, 6.05	35	4536.792	0.006	*	PIRCIUPIAI
72010	161007, 6.06	36	4536.792	0.006	*	PIRCIUPIAI
72010	161007, 6.07	37	4536.792	0.006	*	PIRCIUPIAI
72010	161007, 6.08	38	4536.788	0.002	*	PIRCIUPIAI
72010	161007, 6.09	39	4536.789	0.003	*	PIRCIUPIAI
72010	161007, 6.10	40	4536.790	0.004	*	PIRCIUPIAI
72028	161007, 6.30	41	4539.588	-0.002	*	Valkininkai
72028	161007, 6.31	42	4539.588	-0.002	*	Valkininkai
72028	161007, 6.32	43	4539.588	-0.002	*	Valkininkai
72028	161007, 6.33	44	4539.585	-0.005	*	Valkininkai
72028	161007, 6.34	45	4539.586	-0.004	*	Valkininkai
72028	161007, 6.35	46	4539.585	-0.005	*	Valkininkai
72028	161007, 6.36	47	4539.583	-0.007	*	Valkininkai
72028	161007, 6.37	48	4539.584	-0.006	*	Valkininkai
72028	161007, 6.38	49	4539.582	-0.008	*	Valkininkai
72028	161007, 6.39	50	4539.583	-0.007	*	Valkininkai
62031	161007, 7.08	51	4536.342	0.005	*	Zilintai
62031	161007, 7.10	52	4536.344	0.007	*	Zilintai
62031	161007, 7.11	53	4536.344	0.007	*	Zilintai
62031	161007, 7.12	54	4536.344	0.007	*	Zilintai
62031	161007, 7.13	55	4536.342	0.005	*	Zilintai
62031	161007, 7.14	56	4536.343	0.006	*	Zilintai
62031	161007, 7.15	57	4536.343	0.006	*	Zilintai
62031	161007, 7.16	58	4536.342	0.005	*	Zilintai
62031	161007, 7.17	59	4536.341	0.004	*	Zilintai
62031	161007, 7.18	60	4536.341	0.004	*	Zilintai
62019	161007, 7.47	61	4534.469	0.003	*	Maskauka
62019	161007, 7.48	62	4534.470	0.004	*	Maskauka
62019	161007, 7.49	63	4534.470	0.004	*	Maskauka

62019	161007, 7.50	64	4534.467	0.001	*	Maskauka
62019	161007, 7.51	65	4534.467	0.001	*	Maskauka
62019	161007, 7.52	66	4534.466	0.000	*	Maskauka
62019	161007, 7.53	67	4534.466	0.000	*	Maskauka
62019	161007, 7.54	68	4534.465	-0.001	*	Maskauka
62019	161007, 7.55	69	4534.465	-0.001	*	Maskauka
62019	161007, 7.56	70	4534.464	-0.002	*	Maskauka
62008	161007, 8.19	71	4531.009	0.011	!*	VARENA
62008	161007, 8.21	72	4531.009	0.011	!*	VARENA
62008	161007, 8.22	73	4531.008	0.010	!*	VARENA
62008	161007, 8.23	74	4531.008	0.010	!*	VARENA
62008	161007, 8.24	75	4531.008	0.010	!*	VARENA
62008	161007, 8.25	76	4531.008	0.010	!*	VARENA
62008	161007, 8.26	77	4531.006	0.008	*	VARENA
62008	161007, 8.27	78	4531.006	0.008	*	VARENA
62008	161007, 8.28	79	4531.006	0.008	*	VARENA
62008	161007, 8.29	80	4531.005	0.007	*	VARENA
62	161007, 8.49	81	4525.727	-0.002	*	Varena
62	161007, 8.50	82	4525.728	-0.001	*	Varena
62	161007, 8.51	83	4525.727	-0.002	*	Varena
62	161007, 8.52	84	4525.728	-0.001	*	Varena
62	161007, 8.53	85	4525.727	-0.002	*	Varena
62	161007, 8.54	86	4525.726	-0.003	*	Varena
62	161007, 8.55	87	4525.727	-0.002	*	Varena
62	161007, 8.56	88	4525.726	-0.003	*	Varena
62	161007, 8.57	89	4525.725	-0.004	*	Varena
62	161007, 8.58	90	4525.724	-0.005	*	Varena
62030	161007, 9.22	91	4524.973	0.005	*	Voriskes
62030	161007, 9.23	92	4524.974	0.006	*	Voriskes
62030	161007, 9.24	93	4524.973	0.005	*	Voriskes
62030	161007, 9.25	94	4524.973	0.005	*	Voriskes
62030	161007, 9.26	95	4524.971	0.003	*	Voriskes
62030	161007, 9.27	96	4524.972	0.004	*	Voriskes
62030	161007, 9.28	97	4524.971	0.003	*	Voriskes
62030	161007, 9.29	98	4524.971	0.003	*	Voriskes
62030	161007, 9.30	99	4524.971	0.003	*	Voriskes
62030	161007, 9.31	100	4524.968	0.000	*	Voriskes
62013	161007, 10.02	101	4517.357	-0.008	*	Vydeniai
62013	161007, 10.03	102	4517.362	-0.003	*	Vydeniai
62013	161007, 10.04	103	4517.366	0.001	*	Vydeniai
62013	161007, 10.05	104	4517.367	0.002	*	Vydeniai
62013	161007, 10.06	105	4517.364	-0.001	*	Vydeniai
62013	161007, 10.07	106	4517.365	0.000	*	Vydeniai
62013	161007, 10.08	107	4517.364	-0.001	*	Vydeniai
62013	161007, 10.09	108	4517.364	-0.001	*	Vydeniai
62013	161007, 10.10	109	4517.364	-0.001	*	Vydeniai
62013	161007, 10.11	110	4517.365	0.000	*	Vydeniai
72015	161007, 10.33	111	4516.808	0.002	*	Kalesninkai
72015	161007, 10.34	112	4516.808	0.002	*	Kalesninkai
72015	161007, 10.35	113	4516.810	0.004	*	Kalesninkai
72015	161007, 10.36	114	4516.808	0.002	*	Kalesninkai
72015	161007, 10.37	115	4516.808	0.002	*	Kalesninkai
72015	161007, 10.38	116	4516.808	0.002	*	Kalesninkai

72015	161007, 10.39	117	4516.806	0.000	*	Kalesninkai
72015	161007, 10.40	118	4516.807	0.001	*	Kalesninkai
72015	161007, 10.41	119	4516.806	0.000	*	Kalesninkai
72015	161007, 10.42	120	4516.808	0.002	*	Kalesninkai
72018	161007, 11.05	121	4524.702	-0.003	*	Pajuodupis
72018	161007, 11.06	122	4524.704	-0.001	*	Pajuodupis
72018	161007, 11.07	123	4524.703	-0.002	*	Pajuodupis
72018	161007, 11.08	124	4524.702	-0.003	*	Pajuodupis
72018	161007, 11.09	125	4524.704	-0.001	*	Pajuodupis
72018	161007, 11.10	126	4524.702	-0.003	*	Pajuodupis
72018	161007, 11.11	127	4524.703	-0.002	*	Pajuodupis
72018	161007, 11.12	128	4524.703	-0.002	*	Pajuodupis
72018	161007, 11.13	129	4524.704	-0.001	*	Pajuodupis
72018	161007, 11.14	130	4524.703	-0.002	*	Pajuodupis
72009	161007, 11.39	131	4523.177	0.010	!*	EISISKES
72009	161007, 11.40	132	4523.176	0.009	*	EISISKES
72009	161007, 11.41	133	4523.177	0.010	!*	EISISKES
72009	161007, 11.42	134	4523.176	0.009	*	EISISKES
72009	161007, 11.43	135	4523.176	0.009	*	EISISKES
72009	161007, 11.44	136	4523.175	0.008	*	EISISKES
72009	161007, 11.45	137	4523.176	0.009	*	EISISKES
72009	161007, 11.46	138	4523.174	0.007	*	EISISKES
72009	161007, 11.47	139	4523.174	0.007	*	EISISKES
72009	161007, 11.48	140	4523.173	0.006	*	EISISKES
73001	161007, 13.22	141	4580.885	-0.006	*	VILNIUS
73001	161007, 13.23	142	4580.885	-0.006	*	VILNIUS
73001	161007, 13.24	143	4580.885	-0.006	*	VILNIUS
73001	161007, 13.25	144	4580.885	-0.006	*	VILNIUS
73001	161007, 13.26	145	4580.883	-0.008	*	VILNIUS
73001	161007, 13.27	146	4580.884	-0.007	*	VILNIUS
73001	161007, 13.28	147	4580.884	-0.007	*	VILNIUS
73001	161007, 13.29	148	4580.883	-0.008	*	VILNIUS
73001	161007, 13.30	149	4580.882	-0.009	*	VILNIUS
73001	161007, 13.31	150	4580.883	-0.008	*	VILNIUS
73001	161007, 13.33	151	4580.884	-0.007	*	VILNIUS
73001	161007, 13.34	152	4580.882	-0.009	*	VILNIUS
73001	161007, 13.35	153	4580.884	-0.007	*	VILNIUS
73001	161007, 13.36	154	4580.884	-0.007	*	VILNIUS
73001	161007, 13.37	155	4580.882	-0.009	*	VILNIUS
73001	161007, 13.38	156	4580.883	-0.008	*	VILNIUS
73001	161007, 13.39	157	4580.884	-0.007	*	VILNIUS
73001	161007, 13.40	158	4580.884	-0.007	*	VILNIUS
73001	161007, 13.41	159	4580.884	-0.007	*	VILNIUS
73001	161007, 13.42	160	4580.885	-0.006	*	VILNIUS

r.m.s. residuals: 0.006

G- 184

DRIFT parameter: 0.045 mgal/day

BIAS parameter: 4563.249

73001	161007, 3.49	1	5022.339	0.005	*	VILNIUS
73001	161007, 3.51	2	5022.339	0.005	*	VILNIUS
73001	161007, 3.52	3	5022.339	0.005	*	VILNIUS
73001	161007, 3.53	4	5022.339	0.005	*	VILNIUS
73001	161007, 3.54	5	5022.339	0.005	*	VILNIUS

73001	161007, 3.55	6	5022.340	0.006	*	VILNIUS
73001	161007, 3.56	7	5022.340	0.006	*	VILNIUS
73001	161007, 3.57	8	5022.341	0.007	*	VILNIUS
73001	161007, 3.58	9	5022.340	0.006	*	VILNIUS
73001	161007, 3.59	10	5022.340	0.006	*	VILNIUS
73001	161007, 4.01	11	5022.340	0.006	*	VILNIUS
73001	161007, 4.03	12	5022.340	0.006	*	VILNIUS
73001	161007, 4.04	13	5022.341	0.007	*	VILNIUS
73001	161007, 4.05	14	5022.340	0.006	*	VILNIUS
73001	161007, 4.06	15	5022.340	0.006	*	VILNIUS
73001	161007, 4.07	16	5022.339	0.005	*	VILNIUS
73001	161007, 4.08	17	5022.338	0.004	*	VILNIUS
73001	161007, 4.09	18	5022.340	0.006	*	VILNIUS
73001	161007, 4.10	19	5022.339	0.005	*	VILNIUS
73001	161007, 4.11	20	5022.339	0.005	*	VILNIUS
72019	161007, 5.28	21	4983.828	-0.006	*	Paluknys
72019	161007, 5.29	22	4983.828	-0.006	*	Paluknys
72019	161007, 5.30	23	4983.829	-0.005	*	Paluknys
72019	161007, 5.31	24	4983.831	-0.003	*	Paluknys
72019	161007, 5.32	25	4983.830	-0.004	*	Paluknys
72019	161007, 5.33	26	4983.826	-0.008	*	Paluknys
72019	161007, 5.34	27	4983.832	-0.002	*	Paluknys
72019	161007, 5.35	28	4983.832	-0.002	*	Paluknys
72019	161007, 5.36	29	4983.832	-0.002	*	Paluknys
72019	161007, 5.37	30	4983.831	-0.003	*	Paluknys
72010	161007, 6.01	31	4978.240	0.003	*	PIRCIUPIAI
72010	161007, 6.02	32	4978.239	0.002	*	PIRCIUPIAI
72010	161007, 6.03	33	4978.237	0.000	*	PIRCIUPIAI
72010	161007, 6.04	34	4978.235	-0.002	*	PIRCIUPIAI
72010	161007, 6.05	35	4978.237	0.000	*	PIRCIUPIAI
72010	161007, 6.06	36	4978.234	-0.003	*	PIRCIUPIAI
72010	161007, 6.07	37	4978.235	-0.002	*	PIRCIUPIAI
72010	161007, 6.08	38	4978.234	-0.003	*	PIRCIUPIAI
72010	161007, 6.09	39	4978.235	-0.003	*	PIRCIUPIAI
72010	161007, 6.10	40	4978.236	-0.002	*	PIRCIUPIAI
72028	161007, 6.30	41	4981.048	0.006	*	Valkininkai
72028	161007, 6.31	42	4981.047	0.005	*	Valkininkai
72028	161007, 6.32	43	4981.049	0.007	*	Valkininkai
72028	161007, 6.33	44	4981.050	0.008	*	Valkininkai
72028	161007, 6.34	45	4981.046	0.004	*	Valkininkai
72028	161007, 6.35	46	4981.044	0.002	*	Valkininkai
72028	161007, 6.36	47	4981.045	0.003	*	Valkininkai
72028	161007, 6.37	48	4981.045	0.003	*	Valkininkai
72028	161007, 6.38	49	4981.044	0.002	*	Valkininkai
72028	161007, 6.39	50	4981.044	0.002	*	Valkininkai
62031	161007, 7.09	51	4977.787	-0.003	*	Zilintai
62031	161007, 7.10	52	4977.785	-0.005	*	Zilintai
62031	161007, 7.11	53	4977.785	-0.005	*	Zilintai
62031	161007, 7.12	54	4977.785	-0.005	*	Zilintai
62031	161007, 7.13	55	4977.785	-0.005	*	Zilintai
62031	161007, 7.14	56	4977.785	-0.005	*	Zilintai
62031	161007, 7.15	57	4977.785	-0.005	*	Zilintai
62031	161007, 7.16	58	4977.783	-0.007	*	Zilintai

62031	161007, 7.17	59	4977.784	-0.006	*	Zilintai
62031	161007, 7.18	60	4977.785	-0.005	*	Zilintai
62019	161007, 7.47	61	4975.922	0.003	*	Maskauka
62019	161007, 7.48	62	4975.920	0.001	*	Maskauka
62019	161007, 7.49	63	4975.919	0.000	*	Maskauka
62019	161007, 7.50	64	4975.919	0.000	*	Maskauka
62019	161007, 7.51	65	4975.918	-0.001	*	Maskauka
62019	161007, 7.52	66	4975.917	-0.002	*	Maskauka
62019	161007, 7.53	67	4975.915	-0.004	*	Maskauka
62019	161007, 7.54	68	4975.916	-0.003	*	Maskauka
62019	161007, 7.55	69	4975.917	-0.002	*	Maskauka
62019	161007, 7.56	70	4975.917	-0.002	*	Maskauka
62008	161007, 8.19	71	4972.448	-0.004	*	VARENA
62008	161007, 8.21	72	4972.447	-0.005	*	VARENA
62008	161007, 8.22	73	4972.442	-0.010	*!	VARENA
62008	161007, 8.23	74	4972.444	-0.008	*	VARENA
62008	161007, 8.24	75	4972.443	-0.009	*	VARENA
62008	161007, 8.25	76	4972.441	-0.011	*!	VARENA
62008	161007, 8.26	77	4972.441	-0.011	*!	VARENA
62008	161007, 8.27	78	4972.441	-0.011	*!	VARENA
62008	161007, 8.28	79	4972.440	-0.012	*!	VARENA
62008	161007, 8.29	80	4972.440	-0.012	*!	VARENA
62	161007, 8.49	81	4967.182	-0.002	*	Varena
62	161007, 8.50	82	4967.183	-0.001	*	Varena
62	161007, 8.51	83	4967.185	0.001	*	Varena
62	161007, 8.52	84	4967.186	0.002	*	Varena
62	161007, 8.53	85	4967.185	0.001	*	Varena
62	161007, 8.54	86	4967.185	0.001	*	Varena
62	161007, 8.55	87	4967.188	0.004	*	Varena
62	161007, 8.56	88	4967.188	0.004	*	Varena
62	161007, 8.57	89	4967.189	0.005	*	Varena
62	161007, 8.58	90	4967.188	0.004	*	Varena
62030	161007, 9.22	91	4966.423	0.000	*	Voriskes
62030	161007, 9.23	92	4966.421	-0.002	*	Voriskes
62030	161007, 9.24	93	4966.419	-0.004	*	Voriskes
62030	161007, 9.25	94	4966.420	-0.003	*	Voriskes
62030	161007, 9.26	95	4966.420	-0.003	*	Voriskes
62030	161007, 9.27	96	4966.419	-0.004	*	Voriskes
62030	161007, 9.28	97	4966.419	-0.005	*	Voriskes
62030	161007, 9.29	98	4966.418	-0.006	*	Voriskes
62030	161007, 9.30	99	4966.417	-0.007	*	Voriskes
62030	161007, 9.31	100	4966.418	-0.006	*	Voriskes
62013	161007, 10.02	101	4958.826	0.004	*	Vydeniai
62013	161007, 10.03	102	4958.825	0.003	*	Vydeniai
62013	161007, 10.04	103	4958.824	0.002	*	Vydeniai
62013	161007, 10.05	104	4958.825	0.003	*	Vydeniai
62013	161007, 10.06	105	4958.823	0.001	*	Vydeniai
62013	161007, 10.07	106	4958.823	0.001	*	Vydeniai
62013	161007, 10.08	107	4958.822	0.000	*	Vydeniai
62013	161007, 10.09	108	4958.821	-0.001	*	Vydeniai
62013	161007, 10.10	109	4958.822	0.000	*	Vydeniai
62013	161007, 10.11	110	4958.823	0.001	*	Vydeniai
72015	161007, 10.33	111	4958.265	0.002	*	Kalesninkai

72015	161007, 10.34	112	4958.264	0.001	*	Kalesninkai
72015	161007, 10.35	113	4958.263	0.000	*	Kalesninkai
72015	161007, 10.36	114	4958.261	-0.002	*	Kalesninkai
72015	161007, 10.37	115	4958.260	-0.003	*	Kalesninkai
72015	161007, 10.38	116	4958.260	-0.003	*	Kalesninkai
72015	161007, 10.39	117	4958.261	-0.002	*	Kalesninkai
72015	161007, 10.40	118	4958.260	-0.003	*	Kalesninkai
72015	161007, 10.41	119	4958.261	-0.002	*	Kalesninkai
72015	161007, 10.42	120	4958.260	-0.003	*	Kalesninkai
72018	161007, 11.05	121	4966.172	0.009	*	Pajuodupis
72018	161007, 11.06	122	4966.171	0.008	*	Pajuodupis
72018	161007, 11.07	123	4966.168	0.005	*	Pajuodupis
72018	161007, 11.08	124	4966.167	0.004	*	Pajuodupis
72018	161007, 11.09	125	4966.165	0.002	*	Pajuodupis
72018	161007, 11.10	126	4966.162	-0.001	*	Pajuodupis
72018	161007, 11.11	127	4966.163	0.000	*	Pajuodupis
72018	161007, 11.12	128	4966.163	0.000	*	Pajuodupis
72018	161007, 11.13	129	4966.162	-0.001	*	Pajuodupis
72018	161007, 11.14	130	4966.162	-0.001	*	Pajuodupis
72009	161007, 11.39	131	4964.629	0.003	*	EISISKES
72009	161007, 11.40	132	4964.629	0.003	*	EISISKES
72009	161007, 11.41	133	4964.627	0.001	*	EISISKES
72009	161007, 11.42	134	4964.625	-0.001	*	EISISKES
72009	161007, 11.43	135	4964.624	-0.002	*	EISISKES
72009	161007, 11.44	136	4964.624	-0.002	*	EISISKES
72009	161007, 11.45	137	4964.624	-0.002	*	EISISKES
72009	161007, 11.46	138	4964.624	-0.002	*	EISISKES
72009	161007, 11.47	139	4964.624	-0.002	*	EISISKES
72009	161007, 11.48	140	4964.623	-0.003	*	EISISKES
73001	161007, 13.22	141	5022.356	0.004	*	VILNIUS
73001	161007, 13.23	142	5022.356	0.004	*	VILNIUS
73001	161007, 13.24	143	5022.355	0.003	*	VILNIUS
73001	161007, 13.25	144	5022.356	0.004	*	VILNIUS
73001	161007, 13.26	145	5022.354	0.002	*	VILNIUS
73001	161007, 13.27	146	5022.356	0.004	*	VILNIUS
73001	161007, 13.28	147	5022.355	0.003	*	VILNIUS
73001	161007, 13.29	148	5022.356	0.004	*	VILNIUS
73001	161007, 13.30	149	5022.355	0.003	*	VILNIUS
73001	161007, 13.31	150	5022.354	0.002	*	VILNIUS
73001	161007, 13.33	151	5022.354	0.002	*	VILNIUS
73001	161007, 13.34	152	5022.355	0.003	*	VILNIUS
73001	161007, 13.35	153	5022.356	0.004	*	VILNIUS
73001	161007, 13.36	154	5022.355	0.003	*	VILNIUS
73001	161007, 13.37	155	5022.355	0.003	*	VILNIUS
73001	161007, 13.38	156	5022.356	0.004	*	VILNIUS
73001	161007, 13.39	157	5022.358	0.006	*	VILNIUS
73001	161007, 13.40	158	5022.358	0.006	*	VILNIUS
73001	161007, 13.41	159	5022.357	0.005	*	VILNIUS

r.m.s. residuals: 0.005