



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

TEMA E DISERTACIONIT

**“TRANSFORMIMI I REFERENCAVE GJEODEZIKE TË REPUBLIKËS SË
SHQIPËRISË ME METODËN E KOLOKACIONIT”**

(për marrjen e gradës shkencore “Doktor” në Gjeodezi)

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

1. Prof. Dr. Neritan SHKODRANI
2. Prof. Dr. Oltion MARKO
3. Prof. Dr. Shkëlqim KUKA
4. Prof. Dr. Agim SELENICA
5. Prof. Asoc. Leonidha PERI

Kryetar
Anëtar
Anëtar - Oponent
Anëtar - Oponent
Anëtar



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

Copyright

I

Eduart BLLOSHMI

Viti 2026



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

Udhëheqësi Prof.Asoc. Bilbil NURÇE vërteton se ky është version i miratuar i disertacionit të mëposhtëm:

“TRANSFORMIMI I REFERENCAVE GJEODEZIKE TË REPUBLIKËS SË SHQIPËRISË ME METODËN E KOLOKACIONIT”

Prof. Asoc. Bilbil NURÇE



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

**“TRANSFORMIMI I REFERENCAVE GJEODEZIKE TË REPUBLIKËS SË
SHQIPËRISË ME METODËN E KOLOKACIONIT”**

Përgatitur nga:

MSc. Eduart BLLOSHMI

Disertacion i paraqitur në

Fakulteti i Inxhinierisë së Ndërtimit

Universiteti Politeknik i Tiranës

Në përputhje të plotë

Me kërkesat

Për gradën Doktor i Shkencave

Universiteti Politeknik i Tiranës

Janar 2026



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

Falenderime

Së pari, shpreh mirënjohje të veçantë për **udhëheqësin tim shkencor**, Prof. Asoc. Bilbil Nurçe, i cili me përkushtim, profesionalizëm dhe udhëzime të vyera më ka drejtuar në çdo hap të këtij kërkimi. Këshillat e tij shkencore dhe mbështetja e vazhdueshme kanë qenë thelbësore për realizimin me sukses të këtij studimi.

Një mirënjohje të madhe shpreh për Prof. Dr. Neki Kuka, i cili me përkushtim dhe profesionalizëm ka kontribuar në realizimin e këtij studimi.

Një falënderim i veçantë i drejtohet **Fakultetit të Inxhinierisë së Ndërtimit (FIN)**, ku u zhvillua ky studim, për mundësitë, mjedisin kërkimor dhe mbështetjen logjistike që më ofroj gjatë gjithë periudhës së studimeve doktorale. Gjithashtu, falënderoj **koleget e Departamentit të Gjeodezisë** për diskutimet e vlefshme shkencore dhe ndihmën e tyre në proceset e realizimit të këtij studimi.

Mirënjohje e veçantë i drejtohet **Autoritetit Shtetëror për Informacionin Gjeohapsinor (ASIG)** për mbështetjen dhe bashkëpunimin e dhënë në realizimin e matjeve GNSS.

Falënderime të përzemërta i drejtohen **familjes time**, për durimin dhe mbështetjen e pakushtëzuar që më kanë dhënë në çdo hap të këtij rrugëtimi akademik. Pa përkrahjen e tyre, ky studim nuk do të kishte qenë i mundur.

Në fund, dëshiroj të shpreh respektin, mirënjohjen dhe falënderimet e mia për të gjithë ata që kontribuan gjatë gjithë periudhës së realizimit të këtij studimi.



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

Deklaratë mbi originalitetin

Eduart Blloshmi

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 vetëdijshëm 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

Lista e shkurtimeve	11
Abstrakti.....	13
1 HYRJE	14
1.1 Qëllimi.....	14
1.2 Objektivat e projekti kërkimor-shkencor	15
1.3 Realizimi i projektit kërkimor-shkencor	16
1.4 Përfutjesit nga realizimi i projektit kërkimor-shkencor	17
2 REFERENCAT GJEODEZIKE TË PËRDORURA NË SHQIPËRI	18
2.1 Referenca Gjeodezike klasike ALB86	18
2.2 Rrjetet shtetërore të pozicionimit Satelitor “GPS” në Shqipëri	23
2.2.1 Rrjeti Gjeodinamik i Institutit të Gjeoshkencave “ IGJEO”	23
2.2.2 Rrjeti i pozicionimit Satelitor ALBPOS	25
2.2.3 Rrjeti Shtetëror i Pozicionimit Global ALBCORS	27
2.2.3.1 Rrjeti Shtetëror Aktiv i Pozicionimit Global (ALBCORS).....	27
2.2.3.2 Rrjeti Shtetëror Pasiv i Pozicionimit Global	30
3 MATJET SATELITORE TË REALIZUARA NË SHQIPËRI PËR TRANSFORMIMIN E REFERENCAVE GJEODEZIKE.....	32
3.1 Matjet Satelitore nga DMAAC, Tetor 1994.....	32
3.1.1 Matjet Satelitore të kësaj fushate kishin për qëllim:	32
3.1.2 Organizimi i matjeve fushore dhe marrësat satelitor që u përdorën:	32
3.1.3 Rezultatet kryesore dhe përfundimet për këtë fushatë matjesh satelitore:..	33
3.2 Matjet Satelitore nga Universiteti Wisconsin (PMU), Shkurt 1998.....	33
3.2.1 Matjet Satelitore të kësaj fushate kishin për qëllim:	33
3.2.2 Organizimi i matjeve fushore dhe marrësat satelitor që u përdorën:	33
3.2.3 Rezultatet kryesore dhe përfundimet për këtë fushatë matjesh satelitore:..	34
3.3 Matjet Satelitore nga EUREF, në kuadrin e Projektit (CRODYN), Shtator 1998	35
3.3.1 Matjet Satelitore të kësaj fushate kishin për qëllim:	35
3.3.2 Organizimi i matjeve fushore dhe marrësat satelitor që u përdorën:	35
3.3.3 Rezultatet kryesore dhe përfundimet për këtë fushatë matjesh satelitore:..	36

3.4	Matjet Satelitore nga Instituti Gjeografik i Firences IGMF– Instituti Gjeografik Ushtarak i Shqipërisë IGJUSH, (vjeshtë 2007 – pranverë 2008)	37
3.4.1	Matjet Satelitore të kësaj fushate kishin për qëllim:	37
3.4.2	Organizimi i matjeve fushore dhe marrësat satelitor që u përdorën:	37
3.4.3	Rezultatet kryesore dhe përfundimet për këtë fushatë matjesh satelitore:..	38
3.5	Matjet Satelitore nga DGJ-FIN dhe ASIG, (2023-2025)	44
3.5.1	Matjet Satelitore të kësaj fushate kishin për qëllim:	45
3.5.2	Organizimi i matjeve fushore dhe marrësat satelitor që u përdorën:	46
3.5.3	Rezultatet kryesore dhe përfundimet për këtë fushatë matjesh satelitore:..	51
4	SISTEMET E REFERENCËS NË GJEODEZI DHE MODELET E TRANSFORMIMIT NDËRMJET TYRE	65
4.1	Sistemi i koordinatave elipsoidike (gjeodezike)	66
4.2	Transformimi i sistemeve koordinative në gjeodezi.	69
4.3	Transformimi midis sistemeve koordinative kënddrejtë hapsinore dhe gjeodezike 71	
4.4	Transformimi në plan ndërmjet referencave, ETRF2000, 2008 $\leftrightarrow$ ALB86	73
4.5	Transformimi 2-D Helmert $(N, E)_{ETRF2005} \leftrightarrow (N, E)_{ALB86}$	78
4.5.1	Ekuacionet lineare të transformimit Helmert për kalimin nga ALB86 në ETRF2000	78
4.5.2	Ekuacionet lineare të transformimit Helmert për kalimin nga ETRF2000 në ALB86	80
4.5.3	Polinomet transformuese për kalimin nga ALB86 në ETRF2000	81
5	TRANSFORMIMI I REFERENCAVE GJEODEZIKE DUKE PËRDORUR METODËN E KOLOKACIONIT	85
5.1	Transformimi 3D i Helmertit	85
5.1.1	Modelimi i shformimit	88
5.1.2	Transformimi nëpërmjet metodës së kolokacionit	89
5.1.3	Shformimi dhe rrjetat e transformimit	92
5.1.4	Interpolimi bi-linear	93
5.2	Krijimi i modelit me metodën e kolokacionit	95
5.2.1	Parametrat e transformimit të Helmertit	97
5.2.2	Ekzekutimi i programit “GDAGrid”	100

5.3	Krijimi i programit për transformimin e të dhënave duke përdorur metodën e kolokacionit N trans/A trans	110
5.3.1	Formati i rrjetit të shformimeve	110
6	ANALIZA KRAHASUESE E MODELEVE TË TRANSFORMIMIT TË KOORDINATAVE BAZUAR NË TË DHËNA NGA RAJONE TË NDRYSHME TË SHQIPËRISË	111
6.1	Qëllimi dhe rëndësia e analizës krahasuese e modeleve të transformimit	111
6.2	Përshkrimi i modeleve të përdorura në analizën krahasuese.....	112
6.2.1	Modeli Helmert 2D (3-parametrik).....	112
6.2.2	Modeli Helmert 3D (7-parametrik).....	112
6.2.3	Modeli afino-linear (2D affine)	112
6.2.4	Modeli kolokacional (Least Squares Collocation – LSC)	113
6.3	Zgjedhja e rajoneve për testim	113
6.4	Krahasimi i rezultateve të përfutuara nga modele të ndryshme transformimi ...	113
6.5	Analiza e saktësisë së realizuar nga modelet e ndryshme të transformimit	114
6.5.1	Analiza e krahasimit të koordinatave midis programeve “Albaco” dhe “GDay-25”	114
6.5.2	Transformimi i koordinatave duke përdorur modelin e kolokacionit nga ALB86 në KRGJSH.....	118
7	KONKLUSIONE DHE REKOMANDIME	128
7.1	Konkluzione	128
7.2	Rekomandime.....	129
8	LITERATURA	130

Lista e figurave

Figura 1 -Pikat e Referencës Gjeodezike ALB86.....	19
Figura 2 - Skema e rrjetit Shtetëror të nivelimit ALB87	21
Figura 3 - Konfigurimi i stacioneve të sistemit të Institutit të Gjeoshkencave.....	24
Figura 4 - Monumenti i stacionit të Shkodrës.....	24
Figura 5 - Konfigurimi i stacioneve të sistemit ALBPOS	26
Figura 6 - Antena e stacionit të Lushnjës.....	26
Figura 7 - Stacione të rrjetit ALBCORS ndërtuar në bllok betoni dhe antenë	28
Figura 8 - Foto gjatë ndërtimit dhe montimit të stacioneve të rrjetit ALBCORS	28
Figura 9 - Pozicioni i stacioneve të rrjetit ALBCORS	29
Figura 10 - Pikat pasive e rrjetit shtetëror të pozicionimit Global të rendit të I (Majtas) dhe II (Djathtas).....	31
Figura 11 - Matjet satelitore të realizuara në Shqipëri nga viti 1994 deri në vitin 2002 ..	36
Figura 12 - Pikat e matura nga IGMF dhe IGJUSH	40
Figura 13 - Pikat e matura nga DGJ-FIN dhe ASIG.....	45
Figura 14 - Foto gjatë rikonicionit fushor të pikave gjeodezike të referencës ALB86.....	49
Figura 15 - Foto gjatë procesit të matjeve të pikave gjeodezike të referencës ALB86	50
Figura 16 - Krijimi i projektit në programin TBC	53
Figura 17 - Përcaktimi i sinjaleve GNSS dhe mbulesës satelitore.....	53
Figura 18 - Importimi dhe kontrolli i të dhënave RINEX	54
Figura 19 - Përcaktimi i stacioneve CORS që do të përdoren	54
Figura 20 - Përcaktimi i datës dhe orës kur janë realizuar matjet.....	55
Figura 21 - Shkarkimi i të dhënave për 4 konstelacionet satelitore GNSS.....	55
Figura 22 - Përcaktimi i formatit RINEX	56
Figura 23 - Shkarkimi i të dhënave RINEX.....	56
Figura 24 - Importimi i të dhënave RINEX në TBC	57
Figura 25 - Shkarkimi i korrekturave të matjeve GNSS.....	57
Figura 26 - Përcaktimi i bazave	58
Figura 27 - Procesimi i vijë-bazave	58
Figura 28 - Pamja e pikës dhe stacioneve ALBCORS	59
Figura 29 - Pastrimi i të dhënave të satelitëve	59
Figura 30 - Kompesimi i rrjetit	60
Figura 31 - Rezultatet e kompesimit të pikës.....	60
Figura 32 - Referenc sistemi koordinativ gjeodezik	66
Figura 33 - Rrezja e kurbezimit në vertikalin e parë	68
Figura 34 - Marrëdhëniet ndërmjet (φ , λ , h) dhe (X , Y , Z)	71
Figura 35 - Diferencat (ETRF2000-ALB86) në gjerësi (majtas) dhe në gjatësi (djathtas)	75
Figura 36 - Programi Albaco i realizuar nga IGMF-IGJUSH	76
Figura 37 - Modeli 7P i transformimit.....	85
Figura 38 - Kovarianca empirike dhe modeli teorik.....	91

Figura 39 - Interpolimi i shformimeve.....	93
Figura 40 - Interpolimi i shformimeve.....	95
Figura 41 - Parametrat e kërkuar për krijimin e një rrjeti (grid) të ri.....	100
Figura 42 - Injorimi i pikave eksentrike	100
Figura 43 - Statistikat përmbledhëse të të dhënave.	101
Figura 44 - Parametrat e rallimit të të dhënave.....	101
Figura 45 - Funksioni i konvariancës për shtrembërimet	102
Figura 46 - Kovarianca empirike dhe modeli teorik.....	103
Figura 47 - Vlerat e funksionit të kovariancës.....	103
Figura 48 - Zgjedhja e parametrave të funksionit të kovariancës	104
Figura 49 - Zgjedhja e parametrave të funksionit të kovariancës	105
Figura 50 - Prediction Grid	107
Figura 51 - Options	108
Figura 52- Rrjeta e Shformimeve me Metodën e Kolokacionit.....	110
Figura 53 - Pikat e Transformuara "DGJ-FIN, ASIG, IGMF"	111
Figura 54 - Grafiku i ndryshimit të koordinatave	118
Figura 55 - Grafiku 3D i rezidualeve të Transformimit Helmert ALB86-KRGJSH	127
Figura 56 - Shpërndarja 2D e Rezidualeve (ΔX , ΔY) për transformimin Helmert ALB86-KRGJSH	127

Lista e Tabelave

Tabela 1 - Të dhënat e Referencës Gjeodezike Alb86.....	22
Tabela 2 - Të dhënat e Referencës Gjeodezike KRGJSH.....	31
Tabela 3 - Parametrat e transformimit ndërmjet referencave ITRF2005 dhe ETRF2000	39
Tabela 4 - Koordinatat e pikave të triangolacionit në referencën gjeodezike ALB86.....	41
Tabela 5 - Kohëzgjatja e matjeve GNSS me Metodën Statike.	46
Tabela 6 - Tabela e Specifikimeve teknike të marrësive satelitor GNSS	48
Tabela 7- Lista e pikave me koordinatat në referencën e re KRGJSH (IGMF-DGJ-ASIG)	61
Tabela 8 - Koordinatat Gjeodezike dhe lartësia elipsoidale	63
Tabela 9 - Koordinatat Ortogonale dhe lartësia elipsoidale.....	63
Tabela 10 - Tabela me parametrat e Helmert.....	76
Tabela 11 - Krahasimi i korrigjimeve vi (N, E) ndërmjet transformimit 4-P Helmert dhe polinomial	82
Tabela 12 - Parametrat e transformimit të Helmertit (modeli i përafert) nga Alb86/87 në ETRF2008.0 (Burimi IGMF).....	97
Tabela 13 - Parametrat e transformimit të Helmertit (modeli i saktë) nga Alb86/87 në ETRF2008.0 (Burimi IGMF, n=89).	98
Tabela 14 - Parametrat e transformimit të Helmertit (modeli i saktë) nga Alb86/87 në ETRF2014.0 (Burimi IGMF +DGJ-FIN& ASIG, n=137).....	99

Tabela 15 - Shembull i performancës së interpolimit prapa të një rrjeti shtrembërimesh.	109
Tabela 16 - Koordinatat e pikave të IGMF-IGJUSH.....	114
Tabela 17 - Tabela e ndryshimeve të koordinatave	116

LISTA E SHKURTIMEVE

- **ALB86** – Referenca gjeodezike klasike e Shqipërisë (*Albanian Geodetic Reference 1986*)
- **ALB87** – Rrjeti i nivelimit shtetëror (*Albanian Leveling Network 1987*)
- **ALBPOS** – Rrjeti i pozicionimit satelitor (*Albanian Positioning System*)
- **ALBCORS** – Rrjeti aktiv i stacioneve të referencës GNSS (*Albanian Continuously Operating Reference Stations*)
- **ASIG** – Autoriteti Shtetëror për Informacionin Gjeohapësinor (*State Authority for Geospatial Information*)
- **ASHK** – Agjencia Shtetërore e Kadastrës (*State Cadastre Agency*)
- **AKPT** – Agjencia Kombëtare e Planifikimit të Territorit (*National Territorial Planning Agency*)
- **AKBN** – Agjencia Kombëtare e Burimeve Natyrore (*National Agency of Natural Resources*)
- **AZHT** – Agjencia e Zhvillimit të Territorit (*Territorial Development Agency*)
- **ARRSH** – Autoriteti Rrugor Shqiptar (*Albanian Road Authority*)
- **IGJUSH** – Instituti Gjeografik Ushtarak i Shqipërisë (*Albanian Military Geographic Institute*)
- **IGJIU** – Instituti i Gjeografisë dhe Infrastrukturës Ushtarake (*Institute of Geography and Military Infrastructure*)
- **IGMF** – Instituti Gjeografik i Firences (*Istituto Geografico Militare di Firenze*)
- **IGJEO** – Instituti i Gjeoshkencave (*Institute of Geosciences*)
- **DMAAC** – Agjencia e Hartografisë Ajrore të Mbrojtjes (*Defense Mapping Agency Aerospace Center, USA*)
- **PMU** – Njësia e Hartografisë Fizike (*Physical Mapping Unit, University of Wisconsin*)
- **EUREF** – Rrjeti Europian i Referencës Gjeodezike (*European Reference Frame*)
- **ETRS89** – Sistemi Europian Tokësor i Referencës 1989 (*European Terrestrial Reference System 1989*)
- **ETRF2000 / 2014** – Korniza Europiane e Referencës Tokësore (*European Terrestrial Reference Frame 2000 / 2014*)
- **ITRF96 / 2008 / 2014** – Korniza Ndërkombëtare e Referencës Tokësore (*International Terrestrial Reference Frame*)
- **KRGJSH** – Korniza Referuese Gjeodezike Shqiptare (*Albanian Geodetic Reference Frame*)
- **GPS** – Sistemi Global i Pozicionimit (*Global Positioning System*)
- **GNSS** – Sistemet Globale të Navigimit Satelitor (*Global Navigation Satellite Systems*)

- **RTK** – Pozicionim Kinematik në Kohë Reale (*Real-Time Kinematic*)
- **PP** – Përpunim pas-matjes (*Post-Processing*)
- **WGS84** – Sistemi Botëror i Referencës Gjeodezike 1984 (*World Geodetic System 1984*)
- **INSPIRE** – Infrastruktura për Informacionin Hapësinor në Evropë (*Infrastructure for Spatial Information in Europe*)
- **MIE** – Ministria e Infrastrukturës dhe Energjisë (*Ministry of Infrastructure and Energy*)
- **SHGJSH** – Shërbimi Gjeologjik Shqiptar (*Albanian Geological Service*)
- **SHSH** – Shërbimi Hidrografik Shqiptar (*Albanian Hydrographic Service*)
- **Gauss–Krüger** – Projeksioni transversal cilindrik (*Gauss–Krüger Projection*)
- **UTM** – Projeksioni transversal universal (*Universal Transverse Mercator Projection*)
- **LSC** – Metoda e kolokacionit me katrore më të vegjël (*Least Squares Collocation*)
- **Helmert 2D / 3D** – Model transformimi koordinativ me 3 ose 7 parametra (*2D/3D Helmert Transformation Model*)
- **GDAGrid / GDay-25 / Albaco** – Programe kombëtare për transformimin e koordinatave (*National Transformation Software Tools*)
- **RDN** – Rrjeti Dinamik Kombëtar (*Dynamic Geodetic Network*)
- **RSN** – Rrjeti Statik Kombëtar (*Static Geodetic Network*)
- σ_0 – Shmangia standarde e përafuar (*Standard Deviation / RMS Error*)
- φ, λ, h – Gjerësia, gjatësia dhe lartësia elipsoidale (*Latitude, Longitude, Ellipsoidal Height*)
- **X, Y, Z** – Koordinata karteziiane 3D (*Cartesian Coordinates*)
- **N, E, H** – Koordinata veriore, lindore dhe lartësi (*Northing, Easting, Height*)
- $\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$ – Diferencat e koordinatave ndërmjet sistemeve (*Coordinate Differences*)
- k_0 – Koeficienti i shkallës së projeksionit (*Scale Factor of Projection*)
- λ_0 – Meridiani qendror (*Central Meridian*)
- **FN / FE** – Fallco e veriut/lindjes (*False Northing / False Easting*)
- **RTM** – Modeli i mbetjeve topografike (*Residual Terrain Model*)
- **IGb08** – Kornizë e referencës GNSS (IGS Frame 2008) (*International GNSS Service Frame 2008*)
- **VRS** – Stacion referimi virtual (*Virtual Reference Station*)
- **TBC** – Programi Trimble Business Center (*Trimble Business Center Software*)
- **RINEX** – Format i shkëmbimit të të dhënave GNSS (*Receiver Independent Exchange Format*)
- **VSAT** – Terminal satelitor me hapësirë të vogël (*Very Small Aperture Terminal*)
- **CRODYN** – Projekti Gjeodinamik Kroat (*Croatian Geodynamic Project*)
- **L1 / L2** – Frekuenca e parë dhe e dytë e sinjalit GNSS (*First and Second GNSS Frequencies*)
- **Mollodensky** – Model transformimi për ndryshime elipsoidesh (*Mollodensky Transformation*)
- **GRS80** – Elipsoidi i sistemit ETRS89 (*Geodetic Reference System 1980*)
- **Krasovsky** – Elipsoidi i sistemit ALB86 (*Krasovsky Ellipsoid*)

ABSTRAKTI

Ky disertacion trajton zhvillimin dhe aplikimin e një metodologjie të avancuar për transformimin e referencave gjeodezike të Republikës së Shqipërisë nga sistemi klasik ALB86 (bazuar në elipsoidin Krasovsky dhe projeksionin Gauss–Krüger) në sistemin modern të Kornizës Referuese Gjeodezike Shqiptare (KRGJSH), të përputhur me standardet europiane të ETRS89 dhe ETRF2000.

Në qendër të kërkimit qëndron përdorimi i metodës së kolokacionit, me katrorë më të vegjël (Least Squares Collocation – LSC), për ndërtimin e një modeli matematik, që siguron transformim me saktësi të lartë midis sistemeve koordinative ekzistuese dhe atyre bashkëkohore, duke adresuar kufizimet e modeleve klasike të tipit Helmert 2D/3D dhe afino-linear.

Studimi u realizua në bazë të matjeve faktike GNSS (Global Navigation Satellite System) të kryera në pikat ekzistuese të rrjetit gjeodezik ALB86.

Përpunimi i të dhënave u krye me programe profesionale si Trimble Business Center (TBC), ndërsa u zhvillua gjithashtu një program i dedikuar për transformim të koordinatave nga ALB86 në KRGJSH duke përdorur koeficientët e përfutur nga metoda e kolokacionit.

Rezultatet treguan se modeli i kolokacionit ofron një saktësi të përmirësuar me 20–35% krahasuar me transformimet tradicionale 7-parametrike Helmert, sidomos në zonat me shpërndarje jo uniforme të pikave ose me terren kompleks. Ky përmirësim u verifikua përmes analizës krahasuese të modeleve të aplikuara në rajone të ndryshme të vendit, ku u vlerësuan parametrat e deformimit, interpolimi bi-linear dhe koovarianca empirike, duke konfirmuar përshtatshmërinë e metodës së kolokacionit për përdorim kombëtar.

Nga ana institucionale, puna kontribuon në modernizimin e infrastrukturës gjeodezike të Shqipërisë, duke garantuar përafrimin me kornizat referuese evropiane (ETRS89) dhe duke mundësuar integrimin e të dhënave gjeohapësinore të institucioneve si ASIG, ASHK, ARRSH, dhe AKPT në një sistem të unifikuar. Nga pikëpamja shkencore, disertacioni ofron një model të plotë për transformimin gjeodezik 3D, të bazuar në korelacionet hapësinore të mbetjeve të koordinatave, që mund të përdoret për përditësimin e referencave kombëtare dhe për aplikime të avancuara në GIS, kadastër, inxhinieri civile dhe gjeomatikë.

Në përfundim, rezultatet e këtij studimi përbëjnë një hap thelbësor drejt përdorimit të metodave të matematikës dhe statistikës hapësinore në gjeodezi, duke forcuar bazën shkencore për transformimin, harmonizimin dhe integrimin e të dhënave gjeohapësinore të Republikës së Shqipërisë në rrjetet referuese europiane.

1 HYRJE

1.1 Qëllimi

Qëllimi themelor i këtij studimi është të zhvillojë, zbatojë dhe vlerësojë një metodologji të avancuar për transformimin e koordinatave gjeodezike nga sistemi i referencës gjeodezike ALB86 (**Gauss–Krüger**) në sistemin e ri të referencës gjeodezike KRGJSH (**ETRS89**), duke përdorur transformimin me **metodën e kolokacionit**.

Gjithashtu edhe të përgatisë kandidatin e këtij programi studimi për një karrierë akademike, si një person studiues i kualifikuar, në shërbim të kërkesave që ka zhvillimi i vrullshëm i metodave të matjeve dhe teknologjisë si dhe në rritjen e cilësisë së mësimdhënies për programet e ciklit të parë dhe të dytë që mbështet Departamenti i Gjeodezisë.

Rritja e kërkesës për informacion gjeohapësinor më të saktë dhe më të plotë, 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.

Teknologjia GNSS, gravimetrat gjeodezik dhe nivelat digjitale të saktësisë së lartë, kohët e fundit kanë gjetur një aplikim të gjerë në fushën e mbledhjes së informacionit (koordinatave 3D, numrave gjepotencial dhe lartësive gjeoidale), duke sjell produkte të një saktësie dhe cilësie të lartë në një kohë relativisht të shkurtër. Zhvillimi i teknologjisë kompjuterike për të realizuar përpunimin e vrojtimeve gjeodezike dhe përfitim të parametrave të transformimit ndërmjet referencave të ndryshme gjeodezike, i jep akoma më shumë cilësi.

Kombinimi i teknologjive të ndryshme dhe krahasimi i rezultateve përkatëse mundëson një produkt sa më të besueshëm.

Përparësitë kryesore të realizimit të “Transformimi i Referencave Gjeodezike të Republikës së Shqipërisë me metodën e Kolokacionit” janë:

Rritja e produktivitetit: Përfitimi i parametrave të transformimit ndërmjet referencave të ndryshme gjeodezike në një kohë të shkurtër.

Rritja e saktësisë: Përfitimi i një produkti me saktësi dhe besueshmëri të lartë si pasojë e zhvillimit të teknologjisë dhe metodave të reja të përpunimit.

Rritja e gamës së përdorimit: Përfitimi i parametrave të transformimit ndërmjet referencave të ndryshme gjeodezike dhe aplikimi i tyre për projekte të ndryshme, që zhvillohen në gjithë territorin e Shqipërisë.

Rritja e cilësisë së punës: Përdorimi i vrojtimit GNSS redukton ndjeshëm kohën, rrit cilësinë e pozicionimit në sistemin e referencës lokale gjithashtu rrit dhe komoditetin e punës.

Realizimi i parametrave të transformimit ndërmjet referencave të ndryshme gjeodezike të Shqipërisë shikohet si domosdoshmëri për informacionin gjeohapësinor, veçanërisht për zhvillimin e projekteve të ndryshme në gjithë territorin e Shqipërisë.

Realizimi i këtij kërkimi shkencor duke u bazuar në matje faktike, analiza të saktësisë së produktit dhe përgatitjen e një literaturë mbështetëse, nga ana profesionale mund të shmang problematikën e qasjeve të gabuara.

Kështu nga sa më sipër, rasti studimor i projektit kërkimor “Transformimi i Referencave Gjeodezike të Republikës së Shqipërisë me metodën e KOLOKACIONIT” merr një rëndësi të veçantë në:

- përdorimin e aplikimeve të reja teknologjike në fushën e gjeodezisë,
- krijimin e hapësirave të duhura për zhvillimin e rasteve studimore të tjera në këtë fushë kërkimore, për të cilat rasti ynë studimor mund të jetë vetëm fillimi.

1.2 Objektivat e projekti kërkimor-shkencor

Ky projekt prezanton risitë më të reja **të llogaritjes së parametrave të transformimit nga sistemi i referencës gjeodezike ALB86 (Gauss–Krüger) në sistemin e ri të referencës gjeodezike KRGJSH (ETRS89)**, duke përdorur transformimin me **metodën e kolokacionit**.

❖ Objektivat dhe rezultatet e arritura:

Objektivi 1:

- Projektimi i vrojtimeve GNSS në pikat ekzistuese të referencës gjeodezike ALB86.

Rezultati 1:

- Realizimi i projektit të vrojtimeve GNSS në pikat ekzistuese të referencës gjeodezike ALB86.

Objektivi 2:

- Realizimi i vrojtimeve GNSS në pikat ekzistuese të referencës gjeodezike ALB86.

Rezultati 2:

- Raporti dhe analiza e përpunimit të vrojtimeve GNSS në pikat ekzistuese të referencës gjeodezike ALB86.

Objektivi 3:

- Llogaritjet e parametrave dhe saktësisë së transformimit nga sistemi i referencës gjeodezike ALB86 (Gauss–Krüger) në sistemin e ri të referencës gjeodezike KRGJSH (ETRS89), duke përdorur transformimin me metodën e kolokacionit.

Rezultati 3:

- Realizimi i parametrave dhe saktësisë së transformimit nga sistemi i referencës gjeodezike ALB86 (Gauss–Krüger) në sistemin e ri të referencës gjeodezike KRGJSH (ETRS89), duke përdorur transformimin me metodën e kolokacionit.

Objektivi 4:

- Krahësimi i parametrave dhe saktësisë së realizuar të transformimit nga sistemi i referencës gjeodezike ALB86 (Gauss–Krüger) në sistemin e ri të referencës gjeodezike KRGJSH (ETRS89) të Shqipërisë me parametrat dhe saktësitë ekzistuese.

Rezultati 4:

- Realizimi i raporti analitik për saktësinë e koordinatave të pikave. Krijimi i programit për transformimet ndërmjet referencave të ndryshme gjeodezike të Shqipërisë.

Objektivi 5:

- Krijimi i programit për transformimet ndërmjet referencave të ndryshme gjeodezike të Shqipërisë duke përdorur koeficientët e përfutur nga transformimi i koordinatave me metodën e kolokacionit.

Rezultati 5:

- Realizimi i programit të transformimit të koordinatave nga sistemi i referencës gjeodezike ALB86 (Gauss–Krüger) në sistemin e ri të referencës gjeodezike KRGJSH (ETRS89).

1.3 Realizimi i projektit kërkimor-shkencor

Realizimi i projektit kërkimor-shkencor është bërë sipas fazave të mëposhtme:

- ❖ Faza I: Në këtë fazë është realizuar:
 - Ndjekja e shkollës së doktoraturës, formimi teorik dhe metodologjik.
- ❖ Faza II: Në këtë fazë është realizuar:
 - Projektimi i vërtetimeve GNSS në pikat ekzistuese të referencës gjeodezike ALB86.
- ❖ Faza III: Në këtë fazë është realizuar:
 - Realizimi i vërtetimeve GNSS në pikat ekzistuese të referencës gjeodezike ALB86.
- ❖ Faza IV: Në këtë fazë është realizuar:
 - Krijimi i një raporti analitik mbi parametrat dhe saktësitë e transformimit ndërmjet referencave të ndryshme gjeodezike të Shqipërisë.

- Krijimi i një raporti analitik mbi krahasimin e parametrave dhe saktësisë së realizuar të transformimit ndërmjet referencave të ndryshme gjeodezike të Shqipërisë me parametrat dhe saktësitë ekzistuese.
- Krijimi i programit për transformimet ndërmjet referencave të ndryshme gjeodezike të Shqipërisë.

❖ Faza V: Në këtë fazë është realizuar:

- Përgatitja e disertacionit (teza e doktoraturës).
- Përgatitja e prezantimit të disertacionit.

1.4 Përfutjesit nga realizimi i projektit kërkimor-shkencor

❖ Përfutjesit direkt nga realizimi i këtij projekti kërkimor-shkencor janë:

- Stafi mësimdhënës i Departamentit të Gjeodezisë, Fakulteti i Inxhinierisë së Ndërtimit, Universiteti Politeknik i Tiranës.
- Studentët, që mbulon Departamenti i Gjeodezisë, programi Master i Shkencave dhe i Doktoraturës.

❖ Përfutjesit indirekt nga realizimi i këtij projekti kërkimor-shkencor janë:

- Inxhinierët gjeodet,
- Autoriteti Shtetëror për Informacionin Gjeohapësinor (ASIG),
- 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),
- Instituti i Gjeoshkencave (IGJEO).

2 REFERENCAT GJEODEZIKE TË PËRDORURA NË SHQIPËRI

2.1 Referenca Gjeodezike klasike ALB86

Të gjitha punimet gjeodezike dhe materialet hartografike ekzistuese deri në krijimin e KRGJSH janë në referencën klasike ALB86 [1].

Rrjeti gjeodezik shtetëror klasik i Shqipërisë ALB86 u ndërtua në periudhën 1970 – 1985 nga Instituti Topografik i Ushtrisë – ITU (sot Instituti i Gjeografisë dhe Infrastrukturës Ushtarake – IGJIU) [2]. Ky rrjet gjeodezik kryesor përbëhet nga triangulacioni dhe nivelimi shtetëror.

Rrjeti gjeodezik planimetrik i Shqipërisë është zhvilluar në tre rinde në të cilët përfshihen 1800 pika gjeodezike (1 pikë për 15.6 km^2), të fiksuara në terren në mënyrë solide dhe sipas kërkesave përkatëse [1].

Triangulacioni i rendit të parë (Fig.1) përbën një rrjet të plotë trekëndëshash me formë të rregullt gjeometrike dhe me brinjë mesatare rreth 16 km [3].

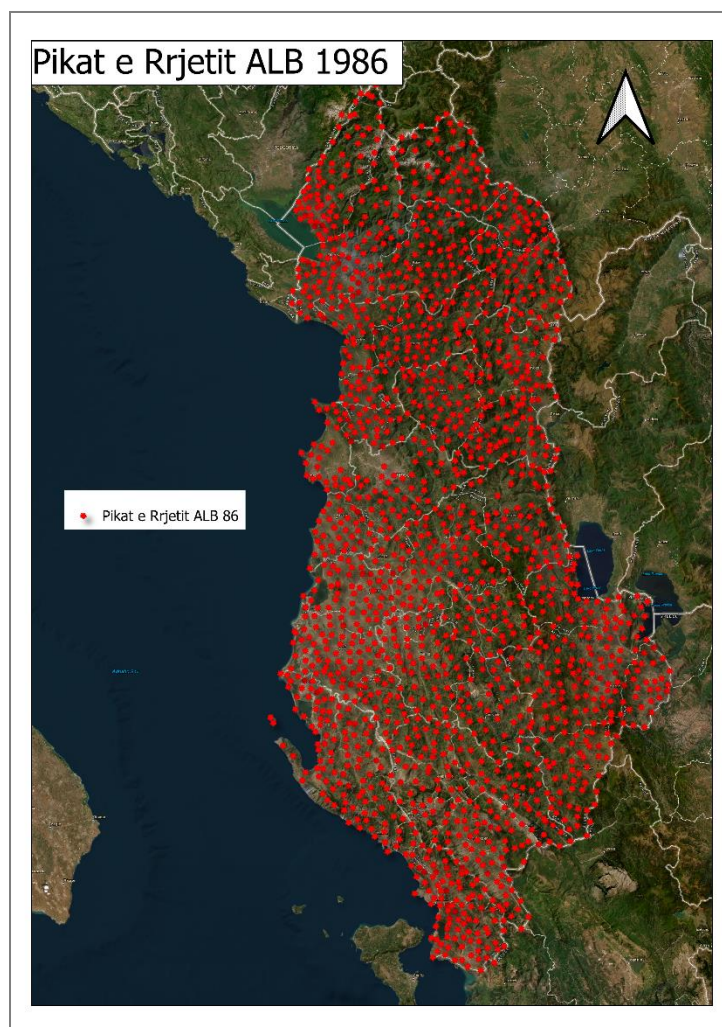


Figura 1 -Pikat e Referencës Gjeodezike ALB86

Ky rrjet përbëhet prej 159 pikash dhe mbështetet në shtatë brinjë fillestare që ndodhen përkatësisht në Shkodër, Krumë, Durrës, Elbasan, Vlorë, Korçë dhe Sarandë [2], [1].

Në pikat fundore të brinjëve fillestare dhe të brinjës së hyrjes së rrjetit të rendit të parë (Kamëz-Tapizë) janë përcaktuar azimutet e Laplasit. Si pikë fillestare e rrjetit u përcaktua pika e re astronomike (N 8814) në Kamëz, në afërsi të Tiranës, meqënëse pika e mëparëshme astronomike e Tiranës, e përcaktuar nga Instituti Gjeografik Ushtarak i Firences, rezultonte e prishur.

Triangulacioni shtetëror i ndërtuar nga ITU plotëson kërkesën e dëndësisë për rilevimin topografik në shkallën 1:5000, me një pikë për rreth 15 km^2 [4].

Gabimi mesatar kuadratik në pikat e këtij rrjeti nuk e kalon vlerën ± 12 cm. Kuotat e pikave të triangulacionit me lartësi deri në 500 m, si dhe të pikave në terrene me pjerrësi jo të madhe, u përfatuan nëpërmjet nivelimit gjeometrik shtetëror [5]. Kuotat e pikave të tjera të triangulacionit u përcaktuan me anën e nivelimit gjeodezik. Krahas triangulacionit u krye dhe **rrjeti i nivelimit shtetëror** (Fig.2), në tre rrethime me gjatësi të përgjithshme të vijave të nivelimit prej 4200 km, ku në çdo 5 km janë fiksuar marka apo reperë nivelimi [1], [2]. Ky rrjet përbëhet nga 900 pika, që për sipërfaqen e Shqipërisë rezulton një dendësi mesatare 1 pikë nivelimi për rreth 31 km^2 . Gabimet mesatare kuadratike sistematike dhe ato të rastit për një km trase të këtij nivelimi rezultojnë në përputhje me kërkesat përkatëse ndërkombëtare për nivelimin shtetëror. Rrjetit të nivelimit shtetëror i u dha kuota nga pika kryesore e Shkëmbit të Kavajës, kuota e së cilës u përftua nëpërmjet rrjetit fillestar të Durrësit, që mbështetet në rrjetin hidrometrik të portit detar, i cili u njehësua nga pika e mareografit të Durrësit. Kuota e kësaj pike, që përfaqëson pikën origjinë të rrjetit të nivelimit shtetëror të Shqipërisë, u përcaktua në bazë të të dhënave shumëvjeçare mareografike të nivelit të detit Adriatik. Kuotat e pikave të rrjetit të nivelimit shtetëror u llogaritën në sistemin e lartësive të përafërta ortometrike dhe i referohen nivelit mesatar të detit Adriatik [1].

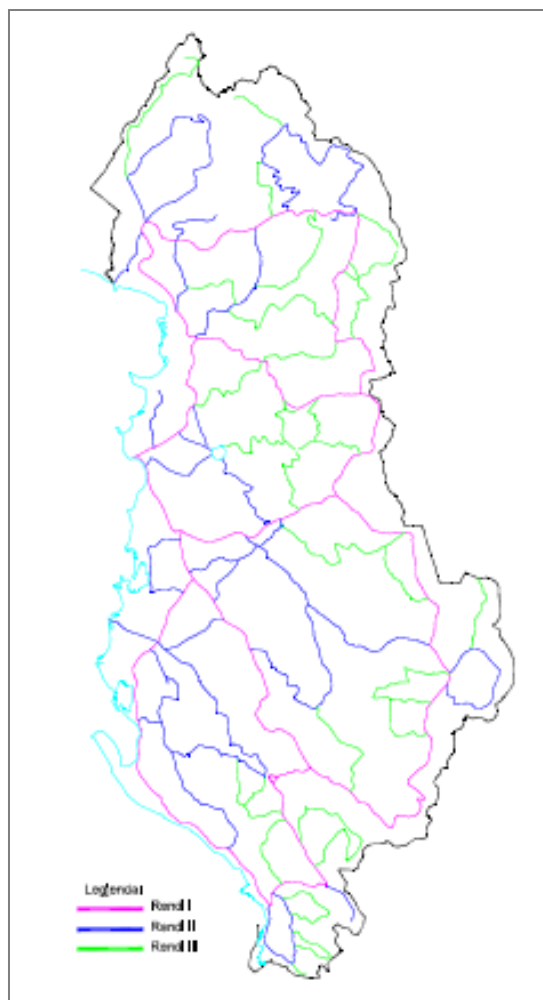


Figura 2 - Skema e rrjetit Shtetëror të nivelimit ALB87

Duke u bazuar në parametrat teknikë të përparuar në atë kohë, rrjeti gjeodezik ekzistues i Shqipërisë ka shërbyer deri më sot si bazë e sigurtë për kryerjen e rlevimeve topografike masive në të gjithë territorin e Shqipërisë, për projektimin dhe ndërtimin e veprave të ndryshme inxhinierike për nevojat e ekonomisë dhe mbrojtjes si dhe për zgjidhjen e shumë problemeve gjeodezike dhe hartografike kombëtare.

Gjithashtu kjo bazë kryesore gjeodezike ka shërbyer dhe shërben për kontrollin dhe rritjen e saktësisë gjatë përpunimet të të dhënave gjeodezike, si dhe për unifikimin dhe standardizimin e të gjitha punimeve të kryera nga institucionet, entet e ndryshme dhe firmat private topografike dhe hartografike të vendit [5].

Gjithësesi, ky rrjet gjeodezik nuk u çua deri në fund, pasi për kushtet e atëhershme, nuk u kryen matje gravimetrike për interesat e këtj rrjeti [6]. Kështu koordinatat e pikës origjinë të Kamzës, për mungesë të të dhënave gravimetrike nuk u përcaktuan sipas kritereve të njohura. Në këtë pikë u bënë të gjitha përcaktimet astronomike në cilësinë e pikës origjinë, por pa u shoqëruar me matjet gravimetrike përkatëse. Në këto rrethana, kësaj pike e cila nuk përfshihej në rrjetin gjeodezik të mëparshëm (Italian) i u dhanë koordinata nga triangulacioni i transformuar i viti 1955, duke përdorur matjet e reja të kryera nga ITU në pikat ekzistuese për rreth saj.

Duket qartë se rrjeti gjeodezik klasik i Shqipërisë nuk mund të konsiderohet absolut dhe në këtë gjendje ai nuk mund të lidhet me sistemet gjeodezik ndërkombëtare pa kryer matje plotësuese.

Aplikimi i teknologjisë GPS edhe në Shqipëri vitet e fundit si dhe matjet gravimetrike të kryera në një sërë pikash gjeodezike i hapën rrugë mundësisë për kalimin e rrjetit gjeodezik klasik të Shqipërisë në sistemin absolut, prej nga ai mund të kalohet në sistemin gjeodezik europian si dhe atë botëror [7].

Të dhënat e Referencës Gjeodezike Alb86 janë në tabelën e mëposhtme tabela 1:

Tabela 1 - Të dhënat e Referencës Gjeodezike Alb86

(1)
ALB86
Referenca: ALB86
Elipsoidi: Krasovsky
Projeksion: Gauss-Kruger TM
<i>Meridian qendor $\lambda_0=21^\circ$</i>
<i>Shkalle shformimi $k=1$</i>
<i>Fallco e veriut $F_N=0m$</i>
<i>Fallco e lindjes $F_E=4500000m$</i>

2.2 Rrjetet shtetërore të pozicionimit Satelitor “GPS” në Shqipëri

Deri tani në Shqipëri janë ndërtuar tre rrjete shtetërore të pozicionimit Satelitor GPS.

- Rrjeti Gjeodinamik i Institutit të Gjeoshkencave (aktiv dhe ofron vetëm shërbim PP),
- Rrjeti i pozicionimit Satelitor ALBPOS (nuk është më aktiv),
- Rrjeti Shtetëror i Pozicionimit Global ALBCORS (aktiv dhe ofron shërbim RTK dhe PP) [8].

2.2.1 Rrjeti Gjeodinamik i Institutit të Gjeoshkencave “IGJEO”

Rrjeti gjeodinamik i Institutit të Gjeoshkencave përbëhet nga 8 stacione GPS:

Tirana (TIRA), Shkodra (SHKO), Bajram Curri, (BACU), Peshkopia (PESH), Himara (HIMA), Berati (BERA), Maliqi (MALI) dhe Leskoviku (LESK) [8].

Kontrolli në distancë dhe transferimi i të dhënave në qendër realizohet:

- Nëpërmjet sistemit VSAT për TIRA, BACU, LESK dhe PESH.
- Nëpërmjet radio-links për SHKO dhe BERA.
- Nëpërmjet rrjetit mobile 3G për MALI dhe HIMA [9].

Rregjistrimi i të dhënave për të gjithë stacionet është 30 sek.

Çdo ditë të dhënat 24-orëshe tërhiqen dhe arkivohen në formatin Compact Rinex (IGS format).

Të dhënat janë të disponueshme në adresën e Institutit: <http://geo.edu.al/gps/obs>.

Falë bashkëpunimit me Universitetin e Chambery (Francë) dhe INGV (Romë), të gjithë stacionet janë në operim çdo ditë, me interval regjistrimi 30 sek [10].

Marrsat janë të tipeve të ndryshme Ashtech, Leica, TopCon dhe janë montuar mbi kolona betoni të ndërtuara në tokë. Konfiguracioni i vendosjes së stacioneve të Institutit të Gjeoshkencave tregohet në (Fig.3) dhe monumenti i një stacioni të rrjetit tregohet në (Fig.4) [10], [8].



Figura 3 - Konfigurimi i stacioneve të sistemit të Institutit të Gjeoshkencave



Figura 4 - Monumenti i stacionit të Shkodrës

2.2.2 Rrjeti i pozicionimit Satelitor ALBPOS

Rrjeti i pozicionimit Satelitor ALBPOS është një projekt i tenderuar dhe i financuar që në vitin 2008 nga BE, e përfaqësuar atëherë në Shqipëri nga Delegacioni i Komisionit European. Projekti u zhvillua në kuadër të programit Cards 2005 dhe synonte arritjen e 2 objektivave kryesore:

- *Futjen e referencës gjeodezike Europiane në Shqipëri,*
- *Përmirësimin e Hartave Kadastrale,*

Rrjeti i pozicionimit Satelitor ALBPOS funksionoi pjesërisht vetëm disa muaj dhe nuk arriti të realizojë praktikisht asnjë nga objektivat e mësipërme [8].

Rrjeti i pozicionimit Satelitor ALBPOS ka rifilluar aktivitetin e tij gjatë vitit 2013 nën administrimin e ri nga ZRPP (sot ASHK). Stacionet e ALBPOS u zhvendosën nga pozicionet e tyre të vendosura në mjediset ushtarake të IGJIU në zyrat vendore të ZRPP dhe u llogaritën koordinatat e reja për të gjitha stacionet [8].

Të dhënat për shtatë seanca 24-orëshe gjatë periudhës 3-9 mars 2014 (ditë e vitit GPS 062-068) u morën në shqyrtim për llogaritjet. Llogaritjet u kryen në IGB08 dhe pastaj u transformuan në ETRS89 (ETRF2000), në epokën qendrore të periudhës së vrojtimit 6.3.2014 ose 2014.177) [9].

Në 2019 sistemi ALBPOS u mbyll dhe 6 nga stacionet e tij u përfshin në sistemin e ri ALBCORS i cili menaxhohet dhe mirëmbahet nga ASIG [8].

Sistemi ALBPOS përbëhej nga 16 stacione GNSS referencë të shpërndara në territorin e vendit dhe një qendër kontrolli në Tiranë. Stacionet GNSS të referencës janë paisur me marrsa Trimble NetR5, antena Zephyr Geodetic 2, back-up storage, UPS dhe soft sistemi nga Trimble etj. Distanca mesatare midis tyre është rreth 70 km. Marrsat janë vendosur mbi ndërtesa gjë që përbën një disavantazh për përdorim e sistemit për studime që lidhen me gjeodinamikën [5]. Konfiguracioni i vendosjes së stacioneve ALBPOS tregohet në (Fig.5) dhe një stacion i rrjetit ALBPOS tregohet në (Fig.6).



Figura 5 - Konfigurimi i stacioneve të sistemit ALBPOS



Figura 6 - Antena e stacionit të Lushnjes

2.2.3 Rrjeti Shtetëror i Pozicionimit Global ALBCORS

Ndërtimi i Rjetit Shtetëror të Pozicionimit Global ALBCORS si rrjet përbërës i Kornizës Referuese Gjeodezike të Shqipërisë (KRGJSH).

Sistemi i ri i quajtur ALBCORS është i ndërtuar sipas standardeve Evropiane, të dhënat e të cilit do të përdoren nga të gjithë institucionet për qëllimet e punës së tyre apo edhe për qëllime studimore-shkencore. Gjithashtu sistemi ALBCORS do të shërbejë për herë të parë, për futjen dhe mirëmbajtjen e referencës gjeodezike Evropiane në Shqipëri sipas direktivës INSPIRE 2007/2/EC, si dhe do jetë baza mbi të cilën do të mbështetet përcaktimi unik tredimensional i pozicionit 3D të pikave në Republikën e Shqipërisë [8].

Në bazë të ligjit nr.72/2012 datë 28.06.2012, (Ndryshuar me ligjin nr. 103/2024, datë 19.09.2024) pikës b të nenit 7 *“Për organizimin dhe funksionimin e infrastrukturës kombëtare të të dhënave gjeohapësinore në Republikën e Shqipërisë”* (i ndryshuar) , ASIG është institucioni përgjegjës për: *“Projektimin, ndërtimin, mirëmbajtjen dhe përditësimin e Kornizës Referuese Gjeodezike Shqiptare (KRGJSH)”*, gjithashtu në funksion të këtij ligji është miratur Vendimi i Këshillit të Ministrave nr.669, datë 7.8.2013 (i ndryshuar) *“Për miratimin e rregullave për përcaktimin, krijimin dhe realizimin e kornizës referuese gjeodezike shqiptare (KRGJSH), si metadata”* [11].

Autoritetet shtetërore (institucionet), pushteti vendor, gjeodetët, përdoruesit GIS, inxhinierët, ekspertët që merrren me studime shkencore si dhe shumë profesione të tjera që shfrytëzojnë të dhënat GNSS do të përdorin të dhënat e sistemit ALBCORS për të përcaktuar apo përmirësuar saktësinë e pozicionimeve të tyre [8], [12].

Rrjeti Shtetëror i Pozicionimit Global, i mbështetur në sistemet GNSS, është një rrjet thelbësor për të mundësuar kontrollin gjeodezik në Shqipëri [8], [13]. Ky rrjet përfaqëson infrastrukturën mbështetëse gjeodezike të ndërtuar në dy komponentë:

- **Rrjeti Shtetëror Aktiv i Pozicionimit Global (ALBCORS),**
- **Rrjeti Shtetëror Pasiv i Pozicionimit Global,**

2.2.3.1 Rrjeti Shtetëror Aktiv i Pozicionimit Global (ALBCORS)

Rrjeti Shtetëror Aktiv i Pozicionimit Global në territorin e Republikës së Shqipërisë përfaqësohet nga rrjeti ALBCORS, i cili është realizuar në Sistemin Referencë Tokësor të Europës ETRS89 (European Terrestrial Reference System 1989) dhe në të njëjtën kohë shërben për mirëmbajtjen e kësaj reference në territorin e vendit tonë [10], [8].

Në përbërje të këtij rrjeti janë 21 stacione CORS të ndërtuara me blloqe betoni, 6 stacione CORS (roof type), të integruara nga sistemi i vjetër ALBPOS dhe një qendër kontrolli e vendosur në ambientet e ASIG (Fig.7 dhe Fig.8) [8].



Figura 7 - Stacione të rrjetit ALBCORS ndërtuar në bllok betoni dhe antenë



Figura 8 - Foto gjatë ndërtimit dhe montimit të stacioneve të rrjetit ALBCORS

Rrjeti Shtetëror Aktiv i Pozicionimit Global, ALBCORS, në varësi dhe të metodës së matjeve dhe kushteve ideale të rëlvimeve GNSS në terren garanton për përdoruesit e tij saktësinë e mëposhtme:

Për metodën RTK $\pm 2 - 3$ cm;

Shërbimi për metodën RTK merret nëpërmjet link-ut : <http://albcors.asig.gov.al:2101>

Për metodën PP ± 1 cm;

Shërbimi për metodën PP merret nëpërmjet link-ut : <ftp://albcors.asig.gov.al:21>

Rrjeti i Pozicionimit Global ALBCORS

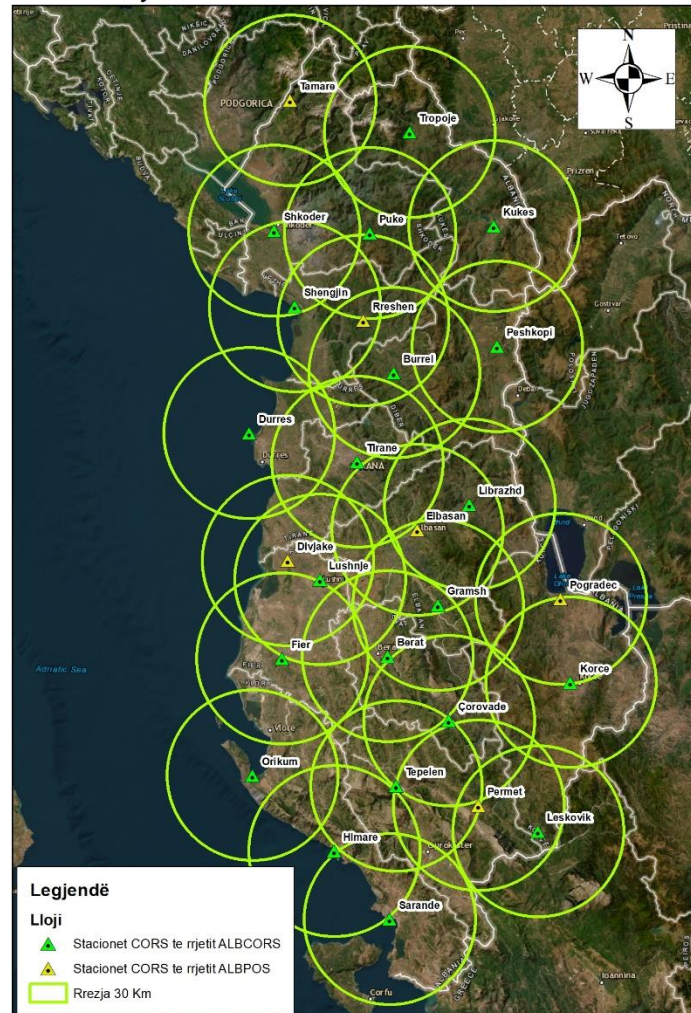


Figura 9 - Pozicioni i stacioneve të rrjetit ALBCORS

Programi i qendrës së monitorimit të ALBCORS përbëhet nga katër module:

- Moduli për operimin, kontrollin, administrimin dhe monitorimin e stacioneve CORS referencë të rrjetit dhe menaxhimin e përdoruesve.
- Moduli për kompensimin dhe llogaritjen e të dhënave (korrekturave) në kohë reale.
- Moduli për post-procesim GNSS.
- Moduli për faqen WEB.

Programi mundëson gjithashtu:

- Regjistrimin e përdoruesve.
- Shkarkimin e të dhënave të stacioneve me intervale të ndryshme (nga 1-30 sekonda) në formatin RINEX (versioni 2 dhe 3).
- Realizimin e zgjidhjeve RTK në rrjet dhe shpërndarjen e korrekturave në kohë reale tek përdoruesit [8].

Paraqitjen grafike të:

- Rezultateve në mënyre vizuale
- Pozicionimit të përdoruesve
- Mbulesës satelitore për çdo stacion
- Korrekturat:

Efemeridat, Ionosfera, Multipath.

2.2.3.2 Rrjeti Shtetëror Pasiv i Pozicionimit Global

Rrjeti Shtetëror Pasiv i Pozicionimit Global përbëhet nga dy rende të cilat janë si më poshtë:

- Rrjeti Pasiv i Pozicionimit Global i Rendit të I

Rrjeti Shtetëror Pasiv i Pozicionimit Global i rendit të I përbëhet nga pika të vendosura në mënyrë të tillë që së bashku me pikat e Rrjetit Shtetëror Aktiv të Pozicionimit Global të sigurojnë një shpërndarje pothuajse uniforme në territorin e Republikës së Shqipërisë. Këto janë pika të përbashkëta për të gjitha rrjetet e rendit të I të rrjeteve që ka në përbërjen e saj Korniza Referuese Gjeodezike Shqiptare (KRGJSH).

- Rrjeti Shtetëror Pasiv i Pozicionimit Global i Rendit të II

Rrjeti Shtetëror Pasiv i Pozicionimit Global i rendit të II shërben për dendësimin e Rrjetit Shtetëror Pasiv të rendit të I. Pjesë e këtij rrjeti do të jenë të gjitha pikat e rrjeteve lokale gjeodezike bazë që do të ndërtohen në qytete, fshatra dhe në zonat e zhvilluara [12].



Figura 10 - Pikat pasive e rrjetit shtetëror të pozicionimit Global të rendit të I (Majtas) dhe II (Djathtas)

Të dhënat e Referencës Gjeodezike KRGJSH janë në tabelën e mëposhtme:

Tabela 2 - Të dhënat e Referencës Gjeodezike KRGJSH

(2)
KRGJSH
Referenca: ETRF2000
Elipsoidi: GRS80
Projeksion: TMzn
Meridian qendor $\lambda_0=20^\circ$
Shkalle shformimi $k=1$
Fallco e veriut $F_N=0m$
Fallco e lindjes $F_E=500000m$

3 MATJET SATELITORE TË REALIZUARA NË SHQIPËRI PËR TRANSFORMIMIN E REFERENCAVE GJEODEZIKE

Matjet satelitore të realizuara në Shqipëri kanë pasur si qëllim përcaktimin e marrëdhënieve matematikore të pozicioneve të pikave prej referencës ALB86 në referencat ndërkombëtare ITRF dhe europiane ETRS të cilat janë si më poshtë:

3.1 Matjet Satelitore nga DMAAC, Tetor 1994

Në tetor të vitit 1994, Defense Mapping Agency Aerospace Center (**DMAAC**) realizoi një fushatë matjesh satelitore në territorin e Republikës së Shqipërisë, e cila përbën një hapat e parë të rëndësishëm drejt krijimit të një rrjeti gjeodezik modern dhe përfshirjes së vendit në sistemin global të pozicionimit (GPS). Kjo nismë vendosi bazat për ndërtimin e infrastrukturës së parë të matjeve satelitore me standarde ndërkombëtare [7].

3.1.1 Matjet Satelitore të kësaj fushate kishin për qëllim:

- Përcaktimin me saktësi të lartë të koordinatave të pikave gjeodezike në të gjithë territorin e Republikës së Shqipërisë.
- Lidhjen e referencës Gjeodezike ALB86 me sistemin global të referencës WGS84 (World Geodetic System 1984).

3.1.2 Organizimi i matjeve fushore dhe marrësat satelitor që u përdorën:

- Projekti u realizua në bashkëpunim ndërmjet DMAAC (SHBA) dhe Institutit Gjeografik Ushtarak të Shqipërisë (IGJUSH).
- U përdorën marrësa satelitor GPS me dy frekuenca (L1 dhe L2), që garantonin rezultate të sakta edhe në kushte të vështira të sinjalit.
- Gjatë fushatës u matën 35 pika gjeodezike, të vendosura në zona të ndryshme të vendit, të përzgjedhura si pika themelore për rrjetin kombëtar.
- Të dhënat e grumbulluara u përpunuan për epokën 1994.75, duke u referuar ndaj sistemit WGS84 / ITRF92, për të siguruar lidhje me referencat gjeodezike ndërkombëtare.
- Vrojtimet absolute janë kryer me marrësat satelitorë Ashtech GPS në tre sesione 5-orëshe, ndërsa vrojtimet relative në dy sesione 3-orëshe. Pas përpunimit të të dhënave kemi: 5-përcaktime absolute (8814-Kamëz, 6339-Shkodër, 502-Sarandë, 6506-Kukës dhe 12602-Korçë) me shmangie standarte $\pm 1\text{m}$ për stacion, ndërsa përcaktimet relative me shmangie standarte deri 10 cm për (N, E, h)
- Transformimi i koordinatave hapsinore ALB86 $\rightarrow$ ITRF96 u realizua me formulat e shkurtra të Mollodenskit, dmth 3-spostimet e qendrës së elipsoidit

Krassowsky, të referencës ALB86 në lidhje me WGS84, të referencës ITRF96 rezultuan sipas [3]:

3.1.3 Rezultatet kryesore dhe përfundimet për këtë fushatë matjesh satelitore:

$$T_X = + 24\text{m} \pm 4\text{m}, T_Y = - 130\text{m} \pm 4\text{m}, T_Z = - 92 \pm 4\text{m}$$

Fushata e DMAAC e tetorit 1994 përbën një pikë kthese në historinë e gjeodezisë shqiptare, pasi shënoi kalimin nga rrjetet tradicionale trigonometrike në përdorimin e teknologjisë satelitore GPS. Kjo nismë hodhi themelet për ndërtimin e një rrjeti gjeodezik të qëndrueshëm dhe për përfshirjen e Shqipërisë në sistemet ndërkombëtare të referencës gjeodezike [12].

3.2 Matjet Satelitore nga Universiteti Wisconsin (PMU), Shkurt 1998

Fushata e matjeve satelitore e realizuar nga Universiteti i Wisconsin (Physical Mapping Unit – PMU) gjatë shkurtit të vitit 1998 shënoi një hap të rëndësishëm në drejtim të unifikimit të sistemit të referencës gjeodezike të Shqipërisë. Kjo nismë erdhi si vazhdim i fushatës së parë të zhvilluar nga DMAAC në vitin 1994, duke u fokusuar në zgjerimin, verifikimin dhe saktësimin e të dhënave ekzistuese [14].

3.2.1 Matjet Satelitore të kësaj fushate kishin për qëllim:

- Të rishikonin dhe përmirësonin rrjetin GPS të ngritur më parë nga DMAAC.
- Të rrisnin dendësinë e rrjetit bazë duke shtuar pika të reja matëse për një shpërndarje më të plotë gjeografike.
- Të përmirësonin transformimin e koordinatave midis referencës Gjeodezike ALB86 dhe referencës gjeodezike globale WGS84 / ITRF96.

3.2.2 Organizimi i matjeve fushore dhe marrësat satelitor që u përdorën:

- Projekti u zbatua në bashkëpunim midis Universitetit të Wisconsin–Madison dhe Institutit Gjeografik Ushtarak të Shqipërisë (IGJUSH).
- U përdorën marrësa satelitor GPS me dy frekuenca (L1 dhe L2), që garantonin rezultate të sakta edhe në kushte të vështira të sinjalit.
- Koha e matjeve së pikave ishte nga 2–4 orë.
- Gjatë fushatës u matën rreth 19 pika.
- Të dhënat u përpunuan në Laboratorin Gjeodezik të Universitetit të Wisconsin, duke u referuar ndaj epokës 1998.1 dhe sistemit ITRF96, me përdorimin e programeve profesionale si Bernese GNSS Software dhe Trimble Geomatics Office.

3.2.3 Rezultatet kryesore dhe përfundimet për këtë fushatë matjesh satelitore:

- Vrojtimet u kryen me marrësat Trimble 4000SSi GPS (L1/L2) në tre stacione: 8814-Kamëz, 6339-Shkodër dhe 12602-Korçë, me më shumë se 14 orë.
- Shmangiet standarde për koordinatat e llogaritura këndrejtja (X, Y, Z) dhe elipsoidike (ϕ, λ, h) në WGS 84, ITRF 96, Epoka 1998 janë 1-2cm.
- Shmangiet standarde për koordinatat e ri-llogaritura të pikave të matura gjatë fushatës Tetor 1994, në WGS 84, ITRF 96, Epoka 1998 janë në rangun 10cm.
- Duke shfrytëzuar 19-pika të përbashkëta, u gjet një model matematik 2D transformimi, 4-parametrik Helmert dhe një polynomial, që realizonin për zonën koordinative 6°, 34N “ 18°E deri në 24°E” kalimin [15], [5]:

$$(N,E)_{Krassowsky, GK} \leftrightarrow (N,E)_{WGS84, UTM}$$

Saktësia e vlerësuar e pozicionit të pikave të transformuara, ndërmjet koordinatave Gauss-Krüger dhe UTM34 është:

$$\sigma_0 = \pm 0.155\text{m}, \quad |v|_{\max} = 0.342\text{m} \quad \text{dhe} \quad \sigma_0 = \pm 0.113\text{m}, \quad |v|_{\max} = 0.288\text{m}$$

përkatësisht për transformimin 4P Helmert dhe polynomial.

Fushata e vitit 1998 konsiderohet si etapa e dytë e matjeve satelitore GPS në Shqipëri. Ajo vendosi bazat për ndërtimin e referencave gjeodezike dhe për përlllogaritjen e parametrave të transformimit, që janë gur themeli për referencën ndërkombëtare të koordinatave.

3.3 Matjet Satelitore nga EUREF, në kuadrin e Projektit (CRODYN), Shtator 1998

Në shtator të vitit 1998, në kuadrin e projektit rajonal “CRODYN” (**Croatian Geodynamic Project**), u realizua një fushatë e gjerë matjesh satelitore EUREF që përfshiu edhe territorin e Republikës së Shqipërisë. Ky projekt kishte për qëllim forcimin e bashkëpunimit të Institucioneve gjeodezike ndërmjet vendeve të Ballkanit Perëndimor dhe lidhjen e referencës gjeodezike kombëtare me rrjetin gjeodezik evropian të referencës (**EUREF/ETRF**), duke krijuar bazën për studime gjeodinamike dhe përmirësim të sistemeve të koordinatave [10], [12].

3.3.1 Matjet Satelitore të kësaj fushate kishin për qëllim:

- Përfshirjen e Republikës së Shqipërisë në rrjetin referencë të EUREF-it, përmes matjeve të koordinuara me vendet fqinje si Kroacia, Mali i Zi, Maqedonia e Veriut dhe Greqia.
- Ndërtimin e lidhjeve gjeodezike ndërkufitare për studimin e lëvizjeve të pllakave tektonike në rajonin e Adriatikut.
- Vlerësimin e dinamikës së pllakës adriatike dhe ndikimit të saj në stabilitetin e rrjeteve gjeodezike kombëtare.
- Përmirësimin e transformimeve të koordinatave nga referenca gjeodezike Shqipëtare ALB86 në referencën ETRF (European Terrestrial Reference Frame).

3.3.2 Organizimi i matjeve fushore dhe marrësat satelitor që u përdorën:

- Projekti u drejtua nga Administrata Shtetërore e Gjeodezisë së Kroacisë, në bashkëpunim me EUREF-in dhe institucionet homologe të vendeve pjesëmarrëse [1].
- Nga pala shqiptare, koordinimin e fushatës e morën Instituti Gjeografik Ushtarak i Shqipërisë (IGJUSH), të cilët siguruan vendosjen dhe matjen e pikave me marrësa satelitor GPS në territorin e Republikës së Shqipërisë.
- U përdorën marrësa satelitor GPS me dy frekuenca (L1 dhe L2), që garantonin rezultate të sakta edhe në kushte të vështira të sinjalit.
- Koha e matjeve të pikave ishte 5 sesione 24-orëshe.
- Në Shqipëri u matën tetë pika gjeodezike, të lidhura me rrjete referimi në Kroaci, Mal të Zi dhe Greqi, për të krijuar një rrjet rajonal të unifikuar.
- Të dhënat u përpunuan në Qendrën EUREF të Varshavës dhe në Qendrën për Përpunimin e të Dhënave të Zagrebit, duke u referuar ndaj epokës 1998.75 dhe sistemit ETRF97 / ITRF96.

3.3.3 Rezultatet kryesore dhe përfundimet për këtë fushatë matjesh satelitore:

Shmangia standarde e koordinatave në ITRF 96, Epoka 1998.7 ishte: $\pm 2\text{mm}$ në plan dhe $\pm 6.5\text{ mm}$ në lartësi. Këto pika përbëjnë referencën koordinative Europiane ETRF për Shqipërinë, gjithashtu saktësia shumë e lartë e realizuar në pozicionet e pikave përbën një bazë koordinative shumë të vlefshme për studimet gjeodinamike të së ardhmes në territorin e Republikës së Shqipërisë [10], [12].

Kjo fushatë matjesh satelitore përfaqëson përfshirjen e parë zyrtare të Republikës së Shqipërisë në rrjetin evropian të EUREF-it, duke i dhënë sistemit kombëtar ALB86 një bazë të qëndrueshme ndërkombëtare referimi.

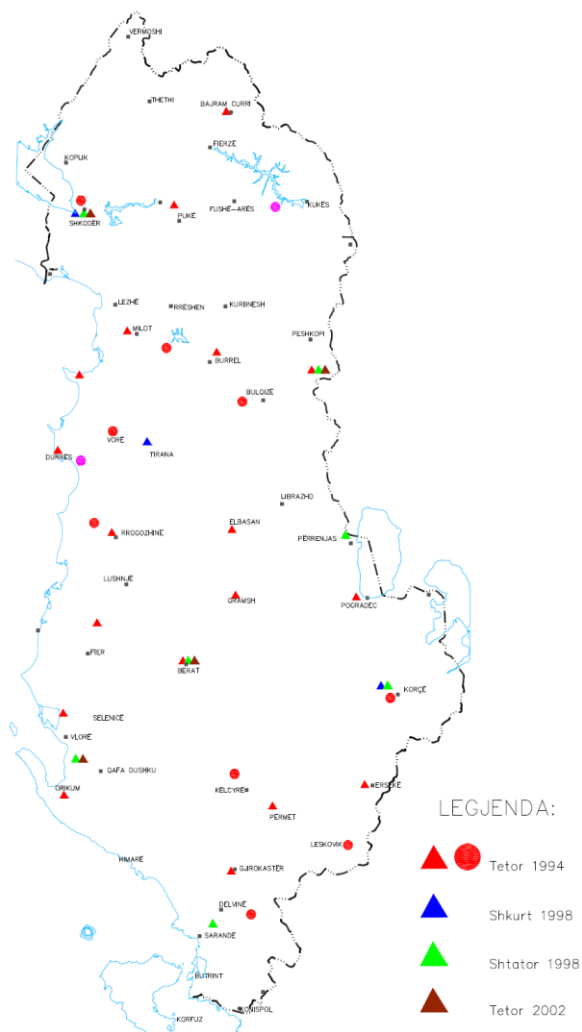


Figura 11 - Matjet satelitore të realizuara në Shqipëri nga viti 1994 deri në vitin 2002

3.4 Matjet Satelitore nga Instituti Gjeografik i Firences IGMF– Instituti Gjeografik Ushtarak i Shqipërisë IGJUSH, (vjeshtë 2007 – pranverë 2008)

Instituti Gjeografik i Firences (IGMF) në bashkëpunim me Instituti Gjeografik Ushtarak të Shqipërisë (IGJUSH) realizuan fushatën e matjeve satelitore GPS në vjeshtën e vitit 2007 dhe pranëverën e vitit 2008 në të gjithë territorin e Republikës së Shqipërisë. Kjo fushatë matjesh satelitore GPS do të krijonte një metodë për transformimin e koordinatave nga Referenca Gjeodezike klasike ALB86 në Sistemi Global në një realizim aktual Evropian (ETRS). Nga një analizë paraprake e drejtpërdrejtë e problematikës ishte e qartë që matjet e nevojshme për realizimin e një algoritmi të aftë që të llogarisë kalimin midis sistemeve (në praktikë duhet një numër i mirë pikash të përbashkëta si në lartësi ashtu edhe në plan të shpërndara në mënyrë uniforme në të gjithë territorin e vendit), rezultonin mjaftueshëm të organizuara, të kënaqshme për të formuar strukturën bazë për ndërtimin e një rrjeti gjeodezik satelitor themelor në territorin e Shqipërisë. Nga punimet gjeodezike të kryera nga Instituti Gjeografik i Firences (IGMF) në vitet 2007-2008, në bashkëpunim me Institutin Gjeografik Ushtarak të Shqipërisë (IGJUSH), u arrit të krijohet një model për kalimin nga Referenca Gjeodezike klasike ALB86 në Referencën Evropiane ETRF2000 Epoka 2008 [2], [8]. Për të mundësuar llogaritjen e parametrave të transformimit janë kryer matje në 150 pika të cilat përfaqësojnë pika të Triangulacionit Shtetëror ALB 86 dhe repëra të Rjeteve shtetërore të nivelimit ALB 87.

3.4.1 Matjet Satelitore të kësaj fushate kishin për qëllim:

- Transformimin e koordinatave dhe materialeve hartografike nga Referenca Gjeodezike Shqiptare (ALB86) në referencën Globale në një realizim aktual Evropian (ETRS).
- Përfitim të parametrave të transformimit në plan dhe në lartësi.
- Krijimin e programeve të transformimit në plan dhe në lartësi [2], [16].

3.4.2 Organizimi i matjeve fushore dhe marrësat satelitor që u përdorën:

Rrjeti gjeodezik u organizua në dy nivele të ndryshme, rrjeti dinamik (RDN) i ndërtuar nga stacione permanente GPS, i cili ka shërbyer si referenca kryesore e vendit, dhe rrjeti statik i dendur (RSN), i përcaktuar si dendësues i rrjetit dinamik, me pika të zgjedhura kryesisht në Referencën Gjeodezike klasike ALB86 [2], [12].

- Rrjeti dinamik (RDN) përbëhet nga 14 stacione permanente GPS të shpërndara në mënyrë uniforme në territorin e Republikës së Shqipërisë me distanca mesatare 100 km.
- Rrjeti statik (RSN) është projektuar si një rrjet i vazhdueshëm me distanca mesatare të pikave nga 35-40 km, me rreth 150 pika së bashku që mbulojnë territorin e Republikës së Shqipërisë.

- Fushata e matjeve në territorin Shqiptar u nda në tre zona: Veri, Qendër dhe Jug, në secilën zonë është operuar me një fushatë me zgjatje 20 ditë, duke punuar me tre skuadra matjesh të pavarura plus një kryetar misioni i ngarkuar me supervizionin dhe koordinimin. Fushatat janë zhvilluar në periudhat si më poshtë:
 - Zona Veriore: Periudha 06-26 Nëntor 2007
 - Zona e Qendrës: Periudha 28 Nëntor - 17 Dhjetor 2007
 - Zona e Jugut: Periudha 14 Prill - 4 Maj 2008
- Vrojtimet janë bërë me marrësa GPS LEICA System 500, LEICA System 1200, TRIMBLE SSE, TRIMBLE SSI dhe TRIMBLE 4700. Pikat e RDN janë vrojtuar për të paktën 5-orë, ndërsa pikat e RSN për rreth 2 ÷ 3 orë [2].

3.4.3 Rezultatet kryesore dhe përfundimet për këtë fushatë matjesh satelitore:

Nga matjet satelitore të realizuara prej IGMF dhe IGUSH, u përfatuan rezultatet më të mira të arritura, të cilat u vendosën marrëdhëniet matematike më të mira të mundëshme ndërmjet kornizës referencë ETRF2000 (ep.2008.0) dhe kornizës referencë ALB86 [2].

Në këtë fushat matëse IGMF –IGUSH u realizuan në 150 stacione të bazës gjeodezike klasike të Shqipërisë ALB86, matje satelitore GNSS (Fig.12) dhe nga 90-pika të përbashkëta të përdorura për gridat, u llogaritën 7-parametrat Helmert për gjithë territorin e Shqipërisë për transformimit midis References Koordinative Shqiptare ALB86 dhe Referencës Koordinative Europiane ETRF2000 (Epoka 2008).

Transformimi i lartësive elipsoidike realizohet nëpërmjet programit ALBGEO3, i cili llogarit lartësitë gjeoidale duke u nisur nga lartësitë elipsoidike me saktësi 20cm (me nivel sigurie 68%) deri 40 cm (me nivel sigurie 85%) referuar relacionit përmbledhës të raportit të Institutit Gjeografik të Firences.

Transformimi në plan realizohet nëpërmjet programit ALBACO, i cili llogarit koordinatat këndrejtë për tre variantet e projeksioneve: TM (21°), TMz (20°) dhe UTM (21°).

- Koordinatat e pikave të rrjetit RDN, u llogaritën në referencën globale ITRF2005, me Bernese 5.0 duke u mbështetur në pikat (Matera, Padova, Stamboll, etj.), koordinatat e të cilave të shprehura në referencën ITRF2005 janë krahasuar me realizimet/zgjidhjet e interpoluara IGS2005. Krahasimi ndërmjet dy referencave ka treguar diferenca 2÷6 mm. Pozicionet e pikave të rrjetit RSN, u llogaritën me TGO-Trimble në ITRF2005, duke u mbështetur në pikat e rrjetit RDN [16].

- Transformimi i koordinatave ITRF2005 në sistemin ETRF2000, Epoka 2008.0 është bërë nëpërmjet dy hapave: (ITRF2005→ITRF2000 dhe ITRF2000→ETRF2000) sipas 14-parametrave të zhvendosjes dhe rrotullimeve ndërmjet referencave (Tab. 3), sipas ekuacioneve transformues (Ek.1) dhe (Ek.2):

Tabela 3 - Parametrat e transformimit ndërmjet referencave ITRF2005 dhe ETRF2000

T _X	T _Y	T _Z	D	R _X	R _Y	R _Z	Epoka
[mm]	[mm]	[mm]	[10 ⁻⁹]	[mas]	[mas]	[mas]	
54.1	50.2	-53.8	0.40	0.891	5.390	-8.712	2000:001
52.5	51	-68.2	1.04	1.539	9.310	-15.048	2008:001

v (T _X)	v (T _Y)	v (T _Z)	v (D)	v (R _X)	v (R _Y)	v (R _Z)	Epoka
[mm]/y	[mm]/y	[mm]/y	[10 ⁻⁹]/y	[mas]/y	[mas]/y	[mas]/y	
-0.2	0.1	-1.8	0.08	0.081	0.490	-0.792	2000:001

Më poshtë jepen ekuacionet e transformimit ndërmjet referencave gjeodezike.

$$X (ITRF2005,2008.0) = X (ITRF2005,2000.0) + X (ITRF2005,2000.0) (2008.0 - 2000.0)$$

Ek. 1

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{ETRF2000(2008.0)} = (1 + K_{(2008.0)}) \cdot \begin{bmatrix} 1 & -R_z & R_y \\ R_z & 1 & -R_x \\ -R_y & R_x & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{ITRF2005(2008.0)} + \begin{bmatrix} T_x \\ T_y \\ T_z \end{bmatrix}_{(2008.0)}$$

Ek. 2

Pikat e Matura nga IGMF - IGJUSH

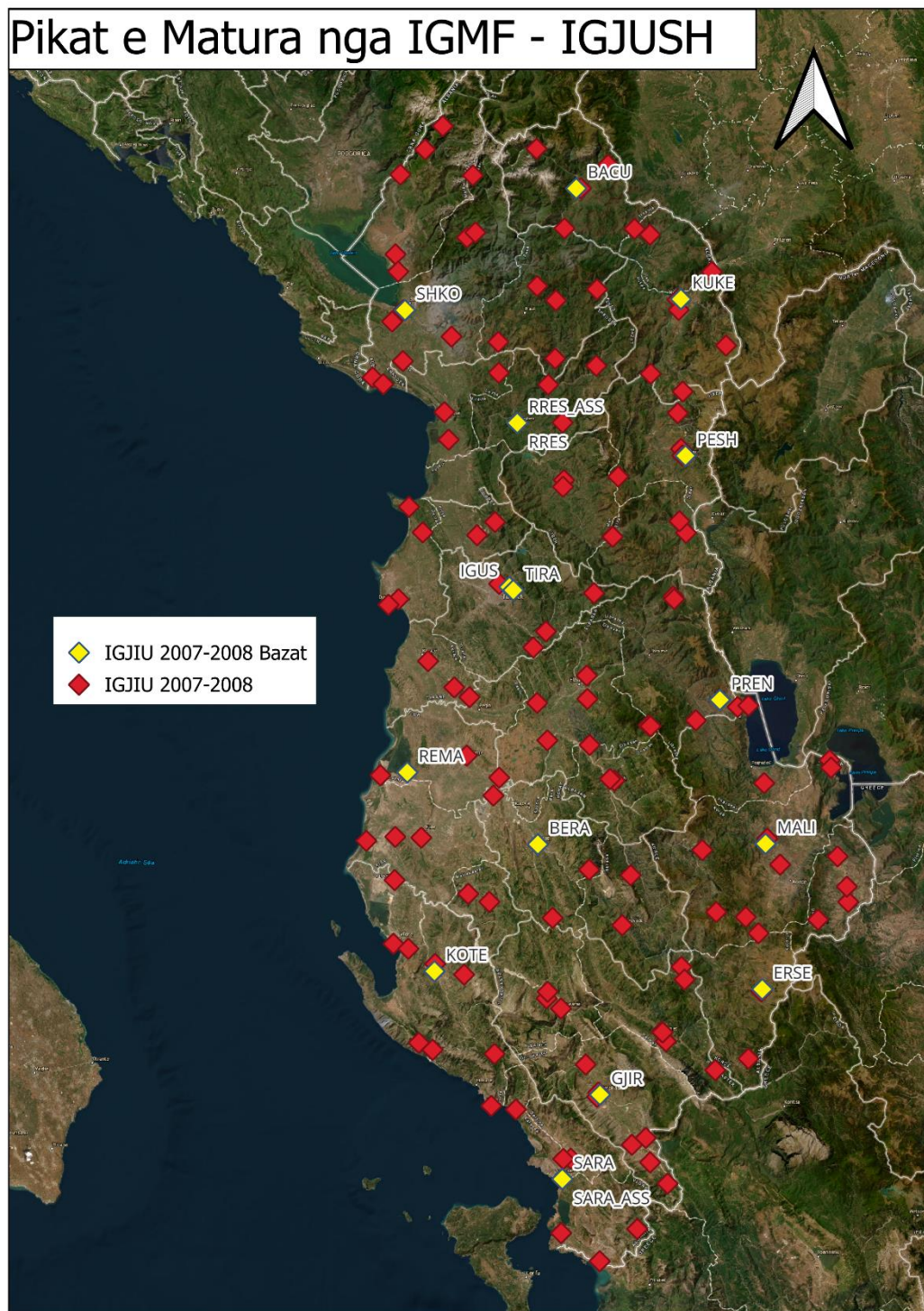


Figura 12 - Pikat e matura nga IGMF dhe IGJUSH

Nga 136-pika të rrjetit RSN u përzgjedhën si të mirëqena 90-pika të rrjetit ALB86, koordinatat e të cilave janë paraqitur mëposht tabela 4.

Tabela 4 - Koordinatat e pikave të triangolacionit në referencën gjeodezike ALB86

Nr. i Pikës	N (X) ALB86	E (Y) ALB86	H-nivelimi ALB 86 / ALB 87	Id / kodi i Pikës
1	4420920.600	4419224.790	282.906	502
2	4426479.240	4440223.050	610.940	518
3	4420854.470	4417141.570	52.685	532
4	4413652.680	4446180.250	466.422	547
5	4401057.500	4437559.480	459.910	576
6	4392186.400	4426978.620	156.950	1721
7	4696369.500	4374800.840	1154.840	5121
8	4695903.170	4395047.280	1773.746	5256
9	4698409.970	4432833.140	803.700	5322
10	4691940.820	4425136.000	348.508	5332
11	4674106.110	4373186.820	73.973	6331
12	4669283.080	4373905.060	25.468	6333
13	4655329.700	4372005.760	136.134	6341
14	4679957.380	4395564.410	1425.900	6462
15	4664772.290	4412658.770	1143.220	6484
16	4678749.140	4444285.010	544.074	6534
17	4663663.160	4429338.810	974.746	6583
18	4660696.610	4417837.040	944.196	6585
19	4660497.630	4451755.240	370.474	6592
20	4668149.700	4461466.870	372.500	6611
21	4644275.170	4374906.520	274.628	7530
22	4639780.200	4366382.130	23.572	7532
23	4650941.900	4388567.040	176.015	7618
24	4622164.180	4387405.680	11.427	7670
25	4649305.560	4401600.970	637.227	7676

26	4640678.430	4401631.170	418.207	7685
27	4637207.060	4415391.680	732.669	7693
28	4642329.650	4428886.250	810.040	7730
29	4639921.770	4444038.170	627.045	7733
30	4628812.390	4451489.570	1102.272	7759
31	4618830.710	4452271.060	934.595	7783
32	4634847.550	4452926.020	1224.508	7788
33	4647549.490	4465168.990	1385.523	7807
34	4603531.600	4376123.200	202.448	8804
35	4599004.730	4400109.070	1150.890	8844
36	4595382.360	4395048.520	111.861	8851
37	4596334.020	4379881.730	83.523	8853
38	4581720.580	4401051.400	179.152	8884
39	4610491.160	4419468.250	285.450	8922
40	4595369.640	4453386.460	829.805	8962
41	4578797.950	4427508.630	1392.301	8993
42	4577739.050	4372916.570	14.000	9921
43	4552942.290	4388184.680	311.616	10008
44	4568266.130	4413956.080	856.500	10050
45	4563826.940	4410366.910	724.703	10060
46	4560365.260	4380955.380	105.647	10066
47	4550163.380	4392393.080	190.470	10087
48	4548340.440	4411287.400	312.020	10093
49	4577633.490	4449618.020	1398.274	10119
50	4555819.880	4425233.740	397.562	10153
51	4542966.710	4455539.750	881.664	10190
52	4541745.750	4442314.160	1663.981	10195
53	4546570.740	4467241.150	1124.964	10229
54	4546895.520	4470241.660	784.943	10230
55	4528607.190	4367291.310	11.832	11125

56	4511378.860	4371239.670	99.979	11137
57	4510348.590	4363136.840	11.348	11138
58	4537836.850	4414017.940	155.737	11230
59	4527579.010	4400436.600	140.324	11255
60	4522592.650	4398768.390	225.634	11267
61	4511060.070	4378506.140	44.039	11292
62	4508777.070	4410993.070	240.476	11298
63	4536404.590	4425796.870	421.245	11329
64	4526402.990	4432617.000	491.038	11349
65	4531361.400	4492722.440	1161.048	11422
66	4509697.260	4475073.840	940.045	11463
67	4481504.460	4370381.310	15.275	12339
68	4495217.390	4391434.690	603.997	12444
69	4492902.880	4397310.490	531.384	12446
70	4480068.480	4374541.070	381.965	12475
71	4475730.960	4381961.800	374.861	12486
72	4472670.920	4390028.910	621.246	12492
73	4501583.840	4425269.940	857.040	12531
74	4474140.230	4450717.060	1344.960	12583
75	4491735.750	4497472.520	952.015	12608
76	4496033.860	4497140.970	926.845	12643
77	4487855.640	4468827.270	1224.111	12656
78	4467058.290	4472936.170	1037.391	12687
79	4465779.090	4412957.270	524.440	13620
80	4453786.650	4377171.020	1448.740	13647
81	4451759.720	4380979.600	971.272	13651
82	4434821.580	4404045.220	332.832	13674
83	4435926.560	4397197.770	103.174	13678
84	4453415.221	4446148.201	577.522	13746
85	4447169.580	4423692.370	310.598	13758

86	4438102.600	4426778.530	383.961	13779
87	4448295.400	4469135.710	1053.961	13840
88	4445182.740	4459837.440	848.241	13844
89	4657661.640	4452066.170	376.501	65100
90	4467615.670	4413293.390	361.036	124102

3.5 Matjet Satelitore nga DGJ-FIN dhe ASIG, (2023-2025)

Gjatë periudhës 2023-2025, Departamenti i Gjeodezisë në Fakultetin e Inxhinierisë së Ndërtimit (DGJ-FIN) në bashkëpunim me Autoritetin Shtetëror për Informacionin Gjeohapsinor (ASIG) realizuan disa fushata matjesh satelitore GPS në pikat e Referencës Gjeodezike ALB 86 [17]. Këto matje satelitore kishin për qëllim vendosjen e marrëdhënieve matematike më të mira të mundëshme ndërmjet referencës ALB86 dhe KRGJSH. Ky projekt ishte vazhdimi i fushatave të mëparshme matjesh satelitore dhe realizimi i transformimit të koordinatave dhe materialeve hartografike nga Referenca Gjeodezike Shqiptare (ALB86) në referencën Evropiane (ETRS) [12]. Janë realizuar matje satelitore GPS në 75 pika ku: 48 pika janë të rrjetit të triangulacionit në referencën gjeodezike të Shqipërisë ALB86 dhe 27 pika janë të nivelacionit në referencën gjeodezike të Shqipërisë ALB87 të shpërndarë në mënyrë uniforme në të gjithë territorin e Republikës së Shqipërisë. Më poshtë paraqitet figura e pikave të matura në terren nga DGJ-FIN dhe ASIG (Fig.13).

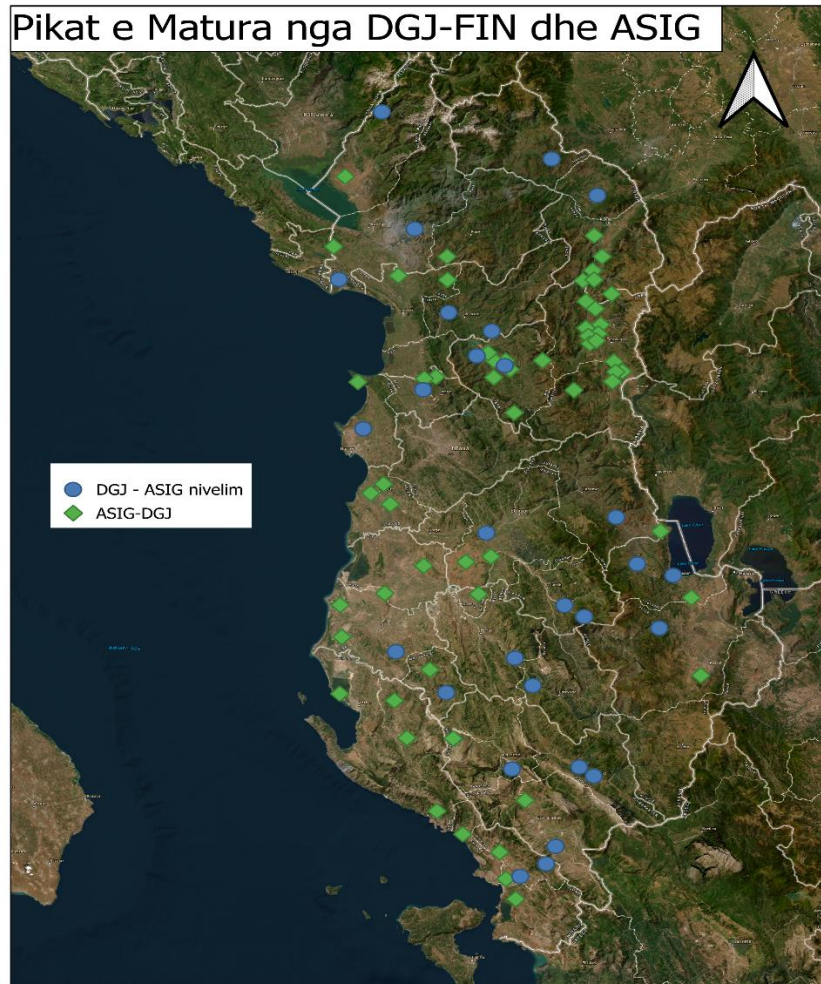


Figura 13 - Pikat e matura nga DGJ-FIN dhe ASIG

3.5.1 Matjet Satelitore të kësaj fushate kishin për qëllim:

- Përfitim të parametrave të transformimit në plan me metodën e Kolokacionit.
- Krijimin e një programi për transformimin e koordinatave nga referenca gjeodezike Shqipëtare ALB86 në referencën ETRF (European Terrestrial Reference Frame) ose KRGJSH.
- Analizën e saktësisë së transformimit të koordinatave ndërnjet referencave gjeodezike.
- Përmirësimin e koeficientave të transformimeve të koordinatave dhe materialeve hartografike nga referenca gjeodezike Shqipëtare ALB86 në referencën ETRF (European Terrestrial Reference Frame) [17], [18], [5].

3.5.2 Organizimi i matjeve fushore dhe marrësat satelitor që u përdorën:

Organizimi i matjeve GNSS u realizua duke u bazuar në Udhëzuesin Nr.3, datë 06.09.2013 “Për përcaktimin e pikave Gjeodezike me ndihmën e Sistemeve Globale Satelitore të Navigimit (GNSS)”.

Për realizimin më optimal të fushatës së matjeve fushore GNSS janë marrë parasysh kushtet e mëposhtme referuar Udhëzuesit Nr.3, datë 06.09.2013.

- Mbulesa satelitore (minimum 4-5 satelite dhe vlera e PDOP (Point Dilution of Precision) të jetë ≤ 6 gjatë gjithë kohës së vrojtimit).
- Kushtet atmosferike (koha gjatë vrojtimitve GNSS rekomandohet të jetë e mirë, pa shi dhe mjegull).

Kohëzgjatja e matjeve GNSS përcaktohet në përputhje me tabelën 5 dhe varet nga [11]:

- Natyra e stacionit bazë.
- 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 5 - Kohëzgjatja e matjeve GNSS me Metodën Statike.

Gjatësia e vijëbazës (km)	Koha min e vrojtimit GNSS (Metoda Statike)
– 10 km	15 min
10 – 20 km	40 min
mbi 20 km	60 min

Kohëzgjatja e matjeve GNSS me metodën statike mund të rritet kur kërkohet:

- Për të arritur saktësi më të lartë si në rastet që parashikohen në nenin 1, paragrafi I, të Udhëzuesit Nr.1 kohëzgjatja e matjeve dyfishohet.
- Në rastet kur shmangjia nga kërkesat specifike të parashikuara në nenin 20 është e paevitueshme, kohëzgjatja e matjeve rritet me 50%.
- Gjatë lidhjes së stacioneve bazë me rrjetin, kohëzgjatja rritet dy herë.

Bazuar në kërkesat e mësipërme dhe për të arritur një saktësi në përcaktimin e pozicionit 3D të pikave brenda vlerave të lejuara në plan dhe në lartësi Koha e matjeve ishte 2 (dy) orë dhe intervali i regjistrimit të të dhënave rinex ishte 1”.

- Projekti u realizua nga Departamenti i Gjeodezisë, Fakulteti i Inxhinierisë së Ndërtimit (DGJ-FIN) në bashkëpunim me Autoritetin Shtetëror për Informacionin Gjeohapsinor (ASIG) [17].
- Para fillimit të matjeve satelitore u krye rikonicioni fushor për evidentimin e pikave të referencës gjeodezike ALB86 “ku një pjesë e madhe janë dëmtuar dhe nuk ekzistojnë me”.
- Matjet u realizuan në periudha të ndryshme kohore nga viti 2023 deri në vitin 2025 në të gjithë territorin e Republikës së Shqipërisë.

Koordinatat e pikave të matura të bazës gjeodezike ALB86 janë llogaritur duke marrë parasysh kriteret e mëposhtme [16].

- Stacionet referencë të sistemit ALBCORS do të përdoren si baza të forta.
- Sinjale satelitore GNSS (minimalisht sinjalet GPS dhe GLONAS)
- 10° lartësia nga horizonti (10° elevation mask)
- Efemeridat precize (Precise Orbits)
- Parametrat e Orientimit të Tokës (Earth Orientation Parameters)
- Ndikimet e kodit diferencial (Differential Code Biases DCBs)
- GNSS Correction Services (Trimble RTX Corrections)

Koordinatat e pikave janë përfutur në referencën gjeodezike KRGJSH referuar V.K.M. nr. 669, datë 7.8.2013 (i ndryshuar) [11], [8]:

- Sistemi Referencë: ETRS89,
- Elipsoidi: GRS80,
- Projeksioni: TMzn ($\lambda_0=20^\circ$,
- Shkalla $k=1$,
- Origjina Fallco e Lindjes $FE=500000m$,
- Origjina Fallco e Veriut $FN=0m$.

Marresat satelitor GNSS që u përdorën për realizimin e matjeve ishin të markave Topcon Hiper VR dhe Sokkia GRX2. Marrësat Satelitor i plotësojnë kërkesat për të arritur saktësinë e kërkuar duke u bazuar në specifikimet teknike të tyre që jepen në tabelën e mëposhtme.

Tabela 6 - Tabela e Specifikimeve teknike të marrësve satelitor GNSS

Specifikim	Topcon HiPer VR	Sokkia GRX2
Model	HiPer VR	GRX2
Numri i kanaleve / teknologjia	226 GNSS channels, Vanguard™ + Universal Tracking Channels™	226 kanale (Universal Tracking Technology)
Konstelacionet e mbështetura	GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou, QZSS, IRNSS, SBAS	GPS, GLONASS, SBAS, QZSS
Frekuenca	Multi-frequency (L1, L2, L5 etj.)	Dual-frequency (L1 + L2)
Saktësia RTK (H / V)	H = 5 mm + 0.5 ppm, V = 10 mm + 0.8 ppm	H = 10 mm + 1 ppm, V = 15 mm + 1 ppm
Saktësia statike / Precizion	H = 3 mm + 0.1 ppm, V = 3.5 mm + 0.4 ppm	H = 3 mm + 0.1 ppm, V = 3.5 mm + 0.4 ppm
Kompensimi i pjerrësisë	9-axis IMU + 3-axis eCompass, TILT™ deri 15°	Nuk ka IMU/TILT të integruar
Norma e përditësimit	Deri në 20 Hz	1, 5, 10, 20 Hz
Memoria / ruajtja	8 GB e brendshme	SD/SDHC deri 32 GB
Komunikimi / wireless	Radio UHF, 4G, Bluetooth, USB	UHF, GSM/HSPA, Bluetooth
Fuqia e transmetimit / shtrirja	1 W, 5–7 km tipik	Radio FH915/UHF, varësisht konfigurimit
Bateria & kohë pune	11,600 mAh, deri në 10 h (RX) / 6 h (TX)	BDC70 5240 mAh, deri në 7.5 h
Pesha & dimensionet	1.061 kg, 149×94.6 mm	1.0 kg, 184×95 mm
Mbrojtja / Rugged	IP67, MIL-STD 810G, 2 m drop	IP67, aliazh magnezi, 2 m drop
Temperatura e punës	-40 °C ... +65 °C	-40 °C ... +65 °C
Portet / Interface	Serial, USB, LongLink™, BINEX/RTCM/NMEA	RS-232C, SD slot, RTCM/NMEA
Karakteristika të veçanta	Universal Tracking™, TILT™, Fence Antenna™	Voice feedback, LED, MAGNET kompatibilitet
Formatet e të dhënave	TPS, RTCM, CMR/CMR+, NMEA, BINEX	RTCM, NMEA, BINEX

Në figurën e mëposhtme janë pasqyruar disa foto gjatë rikonicionit fushor të pikave gjeodezike të referencës ALB86 (Fig.14).

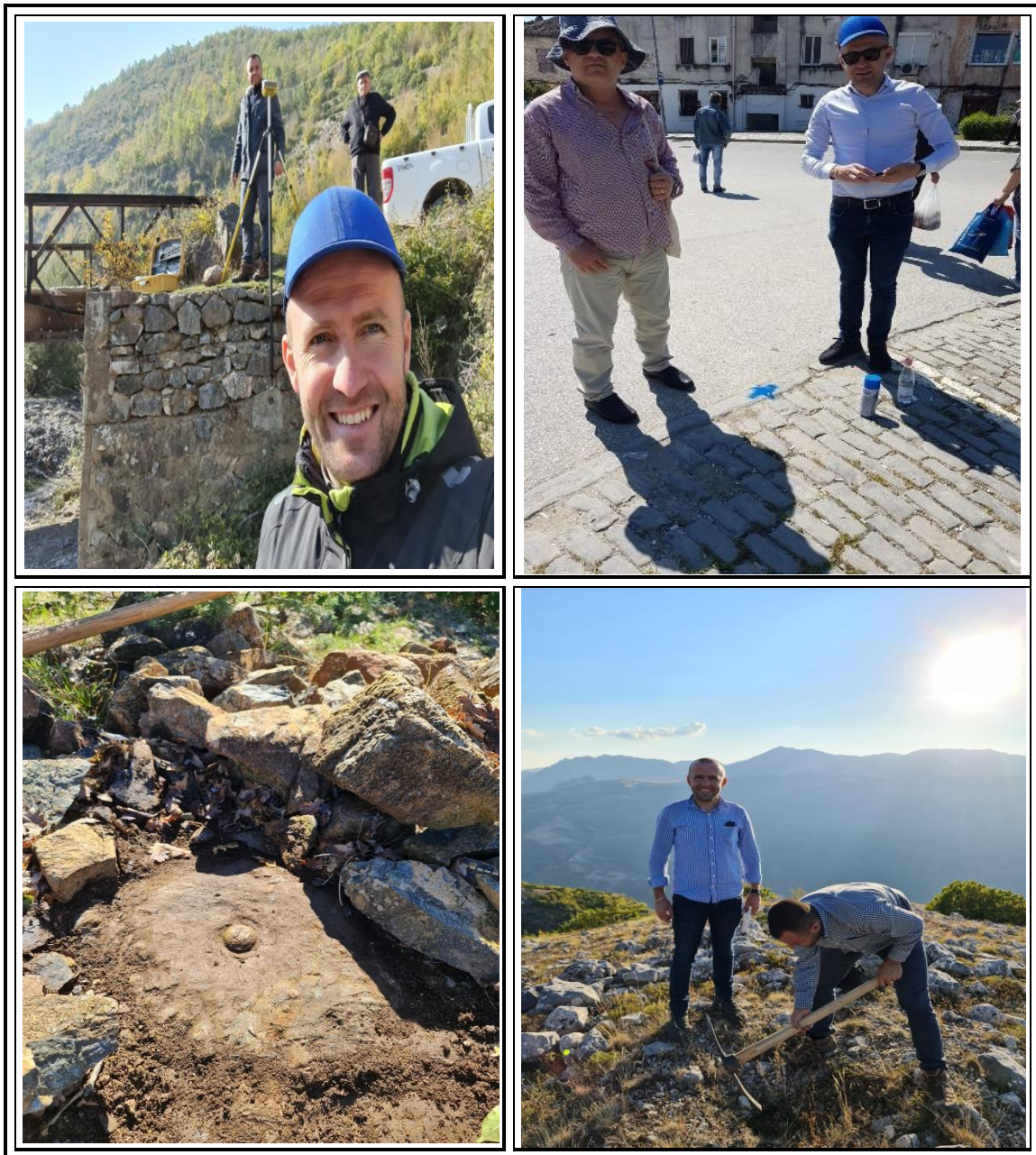


Figura 14 - Foto gjatë rikonicionit fushor të pikave gjeodezike të referencës ALB86

Në figurën e mëposhtme janë pasqyruar disa foto gjatë procesit të matjeve të pikave gjeodezike të referencës ALB86 (Fig.15).

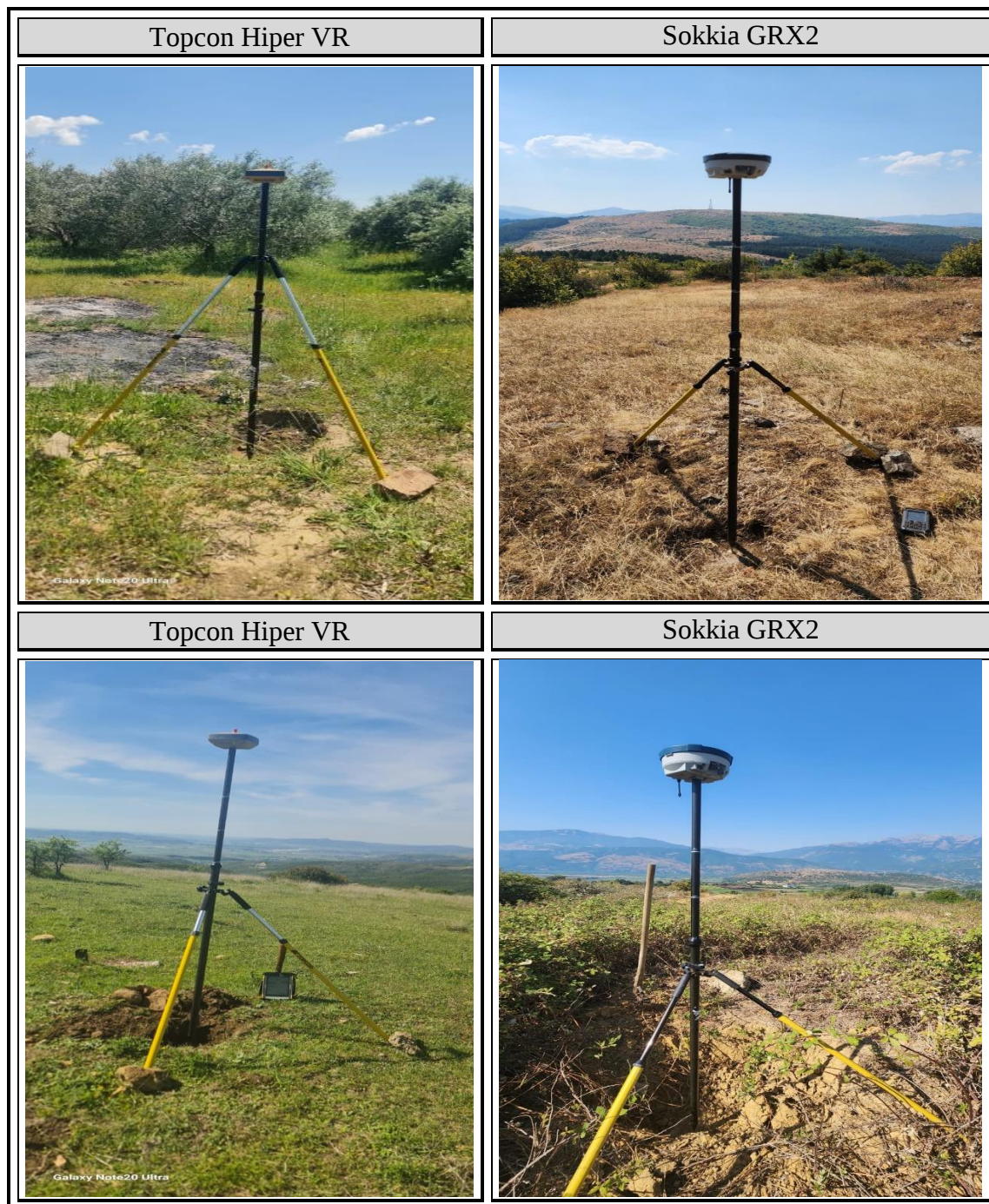


Figura 15 - Foto gjatë procesit të matjeve të pikave gjeodezike të referencës ALB86

3.5.3 Rezultatet kryesore dhe përfundimet për këtë fushatë matjesh satelitore:

Realizimi i matje satelitore GPS në 75 pika të referencës gjeodezike ALB 86 dhe ALB 87. Matjet GNSS janë realizuar sipas metodës statike, ku koha e vrojtimit është përcaktuar në bazë të gjatësisë së vijë-bazave të krijuara midis stacioneve referencë ALBCORS dhe pikave të matura duke u bazuar në kriteret të përshkruara më sipër. Pas përfundimit të procesit të matjeve GNSS është kryer shkarkimi i të dhënave nga marrësat satelitor GNSS dhe përpunimi i tyre me programin Trimble Business Centre v 5.9 [19].

Gjatë procesit të matjeve GNSS është treguar kujdes i veçantë [13], [5]:

- Në horizontimin (vendosja e fluskës në qendër) të zhalonit me anë të dykëmbshit (bi-pod).
- Në përcaktimin e lartësië së zhalonit (antenës) në përputhje me parametrat e vendosura në kontroller (tastiera).
- Në kontrollin e kontrollerit (tastierës) GNSS mbi numrin e satelitëve dhe vlerën PDOP, ku numri i satelitëve ka qenë gjithmonë mbi 15 dhe vlera PDOP (Point Dilution of Precision) ≤ 2 gjatë gjithë kohës së matjeve.
- Të dhënat bazë që kërkon formulari fushor regjistrohen automatikisht në marrësat GNSS.

Përpunimi i matjeve GNSS të pikave me stacionet e rrjetit shtetëror të Pozicionimit Global ALBCORS. Përpunimi dhe kompensimi i matjeve statike të 48 pikave të referencës gjeodezike ALB86 është realizuar nëpërmjet programit “Trimble Business Center v.5.9” [19], [8], [16].

Koordinat e pikave janë llogaritur duke u bazuar në stacionet referencë CORS më të afërt, të Rrjetit të Pozicionimit Global Aktiv ALBCORS me qëllim arritjen e saktësisë brenda tolerancave të vendosura (1cm në plan dhe 2cm në lartësi).

Hapat kryesor të përpunimit të matjeve satelitore GNSS që janë ndjekur për secilën pikë referuar kohës, datës së matjes të pikave GNSS janë si mëposhtë:

- Konvertimi i matjeve fushore GNSS të shkarkuara nga marrësat GNSS në formatin standart RINEX (Raw).
- Krijimi i projektit në programin TBC v5.9 dhe përcaktimi i referencës gjeodezike KRGJSH, sipas parametrave referuar VKM. 669, datë 7.8.2013 (i ndryshuar):
- 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.)
- 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.
- Shkarkimi i korrekturave të matjeve GNSS të cilat mundësohen direkt nga programi TBC v5.9:
 - Efemeridat precize (Precise Orbits) (IGS, 2021; Trimble, 2022)
 - Parametrat e Orientimit të Tokës (Earth Orentation Parameters)
 - Ndikimet e kodit diferencial (Differential Code Biases DCBs)
 - GNSS Correction Services (Trimble RTX Corretions) - Korrektimi i matjeve GNSS për të arritur saktësi të lartë.
- Përpunimi i pikës e cila përfshin:
 - Krijimi i vijë-bazave midis pikës dhe stacioneve referencë ALBCORS
 - Përcatimi 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:
 - Mos-eliminimi i bazave të pavarura (vetëm në rastet e detyruara).
 - Krijimi figurave të mira gjeometrike ndërmjet pikave të forta dhe pikës së matur.
 - 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.
 - Eksportimi i raporteve me rezultatet e përfituara nga përpunimet e mësipërme.

Në vijim përshkruhet në mënyrë të detajuar, me pamje ilustruese, proçesi i përpunimit dhe kompesimit të një pikë. I njëti proçes është ndjekur për të gjithë 75 pikat e referencës gjeodezike ALB86/87.

- Krijimi i projektit në programin TBC v5.9 dhe përcaktimi i referencës gjeodezike KRGJSH (Fig.16).

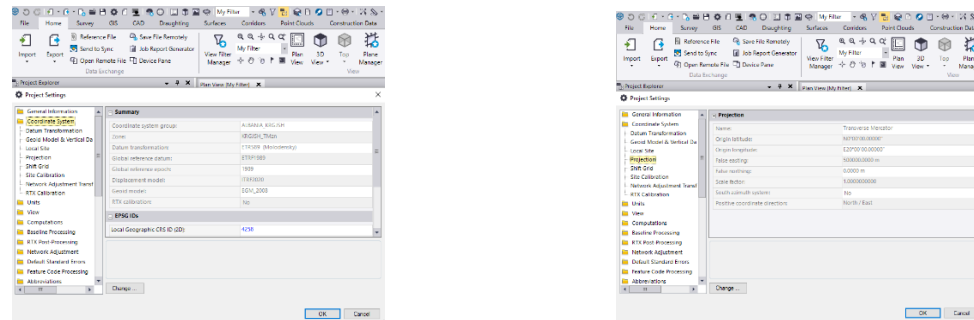


Figura 16 - Krijimi i projektit në programin TBC

- Përcaktimi i sinjaleve GNSS dhe mbulesës satelitore 10° në TBC v5.9 (Fig.17).

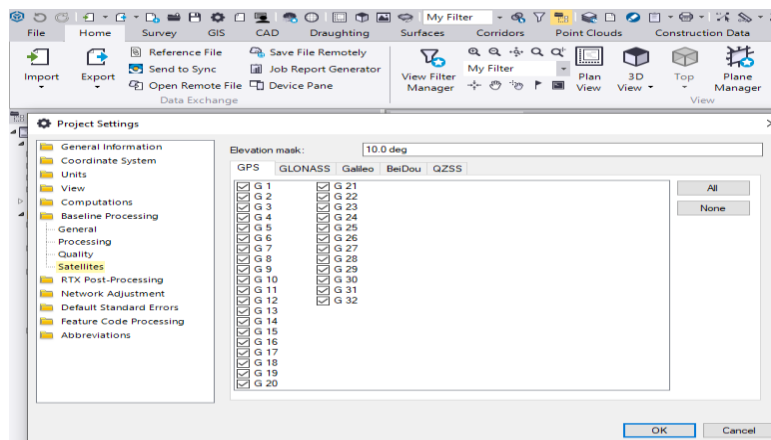


Figura 17 - Përcaktimi i sinjaleve GNSS dhe mbulesës satelitore

- Importimi dhe kontrolli i të dhënave RINEX të pikës 0241 (Fig.18) ku përfshihet:
 - Antena (tipi i antenave, metoda e matjes së lartësisë, etj)
 - Marrësi (tipi marrësit, nr.serial, etj.)

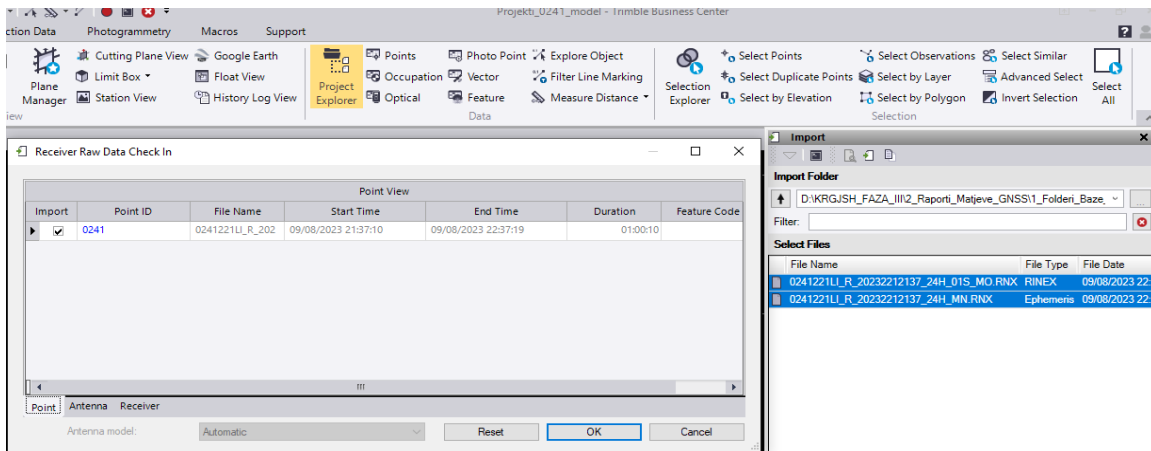


Figura 18 - Importimi dhe kontrolli i të dhënave RINEX

- Shkarkimi i të dhënave RINEX 3.03 të stacioneve referencë të sistemit ALBCORS nga platforma e qendrës së monitorimit GNSMART, datë 09.08.2023, ora 21:37- 22:37 (Fig.19).
- Përcaktojmë stacionet referencë CORS që do përdoren për procesimin e matjeve.

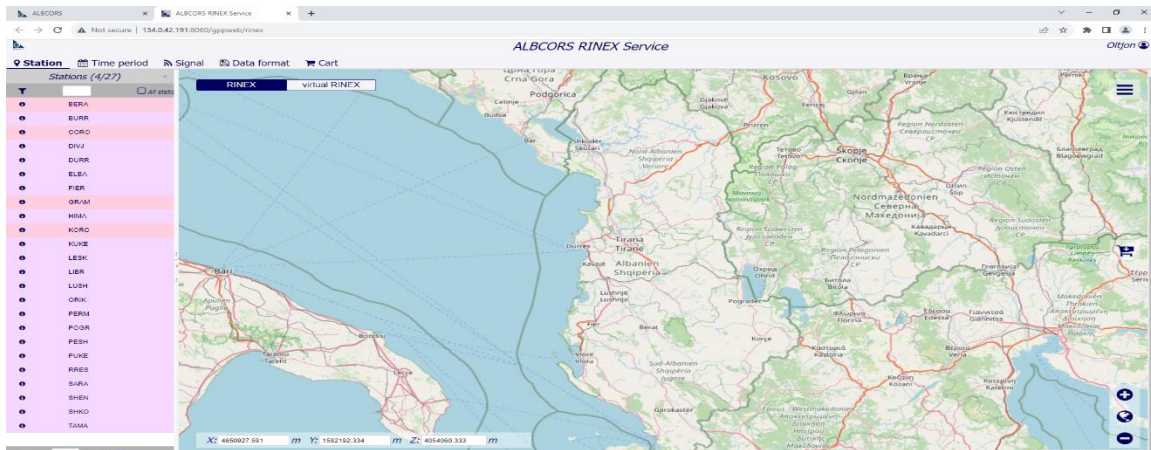


Figura 19 - Përcaktimi i stacioneve CORS që do të përdoren

- Përcaktojmë datën dhe orën kur janë realizuar matjet GNSS në pikën 0241 (Fig.20).

ALBCORS RINEX Service

Station Time period Signal Data format Cart

Timevalue: ☐ Timezone ☒ GPS time

Timezone: UTC+01:00

Timeformat: ☐ 12 hours ☒ 24 hours

Observation chooser: ☐ End ☒ Duration

Start of observation time: 9:30 PM

Start of observation date: Oct 9, 2023

End of observation time: 10:40 PM

End of observation date: Oct 9, 2023

Observation interval (sec): 1.0

Selected time period from: 2023-10-09 21:30 UTC+01:00 (GPS week: 2283, GPS day: 282, GPS hour: u, GPS second: 160200.0)

Selected time period to: 2023-10-09 22:40 UTC+01:00 (GPS week: 2283, GPS day: 282, GPS hour: v, GPS second: 164400.0)

Leap seconds: 18 seconds will not be used for calculation from/to UTC

Figura 20 - Përcaktimi i datës dhe orës kur janë realizuar matjet

- Përcaktojmë shkarkimin e të dhënave për të 4 konstelacionet satelitore GNSS (Fig.21).

ALBCORS RINEX Service

Station

Time period

Signal

Data format

Cart

GPS

GLONASS

Galileo

BDS

GNSS System	Freq. Band / Frequency	Channel or Code	☒ pseudorange	☒ carrier phase	Observation codes	☒ doppler	☒ signal strength	
GPS	L1	☒ C/A	☒ C1C	☒ L1C	☒ D1C	☒ S1C		
		☒ L1C (D)	☒ C1S	☒ L1S	☒ D1S	☒ S1S		
		☒ L1C (P)	☒ C1L	☒ L1L	☒ D1L	☒ S1L		
		☒ L1C (D+P)	☒ C1X	☒ L1X	☒ D1X	☒ S1X		
		☒ P (AS off)	☒ C1P	☒ L1P	☒ D1P	☒ S1P		
		☒ Z-tracking and similar (AS on)	☒ C1W	☒ L1W	☒ D1W	☒ S1W		
		☒ Y	☒ C1Y	☒ L1Y	☒ D1Y	☒ S1Y		
		☒ M	☒ C1M	☒ L1M	☒ D1M	☒ S1M		
		☒ codeless		☒ L1N	☒ D1N	☒ S1N		
		L2	☒ C/A	☒ C2C	☒ L2C	☒ D2C	☒ S2C	
			☒ L1(C/A)+(P2-P1) (semi-codeless)	☒ C2D	☒ L2D	☒ D2D	☒ S2D	
			☒ L2C (M)	☒ C2S	☒ L2S	☒ D2S	☒ S2S	
☒ L2C (L)	☒ C2L		☒ L2L	☒ D2L	☒ S2L			
☒ L2C (M+L)	☒ C2X		☒ L2X	☒ D2X	☒ S2X			
☒ Z-tracking and similar (AS on)	☒ C2W		☒ L2W	☒ D2W	☒ S2W			
☒ Y	☒ C2Y		☒ L2Y	☒ D2Y	☒ S2Y			
☒ M	☒ C2M		☒ L2M	☒ D2M	☒ S2M			
☒ codeless			☒ L2N	☒ D2N	☒ S2N			
L5	☒ L		☒ C5L	☒ L5L	☒ D5L	☒ S5L		
total: 1			total: 3	total: 21	total: 82			

Figura 21 - Shkarkimi i të dhënave për të 4 konstelacionet satelitore GNSS

- Përcaktojmë formatin Rinex 3.03 (Fig. 22).

Figura 22 - Përcaktimi i formatit RINEX

- Shkarkojmë të dhënat RINEX 3.03 për pikën 0241 (Fig.23).

Figura 23 - Shkarkimi i të dhënave RINEX

- Importimi i të dhënave RINEX 3.03 të stacioneve referencë ALBCORS në TBC v5.9: (Fig.24).

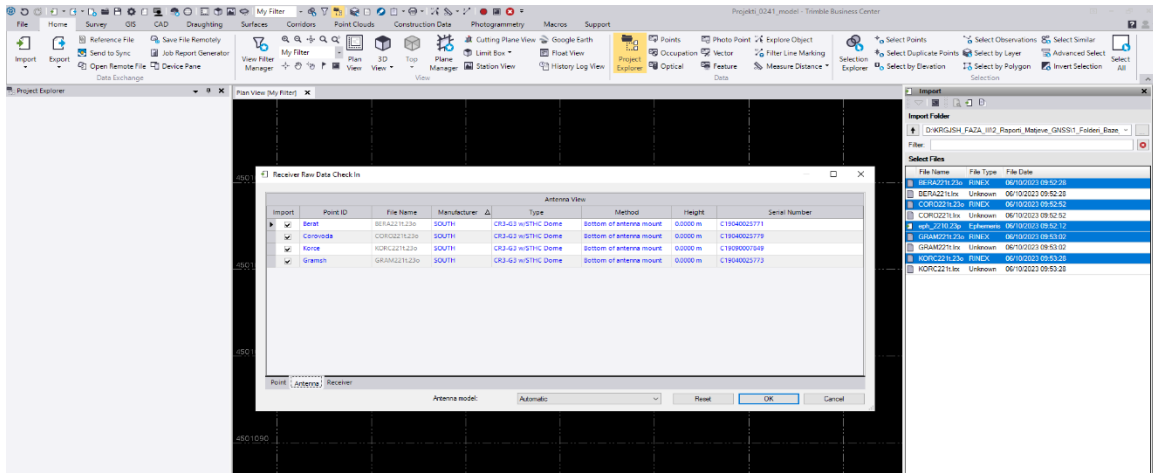


Figura 24 - Importimi i të dhënave RINEX në TBC

- Shkarkimi i korrekturave të matjeve GNSS mundësohet direkt nga programi TBC v5.9: (Fig.25).
- Orbitat e sakta “Preçize”,
 - Parametrat e orientimit të Tokës,
 - Anshmëritë diferenciale të kodit,
 - Shërbimet e korrigjimit GNSS

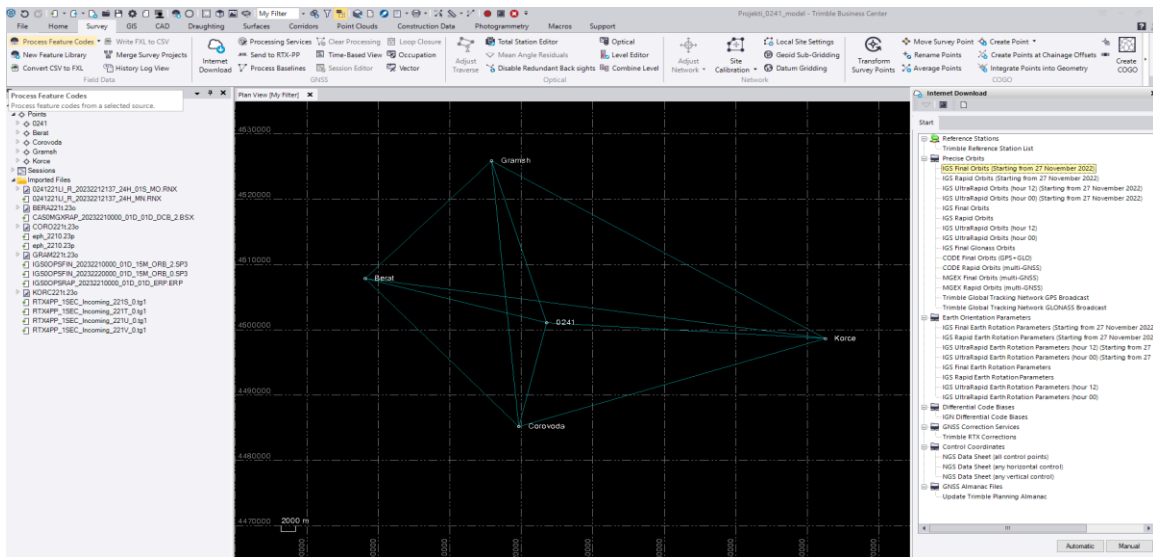


Figura 25 - Shkarkimi i korrekturave të matjeve GNSS

- Përcaktotjmë bazat për përpunimin e pikave (stacionet referencë ALBCORS) (Fig.26).

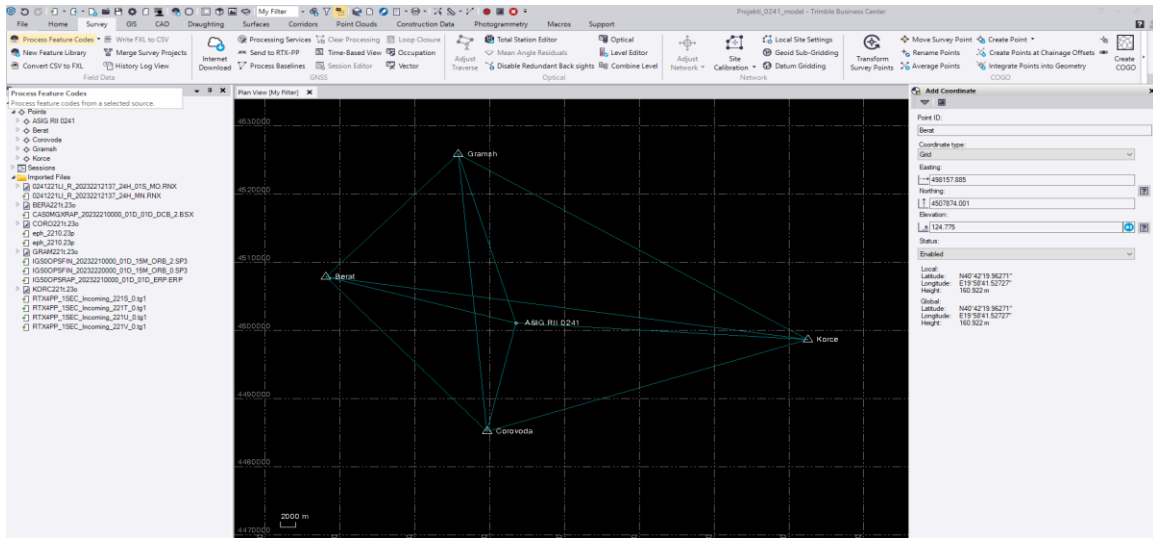


Figura 26 - Përcaktimi i bazave

- Proçesimi i vijë-bazave të krijuara: Survey/ Process Baselines (Fig.27) dhe vektorët sipas saktësisë së realizuar.

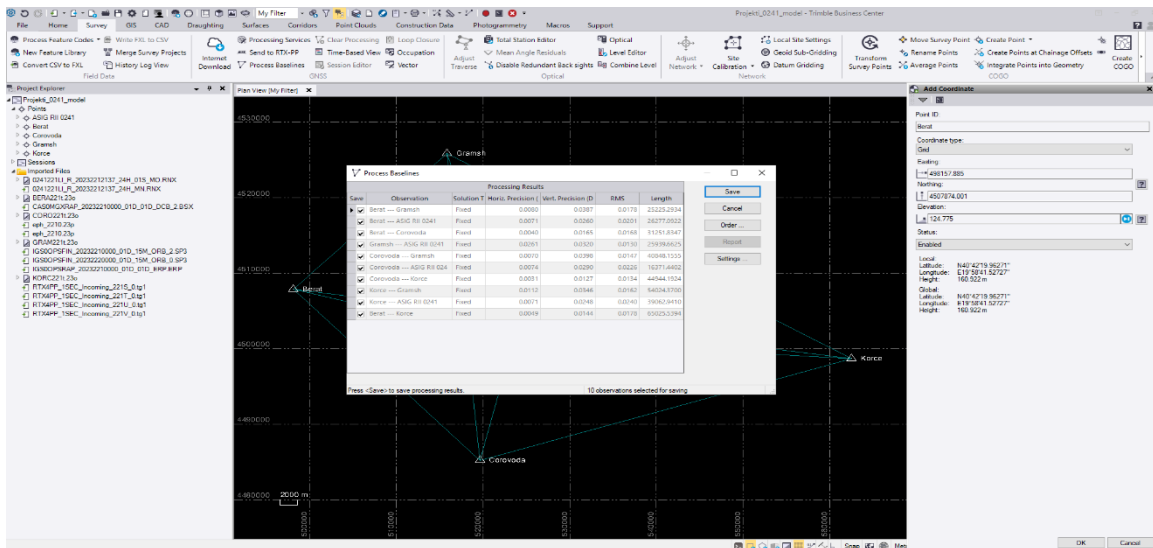


Figura 27 - Proçesimi i vijë-bazave

- Pamje e pikës dhe stacioneve të sistemit të pozicionimit global ALBCORS (Fig.28).

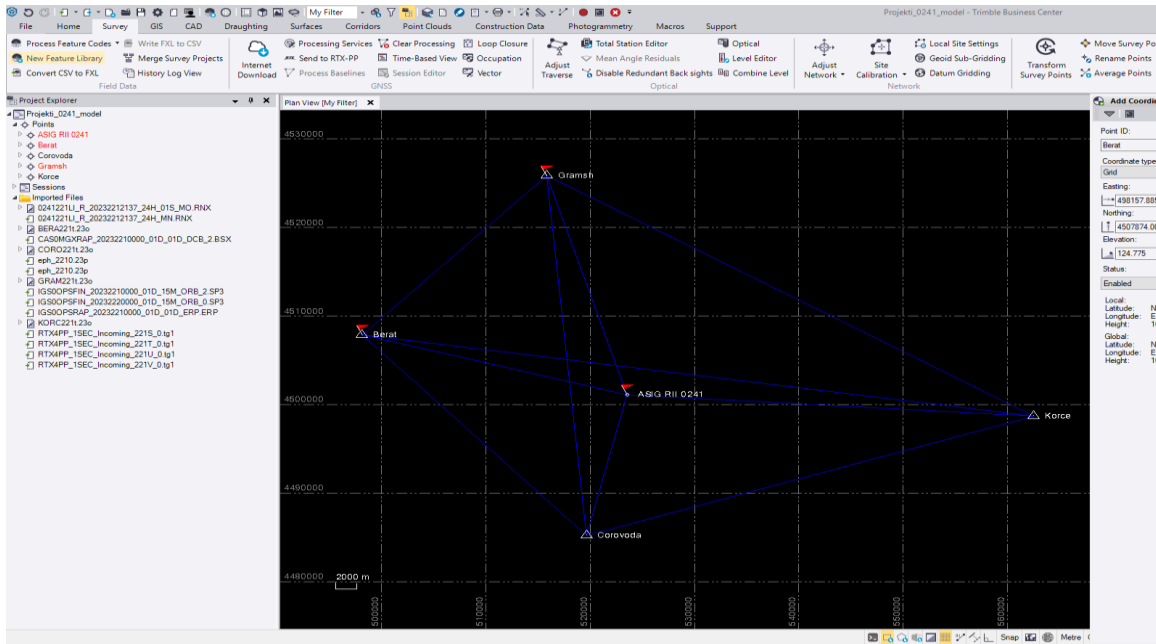


Figura 28 - Pamja e pikës dhe stacioneve ALBCORS

Në ambientin e TBC v.5.9 shfaqen me flamur të kuq pikat që janë jashtë tolerancave të përcaktuar në projekt. Për këtë arsye fillojmë me pastrimin (filtrimin) e të dhënave të “këqija” dhe pastrimin e satelitëve, duke u nisur nga kontrolli i vijë-bazave të krijuara nga pikat me flamur të kuq.

- Pastrimi (filtrimi) i të dhënave të “këqija” dhe pastrimi i satelitëve të vijë-bazave jashtë tolerancave të projektit (Fig.29). Pas filtrimit të të gjitha vijë-bazave të krijuara është realizuar përsëri përpunimi i vijë-bazave.

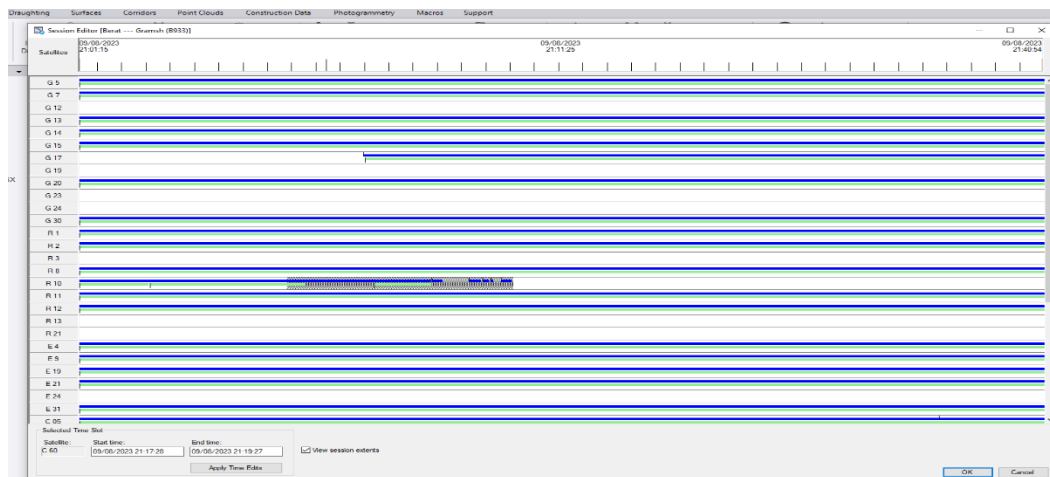


Figura 29 - Pastrimi i të dhënave të satelitëve

- Kompensimi i rrjetit (vijë-bazave midis stacioneve të ALBCORS dhe pikës së matur) (Fig.30).

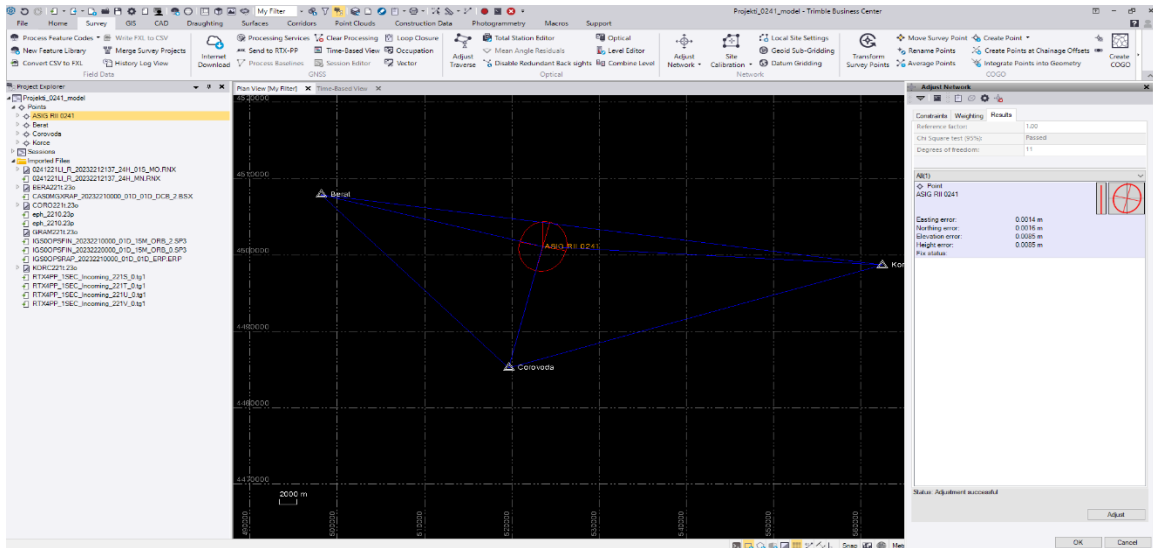


Figura 30 - Kompesimi i rrjetit

- Rezultatet e kompensimit të rrjetit (Fig.31).
 - Reference Factor: Tregon gabimin standard për njësinë e peshës.
 - Chi Square test (95%): Testi i shumës së katrorëve njësi të mbetjeve me probabilitet kritik prej 95 %.
 - Degrees of freedom: Matja e tepërcave në rrjet.

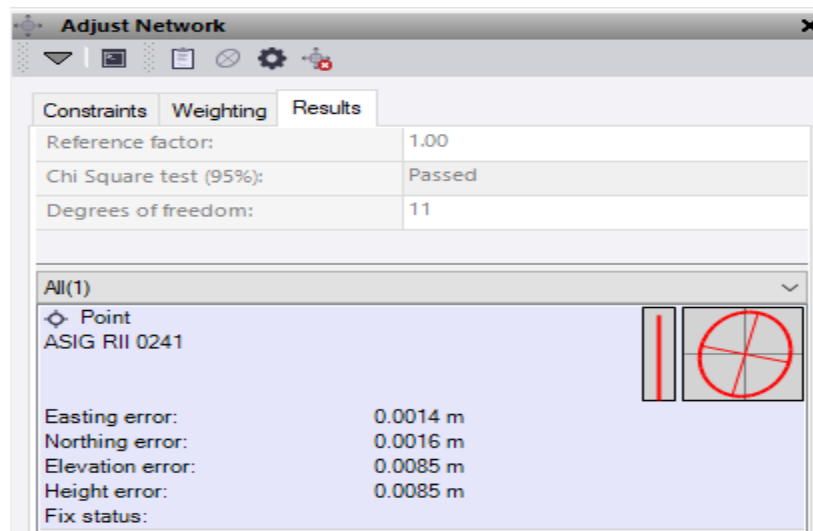


Figura 31 - Rezultatet e kompensimit të pikës

- Më poshtë jepet lista e pikave me koordinatat në referencën e re KRGJSH në tabelën 7. (IGMF-DGJ-ASIG)

Tabela 7- Lista e pikave me koordinatat në referencën e re KRGJSH (IGMF-DGJ-ASIG)

KRGJSH					KRGJSH				
Nr.	N (X)	E (Y)	h	Id. e Pikës	Nr.	N (X)	E (Y)	h	Id. e Pikës
1	4420363.577	504591.344	315.718	502	70	4474743.877	466718.387	409.508	12486
2	4426156.353	525526.090	644.893	518	71	4471775.661	474818.221	656.232	12492
3	4420274.039	502509.150	85.436	532	72	4501082.844	509725.620	892.961	12531
4	4413397.751	531624.332	499.464	547	73	4473930.938	535480.730	1381.674	12583
5	4400708.723	523145.094	492.205	576	74	4492055.813	582035.422	991.850	12608
6	4391720.383	512665.487	188.248	1721	75	4496350.098	581654.918	966.856	12643
7	4695247.171	457012.676	1195.426	5121	76	4487850.652	553434.285	1262.718	12656
8	4695018.292	477259.884	1815.840	5256	77	4467100.639	557778.434	1075.036	12687
9	4697970.040	515009.688	847.274	5322	78	4465144.690	497820.608	558.991	13620
10	4691411.169	507389.694	391.149	5332	79	4452750.942	462176.337	1482.480	13647
11	4672970.379	455660.421	112.422	6331	80	4450766.997	466009.137	1005.651	13651
12	4668156.925	456435.131	63.672	6333	81	4434091.712	489258.463	366.457	13674
13	4679082.672	477963.938	1465.749	6462	82	4435119.178	482399.179	136.517	13678
14	4664100.566	495233.447	1184.143	6484	83	4453156.403	531146.181	613.000	13745
15	4678446.379	526691.711	587.472	6534	84	4446658.860	508763.366	344.999	13758
16	4663186.698	511923.832	1017.203	6583	85	4437627.746	511951.038	418.038	13779
17	4660086.079	500458.524	985.407	6585	86	4448295.760	554189.263	1090.297	13840
18	4660284.040	534374.913	413.698	6592	87	4445079.110	544926.873	883.590	13844
19	4668049.286	543996.484	415.944	6611	88	4657451.895	534718.949	419.770	65100
20	4643166.644	457728.270	311.510	7530	89	4466984.018	498135.932	396.276	124102
21	4638573.491	449258.443	59.899	7532	90	4410032.164	505836.196	37.620	508
22	4649991.405	471308.004	214.136	7618	91	4427401.451	500764.756	202.990	514
23	4621206.240	470482.007	47.325	7670	92	4417480.491	502759.138	118.900	536
24	4648507.152	484358.250	676.289	7676	93	4678225.168	452452.743	120.870	6328
25	4639882.070	484489.353	456.943	7685	94	4652222.951	448841.480	72.240	6343
26	4636571.820	498287.766	772.792	7693	95	4641501.335	469087.792	103.270	7634
27	4641850.909	511720.277	851.869	7730	96	4648527.238	532883.773	819.813	7719
28	4639620.051	526898.996	669.488	7733	97	4643350.854	529912.472	583.533	7734
29	4628598.451	534479.034	1144.922	7759	98	4639928.927	530380.698	1144.180	7737
30	4618626.420	535376.682	976.866	7783	99	4631934.774	527797.106	912.250	7756
31	4634649.712	535845.137	1267.200	7788	100	4629152.651	530792.226	887.960	7760
32	4647493.140	547939.063	1429.779	7807	101	4623247.369	532437.013	817.820	7770
33	4602447.087	459418.307	237.409	8804	102	4622010.332	527806.969	556.489	7771
34	4598198.654	483451.263	1188.317	8844	103	4619931.254	531676.656	592.972	7781
35	4594518.616	478433.782	148.305	8851	104	4619044.656	528583.353	502.141	7782

36	4595294.709	463259.297	118.592	8853	105	4616245.302	529080.088	557.267	7784
37	4580928.942	484593.349	215.546	8884	106	4617287.519	531072.559	544.573	7785
38	4609907.502	502674.302	324.880	8922	107	4601943.984	456435.716	202.590	8722
39	4595180.319	536763.661	871.428	8962	108	4612755.178	497185.066	343.040	8815
40	4578311.650	511079.745	1431.767	8993	109	4603823.420	480816.866	799.950	8835
41	4576623.892	456510.563	49.641	9921	110	4603212.349	477215.130	308.562	8836
42	4552008.682	472060.258	346.220	10008	111	4603648.350	498971.717	476.990	8899
43	4567625.529	497650.597	894.084	10050	112	4605876.235	539267.494	614.967	8903
44	4563145.783	494113.061	761.382	10060	113	4609535.841	536574.746	752.750	8927
45	4559346.945	464747.450	140.059	10066	114	4606660.735	504077.718	378.160	8929
46	4549278.676	476299.772	225.125	10087	115	4605740.669	537120.954	608.840	8937
47	4547672.479	495211.274	348.051	10093	116	4602163.098	536158.475	518.240	8944
48	4577402.176	533200.045	1439.486	10119	117	4598943.657	524062.758	817.320	8950
49	4555310.787	509069.716	434.093	10153	118	4590527.755	505327.997	1010.480	8976
50	4542806.878	539519.511	921.619	10190	119	4564051.730	464460.354	181.090	10054
51	4541434.522	526309.055	1703.174	10195	120	4560672.412	460418.627	43.050	10065
52	4546544.319	551178.790	1165.688	10229	121	4556585.861	466559.118	133.080	10073
53	4546903.378	554175.425	825.711	10230	122	4519191.886	450885.173	38.360	11128
54	4527440.406	451450.154	45.718	11125	123	4507306.470	451402.942	34.450	11139
55	4510261.405	455594.145	133.989	11137	124	4523538.198	464826.993	145.840	11220
56	4509139.120	447504.963	45.322	11138	125	4535157.204	490229.850	232.870	11234
57	4537202.184	498061.653	191.667	11230	126	4533753.866	477002.950	295.480	11237
58	4526790.906	484599.956	175.236	11255	127	4523234.580	494186.274	201.290	11261
59	4521786.382	482988.939	260.133	11267	128	4521894.840	560837.194	1084.470	11460
60	4510025.563	462862.455	78.174	11292	129	4486234.552	450749.860	115.050	12333
61	4508112.792	495369.047	276.124	11298	130	4495156.620	478961.165	423.670	12437
62	4535904.831	509855.228	458.152	11329	131	4483676.864	467848.854	441.470	12460
63	4525982.471	516789.145	528.246	11349	132	4469815.198	471753.542	366.320	12496
64	4531626.428	576833.071	1202.592	11422	133	4469626.755	486265.061	475.960	12497
65	4509762.307	559432.627	979.763	11463	134	4493050.790	563790.811	987.300	12647
66	4480384.842	455075.255	49.440	12339	135	4442676.910	481179.938	737.300	13666
67	4494333.299	475968.381	638.864	12444	136	4656305.678	530372.603	869.624	65106
68	4492085.933	481869.333	566.414	12446	137	4610048.270	498961.414	340.520	88105
69	4478996.223	459250.371	416.347	12475					

- Kontrolli i koordinatave të pikave të matura nga IGMF dhe IGJUSH.

Për tu siguruar që matjet e pikave janë të sakta është realizuar edhe një kontroll i matjeve.

Janë matur disa pika në terren dhe koordinatat janë llogaritur duke u bazuar te bazat e matura nga IGMF dhe IGJUSH. Rezultatet dhe diferencat e ndryshimeve të koordinatave pasqyrohen në tabelat e mëposhtme tabela 7 dhe tabela 8.

Tabela 8 - Koordinatat Gjeodezike dhe lartësia elipsoidale

Id. e Pikës	Φ	λ	h	Proçesimi i pikave nga baza REMA (IGMF- IGJUSH)
REMA	40°53'17.09917"	19°30'46.63797"	41.098	
10073	41°08'36.59383"	19°36'06.02291"	133.076	
11220	40°50'45.06220"	19°34'58.51626"	145.911	
11237	40°56'17.77667"	19°43'36.92666"	295.506	
Id. e Pikës	Φ	λ	h	Proçesimi i pikave nga bazat e ALBCORS
10073	41°08'36.588724744"	19°36'06.009142346"	133.08	
11220	40°50'45.057006059"	19°34'58.502173754"	145.84	
11237	40°56'17.771538515"	19°43'36.912911241"	295.48	
Id. e Pikës	Φ	λ	h	Proçesimi i pikave nga baza KOTE (IGMF- IGJUSH)
KOTE	40°23'17.18985"	19°36'21.28144"	134.429	
12460	40°29'13.29054"	19°37'14.85161"	441.528	
12496	40°21'44.41471"	19°40'02.85990"	366.373	
Id. e Pikës	N	λ	h	Proçesimi i pikave nga bazat e ALBCORS
12460	40°29'13.284469543"	19°37'14.83839162"	441.47	
12496	40°21'44.408772614"	19°40'02.846654029"	366.32	

Tabela 9 - Koordinatat Ortogonale dhe lartësia elipsoidale

Id. e Pikës	X	Y	h	Proçesimi i pikave nga baza e (IGMF-IGJUSH)
10073	4556585.856	466559.138	133.230	
11220	4523538.198	464827.012	146.041	
11237	4533753.860	477002.965	295.601	
12460	4483676.884	467848.859	441.697	
12496	4469815.217	471753.556	366.534	
Id. e Pikës	X	Y	h	Proçesimi i pikave nga bazat e ALBCORS
10073	4556585.861	466559.118	133.076	
11220	4523538.198	464826.993	145.837	
11237	4533753.866	477002.950	295.484	
12460	4483676.864	467848.854	441.474	
12496	4469815.198	471753.542	366.323	
Id. e Pikës	ΔX	ΔY	Δh	Diferenca e koordinatave të pikave
10073	-0.005	0.020	0.154	
11220	0.000	0.019	0.204	

11237	-0.006	0.015	0.117
12460	0.020	0.005	0.223
12496	0.019	0.014	0.211

Ndryshimet në ΔX dhe ΔY janë brenda kufijëve të saktësisë së kërkuar. Kurse ndryshimi në Δh është në vlerat e mësipërme sepse janë përdorur 2 modele gjeoidi globale të ndryshme EGM96 dhe EGM2008. EGM (Earth Gravitational Model) është një model graviteti global. Ndryshimi i lartësisë së gjeoidit midis EGM96 dhe EGM2008 zakonisht është rreth ± 0.1 deri ± 0.3 metra. Duke parë rezultatet e mësipërme arrijmë në përfundimin se pikat e matura janë brenda saktësisë së kërkuar që nevojitet për transformimin e koordinatave nga referenca gjeodezike ALB86 në referencën Gjeodezike KRGJSH (ETRS).

Kjo fushatë matjesh satelitore u realizua me sukses në bashkëpunim midis DGJ-FIN dhe ASIG.

4 SISTEMET E REFERENCËS NË GJEODEZI DHE MODELET E TRANSFORMIMIT NDËRMJET TYRE

Në fushën e gjeodezisë, referencat koordinative janë themeli mbi të cilin mbështeten të gjitha matjet, llogaritjet dhe paraqitjet e pozicioneve në sipërfaqen e Tokës [3], [5]. Një sistem referimi përcakton mënyrën se si pozicioni i një pike specifike përshkruhet nëpërmjet koordinatave gjeodezike, karteziene apo të projeksionit, duke siguruar përdorim të saktë në hartografi, monitorim satelitor, matje topografike, inxhinieri civile dhe studime tektonike [9].

Një sistem gjeodezik zakonisht përbëhet nga disa elementë bazë: elipsoidi i referencës, i cili përcakton formën e Tokës; origjina e sistemit, shpesh e lidhur me qendrën masive të Tokës; orientimi i boshtit të rrotullimit; dhe realizimi praktik, i cili arrihet përmes rrjeteve gjeodezike të pikave të njohura [15]. Në nivel global përdoren sisteme si WGS84, ITRF dhe ETRS89, ndërsa në nivel kombëtar krijohen variante lokale të përshtatura sipas gjeometrisë rajonale [16].

Në Shqipëri, historikisht janë përdorur sisteme të ndryshme referimi, që kanë evoluuar me avancimet teknologjike. Sistemet e vjetra bazoheshin në elipsoide lokale si Bessel 1841 ose Krassovsky 1940, ndërsa sistemet moderne lidhen me elipsoide globale si WGS84, të cilat përdoren nga sistemet satelitore të pozicionimit (GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou) [8], [20]. Kalimi nga sistemet lokale tek ato globale krijon nevojën për transformim koordinatash për të ruajtur koherencën dhe saktësinë e të dhënave.

Transformimi midis sistemeve koordinative realizohet përmes modeleve matematikore që lidhin koordinatat e një pike në një sistem me ato në një sistem tjetër. Modelet mund të jenë të thjeshta, si transformimi me 3 parametra, ose më komplekse, si Helmert me 7 parametra dhe metoda e kolokacionit, e cila merr parasysh gabimet e matjeve dhe variacionet e rastësishme të terrenit [15].

Vlerësimi i saktësisë së transformimit është thelbësor dhe varet nga gjeometria e zonës, dendësia e pikave të njohura, burimi i të dhënave dhe qëllimi i përdorimit. Në epokën moderne të matjeve satelitore me precizion të lartë, harmonizimi i rrjeteve kombëtare me sistemet ndërkombëtare si ITRF apo ETRS89 kërkon përcaktimin e parametrave të transformimit me saktësi maksimale, duke lehtësuar përdorimin e unifikuar të të dhënave gjeodezike [13], [16].

Në përfundim, referencat koordinative janë baza e çdo operacioni gjeodezik, ndërsa modelet e transformimit sigurojnë koherencë, saktësi dhe ndërveprim midis sistemeve të ndryshme. Njohja dhe zbatimi i saktë i këtyre koncepteve është një parakusht i domosdoshëm për avancimin e gjeodezisë moderne dhe për mbajtjen e standardeve të njëtrajtshme në këtë fushë [8].

4.1 Sistemi i koordinatave elipsoidike (gjeodezike)

Ky sistem koordinativ është hapsinor dhe i bashkëngjitet referencës së elipsoidit global si në (Fig 32).

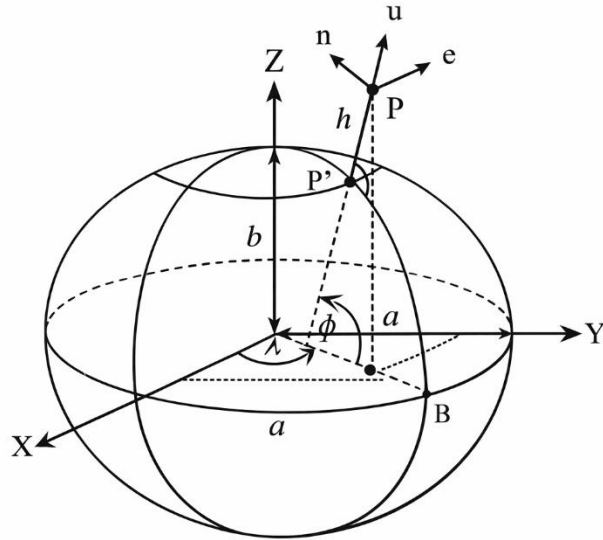


Figura 32 - Referenc sistemi koordinativ gjeodezik

Parametrat e referencës së sistemit janë:

- gjërësia gjeodezike φ ,
- gjatësia gjeodezike λ ,
- lartësia gjeodezike h .

Origjina e referencës së sistemit koordinativ gjeodezik është pika O si pikëprerje e harqeve të meridianit fillestar Greenwichit, (ku gjatësia gjeodezike $\lambda = 0^0$), dhe ekuatorit të elipsoidit, ku gjërësia gjeodezike $\varphi = 0^0$ [21], [3].

Referenca e sistemit koordinativ gjeodezik është vijpërkulët prandaj vijat $\varphi = \text{konstant}$ dhe $\lambda = \text{konstant}$ janë harqe elipsoidikë, reciprokisht përpjendikularë (Moritz, 1980).

Pikat në sipërfaqen e elipsoidit kanë lartësi gjeodezike $h = 0$ m, ndërsa pikat mbi apo nën këtë sipërfaqe kanë lartësinë $h \neq 0$. Lartësia h në pikën në shqyrtim matet sipas *normales së jashtme* ndaj sipërfaqes së elipsoidit dhe ka natyrë të thjeshtë *gjeometrike* [9], [15].

Pozicioni hapsinor i një pike tokësore P është plotësisht i përcaktuar kur njihet treshja koordinative φ, λ, h [20].

Gjërësia gjeodezike prej ekuatorit drejt dy poleve merr vlerat $0 \div \pm 90^0$. Gjërësitë quhen veriore (pozitive) për pikat e ndodhura në hemisferën veriore dhe jugore (negative), për pikat e ndodhura në hemisferën jugore.

Gjatësia gjeodezike merr vlera $0^0 \div 360^0$. Në intervalin (0^0-180^0) gjatësitë quhen *lindore* dhe në intervalin (180^0-360^0) gjatësitë quhen *perëndimore*.

Natyrisht, sistemi koordinativ ECEF (Earth-Centered, Earth-Fixed) mund të përfaqësohet nga një sistem koordinativ sferik (r, ϕ, λ) , ku r është rrezja e pikës (x, y, z) , ϕ dhe λ janë respektivisht gjërësia dhe gjatësia gjeocentrike. λ logaritet nga meridiani zero [22]. Marrëdhënia midis (x, y, z) dhe (r, ϕ, λ) është e dukshme [23]:

$$\begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} r \cos \phi \cos \lambda \\ r \cos \phi \sin \lambda \\ r \sin \phi \end{pmatrix}, \text{ or } \begin{cases} r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2} \\ \tan \lambda = y/x \\ \tan \phi = z/\sqrt{x^2 + y^2} \end{cases}$$

Ek. 3

Një sistem koordinativ elipsoidal (ϕ, λ, h) mund të përcaktohet gjithashtu bazuar në koordinatat ECEF; megjithatë, gjeometrikisht, dy parametra shtesë janë të nevojshme për të përcaktuar formën e elipsoidi (Fig.32). ϕ, λ , dhe h janë respektivisht gjërësia, gjatësia dhe lartësia gjeodezike. **Sipërfaqja elipsoidale** përfaqëson një model matematik të Tokës, i cili përdoret për të përshkruar formën e saj të përafërt, të rregullt dhe të llogaritshme. Kjo sipërfaqe nuk është një sferë e përsosur, por një **elipsoid rrotullimi** (ose elipsoid rrotullues), që krijohet kur një elips rrotullohet rreth boshtit të tij të shkurtër. Përdorimi i një elipsoidi në vend të një sfere është i domosdoshëm, pasi Toka është e **rrafshuar në pole dhe e zmadhuar në ekuator**, si rezultat i rrotullimit të saj rreth boshtit. [4]

Sistemi elipsoidal quhet edhe sistemi koordinativ gjeodezik. Gjatësia gjeocentrike dhe gjatësi gjeodezike janë identike. Dy parametrat gjeometrikë mund të jenë gjysmë boshti i madh (shënimi a) dhe gjysmë boshti i vogël (shënimi b) i elipsit rrotullues, ose gjysmë boshti i madh dhe shtypja polare (shënimi f) e elipsoidit. Ato janë grupe ekuivalente parametrash. Marrëdhënia midis (x, y, z) dhe (ϕ, λ, h) , [15].

$$\begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} (N + h) \cos \phi \cos \lambda \\ (N + h) \cos \phi \sin \lambda \\ (N(1 - e^2) + h) \sin \phi \end{pmatrix}$$

Ek. 4

ose

$$\left\{ \begin{array}{l} \tan \varphi = \frac{z}{\sqrt{x^2 + y^2}} \left(1 - e^2 \frac{N}{N + h} \right)^{-1} \\ \tan \lambda = \frac{y}{x} \\ h = \frac{\sqrt{x^2 + y^2}}{\cos \varphi} - N \end{array} \right.$$

Ek. 5

Ku:

$$N = \frac{a}{\sqrt{1 - e^2 \sin^2 \varphi}}$$

Ek. 6

N është rrezja e kurbëzimit në vertikalin e parë dhe e është ekscentriciteti i parë. Kuptimi gjeometrik i N është treguar në figurën (Fig.33). Në ekuacionin 5 φ dhe h duhet të zgjidhen me anë të iteracionit; megjithatë, procesi i iteracionit konvergjon shpejt, pasi $h \ll N$. Shtypja polare dhe ekscentricitetet e para janë përcaktuar si:

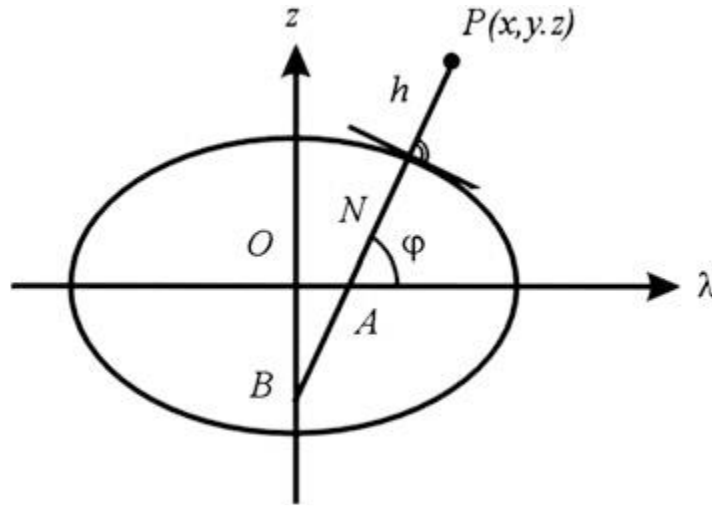


Figura 33 - Rrezja e kurbëzimit në vertikalin e parë

$$f = \frac{a - b}{a}, \text{ and } e = \frac{\sqrt{a^2 - b^2}}{a}.$$

Ek. 7

Në rastet kur $\varphi = \pm 90^\circ$ ose h është shumë e madhe, formulat e iteracionit të ekuacionit janë të paqëndrueshme. Atëherë përdoren:

$$\begin{aligned}\operatorname{ctan} \varphi &= \frac{\sqrt{x^2 + y^2}}{z + \Delta z} \\ \Delta z &= e^2 N \sin \varphi = \frac{ae^2 \sin \varphi}{\sqrt{1 - e^2 \sin^2 \varphi}}\end{aligned}$$

Ek. 8

mund të çojë në një rezultat dukshëm të φ . Δz dhe $e^2 N$ janë respektivisht gjatësitë $\overline{OB}$ dhe $\overline{AB}$, h mund të përftohet duke përdorur, Δz pra.

$$h = \sqrt{x^2 + y^2 + (z + \Delta z)^2} - N$$

Ek. 9

Dy parametrat gjeometrik të përdorur në Sistemin Gjeodezik Botëror 1984 (WGS-84) janë ($a = 6,378,137$ m, $f = 1/298.2572236$). Në kornizën e referencës ndërkombëtare tokësore 1996 (ITRF-96), dy parametrat janë ($a = 6,378,136.49$ m, $f = 1/298.25645$). ITRF përdor Konventat Ndërkombëtare të Shërbimit të Rrotullimit të Tokës (IERS) [24]. Marrëdhënia midis gjerësisë gjeocentrike ϕ dhe gjeodezike φ dhe mund të jepet, [23]:

$$\tan \phi = \left(1 - e^2 \frac{N}{N + h}\right) \tan \varphi$$

Ek. 10

4.2 Transformimi i sistemeve koordinative në gjeodezi.

Çdo sistem koordinativ karteziar mund të transformohet në një sistem tjetër koordinativ karteziar nëpërmjet tre rrotullimeve të njëpasnjëshme nëse origjina e tyre është e njëjtë. Këto tre matrica rrotullimi janë:

$$\begin{aligned}R_1(\alpha) &= \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \alpha & \sin \alpha \\ 0 & -\sin \alpha & \cos \alpha \end{pmatrix} \\ R_2(\alpha) &= \begin{pmatrix} \cos \alpha & 0 & -\sin \alpha \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin \alpha & 0 & \cos \alpha \end{pmatrix} \\ R_3(\alpha) &= \begin{pmatrix} \cos \alpha & \sin \alpha & 0 \\ -\sin \alpha & \cos \alpha & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}\end{aligned}$$

Ek. 11

ku α është këndi rrotullues, i cili ka një shenjë pozitive për një rrotullim kundër-orar siç shihet nga boshti pozitiv deri në të origjinës [18], [3]. R_1, R_2 , dhe R_3 quhen matrica rrotulluese rreth aksit respektiv x, y dhe z . Për çdo matricë rrotullimi R , ka $R^{-1}(\alpha) = R^T(\alpha)$ dhe $R^{-1}(\alpha) = R(-\alpha)$; që do të thotë, matrica e rrotullimit është ortogonale, ku R^{-1} dhe R^T janë matrica inverse dhe e transpozuar e matricës R . Për dy sisteme koordinative karteziiane me origjinë të ndryshme dhe njësi të ndryshme gjatësie, transformimi i përgjithshëm mund të jepet në formën vektoriale (matricë) si:

$$X_n = X_0 + \mu R X_{old}, \text{ ose, } \begin{pmatrix} x_n \\ y_n \\ z_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_0 \\ y_0 \\ z_0 \end{pmatrix} + \mu R \begin{pmatrix} x_{old} \\ y_{old} \\ z_{old} \end{pmatrix}$$

Ek. 12

ku μ është faktori shkallë (ose raporti i dy njësive të gjatësisë), dhe R është një matricë transformimi që mund të formohet nga tre rrotullime të njëpasnjëshme në mënyrë të përshtatshme [5]. X_n dhe X_{old} tregojnë respektivisht koordinatat e reja dhe të vjetra;

Nëse këndi rrotullues α është shumë i vogël, atëherë ka $\sin \alpha \approx \alpha$ dhe $\cos \alpha \approx 1$. në një rast të tillë, matrica e rrotullimit mund të thjeshtësohet. Nëse tre këndet e rrotullimit $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ në R ekuacioni (12) janë shumë të vogla, pastaj R mund të shkruhen si:

$$R = \begin{pmatrix} 1 & \alpha_3 & -\alpha_2 \\ -\alpha_3 & 1 & \alpha_1 \\ \alpha_2 & -\alpha_1 & 1 \end{pmatrix}$$

Ek. 13

ku $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ janë kënde të vogla rrotulluese rreth boshtit x -, y -dhe z -. Duke përdorur R të thjeshtuar, transformimi quhet transformimi Helmert [3]. Si shembull, transformimi nga WGS-84 në ITRF-90 është dhënë nga:

$$\begin{pmatrix} x_{ITRF-90} \\ y_{ITRF-90} \\ z_{ITRF-90} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.060 \\ -0.517 \\ -0.223 \end{pmatrix} + \mu \begin{pmatrix} 1 & -0.0070'' & -0.0003'' \\ 0.0070'' & 1 & -0.0183'' \\ 0.0003'' & 0.0183'' & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_{WGS-84} \\ y_{WGS-84} \\ z_{WGS-84} \end{pmatrix}$$

Ek. 14

Ku: $\mu = 0.999999989$ vektori ka njësinë në metër. Transformimet midis sistemeve koordinative të GPS, GLONASS, dhe Galileo mund të përfaqësohen në përgjithësi nga

(Ek.12) me faktorin shkallë $\mu = 1$ (pra njësitë e gjatësisë të përdorura në tre sisteme janë të njëjta). Një formulë e transformimeve të shpejtësisë midis sistemeve të ndryshme koordinative mund të përftohet duke diferencuar ekuacionin (Ek.12) në lidhje me kohën [25].

4.3 Transformimi midis sistemeve koordinative kënddrejtë hapsinore dhe gjeodezike

Rrjetet GNSS duhet të kenë minimumi një pikë kontrolli ose më shumë. Koordinatat gjeodezike të këtyre pikave të kontrollit normalisht do të jepen nga një vrojtim i mëparshëm GNSS ose nga Stacionet e Referencës (CORS) [9], [20]. Përpara përpunimit të vrojtimeve të fazës së bartësit për të marrë vijë-baza të rregulluara për një rrjet, koordinatat e stacioneve të kontrollit në rrjet duhet të konvertohen nga vlerat e tyre gjeodezike në sistemin gjeocentrik të lidhur me Tokën. X_e, Y_e, Z_e (Fig. 34) [13]. Ekuacionet për bërjen e këtyre konvertimeve janë si më poshtë:

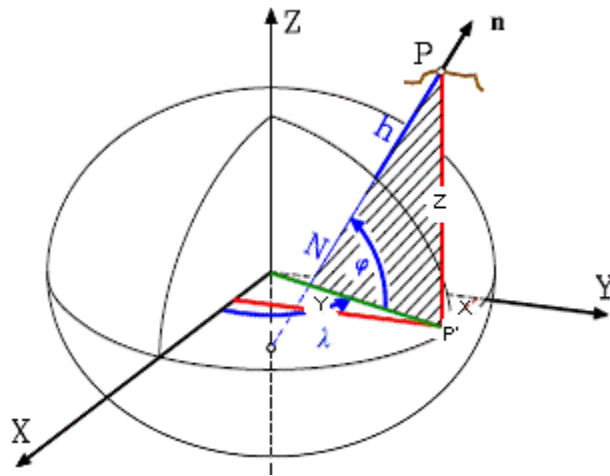


Figura 34 - Marrëdhëniet ndërmjet (ϕ, λ, h) dhe (X, Y, Z)

$$\begin{aligned} X &= (N + h)\cos(\phi)\cos(\lambda) \\ Y &= (N + h)\cos(\phi)\sin(\lambda) \\ Z &= [(N(1 - e^2) + h]\sin(\phi) \end{aligned}$$

Ek. 15

Në ekuacionet e mësipërme, h është lartësia gjeodezike e pikës; ϕ gjerësia gjeodezike e pikës; dhe λ gjatësia gjeodezike e pikës [9]. Gjithashtu, e është ekscentriciteti për elipsoidin, i cili llogaritet si:

$$e^2 = 2f - f^2$$

Ek. 16

ose

$$e^2 = \frac{a^2 - b^2}{a^2}$$

Ek. 17

ku f është faktori shtypja polare e elipsoidit; a dhe b janë respektivisht gjysmë boshti i madh dhe i vogël i elipsoidit; dhe N është normale mbi elipsoid në pikën e caktuar, e cila është e përpunuar nga [4]:

$$N = \frac{a}{\sqrt{1 - e^2 \sin^2 \phi}}$$

Ek. 18

Llogaritja e (X, Y, Z) sipas këtyre formulave nuk mund të bëhet pa njohjen e parametrave gjeometrike të elipsoidit referencë (a, f, e) [20].

Për elipsoidin GRS80 janë këto parametra:

$a = 6\,378\,137\text{ m}$,

$f = 0.003\,352\,810\,681\,183\,637\,418$ dhe $1/f = 298.257\,222\,100\,882\,711\,243$,

$e^2 = 0.006694380022903415$.

Kalimi anasjelltas, nga (X, Y, Z) tek (ϕ, λ, h) nuk bëhet direkt, por realizohet duke ndjekur rrugën e një procedure përafrimesh të njëpasnjëshme nëpërmjet hapave të treguara në vijim:

Duke pjestuar barazimin e dytë me barazimin e parë të ekuacioneve gjejmë:

$$\lambda = \text{tg}^{-1} \left(\frac{y}{x} \right)$$

Ek. 19

Gjerësia elipsoidike ϕ fitohet nëpërmjet një procesi përafrimesh të njëpasnjëshme duke u nisur prej një vlere fillestare e gjerësisë ϕ_0 sipas hapave të mëposhtëm:

Llogaritim gjerësinë e përafërt:

$$\varphi_0 = \arctan\left(\frac{z}{p(1-e^2)}\right) \text{ ku: } p = \sqrt{x^2 + y^2}$$

Ek. 20

Sipas gjerësisë së përafërt φ_0 , llogaritim rrezen e përafërt të lakorësisë së vertikalit të parë që jepet në formulën e mëposhtme:

$$N_0 = a/(1 - e^2 \sin^2 \varphi_0)^{1/2}$$

Ek. 21

dhe lartësinë elipsoidike të përafërt

$$h_0 = \frac{p}{\cos \varphi_0} - N_0$$

Ek. 22

dhe prej tyre gjerësia e përafrimit të parë sipas ekuacionit:

$$\varphi = \arctan \frac{z}{p} \left(\frac{N_0 + h_0}{N_0(1 - e^2) + h_0} \right)$$

Ek. 23

Ky veprim përsëritet në përafrimet e njëpasnjëshme derisa gjerësia e gjetur në përafrimin e fundit me atë të gjetur në përafrimin e parafundit të jetë një madhësi e vogël e pranueshme për saktësinë që kërkojmë në llogaritje [15].

Me gjerësinë e gjetur në përafrimin e fundit, llogaritim rrezen përfundimtare të lakorësisë së vertikalit të parë N dhe lartësinë elipsoidike përfundimtare sipas ekuacionit:

$$h = \frac{p}{\cos \varphi} - N$$

Ek. 24

4.4 Transformimi në plan ndërmjet referencave, ETRF2000, 2008 ↔ ALB86

Për transformimin e pozicioneve planimetricke ndërmjet referencave, ETRF2000, 2008 ↔ ALB86, janë përzgjedhur 90-pika me koordinata planimetricke të përbashkëta, tabela 4, ku për çdo pikë janë vlerësuar ndryshimet [26]:

$$\Delta\varphi = \varphi_{\text{ALB86}} - \varphi_{\text{ETRF 2000}}$$

$$\Delta\lambda = \lambda_{\text{ALB86}} - \lambda_{\text{ETRF 2000}}$$

Ek. 25

Për secilin ndryshim të përbashkët, me ndihmën e një algoritmi «pseudo-interpolues» është llogaritur një sipërfaqe e përafërt sipas principit të lakorësisë minimale me programin «Surfer 7» nëpërmjet një modeli regresi horizontal të katrorëve minimum, të tipit [27]:

$$aX_i + bY_i + c \approx Z_i$$

Ek. 26

për gjetjen e koeficientëve a , b e c , të cilat në pikat e përbashkëta prodhojnë mbetjet v_i sipas ekuacionit:

$$V_i = Z_i - (aX_i + bY_i + c)$$

Ek. 27

Mbetjet v_i interpolohen me algoritmin e lakorësisë minimale nëpërmjet funksionit të formës:

$$g(X_i, Y_i) \approx v_i$$

Ek. 28

Algoritmi prodhon përafrimet e njëpasnjëshme, ku funksioni g i quajtur "Spline ne tension" ka dalë si zgjidhje e përafërt e ekuacionit diferencial biharmonik të formës:

$$(1 - \lambda)\nabla^2(\nabla^2 g) - \lambda\nabla^2 g = 0$$

Ek. 29

λ : është parametër i shformimit të një sipërfaqeje elastike në tension dhe në lidhje.

Në fund të përafrimeve përcaktohen mbetjet përfundimtare w_i :

$$w_i = v_i - g(X_i, Y_i) = Z_i - f(X_i, Y_i)$$

Ek. 30

ku:

$$f(X_i, Y_i) = aX_i + bY_i + c + g(X_i, Y_i)$$

Ek. 31

Funksioni $f(X_i, Y_i)$ përfaqëson sipërfaqen përfundimtare interpoluese, e cila shërben për llogaritjen e ndryshimeve $\Delta\varphi$ dhe $\Delta\lambda$ në pikat e kulmeve të gridës, përmasat e të cilës zgjidhen prej përdoruesit të programit Surfer 7. Janë prodhuar dy grida, për gjerësitë (Fig. 35, majtas) dhe gjatësitë (Fig.35, djathtas). Ndryshimet e gjërësive apo të gjatësive për pikat jo kulme të gridave përkatëse, llogariten prej kulmeve të qelizave të gridave, brenda të cilave përfshihen pikat, sikurse u tregua në rastin e transformimit të lartësive. Së fundmi, llogariten koordinatat e pikave jo kulme të gridave, sipas relacioneve:

$$\begin{aligned}\varphi_{\text{ALB86}} &= \varphi_{\text{ETRF 2000}} + \Delta\varphi_{\text{ETRF 2000-ALB86}} & \text{dhe} & & \varphi_{\text{ETRF 2000}} &= \varphi_{\text{ALB86}} + \Delta\varphi_{\text{ALB-ETRF}} \\ \lambda_{\text{ALB86}} &= \lambda_{\text{ETRF 2000}} + \Delta\lambda_{\text{ETRF 2000-ALB86}} & & & \lambda_{\text{ETRF 2000}} &= \lambda_{\text{ALB86}} + \Delta\lambda_{\text{ALB-ETRF}}\end{aligned}$$

Ek. 32

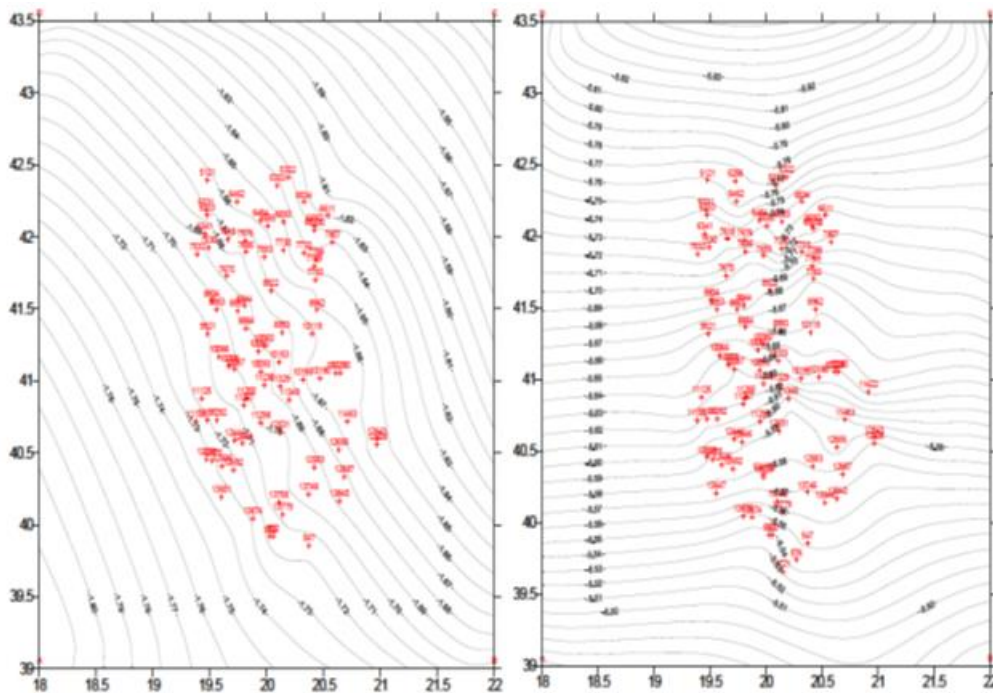


Figura 35 - Diferencat (ETRF2000-ALB86) në gjerësi (majtas) dhe në gjatësi (djathtas)

Për transformimin në plan, specialistët të IGMF, Firenze krijuan programin **ALBACO**, i cili llogarit koordinatat këndrejte për tre variantet e projeksioneve: TM (21°), TMz (20°) dhe UTM (21°) që paraqitet në figurën e mëposhtme:



Figura 36 - Programi Albaco i realizuar nga IGMF-IGJUSH

Me 90-pikat e përbashkëta të përdorura për gridat, u llogaritën 7-parametrat Helmert për të gjithë territorin e Republikës së Shqipërisë (Tab. 10):

Tabela 10 - Tabela me parametrat e Helmert

Elipsoidi fillestar:	GRS80	
$a = 6378137; f = 0.003352811$		
Elipsoidi i mbërritjes:	Krassovsky 1940	
$a = 6378245; f = 0.00335233$		
Parametrat Helmert		
	Tx [m]	44.183
	Ty [m]	0.58
	Tz [m]	38.489
	Rx [“]	2.3867
	Ry [“]	2.7072
	Rz [“]	- 3.5196
	S [ppm]	8.2703

Edhe pse janë eliminuar prej llogaritjeve pikat me ndryshime koordinatash më të mëdha se 50 cm, shmangia mesatare kuadratiqe për njësi të peshës nuk zbret nën 18 cm. Saktësia e transformimit 7P me parametrat e Tab. 9 është dukshëm më e ulët krahasuar me metodën e gridave të programit **Albaco**.

Nga sa përshkruam më sipër, fushata e kryer prej IGMF, me rezultatet më të mira të arritura deri në atë kohë, vendosi marrëdhëniet matematike më të mira të mundëshme ndërmjet referencave ETRF2000, 2008.0 ↔ ALB86.

4.5 Transformimi 2-D Helmert $(N, E)_{ETRF2005} \leftrightarrow (N, E)_{ALB86}$

Është përdorur transformimi 4-parametrik linear Helmert ndërmjet koordinatave 2-D të pikave të përbashkëta në projeksionin Gauss–Kruger dhe UTM. Parametrat e transformimit Helmert janë:

2- zhvendosje, 1-faktor shkalle, 1- rrotullim

Janë marrë në shqyrtim 70 pika të përbashkëta, me koordinata të njohura $(\varphi, \lambda)_{GRS80}$, të cilat janë kthyer (me formulat sipas GDA) në koordinata projeksioni $(N, E)_{UTM}$ dhe përkatësisht koordinatat $(N, E)_{TM}$ sipas katalogut të koordinatave të marra nga IGJUSH.

4.5.1 Ekuacionet lineare të transformimit Helmert për kalimin nga ALB86 në ETRF2000

Për kalimin nga ALB86 në ETRF2000, ekuacionet lineare të transformimit Helmert kanë formën [1]:

$$\begin{aligned} N_{ETRF2000} &= a N_{ALB86} + b E_{ALB86} + c \\ E_{ETRF2000} &= -b N_{ALB86} + a E_{ALB86} + d \end{aligned}$$

Ek. 33

ose në trajtë matricore:

$$\begin{bmatrix} N_{ETRF2000} \\ E_{ETRF2000} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a & b \\ -b & a \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} N_{ALB86} \\ E_{ALB86} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} c \\ d \end{bmatrix}$$

Ek. 34

Për $n = 70$ pika të përbashkëta shkruajmë sistemin e ekuacioneve si vijon:

$$\begin{bmatrix} N_{ALB86}^1 & E_{ALB86}^1 & 1 & 0 \\ E_{ALB86}^1 & -N_{ALB86}^1 & 0 & 1 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ E_{ALB86}^{70} & -N_{ALB86}^{70} & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b \\ c \\ d \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} N_{ETRF2000}^1 \\ E_{ETRF2000}^1 \\ \vdots \\ E_{ETRF2000}^{70} \end{bmatrix}$$

Ek. 35

ose në formë matricore shkruajmë:

$$A_{(140,4)} \cdot X_{(4,1)} = L_{(140,1)}$$

Ek. 36

Përcaktimi i vlerave të panjohurave (koeficientëve të polinomeve) u bë sipas metodës së thjeshtuar të katrorëve më të vegjël si më poshtë:

$$x = (A^T \cdot A)^{-1} \cdot (A^T \cdot L), v_i = A \cdot x - L$$

Ek. 37

Këndi i rrotullimit (Θ_N, Θ_E) ndërmjet boshteve të sistemeve u llogariten sipas:

$$\theta = \arctg(b/a); \text{ ndërsa shformimi } m \text{ sipas: } m = \pm \sqrt{a^2 + b^2}$$

Vlerësimi i saktësisë së koeficientëve:

$$\sigma_0 = \pm \sqrt{\frac{[vv]}{n}}; \sigma_{a, b, c, d} = \sigma^2 \cdot \sqrt{QQ_{ii}}$$

Ek. 38

ku:

A matrica e ekuacioneve të koeficientëve polinomiale

L vektori i vlerave të lira ($dN_i = N_i - \Sigma N_i/70, dE_i = E_i - \Sigma E_i/70$)_{ETRF2005}

Ek. 39

v ndryshimet koordinatave (v_{dN}, v_{dE})

σ_Ω gabimi mesatar kuadratik njësi

QQ_{ii} elementet e diagonales kryesore të matricës inverse N^{-1}

Për të reduktuar koordinatat e pikave në të dy sistemet, kemi llogaritur baricentrat përkatëse të të dy sistemeve, si vijon:

$$N_0(\text{ETRF2000}) = \Sigma N_i(\text{ETRF2005})/70 = 4551056.431$$

$$E_0(\text{ETRF2000}) = \Sigma E_i(\text{ETRF2005})/70 = 416804.1925$$

Ek. 40

dhe

$$N_0(\text{ALB86}) = \Sigma N_i(\text{ALB86})/70 = 4553008.597$$

$$E_0(\text{ALB86}) = \Sigma E_i(\text{ALB86})/70 = 416901.7531$$

Ek. 41

Kemi pranuar për të dy sistemet baricentrën e përbashkët me koordinata:

$$N_0 = 4\,551\,000.0 \text{ m}, E_0 = 416\,800.0 \text{ m}.$$

Nga zgjidhja e sistemit të ekuacioneve, gjejmë koeficientët **a, b, c, d** si në tabelë:

0.999591569	a
3.10849E-07	b
-1951.3456	c
-97.518488	d

Vlerësimi i llogaritjeve ka dhënë këto rezultate:

σ^2	0.045188196	0.050066384
σ_0 (N,E) [m]	0.213	0.224

$$\sigma_a = 6.34744E - 08, \sigma_b = 6.34744E - 08, \sigma_c = 0.005693981, \sigma_d = 0.005693981$$

$$\theta_x = \theta_y = 3.10976E - 07 \text{ rad} = 0.064143423', m = 0.999591569 = 408.4 \text{ ppm}$$

Ek. 42

4.5.2 Ekuacionet lineare të transformimit Helmert për kalimin nga ETRF2000 në ALB86

Për kalimin e anasjelltë nga ETRF2000 në ALB86, shkruajmë ekuacionet e transformimit Helmert [1]:

$$N_{\text{ALB86}} = p N_{\text{ETRF2000}} - q E_{\text{ETRF2000}} + r$$

$$E_{\text{ALB86}} = q N_{\text{ETRF2000}} + p E_{\text{ETRF2000}} + s$$

Ek. 43

ose

$$\begin{bmatrix} N_{\text{ALB86}} \\ E_{\text{ALB86}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} p & -q \\ q & p \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} N_{\text{ETRF 2000}} \\ E_{\text{ETRF 2000}} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} r \\ s \end{bmatrix}$$

Ek. 44

Për $n = 70$ pika mund të shkruajmë sistemin e ekuacioneve si vijon:

$$\begin{bmatrix} N_{\text{ETRF 2000}}^1 & -E_{\text{ETRF 2000}}^1 & 1 & 0 \\ E_{\text{ETRF 2000}}^1 & N_{\text{ETRF 2000}}^1 & 0 & 1 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ E_{\text{ETRF 2000}}^{70} & N_{\text{ETRF 2000}}^{70} & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} p \\ q \\ r \\ s \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} N_{\text{ALB 86}}^1 \\ E_{\text{ALB86}}^1 \\ \vdots \\ E_{\text{ALB86}}^{70} \end{bmatrix}$$

Ek. 45

Nga zgjidhja e sistemit të ekuacioneve, gjejmë koeficientët **p, q, r, s** si në tabelë:

1.000408598	p
3.11103E-07	q
1952.142887	r
97.55894084	s

Vlerësimi i llogaritjeve ka dhënë këto rezultate:

σ^2	0.045225173	0.050107264
σ_0 (N,E) [m]	0.213	0.224

$$\sigma_p = 6.35522\text{E-}08, \sigma_q = 6.35522\text{E-}08, \sigma_r = 0.0056972, \sigma_s = 0.0056972$$

$$\theta_x = \theta_y = 3.10976\text{E-}07 \text{ rad} = 0.064143423'', m = 1.000408598 = 408.6 \text{ ppm}$$

4.5.3 Polinomet transformuese për kalimin nga **ALB86** në **ETRF2000**

Për kalimin nga **ALB86** në **ETRF2000**, kemi përdorur gjithashtu edhe polinomet e formës:

$$N_{\text{UTM}} = (a_2 + n \cdot a_3 + e \cdot a_4 + q \cdot a_5 - p \cdot a_6) \cdot 10^5$$

$$E_{\text{UTM}} = (a_1 + e \cdot a_3 - n \cdot a_4 + p \cdot a_5 - q \cdot a_6) \cdot 10^5$$

Ek. 46

ku:

$$n = 10^{-5} \times N_{\text{ALB}}, e = 10^{-5} \times E_{\text{ALB}}, p = e^2 - n^2, q = 2en$$

Ek. 47

Për **n = 70** pika, shkruajmë sistemin e ekuacioneve si vijon:

$$\begin{bmatrix} 0 & 1 & n_1 & e_1 & q_1 & -p_1 \\ 1 & 0 & e_1 & -n_1 & p_1 & -q_1 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & 0 & e_{70} & -n_{70} & p_{70} & -q_{70} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \\ \vdots \\ a_6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} N_{\text{UTM}}^1 - N_{\text{TM}}^1 \\ E_{\text{UTM}}^1 - E_{\text{TM}}^1 \\ \vdots \\ E_{\text{UTM}}^{70} - E_{\text{TM}}^{70} \end{bmatrix}$$

Ek. 48

Nga zgjidhja e sistemit të ekuacioneve, gjejmë koeficientët $a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6$ si në tabelë:

+33.92565902	a1
-86.32671302	a2
-40.93669931	a3
-1.717291661	a4
+0.019160204	a5
-0.001021668	a6

Vlerësimi i llogaritjeve ka dhënë këto rezultate:

σ_0^2	0.045095044	0.046367654
σ_0 (N,E) [m]	0.212	0.215

Në tabelën 11. tregohet krahasimi i korrigjimeve v_i (N,E) të llogaritura nëpërmjet transformimit 4-P Helmert dhe polinomial.

Tabela 11 - Krahasimi i korrigjimeve v_i (N, E) ndërmjet transformimit 4-P Helmert dhe polinomial

Nr. Pikës	v (4P-H)	v (P)	v(4P-H)-v(P)	Nr. Pikes	v (4P-H)	v (P)	v(4P-H)-v(P)
502	-0.240	-0.206	-0.035	10190	-0.137	-0.131	-0.005
	-0.117	-0.152	0.035		0.039	0.112	-0.074
547	0.235	0.259	-0.023	10195	-0.105	-0.100	-0.005
	0.385	0.390	-0.004		0.119	0.170	-0.051
1721	-0.532	-0.495	-0.037	10229	0.294	0.299	-0.005

	-0.610	-0.653	0.042		0.080	0.175	-0.095
5121	-0.331	-0.395	0.064	10230	0.393	0.399	-0.005
	0.012	-0.064	0.076		0.076	0.176	-0.100
5256	0.557	0.505	0.051	11125	-0.198	-0.187	-0.011
	0.134	0.089	0.045		0.253	0.186	0.067
5332	-0.051	-0.083	0.033	11137	-0.056	-0.038	-0.018
	0.331	0.335	-0.004		0.102	0.036	0.066
6331	-0.328	-0.383	0.054	11138	-0.034	-0.014	-0.020
	0.121	0.052	0.069		0.307	0.230	0.077
6333	-0.279	-0.331	0.052	11230	-0.053	-0.047	-0.006
	-0.016	-0.082	0.067		-0.108	-0.104	-0.004
6484	-0.044	-0.075	0.031	11255	-0.045	-0.035	-0.010
	0.046	0.039	0.006		-0.049	-0.068	0.019
6534	-0.344	-0.363	0.019	11267	0.044	0.056	-0.011
	-0.153	-0.111	-0.042		0.010	-0.013	0.023
6583	0.063	0.040	0.023	11292	-0.181	-0.163	-0.018
	0.116	0.138	-0.021		0.104	0.049	0.055
6585	0.019	-0.008	0.028	11298	-0.083	-0.069	-0.014
	0.066	0.069	-0.003		-0.209	-0.216	0.007
7530	0.005	-0.035	0.040	11329	0.030	0.037	-0.006
	0.317	0.259	0.058		-0.165	-0.142	-0.023
7532	-0.027	-0.068	0.041	11463	0.026	0.033	-0.007
	0.332	0.263	0.069		-0.164	-0.064	-0.101
7618	-0.190	-0.227	0.037	12339	-0.049	-0.017	-0.031
	0.125	0.085	0.040		0.115	0.038	0.077
7676	0.211	0.179	0.031	12446	0.001	0.022	-0.021
	0.227	0.207	0.019		-0.118	-0.152	0.034
7685	0.181	0.153	0.028	12475	0.055	0.086	-0.031
	-0.064	-0.081	0.017		-0.023	-0.094	0.071
7693	0.001	-0.021	0.022	12486	-0.098	-0.067	-0.031
	0.017	0.022	-0.005		0.013	-0.050	0.063
7730	-0.024	-0.042	0.018	12492	-0.004	0.026	-0.030
	0.347	0.373	-0.026		0.107	0.055	0.052
7733	-0.137	-0.148	0.012	12531	0.160	0.174	-0.014
	-0.229	-0.177	-0.052		-0.308	-0.295	-0.013
7759	-0.070	-0.077	0.007	12583	0.146	0.160	-0.014
	-0.258	-0.191	-0.067		0.010	0.055	-0.045
7783	0.259	0.254	0.005	12608	-0.102	-0.098	-0.004
	-0.485	-0.415	-0.070		-0.398	-0.262	-0.136

7788	0.008	0.000	0.007	12643	-0.003	0.001	-0.004
	-0.273	-0.204	-0.068		-0.249	-0.112	-0.137
7807	0.274	0.269	0.004	12656	0.026	0.035	-0.009
	-0.215	-0.127	-0.088		0.082	0.164	-0.082
8804	0.147	0.126	0.022	12687	0.134	0.143	-0.009
	0.084	0.034	0.050		0.060	0.140	-0.081
8844	0.301	0.286	0.014	13620	-0.458	-0.432	-0.026
	0.121	0.107	0.014		-0.397	-0.417	0.020
8851	0.171	0.156	0.014	13647	-0.398	-0.357	-0.041
	-0.044	-0.066	0.021		0.165	0.086	0.079
8853	0.165	0.147	0.018	13674	0.058	0.096	-0.038
	-0.001	-0.045	0.044		-0.140	-0.190	0.050
10008	-0.019	-0.018	-0.001	13678	0.463	0.503	-0.040
	-0.098	-0.131	0.033		0.597	0.538	0.060
10050	0.135	0.133	0.002	13758	-0.250	-0.223	-0.027
	-0.060	-0.053	-0.008		0.092	0.079	0.013
10060	0.163	0.162	0.001	13779	-0.149	-0.121	-0.028
	-0.029	-0.027	-0.002		0.108	0.095	0.013
10066	0.005	0.003	0.003	13840	0.079	0.090	-0.011
	-0.179	-0.222	0.043		0.544	0.608	-0.064
10087	-0.051	-0.050	-0.002	13844	-0.398	-0.384	-0.014
	-0.238	-0.265	0.027		0.223	0.269	-0.046
10093	0.201	0.204	-0.003	65100	-0.153	-0.164	0.011
	-0.114	-0.113	-0.001		-0.030	0.031	-0.062
10119	0.321	0.321	0.000	124102	0.287	0.312	-0.025
	-0.053	0.014	-0.067		-0.391	-0.410	0.019

5 TRANSFORMIMI I REFERENCAVE GJEODEZIKE DUKE PËRDORUR METODËN E KOLOKACIONIT

Futja në praktikën rutinë të punimeve gjeodezike të teknologjive të reja të vrojtimit dhe në mënyrë të veçantë të sistemeve satelitore të pozicionimit global (GNSS), ka nxjerr në pah nevojën e transformimit të matjeve, hartave dhe dokumenteve të vjetra nga sistemet e vjetra lokale në sistemet e reja ECEF (Earth Centered, Earth Fixed), siç janë sistemi ndërkombëtar ITRS ose ai Europian ETRS. Dihet tashmë se në vendin tonë, krahas sistemit të vjetër lokal Alb86/87, është futur edhe sistemi i ri KRGJSH, i cili ka në themel të tij sistemin koordinativ ETRS89. Kjo shtron me forcë zhvillimin e metodave dhe të programeve kompjuterikë që të mundësojnë në praktikë transformimin nga sistemi i vjetër koordinativ Alb86 në sistemin e ri koordinativ KRGJSH, dhe anasjelltas.

Në gjeodezi, për transformimin e koordinatave nga një sistem koordinativ në një sistem tjetër koordinativ, përdoren metoda të ndryshme. Por, modelet e transformimit të koordinatave duhet të karakterizohen nga thjeshtësia në zbatim, si dhe nga efikasiteti, uniciteti dhe rigoziteti i zgjidhjes. Kjo do të thotë se duhet të përcaktohet një model unik transformimi, i cili të jetë i thjeshtë për tu kuptuar, i shpejtë e i lehtë për tu realizuar dhe që prodhon rezultatet më të mira.

5.1 Transformimi 3D i Helmertit

Një ndër modelet e transformimit të koordinatave që ka gjetur përdorim mjaft të gjërë në zbatimet praktike, është transformimi shtatë-parametrik (7P) i ngjashmërisë, apo siç njihet ndryshe transformimi i Bursa-Wolf-it ose transformimi i Helmertit (Fig.1).

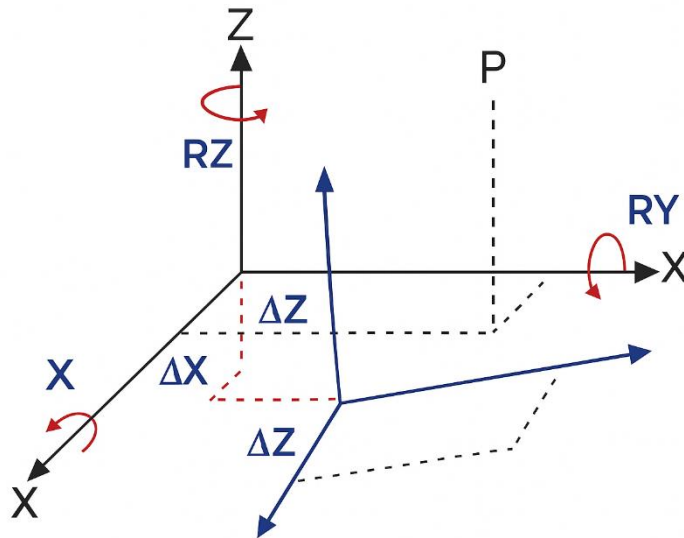


Figura 37 - Modeli 7P i transformimit

Trajta e përgjithëshme e transformimit 3D të Helmertit është:

$$\mathbf{X}_2 = \mathbf{T} + (1 + \Delta s \times 10^{-6})\mathbf{R}\mathbf{X}_1$$

Ek. 49

Këtu, $\mathbf{T}$ është një vektor që konsiston nga tre parametrat e zhvendosjes (T_x, T_y, T_z) së origjinës së koordinatave, Δs është ndryshimi në faktorët e shkallës midis dy sistemeve koordinativë, dhe $\mathbf{R}$ është një matricë rrotullimi. $\mathbf{X}_1$ dhe $\mathbf{X}_2$ janë vektorët e koordinatave, përkatësisht në sistemin burim dhe atë destinacion.

Kjo do të thotë se koordinatat mund të transformohen nga një kornizë reference karteziante tri-përmasore në një kornizë tjetër reference karteziante, duke zhvendosur origjinën e koordinatave, duke zbatuar një rrotullim rreth secilit prej boshteve koordinativë dhe duke përshtatur shkallën.

- a) Në rastin e vektorit pozicional, $R_x = \text{radians}(rx)$, $R_y = \text{radians}(ry)$ dhe $R_z = \text{radians}(rz)$.
- b) Në rastin e kornizës koordinative, $R_x = -\text{radians}(rx)$, $R_y = -\text{radians}(ry)$ dhe $R_z = -\text{radians}(rz)$.

Matrica e rrotullimit $\mathbf{R}$ përbëhet nga tri matrica rrotullimi, nga një për çdo bosht koordinativ:

$$\mathbf{R}_x = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos R_x & -\sin R_x \\ 0 & \sin R_x & \cos R_x \end{bmatrix} \quad \mathbf{R}_y = \begin{bmatrix} \cos R_y & 0 & \sin R_y \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin R_y & 0 & \cos R_y \end{bmatrix} \quad \mathbf{R}_z = \begin{bmatrix} \cos R_z & -\sin R_z & 0 \\ \sin R_z & \cos R_z & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Ek. 50

Tri matricat e rrotullimit mund të kombinohen në një matricë të vetme:

$$\mathbf{R} = \mathbf{R}_x \mathbf{R}_y \mathbf{R}_z$$

Ek. 51

Pas shumëzimit të matricave, kemi:

$$\mathbf{R} = \begin{bmatrix} \cos R_y \cos R_z & -\cos R_x \sin R_z + \sin R_x \sin R_y \cos R_z & \sin R_x \sin R_z + \cos R_x \sin R_y \cos R_z \\ \cos R_y \sin R_z & \cos R_x \cos R_z + \sin R_x \sin R_y \sin R_z & -\sin R_x \cos R_z + \cos R_x \sin R_y \sin R_z \\ -\sin R_y & \sin R_x \cos R_y & \cos R_x \cos R_y \end{bmatrix}$$

Ek. 52

Në qoftë se këndet e rrotullimit janë të vegjël, në rastin e kornizës koordinative, matrica e rrotullimit mund të thjeshtohet në trajtën e mëposhtme:

$$\mathbf{R} = \begin{bmatrix} 1 & r_z & -r_y \\ -r_z & 1 & r_x \\ r_y & -r_x & 1 \end{bmatrix}$$

Ek. 53

Me ndihmën e matricës së përafërt të rrotullimit, transformimi 3D i Helmertit merr trajtën:

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{\text{Ref2}} = \begin{bmatrix} t_x \\ t_y \\ t_z \end{bmatrix} + (1 + \Delta s \cdot 10^{-6}) \begin{bmatrix} 1 & r_z & -r_y \\ -r_z & 1 & r_x \\ r_y & -r_x & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{\text{Ref1}}$$

Ek. 54

ku $(X,Y,Z)_{\text{Ref1}}$ dhe $(X,Y,Z)_{\text{Ref2}}$ janë koordinatat gjeocentrike në referencat koordinative përkatëse. Në ekuacionin e mësipërm presupozohet se këndet e rrotullimit janë shprehur në radian dhe janë mjaft të vegjël (më pak se 10 sek).

Në trajtë më të thjeshtë kemi:

$$\begin{aligned} x_2 &= T_x + (1 + \Delta s \times 10^{-6}) \cdot (x_1 + r_z \cdot y_1 - r_y \cdot z_1) \\ y_2 &= T_y + (1 + \Delta s \times 10^{-6}) \cdot (-r_z \cdot x_1 + y_1 + r_x \cdot z_1) \\ z_2 &= T_z + (1 + \Delta s \times 10^{-6}) \cdot (r_y \cdot x_1 - r_x \cdot y_1 + z_1) \end{aligned}$$

Ek. 55

Për transformimin invers, çdo element shumëzohet me -1.

Në qoftë se njihen koordinatat e disa pikave të përbashkëta në të dy kornizat e referencës, atëherë mund të vlerësohen parametrat e mësipërm të transformimit. Në teori, për vlerësimin e parametrave të transformimit shtatë-parametrik, mjafton të njihen koordinatat e tre pikave të përbashkëta në të dy kornizat e referencave koordinative. Por, për të eliminuar gabimet dhe për të arritur një saktësi të lartë të vlerësimeve në sensin e katrorëve më të vegjël, zakonisht përdoret një numër më i madh pikash të përbashkëta.

Në praktikë, krahas modelit të Bursa-Wolf-it, kanë gjetur përdorim edhe disa modele të tjerë të transformimit të ngjashmërisë, si modeli Mollodensky-Badekas dhe modelet Veis. Ndonëse këto modele ndryshojnë pak përsa i përket vendosjes së kornizave të referencës dhe konceptit të transformimit, modelet matematikore dhe procedurat e vlerësimit të parametrave janë pothuajse të njëjta. Zakonisht devijimet standarde të vlerësimeve të parametrave të transformimit të përfuara me modelin e Bursa-Wolf-it janë më të mëdha se sa ato të përfuara me modelin Mollodenski-Badekas ose modelet Veis.

Shkaku kryesor qëndron në origjinën e orientimit. Origjina e rrotullimit në modelin Bursa-Wolf është në qendrën e masës së tokës, por në të vërtetë të dhënat e përdorura për

vlerësimin e parametrave të transformimit i përkasin një rajoni apo shteti të veçantë, mjaft larg qendrës së tokës. Kjo shkakton vlerësime të dobëta të parametrave për këtë model. Dy modelet e tjerë, si origjinë rrotullimi përdorin një origjinë lokale, gjë që mundëson një vlerësim të mirë të parametrave të rrotullimit.

Duhet theksuar se faktorët e shkallës janë të njëjtë për të tre modelet. Të tillë janë edhe parametrat e zhvendosjes për modelin Molodenski-Badekas dhe modelet Veis. Kështu që diferenca midis modelit Molodenski-Badekas dhe modeleve Veis shfaqet vetëm në parametrat e rrotullimit. Kjo lidhet me konfigurimin e sistemeve koordinativë në këto modele. Modeli Molodenski-Badekas rrotullon kornizën lokale XYZ në kornizën e re koordinative, ndërsa modeli Veis rrotullon kornizën lokale në kornizën e re [28].

Në aspektin matematik, marrëdhënia hapsinore midis dy elipsoidëve të rrotullimit, me formë, madhësi dhe pozicione të ndryshme, duhej të shprehej në termat e zhvendosjes, rrotullimit dhe ndryshimit të shkallës. Kjo do të ishte e vërtetë në qoftë se rrjetet gjeodezike do të ishin perfekte. Por, mungesa e homogjenitetit të sistemeve të vjetër koordinative për shkak të teknikave të matjeve dhe metodave matematike të kompensimit të gabimeve, bëjnë që modelet e ngjashmërisë, dhe në mënyrë të veçantë modeli 7P të mos garantojnë saktësi të lartë për territore të gjëra.

Disa autorë, si alternativë e modeleve të ngjashmërisë, propozojnë përdorimin e modelit polinomial, real ose kompleks, duke menduar se polinomet mund të modelojnë më mirë diferencat midis sistemeve koordinativë. Por modelet polinomialë janë shumë të ndjeshëm gjatë ekstrapolimeve, d.m.th. kur ata përdoren jashtë rajonit që kufizohet nga pikat e njohura në të dy sistemet.

5.1.1 Modelimi i shformimit

Transformimi i ngjashmërisë është transformim konform, që do të thotë se ai ruan formën e objekteve të tillë si drejtëz, kurbë dhe poligon. Në qoftë se nuk ka shformime në koordinatat nga referenca (datum) e vjetër, transformimi i ngjashmërisë do të ishte i mjaftueshëm për të marrë koordinatat e sakta në referencën e re koordinative. Por, në qoftë se për ndonjë arsye vihen re shformime të ndryshme në ndonjërin prej sistemeve koordinative, atëherë transformimi i ngjashmërisë mund të rezultojë në mbetje të konsiderueshme midis koordinatave të matura dhe atyre të vlerësuara nga modeli i transformimit. Shkaqet e këtyre mbetjeve, mund të jenë të shumta: shumë pika të konsideruara si fikse nuk kanë saktësi të mirë, teknikat e ndryshme të matjeve dhe faktorët njerëzorë në procesin e matjeve, metodat e kompensimit të gabimeve dhe gabimet e llogaritjes, etj.

Mbetjet midis koordinatave të matura dhe atyre të vlerësuara nga modeli i transformimit 7-parametrik apo ndonjë model tjetër, duhen eliminuar për të arritur saktësi të lartë gjatë transformimit të koordinatave. Ajo që mund të bëjmë është të llogarisim modelin më të mirë 7-parametrik, dhe më pas me anë të ndonjë modeli matematik apo

numerik, të korrigjojmë shformimin. Qëllimi është që të modelohen shformimet dhe në të njëjtën kohë t'i besohet modelit 7-parametrik.

Për të korrigjuar shformimin, ai duhet modeluar dhe korrigjuar me ndihmën e metodave matematike, si metoda e kurbaturës minimale, kolokacioni me metodën e katrorëve më të vegjël, metoda e Shepardit, metoda e trendit sipërfaqësor, etj. [29]. Duke patur parasysh se shformimi mund të jetë kompleks dhe mjaft variabël, metoda e regresit të shumëfishtë dhe ajo e trendit sipërfaqësor mund të mos jenë shumë efikase për korrigjimin e tij. Përveç kësaj, do të ishte mjaft efikase të parashikoheshin shformimet në një rrjet drejtkëndësh (grid), kështu që shformimi në një pikë të veçantë mund të llogaritej me interpolim duke përdorur vlerat e shformimeve në nyjet e rrjetit.

5.1.2 Transformimi nëpërmjet metodës së kolokacionit

Për të prognozuar shformimet në një rrjet të rregullt, interes të veçantë paraqet kolokacioni sipas katrorëve më të vegjël (LSC – Least Squares Collocation), i zbatuar mbi diferencat midis koordinatave të matura në një numur pikash të përbashkëta për të dy sistemet dhe koordinatave përkatëse të përfutuara me anën e transformimit të ngjashmërisë, parametrat e të cilit janë vlerësuar mbi bazën e disa pikave të njohura me saktësi të lartë në të dy sistemet. Modeli i zakonshëm i katrorëve më të vegjël është zgjeruar në trajtën:

$$Ax + s + \varepsilon = K$$

Ek. 56

ku:

A - është matrica e projektimit,

x - janë parametrat e panjohur,

Ax - paraqet transformimin konform

s - paraqet shformimin e rrjetit

ε - paraqet gabimet e matjeve (s dhe ε konsiderohen si madhësi të rastit).

Metoda e kolokacionit (LSC) kërkon të vlerësojë parametrat, të filtrojë zhurmat, dhe të llogarisë sinjalin në pikat e tjera, të ndryshme nga pikat e matura. Në rastin e transformimit të sistemeve koordinativë, Ax paraqet transformimin konform, s – shformimin e rrjetit, ndërsa ε gabimet e matjeve. Duke përdorur një bashkësi m pikash me sinjal të njohur ($\Delta\lambda_i, \Delta\varphi_i; i=1,2, \dots, m$), është e mundur që të vlerësohet vlera e sinjalit ($\Delta\lambda, \Delta\varphi$) në një pikë P duke zbatuar një procedurë të përshtatshme interpoluese:

$$\Delta\lambda_p = C_1 \cdot C_D^{-1} \cdot \Delta\lambda$$

Ek. 57

me

$$C_1 = (C(d_{p_1}), C(d_{p_2}), \dots \dots \dots, C(d_{p_n}))$$

Ek. 58

dhe

$$C_D = \begin{pmatrix} C(d_{11}) & C(d_{12}) & \dots & C(d_{1n}) \\ C(d_{21}) & C(d_{22}) & \dots & C(d_{2n}) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ C(d_{n1}) & C(d_{n2}) & \dots & C(d_{nn}) \end{pmatrix}$$

Ek. 59

ku:

C_D është matrica kovariancë (shformim + gabimet e matjes)

C_I është një kovariancë e pastër e sinjalit midis pikës P dhe pikave të përdorura për vlerësimin e sinjalit

$\Delta\lambda$ paraqet shformimin në pikat e njohura:

$$\Delta\lambda = (\Delta\lambda_1, \Delta\lambda_2, \dots \dots \dots, \Delta\lambda_m)^T$$

Ek. 60

E njëjta procedurë përdoret edhe për gjërësinë gjeografike.

Hapi i parë në metodën e kolokacionit (LSC) është llogaritja e autokorelacionit empirik bazuar në të dhënat që disponohen, pra në diferencat midis koordinatave në kornizën e re koordinative me koordinatat e transformuara duke zbatuar transformimin e ngjashmërisë mbi koordinatat e referencës së vjetër koordinative. Më pas zgjidhet një model kovariativ analitik, parametrat e të cilit vlerësohen duke u bazuar në vlerat e llogaritura empirike për të tre komponentet (gjërësi e gjatësi gjeografike, dhe lartësi). Pas përcaktimit të parametrave të funksioneve analitike, këto të fundit përdoren për të prognozuar shformimet sipas metodës së kolokacionit (LSC).

Zakonisht metoda e kolokacionit (LSC-ja) presupozon karakterin ergodik dhe izotrop të vërojtimeve. Ergodiciteti do të thotë se pritja matematike mund të zëvendësohet nga vlera mesatare hapsinore për ndonjërin prej realizimeve të proceseve, ndërsa izotropia do të thotë se funksioni auto-kovariativ është i pavarur nga drejtimi, pra ai varet vetëm nga distanca midis variablave të rastit:

$$C\{x(s), x(s + h)\} = C(\|h\|)$$

Ek. 61

Ku: $x(s)$ është proces ergodik në epokën/pozicionin s , dhe h është distanca midis dy proceseve.

Për llogaritjen e autokorelacionit empirik, është e nevojshme që të dhënat të rregullohen duke i grupuar në klasë me gjërësi të dhënë. Korelacionet brenda çdo klase mesatarizohen me qëllim që të merret korrelacioni i rregulluar. Vëmë re se të tre komponentet e koordinatave trajtohen më vete, në mënyrë që të kryhet një llogaritje e autokorelacionit një-përmasor.

Zakonisht, si funksion analitik për autokorelacionin e shformimeve përdoret funksioni i mirënjohur i Gausit (Fig.38).

$$C(\|h\|) = C_0 \cdot e^{-\lambda^2 A^2}$$

Ek. 62

ku:

C është kovarianca e cila varet vetëm nga distanca rrezore/radiale h midis dy pikave

A është një faktor reduktues

C_0 është dispersioni

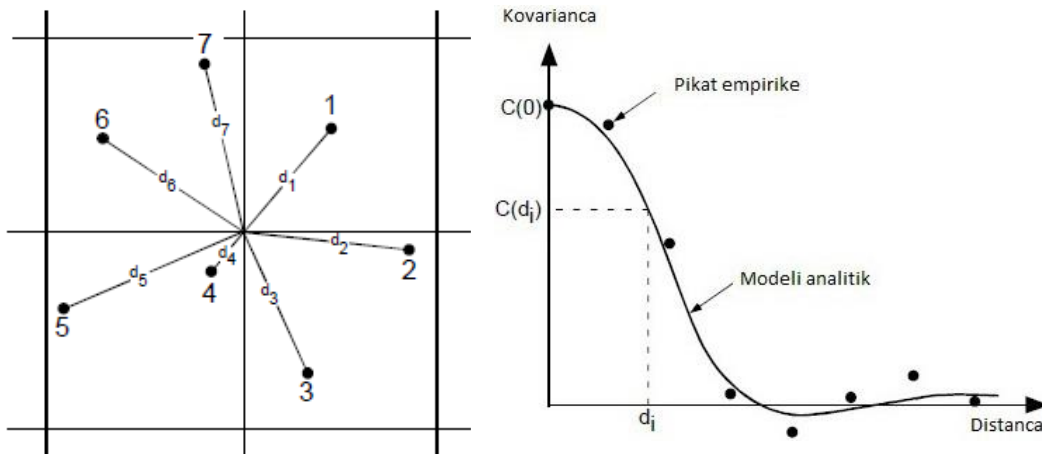


Figura 38 - Kovarianca empirike dhe modeli teorik

Bazuar në autokorelacionin empirik të llogaritur mbi bazën e të dhënave, faktorët reduktues dhe dispersionet vlerësohen me metodën e katrorëve më të vegjël. Shpesh herë, rezultatet më të mira merren duke përdorur funksionin kovariativ të Reillit, në vend të modelit Gauss:

$$C(d) = C_0 \left(1 - \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{d}{d_0} \right)^2 \cdot e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{d}{d_0} \right)^2} \right)$$

Ek. 63

ku:

d është distanca

d_0 është një parametër i nxjerrë nga të dhënat empirike

C_0 është dispersioni – vlera e marrë nga $C(d)$ për $d=0$

Shformimi në një pikë çfardo, mund të llogaritet sipas ekuacionit (52).

5.1.3 Shformimi dhe rrjetat e transformimit

Vitet e fundit, për transformimin e sistemeve koordinative kanë filluar të përdoren gjërësisht të ashtuquajturit rrjete të shformimit (Distortion Grid), sepse ata mundësojnë transformime të sakta pa kërkuar përdorimin e modeleve komplekse nga ana e përdoruesve. Për gjenerimin e tyre, mjafton që rezultatet e modelimit të shformimeve ($\delta\varphi$, $\delta\lambda$), të vrojtuar në një bashkësi pikash të matura në të dy sistemet koordinative, të rezervohen në nyjet e një rrjeti të rregullt (grid) që mbulon rajonin e studimit. Më pas, shformimi në një pikë çfarëdo mund të vlerësohet duke përdorur ndonjë metodë interpoluese mbi nyjet e rrjetit të shformimeve.

Metodologjia e modelimit të shformimeve konsiston në sa më poshtë:

- Llogariten shformimet midis dy sistemeve koordinativë, për një bashkësi pikash të njohura në të dy sistemet.
- Me ndihmën e ndonjë prej metodave që pamë më lart (LSC, MSC, etj.) vlerësohen shformimet në nyjet e një rrjeti të rregullt që mbulon rajonin e studimit. Hapi i rrjetit zgjidhet në vartësi të dendësisë dhe shpërndarjes së pikave të përbashkëta.
- Vlerat e shformimeve në nyjet e rrjetit ruhen në skedarë elektronike, me qëllim që të përdoren më vonë nga përdorues të ndryshëm. Preferohet që rrjetet e shformimit të ruhen në formate standarde, si p.sh. formati NTV2, i cili sot përdoret gjërësisht nga shumë programe kompjuterikë (CAD, GIS, etj.).

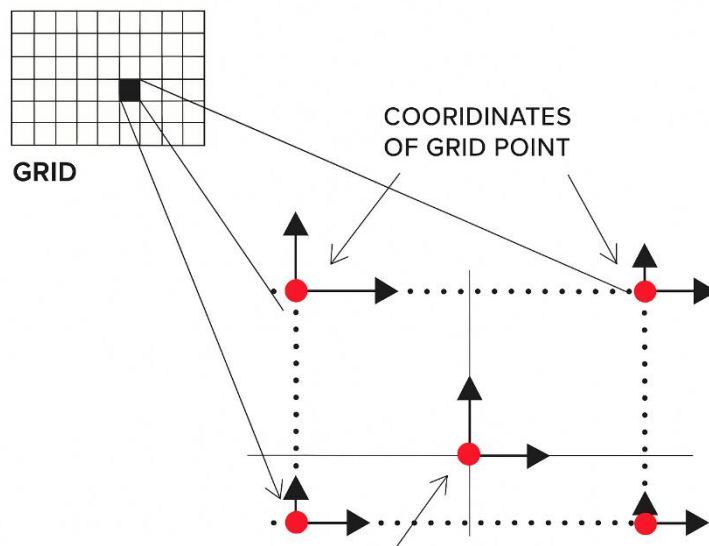


Figura 39 - Interpolimi i shformimeve

Zakonisht rrjetet e shformimit, veçanërisht rrjetet në nivel kombëtar, ndërtohen nga ekipe të specializuar studjuesish dhe kërkojnë ekspertizë të veçantë. Si rregull ata gjenerohen një herë dhe përdoren për vite me radhë nga specialistë të fushës dhe firma topo-gjeodezike, në praktikën rutinë të rlevimeve dhe matjeve topografike. Saktësia e tyre varet nga saktësia dhe dendësia e pikave të përbashkëta që janë përdorur për gjenerimin e tyre, si dhe nga saktësia e vlerësimit të parametrave të transformimit të ngjashmërisë dhe metoda e përdorur për modelimin e shformimeve.

Në zbatimet praktike, transformimi i koordinatave për një pikë të caktuar realizohet me dy hapa:

- Për transformimin e koordinatave të pikës nga sistemi i vjetër në sistemin e ri (ose anasjelltas) zbatohet transformimi përkatës i ngjashmërisë me ndonjërin prej modeleve që pamë më lart (7P, Mollodenski-Badekas, etj.).
- Duke përdorur vlerat ($\delta\phi$, $\delta\lambda$) të shformimeve në pikat më të afërta të rrjetit, me ndihmën e ndonjë procedure interpoluese (p.sh. interpolimi bi-linear) llogaritet shformimi ($\delta\phi$, $\delta\lambda$) në pikën e dhënë. Vlerat e këtij shformimi u shtohen koordinatave të marra nga transformimi i ngjashmërisë në pikën a), duke përfutur kështu koordinatat e transformuara për pikën e dhënë.

5.1.4 Interpolimi bi-linear

Për llogaritjen e vlerave të shformimit në një pikë çfarëdo, duke u bazuar në vlerat e shformimeve në katër pikat më të afërta të rrjetit, zakonisht përdoret metoda e interpolimit bi-linear. Proçedura ilustron në (Fig. 38), ku kërkohet llogaritja e shformimit në pikën P,

duke njohur vlerat e shformimeve në pikat A, B, C dhe D. Për llogaritjen e komponentes gjërësi gjeografike në pikën P përdoret ekuacioni:

$$\delta\varphi_p = a_0 + a_1X + a_2Y + a_3XY$$

Ek. 64

ku:

$$a_0 = \delta\varphi_1;$$

Ek. 65

$$a_1 = \delta\varphi_2 - \delta\varphi_1;$$

Ek. 66

$$a_2 = \delta\varphi_4 - \delta\varphi_1;$$

Ek. 67

$$a_3 = \delta\varphi_1 + \delta\varphi_3 - \delta\varphi_2 - \delta\varphi_4$$

Ek. 68

$$X = (\lambda_p - \lambda_1)/(\lambda_2 - \lambda_1); Y = (\Phi_p - \Phi_1)/(\Phi_4 - \Phi_1)$$

Ek. 69

$\delta\varphi_1, \delta\varphi_2, \delta\varphi_3$ dhe $\delta\varphi_4$ janë shformimet për gjërësinë gjeografike, përkatësisht në pikat A, B, C dhe D .

Për llogaritjen e shformimit për gjatësinë gjeografike, në ekuacionet e mësipërme duhet të zëvendësojmë $\delta\varphi_{me}\delta\lambda$

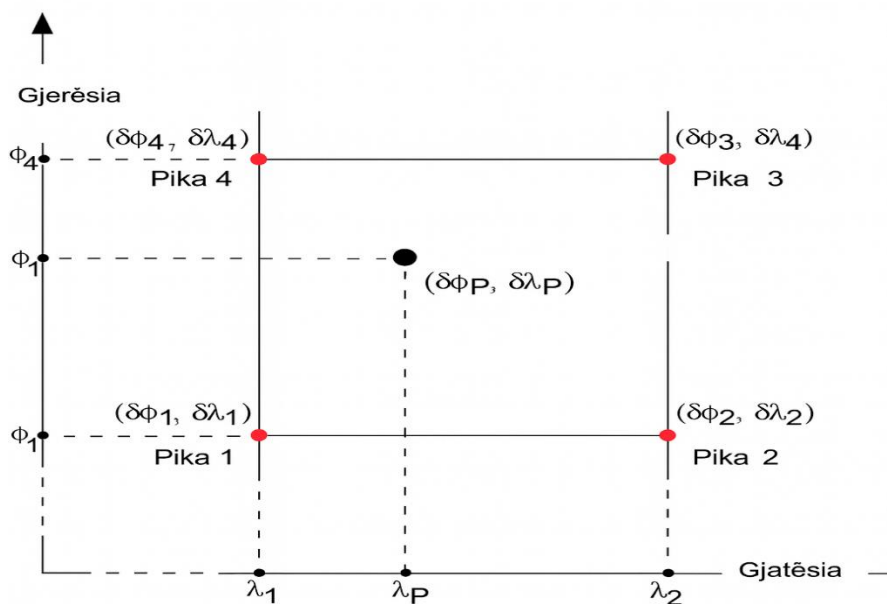


Figura 40 - Interpolimi i shformimeve

5.2 Krijimi i modelit me metodën e kolokacionit

Programi GDAGrid, është hartuar nën drejtimin e Philip Collier [30] dhe është përdorur gjërësisht për gjenerimin e rrjeteve të shformimit në Austriali. Versioni që po paraqesim është një modifikim i programit origjinal [29] për kushtet dhe sistemet koordinativë që përdoren në Shqipëri. Më poshtë po paraqesim shkurtimisht procedurën e përdorimit të tij në praktikë. Për modelimin e komponentes së shtrembërimit dhe zhvillimin e rrjeteve të transformimit programi GDAGrid përdor procedurën e mëposhtme:

1. Aplikohet transformimi 7 parametrik i ngjashmërisë (transformimi i Helmertit) mbi koordinatat e pikave të përbashkëta në sistemin e vjetër koordinativ për të vlerësuar koordinatat e tyre në sistemin e ri koordinativ.
2. Krahasojmë koordinatat e përftuara nga transformimi i Helmertit me koordinatat origjinale në sistemin e ri dhe përftojme shtrembërimin e tyre.
3. Identifikojmë dhe heqim pikat me shtrembërime të mëdha, që janë jashtë modelit të shtrembërimeve të pikave në afërsi të tyre.
4. Rrallojmë të dhënat për të prodhuar një shpërndarje hapsinore më uniforme të tyre me qëllim që të përftohet një interpolim më i saktë dhe më i besueshëm.
5. Llogarisim funksionet e kovariancës empirike për shtrembërimet e gjërësisë dhe gjatësisë gjeografike, dhe kur kemi të dhëna të sigurta edhe për lartësinë.

6. Përftojme modelin analitik të Gaussit ose Reilit për funksionet e kovariancës duke përdorur të dhënat e kovariancave empirike.
7. Zbatojmë metodën e kolokacionit sipas katrorëve më të vegjël mbi të dhënat e rralluara dhe modelet analitike të mësipërm për të llogaritur shtrembërimet e gjërësisë dhe gjatësisë gjeografike, si dhe të lartësisë në çdo pikë të rrjetit (grid) që mbulon rajonin e studimit.
8. Llogarisim komponentët konformalë për gjërësinë dhe gjatësinë gjeografike duke përdorur transformimin përkatës të Helmertit në çdo pikë të rrjetit, dhe u shtojmë atyre komponentët përkatëse të shtrembërimit.
9. Llogarisim saktësinë e transformimit në çdo nyje të rrjetit.
10. Testojmë performancën e rrjetit të përftuar të shtrembërimeve.

Përpara përdorimit të programit, duhet të jenë llogaritur parametrat e transformimit të ngjashmërisë së Helmertit dhe të jenë regjistruar në skedarin *SimParams.txt* në formatin e mëposhtëm:

```
Similarity transformation parameter file for GDAGrid (s,rx,ry,rz,tx,ty,tz)
8
VIC (66->94),      .3925, -.4780, -.2223, -.4957, -114.9522, -51.3070, 143.0349
TAS (66->94),      2.4985, -.2175, .0672, .1291, -120.271, -64.543, 161.632
SE AUST (66->94),  -.6129, -.4145, -.2597, -.4365, -119.3530, -48.3006, 139.4840
NT (66->94),       -1.8538, .0083, -.5571, -.1777, -124.133, -42.003, 137.400
ICSM (84->94),     -.1910, -.2920, -.4430, -.2770, -117.7630, -51.5100, 139.0610
NATIONAL (66->94), -.2896, -.3035, -.4457, -.2336, -117.8076, -51.5363, 137.7837
NATIONAL (94->20), -0.011138, -0.0395536, -0.0326892, -0.0330378, 0.05990, -0.01021, -
0.04022
IGMF (Alb86->ETRF2K), -8.2703, -2.3867, -2.7072, 3.5196, -44.183, -0.580, -38.489
```

Këtu në rrjeshtin e dytë jepet numri i transformimeve që disponohen dhe më pas në rrjeshtat e tjerë jepen emri dhe parametrat e secilit transformim, të ndarë me presje nga njëri tjetri. Përdoruesi zgjedh transformimin që duhet përdorur për rajonin e tij të studimit.

Gjithashtu para ekzekutimit të programit duhen regjistruar në formatin “Victorian” koordinatat e pikave të përbashkëta në sistemin koordinativ të vjetër dhe atë të ri. Më poshtë po japim një ekstrakt të këtyre skedarëve në formatin Victorian (.vic).

Alb86.vic: (sistemi i vjetër koordinativ)

```

502 0 Albanian Coordinate Syst PUL 39 55 4.50189 20 3 18.86456
422.718
518 0 Albanian Coordinate Syst PUL 39 58 10.97829 20 18 1.11295
751.893
-----
124102 0 Albanian Coordinate Syst PUL 40 20 16.05605 19 58 46.58557
503.276

```

Në këtë skedar në kolonat 1-7 jepet numri i pikës, në kolonën 9 jepet kodi i saj (0 në qoftë se pika është normale dhe 1 po që se ajo e sfazuar (ekscentrike)); në kolonat 12-53 jepet një përshkrim i pikës, ndërsa në kolonat 54-55, 57-58 dhe 60-67 gjërësia gjeografike (gradë, minuta dhe sekonda). Në kolonat 69-71, 73-74 dhe 76-83 jepet gatësia gjeografike (gradë, minuta dhe sekonda) ndërsa në kolonat 88-95 jepet lartësia elipsoidike në metra.

ETRF2000.vic (sistemi i ri koordinativ)

```

502 ETRF2000 (Epoch 2008.0) 39 55 2.78790 20 3 13.32740
315.718
518 ETRF2000 (Epoch 2008.0) 39 58 9.26350 20 17 55.63530
644.893
-----
124102 ETRF2000 (Epoch 2008.0) 40 20 14.33450 19 58 41.02540
396.276

```

Në këtë skedar në kolonat 1-9 jepet numri i pikës; në kolonat 12-43 jepet një përshkrim i pikës, ndërsa në kolonat 44-45 47-48 dhe 50-57 jepet gjërësia gjeografike (gradë, minuta dhe sekonda). Në kolonat 59-61, 63-64 dhe 66-73 jepet gatësia gjeografike (gradë, minuta dhe sekonda), ndërsa në kolonat 88-95 jepet lartësia elipsoidike në metra në sistemin e ri.

5.2.1 Parametrat e transformimit të Helmertit

Në vitin 2008, Instituti Gjeografik Ushtarak i Firences (IGMF) në bashkëpunim me Institutin e Gjeografisë Ushtarake (IGJU) realizoi matjen me GPS të rreth 89 pikave për të cilat njiheshin koordinatat e tyre në sistemin Alb86.

Tabela 12 - Parametrat e transformimit të Helmertit (modeli i përafert) nga Alb86/87 në ETRF2008.0 (Burimi IGMF).

Parametri	Vlera
Zhvendosja në X (ΔX)	-44.183 m
Zhvendosja në Y (ΔY)	-0.580 m
Zhvendosja në Z (ΔZ)	-38.489 m
Rrotullimi rreth boshtit X (r_x)	-2.3867''
Rrotullimi rreth boshtit Y (r_y)	-2.7072''
Rrotullimi rreth boshtit Z (r_z)	3.5196''
Ndryshimi i shkallës (ppm)	-8.2703 ppm

Koordinatat e pikave të matura me GPS u llogaritën në sistemin ETRF (epoka 2008.0). Nisur nga këto pika të përbashkëta, IGMF llogariti parametrat e transformimit të Helmertit

nga sistemi Alb86/87 në sistemin ETRF2000 (epoka 2008.0). Vlerat e parametrave të transformimit jepen në Tabelën 12. Theksojmë se për nxjerrjen e parametrave të transformimit IGMF-ja ka përdorur një matricë të përafërt rrotullimi me qenë se këndet e rrotullimit rreth boshteve të koordinatave janë të vegjël (nën 5 sek). Parametrat e transformimit të Helmertit sigurojnë bazën për llogaritjen e shtrembërimeve (duke krahasuar koordinatat ETRF2008.0 të llogaritura me ndihmën e transformimit të ngjashmërisë me koordinatat ETRF2008.0 të matura me GPS). Gjithashtu ata mundësojnë që të llogariten koordinatat në sistemin e ri ETRF2000.8 në ato rajone ku nuk ka të dhëna të mjaftueshme për llogaritjen e një modeli shtrembërimesh.

Ne kemi rivlerësuar parametrat e mësipërm të Helmertit duke përdorur matricën e saktë të rrotullimit. Rezultatet jepen në Tabelën 13. Gjithashtu pas shtimit edhe të 48 pikave të reja të përbashkëta të matura nga DGJ-FIN dhe ASIG gjatë periudhës 2023-2025, janë vlerësuar parametrat e rinj të transformimit të Helmertit (Tabela 14).

Tabela 13 - Parametrat e transformimit të Helmertit (modeli i saktë) nga Alb86/87 në ETRF2008.0 (Burimi IGMF, n=89).

Parametri	Vlera
Zhvendosja në X (ΔX)	-291.802823 m
Zhvendosja në Y (ΔY)	286.271683 m
Zhvendosja në Z (ΔZ)	121.446808 m
Rrotullimi rreth boshtit X (r_x)	-7.20499077''
Rrotullimi rreth boshtit Y (r_y)	-11.66287354''
Rrotullimi rreth boshtit Z (r_z)	12.12515198''
Ndryshimi i shkallës	-2.8108890ppm

Quality criteria

3.1067 Maximum spatial residual [m]

0.8601 Average spatial residual [m]

0.5840 Root Mean Square residual (RMS) [m]

Tabela 14 - Parametrat e transformimit të Helmertit (modeli i saktë) nga Alb86/87 në ETRF2014.0 (Burimi IGMF +DGJ-FIN& ASIG, n=137).

Parametri	Vlera
Zhvendosja në X (ΔX)	-297.561869 m
Zhvendosja në Y (ΔY)	303.148608 m
Zhvendosja në Z (ΔZ)	121.571679 m
Rrotullimi rreth boshtit X (r_x)	-7.50239701''
Rrotullimi rreth boshtit Y (r_y)	-11.76062599''
Rrotullimi rreth boshtit Z (r_z)	12.61310173''
Ndryshimi i shkallës	-2.8605810pm

Quality criteria

3.1369 Maximum spatial residual [m]

0.8524 Average spatial residual [m]

0.5786 Root Mean Square residual (RMS) [m]

5.2.2 Ekzekutimi i programit “GDAGrid”

1) Për ekzekutimin e programit GDAGrid.exe, double-click ikonën përkatëse



2) Paneli **FILE**:

- Kliko  mbi ikonën për krijimin e një rrjeti të ri (**New Grid**) që mbulon rajonin e studimit dhe plotëso të dhënat e kërkuara për projektin tuaj (Fig.41):

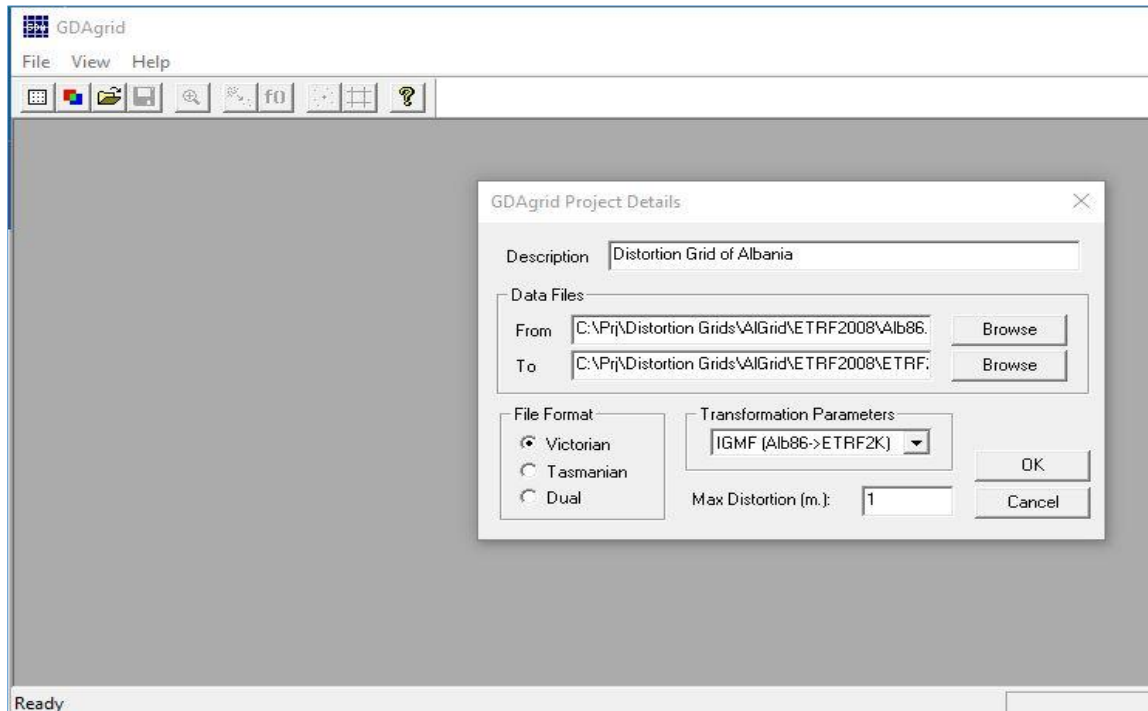


Figura 41 - Parametrat e kërkuar për krijimin e një rrjeti (grid) të ri.

Një përshkrim i shkurtër i projektit (p.sh. Distortion Grid of Albania), skedarët e të të dhënave (në formatin “Victorian”) përkatësisht për sistemin e vjetër dhe atë të ri, zgjedhja e transformimit të Helmertit, si dhe shformimi maksimal i lejuar.

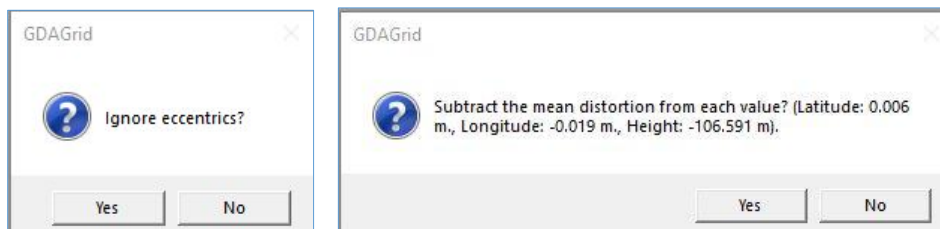


Figura 42 - Injorimi i pikave eksentrike

- Gjatë ekzekutimit kërkohet nëse duhen injoruar pikat eksentrike dhe nëse duhet zbritur shtrembërimi mesatar në pikat e përbashkëta. Zakonisht, pikat eksentrike (po qe se ka) nuk merren parasysh (Fig.42).

3) Paneli **DATA**: Mundëson realizimin e detyrave të mëposhtme:

a) **Summary**: Afishon statistikat përmblendhëse të të dhënave (Fig.43):

Source Data			
Description	Distortion Grid of Albania		
Trans Params	IGMF (Alb86->ETRF2K)		
# of Points:	87	Data type:	Raw
Min Lat	39.6599	Max Lat	42.4174
Min Long	19.3803	Max Long	20.9702
Min. Sep (km)	1.869	E extent (km)	130.510
Max. Sep (km)	334.350	N extent (km)	306.628
Mean Ht (m)	740.793	Area (km ²)	40886.182

Prediction Grids	
Grid	[Dropdown Menu]
# of Pts:	[Input Field]
Min Lat	[Input Field]
Max Lat	[Input Field]
Min Long	[Input Field]
Max Long	[Input Field]

OK

Figura 43 - Statistikat përmblendhëse të të dhënave.

b) **Thin**: Rrallon të dhënat për të prodhuar një shpërndarje hapsinore më uniforme për një interpolim më të saktë.

Parameters	
Grid Spacing (m)	10000
Min Separation (m)	1000
Max Test Points	100

Units	
☒ Metres	☐ Seconds
☒ Enhanced	

Number of Grid Points			
Horz	19	Vert	32
Max	608	%	699

Preview
OK
Cancel

Figura 44 - Parametrat e rallimit të të dhënave.

Përdoruesi zgjedh parametrat e rallimit, si përmasat e rrjetit (m), distancën minimale midis pikave, si dhe numrin maksimal të pikave të rrjetit që mbulon rajonin e studimit. Përzgjedhja bazohet në zgjedhjen e pikave brenda rajonit të kërkimit që minimizon

diferencën e mbetjes së shtrembërimeve. Distanca minimale parandalon zgjedhjen e pikave që janë mjaft afër pikave të zgjedhura më parë.

Opsioni *Enhanced*. True (checked) në qoftë se kërkohet të zgjidhen pikat me shtrembërim minimal.

- c) **Compute Covar:** Llogarisim funksionet e kovariancës empirike për shtrembërimet e gjërësisë dhe gjatësisë gjeografike, dhe kur kemi të dhëna të sigurta edhe për lartësinë.



Figura 45 - Funksioni i konvariancës për shtrembërimet

Zgjidhet gjërësia e zonës ‘buffer’ në km për gjërësinë dhe gjatësinë gjeografike si dhe për lartësinë; zakonisht vlera 5 km është një zgjedhje e përshtatëshme. Programi vlerëson parametrat përkatës të funksioneve të kovariancës (zeron e parë të Reilit, parametrin e distancës, si dhe vlerën optimale të zeros së parë) për gjërësinë gjatësinë dhe lartësinë.

- d) **Override Params:** Mundëson rishikimin dhe modifikimin manual të parametrave të funksionit të kovariancës për gjërësinë dhe gjatësinë gjeografike, si dhe për lartësinë të llogaritur më lart.

Zakonisht, si funksion analitik për autokorelacionin e shformimeve përdoret funksioni i mirënjohur i Gaussit:

$$C(\|h\|) = C_0 e^{-\lambda^2 A^2}$$

Ek. 70

ku, C është kovarianca e cila varet vetëm nga distanca radiale h midis dy pikave, A është një faktor reduktues, dhe C_0 është dispersioni.

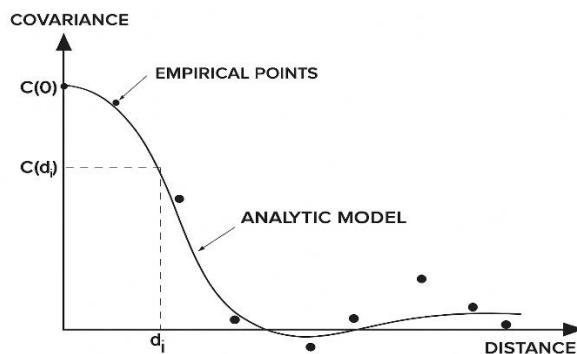


Figura 46 - Kovarianca empirike dhe modeli teorik

Bazuar në autokorelacionin empirik të llogaritur mbi bazën e të dhënave, faktorët reduktues dhe dispersionet vlerësohen me metodën e katrorëve më të vegjël. Shpesh herë, rezultate më të mira merren duke përdorur funksionin kovariativ të Reilit, në vend të modelit Gaussian:

$$C(d) = C_0 \left(1 - \frac{1}{2} (d/d_0)^2 \right) e^{-\frac{1}{2} (d/d_0)^2}$$

Ek. 71

ku d është distanca, d_0 është një parametër i nxjerrë nga të dhënat empirike, C_0 është dispersioni – vlera e marrë nga $C(d)$ për $d=0$.

- ❖ Përdoruesi zgjedh modelin e funksionit të kovariancës (Gaus ose Reili) si dhe parametrat e modelit:
 - A dhe C_0 në qoftë se zgjidhet modeli i Gaussit;
 - d_0 dhe C_0 në qoftë se zgjidhet modeli i Reilit.

Përfton modelin analitik të kovariancës duke u mbështetur në vlerat e kovariancës empirike.

Figura 47 - Vlerat e funksionit të kovariancës.

Nga paneli **Parameters** zgjidhen vlerat për vlerësimin e parametrave të funksionit të kovariancës (nën-menuja **Covariance Function**), siç tregohet në Figurën 6. Përdoruesi zgjedh modelin analitik të kovariancës (Gaus, Reili ose Reili LS), dispersionin e zhurmës, si dhe parametrat e tjerë që nevojiten për metodën e kolokacionit sipas katrorëve më të vegjël (gjërësia e klasës së intervaleve, numri maksimal i iteracioneve, kriteri i konvergjencës së zgjidhjes, si dhe vlera fillestare për parametrin A në qoftë se është zgjedhur modeli i Gaussit).

Covariance Function Parameters	
Covariance Model ☐ Gaussian ☐ Reilly's ☒ Reilly's (LS)	
Noise (variance) Latitude (°^2): 1e-06 Longitude (°^2): 1e-06 Height (m^2): 1000000	
Parameters Class Interval (m): 10000 Maximum Iterations: 80 Convergence Criteria: 1e-06 Initial Estimate of A: 0.05	
OK Cancel	

Figura 48 - Zgjedhja e parametrave të funksionit të kovariancës

Më pas nga nën-menuja **Collocation** e panelit **Parameters** zgjidhen parametrat që kërkohen për aplikimin e metodës së kolokacionit sipas katrorëve më të vegjël (Figura 7): Numri maksimal i pikave për kolokacionin radial, distanca maksimale për zgjedhjen e pikave ($d_{max} = \text{Numrin e pikave} * \text{hapin e rrjetit}$). Në qoftë se zgjidhet opsioni *Enhanced data prediction* do të ri-prognozohen pikat që shtrihen më larg se 0.50 herë se amplituda jashtë kufijve. Për nyjet, saktësia e të cilave e kalon 1.0 m, do të aplikohet vetëm transformimi i ngjashmërisë i Helmertit.

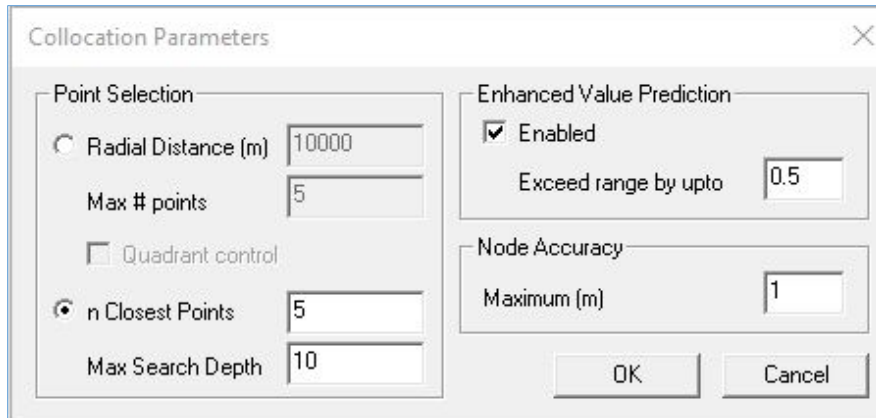


Figura 49 - Zgjedhja e parametrave të funksionit të kovariancës

- e) **Prediction File:** Specifikoni skedarin e pikave që doni të prognozoni. Për çdo pikë të këtij skedari prognozohen shtrebmërimet dhe diferencat me vlerat e njohura për gjërësinë dhe gjatësinë gjeografike. Programi afishon statistikën përmbledhëse të ndryshimeve midis shtrebmërimëve të njohura dhe atyre të prognozuara sipas kolokacionit të katrorëve më të vegjël, për gjërësinë dhe gjatësinë gjeografike. Për shembull:

Latitude differences:

Raw mean : -0.00029" (-0.009 m.) Vlera mesatare e ndryshimeve
 Absolute mean: 0.00032" (0.010 m.) Vlera mesatare absolute e tyre
 Std deviation: 0.00171" (0.053 m.) Devijimi standard
 Range: -0.454 m. to 0.032 m Diapazaoni i luhatjes së ndryshimeve

Longitude differences:

Raw mean : -0.00006" (-0.001 m.)
 Absolute mean: 0.00035" (0.008 m.)
 Std deviation: 0.00154" (0.036 m.)
 Range : -0.217 m. to 0.206 m.

Number of points in sample: 137

Theksojmë se këtu nuk përfshihet komponentja konformale e transformimit të Helmertit.

Statistikat përmbledhëse për komponenten konformale:

Latitude differences:

Raw mean : 0.0007218"
 Std deviation: 0.008465"
 Range : -0.03141" to 0.03203"

Longitude differences:

Raw mean : 0.0011269"

Std deviation: 0.0108575"
Range : -0.02674" to 0.03893"

East distortion:

Raw mean : 0.0260148
Std deviation: 0.2530755 m
Range : -0.634 m to 0.900 m

North distortion:

Raw mean : 0.0222889 m
Std deviation: 0.2611147 m
Range : -0.969 m to 0.988 m

f) Prediction Grid: Për çdo nyje të rrjetit që mbulon rajonin e studimit llogariten shtrembërimet dhe diferencat me vlerat e njohura për gjërësinë dhe gjatësinë gjeografike. Gjithashtu llogariten statistikatat përmbledhëse për të gjithë rrjetin që mbulon rajonin e studimit si në rastin e mësipërm.

Parameters for prediction of point values:

- Point Based Collocation: Maximum number of points: 5.
(Maximum distance: 2866.950 km)
- Enhanced data prediction selected:
 - * Points which lie more than 0.50 times the range outside the limits will be re-predicted.
- Nodes whose accuracy exceeds 1.000 m will be set to conformal only.
- Ellipsoid: from Krassowski to GRS80
- Similarity transformation parameters used: IGMF
(Alb86->ETRF2000)

Model: Reillys (least squares estimate).

Latitude:Co:0.0000704,So:6.3621538504,Noise: 0.00000100

Longitude:Co:0.0001029,So:6.9993827049,Noise:0.00000100

Height : Co: 0.0000000, So: 7.1813790833, Noise: 1.000

Prediction Grid

Grid

Name: XVal_Pt_ 1721 0 [C] New

Parent: NONE Remove

Upper Right Corner

Latitude: 39.66000

Longitude: 20.15000

Lower Left Corner

Latitude: 39.64500

Longitude: 20.13500

Grid Type

☐ Conformal ☒ Distortion

Spacing (degrees): 0.015

Size (w*h): 2 by 2

Preview

Compute

OK

Figura 50 - Prediction Grid

g) Back Interpolate (Interpolimi Prapa):

Teston interpolimin në pikat e njohura.

h) Grid Stats

*** Grid Accuracy Statistics for grid: Albania
(Distortion Grid)

Latitude differences:

Raw mean :0.00670" (0.207 m.)
 Absolute mean:0.00670" (0.207 m.)
 Std deviation:0.00126" (0.039 m.)
 Range :0.149 m. to 0.252m.

Longitude differences:

Raw mean :0.01277" (0.298 m.)
 Absolute mean:0.01277" (0.298 m.)
 Std deviation:0.00128" (0.030 m.)
 Range :0.236 m. to 0.314 m.

Number of points in sample: 11

- i) **X-Validation:** Kryen vërtetimin (cross-validation) për pikat e specifikuar. Cross-validation është një teknikë që përdoret për të kontrolluar performancën e një modeli mbi pikat e panjohura duke shfrytëzuar të dhënat në fqinjësi të saj. Në rastin konkret X-Validation përdoret për të verifikuar kolokacionin sipas katrorëve më të vegjël me modelet analitike të zgjedhur për vlerësimin e saktësisë së transformimit të koordinatave nga sistemi i vjetër në sistemin e ri koordinativ.

3. Options

- Output

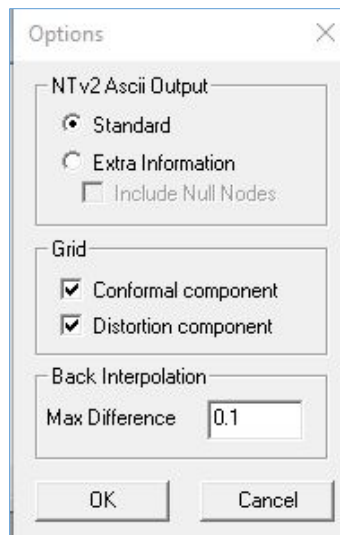


Figura 51 - Options

Programi *GDAGrid* gjeneron një rrjet shformimesh në formatin standard *NTv2 ASCII*. Rrjeti që mbulon rajonin e studimit mund të përmbajë komponenten konformale (që përfitohet duke zbatuar transformimin shtatë-parametrik të Helmertit mbi nyjet e rrjetit), komponenten e shformimeve ose që të dyja këto komponente.

Për Interpolimin Prapa përdoruesi duhet të specifikojë diferencën maksimale që një pikë të përfshihet në interpolim.

4. Testimi i performancës së rrjetit të shformimeve

Për të testuar performancën e rrjetit të transformimit zakonisht përdoren tri metoda.

- Përdoret rrjeti i transformimit për të transformuar koordinatat e vjetra të pikave të njohura në sistemin e ri dhe analizohen “mbetjet” midis koordinatave të njohura dhe atyre të transformuara. Kjo metodë shpesh quhet interpolimi prapa. Vështirësia në këtë metodë qëndron në faktin se ajo vlerëson performancën e rrjetit vetëm në rajonet ku ekzistojnë të dhënat përkatëse, ndërsa rajonet e tjera të rrjetit mbeten të pakontrolluara.

- Një metodë tjetër është ajo e ndërtimit të hartave të izoipseve të komponentes së shtrembërimeve të rrjetit të transformimit dhe e shqyrtimit vizual të mospërputhjeve dhe parregullsive në modelin rrjetor të shtrembërimeve.
- Është e dobishme të shqyrtohet shpërndarja hapsinore e saktësisë së transformimit për të identifikuar rajonet e rrjetit ku mund të ekzistojnë probleme.

Tabela 15 - Shembull i performancës së interpolimit prapa të një rrjeti shtrembërimesh.

	Mbetjet për të gjitha pikat		Mbetjet në diapazonin ± 0.1 m	
	Gjatësia	Gjërësia	Gjatësia	Gjërësia
Vlera mesatare (m)	0.000	-0.002	0.000	-0.001
Devijimi standard (m)	± 0.029	± 0.031	± 0.017	± 0.016
Vlera minimale (m)	0.299	0.385	0.099	0.083
Vlera maksimale (m)	-0.364	-0.504	-0.099	-0.085
Numri i pikave	7738	7738	7624	7631
Përqindja (%)			98.53	98.62

Kur llogaritet një rrjet shformimesh, në ndonjë nyje brenda rrjetit mund të merren dy tipe zgjidhjesh:

- I. Tipi 1: *conformal-only nodes*. Në këtë rast komponentët e transformimit përcaktohen vetëm nga transformimi 7 parametrik i Helmertit; nuk mund të llogaritet komponentja e shformimit. Mungesa e komponentes së shformimit vjen kryesisht për shkak të mungesës së të dhënave për nxjerrjen e modelit të shformimeve. Në mungesë të modelit të shformimeve është e pamundur të llogaritet saktësia e transformimit.
- II. Tipi 2: *conformal + distortion nodes*. Kur ekzistojnë të dhëna për nxjerrjen e modelit të shformimeve, komponentja konforme e transformimit mund të plotësohet me komponentën e shformimeve. Në këtë rast mund të llogaritet edhe saktësia e transformimit.

5.3 Krijimi i programit për transformimin e të dhënave duke përdorur metodën e kolokacionit N trans/A trans

5.3.1 Format i rrjetit të shformimeve

Programi GDALy 3.0 shërben për transformimin e koordinatave midis dy referencave gjeodezike. Në rastin tonë ai ndihmon për transformimin e koordinatave nga sistemi Alb86 në sistemin KRGJSH dhe anasjelltas. GDALy mbështet transformimet konforme dhe jo konforme (d.m.th. transformimi konform plus shformimet) përmes interpolimit bi-linear nga një rrjet i zhvendosjes së koordinatave, dhe transformimit konform të referencave gjeodezike përmes transformimit shtatë-parametrik të ngjashmërisë ose siç njihet ndryshe edhe si transformimi i Helmertit. Versioni i modifikuar i GDALy-it që po paraqesim mund të përdoret kudo brenda territorit shqiptar, po që se sigurohet një rrjet (grid) i përshtatshëm shformimesh. Me ndihmën e programit GDALy, përdoruesit mund të kryejnë transformimin e referencave gjeodezike dhe konvertimin e koordinatave duke përdorur koordinatat gjeografike (d.m.th. gjërësinë dhe gjatësinë gjeografike) ose koordinatat në projeksionin e Transvers Merkatorit (d.m.th. Lindje, Veri), qoftë duke punuar brenda një kornize gjeodezike ose midis kornizave gjeodezike Alb86 dhe KRGJSH. Koordinatat mund të transformohen duke futur vlerat e tyre në dialogun kryesor të programit ose përmes skedarëve të përgatitur paraprakisht. Programi suporton tipet e mëposhtme të skedarëve:

- Skedarët Tekst të formatuar (*.dat, *.prn, *.txt).
- Skedarët e tipit CSV (Comma Separated Values, *.csv) etj..

Rrjet i Shformimeve me Metodën e Kolokacionit

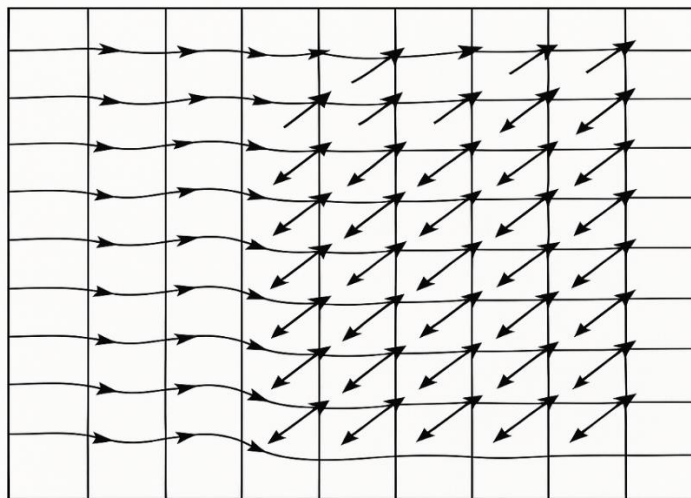


Figura 52- Rrjeta e Shformimeve me Metodën e Kolokacionit

6 ANALIZA KRAHASUESE E MODELEVE TË TRANSFORMIMIT TË KOORDINATAVE BAZUAR NË TË DHËNA NGA RAJONE TË NDRYSHME TË SHQIPËRISË

6.1 Qëllimi dhe rëndësia e analizës krahasuese e modeleve të transformimit

Qëllimi kryesor i analizës është të vlerësojë performancën e modeleve të ndryshme të transformimit – si ato matematikore tradicionale (Helmert 3D, afino-lineare) ashtu edhe metodat moderne (Kolokacioni). Krahasimi i këtyre modeleve lejon identifikimin e zgjidhjes më të përshtatshme për kushte të caktuara të terrenit dhe shpërndarjeje të pikave gjeodezike. Rëndësia qëndron në faktin se një transformim i saktë garanton përputhshmërinë e të dhënave të marra nga sisteme të ndryshme referimi, që janë thelbësore për materialet hartografike, sistemet GIS etj.

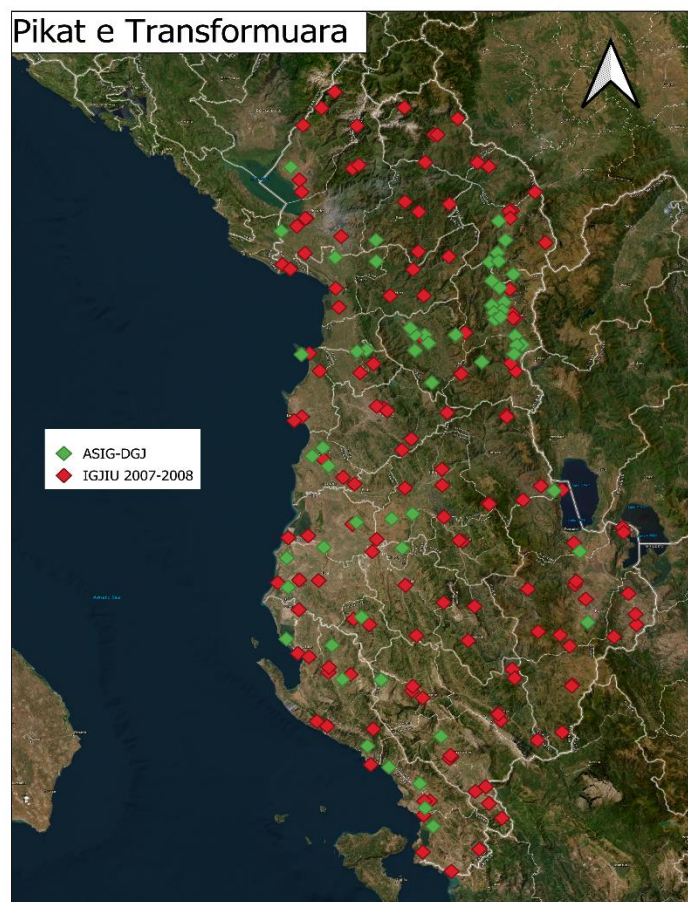


Figura 53 - Pikat e Transformuara "DGJ-FIN, ASIG, IGMF"

6.2 Përshkrimi i modeleve të përdorura në analizën krahasuese

Më poshtë paraqiten dhe shpjegohen modelet kryesore të transformimit të koordinatave që janë përdorur për analizë krahasuese. Këto modele ndryshojnë nga njëra-tjetra në aspektin matematikor, në mënyrën e përlllogaritjes së parametrave, si dhe në nivelin e saktësisë që ofrojnë në varësi të natyrës së të dhënave dhe zonës gjeografike ku aplikohen.

6.2.1 Modeli Helmert 2D (3-parametrik)

Modeli Helmert 2D është një nga format më të thjeshta të transformimit të koordinatave. Ai përdor tre parametra – dy zhvendosje (në drejtimet X dhe Y) dhe një kënd rrotullimi. Ky model aplikohet në plane të vogla, ku efekti i lakimit të sipërfaqes së Tokës mund të neglizhohet [9], [3]. Qëllimi kryesor i këtij modeli është të përputhë dy sisteme koordinative plane duke zhvendosur dhe rrotulluar rrjetin e pikave në mënyrë të unifikuar. Ky model përdoret zakonisht për transformime lokale (p.sh. në zona urbane ose projekte ndërtimi), ku kërkohet përafrim i shpejtë dhe i thjeshtë ndërmjet koordinatave nga dy sisteme referimi që kanë të njëjtën projeksion planimetrik.

6.2.2 Modeli Helmert 3D (7-parametrik)

Modeli Helmert 3D i njohur edhe si transformimi i përgjithshëm hapësinor, përdor shtatë parametra: tre zhvendosje (ΔX , ΔY , ΔZ), tre rrotullime rreth boshteve (R_x , R_y , R_z) dhe një faktor shkalle (Scale factor). Ky model është shumë më i plotë, pasi merr parasysh ndryshimin në pozicion, orientim dhe shkallë midis dy sistemeve gjeodezike tredimensionale. Zbatimi i këtij modeli mundëson përafrimin midis një sistemi lokal gjeodezik dhe një sistemi global si ETRS89 ose WGS84. Ai është i domosdoshëm në raste kur bëhet kalimi nga një sistem referimi klasik në një sistem modern që bazohet në elipsoid referues global. Modeli Helmert 3D është modeli standard ndërkombëtar për transformime hapësinore dhe përdoret në integrimin e rrjeteve kombëtare gjeodezike në sistemet globale.

6.2.3 Modeli afino-linear (2D affine)

Modeli afino-linear është një transformim matematik që përfshin gjashtë parametra (dy zhvendosje, dy shkallëzime, një rrotullim dhe një komponent deformimi). Ndryshe nga modeli Helmert, i cili ruan proporcionalitetin dhe orientimin e rrjetit, transformimi afino-linear lejon deformime jo uniforme, pra mund të ndryshojë formën e figurës fillestare [15]. Ky model përdoret në zona urbane ose në rrjete me deformime lokale, ku mund të ketë ndodhur një ndryshim i pjesshëm i konfigurimit të pikave për shkak të gabimeve matëse ose lëvizjeve gjeotektonike. Avantazhi i këtij modeli është aftësia e tij për të adaptuar ndryshime lokale, megjithëse nuk është i përshtatshëm për transformime të shkallës kombëtare. Në praktikë, modeli afino-linear është shumë i vlefshëm për përmirësime lokale të hartave topografike dhe për transformime mes sistemesh projeksioni që kanë deformime të vogla plane.

6.2.4 Modeli kolokacional (Least Squares Collocation – LSC)

Modeli me metodën “Kolokacioni” me gabim minimal katror, përfaqëson një nga metodat më të avancuara të transformimit gjeodezik. Ai kombinon teorinë e vlerësimit me gabim minimal katror me teorinë statistikë të fushave gjeofizike, për të realizuar një përafrim optimal të koordinatave [20]. Ndryshe nga modelet klasike, modeli i metodës së kolokacionit (LSC) nuk supozon që të gjitha gabimet janë sistematike ose uniforme; përkundrazi, ai analizon strukturën statistikë të gabimeve dhe përllogarit ndikimin e tyre në secilën pikë të rrjetit. Kjo metodë është veçanërisht e dobishme në raste ku të dhënat janë të shpërndara në mënyrë jo homogjene, ose kur ka mungesë pikash kontrolli në disa zona. Avantazhi kryesor i metodës së kolokacionit qëndron në aftësinë e saj për të modeluar variacionet lokale të deformimeve dhe për të rritur ndjeshëm saktësinë e transformimeve. Kjo e bën këtë metodë një mjet shumë të fuqishëm në integrimin e rrjeteve gjeodezike, në përcaktimin e sipërfaqeve të referencës gravimetrike, si dhe në transformimet e koordinatave me saktësi të lartë [31].

Në përfundim, çdo model paraqet avantazhe dhe kufizime të veta: Modelet Helmert 2D dhe 3D janë të qëndrueshme dhe përdoren për transformime të përgjithshme, modeli afino-linear përshtatet për zona lokale me deformime jo uniforme, ndërsa modeli me metodën “Kolokacioni” ofron rezultatin më të saktë në kushte të dhënash heterogjene dhe terrene të ndërlikuara.

6.3 Zgjedhja e rajoneve për testim

Për realizimin e analizës janë zgjedhur disa zona përfaqësuese të territorit Shqiptar:

- Zona veriore (Shkodër–Kukës-Peshkopi), e karakterizuar nga terren malor dhe shpërndarje jo uniforme e pikave.
- Zona qendrore (Tiranë–Elbasan-Lushnje), me reliev të përzier dhe rrjet më të dendur pikash.
- Zona jugore (Vlorë–Gjirokastër-Sarandë), ku ekzistojnë diferenca të theksuara të terrenit.

Kjo ndarje lejon analizën e ndikimit të relievit, dendësisë së rrjetit dhe cilësisë së të dhënave në saktësinë e transformimeve.

6.4 Krahassimi i rezultateve të përftuara nga modele të ndryshme transformimi

Rezultatet e marra nga çdo rajon tregojnë ndryshime të ndjeshme në saktësinë e modeleve, varësisht nga natyra e terrenit dhe shpërndarja e pikave të vrojtimit.

Në përgjithësi:

-Modeli Helmert 3D ka treguar qëndrueshmëri të mirë në zona me rrjete të rregullta matjesh.

- Modeli afino-linear është më i përshtatshëm për zona urbane ose me deformime lokale.
- Modeli kolokacional ka dhënë saktësinë më të lartë në të gjitha rajonet, sidomos në terrene të vështira, duke reflektuar avantazhin e tij në trajtimin e komponentëve të gabimeve.

6.5 Analiza e saktësisë së realizuar nga modelet e ndryshme të transformimit

Analiza dëshmon se nuk ekziston një model unik që të ofrojë rezultate optimale në të gjitha rajonet, pasi performanca varet nga cilësia e të dhënave dhe morfologjia e terrenit. Megjithatë, modeli i kolokacionit është më i besueshmi për aplikime me kërkesa të larta saktësie, ndërsa modelet klasike mbeten të vlefshme për qëllime të përgjithshme. Këto përfundime ndihmojnë në përcaktimin e metodave më të përshtatshme për transformime të koordinatave në nivel kombëtar dhe rajonal, si dhe në hartimin e standardeve teknike për modernizimin e rrjeteve gjeodezike të Shqipërisë.

6.5.1 Analiza e krahasimit të koordinatave midis programeve “Albaco” dhe “GDay-25”

Tabela 16 - Koordinatat e pikave të IGMF-IGJUSH

Koordinatat e 89 pikave në KRGJSH (ALBACO)					Koordinatat e 89 pikave në KRGJSH (GDay-25)				
Nr.	N (X)	E (Y)	h	Id. e Pikës	Nr.	N (X)	E (Y)	h	Id. e Pikës
1	4420363.578	504591.343	315.718	502	1	4420363.578	504591.344	315.718	502
2	4426156.353	525526.090	644.893	518	2	4426156.352	525526.089	644.893	518
3	4420274.039	502509.150	85.436	532	3	4420274.038	502509.149	85.436	532
4	4413397.751	531624.332	499.464	547	4	4413397.751	531624.332	499.464	547
5	4400708.723	523145.094	492.205	576	5	4400708.723	523145.094	492.205	576
6	4391720.383	512665.487	188.248	1721	6	4391720.384	512665.487	188.248	1721
7	4695247.171	457012.676	1195.426	5121	7	4695247.170	457012.676	1195.426	5121
8	4695018.292	477259.884	1815.840	5256	8	4695018.292	477259.884	1815.840	5256
9	4697970.040	515009.688	847.274	5322	9	4697970.039	515009.686	847.274	5322
10	4691411.169	507389.694	391.149	5332	10	4691411.171	507389.694	391.149	5332
11	4672970.379	455660.421	112.422	6331	11	4672970.380	455660.421	112.422	6331
12	4668156.925	456435.131	63.672	6333	12	4668156.925	456435.131	63.672	6333
13	4679082.672	477963.938	1465.749	6462	13	4679082.674	477963.938	1465.749	6462
14	4664100.566	495233.447	1184.143	6484	14	4664100.567	495233.447	1184.143	6484
15	4678446.379	526691.711	587.472	6534	15	4678446.379	526691.711	587.472	6534
16	4663186.698	511923.832	1017.203	6583	16	4663186.698	511923.833	1017.203	6583
17	4660086.079	500458.524	985.407	6585	17	4660086.079	500458.525	985.407	6585
18	4660284.040	534374.913	413.698	6592	18	4660284.038	534374.913	413.698	6592
19	4668049.286	543996.484	415.944	6611	19	4668049.287	543996.485	415.944	6611
20	4643166.644	457728.270	311.510	7530	20	4643166.644	457728.271	311.510	7530
21	4638573.491	449258.443	59.899	7532	21	4638573.492	449258.442	59.899	7532

22	4649991.405	471308.004	214.136	7618	22	4649991.407	471308.004	214.136	7618
23	4621206.240	470482.007	47.325	7670	23	4621206.240	470482.006	47.325	7670
24	4648507.152	484358.250	676.289	7676	24	4648507.152	484358.251	676.289	7676
25	4639882.070	484489.353	456.943	7685	25	4639882.071	484489.353	456.943	7685
26	4636571.820	498287.766	772.792	7693	26	4636571.821	498287.765	772.792	7693
27	4641850.909	511720.277	851.869	7730	27	4641850.909	511720.278	851.869	7730
28	4639620.051	526898.996	669.488	7733	28	4639620.051	526898.996	669.488	7733
29	4628598.451	534479.034	1144.922	7759	29	4628598.451	534479.033	1144.922	7759
30	4618626.420	535376.682	976.866	7783	30	4618626.421	535376.682	976.866	7783
31	4634649.712	535845.137	1267.200	7788	31	4634649.711	535845.136	1267.200	7788
32	4647493.140	547939.063	1429.779	7807	32	4647493.140	547939.064	1429.779	7807
33	4602447.087	459418.307	237.409	8804	33	4602447.087	459418.306	237.409	8804
34	4598198.654	483451.263	1188.317	8844	34	4598198.654	483451.263	1188.317	8844
35	4594518.616	478433.782	148.305	8851	35	4594518.616	478433.782	148.305	8851
36	4595294.709	463259.297	118.592	8853	36	4595294.709	463259.297	118.592	8853
37	4580928.942	484593.349	215.546	8884	37	4580928.943	484593.348	215.546	8884
38	4609907.502	502674.302	324.880	8922	38	4609907.503	502674.303	324.880	8922
39	4595180.319	536763.661	871.428	8962	39	4595180.319	536763.661	871.428	8962
40	4578311.650	511079.745	1431.767	8993	40	4578311.651	511079.745	1431.767	8993
41	4576623.892	456510.563	49.641	9921	41	4576623.892	456510.563	49.641	9921
42	4552008.682	472060.258	346.220	10008	42	4552008.682	472060.257	346.220	10008
43	4567625.529	497650.597	894.084	10050	43	4567625.530	497650.597	894.084	10050
44	4563145.783	494113.061	761.382	10060	44	4563145.781	494113.061	761.382	10060
45	4559346.945	464747.450	140.059	10066	45	4559346.946	464747.449	140.059	10066
46	4549278.676	476299.772	225.125	10087	46	4549278.675	476299.772	225.125	10087
47	4547672.479	495211.274	348.051	10093	47	4547672.479	495211.274	348.051	10093
48	4577402.176	533200.045	1439.486	10119	48	4577402.176	533200.045	1439.486	10119
49	4555310.787	509069.716	434.093	10153	49	4555310.788	509069.715	434.093	10153
50	4542806.878	539519.511	921.619	10190	50	4542806.878	539519.512	921.619	10190
51	4541434.522	526309.055	1703.174	10195	51	4541434.522	526309.055	1703.174	10195
52	4546544.319	551178.790	1165.688	10229	52	4546544.318	551178.790	1165.688	10229
53	4546903.378	554175.425	825.711	10230	53	4546903.379	554175.425	825.711	10230
54	4527440.406	451450.154	45.718	11125	54	4527440.405	451450.153	45.718	11125
55	4510261.405	455594.145	133.989	11137	55	4510261.406	455594.146	133.989	11137
56	4509139.120	447504.963	45.322	11138	56	4509139.120	447504.962	45.322	11138
57	4537202.184	498061.653	191.667	11230	57	4537202.185	498061.653	191.667	11230
58	4526790.906	484599.956	175.236	11255	58	4526790.905	484599.956	175.236	11255
59	4521786.382	482988.939	260.133	11267	59	4521786.383	482988.938	260.133	11267
60	4510025.563	462862.455	78.174	11292	60	4510025.562	462862.456	78.174	11292
61	4508112.792	495369.047	276.124	11298	61	4508112.790	495369.047	276.124	11298
62	4535904.831	509855.228	458.152	11329	62	4535904.831	509855.228	458.152	11329
63	4525982.471	516789.145	528.246	11349	63	4525982.471	516789.146	528.246	11349
64	4531626.428	576833.071	1202.592	11422	64	4531626.427	576833.070	1202.592	11422
65	4509762.307	559432.627	979.763	11463	65	4509762.306	559432.628	979.763	11463
66	4480384.842	455075.255	49.440	12339	66	4480384.842	455075.255	49.440	12339

67	4494333.299	475968.381	638.864	12444	67	4494333.299	475968.381	638.864	12444
68	4492085.933	481869.333	566.414	12446	68	4492085.932	481869.334	566.414	12446
69	4478996.223	459250.371	416.347	12475	69	4478996.223	459250.372	416.347	12475
70	4474743.877	466718.387	409.508	12486	70	4474743.875	466718.387	409.508	12486
71	4471775.661	474818.221	656.232	12492	71	4471775.662	474818.221	656.232	12492
72	4501082.844	509725.620	892.961	12531	72	4501082.843	509725.620	892.961	12531
73	4473930.938	535480.730	1381.674	12583	73	4473930.937	535480.730	1381.674	12583
74	4492055.813	582035.422	991.850	12608	74	4492055.812	582035.423	991.850	12608
75	4496350.098	581654.918	966.856	12643	75	4496350.097	581654.917	966.856	12643
76	4487850.652	553434.285	1262.718	12656	76	4487850.651	553434.285	1262.718	12656
77	4467100.639	557778.434	1075.036	12687	77	4467100.639	557778.434	1075.036	12687
78	4465144.690	497820.608	558.991	13620	78	4465144.690	497820.608	558.991	13620
79	4452750.942	462176.337	1482.480	13647	79	4452750.941	462176.338	1482.480	13647
80	4450766.997	466009.137	1005.651	13651	80	4450766.995	466009.137	1005.651	13651
81	4434091.712	489258.463	366.457	13674	81	4434091.711	489258.463	366.457	13674
82	4435119.178	482399.179	136.517	13678	82	4435119.179	482399.179	136.517	13678
83	4453156.403	531146.181	613.000	13745	83	4453156.405	531146.182	613.000	13745
84	4446658.860	508763.366	344.999	13758	84	4446658.859	508763.364	344.999	13758
85	4437627.746	511951.038	418.038	13779	85	4437627.747	511951.038	418.038	13779
86	4448295.760	554189.263	1090.297	13840	86	4448295.760	554189.262	1090.297	13840
87	4445079.110	544926.873	883.590	13844	87	4445079.111	544926.873	883.590	13844
88	4657451.895	534718.949	419.770	65100	88	4657451.894	534718.949	419.770	65100
89	4466984.018	498135.932	396.276	124102	89	4466984.019	498135.932	396.276	124102

Duke bërë analizën e ndryshimeve të koordinatave të transformuara nga programet Albaco dhe GDAY-25 arrijmë në përfundimet e mëposhtme:

- Ndryshimet janë shumë të vogla (në rendin e milimetrave) të cilat paraqiten në tabelën e mëposhtme:

Tabela 17 - Tabela e ndryshimeve të koordinatave

Nr.	ΔX	ΔY	Δh	ID	Nr.	ΔX	ΔY	Δh	ID
1	0.000	0.001	0	502	46	-0.001	0.000	0	10087
2	-0.001	-0.001	0	518	47	0.000	0.000	0	10093
3	-0.001	-0.001	0	532	48	0.000	0.000	0	10119
4	0.000	0.000	0	547	49	0.001	-0.001	0	10153
5	0.000	0.000	0	576	50	0.000	0.001	0	10190
6	0.001	0.000	0	1721	51	0.000	0.000	0	10195
7	-0.001	0.000	0	5121	52	-0.001	0.000	0	10229
8	0.000	0.000	0	5256	53	0.001	0.000	0	10230
9	-0.001	-0.002	0	5322	54	-0.001	-0.001	0	11125
10	0.002	0.000	0	5332	55	0.001	0.001	0	11137

11	0.001	0.000	0	6331	56	0.000	-0.001	0	11138
12	0.000	0.000	0	6333	57	0.001	0.000	0	11230
13	0.002	0.000	0	6462	58	-0.001	0.000	0	11255
14	0.001	0.000	0	6484	59	0.001	-0.001	0	11267
15	0.000	0.000	0	6534	60	-0.001	0.001	0	11292
16	0.000	0.001	0	6583	61	-0.002	0.000	0	11298
17	0.000	0.001	0	6585	62	0.000	0.000	0	11329
18	-0.002	0.000	0	6592	63	0.000	0.001	0	11349
19	0.001	0.001	0	6611	64	-0.001	-0.001	0	11422
20	0.000	0.001	0	7530	65	-0.001	0.001	0	11463
21	0.001	-0.001	0	7532	66	0.000	0.000	0	12339
22	0.002	0.000	0	7618	67	0.000	0.000	0	12444
23	0.000	-0.001	0	7670	68	-0.001	0.001	0	12446
24	0.000	0.001	0	7676	69	0.000	0.001	0	12475
25	0.001	0.000	0	7685	70	-0.002	0.000	0	12486
26	0.001	-0.001	0	7693	71	0.001	0.000	0	12492
27	0.000	0.001	0	7730	72	-0.001	0.000	0	12531
28	0.000	0.000	0	7733	73	-0.001	0.000	0	12583
29	0.000	-0.001	0	7759	74	-0.001	0.001	0	12608
30	0.001	0.000	0	7783	75	-0.001	-0.001	0	12643
31	-0.001	-0.001	0	7788	76	-0.001	0.000	0	12656
32	0.000	0.001	0	7807	77	0.000	0.000	0	12687
33	0.000	-0.001	0	8804	78	0.000	0.000	0	13620
34	0.000	0.000	0	8844	79	-0.001	0.001	0	13647
35	0.000	0.000	0	8851	80	-0.002	0.000	0	13651
36	0.000	0.000	0	8853	81	-0.001	0.000	0	13674
37	0.001	-0.001	0	8884	82	0.001	0.000	0	13678
38	0.001	0.001	0	8922	83	0.002	0.001	0	13745
39	0.000	0.000	0	8962	84	-0.001	-0.002	0	13758
40	0.001	0.000	0	8993	85	0.001	0.000	0	13779
41	0.000	0.000	0	9921	86	0.000	-0.001	0	13840
42	0.000	-0.001	0	10008	87	0.001	0.000	0	13844
43	0.001	0.000	0	10050	88	-0.001	0.000	0	65100
44	-0.002	0.000	0	10060	89	0.001	0.000	0	124102
45	0.001	-0.001	0	10066					

- Më poshtë kemi ndërtuar një **grafik të ndryshimeve** (ΔN , ΔE , Δh):

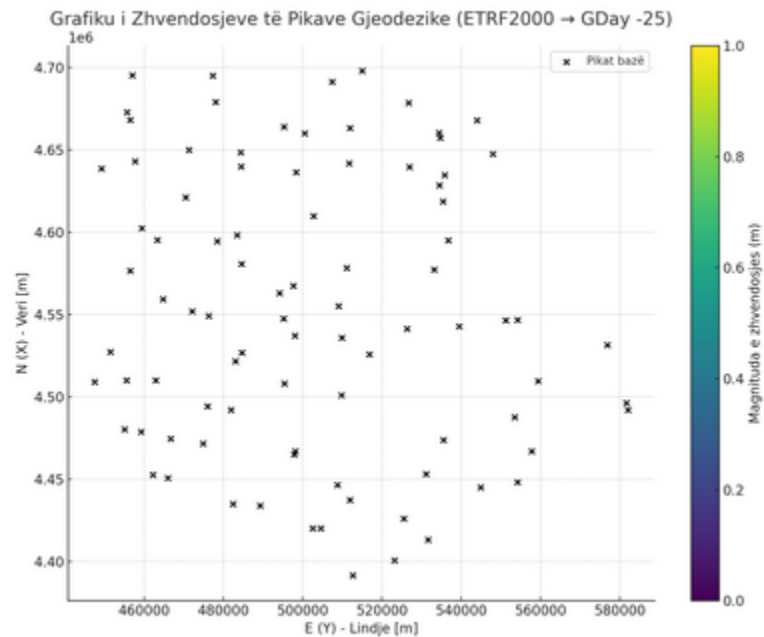


Figura 54 - Grafiku i ndryshimit të koordinatave

6.5.2 Transformimi i koordinatave duke përdorur modelin e kolokacionit nga ALB86 në KRGJSH

Më poshtë paraqiten hapat e ndjekur për transformimin e koordinatave nga referenca Gjeodezike Alb86 në KRGJSH (ETRF2014).

Seven Parameters of the spatial Helmert Transformation by Bursa-Wolf
 Alb86 --> ETRF2014
 137 identical points

Coordinate Frame Rotation
 3 translations, 3 rotations, scale correction
 -297.561869 X vector [m]
 303.148608 Y vector [m]
 121.571679 Z vector [m]
 -7.50239701 X angle [sec]
 -11.76062599 Y angle [sec]
 12.61310173 Z angle [sec]
 -2.8605810 Scale [ppm]

Coordinate Frame Rotation
 Rotation matrix [rad]
 1.000000000000 -0.00006115004 -0.00005701712
 0.00006115004 1.000000000000 0.00003637265

0.00005701712 -0.00003637265 1.00000000000

Ellipsoid parameter of the source reference system

Ellipsoid: Krassowsky (1940)
Major Semi Axis: 6378245.0000000
Minor Semi Axis: 6356863.0187700
Flattening [1/f]: 298.29999995749

Ellipsoid parameter of the target reference system

Ellipsoid: GRS80 (1980)
Major Semi Axis: 6378137.0000000
Minor Semi Axis: 6356752.3141403
Flattening [1/f]: 298.25722210023

Geographic coordinates [deg] in the source reference system

Number, longitude [deg], latitude [deg], ellipsoidal height [m]

502	20.05524016	39.91791719	282.9060
518	20.30030915	39.96971619	610.9400
532	20.03088612	39.91712063	52.6850
547	20.37109149	39.85460478	466.4220
576	20.27155867	39.74058740	459.9100
1721	20.14911423	39.65985843	156.9500
5121	19.47953626	42.39188613	1154.8400
5256	19.72543649	42.39068627	1773.7460
5322	20.18396406	42.41743411	803.7000
5332	20.09129970	42.35850044	348.5080
6331	19.46481609	42.19127177	73.9730
6333	19.47455149	42.14798320	25.4680
6462	19.73459430	42.24724057	1425.9000
6484	19.94395954	42.11265625	1143.2200
6534	20.32498186	42.24135795	544.0740
6583	20.14574726	42.10435093	974.7460
6585	20.00713290	42.07652850	944.1960
6592	20.41699316	42.07755130	370.4740
6611	20.53384322	42.14697474	372.5000
7530	19.49199386	41.92307948	274.6280
7532	19.39028658	41.88123164	23.5720
7618	19.65536461	41.98512786	176.0150
7670	19.64682636	41.72594582	11.4270
7676	19.81288082	41.97213349	637.2270
7685	19.81468389	41.89448376	418.2070
7693	19.98096332	41.86482730	732.6690
7730	20.14285871	41.91226829	810.0400
7733	20.32570059	41.89180946	627.0450
7759	20.41638924	41.79228724	1102.2720
7783	20.42659081	41.70247100	934.5950
7788	20.43319088	41.84670678	1224.5080
7807	20.57985269	41.96169290	1385.5230
8804	19.51512963	41.55656793	202.4480
8844	19.80332428	41.51917170	1150.8900
8851	19.74334411	41.48591813	111.8610
8853	19.56160376	41.49235676	83.5230
8884	19.81743926	41.36369908	179.1520

8922	20.03366842	41.62475528	285.4490
8962	20.44181340	41.49131439	829.8050
8993	20.13394440	41.34020171	1392.3010
9921	19.48212582	41.32391648	14.0000
10008	19.66896926	41.10296369	311.6160
10050	19.97354227	41.24405610	856.5000
10060	19.93138326	41.20370239	724.7030
10066	19.58149834	41.16875543	105.6470
10087	19.71953900	41.07851550	190.4700
10093	19.94459279	41.06438283	312.0200
10119	20.39816513	41.33140203	1398.2740
10153	20.10958144	41.13312206	397.5620
10190	20.47141489	41.01961675	881.6640
10195	20.31430021	41.00779516	1663.9810
10229	20.61033716	41.05262223	1124.9640
10230	20.64601153	41.05566177	784.9430
11125	19.42556186	40.88078047	11.8320
11137	19.47594108	40.72632799	99.9790
11138	19.38029300	40.71574825	11.3480
11230	19.97853481	40.97011175	155.7370
11255	19.81886475	40.87622141	140.3240
11267	19.79988908	40.83112623	225.6340
11292	19.56198515	40.72456168	44.0390
11298	19.94675494	40.70815672	240.4760
11329	20.11862279	40.95837128	421.2450
11349	20.20070904	40.86891031	491.0380
11422	20.91361223	40.91629607	1161.0480
11463	20.70498302	40.72087096	940.0450
12339	19.47192021	40.45726715	15.2750
12444	19.71770412	40.58373871	603.9970
12446	19.78746594	40.56365038	531.3840
12475	19.52122747	40.44497778	381.9650
12486	19.60947424	40.40701401	374.8610
12492	19.70501133	40.38056783	621.2460
12531	20.11653182	40.64480723	857.0400
12583	20.41948817	40.39959375	1344.9600
12608	20.97015759	40.55949992	952.0150
12643	20.96622346	40.59820392	926.8450
12656	20.63213280	40.52397706	1224.1110
12687	20.68150564	40.33683630	1037.3910
13620	19.97590213	40.32122166	524.4400
13647	19.55726460	40.20876370	1448.7400
13651	19.60236178	40.19106402	971.2720
13674	19.87567729	40.04150406	332.8320
13678	19.79528529	40.05064704	103.1740
13745	20.36741727	40.21268205	577.5220
13758	20.10440057	40.15470024	310.5980
13779	20.14164511	40.07332792	383.9610
13840	20.63768383	40.16773589	1053.9610
13844	20.52872824	40.13931183	848.2410
65100	20.42098240	42.05203976	376.5010
124102	19.97960710	40.33779335	361.0360
508	20.06970586	39.82486075	5.8100

514	20.01049400	39.98131175	169.6500
536	20.03379683	39.89195833	86.2800
6328	19.42555886	42.23838617	82.1400
6343	19.38408431	42.00408439	34.9500
7634	19.62901736	41.90861028	65.7300
7719	20.39831161	41.97177178	777.3400
7734	20.36220969	41.92528958	539.2200
7737	20.36766850	41.89447203	1101.5700
7756	20.33615950	41.82258758	869.8300
7760	20.37206272	41.79742822	845.5000
7770	20.39152839	41.74419850	775.7700
7771	20.33581036	41.73323719	515.0300
7781	20.38220956	41.71437358	550.9000
7782	20.34499239	41.70650864	460.2400
7784	20.35083022	41.68128339	515.5000
7785	20.37481239	41.69059589	502.6600
8722	19.47941522	41.55188203	167.6800
8815	19.96778772	41.65039292	304.0600
8835	19.77158481	41.56975658	762.6600
8836	19.72842508	41.56416031	271.9100
8899	19.98924986	41.56840417	437.9300
8903	20.47249492	41.58749508	572.8400
8927	20.44042733	41.62057056	710.6500
8929	20.05048550	41.59551706	338.4000
8937	20.44674483	41.58637681	566.8800
8944	20.43498664	41.55421033	476.8400
8950	20.28987831	41.52568022	776.1700
8976	20.06533525	41.45025319	971.0500
10054	19.57780539	41.21110433	146.6000
10065	19.52983208	41.18049064	8.8900
10073	19.60323514	41.14397047	98.6600
11128	19.41950744	40.80647269	4.3800
11139	19.42656256	40.69948408	0.9300
11220	19.58447833	40.84632392	112.2900
11234	19.88552397	40.95164244	197.5400
11237	19.72848339	40.93874278	261.5700
11261	19.93262097	40.84432086	165.8500
11460	20.72278950	40.83001044	1044.0500
12333	19.42047664	40.50969908	81.0200
12437	19.75302539	40.59123303	388.0500
12460	19.62234131	40.48750219	406.9600
12496	19.66900269	40.36281528	331.4900
12497	19.83985433	40.36147981	440.7600
12647	20.75486297	40.57006836	948.0400
13666	19.78077558	40.11867489	703.0400
65106	20.36842033	42.04190192	826.9000
88105	19.98911603	41.62602611	301.2600

Geographic coordinates [deg] in the target reference system
Number, longitude [deg], latitude [deg], ellipsoidal height [m]

502	20.05370206	39.91744108	315.7180
518	20.29878758	39.96923986	644.8930
532	20.02934761	39.91664339	85.4360

547	20.36954936	39.85412803	499.4640
576	20.27001831	39.74011872	492.2050
1721	20.14758775	39.65938400	188.2480
5121	19.47793653	42.39142414	1195.4260
5256	19.72383561	42.39021972	1815.8400
5322	20.18236072	42.41698019	847.2740
5332	20.08969742	42.35804422	391.1490
6331	19.46322014	42.19080783	112.4220
6333	19.47295831	42.14751861	63.6720
6462	19.73299300	42.24678014	1465.7490
6484	19.94236686	42.11219581	1184.1430
6534	20.32338861	42.24090669	587.4720
6583	20.14415411	42.10389228	1017.2030
6585	20.00554094	42.07606806	985.4070
6592	20.41540303	42.07709861	413.6980
6611	20.53225497	42.14652550	415.9440
7530	19.49040239	41.92261061	311.5100
7532	19.38869592	41.88076128	59.8990
7618	19.65377397	41.98466358	214.1360
7670	19.64524189	41.72547681	47.3250
7676	19.81128944	41.97166769	676.2890
7685	19.81309797	41.89401761	456.9430
7693	19.97937725	41.86436483	772.7920
7730	20.14126761	41.91180869	851.8690
7733	20.32411711	41.89135331	669.4880
7759	20.41480869	41.79183089	1144.9220
7783	20.42501525	41.70201106	976.8660
7788	20.43160917	41.84625044	1267.2000
7807	20.57826758	41.96123722	1429.7790
8804	19.51355011	41.55609503	237.4090
8844	19.80174544	41.51870108	1188.3170
8851	19.74176800	41.48544758	148.3050
8853	19.56002686	41.49188381	118.5920
8884	19.81586767	41.36322914	215.5460
8922	20.03209047	41.62429089	324.8800
8962	20.44024108	41.49085283	871.4280
8993	20.13237181	41.33973400	1431.7670
9921	19.48055381	41.32344125	49.6410
10008	19.66740297	41.10249056	346.2200
10050	19.97197242	41.24358697	894.0840
10060	19.92981397	41.20323208	761.3820
10066	19.57993139	41.16828144	140.0590
10087	19.71797500	41.07804317	225.1250
10093	19.94302789	41.06391117	348.0510
10119	20.39659347	41.33093786	1439.4860
10153	20.10801617	41.13265361	434.0930
10190	20.46984975	41.01915497	921.6190
10195	20.31273422	41.00733083	1703.1740
10229	20.60877092	41.05215878	1165.6880
10230	20.64444531	41.05519794	825.7110
11125	19.42399650	40.88030367	45.7180
11137	19.47438122	40.72584931	133.9890
11138	19.37873092	40.71526794	45.3220

11230	19.97697208	40.96964203	191.6670
11255	19.81730342	40.87574861	175.2360
11267	19.79832811	40.83065197	260.1330
11292	19.56042536	40.72408528	78.1740
11298	19.94519958	40.70768458	276.1240
11329	20.11706117	40.95790264	458.1520
11349	20.19915411	40.86844156	528.2460
11422	20.91204492	40.91582947	1202.5920
11463	20.70342769	40.72040831	979.7630
12339	19.47036650	40.45678606	49.4400
12444	19.71614944	40.58326189	638.8640
12446	19.78591278	40.56317406	566.4140
12475	19.51967572	40.44449633	416.3470
12486	19.60792300	40.40653481	409.5080
12492	19.70345969	40.38008883	656.2320
12531	20.11497931	40.64433467	892.9610
12583	20.41793797	40.39912328	1381.6740
12608	20.96860919	40.55904061	991.8500
12643	20.96467239	40.59774400	966.8560
12656	20.63057911	40.52351167	1262.7180
12687	20.67995664	40.33636894	1075.0360
13620	19.97435797	40.32074997	558.9910
13647	19.55571603	40.20828478	1482.4800
13651	19.60084053	40.19058206	1005.6510
13674	19.87413650	40.04102392	366.4570
13678	19.79373564	40.05016217	136.5170
13745	20.36587031	40.21221069	613.0000
13758	20.10285467	40.15422692	344.9990
13779	20.14010094	40.07285347	418.0380
13840	20.63613300	40.16726692	1090.2970
13844	20.52718167	40.13884544	883.5900
65100	20.41939258	42.05158647	419.7700
124102	19.97806261	40.33731514	396.2760
508	20.06817013	39.82438465	37.6200
514	20.00895313	39.98083822	202.9900
536	20.03225972	39.89148295	118.9000
6328	19.42395974	42.23792461	120.8700
6343	19.38248835	42.00361551	72.2400
7634	19.62742852	41.90814391	103.2700
7719	20.39672525	41.97131817	819.8130
7734	20.36061606	41.92483362	583.5330
7737	20.36608468	41.89400807	1144.1800
7756	20.33457780	41.82213066	912.2500
7760	20.37048331	41.79697205	887.9600
7770	20.38995037	41.74373999	817.8200
7771	20.33423226	41.73277796	556.4890
7781	20.38063345	41.71391469	592.9720
7782	20.34342185	41.70604944	502.1410
7784	20.34925352	41.68082780	557.2670
7785	20.37323697	41.69013606	544.5730
8722	19.47783584	41.55140859	202.5900
8815	19.96620862	41.64992984	343.0400
8835	19.77000610	41.56928611	799.9500

8836	19.72684712	41.56368975	308.5620
8899	19.98767178	41.56793918	476.9900
8903	20.47092137	41.58703470	614.9670
8927	20.43885233	41.62011141	752.7500
8929	20.04890877	41.59505212	378.1600
8937	20.44517106	41.58591669	608.8400
8944	20.43341356	41.55375020	518.2400
8950	20.28830169	41.52521846	817.3200
8976	20.06376205	41.44978646	1010.4800
10054	19.57623739	41.21063123	181.0900
10065	19.52826520	41.18001636	43.0500
10073	19.60166921	41.14349687	133.0800
11128	19.41794396	40.80599690	38.3600
11139	19.42500244	40.69900465	34.4500
11220	19.58291727	40.84584917	145.8400
11234	19.88396118	40.95117151	232.8700
11237	19.72692025	40.93826987	295.4800
11261	19.93106262	40.84384850	201.2900
11460	20.72123100	40.82955047	1084.4700
12333	19.41892122	40.50921770	115.0500
12437	19.75147106	40.59075751	423.6700
12460	19.62078844	40.48702346	441.4700
12496	19.66745740	40.36233577	366.3200
12497	19.83830307	40.36100376	475.9600
12647	20.75331196	40.56960511	987.3000
13666	19.77922767	40.11820079	737.3000
65106	20.36683201	42.04144714	869.6240
88105	19.98753717	41.62556212	340.5200

Residuals between the coordinates of the source and target reference systems

No. (source)	No. (target)	dX [m]	dY [m]	dZ[m]
502	502	-0.5212	-0.2506	-0.1709
518	518	-0.9911	1.1822	-0.7370
532	532	-0.4004	-0.2562	-0.1986
547	547	-0.8804	-0.9351	-1.3298
576	576	-1.4287	-1.2230	-0.3049
1721	1721	-1.6136	-0.2035	-0.6230
5121	5121	0.5975	0.0380	0.9300
5256	5256	1.3444	0.2416	0.5120
5322	5322	0.3385	-0.3410	0.4120
5332	5332	0.2372	-0.4372	0.1755
6331	6331	-0.2479	-0.4017	0.0072
6333	6333	-0.3584	-0.2890	-0.1166
6462	6462	-0.2660	-0.6865	-0.0947
6484	6484	0.0709	-0.1068	0.1152
6534	6534	-0.1396	-0.0093	0.4241
6583	6583	0.5349	-0.0090	0.4159
6585	6585	0.1920	-0.0874	0.1355
6592	6592	-0.0410	-0.0506	0.2795
6611	6611	-0.6725	0.0257	-0.0243
7530	7530	-0.4922	-0.6279	-0.7060
7532	7532	-0.4157	-0.6248	-0.6233

7618	7618	-0.5512	-0.4655	-0.4221
7670	7670	-1.2384	-0.7112	-1.4377
7676	7676	-0.1576	-0.3931	-0.5631
7685	7685	-0.3047	-0.1402	-0.5785
7693	7693	0.0481	-0.0731	0.0134
7730	7730	0.6335	-0.2034	0.5221
7733	7733	0.1908	0.2508	0.4580
7759	7759	0.2771	0.3624	0.4921
7783	7783	0.3384	0.6270	0.1673
7788	7788	0.1437	0.3328	0.2820
7807	7807	0.5881	0.4524	0.3760
8804	8804	-0.9829	-0.5098	-1.2510
8844	8844	-0.1139	-0.1789	-0.5664
8851	8851	-0.6024	-0.2458	-0.8662
8853	8853	-0.9234	-0.4025	-1.1882
8884	8884	-0.6788	-0.1308	-0.7922
8922	8922	-0.0119	0.0897	-0.1037
8962	8962	0.4356	0.4931	0.1791
8993	8993	0.5463	0.2322	0.1079
9921	9921	0.1600	0.0664	-0.1089
10008	10008	-0.7952	-0.2296	-0.7422
10050	10050	-0.0613	0.0244	-0.2448
10060	10060	-0.4113	-0.1435	-0.6275
10066	10066	-0.7908	-0.1512	-0.7624
10087	10087	-0.9424	-0.1437	-0.7944
10093	10093	-0.5487	-0.1288	-0.7990
10119	10119	0.8323	0.3937	0.3918
10153	10153	-1.0270	-0.1978	-1.1599
10190	10190	0.2647	0.0484	0.3746
10195	10195	0.3423	0.0354	0.4312
10229	10229	0.4873	0.1148	0.0132
10230	10230	0.4538	0.0870	-0.1696
11125	11125	0.1694	-0.2687	0.2724
11137	11137	0.5098	0.0129	0.4632
11138	11138	0.9439	-0.0505	0.7654
11230	11230	-0.6465	-0.1861	-0.5638
11255	11255	-0.5232	-0.2039	-0.4725
11267	11267	-0.5601	-0.2739	-0.6345
11292	11292	0.2195	-0.1026	0.3532
11298	11298	-0.1072	0.1100	0.0171
11329	11329	-0.4085	-0.0227	-0.4228
11349	11349	-0.3616	0.3981	-0.3262
11422	11422	0.8788	-0.1456	-0.6829
11463	11463	0.0573	0.1813	-0.0052
12339	12339	1.3518	0.2755	1.2313
12444	12444	0.5682	0.1932	0.5524
12446	12446	0.4781	0.2398	0.4458
12475	12475	1.3632	0.4463	1.1677
12486	12486	1.2526	0.3585	1.2496
12492	12492	1.2988	0.2859	1.1431
12531	12531	-0.2721	0.1888	-0.3970
12583	12583	-0.0794	-0.0776	-0.3158
12608	12608	-0.5613	0.1909	-0.3749

12643	12643	-0.4090	0.0932	-0.4112
12656	12656	0.1267	-0.0642	-0.0180
12687	12687	-0.1794	-0.1955	-0.4684
13620	13620	-0.2856	0.2179	0.4306
13647	13647	1.1447	0.2015	1.5783
13651	13651	0.9747	2.5345	1.5704
13674	13674	0.5597	0.2076	0.4454
13678	13678	1.1323	-0.3728	0.1942
13745	13745	-0.3203	-0.3402	-0.3942
13758	13758	-0.1158	-0.2817	0.1226
13779	13779	-0.2052	-0.3417	-0.0960
13840	13840	-0.3714	-0.8154	-0.7313
13844	13844	-1.0005	-0.7294	-0.5641
65100	65100	0.0809	-0.0301	0.3210
124102	124102	0.6093	0.5389	0.2515
508	508	-1.0885	-0.4739	-0.5946
514	514	-0.2804	-0.2713	0.3913
536	536	-0.6009	-0.2576	-0.0575
6328	6328	-0.1556	-0.5495	0.4138
6343	6343	-0.0069	-0.6948	-0.2234
7634	7634	-0.5867	-0.4822	-0.6263
7719	7719	-0.2920	-0.0063	0.1208
7734	7734	1.5936	-0.0630	1.4541
7737	7737	0.7248	0.4549	-0.2597
7756	7756	0.3264	0.3287	0.5517
7760	7760	0.2110	0.4330	0.5568
7770	7770	0.1416	0.4136	0.1644
7771	7771	-0.0339	0.3023	-0.0121
7781	7781	0.2415	0.5428	0.2751
7782	7782	0.1045	0.9642	0.3246
7784	7784	-0.0104	0.3245	0.5877
7785	7785	0.2608	0.5575	0.1965
8722	8722	-0.8787	-0.4694	-1.1562
8815	8815	-0.2836	-0.0533	-0.0798
8835	8835	-0.2601	-0.1372	-0.6738
8836	8836	-0.5781	-0.2255	-0.9063
8899	8899	0.0341	-0.0125	-0.0208
8903	8903	0.4135	0.5647	0.1713
8927	8927	0.3406	0.4882	0.3031
8929	8929	0.2545	0.2363	0.0866
8937	8937	0.3555	0.5202	0.2020
8944	8944	0.0653	0.3990	-0.0217
8950	8950	0.5508	0.2269	0.4262
8976	8976	0.3717	0.3250	0.1212
10054	10054	-0.8713	-0.1805	-0.7550
10065	10065	-0.8421	-0.1386	-0.7621
10073	10073	-0.8308	-0.1302	-0.7441
11128	11128	0.3313	-0.2028	0.6824
11139	11139	0.4259	-0.0982	0.3855
11220	11220	-0.6644	-0.2672	-0.3768
11234	11234	-0.6931	-0.2366	-0.5798
11237	11237	-1.1099	-0.4225	-0.9252
11261	11261	-0.4804	-0.0008	-0.5032

11460	11460	0.1174	0.1675	0.2683
12333	12333	1.3166	0.2334	1.1868
12437	12437	0.9015	0.3425	0.9627
12460	12460	0.9145	0.2685	0.8891
12496	12496	1.1964	0.7685	1.2100
12497	12497	0.9384	0.1203	0.9736
12647	12647	-0.0777	0.1774	-0.1232
13666	13666	0.8475	-0.1246	1.5691
65106	65106	-0.0921	0.0454	0.1111
88105	88105	-0.0209	0.0117	0.0111

Quality criteria

3.1369 Maximum spatial residual [m]

0.8524 Average spatial residual [m]

0.5786 Root Mean Square residual (RMS) [m]

Grafiku 3D i Rezidualëve të Transformimit Helmert ALB86 → ETRF2014

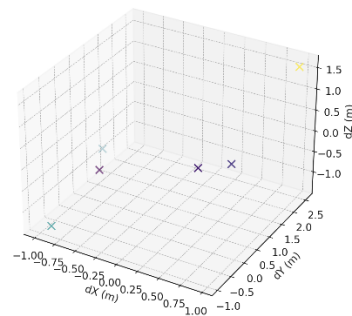


Figura 55 - Grafiku 3D i rezidualëve të Transformimit Helmert ALB86-KRGJSH

Ky grafik 3D paraqet rezidualët e mbetura (ΔX , ΔY , ΔZ) pas transformimit Helmert nga ALB86 në KRGJSH, ku çdo pikë përfaqëson një stacion gjeodezik.

Shpërndarja 2D e Rezidualëve (dX, dY) për Transformimin Helmert ALB86 → ETRF2014

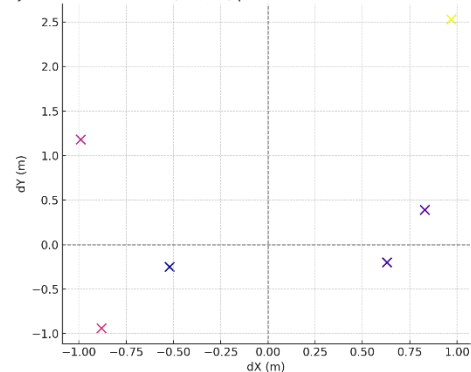


Figura 56 - Shpërndarja 2D e Rezidualëve (ΔX , ΔY) për transformimin Helmert ALB86-KRGJSH

Ky grafik 2D paraqet shpërndarjen horizontale të rezidualëve në drejtimet ΔX (lindje-perëndim) dhe ΔY (veri-jug) pas transformimit Helmert.

Pikat afër origjinës (0,0) kanë shformime minimale, ndërsa pikat më larg tregojnë deformime më të mëdha horizontale.

7 KONKLUSIONE DHE REKOMANDIME

7.1 Konkluzione

Nga analiza e realizuar për transformimin e referencave gjeodezike të Republikës së Shqipërisë me metodën e kolokacionit, mund të nxirren disa përfundime thelbësore që lidhen si me saktësinë, ashtu edhe me efikasitetin e kësaj metode në përpunimin e të dhënave gjeodezike, ku **metoda e kolokacionit**:

- **Ofron një qasje të avancuar** për përcaktimin e parametrave të transformimit midis sistemeve koordinative.
- **Siguron një përafrim më të qëndrueshëm dhe më të saktë** krahasuar me modelet klasike (si Helmert 2D, Helmert 3D dhe modeli afino-linear), veçanërisht në zona ku shpërndarja e pikave referuese nuk është uniforme.
- **Redukton ndjeshëm devijimet mesatare** ndërmjet koordinatave të transformuara dhe atyre të referencës, që dëshmon për efikasitetin e metodës në kushtet gjeodezike të Shqipërisë.
- **Modelon me saktësi** ndikimet lokale që nuk përfshihen në modelet deterministike, pasi kjo metodë është veçanërisht e përshtatshme për zona me morfologji të ndryshme (fusha, kodra, male).
- Aplikimi i saj kontribuon në **unifikimin e sistemeve gjeodezike kombëtare**, duke mundësuar përdorimin e përbashkët të të dhënave nga rrjete të ndryshme matjesh dhe epokash.

Në përfundim, Kolokacioni është një **metodë moderne dhe e besueshme** për përmirësimin e transformimeve gjeodezike në Shqipëri, duke krijuar bazën për harmonizimin e sistemeve të vjetra me ato bashkëkohore (nga ALB86 në KRGJSH).

7.2 Rekomandime

Bazuar në rezultatet e analizës dhe në përfundimet e mësipërme, paraqiten disa rekomandime për përdorim praktik dhe zhvillim të mëtejshëm të metodës:

Zgjerimi i bazës së të dhënave me pika referuese të shpërndara në mënyrë të barabartë në të gjithë territorin e vendit, për të rritur stabilitetin e modelit kolokacional.

Integrimi i kolokacionit në programet kombëtarë të përpunimit gjeodezik, me qëllim standardizimin e transformimeve ndërmjet sistemeve të ndryshme koordinative.

Kombinimi i metodës së kolokacionit me modele gravimetrike dhe gjeoidale, për të përmirësuar saktësinë vertikale dhe për të ndërtuar një sistem të integruar pozicionimi.

Azhornimi periodik i parametrave të transformimit, duke marrë parasysh ndryshimet që ndodhin si pasojë e lëvizjeve tektonike, ndryshimeve të rrjeteve GPS dhe përmirësimeve teknologjike.

Zhvillimi i trajnimeve profesionale për specialistët gjeodet mbi përdorimin e metodës së kolokacionit, në mënyrë që të sigurohet një zbatim uniform në të gjithë institucionet përkatëse.

Në përfundim, rekomandohet që kolokacioni të bëhet një komponent standard i procesit të transformimeve gjeodezike në Shqipëri, duke kontribuar në konsistencën, saktësinë dhe besueshmërinë e të dhënave hapësinore në nivel kombëtar.

8 LITERATURA

Literatura e përdorur.

- [1] B. Nurçe, Studim i zhvillimit të referencave koordinative të Shqipërisë, Tiranë: Universiteti Politeknik i Tiranës, 2012.
- [2] Instituti Gjeografik Ushtarak i Shqipërisë (IGJUSH); Instituti Gjeografik i Firences (IGMF), "Raport teknik mbi bashkëpunimin IGJUSH–IGMF për përcaktimin e pikave të rrjetit gjeodezik dhe transformimin e referencave koordinative në territorin e Shqipërisë," IGJUSH & IGMF, Shqipëri, 2008.
- [3] W. Torge and J. Müller, Geodesy (4th edition), Berlin: De Gruyter, 2012.
- [4] W. A. Heiskanen and H. Moritz, Physical Geodesy, San Francisco: W. H. Freeman and Co., 1967.
- [5] C. . D. Ghilani, Adjustment Computations: Spatial Data Analysis (6th edition), Hoboken: John Wiley & Sons, Inc., 2020.
- [6] W. A. Heiskanen and H. Moritz, Physical Geodesy, San Francisco: W. H. Freeman and Co., 1967.
- [7] Defense Mapping Agency Aerospace Center (DMAAC), "Satellite Survey Report for the Republic of Albania," U.S. Department of Defense, United States of America, 1994.
- [8] Autoriteti Shtetëror për Informacionin Gjeohapsinor (ASIG), "Udhëzues Nr. 3, datë 06.09.2013 – Për përcaktimin e pikave gjeodezike me ndihmën e sistemeve globale satelitore të navigimit (GNSS)," Autoriteti Shtetëror për Informacionin Gjeohapsinor (ASIG), Tiranë, 2013.
- [9] B. Hofmann-Wellenhof and H. Moritz, Physical Geodesy (2nd edition), Vienna: Springer, 2006.
- [10] EUREF Sub-Commission, "EUREF-CRODYN Project Report (1998 Campaign)," European Reference Frame Coordination Center, Warsaw, 1999.
- [11] Këshilli i Ministrave i Republikës së Shqipërisë, "Vendimi Nr. 669, datë 7.8.2013 (i ndryshuar) – Për miratimin e Kornizës Referuese Gjeodezike Shqiptare (KRGJSH)," Këshilli i Ministrave, Tiranë, 2013.
- [12] B. Nurçe, Development of Classical and Modern Geodetic Reference Systems of Albania, Zürich: Springer International Publishing, 2023.

- [13] EUREF — IAG Reference Frame Sub-commission for Europe, "XXth EUREF Symposium, Gävle, June 2–5 2010:," EUREF / Lantmäteriet (Sweden), Gävle, 2010.
- [14] University of Wisconsin–Madison, Physical Mapping Unit (PMU); Instituti Gjeografik Ushtarak i Shqipërisë (IGJUSH), "Final Geodetic Report on GPS Observations in Albania," University of Wisconsin–Madison, Physical Mapping Unit (PMU) & IGJUSH, Wisconsin, 1998.
- [15] W. . E. Featherstone and S. J. Claessens, "Coordinate frames, datums, and geodetic transformations," *Journal of Geodesy*, vol. 82, no. 12, p. 783–802, 2008.
- [16] C. Boucher and . Z. Altamimi, "Memo: Specifications for reference frame fixing in the analysis of a EUREF GPS campaign," International Earth Rotation and Reference Systems Service (IERS) / EUREF, Paris, 2007.
- [17] Departamenti i Gjeodezisë, Fakulteti i Inxhinierisë së Ndërtimit (DGJ-FIN); Autoriteti Shtetëror për Informacionin Gjeohapsinor (ASIG), "Raport teknik i matjeve GNSS dhe transformimeve të KRGJSH (2023–2025)," Departamenti i Gjeodezisë, Fakulteti i Inxhinierisë së Ndërtimit (DGJ-FIN) & ASIG, Tiranë, 2025.
- [18] H. Moritz, *Advanced Physical Geodesy*, Karlsruhe: Herbert Wichmann Verlag, 1980.
- [19] Trimble Inc., *Trimble TSC7 Controller User Guide*, Westminster: Trimble Inc., 2022.
- [20] G. Seeber, *Satellite Geodesy* (2nd edition), Berlin: Walter de Gruyter, 2003.
- [21] Q. Skuka, *Referencat Koordinative Gjeodezike*, Tiranë: Departamenti Gjeodezisë, Fakulteti i Inxhinierisë së Ndërtimit, Universiteti Politeknik i Tiranës., 2024.
- [22] G. Xu and Y. Xu, "Coordinate and Time Systems," in *GPS: Theory, Algorithms and Applications*, 3rd ed., Berlin, Heidelberg, Springer, 2016, pp. 17-36.
- [23] G. Qirjazi, *Metodika mbi krijimin dhe kompensimin e rrjeteve aktive të GPS (VRS dhe CORS)*, Tiranë: Universiteti Politeknik i Tiranës, 2022.
- [24] D. D. McCarthy, "IERS Conventions (1996)," *IERS Technical Note*, vol. 21, pp. 1-95, 1996.
- [25] B. H. Wellen Hof, H. Lichtenegger and E. Wasle, *GNSS – Global Navigation Satellite Systems: GPS, GLONASS, Galileo, and More*, Vienna: Springer, 2008.
- [26] W. H. F. Smith and P. Wessel, "Gridding with a tensioned spline in tension," *Geophysics*, vol. 55, no. 3, p. 293–305, 1990.
- [27] G. Software, *Surfer 7 User's Guide*, Golden: Golden Software Inc., 2002.

- [28] R. H. Rapp, *Geometric Geodesy, Part II*, Ohio: Department of Geodetic Science and Surveying, The Ohio State University, 1993.
- [29] P. Collier, "Development of Australia's National GDA94 Transformation Grids," University of Melbourne, Melbourne, 2002.
- [30] P. Collier, V. . S. Argeseanu and F. J. Leahy, "Distortion modelling and the transition to GDA94," *The Australian Surveyor*, vol. 43, no. 1, p. 29–40, 1998.
- [31] P. Collier and D. Mitchel, "GDAit (GDA94 Interpolation), User's Guide," Department of Geomatics, University of Melbourne, Melbourne, 2000.
- [32] W. Torge and J. Müller, *Geodesy* (4th ed.), Berlin: De Gruyter, 2012.
- [33] I. . C. Briggs, "Machine contouring using minimum curvature," *Geophysics*, vol. 39, no. 1, p. 39–48, 1974.
- [34] R. Fraser, "Grid Extractor (NTv2 Distortion Grid Extraction Software), User's Guide, Version 1.0," Department of Natural Resources and Mines, Queensland, Brisbane, 2001.
- [35] C. . J. Swain, "A Fortran IV program for interpolating irregularly spaced data using the difference equations for minimum curvature," *Computers & Geosciences*, vol. 1, no. 1, p. 231–240, 1978.
- [36] Intergovernmental Committee on Surveying and Mapping (ICSM), "GDAy Datum Transformations: GDA94 Datum Transformation Software User's Guide," ICSM – Geodesy Working Group, 2016.