



REPUBLIKA E SHQIPËRISË
UNIVERSITETI POLITEKNIK I TIRANËS
Fakulteti i Inxhinierisë së Ndërtimit
Departamenti i GJEODEZISË



TEZA për të fituar gradën: “DOKTOR I SHKENCAVE”

Paraqitur nga: Bilbil NURÇE

Udhëhequr nga: Prof. Assoc. Qemal SKUKA

Përgatitur në: Departamentin e GJEODEZISË

STUDIM I ZHVILLIMIT TË REFERENCAVE
KOORDINATIVE TË SHQIPËRISË

Tiranë, 2012

Falenderime

Dëshiroj t'i shpreh mirënjohjen time të thellë udhëheqësit të doktoratës, Prof. Assoc. Qemal SKUKA për udhëzimet dhe mbështetjen shkencore të dhënë gjatë studimit, për orientimin e studimit tim drejt aspektit matematik të sistemeve koordinative referencë, si objekte themelore e të rëndësishme të gjeodezisë si dhe për ndihmesën e pakursyer në realizimin e doktoraturës

Dëshiroj të falenderoj përgjegjësën e Departamentit të Gjeodezisë, Prof. Assoc. Gëzim GJATA për mbështetjen dhe nxitjen për të realizuar këtë punim doktorate

U shpreh mirënjohje ish-pedagogëve dhe kolegëve të Departamentit të Gjeodezisë të FIN, Tiranë, që me njohuri të dhëna prej tyre, më kanë ndihmuar në ciklin e formimit universitar dhe pas-universitar

Falenderoj gjithashtu Z. Lorenc Zani, administrator i "Lorenzo & Co" ShPK, i cili më ka ndihmuar me pajisje dhe logjistikë, në realizimin e matjeve fushore GPS në disa zona të Shqipërisi si dhe përpunimin e tyre

U jam thellësisht mirënjohës bashkëshortes Alma dhe fëmijve Ina dhe Roi, për mbështetjen e tyre të madhe e të gjithëanshme, për kurajon dhe durimin e treguar gjatë gjithë periudhës së realizimit të këtij studimi

Deklaratë

Punimi i kësaj teze është pronë e autorit. Ky punim nuk është paraqitur në ndonjë shkallë kualifikimi, në ndonjë universitet ose institucion tjetër. Është vazhdim i punës së zhvilluar vite më parë në Departamentin e Gjeodezisë, prej Prof. Assoc. Q. Skuka, të pa-pasqyruar prej tij në ndonjë botim brenda apo jashtë vendit

Deklarauesi

Bilbil NURÇE

Përmbajtja

Falenderime.....	2
Deklaratë.....	3
Parathënie.....	8
1 Vështrim mbi referencat koordinative egzistuese.....	9
1.1 Baza koordinative e Shqipërisë, e ndërtuar nga IGUW, Austri.....	9
1.2 Baza koordinative e Shqipërisë, e ndërtuar nga IGUF, Itali.....	11
1.3 Baza koordinative shqiptare e ndërtuar nga ITU, Shqipëri.....	18
1.3.1 Baza mbështetëse në PLAN.....	18
1.3.2 Baza mbështetëse në LARTËSI.....	19
1.4 Fushatat matëse satelitore në Shqipëri.....	21
1.4.1 Fushata matëse e DMAAC, Tetor 1994.....	21
1.4.2 Fushata matëse e Universitetit Wisconsin, (PMU), Shkurt 1998.....	21
1.4.3 Fushata matëse EUREF, Shtator 1998.....	22
1.4.4 Fushata matëse IGMF –IGUSH, (vjeshtë 2007 – pranverë 2008).....	23
2 Analiza e modeleve të transformimit.....	26
2.1 Modeli 3-D me koordinata gjeocentrike (X, Y, Z).....	26
2.1.1 Transformimi Helmert 7-P.....	26
2.1.2 Molodensky-Badeka 7-P.....	26
2.2 Modeli 3-D me koordinata elipsoidike (ϕ, λ, h).....	26
2.2.1 Molodensky standard 3P ose 5P.....	26
2.2.2 Modeli elipsoidik 7P, R.JÄGER, S. KÄLBER.....	27
2.3 Transformimet 2-D.....	29
2.3.1 Transformimi 2D homogjen.....	29
2.3.2 Transformimi polynomial sipas E. Grafarend dhe R. Syffus.....	29
2.3.3 Metoda e “Kolokacionit” sipas katrorëve më të vegjël.....	30
3 Modelet e transformimit të koordinatave ndërmjet ALB86 dhe ETRF2000 (08).....	32
3.1 Transformimi 2-D Helmert $(N, E)_{ETRF2005} \leftrightarrow (N, E)_{ALB86}$	32
3.1.1 Ekuacionet lineare të transformimit Helmert për kalimin nga ALB86 në ETRF2000.....	32
3.1.2 Ekuacionet lineare të transformimit Helmert për kalimin nga ETRF2000 në ALB86.....	32
3.1.3 Polinomet transformuese për kalimin nga ALB86 në ETRF2000.....	32
3.2 Transformimi polynomial 2-D $(\varphi, \lambda)_{GRS80} \leftrightarrow (\varphi, \lambda)_{Krassowsky}$	33
3.2.1 Transformimi $(\varphi, \lambda)_{GRS80}$ në $(\varphi, \lambda)_{Krassowsky}$ nëpërmjet polinomit interpolues me dy variabla.....	33
3.2.2 Transformimi i $(\varphi, \lambda)_{GRS80}$ në $(\varphi, \lambda)_{Krassowsky}$ nëpërmjet polinomit interpolues Mikhail.....	34
3.3 Transformimi polynomial sipas E. Grafarend dhe R. Syffus.....	35
3.4 Transformimi i koordinatave këndrejt hapsinore (X,Y,Z).....	37
3.4.1 Transformimi 7-P Helmert (Burša-Wolf) i koordinatave 3-D (X,Y,Z).....	37

3.4.2 Transformimi 7-P Molodensky-Badeka i koordinatave 3-D (X,Y,Z)	40
3.5 Transformimi 7-P i koordinatave elipsoidike (ϕ,λ,h)	42
3.5.1 Transformimi 7-P Burša-Wolf i koordinatave 3-D elipsoidike (ϕ,λ,h).....	42
4 Transformimi i lartësive.....	43
4.1 Polinomi i interpolimit të lartësive.....	43
5 Testimi në terren i rezultateve të transformimit	45
6 Zgjedhja e projekcionit më të përshtatshëm hartografik për Shqipërinë	51
6.1 Përcaktimi i meridianit dhe shkallës së shformimit në meridianin qendror.....	51
6.1.1 Llogaritja e shkallës së shformimit (k) të projekcionit të pikës.....	51
6.1.2 Shformimet në largësitë e projektuara	54
6.1.3 Shformimet në sipërfaqet e projektuara.....	56
7 Rekomandime/Përfundime të përgjithshme.....	59
Literatura:.....	60

Lista e figurave

Fig. 1: Rrjeti i Triangolacionit rendi I sipas IGUW, 1868-98.....	9
Fig. 2: Rrjeti i Triangolacionit i rendit I, II, III sipas IGUW, 1913-18	10
Fig. 3: Baza veriore e Shkodrës, 1869	11
Fig. 4: Rrjeti i triangolacionit kufitar i rendit I, II, III sipas IGUF, 1922-25.....	12
Fig. 5: Fragment harte e brezit kufitar, shkalla 1: 50 000.....	12
Fig. 6: Rrjeti i triangolacionit i rendit I sipas IGUF, 1927-34	13
Fig. 7: Baza jugore e Dukatit, Vlorë.....	14
Fig. 8: Pika astronomike origjinë e Tiranës, 1927	14
Fig. 9: Skema e Rrjetit kl.1 dhe lartësitë gjeoid-elipsoid	16
Fig. 10: Skema e Rrjetit të Nivelimit 1930-32 & 1950-52	17
Fig. 11: Rrjeti i Triangolacionit (majtas) dhe Nivelacionit shtetëror (djathtas) sipas IGUSH, 1970 -86	19
Fig. 12: Rrjeti fillestar i nivelimit (rrjeti i hidrometrit dhe i kl. "zero").....	20
Fig. 13: Fushatat e matjeve satelitore në Shqipëri: 1994, 1998, 2002.....	22
Fig. 14: Rrjeti kryesor (RDN) dhe dendësues (RSN) i matjeve satelitore.....	23
Fig. 20: Kovarianca empirike dhe modeli teorik	31
Fig. 21: Interpolimi i shformimeve.....	31

Lista e tabelave

Tab. 1: Karakteristikat e rrjetit mbështetës në plan, sipas IGUF	14
Tab. 2: Gjerësitë, gjatësitë dhe azimutet astronomike të bazave Shkodër dhe Vlorë.....	16
Tab. 3: Karakteristikat e rrjetit mbështetës në plan sipas ish-ITU.....	18
Tab. 5: Koordinatat përfundimtare në ETRF2000, Epoka 2008.0	24
Tab. 6: Koordinatat e pikave të triangolacionit në ALB86.....	24
Tab. 7: Lartësitë e pikave të nivelimit në ALB86.....	24
Tab. 8: 7-parametrat Helmert për territorin e Shqipërisë	25
Tab. 10: Koordinatat e pikave të përbashkëta pëkatësisht (ϕ, λ) GRS80 dhe (ϕ, λ) Krassowsky.....	33
Tab. 11: Llogaritja e lartësive elipsoidike të përafërta në sistemin shqiptar	37
Tab. 12: Llogaritja e koordinatave këndrejtja hapsinore (X,Y,Z) GRS80	37
Tab. 13: Llogaritja e koordinatave këndrejtja hapsinore (X,Y,Z) Krassovsky.....	38
Tab. 14: Llogaritja e koordinatave këndrejtja të transformuara (X_{tr}, Y_{tr}, Z_{tr}) GRS80	39
Tab. 15: Llogaritja e ndryshimeve koordinative $(\Delta X, \Delta Y, \Delta Z)$ GRS80.....	40
Tab. 16: Llogaritja e ndryshimeve koordinative $(\Delta X, \Delta Y, \Delta Z)$ Krassovsky	40
Tab. 17: Llogaritja e koordinatave këndrejtja të transformuara (X_{tr}, Y_{tr}, Z_{tr}) Krassovsky.....	41
Tab. 19: Koeficientët e polinomit interpolues linear përkatësisht të shkallës 3, 4 dhe 5.....	43
Tab. 20: Koordinatat e pikave (ϕ, λ, h) të matura në zonen e Beratit.....	45
Tab. 21: Krahasimi i koordinatave të transformuara dhe të kthyer (ϕ, λ) GRS80 \rightarrow (N, E) GRS80, UTM.....	46
Tab. 22: Transformimi i lartësive elipsoidike në lartësi natyrale me polinomin e shkallës 5	46
Tab. 23: Krahasimi i koordinatave të transformuara dhe të kthyer (ϕ, λ) GRS80 \rightarrow (N, E) GRS80, UTM.....	47
Tab. 24: Transformimi i lartësive elipsoidike në lartësi natyrale me polinomin e shkallës 5	47
Tab. 25: Krahasimi i koordinatave të transformuara dhe të kthyer (ϕ, λ) GRS80 \rightarrow (N, E) GRS80, UTM (Shkodër).....	48
Tab. 26: Krahasimi i koordinatave të transformuara dhe të kthyer (ϕ, λ) GRS80 \rightarrow (N, E) GRS80, UTM (Shkodër).....	48
Tab. 27: Krahasimi i koordinatave të transformuara dhe të kthyer (ϕ, λ) GRS80 \rightarrow (N, E) GRS80, UTM (Tiranë).....	48
Tab. 28: Krahasimi i koordinatave të transformuara dhe të kthyer (ϕ, λ) GRS80 \rightarrow (N, E) GRS80, UTM (Tiranë).....	49
Tab. 29: Koordinatat e pikave (ϕ, λ) GRS80, të transformuara në koordinata konforme globale (X, Y) GRS80, Gauss-Krüger.....	49
Tab. 30: Krahasimi i koordinatave konforme lokale të transformuara (x, y) Gauss-Krüger me (x, y) ALB86	49
Tab. 31: Shformimet në pikën e projektuar (elipsoidi Krassowsky, TM; $\lambda_0 = 21^\circ$; $ko = 1$).....	53

Tab. 32: Shformimet në pikën e projektuar (elipsoidi Krassowsky, TM; $\lambda_0 = 20^\circ$; $k_0 = 1$)	53
Tab. 33: Shformimet në pikën e projektuar (elipsoidi Krassowsky, TM; $\lambda_0 = 20^\circ$; $k_0 = 0.99996$)	53
Tab. 34: Shformimet në largësitë e projektuara (elipsoidi Krassowsky, TM; $\lambda_0 = 21^\circ$; $k_0 = 1$)	54
Tab. 35: Ndryshimet [m] (largësi fizike - largësie projektuar)	55
Tab. 36: Shformimet në largësitë e projektuara (elipsoidi Krassowsky, TM; $\lambda_0 = 20^\circ$; $k_0 = 1$)	55
Tab. 37: Ndryshimet [m] (largësi fizike - largësie projektuar)	55
Tab. 38: Shformimet në largësitë e projektuara (elipsoidi Krassowsky, TM; $\lambda_0 = 20^\circ$; $k_0 = 0.99996$)	55
Tab. 39: Ndryshimet [m] (largësi fizike - largësie projektuar)	56
Tab. 40: Shformimet në sipërfaqet e projektuara (elipsoidi Krassowsky, TM; $\lambda_0 = 21^\circ$; $k_0 = 1$)	56
Tab. 41: Ndryshimet [m ²] (sip. fizike - sip. e projektuar)	56
Tab. 42: Shformimet në sipërfaqet e projektuara (elipsoidi Krassowsky, TM; $\lambda_0 = 20^\circ$; $k_0 = 1$)	57
Tab. 43: Ndryshimet [m ²] (sip. fizike - sip. e projektuar)	57
Tab. 44: Shformimet në sipërfaqet e projektuara (elipsoidi Krassowsky, TM; $\lambda_0 = 20^\circ$; $k_0 = 0.99996$)	57
Tab. 45: Ndryshimet [m ²] (sip. fizike - sip. e projektuar)	57

Parathënie

Tematika e trajtuar në këtë disertacion pati synim vendosjen e **marrëdhënieve matematike më të mira të mundëshme** ndërmjet dy referencave koordinative, globale tek e cila janë bazuar disa fushata matjesh satelitore GPS të kryera në territorin e Shqipërisë pas viteve 1990 dhe referencës koordinative klasike shqiptare, ALB86.

Megjenëse edhe në vendin tonë, teknikat klasike të pozicionimit përherë e më tepër po u lëshojnë vendin teknikave moderne të pozicionimit satelitor (GPS, GLONASS, GALILEO, etj.), ne detyrohemi të kalojmë tek këto referenca, me karakter global dhe mjaft të sakta. Kjo kërkesë krijon nevojën e transformimit kombëtar nëpërmjet gjeoreferencimit të të dhënave gjeohapsinore (psh kufijtë e pronave, pasuri publike, infrastruktura si uji, elektriku, telekomunikacioni, rrugët, etj.), të quajtura SDI (Spatial Data Infrastructure). Në punimin aktual problemet e marrëdhënieve matematike ndërmjet referencave koordinative globale dhe klasike, janë trajtuar më gjërësisht si nga pikëpamja teorike ashtu dhe e aplikimeve praktike.

Nga e kaluara trashëgojmë informacion shumë të madh hartografik e numerik, me vlera të mëdha përdorimi praktike e studimore, i cili bazohet në referencën koordinative klasike shqiptare (ALB86), natyra matematike e së cilës analizohet me detaje në këtë punim doktorate. Ky informacion duhet pasqyruar e përfshirë nga pikëpamja pozicionale në sistemin e ri koordinativ modern referencë satelitor shqiptar ALBPOS (ALBanian POsitioning System). Vënia në veprim e rrjetit të përhershëm satelitor GNSS, ALBPOS mundëson përkufizimin e një sistemi të ri shtetëror koordinativ referencë, në përputhje me standartet aktuale europiane. Kjo referencë e re koordinative shtetërore, globale dhe hapsinore do të bëhet themeli i ardhshëm mbështetës e kontrollues i gjeoreferencimit dhe ndërtimit të një infrastrukture të dhënash hapsinore (NSDI) unike, të padyshimtë nga pikëpamja e saktësisë pozicionale. Referenca e re, e bazuar mbi ALBPOS bëhet e krahasueshme me ato të ngjashme europiane, në të gjitha drejtimet.

Qëllimi kryesor i ndërmarjes së këtij studimi dhe realizimit të kësaj doktorate është domosdoshmëria e gjetjes së **modelit matematik më të mirë të mundshëm** ndërmjet sistemit koordinativ klasik referencë ALB86 dhe referencës koordinative satelitore GNSS, që pritet së shpejti të përkufizohet dhe të funksionojë në të ardhmen e afërt. Synime të tjera janë:

- të hidhet dritë mbi thelbin matematik të bazës tone koordinative ekzistuese ALB86
- të formulohet disa përkufizime matematike themelore të saj
- të vlerësojë aftësinë pozicionuese reale, krahasuar me teknikat e sotme të pozicionimit satelitor
- të përcaktojë modelet matematikë transformues në plan e lartësi, ndërmjet bazës tonë koordinative dhe referencave koordinative botërore dhe europiane (ITRF, EUREF)

Fjalët kyç: CRS, E dhëna gjeodezike, GPS, ETRF, Projektion, Transformim

1 Vështrim mbi referencat koordinative egzistuese

1.1 Baza koordinative e Shqipërisë, e ndërtuar nga IGUW, Austri

- Gjatë periudhës 1868-98 (Fig. 1) dhe 1913-18 (Fig. 2) prej Institutit Gjeografik Ushtarak të Wienës (IGUW), Austri u ndërtua baza koordinative mbështetëse për hartografin e territorit shqiptar (prej veriut deri në afërsi të lumit Vjosë) në shkallën 1:75 000, origjinalet fushore u rievuan në shkallën 1:50000. Triangolacioni me dendësi 1 pikë/40 km² u zhvillua në tre rinde dhe u mbështet në disa baza rombrike të dyfishta, njëra prej të cilave ishte baza e Shkodrës, e matur më 1869 (Fig. 3).

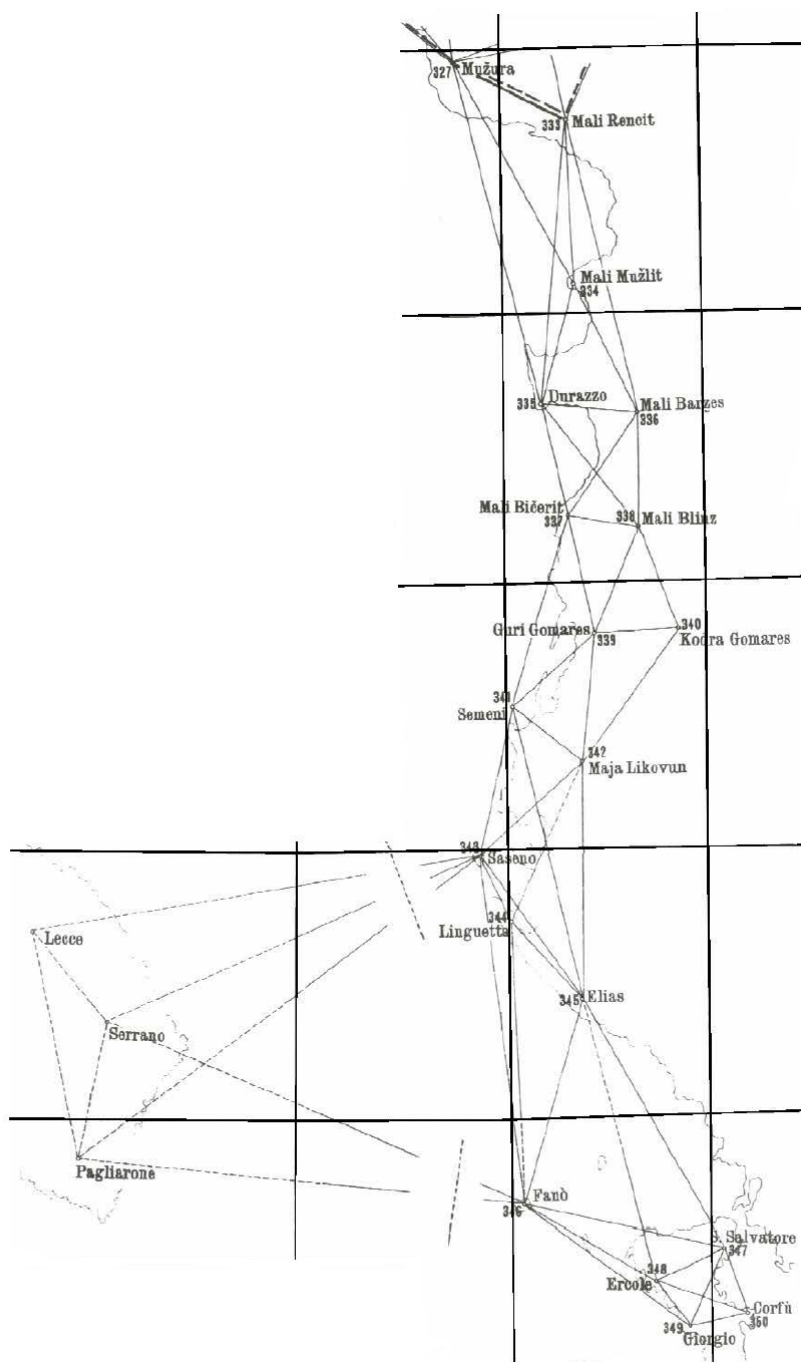


Fig. 1: Rrjeti i Triangolacionit rendi I sipas IGUW, 1868-98

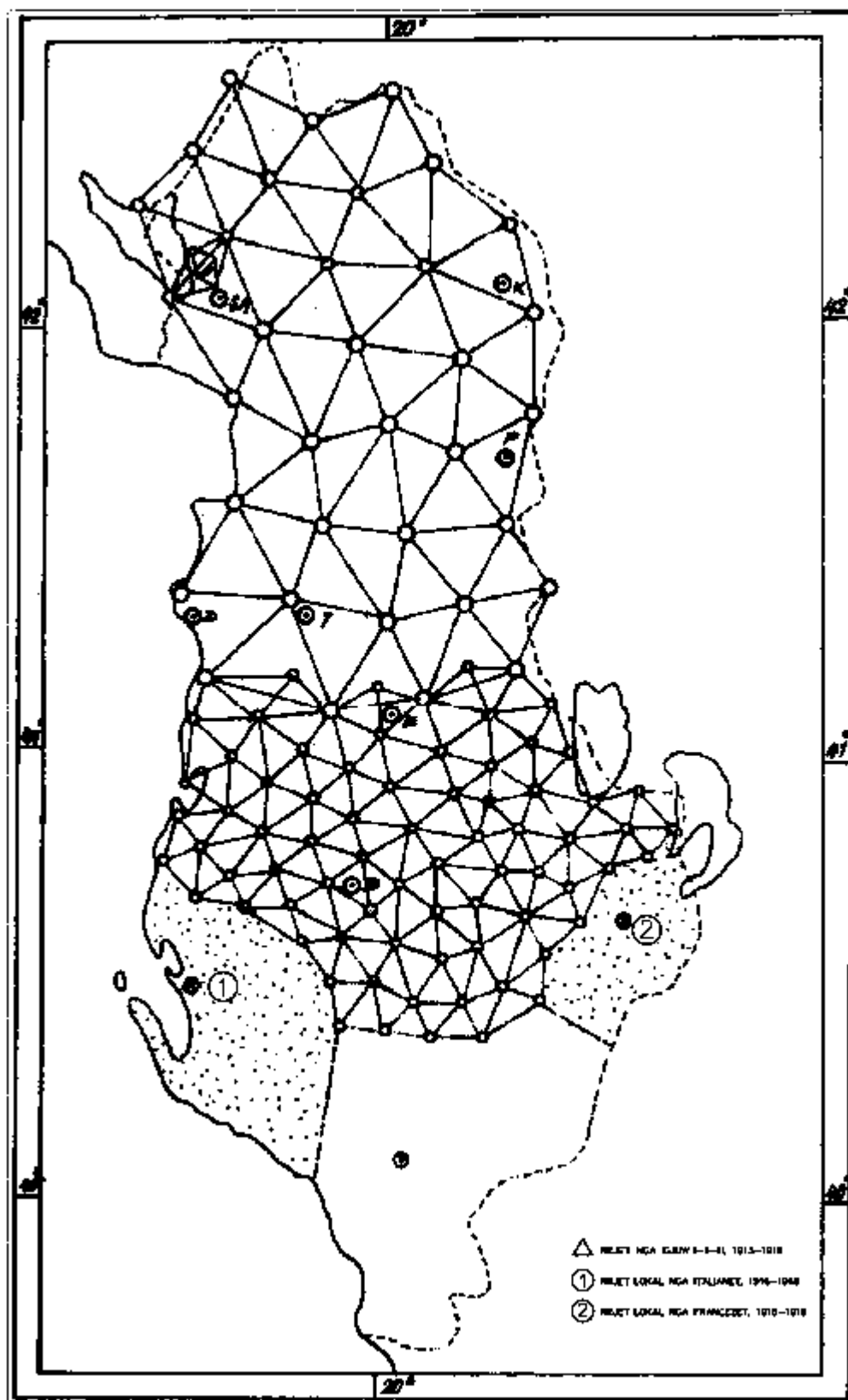


Fig. 2: Rrjeti i Triangolacionit i rendit I, II, III sipas IGUW, 1913-18

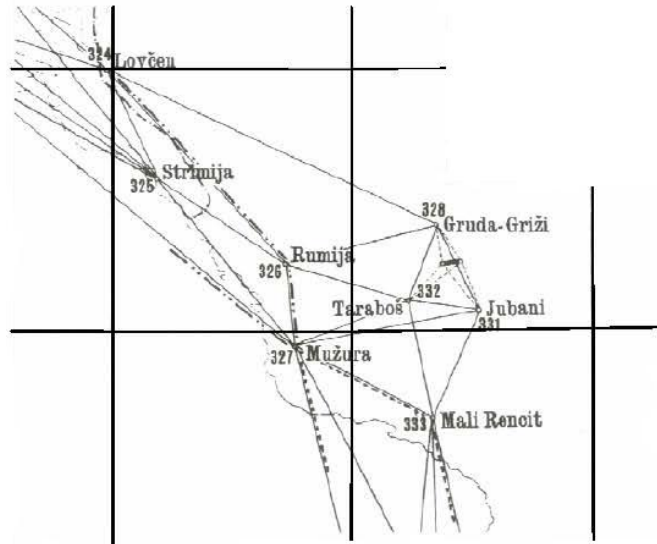


Fig. 3: Baza veriore e Shkodrës, 1869

- **E dhëna gjeodezike** e kësaj baze koordinative mund të formulohet si më poshtë:

Elipsoidi	Bessel 1841
Origjina elipsoidike e veriut	$\Phi_0 = 0^0$
Origjina elipsoidike e lindjes	$\Lambda_{\text{Ferros}} = 17^{\circ} 39' 46.5''$
Projeksioni	Gauss-Krüger
Origjina fallco këndrejtë e veriut	0.000 m
Origjina këndrejtë e lindjes	0.000 m

- Si mbështetje lartësie për hartografin e territorit, IGUW përdori nivelimin trigonometrik dhe pjesërisht barometrik, me origjinë lartësie Nivelin Mesatar të Detit Adriatik të përcaktuar në baticografin e Triestes, Itali

1.2 Baza koordinative e Shqipërisë, e ndërtuar nga IGUF, Itali

- Gjatë periudhës 1922-25, Instituti Gjeografik Ushtarak i Firences (IGUF), ndërtoi bazën koordinative gjeodezike mbështetëse në formë triangolacioni, për rievimin dhe krijimin e hartës së brezit kufitar shqiptar (me gjatësi 734 km dhe gjërësi të brezit kufitar 2km) në shkallën 1:50 000 (Fig. 4). Këto harta janë të detajuara dhe qartësisht të lexueshme, relievi paraqitet me izohipse me barazlartësi 20 m (Fig. 5). Fletët e hartave kanë kornizën gjeografike dhe nuk kanë rrjetin e koordinatave këndrejtë të projeksionit.

- **E dhëna gjeodezike** e kësaj reference koordinative është si më poshtë:

Elipsoidi	Klark
Origjina elipsoidike e veriut	$\Phi_0 = 0^0$
Origjina e lindjes (meridiani i Parisit)	$\Lambda_0 = 18^{\circ} 39' 09''$
Projeksioni	Polikonik ekuivalent i Bonit
Origjina fallco këndrejtë e veriut	0.000 m
Origjina këndrejtë e lindjes	0.000 m

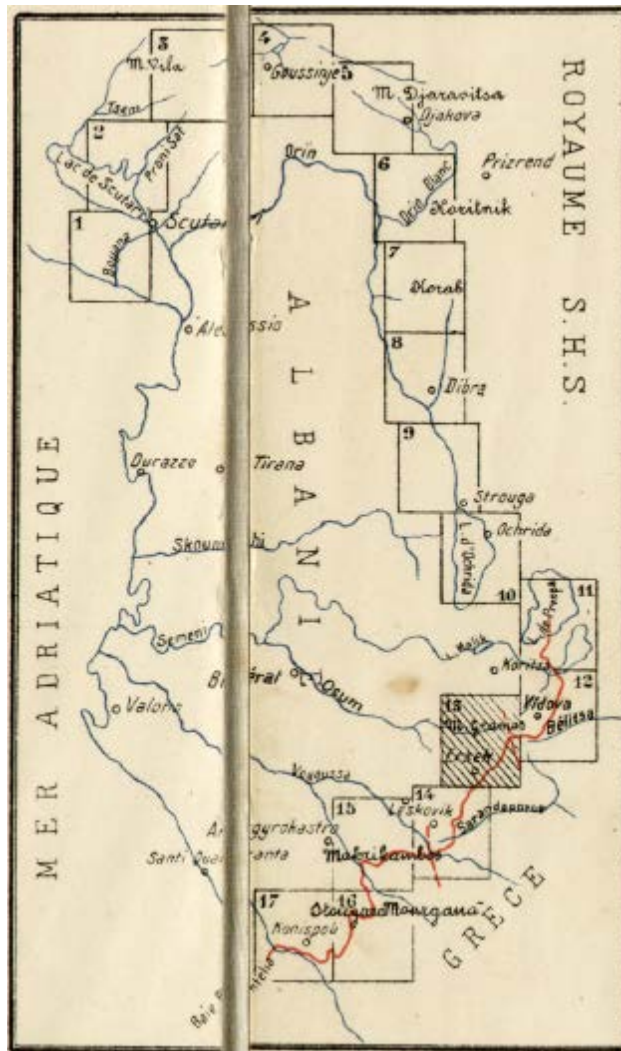


Fig. 4: Rrjeti i triangolacionit kufitar i rendit I, II, III sipas IGUF, 1922-25

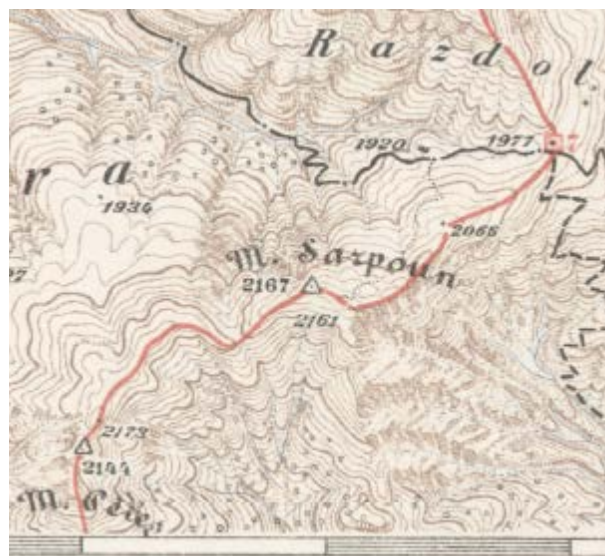


Fig. 5: Fragment harte e brezit kufitar, shkalla 1: 50 000

- Gjatë periudhës 1927-34, pësëri IGUF, Itali ndërtoi bazën koordinative gjeodezike në plan, në formë triangolacioni, për mbështetjen e hartografimit të territorit shqiptar në shkallën 1:50 000 (Fig. 6). Triangolacioni u zhvillua në tre rende (gjithësej 1175 pika, 45 prej të cilave ishin të rendit të parë), u mbështet në dy baza të dyfishta rombrike, bazën veriore të Shkodrës, (e matur më 1869 nga IGUW) dhe atë jugore të Dukatis, Vlorë (Fig. 7), e matur më 1917 prej Observatorit Astronomik të Triestes. Dendësia ishte 1-pikë /25 km². Karakteristikat e rrjetit mbështetës në plan tregohen në Tab. 1

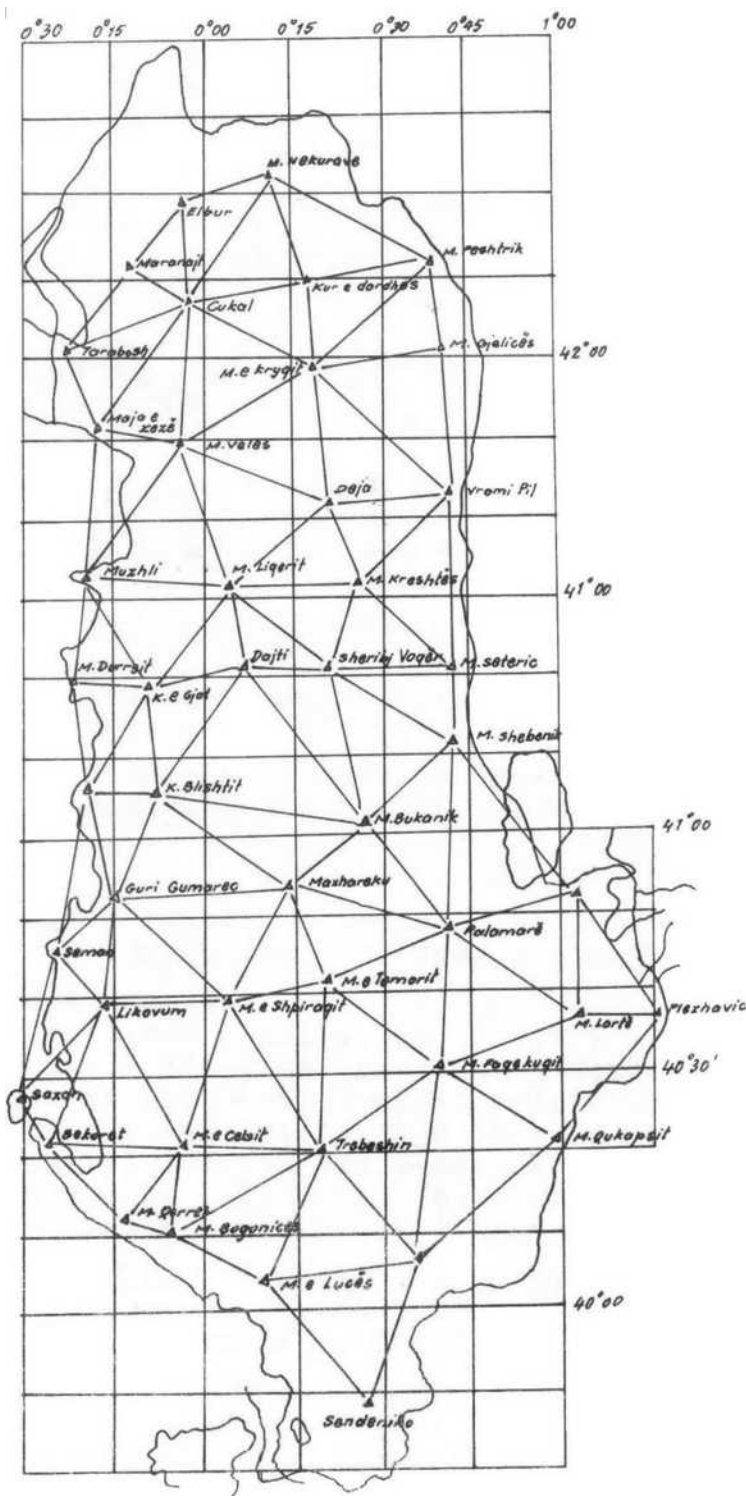


Fig. 6: Rrjeti i triangolacionit i rendit I sipas IGUF, 1927-34

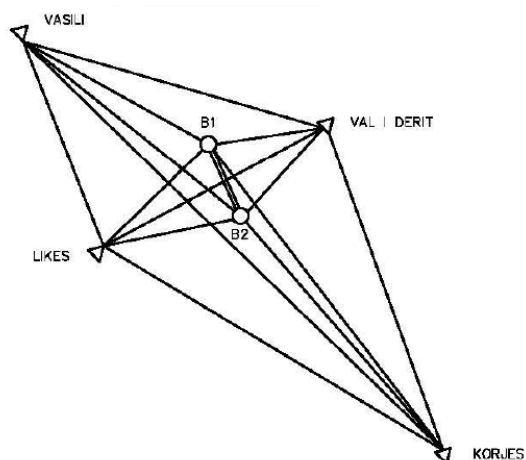


Fig. 7: Baza jugore e Dukatit, Vlorë

Rendi	Gjatësia mesatare e brinjës [km]	Saktësia e matjes së këndeve horizontale ["]	Forma
I	25	± 1.55	Rrjet trekëndëshash
II	16	± 2.10	Rrjet trekëndëshash
II	11	± 3.80	Pjesërisht rrjet
IV	2 – 4	-	Ndërprerje gjeodezike

Tab. 1: Karakteristikat e rrjetit mbështetës në plan, sipas IGUF

➤ Në vitin 1927 u përcaktua pika astronomike origjinë e Tiranës (Fig. 8) me koordinata:

$$\begin{aligned} \Phi_0 &= 41^\circ 20' 12''.809 \pm 0''.140, \\ \Lambda_0 &= 19^\circ 45' 45''.285 \pm 0''.420, \\ A_{Laprake - Dajti} &= 74^\circ 41' 00''.630 \pm 0''.61 \end{aligned}$$

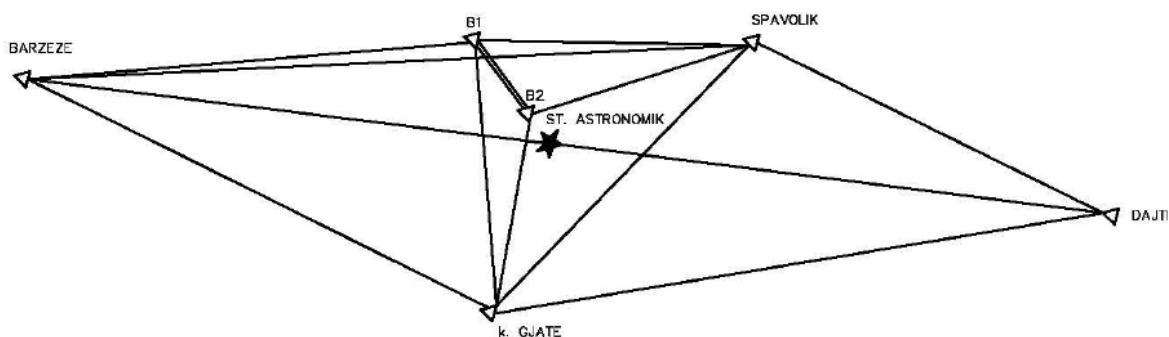


Fig. 8: Pika astronomike origjinë e Tiranës, 1927

- **E dhëna gjeodezike** e kësaj reference koordinative mund të formulohet si më poshtë:

Elipsoidi	Bessel 1841
Origjina elipsoidike e veriut	$\Phi_0 = 41^\circ 20' 12''.809$
Origjina elipsoidike e lindjes	$\Lambda_0 = 19^\circ 45' 45''.285$
Projeksioni	pseudokonik ekuivalent i Bonit
Origjina fallco këndrejtë e veriut	300 000 m
Origjina këndrejtë e lindjes	100 000 m

Theksojmë se vlerat e **y-nëve** ne veri të paralelit $\phi_0 = 41^\circ 20'$ janë pozitive, ndërsa në jug të tij janë negative. Ndërsa vlerat e **x-seve** në perëndim të meridianit $\lambda_0 = 20^\circ$ janë negative dhe në lindje të tij janë pozitive. Per të unifikuar sistemin e koordinatave, triangolacioni i Shqipërisë u lidh me atë të Italisë nëpërmjet katërkëndëshit gjeodezik Vlorë-Bari.

- Në periudhën 1930–32, IGUF krahas triangulacionit, realizoi edhe nivelim gjeometrik të saktësisë së lartë në vijën e nivelimit Durrës–Fier, rreth 128 km dhe në vijën Durrës-Tiranë. U matën gjithashtu, edhe disa vija nivelimi të rendit të dytë sipas rrugëve automobilistike Vorë-Shkodër-Pukë, Rrogozhinë-Elbasan dhe Lushnje-Berat. Lartësitë e pikave të këtyre vijave u llogaritën në sistemin e lartësive ortometrike të përafërta.
- Pas vitit **1939**, për krijimin e hartave topografike të shkallëve më të mëdha se 1:50 000 dhe të planeve topografike të zonave të banuara, në shkallën 1:5 000, e detyruan IGM, Firenze të kalojë në një tjetër referencë koordinative, parametrat e së cilës ishin si vijon:

Elipsoidi	Bessel 1841
Origjina elipsoidike e veriut	$\Phi_0 = 0^\circ$
Origjina elipsoidike e lindjes	$\Lambda_0 = 20^\circ$
Projeksioni	Gauss- Boaga
Origjina fallco këndrejtë e veriut	0.000 m
Origjina këndrejtë e lindjes	0.000 m

- Në vitin 1948, triangulacioni i klasës 1 (dmth rrjeti egzistues i ndërtuar nga IGUF gjatë periudhës 1930-32) u kompensua si një i tërë në sistemin e koordinatave të vitit 1942 nga Instituti CNIGA-IK Moskë. Koordinatat këndrejte të pikave janë bazuar në sistemin e koordinatave të vitit 1942 (elipsoidi Krasovwsky, zona e 4 koordinative 6° , me meridian qëndror $\lambda_0 = 21^\circ$. Shmangia mesatare kuadratike e matjes së këndeve horizontalë rezultoi $\pm 1''.56$. Sipas një verifikimi në terren gjatë 1953-54, u konstatua se disa pika të rrjetit të mëparshëm të klasit 1 (Italian) kishin humbur. Në [4] tregohen/janë shënuar koordinatat e pikave të:
- Gjatë vitit 1955, në brinjët e hyrjeve të bazave të Shkodrës dhe Vlorës (Fig. 9) u kryen vrojtime astronomike të Yllit polar, ku u përcaktuan gjerësitë, gjatësitë dhe azimutet astronomike (Tab. 2), bazuar në katalogun Yjor FK-3, duke marrë parasysh korrigjimet për nutacionin periodë-shkurtër, lëvizjen e polit dhe korrigjimin për reduktim në nivelin e detit (për gjerësinë dhe gjatësinë)

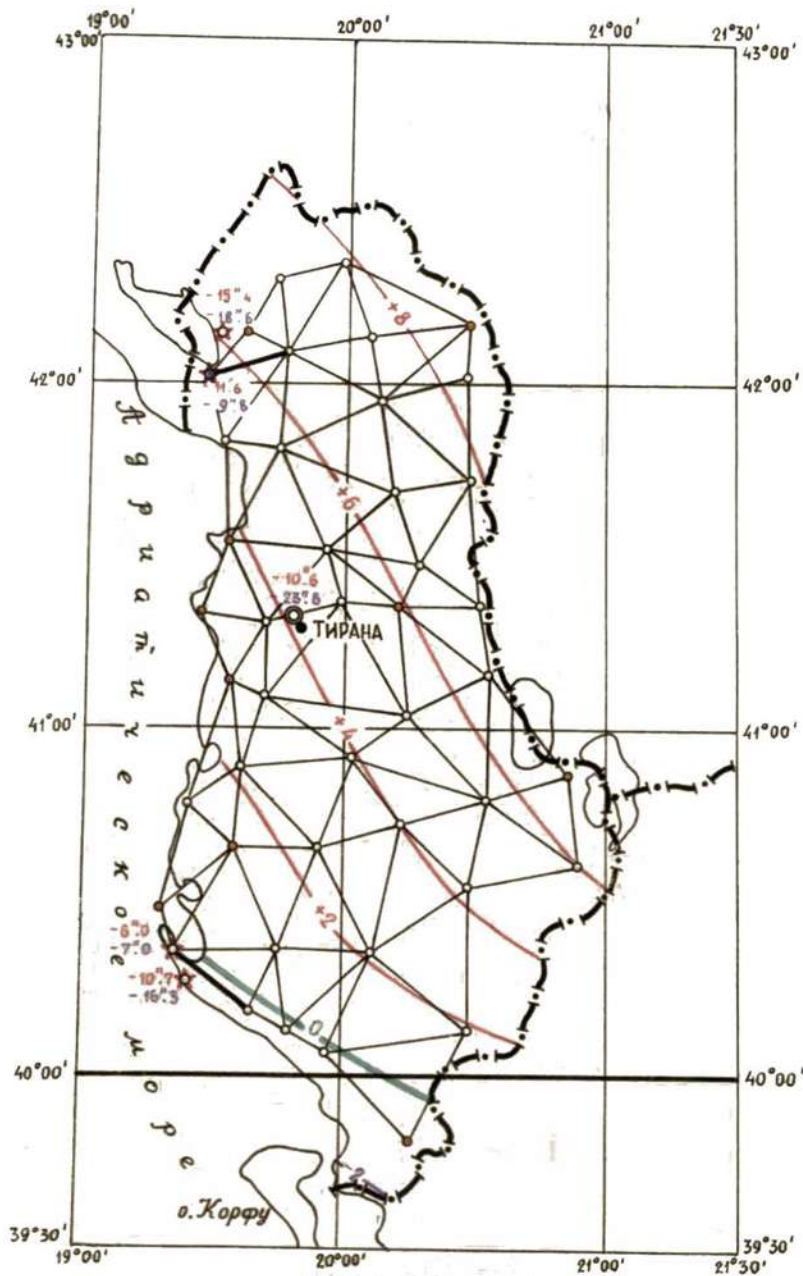


Fig. 9: Skema e Rrjetit kl.1 dhe lartësitë gjeoid-elipsoid

Baza	Gjerësia astronomike Φ	Gjatësia astronomike Λ	Azimuti astronomik
Sinan-Dukës-Vasili	$40^{\circ} 17' 18''.94 \pm 0''.69$	$19^{\circ} 24' 35''.43 \pm 0''.72$	$338^{\circ} 42' 08''.8 \pm 0''.5$
Vasili-Sinan-Dukës	$40^{\circ} 22' 24''.22 \pm 0''.32$	$19^{\circ} 22' 14''.44 \pm 0''.68$	$188^{\circ} 40' 38''.7 \pm 0''.4$
Gruda e Re-Tarabosh	$42^{\circ} 09' 30''.41 \pm 0''.30$	$19^{\circ} 29' 52''.41 \pm 0''.76$	$199^{\circ} 01' 58''.0 \pm 0''.4$
Tarabosh-Gruda e Re	$42^{\circ} 02' 37''.44 \pm 0''.63$	$19^{\circ} 26' 51''.42 \pm 0''.68$	$18^{\circ} 59' 59''.3 \pm 0''.3$

Tab. 2: Gjerësitë, gjatësitë dhe azimutet astronomike të bazave Shkodër dhe Vlorë

Pra, u bë një ri-orientim i rrjetit egzistues të ndërtuar nga italianët, të kompensuar dhe të llogaritur në sistemin koordinativ rus të vitit 1942

- Gjatë periudhës 1950-52, sektori Topografik i Ministrisë së Bujqësisë, ndërtoi dhe mati vijat e nivelimit Fier-Delvinë 148.6km dhe Vorë-Koplik 122.6km me nivela me saktësi të horizontimit të boshtit të vizimit $\pm 5''$.6 sipas metodikës së nivelimit të kl. 3 (Fig. 10)

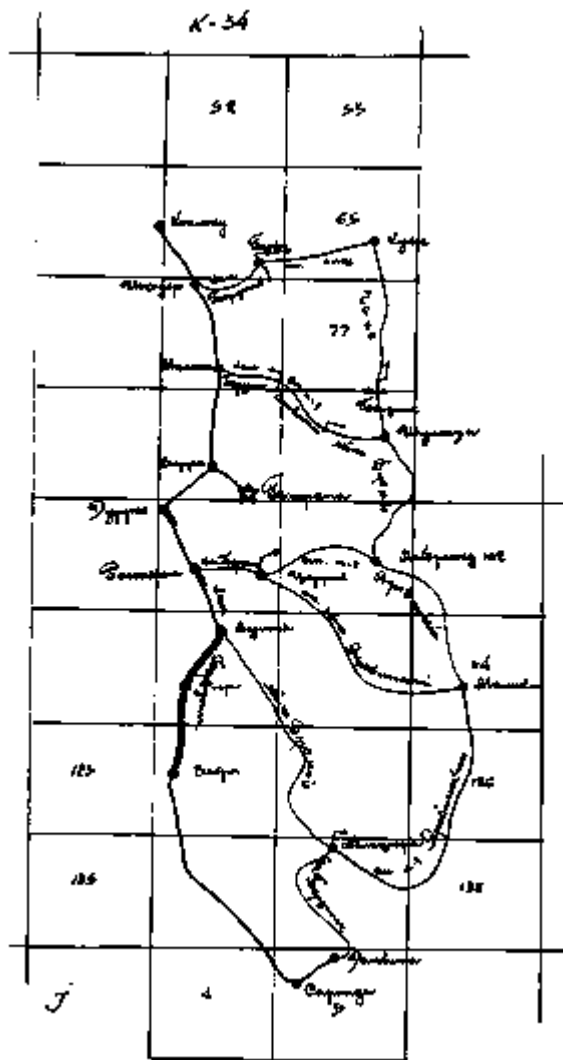


Fig. 10: Skema e Rrjetit të Nivelimit 1930-32 & 1950-52

1.3 Baza koordinative shqiptare e ndërtuar nga ITU, Shqipëri

Në periudhën 1970-86, për të mbështetur hartografin e territorit shqiptar dhe rievimet topografike në shkallë të mëdha (deri 1:1 000), ish-ITU (Instituti Topografik i Ushtrisë) projektoi, ndërtoi dhe realizoi bazën e re koordinative ALB86 me karakteristikat vijuese:

1.3.1 Baza mbështetëse në PLAN

- forma është rrjet trekëndëshash (Fig. 11, majtas), në të cilat janë matur të gjitha drejtimet horizontale dhe zenitale të lidhura me pikën e matjes me saktësitë sipas Tab. 3

Rendi	Gjatësia mesatare e brinjës (km)	m_b/b	m_{L_0}/L_0	$m\beta$
I	15	1 / 1000 000	1 / 350 000	$\pm 0.9''$
II	8			$\pm 1.5''$
III	2 ÷ 6			$\pm 2.5''$

Tab. 3: Karakteristikat e rrjetit mbështetës në plan sipas ish-ITU

- kemi një pikë "origjinë" (8814-Kamëz), në të cilën janë kryer vërtetime astronomike me saktësitë vijuese:

$$\begin{aligned} \Phi_0 &= 41^\circ 21' 29''.69 \pm 0''.08 \\ \Lambda_0 &= 19^\circ 45' 58''.215 \pm 0''.09 \\ A_{Kamëz - Tapize} &= 335^\circ 15' 37''.35 \\ A_{Tapize - Kamëz} &= 175^\circ 15' 17''.18 \pm 0''.19 \end{aligned}$$

- në 7-sistemet rombrike të bazave të rrjetit, kemi 7-përcaktime astronomike me saktësitë vijuese:

$$\begin{aligned} \text{- në përcaktimin e gjerësisë} & \quad m_\phi = \pm (0''.11 - 0''.24) \\ \text{- në përcaktimin e gjatësisë} & \quad m_\lambda = \pm (0''.19 - 0''.21) \\ \text{- në përcaktimin e azimutit astronomik} & \quad m_\alpha = \pm (0''.15 - 0''.34) \end{aligned}$$

- kemi 7-baza gjatësore triangulacioni, të matura me saktësi relative 1/1 000 000, të cilat nëpërmjet sistemeve rombrike përcaktojnë 7-brinjë hyrje rrjeti me saktësi relative 1/350 000

Në [5] autori pohon se ka spostime pozicionesh të pikave të referencës ALB86, lidhur me pozicionet identike të referencës së vjetër (1955) sipas lindjes (boshti Y), në pikat më veriore dhe më jugore në madhësinë $\Delta y_{\max} = \pm 4\text{m}$.

- E dhëna gjeodezike** e referencës koordinative ALB86 është si vijon:

Elipsoidi	Krassowsky 1940
Origjina elipsoidike e veriut	$\Phi_0 = 0^0$
Origjina elipsoidike e lindjes	$\Lambda_0 = 21^0$
Projeksioni	Gauss-Krüger (TM)
Origjina fallco këndrejtë e veriut	0.000 m
Origjina këndrejtë fallco e lindjes	4 500 000 m
Shkalla e shformimit në MQ	$k_0 = 1$

1.3.2 Baza mbështetëse në LARTËSI

Krahas triangolacionit, në periudhën 1970-77, ish-ITU projektoi, ndërtoi dhe realizoi gjithashtu, rrjetin e ri të nivelimit shqiptar, të përbërë prej klasave 1, 2, 3 (Fig. 11, djathtas):

.....

- si në rrjetin fillestar të nivelimit dhe në pikat e tjera të rrjetit të nivelimit, nuk janë matur vlerat e gravitetit real g , prandaj sistemi i lartësive konsiderohet si **Sistem Ortometrik i përafërt** ose **Sistem Ortometrik me korrigjim normal**.

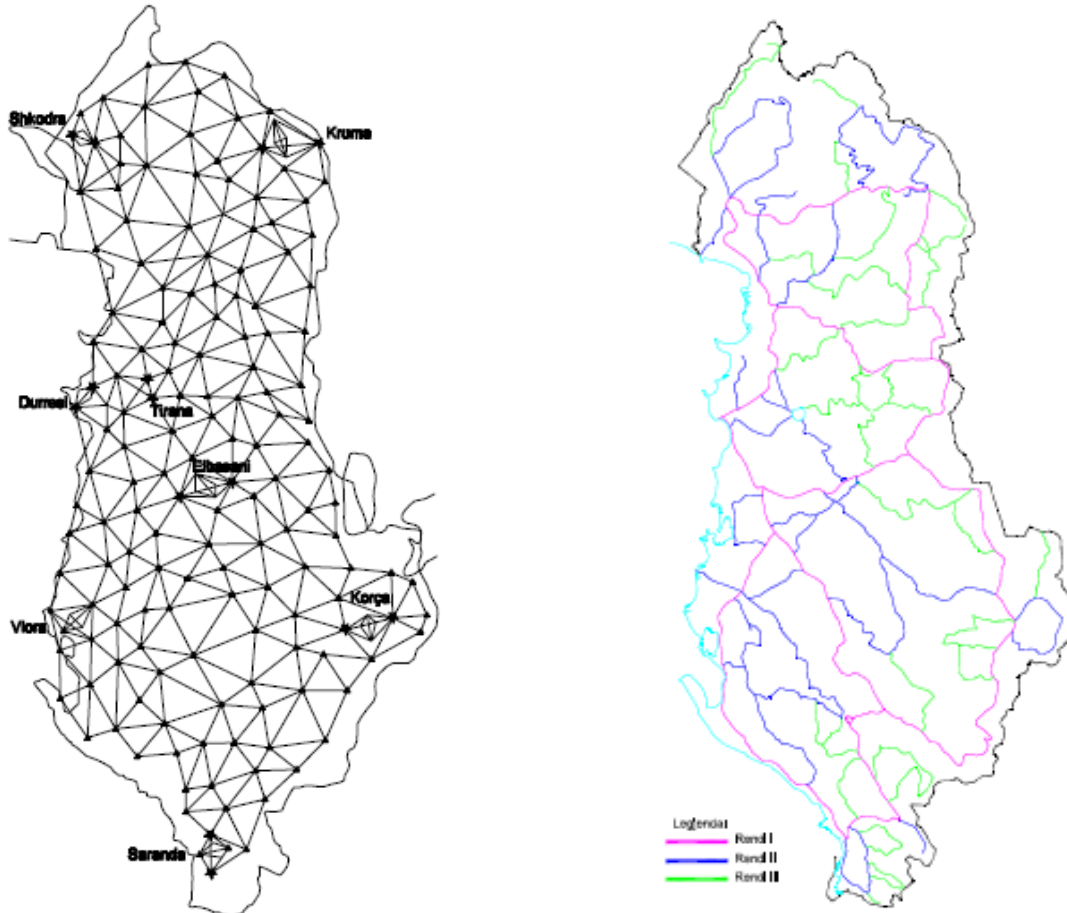


Fig. 11: Rrjeti i Triangolacionit (majtas) dhe Nivelacionit shtetëror (djathtas) sipas IGUSH, 1970 -86

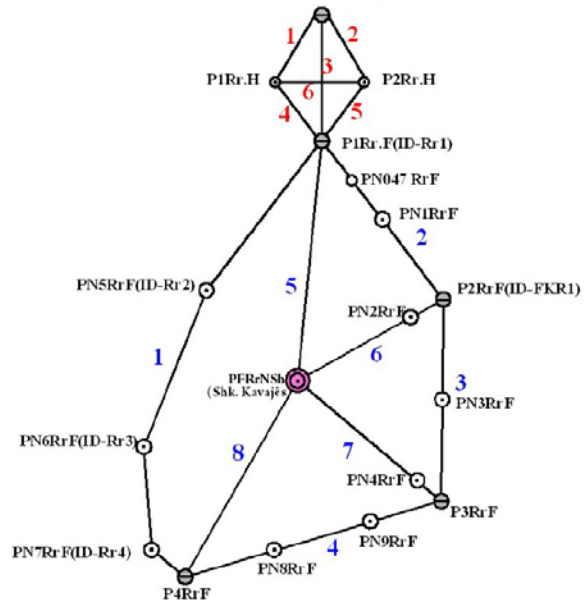


Fig. 12: Rrjeti fillestar i nivelimit (rrjeti i hidrometrit dhe i kl. "zero")

1.4 Fushatat matëse satelitore në Shqipëri

1.4.1 Fushata matëse e DMAAC, Tetor 1994

Qëllimi i kësaj fushate matjesh ishte vendosja e marrëdhënies matematike (transformimi) i pozicioneve (koordinatave) prej referencës ALB86 në referencën satelitore globale ITRF96 të bazuar në elipsoidin WGS84 (World Geodetic System 1984). Karakteristikat e kësaj fushate matëse ishin si më poshtë:

- vrotimet absolute janë kryer me marrësat satelitorë Ashtech GPS në tre sesione 5-orëshe, ndërsa vrotimet 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 [6]:

$$T_x = + 24\text{m} \pm 4\text{m}, T_y = - 130\text{m} \pm 4\text{m}, T_z = - 92 \pm 4\text{m}$$

1.4.2 Fushata matëse e Universitetit Wisconsin, (PMU), Shkurt 1998

- vrotimet 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 standarte për koordinatat e llogaritura këndrejta (X, Y, Z) dhe elipsoidike (ϕ, λ, h) në WGS 84, ITRF 96, Epoka 1998 janë 1-2cm
- shmangiet standarte 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° , 34E kalimin:

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

Sipas [8] saktësia e vlerësuar e pozicionit të pikave të transformuara, ndërmjet koordinatave Gauss-Krüger dhe UTM34 është:

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

përkatësisht për transformimin 4P Helmert dhe polynomial, ndërsa për transformimin e lartësive $h_{\text{WGS84}} \rightarrow H_{\text{ALB86}}$ nuk u gjet ndonjë model matematik, meqenëse udhëheqësve të projektit nuk iu interesonte.

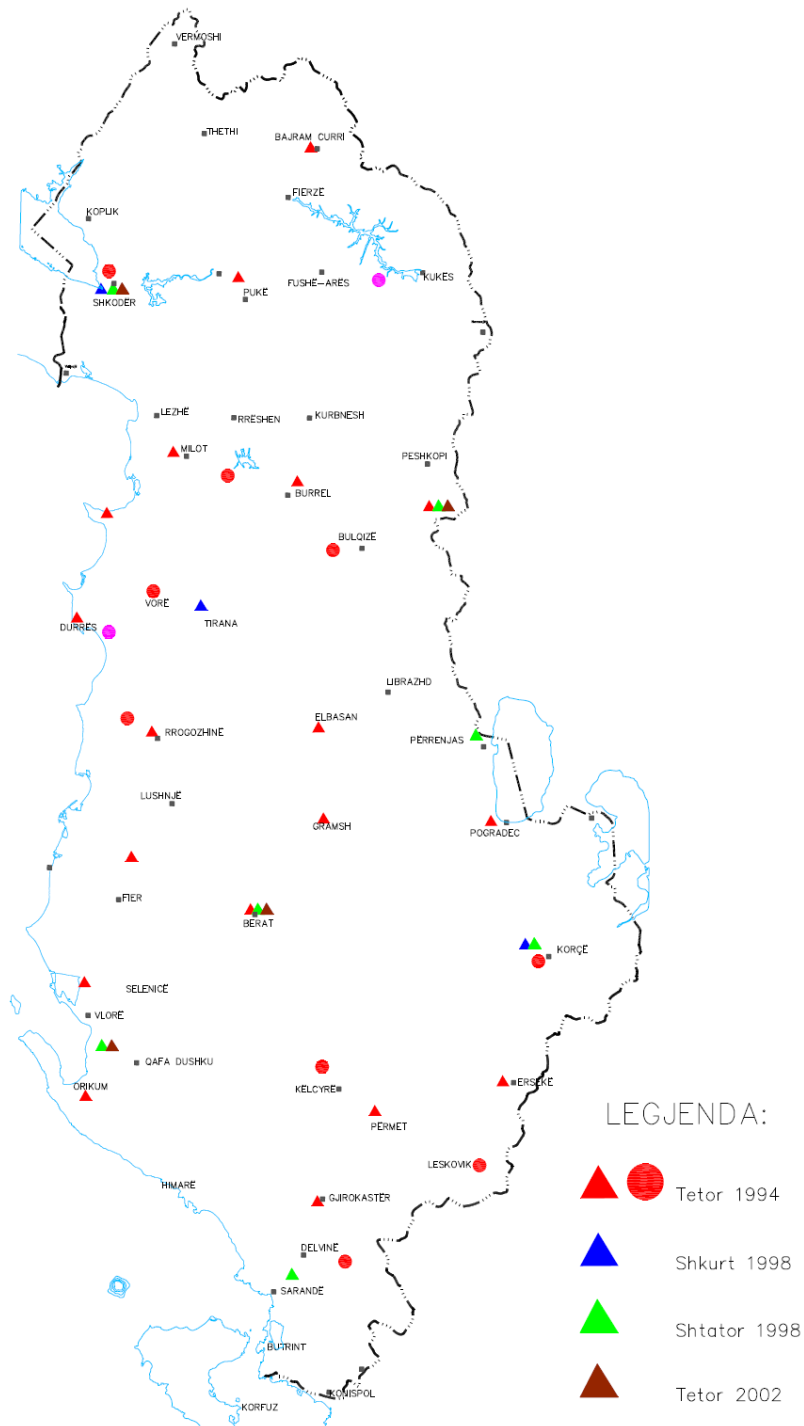


Fig. 13: Fushatat e matjeve satelitore në Shqipëri: 1994, 1998, 2002

1.4.3 Fushata matëse EUREF, Shtator 1998

- Qëllimi ishte studimi gjeodinamik i Shqipërisë, në kuadrin e Projektit “CRODYN” dhe lidhja e Referencës ALB86 me Referencën koordinative Europiane, ETRS89
- Vrojtimet u kryen në 9 pika (5-pika të referencës ALB86 dhe 4-pika gjeodinamike, jo në referencën ALB86). Vrojtimet u kryen me marrësat satelitore Trimble 4000Si GPS, në 5-sesione 24-orëshe

- Shmangia standarte sipas [9] 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 Shqipërisë.

1.4.4 Fushata matëse IGMF –IGUSH, (vjeshtë 2007 – pranverë 2008)

- Rrjeti i matjeve satelitore (Fig. 14) u organizua në dy nivele, në **Rrjetin Dinamik (RDN)** dhe **Rrjetin Statik (RSN)**. RDN përbëhej nga 14-stacione, 6 prej të cilave ishin stacione satelitore të ish-Shërbimit Sizmologjik Shqiptar (sot Instituti i Gjeoshkencave) dhe 8-stacione të reja, në distancë mesatare 100km
- 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 të RSN për rreth 2 ÷ 3 orë
- Rrjeti RSN u përcaktua me matje diferenciale DGPS në rreth 150-pika (triangolacion + nivelim), me largësi mesatare ndërmjet stacioneve 35 ÷ 40 km
- 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 me një *kompensim katrorësh min*



Fig. 14: Rrjeti kryesor (RDN) dhe dendësues (RSN) i matjeve satelitore

Në Tab. 5 jepen koordinatat e pikave të rrjetit RSN në ETRF2000, Epoka 2008.0 sipas [10]

Emërtimi	Gjerësia	Gjatësia	Lartësia elips.
1	41°.18' 33,6722"	19°.26' 49,9968"	36.619
19	41°.28' 56,5041"	20°.11' 35,1141"	883.007
.....
GJIR	40°.04' 41,7852"	20°.08' 57,1058"	244.135

Tab. 4: Koordinatat përfundimtare në ETRF2000, Epoka 2008.0

Prej 136-pikave të rrjetit RSN u përzgjedhën si të mirëqena 90-pika triangolacioni (me bold janë shënuar pikat, lartësia e të cilave u është dhënë me nivelim gjeometrik) dhe 39-pika nivelimi, të cilat tregohen përkatësisht në Tab. 6 dhe Tab. 7

<i>Nr. i Pikës</i>	<i>N(X) ALB86</i>	<i>E(Y) ALB86</i>	<i>H nivelimi</i>
502	4420920.600	4419224.790	282.906
.....
124102	4467615.670	4413293.390	361.036

Tab. 5: Koordinatat e pikave të triangolacionit në ALB86

<i>Nr. i Pikës</i>	<i>H nivelimi</i>
19	842.289
.....
653_1	239.960

Tab. 6: Lartësitë e pikave të nivelimit në ALB86

Transformimi i lartësive elipsoidike realizohet nëpërmjet programit **ALBGE03**, i cili llogarit lartësitë gjeoidale duke u nisur nga lartësitë elipsoidike. Sipas [...], saktësia e llogaritjes së lartësive ALB86 shkon deri 20cm (me nivel sigurie 68%) dhe deri 40 cm (me nivel sigurie 85%).

Për transformimin në plan, specialistët të IGM, Firenze krijuan programin **ALBACO**, i cili llogarit koordinatat këndrejtë për tre variantet e projeksioneve: TM (21°), TMz (20°) dhe UTM (21°).

Me 90-pikat e përbashkëta të përdorura për gridat, u llogaritën 7-parametrat Helmert për gjithë territorin e Shqipërisë (Tab. 8):

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

Tab. 7: 7-parametrat Helmert për territorin e Shqipërisë

Nga sa përshkruam më sipër, fushata e kryer prej IGM, me rezultatet më të mira të arritura deri tani, vendosi marrëdhëniet matematike më të mira të mundëshme ndërmjet referencave ETRF2000, 2008.0 ↔ ALB86

2 Analiza e modeleve të transformimit

Që lexuesi të kuptojë thelbin e modeleve matematike të transformimeve të koordinatave, po japim një paraqitje të shkurtër të disa prej tyre, duke vënë në dukje veçoritë dhe karakteristikat e secilit model.

2.1 Modeli 3-D me koordinata gjeocentrike (X, Y, Z)

2.1.1 Transformimi Helmert 7-P

Transformimi Helmert 7-P lidh të dhënat e dy sistemeve nëpërmjet rrotullimit, zhvendosjes së origjinës dhe faktorit shkallë, shprehet me 7-parametra: 3-rrotullime këndore, (α, β, γ) , 3-zhvendosje të origjinës (dX, dY, dZ) dhe 1-faktor shkalle (m) , vlera e të cilave varet nga cilësia e të dhënës horizontale lokale.

$$\begin{pmatrix} X_T \\ Y_T \\ Z_T \end{pmatrix} = m * \begin{pmatrix} 1 & -R_z & R_y \\ R_z & 1 & -R_x \\ -R_y & R_x & 1 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} X_S \\ Y_S \\ Z_S \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} dX \\ dY \\ dZ \end{pmatrix} \quad (13)$$

$$\begin{pmatrix} X_T \\ Y_T \\ Z_T \end{pmatrix} = m * \begin{pmatrix} 1 & R_z & -R_y \\ -R_z & 1 & R_x \\ R_y & -R_x & 1 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} X_S \\ Y_S \\ Z_S \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} dX \\ dY \\ dZ \end{pmatrix} \quad (14)$$

ku (X_T, Y_T, Z_T) dhe (X_S, Y_S, Z_S) janë përkatësisht koordinatat gjeocentrike në sistemin “ku do të shkojmë” dhe “burim”, (dX, dY, dZ) zhvendosja gjeocentrike ndërmjet dy sistemeve, (R_x, R_y, R_z) rrotullimet rreth boshteve dhe m faktori shkallë

2.1.2 Molodensky-Badeka 7-P

Transformimi Molodensky-Badeka (7-P) lidh të dhënat e dy sistemeve nëpërmjet rrotullimit, zhvendosjes së origjinës dhe faktorit shkallë, është i njëjtë si transformimet Helmert 7-P, por ndryshojnë nga mënyra e prodhimit të rrotullimeve. Ky transformim shprehet me: 3-rrotullime këndore (α, β, γ) , 3-zhvendosje të origjinës (dX, dY, dZ) , 1-faktor shkalle (m) dhe koordinatat e pikës (X_p, Y_p, Z_p) në sistemin burim koordinativ gjeocentrik. Krahasuar me transformimet Helmert 7-P, Molodensky-Badeka siguron përafrim më të mirë

$$\begin{pmatrix} X_T \\ Y_T \\ Z_T \end{pmatrix} = m * \begin{pmatrix} 1 & R_z & -R_y \\ -R_z & 1 & R_x \\ R_y & -R_x & 1 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} X_S - X_p \\ Y_S - Y_p \\ Z_S - Z_p \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} X_p \\ Y_p \\ Z_p \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} dX \\ dY \\ dZ \end{pmatrix} \quad (15)$$

2.2 Modeli 3-D me koordinata elipsoidike (ϕ, λ, h)

2.2.1 Molodensky standard 3P ose 5P

- Kur nuk njihen përmasat gjeometrike të elipsoideve, transformimi Molodensky quhet 5-parametrike (5P), formulat janë si më poshtë:

$$\Delta\varphi'' = [-T_x \sin\varphi_s \sin\lambda_s - T_y \sin\varphi_s \sin\lambda_s + T_z \cos\varphi_s + (a_s df + f_s da) \sin(2\varphi_s)] / (M_s \sin 1'') \quad (17)$$

$$\Delta\lambda'' = (-T_x \sin\lambda_s + T_y \cos\lambda_s) / (N_s \cos\varphi_s \sin 1'') \quad (18)$$

$$dh = T_x \cos\varphi_s \cos\lambda_s + T_y \cos\varphi_s \sin\lambda_s + T_z \sin\varphi_s + ((a_s df + f_s da) \sin^2 \varphi_s) \quad (19)$$

- Kur përmasat gjeometrike të dy elipsoideve njihen, transformimi bëhet 3-Parametrik si vijon:

$$\Delta\varphi'' = [-T_x \sin\varphi_s \sin\lambda_s - T_y \sin\varphi_s \sin\lambda_s + T_z \cos\varphi_s] \quad (20)$$

$$\Delta\lambda'' = (-T_x \sin\lambda_s + T_y \cos\lambda_s) / (N_s \cos\varphi_s \sin 1'') \quad (21)$$

$$dh = T_x \cos\varphi_s \cos\lambda_s + T_y \cos\varphi_s \sin\lambda_s + T_z \sin\varphi_s \quad (22)$$

Transformimi Molodensky me parametrat (T_x, T_y, T_z, da, df) jep rezultate të kënaqshme kur boshtet koordinative të dy sistemeve që transformohen janë paralele dhe zona e transformimit është e kufizuar.

2.2.2 Modeli elipsoidik 7P, R.JÄGER, S. KÄLBER

Për një bashkësi pikash të përbashkëta në dy sisteme koordinative elipsoidike të përfaqësuar prej dy elipsoideve me përmasa gjeometrike përkatëse (a_1, b_1, a_2, b_2), formulat bazë të transformimit 3-D të ngjashëm (homogjen), të linearizuara që vendosin marrëdhënien ndërmjet koordinatave të dy sistemeve janë:

$$\begin{aligned} \varphi_2 + v &= \varphi_1 + \partial\varphi_1(t_x, t_y, t_z, \varepsilon_x, \varepsilon_y, \varepsilon_z, \Delta m, \Delta a, \Delta f) = \\ &= \varphi_1 + \left[\frac{-\sin\varphi \cos\lambda}{M+h} \right]_1 t_x + \left[\frac{-\sin\varphi \sin\lambda}{M+h} \right]_1 t_y + \left[\frac{\cos\varphi}{M+h} \right]_1 t_z + \left[\frac{\sin\lambda(h+NW^2)}{M+h} \right]_1 \varepsilon_x + \\ &\left[\frac{-\cos\lambda(h+NW^2)}{M+h} \right]_1 \varepsilon_y + [0]_1 \varepsilon_z + \left[\frac{-e^2 N \cos\varphi \sin\varphi}{M+h} \right]_1 \Delta m + \Delta\varphi(a_1, b_1; a_2, b_2) \end{aligned} \quad (23)$$

$$\begin{aligned} \lambda_2 &= \lambda_1 + \partial\lambda_1(t_x, t_y, t_z, \varepsilon_x, \varepsilon_y, \varepsilon_z, \Delta m, \Delta a, \Delta f) = \\ &= \lambda_1 + \left[\frac{-\sin\lambda}{(N+h)\cos\varphi} \right]_1 t_x + \left[\frac{\cos\lambda}{(N+h)\cos\varphi} \right]_1 t_y + [0]_1 t_z + \left[\frac{-(h+(1-e^2)N)\sin\varphi \cos\lambda}{(N+h)\cos\varphi} \right]_1 \varepsilon_x + \\ &\left[\frac{-(h+(1-e^2)N)\sin\varphi \sin\lambda}{(N+h)\cos\varphi} \right]_1 \varepsilon_y + [1]_1 \varepsilon_z + [0]_1 \Delta m + \Delta\lambda(a_1, b_1; a_2, b_2) \end{aligned} \quad (24)$$

$$h_2 = h_1 + \partial h_1(t_x, t_y, t_z, \varepsilon_x, \varepsilon_y, \varepsilon_z, \Delta m, \Delta a, \Delta f) =$$

$$= h_1 + [\cos \varphi \cos \lambda]_1 t_x + [\cos \varphi \sin \lambda]_1 t_y + [\sin \varphi]_1 t_z + [e^2 N \sin \varphi \cos \varphi \sin \lambda]_1 \varepsilon_x + [-e^2 N \sin \varphi \cos \varphi \cos \lambda]_1 \varepsilon_y + [0] \varepsilon_z + [h + W^2 N] \Delta m + \Delta h(a_1, b_1; a_2, b_2) \quad (25)$$

ku:

M, N janë përkatësisht rrezet e lakorësive të meridianit dhe vertikalisht të parë të elipsoidit

$W = \frac{a}{N}$ madhësi ndihmëse në llogaritje

$\Delta \varphi, \Delta \lambda, \Delta h$ janë shtesa në gjerësi, gjatësi dhe lartësi elipsoidike për shkak të ndryshimit Δa dhe Δf të përmasave geometrike të elipsoidëve, të llogaritura sipas:

$$\begin{aligned} \Delta \varphi(da, df) &= \Delta \varphi(a_1, b_1; a_2, b_2) = \varphi(a_2, b_2 | (X, Y, Z)_1) - \varphi(a_1, b_1 | (X, Y, Z)_1) \\ \Delta \lambda(da, df) &= \Delta \lambda(a_1, b_1; a_2, b_2) = \lambda(a_2, b_2 | (X, Y, Z)_1) - \lambda(a_1, b_1 | (X, Y, Z)_1) = 0 \\ \Delta h(da, df) &= \Delta h(a_1, b_1; a_2, b_2) = h(a_2, b_2 | (X, Y, Z)_1) - h(a_1, b_1 | (X, Y, Z)_1) \end{aligned} \quad (26)$$

Nqs në ekuacionet (23), (24), (25) shënojmë madhësitë në kllapa, para koeficientëve të transformimit përkatësisht me $f_1, f_2, \dots, f_7; l_1, l_2, \dots, l_7; h_1, h_2, \dots, h_7$, formulat transformuese për një pikë të përbashkët shkruhen:

$$\begin{aligned} \varphi_2 &= \varphi_1 + f_1 t_x + f_2 t_y + f_3 t_z + f_4 \varepsilon_x + f_5 \varepsilon_y + f_6 \varepsilon_z + f_7 \Delta m + \Delta \varphi(da, df) \\ \lambda_2 &= \lambda_1 + l_1 t_x + l_2 t_y + l_3 t_z + l_4 \varepsilon_x + l_5 \varepsilon_y + l_6 \varepsilon_z + l_7 \Delta m \\ h_2 &= h_1 + h_1 t_x + h_2 t_y + h_3 t_z + h_4 \varepsilon_x + h_5 \varepsilon_y + h_6 \varepsilon_z + h_7 \Delta m + \Delta h(da, df) \end{aligned} \quad (27)$$

ose

$$\begin{aligned} \varphi_2 - \varphi_1 - \Delta \varphi(da, df) &= f_1 t_x + f_2 t_y + f_3 t_z + f_4 \varepsilon_x + f_5 \varepsilon_y + f_6 \varepsilon_z + f_7 \Delta m \\ \lambda_2 - \lambda_1 &= l_1 t_x + l_2 t_y + l_3 t_z + l_4 \varepsilon_x + l_5 \varepsilon_y + l_6 \varepsilon_z + l_7 \Delta m \\ h_2 - h_1 - \Delta h(da, df) &= h_1 t_x + h_2 t_y + h_3 t_z + h_4 \varepsilon_x + h_5 \varepsilon_y + h_6 \varepsilon_z + h_7 \Delta m \end{aligned} \quad (28)$$

Ekuacionet (28) në trajtë matricore për një pikë të përbashkët shkruhen si më poshtë:

$$\begin{bmatrix} f_1 & f_2 & f_3 & f_4 & f_5 & f_6 & f_7 \\ l_1 & l_2 & l_3 & l_4 & l_5 & l_6 & l_7 \\ h_1 & h_2 & h_3 & h_4 & h_5 & h_6 & h_7 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} t_x \\ t_y \\ t_z \\ \varepsilon_x \\ \varepsilon_y \\ \varepsilon_z \\ \Delta m \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (\varphi_2 - \varphi_1 - \Delta \varphi(da, df)) \\ (\lambda_2 - \lambda_1) \\ (h_2 - h_1 - \Delta h(da, df)) \end{bmatrix} \quad (29)$$

Në trajtë vektoriale (29) shkruhet:

$$L + v = A \cdot x \quad (30)$$

2.3 Transformimet 2-D

2.3.1 Transformimi 2D homogjen

Ky lloj transformimi përdoret gjerësisht në gjeodezi sepse ruan ngjajshmërinë e figurave. Ekuacionet për transformimin Helmert kanë formën:

$$\begin{aligned}x' &= ax + by + c \\y' &= -bx + ay + d\end{aligned}\quad (32)$$

ku x tregon lindjen, ndërsa y tregon veriu.

Transformimi është 4-parametrik, (për tu gjetur janë koeficientët a, b, c, d). Këndi ndërmjet boshteve dhe shkalla e shformimit linear llogariten sipas formulave vijuese:

$$\alpha = \operatorname{tg}^{-1}\left(\frac{b}{a}\right) \text{ dhe } C = \sqrt{a^2 + b^2} \quad (33)$$

Parametrat e transformimit gjenden nëpërmjet një zgjidhje sipas metodës së thjeshtuar të katrorëve min, me ekuacionet vijuese:

$$\Delta = (B^T B)^{-1} \cdot (B^T f) \quad (36)$$

Vlerësimi i saktësisë së përcaktimit të parametrave të transformimit bëhet sipas ekuacioneve matricore:

$$v = B \cdot \Delta - f, \quad \sigma_0^2 = \frac{v^T \cdot v}{r}, \quad \sigma_{\Delta\Delta} = \sigma_0 \sqrt{Q_{ii}} \quad (37)$$

ku:

Q_{ii} janë elementët e diagonales kryesore të matricës $(B^T B)^{-1}$

2.3.2 Transformimi polynomial sipas E. Grafarend dhe R. Syffus

2.3.2.1 Transformimi i koordinatave konforme lokale (x,y) në globale (X,Y), TM/UTM

Transformimit i koordinatave (x,y), në (X,Y) është zgjidhur nëpërmjet tre hapave:

- Hapi i parë është paraqitja e koordinatave globale (X,Y) në termat e polinomeve bivariate konforme $X(L-L_0, B-B_0)$, $Y(L-L_0, B-B_0)$ në lidhje me shtesat e gjerësisë dhe gjatësisë elipsoidale $(L-L_0, B-B_0)$.
- Hapi i dytë ka dy nënhapa:
 - Së pari transformojmë shtesat e gjerësisë dhe gjatësisë elipsoidale $(L-L_0, B-B_0)$ në shtesa të gjerësisë dhe gjatësisë lokale $(l-l_0, b-b_0)$ nëpërmjet transformimit 7-P vijëpërkulët (3-zhvendosje, 3-rrotullime, 1-faktor shkalle)
 - Së dyti nëpërmjet diferencave të transformuara $(l-l_0, b-b_0)$ kalojmë në koordinatat këndrejta globale të projekcionit $X(l-l_0, b-b_0)$, $Y(l-l_0, b-b_0)$
- Hapi i tretë ka dy nënhapa:

- Së pari paraqesim koordinatat lokale (TM ose UTM) në termat e polinomeve bivariate konforme $\mathbf{x}(l-l_0, \mathbf{b}-\mathbf{b}_0)$, $\mathbf{y}(l-l_0, \mathbf{b}-\mathbf{b}_0)$ në lidhje me shtesat e gjerësisë dhe gjatësisë elipsoidale $(l-l_0, \mathbf{b}-\mathbf{b}_0)$ me qëllim të ndërtojmë polinomet inverse $(l-l_0(\mathbf{x}, \mathbf{y}), \mathbf{b}-\mathbf{b}_0(\mathbf{x}, \mathbf{y}))$ nëpërmjet invertimit të serive bivariate
- Së dyti transferojmë paraqitjen $(l-l_0(\mathbf{x}, \mathbf{y}), \mathbf{b}-\mathbf{b}_0(\mathbf{x}, \mathbf{y}))$ në seri fuqie $(X(l-l_0), Y(\mathbf{b}-\mathbf{b}_0))$ me qëllim të fitojmë polinomet finale bivariate $X(\mathbf{x}, \mathbf{y}), Y(\mathbf{x}, \mathbf{y})$.

2.3.2.2 Transformimi invers i koordinatave konforme globale (X,Y) në lokale (x,y), TM/UTM

Problemi i transformimit të koordinatave konforme (X,Y) në koordinata konforme (x,y), tipi TM ose UTM zgjidhet nëpërmjet invertimit të paraqitjes së polinomeve $X(\mathbf{x}, \mathbf{y}), Y(\mathbf{x}, \mathbf{y})$. Polinomet bivariate si në Box 1.6 janë invertuar nëpërmjet algoritmit të Box 2.1, me koeficientët polinomialë sipas Tab. 2.1, 2.2, në të cilët parametrat e të dhënave janë përfshirë në koeficientët (x^{MN}, y^{MN})

2.3.3 Metoda e “Kolokacionit” sipas katrorëve më të vegjël

Modeli i zakonshëm i katrorëve më të vegjël ka formën:

$$\mathbf{Ax} + \mathbf{s} + \boldsymbol{\varepsilon} = \mathbf{K} \quad (39)$$

Për një bashkësi m pikash me shformime të njohura $(\Delta\lambda_i, \Delta\varphi_i; i = 1, 2, \dots, m)$, është e mundur që të vlerësohet vlera e shformimit $(\Delta\lambda, \Delta\varphi)$ në një pikë P nëpërmjet interpolimit të formës:

$$\Delta\lambda_p = \mathbf{C}_1 \cdot \mathbf{C}_D^{-1} \cdot \Delta\lambda \quad (40)$$

me

$$\mathbf{C}_1 = (\mathbf{C}(d_{p1}), \mathbf{C}(d_{p2}), \dots, \mathbf{C}(d_{pn})) \quad (41)$$

dhe

$$\mathbf{C}_D = \begin{pmatrix} \mathbf{C}(d_{11}) & \mathbf{C}(d_{12}) & \dots & \mathbf{C}(d_{1n}) \\ \mathbf{C}(d_{21}) & \mathbf{C}(d_{22}) & \dots & \mathbf{C}(d_{2n}) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \mathbf{C}(d_{n1}) & \mathbf{C}(d_{n2}) & \dots & \mathbf{C}(d_{nn}) \end{pmatrix} \quad (42)$$

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

$$\Delta\lambda = (\Delta\lambda_1, \Delta\lambda_2, \dots, \Delta\lambda_m)^T \quad (43)$$

Hapi i parë në metodën LSC është llogaritja e **autokorelacionit empirik**. Më pas zgjidhet një model **kovariance analitike**, parametrat e së cilës vlerësohen duke u bazuar në vlerat e llogaritura empirike për të tre komponentet (gjërësi gjeografike, gjatësi dhe lartësi). Parametrat e përcaktuara përdoren për të **parashikuar** shformimet sipas metodës LSC. Zakonisht, si funksion analitik për autokorelacionin e shformimeve përdoret funksioni i mirënjohur i Gausit (Fig. 20):

$$\mathbf{C}(\|\mathbf{h}\|) = \mathbf{C}_0 \cdot e^{-\lambda^2 A^2} \quad (45)$$

Ose i Reillit:

$$C(d) = C_0 \left(1 - \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{d}{d_0} \right)^2 \cdot e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{d}{d_0} \right)^2} \right) \quad (46)$$

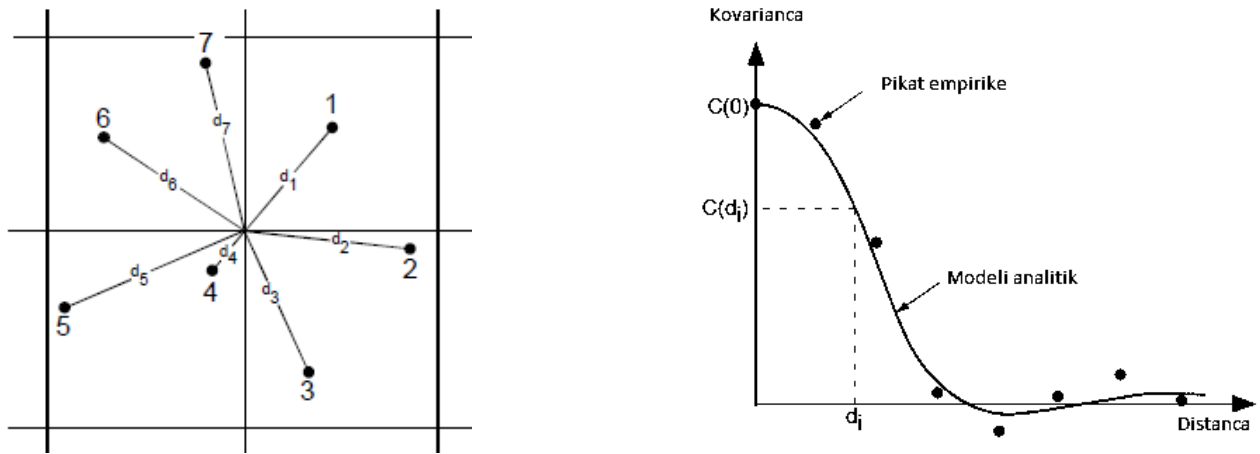


Fig. 15: Kovarianca empirike dhe modeli teorik

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. Procedura ilustron në Fig. 21

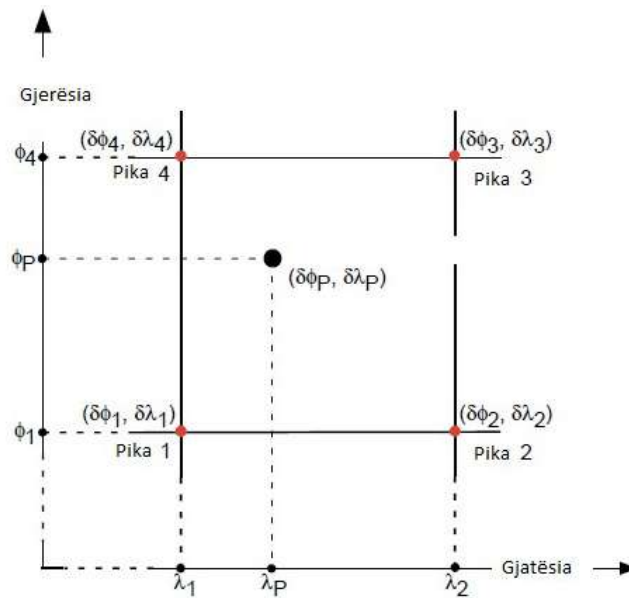


Fig. 16: Interpolimi i shformimeve

3 Modelet e transformimit të koordinatave ndërmjet ALB86 dhe ETRF2000 (08)

3.1 Transformimi 2-D Helmert $(N, E)_{ETRF2000} \leftrightarrow (N, E)_{ALB86}$

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

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

$$\begin{aligned} N_{ETRF2000} &= a N_{ALB86} + b E_{ALB86} + c \\ E_{ETRF2000} &= -b N_{ALB86} + a E_{ALB86} + d \end{aligned} \quad (48)$$

Nga zgjidhja e sistemit të ekuacioneve, gjejmë koeficientët a, b, c, d dhe vlerësimi i llogaritjeve ka dhënë këto rezultate:

σ_o^2	0.045188196	0.050066384
$\sigma_o (N,E) [m]$	0.213	0.224

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

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

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

$$\begin{aligned} N_{ALB86} &= p N_{ETRF2000} - q E_{ETRF2000} + r \\ E_{ALB86} &= q N_{ETRF2000} + p E_{ETRF2000} + s \end{aligned} \quad (54)$$

Nga zgjidhja e sistemit të ekuacioneve, gjejmë koeficientët p, q, r, s dhe verësimi i llogaritjeve ka dhënë këto rezultate:

σ_o^2	0.045225173	0.050107264
$\sigma_o (N,E) [m]$	0.213	0.224

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

3.1.3 Polinomet transformuese për kalimin nga ALB86 në ETRF2000

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

$$\begin{aligned} N_{UTM} &= (a_2 + n \cdot a_3 + e \cdot a_4 + q \cdot a_5 - p \cdot a_6) \cdot 10^5 \\ E_{UTM} &= (a_1 + e \cdot a_3 - n \cdot a_4 + p \cdot a_5 - q \cdot a_6) \cdot 10^5 \end{aligned} \quad (57)$$

ku:

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

Nga zgjidhja e sistemit te ekuacioneve, gjejmë koeficientët $a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6$ dhe vlerësimi i llogaritjeve ka dhënë këto rezultate:

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

3.2 Transformimi polinomial 2-D $(\varphi, \lambda)_{GRS80} \leftrightarrow (\varphi, \lambda)_{Krassowsky}$

3.2.1 Transformimi $(\varphi, \lambda)_{GRS80}$ në $(\varphi, \lambda)_{Krassowsky}$ nëpërmjet polinomit interpolues me dy variabla

Janë marrë në shqyrtim 70-pika me koordinata të njohura, $(\varphi, \lambda)_{GRS80}$ dhe $(N, E)_{TM}$ në sistemin shqiptar. Me formulat e Krüger, koordinatat e projeksonit $(N, E)_{TM}$ sipas katalogut janë kthyer në koordinata elipsoidike $(\varphi, \lambda)_{Krassowsky}$ duke formuar të dhënat për transformim si vijon (Tab. 10):

	Gjerësia ϕ (GRS80)	Gjatësia λ (GRS80)	Gjerësia ϕ (Krassowsky)	Gjatësia λ (Krassowsky)
Nr. pikës	<i>dd.mmssss</i>	<i>dd.mmssss</i>	<i>dd.mmssss</i>	<i>dd.mmssss</i>
502	39.55027879	20.03133274	39.55045019	20.03188646
.....
124102	40.20143345	19.58410254	40.2016056	19.58465856

Tab. 8: Koordinatat e pikave të përbashkëta pëkatësisht $(\varphi, \lambda)_{GRS80}$ dhe $(\varphi, \lambda)_{Krassowsky}$

Transformimi i koordinatave $(\varphi, \lambda)_{GRS80}$ në $(\varphi, \lambda)_{Krassowsky}$ është realizuar nëpërmjet një polinomi interpolues të **gradës 2** me dy variabla (x, y) , i formës:

$$\begin{aligned}
 P_{\Phi}^2(d\varphi, d\lambda) &= a_1 + a_2 d\varphi + a_3 d\lambda + \dots \dots \dots \quad (59) \\
 P_{\Lambda}^2(d\varphi, d\lambda) &= b_1 + b_2 d\varphi + b_3 d\lambda + \dots \dots \dots
 \end{aligned}$$

ku:

$$d\varphi_i = \varphi_i - \varphi_0, \quad d\lambda_i = \lambda_i - \lambda_0 \quad (60)$$

Nga zgjidhja e sistemit të ekuacioneve të formuara, gjejmë koeficientët $a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6$ dhe $b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, b_6$ dhe vlerësimi i llogaritjeve ka dhënë këto rezultate:

σ_0^2	4.09311E-05
σ_0 (ϕ)	0.00639774 ["] 0.192 [m]

σ_0^2	7.8543E-05
σ_0 (λ)	0.0088625 ["] 0.267 [m]

Transformimi i koordinatave $(\varphi, \lambda)_{GRS80}$ në $(\varphi, \lambda)_{Krassowsky}$ është realizuar edhe nëpërmjet polinomit interpolues të **gradës 3** me dy variabla (x, y) , i formës:

$$\begin{aligned}
 P_{\Phi}^3(d\varphi, d\lambda) &= P_{\Phi}^2(d\varphi, d\lambda) + a_7 d\varphi^2 d\lambda + \dots \\
 P_{\Lambda}^3(d\varphi, d\lambda) &= P_{\Lambda}^2(d\varphi, d\lambda) + b_7 d\varphi^2 d\lambda + \dots
 \end{aligned}
 \tag{64}$$

Vlerësimi i llogaritjeve ka dhënë këto rezultate:

σ_o^2	3.98056E-05
$\sigma_o(\phi)$	0.0063092 ["] 0.189 [m]
σ_o^2	5.57432E-05
$\sigma_o(\lambda)$	0.0074661 ["] 0.225 [m]

Gjithashtu është kryer transformimi i koordinatave $(\varphi, \lambda)_{GRS80}$ në $(\varphi, \lambda)_{Krassowsky}$ nëpërmjet polinomit interpolues të **gradës 5** me dy variabla (x, y) , i formës:

$$\begin{aligned}
 P_{\Phi}^5(d\varphi, d\lambda) &= a_{00} + a_{10}u + a_{11}v + a_{20}u^2 + \dots + a_{54}uv^4 + a_{55}v^5 \\
 P_{\Lambda}^5(d\varphi, d\lambda) &= b_{00} + b_{10}u + b_{11}v + b_{20}u^2 + \dots + b_{54}uv^4 + b_{55}v^5
 \end{aligned}
 \tag{65}$$

ku: $u = k(\varphi - \varphi_0)$, $v = k(\lambda - \lambda_0)$, $k = 100/\rho$, $\varphi_0 = 41.10574463^\circ$, $\lambda_0 = 20.0083834^\circ$

Vlerësimi i llogaritjeve ka dhënë këto rezultate:

σ_o^2	2.29123E-05
$\sigma_o(\phi)$	0.0047867 ["] 0.144 [m]
σ_o^2	3.26029E-05
$\sigma_o(\lambda)$	0.0057099 ["] 0.171 [m]

3.2.2 Transformimi i $(\varphi, \lambda)_{GRS80}$ në $(\varphi, \lambda)_{Krassowsky}$ nëpërmjet polinomit interpolues Mikhail

Transformimi $(\varphi, \lambda)_{GRS80}$ në $(\varphi, \lambda)_{Krassowsky}$ është realizuar gjithashtu edhe nëpërmjet polinomit 2-D homogjen interpolues të gradës 2, të propozuar nga Mikhail [12], me dy variabla $(d\varphi, d\lambda)$, i formës:

$$\begin{aligned}
 \varphi_{Krassowsky} &= A_0 + A_1 d\varphi + A_2 d\lambda + A_3 (d\varphi^2 - d\lambda^2) + A_4 (2d\varphi d\lambda) + \dots \\
 \lambda_{Krassowsky} &= B_0 - A_2 d\varphi + A_1 d\lambda + A_4 (d\varphi^2 - d\lambda^2) + A_3 (2d\varphi d\lambda) + \dots
 \end{aligned}
 \tag{67}$$

Vlerësimi i llogaritjeve për shkallën 2 të polinomit Mikhail ka dhënë këto rezultate:

σ_o^2	0.000192647
$\sigma_o (\phi)$	0.01387974 ["] 0.417 [m]

σ_o^2	0.000176595
$\sigma_o (\lambda)$	0.01328891 ["] 0.399 [m]

3.3 Transformimi polynomial sipas E. Grafarend dhe R. Syffus

Janë marrë në shqyrtim 70 pika të përbashkëta, me koordinata të njohura $(N,E)_{UTM}$ dhe $(N,E)_{TM}$. Transformimi polynomial ndjek procedurën e përshkruar në paragrafin [2.3.2.1]. Parametrat e transformimit polynomial të koordinatave konforme lokale (x,y) , tipi TM/UTM, meridiani qendror $21^\circ/20^\circ$ në globale (X,Y) , tipi TM/UTM, meridiani qendror $21^\circ/20^\circ$ jepen përkatësisht si në vijim:

- Transformimi i (X^1, X^2, X^3) në (x^1, x^2, x^3) realizohet nëpërmjet grupit konformal të parametrave $C_7(3)$: 3-zhvendosje, 3-rrotullime, 1-faktor shkalle

-503.0970014	Tx
154.6170149	Ty
567.8258387	Tz
1.7608733294E-05	α
-1.0409521594E-04	β
2.2074440990E-05	γ
-3.2564531117E-04	s

- **Transformimi i koordinatave konforme lokale $(x,y)_{TM}$, 21° në globale $(X,Y)_{TM}$, 21°**

σ_o^2	0.044116949	0.041205905
$\sigma_o (m)$	0.2100	0.2030
	$\sigma_o (X) E$	$\sigma_o (Y) N$

- **Transformimi invers i koordinatave konforme globale $(X,Y)_{TM}$, 21° në lokale $(x,y)_{TM}$, 21°**

σ_o^2	0.044117519	4.12075E-02
$\sigma_o (m)$	0.2100	0.2030
	$\sigma_o (X) E$	$\sigma_o (Y) N$

- **Transformimi i koordinatave konforme lokale $(x,y)_{TM}$, 20° në globale $(X,Y)_{TM}$, 20°**

σ_o^2	0.043860407	0.041448567
$\sigma_o (m)$	0.2094	0.2036
	$\sigma_o (X) E$	$\sigma_o (Y) E$

- *Transformimi invers i koordinatave konforme globale (X,Y)TM, 20° në lokale (x,y)TM, 20°*

σ_o^2	0.043860987	4.14502E-02
σ_o (m)	0.2094	0.2036
	σ_o (X) E	σ_o (Y) N

- *Transformimi i koordinatave konforme lokale (x,y)UTM, 21° ne globale (X,Y)UTM, 21°*

σ_o^2	0.051336331	0.041675602
σ_o (m)	0.2266	0.2041
	σ_o (X) E	σ_o (Y) N

- *Transformimi invers i koordinatave konforme globale (X,Y)UTM, 21° në lokale (x,y)UTM, 21°*

σ_o^2	0.044082233	4.11745E-02
σ_o (m)	0.2100	0.2029
	σ_o (X) E	σ_o (Y) N

- *Transformimi i koordinatave konforme lokale (x,y)UTM, 20° ne globale (X,Y)UTM, 20°*

σ_o^2	0.051140432	0.041896344
σ_o (m)	0.2261	0.2047
	σ_o (X) E	σ_o (Y) N

- *Transformimi invers i koordinatave konforme globale (X,Y)UTM, 20° në lokale (x,y)UTM, 20°*

σ_o^2	0.05114141	4.18978E-02
σ_o (m)	0.2261	0.2047
	σ_o (X) E	σ_o (Y) N

3.4 Transformimi i koordinatave këndrejta hapsinore (X,Y,Z)

3.4.1 Transformimi 7-P Helmert (Burša-Wolf) i koordinatave 3-D (X,Y,Z)

Kemi dy bashkësi të dhënash, koordinatat $(\phi, \lambda, h)_{GRS80}$ dhe koordinatat $(N, E, H)_{ALB86}$ për 70-pika të përbashkëta. Siç kemi theksuar më sipër, në mungesë të matjeve gravimetrike në rrjetin lokal (ALB86), nuk kemi lartësitë elipsoidike, por lartësitë natyrore të nivelimit (H_{MSL}). Për të gjetur lartësitë elipsoidike të përafërta në sistemin shqiptar, është shfrytëzuar barazimi:

$$h_{ALB86} = h_{GRS80} + (h_{ALB86} - h_{GRS80}) \tag{70}$$

$$(h_{ALB86} - h_{GRS80}) = (N_{ALB86} - N_{GRS80})$$

Theksojmë se lartësitë elipsoidike, të llogaritura sipas (70) janë të përafërta dhe jo rigorozë. Ato janë vetëm vlera fillestare të një procesi iterativ të nxjerrjes së parametrave të transformimit.

Rezultatet e llogaritjeve të lartësive elipsoidike të përafërta jepen në Tab. 11

Nr. pikës	N (GRS80)	N (Krass)	N (Krass)-N(GRS80)	h (Krass)
502	6386945.753	6387052.638	106.8854186	422.6034
.....
124102	6387100.588	6387207.453	106.8657805	503.1418

Tab. 9: Llogaritja e lartësive elipsoidike të përafërta në sistemin shqiptar

Koordinatat këndrejta hapsinore, të pikave të përbashkëta për të dy sistemet u llogaritën sipas formulave të mirënjohura të mëposhtme:

$$\begin{aligned} X &= (N + h) \cos \varphi \cos \lambda \\ Y &= (N + h) \cos \varphi \sin \lambda \\ Z &= \left[((1 - e^2)N + h) \sin \varphi \right] \end{aligned} \tag{71}$$

Rezultatet e llogaritjeve $(X, Y, Z)_{GRS80}$ dhe $(X, Y, Z)_{Krassowsky}$ jepen përkatësisht në Tab.12 dhe Tab.13

Nr. pikës	X (GRS80)	Y(GRS80)	Z(GRS80)
502	4601828.559	1679814.865	4071161.718
547	4596857.058	1706775.408	4065885.063
.....
124102	4575859.563	1663492.854	4106863.049

Tab. 10: Llogaritja e koordinatave këndrejta hapsinore (X,Y,Z)GRS80

Nr. pikës	X (Krass)	Y (Krass)	Z (Krass)
502	4601827.692	1679954.548	4071273.974

547	4596855.331	1706915.551	4065997.321
.....
124102	4575858.049	1663631.957	4106975.834

Tab. 11: Llogaritja e koordinatave këndrejta hapsinore (X,Y,Z)Krassovsky

Tashmë të dy bashkësitë e të dhënave shprehen në sistemin e koordinatave këndrejta hapsinore. Ekuacionet e linearizuara të transformimit sipas barazimit (13) pas zëvendësimit të shprehjes [dX,dY,dZ] me [T_x,T_y,T_z], mund t'i shkruajmë në formën:

$$\begin{aligned}
 X_2 &= T_x + sX_1 - \beta Z_1 + \gamma Y_1 + X_1 \\
 Y_2 &= T_y + sY_1 + \alpha Z_1 - \gamma X_1 + Y_1 \\
 Z_2 &= T_z + sZ_1 - \alpha Y_1 + \beta X_1 + Z_1
 \end{aligned}
 \tag{72}$$

ose në trajtë matricore shkruhen si më poshtë:

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & X_1 & 0 & -Z_1 & Y_1 \\ 0 & 1 & 0 & Y_1 & Z_1 & 0 & -X_1 \\ 0 & 0 & 1 & Z_1 & -Y_1 & X_1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} T_x \\ T_y \\ T_z \\ \Delta s \\ \alpha \\ \beta \\ \gamma \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_2 - X_1 \\ Y_2 - Y_1 \\ Z_2 - Z_1 \end{bmatrix}
 \tag{74}$$

Meqenëse lartësitë elipsoidike të pikave në sistemin ALB86 janë të përafërta, për llogaritjen e parametrave është përdorur programi transformues iterativ SEVENPAR, numri i përafërtimeve u zgjodh të jetë 6. Llogaritja e parametrave të transformimit u krye edhe me numër përafërtimeve 10 dhe 20, por rezultatet ishin të njëjta si me numër përafërtimeve 6.

- Parametrat e llogaritura të transformimit të 70-pikave, 6 iteracione, nga sistemi ALB86, elipsoidi Krassowsky (1940) në ETRF2000, elipsoidi GRS80 (1980) janë:

-37.5..... [m]	T_x
-13.8..... [m]	T_y
-35.5..... [m]	T_z
- 2.0..... [sec]	α
-2.6..... [sec]	β
3.1..... [sec]	γ
-8.5..... [ppm]	s

Kualiteti transformimit:

- 0.7819 Ndryshimi hapsinor max ndërmjet dy sistemeve [m]
- 0.2615 Ndryshimi hapsinor mes ndërmjet dy sistemeve [m]
- 0.1822 Shmangia mesatare kuadratike e ndryshimit hapsinor [m]

- Parametrat e llogaritura të transformimit të 70-pikave, nga sistemi ETRF2000, elipsoidi GRS80 (1980) në ALB86, ellipsoidi Krassowsky (1940) janë:

37.5..... [m]	Tx
13.8..... [m]	Ty
35.5..... [m]	Tz
2.0..... [sec]	α
2.6..... [sec]	β
-3.1..... [sec]	γ
8.5..... [ppm]	s

Me parametrat e llogaritura të transformimit, llogarisim nëpërmjet (72) koordinatat e transformuara te pikave ne sistemin ETRF2000, elipsoidi GRS80 (Tab. 14)

Nr. pikës	Xtr (GRS80)	Ytr (GRS80)	Ztr (GRS80)
502	4601828.746	1679814.833	4071161.538
547	4596856.776	1706775.734	4065885.263
.....
124102	4575859.53	1663492.425	4106863.262

Tab. 12: Llogaritja e koordinatave këndrejta të transformuara (Xtr,Ytr,Ztr)GRS80

Vlerësimi i llogaritjeve ka dhënë këto rezultate:

σ_o^2	2.654E-02	4.432E-02	2.537E-02
σ_o	0.163 [m]	0.211 [m]	0.159 [m]

3.4.2 Transformimi 7-P Molodensky-Badeka i koordinatave 3-D (X,Y,Z)

Llogarisim baricentrae e të dy sistemeve dhe koordinatat e reduktuara

Koordinatat e reduktuara (ΔX , ΔY , ΔZ) për të dy sistemet jepen përkatësisht në Tabelat 15, 16:

Nr. pikës	ΔX (GRS80)	ΔY (GRS80)	ΔZ (GRS80)
502	79510.01079	33009.78091	-100191.3542
547	74538.50971	59970.32365	-105468.0092
.....
124102	53541.01477	16687.76996	-64490.0238

Tab. 13: Llogaritja e ndryshimeve koordinative ($\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$)GRS80

Nr. pikës	ΔX (Krass)	ΔY (Krass)	ΔZ (Krass)
502	79511.64818	33010.25812	-100191.7041
547	74539.28721	59971.26141	-105468.3572
.....
124102	53542.00539	16687.66712	-64489.84436

Tab. 14: Llogaritja e ndryshimeve koordinative ($\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$)Krassovsky

Përbërëset reale të zhvendosjes së qendrave të sistemeve janë:

T_x	-2.5..... [m]
T_y	139.2.....[m]
T_z	112.6.....[m]

Meqenëse lartësitë elipsoidike të pikave në sistemin ALB86 janë të përafërta, për llogaritjen e parametrave është përdorur programi transformues iterativ SEVENPAR, numri i përafërimeve u zgjodh të jetë 6. Llogaritja e parametrave të transformimit u krye edhe me numër përafërimesh 10 dhe 20, por rezultatet ishin të njëjta si me numër përafërimesh 6.

- Parametrat e llogaritura të transformimit të 70-pikave, me 6-iteracione, nga sistemi ALB86, elipsoidi Krassowsky (1940) në ETRF2000, elipsoidi GRS80 (1980) janë:

-2.0..... [sec]	α
-2.6..... [sec]	β
3.1..... [sec]	γ
-8.5..... [ppm]	s

Kualiteti transformimit:

0.7826 Ndryshimi hapsinor max ndërmjet dy sistemeve [m]
 0.2615 Ndryshimi hapsinor mesatar ndërmjet dy sistemeve [m]
 0.1822 Shmangia mesatare kuadratike e ndryshimit hapsinor [m]

- Parametrat e llogaritura të transformimit të 70-pikave, nga sistemi ETRF2000, elipsoidi GRS80 (1980) në ALB86, ellipsoidi Krassowsky (1940) janë:

2.0..... [sec]	α
2.6..... [sec]	β
-3.1..... [sec]	γ
8.5..... [ppm]	s

Me parametrat e llogaritura të transformimit, llogarisim koordinatat e transformuara (Tab. 17) të pikave në sistemin ETRF2000, elipsoidi GRS80 (1980):

Nr. pikës	Xtr (Krass)	Ytr (Krass)	Ztr (Krass)
502	4601827.507	1679954.58	4071274.155
547	4596855.615	1706915.224	4065997.123
.....
124102	4575858.084	1663632.385	4106975.621

Tab. 15: Llogaritja e koordinatave këndrejtja të transformuara (Xtr,Ytr,Ztr)Krassovsky

Vlerësimi i llogaritjeve ka dhënë këto rezultate:

σ_o^2	0.0265333	0.04432442	0.02537829
σ_o	0.163 [m]	0.211 [m]	0.159 [m]

3.5 Transformimi 7-P i koordinatave elipsoidike (ϕ, λ, h)

3.5.1 Transformimi 7-P Burša-Wolf i koordinatave 3-D elipsoidike (ϕ, λ, h)

Kemi dy bashkësi të dhënash, koordinatat $(\phi, \lambda, h)_{GRS80}$ dhe koordinatat $(\phi, \lambda, h)_{ALB86}$, te fituara nga kthimi i $(N, E, H)_{ALB86}$ për 70-pika të përbashkëta. Për llogaritjen e parametrave të transformimit është përdorur programi transformues iterativ SEVENPAR, numri i përafrimeve u zgjodh të jetë 6. Llogaritja e parametrave të transformimit u krye edhe me numër përafrimesh 10 dhe 20, por rezultatet ishin të njëjta si me numër përafrimesh 6.

- Parametrat e llogaritura të transformimit të 70-pikave, 6-iteracione, nga sistemi ALB86, elipsoidi Krassowsky (1940) në ETRF2000, elipsoidi GRS80 (1980) janë:

-35.8..... [m]	T_x
-13.3..... [m]	T_y
-37.6..... [m]	T_z
-2.0..... [sec]	α
-2.5..... [sec]	β
3.1..... [sec]	γ
-8.7..... [ppm]	s

Kualiteti transformimit:

0.7810 Ndryshimi hapsinor max ndërmjet dy sistemeve [m]
 0.2611 Ndryshimi hapsinor mes ndërmjet dy sistemeve [m]
 0.1819 Shmangia mesatare kuadratike e ndryshimit hapsinor [m]

- Parametrat e llogaritura të transformimit të 70-pikave, nga sistemi ETRF2000, elipsoidi GRS80 (1980) në ALB86, elipsoidi Krassowsky (1940) janë:

35.8..... [m]	T_x
13.3..... [m]	T_y
37.6..... [m]	T_z
2.0..... [sec]	α
2.5..... [sec]	β
-3.1..... [sec]	γ
8.7..... [ppm]	s

Kualiteti transformimit:

0.7810 Ndryshimi hapsinor max ndërmjet dy sistemeve [m]
 0.2611 Ndryshimi hapsinor mes ndërmjet dy sistemeve [m]
 0.1819 Shmangia mesatare kuadratike e ndryshimit hapsinor [m]

4 Transformimi i lartësive

Në literaturën bashkëkohore problemi i transformimit të lartësive vazhdon të trajtohet gjerësisht. Autorë të ndryshëm propozojnë mënyra të ndryshme për transformimin e lartësive. Një ndër mënyrat e transformimit të lartësive, e realizuar prej IGM, Firenze për territorin shqiptar u tregua në Kap. 1. Në vijim do të përshkruajmë metodën e transformimit të lartësive të realizuar nga ana jonë.

4.1 Polinomi i interpolimit të lartësive

Janë marrë në shqyrtim 103-pika me koordinata të njohura (ϕ, λ, h). Transformimi i lartësive elipsoidike (në WGS84) në lartësi natyrale të sistemit tonë është realizuar nëpërmjet një polinomi interpolues linear i shkallës 3, me tre variabla (x, y, z), i propozuar nga Q. Skuka, i formës:

$$P_3^3(x, y, z) = a_1 + a_2y + a_3x + a_4z + a_5yx + a_6yz + a_7xz + \dots \quad (86)$$

ku:

$$x = d\phi_i = \phi_i - \phi_0, \quad y = d\lambda_i = \lambda_i - \lambda_0, \quad z = dh_i = h_i - h_0 \quad (87)$$

Lartësia në sistemin shqiptar jepet nga (88):

$$H_{ALB86} = h_{ETRS2005} + P_m^3(x, y, z) \quad (88)$$

Për $n = 103$ pika të përbashkëta mund të shkruajmë sistemin e ekuacioneve vektorialë (89) me koordinata të reduktuara dhe nga zgjidhja e ekuacioneve gjejmë koeficientët $a_1, a_2, a_3, \dots, a_{19}, a_{20}$ (Tab. 20).

Gjithashtu u provua me polinomin e shkallës 4 me tre variabla (90):

$$P_4^3(x, y, z) = P_3^3(x, y, z) + a_{21}x^4 + a_{22}x^3y + a_{23}x^3z + \dots \quad (90)$$

dhe polinomin e shkallës 5 me tre variabla (92):

$$P_5^3(x, y, z) = P_4^3(x, y, z) + a_{35}x^4y + a_{36}x^4z + a_{37}x^3yz + \dots \quad (92)$$

Nga zgjidhja e ekuacioneve (89), (91) dhe (93) gjejmë përkatësisht grupin e koeficientëve $\{a_1, a_2, a_3, \dots, a_{19}, a_{20}\}$ për polinomin e shkallës 3, $\{a_1, a_2, a_3, \dots, a_{33}, a_{34}\}$ për polinomin e shkallës 4 dhe $\{a_1, a_2, a_3, \dots, a_{54}, a_{55}\}$ për polinomin e shkallës 5 (Tab. 19):

1	-0.37827	a1
.....
20	3.48E-06	a20

1	-0.37736	a1
.....
20	7.97E-06	a20
.....
34	-18.8134	a34

1	-0.37853	a1
.....
20	1.66E-05	a20
.....
34	551.8451	a34
.....
55	-0.5412	a55

Tab. 16: Koeficientët e polinomit interpolues linear përkatësisht të shkallës 3, 4 dhe 5

Vlerësimi i transformimit të lartësive elipsoidike (WGS84) në lartësi natyrale të sistemit tonë, përkatësisht me polinomet e shkallës 3, 4 dhe 5, ka dhënë këto rezultate:

	shkalla 3	- 4	- 5
σ_o^2	0.09448	0.051057	0.024542
σ_o [m]	0.307	0.226	0.1567

1. Shmangia mesatare kuadratike në transformimin e lartësive të pikave të përbashkëta, për operatorin e ri është: $\sigma_{0H} = \pm 0.157m$
2. Statistikat në përqindje të ndodhjes së operatorit të gjetur për transformimin e lartësive janë si vijon:

00.0 ÷ 10.0 cm	55 % e rasteve
÷ 20.0 cm	80 % e rasteve
÷ 30.0 cm	92 % e rasteve
÷ 40.0 cm	98 % e rasteve
> 40.1 cm	2 % e rasteve

5 Testimi në terren i rezultateve të transformimit

Për kontrollin real të modeleve të transformimit të trajtuara në kapitullin 3, në periudhën Qershor-Korrik 2012, në bashkëpunim me “Lorenzo & Co” ShPK u kryen matjet satelitore GPS, në tre bashkësi pikash të referencës ALB86 të cilat nuk ishin pika të bashkësisë së pikave të përbashkëta që u përdorën për nxjerrjen e modeleve të transformimit në plan dhe lartësi.

Koordinatat e pikave (ϕ, λ, h) në **ETRF2000, Epoch2012.5**, të fituara prej kësaj fushate matjesh jepen në Tab. 20:

Nr. Pikës	Nr. sipas katalogut	Emërtimi pikës triang.	ϕ GRS80	λ GRS80	h GRS80
			dd.mmssss	dd.mmssss	[m]
1	124102-II	Sheshi i bukurisë	40.20143351	19.58410227	396.109
2	12495-III	m. Sarajës	40.2219519	19.59384661	351.93
3	12494-III	m. Triks	40.22220782	19.56300923	498.424
4	12488-II	m. Luftinjës	40.2402535	19.57356906	709.341
5	12574-III	Khafaj	40.25122421	19.59560811	632.069
6	12477-III	m. Kamçishtit	40.26345737	19.5539389	842.152
7	12471--III	m. Dushkut	40.28008705	19.57466647	736.033
8	12470-II	m. Levani i Çiros	40.28016748	19.55003796	896.533
9	12563-III	m. Selckës	40.29100403	20.01017197	884.696
10	12461-III	Bregu i bufit	40.30118997	19.55355413	950.894
11	12453-II	Çuka e mullezës	40.31524148	19.5522422	1029.756
12	12450-III	m. Selenicës	40.32371241	19.594246	910.296
13	12448-III	m. Bregu i Kolës	40.34081603	19.57019816	750.701
14	12522-II	m. Terpanit	40.34333564	20.01065042	935.317
15	12431-II	m. Molishtit	40.36394722	19.54435582	988.542
16	12423-III	Bregu i çadrës	40.38469466	19.58102194	656.799
17	11298-III	Kalaja e Beratit	40.4227665	19.56427155	276.159

Tab. 17: Koordinatat e pikave (ϕ, λ, h) të matura në zonen e Beratit

Sipas parametrave të transformimit 4P Helmert (kapitulli 3.1.2), llogarisim koordinatat e transformuara $(N, E)_{UTM}$ nga koordinatat përkatëse të katalogut. Gjithashtu kthejmë koordinatat elipsoidike të pikave të matura, në koordinata projeksioni Gauss-Krüger sipas formulave përkatëse $(\phi, \lambda)_{GRS80} \rightarrow (N, E)_{GRS80, UTM}$ (Tab. 21) dhe i krahasojmë me koordinatat e transformuara $(N, E)_{UTM}$

Koord. e transformuara Koord. $(\phi, \lambda)_{GRS80} \rightarrow (N, E)_{GRS80, UTM}$

Nr. Pikës	N (UTM)	E (UTM)	N (UTM)	E (UTM)	dN	dE	ddN	ddE
124102	4465698.38	413197.33	4465698.114	413197.657	0.266	-0.327	0.070756	0.106929
12495	4469542.539	414596.547	4469542.418	414596.895	0.121	-0.348	0.014641	0.121104
12494	4469673.295	410155.282	4469673.169	410155.523	0.126	-0.241	0.015876	0.058081
12488	4472752.317	411738.664	4472752.251	411738.915	0.066	-0.251	0.004356	0.063001
12574	4474862.926	415071.771	4474863.36	415072.609	-0.434	-0.838	0.188356	
12477	4477473.127	409054.299	4477472.934	409054.295	0.193	0.004	0.037249	1.6E-05

12471	4480098.176	412083.691	4480097.987	412083.876	0.189	-0.185	0.035721	0.034225
12470	4480169.835	408168.211	4480169.817	408168.268	0.018	-0.057	0.000324	0.003249
12563	4482177.937	416700.294	4482178.207	416701.042	-0.27	-0.748	0.0729	
12461	4484175.029	409045.021	4484175.066	409045.153	-0.037	-0.132	0.001369	0.017424
12453	4487278.181	408773.851	4487278.139	408774.224	0.042	-0.373	0.001764	0.139129
12450	4488584.459	414907.414	4488584.473	414907.822	-0.014	-0.408	0.000196	0.166464
12448	4491435.543	411166.052	4491435.513	411166.401	0.03	-0.349	0.0009	0.121801
12522	4492146.094	416924.309	4492146.137	416924.676	-0.043	-0.367	0.001849	0.134689
12431	4496140.659	407968.937	4496140.648	407969.199	0.011	-0.262	0.000121	0.068644
12423	4500012.819	412871.253	4500012.845	412871.563	-0.026	-0.31	0.000676	0.0961
11298	4506842.967	410897.937	4506843.066	410898.075	-0.099	-0.138	0.009801	0.019044

σ_o^2	0.026874	0.07666
σ_o (m)	0.164	0.277

Tab. 18: Krahasimi i koordinatave të transformuara dhe të kthyera (ϕ, λ)GRS80 \rightarrow (N,E)GRS80, UTM

Në Tab. 22 tregohet transformimi i lartësive elipsoidike të matura në lartësi natyrale nivelimi ($h_{GRS80} \rightarrow H_{ALB86}$) me polinomin e shkallës 5 për pikat në zonën e Beratit

Nr. Pikës	ϕ WGS84	λ WGS84	h WGS84	H (tr)	H (katalogu)	$v=H(kat) - H(tr)$	vv
124102-II	40.20143351	19.58410227	396.109	361.1890	361.036	-0.153	0.023409
12495-III	40.2219519	19.59384661	351.93	316.9309	316.76	-0.171	0.029241
12494-III	40.22220782	19.56300923	498.424	463.3475	463.543	0.196	0.038416
12488-II	40.2402535	19.57356906	709.341	673.8611	673.94	0.079	0.006241
12574-III	40.25122421	19.59560811	632.069	596.5619	596.512	-0.050	0.0025
12477-III	40.26345737	19.5539389	842.152	806.4815	806.62	0.138	0.019044
12471--III	40.28008705	19.57466647	736.033	700.3813	700.55	0.169	0.028561
12470-II	40.28016748	19.55003796	896.533	860.7710	861.1	0.329	0.108241
12563-III	40.29100403	20.01017197	884.696	848.6666	848.97	0.303	0.091809
12461-III	40.30118997	19.55355413	950.894	914.9677	915.2	0.232	0.053824
12453-II	40.31524148	19.5522422	1029.756	993.6457	994.05	0.404	0.163216
12450-III	40.32371241	19.594246	910.296	874.1646	874.436	0.271	0.073441
12448-III	40.34081603	19.57019816	750.701	714.8931	714.74	-0.153	0.023409
12522-II	40.34333564	20.01065042	935.317	899.0013	899.326	0.325	0.105625
12431-II	40.36394722	19.54435582	988.542	952.4437	952.7	0.256	0.065536
12423-III	40.38469466	19.58102194	656.799	620.9126	620.997	0.084	0.007056
11298-III	40.4227665	19.56427155	276.159	240.7703	240.476	-0.294	0.086436

σ_o^2	0.054471
σ_o [m]	0.233

Tab. 19: Transformimi i lartësive elipsoidike në lartësi natyrale me polinomin e shkallës 5

Në Tab. 23 tregohet krahasimi i koordinatave të transformuara sipas 4P-Helmert dhe të kthyer (φ,λ)_{GRS80} →(N,E)_{GRS80, UTM} zona Tiranë-Përmet-Vlorë, ndërsa ne Tab. 24 tregohet transformimi i lartësive elipsoidike të matura në lartësi natyrale nivelimi (h_{GRS80} → H_{ALB86}) me polinomin e shkallës 5 për pikat në zonën Tiranë-Përmet-Vlorë

Nr. Pikës	N (UTM)	E (UTM)	N (UTM)	E (UTM)	dN	dE	ddN	ddE
6592	4658501.573	451643.411	4658501.773	451643.469	-0.2	-0.058	0.04	0.003364
8884	4579756.682	400960.305	4579756.58	400960.473	0.102	-0.168	0.010404	0.028224
8922	4608515.517	419369.624	4608515.449	419369.781	0.068	-0.157	0.004624	0.024649
8962	4593400.183	453273.985	4593399.928	453274.304	0.255	-0.319	0.065025	0.101761
12444	4493288.819	391347.549	4493288.851	391347.585	-0.032	-0.036	0.001024	0.001296
13745	4451503.741	446038.727	4451503.758	446038.628	-0.017	0.099	0.000289	0.009801

σ_o^2	0.018883	0.036928
σ_o (m)	0.137	0.192

Tab. 20: Krahasimi i koordinatave të transformuara dhe të kthyer (φ,λ)_{GRS80} →(N,E)_{GRS80, UTM}

Nr. Pikës	φ WGS84	λ WGS84	h WGS84	H (tr)	H (katalogu)	v=H(kat) - H(tr)	v v
6592	42.0437555	20.24554509	413.698	370.3167	370.474	0.157	0.024649
8884	41.21476249	19.48571236	215.546	179.3631	179.152	-0.211	0.044521
8922	41.37274472	20.01555257	324.88	285.5773	285.45	-0.127	0.016129
8962	41.29270702	20.26248679	871.428	829.6099	829.805	0.195	0.038025
12444	40.34597428	19.4258138	638.864	604.0642	603.997	-0.067	0.004489
13745	40.12439585	20.21571331	613	577.3319	577.522	0.19	0.0361
518	39.58092635	20.17556353	644.893	611.0363	610.94	-0.096	0.009216
576	39.44244274	20.16120659	492.205	460.441	459.91	-0.531	0.281961
535	41.55478862	20.00103364	318.906	278.1849	278.071	-0.114	0.012996
566	42.14025747	19.42169868	393.313	352.9098	353.04	0.13	0.0169
631	40.40259895	20.56068384	887.526	847.2999	847.179	-0.121	0.014641
1103	41.37583967	20.12510392	851.367	810.0944	810.035	-0.059	0.003481
6399	42.03020304	19.29318601	46.919	9.2618	9.217	-0.045	0.002025

σ_o^2	0.037126714
σ_o [m]	0.197

Tab. 21: Transformimi i lartësive elipsoidike në lartësi natyrale me polinomin e shkallës 5

Në Tab. 25 tregohet krahasimi i koordinatave të transformuara sipas 4P-Helmert dhe të kthyer (φ,λ)_{GRS80} →(N,E)_{GRS80, UTM} zona Shkodër, ndërsa në Tab. 26 tregohet transformimi i lartësive elipsoidike të matura në lartësi natyrale nivelimi (h_{GRS80} → H_{ALB86}) me polinomin e shkallës 5 për pikat në zonën Shkodër

Nr. Pikës	N (UTM)	E (UTM)	N (UTM)	E (UTM)	dN	dE	ddN	ddE
6440-III	4656384.906	381169.087	4656385.355	381168.973	-0.449	0.114	0.201601	0.012996
6407-I	4658418.956	384907.889	4658412.341	384905.151	6.615	2.738		
6447-III	4652014.98	379065.828	4652015.923	379065.758	-0.943	0.07		
6343-II	4651443.02	366047.738	4651443.063	366047.192	-0.043	0.546	0.001849	0.298116
6344-III	4652218.744	369100.26	4652218.776	369099.76	-0.032	0.5	0.001024	0.25

σ_o^2	0.068158	0.105337
σ_o (m)	0.261	0.32

Tab. 22: Krahasimi i koordinatave të transformuara dhe të kthyera $(\phi, \lambda)_{GRS80} \rightarrow (N, E)_{GRS80, UTM}$ (Shkodër)

Nr. Pikës	ϕ WGS84	λ WGS84	h WGS84	H (tr)	H (katalogu)	$v = H(kat) - H(tr)$	v v
6447	42.00391688	19.32222729	90.7896	53.0506	55.62	2.569	
6344	42.00400046	19.25089825	75.2734	37.9638	37.93	-0.034	0.001156
6407	42.04096554	19.36315503	254.583	216.0453	216.101	0.056	0.003136
6343	42.00130142	19.22569567	72.0951	34.877	34.95	0.073	0.005329
6440	42.03019511	19.33504968	180.236	142.0817	140.399	-1.683	

σ_o^2	0.003207
σ_o [m]	0.057

Tab. 23: Krahasimi i koordinatave të transformuara dhe të kthyera $(\phi, \lambda)_{GRS80} \rightarrow (N, E)_{GRS80, UTM}$ (Shkodër)

Në Tab. 27 tregohet krahasimi i koordinatave të transformuara sipas 4P-Helmert dhe të kthyera $(\phi, \lambda)_{GRS80} \rightarrow (N, E)_{GRS80, UTM}$ zona Tiranë, ndërsa në Tab. 28 tregohet transformimi i lartësive elipsoidike të matura në lartësi natyrale nivelimi $(h_{GRS80} \rightarrow H_{ALB86})$ me polinomin e shkallës 5 për pikat në zonën Tiranë

Nr. Pikës	N (UTM)	E (UTM)	N (UTM)	E (UTM)	dN	dE	ddN	ddE
8884	4579756.682	400960.305	4579756.779	400960.543	-0.097	-0.238	0.009409	0.056644
8879	4580599.638	403617.409	4580599.748	403617.603	-0.11	-0.194	0.0121	0.037636
10037	4571169.423	407662.419	4571169.546	407662.705	-0.123	-0.286	0.015129	0.081796
8886	4577768.402	392043.019	4577768.534	392043.244	-0.132	-0.225	0.017424	0.050625
8814	4579524.626	397449.359	4579524.655	397449.671	-0.029	-0.312	0.000841	0.097344

σ_o^2	0.010981	0.064809
σ_o (m)	0.105	0.255

Tab. 24: Krahasimi i koordinatave të transformuara dhe të kthyera $(\phi, \lambda)_{GRS80} \rightarrow (N, E)_{GRS80, UTM}$ (Tiranë)

Nr. Pikës	ϕ WGS84	λ WGS84	h WGS84	H (tr)	H (katalogu)	$v=H(\text{kat}) - H(\text{tr})$	vv
1000	41.20042123	19.49366521	177.1826	140.9206	141.201	0.28	0.0784
8884	41.21476314	19.48571265	215.243	179.0594	179.152	0.093	0.008649
8879	41.22161222	19.50509873	342.7391	306.4298	306.532	0.102	0.010404
10027	41.19120288	19.51258525	268.6779	232.4082	233.29	0.882	
10037	41.17120855	19.5350246	351.9794	315.5379	315.487	-0.051	0.002601
8886	41.2039047	19.42346694	267.9903	232.8533	232.81	-0.043	0.001849
8814	41.21385236	19.46261848	136.1983	100.124	100.283	0.159	0.025281

σ_0^2	0.021197333
σ_0 [m]	0.146

Tab. 25: Krahasimi i koordinatave të transformuara dhe të kthyer (φ,λ)GRS80 →(N,E)GRS80, UTM (Tiranë)

Koordinatat e pikave (φ,λ)_{GRS80}, të fituara prej matjeve satelitore në zonat Berat, Tiranë-Përmet-Vlorë, Shkodër dhe Tiranë janë transformuar në koordinata konforme globale (X,Y), (Tab. 29) sipas E. Grafarend dhe R. Syffus.

Pastaj koordinatat konforme globale (X,Y) janë transformuar në koordinata konforme lokale (x,y)_{Gauss-Krüger} dhe janë krahasuar me koordinatat konforme lokale (x,y)_{ALB86} sipas katalogut (Tab. 30)

Pika	ϕ (GRS80)	λ (GRS80)	X (GRS80, TM)	Y (GRS80, TM)
124102-II	40.20143351	19.58410227	-86837.07657	4467485.106
12495-III	40.2219519	19.59384661	-85437.27882	4471330.948
.....
8814	41.21385236	19.46261848	-102591.3656	4581357.199

Tab. 26: Koordinatat e pikave (φ,λ)GRS80, të transformuara në koordinata konforme globale (X,Y)GRS80, Gauss-Krüger

Pika	x (E)tr	y (N)tr	x E (Katalogu)	y N (Katalogu)	dx	dy
124102-II	-86707.1	4467616	-86706.61	4467615.67	-0.46364	-0.12495
12495-III	-85307.5	4471461	-85306.82	4471461.4	-0.64741	-0.32448
.....
8814	-102460	4581488	-102460.98	4581488.43	1.449377	-0.53376

Tab. 27: Krahasimi i koordinatave konforme lokale të transformuara (x,y)_{Gauss-Krüger} me (x,y)_{ALB86}

- Shmangia mesatare kuadratike e transformimit në plan është ±0.165m (N) dhe ± 0.27m (E)
- shmangia mesatare kuadratike e transformimit të lartësive elipsoidike në natyrale dhe krahasimit me lartësitë sipas katalogut, varion 0.057÷0.233 m
- statistikat në përqindje të ndryshimeve në pikat e kontrolluara për modelin transformues të lartësive, janë si vijon:

÷ 10.0 cm	42 % e rasteve të kontrolluara
÷ 20.0 cm	75 % e rasteve të kontrolluara
÷ 30.0 cm	89 % e rasteve të kontrolluara
÷ 40.0 cm	100 % e rasteve të kontrolluara
> 40.1 cm	0 % e rasteve të kontrolluara

Theksojmë se këto statistika afërsisht përputhen me statistika e ndodhjes me pikat e përbashkëta. Modeli për transformues i lartësive i gjetur nga ana jonë, krahasuar me atë të IGJUF ka dallimet dhe përparësitë vijuese:

- a) Eliminon plotësisht përdorimin e gjeoidit global EGM08 dhe përshtatjen e tij për territorin e Shqipërisë, i cili është përdorë nga IGUF
- b) Eliminon krijimin e gridave për llogaritjen e lartësive, në pikat që nuk janë kulme të saj
- c) Modeli është lehtësisht i konceptueshëm si nga pikëpamja teorike ashtu dhe e përdorimit praktik
- d) Modeli realizon saktësi të njëjtë transformimi lartësie si programi ALBGEO3, i përdorur prej IGJUF
- e) Përparësia kryesore modelit tonë është mundësia e përmirësimit të mëtejshëm të tij nga pikëpamja e saktësisë, me shtimin në të ardhmen të vrojtimeve satelitore në pikat e referencës egzistuese vertikale, gjë të cilën modeli i IGJUF nuk e lejon sepse programi llogaritës i tyre nuk është burimor por EXE
- f) Modeli i gjetur i transformimit të lartësive krijon një referencë mbështetëse e kontrolluese unike për hartografimin topografik të gjithë territorit shqipëtar, deri në shkallën 1: 10 000.
- g) Nga statistikat e mësipërme, arrijmë në përfundim se aftësia reale transformuese e modeleve të gjetura për planin dhe lartësinë është mjaft e mirë, për mbështetje dhe kontroll të punimeve të hartografimit deri tek shkalla 1 : 5 000
- h) Me këto dy modele transformimi u krijua edhe programi transformues në microsoft excel .

1. Bazuar në rezultatet e transformimit sipas E. Grafarend dhe R. Syffus (Tab. 29, 30), nxirren përfundimet e mëposhtme:

- a) Ndryshimi max ndërmjet lartësive të transformuara dhe atyre të katalogut është 0.58m(N,E) në pikën 13678. Në 99% te rasteve, ky ndryshim është $\leq 0.30m$
- b) Në pikat provë (jo të përbashkëta) u vune re ndryshimet ndërmjet koordinatave të transformuara dhe koordinatave të katalogut ALB86 që variojnë:

në drejtim të lindjes 0.22 (pika 6592) ÷ 5.04m (12574, kl. 3)

në drejtim të veriut 0.03 ÷ 2.4m (12477-kl. 3)

- c) Këto ndryshime të mëdha në pikat provë, tregojnë se referenca e vjetër (ALB86) ka një ndryshim të orientimit fillestar krahasuar me orientimin e referencës së re satelitore, e cila sjell ndryshimet e mësipërme në pozicion ALB86 kundrejt pozicioneve globale
- d) Një spostim i tillë citohet edhe në [5]

6 Zgjedhja e projekcionit më të përshtatshëm hartografik për Shqipërinë

Qëllimi i këtij kapitulli është të analizojë projekcionet dhe të tregojë projekcionin më të përshtatshëm për kushtet e Shqipërisë.

Projekcionet hartografike për krijimin e hartave topografike janë të disa llojeve dhe **madhësia e lejuar e shformimeve** është treguesi më i rëndësishëm i zgjedhjes së një projekcionit sa më të përshtatshëm për hartografin e një territori. Madhësia e shformimeve, varet nga:

- 1) Zgjedhja e meridianit qendror të zonës koordinative këndrejte të projekcionit , (λ_0)
- 2) Zgjedhja e shkallës së shformimit në meridianin qendror , (k_0)

6.1 Përcaktimi i meridianit dhe shkallës së shformimit në meridianin qendror

Kemi treguar se referenca koordinative ALB86 bazohet mbi projekcionin Gauss–Kryger zonal (TMzn) me meridian qendror $\lambda_0 = 21^\circ$ dhe shkallë shformimi në meridianin qendror $k_0 = 1$. Meridiani qendror $\lambda_0 = 21^\circ$ pozicionohet në ekstremin më lindor të Shqipërisë, duke lënë në perëndim të tij mbi 99.7% të territorit të vendit. Zona me shformime më të mëdha të projekcionit është ajo bregdetare. Shformimet në këtë zone prishin saktësinë e planeve topografike të shkallëve të mëdha, të cilët janë të domosdoshëm për zhvillimin e infrastrukturës turistike, ekonomike dhe sistemit kadastral. Kujtojmë se Italianët si meridian qendror të projekcionit për territorin shqiptar zgjedhën $\lambda_0 = 20^\circ$ për të mbështetur hartografin e vendit edhe në shkallë të mëdha (1:5 000 , 1:2 000, 1:1 000)

Që shformimet e projekcionit të mos prishin saktësinë grafike të shkallëve të mëdha, del e nevojshme dhe e domosdoshme ripërcaktimi i parametrevë të projekcionit egzistues, duke rizgjedhur pozicionin e meridianit qendror dhe koeficientin e shformimit në këtë meridian. Kalimi i paraqitjes prej elipsoidi në rrafshin e projekcionit sjell shformime të elementëve vijuese:

- Shformimet në pikë
- Shformimet në largësi dhe
- Shformimet në sipërfaqe

Këto shformime në projekcionin Gauss Kryger (TMzn) llogariten sipas formulave që paraqiten më poshtë.

6.1.1 Llogaritja e shkallës së shformimit (k) të projekcionit të pikës

Në projekcionin TMzn , shformimet në pika llogariten sipas koordinatave gjeodezike (ϕ, λ) dhe sipas koordinatave këndrejte (x, y) të projekcionit. Sipas koordinatave gjeodezike (ϕ, λ), k llogaritet si vijon:

$$k = k_0 + \frac{l^2}{2} \cos^2 \varphi (1 + \eta^2) + \frac{l^4}{24} \cos^4 \varphi (5 - 4t^2 + 14\eta^2 + 28t^2\eta^2) + \frac{l^6}{720} \cos^6 \varphi (61 - 148t^2 + 16t^4) \quad (96)$$

ku:

$$l = \lambda - \lambda_0, \quad t = \operatorname{tg} \varphi \quad \text{dhe} \quad \eta = e'^2 \cos \varphi \quad (97)$$

Për llogaritjen e shformimeve në pika, u zgjedhën kufijtë më ekstremë të territorit të Shqipërisë:

Nr. i Pikës	Emërtimi i Pikës	ϕ [dd.mmss]	λ [dd.mmss]
1	Kapshtice	40°.40' 00"	21°.03' 25"
2	Konispoli (S)	39°.38' 40"	20°.11' 40"
3	Sazani	40°.30' 10"	19°.15' 50"
4	Shishtavec (NE)	41°.58' 10"	20°.37' 30"
5	Vermosh (N)	42°.39' 40"	19°.43' 25"
6	Shkoder	42°.10' 45"	19°.17' 00"

Shformimet e projeksionit të këtyre pikave u llogaritën për variantet si vijon:

- meridian qendror $\lambda_0 = 21^0$, $k_0 = 1$ (projeksioni i vjetër),
- meridian qendror $\lambda_0 = 20^0$; $k_0 = 1$, $k_0 = 0.99996$ (projeksioni i ri)
- për elipsoidët Krassowsky 1942 dhe GRS80

Rezultatet numerike të llogaritjeve, paraqiten në Tab. 31, -32, -33

Nr. Pikës	Emërtimi i Pikës	ϕ [dd.mmss]	λ [dd.mmss]	ko	λ_0	k	k [ppm]
1	Kapshtice (SE)	40.4000	21.0325	1	21	1.000000284	0
2	Konispoli (S)	39.3840	20.1140	1	21	1.000058606	59
3	Sazani (SW)	40.3010	19.1550	1	21	1.00026546	265
4	Shishtavec (NE)	41.5810	20.3730	1	21	1.00001184	12
5	Vermosh (N)	42.3940	19.4325	1	21	1.000134195	134
6	Shkoder (NW)	42.1045	19.1700	1	21	1.000246514	247

Tab. 28: Shformimet në pikën e projektuar (elipsoidi Krassowsky, TM; $\lambda_0 = 21^\circ$; ko =1)

Nr. Pikës	Emërtimi i Pikës	ϕ [dd.mmss]	λ [dd.mmss]	ko	λ_0	k	k [ppm]
1	Kapshtice (SE)	40.4000	21.0325	1	20	1.0000979	98
2	Konispoli (S)	39.3840	20.1140	1	20	1.000003415	3
3	Sazani (SW)	40.3010	19.1550	1	20	1.000047718	48
4	Shishtavec (NE)	41.5810	20.3730	1	20	1.00003289	33
5	Vermosh (N)	42.3940	19.4325	1	20	1.000006292	6
6	Shkoder (NW)	42.1045	19.1700	1	20	1.00004296	43

Tab. 29: Shformimet në pikën e projektuar (elipsoidi Krassowsky, TM; $\lambda_0 = 20^\circ$; ko =1)

Nr. Pikës	Emërtimi i Pikës	ϕ [dd.mmss]	λ [dd.mmss]	ko	λ_0	k	k [ppm]
1	Kapshtice (SE)	40.4000	21.0325	0.99996	20	1.0000579	58
2	Konispoli (S)	39.3840	20.1140	0.99996	20	0.999963415	-37
3	Sazani (SW)	40.3010	19.1550	0.99996	20	1.000007718	8
4	Shishtavec (NE)	41.5810	20.3730	0.99996	20	0.99999289	-7
5	Vermosh (N)	42.3940	19.4325	0.99996	20	0.999966292	-34
6	Shkoder (NW)	42.1045	19.1700	0.99996	20	1.00000296	3

Tab. 30: Shformimet në pikën e projektuar (elipsoidi Krassowsky, TM; $\lambda_0 = 20^\circ$; ko =0.99996)

Spostimi i meridianit qendror nga 21° në 20° dhe kalimi nga $k_0 = 1$ në $k_0 = 0.99996$ jep ndikimet e mëposhtme në shformimet e pikës së projektuar:

a) Për shkak të spostimit të meridianit $\lambda_0 = 21^\circ \rightarrow \lambda_0 = 20^\circ$:

Kapshtica (ekstremi SE) shformimet rriten nga 0 \uparrow 98 ppm, ndërsa
Sazani, Shkodra (ekstremi SW,NW) shformimet \downarrow 6-herë

b) Për shkak të kalimit prej $k_0 = 1 \rightarrow k_0 = 0.99996$

Kapshtica (ekstremi SE) shformimet \downarrow 2-herë
Sazani (ekstremi SW) shformimet \downarrow 6-herë
Shishtavec (ekstremi NE) shformimet \downarrow 5-herë
Shkodra (ekstremi NW) shformimet \downarrow 15-herë

6.1.2 Shformimet në largësitë e projektuara

Llogaritja e shformimit të largësive u bë sipas formulës vijuese:

$$L_{\text{proj}} = l_{\text{elipsoid}} \cdot \left(1 + \frac{\bar{y}^2}{R_m^2}\right) \quad (98)$$

ku:

\bar{y}^2 - largësia (km) prej meridianit qendror, e llogaritur me:

$$\bar{y} = N \cos \varphi \cdot l + \frac{l^3}{6} N \cos^3 \varphi \cdot (-1 + t^2 - \eta^2) + \frac{l^5}{120} N \cos^5 \varphi \cdot (5 - 18t^2 + t^4 - 14\eta^2 - 58t^2\eta^2) + \frac{l^7}{5040} N \cos^7 \varphi \cdot (-61 + 479t^2 - 179t^4 + t^6)$$

R - rrezja mesatare e lakorësisë (km), në pikën e llogaritjes:

Shformimet e largësive të projektuara u llogaritën për variantet si më sipër. Rezultatet numerike të llogaritjeve paraqiten në Tab. 34, -36, -38, ndërsa ndryshimet [m] (largësi fizike - largësie projektuar) paraqiten në tabelat përkatëse 35, 37, 39

Nr. Pikës	Emërtimi i Pikës	500 m	1000 m	1500 m	2000 m	2500 m	5000 m
1	Kapshtice (SE)	500.000	1000.001	1500.001	2000.001	2500.001	5000.003
2	Konispoli (S)	500.058	1000.117	1500.175	2000.234	2500.292	5000.584
3	Sazani (SW)	500.267	1000.534	1500.801	2001.068	2501.335	5002.670
4	Shishtavec (NE)	500.012	1000.024	1500.036	2000.048	2500.059	5000.119
5	Vermosh (N)	500.134	1000.267	1500.401	2000.535	2500.668	5001.337
6	Shkoder (NW)	500.246	1000.492	1500.738	2000.983	2501.229	5002.459

Tab. 31: Shformimet në largësitë e projektuara (elipsoidi Krassowsky, TM; $\lambda_0 = 21^\circ$; $k_0 = 1$)

Nr. Pikës	Emërtimi i Pikës	500 m	1000 m	1500 m	2000 m	2500 m	5000 m
1	Kapshtice (SE)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	Konispoli (S)	0.06	0.12	0.18	0.23	0.29	0.58
3	Sazani (SW)	0.27	0.53	0.80	1.07	1.34	2.67
4	Shishtavec (NE)	0.01	0.02	0.04	0.05	0.06	0.12
5	Vermosh (N)	0.13	0.27	0.40	0.53	0.67	1.34
6	Shkoder (NW)	0.25	0.49	0.74	0.98	1.23	2.46

Tab. 32: Ndryshimet [m] (largësi fizike - largësie projektuar)

Nr. Pikës	Emërtimi i Pikës	500 m	1000 m	1500 m	2000 m	2500 m	5000 m
1	Kapshtice (SE)	500.099	1000.197	1500.296	2000.394	2500.493	5000.986
2	Konispoli (S)	500.003	1000.007	1500.010	2000.014	2500.017	5000.034
3	Sazani (SW)	500.048	1000.096	1500.144	2000.192	2500.240	5000.480
4	Shishtavec (NE)	500.033	1000.066	1500.099	2000.132	2500.165	5000.330
5	Vermosh (N)	500.006	1000.013	1500.019	2000.025	2500.031	5000.063
6	Shkoder (NW)	500.043	1000.086	1500.129	2000.171	2500.214	5000.429

Tab. 33: Shformimet në largësitë e projektuara (elipsoidi Krassowsky, TM; $\lambda_0 = 20^\circ$; $k_0 = 1$)

Nr. Pikës	Emërtimi i Pikës	500 m	1000 m	1500 m	2000 m	2500 m	5000 m
1	Kapshtice (SE)	0.10	0.20	0.30	0.39	0.49	0.99
2	Konispoli (S)	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03
3	Sazani (SW)	0.05	0.10	0.14	0.19	0.24	0.48
4	Shishtavec (NE)	0.03	0.07	0.10	0.13	0.17	0.33
5	Vermosh (N)	0.01	0.01	0.02	0.03	0.03	0.06
6	Shkoder (NW)	0.04	0.09	0.13	0.17	0.21	0.43

Tab. 34: Ndryshimet [m] (largësi fizike - largësie projektuar)

Nr. Pikës	Emërtimi i Pikës	500 m	1000 m	1500 m	2000 m	2500 m	5000 m
1	Kapshtice (SE)	500.079	1000.157	1500.236	2000.314	2500.393	5000.786
2	Konispoli (S)	499.983	999.967	1499.950	1999.934	2499.917	4999.834
3	Sazani (SW)	500.028	1000.056	1500.084	2000.112	2500.140	5000.280
4	Shishtavec (NE)	500.013	1000.026	1500.039	2000.052	2500.065	5000.130
5	Vermosh (N)	499.986	999.973	1499.959	1999.945	2499.931	4999.863
6	Shkoder (NW)	500.023	1000.046	1500.069	2000.091	2500.114	5000.229

Tab. 35: Shformimet në largësitë e projektuara (elipsoidi Krassowsky, TM; $\lambda_0 = 20^\circ$; $k_0 = 0.99996$)

Nr. Pikës	Emërtimi i Pikës	500 m	1000 m	1500 m	2000 m	2500 m	5000 m
1	Kapshtice (SE)	0.08	0.16	0.24	0.31	0.39	0.79
2	Konispoli (S)	-0.02	-0.03	-0.05	-0.07	-0.08	-0.17
3	Sazani (SW)	0.03	0.06	0.08	0.11	0.14	0.28
4	Shishtavec (NE)	0.01	0.03	0.04	0.05	0.07	0.13

5	Vermosh (N)	-0.01	-0.03	-0.04	-0.05	-0.07	-0.14
6	Shkoder (NW)	0.02	0.05	0.07	0.09	0.11	0.23

Tab. 36: Ndryshimet [m] (largësi fizike - largësie projektuar)

Spostimi i meridianit qendror nga 21° në 20° dhe kalimi nga $k_0 = 1$ në $k_0 = 0.99996$ jep ndikimet e mëposhtme në shformimet e largësive të projektuara (1000 m/2000 m):

- a) Për shkak të spostimit të meridianit $\lambda_0 = 21^\circ \rightarrow \lambda_0 = 20^\circ$:
Sazani, Shkodra (ekstremet SW, NW) shformimet ↓ 6-herë
- b) Për shkak të kalimit prej $k_0 = 1 \rightarrow k_0 = 0.99996$
Sazani (ekstremi SW) shformimet ↓ 2-herë
Shishtavec (ekstremi NE) shformimet ↓ 3-herë
Shkodra (ekstremi NW) shformimet ↓ 2-herë

6.1.3 Shformimet në sipërfaqet e projektuara

Llogaritja e shformimit të sipërfaqeve të projektuara, u bë sipas formulës vijuese:

$$S_{\text{proj}} = S_{\text{elipsoid}} \cdot \left(1 + \frac{\bar{y}^2}{2R_m^2}\right) \quad (99)$$

Shformimet e projekcionit të sipërfaqeve u llogaritën për variantet si më sipër. Rezultatet numerike të llogaritjeve paraqiten në Tab. 40, -42, -44, ndërsa ndryshimet [m²] (sip. fizike - sip. e projektuar) paraqiten në tabelat përkatëse 41, 43, 45

Nr. Pikës	Emërtimi i Pikës	1000 m ²	2500 m ²	5000 m ²	10000 m ²
1	Kapshtice (SE)	1000.000	2500.001	5000.001	10000.003
2	Konispoli (S)	1000.058	2500.146	5000.292	10000.584
3	Sazani (SW)	1000.267	2500.668	5001.335	10002.670
4	Shishtavec (NE)	1000.012	2500.030	5000.059	10000.119
5	Vermosh (N)	1000.134	2500.334	5000.668	10001.337
6	Shkoder (NW)	1000.246	2500.615	5001.229	10002.459

Tab. 37: Shformimet në sipërfaqet e projektuara (elipsoidi Krassowsky, TM; $\lambda_0 = 21^\circ$; $k_0 = 1$)

Nr. Pikës	Emërtimi i Pikës	1000 m ²	2500 m ²	5000 m ²	10000 m ²
1	Kapshtice (SE)	0.00	0.00	0.00	0.00
2	Konispoli (S)	0.06	0.15	0.29	0.58
3	Sazani (SW)	0.27	0.67	1.34	2.67
4	Shishtavec (NE)	0.01	0.03	0.06	0.12
5	Vermosh (N)	0.13	0.33	0.67	1.34
6	Shkoder (NW)	0.25	0.61	1.23	2.46

Tab. 38: Ndryshimet [m²] (sip. fizike - sip. e projektuar)

Nr. Pikës	Emërtimi i Pikës	1000 m ²	2500 m ²	5000 m ²	10000 m ²
1	Kapshtice (SE)	1000.099	2500.246	5000.493	10000.986
2	Konispoli (S)	1000.003	2500.009	5000.017	10000.034
3	Sazani (SW)	1000.048	2500.120	5000.240	10000.480
4	Shishtavec (NE)	1000.033	2500.083	5000.165	10000.330
5	Vermosh (N)	1000.006	2500.016	5000.031	10000.063
6	Shkoder (NW)	1000.043	2500.107	5000.214	10000.429

Tab. 39: Shformimet në sipërfaqet e projektuara (elipsoidi Krassowsky, TM; $\lambda_0 = 20^\circ$; $k_0 = 1$)

Nr. Pikës	Emërtimi i Pikës	1000 m ²	2500 m ²	5000 m ²	10000 m ²
1	Kapshtice (SE)	0.10	0.25	0.49	0.99
2	Konispoli (S)	0.00	0.01	0.02	0.03
3	Sazani (SW)	0.05	0.12	0.24	0.48
4	Shishtavec (NE)	0.03	0.08	0.17	0.33
5	Vermosh (N)	0.01	0.02	0.03	0.06
6	Shkoder (NW)	0.04	0.11	0.21	0.43

Tab. 40: Ndryshimet [m²] (sip. fizike - sip. e projektuar)

Nr. Pikës	Emërtimi i Pikës	1000 m ²	2500 m ²	5000 m ²	10000 m ²
1	Kapshtice (SE)	1000.059	2500.146	5000.293	10000.586
2	Konispoli (S)	999.963	2499.909	4999.817	9999.634
3	Sazani (SW)	1000.008	2500.020	5000.040	10000.080
4	Shishtavec (NE)	999.993	2499.983	4999.965	9999.930
5	Vermosh (N)	999.966	2499.916	4999.831	9999.663
6	Shkoder (NW)	1000.003	2500.007	5000.014	10000.029

Tab. 41: Shformimet në sipërfaqet e projektuara (elipsoidi Krassowsky, TM; $\lambda_0 = 20^\circ$; $k_0 = 0.99996$)

Nr. Pikës	Emërtimi i Pikës	1000 m ²	2500 m ²	5000 m ²	10000 m ²
1	Kapshtice (SE)	0.06	0.15	0.29	0.59
2	Konispoli (S)	-0.04	-0.09	-0.18	-0.37
3	Sazani (SW)	0.01	0.02	0.04	0.08
4	Shishtavec (NE)	-0.01	-0.02	-0.03	-0.07
5	Vermosh (N)	-0.03	-0.08	-0.17	-0.34
6	Shkoder (NW)	0.00	0.01	0.01	0.03

Tab. 42: Ndryshimet [m²] (sip. fizike - sip. e projektuar)

Spostimi i meridianit qendror nga 21° në 20° dhe kalimi nga $k_0 = 1$ në $k_0 = 0.99996$ jep ndikimet e mëposhtme në shformimet e sipërfaqeve të projektuara (1000 m²/2500 m²):

- a) Për shkak të spostimit të meridianit $\lambda_0 = 21^\circ \rightarrow \lambda_0 = 20^\circ$:

Sazani, Shkodra (ekstremit SW,NW) shformimet ↓ 6-herë

b) Për shkak të kalimit prej $k_0 = 1 \rightarrow k_0 = 0.99996$

Kapshtica (ekstremit SE) shformimet ↓ 2-herë
Sazani (ekstremit SW) shformimet ↓ 6-herë
Shishtavec (ekstremit NE) shformimet ↓ 5-herë
Shkodra (ekstremit NW) shformimet ↓ 15-herë

1. Nga vlerat e shformimeve të llogaritura në Tab. 30÷38, shihet se kalimi nga meridiani $\lambda_0 = 21^\circ \rightarrow \lambda_0 = 20^\circ$ dhe ulja e shkallës së shformimit në meridianin qendror nga $k_0 = 1 \rightarrow k_0 = 0.99996$, ulin shformimet e projeksionit (të pikës, largësisë dhe sipërfaqes) në masën e lejuar për mosprishjen e saktësive grafike të planeve topografike të shkallëve të mëdha deri në 1:1 000
2. Projeksioni i ri që propozohet tashmë, bëhet projeksion ndërprerës krahasuar me projeksionin e vjetër, i cili është tangencial
3. Propozojmë gjithashtu që origjina false e koordinatave të jetë si vijon:

Origjina false e veriut: 0.000 m
Origjina false e lindjes: 200 000.000 m

4. Përkufizimi përfundimtar i referencës së koordinatave këndrejte të projeksionit që propozojmë do të jetë si vijon:

Elipsoidi: GRS80
Origjina elipsoidike e veriut: $\Phi_0 = 0^\circ$
Origjina elipsoidike e lindjes: $\Lambda_0 = 20^\circ$

Projeksioni: Transversal i Merkatorit zonal (TMzn)
Origjina fallco këndrejtë e veriut: 0.000 m
Origjina këndrejtë fallco e lindjes: 200 000. 000 m
Shkalla e shformimit në MQ: $k_0 = 0.99996$

5. Del e domosdoshme kalimi nga parametrat e projeksionit të vjetër në parametrat e projeksionit të ri. Projeksioni i ri rekomandohet si referencë koordinative për hartografin e territorit tonë për shkallët 1:5 000 e më të mëdha.
6. Projeksioni i vjetër mund të mbetet në përdorim për hartografin në shkallët 1:10 000 e më të vogla

7 Rekomandime/Përfundime të përgjithshme

Qëllimi i këtij studimi ishte kërkimi i një **modeli matematik më të mirë të mundshëm** që vendos lidhjen ndërmjet dy sistemeve koordinative referencë: egzistuesit ALB86 dhe atij të ri, që pritet së shpejti të përkufizohet dhe ligjërohet, për përdorim të mëtejshëm.

Mbështetur në llogaritjet dhe analizat e kryera, të pasqyruara me detaje në materialin e këtij studimi doktorature, kemi përmbledhur konstatimet dhe rekomandimet që vijojnë:

1. Referenca koordinative ALB86, (në plan dhe lartësi) e krijuar mbi principe klasike, prej ish-ITU (sot IGJUSH) gjatë periudhës 1970-'86, me pozitivitetet dhe mangësitë e konstatuara gjatë analizës tonë, si nga gjendja fizike aktuale si dhe nga aftësia për pozicionim të saktë, nuk justifikon më tej qënien e saj si referencë koordinative mbështetje e kontrolli të veprimtarive pozicionuese të nivelit që kërkon aktualiteti
2. Mungesa e një gjeoidi gravimetrik preciz për territorin e vendit tonë, është faktori kryesor që zvogëlon mundësinë e vendosjes së modeleve matematike korrekte të marrëdhënieve ndërmjet lartësive (satelitore GPS) dhe lartësive natyrale të nivelimit, që përdoren në të gjithë veprimtarinë praktike gjeo-hartografike dhe aplikimeve inxhinierike të studimit, projektimit dhe zbatimit preciz të objekteve me shtrirje të mëdha.
3. Meqënëse kostoja e realizimit të një gjeoidi gravimetrik të saktë për territorin e vendit tonë edhe për shumë vite mbetet e pa-përballueshme për ne, për vendosjen e një modeli matematik sa më korrekt transformimi lartësish, duhet aplikuar metoda e kombinimit të matjeve satelitore (GPS) me matjet e nivelimit të saktë, si e vetmja mënyrë e mundëshme e zgjidhjes së problemit të lartësive. Edhe në mjaft vende të tjerë të Europës dhe të botës, kjo metodë po përdoret intensivisht dhe me rezultate inkurajuese.
4. Për të aplikuar metodën e kombinuar (matje satelitore + matje nivelimi të saktë) del si domosdoshmëri urgjente ri-krijimi i referencës egzistuese të lartësive, konform kërkesave të referencës vertikale Europiane (EVRS2000), e cila nënkupton ri-përcaktim të zeros së lartësive (nivele mesatar i detit), ri-matje e disniveleve shoqëruar me matje gravimetrike në vijat e nivelimit, etj.
5. Po ashtu del urgjente përkufizimi dhe ligjërimi i referencës koordinative në plan që nënkupton:
 - zgjedhjen e referencës satelitore EUREF 2000 , Epoka 2010, për koordinatat elipsoidike
 - zgjedhjen e Projeksionit TMzn egzistues, për hartografim në shkallët 1:10 000 e më të vogla
 - zgjedhjen e Projeksionit TMzn me parametrat që propozuam në konkluzionet e kapitullit 6 të këtij punimi, për hartografim territori në shkallët 1:5 000 ÷ 1:1 000
6. Të gjitha rekomandimet e mësipërme do të mbeten të pa-realizuara nëq nuk vihet urgjentisht në funksionim të plotë sistemi satelitor ALBPOS, i cili është burimi kryesor i gjenerimit të pozicioneve të sakta globale

Literatura:

- [1] M Dragovoja, A Shehu (1984) Shqipëria në hartat e paraqirimit
- [2] A Shehu (1995) Buletini i Informacionit dhe Mjedisit
- [3] Marussi A.,....., Sul collegamento fra le rete geodetiche Albanese e Greca. L'UNIVERSO (Nr 4/1943), Milano, Itali
- [4] Katalog i koordinatave të pikave të triangolacionit, Sistemi i koordinatave v. 1942, (1956), faqe 5-11
- [5] Eduard Isufi (1993) The First-Order Triangulation Network of Albania, fq. 326-340
- [6] GPS Geodetic Control Network Survey in Albania (1994) Publication GGB-94-038, October fq. 1-8
- [7] Qemal Skuka, Neki Kuka (4/1997) The conversion from Albanian Coordinate System to WGS84 and vice versa, Revista Gjeodezike
- [8] Measurement Science, Inc. & The University of Florida (1998) Establishment of a Geodetic Infrastructure and an Integrated Property Surveying and Mapping Methodology for Albania, April fq. 1-15
- [9] IAG, EUREF Publication No. 8, ISSN 0340-7691, ISBN 3769696220, p.106-113
- [10] Renzo Maseroli, Janar 2010: Relazione sui lavori geodetici eseguiti sul territorio albanese per la realizzazione della rete geodetica satellitare
- [11] Memo: Specification for reference frame fixing in the analysis of a EUREF GPS campaign; Version 8: 02.10.2008 – Claude Boucher and Zuheir Altamimi
- [12] Mikhail, E.M. 1976, Observations and Least Squares, IEP–A Dun-Donelley, New York
- [13] Baetslé, P.L. 1966, 'Conformal transformations in three dimensions', Photogrammetric Engineering, Vol. 32, No. 5, September 1966, pp. 816-824
- [14] Bervoets, S.G. 1992, 'Shifting and rotating a figure', Survey Review, Vol. 31, No. 246, October 1992, pp. 454-464
- [15] Blais, J.A.R. 1972, 'Three-dimensional similarity', The Canadian Surveyor, Vol. 26, No. 1, March 1972, pp. 71-76
- [16] Lauf, G.B. 1983, Geodesy and Map Projections, TAFE Publications, Collingwood
- [17] Hotine, M. 1969, *Mathematical Geodesy*, ESSA Monograph 2, United States Department of Commerce, Washington, D.C.
- [18] Harvey, B.R. 1986, 'Transformation of 3D co-ordinates', The Australian Surveyor, Vol. 33, No. 2, June 1986, pp. 105-125
- [19] Bowring, B. R, 1985. The accuracy of Geodetic latitude and Height equations. Survey Review, 28(218):202-206

- [20] Bugayevskiy, Lev and Snyder, John Map Projections: A Reference Manual Taylor and Francis 1995
- [21] Burford, B.J. (1985) A further examination of datum transformation parameters in Australia The Australian Surveyor, vol.32 no. 7, pp. 536-558
- [22] E Grafarend dhe R Syffus, 1998 Transformation of conformal coordinates of type Gauss-Krüger or UTM from local to global datum, Part I
- [23] E Grafarend, A Hendricks dhe A. Gilbert, Transformation of conformal coordinates of type Gauss-Krüger or UTM from local to global datum, Part II
- [24] Moritz H., Welenhof B (2006) Physical Geodesy, ISBN
- [25] Ghilani Charles, Wolf Paul (2006) Adjustment Computations, ISBN-13: 978-0-471-69728-2, ISBN-10: 0-471-69728-1
- [26] Danill Uljana (2006) Corrective surface for GPS-Levelling in Moldava, Sweden
- [27] Raizner Carina (2008) A regional analysis of GNSS-Levelting, Shtutgard
- [28] Seeber Gunter (2003) Satellite Geodesy, Germany ISBN 3-11-017549-5
- [29] Skuka Qemal (2010) Konspekt Leksione Nivelimi i Saktësisë së Lartë, Tiranë
- [30] Skuka Qemal (2011) Konspekt Leksione Referenat koordinative, Tirane
- [31] Briggs, I.C., 1974, "Machine contouring using minimum curvature", Geophysics, 39-48
- [32] Collier, P., Argeseanu, V.S., Leahy F.J., 1998, "Distortion modelling and the transition to GDA94", The AustralianSurveyor, 43-1, 29-40
- [33] Collier, P., 2002, "Development of Australia's National GDA94 Transformation Grids", Consultant's Report to the Intergovernmental Committee on Surveing and Mapping, p.36
- [34] Swain, C.J., 1978, "A Fortran IV program for interpolating irregularly spaced data using the difference equations for minimum curvature", Computers and Geosciences, Vol. 1, 231-240
- [35] Map Projections E Grafarend, Friedrich Krumm, Springer 2006, ISBN-13: 978-3-540-36701-7, ISBN-10: 3-540-36701-2