



REPUBLIKA E SHQIPËRISË
UNIVERSITETI POLITEKNIK I TIRANËS
FAKULTETI I INXHINIERISË SË NDËRTIMIT
DEPARTAMENTI I GJEODEZISË

TEMA E DISERTACIONIT

**REALIZIMI I SISTEMIT TË REFERENCËS GJEODEZIKE VERTIKALE
(RGV) TË REPUBLIKËS SË SHQIPËRISË**

(për marrjen e gradës shkencore “Doktor” në shkencën inxhinierike)

Mbrojtur më datë 15.01.2026 para Jurisë së miratuar të përbërë nga:

- | | |
|------------------------------|------------------|
| 1. Prof. Dr. Elfrida SHEHU | Kryetar |
| 2. Prof. Asoc. Bilbil NURÇE | Anëtar - Oponent |
| 3. Prof. Asoc. Konalsi GJOKA | Anëtar |
| 4. Prof. Asoc. Leonidha PERI | Anëtar - Oponent |
| 5. Prof. Dr. Agim SELENICA | Anëtar |



REPUBLIKA E SHQIPËRISË
UNIVERSITETI POLITEKNIK I TIRANËS
FAKULTETI I INXHINIERISË SË NDËRTIMIT
DEPARTAMENTI I GJEODEZISË

Copyright

I

Bledar SINA

Viti 2026



REPUBLIKA E SHQIPËRISË
UNIVERSITETI POLITEKNIK I TIRANËS
FAKULTETI I INXHINIERISË SË NDËRTIMIT
DEPARTAMENTI I GJEODEZISË

Udhëheqësi Prof.Asoc. Gëzim Hasko vëteton se ky është version i miratuar i disertacionit të mëposhtëm:

**REALIZIMI I SISTEMIT TË REFERENCËS GJEODEZIKE VERTIKALE
(RGV) TË REPUBLIKËS SË SHQIPËRISË**

Prof. Asoc. Gëzim HASKO



REPUBLIKA E SHQIPËRISË
UNIVERSITETI POLITEKNIK I TIRANËS
FAKULTETI I INXHINIERISË SË NDËRTIMIT
DEPARTAMENTI I GJEODEZISË

**REALIZIMI I SISTEMIT TË REFERENCËS GJEODEZIKE VERTIKALE
(RGV) TË REPUBLIKËS SË SHQIPËRISË**

Përgatitur nga:

MSc. Bledar SINA

Disertacion i paraqitur në

Fakulteti i Inxhinierisë së Ndërtimit

Universiteti Politeknik i Tiranës

Në përputhje të plotë

Me kërkesat

Për gradën Doktor.

Universiteti Politeknik i Tiranës.

Janar 2026.



REPUBLIKA E SHQIPËRISË
UNIVERSITETI POLITEKNIK I TIRANËS
FAKULTETI I INXHINIERISË SË NDËRTIMIT
DEPARTAMENTI I GJEODEZISË

Falenderime

Shpreh mirënjohjen time të thellë ndaj Prof. Asoc. Gëzim Haskos, për mbështetjen shkencore dhe udhëzimin e vazhdueshëm gjatë zhvillimit të kësaj teze doktorature. Falënderim të veçantë shpreh për Prof. Asoc. Bilbil Nurçe, për kontributin e çmuar në drejtimin teknik dhe akademik të projektit kërkimor shkencor me temë “Realizimi i sistemit të referencës gjeodezike vertikale (RGV) të Republikës së Shqipërisë”.

Një falënderim i posaçëm u drejtohet ASIG, ekspertëve të Land&Co shpk, dhe Universitetit Aristotel të Selanikut (AUTH) për bashkëpunimin në fushatat gravimetrike dhe GNSS në territorin shqiptar gjatë viteve 2023–2025.

Gjithashtu falënderoj kolegët e Departamentit të Gjeodezisë dhe miqtë e mi për këshillat dhe kontributin e tyre për realizimin e këtij projekti.

Së fundmi falënderoj familjen time për mbështetjen dhe durimin gjatë gjithë kësaj periudhe.



REPUBLIKA E SHQIPËRISË
UNIVERSITETI POLITEKNIK I TIRANËS
FAKULTETI I INXHINIERISË SË NDËRTIMIT
DEPARTAMENTI I GJEODEZISË

Deklaratë mbi origjinalitetin

Bledar Sina

Deklaroj se kjo tezë përfaqëson punën time origjinale dhe nuk kam përdorur burime të tjera, përveç atyre të evidentuara nëpërmjet citimeve.

Të gjitha të dhënat, tabelat, figurat dhe citimet në tekst, të cilat janë riprodhuar prej ndonjë burimi tjetër, duke përfshirë dhe internetin, janë pranuar në mënyrë eksplicite si të tilla.

Jam i/e vetëdijshëm (vetëdijshme) se në rast të mospërputhjeve, Senati i UPT-së është i ngarkuar të më revokojë gradën “Doktor”, që më është dhënë mbi bazën e kësaj teze, në përputhje me

“Rregulloren e Programeve të Ciklit të tretë (Doktoratë) në UPT”, dt. 12,09,2025 neni 21.

Tiranë, 03.11.2025

Firma

PËRMBAJTJA

PËRMBAJTJA.....	6
Lista e figurave	7
Lista e tabelave	9
Lista e Shkurtesave	12
Abstrakti.....	13
1. HYRJE	15
1.1. Qëllimi	15
1.1.1. Problematika dhe nevoja për një sistem të ri referimi	16
1.1.2. Roli i gravimetrisë.....	16
1.1.3. Qasja metodologjike dhe fazat e zbatimit.....	17
1.1.4. Rëndësia shkencore dhe kontributi i kërkimit	17
1.2. Objektivat.....	18
2. ZHVILLIMI I REFERENCËS GJEODEZIKE VERTIKALE NË REPUBLIKËN E SHQIPËRISË	20
2.1. Referenca Alb87	20
2.1.1. Rrjeti Shtetëror i Nivelimit	20
2.1.2. Stacioni Baticë-matës.....	22
2.2. Korniza Referuese Gjeodezike Shqiptare	22
2.2.1. Rrjeti i Stacioneve Baticë-matëse	22
2.2.1.1. Baticëmatësi i Shëngjinit	23
2.2.1.2. Baticëmatësi i Durrësit;	24
2.2.1.3. Baticëmatësi i Orikutit;.....	24
2.2.1.4. Baticëmatësi i Sarandës;	25
2.2.1.5. Qendra e Monitorimit	26
2.2.2. Rrjeti Gravimetrik Rendi 0, I, II, III	27
2.2.2.1. Rendi Zero	27
2.2.2.2. Rendi i Parë	28
2.2.2.3. Rendi i II (Zona Tiranë – Durrës).....	52
2.2.2.4. Rrjeti gravimetrik i rendit II	54
2.2.2.5. Rendi i III gridi 2X2 km (Zona Tiranë – Durrës).....	56
3. PROJEKTIMI DHE REALIZIMI I REFERENCËS SË RE VERTIKALE NË SHQIPËRI.....	58
3.1. Planifikimi dhe realizimi i mikro-rrjetit pranë stacioneve Baticëmatëse.....	58
3.1.1. Planifikimi i vrojtmeve GNSS	58
3.1.2. Realizimi i vrojtmeve GNSS	59
3.1.3. Planifikimi i vrojtmeve Gravimetrike.....	60

3.1.4.	Realizimi i vrojtmeve Gravimetrike	61
3.1.5.	Planifikimi i vijave të nivelimit Gjeometrik	61
3.1.6.	Realizimi i vrojtmeve në vijat e nivelimit gjeometrik.	62
3.2.	Projektimi dhe realizimi rrjetit Gravimetrik rendi II, III	63
3.2.1.	Planifikimi i vrojtmeve GNSS rendi II	63
❖	Metoda e matjeve GNSS.....	65
3.2.2.	Realizimi i vrojtmeve GNSS rendi II	65
3.2.3.	Planifikimi i vrojtmeve gravimetrike rendi II.....	69
3.2.4.	Realizimi i vrojtmeve gravimetrike rendi II	70
3.2.5.	Planifikimi i vrojtmeve GNSS rendi III.....	72
❖	Metoda e matjeve GNSS.....	73
3.2.6.	Realizimi i vrojtmeve GNSS rendi III	73
3.2.7.	Planifikimi dhe realizimi i vrojtmeve gravimetrike rendi III.	75
3.2.8.	Realizimi i vijave të nivelimit.....	75
3.2.8.1.	Rikonicioni fushor dhe fiksimi i reperave të nivelimit.....	76
4.	NDËRTIMI I MODELIT TË GJEODIT VERSION GV1	87
4.1.	Sistemet Tide në përcaktimin e gjeoidit.....	87
4.2.	Koncepti RCR dhe kontributet me gjatësi vale të gjatë dhe të shkurtër	89
4.2.1.	Reduktimet e të dhënave për gjatësitë e valëve të mesme dhe te gjata të spektrit 93	
4.2.2.	Reduktimet e të dhënave për gjatësitë e valëve të shkurtra të spektrit ..	95
4.3.	Llogaritja e Gjeoidit.....	97
4.3.1.	2D-FFT me modifikim Wong-Gore të bërthamës së Stokes	99
4.3.2.	Metoda 1D-FFT pa modifikim të bërthamës së funksionit Stokes	106
4.3.3.	Modelimi i Gjeoidit me metoden LSC.....	106
4.3.4.	Validimi i gjeoidit, përshtatja parametrike me të dhënat GNSS/Nivelim dhe ndryshimet relative.....	109
4.3.5.	Testimi i saktësisë së realizuar të Gjeoidit GVI.....	114
5.	KONKLUSIONE DHE REKOMANDIME	115
5.1.	Konkluzione.....	115
5.2.	Rekomandime	115
6.	LITERATURA	117

Lista e figurave

Figura 1 - Rrjeti fillestar i nivelimit (rrjeti i hidrometrit dhe i kl. “zero”)	20
Figura 2 - Rrjeti i Nivelacionit Shtetëror Shqipëtarë Klasi I.	21
Figura 3 - Pika fillestare e rrjetit shtetëror të nivelimit, Shkëmbi i Kavajës.	22
Figura 4 - Stacionet Baticëmatëse në Republikën e Shqipërisë.....	23

Figura 5 - Baticëmatësi i Shëngjinit dhe paisjet e një stacioni.	24
Figura 6 - Baticëmatësi i Durrësit.	24
Figura 7 - Baticëmatësi i Orikumit.	25
Figura 8 - Baticëmatësi i Sarandës.....	25
Figura 9 - Portali i qendrës së monitorimit	26
Figura 10 - Pamje të faqes web, Hydromet-cloud.de.....	26
Figura 11 - Rrjeti Shtetëror Gravimetrik Rendi 0.....	27
Figura 12 - Stacioni i Tiranës (majtas), stacioni i Sarandës (mes) dhe stacioni i Shkodrës (djathas).....	28
Figura 13 - Skema e përgjithshme e pozicionit të pikave të rendit të parë.....	29
Figura 14 - Pamje nga matjet fushore në stacion të rendit të Parë.....	31
Figura 15 - Skema e përgjithshme për linjën e ndjekur AGP 01 → AGP 02, AGP 01 → AGP 03.....	32
Figura 16 - Pamje skematike e itinerarit të matjeve gravimetrike të rendit I.	36
Figura 17 - Pamje nga matjet fushore gravimetrike të rendit të I, me dy gravimetra të vendosur pranë njëri tjetrit.	37
Figura 18 - Pamje nga matjet fushore me metodën e Gradientit.	38
Figura 19 - Pamje nga ndërfaqja grafike e programit SRGM.....	39
Figura 20 - Llogaritja e ndryshimit të gravitetit (dg) ndërmjet stacioneve A01 - A02.	45
Figura 21 - Kalkulimi i ndryshimit të gravitetit relativ për stacionet absolut.....	46
Figura 22 - Analiza e përpunimit statistikor për gradientin e një pike të rendit të I...47	47
Figura 23 - Funksioni drift dhe kalkulimet e gradientit vertikal për një stacion gravimetrik Rendi I.....	47
Figura 24 - Paneli i një dite gravimetrike të rendit të parë (dita 6), për njërin nga instrumentat.....	49
Figura 25 - Raport i softit SRGM mbi kalkulimet e vlerave të nxitimeve ndërmjet stacioneve dhe pikës absolute referuese.	50
Figura 26 - Funksioni drift, histograma e shpërndarjes gaussiane për një ditë gravimetrike.	51
Figura 27 - Skema e pika të rendit të II	53
Figura 28 - Matja e kordinatave në pikat e rendit II (majtas). Matje gravimetrike në pikat e rendit II (djathtas).....	54
Figura 29 - Analiza e kompensimit të matjeve gravimetrike.....	54
Figura 30 - Funksioni drift dhe kalkulimet e nxitimit për stacionet e rendit II.	55
Figura 31 - Skema e pika të rendit të III.	57
Figura 32 - Skema e ndërtimit të mikro-rrjetit në katër stacionet baticë-matëse.	59
Figura 33 - Foto gjatë matjeve fushore.	59
Figura 34 - Foto gjatë matjeve fushore.	62
Figura 35 - Rrjeti i Pozicionimit Global ALBCORS.....	63
Figura 36 - Rrjeti Pasiv GNSS dhe Gravimetrik Rendi II	65
Figura 37 - Rrjeti ALBCORS, Rrjeti pasiv GNSS dhe Gravimetrik Rendi II.....	66
Figura 38 - Foto gjatë realizimit të vrojtimeve GNSS:.....	67
Figura 39 - Skema përfundimtare e pozicionimit të 300 pikave të rrjetit pasiv GNSS dhe rrjetit gravimetrik të rendit të II.	69
Figura 40 - Pozicionimi i pikave të rendit të dytë të KRGJSH.....	70
Figura 41 - Rrjeti Gravimetrik Rendi 0, I-rë, II-të dhe i III-të.....	72
Figura 42 - Rrjeti Gravimetrik (Rendi i III-të – 84 pika matur me metodën Statike)..	74
Figura 43 - Skema e 634 pikave të Rrjetit Gravimetrik të Rendi të III-të (RTK).	75
Figura 44 - Vijat e nivelimit të rendit të I të nivelimit.....	76

Figura 45 – Reperët e nivelimit të rendit të I të nivelimit.....	77
Figura 46 - Skema e vijave të nivelimit të rendit të parë.	78
Figura 47 - Vija e nivelimit Durrës-Tiranë.	81
Figura 48 - Vija e nivelimit Vorë-Shëngjin.	82
Figura 49 - Marka Nr.4	84
Figura 50 - Të dhënat e mbledhura të gravitetit tokësor dhe detar për përcaktimin e gjeoidit gravimetrik të Shqipërisë.	90
Figura 51 - Të dhenat tokësore të gravitetit në Shqipëri. 634 pika të reja të matura gjatë fazës së katërt të projektit (ngjyrë lejla), 300 pika të rendit të dytë (ngjyrë jeshile), 42 pika të rendit të parë (yll i zi), 179 pikë të matura grate realizimit të rrjet.....	90
Figura 52 - Kontributi EIGEN6c4 në anomalitë e gravitetit në d/o 1000 (majtas), 2190 (djathtas):	94
Figura 53 - XGM2019e në 2190 (majtas) dhe të dhënat e gravitetit (djathtas) për Shqipërinë	94
Figura 54 - Të dhënat e anomalisë së gravitetit të reduktuar në EIGEN6c4 d/o 1000 (majtas), EIGEN6c4 d/o 2190 (djathtas).	95
Figura 55 - Gabimet e interpolimit për gridimin e anomalisë mbetëse gravimetrike. EIGEN6c4 në d/o 2190 dhe klasike (majtas) dhe efekteve spektrale RTM (djathtas) RTM.....	100
Figura 56 - Dallimet e gravimetrisë, me modifikimin 2D-FFT Wong-Gore, EIGEN 6c4 d/o 2190 dhe modelit klasik të efekteve të RTM-së me të dhënat e vjetra (majtas) dhe të reja (djathtas) GNSS/Nivelim.	104
Figura 57 - : Dallimet e gravimetrisë, me modifikimin 2D-FFT Wong-Gore, EIGEN 6c4 d/o 2190 dhe efektet spektrale RTM të modelit gjeoid në të dhënat e vjetra (majtas) dhe të reja (djathtas) GNSS/Nivelim.	104
Figura 58 - Lartësitë e mbetura të gjeoidit (majtas) dhe modeli përfundimtar i gjeoidit gravimetrik 2D-FFT (EIGEN6c4 deri në d/o 2190 dhe efektet spektale të RTM)... ..	105
Figura 59 - Lartësitë e mbetura të gjeoidit (majtas) dhe modeli përfundimtar i gjeoidit gravimetrik 2D-FFT (EIGEN6c4 deri në d/o 2190 dhe efektet klasike të RTM).....	105
Figura 60 - Modeli përfundimtar i gjeoidit LSC EIGEN6c4 deri në d/o 2190 me efekte spektrale RTM (majtas) dhe fushën e gabimit të lidhur me të (djathtas).....	108
Figura 61 - Modeli përfundimtar i gjeoidit LSC EIGEN6c4 deri në d/o 2190 me efekte klasike RTM (majtas) dhe fushën e gabimit të lidhur me të (djathtas).....	108
Figura 62 - Diferencat e modeleve të gjeoidit gravimetrik, me LSC, në të dhënat GNSS/Nivelim. EIGEN6c4 deri në d/o 2190 dhe efekte RTM klasike (djathtas) dhe spektrale (majtas).	109

Lista e tabelave

Tabela 1 - Tabela e koordinatave për 4 stacionet baticëmatëse	25
Tabela 2 - Specifikime teknike të Gravimetrave CG5	30
Tabela 3 - Itineraret për përcaktimin e konstantes së kalibrimit.....	32
Tabela 4 - Tabela e ditëve gravimetrike të matjeve gravimetrike të Rendit I.....	36
Tabela 5 - Itineraret e matjeve gradientit vertikal real.....	38
Tabela 6 - Konstantet e njohura për presionin barometrik.	44
Tabela 7 - Vlerat e konstantes së kalibrimit të gravimetrave CG-5.....	46
Tabela 8 - Vlerat e gradientit vertikal për pikat e rendit të I.....	48
Tabela 9 - Vlerat e nxitimit absolute për pikat e rendit II.....	51
Tabela 10 - Itineraret e lëvizjeve për matjet fushore të Rendit të Dytë.	53

Tabela 11 - Vlerat e nxitimit absolut për pikat e rendit II.	55
Tabela 12 - Ditët gravimetrike të rendit III.....	57
Tabela 13 - Vlerat e nxitimit absolute për 138 pikat e rendit III	58
Tabela 14 - Rezultatet e matjeve GNSS në datumin e Baticëmatësit të Durrësit.	59
Tabela 15 - Rezultatet e matjeve GNSS në datumin e Baticëmatësit të Shëngjinit.....	60
Tabela 16 - Rezultatet e matjeve GNSS në datumin e Baticëmatësit të Orikumit.	60
Tabela 17 - Rezultatet e matjeve GNSS në datumin e Baticëmatësit të Sarandës.....	60
Tabela 18 - Vlerat e nxitimit absolut në pikat e rendit të iii-të.....	61
Tabela 19 - Disnivelet e llogaritura dhe saktësia e arritur dhe kuotat e reperave.	62
Tabela 20 - Tabela me koordinatat e 300 pikave të rendit të II.	68
Tabela 21 - Vlerat e nxitimit absolut në pikat e rendit të II-të:.....	72
Tabela 22 – Të dhënat e vektorëve të Rrjetit Gjeodezik Lokal	73
Tabela 23 - Koordinatat e 84 pikave të rrjetit Gravimetrik të rendit të III-të (PP).	73
Tabela 24 - Koordinatat e 634 pikave të rrjetit gravimetrik të rendit të tretë (RTK). .	74
Tabela 25 - Vlerat e nxitimit absolut në 634 pikat e rendit të III-të	75
Tabela 26 - Lartësitë Ortometrike referuar MSL të Stacionit baticë-matës Durrës.....	83
Tabela 27 - Lartësitë Ortometrike referuar MSL të Stacionit baticë-matës Shëngjinit.	83
Tabela 28 - Lartësitë ALB86 referuar Markës Nr. 4 të Rrjetit të Nivelimit Klasik.....	84
Tabela 29 - Ndryshimi ndërmjet HMSL(Durrës) me HMSL (Shëngjin).	85
Tabela 30 - Ndryshimi ndërmjet HMSL(Durrës) me HALB86.....	85
Tabela 31 - Ndryshimi ndërmjet HMSL(Shëngjinit) me HALB86	86
Tabela 32 - Katalogu i koordinatave horizontale dhe vertikale	86
Tabela 33 - Statistikat e anomalive origjinale të gravitetit, kontributi i EIGEN 6C4 dhe XGM2019, efektet RTM për shkallë të ndryshme dhe rivendosja e efekteve në gjeoid. Njësitë: [mGal].....	91
Tabela 34 - Statistikat e anomalive origjinale të gravitetit, kontributi EIGEN6C4 dhe XGM2019, efektet RTM për shkallë të ndryshme dhe anomalitë e gravitetit të reduktuar dhe të mbetur. Njësitë: [mGal].....	95
Tabela 35 - Statistikat e anomalive të gravitetit të mbetur me skemat e ndryshme të reduktimit. Njësitë: [mGal]	96
Tabela 36 - Gabimet e parashikuara nga gridimi me kriking për EIGEN6c4 në d/o 2190, me RTM klasike dhe spektrale.	99
Tabela 37 - Statistikat e diferencave të lartësisë së gjeoidit ndërmjet modeleve gravimetrike të gjeoidit 2D-FFT Wong Gore (duke përdorur EIGEN6c4 d/o 2190 dhe mbetjet spektrale RTM) dhe të dhënave GNSS/Nivelim. Njësitë: [m]	101
Tabela 38 - Diferencat absolute të lartësisë midis modeleve të ndryshme të gjeoidit gravimetrik 2D-FFT Wong Gore (duke përdorur EIGEN6c4 d/o 2190 dhe mbetjet spektrale RTM) dhe pikave përgjatë dallimeve të sakta të nivelimit.....	101
Tabela 39 - Statistikat e diferencave të lartësisë së gjeoidit midis modeleve të gjeoidit gravimetrik 2D-FFT Wong Gore (duke përdorur EIGEN6c4 d/o 2190 dhe mbetjet klasike të RTM) dhe të dhënave GNSS/Nivelim. Njësitë: [m].....	102
Tabela 40 - Statistikat e diferencave absolute të lartësisë së gjeoidit midis modeleve të ndryshme të gjeoidit gravimetrik 2D-FFT Wong Gore (duke përdorur EIGEN6c4 d/o 2190 dhe mbetjeve të RTM klasike) dhe diferencës së pikave përgjatë linjave të nivelimit prej	102
Tabela 41 - Statistikat e diferencave relative të lartësisë së gjeoidit midis modeleve të ndryshme të gjeoidit gravimetrik 2D-FFT Wong Gore dhe diferencës së pikave përgjatë linjave të nivelimit prej. Njësia: [m].	102

Tabela 42 - Statistikat e diferencave të lartësisë së gjeoidit midis modeleve të gjeoidit gravimetrik 2D-FFT Wong Gore (FAZA III dhe IV) dhe të dhënave të zakonshme GNSS/Nivelizim në të dyja fazat. Njësiti: [m].....	103
Tabela 43 - Statistikat e diferencave të gravimetrisë, me modifikimin 2D-FFT Wong-Gore, EIGEN6c4 në d/o 2190 dhe modelin gjeoid klasik të efekteve RTM në të dhënat e vjetra dhe të reja GNSS/Nivelim. Njësiti: [m]	103
Tabela 44 - Statistikat e diferencave të gravimetrisë, me modifikimin 2D-FFT Wong-Gore, EIGEN6c4 në d/o 2190 dhe efektet spektrale RTM të modelit gjeoid në të dhënat e vjetra dhe të reja GNSS/Nivelim. Njësiti: [m]	103
Tabela 45 - Statistikat e diferencave të lartësisë së gjeoidit midis modeleve të ndryshme të gjeoidit gravimetrik 1D-FFT dhe të dhënave GNSS/Nivelim. Njësiti: [m]	106
Tabela 46 - Statistikat e diferencave absolute të lartësisë midis modeleve të ndryshme të gjeoidit gravimetrik 1D-FFT Wong Gore dhe ndryshimve përgjatë pikave të sakta të nivelimit. Njësiti: [m]	106
Tabela 47 - Statistikat e diferencave relative të lartësisë midis modeleve të ndryshme të gjeoidit gravimetrik 1D-FFT Wong Gore dhe ndryshimve përgjatë pikave të sakta të nivelimit. Njësiti: [m]	106
Tabela 48 - Statistikat e lartësive përfundimtare të gjeoideve me bazë 2D-FFT dhe LSC me efekte spektrale dhe klasike RTM, Njësiti:[m]	107
Tabela 49 - Statistikat e diferencave relative të lartësisë midis modeleve të ndryshme të gjeoidit gravimetrik LSC dhe pikave përgjatë linjave të nivelimit. Njësiti: [m].....	107
Tabela 50 - Statistikat e diferencave absolute të lartësisë midis modeleve të ndryshme të gjeoidit gravimetrik LSC dhe pikave përgjatë linjave precize të nivelimit. Njësiti: [m].....	107
Tabela 51 - Statistikat e diferencave të lartësisë së gjeoidit ndërmjet modelit të gjeoidit gravimetrik 2D-FFT me efektet klasike RTM dhe të dhënat GNSS/Nivelim para dhe pas aplikimit të testimeve me polinomin e rendit të tretë. Njësia: [m]	111
Tabela 52 - Statistikat e diferencave të lartësisë së gjeoidit ndërmjet modelit të gjeoidit gravimetrik 2D-FFT (EIGEN6c4 deri në d/o 2190 dhe efektet klasike të RTM) dhe të dhënave GNSS/Nivelim. Njësiti: [m].....	111
Tabela 53 - Statistikat e diferencave të lartësisë së gjeoidit ndërmjet modelit të gjeoidit gravimetrik 2D-FFT me efektet spektrale RTM dhe të dhënat GNSS/Nivelim para dhe pas aplikimit të testimeve me polinomin e rendit të tretë. Njësia: [m]	112
Tabela 54 - Statistikat e diferencave të lartësisë së gjeoidit ndërmjet modelit të gjeoidit gravimetrik 2D-FFT (EIGEN6c4 deri në d/o 2190 dhe efektet spektrale të RTM) dhe të dhënave GNSS/Nivelim. Njësiti: [m].....	112
Tabela 55 - Statistikat e diferencave të lartësisë së gjeoidit ndërmjet modelit të gjeoidit gravimetrik LSC me efektet spektrale RTM dhe të dhënat GNSS/Nivelim para dhe pas aplikimit të testimeve me polinomin e rendit të tretë. Njësia: [m]	113
Tabela 56 - Statistikat e diferencave të lartësisë së gjeoidit ndërmjet modelit të gjeoidit gravimetrik LSC (EIGEN6c4 deri në d/o 2190 dhe efektet spektrale RTM) dhe të dhënave GNSS/Nivelizim. Njësiti: [m].....	113
Tabela 57 - Statistikat e modeleve përfundimtare të gjeoidit gravimetrik Shqiptar 2D-FFT dhe LSC, (duke përdorur EIGEN6c4 d/o 2190 dhe mbetjet spektrale RTM) së bashku me modelet gjeoidale me bazë MSL të Durrësit në datum vertical ALB86. Njësiti: [m]	114

Lista e Shkurtesave

Shkurtimi	Përshkrimi
- ASIG	Agjencia Shtetërore e Informacionit Gjeohapësinor
- KRGJSH	Korniza Referuese Gjeodezike e Shqipërisë
- RGV	Sistemi i Referencës Gjeodezike Vertikale
- IGMF	Istituto Geografico Militare (Itali)
- EVRS	European Vertical Reference System
- EUREF	European Reference Frame
- ALBCORS	Rrjeti Shtetëror Aktiv i Pozicionimit Global
- RINEX	Format i të dhënave GNSS (matje statike)
- GV1	Modeli Gjeoid Gravimetrik i Shqipërisë, versioni 1
- GPS	Konstelacion satelitore Amerikan
- GLONASS	Konstelacion satelitore Rus
- GALILEO	Konstelacion satelitore European
- RTK	Real Time Kinematic (metoda e pozicionimit në kohë reale)
- PP	Post-Processing (përpunim pas matjeve)
- LSC	Least Squares Collocation (Kolokacion me Katrore Më të Vegjël)
- FFT	Fast Fourier Transform (Transformata e Shpejtë Fourier)
- RCR	Remove–Compute–Restore (metoda e kombinuar e modelimit të gjeoidit)
- EGM2008	Model gjeoidi European
- DTM	Digital Terrain Model (modeli dixhital i terrenit)
- Δh	Diferenca e lartësive ($h_{\text{elipsoidale}} - h_{\text{ortometrike}}$)
- Δg	Diferenca e gravitetit absolut (mGal ose μGal)
- μGal	Mikrogal = 10^{-8} m/s^2
- N	Lartësia e Gjeoidit
- h	Lartësia elipsoidale
- H	Lartësia ortometrike
- δg	Anomalia e gravitetit
- ΔT	Diferenca e temperaturës gjatë matjeve
- ΔP	Diferenca e presionit atmosferik
- Δt	Intervali kohor (për driftin ditor të gravimetrave)
- RI	Rrjeti Gravimetrik i Rendit të Parë
- RII	Rrjeti Gravimetrik i Rendit të Dytë
- RIII	Rrjeti Gravimetrik i Rendit të Tretë
- ALB87	Rrjeti Kombëtar i Nivelimit (1987)
- MSL	Mean Sea Level (Niveli mesatar i detit)
- BM	Benchmark (reper i nivelimit gjeometrik)
- TMzn	Transverse Mercator Zone (Projeksioni i përdorur në KRGJSH)
- ETRS89	European Terrestrial Reference System 1989
- ETRF2000	European Terrestrial Reference Frame 2000
- mGal	Miligal 10^{-5} m/s^2
- μGal	Mikrogal 10^{-8} m/s^2
- 1/f	Shtypja e elipsoidit GRS80 298.257 222 101

ABSTRAKTI

Ky disertacion trajton në mënyrë të thelluar konceptimin, zhvillimin dhe implementimin e Sistemit të Referencës Gjeodezike Vertikale (RGV) të Republikës së Shqipërisë, si një hap themelor në procesin e modernizimit të infrastrukturës kombëtare gjeohapësinore dhe të integritetit të saj në kornizat referuese evropiane. Krijimi i një reference vertikale të re përfaqëson një domosdoshmëri shkencore, teknike dhe institucionale për Shqipërinë, duke marrë parasysh që sistemi ekzistues i nivelimit ALB87, i ndërtuar në vitet 1970–1987, nuk përfshinte korrigjime gravimetrike dhe as lidhje të drejtpërdrejta me rrjetet satelitore moderne. Ky sistem prodhonte lartësi ortometrike të përafërta dhe shkaktonte mospërputhje të dukshme ndërrajonale deri në ± 25 cm, gjë që kufizonte përdorimin e tij në projekte inxhinierike, kadastrale dhe gjeoinxhinierike me kërkesa të larta saktësie.

Në këtë kuadër, kërkimi synon ndërtimin e një reference kombëtare të unifikuar, të lidhur me sistemin European Vertical Reference Frame 2019 (EVRF2019) dhe përputhshëm me konceptet e European Vertical Reference System (EVRS) dhe International Height Reference System (IHRF), të bazuara në sipërfaqen gjeopotenciale W_0 . RGV-ja shqiptare është ndërtuar nëpërmjet kombinimit të matjeve GNSS, gravimetrike dhe nivelimeve gjeometrike, duke u mbështetur në metodologjinë e integruar Remove–Compute–Restore (RCR) dhe duke përfshirë të dhëna nga modelet gjeopotenciale globale EGM2008, GOCO05s dhe EIGEN6C4. Kjo qasje moderne siguron që për herë të parë lartësitë ortometrike shqiptare të jenë të lidhura në mënyrë të qëndrueshme dhe të krahasueshme me sistemet evropiane të lartësisë.

Në realizimin e këtij projekti janë përfshirë një sërë fazash të ndërlidhura. Fillimisht është kryer analiza e rrjeteve ekzistuese të nivelimit dhe identifikimi i pikave referuese të rëndësishme, si baticëmatësit në Durrës, Shëngjin, Orikum dhe Sarandë, të cilët përbëjnë bazën e lidhjes së nivelit mesatar të detit me rrjetin e nivelimit kombëtar. Më pas janë zhvilluar fushata të gjera vrojtimesh GNSS dhe gravimetrike, të kryera me gravimetra absolute FG5 dhe relative Scintrex CG-5, të cilët ofrojnë një saktësi në nivel mikroGal (10^{-8} m/s²). Rrjetet gravimetrike janë ndërtuar në disa nivele hierarkike – Rendi 0, Rendi I, Rendi II dhe Rendi III – duke mbuluar në mënyrë të plotë territorin e Republikës së Shqipërisë.

Përpunimi i të dhënave është realizuar me programe të avancuara matematikore dhe algoritme të dedikuara, si Fast Fourier Transform (FFT) për trajtimin e komponentëve të gjatësive të valëve të ndryshme të spektrit gravimetrik dhe Least Squares Collocation (LSC) për modelimin e sipërfaqes së gjeoidit. Modeli kombëtar i gjeoidit, i emërtuar GV1 (Gravimetric Geoid of Albania, version 1), është ndërtuar mbi bazën e integritetit të matjeve kombëtare me modelet rajonale dhe globale të fushës gravitacionale të Tokës, duke arritur një saktësi të përgjithshme në kufijtë ± 3 – 5 cm. Ky nivel saktësie e vendos Shqipërinë në të njëjtin standard me vendet anëtare të Bashkimit Evropian në fushën e gjeodezisë moderne.

Disertacioni paraqet gjithashtu analizën e krahasimeve parametrike midis modelit GV1 dhe të dhënave reale GNSS–nivelim, si dhe verifikimin e rezultateve në zona testimi për të vlerësuar përputhjen e modelit të gjeoidit me realitetin fizik të lartësive të matur. Rezultatet tregojnë se devijimet maksimale janë brenda kufijve të tolerancës së përcaktuar nga standardet e EUREF dhe IAG, duke dëshmuar efikasitetin e metodës së aplikuar dhe besueshmërinë e modelit të krijuar.

Në aspektin shkencor, ky kërkim përbën kontributin e parë të plotë në përcaktimin dhe realizimin e një sistemi të referencës vertikale kombëtare në Shqipëri, të bazuar në integrimin e matjeve gravimetrike dhe GNSS. Në aspektin institucional, ai krijon një bazë solide për përdorimin uniform të të dhënave të lartësisë në të gjitha fushat e inxhinierisë, topografisë, kadastrës dhe planifikimit të territorit, duke mundësuar ndërtimin e Infrastrukturës Kombëtare të të Dhënave Gjeohapësinore (NSDI) sipas standardeve të Bashkimit Evropian.

Përfundimisht, realizimi i Sistemit të Referencës Gjeodezike Vertikale të Shqipërisë përfaqëson një arritje kombëtare me rëndësi strategjike, që garanton harmonizimin e të dhënave gjeohapësinore, rrit saktësinë e punimeve inxhinierike dhe topografike, dhe forcon integrimin shkencor të vendit në sistemet evropiane dhe globale të referencës së lartësisë (EVRS dhe IHRS). Ky projekt vendos themelet për një zhvillim të qëndrueshëm në fushën e gjeodezisë shqiptare dhe shënon një hap të rëndësishëm drejt përputhjes së plotë me standardet ndërkombëtare të gjeohapësirës moderne.

1. HYRJE

1.1. Qëllimi

Rritja e kërkesës për informacion gjeohësinor më të saktë, të plotë, dhe në kohë sa më të shkurtër, zhvillimi i teknologjisë dhe rritja e aftësisë përpunuese kompjuterike ka sjell në mënyrë të vrullshme dhe zhvillimin e teknologjisë gjeodezike dhe metodave të reja të mbledhjes dhe të përpunimit të informacionit gjeohapësinor [1], [2].

Përkrah këtij zhvillimi, komuniteti shkencor ndërkombëtar ka orientuar kërkimin drejt unifikimit të referencave të lartësisë në nivel kontinental e global. Projekte si EVRS/EVRF2019 (European Vertical Reference System/Frame) dhe International Height Reference System (IHRIS) kanë krijuar standardet bazë për harmonizimin e lartësive ortometrike dhe gjeoidale në të gjithë Evropën [3], [4], [5]. Këto sisteme bazohen në konceptin e sipërfaqes gjeopotenciale W_0 , duke mundësuar lidhje të drejtpërdrejtë midis të dhënave GNSS dhe matjeve fizike të gravitetit.

Teknologjia GNSS, gravimetrat gjeodezike dhe nivelat digjitale të saktësisë së lartë, kohët e fundit kanë gjetur një aplikim të gjerë në fushën e mbledhjes së informacionit (lartësive elipsoidale, numrave gjeopotenciale dhe lartësive gjeoidale), duke sjell produkte të një saktësie dhe cilësie të lartë në një kohë relativisht të shkurtër [6], [7], [8].

Zhvillimi dhe kombinimi i teknologjive të ndryshme kompjuterike për të realizuar përpunimin e vrojtimeve gjeodezike dhe përfitim të Modeleve Digjitale të Sipërfaqes, i jep cilësi dhe besueshmëri produktit.

Shqipëria, si pjesë e hapësirës gjeodezike evropiane, ka pasur nevojë urgjente për një sistem kombëtar të referencës vertikale të unifikuar dhe të përputhshëm me standardet EVRS (European Vertical Reference System) [9], [10]. Në të kaluarën, referencat vertikale janë mbështetur në nivelime klasike, pa përfshirje të drejtpërdrejtë të matjeve të gravitetit, çka ka sjellë shtrembërime të ndjeshme në lartësi dhe mospërputhje ndër-rajonale [11], [12].

Në dekadat e fundit, zhvillimet e shpejta në fushën e gjeodezisë satelitore, gravimetrisë dhe modelimit të fushës gravitacionale të Tokës kanë ndryshuar rrënjësisht mënyrën se si përcaktohen sistemet e referencës vertikale. Krijimi i Sistemit të Referencës Gjeodezike Vertikale (RGV), si pjesë e Kornizës Referuese Gjeodezike të Shqipërisë (KRGJSH), synon të garantojë koherencë vertikale në të gjitha matjet e territorit kombëtar dhe integrim të drejtpërdrejtë në rrjetet evropiane të referencës [5], [3].

Projekti është konceptuar dhe zbatuar në disa faza duke filluar nga viti 2023, duke përfshirë gjithashtu mbështetje shkencore nga Departamenti i Gjeodezisë - Fakulteti i Inxhinierisë së Ndërtimit (DGJ-FIN), Universiteti Politeknik i Tiranës (UPT).

Kjo nismë nuk është thjesht një përmirësim teknik i rrjeteve ekzistuese, por përbën një modernizim të plotë të referencës vertikale që mbështet punimet topo-gjeodezike, hartografike, inxhinierike dhe gjeoinformacionit.

Për të përmbushur kërkesat e nivelit evropian të saktësisë, modeli final i gjeoidit duhet të ofrojë saktësi të kufirit $\pm 3\text{--}5\text{ cm}$.

Në dekadat e fundit, koncepti i sistemeve të referencës vertikale ka kaluar një transformim të thellë në nivel global, si rezultat i integritit të metodave të matjes satelitore dhe gravimetrike në modelimin e fushës gravitacionale të Tokës.

Organizata ndërkombëtare si IAG (International Association of Geodesy) dhe IHRF (International Height Reference Frame) kanë vënë theksin mbi nevojën për unifikimin e sistemeve kombëtare të lartësive në një kornizë të vetme gjeopotenciale, të përputhshme me $W_0 = 62,636,853.4 \text{ m}^2/\text{s}^2$ si sipërfaqe e referencës së fushës tërheqëse të Tokës [3]. Ky orientim global i gjeodezisë moderne ka për qëllim krijimin e një sistemi vertikal global të unifikuar, që mundëson krahasim të drejtpërdrejtë të lartësive ortometrike dhe gjeoidale ndërmjet vendeve dhe kontinenteve.

Në këtë kuadër, projekti i Referencës Gjeodezike Vertikale të Republikës së Shqipërisë (RGV) përfaqëson një hap thelbësor për integrimin e vendit në sistemet moderne evropiane, në përputhje me European Vertical Reference Frame 2019 (EVRF2019). Krijimi i një reference kombëtare të unifikuar jo vetëm që përmirëson cilësinë e të dhënave topografike dhe gjeoinxhinierike, por është parakusht për zhvillimin e një infrastrukture kombëtare gjeohapësinore (NSDI) që i përgjigjet standardeve të Bashkimit Evropian [13].

1.1.1. Problematika dhe nevoja për një sistem të ri referimi

Deri në vitet e fundit, Shqipëria ka qenë e varur nga rrjeti i nivelimit ALB87, një sistem që, megjithëse i vlefshëm për kohën, nuk përfshinte korrigjime gravimetrike dhe për rrjedhojë prodhonte lartësi ortometrike të përafërta, me mospërputhje të ndjeshme ndërmjet rajoneve (deri në $\pm 25 \text{ cm}$ në disa zona malore). Për më tepër, ndryshimet tektonike kanë ndikuar në ndryshimin e sipërfaqes së gjeoidit gjatë dekadave të fundit, duke e bërë të pamundur përdorimin e rrjeteve të vjetra për aplikime inxhinierike dhe gjeohapësinore me kërkesa të kufinjëve milimetrike [14], [15].

Këto kufizime janë bërë veçanërisht të dukshme në aplikime të avancuara si:

- Modelimi 3D i territorit kombëtar me rezolucion të lartë ($\text{DTM/DSM} \leq 10 \text{ cm}$).
- Vlerësimet hidroteknike dhe inxhinierike që kërkojnë lartësi të sakta të sipërfaqeve ujore.
- Integrimi i sistemeve GNSS/RTK për përdorim në projekte infrastrukturore (rrugë, ura, tunele).
- Monitorimi i ndryshimeve klimatike dhe mjedisore, përfshirë ngritjen e nivelit të detit dhe zhvendosjet vertikale të korës së Tokës.

Në këtë kontekst, krijimi i referencës vertikale në Shqipëri përbën një domosdoshmëri kombëtare dhe shkencore, duke mundësuar një infrastrukturë gjeodezike të qëndrueshme, të përshtatshme për të gjitha disiplinat që përdorin të dhëna lartësie.

1.1.2. Roli i gravimetrisë

Në përputhje me praktikën e rekomanduar nga IAG, modelimi i gjeoidit në këtë projekt u realizua nëpërmjet integritit të të dhënave GNSS/levelling me rrjetin gravimetrik kombëtar. Kjo metodë përmirëson vlerësimin e anomalive të gravitetit në zona të ndryshme topografike dhe siguron përshtatje optimale me modelet gjeopotenciale globale (GOCO05s, EIGEN-6C4, EGM2008) [8], [7], [16].

Në themel të çdo reference vertikale qëndron modeli i fushës gravitacionale të Tokës, që përcaktohet përmes matjeve absolute dhe relative të gravitetit, të kombinuara me vrojtime GNSS dhe nivelime gjeometrike.

Gravimetria, në këtë kontekst, shërben si ura që lidh lartësitë fizike (ortometrike) me lartësitë elipsoidale (GNSS) nëpërmjet sipërfaqes së gjeoidit N.

Përdorimi i gravimetrave absolute FG5 dhe gravimetrave relative Scintrex CG-5, si dhe integrimi i tyre me modelet globale (EGM2008, GOCO05s, EIGEN-6C4), sigurojnë që të krijohet një model kombëtar i gjeoidit (GV1) me saktësi të krahasueshme me standardet e vendeve të BE-së [16].

Në të njëjtën kohë, kombinimi i matjeve gravimetrike me GNSS të rendit të parë, dytë dhe tretë, dhe nivelimin gjeometrik, krijon një strukturë mjaft të mirë të referencës vertikale.

1.1.3. Qasja metodologjike dhe fazat e zbatimit

Projekti i RGV-së është konceptuar si një proces multi-disiplinor dhe multi-fazor, ku secila fazë kontribuon në ndërtimin e sistemit të përgjithshëm [9], [3]:

1. Faza e parë

- Analiza historike dhe përcaktimi i bazës referuese: Verifikimi i rrjeteve ekzistuese të nivelimit (ALB87), përcaktimi i pikave kyçe (baticëmatës, reperat kryesorë, rrjetet e nivelimit).

2. Faza e dytë

Fushatat GNSS dhe gravimetrike: Realizimi i matjeve në stacionet baticëmatëse, përcaktimi i koordinatave të datumit të ndërtuar pranë stacioneve baticëmatëse, nivelimi gjeometrik dhe mbledhja e të dhënave gravimetrike.

3. Faza e tretë

Krijimi i modelit të gjeoidit kombëtar (GV1): Kombinimi i të dhënave, të matjeve me modelet gravimetrike globale dhe rajonale për përfitim të një sipërfaqeje gjeoidale të përafëruar me W_0 .

4. Faza e katërt

Testimi dhe verifikimi: Krahasimi i lartësive të përfutuara nga modeli GV1 me matjet GNSS-nivelim në disa zona testimi, dhe vlerësimi i saktësisë.

1.1.4. Rëndësia shkencore dhe kontributi i kërkimit

Ky disertacion sjell një kontribut të dyfishtë:

- Në aspektin shkencor, sepse përcakton dhe implementon për herë të parë një sistem të referencës vertikale kombëtare të bazuar në metoda të kombinuara GNSS–Gravimetri–Nivelim, në përputhje me praktikën e IAG dhe EUREF.
- Në aspektin institucional, sepse krijon bazën për përdorimin e të dhënave të lartësisë në mënyrë uniforme në të gjitha fushat e inxhinierisë, topografisë, kadastrës dhe gjeoinformatikës, duke kontribuar në zhvillimin e një arkitekture të qëndrueshme të të dhënave gjeohapësinore kombëtare.

Ky studim përfaqëson një pikë referimi për zhvillimet e ardhshme në fushën e gjeodezisë shqiptare, duke përputhur për herë të parë lartësitë kombëtare me standardet ndërkombëtare të EVRS/EVRF2019, dhe duke e përgatitur vendin për integrimin në Sistemin Global të Referencës së Lartësisë (IHRS/IHRF) [10], Horizon Europe, 2024).

1.2. Objektivat

Ky projekt prezanton risitë më të reja të realizimit të Sistemit të Referencës Vertikale të Shqipërisë”, duke i paraprirë dhe përmirësimit të cilësisë dhe përmbajtjes së lëndëve në Departamentin e Gjeodezisë.

Kualifikimi i stafit të ri akademik me kohë të plotë dhe të pjesshme në Departamentin e Gjeodezisë.

Mundëson lidhjen e sistemit të referencës vertikale të Shqipërisë me sistemet e referencës vertikale të vendeve fqinje dhe/ose sistemin ndërkombëtar të referencës vertikale (International Height Reference System).

Dhënien e mundësive për zhvillimin e njohurive më të avancuara lidhur me sistemin e referencës vertikale.

Përfituesit direkt të projektit

Stafi mësimdhënës i Departamentit të Gjeodezisë në drejtim të kualifikimit të tij, nëpërmjet shfrytëzimit të të dhënave për kualifikimin e tyre dhe për punë kërkimore të mëtejshme si dhe rritjen e cilësisë së procesit mësimor.

Përfituesit indirekt të projektit

- Autoriteti Shtetëror për Informacionin Gjeohapësinor (ASIG),
- Inxhinierët geodet,
- Agjensia Shtetërore e Kadastrës (ASHK),
- Instituti i Gjeografisë dhe Infrastrukturës Ushtarake (IGJIU),
- Ministria e Infrastrukturës dhe Energjisë (MIE),
- Autoriteti Rrugor Shqiptar (ARRSH),
- Shërbimi Gjeologjik Shqiptar (SHGJSH),
- Shërbimi Hidrografik Shqiptar (SHHSH),
- Agjencia Kombëtare e Planifikimit të Territorit (AKPT),
- Agjencia Kombëtare e Burimeve Natyrore (AKBN),
- Agjencia e Zhvillimit të Territorit (AZHT),

Menaxhimin e infrastrukturës publike, përmes unifikimit të lartësive në të gjitha projektet inxhinierike dhe topografike

Një ndër objektivat kryesore të këtij punimi shkencor është edhe përgatitja e metodologjive për projektimin, realizimin e punimeve dhe përpunimin e produktit me anë të këtyre metodave.

Prezantimi me metodologjitë, paraqitja e lehtësirave që sjellin këto metoda në mbledhjen e të dhënave gjeohapësinore, si dhe evidentimi i fushave të përdorimit të

kësaj teknologjie do të zgjojë interesin jo vetëm të ekspertëve të Gjeodezisë për të investuar në këtë teknologji por edhe hapjen e drejtimeve të reja në tregun e punës.

Rritja e kompetencave të ekspertëve inxhinierë Gjeodet në përdorimin e kësaj teknologjie si dhe prezantimi dinjitoz i produktit mund të realizojë vlerësim pozitiv në përmirësimin e tregut të punës.

Zbatimi i këtij projekti përbën një pikë referimi për zhvillimet e ardhshme të gjeodezisë shqiptare, duke e pozicionuar vendin në nivel të njëjtë me standardet e vendeve anëtare të BE-së në aspektin e referencave vertikale.

2. ZHVILLIMI I REFERENCËS GJEODEZIKE VERTIKALE NË REPUBLIKËN E SHQIPËRISË

2.1. Referenca Alb87

2.1.1. Rrjeti Shtetëror i Nivelimit

Krahas triangolacionit, në periudhën 1970-77, ish-ITU projektoi, ndërtoi gjithashtu, rrjetin e ri të nivelimit shqiptar, të përbërë prej klasave 1, 2, 3 [11], [1]. Rrjeti i kl. 1, në formën e poligoneve të mbyllur me perimetër $400 \div 600$ km, tolerancë të matjeve $T1 \leq \pm (4 \div 5)$ mm/km. Rrjeti i klasës 2/3, si kombinim vijash dhe poligonesh të mbyllur duke u mbështetur në pikat e kl. 1, poligonet e kl. 2 kanë gjatësi $150 \div 200$ km/ $T2 \leq \pm 10$ mm/km, poligonet e kl. 3 kanë gjatësi $100 \div 150$ km/ $T3 \leq \pm 20$ mm/km. Si në rrjetin fillestar të nivelimit dhe në pikat e tjera të rrjetit të nivelimit, nuk janë matur vlerat e gravitetit real g , prandaj sistemi i lartësive konsiderohet si Sistem Ortometrik i përafërt ose Sistem Ortometrik me korrigjim normal [5], [8].

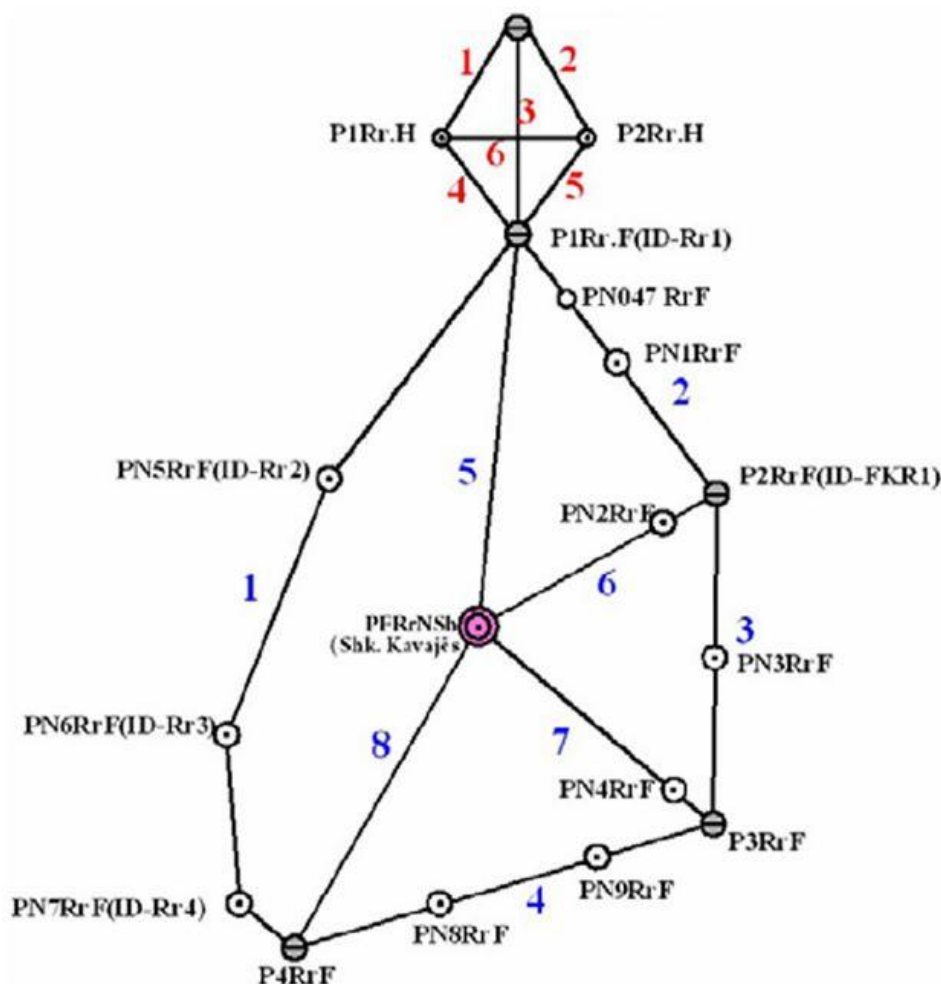


Figura 1 - Rrjeti fillestar i nivelimit (rrjeti i hidrometrit dhe i kl. "zero")

Gjatë viteve 1970 – 1987, *Instituti Topografik i Ushtrisë* u angazhua me punime që lidheshin me monumentalizimin, matjet e nevojshme gjeodezike dhe kompensimin e

një rrjeti të ri nivelacioni me parametra teknike më të avancuara se rrjetet paraardhëse, të ndërtuara nga të huajt.

Këto punime konsistojnë në ndërtimin e rrjeteve të nivelacionit shtetëror me tre rende, që përbëjnë referencën gjeodezike që ne sot e quajmë ALB87 [14].

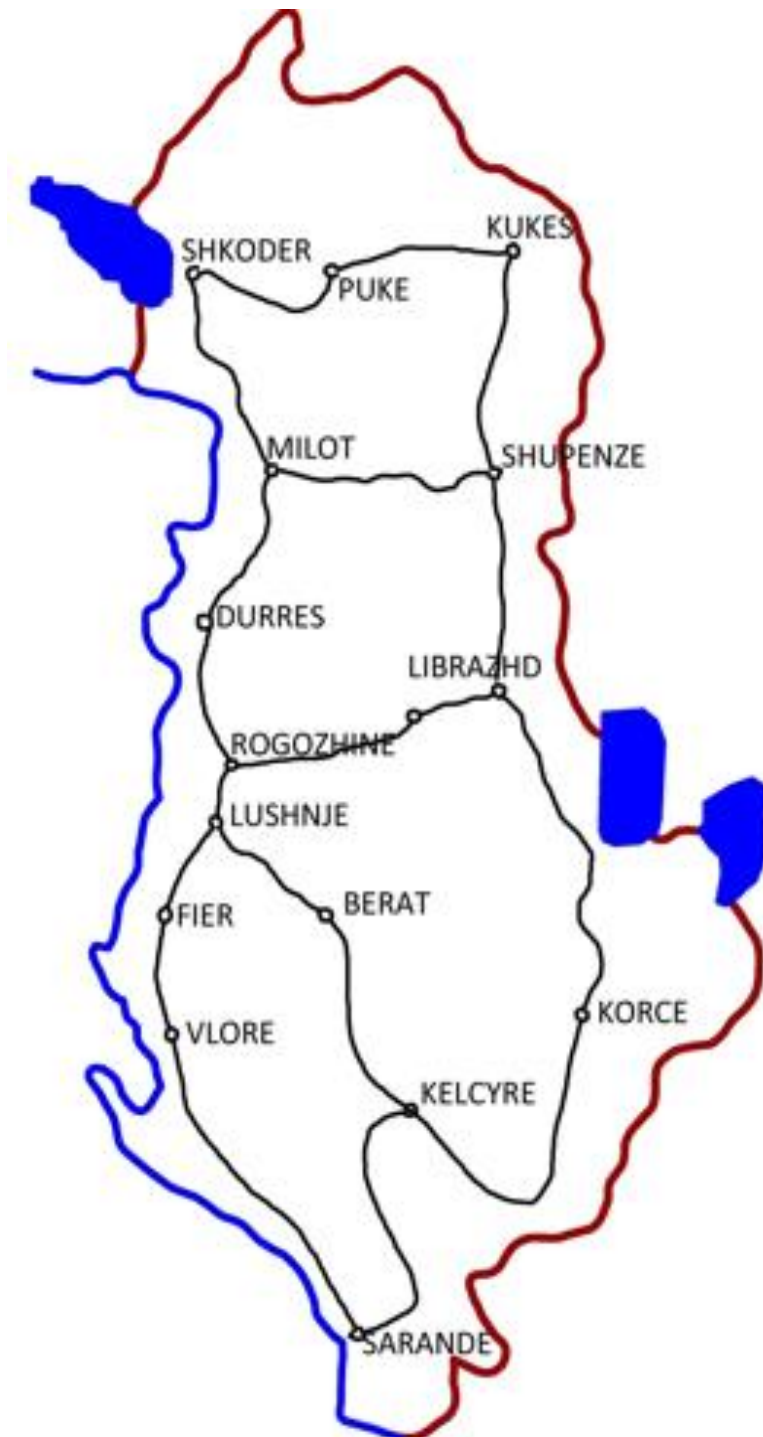


Figura 2 - Rrjeti i Nivelacionit Shtetëror Shqipëtarë Klasi I.

2.1.2. Stacioni Baticë-matës

Sipërfaqe fillestare referencë për njehsimin e lartësive është zgjedhur niveli mesatar i Detit Adriatik, i përcaktuar sipas regjistrimeve të pa-ndërprera 18.6-vjeçare (1957-1975) prej baticëmatësit në portin e Durrësit [14], [17].

Pika fillestare e rrjetit shtetëror të nivelimit e fiksuar në një tunel tek Shkëmbi i Kavajës (foto më poshtë) ka marrë lartësi prej reperit të baticëmatësit nëpërmjet rrjetit fillestar të nivelimit, “Rendi zero”, me tolerancë $T0 \leq \pm 2 \text{ mm/km}$ [11].

E metë kryesore e rrjetit të nivelimit shtetëror është se as në rrjetin e nivelimit dhe as në rrjetin e kontrollit të baticëmatësit nuk është matur graviteti, rrjedhimisht sistemi klasifikohet si ortometrik me korrigjim normal [8], [12].

Pas një rikonicioni fushorë të kryer në bunkerin ku ndodhej pika fillestare e rrjetit të nivelimit, është konstatuar se reperi është i demtuar plotësisht.



Figura 3 - Pika fillestare e rrjetit shtetëror të nivelimit, Shkëmbi i Kavajës.

2.2. Korniza Referuese Gjeodezike Shqiptare

2.2.1. Rrjeti i Stacioneve Baticë-matëse

Rrjeti Shtetëror i Baticë-matësve përbëhet nga katër stacione përgjatë vijës bregdetare të Republikës së Shqipërisë. Baticë-matësit janë të vendosur në Shëngjin, Durrës, Orikum dhe Sarandë [14], [17]. Ky rrjet mundëson mbledhjen e të dhënave esenciale që lidhen me monitorimin e ndryshimeve të nivelit të detit si dhe për shumë studime dhe monitorime që trajtojnë problemet e ambientit [5]. Për qëllime studimore të mëvonshme, baticë-matësit planifikohet që të lidhen midis tyre edhe me vijë nivelimi të Rendit të Parë [11], [8].

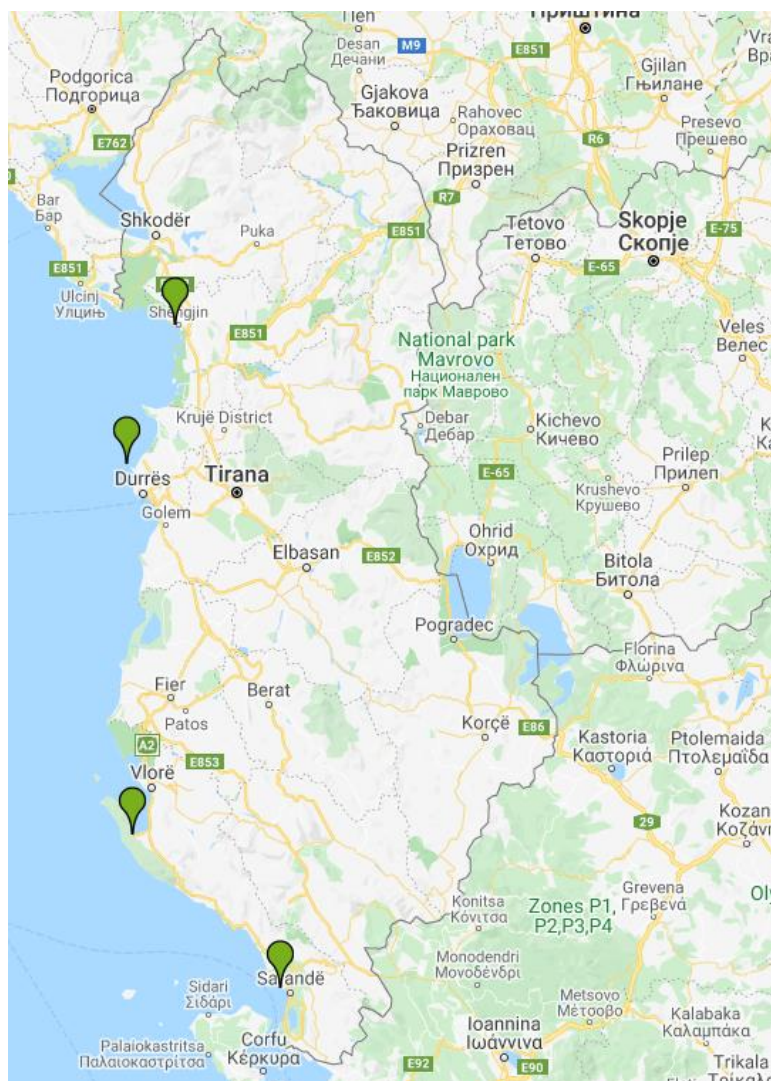


Figura 4 - Stacionet Baticëmatëse në Republikën e Shqipërisë.

Struktura dhe pajisjet e një stacioni Baticëmatëse:

- Strukturë/Kornizë metalike e Stacionit Baticëmatës
- Sensori kryesor i matjes së nivelit të detit (Radari);
- Lata (gjatësia 2m)
- Sensori sekondar i matjes së nivelit të detit (Presioni)
- Regjistruesi i të dhënave (data-logger)
- Sistemi i ushqimit me energji
- Kase (rack) për sistemimin dhe mbrojtjen e pajisjeve në stacion
- Pajisje mbrojtëse nga shkarkimet elektrike (rrufe) (Hydromet Systems, 2020; Kutterer, 2010)

2.2.1.1. Baticëmatësi i Shëngjinit

Stacioni baticëmatës i Shëngjinit është instaluar në ambientet e Bazës Ushtarake Detare të Shëngjinit. Ai është vendosur në një vend të sigurtë brenda zonës portuale të ankorimit

të anijeve, në një pozicion te tillë që merr parasysh të gjitha kërkesat e parashtruara në specifikimet teknike dhe që këto lloj stacionesh kërkojnë [14], [17].



Figura 5 - Baticëmatësi i Shëngjinit dhe paisjet e një stacioni.

2.2.1.2. *Baticëmatësi i Durrësit;*

Stacioni baticëmatës i Durrësit është instaluar në ambientet e bazës ushtarake të Kepit të Palit. Ai është vendosur në një vend të sigurtë brenda zonës portuale të ankorimit të anijeve, në një pozicion te tillë që merr parasysh të gjitha kërkesat e parashtruara në specifikimet teknike dhe që këto lloj stacionesh kërkojnë [14], [17].

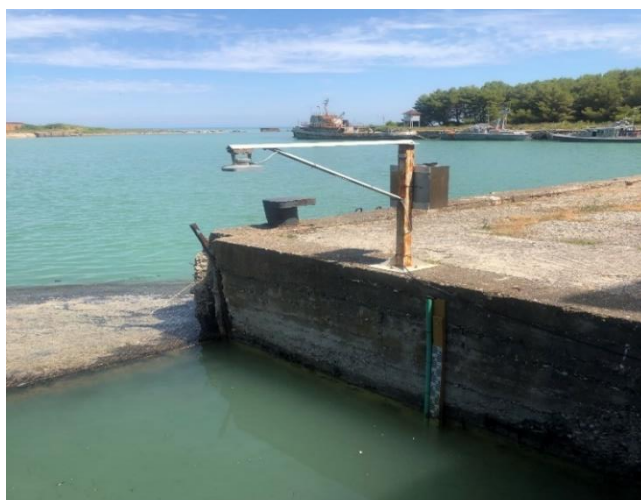


Figura 6 - Baticëmatësi i Durrësit.

2.2.1.3. *Baticëmatësi i Orikumit;*

Stacioni baticëmatës i Orikumit është instaluar në ambientet e Vend-Bazimit Detar Ushtarak të Pasha Limanit. Ai është vendosur në një vend të sigurtë brenda basenit të limanit të ankorimit të anijeve ushtarake, në një pozicion te tillë që merr parasysh të gjitha kërkesat e parashtruara në specifikimet teknike dhe që këto lloj stacionesh kërkojnë [14], [17].



Figura 7 - Baticëmatësi i Orikut.

2.2.1.4. *Baticëmatësi i Sarandës;*

Stacioni baticëmatës i Sarandës është instaluar në ambientet e Bazës Ushtarake Detare të Sarandës. Ai është vendosur në një vend të sigurtë brenda basenit të limanit të ankorimit të anijeve ushtarake, në një pozicion të tillë që merr parasysh të gjitha kërkesat e parashtruara në specifikimet teknike dhe që këto lloj stacionesh kërkojnë [14], [17].



Figura 8 - Baticëmatësi i Sarandës.

Tabela 1 - Tabela e koordinatave për 4 stacionet baticëmatëse

Nr.	Qyteti	φ	λ
1	Durrës (Kepi i Palit)	41°24'35.21"N	19°23'49.44"E
2	Shëngjin	41°48'43.13"N	19°35'5.42"E
3	Orikum	40°19'37.25"N	19°25'8.51"E
4	Sarandë	39°52'23.97"N	19°59'15.97"E

2.2.1.5. Qendra e Monitorimit

Qendra e monitorimit mundëson mbledhjen, përpunimin, ruajtjen dhe aksesin e informacionit që lidhet me ndryshimin e nivelit të sipërfaqes së detit [18], Hydromet Systems, 2020).

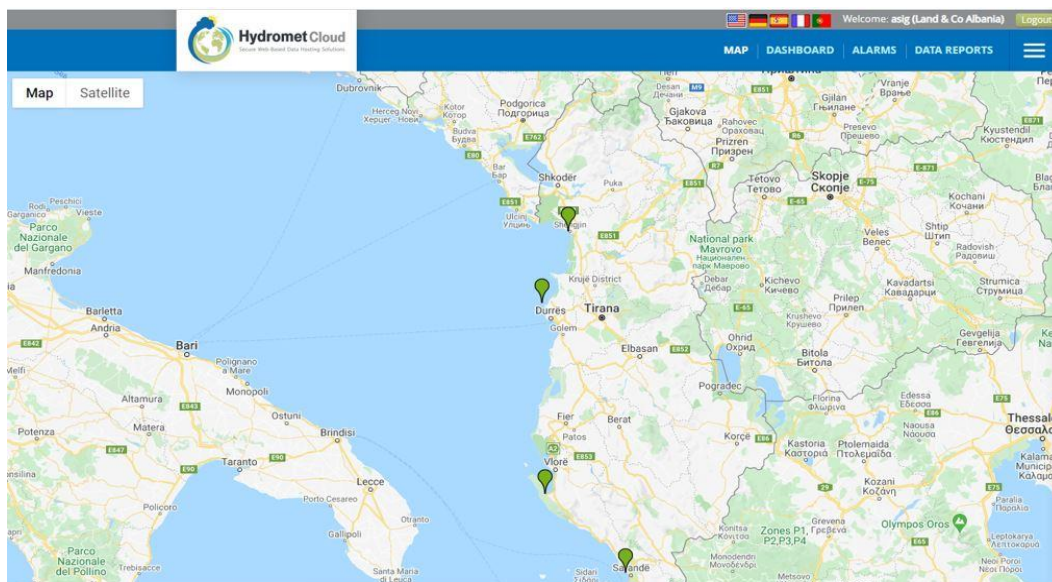


Figura 9 - Portali i qendrës së monitorimit

Nëpërmjet faqes Web të programit Hydromet-cloud.de realizohet pamja vizuale e të dhënave të mareografeve.

Nëpërmjet programit HYDRAS3 realizohet përpunim i të dhënave (llogaritja e MSL për të 4 baticëmatësit) [19], [5].

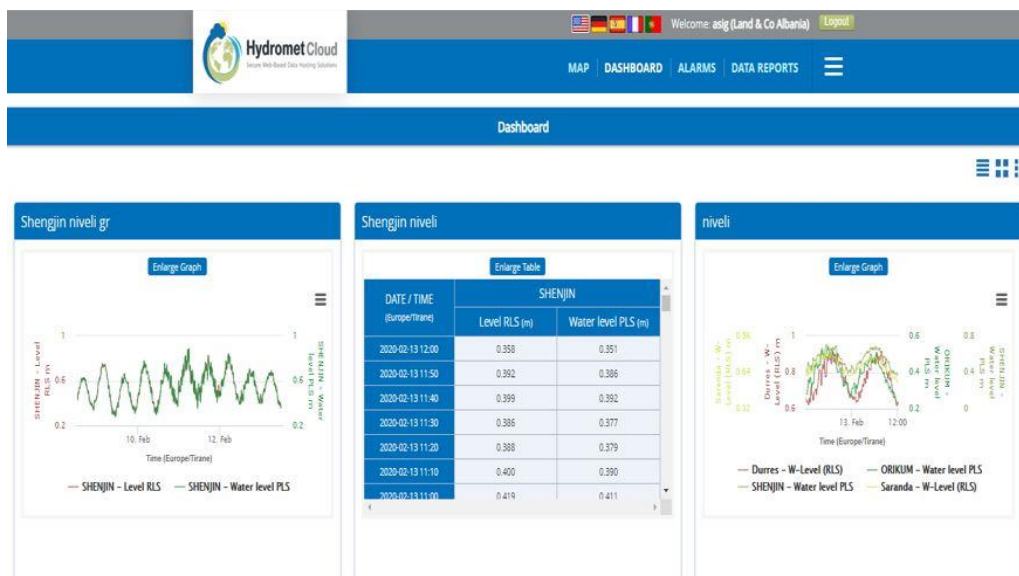


Figura 10 - Pamje të faqes web, Hydromet-cloud.de

2.2.2. Rrjeti Gravimetrik Rendi 0, I, II, III

2.2.2.1. Rendi Zero

Në vitin 2015 me asistencën e BEV Austria dhe financimin e Statens Kartverk Norvegjia është bërë i mundur realizimi i matjeve gravimetrike në tre vende të Ballkanit si, Shqipëria Kosova dhe Mali i Zi [14], [20], [21]. Në territorin Shqipëtar janë bërë matje gravimetrike absolute në tre pika të ndodhura përkatësisht në (**Rendi Zero** Shkodër, Tiranë, Sarandë) [17].

Këto tre pika do të jenë të rrjetit gravimetrik dhe do të shërbejnë si bazë për mbështetjen e **Rendit të Parë**.

Vetëm në vitin 2015 u arrit që me ndihmën e autoritetit norvegjez Stateins Kartverk të bëhet i mundur zhvillimi i matjeve absolute gravimetrike për tre vende të rajonit: Shqipërinë, Kosovën dhe Malin e Zi. Në Republikën e Shqipërisë janë bërë matje gravimetrike absolute në tri pika për gjithë territorin (Shkodër, Tiranë dhe Sarandë) duke marrë si bazë stacionin në pikën e Tiranës.

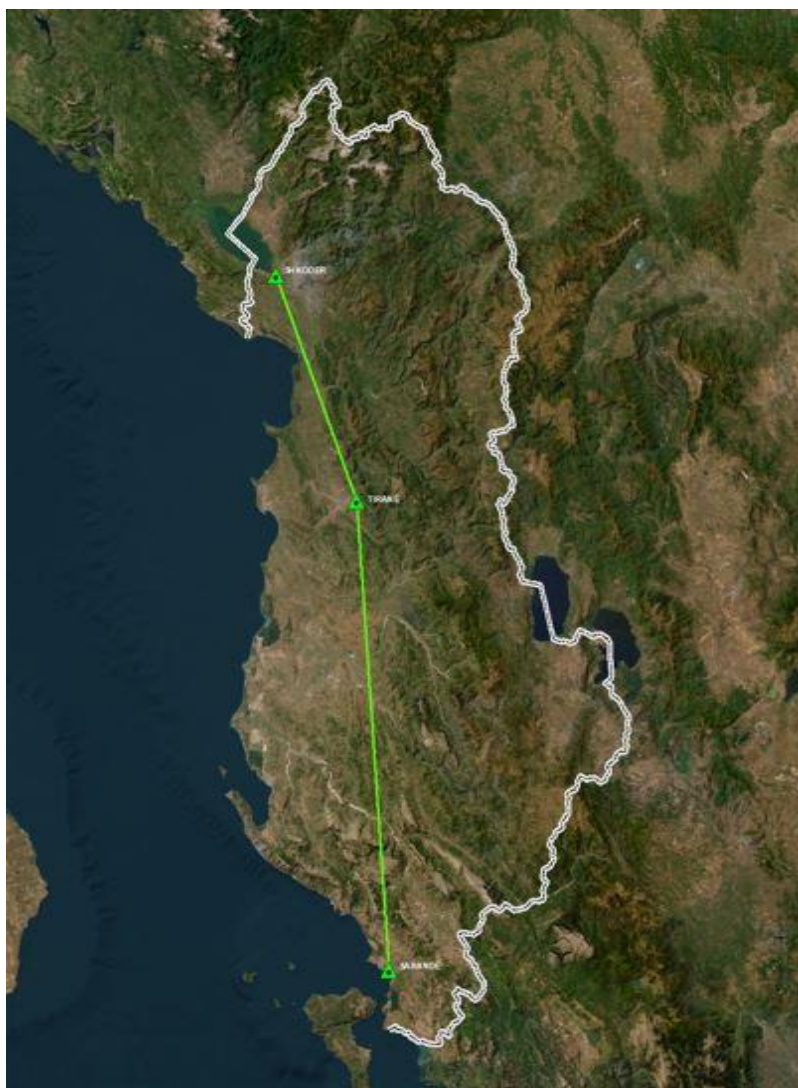


Figura 11 - Rrjeti Shtetëror Gravimetrik Rendi 0.

Bazamentet e këtyre pikave janë stacione ekzistuese të sizmikës, të ndërtuar prej blloku betoni me një stabilitet të lartë,

Disa nga karakteristikat kryesore të matjeve dhe parametrave të tre stacioneve të Rendit 0:

- Gravimetri i përdorur në matje: **Gravimetër Absolut FG5/242** [22], [8].
- Kohëzgjatja e matjeve për pikë: **2 netë + 1 ditë**
- Lartësia referuese: **1.22 m mbi markë**
- Gradienti vertikal: Matje me **Scintrex CG5 në 3 lartësi** (25 cm, 70 cm, 125 cm)

Disa nga korigjimet që janë marë në konsideratë në matjen e pikave:

- Parametrat e Rrotullimi të Tokës (**polar x, y**)
- Tides (**earth-ocean**)
- Presioni ajrit (**faktor 0.3**)
- **Ocean load**

Kalibrimi: **Ora dhe laseri** para/pas matjeve nga **BEV**

- Përpunimi i matjeve: **Softueri G9**
- Saktësia e arritur në matje: $\pm 2.4 - \pm 2.7 \mu\text{Gal}$ (Statens Kartverk, 2016; Reci et al., 2020)



Figura 12 - Stacioni i Tiranës (majtas), stacioni i Sarandës (mes) dhe stacioni i Shkodrës (djathas)

2.2.2.2. *Rendi i Parë*

❖ **Matjet GNSS**

Në pikat e Rendit I janë realizuar matjet GNSS para fushatës së matjeve Gravimetrike në mënyrë që të llogariten koordinatat e pikave (ϕ , λ , h) të nevojshme gjatë matjeve fushore me Gravimetrin Scintrex C-G5. Metoda e përdorur e matjeve GNSS është metoda Statike, ku kohëzgjatja e matjeve në pikë minimumi 2 orë [2], [1].

Pikat e rendit të parë të gravimetrisë janë pika të rrjetit shtetëror pasiv të pozicionimit global rendi i I.

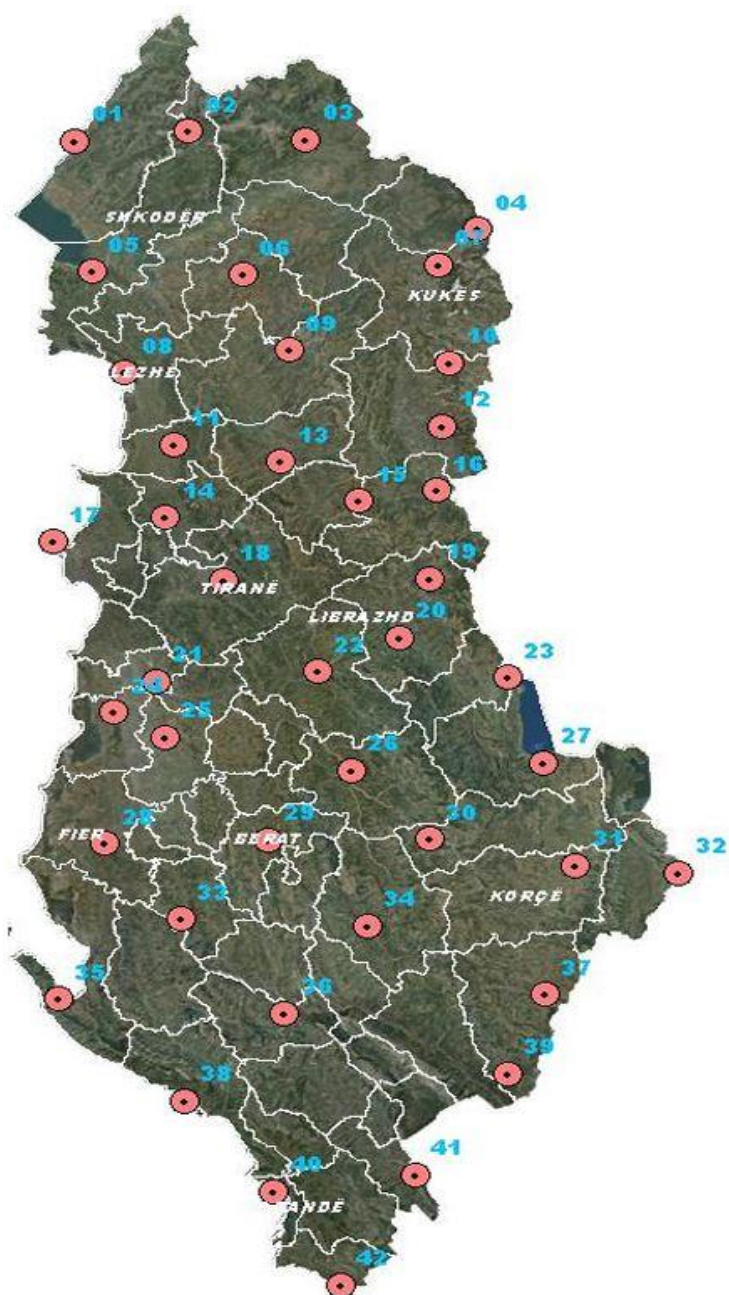


Figura 13 - Skema e përgjithshme e pozicionit të pikave të rendit të parë.

❖ Matjet Gravimetrike

Për realizimin e matjeve gravimetrike relative të rendit të parë, u përdoren dy gravimetra Sintrex – CG5 [23], [8].

Të dy gravimetrat plotësojnë kushtet për saktësinë e kërkuar të rendit të parë:

- Janë të pajisur me sistem kuarci, i cili siguron stabilitet të lartë të sistemit matës të gravimetrit relativ.
- Janë kalibruar në laborator, për një periudhë më shumë se 48 orë.
- Mbledhje automatike të të dhënave dhe sistem kontrolli të bazuar në laptop PC.
- Proçesim të dhënash në kohë reale dhe ruajtje automatike e tyre.
- Të pajisur me paketë monitorimi për të ngarkuar automatikisht të dhëna si presion, temperatura dhe të dhëna të tjera.
- Siguron transferimin e të dhënave nëpërmjet Kartës së Memories, USB etj.).
- Specifikime teknike të Gravimetrave CG5 të përdorur jepen në tabelën e mëposhtme:

Tabela 2 - Specifikime teknike të Gravimetrave CG5

Lloji i Sensorit	Kuarc që mundëson zerimin elektrostatik
Rezolucioni i leximit	1 mikroGal
Devijimi standard	<5 mikroGal
Diapazoni i ndryshimit të gravitetit brenda të cilit mund të përdoret	8000 mikroGal pa patur nevojë për resetting
Drifti që mbartet për një kohë të gjatë	<0,02 mikroGal/për 1 ditë
Marrës GPS onboard	Po
Rangu i kompensimit automatik të animit (TILT)	± 200 arcseconds
Korrektimet automatike	Tide, Instrument Tilt, Temperature, Drift, Near Terrain, Noisy Sample, Seismic Noise Filter

▪ Organizimi i matjeve fushore

Gjatë realizimit të matjeve fushore janë marrë parasysh kriteret e mëposhtme:

- Devijimi standard në përcaktimin e vlerës së nxitimit gravitacional të forcës së rëndesës në pikat e rrjetit gravimetrik të rendit të parë nuk e ka kaluar vlerën 10 μ Gal.

- Matjet në pikat Gravimetrike të Rendit Parë janë zhvilluar me dy instrumente Gravimetra Sintrex-CG5 , minimalisht 2 matje (vajtje-ardhje) në harkun kohor të një dite.
- Për matjet gravimetrike relative është përdorur metoda me profile , ku matja e pikave gravimetrike të rendit të parë ka filluar dhe përfunduar në pikat gravimetrike absolute (AGP 01; AGP 02; AGP 03) [16], [12].
- Koordinatat e pikave u përcaktuan me matje GNSS



Figura 14 - Pamje nga matjet fushore në stacion të rendit të Parë.

▪ Proçesi i matjeve

- Kalibrimi i gravimetrave relative

Gjatë fushatës së matjeve gravimetrike, është kryer kalibrimi i gravimetrave relative, me qëllim llogaritjen e koeficientëve të nevojshëm si input në programin e interpretimit SRGM, për përcaktimin e gravitetit në pikat e Rrjetit Gravimetrik [23], [8].

Si bazë horizontale gravimetrike janë përdorur pikat e rendit 0, AGP 01 (Tiranë), AGP 02(Shkodër) , AGP 03 (Sarandë), për të cilat dihet vlera absolute e gravitetit. Gravimetrat i janë nënshtruar kalibrimit tre herë në tre ditë të ndryshme për stacionet Absolute AGP 01(Tiranë) dhe AGP 02 (Shkodër) [20]:

- Në fillim të fushatës së matjeve
- Në mes të fushatës së matjeve
- Në fund të fushatës së matjeve

Për llogaritjen e konstantes së kalibrimit është matur katër herë brenda një dite diferenca e nxitimit gravitacional për pikat AGP 01 → AGP 02 (3 ditë, në fillim, në mes dhe në fund të fushatës [22], [5]. Diferenca e gravitetit ndërmjet stacioneve AGP 01 → AGP 03, e matur dy herë (në mes të fushatës), është përdorur si metodë krahasuese për stacionet AGP01 dhe AGP02.



Figura 15 - Skema e përgjithshme për linjën e ndjekur AGP 01 → AGP 02, AGP 01 → AGP 03.

Tabela 3 - Itineraret për përcaktimin e konstantes së kalibrimit

Kalibrimi	Data	Stacionet				
		A01	A02	A01	A02	
	18/08/2018	A01	A02	A01	A02	A01
	19/09/2018	A01	A02	A01	A02	A01
	7/10/2018	A01	A02	A01	A02	A01

Itinerari i ndjekur për kalibrimin ndërmjet stacioneve AGP01 dhe AGP 02:

Proçesi i matjeve gravimetrike në pikat absolute AGP 01, AGP 02 dhe AGP 03 u krye duke respektuar standardet për kalibrimin gjatë matjeve gravimetrike, si dhe etapat që janë përshkruar në mënyre të detajuar gjatë fushatave të matjeve gravimetrike Relative të Rendit të parë.

Gjatë transportimit janë përdorur kuti (box) të posaçëm për gravimetrat, me qëllim minimizimin e gabimeve që lidhen me transportin, si dhe janë mbajtur shënim temperatura e ajrit dhe presioni atmosferik.

Konstantja e kalibrimit u përcaktua si rezultat i matjeve të bëra në tre ditët e kalibrimit.

Koeficienti i kalibrimit (K) u llogarit si raport i diferencës së vlerave absolute të nxitimit në pikat AGP 01, AGP 02 dhe AGP 03 dhe i diferencës së gravitetit të matur me gravimetrat relative.

Për të eliminuar ndikimin e koeficientit të llogaritur me matjet e ditës së parë, të gjitha diferencat gravimetrike janë korrigjuar me (K) e llogaritur si mesatare e katër koeficienteve të katër ditëve të kalibrimit.

Kompensimi i matjeve për përcaktimin e konstantes së kalibrimit jepet në mënyrë të detajuar në pjesën e rezultateve.

Në kalkulime dhe kompensime janë marrë në konsideratë faktorët e mëposhtëm [16], [12]:

- Saktësia e përcaktimit të konstantes së kalibrimit (K), e cila varet nga faktorët të jashtëm por dhe nga vetë instrumenti konkret që është përdorur për matje, është $\leq 2.1 \pm 1.1 \mu\text{Gal}$.
- Korrektura për baticë zbatëse e Tokës dhe Oqeanit.
- Korrektura për ndikim të situatës hidrologjike 1km rreth e rrotull pikës (amplituda e ndikimit shkon deri $15 \mu\text{Gal}$);
- Korrektura për ndryshimin e presionit të ajrit. Në këtë rast janë matur presioni dhe temperatura në çdo pikë dhe janë llogaritur korrigjuarat për ndryshimin e presionit normal në pikë me atë të matur;
- Korrektura për driftin e gravimetrave e përdorur për matje, duke përcaktuar driftin kohor të instrumentit me matje rreth 48 orë në stacionet sizmologjike të Tiranës dhe Selanikut, dhe duke vendosur në instrument korrigjimet për drift;
- Korrektura për horizontim të gravimetrave, duke vënë auto-tilt correction, por edhe duke përjashtuar të gjitha matjet ku shmangia ka qënë me shumë se $\pm 10\text{arcsec}$;
- Korrektura për temperaturën në të cilën kryhen matjet;
- Ndikimi i fushës magnetike (eliminim duke orientuar gravimetrat sipas azimutit magnetik në pikën ku kryhen matjet. Gravimetrat janë orientuar gjithmonë sipas veriut magnetik.
- Korrektura për lartësinë e instrumentit është llogaritur duke marrë në konsideratë matjen e lartësisë së instrumentave në të tre faqet e gravimetrit (saktësi 1mm).
- Saktësia e bazës horizontale të kalibrimit është në nivelin $\leq 10 \mu\text{Gal}$.
- Kompensimi sipas metodës së kuadrateve më të vegjël e përdorur për leximet e driftit ditor të gravimetrave relative e kalkuluar nëpërmjet polinomeve të rendit të parë, të dytë dhe të tretë.

▪ Korrigjimi për driftin stacionar

Drifti stacionar është llogaritur para fillimit të matjeve relative gravimetrike për çdo gravimetër, përkatësisht: për Gravimetrin CG5-1, në Stacionin e Sizmologjisë Tiranë, dhe për Gravimetrin CG5-2 në Observatorin e Selanikut [23], [20].

- Përcaktimi i driftit u bë duke kryer matje ciklike që zgjasin **60 sek**, intervali midis matjeve **5 sek**.

- Sesioni i plotë i matjeve zgjati minimalisht për 48 orë.
- Rezultatet e driftit stacionar janë përkatësisht: CG5-1, **0.467 miliGal/ day**; dhe CG5-2, **0.256 miliGal/day**. Kjo vlerë e driftit stacionar është regjistruar në secilin instrument para fillimit të matjeve fushore.
- Vlera e përcaktuar e driftit stacionar është marrë në konsideratë për korrigjimet për drift duke vendosur në instrument autdrift correction - po.

▪ Kushtet dhe kërkesat për matjet gravimetrike

Fushata e matjeve Gravimetrike Relative e Rendit të Parë filloi pas përcaktimit të driftit stacionar dhe pas fushatës së parë të kalibrimit të Gravimetrike Relative. Gjatë fushatës së matjeve gravimetrike relative janë marrë parasysh kriteret e mëposhtme:

Në çdo stacion matjet janë kryer duke respektuar etapat e mëposhtme:

1. Stacionimi i gravimetrit:

- Është pastruar mirë sipërfaqja mbi të cilën vendoset trekëmbëshi. Janë vendosur trekëmbëshat e vegjël dhe mbi ta gravimetrat që janë përdorur për matjet.
- Është vendosur ID e pikës që janë kryer matje;
- Nivelimi i gravimetrike me një saktësi $< \pm 10$ arcseconds (në shumicën e rasteve ± 1 arcsec);
- Është matur lartësia e instrumentave me saktësi 1mm, duke matur lartësinë e instrumentit në tre faqet e tij, dhe është marrë vlera mesatare e tre lartësive (lartësitë janë matur nga sipërfaqja e sipërme e instrumentit në markë);
- Është markuar pozicioni i këmbëzave të gravimetrike, me qëllim që gjatë kthimit mbrapsht në pikë instrumenti të vihej në të njëjtin pozicion.
- Gravimetrat para çdo matjeje janë lënë në qetësi për 10 minuta dhe në disa raste më shumë me qëllim stabilizimin e sensorit matës dhe që instrumentet të marrin temperaturën e ambientit;

2. Marrja e leximeve ka përfshirë veprimet e mëposhtme:

- Në çdo stacion janë kryer 10 cikle matjesh dhe në rastet kur niveli i zhurmave ka qënë prezent, janë kryer edhe më shumë cikle matjesh.
- Fillimi i ciklit të matjeve është bërë me regjimin e mëposhtëm të instrumentit:
 - o Kohëzgjatja e matjeve -80 sekonda;
 - o Intervali ndërmjet cikleve - 5 sekonda;
- Në kohën e kryerjes së matjeve është kryer matja e temperaturës së ambientit dhe e presionit të ajrit, të dhënat të cilat janë regjistruar në Bllokun Fushor të Matjeve;
- Është vërejtur në vazhdimësi nivelimi i gravimetrit për të mos kaluar 10 arcsec, dhe në rastet kur ka kaluar ky nivelim janë përsëritur matjet fushore.
- Gjatë kohës së matjeve është mbajtur nën vëzhgim shfaqjen eventuale të disturbancave, për të cilat janë mbajtur shënime në bllokun fushor të matjeve.
- Në pika ku diferenca në lexime për arsye të disturbancave është më e madhe se 10 μ Gal matjet janë përsëritur.
- Gravimetrat janë mbrojtur nga ekspozimi ndaj Diellit dhe ndaj erës.
- Përfundim i regjistrimit të matjeve;

3. Paketimi i instrumentave dhe transportimi për në stacionin tjetër.

Mbas përfundimit të regjistrimit të matjeve, gravimetrat janë paketuar për transportim këmbësor (jo më shumë se 50 m) me çantën e posaçme të tyre, dhe për transportim në distanca të largëta (makinë), janë vendosur në kutinë e tyre me sfungjer, me qëllim amortizimin e lëkundjeve.

4. Në bllokun fushor të matjeve për çdo lidhje si mbas së cilës janë kryer matje gravimetrike janë shënuar:

- Data;
- Identifikatori i pikës;
- Kordinatat e pikës;
- Lartësia e instrumentave;
- Leximet në instrument, koha kur janë marrë leximet;
- Temperatura e ambientit;
- Presioni atmosferik;
- Prezenca e disturbancave që kanë efekt mbi saktësinë e përcaktimit të gravitetit.

5. Nëse mbas vlerësimit paraprak të matjeve është konstatuar diferencë më e madhe se $70 \mu\text{Gal}$ në ndryshimin e gravitetit midis dy pikave të një linje të matur me dy gravimetra, në lidhjen ku rezultojnë ndryshimet, matjet për atë lidhje janë kryer përsëri [23], [1].

▪ Vlerësimi paraprak i matjeve fushore.

Ky proces është kryer për çdo ditë gravimetrike dhe përfshin:

1. Evidentimin e Devijimit Standard për çdo lexim. Devijimi standard është evidentuar për çdo cikël dhe në rastet e zhurmave ciki i matjeve është përsëritur;

2. Është kontrolluar pjerrësimi i gravimetrit gjatë kohës së matjeve në drejtim të boshteve x dhe y. Gjatë procedurës së matjeve në momentin që kjo pjerrësi ka kaluar ± 10 është përsëritur cikli i matjeve.

3. Numrin e matjeve të përjashtuara, i cili varet nga Devijimi standard;

- Mbas vlerësimit paraprak, matjet janë për çdo pikë veçmas, ku në çdo pikë kemi mbi 6 regjistrime nga ciklet e matjeve.
- Nga regjistrimet e instrumentit, leximet dhe Devijimi Standard (SD) i leximeve është llogaritur mesatarja aritmetike dhe mesatarja proporcionale e leximeve dhe e SD.

Gjatë këtij procesi janë marrë në konsideratë:

- Diferencat mesatare aritmetike të matura dhe të kalibruara për çiftin e instrumentave që janë përdorur.
- Diferencat mesatare proporcionale të matura dhe të kalibruara për çiftin e instrumentave të përdorur.

Duke u bazuar në këto llogaritje janë përcaktuar dhe kriteret e zbatuara në përjashtimin e leximeve që janë:

- Nëse SD nga mesatarja aritmetike e përfutur nga 6 leximet është më e vogël se $5 \mu\text{Gal}$;
- Nëse diferenca mes leximit maksimal dhe minimal është më e madhe se $10 \mu\text{Gal}$ [6], [8].

Kriteret e mësipërme janë marrë në konsideratë gjatë realizimit të matjeve të rendit të parë. Kjo procedurë ka filluar menjëherë pas përcaktimit të driftit stacionar dhe matjeve për kalibrim të instrumenteve.

Matjet gravimetrike të Rendit të Parë janë realizuar gjatë periudhës Shtator-Tetor 2018. Procedura e matjeve është realizuar me **metodën e linjës**, metodë kjo e cila është edhe me e përshtatshme për territorin Shqiptar, për nga mënyra e aksesimit të rrjetit rrugor ekzistues. Për secilën linjë (çdo ditë), matjet kanë filluar dhe përfunduar në pikat e rendit zero ((Tiranë (A01), Shkodër (A02), Sarandë (A03)) [18], [17]. Në figurën më poshtë tregohen itineraret për çdo ditë gravimetrike në formën e linjave.

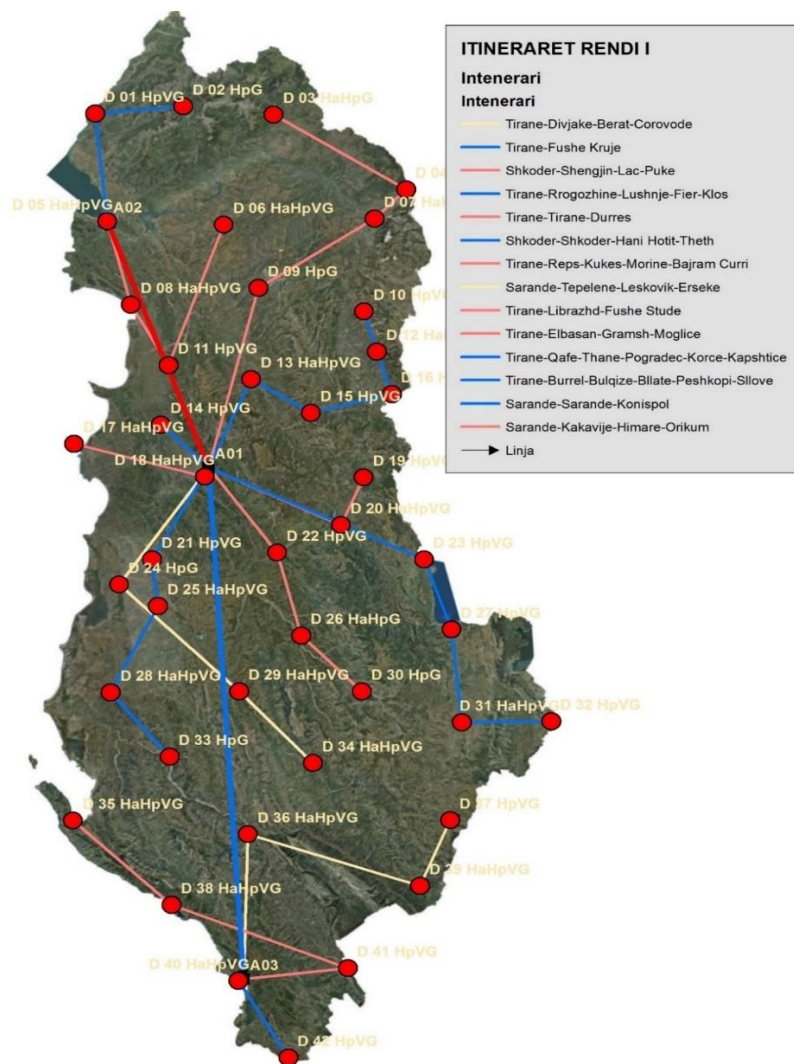


Figura 16 - Pamje skematike e itinerarit të matjeve gravimetrike të rendit I.

Tabela 4 - Tabela e ditëve gravimetrike të matjeve gravimetrike të Rendit I.

	Stacionet										
Data											
20/09/2018	A01	RI014	A01	RI014	A01						
21/09/2018	A01	RI023	RI027	RI032	RI031	RI032	RI031	RI027	RI023	A01	
23/09/2018	A01	RI009	RI007	RI004	RI003	RI004	RI007	RI009	A01		
24/09/2018	A01	RI020	RI019	RI020	RI019	A01					
25/09/2018	A01	RI013	RI015	RI016	RI012	RI010	RI012	RI016	RI015	RI013	A01
26/09/2018	A01	RI021	RI025	RI028	RI033	RI028	RI025	RI021	A01		
27/09/2018	A01	RI022	RI026	RI030	RI026	RI022	A01				
28/09/2018	A01	RI024	RI029	RI034	RI029	RI024	A01				
29/09/2018	A03	RI041	RI038	RI035	RI038	RI041	A03				
30/09/2018	A03	RI036	RI039	RI037	RI039	RI036	A03				
01/10/2018	A03	RI040	RI042	R040	A03						
02/10/2018	A01	RI018	RI017	RI018	A01						
03/10/2018	A02	RI005	RI001	RI002	RI001	RI005	A02				
05/10/2018	A02	RI008	RI011	RI006	RI011	RI008	A02				

Matjet janë realizuar me dy gravimetra njëkohësisht, të vendosura 36 cm larg njëri-tjetrit dhe të orientuar drejt veriut magnetik. Qendra e gravimetrit është pozicionuar mbi markë, ndërsa tjetri 36 cm në perëndim. Pas këtij cikli matjesh instrumenteve u janë ndërruar pozicionet (ndryshimi i vendeve), dhe është realizuar e njëjta procedurë matjesh, 10 cikle 60 sekondëshe [23], [8].



Figura 17 - Pamje nga matjet fushore gravimetrike të rendit të I, me dy gravimetra të vendosur pranë njëri tjetrit.

▪ Matjet e Gradientit Vertikal Real në pikat e Rendit të Parë

Për pikat e rendit të parë është realizuar matja e Gradientit Gravimetrik Vertikal real (GGV), ku instrumenti është vendosur pesë herë, në dy lartësi të ndryshme (poshtë, sipër, poshtë, sipër, poshtë). Për çdo pikë matjeje janë realizuar mbi 5 cikle 60 sekondëshe, dhe është shënuar, temperatura, presioni dhe koha e fillimit të matjeve. Është ndjekur e njëjta procedurë si dhe në matjet gravimetrike të Rendit të Parë [16]; [12].



Figura 18 - Pamje nga matjet fushore me metodën e Gradientit.

Tabela 5 - Itineraret e matjeve gradientit vertikal real.

RENDI I		Stacionet						
GRADIENT	Data							
Dita 1	20/09/2018	RI014						
Dita 2	23/09/2018	RI003						
Dita 3	24/09/2018	RI019	RI020					
Dita 4	25/09/2018	RI010						
Dita 5	26/09/2018	RI028	RI033					
Dita 6	27/09/2018	RI026	RI030					
Dita 7	28/09/2018	RI029	RI034					
Dita 8	29/09/2018	A03	RI035	RI038				
Dita 9	30/09/2018	RI041						
Dita 10	01/10/2018	RI037	RI039					
Dita 11	02/10/2018	RI036	RI040					
Dita 12	03/10/2018	RI017	RI018					
Dita 13	04/10/2018	A02	RI005	RI008				
Dita 14	05/10/2018	RI001	RI002					
Dita 15	06/10/2018	RI006	RI011					
Dita 16	08/10/2018	RI022	RI023	RI027	RI031	RI032		
Dita 17	09/10/2018	RI004	RI007	RI009	RI012	RI013	RI015	RI016
Dita 18	10/10/2018	RI021	RI024	RI025				

▪ **Kompensimi dhe korigjimi i matjeve gravimetrike relative.**

Kompensimi dhe korigjimi i matjeve gravimetrike relative është realizuar me skriptin në matlab, SRGM v.1, nëntor 2016, i cili është një program për kompensimin e të

dhënave gravimetrike relative të grumbulluara me instrumentet Gravimetër CG-5, dhe që përdoret për axhustimet dhe korrigjimet e rrjeteve gravimetrike shtetërore [20].

Ky program përfshin:

- Kompensimin e matjeve gravimetrike nga instrumentet CG-5, ku korrigjohen dhe eliminohen driftet e instrumenteve në bazë të një përafrimi polinomial të një rendi të duhur.
- Kalkulimin e vlerave absolute në stacionet gravimetrike.
- Testimi i përputhjes duke përdorur Testin normal χ^2 – Pearson
- Kontrollimin e cilësisë së të dhënave dhe eliminimi i outliers.
- Sjelljen dhe korrigjimin e gravitetit në pikën referuese.
- Përditësimin e korrigjimeve për drift në vlerat gravimetrike të korrigjuara
- Shfaqja e vlerave gravimetrike të kompensuara.

Te gjitha të dhënat duhet të jenë vendosur në drejtorinë e punës (working directory) SRGM_v1, e cila përmban skriptet e mëposhtme [20], [24], [23]:

runSRGM.m - skript që ekzekuton një program me ndërfaqes grafik.

txt2mat.m - funksion që lexon një tekst file, dhe që i konverton të dhënat në matricë

Tides - directory me arkiva në formatin tekst për korrigjimet për tide në formatin (*.TSF)

▪ Funksionimi i programit

Më poshtë po paraqesim disa nga panelet e programit:

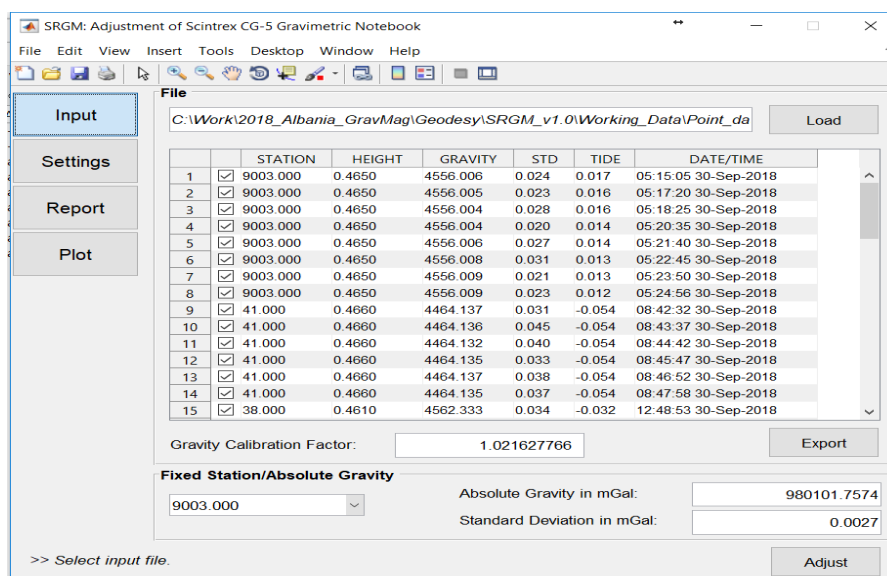


Figura 19 - Pamje nga ndërfaqja grafike e programit SRGM.

- Input > Paneli i arkivave (panel File)

Programi suporton formatin tekst të gravimetrit Scintrex CG-5.

Arkiva hyrëse përmban në formë të njëpasnjëshme fushat: LINE, STATION, ALT, GRAV, SD, TILTX, TILTY, TEMP, TIDE, DUR, REJ, TIME, DEC.TIME+DATE, TERRAIN, DATE.

Në programin SRGM, përdoren vetëm disa nga fushat e mëposhtme:

STATION - Numri ose ID e stacionit

ALT. - Lartësia e matur e gravimetrit

GRAV. - Leximi gravimetrik pas korrekturave

SD. - Gabimi Standard i vlerës GRAV

TIDE - Korrigjimi për baticë-zbaticë, i kalkuluar sipas formulës Longman (Longman, 1959)

TIME + DATE - koha + data e leximit gravimetrik

Përpara përpunimit, fusha GRAV. shumëzohet me konstanten e kalibrimit të secilit instrument, të llogaritur gjatë kësaj fushate matjesh.

- Input > Stacioni i fiksuar/Graviteti Absolut

ID e stacionit shërben për rregullimin e modelit të vrojtuar. Programi në mënyrë automatike zgjedh stacionin me frekuencën më të madhe në fushën STATION [8]. Ky stacion i zgjedhur F , fiksohet dhe përjashtohet nga procesi i kompensimit dhe vlera relative e tij është konstante ($g_F^r = 0$ mGal dhe $\sigma_{g_F^r} = 0$ mGal). Kjo do të thotë që vlera relative gravimetrike g_S^r e një stacioni tjetër S , korrespondon me diferencën gravitative midis stacionit të fiksuar F dhe stacionit të kompensuar S . Në rastin kur dihet vlera gravimetrike absolute g_F dhe gabimi standard σ_{g_F} , vlera g_S^r do të transformohet në vlerë absolute.

$$g_S^{abs} = g_F + g_S^r \quad Ek. 1$$

$$\sigma_{g_S^{abs}} = \sqrt{\sigma_{g_F}^2 + \sigma_{g_S^r}^2}. \quad Ek. 2$$

- Settings > Paneli për korrigjimet për Gradientin Vertikal Real

Në këtë panel jepen dy opsione: Një vlerë e gradientit vertikal W_{zz} në mGal/m (p.sh vlera e gradientit normal prej 0.3086 mGal/m), ose një file me vlerat e gradientit vertikal real, të matura në dy kolona me formatin e mëposhtëm [12], [16]:

Kolona [1] = STATION1 Kolona[2] = Gradienti 1 (ne mGal/m)

Kolona[1] = STATION2 Kolona[2] = Gradienti2 (ne mGal/m)

Kolona[1] = STATION3 Kolona[2] = Gradient3 (ne mGal/m)

Kjo procedure është aplikuar në rastin e kompensimit të matjeve relative gravimetrike të rendit të parë, ku është përdorur “file” me vlerat e gradientit të matur në 42 pikat e rendit të parë.

Nëse file i gradientit nuk përmban ndonjë fushë stacioni, atëherë për kompensimet e matjeve, përdoret vlera standarde e gradientit prej 0.3086 mGal/m, siç është përdorur për rrjetet gravimetrike të rendit të II dhe rendit III.

- **Settings > Paneli i lartësisë së gravimetrit sipër markës referuese.**

Ky opsion mundëson përcaktimin e lartësisë së sensorit të instrumentit (h_{sensor}) nga marka referuese, e cila përdoret për korrigjimin e të dhënave gravimetrike [23], [22].

Ky hap realizohet para procesit të kompensimit. Nëse lartësia në kanalën ALT. është e përcaktuar nga:

- Sipërfaqja e sipërme e gravimetrit (si në rastin e matjeve tona):

$$h_{sensor} = ALT. \cdot UNITS - 0.211 \text{ (në metër)}$$

- Sipërfaqja e poshtme e instrumentit:

$$h_{sensor} = ALT. \cdot UNITS + 0.089 \text{ (në metër)}$$

- Pozicion çfarëdo në centimetër, me shenjë pozitive poshtë sensorit dhe anasjelltas:

$$h_{sensor} = ALT. \cdot UNITS + POSITION \cdot 0.01 \text{ (in meters)}$$

Ku ndryshorja UNITS, kontrollon njësitë e regjistruara të lartësisë në fushën ALT.

(UNITS = 0.001 për milimetra, UNITS = 0.01 për centimetra, UNITS = 1 për metra, UNITS = 0.0254 për inch). Kështu që vlera e korrigjuar e gravitetit të lexuar GRAV.' është:

$$GRAV.' = GRAV. + W_{zz} \cdot h_{sensor}. \quad Ek. 3$$

- **Settings > Paneli i vlerave të kompensimit**

Drifti instrumental mund të përafrohet me një funksion polinom të rrethave të ndryshme (Torge, 1989; Statens Kartverk, 2016). Ky drift përfshihet në modelin e vërtetuar dhe koeficientet e tij axhustohen së bashku me vlerat relative gravimetrike. Gabimet e matjeve përcaktojnë modelin stokastik të matjeve gravimetrike brenda procesit të kompensimit. Janë në dispozicion këto opsione:

- Notebook STDs - Përdoret një matricë diagonale me kovariancën e gabimeve Σ_{ll} të kalkuluar nga fusha SD. (uncorrelated measurements).
- Weights - përdoret një matricë peshe $\mathbf{P}$ të n matjeve, ku pesha p_i e leximit të i -të ($i = 1, 2, \dots, n$), është:

$$p_i = \frac{SD_1^2}{SD_i^2}. \quad Ek. 4$$

- No Errors - Supozohet që të gjitha matjet janë jo-korreluese me të njëjtin precizion ($p_i = 1, P = I$).

- **Settings > Panel i korrigjimeve baticë-zbaticë**

Korrigjimet baticë-zbaticë në fushën TIDE, të dhënave nga instrumenti, janë kalkuluar bazuar në formulën Longman [25], [26], [27], [28]. Programi i përdorur në këtë fushatë matjesh, ofron mundësinë e përditësimit të korrigjimeve për tide, në kanalën GRAV. duke aplikuar një korrigjim të ri për TIDE dhe përdorur softin Tsoft [26]:

$$GRAV. = GRAV. - TIDE^{Longman} + TIDE^{Tsoft}.$$

Për këtë qëllim, janë kalkuluar “tides” për një model jo-hidrostatik inelastic të Tokës [27] dhe ato për ngarkesën oqeanike nga modeli FES2014b [28] dhëne në webpage¹ nga M.S. Bos and G.H. Scherneck. Të dy kalkulimet duhet të regjistrohen në arkivën TSF me emrin *SRGM_STATION_tides.TSF*, dhe me hap kampionimi 1 minutë. Korrigjimi i ri për çdo lexim gravimetrik interpolohet me metodën e splineve. Në rast se nuk gjendet file TSF, aplikohet korrigjimi standard për TIDE sipas formulës Longman. Të gjitha filet TSF duhet të vendosen në folderin “Tides” të direktorisë së punës (working directory).

▪ Modeli matematik i matjeve gravimetrike relative

Ekuacioni i vrojttimeve gravimetrike për leximin gravimetrik të i -te, l_i (= GRAV.'), pasi janë kryer korrigjimet për instrument, korrigjimet baticë-zbaticë dhe korrigjimet për lartësinë mbi markë, është: [29], [1].

$$l_i + v_i = g^r + \sum_{j=0}^p d_j(t_i - t_0)^j \quad Ek. 5$$

v_i - Rezidualët (si pasojë e gabimeve në matje)

g^r - Vlera e gravitetit në një stacion të dhënë

p - Rendi i polinomit për driftin instrumental

d_j - Koeficienti i driftit

t_i - Epoka e leximit gravimetrik

t_0 - Epoka referencë (p.sh. mesatarja e të gjithë epokave të leximeve)

Vlerat e panjohura gravimetrike relative të korrigjuara g^r për driftin instrumental në stacionet $k + 1$ dhe koeficientë $p + 1$, d_j , axhustohen duke përdorur Metodën e Katroreve më të Vegjël (M.K.V, least-squares method).

▪ Proçedura e kompensimit

Nëse konsiderojmë n lexime gravimetrike, atëherë ekuacioni më lart mund të shprehet në formë lineare [29], [30]:

$$\mathbf{l} + \mathbf{v} = \mathbf{Ax} \quad Ek. 6$$

Ku:

$\mathbf{l}$ - vektor me n lexime gravimetrike

$\mathbf{v}$ - vektor i n rezidualëve

$\mathbf{x}$ - vektor me $k + p + 2$ të panjohura

$\mathbf{A}$ - $n \times (k + p + 2)$ matrica e dizenuar

Modeli i vrojtuar nga ky ekuacion është “singular”, sepse në modelin e të dhënave kemi $(\text{Rank}(\mathbf{A}) < k + p + 2)$. Rregullimi është bërë duke fiksuar një vlerë relative g^r në zero. Kjo çon në një reduktim të të dhënave në $k + p + 1$. Si rezultat për një sistem të modifikuar të vrojtimeve, dizenjohej një matricë korrektuese me $k + p + 1$ kolona, plotësohet kushti

$\text{Rank}(\mathbf{A}) = k + p + 1$. Duke supozuar që matrica e kovariancës së gabimeve të vrojtimeve Σ_{ll} njihet, atëherë axhustimi me M.K.V aplikohet sipas parimit:

$$\mathbf{v}^T \Sigma_{ll}^{-1} \mathbf{v} = \min. \quad \text{Ek. 7}$$

Atëherë të panjohurat $\mathbf{x}$ merren duke zgjidhur sistemin e ekuacioneve normale:

$$\mathbf{x} = (\mathbf{A}^T \Sigma_{ll}^{-1} \mathbf{A})^{-1} \mathbf{A}^T \Sigma_{ll}^{-1} \mathbf{l}, \quad \text{Ek. 8}$$

Me vektorin e vlerave të mbetura (rezidualeve):

$$\mathbf{v} = \mathbf{A}\mathbf{x} - \mathbf{l}. \quad \text{Ek. 9}$$

Preçizioni dhe karakteristikat stokastike të të panjohurave përshkruhen nga matrica e kovariancës:

$$\Sigma_{xx} = (\mathbf{A}^T \Sigma_{ll}^{-1} \mathbf{A})^{-1} \quad \text{Ek. 10}$$

Nëse merret në konsideratë matrica e llogaritur e peshave $\mathbf{P}$, vektori i të panjohurave është:

$$\mathbf{x} = (\mathbf{A}^T \mathbf{P} \mathbf{A})^{-1} \mathbf{A}^T \mathbf{P} \mathbf{l} \quad \text{Ek. 11}$$

Dhe matrica e kovariancës:

$$\Sigma_{xx} = \sigma_0^2 (\mathbf{A}^T \mathbf{P} \mathbf{A})^{-1}, \quad \text{Ek. 12}$$

Ku σ_0 është gabimi standart (SD) i njësisë së peshës i kalkuluar me:

$$\sigma_0^2 = \sqrt{\frac{\mathbf{v}^T \mathbf{P} \mathbf{v}}{n-k-p-1}}. \quad \text{Ek. 13}$$

▪ Testi Pearson χ^2

Testi χ^2 është përdorur për testimin e Hipotezës null H_0 , e tillë që rezidualet e marra më lart me një vlerë mesatare, m_v , dhe gabim standart σ_v mund të përshkruhen sipas shpërndarjes probabilitare të Gausit [31]. Rezidualet n , ndahen në $K = \lceil \sqrt{n} \rceil$ kosha, ku n_k është shpeshësia brenda koshit të k -te ($k = 1, 2, \dots, K$). Shpeshësia e pritshme e rezidualeve e kalkuluar nga shpërndarja teorike jepet nga:

$$n_k^{exp} = n \cdot p_k, \quad \text{Ek. 14}$$

ku p_k është propabiliteti teorik i shpërndarjes Gausiane:

$$p_k = \frac{1}{\sigma_v \sqrt{2\pi}} \int_{v_{min}^k}^{v_{max}^k} \exp\left(-\frac{(x-m_v)^2}{2\sigma_v^2}\right) dx. \quad \text{Ek. 15}$$

Kështu që testi statistik χ^2 është:

$$\chi^2 = \sum_{k=1}^K \frac{(n_k - n \cdot p_k)^2}{n \cdot p_k}. \quad \text{Ek. 16}$$

Hipoteza null H_0 , hidhet poshtë nëse testi statistik χ^2 , është më i madh se vlera kritike $\chi^2_{1-\alpha}$ me $K - 3$ shkallë lirie dhe nivel koinfidence α ($\alpha = 0.01, \alpha = 0.05$), Testi χ^2 është i përshtatshëm për një set të dhënash me më shumë se 30 kampione.

▪ Korrigjimet atmosferike (presioni)

Ndryshimet në presionin atmosferik nënkuptojnë ndryshime në masën e kolonës së ajrit mbi piken e matjeve gravimetrike. Një rritje e presionit atmosferik do të shkaktojë një ulje në vlerën e vrojtuar të gravitetit dhe anasjelltas. Lidhja e përafërt ndërmjet këtyre ndryshimeve jepet nga të dhënat eksperimentale [32], [16]: $\Delta g_p = -0.36 \mu\text{Gal}/\text{milibar} = -3.6 \mu\text{Gal}/\text{kPa}$

Nëse presioni atmosferik ndryshon me 10 kPa, atëherë mund të rezultojë një Δg_p prej $36 \mu\text{Gal}$. në rastin e matjeve gravimetrike preçize, një ndryshim i tillë, nëse nuk kompensohet, mund të shkaktojë një gabim të madh. Duhet theksuar që sidoqoftë ky faktor mund të ndryshojë deri 20% ekuacioni i mësipërm, në varësi të shtrirjes anësore dhe konfiguracionit të sistemit të kohës.

▪ Formula e thjeshtuar barometrike

Për këtë lloj kalkulimi nevojitet një vlerë për presionin normal atmosferik si funksion i lartësisë. Kështu që varësia e presionit barometrik me lartësinë jepet nga formula:

$$P = P_0 \exp\left(-\frac{M_g}{RT} h\right) \quad \text{Ek. 16}$$

Duke zëvendësuar konstantet e njohura nga figura më poshtë, gjejmë që varësia $P(h)$ (në kilopascal) shprehet me formulën:

$$P(h) = 101.325 \cdot \exp\left(-\frac{0.02896 \times 9.807}{8.3143 \times 288.15} h\right) = 101.325 \exp(-0.00012h) [\text{kPa}]$$

Ku lartësia h mbi nivelin e detit jepet në metër.

Tabela 6 - Konstantet e njohura për presionin barometrik.

Parameter	Symbol	Value	Unit
Average sea level pressure	P_0	101,325	kPa
Gravitational acceleration	g	9.807	m/s^2
Molar mass of Earth's air	M	0.02896	kg/mol
Standard temperature	T	288.15	K
Universal gas constant	R	8.3143	$(\text{N}\cdot\text{m})/(\text{mol}\cdot\text{K})$

▪ Llogaritjet e korigjimeve

Në llogaritjet e korigjime atmosferike, është përdorur formula barometrike e thjeshtuar Merriam (1992):

$$\text{Atm}_{\text{corr}} = 3.6 * \left(\frac{P}{10} - 101.325 * \exp(-0.00012 * \text{elev}) \right) [\mu\text{Gal}] \quad \text{Ek. 17}$$

Ku presioni i matur është në milibar. Korrigjime atmosferike jepen më poshtë për të dy fushatat e matjeve. Korrigjimet atmosferike janë shumë të vogla me këto statistika:

Fushata e parë: $min = -1.3 \mu Gal$; $max = 4.8 \mu Gal$; $average = 1.3 \mu Gal$; $SD = 1.36 \mu Gal$

Fushata e dytë: $min = -0.4 \mu Gal$; $max = 7.3 \mu Gal$; $average = 3.25 \mu Gal$; $SD = 1.69 \mu Gal$

Gabimi standard i këtyre korrigjimeve është disa here më i vogël se ai i saktësisë së matjeve, dhe ndikimi i tyre është i papërfillshëm në vlerat e korrektuara.

▪ Rezultatet finale të vlerave të gravitetit në rrjetin e rendit të I

Për të gjitha stacionet e rrjetit Gravimetrik të rendit të parë, duke u mbështetur në metodologjinë e përshkruar me sipër janë përpunuar, kompensuar dhe korrigjuar vlerat e gravitetit absolut për këto stacione [18], [33], [20]. Më poshtë jepen interpretimi përfundimtar me llogaritjet për korrigjimet për drift, tide, presion dhe temperaturë.

▪ Konstantet e kalibrimit të instrumentave:

Janë llogaritur konstantet e kalibrimit të të dy instrumenteve, që ne i kemi shënuar përkatësisht CG5-1, CG5-2, si raport i ndryshimit të gravitetit relativ me ndryshimin e vlerave absolute për pikat A01 dhe A02 [22], [33]. Këto vlera janë llogaritur në markë, si ato absolute dhe relative pas korrigjimeve për drift, presion dhe baticë zbaticë. Vlerat absolute të gravitetit për pikat Absolute të rendit të parë janë marrë nga matjet absolute, dhe sjellë në markë sipas gradientit vertikal të këtyre stacioneve (BEV Agreement GZ 4598/2015-09-07, 2017). Në figurën më poshtë tregohet mënyra e përpunimit për llogaritjen e ndryshimit të gravitetit (dg) ndërmjet stacioneve A01 → A02, si dhe funksioni përshtatës i driftit për procedurën e kalibrimit të instrumentave.

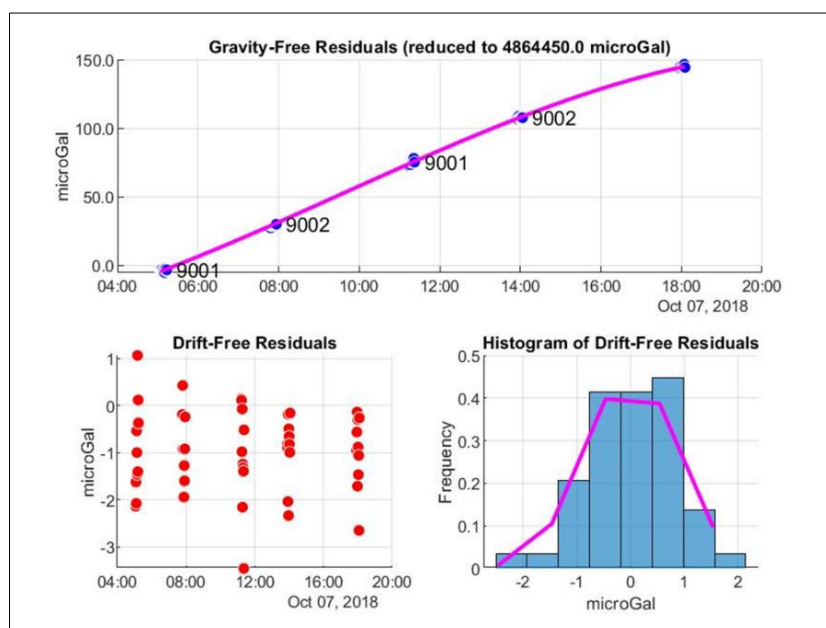


Figura 20 - Llogaritja e ndryshimit të gravitetit (dg) ndërmjet stacioneve A01 - A02.

```

=====
SRGM v1.0 REPORT
31-Oct-2018 13:05:43
=====

<Input Notebook>
File Name : 1st_Day17_IT_Oct072018_Dg.txt
File Path : ...0\FINAL_DATA\Final_1st_order\DG_Stations\
Time Span : 07-Oct-2018 05:03:44 ... 07-Oct-2018 18:05:16
Number of Stations : 2
Number of Observations : 50

<Adjustment>
STATION dg +- std (mGal) g +- std (mGal)
-----
9002.000 0.0000 +- 0.0000 0.0000 +- 0.0000
9001.000 -110.6687 +- 0.0003 -110.6687 +- 0.0003

Instrumental Drift: Polynomial of Degree 3
-----
(0): 4864.5242 +- 0.0002 mGal.d^0
(1): 0.3107 +- 0.0020 mGal.d^-1
(2): -0.0920 +- 0.0049 mGal.d^-2
(3): -0.4424 +- 0.0311 mGal.d^-3

Residuals
-----
Min = -0.0025 mGal, 9001.000 ... 07-Oct-2018 11:21:24
Max = +0.0021 mGal, 9001.000 ... 07-Oct-2018 05:10:19

Pearson's Chi-Squared Test
-----
The null Hypothesis = residuals are unbiased
Chi-Squared Statistic : 1.67429
99% Significance Level : 15.08627 => Ho is not rejected.
95% Significance Level : 11.07050 => Ho is not rejected.

<Control Parameters>
Gravity Calibration Factor : 1.000000000
Fixed Station : 9002.000
Absolute Gravity Value : 0.0000 +- 0.0000 mGal
Vertical Gradients from File : Zero_Stations_VGG_coef.txt
File Path : ...0\FINAL_DATA\Final_1st_order\VGG_Stations\
Reference Height of Gravimeter : -0.211 m
Units of Heights in Notebook : m
Errors of Observations : No
Tidal Correction : Calculated in TSOF

```

Figura 21 - Kalkulimi i ndryshimit të gravitetit relativ për stacionet absolut.

Tabela 7 - Vlerat e konstantes së kalibrimit të gravimetrave CG-5

Gravimetri	Konstantja e Kalibrimit
CG5-1	1.000296607
CG5-2	1.021627766

Këto vlera janë përdorur gjatë procedurës së kompensimit përfundimtar të vlerave relative të matura në stacionet e rendeve I, II, III. Të gjithë vlerat e lexuara në instrument janë shumëzuar me këto konstante kalibrimi [20]. Pas kësaj procedure janë llogaritur vlerat e Gradientit real vertikal nga matjet e realizuara në çdo stacion.

▪ Vlerat e Gradientit Vertikal Real

Këto kalkulime janë llogaritur si raport i ndryshimit të nxitimit me ndryshimin e lartësisë së instrumentit. Të gjitha kalkulimet dhe axhustimet janë bërë pas korrigjimeve për drift, presion dhe baticë zbaticë me ndihmën e softit Tsoft dhe SRGM. Në dy figurat më poshtë jepet analiza e përpunimit statistikor për gradientin e një pike të rendit të I. E njëjta procedurë përpunimi është për 42 pikat e rendit të I, si dhe për pikat absolute [16], [12], [26].

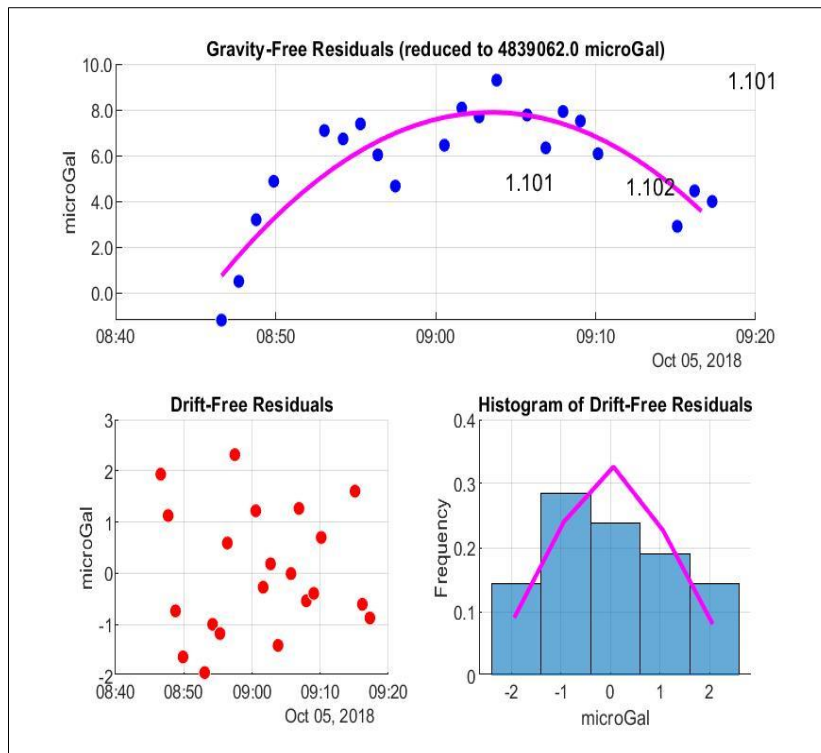


Figura 22 - Analiza e përpunimit statistikor për gradientin e një pike të rendit të I.

```
=====
SRGM v1.0 REPORT
31-Oct-2018 17:51:21
=====

<Input Notebook>
File Name : 01VGG_cleaned.txt
File Path : ...king_Data\Working_1st_order\VGG_Stations\
Time Span : 05-Oct-2018 08:46:37 ... 05-Oct-2018 09:17:17
Number of Stations : 2
Number of Observations : 21

<Adjustment>
STATION      dg +- std (mGal)      g +- std (mGal)
-----
1.101        0.0000 +- 0.0000      0.0000 +- 0.0000
1.102       -0.2993 +- 0.0007     -0.2993 +- 0.0007

Instrumental Drift: Polynomial of Degree 2
-----
(0):  4839.0718 +- 0.0007 mGal.d^0
(1):   0.1613 +- 0.0432 mGal.d^-1
(2):  -52.0032 +- 8.1849 mGal.d^-2

Residuals
-----
Min = -0.0019 mGal, 1.102 ... 05-Oct-2018 08:53:03
Max = +0.0023 mGal, 1.102 ... 05-Oct-2018 08:57:29

Pearson's Chi-Squared Test
-----
The null Hypothesis = residuals are unbiased
Chi-Squared Statistic : 2.03061
99% Significance Level : 9.21034 => Ho is not rejected.
95% Significance Level : 5.99146 => Ho is not rejected.

<Control Parameters>
Gravity Calibration Factor : 1.000296607
Fixed Station : 1.101
Absolute Gravity Value : 0.0000 +- 0.0000 mGal
Custom Vertical Gradient : 0.0000 mGal/m
Reference Height of Gravimeter : -0.211 m
Units of Heights in Notebook : m
Errors of Observations : No
Tidal Correction : Calculated in TSOF
```

Figura 23 - Funkzioni drift dhe kalkulimet e gradientit vertikal për një stacion gravimetrik Rendi I.

Tabela 8 - Vlerat e gradientit vertikal për pikat e rendit të I.

Station ID	Dg (mGal)	Bottom (m)	Top (m)	Dh (m)	VGG (mGal/m)
1	0.2954	0.462	1.383	0.921	0.320738
2	0.4436	0.462	1.352	0.89	0.498427
3	0.2502	0.47	1.382	0.912	0.274342
4	0.2503	0.4715	1.4045	0.933	0.268274
5	0.2647	0.4583	1.338	0.8797	0.300898
6	0.2909	0.463	1.383	0.92	0.316196
7	0.2901	0.4735	1.395	0.9215	0.314813
8	0.2966	0.462	1.363	0.901	0.32919
9	0.2529	0.467	1.3755	0.9085	0.278371
10	0.2828	0.464	1.406	0.942	0.300212
11	0.3486	0.463	1.381	0.918	0.379739
12	0.2492	0.462	1.382	0.92	0.27087
13	0.3022	0.464	1.341	0.877	0.344584
14	0.3014	0.46	1.384	0.924	0.32619
15	0.2459	0.464	1.373	0.909	0.270517
16	0.2769	0.462	1.391	0.929	0.298062
17	0.2661	0.463	1.388	0.925	0.287676
18	0.2913	0.466	1.348	0.882	0.330272
19	0.2711	0.469	1.43	0.961	0.282102
20	0.3216	0.47	1.4	0.93	0.345806
21	0.3039	0.463	1.394	0.931	0.326423
22	0.3545	0.459	1.373	0.914	0.387856
23	0.2961	0.459	1.383	0.924	0.320455
24	0.3182	0.463	1.384	0.921	0.345494
25	0.2676	0.464	1.372	0.908	0.294714
26	0.3051	0.467	1.409	0.942	0.323885
27	0.3182	0.464	1.413	0.949	0.3353
28	0.2857	0.47	1.379	0.909	0.314301
29	0.2739	0.465	1.428	0.963	0.284424
30	0.2909	0.465	1.398	0.933	0.31179
31	0.2964	0.468	1.38	0.912	0.325
32	0.2549	0.469	1.418	0.949	0.268599
33	0.3111	0.467	1.366	0.899	0.346051
34	0.2613	0.467	1.462	0.995	0.262613
35	0.2914	0.463	1.382	0.919	0.317084
36	0.2961	0.461	1.358	0.897	0.3301
37	0.2947	0.462	1.534	1.072	0.274907
38	0.3486	0.468	1.427	0.959	0.363504
39	0.3784	0.462	1.405	0.943	0.401273
40	0.2688	0.463	1.404	0.941	0.285654
41	0.2741	0.466	1.353	0.887	0.309019
42	0.2721	0.46	1.391	0.931	0.292266
9001	0.2157	0.463	1.381	0.918	0.234967
9002	0.2275	0.46	1.382	0.922	0.246746
9003	0.2508	0.464	1.377	0.913	0.274699

▪ Vlerat e nxitimit absolut të pikave të rendit I

Pas vlerësimit të vlerave të gradientit vertikal real janë bërë axhustimet e vlerave absolute të pikave të rendit I, ku vlera e nxitimit gravitacional është sjellë në pikën benchmark (markën referuese) nga lartësia referuese e matjeve duke përdorur vlerën e Gradientit real të llogaritur në çdo pikë, tabela më poshtë. Përpunimi dhe kompensimi i rrjetit është bërë sipas një analize statistikore dhe për çdo itinerar. Për çdo ditë është përpunuar dhe kompensuar ndryshimi gravitacional për çdo stacion të rendit I me stacionin absolut A0, të përdorur si pikë mbylljeje [33], [5], [20].

Duke shfrytëzuar vlerat absolute të nxitimit në pikat absolute si dhe ndryshimin relativ të kalkuluar ndërmjet çdo stacioni dhe atij absolut janë gjetur vlerat absolute në çdo pikë. Proçedura e llogaritjes së funksionit drift, shpërndarjes Puasson dhe raporti përkatës për një dite gravimetrike, jepet në figurat më poshtë.

Korrigjimet për drift janë realizuar nëpërmjet përputhjes me një funksion polinom, të disa rendeve, në mënyrë që të përzgjidhet ai me i duhuri [29], [23].

		STATION	HEIGHT	GRAVITY	STD	TIDE	DATE/TIME
1	☒	9001.000	0.4650	4750.604	0.074	-0.086	04:44:16 26-Sep-2018
2	☒	9001.000	0.4650	4750.604	0.079	-0.086	04:45:21 26-Sep-2018
3	☒	9001.000	0.4650	4750.605	0.077	-0.086	04:46:26 26-Sep-2018
4	☒	9001.000	0.4650	4750.606	0.063	-0.086	04:47:31 26-Sep-2018
5	☒	9001.000	0.4650	4750.607	0.074	-0.086	04:48:36 26-Sep-2018
6	☒	9001.000	0.4650	4750.606	0.059	-0.086	04:49:41 26-Sep-2018
7	☒	9001.000	0.4650	4750.606	0.076	-0.087	04:50:46 26-Sep-2018
8	☒	9001.000	0.4650	4750.607	0.060	-0.087	04:51:51 26-Sep-2018
9	☒	9001.000	0.4650	4750.607	0.054	-0.087	04:52:57 26-Sep-2018
10	☒	21.000	0.4640	4744.438	0.087	-0.052	07:13:03 26-Sep-2018
11	☒	21.000	0.4640	4744.437	0.103	-0.051	07:14:08 26-Sep-2018
12	☒	21.000	0.4640	4744.436	0.160	-0.050	07:15:13 26-Sep-2018
13	☒	21.000	0.4640	4744.436	0.135	-0.050	07:16:18 26-Sep-2018
14	☒	21.000	0.4640	4744.434	0.113	-0.049	07:17:23 26-Sep-2018
15	☒	21.000	0.4640	4744.433	0.148	-0.049	07:18:29 26-Sep-2018

Gravity Calibration Factor: 1.000296607

Fixed Station/Absolute Gravity: 9001.000

Absolute Gravity in mGal: 980159.8053

Standard Deviation in mGal: 0.0026

Figura 24 - Paneli i një dite gravimetrike të rendit të parë (dita 6), për njërin nga instrumentat.

```
=====
SRGM v1.0 REPORT
06-Dec-2018 19:08:40
=====
```

<Input Notebook>

```
File Name : 1st_Day06_IT_Sep262018_Dg_v1_cleaned.txt
File Path : ...king_Data\Point_data\DG_Stations\Italian\
Time Span : 26-Sep-2018 04:44:16 ... 27-Sep-2018 00:08:50
Number of Stations      : 5
Number of Observations : 68
```

<Adjustment>

STATION	dg +- std (mGal)	g +- std (mGal)
9001.000	0.0000 +- 0.0000	980159.8053 +- 0.0026
28.000	-15.0674 +- 0.0085	980144.7379 +- 0.0088
25.000	-3.6456 +- 0.0064	980156.1597 +- 0.0069
21.000	-6.1816 +- 0.0049	980153.6237 +- 0.0056
33.000	6.8759 +- 0.0090	980166.6812 +- 0.0094

Instrumental Drift: Polynomial of Degree 2

```
-----
(0): 4752.2087 +- 0.0090 mGal.d^0
(1): 0.2855 +- 0.0022 mGal.d^-1
(2): -0.0931 +- 0.0558 mGal.d^-2
```

Residuals

```
-----
Min = -0.0065 mGal, 28.000 ... 26-Sep-2018 17:34:58
Max = +0.0115 mGal, 28.000 ... 26-Sep-2018 13:19:53
```

Pearson's Chi-Squared Test

```
-----
The null Hypothesis = residuals are unbiased
Chi-Squared Statistic : 21.76809
99% Significance Level : 16.81189 => Ho is rejected.
95% Significance Level : 12.59159 => Ho is rejected.
```

<Control Parameters>

```
Gravity Calibration Factor : 1.000296607
Fixed Station              : 9001.000
Absolute Gravity Value     : 980159.8053 +- 0.0026 mGal
Vertical Gradients from File : First_order_VGG_coef.txt
File Path : ...eodesy\SRGM_v1.0\Working_Data\Point_data\
Reference Height of Gravimeter : -0.211 m
Units of Heights in Notebook : m
Errors of Observations     : No
Tidal Correction           : Calculated in TSOFT
```

Figura 25 - Raport i softit SRGM mbi kalkulimet e vlerave të nxitimeve ndërmjet stacioneve dhe pikës absolute referuese.

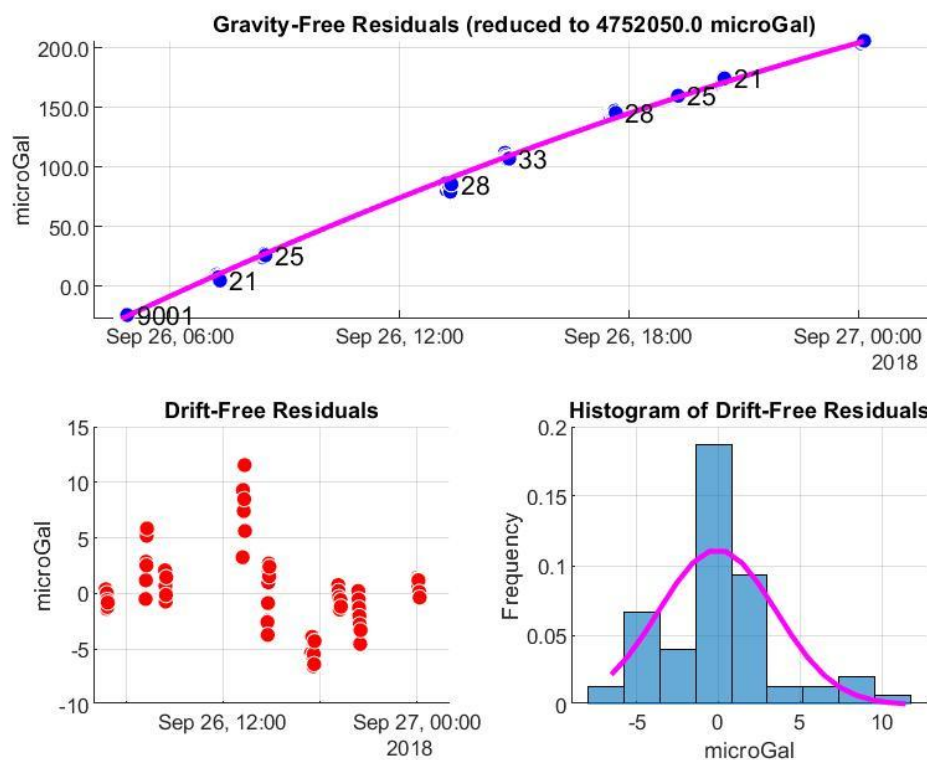


Figura 26 - Funkzioni drift, histograma e shpërndarjes gausiane për një ditë gravimetrike.

Tabela 9 - Vlerat e nxitimit absolute për pikat e rendit II.

Stations	ID	G (miliGal)	STD (miliGal)
1	RI001	980244.2554	0.0091
2	RI002	979942.4239	0.0144
3	RI003	980187.9627	0.0025
4	RI004	980243.1801	0.0014
5	RI005	980269.7807	0.0041
6	RI006	980104.3259	0.0081
7	RI007	980201.2638	0.0021
8	RI008	980255.5618	0.0035
9	RI009	980195.8919	0.0033
10	RI010	980057.6628	0.0035
11	RI011	980219.4192	0.0062
12	RI012	980084.4941	0.0031
13	RI013	980181.6279	0.0023
14	RI014	980204.5724	0.0009
15	RI015	980093.5456	0.0039
16	RI016	980099.4778	0.0174
17	RI017	980194.9274	0.0089
18	RI018	980149.6007	0.0056
19	RI019	979988.1435	0.0132
20	RI020	980155.8281	0.0202
21	RI021	980153.6265	0.0014
22	RI022	980141.1351	0.0053
23	RI023	980003.9842	0.0029
24	RI024	980158.6999	0.0011
25	RI025	980156.148	0.0037
26	RI026	980104.9904	0.0035
27	RI027	980036.3957	0.0016
28	RI028	980144.7434	0.0022
29	RI029	980142.1389	0.0053

30	RI030	980016.3449	0.0023
31	RI031	979967.3146	0.0077
32	RI032	979949.0285	0.0021
33	RI033	980166.6667	0.0057
34	RI034	980046.6713	0.0007
35	RI035	980180.895	0.0252
36	RI036	980066.8254	0.0063
37	RI037	979868.783	0.0087
38	RI038	980108.2346	0.0217
39	RI039	979902.1537	0.0081
40	RI040	980115.9725	0.0038
41	RI041	980007.9054	0.0100
42	RI042	980055.31	0.0123

Rendi I Parë i rrjetit gravimetrik mbështetet në 42 pikat e rrjetit shtetërorë të pozicionimit global, të shpërndara në gjithë territorin e vendi me distanca 35 – 50 km [18].

Keto pika janë të ndërtuara në blloqe betoni në formacione të qëndrueshme.

Matjet Gravimetrike Relative janë bazuar në 3 pikat absolute, dhe graviteti i përfutur në 42 pikat e rendit të parë është me saktësi $\leq 10 \mu\text{Gal}$.

2.2.2.3. Rendi i II (Zona Tiranë – Durrës)

Për organizimin e matjeve fushore gravimetrike relative të Rrjetit Shtetëror Gravimetrik të Rendit II (zona Tirane-Durrës), janë marrë parasysh [20], [18]:

- Është përdorur baza instrumentale e përshkruar për matjet gravimetrike relative të rendit I.
- Proçesi i matjeve fushore është bërë sipas kritereve dhe procedurave të përshkruara për Rendin e Parë, por me disa ndryshime si më poshtë:
- Devijimi standard në përcaktimin e vlerës së nxitimit gravitacional për pikat gravimetrike të rendit të dytë është $\leq 20 \mu\text{Gal}$.
- Matjet janë zhvilluar vajtje-ardhje me një Gravimetër relativ.
- Për matjet gravimetrike relative të Rendit të Dytë është përdorur metoda me profile, por me ndryshimin që matjet kanë filluar dhe përfunduar në pika të Rendit të Parë, dhe në raste të rralla për shkak të shpërndarjes gjeografike të pikave është përdorur dhe pika absolute të Rendit 0.
- Para matjeve gravimetrike janë kryer matjet GNSS në Pikat Gravimetrike të Rendit të dytë të cilat janë realizuar me metodën RTK në rrjet (me periudhë kohore të mesatarizimit të matjeve minimumi 5 minuta).
- Matjet janë kryer minimalisht 2 muaj mbas ndërtimit të monumenteve (pasi ishin stabilizuar).
- Emërtimi i pikave të rendit të dytë është bërë me simbolikën: R-II-01 - R-II-38.

Matjet gravimetrike të rendit II, janë realizuar gjatë periudhës Gusht 2018. Ato janë gjithsej 38 pika, shumica e tyre të vendosura përgjatë rrugës dytësore Tiranë-Durrës.

Matjet janë realizuar me dy instrumente CG-5, dhe janë lidhur me pikën e rendit të parë, sipas specifikimeve teknike. Metoda e përdorur është metoda “line”. Për këtë qëllim dy pikat të rendit të parë, Tiranë dhe Fushë-Krujë, janë lidhur me pikën absolute të rendit zero të Tiranës, me qellim përcaktimin e vlerës absolute në këto pika. Për një përcaktim sa më të saktë të vlerës absolute në këto dy pika, janë përdorur gradientët vertikalë të matur që kanë mundësuar sjelljen e vlerës absolute në markën referuese. Në përgjithësi është tentuar që matjet gravimetrike të rendit II, të bëhet mbyllja të paktën 3 herë, në pikat e rendit të parë e kushtëzuar kjo edhe nga kushtet e lëvizjes, trafiku si dhe distanca ndërmjet pikave. Kjo ka mundësuar një studim më të qartë të funksionit të driftit të instrumentit, i cili në shumicën e rasteve është polinom i rendit të dytë [29], [23].

Numri i cikleve ka qenë më shumë se 5 me zgjatshmëri të cikleve 80 sek dhe kohë vonese 5 sek. Numri i cikleve në shumicën e rasteve ka qenë më i madh se ai specifikuar në kushtet teknike, si pasojë se një pjese e monumenteve janë ndërtuar pranë zonave me nivel të lartë zhurme, kryesisht në pikat pranë autostradës Tiranë - Durrës, dhe në pikat ku trashësia e depozitimeve të pakonsoliduara ka qenë më e lartë (rajoni i Durrësit), apo ndryshimi i kushteve atmosferike si era, dhe temperatura.

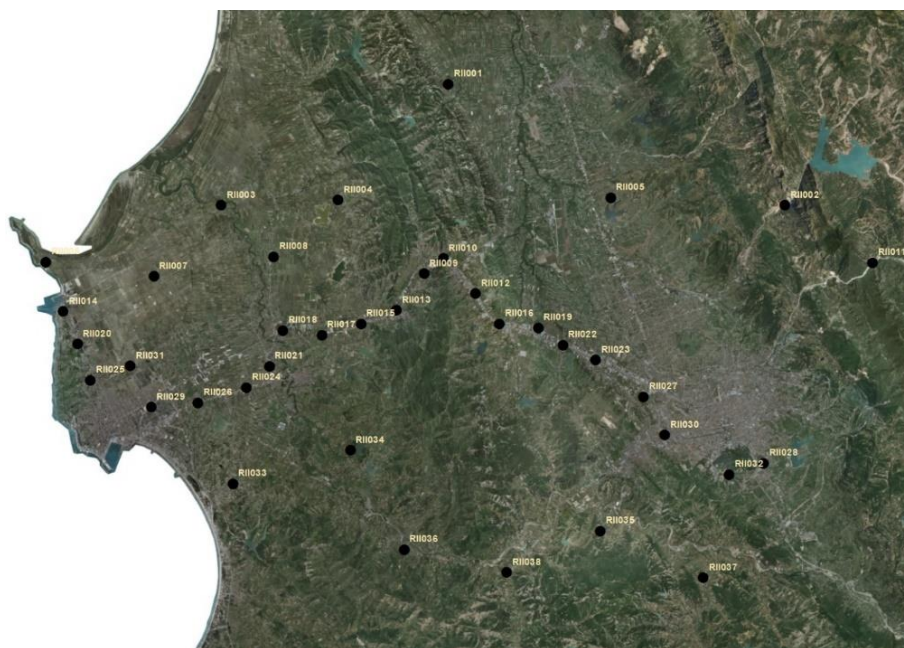


Figura 27 - Skema e pika të rendit të II

Tabela 10 - Itineraret e lëvizjeve për matjet fushore të Rendit të Dytë.

Data	Stacionet															
25/08/2018	A01	RI018	A01	RI018	RI014	RII028	RI018	RII028	RI014	A01						
26/08/2018	RI014	RII001	RII016	RII012	RII015	RII013	RII009	RII010	RI014	RII017	RII018	RII021	RII024	RII026	RII029	RI014
27/08/2018	RI018	RII019	RII022	RII023	RII027	RII030	RII032	RII037	RII028	RI018	RII005	RII002	RII011	RI018		
27/08/2018	RI014	RII031	RII025	RII020	RII014	RII006	RII004	RI014	RII008	RII003	RII007	RI014				
28/08/2018	RI014	RII035	RII038	RII036	RII033	RII034	RI014									



Figura 28 - Matja e kordinatave në pikat e rendit II (majtas). Matje gravimetrike në pikat e rendit II (djathtas)

❖ Proçesimi, kompensimi dhe rezultatet e matjeve gravimetrike të rendit II

Për kompensimin e matjeve gravimetrike të rendit të dytë është ndjekur e njëjta metodologji e zbatuar në pikat e rendit të parë.

2.2.2.4. Rrjeti gravimetrik i rendit II

Janë llogaritur vlerat e nxitimit absolut për pikat e rendit të II. Më poshtë jepen vlerat e nxitimit së bashku me gabimin.

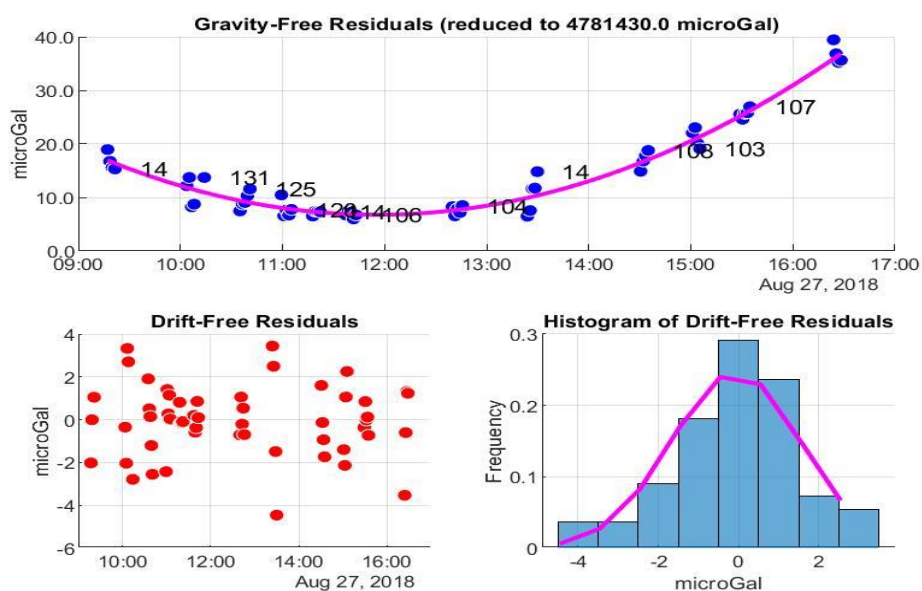


Figura 29 - Analiza e kompensimit të matjeve gravimetrike.

```

=====
SRGM v1.0 REPORT
06-Dec-2018 23:57:39
=====

<Input Notebook>
File Name : Day3_IT_Aug272018_Alex.txt
File Path : ...\\Working_Data\\Working_2nd_3rd_order\\Day3\\
Time Span : 27-Aug-2018 09:17:11 ... 27-Aug-2018 16:28:14
Number of Stations : 10
Number of Observations : 55

<Adjustment>
STATION      dg +- std (mGal)      g +- std (mGal)
-----
14.000      0.0000 +- 0.0000 980204.5724 +- 0.0102
131.000     -16.7386 +- 0.0018 980187.8338 +- 0.0104
125.000     -16.1020 +- 0.0016 980188.4704 +- 0.0103
120.000     -14.0125 +- 0.0015 980190.5599 +- 0.0103
107.000     -18.9036 +- 0.0017 980185.6688 +- 0.0103
106.000     -10.8712 +- 0.0015 980193.7012 +- 0.0103
104.000     -23.8362 +- 0.0009 980180.7362 +- 0.0102
114.000     -12.0354 +- 0.0018 980192.5370 +- 0.0104
108.000     -20.8480 +- 0.0012 980183.7244 +- 0.0103
103.000     -19.6184 +- 0.0014 980184.9540 +- 0.0103

Instrumental Drift: Polynomial of Degree 2
-----
(0): 4781.4374 +- 0.0006 mGal.d^0
(1): 0.0466 +- 0.0034 mGal.d^-1
(2): 0.8395 +- 0.0392 mGal.d^-2

Residuals
-----
Min = -0.0045 mGal, 14.000 ... 27-Aug-2018 13:29:49
Max = +0.0034 mGal, 14.000 ... 27-Aug-2018 13:23:59

Pearson's Chi-Squared Test
-----
The null Hypothesis = residuals are unbiased
Chi-Squared Statistic : 2.85114
99% Significance Level : 15.08627 => Ho is not rejected.
95% Significance Level : 11.07050 => Ho is not rejected.

<Control Parameters>
Gravity Calibration Factor : 1.000296607
Fixed Station : 14.000
Absolute Gravity Value : 980204.5724 +- 0.0102 mGal
Vertical Gradients from File : First_order_VGG_coef.txt
File Path : ...eodesy\\SRGM_v1.0\\Working_Data\\Point_data\\

```

Figura 30 - Funkcioni drift dhe kalkulimet e nxitimit për stacionet e rendit II.

Tabela 11 - Vlerat e nxitimit absolut për pikat e rendit II.

ID	g(miliGal)	STD (miliGal)
RH001	980200.2832	0.0115
RH002	980177.5098	0.0097
RH003	980184.9227	0.0119
RH004	980180.7588	0.0111
RH005	980196.2369	0.0099
RH006	980193.7499	0.0138
RH007	980185.6399	0.0117
RH008	980183.6977	0.0114
RH009	980183.6872	0.0119
RH010	980186.1688	0.0106
RH011	980141.0317	0.0096
RH012	980183.2995	0.0152
RH013	980180.176	0.0132
RH014	980192.5901	0.0145
RH015	980181.0385	0.0144
RH016	980180.9677	0.0148
RH017	980180.355	0.0115
RH018	980179.9534	0.0134

RII019	980185.6233	0.011
RII020	980190.6147	0.0147
RII021	980180.6849	0.0154
RII022	980185.0871	0.0105
RII023	980182.4862	0.0104
RII024	980181.4743	0.0181
RII025	980188.5229	0.0144
RII026	980184.7715	0.0153
RII027	980179.7809	0.0102
RII028	980151.9806	0.0126
RII029	980188.0419	0.0132
RII030	980173.9686	0.0107
RII031	980187.8754	0.0130
RII032	980167.1517	0.0106
RII033	980181.9925	0.0112
RII034	980170.6223	0.0051
RII035	980164.1944	0.0081
RII036	980166.7171	0.0132
RII037	980159.9397	0.0102
RII038	980171.4986	0.0118

2.2.2.5. Rendi i III gridi 2X2 km (Zona Tiranë – Durrës)

❖ Matjet gravimetrike relative të rendit III

Për organizimin e matjeve fushore gravimetrike relative të Rrjetit Shtetëror Gravimetrik të Rendit III, janë marrë parasysh specifikimet teknike për bazën instrumentale të përshkruara për Rendin e I. Proçesi i matjeve fushore është bërë sipas kritereve dhe procedurave të përshkruara për Rendin e II, por me ndryshimet e mëposhtme :

- Devijimi standard në përcaktimin e vlerës së nxitimit gravitacional për pikat e rendit të tretë ka qenë i rendit $\leq 30 \mu\text{Gal}$.
- Matjet janë zhvilluar me një Gravimetër relativ me të njëjtat parametra si në Rendin e dytë dhe të parë.
- Matja e pikave gravimetrike të rendit të tretë kanë filluar dhe përfunduar në pikat e Rendi I dhe Rendi II.
- Matjet janë realizuar vajtje-ardhje dhe gjatë kthimit është matur 1 pikë çdo 5 pika të matura gjatë vajtjes për efekt kontrolli.
- Vlera e gravitetit të matur i përket pikës të cilës i janë llogaritur koordinatat në KRGJSH bazuar në matjet GNSS të kryera njëkohësisht me matjet relative gravimetrike.
- Matjet GNSS të pikave të rendit të III të rrjetit shtetëror gravimetrik janë realizuar me metodën RTK në rrjet (me periudhë kohore të mesatarizimit të matjeve minimumi 2 minuta).
- Emërtimi i pikave është bërë me simbolikën: RIII-1001 - RIII-1138.

Janë matur 138 pika nga rrjeti grid (2x2 km), e cila shtrihet në zonën Tiranë-Durrës. Pikat e këtij rrjeti janë materializuar me marka të thjeshta (gozhda betoni) në pozicione sa më të qëndrueshme dhe janë emërtuar me bojë të kuqe. Matjet janë realizuar gjatë periudhës Gusht-Shtator 2018.

Matjet janë realizuar me dy instrument gravimetër CG5 me dy grupe, ku në të njëjtën kohë janë matur edhe koordinatat GNSS para fillimi të matjeve gravimetrike [1], [30].

Metodologjia e matjeve gravimetrik relative për rendin e tretë (GRID-in) është e njëjtë me mënyrën e përshkruar në rendin e dytë, por me disa ndryshime si më poshtë:

Mbyllja e pikave të matura është realizuar me pika të Rendit të II dhe të I, e kushtëzuar kjo nga distanca ndërmjet pikave si dhe niveli i zhurmave të ambientit.

Vlera e gravitetit të matur i përket pikës referencë e cila pas kalkulimeve të driftit të instrumentit është sjellë në nivelin e markës, të cilës i është llogaritur koordinata në KRGJSH bazuar në matjet GNSS të kryera njëkohësisht me matjet relative gravimetrike. Për llogaritjen e vlerës absolute të nxitimit në markë është përdorur vlera e gradientit normal të fushës gravimetrike [32], [5].



Figura 31 - Skema e pika të rendit të III.

Tabela 12 - Ditët gravimetrike të rendit III

DATA	STACIONET												
28/08/2018	RH005	RH1104	RH1111	RH1117	RH1110	RH1109	RH1116	RH005	RH1103	RH1102	RH1095	RH1096	RH005
29/08/2018	RH002	RH1132	RH1124	RH002	RH1125	RH1118	RH1133	RH002					
29/08/2018	RH019	RH1010	RH1067	RH1066	RH1065	RH1058	RH010	RH019					
30/08/2018	RH018	RH1131	RH1130	RH1129	RH1128	RH1127	RH1126	RH018	RH1123	RH1115	RH1108	RH1122	RH1114
30/08/2018	RH025	RH1007	RH1008	RH1009	RH1010	RH1005	RH1004	RH025	RH1011	RH1012	RH025		
31/08/2018	RH032	RH1119	RH1112	RH1097	RH1098	RH1106	RH032	RH1105	RH1107	RH1113	RH1120	RH032	
31/08/2018	RH007	RH1013	RH1020	RH1019	RH1028	RH1036	RH1029	RH007	RH1014	RH1021	RH1001	RH007	
01/09/2018	RH010	RH1074	RH1082	RH1081	RH1089	RH1088	RH1087	RH010	RH1078	RH1079	RH010		
01/09/2018	RH003	RH1031	RH1030	RH1015	RH1022	RH1038	RH1037	RH003					
02/09/2018	RH010	RH1093	RH1100	RH1101	RH010								
04/09/2018	RH004	RH1053	RH1060	RH1059	RH1052	RH004	RH1046	RH1045	RH1044	RH1051	RH004		
05/09/2018	RH033	RH1023	RH1024	RH1025	RH1026	RH1027	RH1035	RH033	RH1034	RH1033	RH1032	RH033	
06/09/2018	RH034	RH1047	RH1039	RH1040	RH1041	RH1042	RH034	RH1048	RH1054	RH1055	RH034		
07/09/2018	RH029	RH1016	RH1017	RH1006	RH1002	RH1003	RH029	RH1043	RH1050	RH1049	RH1018	RH029	
08/09/2018	RH035	RH1090	RH1091	RH1099	RH1092	RH1085	RH035						
10/09/2018	RH010	RH1094	RH1080	RH1077	RH1086	RH010	RH1073	RH010					
11/09/2018	RH035	RH1083	RH1075	RH1069	RH1068	RH035	RH1084	RH1076	RH035				
12/09/2018	RH036	RH1071	RH1064	RH1070	RH1063	RH036							
12/09/2018	RH036	RH1061	RH1062	RH1057	RH1056	RH036							
15/09/2018	RH014	RH1137	RH1138	RH1135	RH1136	RH1134	RH014						

❖ Proçesimi, kompensimi dhe rezultatet e matjeve gravimetrike të rendit III

Proçesimi dhe kompensimi i matjeve gravimetrike relative të rendit III, është realizuar në mënyrë të njëjte si për rendin e II me ane të softit SGRM. Vlerat e nxitimeve absolute të llogaritura për pikat e rendit III, jepen më poshtë.

Tabela 13 - Vlerat e nxitimit absolute për 138 pikat e rendit III

Station	ID	g(miliGal)	STD (miliGal)
1001	RIII001	980195.6574	0.0118
1002	RIII002	980191.4835	0.0137
-----	-----	-----	-----
1137	RIII137	980188.6329	0.0112
1138	RIII138	980188.5106	0.0116

3. PROJEKTIMI DHE REALIZIMI I REFERENCËS SË RE VERTIKALE NË SHQIPËRI.

3.1. Planifikimi dhe realizimi i mikro-rrjetit pranë stacioneve Baticëmatëse.

Rrjeti Shtetëror i Baticëmatësve është rrjeti që mundëson mbledhjen, përpunimin, ruajtjen dhe aksesin e informacionit që lidhet me ndryshimin e nivelit të sipërfaqes së detit. Ky rrjet përbëhet nga 4 baticëmatës me Sensor Radar të tipit “*Open Water*”, të vendosur në Shëngjin, Durrës (Bishti i Pallës), Orikum dhe Sarandë, të cilët mbledhin informacion lidhur me ndryshimin e nivelit të detit dhe e dërgojnë në qendrën e përpunimit dhe ruajtjes së të dhënave për nivelin e detit të ndërtuar pranë ASIG [18], [20].

Për përcakimin e ndikimit të lëvizjeve vertikale të tokës në matjen e nivelit të detit përreth çdo stacioni baticëmatësi janë ndërtuar **Datumet Lokale** të përbërë nga tre pika [16], [5].

3.1.1. Planifikimi i vrojtimeve GNSS

Disa nga specifikat kryesore për realizimin e vrojtimit GNSS në reperat e datumeve lokale të baticë-matesve janë si më poshtë [1], [30], [18]:

- Metoda e përdorur e matjeve: Metoda Statike, ku kohëzgjatja e matjeve në pikë minimumi 2 orë.
- Proçesimi dhe kompensimi i matjeve do të bëhet me Trimble Business Center, duke u bazuar në stacionet referencë ALBCORS.
- Saktësia e kërkuar në matje ≤ 1 cm.



Figura 32 - Skema e ndërtimit të mikro-rrjetit në katër stacionet baticë-matëse.

3.1.2. Realizimi i vrojtimeve GNSS



Figura 33 - Foto gjatë matjeve fushore.

Tabela 14 - Rezultatet e matjeve GNSS në datumin e Baticëmatësit të Durrësit.

Nr.	Emërtimi	Matjet GNSS_Metoda Statike			
		TMzn			H-ALBAGEO3(m)
		N (m)	E (m)	h(m)	
1	Gozhda-Latë	4586257.044	449587.044	35.999	1.247
2	BM_1	4586257.193	449587.363	36.423	1.671
3	BM_2	4586270.784	449598.646	36.539	1.786
4	BM_3	4586302.56	449648.731	36.751	1.996
5	D17 HaHpVG	4586244.345	449583.868	45.747	10.995

Tabela 15 - Rezultatet e matjeve GNSS në datumin e Baticëmatësit të Shëngjinit.

Nr.	Emërtimi	Matjet GNSS_Metoda Statike			
		TMzn			
		N (m)	E (m)	h(m)	H-ALBAGEO3(m)
1	Gozhda-Latë				
2	BM_1	4630836.277	465507.580	38.765	1.883
3	BM_2	4630926.849	465534.553	39.824	2.936
4	D08 HaHpVG	4630837.807	465538.743	43.203	6.319

Tabela 16 - Rezultatet e matjeve GNSS në datumin e Baticëmatësit të Orikumit.

Nr.	Emërtimi	Matjet GNSS_Metoda Statike			
		TMzn			
		N (m)	E (m)	h(m)	H-ALBAGEO3(m)
1	Gozhda-Latë				
2	BM_1	4630836.277	465507.580	38.765	1.883
3	BM_2	4630926.849	465534.553	39.824	2.936
4	D08 HaHpVG	4630837.807	465538.743	43.203	6.319

Tabela 17 - Rezultatet e matjeve GNSS në datumin e Baticëmatësit të Sarandës.

Nr.	Emërtimi	Matjet GNSS_Metoda Statike			
		TMzn			
		N (m)	E (m)	h(m)	H-ALBAGEO3(m)
1	Gozhda-Latë	4415464.803	498958.954	33.803	1.311
2	BM_1	4415463.937	498958.182	34.178	1.686
3	BM_2	4415466.008	498957.004	34.214	1.722
4	BM_3	4415564.413	498950.474	36.182	3.685
5	D40 HaHpVG	4415477.396	498929.500	38.635	6.143

3.1.3. Planifikimi i vrojtimeve Gravimetrike

Për organizimin e matjeve fushore gravimetrike relative të mikrorrjetit pranë stacioneve baticëmatëse, procesi i matjeve fushore është bërë sipas kriterëve dhe procedurave të përshkruara për Rendin e II, por me ndryshimet e mëposhtme [20], [33].

- Devijimi standard në përcaktimin e vlerës së nxitimit gravitacional për pikat e rendit të tretë ka qenë i rendit $\leq 30 \mu\text{Gal}$.
- Matjet janë zhvilluar me një Gravimetër relativ me të njëjtat parametra si në Rendin e dytë dhe të parë.
- Matja e pikave gravimetrike të rendit të tretë kanë filluar dhe përfunduar në pikat e Rendi I dhe Rendi II.

3.1.4. Realizimi i vrojttimeve Gravimetrike

Tabela 18 - Vlerat e nxitimit absolut në pikat e rendit të iii-të

Point Name	Lat(wgs-84)	Lon(wgs-84)	Elipsoidal (wgs-84)	tmzn_n	tmzn_e	Height (EGM08)	G_value(mGal)	SD(mGal)	Atm_corr (mikrogral)	G_final (miligal)
ASIG-RIII-763 - (BM1 SHENGJIN)	41.81197778	19.58490028	38.765	4630836.277	465507.58	1.848	980256.1282	0.0168	-1.056	980256.1293
ASIG-RIII-764 - (BM2 SHENGJIN)	41.8127947	19.58521953	39.882	4630926.885	465534.548	2.513	980256.1031	0.0168	-1.239	980256.1043
ASIG-RIII-765 - (BM3 DURRES)	41.41018474	19.39779639	36.756	4586302.563	449648.778	1.478	980196.8759	0.0159	1.885	980196.874
ASIG-RIII-766 - (BM2 DURRES)	41.40989585	19.39719985	36.556	4586270.825	449598.677	1.28	980197.2406	0.0154	1.299	980197.2393
ASIG-RIII-767 - (BM1 DURRES)	41.40977267	19.39706504	36.485	4586257.223	449587.31	1.21	980197.3957	0.0154	1.525	980197.3942
ASIG-RIII-768 - (BM1 SARANDE)	39.87332524	19.98782274	34.196	4415463.97	498958.218	1.256	980116.7411	0.0143	2.101	980116.739
ASIG-RIII-769 - (BM3 SARANDE)	39.87423008	19.98773237	36.188	4415564.438	498950.501	3.243	980116.2258	0.0149	1.497	980116.2243
ASIG-RIII-770 - (BM1 NEW SARANDE)	39.87474097	19.9873428	46.131	4415621.167	498917.181	13.182	980114.3199	0.0167	1.588	980114.3183
ASIG-RIII-771 - (BM1 ORIKUM)	40.32703023	19.41907772	35.822	4466003.712	450630.129	1.308	980182.1407	0.0183	1.385	980182.1393
ASIG-RIII-772 - (BM2 ORIKUM)	40.32710224	19.41777944	35.79	4466012.433	450519.846	1.281	980182.4215	0.0183	1.384	980182.4201

3.1.5. Planifikimi i vijave të nivelimit Ggjeometrik

Llogaritja e kuotave të pikave të datumve lokal të baticëmatësve referuar nivelit mesatar të detit të matur nga 4 baticëmatësit me Sensor Radar të tipit “*Open Water*” (nga momenti i vënies në fuksion e deri në muaj dhjetor të 2020) dhe nga të dhënat e disniveleve të përfutuara nga nivelimi gjeometrike i saktësisë së lartë midis pikave të datumeve locale (të relizuara në korrik të 2019).

Llogaritja e kuotave të datumit lokal të baticëmatësve referuar programit ALBAGEO3 nëpërmjet matjeve GNSS të realizuara në Tetor - Dhjetor të 2020 sipas metodës Statike dhe RTK. Koordinatat janë përcaktuar në kornizën referuese gjeodezike Shqiptare (KRGJSH)

Disa nga specifkimet kryesore për planifikimin e realizimit të matjeve janë si më poshtë:

Metoda e nivelivit: Nivelim i saktësisë së lartë vajtje-ardhje

Nivela e përdorur: Nivela dixhitale e saktësisë së lartë 0.2 mm /km

Lata: 2 lata bar-kod me gjatësi 3 m

3.1.6. Realizimi i vrojtmeve në vijat e nivelimit gjeometrik.



Figura 34 - Foto gjatë matjeve fushore.

Tabela 19 - Disnivelet e llogaritura dhe saktësia e arritur dhe kuotat e reperave.

Stacioni Mareografik Shëngjin		
Sektori	Disnivelet midis Reperave	
	Δh (m)	Saktësia (σ) mm
D-Lata - BM 1 (TGBM)	0.00937	0.12
BM 1 (TGBM) - BM 2	1.06131	0.17
BM 1 (TGBM) - D08HaHpVG	4.46071	0.15
Stacioni Mareografik Durrës		
Sektori	Disnivelet midis Reperave	
	Δh (m)	Saktësia (σ) mm
D-Lata - BM 1 (TGBM)	0.41007	0.32
BM 1 (TGBM) - BM 2	0.11325	0.05
BM 1 (TGBM) - BM 3	0.31506	0.02
BM 1 (TGBM) - D17HaHpVG	9.31884	1
Stacioni Mareografik Orikum		
Sektori	Disnivelet midis Reperave	
	Δh (m)	Saktësia (σ) mm
D-Lata - BM 1 (TGBM)	0.06560	0.01
BM 1 (TGBM) - BM 2	-0.02577	0.26
BM 1 (TGBM) - D35HaHpVG	4.986985	0.44
Stacioni Mareografik Sarandë		
Sektori	Disnivelet midis Reperave	
	Δh (m)	Saktësia (σ) mm
D-Lata - BM 1 (TGBM)	0.37097	0.08
D-Lata - BM 2	0.42011	0.06
D-Lata - D40HaHpVG	4.82905	0.08
BM 1 (TGBM) - BM 2	0.04918	0.08
BM2 - BM 3	1.93908	0.11

Kuotat e reperave referuar MSL (Shëngjin)	
Emertimi	Kuota (m)
BM 1 (TGBM)	1.8307
BM 2	2.8920
D08HaHpVG	6.2914
Kuotat e reperave referuar MSL (Durrës)	
Emertimi	Kuota (m)
BM 1 (TGBM)	1.9089
BM 2	2.0222
BM 3	2.2240
D17HaHpVG	11.2278
Kuotat e reperave referuar MSL (Orikum)	
Emertimi	Kuota (m)
BM 1 (TGBM)	1.6073
BM 2	1.5815
D35HaHpVG	6.5942
Kuotat e reperave referuar MSL (Sarandë)	
Emertimi	Kuota (m)
BM 1 (TGBM)	1.5763
BM 2	1.6255
BM 3	3.5646
D40HaHpVG	6.0344

Stacioni Mareografik	Koha e Vrojtimit	MSL(m)
Shëngjin	2019-2022	0.6537
Durrës	2019-2022	0.8862
Orikum	2019-2022	0.5294
Sarandë	2019-2022	0.7986

3.2. Projektimi dhe realizimi rrjetit Gravimetrik rendi II, III

3.2.1. Planifikimi i vrojtimeve GNSS rendi II

Rrjeti Pasiv GNSS që është njëkohësisht dhe Rrjeti Gravimetrik i Rendit të Dytë përbëhet nga 300 pika i cili mundëson dëndësimin e rrjeteve të rendit të parë të rrjetit pasiv GNSS dhe rrjetit gravimetrik, i përbërë nga 42 pika. Matjet GNSS të pikave të rendit të dytë të rrjetit pasiv GNSS dhe gravimetrik do të mbështeten në rrjetin e pozicionimit global ALBCORS i cila bazohet në referenca gjeodezike zyrtare “KRGJSH” [18], [1], [5].

Rrjeti i Pozicionimit Global “ALBCORS” përbëhet nga 27 stacione referencë CORS me shtrirje në të gjithë territorin e Republikës së Shqipërisë dhe nga qendra e monitorimit GNSMART(Geo++). Sistemi ALBCORS garanton për përdoruesit dy shërbimet kryesore: $RTK \leq \pm 2\div 3$ cm dhe $PP \leq \pm 1$ cm [18], [20].

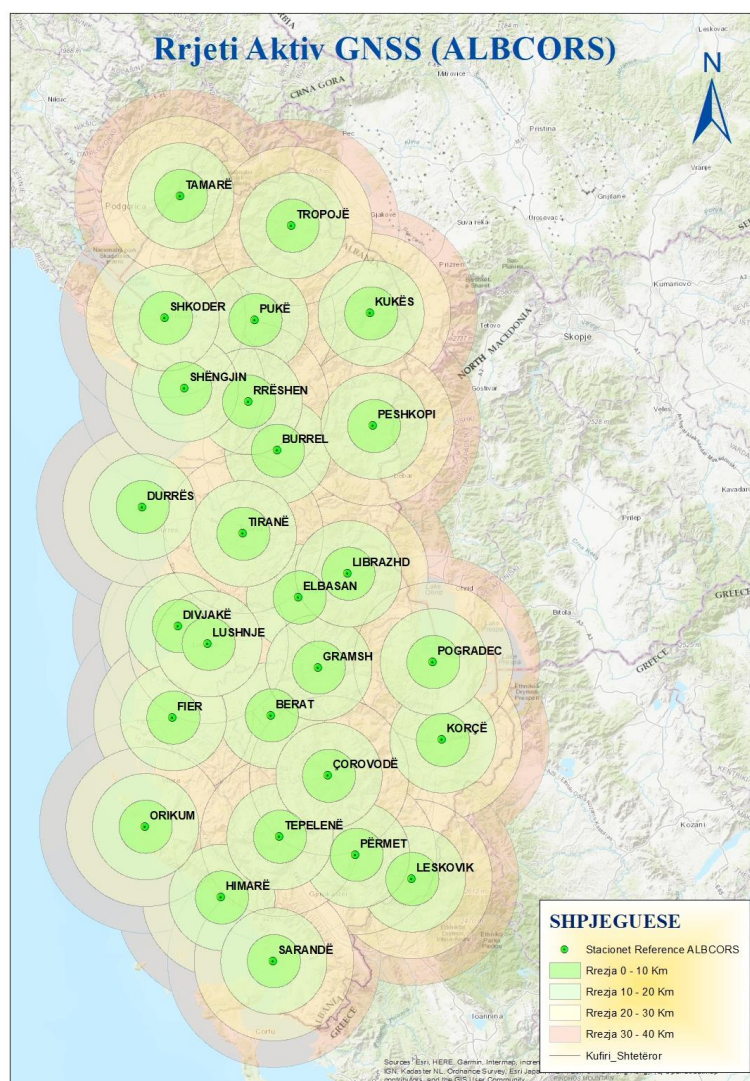


Figura 35 - Rrjeti i Pozicionimit Global ALBCORS.

Koordinatat fillestare të 27 stacioneve referencë të sistemit ALBCORS bazohen në realizimin e kornizës referencë ETRF2000 të referencës së sistemit koordinativ europian ETRS89 (KRGJSH), dhe përfshin:

- Parametrat gjeodezik bazë të përcaktuar në Sistemin Referues Gjeodezik 1980 (GRS-80) [34], [1], [35];
- Sistemin koordinativ gjeodezik ETRS 89;
- Sistemin e lartësive që realizohet nëpërmjet reperave të Rrjetit Shtetëror të Nivelimit të përfshirë në Rrjetin Unik European të Nivelacionit (UELN) dhe të përcaktuara në Sistemin Referues Vertikal European (EVRS) me ndihmën e të dhënave për forcën e rëndesës të unifikuara në sistemin International Gravity Standardization Network 1971 (IGSN 1971).
- Sistemin e koordinatave në plan, i cili mundësohet nga dy projeksione hartografike:
- Projeksioni Tërthor Zonal i Merkatorit (TMzn) për harta në shkallë më të madhe se 1:500 000
- Projeksioni Konik Konform i Lambertit (LCC) për harta në shkallë 1:500 000 dhe më të vogla, duke përdorur si meridian qendror të zonës, meridianin $\lambda = 20^\circ$ gjatësi gjeografike lindore që përdoret në të gjitha punimet civile.
- Sistemin shtetëror për ndarjen dhe emërtesën e fletëve të hartave (nomeklatura) që përcaktohet me vendim të ASIG-ut.

Parametrat gjeodezikë bazë në sistemin GRS-80 janë:

- Rrezja e ekuatorit të tokës: $a = 6\,378\,137\text{m}$;
- Konstantja gravitacionale gjeocentrike e tokës duke përfshirë edhe atmosferën: $GM = 3\,986\,005 \times 10^{-8} \text{ m}^3\text{s}^{-2}$;
- Faktori dinamik i figurës së tokës pa përfshirë baticën e qëndrueshme: $J_2 = 108\,263 \times 10^{-8}$;
- Këtij faktori i korrespondon shtypja në pole: $1/f = 298.257\,222\,101$;
- Shpejtësia këndore e rrotullimit të tokës: $\omega = 7\,292\,115.0 \times 10^{-11} \text{ rad.sek}^{-1}$.

❖ Rikonicioni fushor.

Gjatë rikonicionit fushor u bë zgjedhja përfundimtare e pikave të rrjetit gravimetrik të rendit të dytë i cili është njëkohësisht dhe rrjeti pasiv GNSS i rendit të dytë, dhe në vazhdim u realizua ndërtimi i tyre duke u materializuar me bllok betoni dhe me markë gjeodezike prej inoxi [18].

Skema e pozicionimit të 300 pikave të rrjetit pasiv GNSS dhe gravimetrik të rendit të dytë paraqitet në figurën më poshtë:

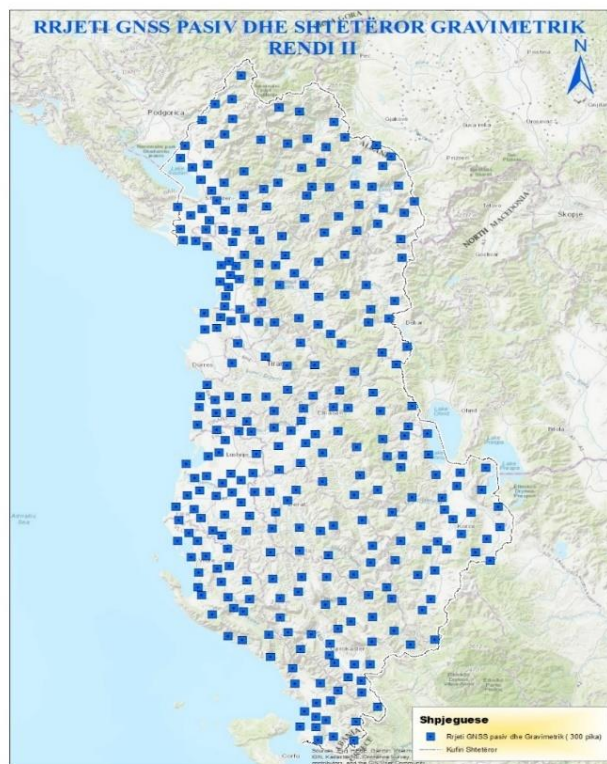


Figura 36 - Rrjeti Pasiv GNSS dhe Gravimetrik Rendi II

❖ Metoda e matjeve GNSS

Matjet GNSS do të realizohen sipas metodës statike (PP) për përcaktimin e koordinatave të 300 pikave të Rrjetit Pasiv GNSS dhe Gravimetrik të Rendit të Dytë [1], [30], [18].

- Metoda Statike.

Në metodën statike, matjet kryhen për një kohë të gjatë ku marrësit gjatë gjithë kohës së matjeve janë të palëvizshëm, duke pranuar sinjale në mënyrë të pandërprerë prej të paktën 4 satelitë në një gjeometri të përshtatshme dhe në kushte normale atmosferike. Marrësit GNSS mbledhin të dhëna në mënyrë autonome, dhe nuk ka nevojë të lidhet me marrësa të tjerë gjatë kohës së matjeve. Matjet sipas metodës statike përpunohen sipas metodës së Post-Procesimit pasi mbarojnë matjet fushore, dhe rrjetet e matjeve statike zakonisht përpunohen sipas teknikës së kompensimit me metodën e katrorëve me të vegjëll. Preferohet të shfrytëzohen marrësit dy frekuencor GNSS në mënyrë që të reduktohet në maksimum ndikimi i efekteve jonosferike dhe troposferike në sinjalin e transmetuar.

3.2.2. Realizimi i vrojtimeve GNSS rendi II

Matjet GNSS janë realizuar sipas metodës statike, ku koha e vërtetimit është përcaktuar në bazë të gjatësisë së vijë-bazave të krijuara midis stacioneve referencë ALBCORS dhe pikave të matura duke u bazuar në kriteret e projektimit të përshkruara më sipër. Pas përfundimit të procesit të matjeve GNSS është kryer shkarkimi i të dhënave nga instrumentat GNSS dhe përpunimi i tyre me programin Trimble Business Centre v 5.9.

Më poshtë paraqitet skema e 300 pikave të rrjetit pasiv GNSS që është njëkohësisht edhe rrjeti gravimetrik i rendit të dytë, si dhe 27 stacionet referencë të sistemit ALBCORS në të cilin janë mbështetur matjet GNSS [18], [20], [36].



Figura 38 - Foto gjatë realizimit të vërtetimit të matjeve GNSS:

❖ Përpunimi i matjeve GNSS

Përpunimi dhe kompensimi i matjeve statike të 300 pikave të Rrjetit Pasiv GNSS dhe Rrjetit Gravimetrik të Rendit të Dytë është realizuar nëpërmjet programit “Trimble Business Center v.5.9” [36], [1]; [30].

Koordinatat e pikave janë llogaritur duke u bazuar në stacionet referencë CORS më të afërt, të Rrjetit të Pozicionimit Global Aktiv ALBCORS

Hapat kryesore të përpunimit të matjeve GNSS që janë ndjekur për secilën pikë referuar kohës, datës së matjes GNSS [36], [18], [35]:

1. Konvertimi i matjeve fushore GNSS të shkarkuara nga marrësat GNSS në formatin standart RINEX (Raw).
2. Krijimi i projektit në programin TBC v5.9 dhe përcaktimi i sistemit koordinativ KRGJSH, sipas parametrave referuar V.K.M. 669, datë 7.8.2013 (i ndryshuar):
 - Sistemi Referencë: ETRS89
 - Elipsoidi: GRS80
 - Projeksioni: TMzn ($\lambda_0=20^\circ$; $k=1$; $FE=500000m$; $FN=0m$).
3. Importimi i të dhënave RINEX (Raw Data) në programin TBC v5.9 të marra nga marrësat GNSS dhe kontrolli i tyre ku përfshihet:
 - ID-e pikës (kemi bërë modifikimet e tyre)
 - Antena (tipi i antenave, metoda e matjes së lartësisë, etj.)
 - Marrësi (tipi marrësit, nr.serial, etj.)
4. Importimi i stacioneve referencë të sistemit ALBCORS, të cilat janë shkarkuar nga platforma e qendrës së monitorimit (GNSMART Geo ++) në formatin RINEX 3.03 me interval 1 sek, në kohën dhe datën që janë realizuar matjet GNSS për secilën pikë.
5. Shkarkimi i korrekturave të matjeve GNSS të cilat mundësohen direkt nga programi TBC v5.9:
 - Efemeridat preçise (Precise Orbits)
 - Parametrat e Orientimit të Tokës (Earth Orientation Parameters)
 - Ndikimet e kodit diferencial (Differential Code Biases DCBs)
 - GNSS Correction Services (Trimble RTX Corrections) - Korrektimi i matjeve GNSS për të arritur saktësi të lartë.

6. Përpunimi i pikës e cila përfshin:

- Krijimi i vijë-bazave midis pikës dhe stacioneve referencë ALBCORS
- Përcaktimi i pikave të forta (stacionet referencë ALBCORS)
- Procesimi i vijë-bazave të krijuara: ***Survey/ Process Baselines***
- Pastrimi (filtrimi) i të dhënave të “këqija” dhe pastrimi i satelitëve të vijë-bazave jashtë tolerancave të projektit.
- Përcaktimi i vijë-bazave të varura të përshtatshme (brenda saktësisë së projektit) duke respektuar kriteret e mëposhtme:
 - o Mos-eliminimi i bazave të pavarura (vetëm në rastet e detyruara).
 - o Krijimi figurave të mira gjeometrike ndërmjet pikave të forta dhe pikës së matur.
 - o Eliminimi i vijë-bazave të gjata të panevojshme.
- Ri-procesimi i vijë-bazave të përpunuara.
- Pas gjithë provave (rezultateve) është pranuar rezultati më i mirë që është mbështetur në sa më shumë pika të forta.
- Kompensimi i rrjetit (vijë-bazave midis stacioneve të forta dhe pikës së matur).
- Kontrolli i rezultateve të kompensimit.

Më poshtë paraqitet katalogu i koordinatave përfundimtare të llogaritura të 300 pikave të rrjetit pasiv GNSS dhe rrjetit gravimetrik të rendit të dytë në Kornizën Referuese Gjeodezike Shqiptare “KRGJSH” [18], [20]:

Tabela 20 - Tabela me koordinatat e 300 pikave të rendit të II.

Sistemi Referencë Koordinativ: KRGJSH (ETRS89_ETRF2000)					
NR	Emërtimi	Koordinatat në projeksion: KRGJSH_TMz		Gabimet: σ (m)	
		N(m)	E(m)	σ N (m)	σ E (m)
1	ASIG-RII-39	4717204.279	474717.415	0.004	0.003
2	ASIG-RII-40	4705679.431	471025.579	0.002	0.002
-----	-----	-----	-----	-----	-----
299	ASIG-RII-338	4396623.797	521527.544	0.0017	0.0015
300	ASIG-RII-339	4686120.809	483179.482	0.0024	0.0021

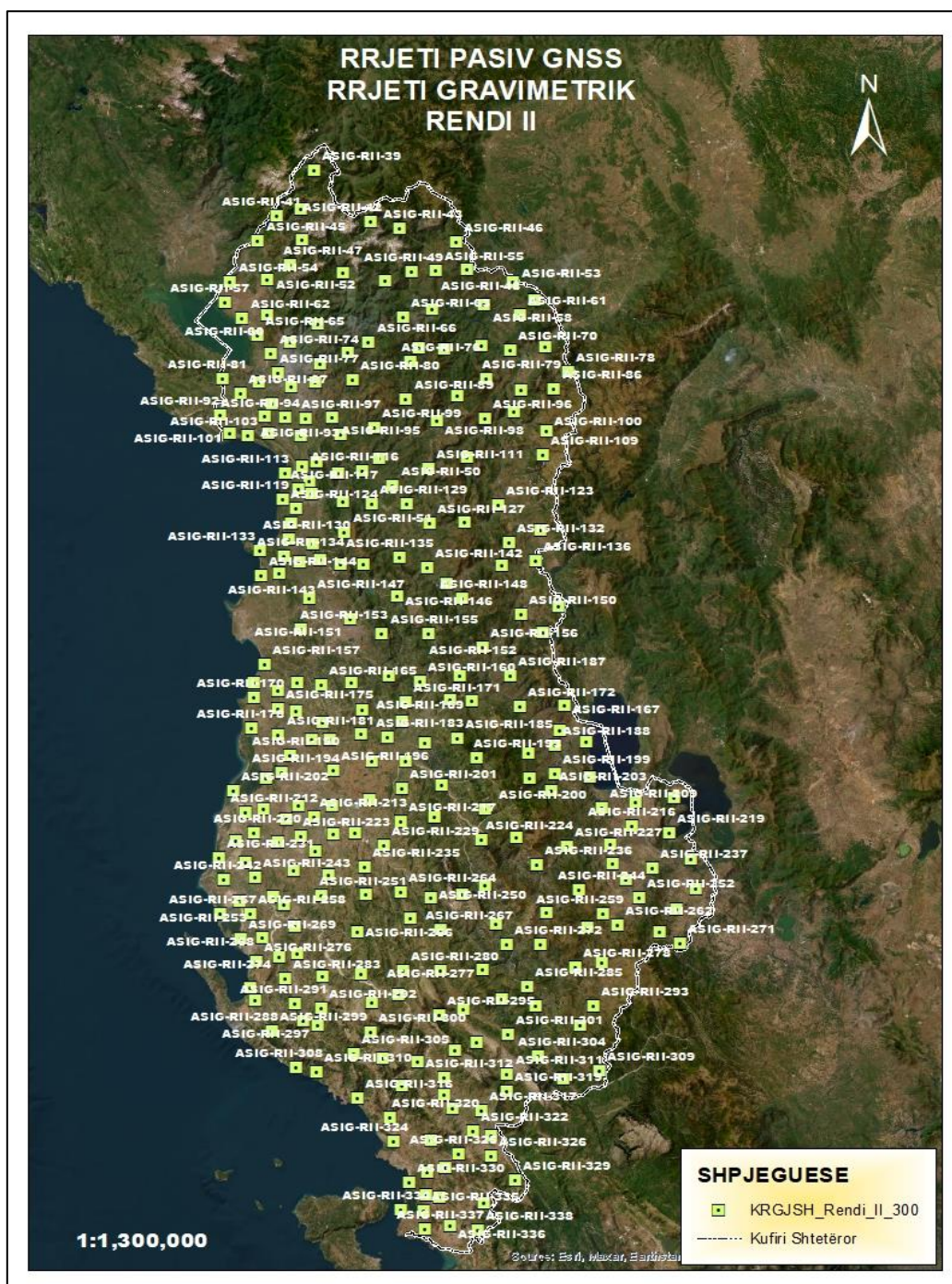


Figura 39 - Skema përfundimtare e pozicionimit të 300 pikave të rrjetit pasiv GNSS dhe rrjetit gravimetrik të rendit të II.

3.2.3. Planifikimi i vrojtimeve gravimetrike rendi II

Në planifikimin e vrojtimeve gravimetrike relative u parashikuan të maten 301 pika të rendit të dytë të shpërndara në territorin e Republikës së Shqipërisë. Paisjet që u përdorën në fushatë janë dy instrumenta Sintrex – CG. Proçeduara e matjeve gravimetrike relative, ka filluar me matjen e drifitit stacionar të instrumenteve (realizuar në stacionin bazë të Tiranës (A01), pastaj me matjen e kalibrimit të instrumenteve

(itinerari Tiranë ((A01) - Shkodër (A02) – Tiranë (A01) – Shkodër (A02) – Tiranë (A01)), dhe në vazhdimësi me ditët përkatëse gravimetrike [29], [23].

Totali i pikave të matura është 301, nga te cilat 300 pika janë të rendit të II-të dhe një pikë është e rendit të parë, në Rrogozhinë e emërtuar si pika 1021_new [18].



Figura 40 - Pozicionimi i pikave të rendit të dytë të KRGJSH.

3.2.4. Realizimi i vrojtimeve gravimetrike rendi II

Gjatë realizimit të matjeve gravimetrike relative është treguar kujdes si:

- Devijimi standard në përcaktimin e vlerës së nxitimit gravitacional të forcës së rëndesës në pikat e rrjetit gravimetrik të rendit të dytë të mos e kalojë vlerën 20 μGal .
- Matjet në pikat Gravimetrike të rendit të dytë, janë realizuar minimalisht 2 matje (vajtje-ardhje) në harkun kohor të një dite.

- Për matjet gravimetrike relative është përdorur metoda me profile ose yll, kjo e lidhur me kushtet e terrenit, ku matja e pikave gravimetrike të rendit II-të ka filluar dhe përfunduar në pikat gravimetrike absolute, apo ato të rendit të parë.
- Janë realizuar më shumë se 10 cikle matjesh, me qëllim që në fazën e procesimit të të dhënave të zgjidhen 5 nga keto cikle me diferencë matjesh më të vogël se 10 μGal .

Matjet gravimetrike relative janë realizuar në ditë gravimetrike, duke filluar dhe mbaruar në pikë të rendit 0 (A01, A02, A03), apo të rendit të parë. Pikat e rendit zero i kemi shënuar me 9001, 9002, 9003 (Tirana, Shkodra, Saranda), ndërsa ato të rendit të parë me 1001-1042. Pikat e rendit të dytë kanë renditjen nga 39-339, kjo sipas formatit të kërkuar në procesimin e të dhënave nga softi përkatës (SRGM) [29], [23].

Gjatë fazës së përpunimit të matjeve relative janë realizuar kalkulimet dhe janë marrë në konsideratë:

- Korrektura për baticë zbaticën e Tokës dhe Oqeanit.
- Korrektura për ndikim të situatës hidrologjike 1 km rreth e rrotull pikës (amplituda e ndikimit shkon deri 15 μGal);
- Korrektura për ndryshimin e presionit të ajrit. Në këtë rast janë matur presioni dhe temperatura në çdo pikë dhe janë llogaritur korrigjimet për ndryshimin e presionit normal në pikë me atë të matur;
- Korrektura për driftin e gravimetrave e përdorur për matje, duke përcaktuar driftin stacionar të instrumentit me matje mbi 12 orë, në stacionet sizmologjike të Tiranës, Shkodrës, duke vendosur në instrument korrigjimet për drift;
- Korrektura për horizontim të gravimetrave, duke vene auto-tilt correction, por edhe duke përjashtuar të gjitha matjet ku shmangia ka qënë me shumë se ± 10 arcsec;
- Korrektura për temperaturën në të cilën kryhen matjet.
- Ndikimi i fushës magnetike (eliminim duke orientuar gravimetrat sipas azimutit magnetik në pikën ku kryhen matjet). Gravimetrat janë orientuar gjithmonë sipas veriut magnetik.
- Korrektura për lartësinë e instrumentit është llogaritur duke marrë në konsideratë matjen e lartësisë së instrumentave në të tre faqet e gravimetrit (saktësi 1 mm).
- Saktësia e bazës horizontale të kalibrimit është në nivelin $\leq 10 \mu\text{Gal}$.
- Kompensimi sipas metodës së kuadrateve më të vegjël e përdorur për leximet e driftit ditor (per transport) të gravimetrave relative e kalkuluar nëpërmjet polinomeve të rendit të parë, të dytë dhe të tretë.

❖ **Korrigjimi për driftin stacionar**

Drifti stacionar është llogaritur para fillimit të matjeve relative gravimetrike për çdo gravimetër, përkatësisht: për Gravimetrin CG5-1, dhe CG5-2, në Stacionin e Sizmologjisë Tiranë (A01) [25], [26], [32], [29].

- Përcaktimi i driftit u bë duke kryer matje ciklike që zgjasin 60 sek, intervali midis matjeve 5 sek.
- Sesioni i plotë i matjeve zgjati minimalisht për mbi 12 orë.
- Vlerat e driftit stacionar janë regjistruar në secilin instrument para fillimit të matjeve fushore.

- Vlera e përcaktuar e driftit stacionar është marre në konsideratë për korrigjimet për drift duke vendosur në instrument autdrift correction -po.

Kushtet dhe kërkesat për matjet gravimetrike, vlerësimi, procesimi dhe kompensimi i matjeve gravimetrike është bërë i njëjtë si në kapitullin 3.

Tabela 21 - Vlerat e nxitimit absolut ne pikat e rendit te II-të:

Nr	LAT (Dd.mm.ss.ss)	LON(dd.mm.ss.ss)	H EGM08	H ELIPSOIDAL	g (mGal)	STD(mGal)
39	42°35'23.50705"	19°41'31.13145"	1050.635	1094.419	980074.7344	0.0078
40	42°29'09.54998"	19°38'51.31599"	726.618	769.31	980118.9468	0.0065
----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
9002	42°03'2.04"	19°29'46.89"	24.63	62.893	980270.4964	0.0026
9003	39°52'41.82"	20°0'19.01"	48.72	81.67	980101.7574	0.0027

3.2.5. Planifikimi i vrojtimeve GNSS rendi III

Rrjeti gravimetrik i rendit të tretë përbëhet nga 634 pika të cilat mundësojnë dëndësimin e rrjeteve të rendit zero, të parë dhe të dytë të rrjetit gravimetrik, i përbërë nga 380 pika, ku (rendi I-rë 42 pika dhe rendi II-të 338 pika) dhe tre pika rendi zero. Gjithashtu në zonën Tiranë – Durrës rendi i III-të është i përbërë nga 138 pika të matura në vitin 2018 [18], [20], [1].

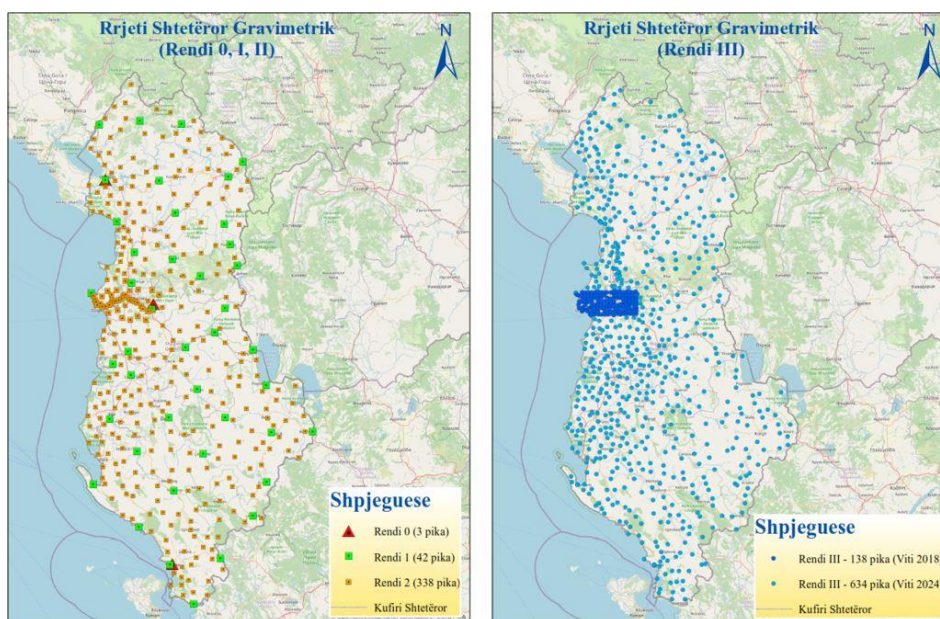


Figura 41 - Rrjeti Gravimetrik Rendi 0, I-rë, II-të dhe i III-të.

Matjet GNSS të pikave të rendit të tretë të Rrjetit Gravimetrik do të mbështeten në Rrjetin Shtetëror Aktiv të Pozicionimit Global ALBCORS, i cili bazohet në referencën gjeodezike zyrtare “KRGJSH”. Të dhënat dhe karakteristikat e kësaj reference janë trajtuar më lart.

❖ Rikonicioni fushor

Gjatë rikonicionit fushor të pikave të rendit të tretë si dhe evidentimin e pikave ALB 86, është bërë dhe perzgjedhja përfundimtare dhe realizimi i fiksimit të pikave në terren. Emërtimi i pikave ka vijuar ASIG – RIII 0139 - ASIG – RIII 0772 [18].

❖ Metoda e matjeve GNSS

Matjet GNSS janë realizuar sipas metodës RTK për përcaktimin e koordinatave të 634 pikave të rrjetit gravimetrik të rendit të tretë dhe sipas metodës statike (PP) për përcaktimin e koordinatave të 84 pikave pjesë të këtij rrjeti gravimetrik të rendit të tretë dhe të cilat kanë qenë pjesë e rrjetit ALB86 dhe rrjetit shtetëror të nivelimit [36], [1].

- Metoda RTK

Në metodën RTK, matjet u kryen në kohë reale për të aritur saktësi në nivele centimetrike ose më të larta, në plan dhe në lartësi. Kjo u realizua me qëllim përcaktimin e koordinatave me kohëzgjatje të shkurtër.

- Metoda Statike.

Për metodën statike parimi dhe kohëzgjatja e matjeve fushore është e njëjtë me atë që trajtohet në kapitullin 3.

3.2.6. Realizimi i vrojtimitve GNSS rendi III

Matjet GNSS në pikat e rrjetit gravimetrik të rendit të tretë realizohen me metodën RTK (minimalisht 30 sekonda) duke u mbështetur në rrjetin aktiv ALBCORS dhe përcaktimi i koordinatave 3D sipas metodës RTK me saktësi: $\leq \pm 5$ cm në plan dhe në lartësi. Këto matje u realizuan në të njëjtën kohë me matjet gravimetrike [18], [36], [1].

Në pikat/reperat e vijave të nivelimit dhe në pikat e referencës klasike ALB86 që janë pjesë e rrjetit gravimetrik të rendit të tretë matjet u realizuan sipas metodës statike.

Kohëzgjatja e matjeve GNSS Statike përcaktohet në përputhje me specifikimet me poshtë:

- Gjatësia mesatare e të gjithë vektorëve të Rrjetit Gjeodezik Lokal.
- Gjatësia individuale e çdo vektori që përdoret për lidhje me pikat e largëta fillestare.

Tabela 22 – Të dhënat e vektorëve të Rrjetit Gjeodezik Lokal

Gjatësia e vijësbazës (km)	Koha min e vrojtimit (statike)
– 10 km	15 min
10 – 20 km	40 min
mbi 20 km	60 min

Tabela 23 - Koordinatat e 84 pikave të rrjetit Gravimetrik të rendit të III-të (PP).

Sistemi Referencë Koordinativ: KRGJSH (ETRS89_ETRF2000)					
Nr	Emërtimi	Koordinatat në projeksion: KRGJSH_TMz		Gabimet: σ (m)	
		N(m)	E(m)	σ N (m)	σ E (m)
1	ASIG-RIII-761 - (RII-010/1)	4585922.483	473046.585	0.004	0.003
2	ASIG-RIII-744 - (RII-30)	4576049.224	482498.567	0.004	0.004
--	-----	-----	-----	-----	-----
83	ASIG-RIII-721	4417480.491	502759.138	0.004	0.002
84	ASIG-RIII-728	4410032.164	505836.196	0.004	0.003

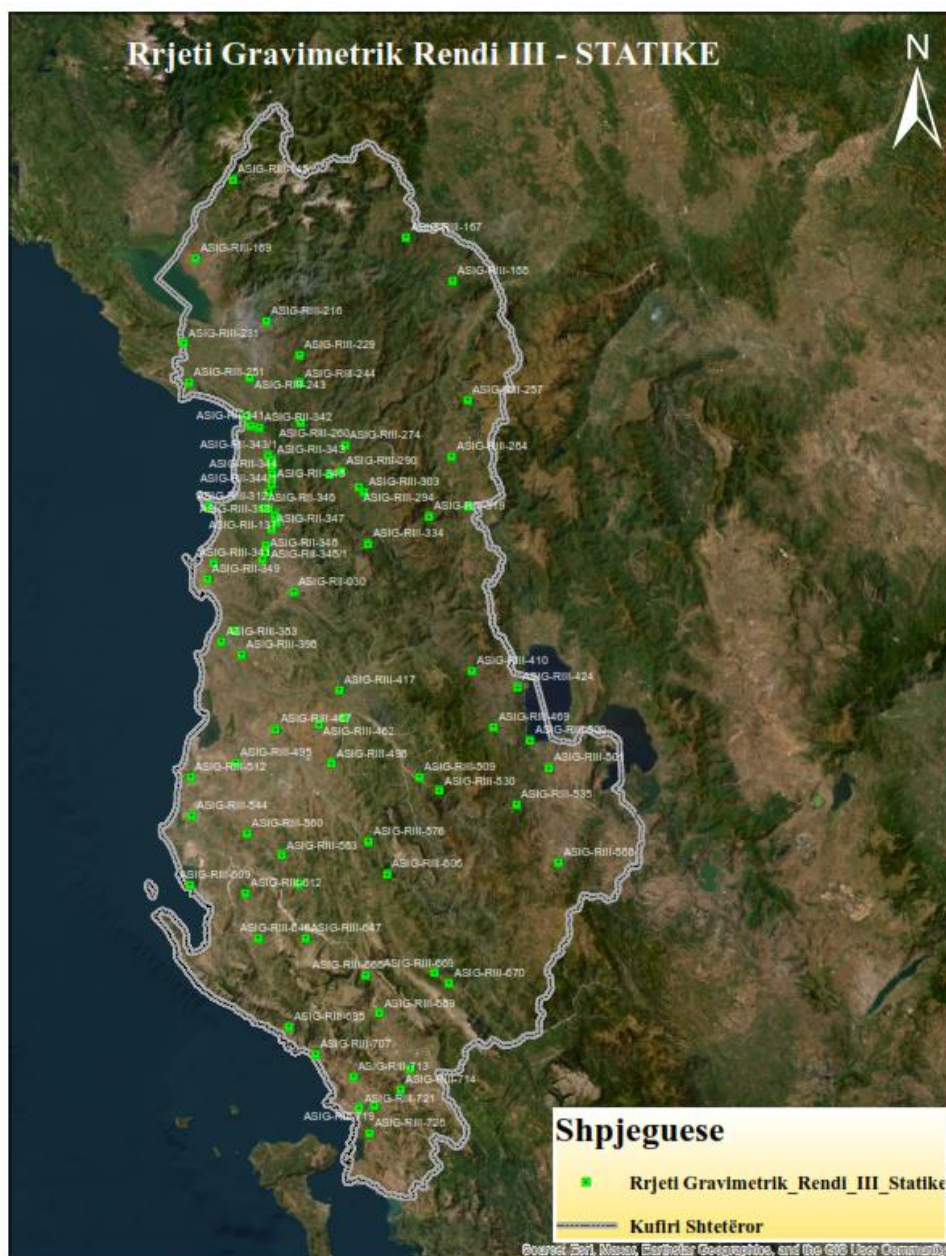


Figura 42 - Rrjeti Gravimetrik (Rendi i III-të – 84 pika matur me metodën Statike)

Tabela 24 - Koordinatat e 634 pikave të rrjetit gravimetrik të rendit të tretë (RTK).

KOORDINATAT E RRJETIT GRAVIMETRIK TË RENDIT TË TRETË TË KRGJSH-së, (Matur me metodën RTK - 634 pika)				
Nr	Emërtimi	KOORDINATAT NË PROJEKSIONIN TMzn		
		N(m)	E(m)	h (m)
1	ASIG-RIII-139	4713383.440	477686.864	1213.666
2	ASIG-RIII-140	4711206.158	473834.843	1142.62
---	-----	-----	-----	-----
316	ASIG-RIII-454	4537612.371	456153.383	36.211
317	ASIG-RIII-455	4537202.240	498061.657	191.694

KOORDINATAT E RRJETIT GRAVIMETRIK TË RENDIT TË TRETË TË KRGJSH-së, (Matur me metodën RTK - 634 pika)				
Nr	Emërtimi	KOORDINATAT NË PROJEKSIONIN TMzn		
		N(m)	E(m)	h (m)
318	ASIG-RIII-456	4536895.938	460982.369	40.2
319	ASIG-RIII-457	4536799.168	487008.368	263.652
---	-----	-----	-----	-----
633	ASIG-RIII-771 - (BM1 ORIKUM)	4466003.712	450630.129	35.822
634	ASIG-RIII-772 - (BM2 ORIKUM)	4466012.433	450519.846	35.79

3.2.7. Planifikimi dhe realizimi i vrojtimeve gravimetrike rendi III.

Planifikimi dhe realizimi i matjeve gravimetrike për rendin e tretë është ndjekur e njëjta procedurë si në rendin e tretë i trajtuar në kapitullin 3 (zona Tiranë – Durrës):

Vlerat e nxitimit absolut të kompensuara dhe të korigjuara jepen në tabelën më poshtë.

Tabela 25 - Vlerat e nxitimit absolut në 634 pikat e rendit të III-të

Point Name	tmzn_n	tmzn_e	Height(EGM08)	G_final (miligal)	Point Name	tmzn_n	tmzn_e	Height(EGM08)	G_final (miligal)
ASIG RIII139	4713383.440	477686.864	1169.992	980045.36	ASIG RIII456	4536895.94	460982.369	5.594	980176.258
ASIG RIII140	4711206.158	473834.843	1099.301	980053.05	ASIG RIII457	4536799.17	487008.368	228.05	980123.936
---	-----	-----	-----	-----	---	-----	-----	-----	-----
ASIG RIII454	4537612.371	456153.383	1.62	980173.77	ASIG-RIII-771 - (BM1 ORIKUM)	4466003.71	450630.129	1.308	980182.139
ASIG RIII455	4537202.24	498061.657	155.369	980145.07	ASIG-RIII-772 - (BM2 ORIKUM)	4466012.43	450519.846	1.281	980182.42

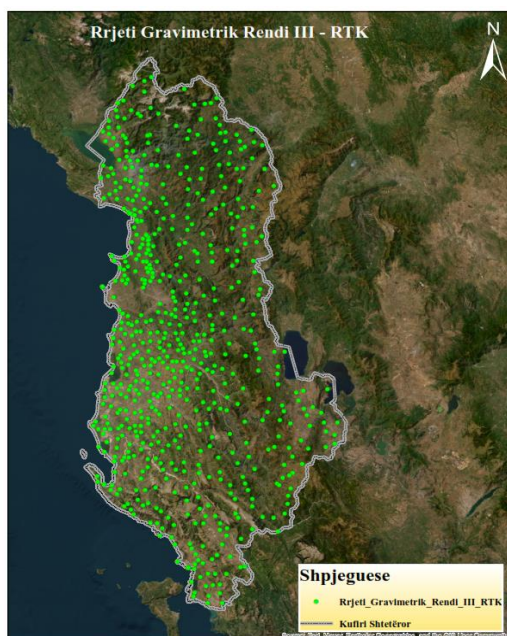


Figura 43 - Skema e 634 pikave të Rrjetit Gravimetrik të Rendit të III-të (RTK).

3.2.8. Realizimi i vijave të nivelimit

Realizimi i nivelimit të saktësisë së lartë (Klasi I) për përcaktimin e lartësive ortometrike, me qëllim vlerësimin dhe kontrollin e gjeoidit gravimetrik, dhe përcaktimin e një reference vertikale gjeodezike moderne.

Dy vijat e nivelimit të rendit të parë, pjesë të rrjetit shtetëror të nivelimit të rendit të parë, janë projektuar në formën e poligonit të hapur, të lidhura me një pikë nyje (RII 010) në mënyrë të tillë që të lidhë dy stacionet mareografike të Durrësit dhe Shëngjinit, si dhe pikën pasive të rendit të parë D 18 HaHpVG në Tiranë, e cila ndodhet në bazamentin e Stacionit referencë CORS të sistemit të pozicionimit global ALBCORS [18], [5], [16].

Këto dy linja nivelimi kanë një gjatësi totale prej 125.24 km, ku:

- Vija e nivelimit, Durrës – Tiranë dhe mikrorjeti i stacionit mareografik në durrës përbëhet nga 26 sektorë (26 repera) me gjatësi 58.75 km.
- Vija e nivelimit, Vorë - Shëngjin përbëhet dhe mikrorjeti i stacionit mareografik në Shëngjin përbëhet nga 26 sektorë (25 repera) me gjatësi 66.49 km.

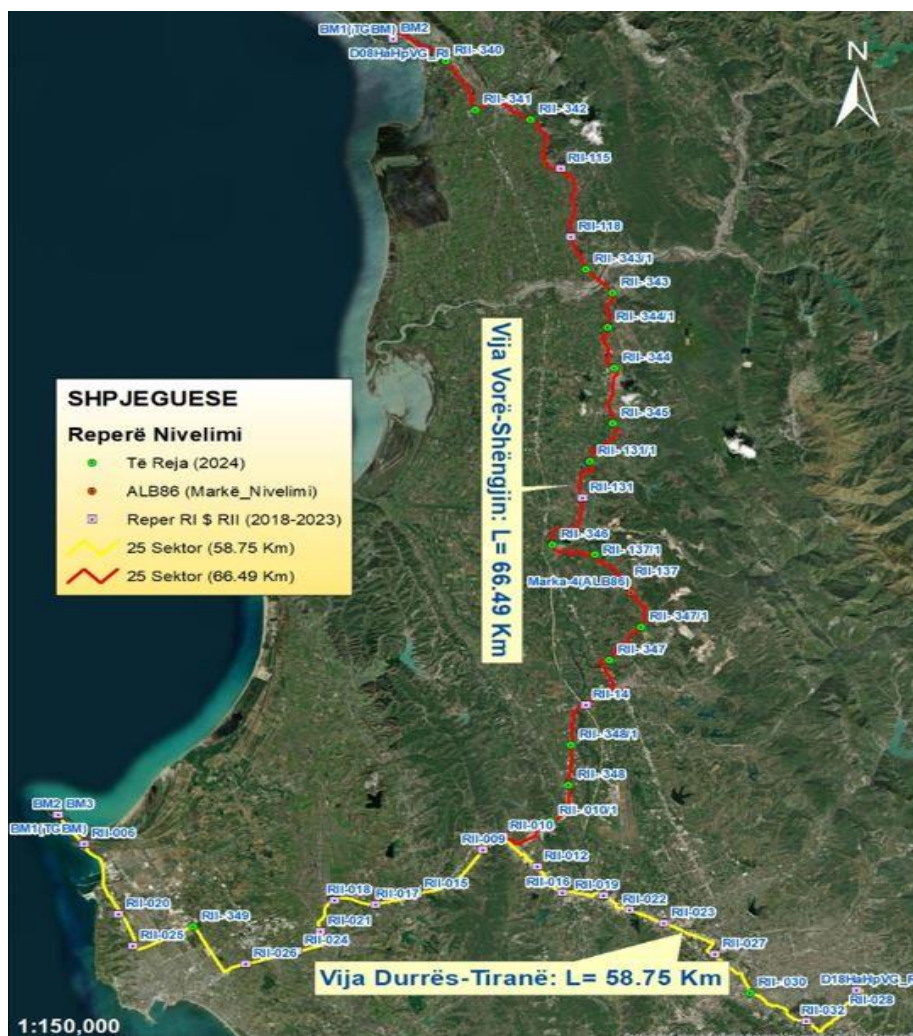


Figura 44 - Vijat e nivelimit të rendit të I të nivelimit.

3.2.8.1. Rikonicioni fushor dhe fiksimi i reperave të nivelimit.

Gjatë rikonicionit fushorë është bërë përzgjedhja e pozicionit dhe fiksimi i 18 reperave të dy vijave të nivelimit Durrës-Tiranë dhe Vorë-Shëngjin, të cilat janë gjithashtu pjesë e pikave të Rrjetit Gravimetrik të Rendit të Tretë.

Fiksimi i 18 pikave/reperave është kryer në platforma/struktura të qëndrueshme betoni. Reperat e përdorur janë prej materiali bronzi, me gjatësi 15 cm dhe diametër 16 mm. Pjesa e sipërme ka një kokë të rrumbullakët me një vrimë në mes rreth 1.5 – 2 mm, ndërsa pjesa tjetër është futur plotësisht në beton duke hapur një vrimë 18 cm [18], [20].



Figura 45 – Reperët e nivelimit të rendit të I të nivelimit.

Për lidhjen e markës me betonin është përdorur një solucion i përshtatshëm, i cili përdoret veçanërisht për fiksimin e ankorave në ura apo konstruksione metalike me pesha të rënda.

Nivelimi gjeometrik që do të realizohet do të jetë i klasit të parë për përcaktimin e lartëksive ortometrike referuar lartësisë mesatare të detit në baticë-matësin Durrësit.

Reperave të vijave të nivelimit iu përcaktua edhe pozicioni 3D nëpërmjet matjeve GNSS sipas metodës statike. Lartësitë ortometrike të reperave të vijave të nivelimit u llogaritën duke marrë parasysh vlerat e gravitetit të siguruar nga matjet gravimetrike relative.

Nivelimi u realizua me Nivel Digjital Sokkia SDL1X (SDL30) me precizion të lartë 0.2mm/Km dhe me çiftin e latave me gjatësi 3 m të pajisura me shirit invari mbi të cilin është stampuar bar-kodi (RBA-Code, BIS30A).

Për lidhjen me rrjetin klasik të nivelimit në Referencën ALB86, u krye nivelimi gjeometrik ndërmjet Reperit Nr. 4 i vendosur pranë këmbës së urës në Borizanë, Krujë dhe Reperit RII 137, pjesë e vijës Vorë-Tiranë.

Këto linja janë të lidhura së bashku me një pikë nyje, duke rezultuar në një gjatësi totale të matur prej 125.24 km, me 52 sektorë nivelimi të përbërë nga 51 repera.



Figura 46 - Skema e vijave të nivelimit të rendit të parë.

Para fillimit të matjeve fushore u realizua kontrolli i nivelës duke marrë parasysh të gjitha kërkesat që nevojiten për realizimin e punës për këtë klas nivelimi.

❖ Kontrollët fushore dhe vlerësimi paraprak

Pas përfundimit të matjeve fushore të një sektori nivelimi vajtje- ardhje u kryen kontrollët fushore të mëposhtëme [37].

- Ndryshimi midis disnivelit të përcaktuar nga diferenca e leximeve Mbrapa - Para me disnivelin e përcaktuar nga diferenca Para - Mbrapa në një stacion nivele, nuk e kanë kaluar vlerën $\pm 0.3 \text{ mm}$.
- Diferenca e ndryshimeve midis krahëve mbrapa dhe para kanë plotësuar kushtin e diferencës jo më shumë se **1 m**.
- Ndryshimi midis disnivelit të përcaktuar nga matjet në vajtje me disnivelin e përcaktuar nga matjet në ardhje në një sektor nivelimi (hapsira midis dy reperave) kanë rezultuar mbrenda tolerancave të lejuara sipas formulës:

$$\Delta h_{mm} \leq \pm 1mm \sqrt{S_{Km}}$$

Ek. 18

❖ Përpunimi i matjeve të nivelimit (korrekturat)

Disnivelet e përfuara nga matjet fushore janë korrigjuar sipas korekturave të mëposhtme [37], [38].

❖ **Korrektura për refraksion vertikal.**

Korrektura për refraksion vertikal është realizuar për çdo stacion të nivelës sipas formulës (Kukkamaki 1939):

$$R = -2 \cdot 10^{-6} \gamma (S/50)^2 \Delta t \Delta h$$

Ku:

S - Gjatësia e krahut të nivelimit (nga nivela në latë) e shprehur në metra.

Δt - Diferenca e temperaturës së matur në çdo stacion në nivelin 2.5 m me atë të nivelit 0.5 m, e shprehur në gradë Celcius ($^{\circ}\text{C}$).

Δh - Disniveli i matur në stacionet e nivelimit.

γ - 70, (Konstantja Hytonen 1967).

Korrektuat janë llogaritur për çdo stacion nivele në drjetimin vajtje dhe ardhje dhe më pas ju janë shtuar disniveleve të matur me të njëjtën shenjë algjebrike sipas drejtimit dhe si përfundim janë përfuqar disnivelet mesatare të korrigjuara për çdo sektor nivelimi.

❖ **Korrekturat për latat e nivelimit (temperatura)**

Korrektuarat për latat e nivelimit është llogaritur për secilin stacion nivelimi referuar formulës së mëposhtme.

$$TC = \text{Koeficienti} \times (\text{Ndryshimi i temperaturës } \Delta t) \times \text{Distanca e krahëve të nivelimit}$$

Ku:

Coefficient - Koeficienti mesatar i bymimit të latave. ($\alpha = 1 \cdot 10^{-6}$)

Δt - Diferenca e temperaturës së matur në çdo stacion në nivelin 2.5 m me atë të nivelit 0.5 m, e shprehur në gradë Celcius ($^{\circ}\text{C}$)

Length of sight- Distanca e krahëve të stacioneve të nivelimit.

❖ **Korrektura Ortometrike dhe Astronomike**

Korrektura ortometrike për çdo disnivel të matur midis dy reperave do të llogaritet duke u mbështetur në formulën e *Helmertit*:

$$\Delta G = \left[\left\{ \frac{(g_P + g_Q)}{2} \right\} - \gamma_0 \right] \times \frac{\Delta h}{\gamma_0} + H_P \times \frac{(G_P - \gamma_0)}{\gamma_0} - H_Q \times \frac{(G_Q - \gamma_0)}{\gamma_0} \quad \text{Ek. 19}$$

Ku:

ΔG - Vlera e korrigjimit për lartësitë ortometrike, e shprehur në mm.

g_P, g_Q - Vlera e matur e gravitetit në reperat P dhe Q, e shprehur në *mgal*.

Δh - Disniveli i matur me nivelë midis pikës P dhe pikës Q, i shprehur në m.

γ_0 - Vlera e gravitetit normal në gjerësinë 45° për elipsoidin GRS80. *980619.92 mgal*.

H_P, H_Q - Lartësia ortometrike e mëparshme midis pikave P dhe Q, e shprehur në m.

G_P, G_Q - Vlera mesatare e gravitetit përgjatë vijës së plumbçes që kalon në reperat P dhe Q, e llogaritur me formulën *Poincare-Prey*:

$$G_P = g_P + 0.0424 H \text{ (mgal/m)}$$

Korrektura astronomike është llogaritur sipas formulës (Jensen 1949).

$$C_A = 0.7 \times K \times S \text{ (Korrektura Astronomike); } K = \tan e_m \cos (A_m - a) + \tan e_s \cos (A_s - a)$$

Ku:

C_A - Korrektura astronomike.

S - Gjatësia e sektorit të nivelimit.

K - Llogaritët me formulën:

$$K = \tan e_m \cos (A_m - a) + \tan e_s \cos (A_s - a)$$

❖ Kompesimi dhe vlersimi i vijave të nivelimit

Kompesimi i rrjetit të Nivelimit të Rendit të Parë i përbërë nga dy vija nivelimi Durrës –Tiranë dhe Vorë-Shëngjin është kryer sipas vijave të nivelimit me metodën e thjeshtë të nivelimit meqese rrjeti është i ri dhe nuk kemi pika të njohura me lartësi ortometrike. Si pikë të njohur me lartësi ortometrike kemi vetëm pikën kryesore TGMB1 (Tide Gauge Benchmark) e cila është llogaritur nga mesatarja e nivelit të sipërfaqes së ujit të detit (MSL) në Durrës me të dhënat e mbledhura të ndryshimit të nivelit të detit prej vitit 2018-2024 nga Stacioni Mareografik në Durrës. Reperi kryesore TG_{MB1} përfaqëson pikën zero të referencës gjeodezike vertikale të re e cila e ka lartësin ortometrike: $H_{TGMB1} = 1.89239 \text{ m}$ [29], [18], [20].

❖ Kompesimi i vijës Durrës-Tiranë me gjatësi 58.4 Km

Vija Durrës-Tiranë përbëhet nga 22 sektorë (23 reperë) duke filluar nga reperi T_{BGM1} dhe përfundon në pikën e Rendit të Parë D 18 HaHpVG në Tiranë, e cila ndodhet në bazamentin e Stacionit Referencë CORS të sistemit të pozicionimit global ALBCORS [29].

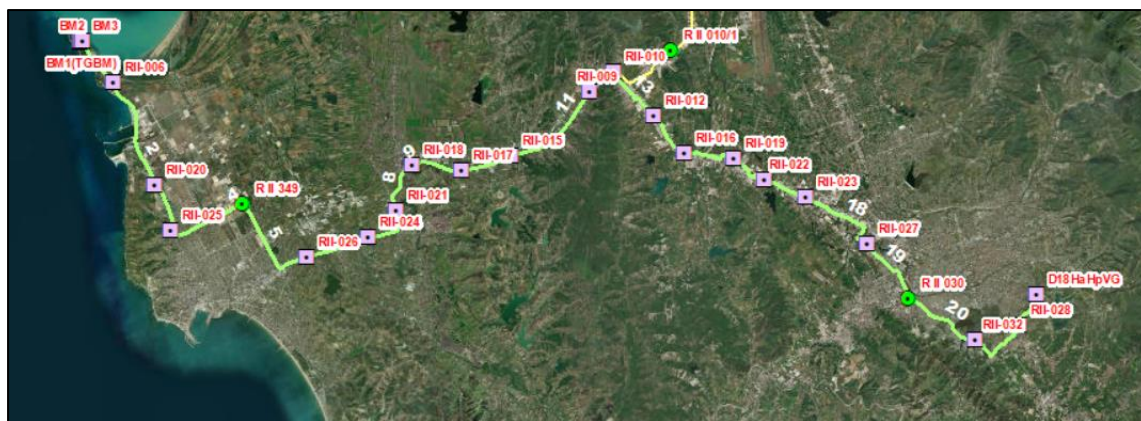


Figura 47 - Vija e nivelimit Durrës-Tiranë.

Kompesimi i vijës së nivelimit është realizuar sipas metodës së thjeshtë të kompesimit duke shpërndarë gabimet e mosmbylljeve të disniveleve të sektorëve vajtje-ardhje në varësi të gjatësisë së sektorëve.

Bazuar e teorisë së gabimeve, duke marrë në konsideratë se gabimet në nivelim rriten me gjatësinë e vijave, metoda e kompesimit të vijës është realizuar si më poshtë:

- Llogariten diferencat (mosmbylljet) ndërmjet disniveleve të sektorëve vajtje-ardhje: $f_h = h_i - h_j$
- Llogaritet korigjimi për njësi të gjatësisë: $s_h = \sum f_h / L$
- Llogariten korigjimet për disnivelet mesatare të secilit sektor: $v_i = -s_h * l_i$
- Llogariten disnivelet mesatare të korigjuara: $h_{k(i)} = h_{mes(i)} + v_i$
- Llogariten Lartësitë Ortometrike të reperave bazuar në lartësinë ortometrike H_{TGBM1} :

$$H_{1,2,...,n} = H_{TGBM1} + h_{k(i)}$$

- Llogarisim gabimin mesatar katror të njësisë së gjatësisë:

$$m_0 = \sqrt{\frac{[v^2]}{2n}} \quad Ek. 20$$

n-nr disniveleve

- ❖ Kompesimi i vijës Vorë-Shëngjin me gjatësi 65.7 Km.

Vija Vorë-Shëngjin përbëhet nga 23 sektorë (23 reperë) e cila fillon në reperin (pikë nyje) RII 010 dhe përfundon në reperin kryesor të stacionit mareografik në Shëngjin TGBM1. Për këtë vijë nivelimi si pikë e njohur kryesore është reperi RII 010 me lartësi ortometrike: $H_{RII010} = 50.20848 \text{ m}$, e përfutur nga nivelimi gjeometrik i saktësisë së lartë të linjës Durrës-Tiranë.

Kompensimi i vijës Vorë-Shëngjin është realizuar sipas së njëjtës rrugë të kompensimit të vijës Durrës-Tiranë

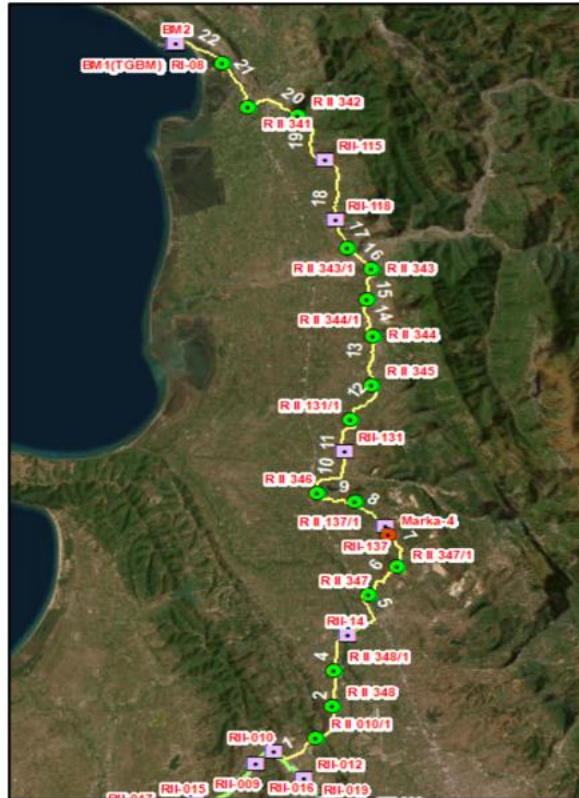


Figura 48 - Vija e nivelimit Vorë-Shëngjin.

❖ Lartësitë Ortometrike referuar MSL të Stacionit Baticëmatës në Durrës.

Lartësitë Ortometrike janë llogatitur duke ju bazuar kuotës të reperit kryesor TGMB₁ (Tide Gauge Benchmark) të Stacionit Baticëmatës në Durrës (Kepi Palit brenda hapësirës së bazë Ushtarake Detare) e cila përfaqëson pikën që i referohet ndryshimi i matur i nivelit të detit (ASIG, 2024; Denker, 2021; BEV, 2017).

Llogaritja mesatare e nivelit të sipërfaqes së ujit të detit (MSL) në Durrës është realizuar nga të dhënat e mbledhura të ndryshimit të nivelit të detit prej vitit 2018-2024 nga Stacioni Baticëmatës e cila është **0.90108 m** referuar **Latës me gjatësi konstante 2 m** të vendosur me zeron poshtë ujit.

Për llogaritjen e kuotës së reperit kryesor TGMB₁ nevojitet dhe disnivelel midis Kokës së Latës dhe TGMB₁ që është **0.79347 m** e cila është llogaritur me nivelim gjeometrik vajtje-ardhje.

Referuar të dhënave të mësipërme kuota e reperit kryesor TGMB₁ llogaritet sipas formulës:

$$H_{TGMB1} = L_{Latës} - MSL_{Durrës(2018-2024)} + \Delta h_{K.Latës - TGMB1}$$

$$H_{TGMB1} = (2m - 0.90108 m) + 0.79347 m = 1.89239 m$$

Reperi TGMB₁ do të përfaqësoj nivelin zero të Referencës Gjeodezike Vertikale të Re në Shqipëri ku do të bazohet dhe sipërfaqja ekuipoteciale e gjeoidit gravimetrik W0j (ALBGeoid2024).

- ❖ Në tabelën më poshtë paraqiten kuotat e reperave duke i dhënë lartësi nga lartësitë ortometrike referuar MSL të stacionit baticë-matës të Durrësit.

Tabela 26 - Lartësitë Ortometrike referuar MSL të Stacionit baticë-matës Durrës.

NR	Reperat	Disnivelet (m)	TG Durrës (MSL) (m)	Shënim
			Lartësit Ortometrike H (m)	
1	BM 1 (TGBM)	-	1.89239	Mikrorrjeti i ST.Mareografik Durrës
2	BM 2	0.1129	2.00525	Mikrorrjeti i ST.Mareografik Durrës
3	BM 3	0.3146	2.20703	Mikrorrjeti i ST.Mareografik Durrës
4	D17HaHpVG	9.3189	11.2113	Mikrorrjeti i ST.Mareografik Durrës
5	RII 006	-0.6674	1.22499	Vija e Nivelimit Durrës-Tiranë
---	---	---	---	-----
49	D 08 HaHpVG	3.6394	6.23292	Mikrorrjeti i ST.Mareografik Shëngjin
50	BM 1 (TGBM)	-4.4611	1.77181	Mikrorrjeti i ST.Mareografik Shëngjin
51	BM2	1.0616	2.83337	Mikrorrjeti i ST.Mareografik Shëngjin

- ❖ Lartësitë Ortometrike referuar MSL të Stacionit Baticëmatës në Shëngjin

Lartësitë Ortometrike janë llogatitur duke ju bazuar kuotës të reperit kryesor TGMB₁ (Tide Gauge Benchmark) të Stacionit Baticëmatës në Shëngjin (Baza Ushtarake Detare Shëngjin) e cila përfaqëson pikën që i referohet ndryshimi i matur i nivelit të detit.

Llogaritja mesatare e nivelit të sipërfaqes së ujit të detit (MSL) në Shëngjin është realizuar nga të dhënat e mbledhura të ndryshimit të nivelit të detit prej vitit 2018-2024 nga Stacioni Baticëmatës në Shëngjin e cila është **0.67681 m** referuar **Latës të gjatësi konstante 2 m** të vendosur me zeron poshtë ujit.

Për llogaritjen e kuotës së reperit kryesor TGMB₁ nevojitet dhe disnivelet midis Kokës së Latës dhe TGMB₁ që është **0.48616 m** e cila është llogaritur me nivelim gjeometrik vajtje-ardhje.

Referuar të dhënave të mësipërme kuota e reperit kryesor TGMB₁ llogaritet sipas formulës:

$$H_{TGMB1} = L_{Latës} - MSL_{Shëngjin(2018-2024)} + \Delta h_{K.Latës - TGMB1}$$

$$H_{TGMB1} = (2m - 0.67681 m) + 0.48616 m = 1.80935 m$$

- ❖ Në tabelën më poshtë paraqiten kuotat e reperave duke i dhënë lartësi nga lartësitë ortometrike referuar MSL të stacionit baticë-matës të Shëngjinit.

Tabela 27 - Lartësitë Ortometrike referuar MSL të Stacionit baticë-matës Shëngjinit.

NR	Reperat	Disnivelet (m)	TG Shëngjin (MSL) (m)	Shënim
			Lartësit Ortometrike H (m)	
1	BM 1 (TGBM)	-	1.80935	Mikrorrjeti i ST.Mareografik Shëngjin
2	BM 2	1.06156	2.87091	Mikrorrjeti i ST.Mareografik Shëngjin

3	D08HaHpVG	4.4611	6.27046	Mikrorrjeti i ST.Mareografik Shëngjin
4	RII 340	-3.63939	2.63106	Vija e Nivelimit Vorë-Shëngjin
5	RII 341	-1.20393	1.42714	Vija e Nivelimit Vorë-Shëngjin
---	---	---	---	-----
49	RII 32	21.66683	121.63475	Vija e Nivelimit Durrës-Tiranë
50	RII 28	80.10864	201.74339	Vija e Nivelimit Durrës-Tiranë
51	D 18 HaHpVG	17.92924	219.67263	Vija e Nivelimit Durrës-Tiranë

❖ Lartësitë ALB86 referuar Markës Nr. 4 të Rrjetit të Nivelimit Klasik

Lartësitë ALB86 të 50 reperave që përbëjnë vijat e nivelimit Durrës-Tiranë ,Vorë-Shëngjin dhe Mikrorrjeteve Mareografik të Stacioneve Mareografik në Durrës dhe Shëngjin janë llogaritur në Referencën Klasik ALB86 duke u bazuar në Markën nr.4 të rrjetit të nivelimit klasik (ASIG, 2024; Denker, 2021).

Referenca Vertikale e ALB86 bazohet në MSL e detit Adriatik i llogaritur nga baticë-matësi i vendosur në portin e Durrësit prej 1958-1977. Kuota e markës nr.4 është: $H_{ALB86} = 19.29296 \text{ m}$



Figura 49 - Marka Nr.4

Lidhja e **Markës nr.4** me 2 vijat e nivelimit Durrës-Tiranë, Vorë-Shëngjin dhe me mikrorrjetet e stacioneve mareografik në Durrës dhe Shëngjin u realizua nëpërmjet Reperit RII 137 me anë nivelimi gjeometrik vajtje-ardhje.

- ❖ Në tabelën më poshtë paraqiten kuotat e reperave duke i dhënë lartësi nga kuota e markës nr.4.

Tabela 28 - Lartësitë ALB86 referuar Markës Nr. 4 të Rrjetit të Nivelimit Klasik.

NR	Reperat	Disnivelet (m)	ALB86	Shënim
			Lartësitë Ortometrike H (m)	
1	Marka_4(Alb86)	-	19.29296	Reperet I Rrjetit të Nivelimit Klasik
2	RII 137	7.11686	26.40982	Vija e Nivelimit Vorë-Shëngjin
3	RII 137/1	-8.06663	18.34318	Vija e Nivelimit Vorë-Shëngjin
49	RII 32	21.66683	121.80973	Vija e Nivelimit Durrës-Tiranë
50	RII 28	80.10864	201.91837	Vija e Nivelimit Durrës-Tiranë
51	D 18 HaHpVG	17.92924	219.84761	Vija e Nivelimit Durrës-Tiranë

- ❖ Në tabelën më poshtë tregohen ndryshimet ndërmjet lartësive të llogaritura nga MSL e Durrësit dhe lartësive të llogaritura nga MSL e Shëngjinit.

Tabela 29 - Ndryshimi ndërmjet HMSL(Durrës) me HMSL (Shëngjin).

NR	Reperat	TG Durrës (MSL) (m)	TG Shëngjin (MSL) (m)	Diferenca (m)	Shënim
		Lartësit Ortometrike H (m)	Lartësit Ortometrike H (m)		
1	BM 1 (TGBM)	1.89239	1.92992	-0.038	Mikrorrjeti i ST.Mareografik Durrës
2	BM 2	2.00525	2.04279	-0.038	Mikrorrjeti i ST.Mareografik Durrës
3	BM 3	2.20703	2.24457	-0.038	Mikrorrjeti i ST.Mareografik Durrës
4	D17HaHpVG	11.2113	11.24884	-0.038	Mikrorrjeti i ST.Mareografik Durrës
---	-----	-----	-----	-----	-----
49	D 08 HaHpVG	6.23292	6.27046	-0.038	Mikrorrjeti i ST.Mareografik Shëngjin
50	BM 1 (TGBM)	1.77181	1.80935	-0.038	Mikrorrjeti i ST.Mareografik Shëngjin
51	BM2	1.89239	1.92992	-0.038	Mikrorrjeti i ST.Mareografik Shëngjin

- ❖ Në tabelën më poshtë tregohen ndryshimet ndërmjet lartësive të llogaritura nga MSL e Durrësit dhe lartësive të llogaritura nga marka nr.4 e referencës vertikale klasike ALB86.

Tabela 30 - Ndryshimi ndërmjet HMSL(Durrës) me HALB86

NR	Reperat	TG Durrës (MSL) (m)	ALB86	Diferenca (m)	Shënim
		Lartësit Ortometrike H (m)	Lartësit Ortometrike H (m)		
1	BM 1 (TGBM)	1.89239	2.1049	-0.21	Mikrorrjeti i ST.Mareografik Durrës
2	BM 2	2.00525	2.21777	-0.21	Mikrorrjeti i ST.Mareografik Durrës
3	BM 3	2.20703	2.41954	-0.21	Mikrorrjeti i ST.Mareografik Durrës
4	D17HaHpVG	11.2113	11.42381	-0.21	Mikrorrjeti i ST.Mareografik Durrës
---	-----	-----	-----	-----	-----
49	D 08 HaHpVG	6.23292	6.44543	-0.21	Mikrorrjeti i ST.Mareografik Shëngjin
50	BM 1 (TGBM)	1.77181	1.98433	-0.21	Mikrorrjeti i ST.Mareografik Shëngjin
51	BM2	2.83337	3.04589	-0.21	Mikrorrjeti i ST.Mareografik Shëngjin

- ❖ Në tabelën e më poshtme tregohen ndryshimet ndërmjet lartësive të llogaritura nga MSL e Shëngjinit dhe lartësive të llogaritura nga marka nr.4 e referencës vertikale klasike ALB86.

Tabela 31 - Ndryshimi ndërmjet HMSL(Shëngjinit) me HALB86

NR	Reperat	TG_Shëngjin (MSL) (m)	ALB86	Diferenca (m)	Shënim
		Lartësit Ortometrike H (m)	Lartësit Ortometrike H (m)		
1	BM 1 (TGBM)	1.92992	2.1049	-0.17	Mikrorrjeti i ST.Mareografik Durrës
2	BM 2	2.04279	2.21777	-0.17	Mikrorrjeti i ST.Mareografik Durrës
3	BM 3	2.24457	2.41954	-0.17	Mikrorrjeti i ST.Mareografik Durrës
---	-----	-----	-----	-----	-----
50	BM 1 (TGBM)	1.80935	1.98433	-0.17	Mikrorrjeti i ST.Mareografik Shëngjin
51	BM2	2.87091	3.04589	-0.17	Mikrorrjeti i ST.Mareografik Shëngjin

- ❖ Më poshtë paraqitet katalogu përfundimtarë i koordinatave dhe kuotave të 50 reperave të nivelimit për dy vijat, Durrës – Tiranë dhe Vorë – Shëngjin.

Tabela 32 - Katalogu i koordinatave horizontale dhe vertikale

Referenca: ETRS89/ETRF2000(2014.177)_TMzn							TG Durrës (MSL)
Nr	Emërtimi	Koordinatat Elipsoidale (GRS80)			Projeksioni TMzn		Lartësit Ortometrike H (m)
		Gjerësia: $\varphi^{\circ} ' ''$	Gjatësia: $\lambda^{\circ} ' ''$	h(m)	N (m)	E (m)	
1	BM 1 (TGBM)_Dr	41°24'35.18097"	19°23'49.43600"	36.426	4586257.203	449587.353	1.89239
2	BM 2_Dr	41°24'35.62407"	19°23'49.91827"	36.538	4586270.794	449598.649	2.00525
3	BM 3_Dr	41°24'36.66497"	19°23'52.06523"	36.736	4586302.56	449648.737	2.20703
4	D17HaHpVG	41°24'34.76377"	19°23'49.28960"	45.745	4586244.355	449583.863	11.2113
--	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
34	Marka_4(Alb86)	41° 31' 35.6327"	19° 43' 21.35935"	55.846	4599090.214	476848.275	19.08044
49	D 08 HaHpVG	41°48'43.17374"	19°35'06.99033"	43.2	4630837.787	465538.735	6.23292
50	BM 1 (TGBM)_Sh	41°48'43.11839"	19°35'05.64102"	38.76	4630836.228	465507.583	1.77181
51	BM2_Sh	41°48'46.05970"	19°35'06.79059"	39.822	4630926.849	465534.554	2.83337

4. NDËRTIMI I MODELIT TË GJEODIT VERSION GV1

Në kapitullin 5 përmbledhen hapat metodologjikë të ndjekur për përcaktimin e gjeoidit shqipëtar në një rrjet të rregullt 1 arcmin x 1 arcmin. Zona e përfshirë në këtë studim kufizohet ndërmjet $38.5^\circ \leq \varphi \leq 43.5^\circ$ dhe $18.0^\circ \leq \lambda \leq 22.0^\circ$. Për të shmangur efektet anësore në vlerësimin e gjeoidit përfundimtar, zona e studimit është zgjeruar me 1° në të gjitha drejtimet, rrotull rajonit të Republikës së Shqipërisë [39], [15], [40].

Me poshtë japim disa koncepte themelore të metodologjisë Hiq-Llogarit-Shto (RCR), dhe rezultatet në reduktimin e të dhënave të disponueshme të gravitetit për pjesën me gjatësi vale të gjatë dhe të shkurtër të spektrit të gravitetit. Kjo kryhet duke përdorur dy Modele Globale Gjeopotenciale (GGM), përkatësisht EIGEN6c4 dhe XGM2019e, dhe dy teknika për efektet topografike përmes një korrigjimi të modelit të terrenit të mbetur (RTM) me llogaritjen spektrale dhe klasike. Qëllimi është të vendoset se cilat mbetje janë më të përshtatshme për t'u përdorur me metoda analitike dhe stokastike për përcaktimin e gjeoidit.

Në vazhdim do të përshkruhet metodologjia për përcaktimin e gjeoidit brenda zonës së studimit të Shqipërisë dhe rezultatet e arritura përshkruhen në mënyrë analitike duke përdorur metodat e e Katrorëve më të Vegjël të Bashkërenditjes (që më poshtë do ta quajmë si Metoda e Katroreve më të Vegjël të Kolokacionit, LSC) dhe Transformimit të Shpejtë Furier (FFT) [39], [41], [42].

Modelimi i gjeoidit kryhet me tre metodat kryesore 2D-FFT, 1D-FFT dhe LSC, ndërsa validimi i tij do të bëhet me të dhënat e 225 pikave duke ju referuar datumit të vjetër vertikal Alb86 [43], [44].

Janë nxjerrë modele gjeoidale për rajonin së bashku me parashikime të dedikuara për pikat përgjatë linjes Tiranë-Durrës. Në këtë drejtim, vlerësohen dhe nxirren përfundime rreth saktësisë absolute dhe relative të modeleve të përafruara gjeoidale.

Së fundi, nxirren përfundime mbi modelin e përzgjedhur të gjeoidit, paraqiten vlerat e kalkuluara të lartësisë së gjeoidit në pikat e matura dhe gridet përfundimtare.

4.1. Sistemet Tide në përcaktimin e gjeoidit

IHRS e miratuar nga IAG në rezolutën nr. 1 në Asamblenë e Përgjithshme të 26-të të IUGG-së në Pragë në 2015 përmban dy aspekte të reja. Së pari, sistemi i baticës mesatare është adoptuar për trajtimin e baticës së përhershme. Ndërsa shumë sisteme të lartësive kombëtare vazhdojnë të jenë në sistemin e baticës mesatare ose merret e mirëqenë pasi nuk ka informacion për korrigjimet e baticës të kryera gjatë nivelimit, kjo ishte hera e parë që IAG e prezantoi zyrtarisht për të dhëna gjeodezike. Së dyti, niveli referencë i sistemit të lartësisë përcaktohet nga sipërfaqja ekuipotenciale ku gjeopotenciali ka një vlerë konvencionale $W_o = 62636853.4 \text{ m}^2/\text{s}^2$ W_o sipas përkufizimit është e pavarur nga sistemi baticor i miratuar për sipërfaqen ekuipotenciale, por për sisteme të ndryshme baticore përfshihen funksione të ndryshme në W të ekuacionit $W = W_o + \Delta W$ dhe në përcaktimin e vetë gjeoidit [45], [46], [47].

Për më tepër, praktika aktuale për sa i përket përcaktimit të tre llojeve kryesore të lartësive, ortometrike, elipsoidale dhe gjeoidale, është përdorimi i sistemit zero për gravitetin, pa baticë për pozicionet 3-D (p.sh., ITRFxx), dhe të përziera për diferencat e mundshme të përcaktuara me nivelim të saktë. Modelet globale gjeopotenciale në

ditët e sotme ofrohen si në versionet konvencionale pa baticë ashtu edhe në versionet zero tide. Për sa i përket lartësive ortometrike dhe veçanërisht 50 markave përgjatë vijave të nivelimit, ato janë dhënë duke iu referuar sistemit të referencës së vjetër vertikale ALB86 dhe stacionit të TG Durrës. Ky dallim është i rëndësishëm, pasi të gjitha llogaritjet do të kryhen në të dhënat aktuale vertikale kombëtare (ALB86), ndërsa në fund do të sigurohet edhe një model gjeoid që i referohet TG MSL në Durrës [5], [46], [18].

Për vlerësimin konsistent të modeleve gjeoid që janë përcaktuar, të gjitha lartësitë janë unifikuar në të njëjtin sistem baticash, prandaj sistemi TF është përdorur gjatë gjithë kësaj pune. Çdo transformim në sisteme të tjera të baticës, si p.sh., transformimi nga sistemi TF në sistemin ZT të gjeoidit, do të kryhet në fund. Për këtë arsye, lartësitë ortometrike të disponueshme janë konvertuar nga sistemi MT në sistemin TF, lartësitë elipsoidale janë të disponueshme në TF-në, dhe GGM-të kur janë të disponueshme në sistemin ZT gjithashtu janë konvertuar në atë TF [47], [46].

Thelbi i këtyre transformimeve është se për të trajtuar deformimin e përhershëm të shkaktuar nga batica e përhershme në Tokë dhe në fushën e gravitetit, dy koncepte (pa baticë dhe baticë mesatare) zbatohen në formën gjeometrike të Tokës. në këtë kontekst shpesh quhet topografi) dhe tre koncepte (pa baticë, zero-baticë, baticë mesatare) në fushën e gravitetit [47], [46], [4].

Në sistemin pa baticë (TF) (i quajtur edhe jo baticë), deformimi i përhershëm eliminohet nga forma e Tokës. Nga sasitë potenciale të fushës (graviteti, gjeoid etj) eliminohen si potenciali gjenerues i baticës ashtu edhe potenciali i deformimit të Tokës (efekti indirekt).

Në sistemin e baticës mesatare, efekti i përhershëm nuk hiqet nga forma e Tokës. Prandaj, forma korrespondon me mesataren afatgjatë nën forcën e baticës. Fusha potenciale përfshin potencialin e kësaj "Toke mesatare" dhe mesataren kohore të potencialit gjenerues të baticës, megjithëse kjo e fundit nuk gjenerohet nga masat e Tokës.

Sistemi TZ është një "alternativë e mesme" për sasitë e fushës potenciale. Fusha e mundshme është ajo e "Tokës mesatare". Fusha e gravitetit krijohet vetëm nga masat e Tokës (plus forcën centrifugale).

Duke pasur parasysh këtë, ekuacionet e mëposhtme u përdoren për transformimin e lartësive gjeoidale, ortometrike dhe elipsoidale midis sistemeve MT, ZT dhe TF [48], [47]:

$$N_{MT} - N_{ZT} = 0.099 - 0.296 \sin^2 \varphi \quad Ek. 21$$

$$N_{ZT} - N_{TF} = k(0.099 - 0.296 \sin^2 \varphi) \quad Ek. 22$$

$$N_{MT} - N_{TF} = (1 + k)(0.099 - 0.296 \sin^2 \varphi) \quad Ek. 23$$

$$h^{ZT} = h^{MT} = h^{TF} + h(0.099 - 0.296 \sin^2 \theta) \quad Ek. 24$$

$$H^{ZT} = H^{TF} - (1 - \gamma)(0.099 - 0.296 \sin^2 \varphi) \quad Ek. 25$$

$$H^{MT} = H^{TF} + \gamma(0.099 - 0.296 \sin^2 \varphi) \quad Ek. 26$$

$$H^{ZT} = H^{MT} - (0.099 - 0.296 \sin^2 \varphi) \quad Ek. 27$$

Me $k = 0.3$, $h = 0.62$, dhe $\gamma = 0.68$. Në ekuacionet e mësipërme, MT, ZT dhe TF praqesin sistemet tide, $\theta = 90^\circ - \varphi$ dhe $\delta = 0.296 \sin^2 \theta$.

Për transformimin nga modeli ZT në modelin TF për GGM-të, i referohet $\bar{C}_{2,0}$ e cila mund të shprehet si:

$$\bar{C}_{2,0}^{MT} - \bar{C}_{2,0}^{ZT} = 1 \times \frac{(-0.198m)r^3g}{a^2GM\sqrt{5}}, \quad Ek. 28$$

$$\bar{C}_{2,0}^{MT} - \bar{C}_{2,0}^{TF} = (1 + 0.3) \times \frac{(-0.198m)r^3g}{a^2GM\sqrt{5}} \quad Ek. 29$$

$$\bar{C}_{2,0}^{ZT} - \bar{C}_{2,0}^{TF} = 0.3 \times \frac{(-0.198m)r^3g}{a^2GM\sqrt{5}} \quad Ek. 30$$

4.2. Koncepti RCR dhe kontributet me gjatësi vale të gjatë dhe të shkurtër

Të dhënat e gravitetit të sapomarra dhe historike në territorin e Shqipërisë përbëhen nga 634 pika të reja të matura gjatë fazës së katërt të projektit (ngjyra lejla në **Error! Reference source not found.**), 300 pika të rendit të dytë të matura vitin e kaluar (pikat jeshile) dhe 264 pika (ngjyra e kuqe dhe e zezë) të matura në vitin 2018 gjatë realizimit të rrjetit gravimetrik të rendit të parë (të zeza) dhe të rendit të dytë dhe të tretë (të kuqet) [18].

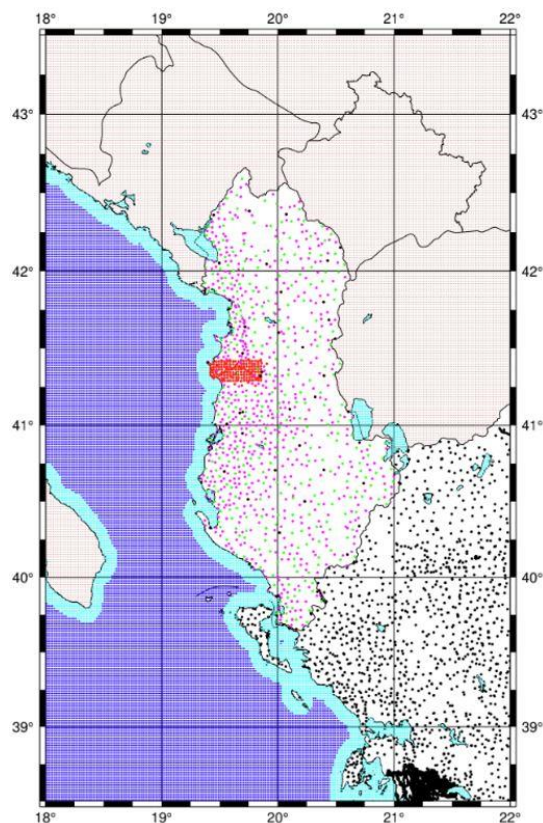


Figura 50 - Të dhënat e mbledhura të gravitetit tokësor dhe detar për përcaktimin e gjeoidit gravimetrik të Shqipërisë.

Modeli i gjeoidit është bazuar në metodën e njohur si RCR (Sansò dhe Sideris, 2013). Duke pasur parasysh disponueshmërinë e të dhënave të lidhura me fushën e gravitetit, si dhe të dhënat historike mbi zonat tokësore dhe detare, metoda bazohet në heqjen e gjatësive të valëve të gjata dhe të shkurtra nga burimet e të dhënave hyrëse.

EIGEN6c4 përdor teknikën sipas hapësirës, e cila është një procedurë e renditjes me shumë hapa, që përfshin të dhënat GOCE si dhe matjet tokësore për gjatësitë e valëve më të shkurtra.

XGM2019e përfshin si burime të dhënash modelin satelitor GOCO06s në zonën me gjatësi vale më të madhe të kombinuar me matje tokësore për gjatësi vale më të shkurtra. Anomalitë e reduktuara të gravitetit mund të llogariten si:

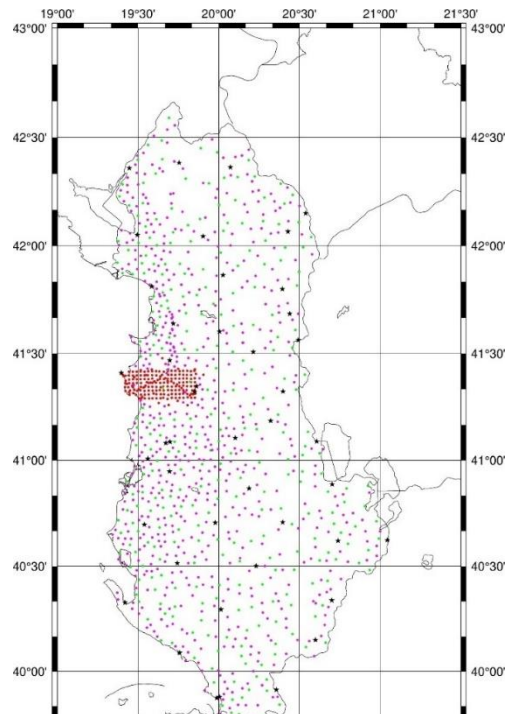


Figura 51 - Të dhënat tokësore të gravitetit në Shqipëri. 634 pika të reja të matura gjatë fazës së katërt të projektit (ngjyrë lejla), 300 pika të rendit të dytë (ngjyrë jeshile), 42 pika të rendit të parë (yll i zi), 179 pikë të matura grate realizimit të rrjetit gravimetrik të rendit të parë.

$$\Delta g_{red} = \Delta g_f - \Delta g^{GGM} \quad Ek. 31$$

Ku

$$\Delta g^{GGM} = \frac{GM}{r^2} \sum_{n=2}^{n_{max}} \left(\frac{a}{r}\right)^n (n-1) \sum_{m=0}^n (\bar{C}_{nm}^* \cos m \lambda + \bar{S}_{nm} \sin m \lambda) \bar{P}_{nm}(\cos \theta) \quad Ek. 32$$

a - është gjysmë boshti kryesor i elipsoidit të referencës,

M - tregon masën e tokës,

G - është konstantja e gravitetit,

$\bar{P}_{nm}(\cos \theta)$ - janë funksionet e pëgjithësuar të Legendre dhe

$\bar{C}_{nm}^*, \bar{S}_{nm}$ - koeficientët e normalizuar të harmonikave sferike të potencialit disturbues. Sipas [41] dhe [42] modelet mund të përdoren ose në shkallën e tyre të plotë harmonike të zgjerimit ose të kufizuara në një shkallë të caktuar.

Tabela 33 - Statistikat e anomalive origjinale të gravitetit, kontributi i EIGEN 6C4 dhe XGM2019, efektet RTM për shkallë të ndryshme dhe rivendosja e efekteve në gjeoid. Njësitë: [mGal].

		max	min	mean	rms	std
Local data 1155 pts.	Δg_f	107.766	-114.277	-40.874	62.973	47.905
	$\Delta g_{EIGEN6C4} _{n=2}^{1000}$	99.783	-90.483	-22.81	52.504	47.29
	$\Delta g_{EIGEN6C4} _{n=2}^{2190}$	136.191	-97.687	-25.853	54.995	48.539
	$\Delta g_{XGM2019e} _{n=2}^{2190}$	119.938	-92.629	-28.241	57.888	50.532
	$\Delta g_{rtm} _{n=1000}^{2190}$	64.575	-81.398	-4.005	20.115	19.712
	$\Delta g_{rtm} _{n=2191}^{90000}$	63.692	-146.867	-10.836	26.297	23.961
Greek data 2246 pts.	Δg_f	175.679	-137.985	-41.964	71.827	58.293
	$\Delta g_{EIGEN6C4} _{n=2}^{1000}$	131.286	-104.807	-32.89	65.098	56.178
	$\Delta g_{EIGEN6C4} _{n=2}^{2190}$	171.964	-137.205	32.967	59.045	48.984
	$\Delta g_{XGM2019e} _{n=2}^{2190}$	169.812	-126.252	-33.092	67.433	58.755
	$\Delta g_{rtm} _{n=1000}^{2190}$	46.105	-78.556	-8.298	16.208	13.923
	$\Delta g_{rtm} _{n=2191}^{90000}$	52.443	-80.777	-9.178	19.999	17.769
EGM2008 fill in 25013 pts.	Δg_f	259.746	-85.532	50.771	67.605	44.64
	$\Delta g_{EIGEN6C4} _{n=2}^{1000}$	178.54	-100.191	50.894	61.79	35.039
	$\Delta g_{EIGEN6C4} _{n=2}^{2190}$	258.469	-90.511	51.416	68.492	45.249
	$\Delta g_{XGM2019e} _{n=2}^{2190}$	226.589	-89.31	51.079	66.097	41.95
	$\Delta g_{rtm} _{n=1000}^{2190}$	72.239	-106.901	-0.345	19.825	19.822
	$\Delta g_{rtm} _{n=2191}^{90000}$	23.176	-63.144	-2.35	8.25	8.578
Marine gravity 24694 pts.	Δg_f	144.91	-222.42	-38.364	85.146	76.014
	$\Delta g_{EIGEN6C4} _{n=2}^{1000}$	110.55	-188.54	-41.654	58.44	40.99
	$\Delta g_{EIGEN6C4} _{n=2}^{2190}$	138.344	-177.231	-42.786	58.84	40.392
	$\Delta g_{XGM2019e} _{n=2}^{2190}$	114.333	-185.24	-42.615	59.067	40.9
	$\Delta g_{rtm} _{n=1000}^{2190}$	55.758	-71.538	-0.498	12.782	12.772
	$\Delta g_{rtm} _{n=2191}^{90000}$	34.032	-42.853	-0.277	3.407	8.5772

Nga eksperimentet e kryera nga [41] dhe [42] u provua se EIGEN6c4 ofron rezultate optimale kur kufizohet në një $n_{max} = 1000$ dhe më pas shoqërohet me efekte të modelit të terrenit të mbetur (RTM) të rendit më të lartë, ndërsa XGM2019e është optimale kur përdoret në d/o të plotë të zbërthimit me $n_{max} = 2190$.

$$\Delta g_{red1} = \Delta g_f - \Delta g_{EIGEN6c4}|_{n=2}^{1000} \quad Ek. 33$$

$$\Delta g_{red2} = \Delta g_f - \Delta g_{EIGEN6c4}|_{n=2}^{2190} \quad Ek. 34$$

$$\Delta g_{red3} = \Delta g_f - \Delta g_{XGM2019e}|_{n=2}^{2190} \quad Ek. 35$$

Brenda RCR, frekuencat më të larta që duhen hequr i referohen efekteve të topografisë/batimetrisë së zonës në studim, të përfaqësuara nga një model me rezolucion të lartë të topografisë dhe batimetrisë dixhitale. Qëllimi i hapt të fshirjes, në mënyrë që të mund të kryhet parashikimi, është të gjenerojë atë që quhet “fusha e anomalisë” së gravitetit të mbetur (Δg_{res}). Duke qenë se fusha e anomalisë së gravitetit të mbetur ka karakteristikat e një sinjali të rastësishëm, në parim gabimet e tij janë të rastësishme dhe jo sistematike, kështu që mesatarja e saj është zero ose afër zeros, dhe parashikimi mund të kryhet me një vlerësues optimal.

Ndër metodat e disponueshme të reduktimit topografik, p.sh. Bouguer, korrigjimi i terrenit, izostatik, etj., ai që përdoret është korrigjimi i “Modelit të Terrenit të Mbetur” (RTM), pasi siguron anomali mbetëse të qeta të gravitetit. Për më tepër, një avantazh tjetër i reduktimit të RTM është se sasia që do të rivendoset, në hapin e rivendosjes në lartësitë e gjeoidit, është shumë e vogël në krahasim me efektin indirekt në gjeoid nga metoda të tjera (p.sh. Helmert) dhe nuk është e nevojshme të ketë kompensimin izostatik [49], [50], [51].

Në këtë studim reduktimi i RTM për anomali të gravitetit është vlerësuar duke ndjekur dy teknika.

- E para bazohet në skemën klasike të përshkruar nga [49], ku vlerësohet kontributi i topografisë i përfaqësuar nga një DTM me rezolucion të lartë në lidhje me një sipërfaqe të lëmuar, por në lartësi të ndryshme [50], [43]. Për RTM-në klasike, gjenerohet një model i kombinuar DTM, bazuar në atë të ofruar nga ASIG për të gjithë territorin shqipëtar dhe SRTM 3 arcsec për zonën përreth. Vlerësimi i këtij hapi kryhet brenda paketës së përpunimit të fushës së gravitetit GravSoft [51].
- Teknika e dytë zbaton zgjidhjen e problemit të filtrit spektral të korrigjimit të terrenit të mbetur (RTC) [52] duke përdorur një kombinim të një zbërthimi harmonik sferik të potencialit të Tokës nga [53], dhe Efektet RTC me rezolucion tepër të lartë nga një model i parallogaritur global [54].

Në tekniken klasike RTM, efektet RTM ndaj gravitetit llogariten si:

$$\delta g_{RTM}^c = 2\pi G\rho(H - H_{ref}) - G\rho \iint_E \int_{z'=H}^{z'=H(x',y')} \frac{[H - H'(x',y')]}{l^3(x,y,H,x',y',H')} dx' dy' dz' \quad Ek. 36$$

Ku

H_{ref} - lartësia e përdorur e sipërfaqes referencë,

H - lartësia e masave topografike sipas rezolucionit të imët DTBM,

E - tregon zonën e integrit,

$H(x', y')$ - është lartësia e pikës së drejtimit,

ρ - densiteti mesatar i shtresës së sipërme të tokës, dhe

$l(x, x', H, y, y', H')$ - distanca midis pikës së llogaritjes (x, y, H) dhe pikës së drejtimit (x', y', H')

Në teknikën spektrale për vlerësimin e efekteve të RTM në gravitet, kontributi vlerësohet si:

$$\delta g_{RTM}^{S1} = \delta g_{RTM}|_{n=n_{max}+1}^{2190} + \delta g_{rtm}|_{n=2191}^{90000} \quad Ek. 37$$

ku, $\delta g_{RTM}|_{n=n_{max}+1}^{2190}$ janë efektet RTM nga zbërthimi i harmonikëve sferike të potencialit topografik nga modeli dv_ell2190 (Rexer et al., 2018) në d/o 2190 dhe

$\delta g_{rtm}|_{n=2191}^{90000}$ janë efektet RTM me rezolucion ultra të lartë nga modeli ERTM2160 [54]. Vini re se në rastin e EIGEN6C4 dhe XGM2019e që të verësohen GGM-të në d/o 2190, është i nevojshëm vetëm termi i dytë në Eq. 7 , prandaj RTM spektrale në atë rast do të vlerësohet si:

4.2.1. Reduktimet e të dhënave për gjatësitë e valëve të mesme dhe te gjata të spektrit

Anomalitë e reduktuara të gravitetit të ajrit të lirë në EIGEN6c4 d/o 1000, EIGEN6c4 d/o 2190 dhe XGM2019e d/o 2190 janë llogaritur me statistikat e raportuara më poshtë në tabelë, ku do të shikoni të gjitha modelet arritën të zvogëlojnë std-në e anomalive të gravitetit nga 63.791 mGal në 21.953 mGal për EIGEN6c4 në d/o 1000, 6.871 mGal për EIGEN6c4 në d/o 2190, dhe 9.467 mGal për XGM2019e në d/o 2190. Siç pritej, duke pasur parasysh zgjerimin e kufizuar të EIGEN6c4 në d/o 1000, të dhënat statistikore të fushës së reduktuar nuk janë aq të lëmuara se sa kur reduktohet në një d/o më të lartë (2190), gjë që është gjithashtu e dukshme në fushat e reduktuara [41], [42], [55], [56]. Kontributet me gjatësi vale të gjatë dhe të mesme të GGM-ve arrijnë të zgjidhin shumicën e karakteristikave të fushës së gravitetit në zonë, me disa veçori më të përafërta me gjatësi vale të shkurtra që janë të pranishme në zonat malore të Shqipërisë.

Reduktimi i variancës është i rëndësishëm, duke shkuar nga 4167.89 mGal² në vetëm 437.35 mGal² për EIGEN6c4 në d/o 1000, 41.94 mGal² për EIGEN6c4 në d/o 2190, dhe 81.57 mGal² për XGM2019e në d/o 2190. E njëjta gjë vlen edhe për PSDs, ku gjatësitë e valëve të gjata të spektrit të fushës së gravitetit në brezin e poshtëm të frekuencave (10^{-5} to 8×10^{-3}) janë modeluar plotësisht si pjesë e frekuencave më të larta deri në rreth 10^{-2} Hz. Duke pasur parasysh shtrirjen hapësinore të zonës, kjo e fundit korrespondon me një gjatësi vale prej ~4.4 km kështu që pjesa tjetër e fuqisë së sinjalit i referohet frekuencave më të larta që do të përshkruhen nga efektet topografike. Siç pritet, EIGEN6c4 në d/o 1000 ka fuqi më të lartë ndaj frekuencave më të larta pasi GGM përfaqëson shkallët hapësinore në ~18 km, në krahasim me ~8 km për d/o 2190. Ndër dy vlerësimet e GGM për d/o 2190, EIGEN6c4 ofron vlera të reduktuara më të buta në krahasim me XGM2019e, me std që është më i vogël me 2.6 mGal, dhe diapazon me 21.41 mGal, duke treguar se në këtë vlerësim të parë, EIGEN6c4 mund të jetë zgjidhja e preferuar për t'u përdorur si fushë referimi. E njëjta gjë vlen edhe për variancën e llogaritur në funksionet empirike të kovariancës, me EIGEN6c4 që ka një

variancë më të vogël se by $\sim 39.63 \text{ mGal}^2$ ndërsa gjatësia e korelacionit të tij është 3.91km dhe ajo e XGM2019e 7.43 km.

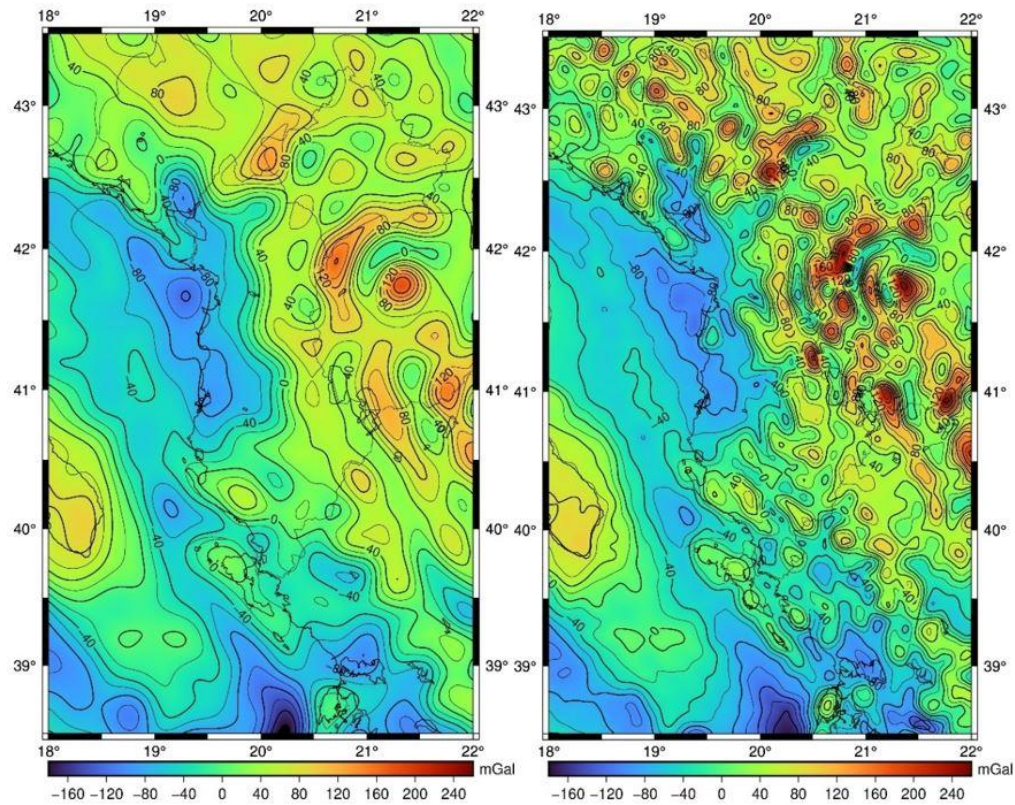


Figura 52 - Kontributi EIGEN6c4 në anomalitë e gravitetit në d/o 1000 (majtas), 2190 (djathtas).

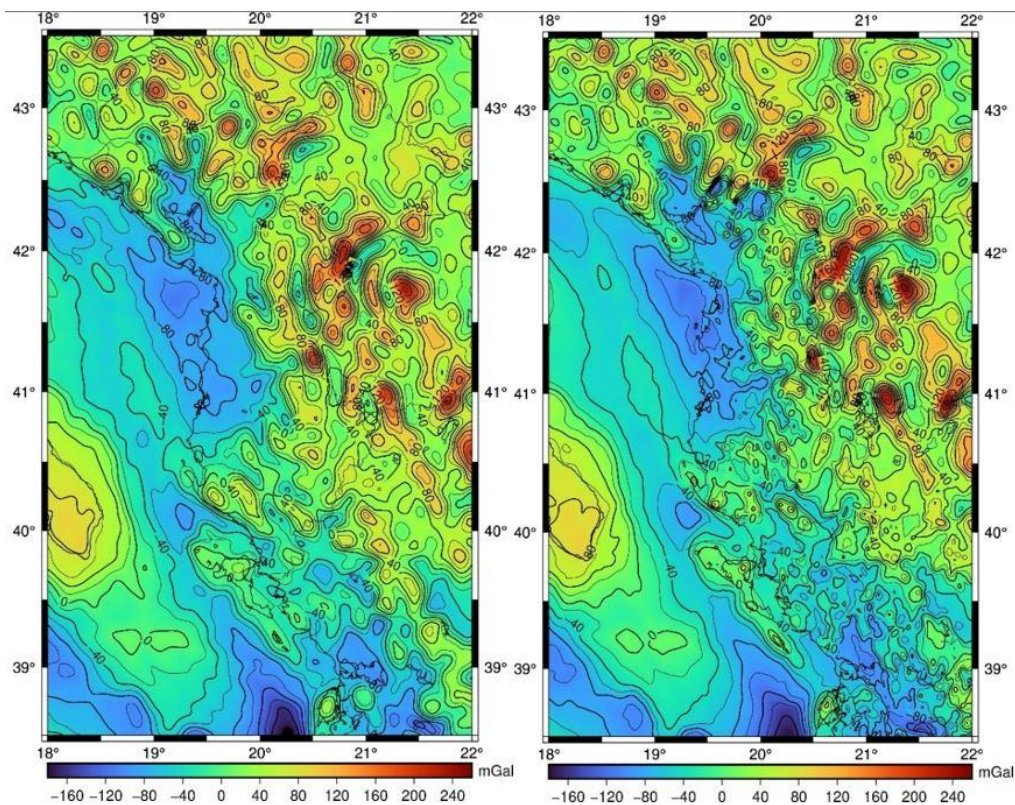


Figura 53 - XGM2019e në 2190 (majtas) dhe të dhënat e gravitetit (djathtas) për Shqipërinë.

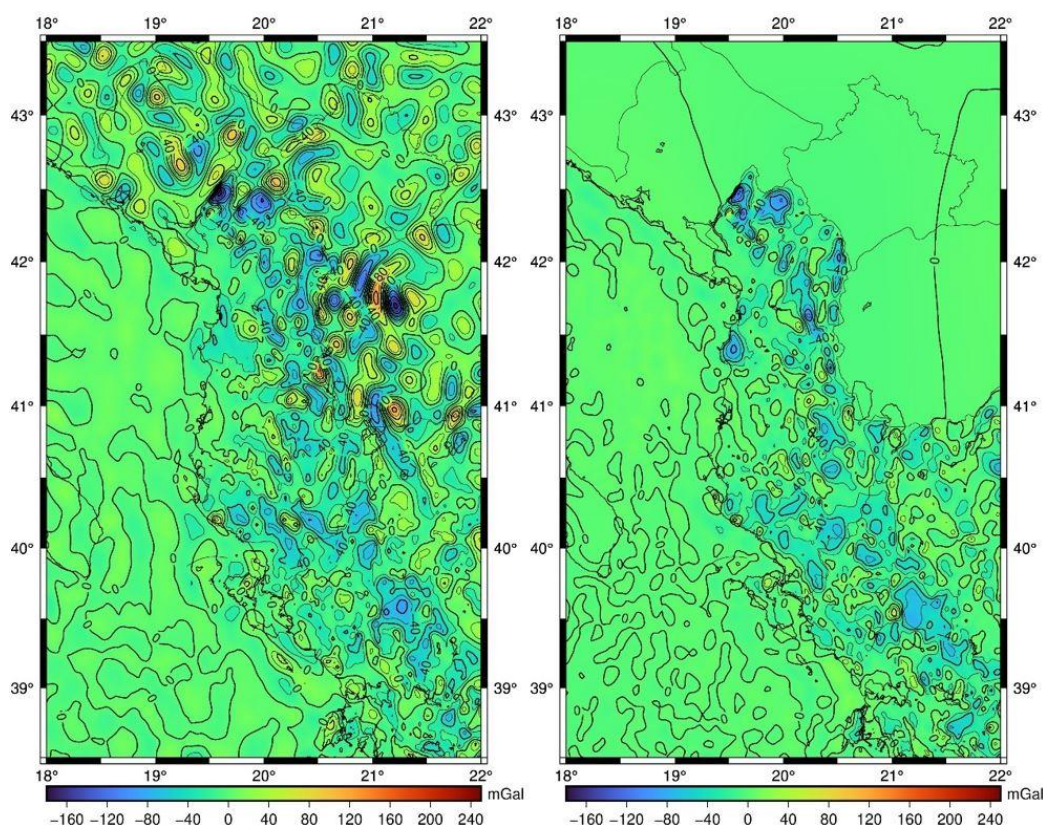


Figura 54 - Të dhënat e anomalisë së gravitetit të reduktuar në EIGEN6c4 d/o 1000 (majtas), EIGEN6c4 d/o 2190 (djathtas).

Tabela 34 - Statistikat e anomalive origjinale të gravitetit, kontributi EIGEN6C4 dhe XGM2019, efektet RTM për shkallë të ndryshme dhe anomalitë e gravitetit të reduktuar dhe të mbetur.
Njësitë: [mGal]

	max	min	mean	rms	std
Δg	259.746	-181.654	0.727	63.796	63.791
$\Delta g_{EIGEN6c4}^{1000}_{n=2}$	178.54	-188.54	2.139	60.185	60.147
Δg_{red1}	131.552	-166.805	-1.413	21.998	21.953
$\Delta g_{EIGEN6c4}^{2190}_{n=2}$	258.469	-177.231	1.759	63.967	63.943
Δg_{red2}	78.331	-114.102	-1.032	6.948	6.871
$\Delta g_{XGM2019e}^{2190}_{n=2}$	226.589	-185.24	1.659	62.828	62.806
Δg_{red3}	75.675	-138.164	-0.932	9.971	9.467
$\delta g_{rtm}^{2190}_{n=1001}$	64.575	-86.888	-0.639	7.561	7.533
$\delta g_{rtm}^{90000}_{n=2191}$	86.74	-146.867	-3.767	18.286	18.049
δg_{RTM}^{C1}	92.326	-116.736	-3.781	22.322	21.999
δg_{RTM}^{C2}	61.732	-134.764	-3.113	18.195	17.927

4.2.2. Reduktimet e të dhënave për gjatësitë e valëve të shkurtra të spektrit

Për llogaritjen e mbetjeve të përshkruara në ekuacionet e mësipërme, fushat tashmë të reduktuara trajtohen për kontributin e topografisë, në mënyrë që në thelb efektet RTM që korrespondojnë me shkallët 1001-90000 të hiqen nga sinjali i reduktuar në lidhje me

EIGEN6c4 në d/o 1000 dhe efektet RTM që korrespondojnë me shkallët 2191-90000 të hiqen nga sinjalet e reduktuara në lidhje me EIGEN6c4 dhe XGM2019e në d/o 2190. Siç është përmendur tashmë, të dyja teknikat klasike dhe spektrale janë marrë në konsideratë për vlerësimin e efekteve RTM, me statistikat e tyre të raportuara, dhe efektet e paraqitura [49], [54], [52], [53].

Është mjaft e qartë se të dyja teknikat klasike dhe spektrale RTM, përfaqësojnë gjatësi vale më të mëdha kur vlerësohen nga d/o 1001 δg_{RTM}^{C1} dhe $s \delta g_{rtm}|_{n=1001}^{2190}$, gjë që mund të shihet edhe nga std. më e madhe e efekteve RTM.

Efektet topografike të shkallës ultra të lartë të përfaqësuara nga δg_{RTM}^{C2} për klasiken dhe $\delta g_{rtm}|_{n=2191}^{90000}$ kanë një fuqi sinjali shumë më të vogël dhe, duke paraqitur pak a shumë të njëjtat karakteristika, dhe modelojnë efektet topografike të zonave të larta malore në pjesën lindore të vendit. Si rezultat, në ato rajone teknikat klasike janë zëvendësuar nga ato spektrale.

Statistikat e të gjashtë grupeve të anomalive të gravitetit të mbetur janë përmbledhur në tabelën e mëposhtme, ku shihet se të gjitha kanë një performancë të krahasueshme, p.sh., devijimi standart i mbetur është më i ulët në krahasim me fushat e reduktuara. Për EIGEN6c4 në d/o 2190, fushat e reduktuara kanë një mesatare prej -1.032mGal dhe devijim standart 6.871 mGal, të cilat për mbetjet me metodën klasike RTM janë reduktuar në -0.113 mGal dhe 5.745 mGal, ndërkohë që metoda spektrale RTM ofron një devijim standart prej 0.732 mGal por një vlerë mesatare më të lartë 0.061 mGal. Statistikat më lart tregojnë që karakteristikat statistikore të mbetjeve EIGEN6c4 janë më të mira me RTM spektrale, me metodën e dytë që është më e avancuar.

Për XGM2019e, rezultatet janë më të ulëta, me mesataren e fushës së reduktuar me 0.92 mGal dhe 0.89 mGal dhe me devijim standart 0.09 mGal dhe 0.87 mGal për fushat e mbetura të RTM klasike dhe spektrale. Duke krahasuar të dyja fushat, ajo e referuar në XGM2019e ofron një vlerë më të lartë të devijimit standart ~3.6 mGal. Midis matjeve të RTM klasike dhe spektrale, ato me metoden spektrale, si për EIGEN6c4 ashtu dhe për XGM2019e arrijnë të ofrojnë, edhe në nivelin nën mGal, vlera mesatare dhe std më të vogla, krahasuar me teknikën klasike RTM.

Fushat e mbetura janë praktikisht të njëjta dhe kanë vlera mesatare të cilat janë shumë afër dhe nën nivelin mGal, që nënkupton se fushat e mbetura janë të paanshme. Në rastin e gravitetit të reduktuar në EIGEN6c4 në d/o 1000, mesatarja dhe std nuk zvogëlohen ndjeshëm për të dy teknikat RTM, të paktën në krahasim me mbetjet kur përdoren GGM-të në rezolucionin e tyre të plotë. Ndërsa teknika spektrale e redukton std-në me 5.67mGal, ajo klasike e redukton std-në vetëm me 0.8 mGal.

Tabela 35 - Statistikat e anomalive të gravitetit të mbetur me skemat e ndryshme të reduktimit.
Njësitë: [mGal]

		max	min	mean	rms	std
EIGEN6c4 d/o 1000	Δg_{res11}	131.55	-166.81	-0.32	21.16	21.16
	Δg_{res12}	130.98	-110.19	1.743	16.02	15.92
EIGEN6c4 d/o 2190 EIGEN6c4 d/o 2190	Δg_{res21}	78.101	-83.884	-0.11	5.746	5.745
	Δg_{res22}	80.58	-84.407	-0.17	5.016	5.013
XGM2019e d/o 2190	Δg_{res31}	77.04	-67.559	-0.01	9.378	9.378
	Δg_{res32}	66.511	-67.559	-0.04	8.597	8.597

Për sa i përket fushave të mbetura, janë vlerësuar dhe përshkruar funksionet empirike të kovariancës së të gjashtë fushave të mbetura. Fakti që RTM klasike nuk arrin të zvogëlojë të dhënat, siç bën ai spektral, i atribuohet kufizimeve të DTM/DBM dhe vetë metodës duke pasur parasysh një zgjerim të lartë d/o të GGM.

Përfundimet e sipërpërmendura bazohen në statistikat e fushave të mbetura dhe konfirmohen edhe nga funksionet e kovariancës, me mbetjet EIGEN6c4 që ofrojnë variancat më të vogla, 18.64 mGal² dhe 27.32 mGal² për RTM spektrale dhe klasike, krahasuar me ato për XGM2019e, me nivele të vlerave 67.64 mGal² dhe 77.19 mGal² për RTM spektrale dhe klasike, respektivisht. Këto rezultate konfirmohen kur vlerësohet fuqia e sinjalit të mbetur në terma të sinjalit PSD, shih **Error! Reference source not found.**, ku mbetjet me metodën klasike RTM dhe EIGENc4 si referencë sigurojnë fuqinë më të vogël të sinjalit.

Gjatësitë e korrelacionit të funksioneve empirike të kovariancës janë 7.51 km (EIGEN6c4 në d/o 2190 dhe RTM klasike), 8.82 km (EIGEN6c4 në d/o 2190 dhe RTM spektale), 7.52 km (XGM2019e në d/o 2190 dhe RTM klasike), 7.69 km (XGM2019e në d/o 2190 dhe RTM spektrale), 6.41 km (EIGEN6c4 në d/o 1000 dhe RTM klasike), dhe 3.98 km (EIGEN6c4 në d/o 1000 dhe RTM spektrale).

Midis modelit me variancë më të vogël, mbetjet ndaj EIGEN6c4 me teknikën spektrale RTM kanë devijim standart më të vogël, krahasuar me ato me teknikën klasike, dhe mesatare më të lartë 0.04 mGal e cila është statistikisht e parëndësishme. Prandaj, këto dy grupe të dhënash do të jenë ato që përdoren si referencë për verifikimin e modelimit të gjeoidit dhe në veçanti në vlerësimin e shkallëve të ndërprerjes për zvogëlimin e bërthamës së Stokes në modifikimin Wong-Gore [52], [53], [41].

4.3. Llogaritja e Gjeoidit

Bazuar në mbetjet të përcaktuara në këtë mënyrë, janë vlerësuar modelet e ndryshme gjeoidale duke përdorur si referencë së bashku me teknikat klasike dhe spektrale të RTM, EIGEN6c4 deri në d/o 1000 dhe 2190 dhe XGM2019e [57] [39], [58]. Ndër metodologjitë e ndryshme për përcaktimin e gjeoideve në territorin shqiptar, do të përdoren dy metoda:

- Kolokimi i katrorëve më të vegjël (LSC).
- transformimi i shpejtë i Furierit (FFT).

Kjo bëhet për hir të tepricës dhe ndër-validimit (cross-validation) midis dy metodave. Hapi i llogaritjes i referohet vlerësimit të lartësive të mbetura në dispozicion të gjeoidit (N^{res}) nga Δg^{res} , në mënyrë që përcaktimi i gjeoidit përfundimtar të mund të kryhet gjatë hapit të rivendosjes. Kjo e fundit i referohet korigjimeve të sinjaleve të hequra, d.m.th., kontributit të GGM-së në lartësitë gjeoidale dhe atë të topografisë [59], [58], [39].

Modeli përfundimtar i gjeoidit, si me LSC ashtu dhe FFT, është përcaktuar në një rrjet të rregullt 1 armin $\times$ 1 armin në një zonë më të gjerë rreth Shqipërisë. Parashikimi me LSC u krye sipas: (Tscherning 2013):

$$\hat{N}_{res\ LSC} = C_{sN}^T (C_{ss} + C_{vv})^{-1} y \quad Ek. 38$$

Ku, y është vektori i vrojttimeve Δg^{res} , C_{ss} është matrica e kovariancës së vrojttimeve, C_{sN} është matrica e kros-variancës e llogaritur nga vrojtmet Δg^{res} me ato të parashikuara

N^{res} and C_{vv} përshkruan zhurmën e vrojtuar Δg . Sic është përmendur, LSC mundëson përcaktimin e matricës së kovariancës të gabimeve sipas:

$$C_e = (C_{NN} - C_{SN}^T (C_{SS} + C_{vv})^{-1} C_{SN}) \quad Ek. 39$$

Ku matrica C_{NN} është llogaritur nga parashikimet e kovariancave të N. Për të vlerësuar matricat e nevojshme të kovariancës dhe ndër-kovariancës, u përcaktua një model analitik i funksionit të kovariancës, i cili përshkruan karakteristikat statistikore të fushës së gravitetit në zonë. Është përdorur modeli i Tscherning dhe Rapp (1974), i cili për potencialin shqetësues T, jepet si [18], [5]:

$$C_{TT}(P, Q) = \left(\frac{GM}{R}\right)^2 \sum_{n=0}^{n_{max}} c_n(T) \left(\frac{R^2}{r_Q r_P}\right)^{n+1} P_n(\cos \psi_{PQ}) \\ + \left(\frac{GM}{R}\right)^2 \sum_{n=n_{max}}^{\infty} \sigma_n(T) \left(\frac{R_B^2}{r_Q r_P}\right)^{n+1} P_n(\cos \psi_{PQ}) \quad Ek. 40$$

ku G është konstantja gravitacionale, M është masa e Tokës, $c_n(T)$ janë varancat deri në shkallën e plotë të fuqisë, R_B është rrezja e sferës, P_n janë polinomet e anormalizuar Legendre, $\sigma_n(T)$ variancat shkallë të cilat përftohen nga zbërthimi nga shkalla më e madhe deri në pafundësi.

Për zonën në studim, janë përshkruar tashmë nga të dhënat e disponueshme të gravitetit karakteristikat statistikore të fushës, duke përcaktuar funksionin e tyre empirik të kovariancës të fushës së anomalisë së gravitetit të mbetur si dhe një model analitik. Karakteristikat statistikore të rrjedhura të anomalive të gravitetit përdoren më pas për të mbushur plotësisht matricat e nevojshme auto - kovariancë dhe ndër-kovariancë të nevojshme për vlerësimin e gjeoidit, në mënyrë që të mund të përcaktohen lartësitë e mbetura të gjeoidit (N^{res}) për zonën më të gjerë rreth territorit të Shqipërisë. Së fundi, kontributi i topografisë në lartësitë e gjeoideve përmes reduktimit të RTM (N^{RTM}), si ai klasik ashtu edhe spektral, dhe ai i GGM-ve (N^{GGM}) EIGEN6c4 dhe XGM2019e u përdor për të përcaktuar gjeoidin përfundimtar si [55], [56], [41]:

$$N^{LSC} = N^{res LSC} + N^{GGM} + N^{RTM} \quad Ek. 41$$

Kur për përcaktimin e lartësive të mbetura të gjeoidit do të përdoret FFT, atëherë do të përdoret ose FFT 1D/2D [58], [39] me modifikimin Wong-Gore për bërthamën e Stokes [59], pas aplikimit të mbushjes 100% zero në të gjitha drejtimet. Në atë rast, lartësitë e mbetura të gjeoidit vlerësohen nga anomali të gravitetit të mbetur në dispozicion si:

$$N_{res}(\phi_l, \lambda_k) = \frac{R}{4\pi\gamma} \sum_{j=0}^{N-1} [\sum_{i=0}^{M-1} \Delta g_{res}(\phi_j, \lambda_i) \cos \phi_j S^L(\phi_l, \phi_j, \lambda_k - \lambda_i) \Delta \lambda] \Delta \phi \quad Ek. 42$$

ku, S^L është banda e kufizuar e bërthamës Stokes, deri në maksimumin e zbërthimit të GGM, N dhe M përcaktojnë numrin e paraleleve dhe meridianëve (rreshtat dhe kolonat e gridit mbetës gravimetrik) me distance $\Delta \phi$ dhe $\Delta \lambda$.

$$S^L(\psi) = S(\psi) - \sum_{n=2}^L \frac{2n+1}{n-1} P_n(\cos \psi) \quad Ek. 43$$

përfundimisht do kemi:

$$N_{res\,FFT}(\phi_l, \lambda_k) = \frac{R}{4\pi\gamma} F_1^{-1} \left\{ \sum_{j=0}^{N-1} \left[\sum_{i=0}^{M-1} F_1 \left\{ \Delta g_{res}(\phi_j, \lambda_i) \cos \phi_j \right\} F_1 \left\{ S^L(\phi_l, \phi_j, \lambda_k - \lambda_i) \right\} \right] \right\} \quad Ek. 44$$

Së fundi, sipas metodës FFT, Gjeoidi është percaktuar si:

$$N^{FFT} = N^{res\,FFT} + N^{GGM} + N^{RTM} \quad Ek. 45$$

Në të gjitha rastet, validimi i modeleve gjeoidale kryhet kundrejt të dhënave prej 225 BM GNSS/Nivelimi të ofruara (113 nga fushatat e kaluara dhe 63 të sapo bëra që vijnë nga sistemi klasik i ALB86) dhe nga 50 Benchmark-at e nivelimit preçis të linjave Durrës – Tiranë dhe Vorë – Shëngjin, në të cilën jepen lartësi elipsoidale dhe ortometrike. Siç përmendet në raportin mbi të dhënat e rrjetit gjeodezik shtetëror, lartësitë gjeometrike të këtyre 113 BM u përcaktuan në kuadër të vlerësimit të parametrave të transformimit nga ALB86/87 në ERTS/ETRF2000. Lartësitë e nivelimit korrespondojnë me lartësitë ortometrike ALB86 por nuk ofrohet saktësia e tyre.

4.3.1. 2D-FFT me modifikim Wong-Gore të bërthamës së Stokes

Grupi i parë i testeve për përcaktimin e gjeoidit është kryer duke bërë një vlerësim 2D-FFT të funksionit kernel të Stokes me një modifikim Wong-Gore. Bazuar në rezultatet e analizës statistikore, përdoren si referencë për hetimet e modelimit gjeoid mbetjet në EIGEN6c4 me tekniken klasike RTF dhe me RTM spektrale, me mesataren më të vogël [55], [56], [41].

Për të gjitha metodat FFT, duhet të gridohen fushat e vlerave të disponueshme të gravitetit të mbetur, prandaj është përpiluar një rrjet i përbashkët 1'×1' , në të cilin janë griduar gjashtë fushat e mbetura. Gridimi është kryer në secilin rast me kriging, duke përdorur variancat individuale dhe gjatësitë e korrelacionit të funksioneve të kovariancës empirike të përshkruara më parë, duke pasur parasysh ngjashmëritë e tij me LSC.

Siç pritej, duke pasur parasysh std-në dhe variancën më të vogël, gabimet më të vogla të parashikimit u gjetën për EIGEN6c4 deri në d/o 2190, me RTM klasike dhe spektrale që performojnë po aq mirë.

Tabela 36 - Gabimet e parashikuara nga gridimi me kriging për EIGEN6c4 në d/o 2190, me RTM klasike dhe spektrale.

Gridding errors	max	min	mean	rms	std
EIGEN2190 RF	5.64 mGal	1.11 mGal	2.84 mGal	2.99 mGal	0.94 mGal
EIGEN2190 HK	4.64 mGal	0.82 mGal	2.07 mGal	2.2 mGal	0.74 mGal

Siç është përmendur tashmë, modelet gjeoidale të përcaktuara do të vlerësohen kundrejt grupit të 225 BM-ve GNSS/Levelling, prandaj së pari u hetua një vlerësim i shkallëve optimale të prerjes së bërthamës Wong-Gore. Kjo u krye duke vlerësuar shkallë të ndryshme harmonike për zvogëlimin, me ndryshimet në të dhënat GNSS/Nivelim. Nga statistikat e mëposhtme është e qartë se zvogëlimi midis shkallëve 60 dhe 140 është i krahasueshëm dhe ndryshimet janë shumë të vogla. Duke pasur parasysh përmirësimin e std-ve në mm, zgjidhja më e mirë është në brezin 80-100 për të dy zgjidhjet. Nga kjo tabelë është gjithashtu evidente se zgjidhjet janë pothuajse të paanshme, pasi

ndryshimet në të dhënat GNSS/Niveliim janë brenda nivelit të disa cm (ndryshimet formohen në të gjitha rastet si $N^{GNSS/Lev} - N^{grav}$).

Zgjidhja EIGEN6c4 d/o 2190, kur kombinohet me vlerësimin e efekteve RTM duke përdorur qasjen spektrale, arrin një devijim standard prej **15,7 cm** dhe një vlerë mesatare prej **-1,5 cm**. Nga ana tjetër, zgjidhja EIGEN6c4 d/o 2190 që përfshin efektet klasike RTM ofron një devijim standard pak më të mirë prej **15,5 cm**, me një vlerë mesatare prej saktësisht **-2,0 cm**. Në tabele janë paraqitur të dhënat e diferencave absolute të lartësisë midis modeleve të ndryshme gjeoidale gravimetrike 2D-FFT Wong Gore me efektet spektrale RTM dhe pikat përgjatë diferencave të nivelimit të saktë, modelet gjeoidale shfaqin qëndrueshmëri të fortë me lartësitë e matura ortometrike dhe elipsoidale më pak se 4 cm (në vlerës absolute), me shtrirjen më të mirë të vërejtur në modelet me shkallë që variojnë nga 80 në 110, ku vlera mesatare është afërsisht **-2.4 cm**.

Disa njohuri të dobishme për cilësinë e zgjidhjeve, të cilat janë praktikisht identike, mund të fitohen duke formuar diferencat absolute të lartësisë së gjeoidit në BM-të e katër linjave të nivelimit:

Për pesëdhjetë BM-të e linjave të nivelimit, disponohen si lartësitë ortometrike ashtu edhe ato elipsoidale të cilat i referohen nivelit mesatar të detit (MSL) të baticë-matësit (TG) Durrës. Duhet të theksohet se këto linja nivelimi janë të saktësisë së lartë, prandaj vlerat e lartësive ortometrike dhe elipsoidale janë shumë të sakta. Në vlerësim kemi provuar të dyja diferencat $h - H - N^{grav} \approx 0$ në secilën prej pikave por gjithashtu dhe diferencat relative midis dy pikave si:

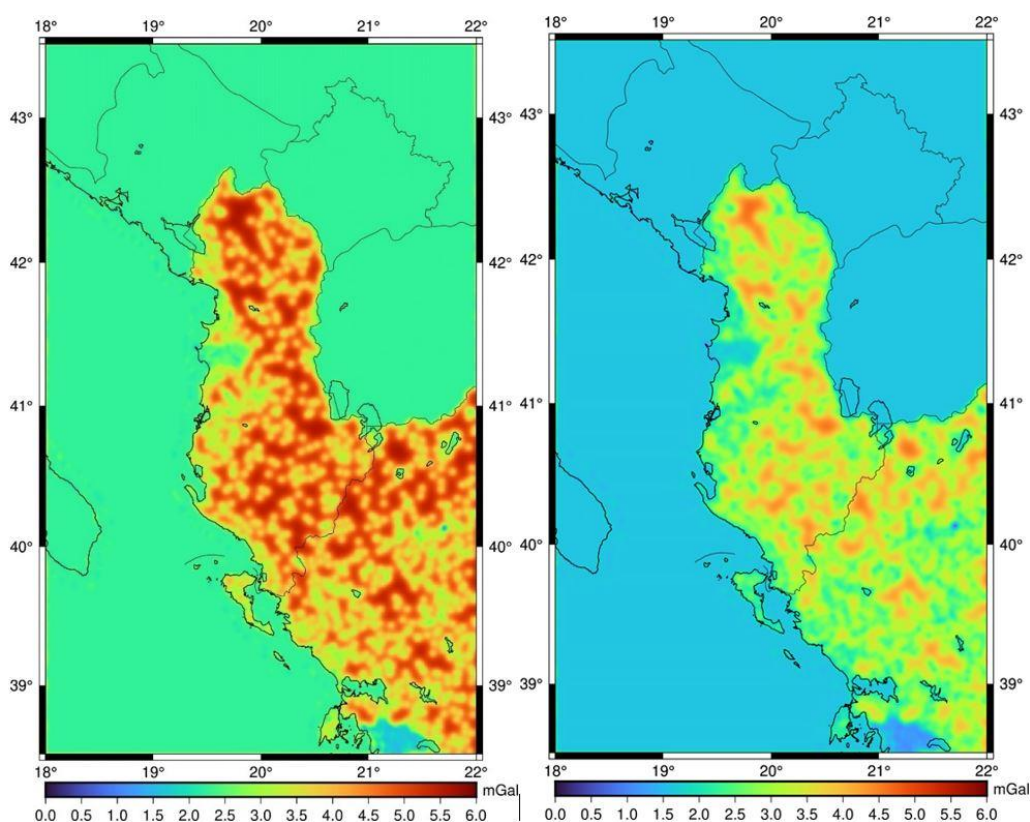


Figura 55 - Gabimet e interpolimit për gridimin e anomalisë mbetëse gravimetrike. EIGEN6c4 ne d/o 2190 dhe klasike (majtas) dhe efekteve spektrale RTM (djathtas) RTM.

Tabela 37 - Statistikat e diferencave të lartësisë së gjeoidit ndërmjet modeleve gravimetrike të gjeoidit 2D-FFT Wong Gore (duke përdorur EIGEN6c4 d/o 2190 dhe mbetjet spektrale RTM) dhe të dhënave GNSS/Nivelim. Njësitë: [m]

$N_{Lev}^{GNSS} - N_{EIGEN2190 HK}^{grav}$	max	min	mean	rms	std
Cut-off d/o					
50-60					
60-80	0.8	-0.71	-0.01	0.16	0.16
80-100	0.82	-0.71	0.005	0.16	0.16
100-110	0.84	-0.71	0.014	0.16	0.16
100-120	0.84	-0.71	0.017	0.16	0.16
100-140	0.85	-0.71	0.02	0.16	0.16
110-120	0.85	-0.71	0.02	0.16	0.16
120-140	0.86	-0.7	0.028	0.16	0.16

$$(h_j - h_i) - (H_i - H_j) = N_j^{grav} - N_i^{grav} \quad Ek. 46$$

$$Dh_{ij} - DH_{ij} = DN_{ij}^{grav} \quad Ek. 47$$

Tabela më poshtë paraqet statistikën e diferencave absolute të lartësisë midis modeleve të ndryshme të gjeoidit gravimetrik 2D-FFT Wong Gore me efektet spektrale RTM dhe diferencës së pikave përgjatë nivelimit të saktësisë së lartë.

Siç tregohet në tabelë, modelet gjeoidale shfaqin qëndrueshmëri të fortë me lartësitë e matura ortometrike dhe elipsoidale. Këto rezultate demonstrojnë saktësinë dhe përafrimin e modeleve gjeoid me të dhënat e matura. Të gjitha modelet tregojnë një diferencë mesatare prej më pak se 4 cm (përsa i përket vlerës absolute), me shtrirjen më të mirë të vërejtur në modelet me gradë që varion nga 80 në 110, ku vlera mesatare është afërsisht -2.4 cm.

Tabela 38 - Diferencat absolute të lartësisë midis modeleve të ndryshme të gjeoidit gravimetrik 2D-FFT Wong Gore (duke përdorur EIGEN6c4 d/o 2190 dhe mbetjet spektrale RTM) dhe pikave përgjatë dallimeve të sakta të nivelimit.

$N_{Lev}^{GNSS} - N_{EIGEN2190 HK}^{grav}$	max	min	mean	rms	std
Cut-off d/o					
60-80	0.125	-0.162	-0.037	0.068	0.061
80-100	0.139	-0.149	-0.024	0.065	0.060
100-110	0.150	-0.138	-0.026	0.068	0.063
100-120	0.153	-0.134	-0.030	0.068	0.063
100-140	0.160	-0.128	-0.036	0.069	0.064
110-120	0.157	-0.131	-0.033	0.069	0.064
120-140	0.166	-0.121	-0.041	0.069	0.064

Tabela 39 - Statistikat e diferencave të lartësisë së gjeoidit midis modeleve të gjeoidit gravimetrik 2D-FFT Wong Gore (duke përdorur EIGEN6c4 d/o 2190 dhe mbetjet klasike të RTM) dhe të dhënave GNSS/Nivelim. Njësitë: [m]

$N_{Lev}^{GNSS} - N_{EIGEN2190 RF}^{grav}$	max	min	mean	rms	std
Cut-off d/o					
60-80	0.799	-0.714	-0.006	0.158	0.158
80-100	0.754	-0.688	0.000	0.155	0.155
100-110	0.777	-0.678	0.016	0.155	0.154
100-120	0.780	-0.680	0.016	0.155	0.154
100-140	0.799	-0.671	0.029	0.156	0.154
110-120	0.792	-0.673	0.025	0.156	0.154
120-140	0.814	-0.667	0.037	0.158	0.154

Tabela 40 - Statistikat e diferencave absolute të lartësisë së gjeoidit midis modeleve të ndryshme të gjeoidit gravimetrik 2D-FFT Wong Gore (duke përdorur EIGEN6c4 d/o 2190 dhe mbetje të RTM klasike) dhe diferencës së pikave përgjatë linjave të nivelimit. Njësitë: [m]

$N_{Lev}^{GNSS} - N_{EIGEN2190 HK}^{grav}$	max	min	mean	rms	std
Cut-off d/o					
60-80	0.188	-0.120	-0.003	0.070	0.070
80-100	0.215	-0.091	0.022	0.071	0.068
100-110	0.231	-0.075	0.037	0.075	0.066
100-120	0.236	-0.070	0.041	0.077	0.065
100-140	0.244	-0.062	0.048	0.080	0.064
110-120	0.177	-0.110	0.013	0.058	0.057
120-140	0.251	-0.054	0.055	0.083	0.062

Tabela 41 - Statistikat e diferencave relative të lartësisë së gjeoidit midis modeleve të ndryshme të gjeoidit gravimetrik 2D-FFT Wong Gore dhe diferencës së pikave përgjatë linjave të nivelimit preçiz. Njësia: [m].

$Dh_{ij} - DH_{ij} - DN_{ij}^{grav}$	max	min	mean	rms	std
EIGEN2190HK	0.14	-0.15	-0.02	0.07	0.06
EIGEN2190RF	0.195	-0.112	0.001	0.068	0.068

Siç mund të shihet më sipër në tabela, modelet gjeoidale të vlerësuara janë në përputhje me lartësitë e matura ortometrike dhe gjeometrike. Marrëdhënia e ngushtë tregon se modelet gjeoidale të përdorura janë të sakta dhe të harmonizuara mirë me lartësitë e matura gjeometrike dhe ortometrike. Dallimet e vogla nënkuptojnë se modeli gjeoid kap në mënyrë efektive variacionet gravitacionale në zonën e studimit, duke përforcuar përshtatshmërinë e tij për aplikime të lidhura me lartësinë në kontekstin e dhënë gjeografik.

Në tabelë shihet se ato janë të dyja, përse i përket diferencave absolute në lartësitë ortometrike të vijave të nivelimit, në nivelin 6.0 cm dhe 6.8 cm, respektivisht për efektet spektrale dhe klasike të RTM.

Gjeoidi 2D-FFT me efektet spektrale RTM është gjithashtu më i mirë me 3 cm në krahasim me atë me efektet klasike për sa i përket gamës.

Tabela 42 - Statistikat e diferencave të lartësisë së gjeoidit midis modeleve të gjeoidit gravimetrik 2D-FFT Wong Gore (FAZA III dhe IV) dhe të dhënave të zakonshme GNSS/Nivelizim në të dyja fazat. Njësitë: [m]

$N^{GNSS/Lev} - N_{EIGEN2190 RF}^{grav}$	max	min	mean	rms	std
$N_{EIGEN2190 RF}^{grav}$ PHASE III	0.348	-0.351	-0.005	0.147	0.146
$N_{EIGEN2190 RF}^{grav}$ PHASE IV	0.427	-0.453	-0.032	0.147	0.143
$N_{EIGEN2190 HK}^{grav}$ PHASE V	0.482	-0.349	0.034	0.145	0.141
$N_{EIGEN2190 HK}^{grav}$ PHASE VI	0.538	-0.445	-0.014	0.148	0.147

Në përgjithësi, ndërsa të dy modelet demonstrojnë saktësi të ngjashme, ka dallime të vogla në matjet e tyre statistikore, që në përgjithësi shfaq vlera pak më të mëdha të diapazonit, por RMS dhe devijim standard më të vogël.

Tabela 43 - Statistikat e diferencave të gravimetrisë, me modifikimin 2D-FFT Wong-Gore, EIGEN6c4 në d/o 2190 dhe modelin gjeoid klasik të efekteve RTM në të dhënat e vjetra dhe të reja GNSS/Nivelim. Njësitë: [m]

$N^{GNSS/Lev} - N_{EIGEN2190 RF}^{grav}$	max	min	mean	rms	std
old	0.427	-0.453	-0.032	0.147	0.143
new	0.731	-0.706	-0.007	0.165	0.164

Figura 60 përshkruan ndryshimet midis modelit të gjeoidit gravimetrik (llogaritur duke përdorur modifikimin 2D-FFT Wong-Gore dhe EIGEN6c4 deri në d/o 2190) dhe modelit klasik të gjeoidit të efekteve RTM kur krahasohet me të dhënat GNSS/Nivelim.

Rezultatet paraqiten si për grupin e të dhënave më të vjetër (majtas) ashtu edhe për të dhënat e përditësuara të GNSS/Nivelim (djathtas). Veçanërisht, grupi i të dhënave GNSS/Nivelim i përditësuar shfaq mospërputhje të konsiderueshme në disa zona, me gjasë për shkak të matjeve me cilësi të dobët. Krahasimi midis dy grupeve të të dhënave zbulon se modeli i ri i gjeoidit gravimetrik, me modifikimin 2D-FFT Wong-Gore, EIGEN6c4 në d/o 2190 dhe efektet klasike RTM ofron diferenca më të qëndrueshme dhe më të vogla me të dhënat e vjetra GNSS/Nivelim, me gamë më të ngushtë, vlerat më të ulëta të RMS dhe devijimi standard, që tregojnë saktësi më të mirë dhe më pak ndryshueshmëri.

Tabela 44 - Statistikat e diferencave të gravimetrisë, me modifikimin 2D-FFT Wong-Gore, EIGEN6c4 në d/o 2190 dhe efektet spektrale RTM të modelit gjeoid në të dhënat e vjetra dhe të reja GNSS/Nivelim. Njësitë: [m]

$N^{GNSS/Lev} - N_{EIGEN2190 RF}^{grav}$	max	min	mean	rms	std
old	0.538	-0.445	-0.014	0.148	0.147
new	0.797	-0.731	-0.016	0.167	0.166

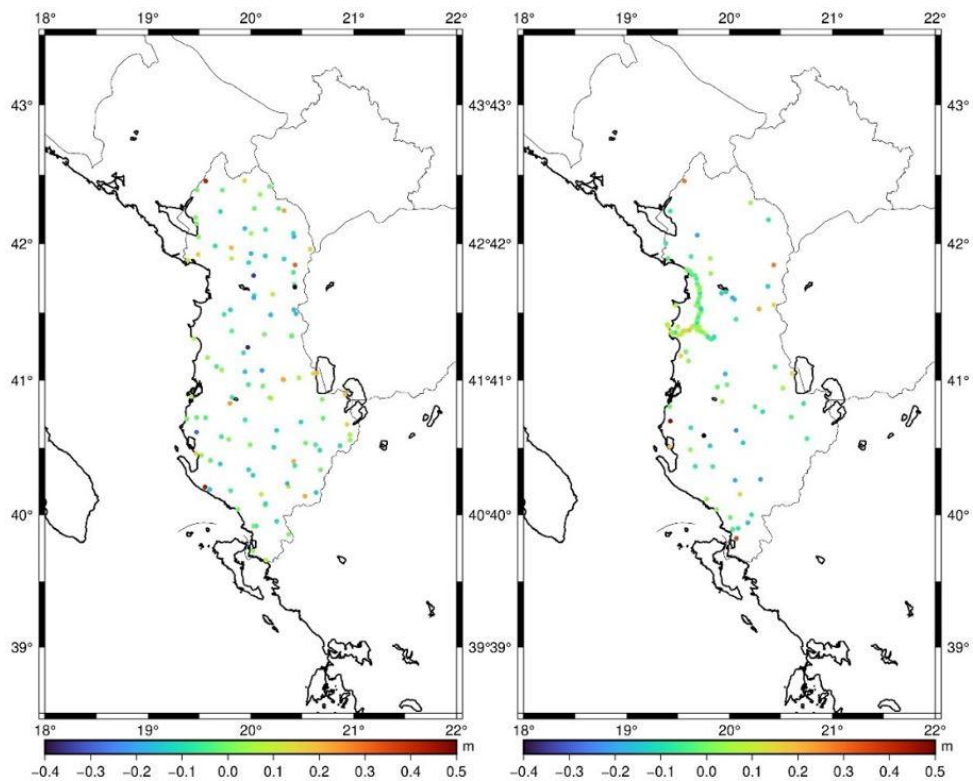


Figura 56 - Dallimet e gravimetrisë, me modifikimin 2D-FFT Wong-Gore, EIGEN 6c4 d/o 2190 dhe modelit klasik të efekteve të RTM-së me të dhënat e vjetra (majtas) dhe të reja (djathtas) GNSS/Nivelim.

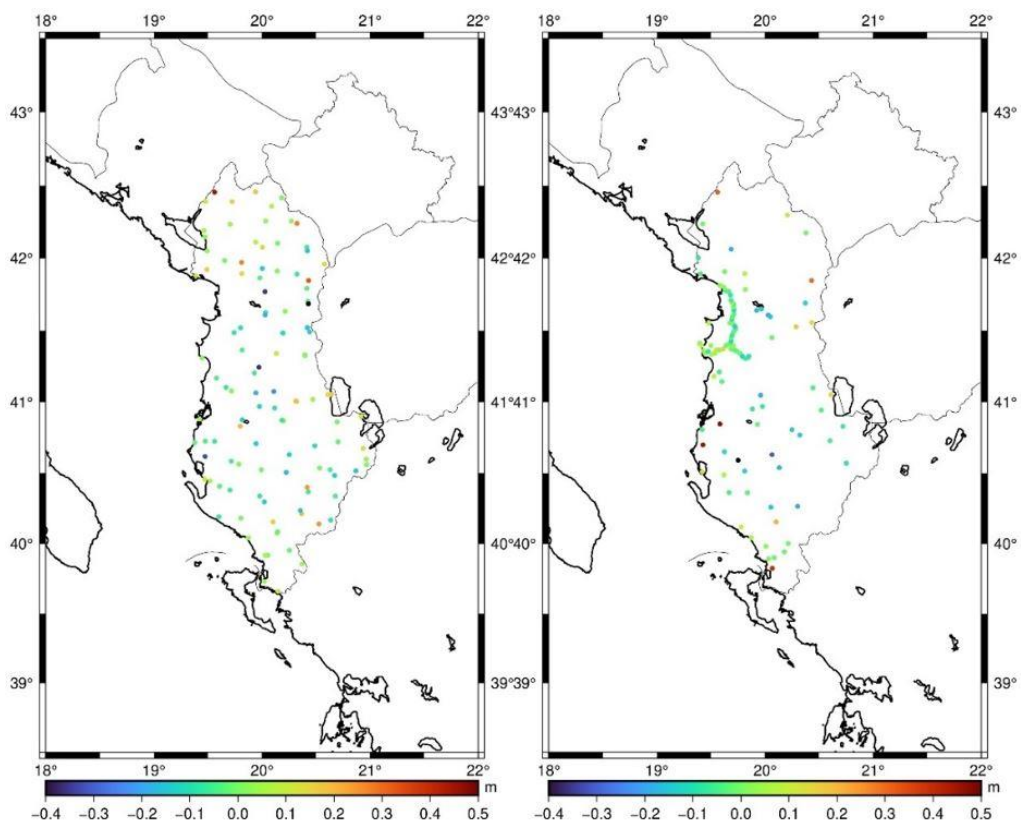


Figura 57 - : Dallimet e gravimetrisë, me modifikimin 2D-FFT Wong-Gore, EIGEN 6c4 d/o 2190 dhe efektet spektrale RTM të modelit gjeoid në të dhënat e vjetra (majtas) dhe të reja (djathtas) GNSS/Nivelim.

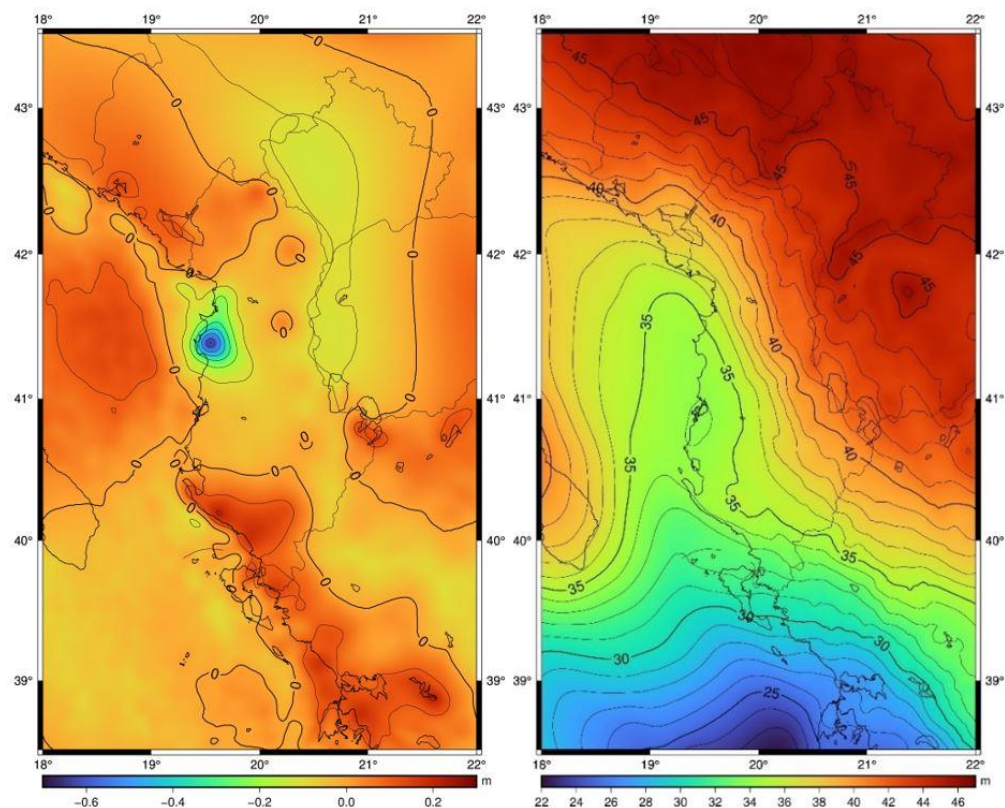


Figura 58 - Lartësitë e mbetura të gjeoidit (majtas) dhe modeli përfundimtar i gjeoidit gravimetrik 2D-FFT (EIGEN6c4 deri në d/o 2190 dhe efektet spektrale të RTM).

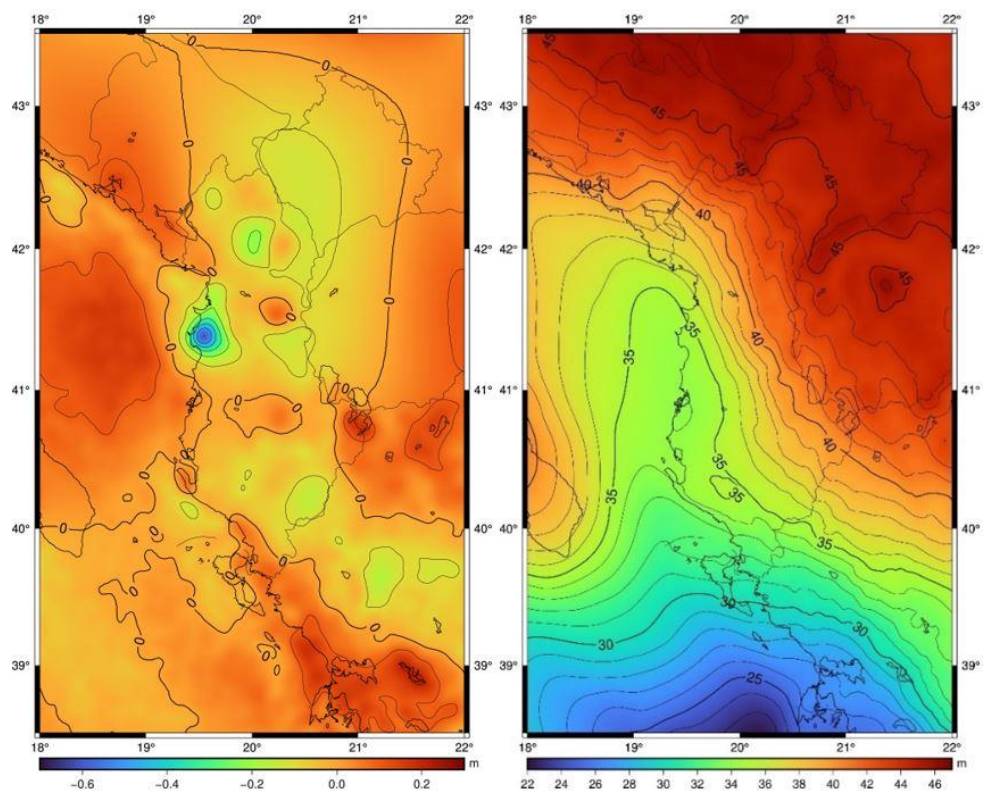


Figura 59 - Lartësitë e mbetura të gjeoidit (majtas) dhe modeli përfundimtar i gjeoidit gravimetrik 2D-FFT (EIGEN6c4 deri në d/o 2190 dhe efektet klasike të RTM).

4.3.2. Metoda 1D-FFT pa modifikim të berthamës së funksionit Stokes

Seti tjetër i provave i referohet përdorimit të metodës 1D-FFT pa asnjë modifikim në bërthamën e Stokes, duke pasur dimensionin e vogël të zonës në studim dhe një rreze të pafund integrimi, prandaj për llogaritje përdoren të gjitha të dhënat.

Janë përdorur të njëjtat fusha të gravitetit të mbetur si në rastin 2D-FFT, ndërsa përcaktimi i gjeoidit është kryer, nëpërmjet një vlerësimi 1D-FFT të bërthamës së Stokes me një modifikim Wong-Gore. Për të gjitha metodat FFT, janë përdorur të njëjtat fusha gravimetrike mbetëse me grid $1' \times 1'$ të përshkruara në hapin e mëparshëm [39], [58].

Për diferencat absolute të lartësisë midis modeleve të ndryshme të gjeoidit gravimetrik 1D-FFT dhe pikave përgjatë linjave të nivelimit, vërehen rezultate të ngjashme. Metoda spektrale RTM demonstroi performancë më të mirë, me një vlerë mesatare prej -4,1 cm krahasuar me -16,8 cm të metodës klasike RTM.

Tabela 45 - Statistikat e diferencave të lartësisë së gjeoidit midis modeleve të ndryshme të gjeoidit gravimetrik 1D-FFT dhe të dhënave GNSS/Nivelim. Njësitë: [m]

	<i>max</i>	<i>min</i>	<i>mean</i>	<i>rms</i>	<i>std</i>
$N_{EIGEN2190\ HK}^{grav} - N^{GNSS/Lev}$	0.785	-0.702	-0.021	0.172	0.17
$N_{EIGEN2190\ RF}^{grav} - N^{GNSS/Lev}$	0.614	-0.811	-0.148	0.223	0.167

Tabela 46 - Statistikat e diferencave absolute të lartësisë midis modeleve të ndryshme të gjeoidit gravimetrik 1D-FFT Wong Gore dhe ndryshimve përgjatë pikave të sakta të nivelimit. Njësitë: [m]

<i>MODEL</i>	<i>max</i>	<i>min</i>	<i>mean</i>	<i>rms</i>	<i>std</i>
<i>EIGEN2190HK</i>	0.160	-0.321	-0.089	0.150	0.120
<i>EIGEN2190RF</i>	0.062	-0.399	-0.180	0.217	0.120

Tabela 47 - Statistikat e diferencave relative të lartësisë midis modeleve të ndryshme të gjeoidit gravimetrik 1D-FFT Wong Gore dhe ndryshimve përgjatë pikave të sakta të nivelimit. Njësitë: [m]

$Dh_{ij} - DH_{ij} - DN_{ij}^{grav}$	<i>max</i>	<i>min</i>	<i>mean</i>	<i>rms</i>	<i>std</i>
<i>EIGEN2190HK</i>	0.396	-0.263	0.071	0.153	0.136
<i>EIGEN2190RF</i>	0.189	-0.186	-0.007	0.075	0.075

4.3.3. Modelimi i Gjeoidit me metodën LSC

Si hap i parë në procesin e modelimit LSC, përshtatet modeli analitik i funksionit të kovariancës me modelin empirik. Kjo është bërë për mbetjet në EIGEN6c4 (d/o 2190) duke përdorur si teknika RTM klasike ashtu edhe atë spektrale. Në teknikën spektrale, modeli analitik ka një variancë prej 18.64 mGal^2 dhe një gjatësi korrelacioni prej 8.07 km. Nga ana tjetër, me metodën klasike, kemi variancën më të madhe prej 27.32 mGal^2 gjatësi korrelacioni prej 4.40 km [57], [51].

Përcaktimi i gjeoidit në bazë të LSC-së është kryer me mbetjet e gravitetit të dy modeleve më të mira të bazuara në FFT, d.m.th., EIGEN6c4 me RTM klasike dhe

efekte spektrale, pasi ishte ai që siguroi përshtatjen më të mirë të përgjithshme në BM-të me GNSS/Nivelim.

Duhet të theksohet se statistikatat e gabimeve kanë një vlerë mesatare afër nivelit cm (1.2 cm për spektralen dhe 1.4 cm për klasiken) ndërsa vlera maksimale e efekteve RTM është 4.5 cm për spektralen 5.1 cm për klasiken. Analiza statistikore e diferencës midis të dhënave GNSS/Nivelim dhe të modelit të gjeoidit LSC na jep tendenca të dukshme.

Tabela 48 - Statistikat e lartësive përfundimtare të gjeoideve me bazë 2D-FFT dhe LSC me efekte spektrale dhe klasike RTM, Njësitë:[m]

	<i>max</i>	<i>min</i>	<i>mean</i>	<i>rms</i>	<i>std</i>
$N_{EIGEN2190\ HK}^{LSC}$	46.433	22.217	37.571	38.095	6.296
$N_{EIGEN2190\ HK}^{LSC\ err}$	0.045	0.004	0.012	0.014	0.007
$N_{EIGEN2190\ RF}^{LSC}$	46.428	22.268	37.544	38.068	6.294
$N_{EIGEN2190\ RF}^{LSC\ err}$	0.051	0.005	0.014	0.016	0.008
$N_{EIGEN2190\ HK}^{2D-FFT}$	46.463	22.215	37.584	38.109	6.304
$N_{EIGEN2190\ RF}^{2D-FFT}$	46.467	22.271	37.594	38.119	6.301
$N_{EIGEN2190\ HK}^{1D-FFT}$	46.399	22.285	37.583	38.102	6.269
$N_{EIGEN2190\ RF}^{1D-FFT}$	46.327	22.247	37.493	38.013	6.265
$N_{EIGEN2190\ HK}^{LSC} - N^{GNSS/Lev}$	0.738	-0.759	-0.033	0.166	0.162
$N_{EIGEN2190\ RF}^{LSC} - N^{GNSS/Lev}$	0.592	-0.823	-0.13	0.207	0.161
$N_{EIGEN2190\ HK}^{2D-FFT} - N_{EIGEN2190\ HK}^{LSC}$	0.375	-0.328	0.013	0.038	0.035
$N_{EIGEN2190\ RF}^{2D-FFT} - N_{EIGEN2190\ RF}^{LSC}$	0.532	-0.155	0.05	0.083	0.066

Njësoj si me modelet e gjeoidit FFT, modelet e gjeoidëve të bazuara në LSC u krahasuan drejtpërdrejt në pika përgjatë linjave të nivelimit. Rezultatet janë shumë inkurajuese, duke demonstruar performancë që është shumë afër, ose edhe pak më e mirë se, modelet FFT. Për efektet klasike RTM, devijimi standard (std) i diferencave relative të lartësisë është **7.1** cm, që është 0.4 mm më e mirë se rezultatet FFT. Për efektet spektrale RTM, modelet e bazuara në LSC e tejkalojnë zgjidhjen FFT me 4 mm. Këto gjetje nxjerrin në pah performancën e fortë të modeleve të bazuara në LSC, duke përforcuar qëndrueshmërinë e tyre për përcaktimin e gjeoidit me saktësi të lartë.

Tabela 49 - Statistikat e diferencave relative të lartësisë midis modeleve të ndryshme të gjeoidit gravimetrik LSC dhe pikave përgjatë linjave të nivelimit. Njësitë: [m].

$Dh_{ij} - DH_{ij} - DN_{ij}^{grav}$	max	min	mean	rms	std
$h_i - H_i - N_{EIGEN2190HK}^{LSC}$	0.155	-0.157	0	0.067	0.067
$h_i - H_i - N_{EIGEN2190RF}^{LSC}$	0.171	-0.168	-0.003	0.071	0.071

Tabela 50 - Statistikat e diferencave absolute të lartësisë midis modeleve të ndryshme të gjeoidit gravimetrik LSC dhe pikave përgjatë linjave precize të nivelimit. Njësitë: [m].

<i>MODEL</i>	<i>max</i>	<i>min</i>	<i>mean</i>	<i>rms</i>	<i>std</i>
<i>EIGEN2190HK</i>	0.086	-0.199	-0.076	0.095	0.057
<i>EIGEN2190RF</i>	0.056	-0.252	-0.133	0.149	0.065

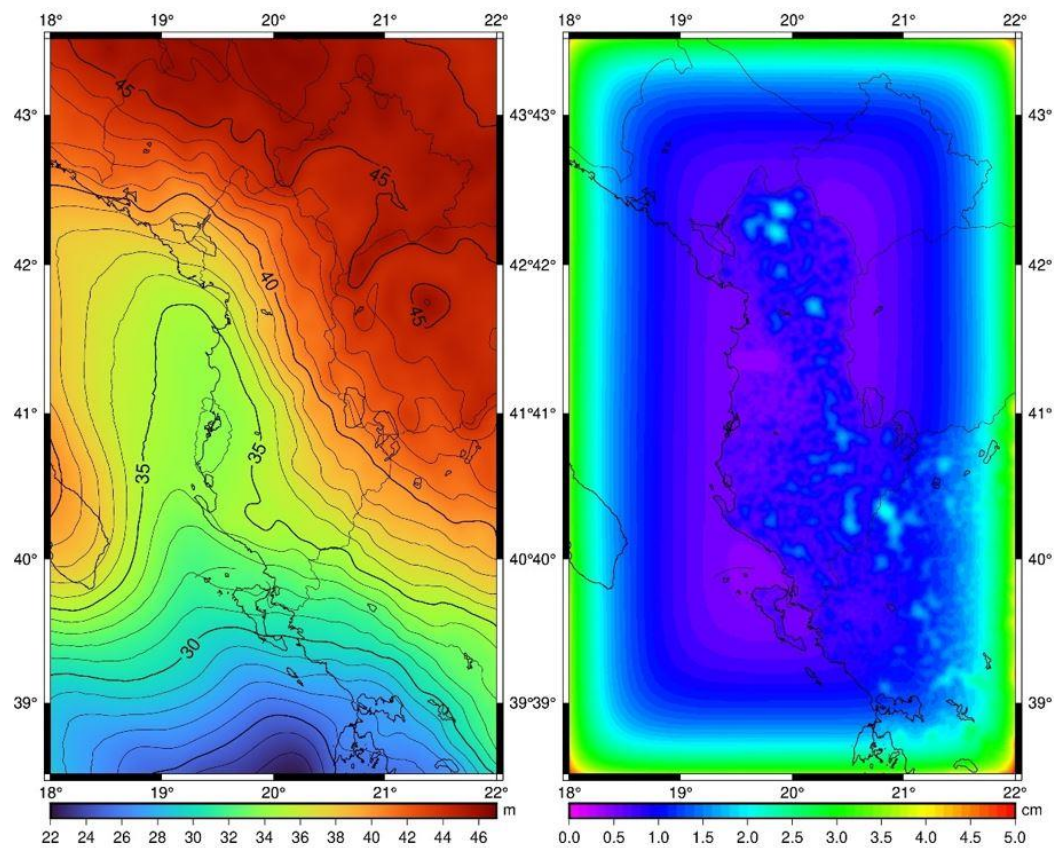


Figura 60 - Modeli përfundimtar i gjeoidit LSC EIGEN6c4 deri në d/o 2190 me efekte spektrale RTM (majtas) dhe fushën e gabimit të lidhur me të (djathtas).

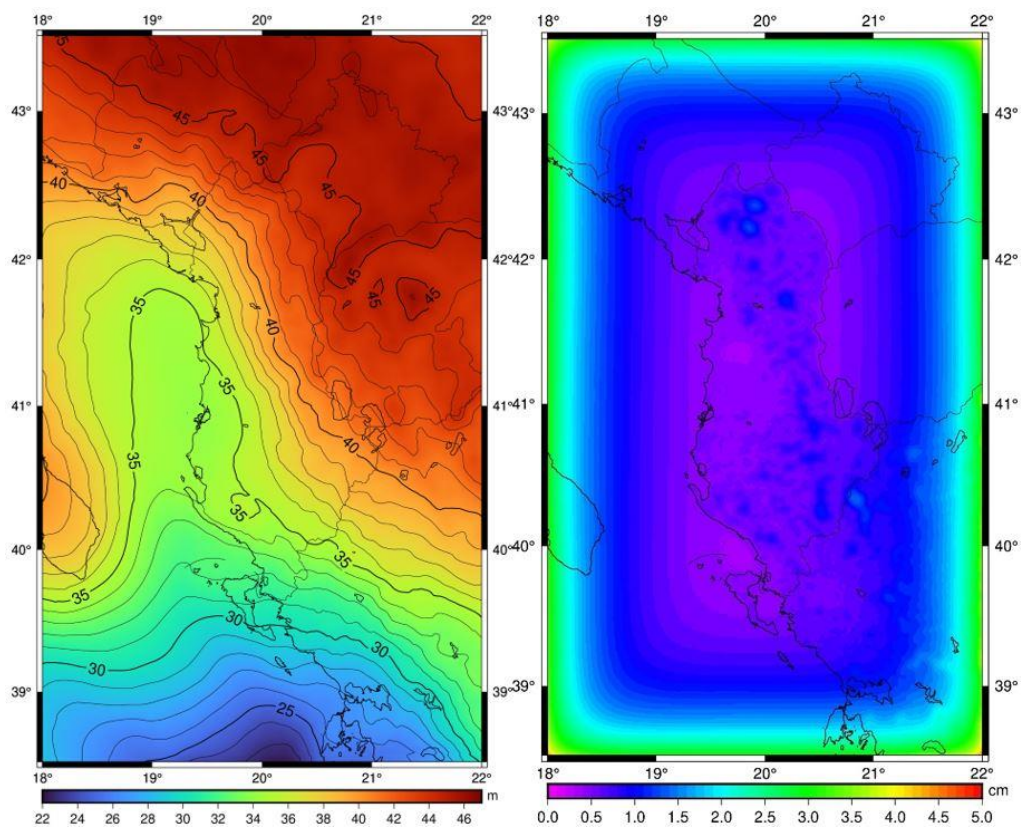


Figura 61 - Modeli përfundimtar i gjeoidit LSC EIGEN6c4 deri në d/o 2190 me efekte klasike RTM (majtas) dhe fushën e gabimit të lidhur me të (djathtas).

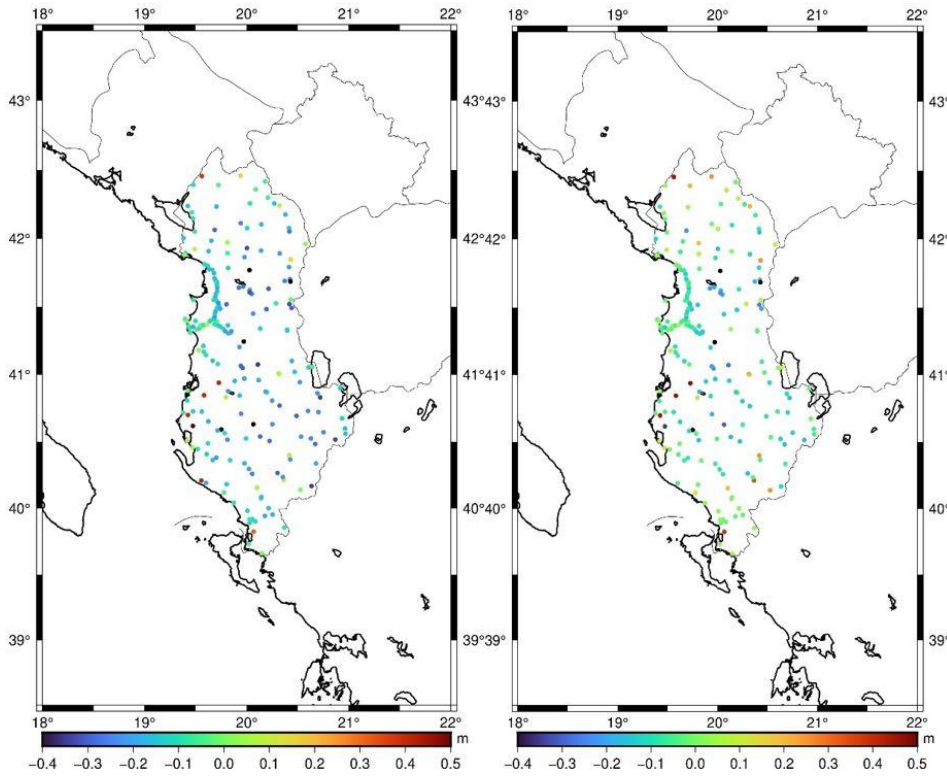


Figura 62 - Diferencat e modeleve të gjeoidit gravimetrik, me LSC, në të dhënat GNSS/Nivelim. EIGEN6c4 deri në d/o 2190 dhe efekte RTM klasike (djathtas) dhe spektrale (majtas).

4.3.4. Validimi i gjeoidit, përshtatja parametrike me të dhënat GNSS/Nivelim dhe ndryshimet relative

Për të përcaktuar sasinë e përmirësimit të modeleve të reja gjeoidale gravimetrike, janë përdorur ndryshimet në të dhënat e disponueshme GNSS/Nivelim. Cilësia e modelit të gjeoidit u krye nëpërmjet krahasimeve të vrojtimeve të disponueshme GNSS/Nivelim, duke vlerësuar ndryshimet absolute dhe relative midis të gjitha vijave bazë (baselines) të formuara me të dhënat GPS/Nivelim (N_i^{GPS}) sipas,

$$\ell_i = (h_i^{GPS} - H_i) - N_i^{grav} = N_i^{GPS} - N_i^{grav} \quad Ek. 48$$

Vlerësimi mesatares dhe devijimit standard. E para do të tregojë nëse zgjidhja e gjeoidit është e njëanshme, në lidhje me të dhënat vertikale të Shqipërisë, dhe e dyta do të jetë një vlerësim i jashtëm i saktësisë. Përveç kësaj, vlerësohen gjithashtu ndryshimet relative, qoftë në kuptimin absolut edhe në atë relativ.

$$\Delta N_{ij} = (N_j^{gr} - N_i^{gr}) - (N_j^{GPS/Lev} - N_i^{GPS/Lev}) \quad Ek. 49$$

$$\frac{\Delta N_{ij}}{S_{ij}} = \frac{(N_j^{gr} - N_i^{gr}) - (N_j^{GPS/Lev} - N_i^{GPS/Lev})}{S_{ij}} [ppm] \quad Ek. 50$$

$$b = Ax + s + v \quad Ek. 51$$

ku, A është matrica e projeksionit, x është matrica e të panjohurave, s përcakton sinjalin stokastik, v përcakton gabimet e matjeve. Është përdorur metoda axhustuese e katrorëve

më të vegjël duke përdorur një model parametrik të formuluar nga, p.sh., një polinom i rendit të dytë ose të tretë. Pastaj, parametrat e panjohur përcaktues të modelit të transformimit përcaktohen si:

$$\hat{x} = (A^T P A)^{-1} A^T P b. \quad \text{Ek. 52}$$

Më pas, duke përdorur LSC dhe mbetjet pas përshtatjes deterministike, llogariten lartësitë hibride të gjeoidit nga lartësitë gravimetrike të tij si një kombinim i modelimit stokastik dhe përcaktues:

$$N_{Hybrid} = N^{grav} + a_i^T \hat{x} + \hat{s} \quad \text{Ek. 53}$$

Ne rastin e modleve plinomiale, pjesa deterministike $a_i^T x$ bëhet:

$$a_i^T x = \sum_{m=0}^M \sum_{n=0}^N x_{m,n} (\varphi_i - \varphi_0)^n (\lambda_i - \lambda_0)^m \cos^m \varphi_i \quad \text{Ek. 54}$$

E cila për një polinom të rendit të dytë bëhet:

$$a_i^T x = x_0 + x_1(\varphi_i - \varphi_0)^0 (\lambda_i - \lambda_0)^1 \cos^1 \varphi_i + x_2(\varphi_i - \varphi_0)^1 (\lambda_i - \lambda_0)^0 \cos^0 \varphi_i + x_3(\varphi_i - \varphi_0)^1 (\lambda_i - \lambda_0)^1 \cos^1 \varphi_i + x_4(\varphi_i - \varphi_0)^2 + x_5(\lambda_i - \lambda_0)^2 \quad \text{Ek. 55}$$

Kurse për një të rendit të tretë merr formën:

$$a_i^T x = x_0 + x_1(\varphi_i - \varphi_0)^0 (\lambda_i - \lambda_0)^1 \cos^1 \varphi_i + x_2(\varphi_i - \varphi_0)^0 (\lambda_i - \lambda_0)^2 \cos^2 \varphi_i + x_3(\varphi_i - \varphi_0)^1 (\lambda_i - \lambda_0)^0 \cos^0 \varphi_i + x_4(\varphi_i - \varphi_0)^1 (\lambda_i - \lambda_0)^1 \cos^1 \varphi_i + x_5(\varphi_i - \varphi_0)^1 (\lambda_i - \lambda_0)^2 \cos^2 \varphi_i + x_6(\varphi_i - \varphi_0)^2 (\lambda_i - \lambda_0)^0 \cos^0 \varphi_i + x_7(\varphi_i - \varphi_0)^2 (\lambda_i - \lambda_0)^1 \cos^1 \varphi_i + x_8(\varphi_i - \varphi_0)^3 + x_9(\lambda_i - \lambda_0)^3 \quad \text{Ek. 56}$$

Zgjedhje më të thjeshta për trajtimin parametrik të mbetjeve, me kuptim fizik të parametrave të rregulluar të nxjerrë, janë modeli i animit Veri-Jug:

$$a_i^T x = x_0 + x_1 \cos(\varphi_i - \varphi_0) \quad \text{Ek. 57}$$

Dhe modeli i animit Lindje-Perëndim:

$$a_i^T x = x_0 + x_1 \cos(\lambda_i - \lambda_0) \quad \text{Ek. 58}$$

Së fundi, midis zgjedhjeve të tjera, pavarësisht se parametrat e vlerësuar nuk kanë asnjë kuptim fizik në rastin e rrjeteve 1D, testohen ato 4 dhe 5 parametra, që ngjajnë me modelin e zgjeruar të transformimit të ngjashmërisë Helmert me 7 parametra. Modelet e transformimit të ngjashmërisë me 4 dhe 5 parametra marrin formën:

$$a_i^T x = x_0 + x_1 \cos(\varphi_i) \cos(\lambda_i) + x_2 \cos(\varphi_i) \sin(\lambda_i) + x_3 \sin(\varphi_i) \quad \text{Ek. 59}$$

dhe

$$a_i^T x = x_0 + x_1 \cos(\varphi_i) \cos(\lambda_i) + x_2 \cos(\varphi_i) \sin(\lambda_i) + x_3 \sin(\varphi_i) + x_4 \sin^2(\varphi_i) \quad \text{Ek. 60}$$

Duhet theksuar se kjo zgjidhje e modelit gjeoid hibrid nuk është më një model gjeoidi gravimetrik, por mund të rregullohet për t'iu përshtatur rrjetit të nivelimit Shqipëtar prandaj ndoshta mund të formojë një sipërfaqe nga e cila do të nxirren të dhënat e lartësive gjeoidale që përshtaten me GNSS/Nivelim. Në të gjitha rastet, produkti përfundimtar që do të dorëzohet është modeli gjeoid gravimetrik nga LSC dhe FFT.

Modelet e validuara të gjeoideve janë gjeoidi 2D-FFT duke përdorur EIGEN6c4 (d/o 2190 me efektet RTM klasike dhe spektrale) dhe modelet korresponduese të gjeoideve të bazuara në LSC duke përdorur mbetjet nga EIEGN6c4 deri në d/o 2190 dhe efektet RTM me dy teknika.

Në procesin e vlerësimit, në vlerësuam të gjitha modelet parametrike të lartpërmendura dhe vlerësuam diferencat absolute dhe relative të modeleve të gjeoidit. Para se të procedohet me këtë hap, është e domosdoshme të realizohet një provë 3σ për të identifikuar dhe eliminuar të dhënat e gabura GNSS/Nivelim. Ky hap siguron heqjen e pikave të jashtme që mund të ndikojnë negativisht në cilësinë dhe saktësinë e modelit përfundimtar të gjeoidit hibrid [5], [15], [42].

Pas aplikimit të testit 3σ , pesë BM u identifikuan si të jashtëm dhe u hoqën nga të dhënat e disponueshme GNSS/nivelimi. Këto BM janë ASIG-RIII-229, ASIG-RIII-467, ASIG-RIII-495, ASIG-RIII-544, dhe ASIG-RIII-583, të cilat janë të gjitha pika të vjetra Trigonometike. Ndikimi i heqjes së këtyre pikave është i rëndësishëm. Devijimi standard (std) përmirësohet me afërsisht 3 cm, dhe diapazoni i të dhënave zvogëlohet dukshëm nga 1,442 m në 0,875 m.

Tabela 51 - Statistikat e diferencave të lartësisë së gjeoidit ndërmjet modelit të gjeoidit gravimetrik 2D-FFT me efektet klasike RTM dhe të dhënat GNSS/Nivelim para dhe pas aplikimit të testimeve me polinomin e rendit të tretë. Njësia: [m]

$N_{GNSS/Lev}^{grav} - N_{EIGEN2190 RF}^{grav}$	max	min	mean	rms	std
Before 3σ test	0.754	-0.688	0.000	0.155	0.155
After 3σ test	0.462	-0.453	-0.025	0.131	0.131

Tabela 52 - Statistikat e diferencave të lartësisë së gjeoidit ndërmjet modelit të gjeoidit gravimetrik 2D-FFT (EIGEN6c4 deri në d/o 2190 dhe efektet klasike të RTM) dhe të dhënave GNSS/Nivelim. Njësitë: [m]

	max	min	mean	rms	std
$N_{EIGEN2190 RF}^{grav} - N_{GNSS/Lev}^{grav}$	0.450	-0.423	-0.003	0.127	0.127
Parametric Model					
2 nd Order Polynomial	0.426	-0.419	0.000	0.115	0.115
3 rd Order Polynomial	0.377	-0.441	0.000	0.111	0.111
4-parameter	0.463	-0.403	0.000	0.119	0.119
5-parameter	0.429	-0.398	0.000	0.117	0.117
Bias and NS-tilt	0.459	-0.423	0.000	0.127	0.127

Natyrisht, për vijat bazë më të mëdha, gabimi relativ bie nën gabimin 1 cm/km dhe arrin 1 mm/km për vijat bazë më të mëdha se 80 km. Për gjeoidin gravimetrik 2D-FFT, 48.9% e diferencave janë nën nivelin $1cm\sqrt{S_{ij}} [km]$ dhe 75.8% janë nën nivelin $2cm\sqrt{S_{ij}} [km]$.

I njëjti proces vlerësimi është kryer për metodën spektrale RTM. Sërish, 3σ është aplikuar për të hequr ndonjë vlerë të gabuar të BM-ve të dhëna dhe **të njëjtat BM** u hoqën si të jashtme. Në tabelë paraqiten statistikave të tyre, të cilat përmirësohen në nivelin nga 15.7 cm në 12.7 cm, cila është 4 mm më e mirë krahasur me RTM klasike.

Tabela 53 - Statistikat e diferencave të lartësisë së gjeoidit ndërmjet modelit të gjeoidit gravimetrik 2D-FFT me efektet spektrale RTM dhe të dhënat GNSS/Nivelim para dhe pas aplikimit të testimeve me polinomin e rendit të tretë. Njësia: [m]

$N^{GNSS/Lev} - N^{grav}_{EIGEN2190 HK}$	max	min	mean	rms	std
Before 3σ test	0.569	-0.841	-0.150	0.220	0.161
After 3σ test	0.403	-0.428	-0.144	0.144	0.140

Heqja e pikave problematike është e dukshme në rastin e statistikave të diferencave të lartësisë gjeoidale midis modeleve gjeoid gravimetrik 2D-FFT me efekte spektrale RTM dhe të dhënave GNSS/Nivelim me std të reduktuar me 2.6 cm dhe diapazonin nga 1,533m deri në 0.904m

Nga ana tjetër, devijimi standart prej 11-12 cm i diferencave mund të vijë si rezultat i të dhënave jo shumë të mira të rrjetit të nivelimit të vjetër të Shqipërisë. Nga përshtatja tek modelët parametrike, shihet se animi V-J nuk përmirëson std-në e mbetjeve. Ato me 4 parametra dhe 5 parametra e zbresin std në 11.9 cm ndërsa polinomi i rendit të dytë në 11.5 cm dhe polinomi i rendit të tretë në 11.1 cm që është zgjidhja më e mirë, e cila mund të jetë për shkak të mbiparametrizimit të atij modeli, e cila arrin të modelojë shumicën e diferencave të mbetura.

Tabela 54 - Statistikat e diferencave të lartësisë së gjeoidit ndërmjet modelit të gjeoidit gravimetrik 2D-FFT (EIGEN6c4 deri në d/o 2190 dhe efektet spektrale të RTM) dhe të dhënave GNSS/Nivelim. Njësia: [m]

	max	min	mean	rms	std
$N^{LSC}_{EIGEN2190 RF} - N^{GNSS/Lev}$	0.403	-0.428	-0.144	0.144	0.140
Parametric Model					
2 nd Order Polynomial	0.565	-0.374	0.000	0.124	0.124
3 rd Order Polynomial	0.544	-0.401	0.000	0.121	0.120
4-parameter	0.558	-0.324	0.000	0.129	0.128
5-parameter	0.564	-0.347	0.000	0.127	0.126
Bias and NS-tilt	0.548	-0.283	0.000	0.141	0.140

Gjeoidi i përafëruar arrin saktësi relative më të ulët se 10 ppm për linjat bazë (baselines) deri në 0-10 km. Për linjat bazë më të gjata, gabimi relativ bie shpejt nën gabimin 1 cm/km dhe është nën nivelin 1 mm/km për linjat bazë më të mëdha se 80 km Për gjeoidin hibrid, 47.4% e diferencave janë nën nivelin $1cm\sqrt{S_{ij}} [km]$ dhe 73.4% nën nivelin $2cm\sqrt{S_{ij}} [km]$.

Modeli i fundit gjeoid i validuar është modeli gjeoidal i bazuar në LSC, duke përdorur mbetjet e EIEGN6c4 deri në d/o 2190 dhe efektet spektrale RTM. Në këtë skenar, aplikimi i testit 3σ rezultoi në heqjen e 4 pikave nga grupi fillestar i të dhënave.

Ngjashëm me modelët e mëparshme, aplikimi i testit 3σ rezulton edhe një herë efektiv, duke reduktuar devijimin standard me më shumë se 2 cm (2.5 cm). Për më tepër, vërehet

një përmirësim i dukshëm në rangun e vlerave minimale dhe maksimale, të cilat ulen me afërsisht 30 cm, duke theksuar më tej efektivitetin e testit në rafinimin e të dhënave.

Mbetjet pas përshtatjes së polinomit të rendit të tretë kanë një std të përmirësuar në nivelin 11,7 cm, gjë që përmirëson rezultatet e gjeoidit gravimetrik, duke treguar kështu se një pjesë e diferencave janë për shkak të cilësisë së ulët të të dhënave GNSS/Nivelim. Nga përshtatja me modelet parametrike, shikohet që 4-parametrat dhe 5-parametrat e ulin std në 12.6 dhe 12.5 cm, polinomi i rendit të dytë në 12.4 cm dhe polinomi i rendit të tretë në 11.7 cm. Duke qenë se saktësia e të dhënave GNSS/Nivelizim është kryesisht e panjohur, por e supozuar në nivelin 3-4 cm, **gjeoidi i përshtatur arrin nën nivelin e saktësisë 8 cm.**

Tabela 55 - Statistikat e diferencave të lartësisë së gjeoidit ndërmjet modelit të gjeoidit gravimetrik LSC me efektet spektrale RTM dhe të dhënat GNSS/Nivelim para dhe pas aplikimit të testimeve me polinomin e rendit të tretë. Njësia: [m]

$N^{GNSS/Lev} - N^{grav}_{EIGEN2190\ HK}$	max	min	mean	rms	std
Before 3 σ test	0.715	-0.777	-0.053	0.171	0.162
After 3 σ test	0.459	-0.444	-0.054	0.137	0.137

Tabela 56 - Statistikat e diferencave të lartësisë së gjeoidit ndërmjet modelit të gjeoidit gravimetrik LSC (EIGEN6c4 deri në d/o 2190 dhe efektet spektrale RTM) dhe të dhënave GNSS/Nivelizim. Njësia: [m]

	max	min	mean	rms	std
$N^{LSC}_{EIGEN2190\ HK} - N^{GNSS/Lev}$	0.459	-0.444	-0.054	0.137	0.137
Parametric Model					
2nd Order Polynomial	0.56	-0.35	0	0.125	0.124
3rd Order Polynomial	0.541	-0.387	0	0.118	0.117
4-parameter	0.552	0.365	0	0.126	0.126
5-parameter	0.556	-0.351	0	0.125	0.125
Bias and NS-tilt	0.51	-0.383	0	0.138	0.137

Me interes kryesor janë edhe ndryshimet absolute dhe relative të mbetjeve të axhustuara, pasi ato tregojnë performancën e modelit të gjeoidi gravimetrik LSC në lidhje me gjatësinë linjes bazë të të dhënave GNSS/Nivelim, dhe ku mund të japin një masë sasiore të saktësisë së tij.

Siç mund të shihet, gjeoidi gravimetrik i perftuar me metodën LSC dhe teknikës spektrale RTM ka një saktësi relative në më pak se 15.85 ppm për linjat ndërmjet 0-10 km, dhe 6.74 ppm për klasat ndërmjet 10-20 km. Keto tregojnë se edhe për linnjë bazë kaq të shkurtra, për sa i përket ndryshimeve me të dhënat GNSS/Nivelim versioni i perafruar është brenda nivelit të saktësisë 1 cm/km, sa i përket ndryshimeve me të dhënat GNSS/Nivelim dhe është arritur një përmirësim i konsiderueshëm prej më shumë se 7 ppm (0.7 cm/km), duke arritur nivelin e saktësisë së gjeoid prej 1 cm. Natyrisht, për linjat bazë më të gjata, gabimi relativ bie shpejt nën gabimin 1 cm/km dhe arrin 1 mm/km për linjat bazë më të mëdha se 80 km. Për gjeoidin gravimetrik,

41.3% e diferencave janë nën nivelin $1\text{cm}\sqrt{S_{ij}} [km]$ dhe 67.9% nën nivelin $2\text{cm}\sqrt{S_{ij}} [km]$.

Siç mund të shihet, gjeoidi gravimetrik i përftuar me metodën LSC dhe qasjen spektrale RTM ka një saktësi relative në më pak se 8 ppm (1.2 cm/km) për linjat bazë prej 0-10 km. Për modelin e gjeoidit të përftuar me metodën LSC, 54.2 % e diferencave janë nën $1\text{cm}\sqrt{S_{ij}} [km]$ dhe 77.6 % nën $2\text{cm}\sqrt{S_{ij}} [km]$.

Tabela 57 - Statistikat e modeleve përfundimtare të gjeoidit gravimetrik Shqiptar 2D-FFT dhe LSC, (duke përdorur EIGEN6c4 d/o 2190 dhe mbetjet spektrale RTM) së bashku me modelet gjeoidale me bazë MSL të Durrësit në datumin vertical ALB86. Njësitë: [m]

Geoid Model	max	min	mean	rms	std
N_{FFT}	46.463	22.215	37.584	38.109	6.304
N_{FFT}^{error}	0.034	-0.053	-0.026	0.035	0.024
N_{LSC}	46.433	22.217	37.571	38.095	6.296
N_{LSC}^{error}	0.045	0.004	0.012	0.014	0.007
$N_{FFT}^{MSL ALB86}$	46.441	22.192	37.563	38.088	6.304
$N_{LSC}^{MSL ALB86}$	46.456	22.240	37.594	38.118	6.296

4.3.5. Testimi i saktësisë së realizuar të Gjeoidit GVI

Proçesi i testimit në terren të gjeoidit të llogaritur përfaqëson një nga fazat më të rëndësishme të verifikimit të modelit gravimetrik GV1, i cili është ndërtuar për të përfaqësuar sistemin kombëtar të referencës vertikale të Shqipërisë. Qëllimi kryesor i kësaj faze ishte të vlerësohej me saktësi përputhshmëria ndërmjet vlerave të gjeoidit të përfuara nga modeli matematik dhe atyre të vëzhguara në terren përmes matjeve GNSS dhe nivelimeve gjeometrike. Për këtë qëllim u organizuan matje fushore në 305 pika kontrolli, të përzgjedhura në mënyrë të tillë që të përfaqësonin të gjitha tipologjitë topografike të territorit shqiptar, nga ultësira bregdetare deri në zonat e thella malore. Pikat u zgjodhën duke respektuar shpërndarje të barabartë dhe ndryshueshmëri vertikale që përfshinte lartësi deri në 2100 m nga niveli i detit.

Nga testimi fushorë i realizuar, janë marrë në konsideratë 255 pika të Referencës Klasike(ALB86/87), dhe devijimi standart është: $\sigma = 13.1$ cm.

Jane testuar gjithashtu edhe 50 pika te dy vijave te nivelimit gjeometrik Kl.I Durrës-Tiranë dhe Vore-Shengjin bazuar ne stacionin baticemates te Durrësit dhe devijimi standart është: $\sigma = 6$ cm.

5. KONKLUZIONE DHE REKOMANDIME

5.1. Konkluzione

Pas realizimit të gjeoidit, si ai gravimetrik ashtu edhe ai hibrid që merr MSL-në e Durrësit si pikën fillestare të bazës së re vertikale shqipëtare, mund të nxirren disa rekomandime, veçanërisht në funksion të punës së ardhshme drejt realizimit të një gjeoidi përfundimtar me saktësi dhe rezolucion më të lartë për Republikën e Shqipërisë.

Siç është paraqitur tashmë në vlerësimin analitik të gjeoidit gravimetrik, zgjidhja me metodën 2D-FFT jep rezultatet të mira në përgjithësi, e cila pas përshtatjes së modeleve deterministike polinomiale të rendit të tretë arrin 11.1 cm, përse i përket diferencave me GNSS/dhe të dhënat e nivelimit të bazës së vjetër AB86 dhe vijat e reja të nivelimit.

Për më tepër, gjeoidi i bazuar në LSC është inferior me vetëm ~ 0.6 cm në krahasim me atë 2D-FFT, krahasuar me 2 cm gjatë Fazës III, që i atribuohet të dhënave më cilësore të gravitetit të marra. Modelet e reja të gjeoideve të llogaritura gjatë fazës IV të tanishme, janë dukshëm më të mira me ~2-4 cm në krahasim me modelet e gjeoidit të Fazës III, gjë që reflektohet gjithashtu në diferencat absolute dhe relative ndaj të dhënave GNSS/Nivelim. Me modelet e reja të gjeoidit, mund të arrihen saktësi relative prej 1.5 ppm për vijat bazë midis 0-10 km, të cilat më pas reduktohen nën 1 ppm për linjat bazë më të mëdha se 10 km. Ky është një përmirësim i rendit të dytë në krahasim me modelet gjeoidale të Fazës III.

Nisur nga sa më sipër, ky përmirësim pritet të rritet më tej pasi të bëhen të disponueshme më shumë të dhëna, d.m.th., të dhënat e gravitetit me rezolucion më të lartë hapësinor konsiderohen statistikisht të rëndësishme dhe shpërndarja hapësinore e vërtetimeve të mbledhura të gravitetit duhet të përmirësohet. Prandaj, është parë e nevojshme organizimi dhe kryerja e fushatave shpesh të gravitetit për të rritur rezolucion hapësinor të të dhënave të gravitetit të tokës, në të dyja zonat me terren të sheshtë dhe të thepisur dhe veçanërisht në pjesën lindore.

5.2. Rekomandime

- **Dendesimi i matjeve gravimetrike në mënyrë që të arrijë 2.5 km x 2.5 km në zonat e ulëta dhe 5 km x 5 km në zonat malore për të gjithë vendin.**
- **Lidhja e katër stacioneve baticëmatëse nëpërmjet linjave të nivelimit.**
- **Lidhja me rrjetin e nivelimit European UELN/EVRS/EVRF2019(2000) (Maqedonisë së Veriut dhe Malit të Zi).**
- Vërtimet duhet të kryhen si vërtime gravimetrike të rendit të tretë, d.m.th., nuk ka nevojë të kryhen matje të përsëritura si në rastin e vërtetimeve në rrjet.
- Çdo ditë, vërtimet duhet të fillojnë dhe të përfundojnë në të njëjtin pikë, ku do të jetë pikë e rrjetit gravimetrik absolut, të rendit të parë ose të dytë.
- Të gjitha matjet e gravitetit duhet të shoqërohen me matje RTK GNSS për të përcaktuar pozicionet 3D të pikave të matura.
- Matjet duhet të korrigjohen për baticat dhe ngarkesën e oqeanit.

- Matjet duhet të korrigjohen për presionin atmosferik.
- Matjet duhet të reduktohen në tokë të çdo pike matjeje, kështu që lartësia e instrumentit duhet të matet në çdo pikë në tre anët e ndryshme të instrumentit.
- Duhet të përdoret më shumë se një gravimetër relativë për të minimizuar kohën e marrjes së numrit total të pikave të vrojtimit.
- Gravimetrat relative duhet të testohen për driftin linear relativ një herë në javë.
- Para fillimit të matjeve, gravimetrat relative duhet të validohen për driftin linear një herë në javë.
- Kalibrimi i instrumentave të bëhet duke përdorur si baza gravimetrike horizontale pikat absolute AGP 01 (Shkodër), AGP 02 (Tiranë) dhe AGP 03 (Sarandë) që kanë vlera absolute të gravitetit, dhe duhet të kryhen në fillim dhe në fund të periudhës së matjes.
- Për llogaritjen e konstantës së kalibrimit të gravimetrave relativ, diferenca e nxitimit gravitacional ndërmjet pikave gravimetrike të bazës horizontale të kalibrimit duhet të matet 4 herë në një ditë.
- Koeficienti i kalibrimit (K) do të llogaritet si raport i diferencës së vlerave të gravitetit në pikat bazë të kalibrimit dhe diferencës së gravitetit të matur me gravimetra relativë në këto pika.

Është vlerësuar se një numër i përgjithshëm prej afërsisht 600-700 matjesh gravimetrike të reja të rendit të tretë duhet të realizohen për të plotësuar të dhënat, për të arritur rekomandimet 2,5 km x 2,5 km mbi zonat e ulëta dhe 5 km x 5 km mbi zonat malore.

6. LITERATURA

- [1] B. Hofmann-Wellenhof dhe H. Moritz, *Physical geodesy*, Berlin: Springer-Verlag, 2006.
- [2] G. Seeber, *Satellite geodesy: Foundations, methods, and applications* (3rd ed.), Berlin: Walter de Gruyter, 2012.
- [3] L. Sánchez, M. G. Sideris dhe H. Denker, «The International Height Reference System (IHRF): Concept and implementation,» *Journal of Geodesy*, vëll. i 95, nr. 2, p. 1–19, 2021.
- [4] J. Ihde, L. Sánchez dhe M. G. Sideris, «Conventions and strategies for the realization of the International Height Reference Frame (IHRF),» në *IAG Symposium Proceedings*, Berlin, 2017.
- [5] H. Denker, «On the realization and unification of height systems,» *Studia Geophysica et Geodaetica*, vëll. i 65, nr. 3, p. 321–341, 2021.
- [6] I. N. Tziavos dhe G. S. Vergos, «Evaluation and combination of GOCE/GRACE models in Greece,» *Advances in Space Research*, vëll. i 51, nr. 8, p. 1353–1370, 2013.
- [7] T. Gruber, T. Fecher dhe P. Zingerle, «The GOCO05s combined gravity field model and European geoid validation,» *Earth System Science Data*, vëll. i 14, nr. 2, p. 123–145, 2022.
- [8] H. Denker dhe I. N. Tziavos, «Evaluation of European combined quasigeoid models,» *Journal of Geodesy*, vëll. i 84, nr. 10, p. 705–722, 2010.
- [9] EUREF (IAG Sub-Commission for Europe), «European Vertical Reference System: Conventions and Guidelines (EVRF2019),» EUREF, Bruksel, 2021.
- [10] H. Denker, L. Sánchez dhe J. Ihde, «European height reference frames in the context of the IHRF,» *IAG Reports*, 2022.
- [11] H. Moritz dhe W. A. Heiskanen, *Physical geodesy*, San Francisco: W.H. Freeman & Co., 1967.
- [12] M. G. Sideris, «Advances in regional gravity field modeling in Europe,» *Journal of Geodesy*, vëll. i 93, nr. 8, p. 1035–1053, 2019.
- [13] European Parliament and Council of the European Union, «Directive 2007/2/EC establishing an Infrastructure for Spatial Information in the European Community (INSPIRE),» *Official Journal of the European Union*, Brussels, 2007.
- [14] Autoriteti Shtetëror për Informacionin Gjeohapësinor (ASIG), «Raporti Kombëtar për Kornizën Gjeodezike të Shqipërisë,» Autoriteti Shtetëror për Informacionin Gjeohapësinor, Tiranë, 2018.

- [15] I. N. Tziavos dhe H. Denker, «Evaluation of geoid models in Europe,» *Journal of Geodesy*, vëll. i 84, nr. 12, p. 693–707, 2010.
- [16] I. N. Tziavos, G. S. Vergos dhe T. Gruber, «Regional geoid determination and validation in Europe,» *Studia Geophysica et Geodaetica*, vëll. i 59, nr. 3, p. 389–408, 2015.
- [17] Land&Co sh.p.k., «Raport teknik i fazës së dytë të rrjetit gravimetrik kombëtar,» Land&Co sh.p.k., Tiranë, 2024.
- [18] Autoriteti Shtetëror për Informacionin Gjeohapësinor (ASIG), «Raport teknik: Zhvillimi i rrjetit gravimetrik dhe modelit kombëtar të gjeoidit ALBGeoid2024,» Autoriteti Shtetëror për Informacionin Gjeohapësinor, Tiranë, 2024.
- [19] OTT Hydromet GmbH, «HYDRAS 3 – Data Processing and Visualization Software Guide,» OTT Hydromet GmbH, Kempten, 2021.
- [20] Statens Kartverk, «Gravity Measurements in Western Balkans – Final Technical Report,» Norwegian Mapping Authority, Oslo, 2016.
- [21] Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen (BEV), «Report on Absolute Gravity Measurements in the Western Balkans 2015,» Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, Vienna, 2015.
- [22] T. M. Niebauer, G. S. Sasagawa, J. E. Faller, R. Hilt dhe F. Klopping, «A new generation of absolute gravimeters,» *Metrologia*, vëll. i 32, nr. 3, p. 159–180, 1995.
- [23] Scintrex Ltd., CG-5 Autograv System Operation Manual, Concord: Scintrex Ltd, 2014.
- [24] The MathWorks, Inc., «MATLAB and Statistics Toolbox Release 2020a User Guide,» The MathWorks, Inc., Natick, 2020.
- [25] I. M. Longman, «Formulas for computing the tidal accelerations due to the Moon and the Sun,» *Journal of Geophysical Research*, vëll. i 64, nr. 12, p. 2351–2355, 1959.
- [26] M. Van Camp dhe P. Vauterin, «Tsoft: Graphical and interactive software for the analysis of time series and Earth tides,» *Computers & Geosciences*, vëll. i 31, nr. 5, p. 631–640, 2005.
- [27] V. Dehant, P. Defraigne dhe J. M. Wahr, «Tides for a convective Earth,» *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, vëll. i 104, nr. B1, p. 1035–1058, 1999.
- [28] L. Carrere, F. Lyard, M. Cancet, A. Guillot dhe N. Picot, «FES2014: A new tidal model – Validation results and perspectives for improvements,» në *EGU General Assembly Conference Abstracts*, Vienna, 2016.
- [29] W. Torge, Gravimetry, Berlin: Walter de Gruyter, 1989.

- [30] H. Kutterer, «Combining heterogeneous geodetic data for reference system realization,» *Journal of Geodesy*, vëll. i 84, nr. 12, p. 715–726, 2010.
- [31] M. H. Trauth, *MATLAB Recipes for Earth Sciences*, Berlin: Springer, 2006.
- [32] J. B. Merriam, «Atmospheric pressure and gravity,» *Geophysical Journal International*, vëll. i 109, nr. 3, p. 488–500, 1992.
- [33] Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen (BEV), «Agreement GZ 4598/2015-09-07: Absolute Gravity Measurements in Albania,» Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, Vienna, 2017.
- [34] H. Moritz, «Geodetic Reference System 1980,» *Bulletin Géodésique*, vëll. i 54, p. 395–405, 1980.
- [35] International Earth Rotation and Reference Systems Service (IERS), «IERS Technical Note 36,» Verlag des Bundesamts für Kartographie und Geodäsie, Frankfurt am Main, 2010.
- [36] Trimble, *Trimble Business Center v5.9 User Guide*, Trimble Navigation Ltd., 2022.
- [37] T. J. Kukkamäki, «The theory of the determination of the geoid in Finland,» Finnish Geodetic Institute, Helsinki, 1939.
- [38] P. Jensen, «Contributions to the determination of the geoid in Scandinavia,» Danish Geodetic Institute, Copenhagen, 1949.
- [39] F. Sansò dhe M. G. Sideris, *Geoid Determination: Theory and Methods*, Berlin: Springer, 2013.
- [40] T. Gruber, «GOCE Level-2 Product Data Handbook,» European Space Agency (ESA), Earth Explorer Program, Paris, 2011.
- [41] R. Barzaghi, V. N. Grigoriadis dhe I. N. Tziavos, «Comparison of GOCE/GRACE global models and local geoid solutions,» *Studia Geophysica et Geodaetica*, vëll. i 62, nr. 4, p. 583–602, 2018.
- [42] V. N. Grigoriadis, R. Barzaghi, I. N. Tziavos dhe G. S. Vergos, «Evaluating combined gravity field models for local geoid computation,» *Journal of Geodesy*, vëll. i 95, nr. 8, p. 1–22, 2021.
- [43] I. N. Tziavos dhe M. G. Sideris, «Gravity field modelling for geoid computation,» në *Geoid Determination: Theory and Methods*, Springer, 2013, p. 183–250.
- [44] M. G. Sideris, «Spectral techniques in geoid computation,» *Bulletin Géodésique*, vëll. i 64, nr. 1, p. 27–39, 1990.
- [45] International Association of Geodesy (IAG), «Resolution No. 1 of the XXVI General Assembly of the IUGG: Definition and Realization of IHRs,» International Association of Geodesy (IAG), Prague, 2015.

- [46] J. Mäkinen dhe J. Ihde, «The permanent tide in height systems,» *IAG Symposia Series*, vëll. i 136, p. 81–87, 2009.
- [47] M. Ekman, «Impacts of tidal systems on geoid and mean sea level determinations,» *Bulletin Géodésique*, vëll. i 63, nr. 2, p. 281–294, 1989.
- [48] M. Ekman, «A consistent tidal system for the geoid, mean sea surface and mean sea level,» *Geophysical Journal International*, vëll. i 127, nr. 2, p. 515–521, 1996.
- [49] R. Forsberg, «A study of terrain reductions, density anomalies and geophysical inversion methods in gravity field modelling,» The Ohio State University, Columbus, Ohio, USA, 1984.
- [50] I. N. Tziavos, G. S. Vergos dhe T. Gruber, «On the combination of GOCE/GRACE data and terrestrial gravity for regional geoid determination,» *Studia Geophysica et Geodaetica*, vëll. i 54, nr. 2, p. 227–247, 2010.
- [51] R. Forsberg dhe C. C. Tscherning, «An overview manual for the GRAVSOFIT package,» National Space Institute, Technical University of Denmark, Copenhagen, 2010.
- [52] M. Rexer, C. Hirt dhe M. Kuhn, «The spectral filter approach for residual terrain modelling,» *Computers & Geosciences*, vëll. i 111, p. 255–266, 2018.
- [53] C. Hirt, B. Bucha, S. Holmes dhe M. Kuhn, «Study of the Earth's short-scale gravity field using the established residual terrain modelling technique along with advanced computational resources and massive parallelisation,» *Computers & Geosciences (ose revista përkatëse, nëse është e ndryshme duhet kontrolluar)*, 2014.
- [54] M. Rexer, C. Hirt dhe S. Claessens, «ERTM2160 – A high-resolution topographic gravity model,» *Geophysical Research Letters*, vëll. i 43, nr. 18, p. 9589–9598, 2016.
- [55] C. Förste, S. Bruinsma dhe O. Abrikosov, «EIGEN-6C4 – The latest combined global gravity field model,» GFZ German Research Centre for Geosciences, Potsdam, Germany, 2014.
- [56] P. Zingerle, R. Pail, T. Gruber dhe X. Oikonomidou, «The XGM2019e global gravity field model,» në *EGU General Assembly Abstracts*, 2019.
- [57] C. C. Tscherning dhe R. H. Rapp, «Closed covariance expressions for gravity anomalies, geoid undulations, and deflections of the vertical implied by anomaly degree variance models,» The Ohio State University, Department of Geodetic Science, Columbus, 1974.
- [58] R. Haagmans, E. de Min dhe M. van Gelderen, «Fast evaluation of convolution integrals on the sphere using 1D and 2D FFT,» *Journal of Geodesy*, vëll. i 67, nr. 8, p. 463–469, 1993.
- [59] L. Wong dhe R. Gore, «Accuracy of geoid heights from modified Stokes formula,» *Geophysical Journal International*, vëll. i 18, nr. 1, p. 81–91, 1969.

- [60] W. Baarda, A testing procedure for use in geodetic networks, Delft, The Netherlands: Netherlands Geodetic Commission, 1968.
- [61] P. A. Burrough dhe R. A. McDonnell, Principles of Geographical Information Systems, Oxford: Oxford University Press, 1998.
- [62] European Space Agency (ESA), «Copernicus Gravity and Height Monitoring Program,» European Space Agency, Paris, 2023.
- [63] European Commission, «Horizon Europe Cluster 4: Digital, Industry and Space – Work Programme 2024–2025,» European Commission, Brussels, 2024.
- [64] Hydromet Systems, «Hydromet Cloud and Hydras3 Software Manual,» OTT Hydromet GmbH, Kempten, 2020.
- [65] J. Ihde, L. Sánchez dhe M. G. Sideris, «Definition and realization of the International Height Reference System (IHRs),» *Journal of Geodesy*, vëll. i 91, nr. 7, p. 761–773, 2017.
- [66] Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO (IOC-UNESCO), «Manual on Sea-Level Measurement and Interpretation (Vol. VI),» Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO, Paris, 2016.
- [67] Z. Li, Q. Zhu dhe C. Gold, Digital terrain modeling: Principles and methodology, Boca Raton: CRC Press, 2005.
- [68] M. A. Oliver dhe R. Webster, «Kriging: A method of interpolation for geographical information systems,» *International Journal of Geographical Information Systems*, vëll. i 4, nr. 3, p. 313–332, 1990.
- [69] A. Pope, «The statistics of residuals and the detection of outliers,» National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), 1976.
- [70] C. C. Tscherning, «Least-squares collocation revisited,» në *Geoid Determination: Theory and Methods*, Springer, 2013, p. 143–181.