

**REPUBLIKA E SHQIPËRISË
UNIVERSITETI POLITEKNIK I TIRANËS
FAKULTETI I GJEOLGJISË DHE I MINIERAVE
DOKTORATA: “GJEOSHKENCAT, BURIMET NATYRORE
DHE MJEDISI”**

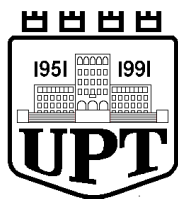


Copyright

I

Marpol Koço

Viti 2022



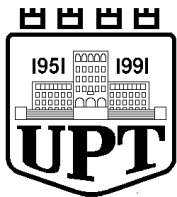
**REPUBLIKA E SHQIPËRISË
UNIVERSITETI POLITEKNIK I TIRANËS
FAKULTETI I GJEOLGJISË DHE I MINIERAVE
DOKTORATA: “GJEOSHKENCAT, BURIMET NATYRORE
DHE MJEDISI”**



Udhëheqësi i Marpol Koço vërteton se ky është versioni i miratuar i disertacionit të mëposhtëm:

**MONITORIMI I QËNDRUESHMËRISË SË DIGAVE
ME MATJE GJEOMATIKE**

Prof. Asc. Dr. Gëzim Gjata



**REPUBLIKA E SHQIPËRISË
UNIVERSITETI POLITEKNIK I TIRANËS
FAKULTETI I GJEOLGJISË DHE I MINIERAVE
DOKTORATA: “GJEOSHKENCAT, BURIMET NATYRORE
DHE MJEDISI”**



MONITORIMI I QËNDRUESHMËRISË SË DIGAVE ME MATJE GJEOMATIKE

Përgatitur nga

Msc. Marpol Koço

Disertacion i paraqitur në

Fakulteti i Gjeologjisë dhe i Minierave

Universiteti Politeknik i Tiranës,

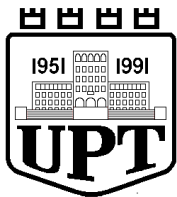
Në përputhje të plotë

Me kërkesat

Për gradën Doktor

Universiteti Politeknik i Tiranës

Mars, 2022

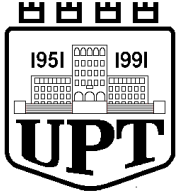


**REPUBLIKA E SHQIPËRISË
UNIVERSITETI POLITEKNIK I TIRANËS
FAKULTETI I GJEOLGJISË DHE I MINIERAVE
DOKTORATA: “GJEOSHKENCAT, BURIMET NATYRORE
DHE MJEDISI”**



Dedikim

Këtë punim shkencor ia dedikoj mamasë time që më shikon dhe më ndjek nga lart në qiell, sepse kam plotësuar një dëshirë të saj; babait tim që më ka qëndruar nga afër për tu shkolluar dhe familjes time. Përulem përpara tyre me respekt dhe dashuri të pakufijshme.



REPUBLIKA E SHQIPËRISË
UNIVERSITETI POLITEKNIK I TIRANËS
FAKULTETI I GJEOLGJISË DHE I MINIERAVE
DOKTORATA: “GJEOSHKENCAT, BURIMET NATYRORE
DHE MJEDISI”



Mirënjohje

Falenderimi dhe mirënjohja ime e sinqertë iu drejtohet të gjithë personave që më kanë suportuar në këtë punim shkencor të rëndësishëm në jetën time akademike.

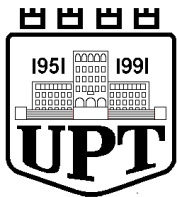
Së pari shpreh mirënjohje për Korporatën Elektroenergjitike Shqiptare (KESH) dhe në veçanti dy administratorëve të saj z. Besjan Kadiu dhe z. Agron Hetoja, të cilët më ofruan të gjithë akseset e mundshme në realizim dhe konkludimin e këtij punimi kërkimor shkencor.

Mirënjohja ime shkon edhe për Departamentin e Sigurimit të Digave pranë KESH kryesisht për Ing. Anri Laçka, Ing. Erina Palushi, Ing. Fatos Zebi, për mbështetjen miqësore dhe sygjerimet e tyre teknike rreth tezës.

Mirënjohje të veçantë për z. Ilir Bejtja, Zv. Ministër i Infrastrukturës dhe Energjisë, i cili më ka ofruar mundësi dhe akses me personat e kontaktit të rëndësishme për rastin tim studimor.

Së fundi, por jo për nga rëndësia, i jam mirënjohës udhëheqësit tim shkencor Prof. Asc. Dr. Gëzim Gjata i cili me shumë përkushtim dhe profesionalizëm më ka orientuar në çdo hap të këtij disertacioni.

Falenderoj dhe i jam mirënjohës të gjithë profesorëve të Inxhinierisë së Burimeve Minerare për sygjerimet, konsultimet dhe përkrahjen e tyre inkurajuese në finalizimin e kësaj pune disa vjeçare.



REPUBLIKA E SHQIPËRISË
UNIVERSITETI POLITEKNIK I TIRANËS
FAKULTETI I GJEOLGJISË DHE I MINIERAVE
DOKTORATA: “GJEOSHKENCAT, BURIMET NATYRORE
DHE MJEDISI”



Deklaratë mbi origjinalitetin

Marpol Koço

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

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

Jam i vetëdijshëm se në rast të mospërputhjeve, Senati i UPT-së është i ngarkuar të më revokojë gradën “Doktor”, që më është dhënë mbi bazën e kësaj teze, në përputhje me “Rregulloren e Programeve të Ciklit të tretë (Doktoratë) në UPT”, datë 25.06.2019, neni 13.

Tiranë, 18.03.2022

Firma

PËRMBAJTJA

HYRJE	17
KAPITULLI I.....	18
DIGA DHE LLOJET E SAJ	18
1.1. Diga dhe llojet.....	18
1.2. Roli i digave.....	18
1.3. Llojet e digave.....	19
1.3.1. Klasifikimi i digave për nga struktura dhe materiali	19
1.3.2. Klasifikimi i digave për nga madhësia	27
1.3.3. Klasifikimi i digave sipas funksionit dhe përdorimit	28
1.3.4. Lloje të ndryshme digash.....	28
1.3.5. Digat e ndërtuara nga natyra.....	31
KAPITULLI II	33
KASKADA E LUMIT DRIN	33
2.1. Të dhëna për lumin Drin.....	33
2.1.1. Rrjedha.....	33
2.2. HEC Fierzë.....	35
2.3. HEC Koman.....	36
2.4. HEC Vau i Dejës.....	37
2.5. Planimetria e Vau Dejës.....	38
2.5.1. Planimetria e digës e Qyrsaqes	39
2.5.2. Planimetria e digës Zadeje.....	41
2.6. Studiueshmëria gjeologjike - Bashkia Shkodër (Vau i Dejës).....	43
2.6.1. Stratigrafia	43
2.6.2. Magmatizmi.....	58
2.6.3. Tektonika.....	60
2.6.4. Hartat gjeologjike të zonës së Vaut të Dejës	63
KAPITULLI III.....	64
MONITORIMI I QËNDRUESHMËRISË SË DIGAVE ME MATJE GJEOMATIKE	64
3.1. Mbi Monitorimin e qëndrueshmërisë së digave.....	64
3.2. Shkurtimisht mbi monitorimin e digave me matje gjeomatike.....	66
3.3. Roli i matjeve gjeomatike në monitorimin e digave.....	69

3.4.	Kërkesat mbi projektimin e një skeme gjeomatike për monitorimin e digave	70
3.5.	Probleme të monitorimit të digës në fazën e parë të punimeve	72
3.6.	Monitorime të tjera në fazën e ndërtimit të digës dhe vënien e saj në punë	77
3.6.1.	Marrëdhënia midis filtrimit dhe nivelit të rezervuarit	77
3.6.2.	Lëvizjet e strukturës së digës në vitet e para të punës	80
3.7.	Monitorimi i qëndrueshmërisë së digës në fazën e punës normale	84
3.8.	Ndërtimi i një baze matjesh për monitorimin e qëndrueshmërisë së digave	85
KAPITULLI IV		87
MONITORIMI, RRJETI GJEOMATIK		87
4.1.	Monitorimi. Metodat e monitorimit	87
4.1.1.	Llojet e forcave që veprojnë dhe ndikojnë në digë	89
4.1.2.	Projektimi i rrjetit gjeomatik për monitorimin e një dige	91
4.2.	Instrumentët matës. Përzgjedhja dhe kriteret e tyre	93
4.3.	Projektimi i rrjetit të ri monitorues për digën Vau Dejës	97
4.3.1.	Skema e matjeve këndore dhe gjatësore sipas rrjetit të projektuar	98
4.4.	HEC Vau i Dejës	101
4.4.1.	Rrjeti me Stacion Total	102
4.4.2.	Rrjeti i Nivelimit	102
4.5.	Matjet. Përpunimi i të dhënave	102
4.5.1.	Matja në epokën 0 dhe epokën 2	103
4.5.2.	Matjet me Stacion Total	103
4.5.3.	Matjet me Nivelë DNA10	106
4.5.4.	Përpunimi i rrjetit në CAPLAN	108
4.6.	Përpunimi me stacion total	125
4.7.	Përpunimi me nivelë	125
4.8.	Matjet e koordinatave në epokën 0	127
4.9.	Koordinatat finale të përfuara nga kompesimet e epokave të monitorimit në Digën Vau Dejës	130
KAPITULLI V		144
RRJETET E RENDIT I DHE RENDIT II		144
5.1.	Analiza dhe qëndrueshmëria e rrjeteve të rendit 1-rë dhe të rendit të 2-të	144

5.2.	Hipoteza lineare e analizës së deformimeve sipas metodës Kalsruhe	145
5.3.	Përcaktimi i pikave të paqëndrueshme	150
KAPITULLI VI.....		154
MONITORIMI ONLINE		154
KAPITULLI VII		158
7.1.	Konkluzione.....	158
7.2.	Rekomandime	159
BIBLIOGRAFIA.....		160
ANEKS		162

LISTA E FIGURAVE

Figura 1-1 Diga GlenCanyon (GLEN CANYON, 2016)	18
Figura 1-2 Mbishkrimet në pritën e digës Marib, e ndërtuar në 750 para Krishtit (Butterworth-Heinemann, 2004).....	19
Figura 1-3 Grand Coulee Dam është shembull i një dige solide graviteti (Duck, 2011)..	20
Figura 1-4 Një digë hark Gordon Dam, Tasmania (Tasmania, 2012)	21
Figura 1-5 Diga Jones Falla, në Kanasa, është dige më rreze konstante (Nazarenko, 2009)	21
Figura 1-6 Parker Dam, digë me hark dhe kënd konstant (Marine, 2017)	22
Figura 1-7 Hoover Dam është shembulli i një dige hark-gravitet (LICKO, 2005).....	22
Figura 1-8 Model dige kontraforcë	23
Figura 1-9 Diga Gathright në Virxhinia është një digë argjinaturë (shkëmb-mbushur)...	25
(U.S. Army, 2010)	25
Figura 1-10 Diga “Tarbela” është një digë e madhe në lumin Indus në Pakistan	25
(Astronaut photograph, 2002).....	25
Figura 1-11 Diga çeliku Red Ridge, ndërtuar 1905, Michigan (Miller, 2001).....	26
Figura 1-12 Një digë me armaturë druri në Michigan, fotografuar në 1978 (Lowe, 1978)	26
Figura 1-13 Diga më e lartë në botë, është 300 metra e lartë, Diga Nurek në Taxhikistan (Rustamov, 2007).....	27
Figura 1-14 Diga Weir, Francë (Roose, 2004)	28
Figura 1-15 Diga Check në Indinë e Veriut (Delhi Megapolis, 2013)	29
Figura 1-16 Diga Beaufort West (Head, 2017).....	29
Figura 1-17 Fukuzato Dam në Okinawa, Japoni (Ray_go, 2009)	30
Figura 1-18 Model i digës Cofferdam gjatë rikonstruksionit (Diga Montgomery Point Lock and Dam, USA) (U.S. Army, 2010)	30
Figura 1-19 Digat lavë në lumin Kolorado në Arizonën Veriore në Shtetet e Bashkuara (Hamblin, 1994).....	31
Figura 1-20 Vendodhje-Flores, Indonezi (Dunham, 2008)	31
Figura 1-21 Kanal shkarkimi në Llyn Briannedam, Uells (Gravell, 2016)	32
Figura 2-1 Vendodhja e digave në hartën e Republikës së Shqipërisë (KESH).....	34
Figura 2-2 Skema e shfytëzimit hidroenergjitik e Lumit Drin (KESH)	34
Figura 2-3 Të dhënat teknike të HEC Fierzë (KESH)	35
Figura 2-4 Foto e HEC Fierzë (KESH).....	36

Figura 2-5 Të dhënat teknike të HEC Koman (KESH)	36
Figura 2-6 Të dhënat teknike të HEC Vau i Dejës (KESH)	37
Figura 2-7 HEC Vau Dejës (KESH)	37
Figura 2-8 Plani i përgjithshëm i HEC-it Vau i Dejës (KESH)	38
Figura 2-9 Plani i përgjithshëm i Digës Qyrsaqe (KESH)	39
Figura 2-10 Prerje tërthore e Digës Qyrsaqe (KESH)	40
Figura 2-11 Plani i shkarkuesit të digës Qyrsaq (KESH)	40
Figura 2-12 Prerje gjatësore e shkarkuesit të digës Qyrsaq (KESH)	41
Figura 2-13 Plani i përgjithshëm i Digës Zadeje (KESH)	41
Figura 2-14 Prerje tërthore e Digës Zadeje (KESH)	42
Figura 2-15 Prerje gjatësore e shkarkuesit të digës Zadeje (KESH)	42
Figura 2-16 Gëlqerorë të permit me “vrime” nga “tretja” e materialit argjilo-mergelore (SHGJSH)	43
Figura 2-17 Depozitimet terrigjene dhe karbonatike permo-triasike të Alpeve Shqiptare në zonën e Dukagjinit (SHGJSH)	46
Figura 2-18 Kollona stratigrafike skematike e depozitimeve të zonës së Alpeve Shqiptare (SHGJSH)	47
Figura 2-19 Kollona stratigrafike skematike e depozitimeve të n/zonës së Cukalit (SHGJSH)	48
Figura 2-20 Gëlqerorë shtresëhollë të triasikut të sipërm të n/zonës Cukali (Prekal) (SHGJSH)	49
Figura 2-21 Gëlqerorë dhe silicore të J1-2 vendosur në formë pullash mbi gëlqerorët e T3 (Prekal) (SHGJSH)	50
Figura 2-22 Radiolaritet e n/zonës Cukali (SHGJSH)	50
Figura 2-23 Depozitime të Cr2-Pg2 të n/zonës Cukali (SHGJSH)	51
Figura 2-24 Formacione karbonatike T3-J1 (sipër) dhe T2 (poshtë) në afërsi të Gurit të Zi (SHGJSH)	53
Figura 2-25 Depozitime të Pg1-2 të n/zonës Krasta në Muriqan (SHGJSH)	54
Figura 2-26 Kollona stratigrafike skematike e depozitimeve të zonës së Krujës (SHGJSH)	55
Figura 2-27 Kollona stratigrafike skematike e depozitimeve të zonës Mirdita (SHGJSH)	56
Figura 2-28 Depozitimet kënetore pranë lagunës së Vilunit (SHGJSH)	58
Figura 2-29 Tektonike afro vertikale në Qafë Shtiqen (SHGJSH)	61
Figura 2-30 Struktura antiklinale dhe sinklinare të rendeve të ulta në n/zonën Cukali (SHGJSH)	62

Figura 2-31 Harta gjeologjike e Vaut të Dejës e paraqitur në format dixhital (SHGJSH) 63	
Figura 2-32 Harta gjeologjike e Vaut të Dejës e paraqitur në format letër (SHGJSH)	63
Figura 3-1 Një skemë e thjeshtë matjesh për monitorimin e lëvizjeve në një dige betoni (JM.Rueger, 2006)	68
Figura 3-2 Pikë e rrjetit kryesor gjeomatik për monitorim e pajisur me bazament për centrim të detyruar (JM.Rueger, 2006).....	71
Figura 3-3 Centrimi mbi pikë i një (a) sinjali të thjeshte për matjen e këndeve dhe (b) centrimi i një reflektori për matje te këndeve dhe distancave (JM.Rueger, 2006)	71
Figura 3-4 Pikë për monitorimin e lëvizjeve me matje të këndeve (fiksuar me bulona mbi betonin e strukturës) (JM.Rueger, 2006)	72
Figura 3-5 Analiza e saktësisë për materializimin e një pike detaje për ndërtimin e një harku beton (M.Koço, 2015).....	77
Figura 3-6 Ndryshimi i rrjedhjes (filtrimit) me rritjen e nivelit të ujit në rezervuar (T.Hirose & M.Mizuno).....	78
Figura 3-7 Ndryshimi i filtrimit në nivel konstant të rezervuarit (T.Hirose & M.Mizuno)	79
Figura 3-8 Skemë e thjeshtë monitorimi e lëvizjeve të strukturës së digës (JM.Rueger, 2006)	81
Figura 3-9 Skema e matjeve të këndeve vertikal për monitorimin e lëvizjeve tërthore dhe vertikale të trupit të digës (JM.Rueger, 2006)	82
Figura 3-10 Lëvizjet e pikave të fiksuara në trupin e digës (JM.Rueger, 2006).....	83
Figura 4-1 Lëvizja e pikave ne object (S.Allaraj, 2014).....	87
Figura 4-2 (a), (b), (c) Shembuj të deformimeve (Kabashi)	90
Figura 4-3 Model reper betoni i rendit të I-rë i cili është përdorur në projektimin edhe ndërtimin e rrjetit monitorues për digat e Hec Vau Dejës (M.Koço, 2015)	93
Figura 4-4 Instrument Station Total Leica tipi TM30 (M.Koço, 2015).....	94
Figura 4-5 Instrument Nivela Digitale Leica DNA10 (M.Koço, 2015)	95
Figura 4-6 Pllaka (KESH).....	95
Figura 4-7 Reflektori dhe llamarina (KESH).....	96
Figura 4-8 Harta e rrjetit Gjeomatik për HEC-in Vau Dejës (KESH).....	100
Figura 4-9 Vendodhja e digave në hartën e Republikës së Shqipërisë (KESH).....	101
Figura 4-10 Instrumenti Stacion Total (M.Koço, 2015)	104
Figura 4-11 Pamje gjatë matjeve me stacion total (Koço, 2018).....	105
Figura 4-12 Instrumenti me Nivelën DNA10 Leica (M.Koço, 2015)	106
Figura 4-13 Pamje gjatë matjeve me Nivelën DNA10 Leica (Koço, 2018).....	107
Figura 4-14 Skemëe rrjetit gjeomatik i digës së Vaut të Dejës.....	123

Figura 4-15 Pamje HEC Vau Dejës Raporti i matjeve të epokës së 2-të, 20 dhe 23 Prill 2018.....	126
Figura 4-16 Vektorplani 2D, Diga Vau Dejës, Qyrsaq.....	140
Figura 4-17 Vektorplani 2D, Diga Vau Dejës, Zadejë	141
Figura 4-18 Vektorplani i lartësive 1D, Diga Vau Dejës, Qyrsaq	142
Figura 4-19 Vektorplani i lartësive 1D, Diga Vau Dejës, Zadejë.....	143
Figura 5-1 Kompesimi i pavarur dy epokave (S.Allaraj, 2014)	147
Figura 5-2 Kompesimi i përbashkët i dy epokave (S.Allaraj, 2014)	147
Figura 5-3 Pika të qëndrueshme	153
Figura 5-4 Pika të paqëndrueshme.....	153
Figura 6-1 Skema për marrjen e të dhënave në terren (Kabashi)	154

LISTA E TABELAVE

Tabela 3-1 Konstantja e saktësisë gjate matjeve në pikat detaje të objekteve të ndryshëm	76
Tabela 3-2 Tabela e matjeve monitoruese në një digë me mbushje(JM.Rueger, 2006)..	84
Tabela 4-1 Parametrat teknikë me Stacion Total.....	125
Tabela 4-2 Parametrat teknikë me Nivelë	125
Tabela 4-3 Koordinatat e rrjetit 3D në epokën 0	127
Tabela 4-4 Koordinatat e rrjetit 1D në epokën 0	129
Tabela 4-5 Koordinatat e rrjetit 3D në epokën 2	130
Tabela 4-6 Koordinatat e rrjetit 1D në epokën 2	133
Tabela 4-7 Rezultatet në rrjetin 3D ndërmjet dy epokova.....	135
Tabela 4-8 Rezultatet në rrjetin 1D ndërmjet dy epokova.....	138

SHKURTIMET

Shkurtime	Emërtesa
HEC	Hydro Energy Central
GPS	Global Positioning System
KESH	Korporata Elektroenergjitike Shqiptare
GIS	Geographic Information System
SHGJSH	Shërbimi Gjeologjik Shqiptar
ICOLD	The Internacional Commission on Large Dams
GNSS/GLONASS	Global Navigation Satellite System
LPS	Local Positioning System
GOCA	GNSS/LPS based-Online-Control-Alarm System
(P)	Depozitimet Permiane
(T)	Depozitimet Triasike
(T ₁)	Triasiku i poshtëm
(T ₂)	Triasiku i mesëm
(T ₂ l)	Ladiniani
(T ₂ l-T ₃ k)	Triasiku i mesëm-sipërm
(T ₃)	Triasiku i sipërm
(J)	Depozitimet Jurasike
(J ₁)	Jurasiku i poshtëm
(J ₃)	Jurasiku i sipërm
(J ₂₋₃)	Jurasiku i mesëm-i sipërm
(J ₃ k)	Kimerixhiani

(J _{3t})	Titoniani
(Cr _{1be-v})	Beriasian-Valanzhiniani
(T ₂)	Triasiku i mesëm
(T ₃)	Triasiku i sipërm
(J ₁₋₂)	Jurasiku i poshtëm-i mesëm
(J ₃ -Cr ₁)	Jurasiku i sipërm-Kretaku i poshtëm
(Cr ₂)	Kretaku i sipërm
(Cr _{2 m} -Pg ₂)	Mastriktian-Eoceni
(T ₃ -J ₁)	Triasiku i sipërm-Jurasiku i poshtëm
(Pg ₁₋₂)	Paleocen-Eoceni
(N ₂ -Qp)	Depozitimet mollasike të Pliocen-Kuaternarit
(Pg ₂)	Eoceni
(J _{3 t} - Cr _{1v})	Jurasik i sipërm, titonian- Kretaku i poshtëm, valenzhinian
MKV	Metoda e katrorëve më të vegjël
(E)	East
(N)	Nord
(H)	High

HYRJE

Monitorimi i qëndrueshmërisë së digave është detyrim ligjor dhe moral e inxhinierik sidomos në rastet kur me vrojtime vizive vihen re probleme që hedhin dyshime mbi lëvizje dhe deformime të strukturës së digës, por edhe të objekteve të mëdha inxhinierike.

Historia e matjeve gjeomatike për monitorimin e lëvizjeve të strukturave të ndryshme ka filluar si nevojë për monitorimin e digave të hidrocentraleve. Duke vlerësuar rrezikun e madh që sjell shkatërrimi i një dige për komunitetin, në rrjedhjen e poshtme të digës, inxhinierët e digave kërkojnë një informacion më të plotë mbi sjelljen e digës dhe shpateve ku ato janë vendosur, sesa informacioni që marrin me matjet të drejtpërdrejta mbi strukturat e digave (me plumbçe, me ekstensometër, me klinometra). Kërkesat e inxhinierëve të digave sollën fillimin e punimeve matëse gjeomatike.

Skema gjeometrike e matjeve gjeomatike u përgatit nga Qendra e Hartografisë në Zvicër për monitorimin e lëvizjeve në disa pika të një dige në Zvicër. Në vitin 1928, mbas shkatërrimit të digës “St. Fransis” në Amerikë u kërkuar nga autoriteti i digave që të fillonte monitorimi i digave sipas propozimit të bërë nga gjeodeti H. Zolly¹. Këtu fillon dhe historia e monitorimit të digave me matje gjeomatike, duke sjellë vit pas viti përmirësime në skemat e matjeve, instrumentet gjeomatike, metodikat e matjeve dhe përpunimin e matjeve.

Në vendin tonë historia e monitorimit të digave me matje gjeomatike është e re. Kuptohet që në kohën e ndërtimit të digave, sidomos digat mbi lumin Drin, shërbimi i matjeve gjeomatike ka luajtur një rol të madh në zbatimin e projektit të digës. Monitorime të mëtejshme mbi lëvizjet e mundshme vertikale dhe horizontale të strukturave të digave, apo shpateve ku ato mbështeten janë të pakta, janë sporadike dhe shpesh jo të dokumentuara mirë.

Mbas viteve 2000, sidomos mbas problemeve të sjella nga reshjet e shumta të shirave, që sollën probleme të mëdha në funksionimin normal të digave të vendosura mbi lumin Drin, ka filluar monitorimi i digave sipas standardeve evropiane.

Në materialin e paraqitur në këtë punim jam përpjekur të sjellë një kontribut modest në fushën e monitorimit me matje gjeomatike. Të dhënat janë marrë nga monitorimi i digës në Hidrocentralin Vau Dejës. E gjithë situata e pasqyruar në këtë disertacion shpalos qartazi tendencën normale të funksionimit të digave, e cila kërkon patjetër që në vitet e ardhshme të merren në konsideratë lëvizjet në plan dhe në lartësi.

Çdo vepër inxhinierike ka një jetëgjatësi të lartë, bazuar në njohuritë dhe argumentat shkencorë, në analizat dhe matjet reale gjeomatike i rekomandoj Qeverisë Shqiptare dhe KESH-it ndërtimin e një Programi Kombëtar për mbajtjen në vërtetim dhe monitorim të këtyre digave duke bashkëpunuar ngushtë me Institucionet, Universitetin dhe ekspertët e fushës.

¹JM.Rueger. (2006). 'Overview of Geodetic Deformation Measurements of Dams',. ANCOLD

KAPITULLI I

DIGA DHE LLOJET E SAJ

1.1. Diga dhe llojet

Diga është një objekt ndërtimor nivelngritës dhe një formues ujëmbledhësi në përbërje të një kompleksi ujqor. Rezervuarët e krijuar nga digat shërbejnë për të mos lejuar përmytjet si dhe të sigurojnë ujë për nevojat e ndryshme, si psh: për ujitjen, konsumin njerëzor, përdorimin industrial, akuakulturë etj. Gjithashtu digat janë përdorur dhe për të gjeneruar energji elektrike².

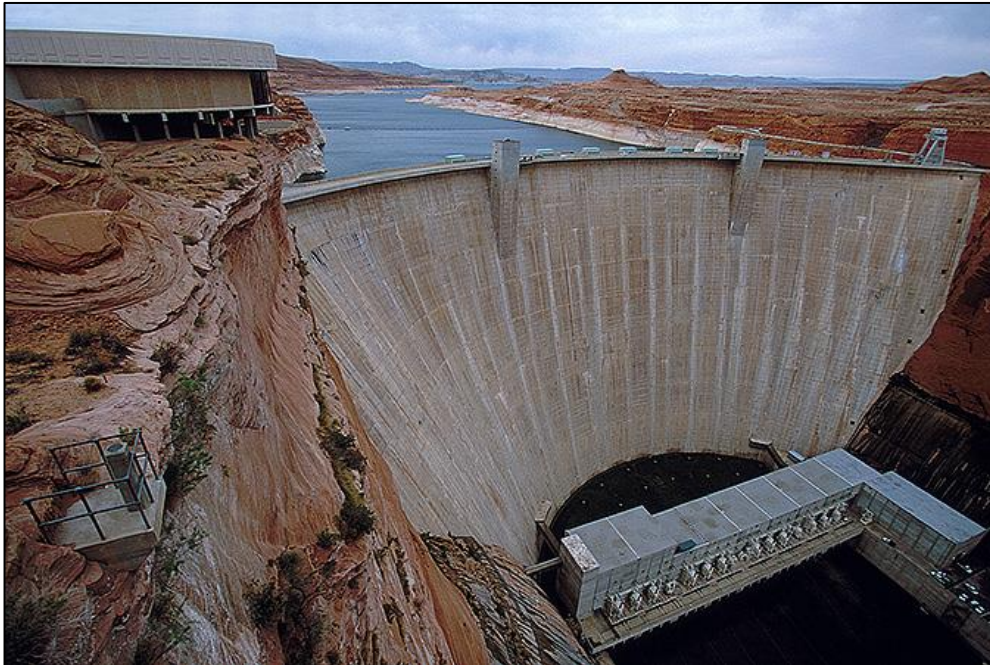


Figura 1-1 Diga GlenCanyon (GLEN CANYON, 2016)

1.2. Roli i digave

Pse kemi nevojë për digat?

Në kohët e lashta, digat janë ndërtuar me qëllimin e vetëm, furnizimin me ujë apo ujitje. Si qytetërimet të zhvilluara, ka pasur një nevojë më të madhe për furnizimin me ujë, ujitje, kontrollin e përmytjeve, navigacion, cilësinë e ujit, kontrollin e sedimenteve dhe energjisë.

² Ligji Nr.8681, datë 2.11.2000-Për Projektimin, Ndërtimin, Shfrytëzimin dhe Mirëmbajtjen e Digave dhe Dambave (ndryshuar me ligjin nr. 18/2013, datë 14.02.2013 (i azhornuar)

Pikërisht për këto qëllime u ndërtuan digat të cilat plotësonin nevojat e mësipërme për njerëzit. Diga është një projekt shumë i rëndësishëm për vendet në zhvillim, sepse popullata merr përfitime të brëndshme dhe ekonomike nga një investim i vetëm.



Figura 1-2 Mbishkrimet në pritën e digës Marib, e ndërtuar në 750 para Krishtit (Butterworth-Heinemann, 2004)

1.3. Llojet e digave

Digat mund të formohen nga veprimet e njeriut, shkaqet natyrore, apo edhe me ndërhyrjen e kafshëve të egra të tilla si kastorët. Klasifikimi i digave të ndërtuara nga njeriu.

1.3.1. Klasifikimi i digave për nga struktura dhe materiali

1. Diga prej betoni ose muraturë
2. Diga prej dheu me material vendi
3. Diga prej metali
4. Diga prej druri

1. Digat prej betoni janë klasifikuar:

i. Digat e gravitetit



Figura 1-3 Grand Coulee Dam është shembull i një dige solide graviteti (Duck, 2011)

Në një digë graviteti, forca që mban digën në vend, kundër shtytjes nga uji, është graviteti i Tokës duke tërhequr poshtë në bazë të masës së madhe të digës. Uji tenton të përmbysë digën rreth pikës së saj më të disfavorshme (pika në bjetin e poshtëm të digës).

Pesha e digës kundërshton dhe neutralizon atë forcë, duke u kujdesur për mos humbjen e qëndrueshmërisë së saj. Projektuesi siguron që diga të ketë peshën e duhur për të përballuar forcat që veprojnë për ta përmbysur atë.

Për këtë lloj dige, është thelbësore që të ketë një themel të papërshkueshëm. Digat e gravitetit janë klasifikuar si “të forta” dhe janë bërë përgjithësisht prej betoni.

ii. Digat hark

Në digën hark, stabiliteti (qëndrueshmëria) përfitohet nga një kombinim i harkut dhe veprimt të rëndesës së betonit. Vendi më i dëshirueshëm për një digë hark është një kanion i ngushtë me mure të pjerrëta anësore të përbërë nga shkëmb të shëndoshë.

Siguria e një dige hark varet nga forca e mbështetjeve (brigjeve), prandaj duhet që jo vetëm harku të mbështetet mirë në muret anësore, por edhe lloji i shkëmbit duhet të kontrollohet me kujdes.



Figura 1-4 Një digë hark Gordon Dam, Tasmania (Tasmania, 2012)

Dy lloje të digave hark janë në përdorim, përkatësisht:

a. Digë me rreze kostante



Figura 1-5 Diga Jones Falla, në Kanasa, është dige më rreze konstante (Nazarenko, 2009)

b. Digë me kënd konstant



Figura 1-6 Parker Dam, digë me hark dhe kënd konstant (Marine, 2017)

iii. Diga hark-gravitet

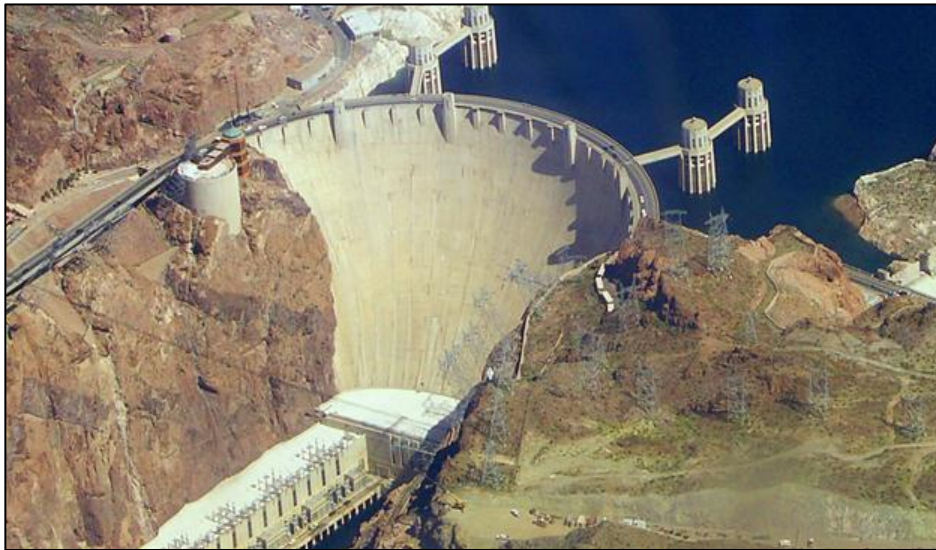


Figura 1-7 Hoover Dam është shembulli i një dige hark-gravitet (LICKO, 2005)

Një digë graviteti mund të kombinohet me një digë hark, në një digë hark-gravitet për zonat me sasi masive të rrjedhës së ujit, por me pak materiale në dispozicion për një digë gravitet. Presioni i brendshëm i digës nga uji redukton forcat horizontale që veprojnë mbi digë.

Kështu, forca e gravitacionit që kërkohet nga diga pakësohet, dmth diga nuk ka nevojë të jetë aq massive prej betoni. Kjo mundëson një digë më të lehtë dhe më ekonomike.

iv. **Diga kontraforcë**

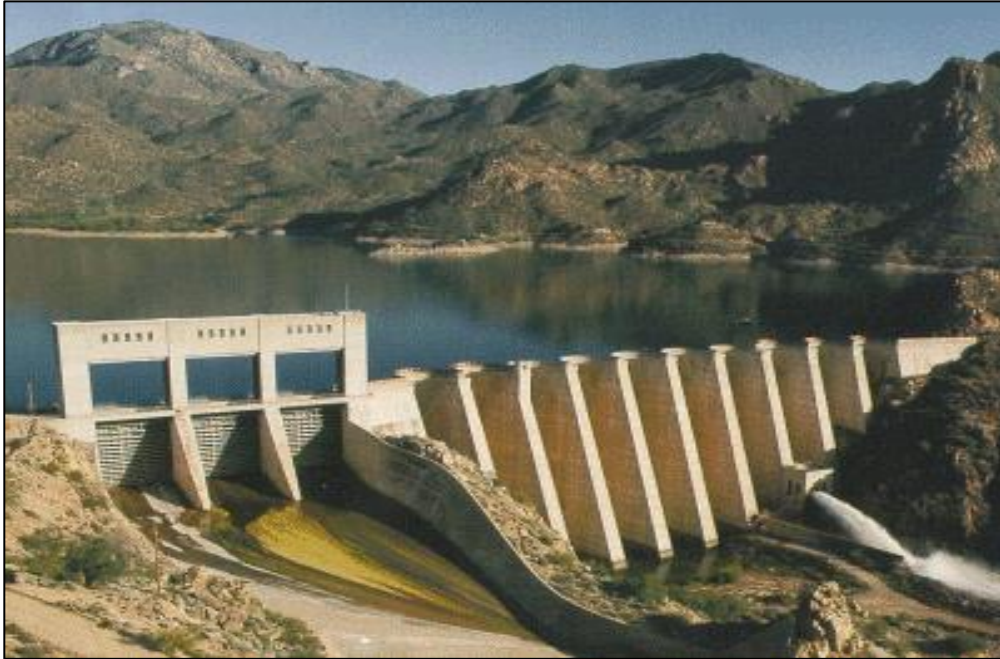


Figura 1-8 Model dige kontraforcë

Digat kontraforcë janë diga prej betoni të lehtësuara, kjo pasi në bjeftin e poshtëm hiqet një pjesë e konsiderueshme e betonit, pra ato kërkojnë një sasi më të vogël betoni sesa digat gravitet, në këtë rast mund të mendohet se ato mund të kenë një kosto më të lirë, por në të vërtetë nuk është kështu. Duhet bërë gjithmonë një krahasim tekniko-ekonomik, duke marrë parasysh vlerën e materialit mbushës si dhe vlerën e fuqisë punëtore.

Digat kontraforcë kanë një konstruksion më të nderlikuar për tu realizuar kështuqë kërkojnë puntori më të kualifikuar dhe tekonologji më të sofistikuar. Në ato vënde ku fuqia punëtore është e shtrenjtë këto diga do të rezultojnë me kosto tepër të lartë dhe në qoftë se betoni do ishte relativisht i lirë atëherë do ishte më e arsyeshme të ndërtonim diga gravitet pasi kërkojnë një fuqi punëtore dhe tekonologji më të ulët.

Në kohët e sotme me avancimin e tekonologjisë digat kontraforcë realizohen në forma nga më të ndryshmet duke përmendur ato me mbulesa të rrafshëta, me koka masive, me shumë harqe apo me kupola.

Duke qënë se kto diga kanë sipërfaqe të jashtme më të madhe dhe trashësi relativisht të vogël mundëson që problemi i termicitetit gjatë betonimit të jetë thuajse i papërfillshëm, pra betonimi nuk është i nevojshëm të realizohet me blloqe betoni të caktuar.

Nga sa thamë më sipër nxjerrim avantazhet dhe disavantazhet e digave kontraforce kundrejt atyre beton gravitet.

Avantazhet:

1. Digat kontraforce kërkojnë një sasi më të vogël betoni sesa digat gravitet.
2. Zvogëlimi i presionit të kundërfiltrimit në një masë shumë të madhe.
3. Mund të shfrytëzohet hapësira ndërmjet kontraforcës për të vendosur godinën e centralit etj.
4. Digat kontraforcë mund të realizohen me kontraforca që punojnë të pavarura nga njëra tjetra kështu që uljet diferenciale do ndjeheshin më pak.
5. Pjerrësia në anën e sipërme mundëson një peshë të konsiderueshme të ujit që ndihmon në qëndrueshmërinë e saj.
6. Meqë në anën e sipërme ka pjerrësi atëherë presioni i akullit është më pak i ndjeshëm, pasi gjatë ngrirjes ai ngjitet përgjatë skarpatës.
7. Shpërndarja e nxehtësisë specifike që çlirohet gjatë betonimit realizohet më shpejtë se në ato gravitet kështuqë mund të përparohet më shpejt në betonimin e tyre.
8. Digat kontraforcë mund të rriten vazhdimisht duke zgjatur kontraforcën dhe ekranin.
9. Nga ana e poshtme në hapësirën ndërmjet kontraforcave bëhet e mundur vëzhgimi, kontrolli dhe mirëmbajtja e drenazheve.

Disavantazhet:

1. Digat kontraforcë kërkojnë punime më të mëdha ndërtimi, përforcime dhe punëtori më të kualifikuar. Rrjedhimisht kostoja e përgjithshme e konstruksionit të tyre mund të jetë më e madhe se diga gravitet.
2. Digat kontraforcë janë më të paparashikuara kur dëmtohen dhe janë më të ndjeshme ndaj ndërhyrjeve.
3. Këto diga nuk mund të ndërtohen në vende shumë të ftohta pasi mund të sjellë plasaritjen e betonit.
4. Për shkak se pllaka e sipërme është e hollë këto diga kanë probleme në ruajtjen e qëndrueshmërisë përgjatë aksit gjatësor të tyre, është e nevojshme të kontrollohet qëndrueshmëria në përkulje e kontraforcës dhe të vendosen trarët e rigjidimit.
5. Përgjithësisht numri i fugaturave këtu është më i madh se në çdo tip tjetër dige.

Duke qënë se këto diga sjellin një përqëndrim më të madh të sforcimeve atëherë kërkohet të gjenden kushte të mira gjeologjike të bazamentit, pra kërkojnë bazamente të forta. Në rast të kundërt do duhej të bëhej zgjerim i kontraforcës pranë bazamentit.

2. Diga me material vendii kemi dy llojesh:

Digat me material vendi janë bërë prej dherash kompakt, dhe kanë dy tipe kryesore, digë prej guri dhe dheu (heterogjene) dhe digë prej dheu (homogjene). Digat argjinaturë mbështetet në peshën e tyre për të mbajtur mbrapa forcën e ujit, ashtu sikurse digat e gravitetit të bëra nga betoni.

Digat prej dheu mund të ndërtohen nga material të cilat gjenden në vend ose afër, ata mund të kenë një kosto shumë efektive në rajonet ku kostoja e prodhimit të betonit është e madhe.

a. Digat me mbushje prej guri dhe element kundërfiltrimi prej dheu



Figura 1-9 Diga Gathright në Virxhinia është një digë argjinaturë (shkëmb-mbushur)
(U.S. Army, 2010)

b. Digat me material vetëm prej dheu



Figura 1-10 Diga “Tarbela” është një digë e madhe në lumin Indus në Pakistan
(Astronaut photograph, 2002)

3. Diga metalike



Figura 1-11 Diga çeliku Red Ridge, ndërtuar 1905, Michigan (Miller, 2001)

Një digë çeliku është një lloj i digës e eksperimentuar rreth fillimit të shekullit të XX-të i cili përdor plating çeliku (në një kënd) dhe ngarkesën e trarëve duke i pasur si struktura. Menduar si strukturat e përhershme, digave çeliku ishin ndoshta një eksperiment i dështuar për të përcaktuar nëse një teknikë ndërtimi do të përgatitej që të ishte më e lirë se muratura, betoni ose punime tokësore.

4. Diga e drurit



Figura 1-12 Një digë me armaturë druri në Michigan, fotografuar në 1978 (Lowe, 1978)

Digat e drurit janë përdorur gjerësisht në pjesën e hershme të revolucionit industrial dhe në zonat kufitare për shkak të lehtësisë dhe shpejtësisë së ndërtimit. Ndërtuar rrallë në kohët moderne për shkak të jetëgjatësisë relativisht të shkurtër dhe lartësisë të kufizuar.

Vëndet ku digat me lëndë drusore janë më ekonomike për tu ndërtuar janë ato ku lënda drusore është e leverdisshme pasi çimentoja është e kushtueshme ose e vështirë për transportim dhe diga e ulët nuk përbën problem apo jetëgjatësia e saj nuk është një çështje.

1.3.2. Klasifikimi i digave për nga madhësia

Standardet ndërkombëtare (duke përfshirë Komisionin Ndërkombëtar për Diga të Mëdha, ICOLD) përcaktojnë diga të mëdha, digat me lartësi më të madhe se 15 metra dhe diga shumë të mëdha ato që janë mbi 150 metra në lartësi.

Raporti i Komisionit Botëror të Digave gjithashtu përfshin në kategorinë e madhe, diga, të tilla si pritat, të cilat janë në mes të 5 dhe 15 metra të lartë me një kapacitet të rezervuarit prej më shumë se 3 milion m³ ujë.



Figura 1-13 Diga më e lartë në botë, është 300 metra e lartë, Diga Nurek në Taxhikistan (Rustamov, 2007)

1.3.3. Klasifikimi i digave sipas funksionit dhe përdorimit

Nga funksioni dhe përdorimi digat i kemi:

- ✓ Nivel ngritëse të cilat shërbejnë për të krijuar një rezervuar për ujitje.
- ✓ Diga të cilat na shërbejnë për krijimin e energjisë.
- ✓ Diga të cilat shërbejnë për të mbrojtur tokën nga përmbytjet.

1.3.4. Lloje të ndryshme digash

a. Diga Weir

Një digë Weir është një lloj dige e vogël e cila mund të përdoret për matjen e rrjedhjes apo për pengimin e ujit.



Figura 1-14 Diga Weir, Francë (Roose, 2004)

b. Diga kontrolli

Një digë kontroll është një digë e vogël e projektuar për të reduktuar shpejtësinë e rrjedhjes dhe kontrollin e erozionit të tokës.



Figura 1-15 Diga Check në Indinë e Veriut (Delhi Megapolis, 2013)

c. Diga e tharë

Një digë devijimi është një strukturë e projektuar për të devijuar të gjithë ose një pjesë të rrjedhës së një lumi nga rrjedha e saj natyrore. Uji mund të ridrejtohet në një kanal apo tunel për ujitje dhe/ose për prodhimin e energjisë hidroelektrike.



Figura 1-16 Diga Beaufort West (Head, 2017)

d. Diga nëntokësore

Digat nëntokësore janë përdorur për kapjen e ujërave nëntokësore dhe ruajtjen e gjitha ose shumica e tij nën sipërfaqe për përdorim të zgjatur në një zonë të lokalizuar. Në disa raste ato janë ndërtuar edhe për të parandaluar futjen e ujërave të ëmbël në det. Digat nëntokësore janë ndërtuar në mënyrë tipike në zonat ku burimet ujore janë minimale dhe duhet të ruhet në mënyrë efektive, si në shkretëtirat dhe në ishujt si Diga Fukuzato në Okinawa, Japoni.



Figura 1-17 Fukuzato Dam në Okinawa, Japoni (Ray_go, 2009)

e. Diga “Cofferdam”

Një digë e rrethuar me lumë është një pengesë, zakonisht e përkohshme, e ndërtuar për të përjashtuar ujin nga një zonë e cila është e zhytur. E bërë zakonisht prej druri, betoni, apo fletë çeliku me shtylla të ngulura. Digat “cofferdam” janë përdorur për të lejuar ndërtimin nga themeli të digave të përhershme, urave, dhe strukturave të ngjashme. Kur të përfundojë projekti, kjo digë apo barrierë zakonisht do të jetë shkatërruar apo hequr, përveç nëse zona kërkon mirëmbajtje të vazhdueshme.



Figura 1-18 Model i digës Cofferdam gjatë rikonstruksionit (Diga Montgomery Point Lock and Dam, USA) (U.S. Army, 2010)

1.3.5. Digat e ndërtuara nga natyra

Digat gjithashtu mund të jenë krijuar nga forcat natyrore gjeologjike. Digat vullkanike janë formuar kur flukset lavë, shpesh basaltik, ndërpresin rrugën e një lumi apo liqeni, duke rezultuar në krijimin e një mbyllje natyrore. Një shembull do të jenë shpërthimet e fushës vullkanike “Uinkaret” rreth 1.8 milion-10.000 vjet më parë, të cilat u krijuan digat lavë në lumin Kolorado në Arizonën Veriore në Shtetet e Bashkuara.



Figura 1-19 Digat lavë në lumin Kolorado në Arizonën Veriore në Shtetet e Bashkuara (Hamblin, 1994)



Figura 1-20 Vendodhje-Flores, Indonezi (Dunham, 2008)

i. Diga Beaver

Digat Beaver janë krijuar kryesisht nga balta dhe shkopinj të përmytjeve të një zone të caktuar të banueshme apo nga përmytjet e një parcele toke.



Figura 1-21 Kanal shkarkimi në Llyn Briannedam, Uells (Gravell, 2016)

Një kanal shkarkimi është një seksion i një dige projektuar për të kaluar ujin nga ana e rrjedhës së sipërme të një dige në anën e poshtme. Shumë diga “spillways” kanë porta të projektuara për të kontrolluar rrjedhjen nëpërmjet kanal shkarkimit. Llojet e kanal shkarkimit përfshijnë:

- Një kanal shkarkimi shërbim ose kanal shkarkimi primar që kalon rrjedhën normale.
- Një kanal shkarkimi ndihmës për rrjedhë më të madhe se kapacitetet e kanal shkarkim shërbimit.
- Një kanal shkarkimi emergjent është projektuar për kushte ekstreme, të tilla si një mosfunksionim i rëndë në kanal in shkarkim shërbimit.
- Një kanal shkarkimi plug fitil është një argjinaturë e ulët e projektuar që të jetë mbi krye dhe larg në rast të një përmytje të madhe.

KAPITULLI II

KASKADA E LUMIT DRIN

2.1. Të dhëna për lumin Drin

Drini, lumi më i gjatë i trojeve shqiptare me 160 km gjatësi. Derdhet në Detin Adriatik, pranë Lezhës dhe lumit të Bunës, degë që u formua pas një përmbytjeje në shekullin e XIX.

Drini u formua afër qytetit të Kukësit në sajë të bashkimit të dy degëve kryesore të tij: Drinit të Bardhë i cili buron afër Pejës, Kosovës, nga Malet e Zhlebit, përshkon lugun e Dukagjinit dhe derdhet në liqenin e Fierzës e Drinit të Zi që buron në Strugë, Republika e Maqedonisë, nga pjesa veriore e Liqenit të Ohrit, i cili siç dihet furnizohet me ujë nga Liqeni i Prespës, duke marrë disa degë si p.sh. Radiken (Treva e Dibrës).

Degët kryesore të Drinit janë Lumi i Shalës, Lumi Valbona nga Alpet Shqiptare, Drini i Bardhë në Kosovë dhe Drini i Zi në Maqedoni. Në pjesën fundore Drini derdhet në Lumin Kir i cili buron nga Dukagjini, e pastaj bashkëderdhen në Bunë (KESH).

2.1.1. Rrjedha

Nga Kukësi, Drini rrjedh në Shqipërinë veriore, së pari nga Hasi, në vazhdim është kthyer në një zinxhir liqenesh artificiale (i Fierzës, i Komanit dhe i Vaut të Dejës), që furnizojnë me ujë tri hidrocentralet e mëdha.

Prurja mesatare vjetore e Drinit arrin $352 \text{ m}^3/\text{sek}^3$, kurse maksimalja e regjistruar është mbi $5100 \text{ m}^3/\text{sek}$. Duke kaluar në fshatrat Spas, Msi dhe Fierzë, e mandej, pasi mbërrin në krahinën e Dukagjinit, shkon drejt jugut, kalon nga Apripë e Gurit, Toplanë, Dushman, Koman, Vjerdhë Mazrrek, Rragam, dhe Pale Lalej.

Në Vaun e Dejës, hyn në ultësirat e Nën Shkodrës dhe ndahet në dy krahë. Një derdhet në gjirin e Drinit në Adriatik në jug-përendim të Lezhës, kurse tjetri derdhet në lumin Kir e më tej në Bunë afër Kalasë së Shkodrës. Edhe pse është dega më e shkurtër prej 15 km, kjo ndarje që derdhet në Bunë quhet Drini i Madh, sepse bie më shumë ujë sesa në krahun tjetër që derdhet direkt në det (KESH).

Drini i madh gjithashtu derdhej në det por ndryshoi rrjedhë pas një përmbytjeje të madhe më 1858-ën që ia ndryshoi rrjedhën, dhe e pruri drejt Shkodrës. Drini i madh është shumë i gjërë dhe sjell një sasi të madhe uji ($330\text{--}340 \text{ m}^3/\text{s}$), i dyti për nga kapaciteti pas Bunës; por duke qënë i shkurtër disa harta e shënojnë si liqen. Pas Vaut të Dejës, krahu i gjatë shkon drejt jugut për nga Bushati, Mabë, Gjadër, Lezhë. Në jug të Lezhës hyn në një zonë moçalore e më tej derdhet në Adriatik (KESH).

³KESH- Korporata Elektroenergjitike Shqiptare

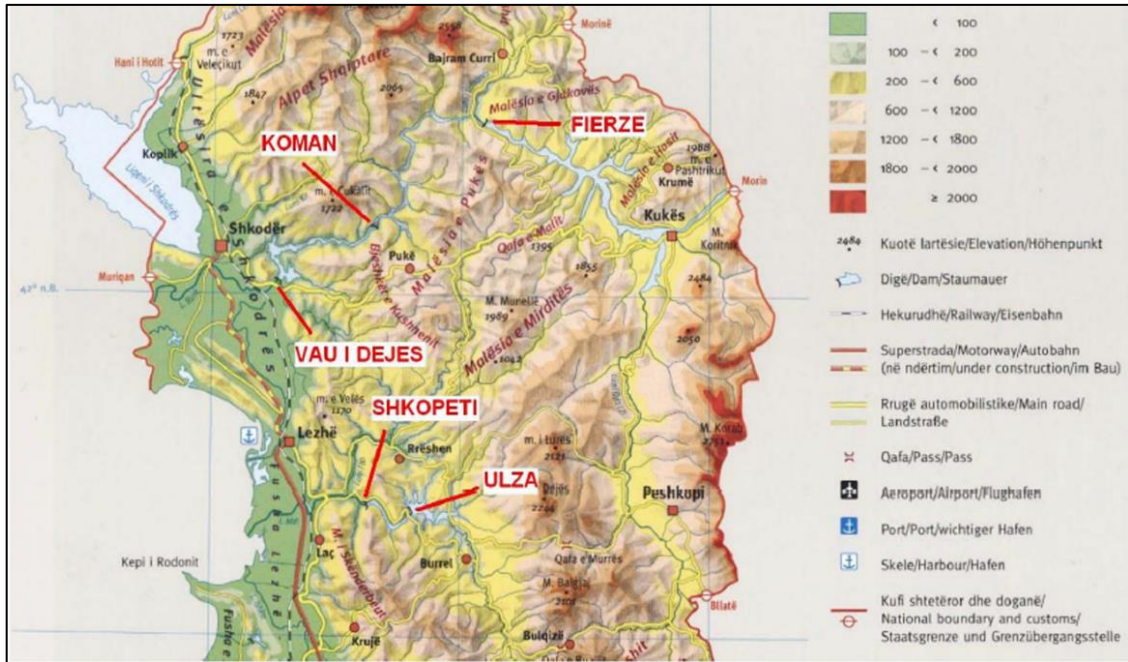


Figura 2-1 Vëndodhja e digave në hartën e Republikës së Shqipërisë (KESH)

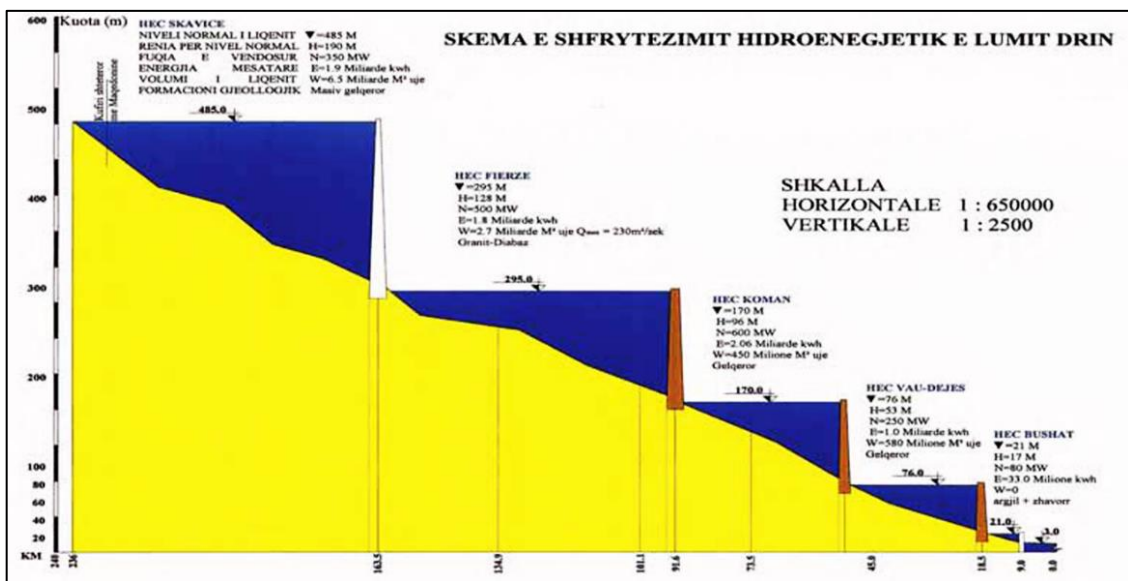


Figura 2-2 Skema e shfytëzimit hidroenergjitik e Lumit Drin (KESH)

2.2. HEC Fierzë

HEC Fierzë është hidrocentrali i parë i kaskadës i ndërtuar në lumin Drin në Fierzë. Punimet për ndërtimin e tij kanë filluar në vitin 1970 dhe kanë vazhduar përrreth 8 vjet. Në vitin 1978, u vu në punë turbina e parë dhe kështu me radhë. Turbina e katërt, dhe e fundit, u vu në punë në vitin 1980. HEC Fierzë është i tipit me digë dhe rezervuar, diga është digë dheu, me bërthamë argjile me përmasa: lartësi 170 m, gjatësi 350 m dhe gjerësia e digës nga 350 m në bazamentin e saj, në 11 m në kreshtën e digës (KESH).⁴

Nga diga e Fierzës është krijuar një rezervuar me një volum të përgjithshëm 2,7 miliard m³ ujë dhe një sipërfaqe prej 7,2 km². Për ndërtimin e kësaj vepre janë hapur dy tunele devijimi, katër tunele për marrjen e ujit për turbinate dhe dy tunele shkarkimi me një gjatësi të përgjithshme 5.500 m. Në HEC Fierzë janë instaluar 4 agregate me turbinë Francis me fuqi 125 MW për çdo njësi dhe fuqi totale të instaluar 500 MW. Prodhimi vjetor i projektuar i HEC Fierzës është 1800 GWh. Fillimisht, teknologjia e pajisjeve elektromekanike ishte e prodhimit kinez (KESH).

Gjatë viteve të shfrytëzimit të HEC Fierzë, janë kryer ndërhyrje në nyje të veçanta sidomos në sistemin e kushinetave pasqyrë të cilat më vonë u zëvendësuan me teknologji të prodhimit perëndimor (VoithAustri). Në vitet 2001-2006, u realizua projekti i rehabilitimit të HEC Fierzë.

Gjatë rehabilitimit përveç të tjerave u zëvendësuan rrotat e punës së turbinave tek dy agregate (2 dhe 4) duke bërë që të rritet rendimenti i tyre. Për rehabilitimin e HEC Fierzë janë shpenzuar 22 milion euro ndër të cilat 17 milion euro për pajisje elektromekanike dhe 5 milion euro për punime civile. Karakteristikat më kryesore të HEC Fierzë janë si më poshtë (KESH).

Të dhënat teknike të HEC Fierzë	
Viti i vënies në shfrytëzim	1978
Numri i agregateve	4
Fuqia e instaluar për agregat	125 MW
Kapaciteti e instaluar	500 MW
Tipi i turbinave	Francis
Volumi total i ujit në liqen	2,7 miliard m ³
Niveli maksimal i liqenit	296 m
Rënia nominale	118 m
Prodhimi mesatar vjetor	1800 GWh

Figura 2-3 Të dhënat teknike të HEC Fierzë (KESH)

⁴KESH- Korporata Elektroenergjitike Shqiptare



Figura 2-4 Foto e HEC Fierzë (KESH)

2.3. HEC Koman

HEC Koman u ndërtua në Lumin Drin në pjesën veri-lindore të Shqipërisë në mes të kaskadës së Drinit. Baseni i këtij HEC-i ka një kapacitet prej 450 milion m³ ujë. Impianti u vu në punë në dy faza: njësitë 1, 2 dhe 3 në vitin 1985 dhe njësia 4 është vënë në punë në vitin 1988.

Diga është e lartë 125 m. Dy tunele furnizojnë me ujë të katërt turbinatë që ndodhen në sallën e turbinave. Kapaciteti i instaluar i HEC Koman është 600 MW dhe prodhimi mesatar vjetor 2,060 GWh. Impianti është i lidhur me rrjetin 220 KV të transmetimit.

Të dhënat teknike të HEC Koman	
Viti i vënies në shfrytëzim	1985
Numri i agregateve	4
Fuqia e instaluar për agregat	150 MW
Fuqia e instaluar	600 MW
Tipi i turbinave	Francis
Volumi total i ujit në liqen	450 milion m ³
Niveli maksimal i liqenit	176 m
Rënia nominale	96 m
Prodhimi mesatar vjetor	2060 GWh

Figura 2-5 Të dhënat teknike të HEC Koman (KESH)

2.4. HEC Vau i Dejës

HEC Vau i Dejës ndodhet në pjesën verilindore të Shqipërisë, në fund të kaskadës së lumit Drin, pranë qytetit të Shkodrës. Baseni i këtij HEC-i ka një kapacitet prej 580 milion m³ ujë. Edhe ky impiant është vënë në punë në dy faza: njësia 1, 2 dhe 3 në vitin 1970 dhe njësia 4 dhe 5 në vitin 1975. Diga është 90 m e lartë.

Ka dy tunele furnizimi që çojnë ujin në të pesta njësitë e instaluar. Kapaciteti i instaluar është 250 MW me një prodhim mesatar vjetor prej 1,000 GWh. Impianti është i lidhur me rrjetin 220 KV të transmetimit.

Të dhënat teknike të HEC Vau i Dejës	
Viti i vënies në shfrytëzim	1971
Numri i agregateve	5
Fuqia e instaluar për agregat	50 MW
Fuqia e instaluar	250 MW
Tipi i turbinave	Francis
Volumi total i ujit në liqen	560 milion m ³
Niveli maksimal i liqenit	76 m
Rënia nominale	52 m
Prodhimi mesatar vjetor i realizuar	1000 GWh

Figura 2-6 Të dhënat teknike të HEC Vau i Dejës (KESH)



Figura 2-7 HEC Vau Dejës (KESH)

2.5. Planimetria e Vau Dejës

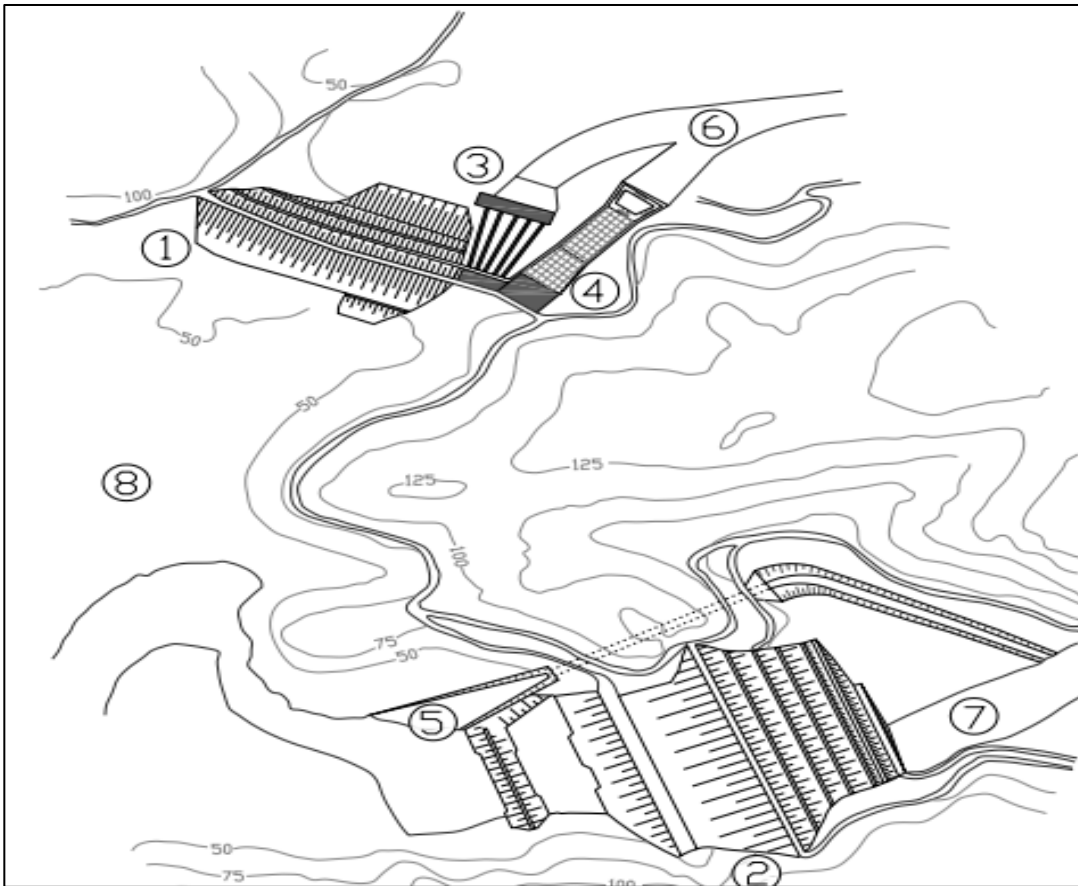


Figura 2-8 Plani i përgjithshëm i HEC-it Vau i Dejës (KESH)

1. Diga Qyrmaq
2. Diga Zadeje
3. Godina e Centralit
4. Shkarkuesi
5. Tuneli i devijimit të rrjedhës
6. Lumi Drin
7. Kanal largimi i ujit
8. Rezervuar

2.5.1. Planimetria e digës e Qyrsaqes

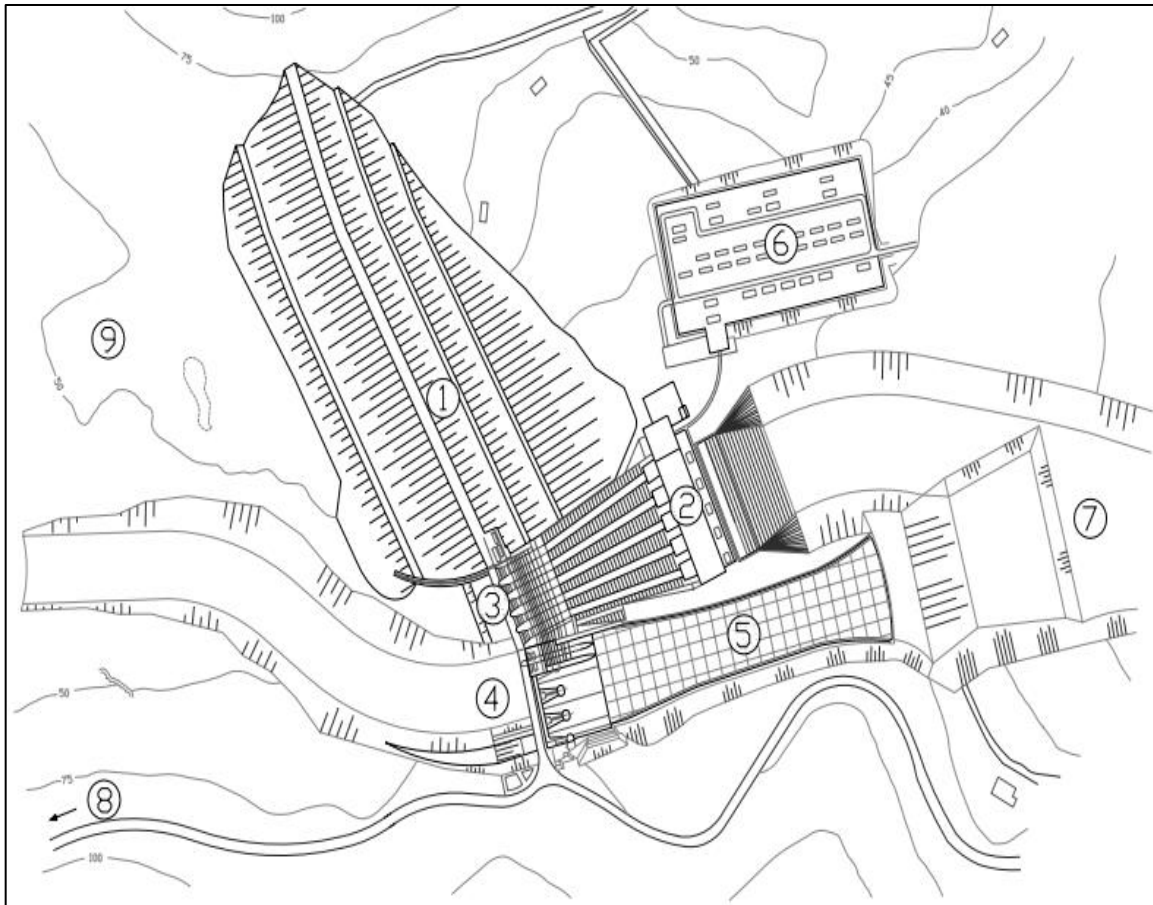


Figura 2-9 Plani i përgjithshëm i Digës Qyrsaqe (KESH)

1. Diga
2. Godina e Centralit
3. Vepra e Marrjes
4. Shkarkues sipërfaqësor
5. Kanal shkarkimi
6. Nënstacion Elektrik
7. Zona e shuarjes së energjisë së ujit (pus shuarje)
8. Rruga për në Digën Zadeje
9. Rezervuar

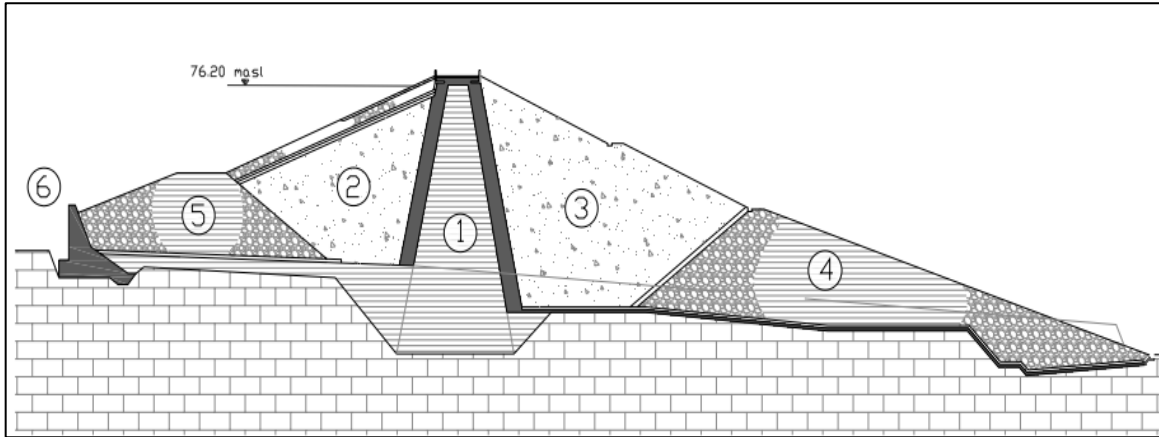


Figura 2-10 Prerje tërthore e Digës Qyrsaqe (KESH)

1. Bërthama e papërshkueshme nga uji (Element Kundërfiltrimi)
2. Zona e Bjeftit të sipërm të digës
3. Zona I e Bjeftit të poshtëm të digës
4. Zona II e Bjeftit të poshtëm të digës
5. Zona II e Bjeftit të sipërm të digës
6. Mur mbajtës

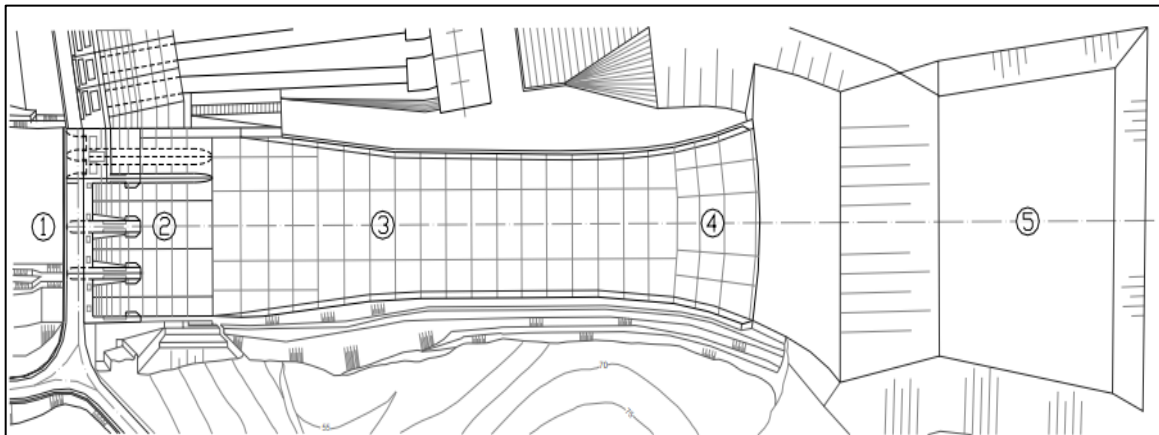


Figura 2-11 Plani i shkarkuesit të digës Qyrsaqe (KESH)

1. Rezervuar
2. Portat e shkarkuesit
3. Kanal shkarkimi
4. Pjesa fundore e shkarkuesit (pjesa hedhëse e rrymës së ujit)
5. Kërcimi i rrymës së ujit

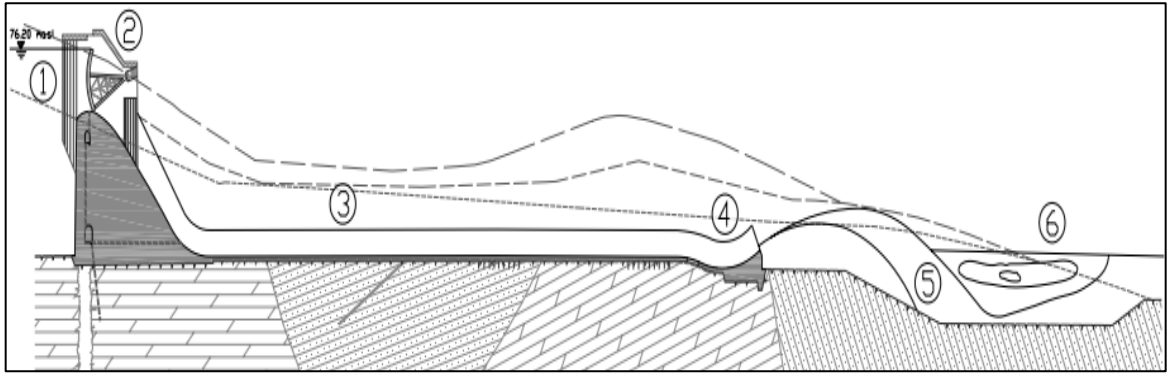


Figura 2-12 Prerje gjatësore e shkarkuesit të digës Qyrmaq (KESH)

1. Rezervuar
2. Portat e shkarkuesit
3. Kanal shkarkimi
4. Pjesa fundore e shkarkuesit (pjesa hedhëse e rrymës së ujit)
5. Zona e shuarjes së energjisë së ujit (pus shuarje)
6. Zona e shuarjes së energjisë së ujit (pus shuarje)

2.5.2. Planimetria e digës Zadeje

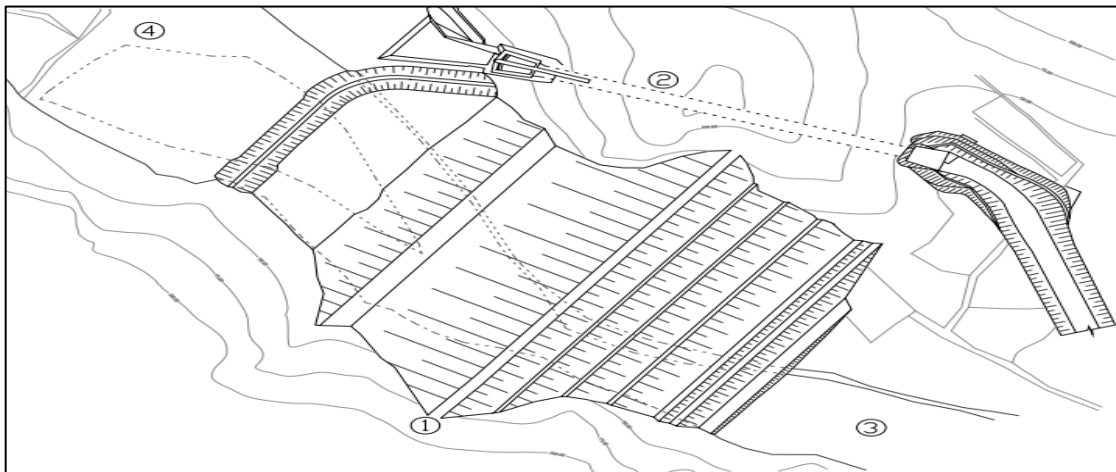


Figura 2-13 Plani i përgjithshëm i Digës Zadeje (KESH)

1. Diga
2. Tunel Shkarkimi
3. Kanal largimi i ujit
4. Rezervuar

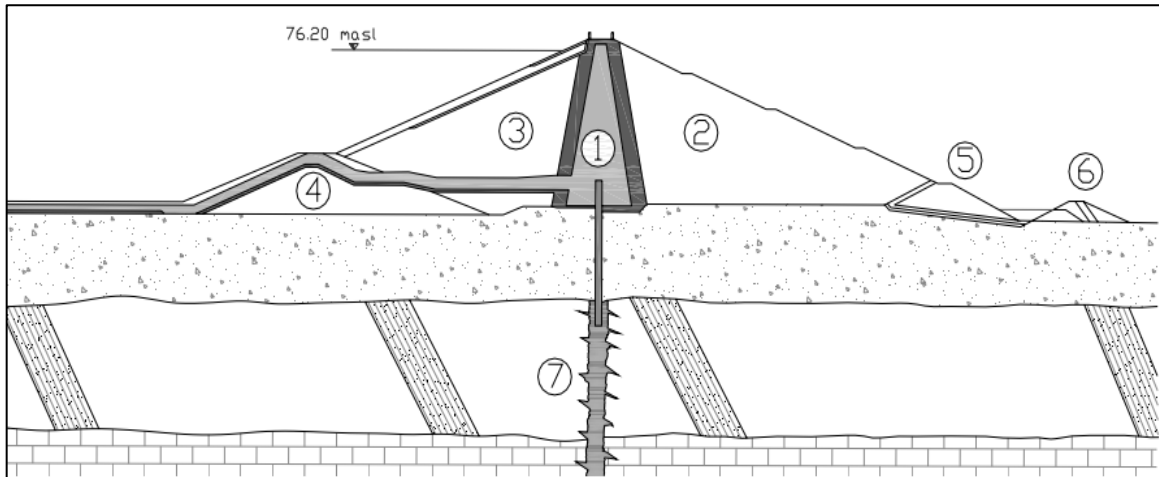


Figura 2-14 Prerje tërthore e Digës Zadeje (KESH)

1. Bërthama e papërshkueshme nga uji (Element Kundërfiltrimi)
2. Zona I e Bjefit të poshtëm të digës
3. Zona e Bjefit të sipërm të digës
4. Prita e Bjefit të sipërm
5. Zona II e Bjefit të poshtëm të digës
6. Prita e Bjefit të poshtëm
7. Perde çimentimi

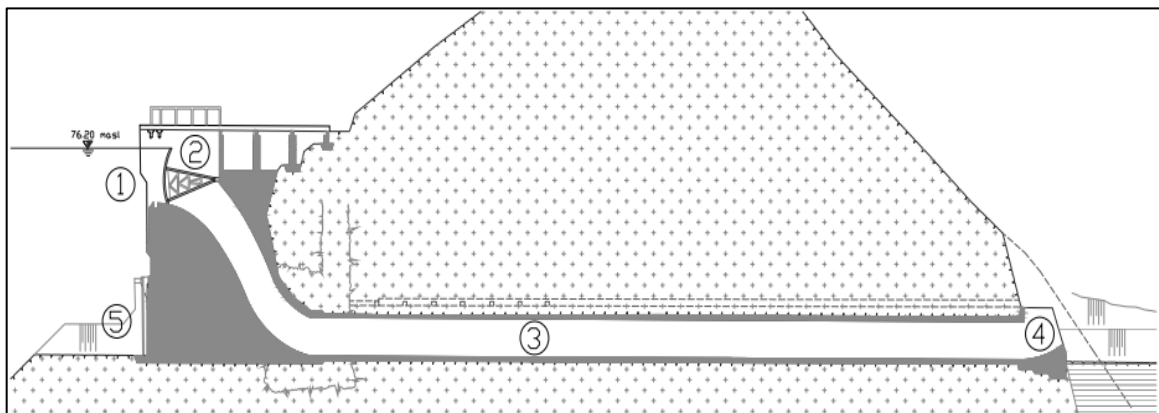


Figura 2-15 Prerje gjatësore e shkarkuesit të digës Zadeje (KESH)

1. Rezervuar
2. Portat e shkarkuesit
3. Tuneli i Shkarkimit
4. Pjesa fundore e shkarkuesit
5. Pjesa kapëse e tunelit të devijimit

2.6. Studiueshmëria gjeologjike - Bashkia Shkodër (Vau i Dejës)

Në territorin e Bashkisë së Shkodrës, dalin në sipërfaqe shkëmbinj të moshave paleozoike mesozoike dhe kenozoike. Përshkrimin e stratigrafisë së territorit të Bashkisë Shkodër do ta paraqesim bazuar në zonat tektonike të cilat takohen në të. Në këtë territor përfshihen depozitime të zonave tektonike Alpet Shqiptare, Krasta-Cukali, Kruja dhe Mirdita.

2.6.1. Stratigrafia

Zona e Alpeve Shqiptare

Zona e Alpeve Shqiptare zë pjesën veriore (zonën e Shalës), veriperëndimore (gjithë shpatin perëndimor të kurrizores Biga-Maranaj) dhe kurrizoren e shpatin verior të Taraboshit në perëndim të qytetit të Shkodrës në bashkinë Shkodër. Kjo zonë nëpërmjet depozitimeve të permit dhe ato triasike mbihypen mbi zonën Krasta-Cukali. Ajo është vazhdim i zonës së Karstit të Lartë të Malit të Zi.

Depozitimet Permiane (P)

Depozitimet permiane sipas prerjes së Lotajve përfaqësohen nga katër pako litologjike. Ngaposhtë lartë ato janë:

Pakoja rreshpore-filitike e përfaqësuar kryesisht nga rreshpe argjilore, argjilo-silicoro-sericitike me shtresa ranoresh mikrokonglomerate dhe horizonti i gëlqerorëve me fuzulinide. Këto depozitime ndërtojnë ballin e mbihypjes së zonës së Alpeve mbi flishin e Maastriktian-Eocenit të nënzonës Cukalit. Trashësia arrin deri në 30 m.

Pakoja konglomerato-rreshpore e përfaqësuar nga ndërthurje të konglomerateve kokrrize vogël-mesëm me sortim të dobët me rreshpet argjilo-silicore. Trashësia arrin deri në 50 m.



Figura 2-16 Gëlqerorë të permit me “vrime” nga “tretja” e materialit argjilo-mergelore (SHGJSH)

Pakoja e rreshpeve filitike, e cila dallohet nga pakoja e parë për praninë e lartë e shkëmbinjve karbonatike dhe rreshpeve grafitike dhe detritit qymtore. Shkëmbinjët karbonatike përmbajnë, në formë të foleve të madhësive të vogla dhe të shpërndara në mënyrë të çregullt, material argjiloro-mergelore, i cili në sipërfaqe “tretet” me shpejtë se materiali karbonatik, duke krijuar vrima të madhësive të ndryshme në relievin karbonatik. Trashësia arrin deri në 390 m.

Pakoja karbonatiko-rreshpore përfaqësohet nga ndërthurje të gëlqerorëve dhe dolomiteve me rreshpet argjilo-silicore-sericitike dhe shtresa të holla alevrolitesh. Trashësia arrin deri në 660 m. Trashësia e përgjithshme e depozitimeve permiane arrin 1130 m. Ato takohen në Mgulle, maja e Shoshit, Qafa e Lisit deri në Vuksanaj të cilat zënë një sipërfaqe të konsiderushme.

Depozitimet Triasike (T)

Depozitimet Triasike në zonën e Alpeve Shqiptare vendosen normalisht mbi ato të Permianit. Në depozitimet Triasike të kësaj zone janë veçuar ato të Triasikut të poshtëm, të Triasikut të mesëm si dhe të Triasikut të sipërm.

Triasiku i poshtëm (T₁)

Daljet kryesore në sipërfaqe të depozitimeve të Triasikut të poshtëm shtrihen në trajtë brezi gjatë gjithë buzës juglindore të zonës së Alpeve Shqiptare, nga Gjuraj-Boksi, Gimaj, Nicaj-Shala, Abat.

Triasiku i poshtëm fillon me një horizont konglomeratik, 25-30 m të trashë, më lart prerja vijon me një pako të fuqishme rreshpesh argjilore sericitike dhe përfundojnë me një pako konglomeratike 20-25 m të trashë me zaje ranorësh, rreshpesh sericitikë, gëlqerorësh dhe më rrallë silicorësh. Trashësia e Triasikut të poshtëm është rreth 500-550 m (Bicaj, 1980).

Triasiku i mesëm (T₂)

Prerjet më të mira dhe më të plota të depozitimeve të Triasikut të mesëm, anizianit, ndeshen në Gjuraj, Gimaj në Majën e Zezë, Kampin e Thethit. Pjesa më e thellë e prerjes, që del në sipërfaqe ndërtohet nga rreshpe argjiloro-sericitike dhe mergelore 35-50 m që përmbajnë konglomerate, zaje, popla dhe blloqe të shkëmbinjve karbonatike.

Më sipër prerja vazhdon me pakon argjilo-karbonatike, ku fillojnë të shfaqen shkëmbinjët karbonatike të ndërthurur me rreshpe argjilo-silicoro-sericitike. Prerja mbyllet nga shkëmbinj vullkanike, tufet, të ndërthurur me shtresëza gëlqerorësh me silicore. Këto depozitime janë si rreper në Alpet Shqiptare. Trashësia e përgjithshme e depozitimeve të anizianit është 270 deri 300 m.

Ladiniani (T_{2l})

Në zonën e Alpeve Shqiptare mbi pakon gëlqerorë-silicore-tufitike të anizianit vendoset një formacion karbonatik neritik 300-450 m i cili përfaqësohet nga dolomite dhe gëlqerorë të dolomitizuar shtresëtrashë deri masiv me trashësi deri në 350 m i trashë.

Gëlqerorët ose dolomitet, që ndërtojnë dyshtemenë e horizontit boksitmbajtës, në pjesën e sipërme paraqiten me një reliev të karstëzuar, përmbajnë çarje e fole të mbushura me boksit, argjila boksitmbajtëse ose brekçie boksitike, si në Qafë Gratë, Villgare dhe në mesin e shpatit jugore të kurrizores Biga e Gimajve-Qafë Beshkazi.

Triasiku i mesëm-sipërm ($T_{2l}-T_{3k}$)

Këto depozitime përfaqësojnë një facie të veçantë në gjithë zonën e Alpeve Shqiptare, prandaj njihet si Suita Thethi. Përhapet në kuotat e mesme-larta, në pothuajse gjithë luginën e Thethit. Ndërtohen nga gëlqerorë biomikritike mergelore të pasur me lëndë organike, shtresëmesëm-hollë, me ngjyrë hiri të errët deri të zezë. Krahas këtyre depozitimeve takohen edhe gëlqerorë turbititike, mikrobrekçioze me thjerza, konkrecione e shtresëza silicoresh. Trashësia e përgjithshme arrin deri në 350 m.

Triasiku i sipërm (T_3)

Depozitimet e Triasikut të sipërm kanë përhapje të madhe sipërfaqësore në sektorët verilindore (në lindje të Thethit), në Nderlysa, në shpatin e kurrizores nga Biga deri në Qafë Beshkazi, në Postribe dhe në malin e Taraboshit. Depozitimet përfaqësohen nga ndërthurja e gëlqerorëve stromatolitike, gëlqerorëve biomikritikë e biopelmikritikë me megalodontë dhe dolomite.

Depozitimet Jurasike (J)

Në zonën e Alpeve Shqiptare depozitimet jurasike, sikurse dhe ato kretake, karakterizohen nga ndryshime të mëdha faciale sidomos duke filluar nga Jurasiku i mesëm, ato veçohen për nënzonën e Malësisë së Madhe dhe nënzonën e Valbonës. Në nënzonën e Malësisë së Madhe depozitimet jurasike përfaqësohen nga facie të gëlqerorëve neritike, me trashësi të mëdha, të grumbulluar në një platformë karbonatike me zhytje të vazhdueshme.

Jurasiku i poshtëm (J_1)

Depozitimet karbonatike liasike në nënzonën e Alpeve Shqiptare takohen në trajtën e një brezi me shtrirje të përgjithshme jugperëndim-verilindje në veri-veriperëndim të Thethit, në shpatin lindor të Biges së Gimajve dhe në Zogaj.

Përfaqësohen nga gëlqerorë të zinj biomikritikë mergelore, me mjaft lëndë organike, shtresë mesëm e shtresë hollë, që përmbajnë shtresa të gëlqerorëve të pasur me bivalvorë dhe më pak me gastropodë e brakiopodë.

Trashësia e pakos arrin deri në 130 m në Qafën e Pejës. Në pjesën e mesme të prerjes vendoset pakoja e gëlqerorëve me lithiotis ku shoqërohen dhe me mergele e gëlqerorë të zinj me material të bollshëm organik dhe më rrallë me thjerrëza qymyrorë, me trashësi disa dhjetra cm.

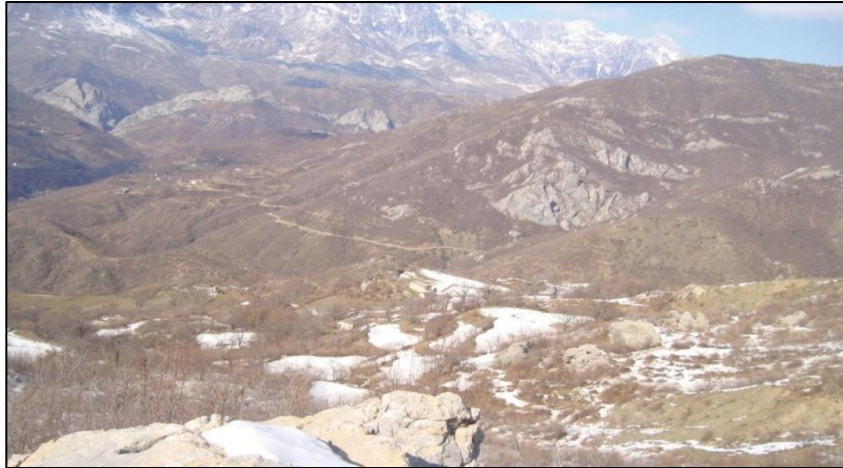


Figura 2-17 Depozitimet terrigjene dhe karbonatike permo-triasike të Alpeve Shqiptare në zonën e Dukagjinit (SHGJSH)

Jurasiku i mesëm-i sipërm (J_{2-3})

Depozitimet e J_{2-3} markojnë në formën e një brezi të ngushtë depozitimet e jurasikut të poshtëm, në zonën e Thethit dhe në Zogaj. Përfaqësohen nga gëlqerorë obiosparitike të pa asortuar që ndërthuren me llojet biopelsparitike e kalkarenitike. Në përgjithësi gëlqerorët janë shtresë mesëm, ngjyrë hiri dhe hiri të çelur, shpesh shumë të prekur nga dolomitizimi. Kanë trashësi 360-400 m² (GrupAutorësh, 2002).⁵

Kimerixhiani (J_{3k})

Dominojnë depozitimet jurasike. Ato përhapen në verilindje të Thethit, duke zënë shpate me pjerrësi të vogël dhe lugina malore, luginën e Runices, ku fenomeni i karstit është shumë i zhvilluar. Në përgjithësi prerjet e Kimerixhianit fillojnë me një pako gëlqerorësh, me shtresa e thjerrëza silicorësh, e cila ka përhapje të gjerë gjeografike dhe përfaqëson një nga reperet më karakteristike dhe më të qëndrueshëm në të gjithë zonën e Alpeve Shqiptare.

Trashësia e pakos së gëlqerorëve me silicorë ndryshon nga 30-35 m në Qafën e Pejës, deri 75-80 m. Mbi gëlqerorët me silicore vendosen gëlqerorë biointrasparitike dhe gëlqerorë onkolitike, shtresëtrashë deri masive. Trashësia e përgjithshme e këtyre depozitimeve arrin deri në 450 m.

Titoniani (J_{3t})

Depozitimet titoniane kanë përhapje të kufizuar në formën e një brezi i cili markon depozitimet kretake të valezhinian-barresianit në skajin më veriperëndimor të territorit të Bashkisë Shkodër.

⁵ Referuar materialeve tek “Harta Gjeologjike e Shqipërisë dhe teksti i saj shpjegues” nga një grup autorësh pranë Shërbimit Gjeologjik Shqiptar

Përfaqësohen nga këto pako litologjike: një zonë e përpunuar ku reflektohet jehona e një pushimi stratigrafik, por pa horizontin e argjilave boksitmbajtëse, 12-30 m i trashë, që vendoset mbi gëlqerorët kimerixhiane, vazhdon me pakon dolomito-gëlqerore me *Clypeina jurassica*, pakoja e gëlqerorëve biomikritike me *Campbelliella striata* me trashësi 25-35 m. Trashësia e përgjishme e depozitimeve të titonianit arrin deri 150 m.

Depozitimet Kretake

Në depozitimet kretake të kësaj zone, në bazë të përbërjes litologjike dhe të dhënave biostratigrafike, veçohen vetëm depozitimet e Beriasian-Valanzhinianit.

Beriasian-Valanzhiniani (Cr₁be-v)

Gëlqerorët e dolomitet e Beriasian-Valanzhinianit vendosen normalisht mbi gëlqerorët me *C. striata* të Titonianit. Ata kanë trashësi të konsiderueshme dhe rrjedhimisht përhapjen më të madhe ndërmjet depozitimeve kretake. Daljet kryesore të tyre takohen në sektorët më veriperëndimore të territorit të Bashkisë Shkodër. Përfaqësohen nga pakoja dolomitikë, me trashësi 120-150 m, pakoja me gëlqerorë onkolitikë, me trashësi 150-320 m, pakoja dolomitiko-gëlqerore, me trashësi 120-180 m.

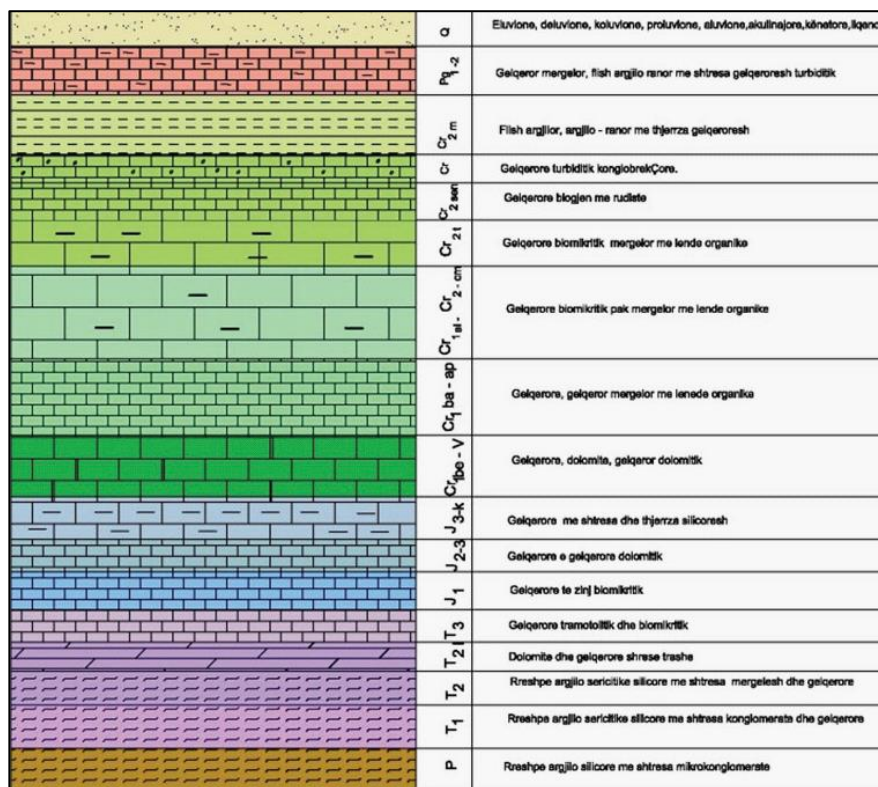


Figura 2-18 Kollona stratigrafike skematike e depozitimeve të zonës së Alpeve Shqiptare (SHGJSH)

Zona e Krasta Cukalit

Zona e Krasta-Cukalit takohet si në veri të tërthores Shkodër-Pejë (Albanidet veriore), ashtu dhe në jug të saj (Albanidet jugore). Në Albanidet jugore ajo përfaqësohet kryesisht nga nënzona e Krastës e cila shtrihet, në trajtën e një brezi me drejtim dinarik (JL-VP), nga Leskoviku në jug deri në Shkodër në veri.

Në sektorët verior nga Lezha në Gurin e Zi dhe Lisne është veçuar njësia e Lisne-Spitenit që shquhet për prerjet të reduktuara të depozitimeve jurasike e kretake. Në Albanidet veriore, në veri të tërthores Shkodër-Pejë, zona e Krasta-Cukalit degëzohet, në drejtim të verilindjes përfaqësohet me nënzonën e Cukalit (GrupAutorësh, 2002).⁶

Nënzona e Cukalit

Triasiku i mesëm (T₂)

Depozitimet e Triasikut të mesëm janë të përhapura sidomos në rajonin Omaraj-Ura e Shtrenjtë-Barcollë-Shpor-Mazrek. Pjesa më e thellë e prerjes, që del në sipërfaqe ndërtohet nga rreth 35-50 m rreshpe argjilito-sericitike dhe mergelore. Më lartë prerja vijon me gëlqerorët neritikë shtresë trashë, me bioklaste algash, gëlqerorësh onkolitike, korale, brakiopode, krinoide, etj.

Vullkanitet e Cukalit janë të pranishëm vetëm në prerjet jugperëndimore (Omaraj, Ndërfushë, Mazrek). Ata përfaqësohen kryesisht nga llojet bazike deri mesataro-acide me shtresa e thjerrëza gëlqerorësh e radiolaritesh. Prerjet e Triasikut të mesëm mbyllen me radiolaritet e kuq me tufë e tufite si dhe më rrallë me shtresa të holla të gëlqerorëve me bivalvorë pelagjike.

Triasiku i sipërm (T₃)

Këto depozitime përhapen kryesisht në zonën Ura e Shtrenjtë-Prekal, dhe më pak në mënyrë fragmentale në Mazrek. Ato përfaqësohen nga gëlqerorë shtresë hollë biomikritike, shpesh me bivalvorë pelagjike shkëmb formues dhe nga gëlqerorë konglobrekçorë turbiditikë.

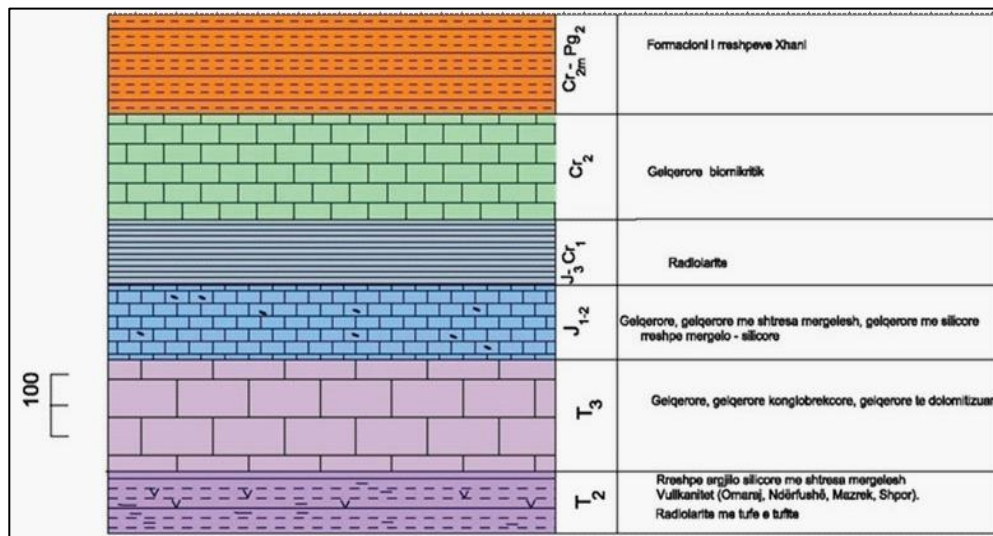


Figura 2-19 Kollona stratigrafike skematike e depozitimeve të n/zonës së Cukalit (SHGJSH)

⁶ Referuar materialeve tek “Harta Gjeologjike e Shqipërisë dhe teksti i saj shpjegues” nga një grup autorësh pranë Shërbimit Gjeologjik Shqiptar

Depozitimet Jurasike (J)

Nga studimet dhe rilevimet e kryera ndërmjet depozitimeve jurasike të nënzonës së Cukalit veçohen ato të Jurasikut të poshtëm-të mesëm dhe ato të Jurasikut të sipërm-Kretakut të poshtëm ose radiolaritet e Cukalit.

Jurasiku i poshtëm-i mesëm (J_{1-2})

Depozitimet e Jurasikut të poshtëm-të mesëm të emërtuar si gëlqerorë të Kirit, janë të përhapur në formën e një brezi markues të depozitimeve të triasikut të sipërm nga Ura e Shtrenjtë, në perëndim, deri në Pepsuj, në lindje, si dhe në formë pullash në afërsi të Prekalit.

Përfaqësohen nga një paketë 20-30 m e trashë me ndërthurje të imët (1-5 cm) e gëlqerorëve mergelore të silicizuar dhe rreshpeve mergeloro-silicore. Më lart prerja vijon me gëlqerorët shtresëhollë deri pllakore, biomikritikë, me radiolarie, e krinoide të imët dhe më rrallë bivalvorë pelagjike (filamente) me trashësi 90-130 m (Vukaj, 2003-2005).



Figura 2-20 Gëlqerorë shtresëhollë të triasikut të sipërm të n/zonës Cukali (Prekal) (SHGJSH)

Jurasiku i sipërm-Kretaku i poshtëm (J_3-Cr_1)

Depozitimet e Jurasikut të sipërm-Kretakut të poshtëm, të përfaqësuar nga radiolaritet e Cukalit vendosen normalisht mbi gëlqerorët e Jurasikut të poshtëm e të mesëm, prandaj ato markojnë, pothuajse pa shkëputje, këto depozitime.

Në rajonin e Mazrekut ato vendosen me pushim mbi gëlqerorët me silicorë të Triasikut të sipërm. Trashësia e përgjithshme e Radiolariteve të Cukalit që vendosen nën gëlqerorët me Globotruncana luhetet nga kufijtë 100-120 m.



Figura 2-21 Gëlqerorë dhe silicore te J1-2 vendosur në formë pullash mbi gëlqerorët e T3 (Prekal) (SHGJSH)



Figura 2-22 Radiolaritet e n/zonës Cukali (SHGJSH)

Kretaku i sipërm (Cr₂)

Përhapen në luginën e Kirit, Mazrek, në kurrizoren e Malit të Shoshit, në Pepsuj dhe në Brashtë. Kretaku i sipërm vendoset mbi radiolaritet e jurasikut të sipërm-kretakut të poshtëm dhe përfaqësohet nga gëlqerorë biomikritikë, me Globotruncana, shtresë hollë e mesëm, ngjyrë hiri dhe rozë. Trashësia e gëlqerorëve kryesisht biomikritikë luhetet nga 55 m deri 75 m dhe vetëm në Fesek ajo arin deri 150 m (GrupAutorësh, 2002).⁷

Mastriktian-Eoceni (Cr₂ m-Pg₂)

Formacioni flishor, flishi i Krasta-Cukalit, që rrethon bërthamën e strukturës kupolore karbonatike të Cukalit, shtrihet nga Drishti në jugperëndim deri në Qafën e Agrit, në kufirin administrativ me Bashkinë e Tropojës. Ky formacion në perëndim e veri mbihypet nga zona e Alpeve Shqiptare.

Në përgjithësi ky formacion vendoset mbi gëlqerorët me Globotruncana të Cukalit nëpërmjet pakos kalimtare, me trashësi 13-20 m, por në disa raste (Kir, Brashtë) vërehet dhe vendosja direkt e rreshpeve me pushim stratigrafik, mbi nivele të ndryshme të gëlqerorëve me Globotruncana.



Figura 2-23 Depozitime të Cr₂-Pg₂ të n/zonës Cukali (SHGJSH)

Në përgjithësi ky formacion vendoset mbi gëlqerorët me Globotruncana të Cukalit nëpërmjet pakos kalimtare, me trashësi 13-20 m, por në disa raste (Kir, Brashtë) vërehet dhe vendosja direkt e rreshpeve me pushim stratigrafik, mbi nivele të ndryshme të gëlqerorëve me Globotruncana.

Ndërtohet nga ndërthurje të rreshpeve argilo-silicore me rreshpe argjilo-karbonatike dhe me breznime ranorësh. Rrallë kemi edhe ndërshtresa karbonatikeshe dhe blloqe karbonatikeshe në formë olistolitesh. Pakoja kalimtare ndërtohet nga ndërthurja e gëlqerorëve biomikritikë me shtresa argjilash e mergelesh.

⁷ Referuar materialeve tek “Harta Gjeologjike e Shqipërisë dhe teksti i saj shpjegues” nga një grup autorësh pranë Shërbimit Gjeologjik Shqiptar

Vlen të përmendet se ndërmjet rreshpeve Xhani takohen dhe vullkanite, ende me natyrë të paqartë. Në Lek-Gjonaj (Kir) takohen trahiriolite, kurse në Dushman (Nopcsa 1929) takohen andezite (GrupAutorësh, 2002).

Njësia e Lisnë-Spitenit

Prerja më e plotë e depozitimeve triasike në njësinë e Lisnë-Spitenit ndeshet në sektorin Guri i Zi-Lisnë. Në këtë prerje mundet të veçohet Triasiku i mesëm dhe Triasiku i sipërm-Jurasiku i poshtëm.

Triasiku i mesëm (T_2)

Nivelet më të poshtme të prerjes përfaqësohen nga 150-170 m me vullkanite ku spikasin bazaltet olivinike, bazaltet, doleritet, trahitet, trahitet andezitike, trahiriolitet, tufet e tufet trahitike.

Mbi vullkanitet vendoset pakoja radiolaritike rreth 15 m e trashë e ndërtuar nga silicorë pllakorë, që ndërthuren me petëza rreshpesh argjilore si dhe me shtresëza të holla tufitesh e tufesh me ngjyrë të blertë. Silicorët përmbajnë me shumicë radiolarie e bivalvorë pelagjikë.

Triasiku i sipërm-Jurasiku i poshtëm (T_3-J_1)

Përfaqësohen nga pakoja e gëlqerorëve biomikritike pllakorë me silicore ku vendosen mbi vullkanitet dhe pakon radiolaritike me tufe, në Gurin e Zi shumë të pasur me bivalvorë pelagjikë e konodontë të cilët ndërtojnë një pako me trashësi rreth 260 m. Më lart prerja vijon me pakon e gëlqerorëve me megalodontë (230 m të trashë).

Në Lisën e Spiten, jashtë territorit tonë, në kreun e prerjes, mbi gëlqerorët me megalodonte takohet një pako 30-50 m e trashë e gëlqerorëve biomikritikë krinoidalë, shtresë mesëm, hiri dhe rozë, që përmban dhe mjaft foraminiferë.

Paleocen-Eoceni (Pg_{1-2})

Depozitimet paleogjenike i përkasin Paleocen-Eoceni të poshtëm dhe të mesëm. Ato vendosen me pushime mbi nivele të ndryshme të prerjes karbonatike. Depozitime fillojnë me një pako mergelore ose argjilo-mergelore të kuqe, me trashësi nga 10-12 m (Gajtan) deri 20-30 m.

Mbi mergelet e kuq prerja vijon me një flish argjilo-ranor me shtresa të holla gëlqerorësh turbiditikë. Trashësia e dukshme e depozitimeve të Paleocen-Eoceni nuk i kalon të 250 m (GrupAutorësh, 2002).⁸

⁸ Referuar materialeve tek “Harta Gjeologjike e Shqipërisë dhe teksti i saj shpjegues” nga një grup autorësh pranë Shërbimit Gjeologjik Shqiptar

Depozitimet mollasike të Pliocen-Kuaternarit (N₂-Qp)

Takohen në pjesën lindore të zonës së Gurit të Zi, në afërsi të Rragamit, në formën e disa pullave, në mënyrë transgresive mbi gëlqerorët e triask-jurasikut. Përfaqësohen nga ndërthurje konglomeratesh e ranorësh me ndërshtresa argjilore, me shkallë relativisht të ulët çimentimi. Përbërja e copave është kryesisht ranore dhe konglomerate e më pak takohen copa gëlqerorësh, silicoresh etj. Trashësia e tyre në qendër të strukturës shkon deri 20 m.



Figura 2-24 Formacione karbonatike T3-J1 (sipër) dhe T2 (poshtë) në afërsi të Gurit të Zi (SHGJSH)

Nënzona Krasta

Në rajonin tonë depozitimet e kësaj zone përfaqësohen nga:

Paleocen- Eoceni (Pg₁₋₂)

Në rajonet Vidhgare, Berdice, Paçram Muriqan deri në kufirin shtetëror këto depozitime kanë përhapje të madhe, dhe takohen në ballin e mbihipjes së zonës së Krastës drejt perëndimit.

Prerja përfaqësohet nga depozitime terrigjene flishore ku janë të ndërthurura pakot argjilito-alevrolitore me ranorë, e gëlqerorë sporadikë në pjesën e poshtme, që kalojnë më lart në pakon e flishit ranoro-alevrolito-argjilor me gëlqerorë e mergele dhe e gjithë prerja mbyllet me pakon argjilito-ranore me alevrolite. Dallohet intensitet i lartë i pranisë së rrudhave e mikrorrudhave.



Figura 2-25 Depozitime te Pg1-2 të n/zonës Krasta në Muriqan (SHGJSH)

Zona e Krujës

Zona e Krujës përfaqëson një kurrizore që kufizohet në lindje me zonën tektonike të Krastë-Cukalit ndërsa në perëndim me zonën Jonike dhe zonën e Adriatikut Jugor. Depozitimet më të vjetra që zbulohen në sipërfaqe në zonën e Krujës janë depozitimet karbonatike të Kretakut të sipërm.

Kretaku i sipërm (Cr₂)

Këto depozitime në rajonin e Bashkisë Shkodër përhapen në pjesën më veriperëndimore e strukturës karbonatike të vargmalit të Rencit. Në këtë strukturë pjesa e poshtme e prerjes përfaqësohet nga dolomite me ndërthurje gëlqerorësh dolomitikë që përmbajnë në disa shtresa dhe rudistë. Më sipër prerja predominohet nga gëlqerorë dolomitikë, me ndërthurje më të rralla dolomitesh masive.

Gëlqerorët paraqiten shtresëtrashë deri masiv, rrallë shtresëmesëm, kanë ngjyrë të bardhë qumështi, me ndërtim pelitik dhe thyerje guaskore, mbi të cilët ka vepruar një karst intensive. Dolomitet formojnë pako potente, por nganjëherë paraqiten edhe shtresëhollë. Në sipërfaqe dallohen lehtë nga gëlqerorët sepse kanë ngjyre gri të errët. Ndërsa në thyerje të freskët me çekiç, përsëri dallohen lehtë nga gëlqerorët, sepse kanë ngjyrë bezhë me nuanca deri në kafe.

Eoceni (Pg₂)

Përhapen në pjesët më të ulta hipsometrike në pjesën verilindore të vargmalit të Rencit (m. Gjymtit) dhe kurrizoren në afërsi të Luarzit, duke zënë një sipërfaqe të kufizuar në rajon. Ato vendosen transgresivisht nëpërmjet një shtresë të hollë argjilash boksitike e herë boksidesh të dobëta mbi depozitimet karbonatike të kretakut të sipërm.

Ndërtohen nga gëlqerorë biogjene të pasur me Numulites dhe nga gëlqerorë miloilode me shtresëzim të qartë, shtresëhollë deri shtresëmesëm, ngjyrë bezhë me nuanca gri deri gri të errët. Brenda tyre në vende të ndryshme vërehen dhe linza strallesh. Kanë theyeje guaskore, gjë e cila jep një pamje ornamentale kur përdoren në ndërtim. Kanë trashësi deri 200 m (GrupAutorësh, 2002).

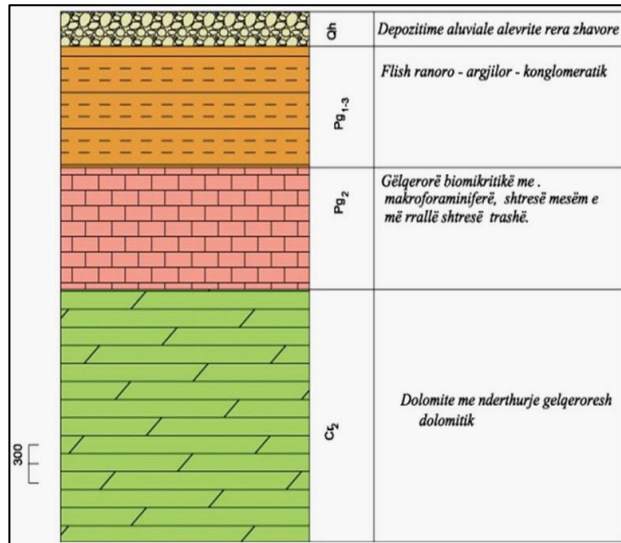


Figura 2-26 Kollona stratigrafike skematike e depozitimeve të zonës së Krujës (SHGJSH)

Oligocen i poshtëm (Pg₃¹)

Në zonën Kruja depozitimet e Oligocenit të poshtëm shtrihen në krahun e majtë të strukturës të Rencit, ku kontakton tektonikisht me gëlqerorët e kretakut të sipërm, në zonën e Velipojës, ndërton kodrat tek Sukat e Dajçit dhe përhapjen më të madhe e ka në kodrat e Oblikes, ku ndërton pjesët më të ulta të anës jugperëndimore të kurrizores së Taraboshit.

Vendoset në mënyrë të njëpasnjëshme mbi formacionin karbonatik të eocenit nëpërmjet mergeleve argjilore me pamje masive. Përfaqësohen nga argjila-ranore e alevrolitore shtresë hollë, nganjëherë me trashësi të rendit centimetrik, mjaft të rrudhosur. Përfaqësohen nga flishi ranoro-argjilo-konglomeratik i ndarë në disa pako litologjike me trashësi të përgjithshme që i kalon 2100 m.

Zona e Mirditës

Është zona më pak e përfaqësuar në rajonin e Bashkisë Shkodër. Ajo përhapet në qëndër të rajonit, në afërsi të qytetit të Shkodrës. Përfaqësohet nga masivi ultrabazik i Bardhanjoreve, i cili është i branisur në formë luspore mbi depozitimet e nënzonës së Cukalit. Nga ana stratigrafike këtu dallojmë depozitimet e jurasikut të sipërm dhe të jurasikut të sipërm-kretakut të poshtëm.

Jurasiku i sipërm (J₃)

Depozitimet terigjene të Jurasikut të sipërm në pjesën perëndimore dhe veriore të masivit ultrabazik të Bardhanjoreve. Përfaqësohen nga melanzhi “bloqe në matriks” (ose “pakoja argjilite me copa” siç njihet mes gjeologëve shqiptar). Melanzhi “bloqe në matriks” ka përhapje të kufizuar në zonë.

Ai përbëhet nga silicorët radiolaritikë e vullkanitet e pjesës së sipërme të masivëve ofiolitikë jurasikë të ndërthurur nga rreshpe argjilo-silicore ngjyrë gri, gri të gjelbër, gri të errët, ku notojnë në mënyrë kaotike copa shkëmbinjsh të ndryshëm kryesisht ranorë arkozike, grauvake, silicore radiolaritike dhe bazalte të formacionit vullkano-sedimentar

të Triasikut të mesëm-Jurasikut të poshtëm. Kanë marrëdhënie tektonike me shkëmbinjtë rrethues. Trashësia e depozitimeve brekçore është deri 250 - 300 m.

Jurasik i sipërm, titonian-Kretaku i poshtëm, valenzhinian ($J_3 t - Cr_{IV}$)

Këto formime takohen në jug-perëndim të masivit ultrabazik të Bardhanjoreve. Përfaqesohen nga konglobrekçe ofiolitike me ndërthurje të materialit terrigje të përfaqësuar nga rreshpe argjilo-silicore, ranore dhe konglomerate. Kanë marrëdhënie tektonike me shkëmbinjtë rrethues. Kanë trashësi 100-300 m.

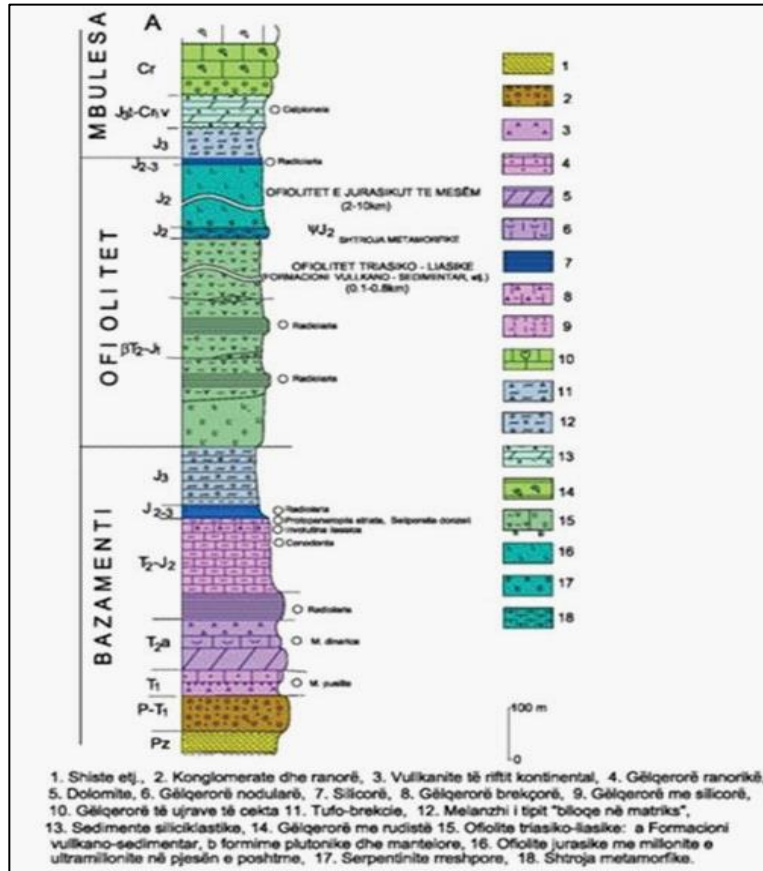


Figura 2-27 Kollona stratigrafike skematike e depozitimeve të zonës Mirdita (SHGJSH)

Kuaternari (Q)

Depozitimet e Kuaternarit kanë përhapje të gjerë, nga përroi i Vrakës, fusha e Shtojt, në veri deri bregdet, fusha e Velipojës, në jug të territorit të Bashkisë Shkodër. Fragmente vërehen në luginat lumore dhe në shpatet e rrafshinat malore, pranë fshatrave duke përfaqësuar pothuaj të gjitha tipet gjenetike nga ato kontinentale (eluvione, deluvione, koluvione, proluvione, aluvione, akullnajore, kënetore, liqenore), ndërmjetëse (lagunore, deltore) dhe depozitimet detare. Në mjaft raste takohen dhe tipe gjenetike të përziera si aluvialo-proluviale, aluvialo-kënetore, proluvialo-liqenore etj.

Në këto kushte, duke patur parasysh se mbi këto depozitime zhvillohet aktiviteti kryesor i komunitetit të Bashkisë Shkodër, i kemi kushtuar një vlerësim më të plotë përshkrimi të këtyre depozitimeve. Këto depozitime i kemi ndarë në tre grupe kryesore:

- Depozitimet e pleistocen-holocenit - Q(p-h).
- Depozitimet e holocenit të hershëm - Qh₁.
- Depozitimet e holocenit të vonshëm - Qh₂.

Depozitimet e pleistocen-holocenit-Q(p-h). Në këtë grup kemi përshkruar të gjitha ato depozitime të kuaternarit të hershëm (Pleistocen-Holocenit) të formuara në fundin e shpateve paramalore dhe në luginat e brendshme të lumenjve dhe përrrenjve që përfshin territori i Bashkisë Shkodër.

Këto depozitime përhapen rrëzë kodrave në Velipojë, në Anën e Malit, në Gurë të Zi dhe në zonën e Postribes, gjithashtu përhapen edhe në luginën e lumit të Shalës, nga Bregu i Lumit deri në Theth dhe në rrjedhjen e sipërme të lumit Kir.

Përfaqësohen nga material i përzier kryesisht copëzore, deluvione, proluvione dhe koluvione i përzier me pak material argjilor. Prania e materialit argjilore është më madhe në fundin e shpateve paramalore se sa në depozitimet e brendshme të luginave të lumenjve.

Depozitimet e holocenit të hershëm-Qh₁, janë depozitimet e kuternarit që kanë formuar zonën fushore të territorit të Bashkisë Shkodër, duke patur përhapjen më të madhe të këtyre depozitimeve në përgjithësi. Ato ndërtojnë fushat e Shtojit, Gurit të Zi, Bregut të Bunës dhe një pjesë të fushës së Velipojës (GrupAutorësh, 2002).⁹

Përfaqësohen kryesisht nga depozitime aluviale, argjila dhe rëra dhënë pak nga depozitime proluviale dhe deluviale, zhavore të përziara me rëra. Në lindje të fushës së Shtojit kemi veçuar një zonë ku materiali deluvialo-proluvial (zhavoret dhe materiali copëzore) dominon mbi atë aluviale (argjilo-ranore).

Depozitimet e holocenit të vonshëm-Qh₂ përfshin gjithë depozitimet e sotme të kuternarit. Në këto depozitime kemi grupuar:

Depozitimet kënetore përhapen në zonën e Velipojës, nga Ura e Gjon Lulit deri në Lagunën e Vilunitne bregdet, si dhe në Pulaj të Velipojës. Përfaqësohet nga argjila dhe llumra të pasura me material organik kryesisht bimore.

⁹ Referuar materialeve tek “Harta Gjeologjike e Shqipërisë dhe teksti i saj shpjegues” nga një grup autorësh pranë Shërbimit Gjeologjik Shqiptar



Figura 2-28 Depozitimet kënetore pranë lagunës së Vilunit (SHGJSH)

Depozitimet liqenore-kënetore përhapen pranë brigjeve lindore të liqenit të Shkodrës dhe në Reç të Velipojës. Është një brez paralel me brigjet e liqenit, i cili përmbytet nga ujërat e liqenit në periudhën e rreshjeve. Përfaqësohet nga argjila të pasura me material organik kryesisht bimore.

Depozitimet lagunore-kënetore përhapen në zonën e Velipojës, pranë Lagunës së Vilunit. Përfaqësohet nga argjila dhe llumra me pak material organik kryesisht bimore. Depozitimet e shtretërve të lumenjve të sotëm, konkretisht të lumit Drin, Kir dhe Bunë.

Përfaqësohen kryesisht nga zhavorë kokërrtrashë deri të imët dhe më pak nga rëra dhe llumra, kjo për lumin Drin dhe Kir, ndërsa në lumin Buna dominon materiali llumor dhe më pak ai ranor i imët.

Depozitimet e sotme detare ose rërat e plazheve përhapen në gjithë gjatësinë e vijës detare të territorit tonë, nga derdhja e Bunës deri në Rrjoll. Përfaqësohen nga rëra të imta plazhi rrallë me pak material organik bimore.

2.6.2. Magmatizmi

Veprimtaria magmatike në Bashkinë Shkodër është pak e zhvilluar vetëm gjatë Mesozoit. Prodhimet magmatike i përkasin facieve vullkanike dhe intruzive. Ndërmjet tyre veçohen shkëmbinjte magmatik të moshës së Triasikut të poshtëm dhe të mesëm dhe ofiolitet jurasike. Jehona e magmatizmit triasik, anizianian, reflektohet si në Alpet Shqiptare ashtu e në n/zonën Cukali, në llojet e depozitimeve tufitike, të cilat, duhet thënë se kanë përhapje shumë të kufizuar.

- *Magmatizmi triasik*

Shkëmbinjtë vullkanik të Triasikut të poshtëm-mesëm; Shkëmbinjtë vullkanike të Triasikut të poshtëm kanë përhapje relativisht të kufizuar. Daljet e shkëmbinjve vullkanike të Triasikut të mesëm takohen në sektorin e periferisë kontinentale të ofioliteve, si dhe në Omaraj, Ndërfushë, Gurin e Zi, në n/zonën e Krastë-Cukalit. Ndër vullkanitet bazike mbizotërojnë bazaltet, bazaltet variolitike, bazaltet pikritike e gabro-diabazet, që takohen të freskët ose pjesërisht të alteruar.

Përfaqësohen nga shkëmbinj vullkanike bazike dhe më rrallë nga shkëmbinj vullkanike mesataro-acide, në formë rrymash lavore e horizontesh piroklastike, që nganjëherë ndërthuren me silicore radiolaritike e shkëmbinj silicoro-argjilore. Jehona e magmatizmit triasik, anizinian, reflektohet edhe në Alpet Shqiptare në llojet e depozitimeve tufitike, të cilat, duhet thënë se kanë përhapje shumë të kufizuar.

- *Magmatizmi Jurasik*

Formacioni Vullkanogjeno-Sedimentar (në periferi të ofioliteve jurasike). Ky formacion ka përhapje të kufizuar dhe takohet kryesisht në pjesët periferike të ofioliteve jurasike, konkretisht të masivit ultrabazik të Bardhanjoreve.

Përfaqësohet nga lava jastekore bazaltike me afinitet MORB-N si dhe rryma lavore e më rrallë shkëmbinj piroklastike bazaltike, të cilët janë të ndërthurur me silicore radiolaritike, rreshpe-silicore-argjilore e rrallë gëlqerorë pllakore.

Shkëmbinjtë vullkanik përbërës të formacionit vullkanogjeno-sedimentar përbëjnë nga 20-30 % deri në 70-80 % të volumit të prerjes së këtij, kjo në përgjithësi, por në rastin tonë dominon materiali terrigjen. Në rajonin e Shkodrës shkëmbinjtë magmatik kanë një përhapje të kufizuar.

Ato ndërtojnë vetëm masivin ultrabazik të Bardhanjoreve, në afërsi të qytetit të Shkodrës. Ato përfaqësohen nga ofiolitet e tipit perëndimor (MORB) që përbëhen nga sequenca ultramafike harzburgit-lercolitike (Vukaj, 2003-2005).¹⁰

- *Shkëmbinjtë ultramafike*

Këta shkëmbinj në rajonin e Bashkisë Shkodër përfaqësohen vetëm nga masivi ultrabazik i Bardhanjoreve. Ky masiv është i branisur në formë luspore mbi flishin e paleogjenit të nënzonës së Cukalit. Në perëndim dhe në veriperëndim kontakton me pakon argjilite copëzore, serinë efuzivo-sedimentare.

Në bazë të studimeve, të bëra në masivin ultrabazik të Gomsiqes, pjesë e së cilit mendohet se është edhe masivi i Bardhanjoreve, janë dalluar këto sequenca: Sequenca mantelike që përfaqësohet nga harzburgite me ndërthurje të rrallë dunitesh; Sequenca kumulate, që përfaqësohet nga lercolite dhe lercolite plagjioklazike të ndërthurura më rrallë me dunitë.

Masivi përshkohet nga çarje e thyerje të fuqishme që i japin atij pamje blloqesh, ashklash nëpër të cilat shpesh herë është zhvilluar e depozituar mineralizim magneziti.

¹⁰Vukaj, S. H. (2003-2005). Studime komplekse për administrimin e territorit dhe burimeve natyrore në rrethin Malësi e Madhe. Arkivi Qendror i Gjeologjisë, Tiranë

2.6.3. Tektonika

Bashkia Shkodër si pjesë e territorit Shqiptar bën pjesë në brezin e rrudhosur Alpin Mesdhetar, në harkun Dinarido-Albanido-Helenid. Në të janë dalluar Albanidet e Jashtme me zonat strukturore-faciale Kruja, Krasta-Cukali dhe Alpet Shqiptare ndërsa në Albanidet e Brendshme vetëm me zonën strukturoro-faciale të Mirditës. Një larmi e tillë zonash ka bërë që këtu të kemi dhe një larmi strukturash dhe forma të tjera tektonike (SHGJSH, 2016).

Albanidet e Jashtme karakterizohen nga formacione me seri stratigrafike të vijueshme nga Permo-Triasiku deri në nivele të ndryshme të Terciarit dhe mund të ndahen në: Zonat e Jashtme jugperëndimore e Bashkisë Shkodër përfaqësuar nga zona Kruja me prerje të fuqishme karbonatike (Kretake-Paleogen) dhe flish të Oligocen-Miocenit dhe zonat e Jashtme lindore-verilindore përfaqësohen nga zona Krasta Cukali, Alpet Shqiptare.

Albanidet e Brendshme, karakterizohen nga prania e formacioneve ofiolitike jurasike dhe formacioneve kontinentale të përfshira bashkërisht nga tektogjeneza të fuqishme, duke filluar prej Jurasikut të mesëm - të vonshëm e Kretakut dhe deri në tektogjenezat Kenozoike. Albanidet e Brendshme në rajonin tonë përfaqësohen nga zona e Mirditës (Vukaj, 2003-2005).¹¹

- Albanidet e jashtme

Zona Kruja

Përhapet në trajtë të një brezi në jug-jugperëndim të Bashkisë Shkodër. Nga ana strukturore kemi antiklinalin e Rrencit, sinklinalin e Torovicës dhe antiklinalin e Kakarriqit (pjesët më veriperëndimore të tyre). Në sipërfaqe antiklinali i Rrencit reflektohet me kurrizoren e malit të Gjymtit, ndërsa ai i Kakarriqit me Kodrat e Dajçit.

Përveç tektonikës rrudhosëse, në Qafë Shtiqen, dallojmë shumë qartë një tektonikë shkëputëse afro vertikale, ku vihen përballë depozitimet e kretakut të sipërm me flishin e Oligocenit (figura 2-29).

Zona e Alpeve Shqiptare

Takohet në veri të brezit tërthor Shkodër-Pejë e branisur mbi n/zonën e Cukalit. Prerja e zonës së Alpeve Shqiptare nis me formacione terrigjene e karbonatike të Permianit të sipërm deri në Anizianin e poshtëm, vijon me gëlqerorë, silicore e tufite të Anizianit dhe gëlqerorë kryesisht platformike të Ladinian-Triasikut të sipërm. Duke filluar me Jurasikun në Zonën e Alpeve Shqiptare veçohen dy nënzona: Malësia e Madhe dhe Valbona.

Nënzona e Malësisë së Madhe përhapet në pjesën më veriperëndimore të territorit të Bashkisë Shkodër, në veri të Thethit, karakterizohet nga një ndërtim strukturor kryesisht monoklinal i thjeshtë, me përkulje të buta, me rrudha pranë thyerjeve tektonike, me hedhje e kundërhedhje.

¹¹Vukaj, S. H. (2003-2005). Studime komplekse për administrimin e territorit dhe burimeve natyrore në rrethin Malësi e Madhe. Arkivi Qendror i Gjeologjisë, Tiranë

Në këtë nënzonë një rol të konsiderueshëm luajnë shkëputjet tektonike me amplitude 400-600 m, sidomos ato të Qafës së Pejës, Qafë Thores-Nderlyse, në veri të Qafë Thores etj. Kanë shtrirje të përgjithshme VP-JL dhe V-JP, me rënie afrovertikale.

Nënzona e Valbonës përhapet në pjesën lindore dhe jugore të Zonës së Alpeve Shqiptare, ose në pjesën veriore dhe veriperëndimore të territorit tonë. Me fillimin e Jurasikut, individualizohet platforma e Malësisë së Madhe. Struktura e nënzonës Valbonës në pjesën lindore të saj është në trajtën e një antiklinali të madh, me zhytje të qartë lindore. Janë dalluar një sërë mikrobloqesh si ai i Valbonës, Thethit etj.

Në pjesën VP nënzona braniset mbi nënzonën e Malësisë së Madhe, ndërsa nga ana tjetër mbi të vendosen tektonikisht fliшет e njësisë së Vermoshit, këto jashtë territorit tonë. Ndërsa vetë nënzona përmes depozitimeve të permit, në përgjithësi, dhe më pak ato triasike, mbihypen mbi zonën e Krasta-Cukalit (GrupAutorësh, 2002).¹²



Figura 2-29 Tektonike afro vertikale në Qafë Shtiqen (SHGJSH)

Zona e Krasta -Cukalit

Përhapet gjërësisht në pjesën verilindore, qendrore dhe jug perëndimore të territorit të Bashkisë Shkodër dhe janë veçuar disa nënzona e njësi: Nënzona e Cukalit përhapet në pjesën verilindore dhe qendrore të territorit dhe në planin regjional përfaqëson një mega antiklinal me ngritje në trajtë kupole, me shtrirje VL-JP.

Në bërthamë të rrudhave janë gëlqerorët dhe radiolaritet mesozoike, ndërsa në krahët, fliशि dhe shistet Xhani të Kretak-Paleogjenit. Në zonën tonë del vetëm krahu veriperëndimor i këtij antiklinali. Gjithashtu ndërtohet edhe nga sinklinale dhe antiklinale të shumtë të rendeve me të ulta.

¹² Referuar materialeve tek “Harta Gjeologjike e Shqipërisë dhe teksti i saj shpjegues” nga një grup autorësh pranë Shërbimit Gjeologjik Shqiptar



Figura 2-30 Struktura antiklinale dhe sinklinare të rendeve të ulta në n/zonën Cukali (SHGJSH)

Nënzona e Krastës ka përhapje në pjesën perëndimore të rajonit. Struktura e nënzonës së Krastës është tepër e ndërlikuar, me rrudha e struktura të ngushta, të përmbysura drejt perëndimit, deri të shtrira, të ndërlikuara nga shkëputje tektonike mbihipëse deri mbulesore. Në perëndim kjo nënzonë mbulon sektorë të gjërë të zonës Kruja, ndërsa në Lindje mbulohet nga formacione të zonës së Mirditës.

Njësia e Lisne-Spitenit ka përhapjen më të gjërë e ka në rajonin Guri i Zi -Lisne. Përfaqësohet me vullkanite të riftit të Anizianit, silicore e gëlqerorë pelagjike të Ladinian-Karnianit, gëlqerorë të ujrave të cekta të Norian-Rehtianit dhe flishin e Paleocen-Eocenit. Në rajonin Gurit të Zi-Lisne struktura paraqitet monoklinale, e ndërlikuar me mjaft prishje.

- **Albanidet e Brendshme**

Në Albanidet e brendshëm brenda Bashkisë Shkodër veçohet vetëm zona e Mirditës.

Zona Mirdita

Ka përhapje të kufizuar dhe përfaqësohet nga masivi ultrabazik i Bardhanjoreve. Nga ana tektonike kemi të bëjmë me një tektonik luspore, ku ky masiv është branisur në formë luspe mbi depozitimet e nënzonës Cukali. Ofiolitet dhe formacionet rreshporo-silicore së bashku me mbulesën e tyre radiolaritike dhe melanzhin “bllaqe në matriks” mbulojnë depozitimet e nënzonës së Cukalit.

2.6.4. Hartat gjeologjike të zonës së Vaut të Dejës

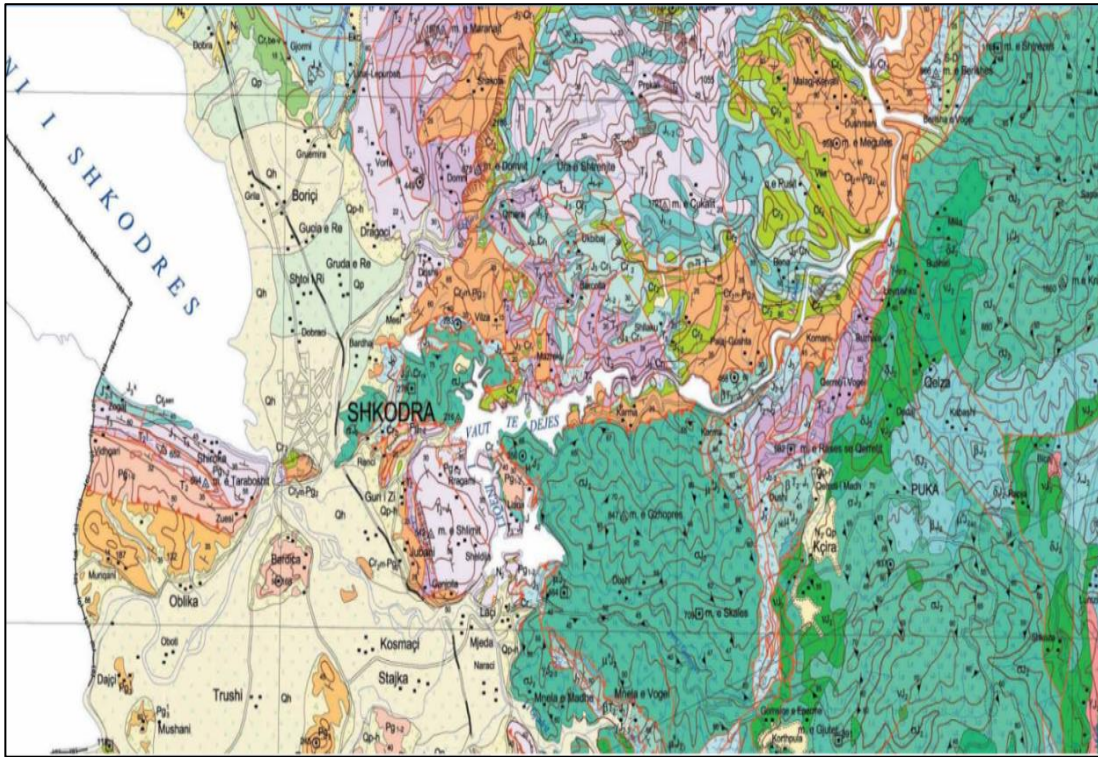


Figura 2-31 Harta gjeologjike e Vaut të Dejës e paraqitur në format dixhital (SHGJSH)

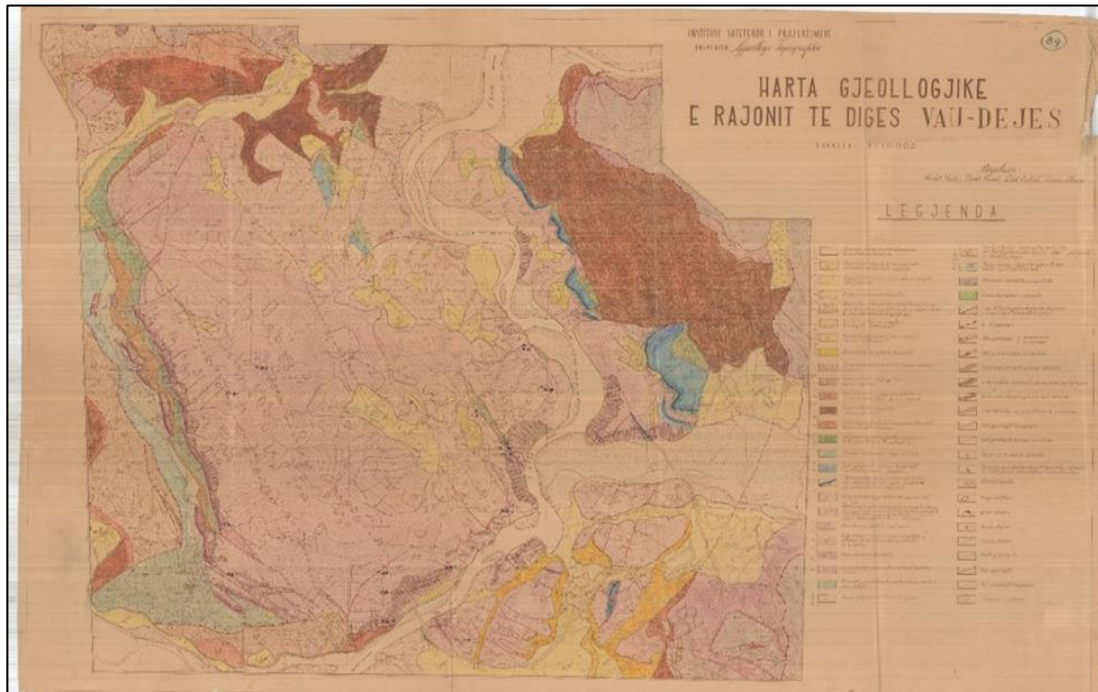


Figura 2-32 Harta gjeologjike e Vaut të Dejës e paraqitur në format letër (SHGJSH)

KAPITULLI III

MONITORIMI I QËNDRUESHMËRISË SË DIGAVE ME MATJE GJEOMATIKE

3.1. Mbi Monitorimin e qëndrueshmërisë së digave

Në të gjitha rastet ndërtimi i një dige shoqërohet me vlerësimin e rrezikut që mund të vijë nga shkatërrimi i padëshiruar i tyre. Dhënia e lejes për ndërtimin e një dige, varësisht dhe kapaciteteve të saj ujëmbajtëse, është kryer sipas procedurave të mirë përcaktuara, mbas një monitorimi të sjelljes së saj në vitin e parë të punës me kapacitet të plotë.

Monitorimi i digave në përgjithësi bëhej me vlerësime të përafërta, pa përdorur matje të sakta mbi lëvizjet e tyre në plan dhe lartësi. Vetëm në raste të ngjarjeve sizmike (tërmete) bëhej një kontroll i detajuar i gjëndjes së digës ku kryheshin dhe matje mbi mundësinë e lëvizjeve të trupit të digës, apo shpateve ku është mbështetur ajo.

Në tre dekadat e fundit, monitorimi i digave është i detyrueshëm për të gjitha digat që vlerësohen me rrezik të rritur për zhvillimin social dhe ekonomik të rajonit ku është ndërtuar një digë.

Kapacitet ujëmbajtëse të digave dhe përballimi i prurjeve të shtuara të ujërave nga basenet ujëmbledhëse, janë treguesit kryesor që përcaktojnë nëse një digë do të nënshtrohet një monitorimi rigoroz dhe të vazhdueshëm, apo monitorimi do të kryhet vetëm në fazën e parë, deri në marrjen e miratimit për përdorimin e digës me kapacitet maksimal.

Metodikat e monitorimit të digave janë të shumta dhe lidhen me elementet strukturore të digës, kapacitet ujëmbajtëse të tyre, koha e shërbimit, mjedisi gjeologjik ku është mbështetur diga dhe ngjarje të veçuara që mund të sjellin dëmtime të digës. Përcaktimi i metodikës më të përshtatshme të matjeve, dhe ritmeve të monitorimit është unike për secilën digë dhe lidhet me një sërë faktorësh strukturorë, gjeologjike, atmosferike mjedisore dhe nivelit të sigurisë.

Kemi shënuar më lartë që dhënia e lejes për ndërtimin e një dige ujëmbledhëse miratohet nga një Komitet i Posaçëm që merret me monitorimin e vazhdueshëm të qëndrueshmërisë së digave. Monitorimi realizohet nga grupe të specializuara në këtë fushë, të licencuar nga ky komitet. Monitorimi është kryesisht prezent në dy faza kryesore:

- a. Gjatë ndërtimit të digës deri në momentin e vënies në punë me kapacitet të plotë. Në këtë fazë monitorimi është i vazhdueshëm, duke ndjekur hap pas hapi zbatimin e projektit në ndërtimin e digës. Mbështetur në këtë monitorim jepet leja për vënien në punë të digës.
- b. Gjatë gjithë kohës së funksionimit të digës. Faza e dytë e monitorimit ndahet në dy nënfaza.

Nënfaza e parë karakterizohet nga matje monitoruese intensive, zakonisht çdo 3 muaj, dhe shtrihet në kohë derisa vihen re shuarje të lëvizjeve në digë. Kjo nënfazë zgjat zakonisht deri në 5 vite. Më pas koha e matjeve të plota monitoruese kryhet më rrallë, zakonisht çdo 1 deri 5 vite.

Monitorimet gjatë dy fazave të sjella më lartë ndryshojnë si përsa i përket elementeve që monitorohen dhe intensitetit të matjeve monitoruese, ashtu dhe grupet e specialistëve që realizojnë monitorimin. Duhet të theksojmë që për monitorimin e qëndrueshmërisë së digave kanë një përgjegjësi të drejtpërdrejtë edhe drejtuesit ose “pronarët” që menaxhojnë digat.

Këta të fundit jo vetëm që krijojnë hapësirat e nevojshme për kryerjen e matjeve monitoruese, por mbështesin me fonde edhe punimet monitoruese nga grupet e specializuara. Krahas kësaj mbështetje menaxherët e digave organizojnë grupe pune të përkohshëm për monitorime të pjesshme të gjendjes së digave. Këto grupe ndihmojnë monitoruesit e specializuar të digave gjatë kohës së matjeve.

Monitorimet gjatë fazës së parë kanë të bëjnë me zbatimin e projektit teknik të miratuar për ndërtimin e një dige. Zakonisht për monitorimin gjatë kësaj faze caktohen kompani supervizore që kanë në ekip edhe specialistë gjeomatës për kontrollin e zbatimit të projektit.

Faza e parë e monitorimit vazhdon me vendosjen në objekt të një seri pajisjesh për matjen e deformimeve të strukturave (betoni ose metalike) të ndërtuara.

Nëpërmjet këtyre pajisjeve vlerësohen deformimet e ndryshme gjatë fazës së ndërtimit dhe marrjes së ngarkesës së plotë të digës, pra vënia në punë e saj me kapacitet të plotë. Ndërkohë grupi i monitorimit kryen matje të vazhdueshme mbi sasisë e ujit që rrjedh nga diga gjatë ndërtimit dhe sidomos mbas marrjes së ngarkesës së plotë.

Faza e parë e monitorimit mbaron mbas një kohe të caktuar (zakonisht një vit) pasi diga ka punuar me kapacitet të plotë. Mbështetur në materialin e përgatitur nga grupi monitorues, ku jepet leja për vënien në punë ose jo të digës.

Faza e dytë e monitorimit lidhet me vlerësimin e ndryshimeve në digë që lidhen me ndryshimet e pashmangshme në karakteristikat e materialeve të ndërtimit si rezultat i amortizimit në kohë, ndikimin e cikleve kimike apo hidrostatike, ndryshime në mjedisin gjeologjik ku mbështeten shpatet e digës dhe ngjarjeve të jashtëzakonshme si lëvizjet sizmike të sjella nga punimet me lëndë plasëse në afërsi të digave, apo lëkundjeve nga tërmetet. Monitorimet gjatë kësaj faze zgjatin për një kohë relativisht të gjatë dhe kryhen sipas një grafiku kohor të përcaktuar (M.Dragovoja & S.Boçi, 1976).¹³

¹³Manuali i Gjeodezisë, M.Dragovoja, & S.Boçi. (1976)

3.2. Shkurtime mbi monitorimin e digave me matje gjeomatike

Monitorimi i qëndrueshmërisë së digave është detyrim ligjor sidomos në rastet kur me vrojtime vizive vihen re probleme që hedhin dyshime mbi lëvizjet dhe deformimet e strukturës së digës.

Elementet kryesore që monitorohen në përgjithësi në një digë janë:

- Niveli i ujit në rezervuarin e digës monitorohet çdo ditë.
- Ndryshimet në nivelin e fundit të rezervuarit si rezultat i mbushjes së tij me materiale të sjella. Varësisht sasisë së prurjeve të ngurta, batimetria e rezervuarit bëhet çdo vit, ose çdo 5 vite.
- Temperatura e mjedisit, ujit dhe strukturës së digës vlerësohet çdo ditë.
- Zhvendosjet horizontale të strukturës së digës (sipas kohës në punë të digës dhe ngjarjeve të jashtëzakonshme).
- Zhvendosjet vertikale të strukturës së digës (sipas kohës në punë të digës dhe ngjarjeve të jashtëzakonshme).
- Monitorimi i përdredhjeve të trupit të digës (sipas kohës në punë të digës dhe ngjarjeve të jashtëzakonshme).
- Monitorimi i çarjeve në strukturën e digës (sidomos për digat e betonit).
- Monitorimi i lëvizjeve të shpateve ku mbështetet diga (më shumë problem i digave brej betoni).
- Rrjedhjet nga kontaktet e digës me terrenin, më shumë poshtë digës.
- Presionet e ushtruara mbi trupin e digës (digë me mbushje) dhe ngjeshja e materialit mbushës.

Problemet e sjella më lartë janë objekt i monitorimit të qëndrueshmërisë së digave. Eksperienca e punës në monitorimin e deformimeve në diga ka sjellë në përfundimin që monitorimet mujore ose më të shpeshta, me pajisje matëse direkte dhe çifte pikash në plan dhe lartësi, sipas drejtimesh të fiksuara me plumbçe apo distanca të matura me metër metalik (invari) mund të shmangin përdorimin e shpeshtë të matjeve me instrumente gjeomatik. Kur nga matjet me pajisjet e thjeshta vihen re deformime në strukturë që kalojnë normat e lejuara, thirret monitorimi me matje gjeomatike (M.Dragovoja & S.Boçi, 1976).¹⁴

Historia e matjeve gjeomatike për monitorimin e lëvizjeve të strukturave të ndryshme ka filluar si nevojë për monitorimin e digave të hidrocentraleve. Duke vlerësuar rrezikun e madh që sjell shkatërrimi i një dige për komunitetin që jeton në rrjedhjen e poshtme të digës, inxhinierët e digave kërkojnë një informacion më të plotë mbi sjelljen e digës dhe shpateve ku ato janë vendosur, se sa informacioni që marrin me matje të drejtpërdrejta mbi strukturat e digave (me plumbçe, me ekstensometër, me klinometra). Kërkesat e inxhinierëve të digave sollën fillimin e punimeve matëse gjeomatike.

¹⁴M.Dragovoja, & S.Boçi. (1976). Manuali i Gjeodezisë

Në Evropë matjet e para gjeomatike (sipas një skeme gjeometrike të plotë) të dokumentuara, për monitorimin e lëvizjeve në një digë betoni janë kryer në vitet 1920. Skema gjeometrike e matjeve gjeomatike u përgatit nga Qendra e Hartografisë në Zvicër për monitorimin e lëvizjeve në disa pika të një dige në Zvicër.

Skema e parë e monitorimit të një dige betoni përbëhej nga tre pika gjeomatike (blloqe betoni) të montuara në pika dominuese, prej nga bëheshin matje në pikat e monitorimit të vendosura përgjatë digës së betonit.

Gjithashtu krahas matjeve për llogaritjen e koordinatave të pikave, realizohej dhe një linjë matjesh nivelacioni për të parë ndryshimet në lartësi të pikave në digë. Matjet kryeshin në periudha të ndryshme dhe nga krahasimi i koordinatave dhe kuotave vlerësohej nëse kishin ndryshime në pozicionin e tyre.

Në figurën 3-1 duken qartë tre pikat bazë nga kryhen matjet (Blloku 1, Blloku 2 dhe Blloku 3). Për matjen e këndeve janë përcaktuar dhe drejtimet me disa pika të fiksuara jashtë zonës së ndikimit të digës (drejtimet C, E dhe J). Në trupin e digës, nga pjesa e jashtme e rezervuarit, janë vendosur 19 pikat objekt (hekura të ngulura në trupin e digës) ku vrojtohen lëvizjet e mundshme të trupit të digës.

Skema është e thjeshtë dhe lejon që me matje këndore (kryesisht me prerje) të përcaktohen koordinatat e pikave në kohë të ndryshme. Gjithashtu me nivelacion të thjeshtë përcaktohen diferencat në kuotë të pikave objekt, për të parë ndryshimet e strukturës së digës në planin vertikal.

Skema e dhënë më lart edhe pse e thjeshtë, shpesh është kritikuar si skemë që ka kosto të lartë, krahasuar me matjet e thjeshta me pajisje matëse direkte (plumbçe, ekstensometer, klinometra, metra) ndërkohë që pretendohet se saktësia e arritur është e njëjtë.

Me përmirësimet e bëra në teodolitet dhe më vonë me distancmatësit me lazer, skemat e matjeve përfshinë një zonë më të gjërë, duke grumbulluar një informacion më të plotë mbi lëvizjet e mundshme në digë dhe në shpatet e malit ku mbështetet kjo digë.

Përmirësimet e para u bënë në rritjen e saktësisë në matjen e këndeve, duke përdorur instrumente me sistem matje një sekondësh. Centri i pikave kryesore ku qendërohen instrumentet dhe sinjalet u shënuar qartë me kryq dhe më vonë me rathë koncentrik. Më vonë u kalua në ndërtimin e pikave që siguronin centrimin e detyruar në pikë.

Pikat e orientimit dhe pikat objekt u pajisën me sinjale të përgatitur me kujdes. Me këto përmirësime u arrit që matjet e këndeve midis drejtimeve të sigurohej me saktësi 1 sekondë. Edhe në matjen e bazave u bënë përmirësime në cilësinë e metrave metalik (JM.Rueger, 2006).¹⁵

¹⁵JM.Rueger. (2006). 'Overview of Geodetic Deformation Measurements of Dams',. ANCOLD

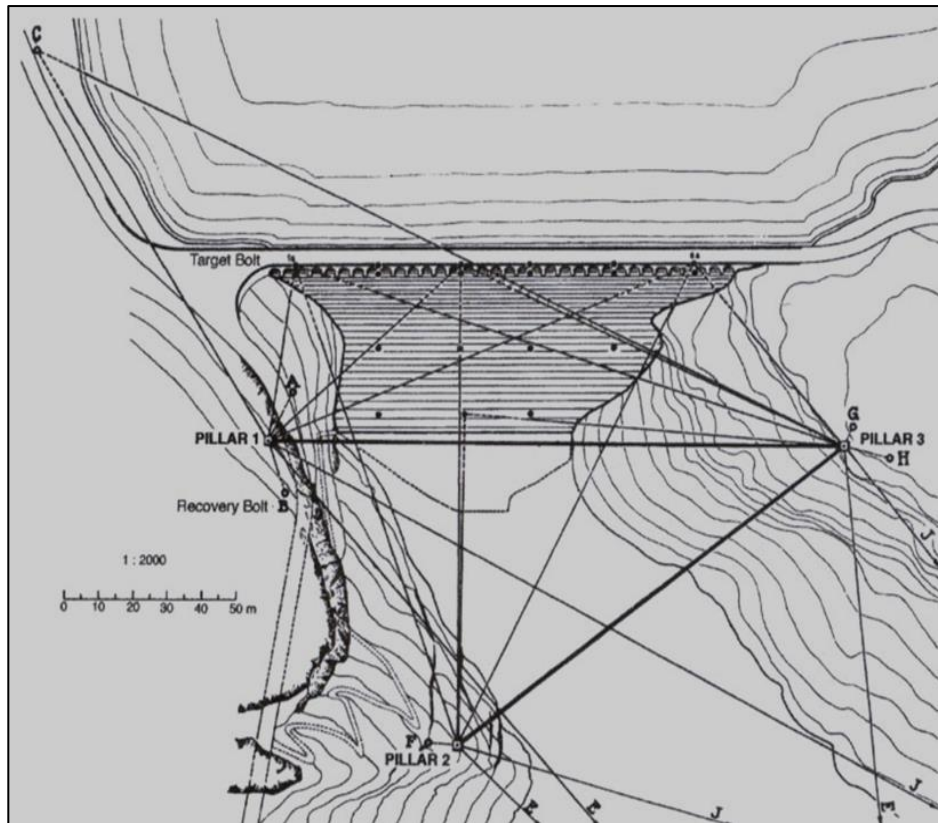


Figura 3-1 Një skemë e thjeshtë matjesh për monitorimin e lëvizjeve në një dige betoni (JM.Rueger, 2006)

Në ditët e sotme instrumentet matës kanë pësuar një përmirësim të madh si në drejtim të uljes së kohës së matjeve, ashtu dhe në drejtim të rritjes së sasisë dhe cilësisë së informacionit që grumbullohet. Përmendim këtu instrumentet stacion total, apo pajisjet GPS që po përdoren me sukses në monitorimin edhe të objekteve me shtrirje të madhe.

Në vendin tonë historia e monitorimit të digave me matje gjeomatike është e re. Kuptohet që në kohën e ndërtimit të digave, sidomos digat mbi lumin Drin, shërbimi i matjeve gjeomatike ka luajtur një rol të madh në zbatimin e projektit të digës.

Monitorime të mëtejshme mbi lëvizjet e mundshme vertikale dhe horizontale të strukturave të digave, apo shpateve ku ato mbështeten janë të pakta, janë sporadike dhe shpesh jo të dokumentuara mirë.

Mbas viteve 2000, sidomos mbas problemeve të sjella nga reshjet e shumta të shirave, që sollën probleme të mëdha në funksionimin normal të digave të vendosura mbi lumin Drin, ka filluar monitorimi i digave sipas standardeve evropiane.

3.3. Roli i matjeve gjeomatike në monitorimin e digave

Për të siguruar funksionimin normal të digave duhet të tregohet kujdes në tre elemente kryesore:

- a. Zbatimi i projektit të ndërtimit të digës me rigorozitet dhe monitorimi i punimeve si në cilësinë e punës dhe materialit të përdorur, ashtu dhe në materializimin e saj në plan dhe lartësi.
- b. Monitorimi i lëvizjeve të mundshme të strukturave të digës me matje të thjeshta dhe me matje gjeomatike të saktësisë së lartë.
- c. Vlerësimi i situatave në momente të veçanta (reshje të mëdha ose lëvizje sizmike) me një monitorim të shpejt me matje gjeomatike.

Në fazën e parë, si dhe do e shohim më poshtë në këtë punim ka shumë rëndësi të vlerësohen lëvizjet në plan dhe lartësi të strukturës së digës mbas mbushjes dhe zbrazjes së parë të rezervuarit.

Në këtë veprim priten lëvizje të strukturës së digës në plan dhe lartësi, si dhe përdredhje të të gjithë strukturës, lëvizje të cilat mund të kapen vetëm me matje gjeomatike të sakta. Matjet me pajisje të thjeshta mund të vlerësojnë presionet mbi strukturë, dëmtime të mureve të strukturës, prishje të muraturave, pra dëmtime që mund të vlerësohen në zona të veçuara të strukturës së digës.

Zakonisht rezultatet e marra në testin e parë, disa mbushje dhe zbrazje të digës, janë shumë të rëndësishme. Nëse lëvizjet e strukturës në këtë fazë, të vlerësuara nga monitorimet me matje gjeomatike, janë brenda vlerave të parashikuara në projekt, qëndrueshmëria e digës paraqitet pothuajse që është e siguruar.

Kështu në fazën e punës normale pra (pika b) monitorimet gjeomatike vazhdojnë sipas një grafiku kohor të përcaktuar. Monitorimi i vazhdueshëm i digës (zakonisht çdo tre muaj) kryhet vetëm në 5 vitet e para të punës së digës me kapacitet normal.

Kur nga monitorimet e radhës (mbas 5 viteve të para) nuk vihen re lëvizje jo normale të strukturës, monitorimet mbi qëndrueshmërinë e strukturës së digës mund të largohen në kohë. Në literaturën e Biedermann¹⁶ gjejmë diga që monitorohen me matje gjeomatike edhe në çdo 5 vite. Në rast se rezervuarët e digave mbahen të zbrazura, atëherë monitorimi i tyre mund të kryhet edhe njëherë në 15 vite (Biedermann, 1996).

Vlerësimi i situatës së digës në ngjarje të veçanta (pika c) është i domosdoshëm. Mbushja e digës në kapacitetet maksimale, apo edhe mbi këto kapacitete (periudha me shira të mëdha) mund të sjellë probleme në qëndrueshmërinë e digës.

Mbas një situatë të tillë, duhet të monitorohet gjendja e digës me matje gjeomatike. Mbështetur në rrjetin gjeomatik të ndërtuar për monitorimin e digës, vlerësohen lëvizjet e mundshme të strukturës.

¹⁶Biedermann. (1996). Dams monitored by geometric measurements

Nëse vihen re lëvizje normale të strukturës, monitorimi vazhdon sipas grafikut të përcaktuar. Kur vihen re lëvizje jo normale monitorimi duhet të vazhdojë dhe të bëhet prezent para specialistëve të digave që bëjnë vlerësimin e qëndrueshmërisë së digës. E njëjta procedurë ndiqet edhe në rastet e lëkundjeve të tërmetit në zonën ku është ndërtuar një digë.

Rrjeti gjeomatik i ndërtuar për monitorimin e një dige mbulon gjithë elementet strukturore të digës dhe shtrihet edhe përtej zonës së digës. Monitorimi me matje gjeomatike përfshin një gamë të gjërë matjesh në çdo element të strukturës. Kështu monitorohen trupi i digës, shpatet e malit ku mbështetet diga, galeritë apo tunelet e digës, pra gjithë elementet e digës.

Për realizimin e këtij monitorimi ndërtohen rrjete gjeomatike me pika të fiksuara në shpatet e malit dhe trupin e digës në sipërfaqe, pika të vendosura në tunelet e digës duke formuar poligone të mbyllur apo të hapur, reperë nivelimi të fiksuar në kreshtën e digës, në bazamentin e digës, në shpatet e malit, pra kudo ku mendohet se mund të kemi lëvizje të strukturës së digës.

3.4. Kërkesat mbi projektimin e një skeme gjeomatike për monitorimin e digave

Eksperienca e monitorimit të digave me matje gjeomatike në vendin tonë pothuajse mungon. Vitet e fundit ka filluar monitorimi i digave në Kaskadën e Lumit Drin (HEC Fierzë, Koman, Vau Dejës), nga një kompani zvicerane me eksperiencë të madhe në këtë fushë. Kam shënuar dhe me lartë që përdorimi i skemave gjeomatike për monitorimin e digave ka filluar rreth viteve 1920 dhe vazhdon edhe sot me sukses.

Botimet në fushën e projektimit të skemave gjeomatike për monitorimin e digave janë të shumtë dhe eksperiencat e sjella duhet të përdoren nga projektuesit tanë në fushën e ndërtimit dhe monitorimit të digave. Po sjellim shkurtimisht disa nga parimet bazë që duhet të merren parasysh në projektimin e një skeme matjesh gjeomatike për monitorimin e qëndrueshmërisë së digave.

Së pari duhet të kemi parasysh që rrejtji gjeomatik i monitorimit do të shërbejë për një kohë të gjatë, zakonisht jo më pak se 50 vite. Në këto kushte duhet të projektohen struktura pikash dhe bazamentesh që ti qëndrojnë kohës. Kërkohet një bashkëpunim midis inxhinierëve projektues dhe grupit të monitorimit për të përcaktuar saktë vendet ku do të ndërtohen stacionet e vrojtimit me pajisje të thjeshta (plumbçe, klinometra), ku do të ngrihen pikat gjeomatike dhe mundësia e lidhjes së tyre me matje gjeomatike të drejtpërdrejta.

Strukturat e pikave gjeomatike duhet të jetë e sigurtë nga pikëpamja ndërtimore. Është e mira që pikat e bazamentit të jenë kolona betoni të lidhur mirë me terrenin dhe mundësisht të përfundojnë me bazamentin për centrimin automatik të stacioneve totale apo teodoliteve (shiko figurën 3-2).

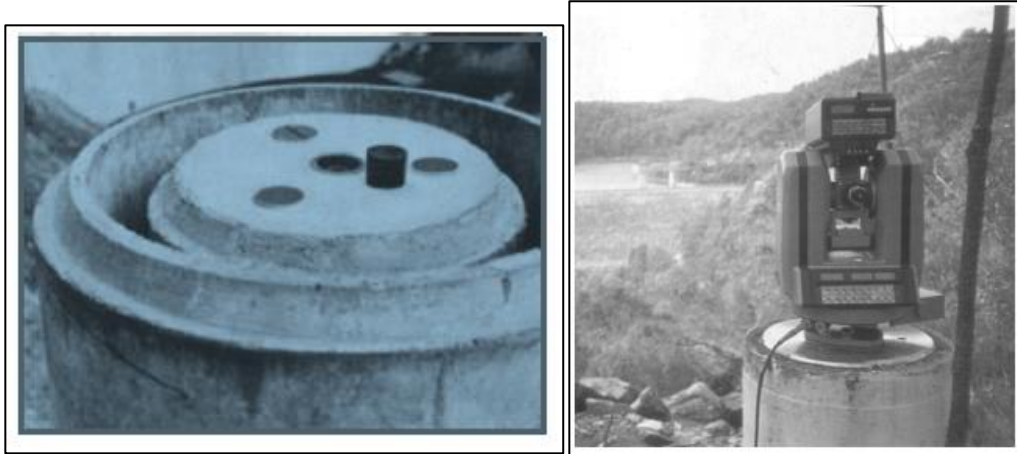


Figura 3-2 Pikë e rrjetit kryesor gjeomatik për monitorim e pajisur me bazament për centrim të detyruar (JM.Rueger, 2006)

Së dyti rrjeti gjeometrik i pikave të bazamentit duhet të sigurojë mundësinë për zgjerimin e tij, sipas kërkesave të monitorimit. Shpesh kur vihen re lëvizje në strukturën e digës apo shpatet e maleve ku mbështetet diga, kërkohen monitorime të zonave shtesë për të ndjekur më mirë zhvillimin e lëvizjeve në plan dhe lartësi. Rrjeti i projektuar dhe ndërtuar duhet të krijojë mundësinë për zgjerimin e tij.

Së treti pozicioni i pikave të bazamenti kryesor të matjeve duhet të zgjidhet i tillë që jo vetëm mos dëmtohen nga ndërtimet e ndryshme në zonën e hidrocentralit, por edhe të jenë në pika dominuese për të siguruar jo vetëm pamje reciproke midis tyre, por edhe pamje sa më të mirë të strukturës së digës. Pikat kryesore të bazamentit duhet të jenë të mbrojtura nga rënia e gurëve apo probleme të tjera.

Së katërti pikat e bazamentit kryesor dhe gjithë pikat e tjera nga kryhen vrojtimit duhet të jenë sa më afër zonave që do të monitorojnë (pikave ku priten lëvizjet) dhe mundësisht në disnivele sa më të vegjël me këto pika. Kjo do të siguronte matje më të sakta në plan dhe lartësi.



Figura 3-3 Centrimi mbi pikë i një (a) sinjali të thjeshtë për matjen e këndeve dhe (b) centrimi i një reflektori për matje të këndeve dhe distancave (JM.Rueger, 2006)

Së pesti pikat që do të monitorohen duhet të shpërndahen në vendet ku priten lëvizjet më të mëdha. Këto pika duhet të fiksohen mirë me gozhdë ose bulona kur maten vetëm kënde, dhe me mini reflektorë kur maten kënde dhe distanca.

Së gjashti pikat e fiksuara në tunelet e ndryshme të digës, duhet të shpërndahen në formë të tillë që të na sigurojnë vija poligonale, apo linja nivelimi sa më të rregullta nga pikëpamja gjeomatike. Pikat hyrëse në këto tunele duhet të jenë pozicionuar në vende të tillë që të sigurojnë një vrojtim të drejtpërdrejtë nga pikat e rrjetit kryesor.

Këto janë disa nga kërkesat më të domosdoshme për të siguruar një rrjet monitorimi të qëndrueshëm dhe efektiv (M.Dragovoja & S.Boçi, 1976).¹⁷

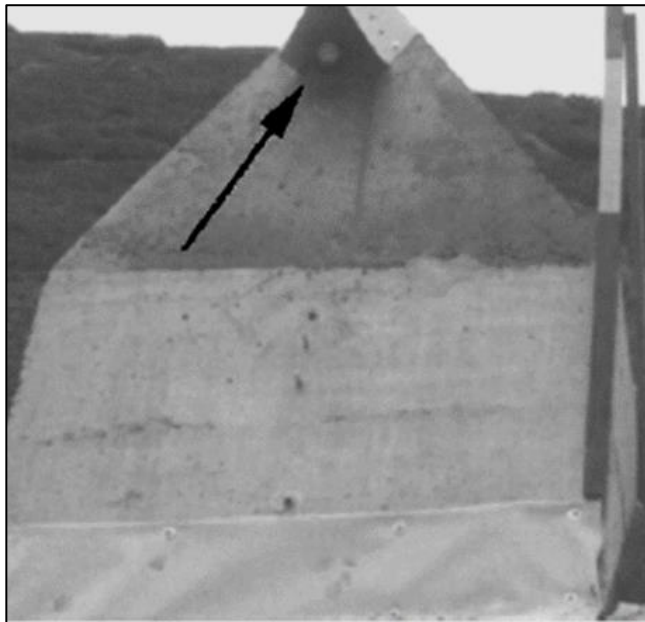


Figura 3-4 Pikë për monitorimin e lëvizjeve me matje të këndeve (fiksuar me bulona mbi betonin e strukturës) (JM.Rueger, 2006)

3.5. Probleme të monitorimit të digës në fazën e parë të punimeve

Zbatimi i projektit të një dige, edhe pse një vepër inxhinierike shume delikate, ndiqet nga grupe specialistësh në fushën e matjeve, ashtu si dhe për vepra të tjera inxhinierike. Standardet gjeomatike të ndërtimit të trupit të një dige janë standarte normale dhe mund të realizohen me matje gjeomatike të kujdesshme, sipas kërkesave të vëna në projektin e ndërtimit të digës.

Rrjeti mbështetës gjeomatik për një projekt inxhinierik fillon ose me matje të kufijve (në rastet e projekteve të mëdha inxhinierike) ose me një rrjet pikash në sheshin ku do të realizohet projekti. Rekomandohet nga specialistë dhe inxhinierë të fushës që matjet në rrjetin mbështetës të lidhen me rrjetin shtetëror koordinativ, dhe vetëm në raste të veçanta mund të punohet përkohësisht në një rrjet lokal.

¹⁷M.Dragovoja, & S.Boçi. (1976). Manuali i Gjeodezisë

Shënojmë që në rastin e ndërtimit të digave, si ujëmbledhës që do të shërbejë për përfitim e energjisë elektrike, rrjeti gjeomatik mbështetës gjithmonë duhet të lidhet me rrjetin shtetëror.

Gjatë ndërtimit të një dige, pikat e rrjetit mbështetës dhe atij të kontrollit shpërndahen në mënyrë të tillë që të mbështesin të gjitha punimet që parashikohen në një projekt. Matjet në rrjetin e kontrollit duhet të kryhen me saktësi të lartë, me një nivel të lartë saktësie (mbi 1/15 000).

Edhe matjet për shpeshimin e pikave për ndërtimin e rrjetit gjeomatik mbështetës të projektit, duhet të kryhen me saktësi të lartë (në kufijtë mbi 1/5000, deri 1/10 000). Këto saktësi arrihen sot duke përdorur sistemin GPS, stacione total të saktësisë së lartë dhe skema gjeometrike të “forta”. Një seri trekëndëshash afërsisht barabrinjës, të lidhur mes tyre, mund të sigurojnë një rrjet mbështetës gjeomatik të fortë.

Kur ndërtojmë rrjetin mbështetës gjeomatik duhet të bëjmë kujdes që:

1. Pikat e rrjetit të kontrollit duhet të jenë fiksuar sipas metodikave të njohura dhe të vendosen në vende të sigurtë që mos dëmtohen gjatë punimeve ndërtuese.
2. Është e rëndësishme të siguroni një vizim të mirë të pikave të rrjetit të kontrollit dhe një numër optimal pikash të rrjetit mbështetës.
3. Faktori i shikueshmërisë (vizimit) të sigurohet jo vetëm gjatë matjeve për ndërtimin e rrjetit të kontrollit dhe rrjetit mbështetës, por edhe gjatë matjeve kur projekti inxhinierik është duke u zbatuar.
4. Është e mira që secila pikë e bazamentit mbështetës të lidhet (vizojë) minimalisht me dy pika të rrjetit të kontrollit (preferohet të jenë tre pika të shpërndara në drejtime afër 120°). Kjo do të siguronte saktësi në llogaritjen e koordinatave dhe do të ndihmonte zëvendësimin e tyre në raste të dëmtimit.
5. Rrjeti gjeomatik mbështetës për ndërtimin e një dige mund të përdoret pjesërisht edhe si pjesë e rrjetit gjeomatik për monitorimin e qëndrueshmërisë së digës.

Mbështetur në pikat e rrjetit të kontrollit, situatën topografike të terrenit ku do të vendoset projekti, si dhe objektet kryesore të projektit, përcaktohen në hartën e terrenit pikat e bazamentit mbështetës, duke u përpjekur që të realizohen kërkesat e mësipërme. Më pas, duke hedhur koordinatat e përafërta të pikave të bazamentit mbështetës në një GPS, shkohet në terren për të parë konkretisht vendet ku do të fiksohen pikat e këtij bazamenti.

Rikonjicioni i terrenit na ndihmon për të përcaktuar pozicionin final të pikave të bazamentit mbështetës. Në këtë fazë mund të shtojmë ndonjë pikë të re për të rregulluar gjeometrinë e rrjetit mbështetës. Pasi sigurohemi se pozicionet e pikave janë optimale, sipas kërkesave të sjella më lartë, kalohet në fiksimin e pikave në terren.

Mënyrat e fiksimit të pikave diktohen nga gjendja e terrenit dhe prania e ndonjë objekti aty pranë. Preferohet vendosja e pikave me blloqe betoni në lartësi 1.3 metra me centra fikse, por mund të fiksohen dhe pika në tokë apo në ndonjë shkëmb të qëndrueshëm me ndihmën e shufrave të hekurit.

Mbas vendosjes së pikave, emërtohen ato me numra, apo emra të cilat regjistrohen në librin e matjeve dhe shënohen në planimetrinë e pikave gjeomatike.

Për secilën pikë mbahen shënime për pozicionin direkt mbi fotografinë e secilës pikë dhe ruhen ato në dosjen e materialeve matëse dhe llogaritëse të pikave gjeomatike. Për secilën pikë shënohen dhe pikat e bazamentit të kontrollit, dhe pika të tjera, ku do të realizohet vizimi gjatë matjeve.

Duke përdorur të gjitha të dhënat e rrjetit gjeomatik mbështetës, të përgatitura deri në këtë moment, kalohet në fushatën e matjeve në terren. Matjet kryhen me instrumentet dhe metodikat e përcaktuara, për të arritur saktësitë e kërkuara.

Më pas kalohet në përpunimin e matjeve, llogariten vlerat mesatare të këndeve e distancave të matura, llogariten mos mbylljet në skemat gjeometrike të krijuara, dhe realizohet kompensimi i matjeve. Pastaj llogariten koordinatat e pikave të bazamentit gjeomatik mbështetës dhe ndërtohet tabela e pikave të bazamentit me koordinatat përkatëse.

Rrjetet mbështetëse formohen nga pikat e rendit të parë dhe pika të tjera që merren nga matjet dhe përkatësisht nga pikat e rendit të parë. Kuptohet që kërkesat për saktësinë ndryshojnë sipas rendit të pikave (Kavanagh, 2007).¹⁸

1. *Stacionet e kontrollit të sistemit (rendit) të parë duhet të sigurojnë:*

- a) Shmangia e lejuar e distancave dhe këndeve të përfutuara kur matim pozicionin e pikave të rendit të parë, dhe të atyre të llogaritura nga koordinatat e kompensuara të pikave, nuk duhet të jenë më të mëdha se:

Distancat: $\pm 0.75\sqrt{L}$; në milimetra

Këndet: $\pm \frac{0.045}{\sqrt{L}}$; në gradë

Ku L është distanca në metra midis stacioneve kryesore. Në rastin e këndeve, L është brinja më e shkurtër.

- b) Shmangia e lejuar e distancave dhe këndeve të përfutuara kur bëjmë kontrollin e pozicionit të pikave të rendit të parë, nuk duhet të jenë më të mëdha se:

Distancat: $\pm 2\sqrt{L}$; në milimetra

Këndet: $\pm \frac{0.135}{\sqrt{L}}$; gradë ; ose $\pm \frac{0.15}{\sqrt{L}}$; gon

Ku L është distanca në metra midis stacioneve kryesore. Në rastin e këndeve, L është brinja më e shkurtër.

Këndet maten me teodolite 1 sekondësh, duke realizuar dy seri të plota. (*Seria e plotë kupton matjen dy herë të këndit me dy pozicionet të rrethit vertikal*).

¹⁸Kavanagh, B. F. (2007). Surveying with construction applications . New Jersey: Seventh Edition.

Distancat mund të maten me metër shirit çeliku (distanca të shkurtëra) ose me distancë matës elektronik, duke realizuar minimumi dy matje për secilën metodë. Metrat metalik dhe pajisjet elektronike për matjen e distancave duhet të kontrollohen herë pas herë me matjen e një distance të njohur.

2. *Stacionet e bazamentit mbështetës.*

- a) Pikat e bazamenteve mbështetës dhe pikat detaje kryesore në një projekt pranohen si pika të rendit të dytë. Shmangia e lejuar për kontrollin e një distance me distancën e dhënë apo të llogaritur midis një pike të stacioneve të kontrollit (rendi i parë) dhe një pike të bazamentit mbështetës (rendi i dytë) nuk duhet të kalojë madhësinë:

$$\text{Distanca: } \pm 2\sqrt{L}; \text{ në milimetra}$$

- b) Shmangia e lejuar për kontrollin e një distance me distancën e dhënë apo të llogaritur midis dy pikave të bazamentit mbështetës (rendi i dytë) nuk duhet të kalojë madhësinë:

$$\text{Distanca: } \pm 2\sqrt{L}; \text{ në milimetra}$$

Ku L është distanca në metra. Për L më të vogël se 10 metra, shmangia e lejuar është 6 mm.

- c) Shmangia e lejuar në matjen e këndeve midis drejtimeve në bazamentet mbështetës nuk duhet të kalojë madhësinë:

$$\text{Këndet: } \pm \frac{0.135}{\sqrt{L}}; \text{ gradë ; ose } \pm \frac{0.15}{\sqrt{L}}; \text{ gon}$$

3. *Pikat detaje për hedhjen e objekteve.*

- a) Shmangia e lejuar gjatë kontrollit të distancave midis një pike të rendit të dytë dhe një pike detaje, ose midis dy pikave detaje, nuk duhet të kalojë madhësinë:

$$\text{Distanca: } \pm K\sqrt{L}; \text{ në milimetra,}$$

Ku L është distanca e matur në metra dhe K është një konstante që gjëndet në tabelën 3-1, sipas kërkesave të projektit. Për distanca më të vogla se 5 metra, shmangia e lejuar është:

$$\text{Distanca: } \pm 2K; \text{ në milimetra}$$

- b) Shmangia e lejuar në matjen e këndeve midis drejtimeve të formuar nga pikat detaje nuk duhet të kalojë madhësinë:

$$\text{Këndet: } \pm \frac{0.0675}{\sqrt{L}} \cdot K; \text{ gradë ; ose } \pm \frac{0.075}{\sqrt{L}} \cdot K; \text{ gon}$$

Ku L është distanca e matur në metra për brinjën më të shkurtër dhe K është konstante që gjëndet në tabelën (3-1), sipas kërkesave të projektit.

Tabela 3-1 Konstantja e saktësisë gjate matjeve në pikat detaje të objekteve të ndryshëm

K	Përdorimi
10	Punime gërmimi që nuk kërkojnë saktësi gjatë gërmimit, llogaritje e volumeve
5	Gërmime ku kërkohet saktësi në plan dhe lartësi
2	Ndërtimi i strukturave betoni me derdhje direkte të betonit në format e ndërtuara
1	Punime ndërtimi me panele hekur-betoni, struktura çeliku (ndërtimi i ndërtesave të mëdha, urave, mbikalimeve)

Në figurën 3-5 tregohen shmangiet e lejuara për materializimin në teren të një pike mbështetëse për ndërtimin e një harku për një strukturë betoni. Nga tabela gjejmë vlerën e konstantes ($K = 2$) për një strukturë të tillë dhe llogarisim:

$$\text{Distanca: } \pm K\sqrt{L}; \pm 2\sqrt{400} = \pm 0.013 \text{ m}$$

$$\text{Këndet: } \pm \frac{0.0675}{\sqrt{L}} \cdot K; \pm \frac{0.0675}{\sqrt{400}} \cdot 2 = 0^{\circ} 01' 17''$$

Faktorin këndor të shmangies e kthejmë në distancë:

$$X = \tan (0^{\circ} 01' 17'') = 0.015 \text{ m}$$

Pra pika nyje e strukturës së betonit duhet të materializohet në terren brenda një rrethi me rreze rreth 15 mm (shiko figurën 3-5). Nga materiali i sjellë më lart vlerësojmë se ndërtimi i strukturës së një dige nuk paraqet vështirësi në kryerjen e matjeve gjeomatike për realizimin e saktësisë të kërkuar.

Sidomos sot kur stacionet totale sigurojnë saktësi të lartë në matjen e këndeve dhe distancave, realizimi i saktësive të kërkuara nëmaterializimin e një projekti në terren është plotësisht i arritshëm (Kavanagh, 2007).¹⁹

¹⁹Kavanagh, B. F. (2007). *Surveying with construction applications*. New Jersey: Seventh Edition.

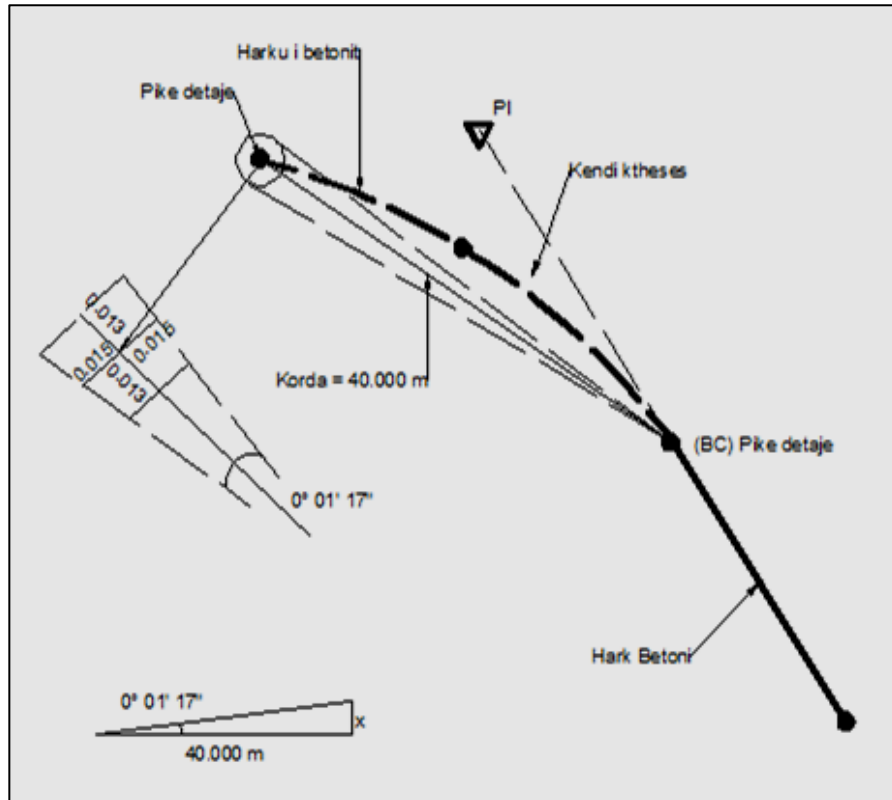


Figura 3-5 Analiza e saktësisë për materializimin e një pike detaje për ndërtimin e një harku beton (M.Koço, 2015)

3.6. Monitorime të tjera në fazën e ndërtimit të digës dhe vënien e saj në punë

Krahas matjeve gjeomatike për materializimin e strukturës së digës në terren, sipas një projekti të miratuar, kryhen dhe matje të tjera që lidhen me përbërësit të trupit të digës (shtresat e hedhura mbi digë, shkalla e ngjeshjes së tyre, cilësia e betonit, lidhja e digës me dyshtemenë dhe faqet e malit, etj...) që shpesh herë janë përcaktuese në suksesin e ndërtimit të një dige.

Jo vetëm struktura e trupit të digës, por edhe lidhja e trupit të digës me dyshtemenë dhe faqet e terrenit ku vendoset, janë elemente shumë të rëndësishëm. Për të vlerësuar lidhjen e digës me terrenin kryhen matjet e rrjedhjeve (filtrimit) të ujërave gjatë gjithë kohës së ndërtimit të digës.

3.6.1. Marrëdhënia midis filtrimit dhe nivelit të rezervuarit

Ndërtimi i strukturës së një dige dhe lidhja e saj me terrenin vlerësohet me filtrimin e ujërave nga fundi i digës. Është e pamundur që filtrimi i ujërave nga diga të jetë zero, pavarësisht kujdesit që gjithsecili prej nesh ka treguar gjatë ndërtimit të ujërave.

Fakti që digat ndërtohen në rrjedhën e një lumi, shtratimet e kësaj zone në përgjithësi janë të ngopura me ujë. Matjet e sasisë së ujit që rrjedhin nga diga gjatë fazës së ndërtimit janë në përgjithësi të qëndrueshme. Ndryshime të vogla kemi në periudhat me reshje dhe periudhat e thata. Deri në ndërtimin e plotë të trupit të digës, sasi të ujit që filtrojnë nga diga maten me kujdes dhe krijohet një bazë të dhënash mbi sasi të ujit të filtruar.

Modelet tipike të rritjes së filtrimit në përgjigje të rritjes së nivelit të rezervuarit pas fillimit të mbushjes janë treguar në figurën 3-6. Do merret në shqyrtim si më poshtë një situatë normale, ku ritmi i rritjes mbetet konstant sipas (rasti 2) ose zvogëlohet gradualisht sipas (rasti 3). Duhet treguar kujdes në qoftë se sasia e ujit rritet befas sipas (rasti 4) (T.Hirose & M.Mizuno).²⁰

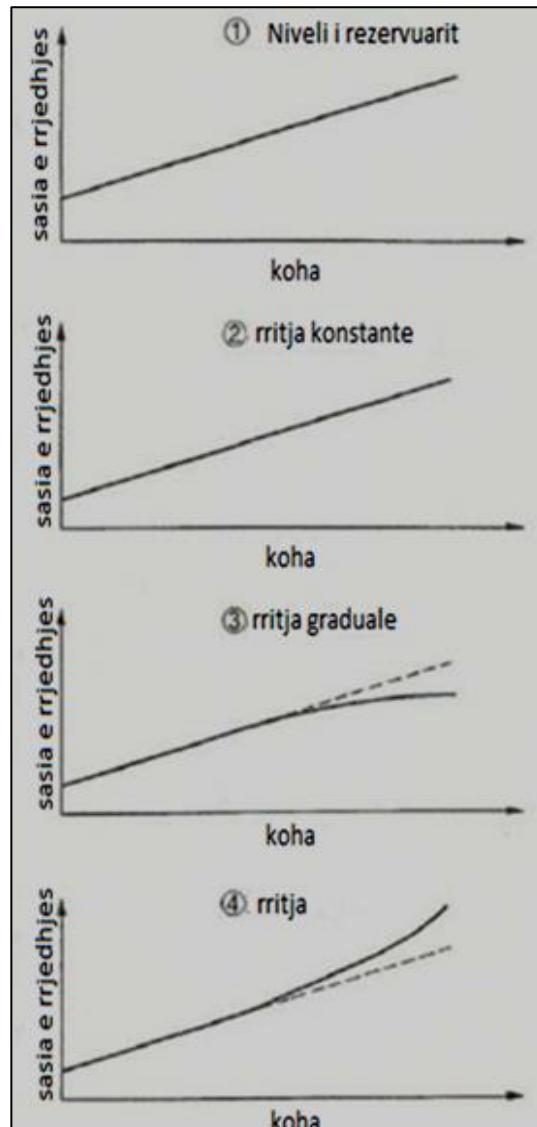


Figura 3-6 Ndryshimi i rrjedhjes (filtrimit) me rritjen e nivelit të ujit në rezervuar (T.Hirose & M.Mizuno)

²⁰T.Hirose, & M.Mizuno. (n.d.). WATER STORAGE, AND DISTRIBUTION - Instrumentation and Monitoring of Dams and Reservoirs

Gjithashtu duhet treguar kujdes kur turbullira e filtrimit e vërejtur në kanalet e drenazimit, në trupin e digës dhe në sipërfaqen e tokës në drejtim të rrymës mund të tregojë dështimin në themel apo trupin e digës. Kur vërehet një rritje në turbullirë, duhet të kushtohet vëmendje, edhe në qoftë se sasia e ujit të filtruar është e vogël. Mbas mbushjes së rezervuarit në kapacitetet maksimale vazhdojnë vrojtimit pa ndryshuar gjendjen e nivelin e ujit në rezervuar. Në këtë rast filtrimet e ujit duhet të monitorohen me kujdes.

Ne figurën 3-7 sillen rastet që mund të takohen në këtë fazë. Gjendje e qëndrueshme mund të merren kur rrjedhja zvogëlohet gradualisht sipas (rasti 1) ose mbetet pothuajse konstant sipas (rasti 2). Rast jo i përshtatshëm për rezervuarin kemi kur filtrimi bën rritje graduale sipas (rasti 3), dhe kundërmasat duhet të merren me urgjencë nëse rritet filtrimi papritur sipas (rasti 4) (T.Hirose & M.Mizuno).²¹

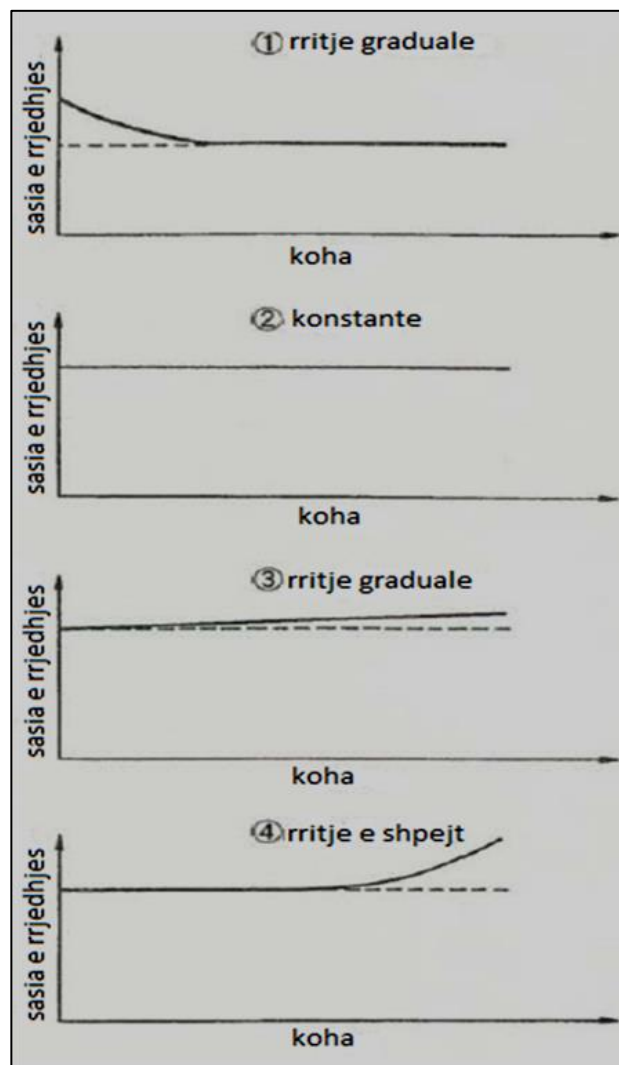


Figura 3-7 Ndryshimi i filtrimit në nivel konstant të rezervuarit (T.Hirose & M.Mizuno)

²¹T.Hirose, & M.Mizuno. (n.d.). WATER STORAGE, AND DISTRIBUTION - Instrumentation and Monitoring of Dams and Reservoirs

Rastet e aksidenteve të digave tregojnë se mbushja e parë e rezervuarit është periudha më e rëndësishme e kontrollit të sigurisë. Digat kanë përjetuar aksidente gjatë mbushjes së parë të cilat përfshijnë; Diga Malpasset (Francë, përfunduar në vitin 1954, shkatërruar në vitin 1959) dhe Diga Viont (Itali, përfunduar në vitin 1960, mbushet si rezultat i një shkarje toke në rezervuar në vitin 1963), dhe Diga Teton (SHBA, përfunduar në vitin 1975, shkatërruar në vitin 1976).

Matja e sasisë së ujit që filtron mbas mbushjes së rezervuarit në kuotat maksimale është një tregues shumë i fortë që flet për lidhjen e trupit të digës me terrenin. Nëse sasia e ujit që filtron nga diga rritet me ritme sa më të shpejta, atëherë struktura e digës ka probleme të mëdha dhe duhet që rezervuari i digës të zbrazet dhe të shikohet çfarë masash mund të ndërmerren. Nëse kjo provë del me sukses atëherë mundet që diga të futet në punë me kapacitet të plotë.

3.6.2. Lëvizjet e strukturës së digës në vitet e para të punës

Mbas përballimit me sukses të provës së qëndrueshmërisë së ritmeve të filtrimit të ujit nga diga, duhet të fillojnë matjet gjeomatike për vlerësimin e qëndrueshmërisë së trupit të digës në plan dhe në lartësi. Në vitet e para të punës pritet që diga të pranojë disa lëvizje në të dy planet. Nga matjet e kryera në diga të ndryshme vihen re lëvizje jo të vogla të strukturës së digës, sidomos në 5 vitet e para të punës.

Lëvizjet e digës priten së pari në drejtim të rrjedhjes së ujit. Si rezultat i presionit që shkakton sasia e madhe e ujit të grumbulluar në rezervuar, priten lëvizje të vogla të digës në këtë drejtim. Gjithashtu priten lëvizje të strukturës së digës edhe në planin vertikal. Në përgjithësi kreshta e digës pëson një ulje të lehtë në planin vertikal, që shpjegohet me ngjeshjen e materialit që përbën trupin e digës jo vetëm në planin horizontal, por edhe në atë vertikal. Pra priten lëvizje të trupit të digës si në planin horizontal ashtu edhe në planin vertikal.

Për monitorimin e këtyre lëvizjeve, në projektin e bazës së matjeve për monitorimin e digës dhe masivit pritesë ku është vendosur diga, fiksohen pikat e monitorimit të lëvizjeve të digës në fazën e parë të punës. Edhe pse rrjeti gjeomatik që shërbeu për ndërtimin e digës rekomandohet të jetë i lidhur me rrjetin koordinativ shtetëror, rrjeti i monitorimit në përgjithësi nuk lidhet me këtë rrjet.

Boshti kryesor i rrjetit të monitorimit zgjidhet sipas drejtimit të punimit të trupit të digës (drejtimi i rrjedhjes së ujit), dhe boshti tjetër pingul me këtë, pra sipas drejtimit të aksit të digës. Kjo zgjedhje bëhet e tillë pasi edhe lëvizjet e trupit të digës i presim në këto drejtime.

Skemat me të thjeshta për monitorimin e lëvizjeve të trupit të digës formohen nga disa pika të vendosura në pjesën e poshtme të digës për vrojtimin e lëvizjeve horizontale dhe lëvizjet tërthore të digës, si dhe një linjë pikash nivelimi të vendosura në pjesën e sipërme të digës (kreshta e digës). Këto pika fiksohen në shpatet e luginës, jashtë ndikimit të lëvizjeve të trupit të digës.

Në figurën 3-9 tregohet skema e matjeve të këndeve për një seri pikash të fiksuara në trupin e digës (JM.Rueger, 2006).²³

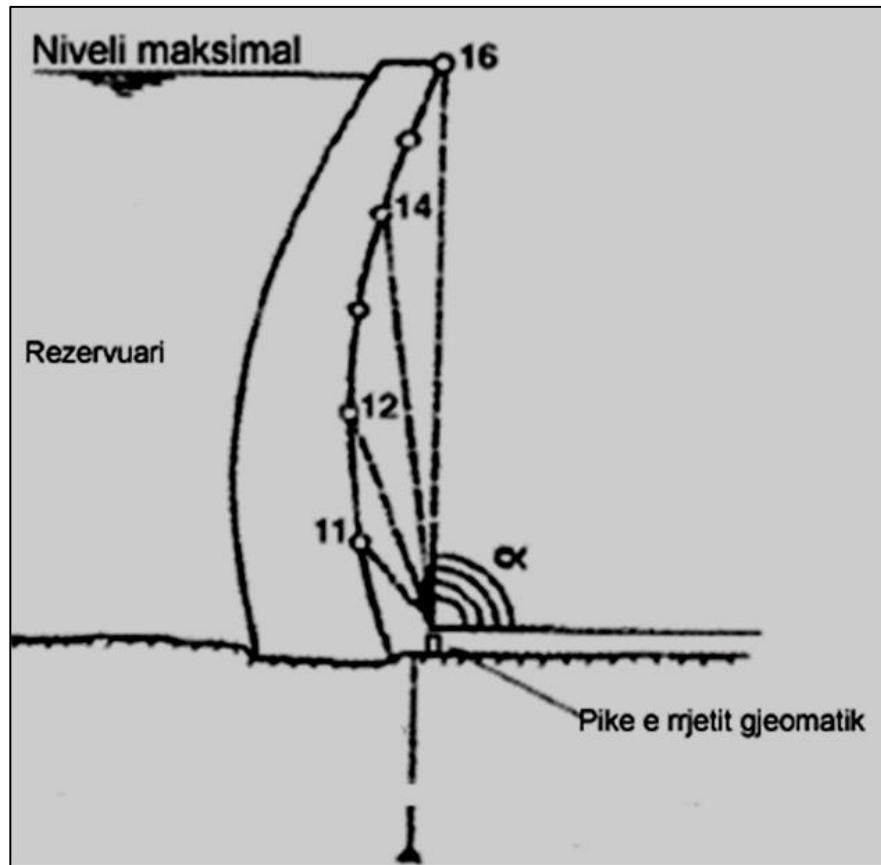


Figura 3-9 Skema e matjeve të këndeve vertikale për monitorimin e lëvizjeve tërthore dhe vertikale të trupit të digës (JM.Rueger, 2006)

Me matjen e këndeve vertikale në disa faza matjesh dhe llogaritjen e ndryshimeve të këtyre këndeve nga njëra matje tek tjetra, tregon nëse trupi i digës ka pësuar deformime në planin vertikal.

Për të vlerësuar lëvizjet tërthore të digës, lëvizje të cilat janë shumë problematike nëse ndodhin, mbas vizimit në secilën pikë, bëhet projektimi i çdo pike në planin horizontal, mbi një pllakë të shkallëzuar të montuar në drejtim të rrjedhjes. Nëse vihen re ndryshime të qëndrueshme (vetëm në njërin krah) të shmangieve të pikave të projektuara nga matja në matje, atëherë kemi të bëjmë me lëvizje tërthore të digës.

Për vlerësimin e lëvizjeve në planin horizontal të digave, ndërtohen disa vija nivelimi në trupin e digës. Kuptohet linja kryesore e nivelimit fiksohet me reperë në kreshtën e digës. Matjet niveluese në linjat e nivelimit dhe diferenca në kuotat e pikave të llogaritura nga matja në matje, tregojnë lëvizjet vertikale të trupit të digës (shiko figurën 3-10) (JM.Rueger, 2006).

²³JM.Rueger. (2006). 'Overview of Geodetic Deformation Measurements of Dams',. *ANCOLD*

Sa do të jenë këto lëvizje dhe sa do të zgjasë kjo lëvizje e trupit të digës? Për ti dhënë përgjigje kësaj pyetje po sjellë një skemë matjesh të realizuar në strukturën e një dige, me skemat e matjeve të sjella më lartë.

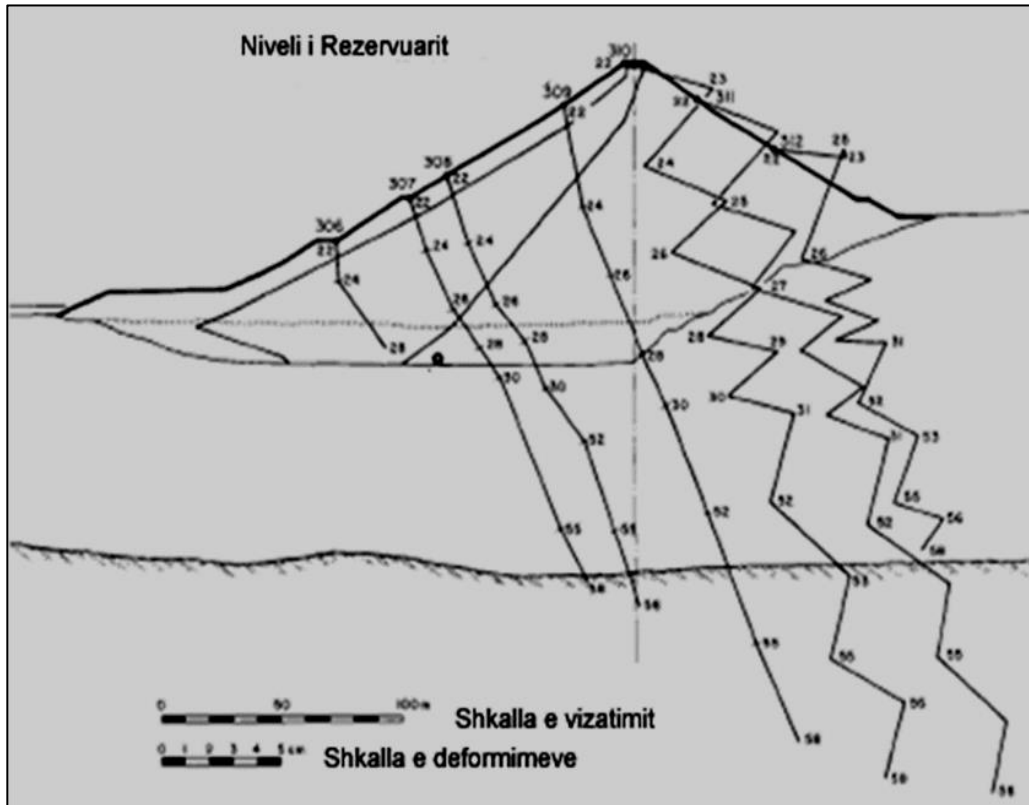


Figura 3-10 Lëvizjet e pikave të fiksuara në trupin e digës (JM.Rueger, 2006)

Në figurën 3-10 tregohen lëvizjet e një dige (me mbushje) në Zvicër, të vlerësuara me matje gjeomatike. Jepet në mënyrë skematike lëvizja e pikave të vendosura në një profil përgjatë rrjedhjes. Pikat janë fiksuar në të dy anët e digës.

Matjet janë kryer në periudha të ndryshme dhe për nivele të ndryshme të mbushjes së rezervuarit. Në kolonën e parë të tabelës tregohen epokat e matjeve të marra në analizë, në kolonën e dytë tregohet muaji dhe viti për çdo epokë matjesh dhe në kolonën e tretë tregohet niveli i mbushjes së rezervuarit (shiko tabelën 3-2).

Pika 309 e fiksuar afër nivelit maksimal të punës së rezervuarit ka lëvizur 248 mm në drejtim vertikal (humbje kuote) dhe 92 mm në drejtim të rrjedhjes. Periudha e matjeve ka zgjatur më shumë sesa 10 vite. Nga matjet e realizuara mbas vitit 1983 në këtë digë, janë vënë re lëvizje më të vogla, lëvizje të cilat në vitet e fundit të matjeve pothuajse janë zëruar (JM.Rueger, 2006).²⁴

²⁴JM.Rueger. (2006). 'Overview of Geodetic Deformation Measurements of Dams',. *ANCOLD*

Tabela 3-2 Tabela e matjeve monitoruese në një digë me mbushje (JM.Rueger, 2006)

Epoka	Koha e matjes	Niveli ujit
22	6.1971	2134
23	10.1971	2194
24	6.1972	2132
25	9.1972	2190
26	6.1973	2143
27	10.1973	2196
28	6.1974	2135
29	10.1974	2193
30	6.1975	2143
31	10.1975	2197
52	6.1977	2158
53	10.1978	2196
55	6.1980	2140
56	10.1981	2196
58	6.1983	2145

Mbështetur në shkallën e deformimeve të dhënë në këtë figurë, vlerësojmë se lëvizjet më të mëdha janë kapur në pikat e vendosura në afërsi të kreshtës së digës, në të dy anët e saj.

3.7. Monitorimi i qëndrueshmërisë së digës në fazën e punës normale

Mbasi diga vihet në punë me kapacitet maksimal (mbushja dhe zbrazja e rezervuarit disa herë), zakonisht mbas një periudhe minimale prej 5 vitesh, monitorimi i qëndrueshmërisë së digës me matje gjeomatike vazhdon. Në këtë periudhë matjet gjeomatike kryhen me rrallë, zakonisht 1 herë në një apo më shumë vite.

Në këtë periudhë të punës së digës përsëri qëndrueshmëria e digës duhet të mbahet nën monitorim të vazhdueshëm. Nga eksperiencia e matjeve gjeomatike në këtë fazë të punës në digë përsëri kemi lëvizje të strukturës së digës.

Lëvizja më e zakonshme është midis dy momenteve, kur rezervuari i digës është mbushur në nivele minimale të punës dhe kur rezervuari arrin dhe mbushet në nivelin maksimal. Matjet e kryera në këto dy momente kanë vërtetuar tashmë në shumë raste që lëvizjet mes dy periudhave janë të pranueshme dhe shpjegohen me faktin e “frymëmarrjes së digës”.

Matjet e kryera në faqen e rrjedhjes së poshtme të digës, në Mattmark në Zvicër, kanë vërtetuar një lëvizje të kthyeshme të kësaj faqeje prej rreth 20 mm në ekstremet e nivelit të mbushjes së rezervuarit. Kjo është një lëvizje e pranueshme dhe duhet të monitorohet nëse kjo lëvizje mbetet e njëjtë apo rritet me kalimin e viteve.

Monitorimi i digave në këtë fazë të punës nuk duhet të neglizhohet, pasi ka patur raste që diga me qëndrueshmëri të mirë, me kalimin e viteve, si rezultat i ndryshimit të cilësisë së materialeve të përdorur për ndërtimin e digave (beton apo edhe hekur) kanë filluar të humbasin qëndrueshmërinë.

Gjithashtu monitorimi i digave në këtë fazë duhet të kryhet edhe mbas çdo ngjarje jo normale, siç janë tërmetet apo kryerja e punimeve në vepra të tjera inxhinierike, në afërsi të digës, ku kemi përdorimin e shpërthimeve të fuqishme me lëndë plasëse. Gjithashtu në periudhat e reshjeve të mëdha dhe prurjeve të vullshme të ujit e materialeve të sjella nga uji (zakonisht në periudhën e reshjeve pranverore), duhet të bëhen matjet gjeomatike për monitorimin e qëndrueshmërisë së digës.

Matje gjeomatike në këtë fazë të punës së digës bëhen kryesisht dhe për kontrollin e nivelit të mbushjeve të rezervuarit. Rezervuari duhet të pastrohet nga materialet mbushës dhe për këtë qëllim kryhen matje batimetrie për të rilevuar gjendjen e fundit të rezervuarit. Gjatë pastrimit të rezervuarit kryhen matje gjeomatike për llogaritjen e volumeve të materialeve të larguara nga rezervuari, rilevohet situata e re e fundit të rezervuarit dhe llogaritet kapaciteti i ujit që mund të mbajë ky rezervuar.

3.8. Ndërtimi i një baze matjesh për monitorimin e qëndrueshmërisë së digave

Projektimi dhe ndërtimi i një rrjeti gjeomatik matjesh për monitorimin e qëndrueshmërisë të strukturave të ndryshme inxhinierike, dhe veçanërisht qëndrueshmërisë së digave është një detyrë e vështirë dhe me përgjegjësi të madhe. Projektet e rrjeteve të tilla përgatiten nga kompani të specializuara në këtë fushë. Eksperienca jonë në fushën e monitorimit të veprave inxhinierike është shumë e kufizuar dhe jo e dokumentuar me kujdes.

Në literaturën Botërore, sidomos atë Zvicerane (Swissnational committeelarge Dams, viti 1997; Keller viti 1978; Kern viti 1971) jepet një numër i madh studimesh për këtë problem. Mbështetur në disa nga këto botime po sjell me poshtë mendimin tim rreth detyrave që duhet të zgjidhen në përgatitjen e një projekti gjeomatik për monitorimin e qëndrueshmërisë së digave të mëdha.

Njohja e situatës gjeoteknike të zonës ku do të vendoset diga duhet të jetë e plotë. Formacionet gjeologjike ku do të mbështet diga duhet të jenë studiuar mirë, sidomos prania e prishjeve tektonike duhet të evidentohet me kujdes.

Në këtë formacion të plotë gjeoteknikë, grupi i projektimit të rrjetit gjeomatik duhet të përcaktojë zonat më të qëndrueshme ku mund të fiksohen pikat e këtij rrjeti.

Gjithmonë duhet të projektohen e fiksohen në terren pika rezervë për të shmangur problemet në matje që shfaqen si rezultat i dëmtimit të ndonjë pike. Shënojmë që pikat

kryesore të rrjetit duhet të markohen minimalisht me 4 pika të tjera, për të shmangur daljen jashtë pune të pikave të rrjetit kryesor.

Rrjeti gjeomatik ndërtohet për një shërbim të paktën për 50 vite. Në këto kushte vëndet e vendosjes së pikave bazë dhe ndihmëse dhe mënyrat e fiksimit të pikave duhet të projektohen me kujdes. Që në fazën e parë të ndërtimit, projekti duhet të marrë parasysh zgjerimin e rrjetit nëse kjo del e nevojshme me krijimin e situatave të reja në zonën e digës.

Pikat që formojnë rrjetin gjeomatik duhet të jenë sa më afër objektit që do të monitorohet. Pikat vendosen kryesisht në të dy shpatet e malit ku mbështetet diga, si dhe në zonat mbi digë dhe nën digë. Kuptohet që lëvizjet kryesore të digës do të monitorohen me matje në pikat e vendosura në rrjedhjen e poshtë të digës.

Zona e rrjedhjes së poshtme të digës është më e qëndrueshme, dhe pikat e vendosura në trupin e digës, në faqen e poshtme të saj mund të monitorohen në çdo kohë dhe me një siguri të madhe. Faqja e rrjedhjes së poshtme të digës dhe kreshta e saj mbulohen me një numër të madh pikash në vija me kuotë të ndryshme. Pikat do të vendosen në formë poligonesh edhe në galeritë që përshkruajnë trupin e digës.

Kërkohet një bashkëpunim i ngushtë midis inxhinierëve të ndërtimit të digës dhe gjeomatësve për të përcaktuar sa më mirë pozicionin e pikave monitoruese. Kjo më e theksuar është për pikat që do të lidhin rrjetin gjeomatik me poligonet apo pikat e kontrollit që do të vendosen në galeritë apo pusët e ndryshme të ndërtuar në digë.

KAPITULLI IV

MONITORIMI, RRJETI GJEOMATIK

4.1. Monitorimi. Metodat e monitorimit

Për të studiuar qëndrueshmërinë e objekteve inxhinierike duhet të kryejmë vërtetime me instrumenta gjeomatike. Monitorimi është procesi i kryerjes së vërtetimeve gjeomatike me metoda dhe instrumente të ndryshme në periudha të ndryshme dhe të përsëritura në mënyrë periodike.

Deformimi është ndryshimi i formës (madhësisë) së trupave ose i pjesëve të tyre të ndodhura më kalimin e kohës. Nga matjet e përsëritura bëhet e mundur të nxirren madhësitë e deformimeve të objekteve si dhe drejtimi i lëvizjes së tyre.

Pra monitorimi i deformimeve të mundëshme jep lëvizjet e vogla dhe shumë të vogla në lidhje me madhësinë e objektit. Në figurën 4-1 (shembulli a) jepet pozicioni i pikave në kohën kur bëjmë vërtetime apo matje gjeomatike në epokën 0.

Në (shembullin b) të po kësaj figure jepet pozicioni i këtyre pikave në kohën që bëhen vërtetime për epokën 1. Në (shembullin c) jepen të mbivendosura pozicioni i pikave në epokën 0 dhe në epokën 1.

Vëme re se pozicioni i pikave nga njëra epokë në tjetren ka lëvizur, pra pikat nuk arrijn të përputhen. Lëvizja e pikave na dëshmon se objekti ka lëvizur apo është deformuar nga pozicioni i tij fillestar.

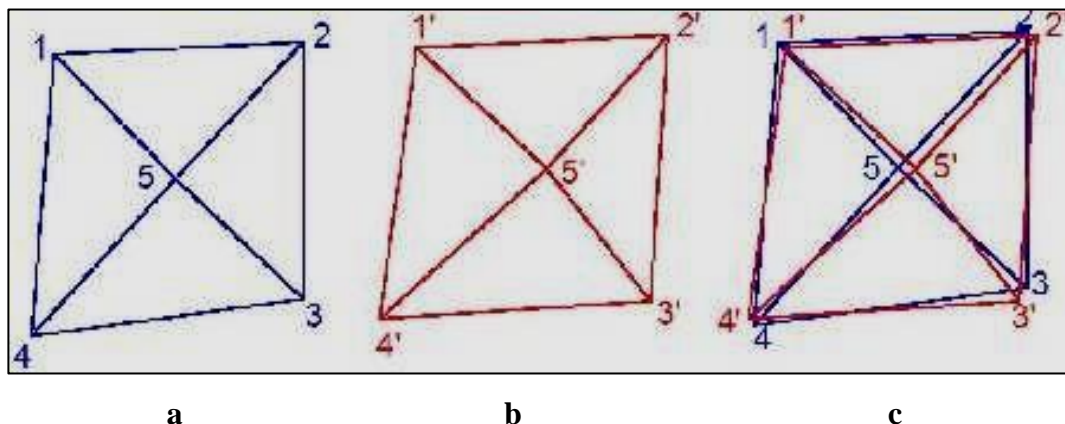


Figura 4-1 Lëvizja e pikave ne object (S.Allaraj, 2014)²⁵

²⁵S.Allaraj. (2014, Dhjetor). Disertacion me temë “Monitorimi i digave dhe veprave të artit në rrugë me metodat moderne gjeodezike”

Ka raste kur i gjithë objekti lëviz në mënyrë të njëtrajtëshme, pra të gjithë pikat lëvizin me të njëjten madhësi. Në këtë rast kemi largim ose zhvendosje të objektit. Me anën e matjeve dhe vrojtimit gjeomatike duke i bërë nga ana e jashtme e veprës ne mund të dallojmë deformimin nga zhvendosja e objektit.

Lëvizjet dhe deformimet mund të përcaktohen me metoda gjeomatike, fizike dhe gjeoteknike.

Gjatë monitorimit mund të masim këto katër kategori:

- madhësitë mekanike
- madhësitë gjeometrike
- ndryshimet kimike
- karakteristikat dinamike

Me metodën fizike dhe mekanike masim nivelin e ujërave nëntokësore (si në rastin e digave). Aparati që bën të mundur matjen e nivelit të ujërave nëntokësore dhe të nivelit të ujërave të filtrimit në trupin e digës është piezometri. Madhësitë gjeometrike maten me anën e metodave gjeomatike.

Metodat gjeomatike për përcaktimin e lëvizjeve janë:

- nivelimi gjeometrik,
- trinagulacioni dhe trilateracioni,
- poligonometria,
- matjet me GPS-se,
- fotogrametria tokësore,
- skanimi 3D.

Shkaqet dhe arsyet kryesore që ndikojnë mbi objektet inxhinierike për të pësuar ndryshime nga gjendja fillestare e tyre janë të ndryshme. Disa nga këto shkaqe janë:

Çrregullimet tektonike:

- aktivitetet e brëndshme të tokës,
- ndryshimet e nivelit të ujërave nëntokësore,
- ndikimi i baticë-zbaticës,
- struktura fizike e tokës,
- efektet e ndryshme gjeologjike dhe atmosferike etj.

Objektet inxhinierike:

- Struktura e poshtme fizike në të cilën ndodhet objekti,
 - Pesha e vet objektit dhe struktura e materialeve të përdorura,
 - Efektet e ngarkesave/ forcave të jashtme në konstruksion,
 - Zhvendosja lokale e tokës rreth objektit,
 - Presioni dinamik i ujit,
 - Efektet e ndryshme gjeologjike dhe atmosferike.
- (S.Allaraj, 2014)²⁶

4.1.1. Llojet e forcave që veprojnë dhe ndikojnë në digë

✓ forcat e përhershme

- pesha e vetë digës,
- presioni i ujit,
- forca aerostatike, etj

✓ forcat e ndryshueshme

- ndryshimet e temperaturës,
- tkurrje dhe bymimi i betonit ose i materialit që është ndërtuar diga,
- ngrirja e ujit,
- ngarkesat e akullit,
- dallgët e krijuara,
- ngarkesat e përhershme/lëvizëse (vinça, turbinat, makinerit e instaluar, etj.)

✓ forcat e jashtëzakonshme

- tërmetet,
- vullkanet,
- rrëshqitjet e ndryshme etj.

Për të matur masën e deformimit apo të lëvizjes së objekteve inxhinierike me metodat gjeomatike përdoren instrumente me matjegjeomatike. Në figurën 4-2 jepet në menyre skematike disa shembuj të deformimeve, zhvendosjeve dhe përdredhjes së objekteve (Kabashi).²⁷

²⁶S.Allaraj. (2014, Dhjetor). Disertacion me temë “Monitorimi i digave dhe veprave të artit në rrugë me metodat moderne gjeodezike”

²⁷Kabashi, I. (n.d.). Monitorimi i objekteve dhe analiza e deformimeve te tyre. Cikel leksionesh .

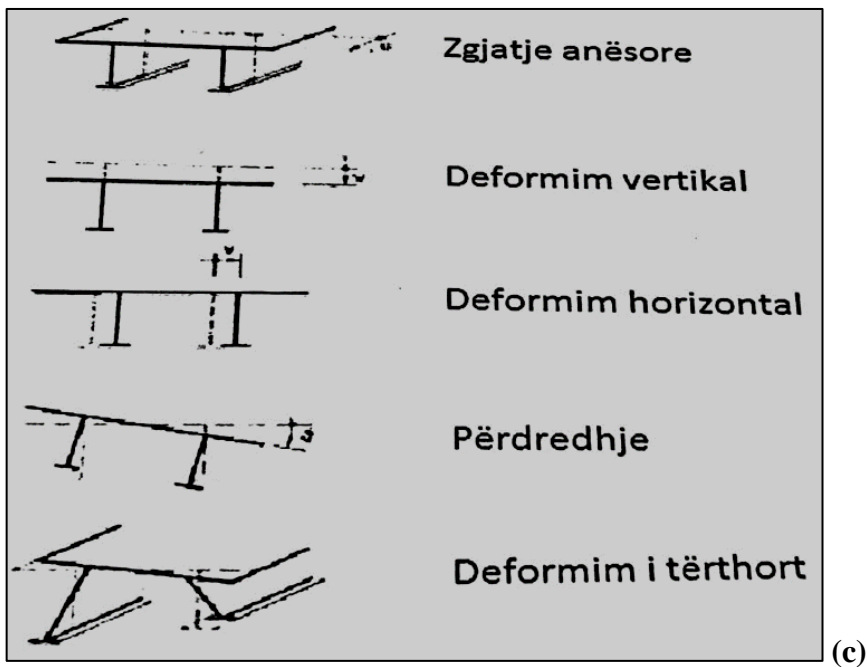
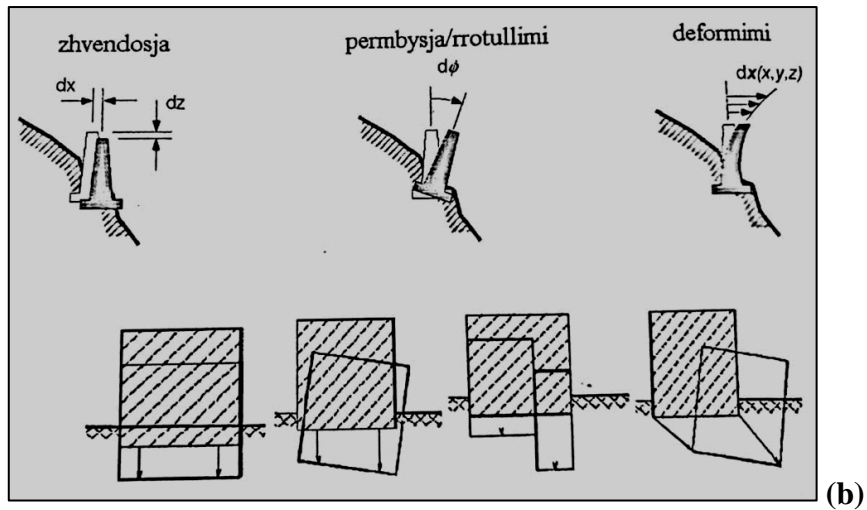
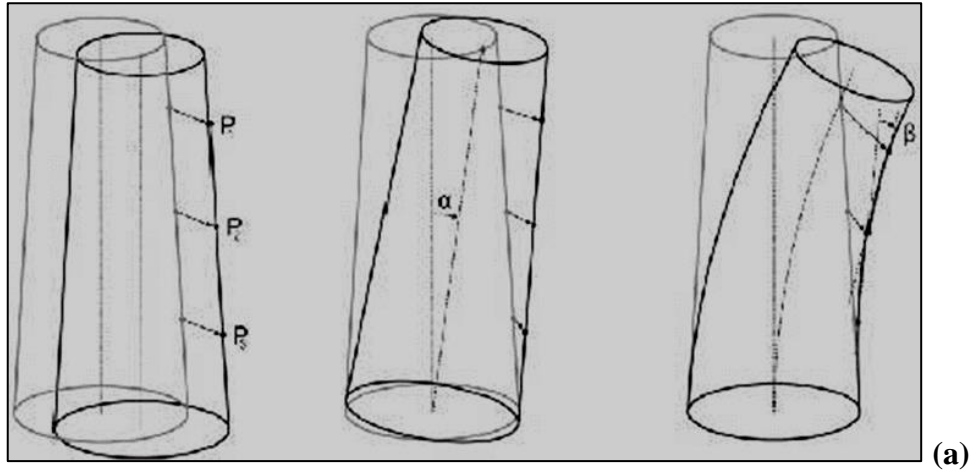


Figura 4-2 (a), (b), (c) Shembuj të deformimeve (Kabashi)

4.1.2. Projektimi i rrjetit gjeomatik për monitorimin e një dige

Projektimi i rrjetit gjeomatik për të monitoruar një objekt inxhinierik (ose objekt tjetër) fillon pasi bëhet një studim i hollësishëm i të gjithë terrenit ku është ndërtuar vepra dhe pasi janë studiuar të gjitha detajet e projektit.

Objekti që do të nënshtrohet monitorimit studiohet nga ana gjeometrike, konstruktive, gjeologjia e terrenit, madhësia e objektit, shtrirja etj. Duke parë me detaje të gjithë këta elemente përcaktojmë në mënyrë të detajuar shtrirjen dhe mënyrën e ndërtimit të rrjetit gjeomatik.

Rrjeti gjeomatik duhet të projektohet i tillë që të mundësoj matjet me GPS, Station Total dhe me Nivelë për të zhvilluar rrjetin e nivelimit. Rrjeti për monitorimin e një dige është i ndërtuar nga dy rende. Pikat e rendit të parë (ose pikat referente) janë pika që projektohen jashtë ndikimit të peshës së veprës dhe jashtë ndikimit të faktorëve të tjerë, të ndërtuara me beton dhe në terrene të qëndrueshme (disa nga pikat e rendit të parë mund të vendosim në trupin e digës ose objektit).

Këto janë të shpërndara në mënyrë uniforme sipas gjeometrisë së veprës dhe shërbejnë për të centruar instrumentin dhe për të kryer vërtetimet për tek pikat e rendit të dytë (ku vendosim reflektorët).

Nisur nga kjo këto pika duhet të projektohen në terrene të qëndrueshme. Çdo pikë e rrjetit gjeomatik të rendit i duhet të ketë shikim me të paktën dy pika të tjera të rendit të parë dhe duhet të ketë lehtësi për të vizuar në disa pika të rrjetit të rendit të dytë.

Pikat e rendit të dytë janë pika që i vendosim në trupin e objektit që monitorojmë. Në rastin e një dige si pika të rendit të dytë janë pikat të cilat i projektojmë në kurorën e digës dhe në të gjithë shpatin e jashtëm (dhe të brëndshëm nëse arrihet të jetë e mundur) të saj të shpërndara në mënyrë uniforme. Çdo pikë e rrjetit të rendit të dytë duhet që së paku të shikohet nga tre pika të rrjetit të rendit të parë.

Vetëm atëherë kur plotësohen këto kushte kemi mundësi që të bëjmë vërtetimet për të llogaritur deformimet dhe lëvizjet e mundshme të objektit në studim. Me qëllim që të masim deformimet apo zhvendosjet e veprës duhet të bëhen vërtetime për një periudhë shumë të gjatë kohe. Matjet e marra nga vërtetimi gjatë një periudhe kohe quhen epoka. Që të kemi një situatë të plotë mbi dinamikën e lëvizjes apo deformimit të objektit vërtetimet duhet të bëhen për një numër të madh epokash.

Matjet e çdo epoke duhet të lidhen me njëra tjetrën me qëllim që të bëhet analiza e saktë e dinamikës së lëvizjes. Për të bërë të mundur këtë duhet që pikat e rrjetit gjeomatik të jenë të qëndrueshme dhe të pa dëmtuara. Në shumë objekte inxhinierike në Shqipëri janë kryer vërtetime për të matur deformimet me instrumenta optike të tipit teodolite. Vazhdimi i punës për vërtetime gjeomatike me këto instrumenta në të ardhmen është i pamundur (KESH).²⁸ Përpërimi i teknologjisë së ndërtimit të instrumentave gjeomatik dhe i programimit të softeve llogaritëse dhe përpunuese, kërkon metoda të reja pune për monitorim.

²⁸KESH-Korporata Elektroenergjitike Shqiptare

Në këto kushte favorizuese, vazhdimi i vrojtimeve gjeomatike kërkon që të kalohet nga metoda optike e vrojtimit për deformim në metodën automatike (robotike dhe gjysëm robotike) dhe në metodën online. Ky kalim fillon me ndërtimin e rrjetit të ri të monitorimit duke u mbështetur në pikat e rrjetit ekzistues dhe duke bërë shpeshimin e këtyre pikave me qëllim që të kemi me shumë marka dhe prizma për vizim. Të gjithë pikat repera të rendit të parë dhe të rendit të dytë duhet të rinovohen sipas standarteve.

Që të kemi një vijueshmëri në punën monitoruese duhet që pikat e rrjetit të ri (të rendit të parë dhe të rendit të dytë) të lidhen me pikat e rrjetit të vjetër (ekzistues). Në këtë mënyrë ne kemi projektuar një rrjet që do të na shërbejë për të studiuar të gjithë dinamikën e lëvizjes së objektit që nga koha kur është ndërtuar deri në çastin kur bëjmë matjet për epokën e fundit. Që të kemi matje të sakta duhet që pikat e rrjetitgjeomatik ku do të centrohen instrumentat matës të jenë dhe nga ana konstruktive të qëndrueshme.

Projektimi konstruktiv i reperave varet nga kushtet gjeologjike të terrenit ku ato do të ndërtohen. Reperat (shtyllat prej betonarmeje) duhet të ndërtohen në terrene të qëndrueshme. Paraprakisht duhet të bëhet studimi gjeologjik i terrenit ku do të ndërtojmë shtyllën e betonit. Lloji i konstruksionit dhe mënyra e ndërtimit varet nga vështirësia e terrenit dhe nga kushtet e transportit.

Betoni i përdorur duhet të jetë i markës M400 – M500 (në varësi të terrenit dhe të kushteve atmosferike) me qëllim që të përballojë ngricat dhe agjentët e tjerë atmosferikë meqënëse këto shtylla duhet të përdoren për një periudhë shumë të gjatë kohe. Përmasat e shtyllave-repera janë të ndryshme në varësi të terrenit ku do të vendosen. Në terrene shkëmbore (shkëmb i fortë) thellësia e themelit duhet të jetë nga 70 cm deri në 80 cm. Në terrene të buta dhe me bar thellësia e themelit duhet të jetë nga 170 cm deri 180 cm.

Shtyllat e betonit të rendit të dytë (reperat) i projektojmë pasi kemi projektuar pikat e rendit të parë. Nga ana konstruktive këto repera kanë lartësi më të vogël sepse në këto pika do të instalojmë vetëm reflektorët dhe prizmat. Në të njëjtën kohë në trupin e këtyre pikave vendoset e mbërthyer në beton marka e nivelimit.

Markat e nivelimit na shërbejnë për të realizuar nivelimin gjeometrik të saktësisë së lartë. Shtyllat repera janë ngulur në tokë deri në një thellësi prej 60-90 cm. Pjesa e shtyllës mbi sipërfaqen e tokës duhet të jetë 25-45cm. Në pjesën e sipërme të shtyllës është e betonuar vida ku do të centrohet reflektori, prizmi etj. Në varësi të vendndodhjes se ku do të ndërtojmë shtyllën, bëhet edhe konstruktimi dhe armimi i këtyre shtyllave (KESH).²⁹

²⁹KESH-Korporata Elektroenergjitike Shqiptare



Figura 4-3 Model reper betoni i rendit të I-rë i cili është përdorur në projektimin edhe ndërtimin e rrjetit monitorues për digat e Hec Vau Dejes (M.Koço, 2015)

4.2. Instrumentët matës. Përzgjedhja dhe kriteret e tyre

Elementi më thelbësor për studimin e qëndrueshmërisë së objekteve është zgjedhja e instrumenteve matëse. Prandaj deviza kryesore është se sa më preciz të jemi në zgjedhjen e instrumenteve matëse aq më me saktësi realizojmë matjet. Instrumentët matës gjeomatik që do të përdorim për monitorim përzgjidhen në varësi të llojit të objektit që do të monitorojmë.

Objekti që do të nënshtrohet monitorimit studiohet fillimisht nga ana gjeometrike, konstruktive, gjeologjia e terrenit, madhësia e objektit, shtrirja etj. Duke parë me detaje të gjithë këta elementë përcaktojmë në mënyrë të detajuar:

- metodologjinë që do të përdorim për monitorim,
- instrumentet monitorues,
- kohën ndërmjet epokave monitorizuese,
- kohëzgjatjen e monitorimit në vite,
- metodika e transferimit të të dhënave të marra nga matjet e drejtëpërdrejta në terren,
- programet e përpunimit të të dhënave,
- analiza e gabimeve në matje etj.

Përzgjedhja e instrumenteve matës bëhet duke analizuar rrjetin gjeomatik të ndërtuar për monitorim. Ky rrjet duhet të plotësojë disa kritere. Pikat e rrjetit të parë (Shtyllat ku do të centrojme instrumentin) duhet të jenë të lidhura me rrjetin dhe duhet të kenë shikim reciprok ndërmjet tyre. Shtyllat ku do të vendosim prizmat për vrojtim duhet të maten të paktën nga dy ose tre pika të rrjetit të parë (pika ku centrojme instrumentin).

Të gjithë këta tregues si dhe analiza paraprake e rrjetit, saktësia e rrjetit, përpunimi i matjeve diktojnë llojin e instrumentit për të matur si dhe saktësinë e pritshme të matjeve pas llogaritjeve. Në varësi të të gjithë këtyre kritereve për monitorimin e digës perzgjidhen instrumentat matës. Sot me rritjen e teknologjisë më së shumti përdoren instrumenta me Stacion Total gjysëm robotik dhe robotik me saktësi 0.5" dhe 1"(KESH).

Për të kryer procesin e vrojtimit në digën Vau Dejës kam përdorur **Instrumentin Stacion Total Leica tipi TM30** me këto karakteristika:

- Saktësia e matjes këndit = 1"
- Saktësia e matjes se largësive = 0.6 mm + 1 ppm
- Distanca maksimale e matjes = 3500 m



Figura 4-4 Instrument Station Total Leica tipi TM30 (M.Koço, 2015)

Për të kryer procesin e nivelimit përdorim **Nivelën Digitale Leica DNA10** që siguron kërkesat dhe saktësinë e kërkuar për raste të tilla. Të dhënat teknike të nivelës janë:

- gabimi për një vijë nivelimi me gjatësi 1 km vajtje ardhje = 0.9 mm

Përparafillimit të punimeve për vrojtim bëhet testimi i instrumenteve dhe i softuerëve përpunuese. Gjithashtu përpara fillimit të epokës 0 të matjeve bëhet kontrolli i rrjetit referent dhe i rrjetit të rendit të dytë (shtyllave).



Figura 4-5 Instrument Nivela Digitale Leica DNA10 (M.Koço, 2015)

Prizmat, reflektorët dhe pllakat e vijëzimit

Në terrene shkëmbore kur heqja dhe vendosja e prizrave është shumë e vështirë (për shkak të terrenit), vendosen shenja të përhershme. Këto shenja janë në formën e pllakave metalike me përmasa 10 cm x 10 cm (figura 4-6). Pllaka gozhdohet me vida të gjata në faqen e shkëmbit ose të betonit dhe nuk hiqen derisa të kryejmë të gjithë procesin e matjeve.

Për të mbrojtur këto pllaka nga agjentët atmosferikë, në pjesën e sipërme të tyre vendosim një llamarinë në formën e çatisë. Kjo llamarinë nuk lejon futjen e ujit dhe të rrezeve të diellit për të prishur vijëzimet e pllakës dhe për të hequr ngjyrat që ka pllaka (KESH).

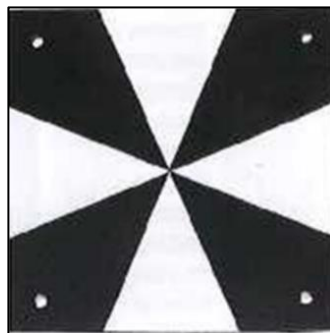


Figura 4-6 Pllaka (KESH)

Për të realizuar procesin e matjeve për deformim (për të matur drejtimet, këndet dhe distancat) si pika matje (target) përdorim reflektorët. Reflektorët janë disa llojesh. Me reflektor mund të matim nga një drejtim ose mund të matim nga të gjitha drejtimet. Matja varet nga lloji i reflektorit.

Kur reflektori është i pajisur me një pasqyrë, masim nga një drejtim, dhe kur reflektori është i pajisur nga të gjitha anët me pasqyra, matja realizohet nga të gjithë drejtimet, pra nga 360°.

Përdorimi i reflektorëve ka rritur saktësinë e matjes së këndeve dhe largësive si dhe shkurton kohën e matjeve. Në rastet kur reflektori qëndron në pikë dhe nuk e heqim për një kohë të gjatë, në pjesën mbi reflektor vendosim një llamarinë në formën e çatisë.

Kjo llamarinë nuk lejon që reflektori të priset nga reshjet e shiut, nga rënia e gurëve apo edhe nga rrezet e diellit (figura 4-7) (KESH).



Figura 4-7 Reflektori dhe llamarina (KESH)

4.3. Projektimi i rrjetit të ri monitorues për digën Vau Dejës

Rrjeti i ri mbështetës gjeomatik për monitorim do të projektohet dhe ndërtohet në tre nën-rrjete. Dy rrjete janë për vërtetim 3D dhe një rrjet është për nivelacion 1D. Projektimin e rrjetit të pikave për monitorim në rastin e kësaj dige do ta ndajmë në dy rënde.

-Rrjeti i I-rë ose referent do të jetë i përbërë nga pikat ku do të centrohet instrumenti matës. Këto pika do të quajmë pika referente (repera kryesor të rendit I).

-Rrjeti i II-të, pikat ku do të vendosen prizmat ose reflektorët për vërtetim (në këto pika nuk do të vendosen instrumentat matës) janë pikat e rendit të II-të. Këto pika do të quajmë repera të vërtetimit të rendit të II-të.

-Rrjeti i III-të është rrjeti i pikave të nivelacionit.

Pikat e rendit të parë në terësi janë jashtë trupit të digës dhe jashtë ndikimit të forcave të saj. Pikat e rendit të dytë dhe pikat e rrjetit të nivelimit janë projektuar në kreshtën e digës dhe në të gjithë skarpatën e digës.

Gjithashtu si pika të rendit të dytë dhe të nivelacionit janë edhe pikat e kullës së veprës së marrjes dhe të tuneleve të shkarkimit dhe të kanalit të hapur që shërben për shkarkimet e plotave.

1. Pikat e rrjetit të **I-rë** janë pikat si më poshtë (figura 4.8):

- 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114 (14 pika)

2. Pikat e rrjetit të **II-të** janë pikat si më poshtë (figura 4.8):

-201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 337, 338, 339 (48 pika)

3. Pikat e rrjetit të **Nivelacionit** janë pikat si më poshtë (figura 4.8):

-501, 502, 401, 402, 403, 404, 405, 503, 504, 505, 506, 406, 407, 408, 409, 410, 411, 412, 413, 414, 415, 416, 417, 418, 419, 420, 507, 508 (28 pika)

4.3.1. Skema e matjeve këndore dhe gjatësore sipas rrjetit të projektuar

Bazuar në skemën e rrjetit të mikrotriangulacionit të projektuar, hartojmë edhe mënyrën e matjeve në terren. Matjet fillojnë nga pikat e rrjetit të rendit të I-rë. Këto pika janë njekohësisht edhe pika të fiksuara në terren me shtylla betoni ku do të centrojme instrumentin matës. Proçesin e matjeve e fillojmë nga pika e rendit të I-rë nr. 101. Pasi centrohemi në këtë pikë fillojmë matjet në prizmat që vendosim po në pikat e rrjetit të rendit të parë (pikat që kanë shikueshmëri nga kjo pikë ku kemi centruar instrumentin).

Pasi marrim të gjithë matjet në prizmat që kemi vendosur në pikat e rendit të parë (këto janë pika që do të centrojme instrumentin dhe do të kryejmë proçesin e matjeve), vizojmë dhe marrim matjet në pikat e rrjetit të rendit të dytë. Pra proçesi i matjeve në një pike stacioni (të rendit të parë) është matje nga pika e rendit të parë - matje e të gjithë pikave të rendit të parë (që shikohen), dhe pas kësaj fillon proçesi i matjes tek të gjithë pikat e rendit të dytë ku kemi vendosur reflektorët (pikat që shikohen nga kjo pikë e stacionimit). Në të njëjtën mënyrë vazhdojnë matjet tek të gjitha pikat e stacionimit të rendit të parë.

Siç e kemi përmendur dhe më sipër matjet do të zhvillohen minimalisht me 3 seri. Meqënësë instrumenti matës Leica TM 30 është instrument robotik, operatori mat vetëm gjysëmsërinë e parë pasi seritë e tjera maten në menyrë robotike sipas drejtimeve të matura në gjysëmsërinë e parë.

Pra, në grupin e parë të matjeve hyjnë vrojtimit e drejtimeve: pikë e rendit I-pikë e rendit të I-rë. Kurse në grupin e dytë të matjeve hyjnë vrojtimit e drejtimeve të kombinuara, pikë e rendit të I-rë, drejt vrojtimit për në pikat e rendit të II-të. Nuk mund të ketë vrojttime nga pikë e rendit të II-të drejt pikave të rendit të I-rë ose të II-të.

Meqenësë pikat e rendit të dytë nuk shikohen të gjithë pikat e rendit të parë, vrojtimi i tyre bëhet nga ato pika që shikohen. Ne këtë rast duhet të kemi kujdes që çdo pikë e rendit të dytë (pikat ku kemi vendosur prizmat) duhet të vrojtohet të paktën nga dy ose tre pika të rendit të parë.

Për rrjetin e I-rë do të kemi këtë rradhë vrojtimesh:

Nga pika e stacionit **101** vrojtohen këto pika të rendit të I-rë:

- 102, 103, 104, 105, 108, 109, 110, 111, 113, 114

Nga pika e stacionit **102** vrojtohen këto pika të rendit të I-rë:

- 101, 110, 108, 109, 103, 104, 105, 106, 107

Nga pika e stacionit **103** vrojtohen këto pika të rendit të I-rë:

- 101, 102, 104, 105, 106, 107, 108, 109

Nga pika e stacionit **104** vrojtohen këto pika të rendit të I-rë:

- 101, 102, 103, 105, 106, 107

Nga pika e stacionit **105** vrojtohen këto pika të rendit të I-rë:

- 101, 102, 103, 104, 106, 107

Nga pika e stacionit **106** vrojtohen këto pika të rendit të I-rë:

- 102, 104, 105, 107

Nga pika e stacionit **107** vrojtohen këto pika të rendit të I-rë:

- 102, 103, 104, 105, 106

Nga pika e stacionit **108** vrojtohen këto pika të rendit të I-rë:

- 101, 102, 103, 107, 110, 111

Nga pika e stacionit **109** vrojtohen këto pika të rendit të I-rë:

- 101, 102, 103, 108, 110, 111, 112, 114

Nga pika e stacionit **110** vrojtohen këto pika të rendit të I-rë:

- 101, 102, 108, 109, 111, 112, 113, 114

Nga pika e stacionit **111** vrojtohen këto pika të rendit të I-rë:

- 101, 102, 108, 109, 110, 112, 113, 114

Nga pika e stacionit **112** vrojtohen këto pika të rendit të I-rë:

- 109, 110, 111, 113, 114

Nga pika e stacionit **113** vrojtohen këto pika të rendit të I-rë:

- 101, 110, 111, 112, 114

Nga pika e stacionit **114** vrojtohen këto pika të rendit të I-rë:

- 101, 109, 110, 111, 112, 113

Për rrjetin e II-të do të kemi këtë rradhë vrojtimesh:

Nga pika e stacionit **101** vrojtohen këto pika të rendit të II-të:

- 209

Nga pika e stacionit **102** vrojtohen këto pika të rendit të II-të:

- 202, 203, 204, 301, 302, 303, 304, 305

Nga pika e stacionit **103** vrojtohen këto pika të rendit të II-të:

- 201, 202, 203, 204

Nga pika e stacionit **104** vrojtohen këto pika të rendit të II-të:

- 201, 202, 203, 204, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 310

Nga pika e stacionit **105** vrojtohen këto pika të rendit të II-të:

- 201, 202, 203, 204, 306, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 315

Nga pika e stacionit **106** vrojtohen këto pika të rendit të II-të:

- 201, 202, 203, 204, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 310

Nga pika e stacionit **107** vrojtohen këto pika të rendit të II-të:

- 201, 202, 203, 204, 306, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 315

Nga pika e stacionit **108** vrojtohen këto pika të rendit të II-të:

- 202, 203, 204, 209

Nga pika e stacionit **109** vrojtohen këto pika të rendit të II-të:

- 205, 206, 207, 209, 316, 317, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333

Nga pika e stacionit **110** vrojtohen këto pika të rendit të II-të:

- 205, 206, 207, 208, 209, 316, 317, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330

Nga pika e stacionit **111** vrojtohen këto pika të rendit të II-të:

- 205, 206, 207, 208, 209, 316, 317, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333

Nga pika e stacionit **112** vrojtohen këto pika të rendit të II-të:

- 206, 207, 208, 209, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333

Nga pika e stacionit **113** vrojtohen këto pika të rendit të II-të:

- 207, 208, 209, 334, 335, 336, 337, 338, 339

Nga pika e stacionit **114** vrojtohen këto pika të rendit të II-të:

- 206, 207, 208, 334, 335, 336, 337, 338, 339

Me përfundimin e të gjithë vrojtimeve marrim të gjithë rezultat e matjeve fushore. Këto të dhëna shkarkohen në formatin GSI ose në formatin RawData, shkarkohen në kompjuter dhe përpunohen në softin e zgjedhur.



Figura 4-8 Harta e rrjetit Gjeomatik për HEC-in Vau Dejës (KESH)

4.4. HEC Vau i Dejës

Në HEC Vau i Dejës që nga viti 2012 është implementuar sistemi i monitorimit gjeomatik për digat e Qyrsaqit dhe Zadejës.

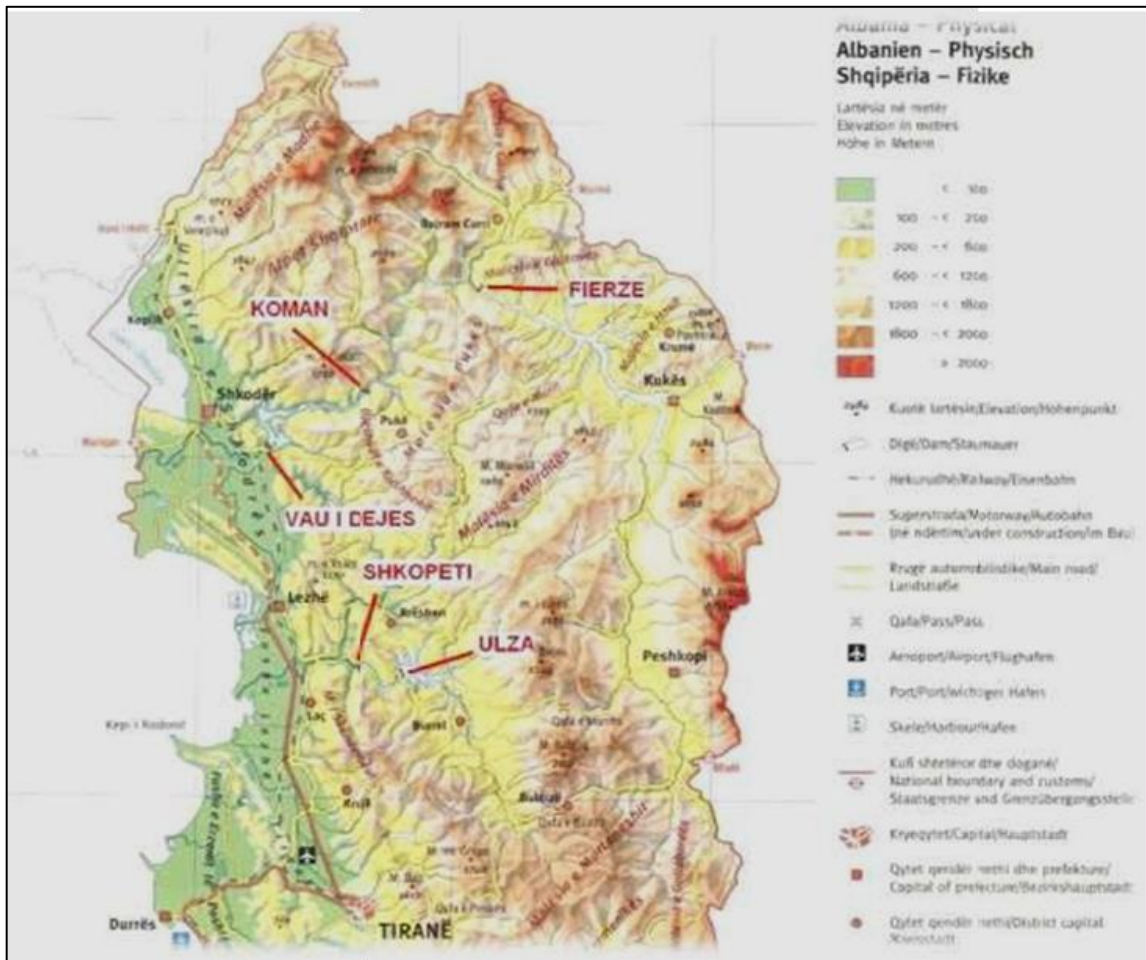


Figura 4-9 Vendodhja e digave në hartën e Republikës së Shqipërisë (KESH)

Rrjeti i sistemit të monitorimit përbëhet nga 14 reperë të rendit të parë (pika të forta prej betoni ku centrohet instrumenti, Pilar), 33 reperë të rendit të dytë (monumente betoni), 28 pika nivelacioni, 13 pika të rendit të tretë ku vendosen reflektorët si dhe një target metalik.

Matjet në epokën 0 për rrjetin gjeomatik është marrë në muajin e 11-të dhe 12-të të vitit 2012 (muaji 10-të në digën e Zadejës dhe Qyrsaq dhe i 12-të nivelimi në digën Qyrsaq). Niveli i ujit të rezervuarit ishte në 73.99 m në muajin e 11-të dhe në 74.32 m në të 12-tin, që ishte i lartë.

Matjet në epokën e 1-rë për rrjetin gjeomatik janë marrë në datat 17 dhe 18 Prill të vitit 2013 (17-të diga Zadeje dhe Qyrsaq, 18-të Qyrsaq dhe nivelimi). Niveli i ujit të rezervuarit ishte 74.28 m, që është i lartë.

Matjet në epokën e 2-të për rrjetin gjeomatik janë marrë në datat 20 dhe 23 Prill të vitit 2018 (më 20 matjet me nivelim dhe më 23 matjet me stacion total). Niveli i ujit të rezervuarit ishte në 74.96 m me nivelim dhe në 74.16 m me stacion total.

Matja e rrjetit gjeomatik konsiston në matjet me **Stacion Total** dhe matjet me **Nivelë dixhitale** (metoda e nivelimit gjeometrik).

4.4.1. Rrjeti me Stacion Total

Stacionet e vrojtimit

Matjet me stacion Total janë bërë nga 14 reperë të rendit të parë në pjesën e sipërme dhe të poshtme të të dyja digave Zadejë dhe Qyrfaq.

Pikat e referencës

Reperëve të rendit të parë ju është bërë shpeshitim rrjeti me 9 pika reference të rendit të dytë dhe të tretë. Pikat e referencës janë metalike të mbrojtura me një vidë, target ose monumente betoni.

Pikat e deformimit

Pikat e deformimit në Zadejë janë 15 reperë të rendit të dytë të vendosur në 3 rrjeshta përgjatë digës. Pikat e deformimit në Qyrfaq janë 18 reperë të rendit të dytë të vendosur në 3 rrjeshta përgjatë digës dhe 6 vida të rendit të tretë të vendosura në pjesën e brëndshme të betonit në anë të veprës së marrjes.

4.4.2. Rrjeti i Nivelimit

Pikat e referencës

Tetë pikat e referencës ose pikat e nivelacionit për nivelim janë vendosur në shkëmb të fortë përgjatë rrugës në kreshtën e të dyja digave.

Pikat e deformimit

Tetë pikat e deformimit për nivelim janë të integruara në themelet e monumenteve dhe pilarëve përgjatë kreshtës së digës. Dy bulona shtesë janë të fiksuara në shkëmb të fortë në të dy anët e kreshtës së digës.

4.5. Matjet. Përpunimi i të dhënave

Një proces monitorimi ku rrjeti monitorues është përcaktuar në mënyre optimale dhe matjet janë bërë sipas epokave, janë bërë me kujdes të lartë të cilat mundësojnë përfitimin e të dhënave cilësore të cilat mund të futen në procedurat e përpunimit dhe nxjerrjen e rezultatit në mënyrë të sigurtë dhe të besueshme. Këto matje dhe të dhëna të përfituara mundësuan dhe përcaktimin e metodave të përpunimit në mënyrë të sigurtë.

4.5.1. Matja në epokën 0 dhe epokën 2

Monitorimi i objekteve inxhinierike fillon me vërtetimet e epokës 0. Në rastin e digave si kohë fillestare për fillimin e vërtetimeve gjeomatike duhet të jetë periudha pa filluar akumulimi i ujit në të. Bazuar në matjet e epokës 0 do të bëhen të gjithë matjet e epokave të tjera si dhe do të bëhet krahasimi ndërmjet kësaj epoke dhe epokave pasardhëse.

Matjet për epokën pasardhëse (epokën 2) bëhet në vjeshtë ose pranverë në varësi të matjes së epokës 0, kohë kur temperaturat janë normale dhe niveli i ujit në digë është shumë afër minimale ose maksimale. Në këtë rast mund të bëjmë një krahasim të dukshëm midis epokës 0 dhe epokës 2.

Ky dallim duhet të jetë i dukshëm sepse në rastin e epokës 0 pesha e ujit në digë është maksimale dhe në rast epokës 2 si temperatura dhe presioni i ajrit memorizohen në memorien e instrumentit. Këto të dhëna shkarkohen nga instrumenti dhe përpunohen në programin përkatës. Pas përpunimit të të gjithë të dhënave llogariten koordinatat përfundimtare të pikave si dhe grafikët përkatës.

Matjet fillojnë pasi të kemi centruar me saktësi instrumentin dhe pasi kemi shënuar në memorien e instrumentit vlerën e temperaturës dhe të presionit atmosferik të matur në pikën ku centrojme instrumentin në momentin e matjes.

Temperatura e ajrit dhe presioni atmosferik maten me pajisjet përkatëse që duhet të shoqërojnë setin e instrumentit matës. Për të rritur saktësinë, matjet kryejmë minimalisht me 3 seri (mund të matim më shumë seri). Në qoftë se për ndonjë arsye matjet nuk janë të sakta atëherë përsëritim matjet deri sa të arrijmë saktësinë e kërkuar.

Kur matjet kryejmë me dy pozicionet e instrumentit dallimi në mes të dy matjeve duhet të jetë maksimale më i vogël se 1mm. Puna për procesin e vërtimit në terren duhet të bëhet në orët pa shumë diell për shkak të ndikimit të refraksionit. Duhet të shmangen orët me diell gjatë drekës.

Matjet gjeomatike u realizuan në datën 23.04.2018 për digën Zadejë dhe Qyrsaq gjithashtu edhe nivelimi për të dy digat.

Kushtet gjatë matjeve ishin të mira gjatë gjithë ditëve, me qiell të kthjellët dhe temperaturë në mes 18 dhe 21°C. Linja e vijimit në mes dy shtyllave është matur nga të dy anët. Është matur vajtje-ardhje për të gjithë rrjetin.

4.5.2. Matjet me Stacion Total

Për çdo Stacion janë matur të paktën 3 sete këndesh para dhe mbrapa. Temperatura dhe presioni janë matur në terren për çdo stacion dhe janë vendosur korrekturat në instrument. Çdo pikë deformimi është matur nga të paktën dy stacioneve individuale.



Figura 4-10 Instrumenti Stacion Total (M.Koço, 2015)³⁰

³⁰M.Koço. (2015, Prill). Mikrotezë "Monitorimi i Qëndrueshmërisë së Digave me Matje Gjeomatike" (Rast Studimor Diga Komanit). Tiranë



Figura 4-11 Pamje gjatë matjeve me stacion total (Koço, 2018)

4.5.3. Matjet me Nivelë DNA10

Nivelimi është ndarë në 5 vija nivelimi. Qëllimi është për të ndarë vijën e nivelimit në seksione të shkurtra në mënyrë që të kontrollohet saktësia e matjeve. Çdo vijë është matur vajtje-ardhje me Nivelën DNA10 Leica dhe latat e invarit.



Figura 4-12 Instrumenti me Nivelën DNA10 Leica (M.Koço, 2015)



Figura 4-13 Pamje gjatë matjeve me Nivelën DNA10 Leica (Koço, 2018)

4.5.4. Përpunimi i rrjetit në CAPLAN

Rrjeti është përpunuar me programin Caplan si një rrjet hapësinor 3D për matjet me Stacion Total dhe si një rrjet 1D për nivelim.

Në fushën informacion instalimit për çdo stacion, do të jepet si me poshtë:

F7 (kodi i lirë) 0

Kodi:

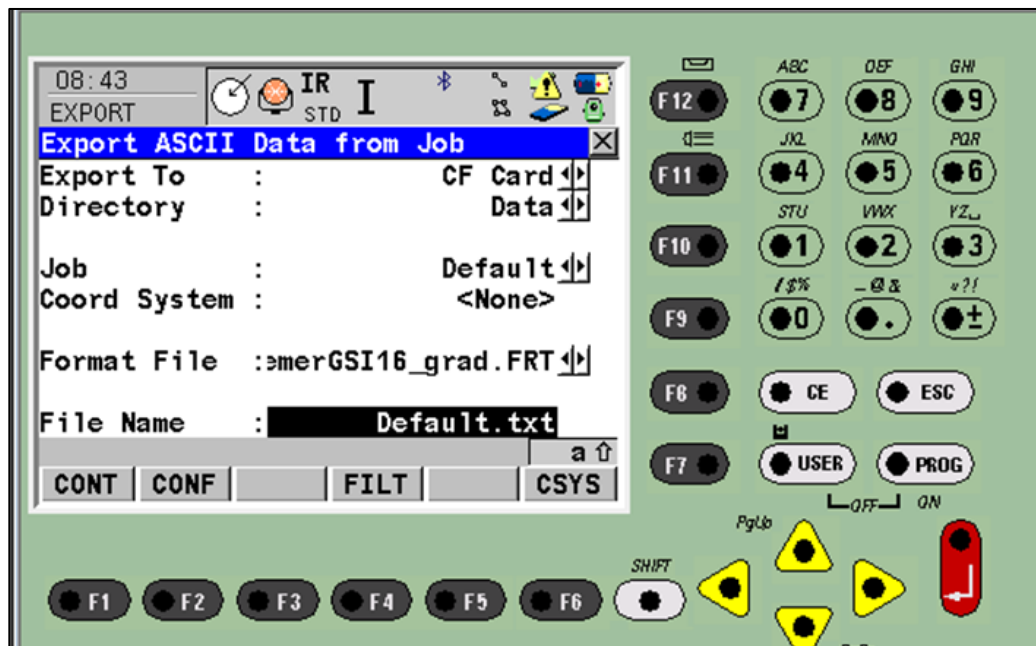
Nr. Stacionit:

Stacioni më i lartë (m):

Presioni atmosferik dhe temperatura do të rregullohen gjatë matjeve me stacion total

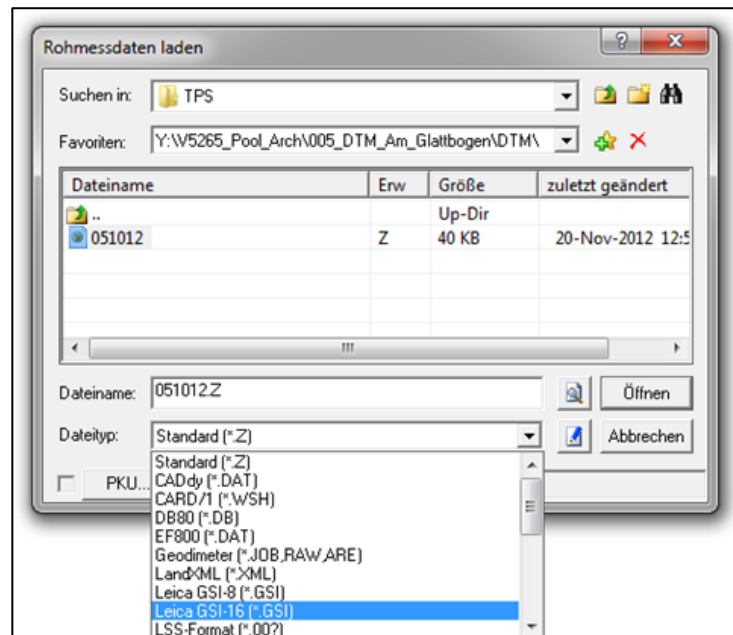
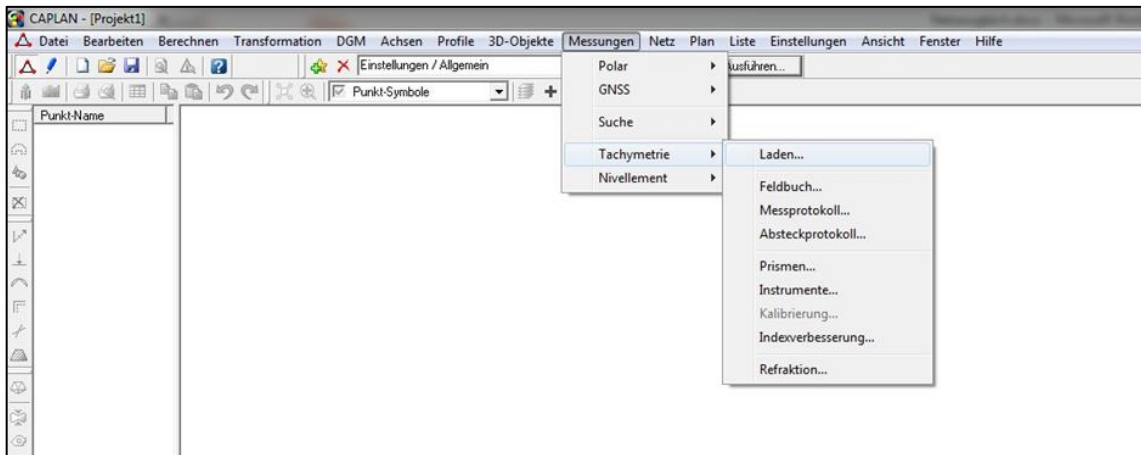
Transferimi i të dhënave

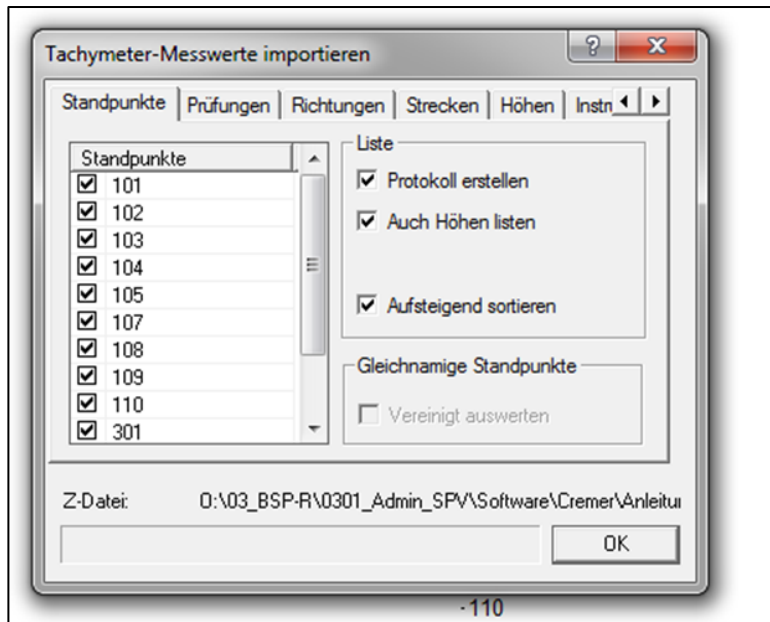
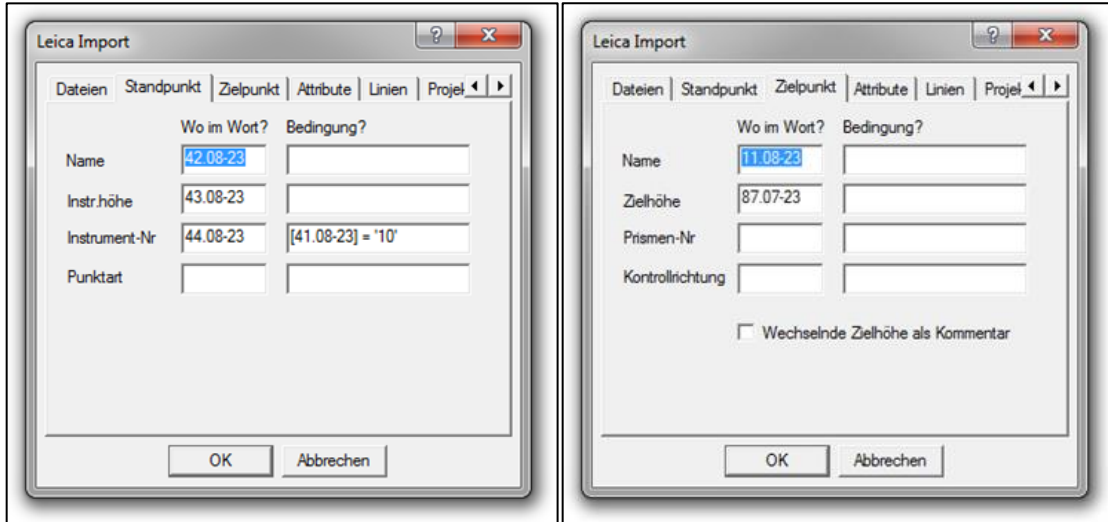
Tranferimi i të dhënave nga terreni në zyrë është bërë nëpërmjet File-t.gsi16 (eksport në stacion total: Convert/Export Data from job/Export ASCII/cremergsi16grad.frt).



File original.gsi po ashtu edhe file dbx duhet të ruhen. Vetëm një kopje e file-t gsi duhet të redaktohet. Është e nevojshme të kontrollohet në qoftë se të gjitha informacionet e stacioneve janë dorëzuar në rregull. Për më tepër të gjitha informacionet e lartësisë duhet të kontrollohen.

Importimi i vrojttimeve





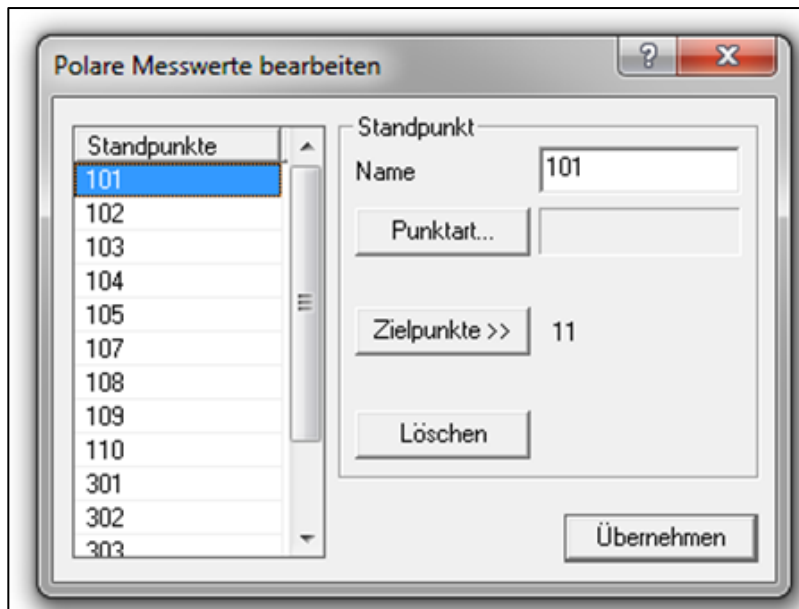
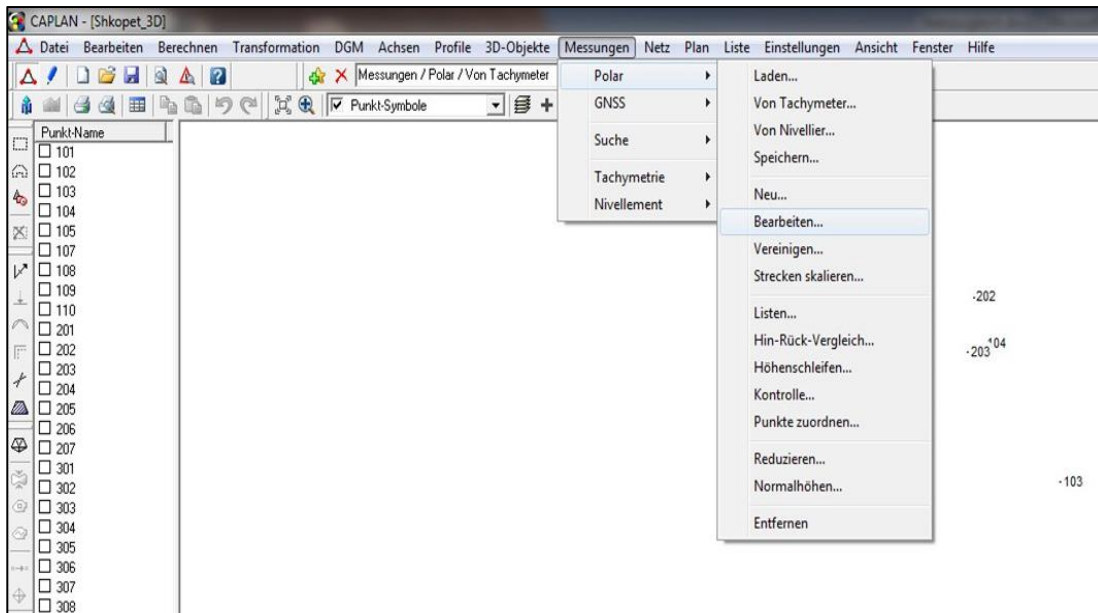
Në faqen tjetër do të shfaqen të gjithë stacionet. Ato duhet të zgjidhen të gjitha. Në hapin tjetër CAPLAN do të krijoj Z-file, i cili përmban vëzhgime në formatin CREMER. CAPLAN bënë të mundur kontrollin e pikave që shfaqin konfuzion, si dhe jep paralajmërim për matjet jo të sakta dhe i ruan në file ERR-file (Errors and warning) ose LST -file (averaging of sets of angles, differences).

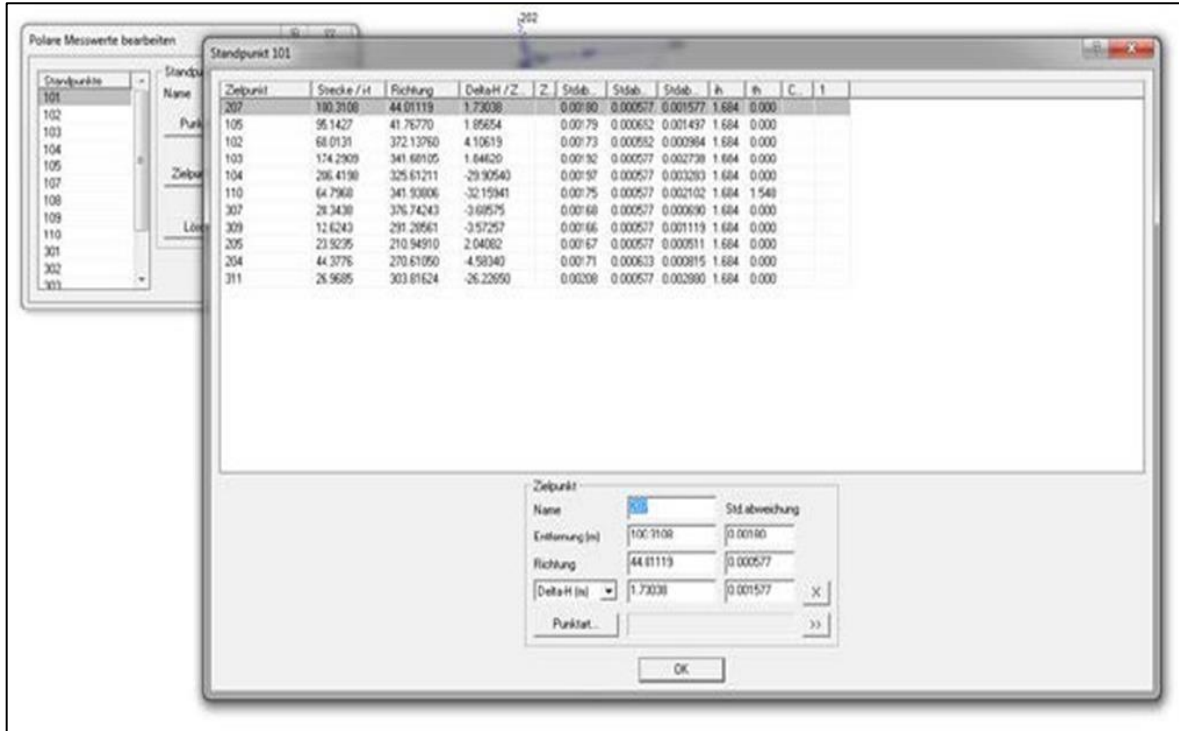
Richtungsreduktion							Stdabw
Zielpunktname	Lage I	Lage II **	Drehung	gedreht	endgültig		(mgon)
207	44.01132	3x	0.00000	44.01132	44.01132		
105	41.76777	3x	0.00000	41.76777	41.76777		
102	372.13742	3x	0.00000	372.13742	372.13742		
103	341.68107	3x	0.00000	341.68107	341.68107		
104	325.61216	3x	0.00000	325.61216	325.61216		
110	341.93799	3x	0.00000	341.93799	341.93799		
307	376.74230	3x	0.00000	376.74230	376.74230		
309	291.28569	3x	0.00000	291.28569	291.28569		
205	210.94872	3x	0.00000	210.94872	210.94872		
204	270.60986	3x	0.00000	270.60986	270.60986		
311	303.81669	3x	0.00000	303.81669	303.81669		
-----							0.00
207	244.01053	3x	200.00052	44.01105	44.01119	<==	
105	241.76710	3x	200.00052	41.76763	41.76770	<==	
102	172.13726	3x	200.00052	372.13778	372.13760	<==	
103	141.68050	3x	200.00052	341.68103	341.68105	<==	
104	125.61154	3x	200.00052	325.61206	325.61211	<==	
110	141.93760	3x	200.00052	341.93812	341.93806	<==	
307	176.74204	3x	200.00052	376.74256	376.74243	<==	
309	91.28500	3x	200.00052	291.28553	291.28561	<==	
205	10.94896	3x	200.00052	210.94948	210.94910	<==	
204	70.61062	3x	200.00052	270.61114	270.61050	<==	
311	103.81435	3x	200.00052	303.81487	303.81624	<==	
-----							0.14
Reduktion der Entfernungen							Stdabw
Zielpunktname	In-Pr I-Höhe	Z-Höhe	gemessen	I+M-Korr	H-Korr	Entfernung	(cm)
207	00 00	1.684	0.000	100.311	0.0000	0.0000	100.3110
207	00 00	1.684	0.000	100.311	0.0000	0.0000	100.3110
207	00 00	1.684	0.000	100.311	0.0000	0.0000	100.3110
207	00 00	1.684	0.000	100.311	0.0000	0.0000	100.3110
207	00 00	1.684	0.000	100.311	0.0000	0.0000	100.3110
207	00 00	1.684	0.000	100.310	0.0000	0.0000	100.3100
-----							0.04
105	00 00	1.684	0.000	95.143	0.0000	-0.0002	95.1428
105	00 00	1.684	0.000	95.142	0.0000	-0.0002	95.1418
105	00 00	1.684	0.000	95.143	0.0000	-0.0002	95.1428
105	00 00	1.684	0.000	95.143	0.0000	-0.0002	95.1428
105	00 00	1.684	0.000	95.143	0.0000	-0.0002	95.1428
105	00 00	1.684	0.000	95.143	0.0000	-0.0002	95.1428
-----							0.04
102	00 00	1.684	0.000	60.062	0.0000	-0.0489	60.0131
102	00 00	1.684	0.000	60.062	0.0000	-0.0489	60.0131
102	00 00	1.684	0.000	60.062	0.0000	-0.0489	60.0131
102	00 00	1.684	0.000	60.062	0.0000	-0.0489	60.0131
102	00 00	1.684	0.000	60.062	0.0000	-0.0489	60.0131
102	00 00	1.684	0.000	60.062	0.0000	-0.0489	60.0131

Në të njëjtën kohë me komandën import Caplan gjejmë mesataren e këndeve dhe shkurtorjme distancën e kreshtës në atë horizontale dhe lartësi të ndryshme. Mesataret e grupeve të këndeve, do të kontrollohen për cilësinë e tyre.

- Saktësia e këtyre matjeve duhet të jetë brenda saktësisë së instrumentit, pra më e vogël se 1”.
- Për çdo distancë të vetme kemi një devijim standart të llogaritur për matje të ndryshme.
- Këndet vertikale janë transformuar në diferencat më të larta atëherë kur distanca matjeve është e disponueshme dhe devijimet standarte në cm llogariten për çdo diferencë lartësie.
- Në fund të kontrollit ka një krahasim për matjet dhe kontraditat e tyre.
- Kjo jep një ide për kualitetin e diferencës së lartësive.
- Në rast se ka ende gabime bruto në të dhënat, redaktimi do të bëhet në GSI-File. Qëllimi është që të ketë file GSI-File të pastër dhe pa gabime në fund.

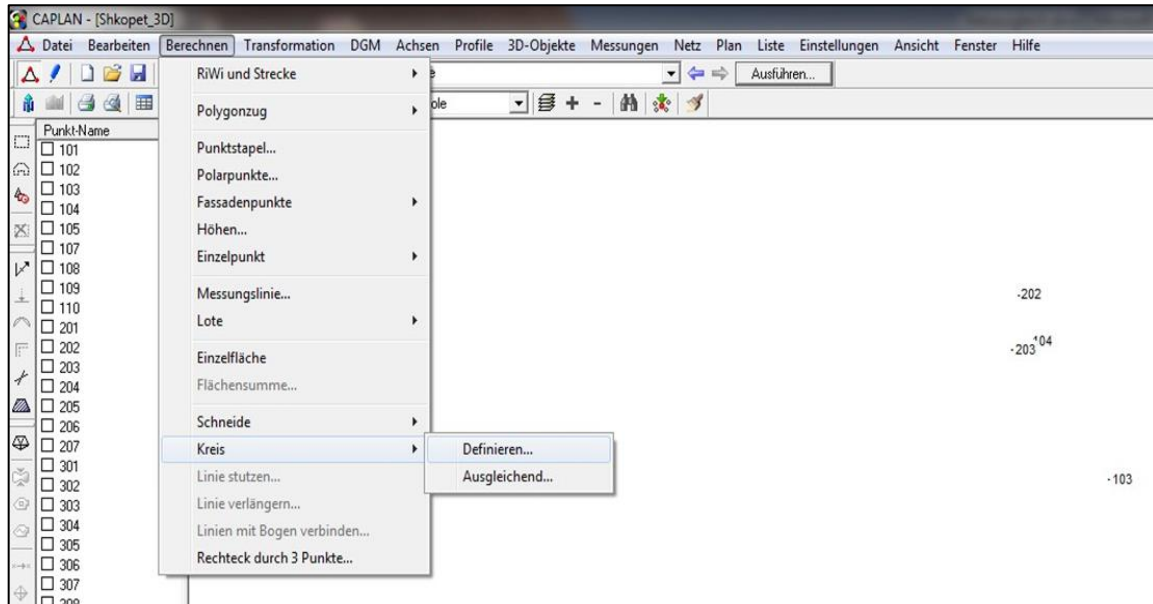
Editimi i vrojttimeve





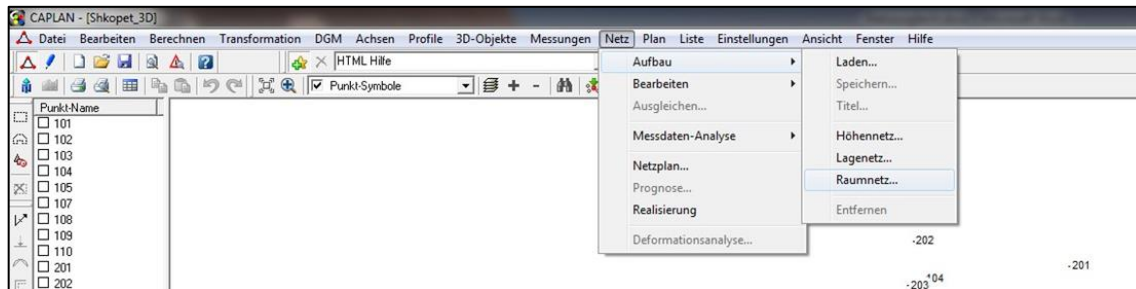
Megjithëse është e mundur që të bëjmë rregullimin e punës, të gjithë ndryshimet do të ruhen në Z- file dhe nuk ndikojnë në File-In.GSI original.

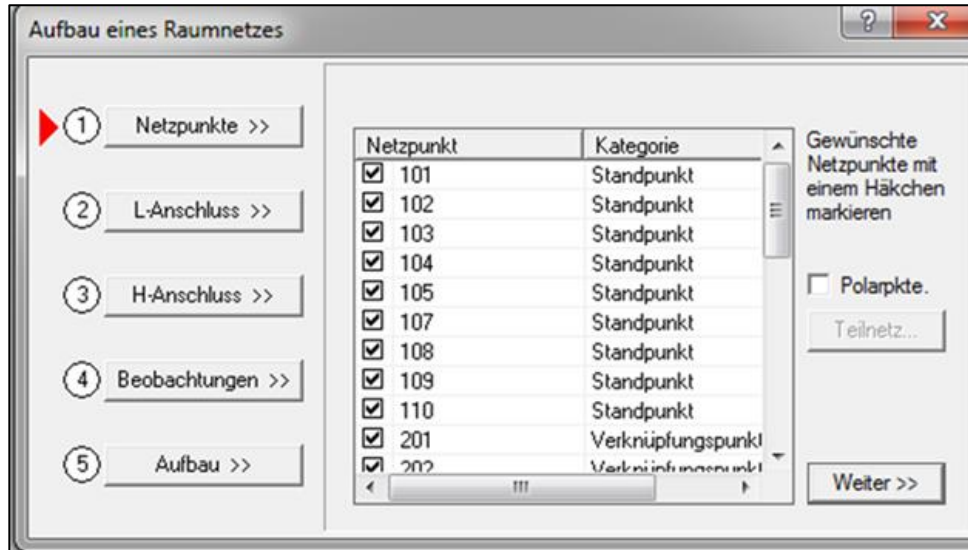
Saktësia e çdo vrojtimi është marrë nga mesatarja e grupeve të këndeve. Ata do të mund të merren si vlera apriori për rregullimin e rrjetit, por kjo nuk është e rekomanduar. Në rast të konfuzionit të pikës rekomandohet të vizatohet një rreth nga stacioni ku konfuzioni ka ndodhur me rrezën e distancës deri në pikën që është e paqartë. Pika që ne po kërkojmë duhet që të lokalizohet brenda në rreth.



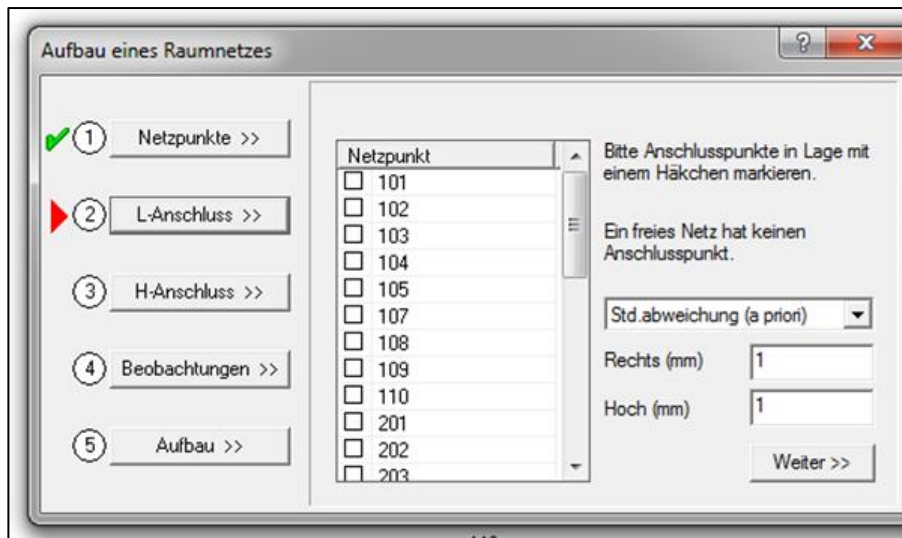
Përkufizimi i rrjetit

Para se të fillojmë me rregullimin e rrjetit ne kemi nevojë për të përcaktuar rrjetin ku do veprojmë. Prandaj ne duhet të zgjedhim dimensionin e rrjetit tonë, të pikës-Net, pikat e referimit dhe ti japim prioritet saktësisë në vëzhgim. (kjo funksionon në qoftë se kemi gjithashtu një përafrim të mirë të kordinatave ose vrojtim mjaftueshëm të mirë të pikës).





#Pikat e rrjetit sugjerohen automatikisht por gjithsesi duhet të kontrollohen për siguri.



#Një rrjet i lirë nuk ka pika reference; përndryshe mund të zgjedhësh pikat e referencës dhe saktësitë e tyre.

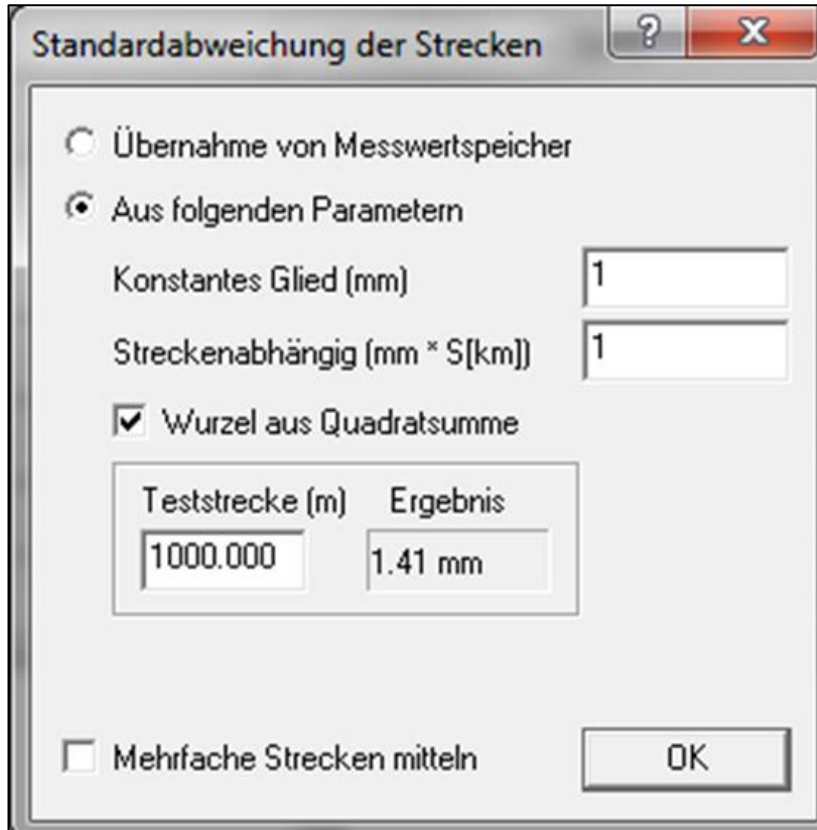
Më lart mund të zgjidhen saktësitë apriori gjithashtu ato gloabale (për të gjitha vrojtimit e çdo tipi) ose mund të merren vlerat nga file Z (individualisht për çdo matje teke).

Ne duhet të marrim vlerat e matjeve në epokën 0 në qoftë se:

Kryhen matjet me të njëjtën pajisje si te matjet e mëparshme.

Kushtet e matjes në terren janë të krahasueshme me matjet e mëparshme.

Asgjë e veçantë nuk ndodh gjatë matjeve.

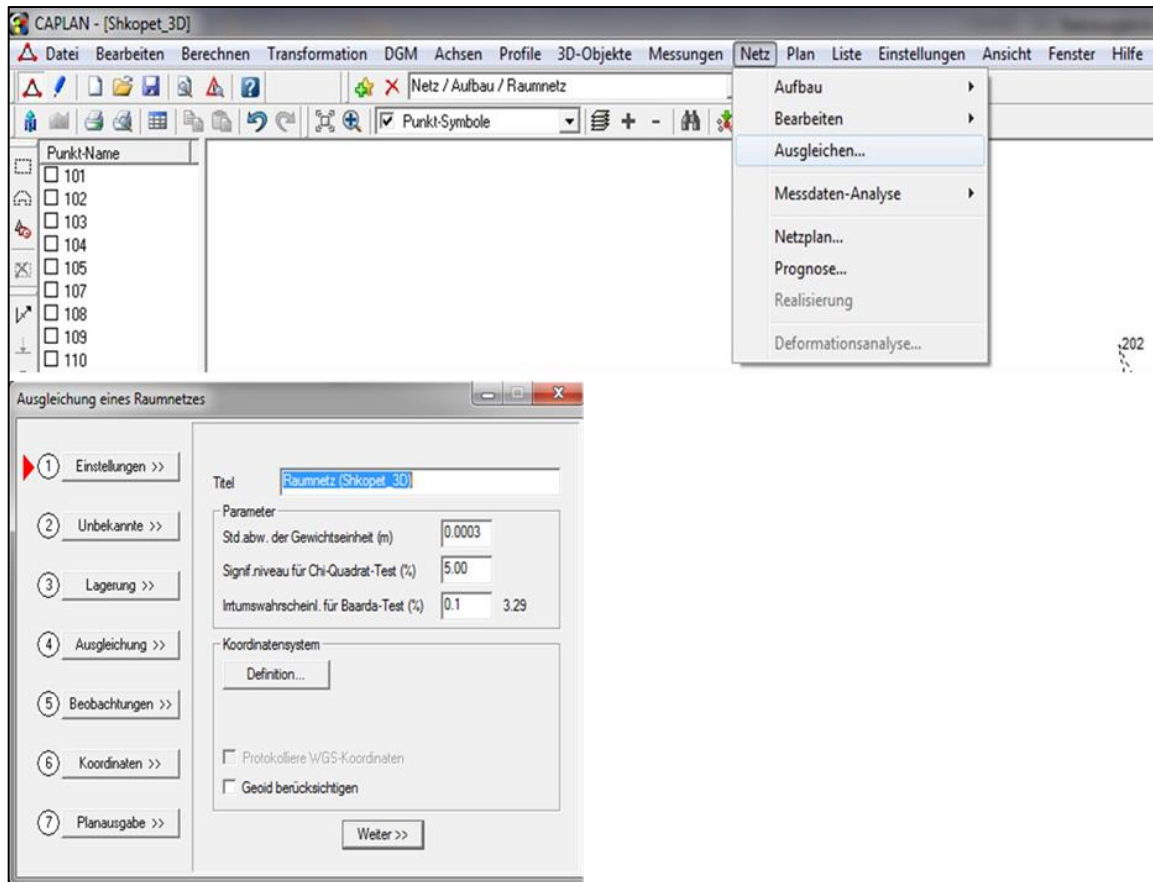


Përveç kësaj një sistem koordinativ mund të përcaktohet për të reduktuar vrojtmet të sistemit të zgjedhur. Pas përfundimit të përcaktimit të rrjetit krijohet një File N.

Aty është regjistruar gjithë informacioni i rrjetit duke përfshirë gjithë vrojtmet dhe saktësitë e tyre apriori. Në rast se një sistem koordinativ është zgjedhur, vrojtmet do të reduktohen në këtë file.

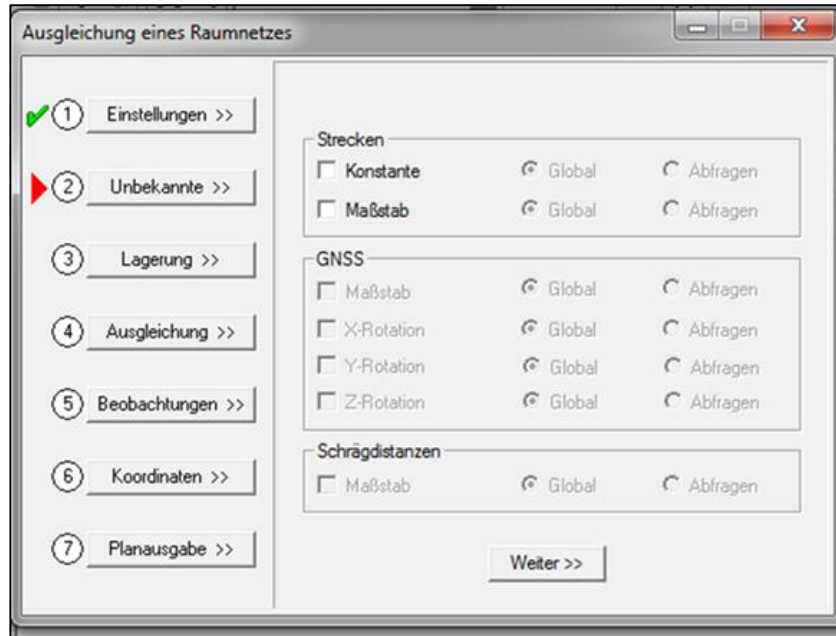
Çdo ndryshim i bërë në vrojtme (sipas observations/Polar/edit) nuk prek file-n.N, kjo nënkupton se për çdo ndryshim të bërë, si ndryshimet e ID-së të pikave etj, përcaktimi i rrjetit duhet të bëhet sërish (ose ndryshimet duhen bërë direkt në File-in.N).

Rregullimi i rrjetit

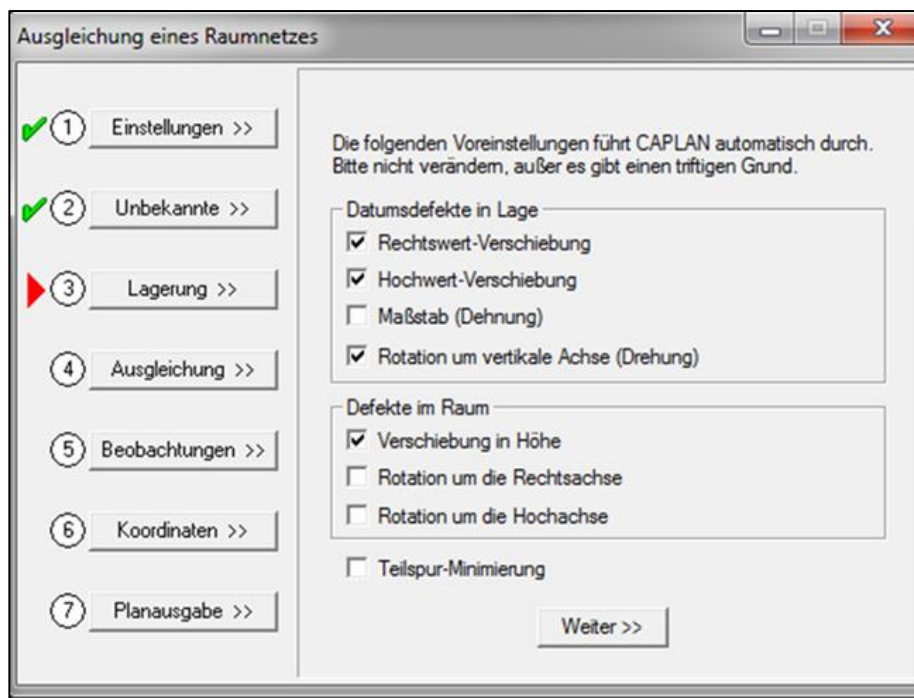


Parametrat për Baarda³¹ ose për metodën e katrorëve të vegjël-Tekst nuk duhen ndryshuar me përjashtim kur keni arsye të mira për ta bërë. Vlera për M_0 (devijimi standart i peshës) duhet të rregullohet për të vlerësuar saktësinë e pikave të vrojtuar (W.Baarda, 1968).

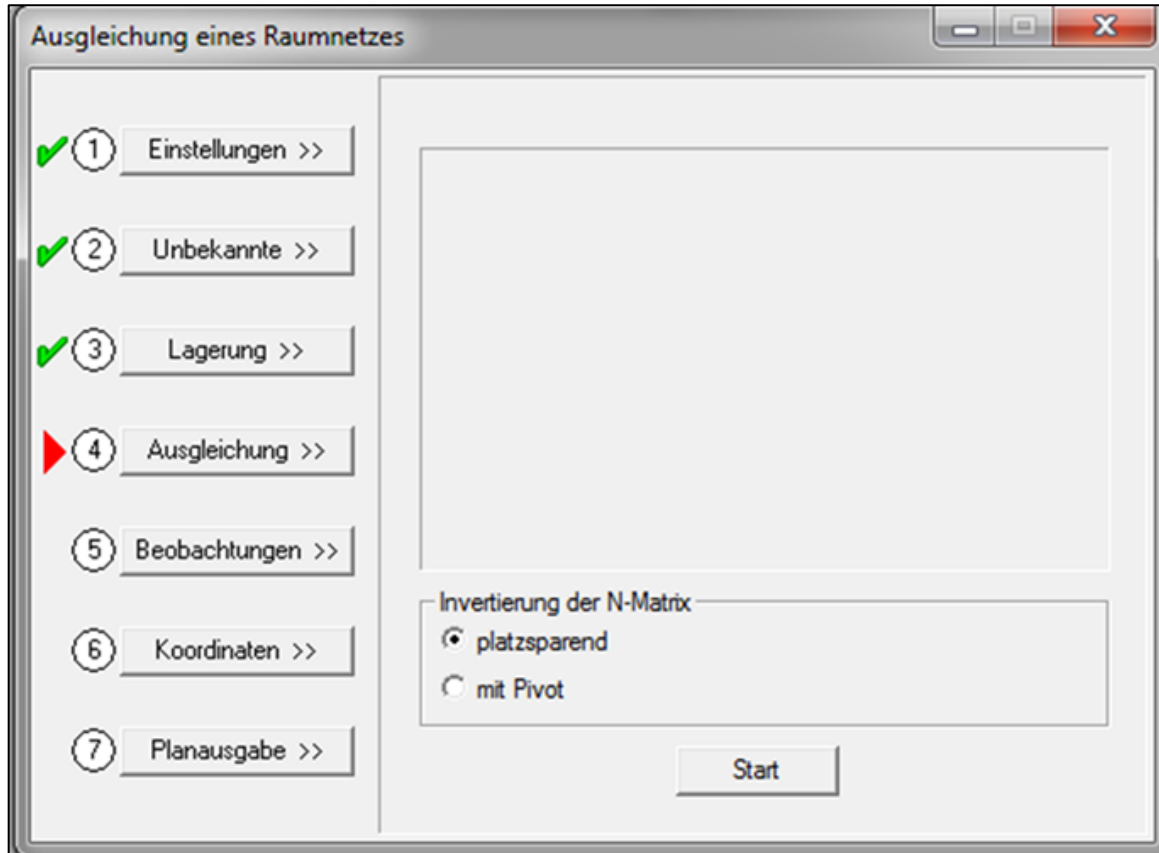
³¹W.Baarda. (1968). A Testing Procedure for use in geodetic networks. Netherlands



Në qoftë se nevojiten parametra plotësues mund të meren në rrjetin e përpunuar.



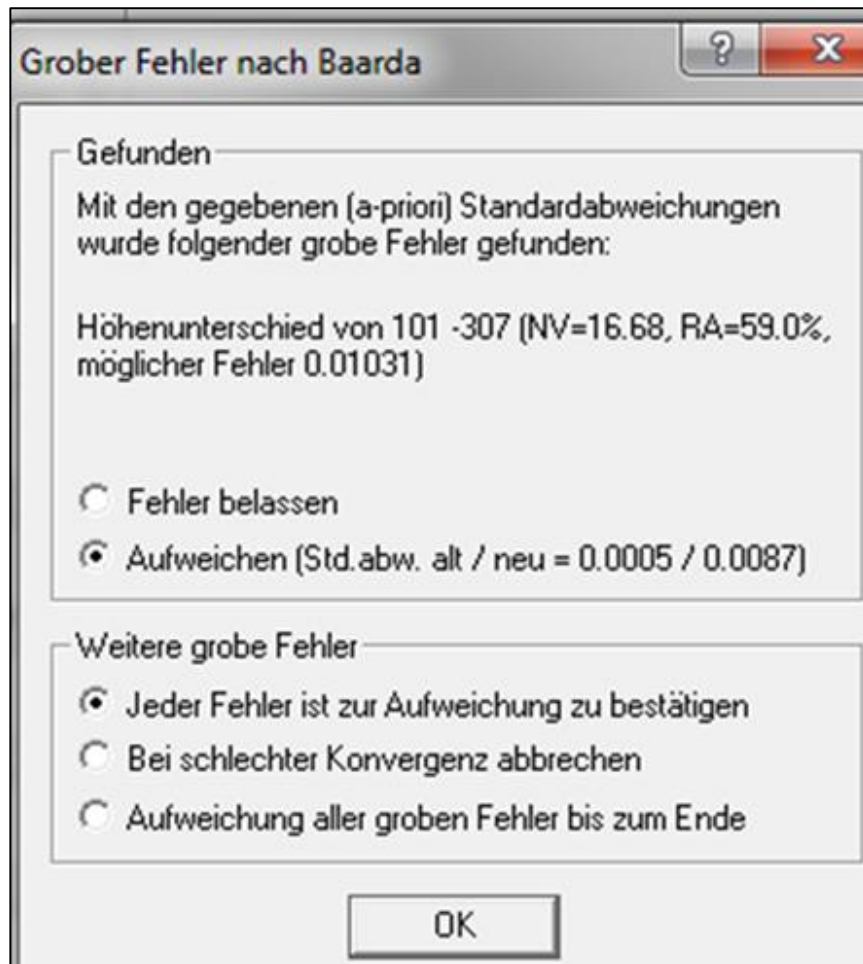
Këto konfigurime janë propozuar nga vetë CAPLAN-i dhe nuk duhet të ndryshohen pa arsye të mira.



Me fillimin e përpunimit është llogaritur analiza e parë e të dhënave. Shfaqet një vlerësim për saktësitë e pikave dhe modelit provë. Përpunimi aktual fillon me hapin tjetër.

CAPLAN-i kontrollon çdo vrojtim me një procedurë testimi të quajtur Baarda Test. Kufiri për testin zakonisht është 3.29 (me 0.1 mundësi gabimi) por mund të përcaktohet nga parametrat në përpunimin e parë (W.Baarda, 1968).³²

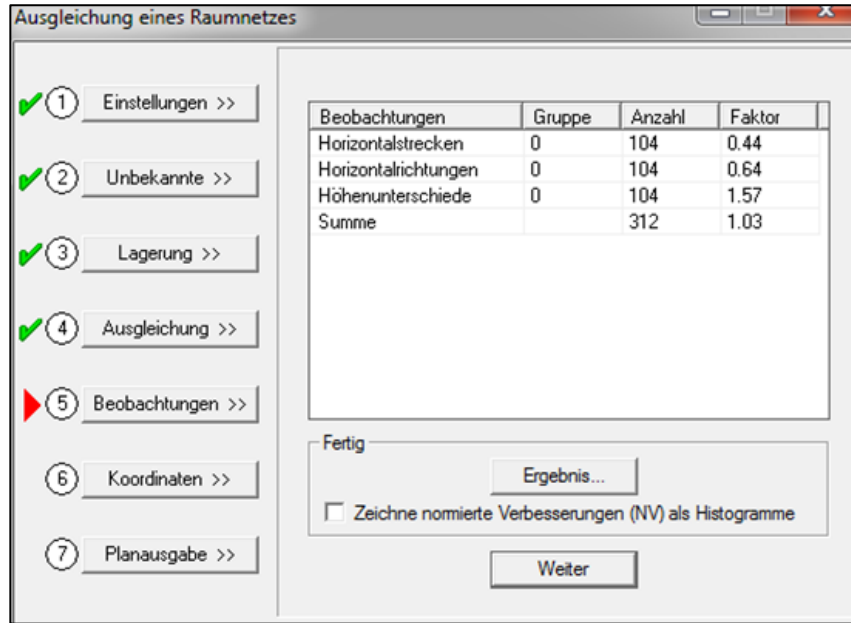
³²W.Baarda. (1968). A Testing Procedure for use in geodetic networks. Netherlands



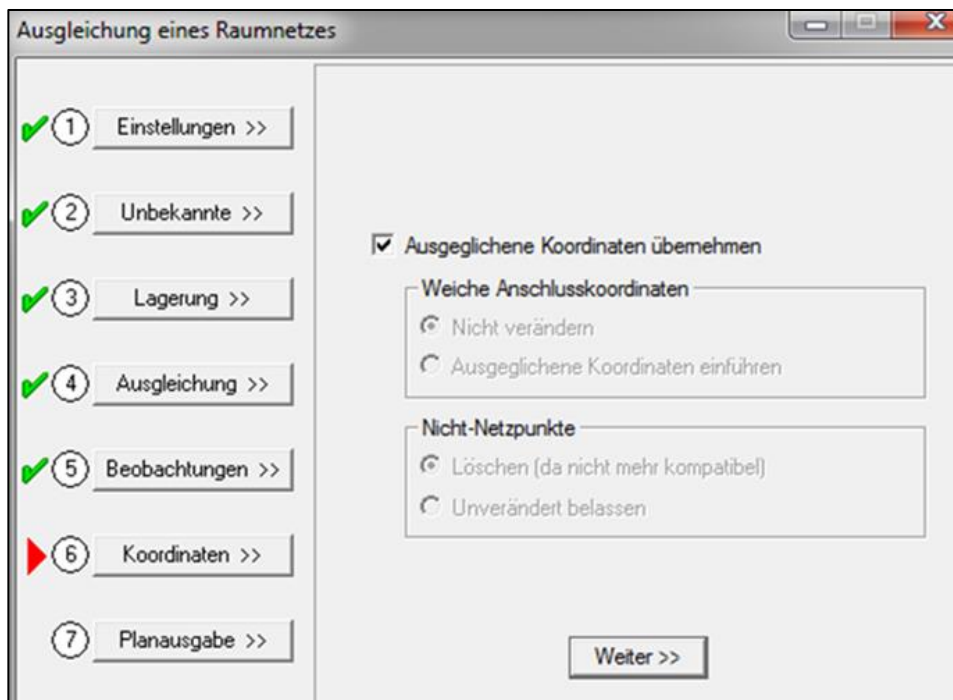
Vrojtimi i cili kalon kufirin për testin Baarda do të shfaqet individualisht. Vrojtimi i shfaqur nuk përshtatet me modelin statistikor. Arsye për këtë mund të jenë modeli me pritshmëri të lartë ose vrojtimi jo i saktë.

Zakonisht modeli është i saktë që në përpunimin e parë për matjet në epokën 0 kështu që me shumë mundësi vrojtimi është jo i saktë. Ajo çfarë mund të bëhet tani është të rivlersohen këto matje, kështu që influenza e tyre zvogëlohet.

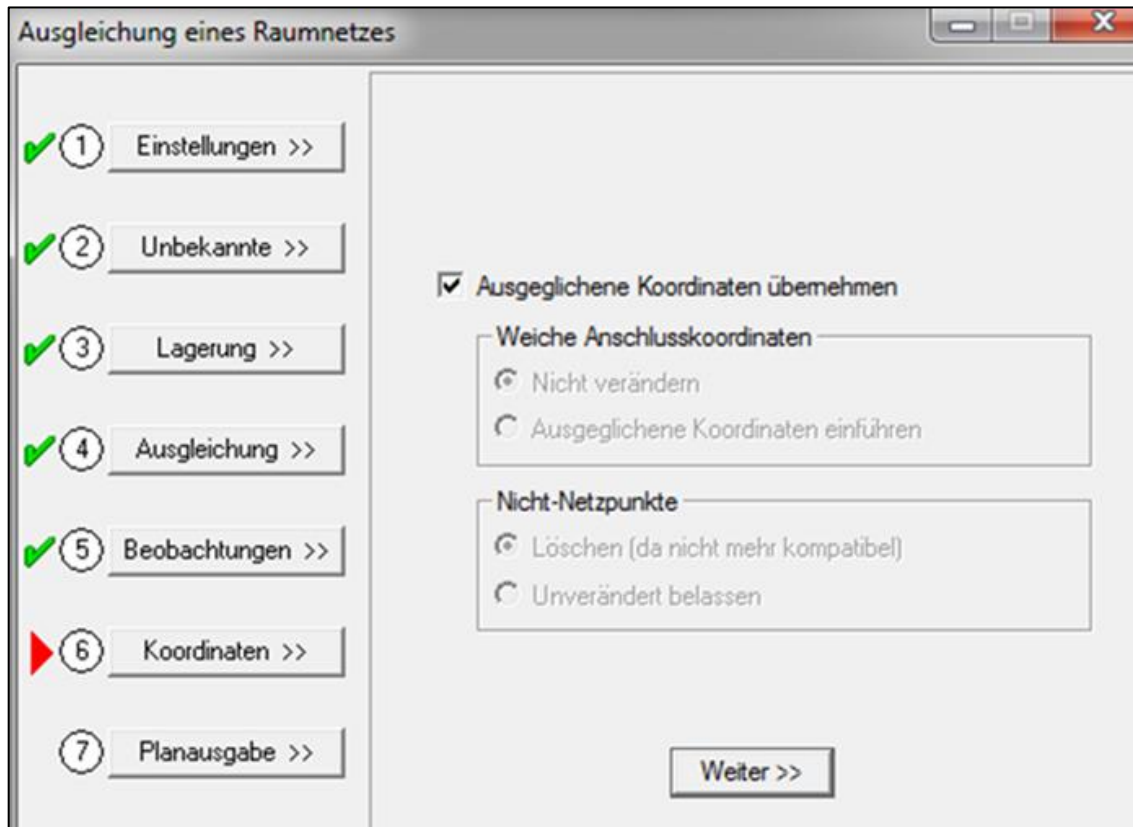
Përveç kësaj CAPLAN propozon të rrisë saktësinë për këtë vrojtım. Mund të rivlersoni vrojtımët e “jo të sakta” të ndara nga njëra-tjetra. Përveç kësaj duhet të shkoni te file N dhe të ndryshoni vlerat në kolonën e saktësisë.



Në rast të rivlersimit të çdo vrojtimi CAPLAN-i do të bëjë përpunimin e rrjetit dy herë dhe do ti regjistrojë së bashku. Llogaritja e parë është bërë me të dhënat origjinale, e dyta me të rivlersuarat. Proçedura për përsëritjen e parë nuk është në interes kështuqë mund të lëvizni drejtë e në mes të file-it aty ku fillon përsëritja e dytë.



Në qoftë se jemi të kënaqur me përfundimet e përpunimit, mund të pranohen koordinatat e reja. Ato do të integrohen brenda projektit CAPLAN edhe në atë egzistues (koordinatat e përafërta) do të rishkruhen.



Më në fund mund të printojmë një skemë rrjeti.

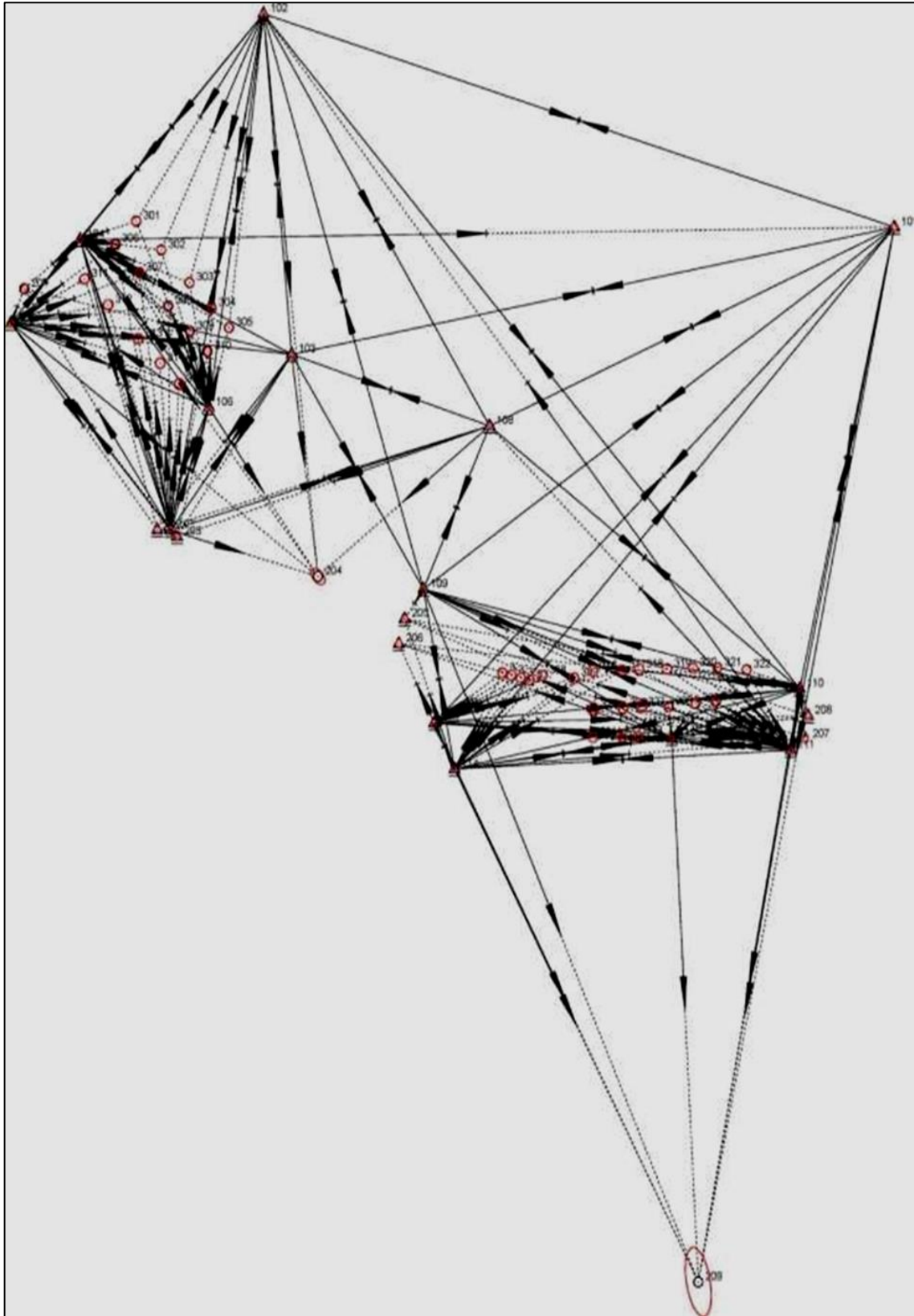


Figura 4-14 Skemëe rrjetit gjeomatik i digës së Vaut të Dejës

Netz- Beurteilung

```

* SPATIAL NETWORK ADJUSTMENT *****
Network Title:          Fierza_3D

Reference Factor (Sigma Null a posteriori / a priori):  1.45 -----

The Chi-Square Test at 5.00% level exceeded lower / upper thresholds of  0.93 / 1.07

Statistical Report:  Observed horizontal distances      : 179
                    Observed slope distances          : 0
                    Observed horizontal directions     : 180
                    Observed gyro azimuths           : 0
                    Leveled height differences        : 0
                    Other height differences          : 179
                    Observed zenith angles           : 1
                    GNSS - baseline components       : 0
                    Control coordinates (fixed)       : 0
                    Control coordinates (std.dev.)    : 0
                    Datum defect (add. conditions)   : 4
                    - Unknown coordinates             : 138
                    - Unknown distance corrections    : 0
                    - Unknown distance scales         : 0
                    - Unknown orientations            : 16
                    - Unknown GNSS parameters         : 0
                    -----
                    Redundancy of control network     : 389

Provisional Coordinates and Corrections =====
---Name of point-----Easting-----Northing-Elevation---D-East--D-North--D-Elev.
                    (m)                (m)                (m)                (m)                (m)                (m)
101                836.0722            1765.5554            201.7036            -0.0003            0.0002            0.0000
102                606.6002            1737.6477            211.1948            -0.0002            -0.0006            0.0000
103                682.7117            1626.7049            164.0828            0.0001            -0.0004            0.0000
104                1078.0721           1585.4350            232.2975            0.0004            0.0009            0.0000
105                1018.0000           1751.0000            201.7010            0.0000            0.0007            0.0000
    
```

Para së gjithash një test modeli (faktorit referencë) llogaritet.

- Modeli provë varet shumë nga një saktësi priore që ne marrim.
- Kjo është një krahasim i saktësi posteriori. Rezultati duhet të jetë rreth 1.
- Nëse rezultati është <1 vëzhgimet përshtaten shumë mirë së bashku.
- Nëse rezultati është >1 vëzhgimet përshtaten mjaftueshëm së bashku.
- Në seksionin e ardhshëm janë të shënuara grupet e vëzhgimit dhe numrat e matjeve në çdo grup, të panjohura dhe tepriçë të rrjetit.
- Në dy seksioniet e ardhshme koordinatat provizore, korigjimet e tyre, koordinatat e rregulluara dhe saktësia e tyre janë të listuara.
- Madhësia e boshtit të elipsit është llogaritur në lidhje me rëndësinë e zgjedhur (e.g.95%) dhe korrespondojnë me devijim standartesh të dyfishtë.

Në seksionet e ardhshme vëzhgimi përfshin saktësin e tyre individuale, korigjimet, korigjimet të pjesshme, ndikimi mbi pozicionin e pikës relative të ndjekur. Në qoftë se anashkalojmë të gjitha vëzhgimet jo të sakta të raportuara atëherë nuk duhet të ketë mbetje më të mëdha se 3,29.

Për të vlerësuar kontrollet e vetme duhet ti referohemi vlerës PE. Vlera e PE përfaqëson influencën e vëzhgimit të vetëm në koordinatat e pikës së matur. Kjo do të thotë që mund të shohim që matjet kanë influencë të madhe në koordinatat e pikave.

4.6. Përpunimi me stacion total

I gjithë rrjeti është vendosur në kordinata lokale. Boshti Y është percaktuar nëpërmjet dy pikave në kreshtën e digës (334-324). Parametrat për përpunimin e të dhënave të matjeve të marra me Stacion Total janë si më poshtë:

Tabela 4-1 Parametrat teknikë me Stacion Total

Parameteri	Vlera Apriori
σ_{Dis}	1mm + 1ppm
σ_{Hz} :	0.7" + 0.5mm / Station
σ_{DH} :	1" x dist. [km] + 4.7mm x dist. [km] x dist. [km]
σ_z :	1"

Fillimisht është llogritur një përpunim i rrjetit të lirë për të kontrolluar të dhënat e mbledhura. Në hapin e dytë kordinatat e matura në epokën 0 dhe të pikave të referencës janë paraqitur në përpunim me një saktësi apriori 1 mm.

Në përpunim kordinatat e matura në epokën 0 janë testuar. Pikat 201 dhe 204 tregojnë lëvizje dhe nuk mund të meren si pika reference. Reperi i rendit të parë 108 tregon një lëvizje të rëndësishme në lartësi, dhe për këtë arsye është marë si pikë reference vetëm në plan.

4.7. Përpunimi me nivelë

Përpunimi me nivelë është ndarë në dy pjesë një për Qyrfaq dhe një për Zadeje. Të dy sistemet nuk janë të lidhura ndërmjet tyre. Të dyja kanë referencë të lartësisë të zgjedhur për 1 pikë. Në Zadejë lartësia e referencës është 100.00 m për pikën 503, në Qyrfaq lartësia e referencës është 100.00 m për pikën 507.

Tabela 4-2 Parametrat teknikë me Nivelë

Parametër	Vlera Apriori
σ_{Niv} :	0.1mm + 0.5mm x $\sqrt{\text{dist. [km]}}$

Fillimisht rregullimi i rrjetit të lirë është llogaritur për të kontrolluar kualitetin e të dhënave për të dhënat e mbledhura. Në hapin e dytë kordinatat e pikave referencë të matjeve të epokës 0 janë futur në përpunimin me një saktësi apriori 1mm.

Me rregullimin e koordinatave të pikave gjatë matjeve të epokës 0 këto pika të referencës janë testuar. Pika 508 ka pësuar lëvizje ndaj nuk mund të merret si pikë referuese.

Harta e rrjetit Gjeomatik për HEC-in Vau i Dejës



Figura 4-15 Pamje HEC Vau Dejës Raporti i matjeve të epokës së 2-të, 20 dhe 23 Prill 2018

4.8. Matjet e koordinatave në epokën 0

Matjet në epokën 0 për rrjetin gjeomatik

Rrjeti 3D koordinatat e kompesuara

Matjet me stacion total janë marrë në datat 11-12.10.2012

Të gjitha koordinatat janë në sistem relativ!

Tabela 4-3 Koordinatat e rrjetit 3D në epokën 0

Pikat	E [m]	N [m]	H [m]	Saktësia 2D [mm]	Saktësia 1D [mm]
101	1744.1524	2525.1445	164.4573	2	4
102	675.3043	2849.3566	190.3054	2	4
103	723.2531	2331.9311	164.8447	1	2
104	364.8219	2506.2061	113.6660	1	2
105	247.5988	2379.4579	102.2715	1	2
106	582.7351	2251.2607	89.6748	1	2
107	517.9430	2064.5825	96.0876	1	3
108	1058.3867	2223.1360	158.0975	1	2
109	946.4922	1975.1275	166.9420	1	2
110	1583.9573	1823.6326	119.9928	1	2
111	1568.8316	1730.7203	118.5274	1	2
112	1367.1104	1748.5668	76.7656	1	2
113	964.7364	1771.6952	117.2434	1	2
114	999.1172	1701.9133	107.5975	1	3
201	270.0322	2431.6932	105.4360	2	3
202	495.5924	2065.1208	95.9912	2	3
203	529.0112	2054.8902	96.5226	2	3

Monitorimi i Qëndrueshmërisë së Digave me Matje Gjeomatike

204	767.6417	1994.5795	173.6488	2	3
205	914.5545	1929.9991	159.7680	2	3
206	904.7431	1892.2036	152.1199	2	3
207	1593.9236	1746.8988	127.1575	2	3
208	1597.9092	1783.0334	126.0281	2	3
209	1412.0601	922.7828	99.7471	10	10
301	459.6830	2534.2210	106.5641	2	3
302	502.2068	2490.5975	106.6703	2	3
303	549.9321	2440.9777	106.7357	2	3
304	587.5105	2402.3092	106.6637	2	3
305	616.8098	2372.5283	106.6102	2	3
306	423.7158	2499.7009	87.0287	2	3
307	464.9359	2456.1026	86.7891	2	3
308	514.0819	2405.3613	86.3542	2	3
309	550.8875	2367.2683	86.1570	2	3
310	580.5740	2336.4146	85.8566	2	3
311	372.2826	2446.7015	59.4351	2	3
312	411.9110	2407.3409	59.6648	2	3
313	463.3077	2355.7772	59.6931	2	3
314	500.2684	2318.6109	59.9117	2	3
315	532.2888	2286.6297	60.1447	2	3
316	1233.8649	1850.7543	106.7741	2	3
317	1283.0325	1851.9267	106.7362	2	3
318	1312.0768	1852.7613	106.7011	2	3

1D-Rregullimi i rrjetit Lista e Koordinatave

Matjet e nivelimit janë marrë në datën 12.10.2012

Të gjitha koordinatat janë në sistem relativ!

Tabela 4-4 Koordinatat e rrjetit 1D në epokën 0

Pikat	E [m]	N [m]	H [m]	Saktësia 1D [mm]
401	460	2534	98.2903	0.5
402	502	2491	98.4012	0.5
403	550	2441	98.4584	0.5
404	588	2402	98.3923	0.5
405	617	2373	98.3460	0.5
406	1095	1865	99.7922	0.5
407	1103	1862	99.7301	0.5
408	1114	1856	99.6586	0.5
409	1130	1851	99.4791	0.5
410	1152	1851	99.4589	0.5
411	1202	1857	99.4647	0.5
412	1234	1851	99.4476	0.5
413	1283	1852	99.4127	0.5
414	1312	1853	99.3813	0.5
415	1359	1854	99.4078	0.5
416	1403	1855	99.3690	0.5
417	1444	1856	99.3449	0.5
418	1494	1853	99.3492	0.5
419	1518	1852	99.3132	0.5

420	1538	1848	99.1288	0.5
501	354	2540	102.3331	0.5
502	396	2568	100.6644	0.5
503	688	2352	100.0000	0.5
504	746	2388	99.6417	0.5
505	1113	2089	101.3222	0.5
506	1077	1894	101.9694	0.5
507	1572	1833	100.0000	0.5
508	1555	1737	97.5889	0.5

4.9. Koordinatat finale të përfutuara nga kompesimet e epokave të monitorimit në Digën Vau Dejës

Mbasi realizuam kompesimin e matjeve dhe ekuacionet që përfitohen nga to, u mundësua përcaktimi i koordinatave përfundimtare për epokat e marra në studim, të cilat nga ana e tyre japin situatën në 3D dhe 1D.

Sigurisht paraqitja 3D përbën paraqitjen më optimale dhe më realiste për të gjykuar lidhur me orientimin, dinamikën e deformimeve dhe në këtë mënyrë për të përcaktuar dhe prognozën në të ardhmen lidhur me monitorimin e digave.

Rrjeti 3D koordinatat e kompesuara

Matjet me stacion total janë marrë në datat 23.04.2018

Të gjitha koordinatat janë në sistem relativ!

Tabela 4-5 Koordinatat e rrjetit 3D në epokën 2

Pikat	E [m]	N [m]	H [m]	Saktësia në Plan (1 σ) [mm]	Saktësia në Lartësi (1 σ) [mm]
101	1744.1545	2525.1478	164.4578	2	4
102	675.3054	2849.3561	190.2965	2	4
103	723.2537	2331.9316	164.8351	1	2
104	364.821	2506.2052	113.6679	1	2

Monitorimi i Qëndrueshmërisë së Digave me Matje Gjeomatike

105	247.599	2379.4569	102.2796	1	2
106	582.7343	2251.2603	89.6712	1	2
107	517.9432	2064.5818	96.0733	1	3
108	1058.3859	2223.1379	158.0986	1	2
109	946.4909	1975.1271	166.9436	1	2
110	1583.9579	1823.6328	119.9906	1	2
111	1568.8328	1730.7194	118.527	1	2
112	1367.1095	1748.5665	76.7664	1	2
113	964.7344	1771.6944	117.2348	1	2
114	999.1156	1701.9122	107.5878	1	3
201	270.032	2431.6925	105.4361	2	3
202	495.5924	2065.124	95.9931	2	3
203	529.0109	2054.8907	96.5223	2	3
204	767.6376	1994.579	173.6445	2	3
205	pika	të	shkatërruara	2	3
206	904.7309	1892.1965	152.1169	2	3
207	1593.9248	1746.897	127.152	2	3
208	1597.9107	1783.0333	126.0297	2	3
209	1412.0496	922.759	99.7456	10	10
301	459.679	2534.218	106.5601	2	3
302	502.2083	2490.5974	106.6645	2	3
303	549.9326	2440.9772	106.7278	2	3
304	587.5095	2402.3094	106.6578	2	3
305	616.8086	2372.5274	106.6069	2	3

Monitorimi i Qëndrueshmërisë së Digave me Matje Gjeomatike

306	423.7138	2499.6995	87.0283	2	3
307	464.9337	2456.1043	86.7871	2	3
308	514.081	2405.3611	86.3537	2	3
309	550.8852	2367.2675	86.1541	2	3
310	580.5725	2336.4144	85.854	2	3
311	372.2808	2446.7002	59.4331	2	3
312	411.9094	2407.3416	59.6641	2	3
313	463.3066	2355.778	59.6904	2	3
314	500.2682	2318.611	59.9058	2	3
315	532.2876	2286.6313	60.1423	2	3
316	pika	të	shkatërruara	2	3
317	1283.0318	1851.9268	106.7342	2	3
318	1312.0762	1852.7606	106.6992	2	3
319	1359.1304	1854.13	106.7247	2	3
320	1402.9471	1855.3804	106.6956	2	3
321	1444.412	1856.1409	106.6755	2	3
322	1493.7761	1852.7613	106.6878	2	3
323	pika	të	shkatërruara	2	3
324	1537.7573	1847.9537	106.4498	2	3
325	1234.467	1792.1318	86.1764	2	3
326	1284.0457	1794.3173	86.3434	2	3
327	1315.1616	1795.9469	86.3268	2	3
328	1361.8353	1796.5748	88.131	2	3
329	1407.3141	1801.6251	90.2596	2	3

330	1440.253	1804.7207	91.5046	2	3
331	1233.5555	1750.0158	72.6784	2	3
332	1283.1243	1750.028	73.4497	2	3
333	1310.4481	1752.4086	74.2	2	3
334	1080.1786	1848.0163	99.8896	2	3
335	1095.3421	1844.3737	100.0441	2	3
336	1111.139	1840.3499	100.2355	2	3
337	1126.4524	1837.0123	100.0967	2	3
338	1147.5913	1844.0235	106.7755	2	3
339	1201.6133	1840.2945	106.7728	2	3

Janë përdorur si pika reference

Në kuadër të monitorimit të digave sigurisht komponentja e lëvizjeve vertikale është parametri me kritik dhe më i rëndësishëm që meret në konsideratë. Nisur nga ky arsyetim kemi paraqitur në vijim matjet e përfituara me anë të nivelimit dhe të GPS, vetëm te koordinatat në lartësi referuar si pikat bazë të rrjetit mbështetës kryesor ose prim.

1D-Lartësitëe kompesuara

Koordinatat e nivelacionit janë marrë në datën 20.04.2018

Të gjitha koordinatat janë në sistem relativ!

Tabela 4-6 Koordinatat e rrjetit 1D në epokën 2

Pikat	E [m]	N [m]	H [m]	Saktësia në Lartësi (1σ) [mm]
401	460	2534	98.29	0.5
402	502	2491	98.4	0.5
403	550	2441	98.46	0.5
404	588	2402	98.39	0.5
405	617	2373	98.34	0.5

Monitorimi i Qëndrueshmërisë së Digave me Matje Gjeomatike

406	1095	1865	99.79	0.5
407	1103	1862	99.73	0.5
408	1114	1856	99.66	0.5
409	1130	1851	99.48	0.5
410	1152	1851	99.46	0.5
411	1202	1857	99.46	0.5
412	1234	1851	99.44	0.5
413	1283	1852	99.41	0.5
414	1'312	1853	99.38	0.5
415	1359	1854	99.4	0.5
416	1403	1855	99.37	0.5
417	1444	1856	99.34	0.5
418	1494	1853	99.35	0.5
419	1518	1852	99.31	0.5
420	1538	1848	99.13	0.5
501	354	2540	102.3	0.5
502	396	2568	100.7	0.5
503	688	2352		0.5
504	746	2388		0.5
505	1113	2089		0.5
506	1077	1894		0.5
507	1572	1833	100	0.5
508	1555	1737		0.5

Janë përdorur si pika reference

Vau Dejës

Krahasimi i koordinatave ndërmjet epokës 0 dhe epokës 2

Rrjeti 3D koordinatat e kompesuara

Të gjitha koordinatat janë krahasuar me matjet në epokën 0

Matjet në epokën 0 janë marrë në datat 11-12.10.2012 Niveli rezervuarit 74.15 m

Matjet në epokën 2 janë marrë në datën 23.04.2018 Niveli rezervuarit 74.16 m

Tabela 4-7 Rezultatet në rrjetin 3D ndërmjet dy epokova


Pikat	E [mm]	N [mm]	Vektori në Plan [mm]	Niveli i besueshmërisë në plan 95% [mm]	H [mm]	Niveli i besueshmërisë në lartësi 95% [mm]
101	2	3	4	6	1	11
102	1	-1	1	6	-9	11
103	1	1	1	3	-10	6
104	-1	-1	1	3	2	6
105	0	-1	1	3	8	6
106	-1	0	1	3	-4	6
107	0	-1	1	3	-14	8
108	-1	2	2	3	1	6
109	-1	0	1	3	2	6
110	1	0	1	3	-2	6
111	1	-1	1	3	0	6
112	-1	0	1	3	1	6
113	-2	-1	2	3	-9	6
114	-2	-1	2	3	-10	8
201	0	-1	1	6	0	8
202	0	3	3	6	2	8

Monitorimi i Qëndrueshmërisë së Digave me Matje Gjeomatike

203	0	1	1	6	0	8
204	0	0	0	0	0	0
205	0	0	0	0	0	0
206	-12	-7	14	6	-3	8
207	1	-2	2	6	-6	8
208	1	0	2	6	2	8
209	-10	-24	26	28	-2	28
301	-4	-3	5	6	-4	8
302	2	0	2	6	-6	8
303	0	-1	1	6	-8	8
304	-1	0	1	6	-6	8
305	-1	-1	2	6	-3	8
306	-2	-1	2	6	0	8
307	-2	2	3	6	-2	8
308	-1	0	1	6	-1	8
309	-2	-1	2	6	-3	8
310	-1	0	2	6	-3	8
311	-2	-1	2	6	-2	8
312	-2	1	2	6	-1	8
313	-1	1	1	6	-3	8
314	0	0	0	6	-6	8
315	-1	2	2	6	-2	8
316		pika	të	shkatërruara		
317	-1	0	1	6	-2	8

Monitorimi i Qëndrueshmërisë së Digave me Matje Gjeomatike

318	-1	-1	1	6	-2	8
319	0	-2	2	6	-2	8
320	0	-1	1	6	-2	8
321	-3	0	3	6	-4	8
322	0	2	2	6	-1	8
323		pika	të	pamatura		
324	2	4	5	6	-1	6
325	-1	1	2	6	-3	8
326	-2	0	2	6	-2	8
327	-1	-2	2	6	0	8
328	0	0	0	6	1	8
329	-1	-3	3	6	1	8
330	-1	-3	3	6	1	8
331	-3	-10	10	6	-8	8
332	-2	2	3	6	0	8
333	0	-1	1	6	1	8
334	-2	-1	2	6	-5	8
335	0	-1	1	6	-7	8
336	1	-1	1	6	-7	8
337	-1	0	1	6	-6	8
338	-2	2	3	6	-6	8
339	-3	-1	3	6	-9	8

 Lëvizje sinjikative

Vau Dejës

Krahasimi i koordinatave ndërmjet epokës 0 dhe epokës 2

Rrjeti 1D koordinatat e kompesuara

Të gjitha koordinatat janë krahasuar me matjet në epokën 0

Matjet në epokën 0 janë marrë në datat 11-12.10.2012 Niveli rezervuarit 74.15 m

Matjet në epokën 2 janë marrë në datën 20.04.2018 Niveli rezervuarit 74.96 m

Tabela 4-8 Rezultatet në rrjetin 1D ndërmjet dy epokova

Pikat	H [m]	Niveli i besueshmërisë në lartësi 95% [mm]
401	-4	1
402	-5	1
403	-1	1
404	-3	1
405	-3	1
406	-1	1
407	-2	1
408	-3	1
409	-3	1
410	-4	1
411	-3	1
412	-5	1
413	-4	1
414	-5	1
415	-3	1
416	-3	1

417	-3	1
418	-3	1
419	-3	1
420	-2	1
501	0	1
502	0	1
503	matje e re në epokën 0	
504	pika të shkatërruara	
505	pika të shkatërruara	
506	pika të shkatërruara	
507	0	1
508		pika të shkatërruara

 Lëvizje sinjikative

Pika të shkatërruara konsiderohen ato pika të cilat janë dëmtuar me kalimin e viteve.

Vektorplani 2D

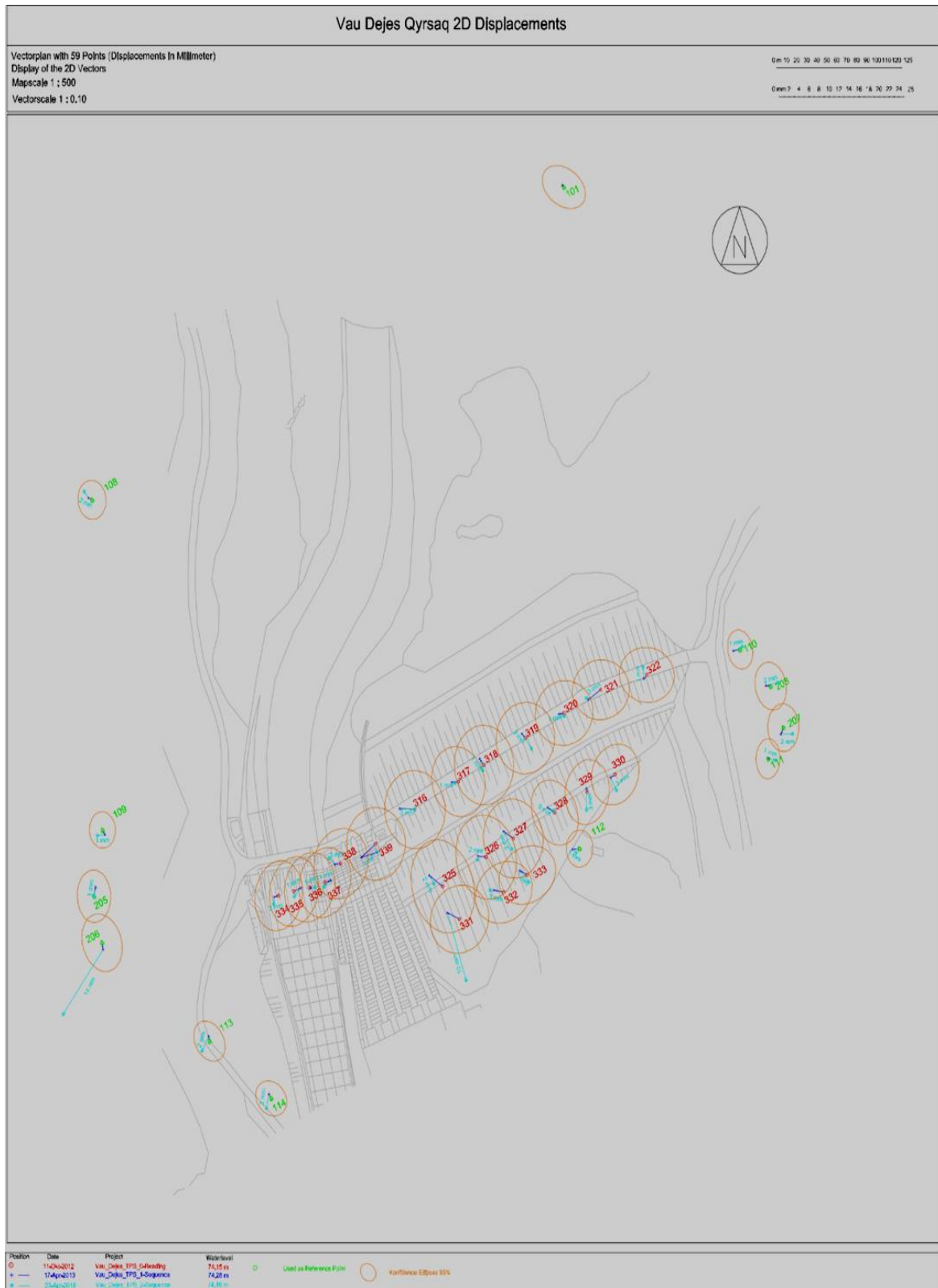


Figura 4-16 Vektorplani 2D, Diga Vau Dejës, Qyrsaq



Figura 4-17 Vektorplani 2D, Diga Vau Dejës, Zadejë

Vektorplani i Lartësive 1D

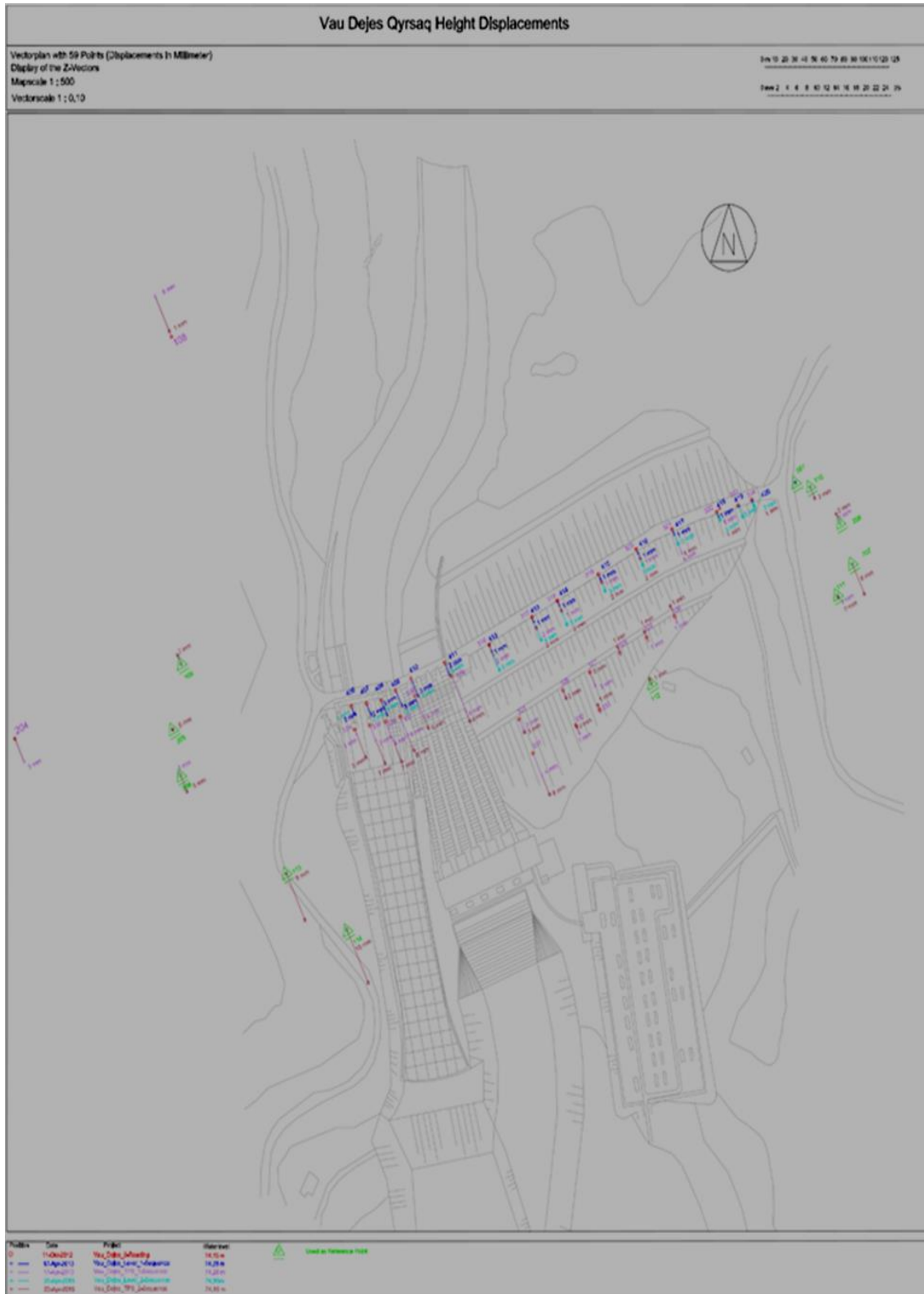


Figura 4-18 Vektorplani i lartësive 1D, Diga Vau Dejës, Qyrsaq



Figura 4-19 Vektorplani i lartësive 1D, Diga Vau Dejës, Zadejë

KAPITULLI V

RRJETET E RENDIT I DHE RENDIT II

5.1. Analiza dhe qëndrueshmëria e rrjeteve të rendit 1-rë dhe të rendit të 2-të

Zbulimi i madhësisë së deformimit është një sfidë shumë e vështirë pasi kjo madhësi (madhësia që masim) nganjëherë është më e vogël sesa vetë saktësia e ofruar nga instrumentet matëse.

Analiza e deformimeve merret me studimin dhe përpunimin e informacioneve të marra nga matjet në terren gjatë procesit të monitorimit të veprës inxhinierike. Krahas metodave klasike që ne njohim për analizën e gabimeve të rrjeteve gjeomatike, sot përdoren edhe shumë metoda të tjera nga grupe të ndryshëm specialistësh të monitorimit dhe jo vetëm ata. Disa nga këto metoda janë:

- ✓ metoda e Hannover-it,
- ✓ metoda Delft-it,
- ✓ metoda fredrikton-it,
- ✓ metoda Karlsruhe,
- ✓ metoda Jager etj....

Me anën e këtyre metodave dhe të metodave të tjera të dala më vonë e në vazhdim përcaktohet vektori 2d dhe 1d i lëvizjes së pikave të rrjetit, vlerësimin e rezultatit të matjeve, vlerësimin e rezultateve përfundimtare. Metodatat arrijnë përputhshmërinë e koordinatave të pikave të rrjetit. Kjo përputhshmëri arrihet me anën e kompesimit të rrjetit në dy epoka. Matjet e marra nga vrojtimitet e çdo epoke kompesohen në mënyrë të pavarur. Kompesimet e matjeve të çdo epoke bëhet me anën e metodës së katrorëve të vegjël.

Disa raste përdorin metodën e testimit statistik në lidhje me gabimet. Testimi i përpuethshmërisë së rrjetit në dy epoka bëhet duke supozuar pikat e rrjetit si pika të qëndrueshme. Koordinatat e pikave të rrjetit duhet të përputhen brenda hapësirës së saktësisë. Kur me anën e testeve statistikore vërehet se pas përputhshmërisë së pikave në të dy epokat ka pika që nuk përputhen, atëherë bëhet lokalizimi i këtyre pikave dhe arsyet e mospërputhjes. Në këto raste kur nuk gjejmë shkakun e mos përputhshmërisë dhe arsyet e tjera, pika përjashtohen nga matjet.

Metoda Karlsruhe konsiston në kompesimin e pavarura të secilës epokë dhe pas kësaj në kompesimin e përbashkët të të dy epokave. Ky kompesim ka mundësuar përfundimin e koordinatave përfundimtare për dy epokat si dhe diferencën midis tyre. Për këtë përveç teorisë së Baardës, analiza e deformimeve në kuadër të studimit është realizuar me ndihmën e testimit statistikor të hipotezës lineare, që përbën thelbin e metodës së Karlsruhe. Edhe në këtë rast fillimisht bëhet kompesimi i madhësive të matura në mënyrë të pavarur për secilën epokë.

Kompesimi bëhet me anën e metodës së katrorëve më të vegjël (MKV). Në hapin e dytë bëhet kompesimi i përbashkët i madhësive matëse të të dy epokave (B.Heck, 1983).³³

Kriteret e kompesimit të matjeve në të dy epokat janë:

- ✓ Kordinatat 3D të pikave të rrjetës në të dy epokat
- ✓ Shkalla e rrjetit të pikave e cila është e njëjtë në të dy epokat.

Plotësimi i këtyre dy kushteve është kusht kryesor për vijueshmërinë e punës. Në rastin kur vërehet se ka pika jo të qëndrueshme, (pra nuk përputhen pas kompesimit në të dy epokat) atëherë këto pika nuk merren parasysh në llogaritjet e mëvonshme. Mospërputhja e pikave vijnë zakonisht nga ndryshimet fiziko-gjeologjike të terrenit.

Kontrolli i përputhshmërisë së pikave të rendit të parë në të dy epokat dhe përcaktimi i saktësisë së rrjetit realizohet me transformimin e koordinatave të pikave të rrjetit të epokës së dytë në epokën e parë (ose krahasimi i epokës së fundit me epokën fillestare).

Me teste të herëpashërshme verifikohet qëndrueshmëria e pikave. Pikat që konsiderohen të paqëndrueshme në rrjet (me anën e testeve) nuk merren në konsideratë. Të gjitha pikat e tjera të rrjetit merren si pika të qëndrueshme (Kabashi).

5.2. Hipoteza lineare e analizës së deformimeve sipas metodës Karlsruhe

Kompesimi i rrjetit me Metodën Karlsruhe bazohet në testimin statistikor të hipotezave të përgjithshme lineare dhe aplikohet në rezultatet e kompesimit të rrjetit gjeomatik për të gjetur pikat e qëndrueshme dhe jo të qëndrueshme. Fillimisht bëhet kompesimi i madhësive të matura për secilën epokë.

Ky barazim bëhet me metodën e kompesimit indirekt:

$$v_i = A \cdot x_i + f_i \quad (5.1)$$

ku $i = 1, 2, \dots, k$

dhe k është numri i epokave të matura.

Rrjeti në këtë rast kompeshet me metodat e njohura klasike. Nga kompeshimi përcaktohet forma kuadratike e formës:

$$\Omega_i = (v^t \cdot P \cdot v)_i \quad (5.2)$$

Ku $i = 1, 2, 3, \dots, k$

Forma e përbashkët kuadratike për të gjithë epokat (kur bëjmë kompeshimin e tyre) merret duke i mbledhur format kuadratike nga kompeshimi i matjeve të epokave të veçanta.

$$\Omega_0 = \sum_{i=1}^k \Omega_i = \sum (v^t \cdot P \cdot v) \quad (5.3)$$

Numri i shkallëve të lirisë b merret duke mbledhur numrin e shkallëve të lirisë nga kompeshimet e secilës epokë.

³³B.Heck. (1983). Das Analyseverfahren des geodätischen Instituts der Universität Karlsruhe Stand 1983. Deformationsanalysen ,83. Geometrische Analyse und Interpretation von Deformationen Geodätischer Netze. München: Hochschule der Bundeswehr. Heft 9

$$B = \sum_{i=1}^k b_i \quad (5.4)$$

Në këtë rast b_i është numri i shkallëve të lirisë të epokës i .

$$b_i = n_i - u_i$$

në rastin kur shqyrtojmë dy epoka të njëpasnjëshme kemi:

$$\Omega_0 = \Omega_1 + \Omega_2 = (v^T \cdot P \cdot v)_1 + (v^T \cdot P \cdot v)_2 = (v^T \cdot P \cdot v) \quad (5.5)$$

dhe

$$b = b_1 + b_2$$

Në hapin tjetër bëhet zgjedhja e pikave të qëndrueshme dhe të pikave të paqëndrueshme (që kanë lëvizur). Kjo përzgjedhje bëhet për pikat e rendit të I-rë dhe për pikat e rendit të II-të. Përzgjedhja bëhet duke përdorur testimin e hipotezave të përgjithshme lineare të cilat realizohen pasi kemi bërë kompesimin e rrjetit për secilën epokë dhe për kompesimin e përbashkët të rrjetit në të dy apo më shumë epoka.

Hipoteza është

$$E[I] = \hat{I} = Ax \quad (5.6)$$

Zero H_0 :

$$Bx = d = 0$$

Kjo vërteton që pikat janë të qëndrueshme.

$$E[I] = \hat{I} = Ax$$

Alternativa H_a :

$$Bx = d \neq 0$$

Në këtë rast pikat e rrjetit janë të paqëndrueshme. Në testim janë futur edhe kushtet matematikore të cilët duhet ti plotësojnë madhësitë e panjohura $Bx = d$ (koordinatat). Ndryshimi i koordinatave të marra pas kompesimit të epokës 0 dhe epokës 1 duhet të jetë 0, dhe për pikat e paqëndrueshme duhet të jetë i ndryshëm nga 0. Pra për një pikë të rrjetit n do të kemi:

$$X_{n1} - X_{n0} = 0$$

Kur ky ndryshim nuk është i barabartë me zero, atëherë operojmë me teste matematikore të tjera që të vërejmë nëse ky ndryshim vjen si rezultat i gabimeve që bëjme në matje apo ndryshimi ka ndodhur si rezultat i lëvizjes së pikave (objektit). Me kompesimin e përbashkët të të dy epokave vektori i koordinatave të pavarura ndahet në tre subvektor:

$$x^T = (z^T, X_1^T, x_2^T) \quad (5.7)$$

ku:

Z - subvektori i pikave themelore që merren si pika të qëndrueshme në të dy epokat.

X_1, x_2 - subvektorët e pikave të objektit të cilat janë jo të qëndrueshme (merren si të tilla).

Kompesimi i epokës 0 dhe i epokës 1 në mënyrë grafike (secila epokë kompesohet vete) do të jetë si në figurën 5-1.

Ky kompësim bëhet për rrjetin e pikave 1D.

$$x_0^T = (x_1, x_2, x_3, x_4) \quad x_1^T = (x_1, x_2, x_3, x_4) \quad (5.8)$$

epoka 0 epoka 1

pra, kemi vektorin e koordinatave x_i në rastin kur bëhet kompësimi i pavarur i epokës 0 dhe i epokës 1.

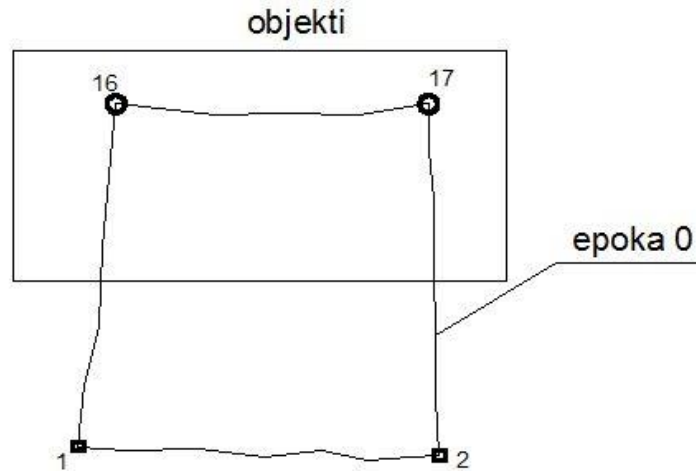


Figura 5-1 Kompësimi i pavarur dy epokave (S.Allaraj, 2014)

Në figurëparaqitet kompësimi i përbashkët i dy epokave (epokës 0 dhe i epokës 1).

$$x^T = (Z^T, X_1^T, X_2^T) = (x_1, x_2, \mid x_{21}, x_{22}, \mid x_{33}, x_{34}) \quad (5.9)$$

pra, kemi vektorin e koordinatave x_i në rastin kur bëhet kompësimi i përbashkët i epokës 0 dhe i epokës 1.

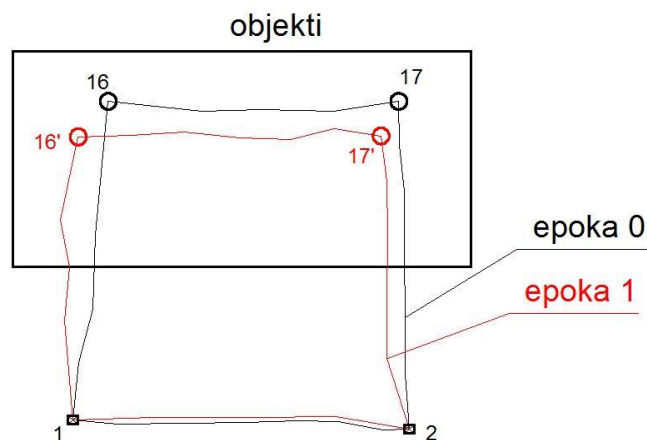


Figura 5-2 Kompësimi i përbashkët i dy epokave (S.Allaraj, 2014)

Subvektori i koordinatave të pikave të bazës Z^T për të cilat supozohet që janë të qëndrueshme në rrjet i ka të njëjtat të panjohura në të dy epokat, kurse pikat e tjera të cilat merren si pika të qëndrueshme do të kenë koordinata të dyfishta.

$$\begin{aligned} X_1^T &= (X_1, X_2, \dots) \\ X_2^T &= (X_1, X_2, \dots) \end{aligned} \quad (5.10)$$

Për testimin e hipotezës lineare themelore modelit funksional të kompesimit indirekt i shtohen kushtet matematikore të cilat duhet ti plotësojë vektori x :

$$\begin{aligned} v_z &= A_x + f \\ B_x &= d \end{aligned}$$

Kompesimi i përbashkët arrihet me metodën e matjeve indirekte ($v_z = A_x + f$), modeli ($B_x = d$) shërben për shtjellime teorike të testimit të hipotezës lineare. Nëse brenda këtyre pikave të qëndrueshme ka edhe pika të paqëndrueshme me kompesimin (testeve të hipotezave matematikore) $B_x = d = 0$. Gjykuar nga kjo, madhësitë për të cilat kemi lëvizje (të pikave jo të qëndrueshme) shkojnë tek $v_z = A_x + f$.

Në këtë ekuacion do të marrim të dhëna mbi pikat e paqëndrueshme. Nga forma katrore e kompesimit të përbashkët $V_Z^T P V_Z$ që përmban informacionin mbi gabimet e matjeve si dhe për dinamikën e lëvizjes apo të qëndrueshmërisë së pikave, zbresim formën katrore:

$$\{ \Omega_o = \Omega_1 + \Omega_2 = (v^t \cdot P \cdot v)_1 + (v^t \cdot P \cdot v)_2 = (v^t \cdot P \cdot v) \}$$

Kjo formë përmban informacion mbi gabimet e e matjeve.

$$\Omega_h = \Omega_z - \Omega_o = v_z^t \cdot P \cdot v_z - v^t \cdot P \cdot v \quad (5.11)$$

Me formën katrore të re (Ω_h) do të mbeten vetëm informacion mbi lëvizjen e pikave jo të qëndrueshme. Kjo shpjegohet se vektori i madhësive të panjohura nga epoka 0 në intervalin ndërmjet epokave është ndryshuar me madhësinë dx (B.Heck, 1983)³⁴(T.Ninkov, 1985):³⁵

$$x' = x + dx$$

ku $dx = x' - x$ është vlera e lëvizjes së pikave në lidhje me boshtin e kordinatave të pranuar. Në qoftëse tek modeli funksional i epokës 0 (ose të epokës para rendëse).

$$v = A_x + f$$

do të zëvendësohet x me x' atëherë vektori do të marrë formën:

$$v' = A_{x'} + f$$

duke zëvendësuar tek ky vektor vlerën $x' = x + dx$ marrim vektorin:

$$v' = A_x + A dx + f = v + A dx$$

nga këtu krijohet forma katrore e mëposhtme:

$$\begin{aligned} v'^T P v' &= (v^T + d_x^T A^T) \cdot P \cdot (v + A d_x) = v^T P v + d_x^T A^T P v + v^T P A d_x + \\ &+ v^T P A d_x + d_x^T N d_x = v^T P v + d_x^T N d_x \end{aligned} \quad (5.12)$$

³⁴ B.Heck. (1983). Das Analyseverfahren des geodätischen Instituts der Universität Karlsruhe Stand 1983. Deformationsanalysen ,83. Geometrische Analyse und Interpretation von Deformationen Geodätischer Netze. München: Hochschule der Bundeswehr. Heft 9

³⁵ T.Ninkov. (1985). Deformaciona analiza i njena praktična primena

ku $A^T P_v = 0$ dhe nga kjo arrijmë në barazimin:

$$v'^T P_{v'} - v^T P_v = d_x^T N d_x = d_x^T Q_x^{-1} d_x$$

zëvendësojmë tek barazimi i mësipërm dhe marrim barazimin:

$$\Omega_h = \Omega_z - \Omega_0 = v'^T P_{v'} - v^T P_v = d_x^T Q_x^{-1} d_x = (x' - x)^T \cdot Q_x^{-1} (x' - x)$$

Nga ku marrim:

$$Q_x^{-1} = N = A^T P A$$

Nga formula ($\Omega_0 = \Omega_1 + \Omega_2 = (v^t \cdot P v)_1 + (v^t \cdot P v)_2 = (v^t \cdot P v)$) marrim formën katrore

Ω_0 si rezultat i kompesimit të pavarur nga epoka 0 dhe epoka 1 (epoka krahasuese).

Forma katrore Ω_z përftohet nga kompesimi i përbashkët i të dy epokave:

$$v_z^T P_{v_z} = v'^T P_{v'}$$

nga kjo formë katrore e këtij kompesimi nxjerrim të dhëna mbi lëvizjen e pikave.

Në qoftë se në bashkësinë e pikave të qëndrueshme ka edhe pika të paqëndrueshme atëherë forma katrore:

$$\begin{aligned} v'^T P_{v'} &= (v^T + d_x^T A^T) \cdot P \cdot (v + A d_x) = v^T P_v + d_x^T A^T P_v + v^T P A d_x + \\ &+ v^T P A d_x + d_x^T N d_x = v^T P_v + d_x^T N d_x \end{aligned}$$

Kjo formë përmban gabimet e matjeve dhe madhësitë e lëvizjes së pikave të paqëndrueshme në rrjet. Nëse nga forma (5.12) zbresim formën (5.11) kjo përmban vetëm madhësitë e lëvizjes së pikave të paqëndrueshme. Nga zbritja e këtyre dy formave marrim formën katrore të shpërndarjes:

$$\Omega_0 = v^t \cdot P v \approx \chi_b^2 \sigma_0^2 \quad (5.13)$$

Duke shënuar me b shkallën e lirisë marrim barazimin:

$$\Omega_h = \Omega_z - \Omega_0 = v_z^T P_{v_z} - v^T P_v \approx \chi_b^2 \sigma_0^2 \quad (5.14)$$

Duke shënuar me f shkallën e lirisë:

$$f = (k-1)np_0 - d$$

(për n=1 për rrjetin e pikave 1-D, dhe n=2 për rrjetin e pikave 2-D)

k- është numri i epokave në krahasim

n- është dimensionioi i rrjetit gjeomatik; n=1 për rrjetin e pikave 1-D, n=2 për rrjetin e pikave 2-D,

p₀- numri i pikave të rrjetit kryesor (pika të stabilizuara)

d- defekti i rangut të matricës A e cila paraqet numrin e elementeve të nevojshëm për përcaktimin e sistemit koordinativ (d=1 për rrjetin e nivelimit dhe d=2 për rrjetin e pikave në plan).

Duke shfrytëzuar shpërndarjen Fischer me shkallët e lirisë f dhe b realizohet test statistika:

$$F_{f,b} = (\chi_f^2/f) / (\chi_b^2/b) \quad (5.15)$$

Formulat (5.12) dhe (5.13) i zëvendësojmë në formulën (5.14) merret barazimi (B.Heck, 1983)³⁶(T.Ninkov, 1985)³⁷(K.Mihalovic & I.Aleksic, 1994)³⁸:

$$F_{f,b} = \frac{\Omega h / f}{\Omega o / b} = k_2^2 \cdot \frac{v_z^T P v_z - v^T P v}{v^T P v} \cdot \frac{b}{f} \quad (5.16)$$

Me testin e realizuar me formulën e mësipërme gjejmë nëse ka pika të lëvizshme tek grupi i pikave të rrjetit gjeomatik që kemi marrë si pika të palëvizshme. Në qoftë se $F_{f,b} \leq F_{\alpha,f,b}$; testi $F_{f,b}$ nuk jep shpërndarjen joqëndrore Fischer.

Në këtë rast pranohet hipoteza 0 që do të thotë se të gjitha pikat nga rrjeti gjeomatik që kemi marrë si pika të qëndrueshme janë të qëndrueshme (këtë e jep testi i shpërndarjes joqëndrore Fischer).

Në qoftë se $F_{f,g} > F_{\alpha,f,b}$ testi statistikor $F_{f,b}$ jep shpërndarjen joqëndrore Fischer.

Në këtë rast pranohet hipoteza *a* (alternative) që do të thotë se nga pikat nga rrjeti gjeomatik që i kemi marrë si pika të qëndrueshme ka edhe pika që nuk janë të qëndrueshme (edhe këtë e jep testi i shpërndarjes joqëndrore Fischer). Pas testit statistikor duhet të ndajmë nga grupi i pikave të qëndrueshme pikat që kanë lëvizur (Kabashi)(S.Allaraj, 2014).

5.3. Përcaktimi i pikave të paqëndrueshme

Testi statistikor ofron informacion mbi stabilitetin e pikave të rrjetit që në monitorim merren apriori si pika të stabilizuara. Për të përcaktuar dhe lokalizuar këto pika përsëritet kompesimi i përbashkët disa herë, ku pas çdo kompesimi veçohet një pikë.

Rrjedhimisht do të ketë një numër të barabartë kompesimesh me numrin e pikave të lokalizuara. Pra nga *n* kompesime do të gjenden *n-1* pika jo të qëndrueshme.

Forma katrore $\Omega_{z \min}$ tregon pas çdo kompesimi pikën e larguar. Kjo mënyrë e përjashtimit të pikave të paqëndrueshme përsëritet deri kur marrim formën $F_{f,b} \leq F_{\alpha,f,b}$.

Të gjitha pikat që ngelen pas arritjes së këtij kompesimi janë pika të qëndrueshme të rrjetit. Koordinatat e këtyre pikave nga epoka e parë merren si koordinata të sakta dhe më tej vazhdon krahasimi i matjeve të bëra në epokat pasardhëse.

Lokalizimi i deformimit bëhet për të gjithë pikat. Me hipotezën zero supozohet se pika T_i nuk ka lëvizur, do të thotë se koordinatat e kësaj pike me të dy epokat janë të njëjta:

$T_{1i}(x_{1i}, y_{1i}) = T_{2i}(x_{2i}, y_{2i})$, ndërsa me hipotezën alternative supozohet që pika T_i ka lëvizur. Në këtë rast kushtet e hipotezës zero shkruhen në formën (B.Heck, 1983)(T.Ninkov, 1985)(K.Mihalovic & I.Aleksic, 1994):

³⁶ B.Heck. (1983). Das Analyseverfahren des geodätischen Instituts der Universität Karlsruhe Stand 1983. Deformationsanalysen ,83. Geometrische Analyse und Interpretation von Deformationen Geodätischer Netze. München: Hochschule der Bundeswehr. Heft 9

³⁷ T.Ninkov. (1985). Deformaciona analiza i njena praktična primena.

³⁸ K.Mihalovic, & I.Aleksic. (1994). Deformaciona analiza geodetskih mreža. Belgrade: Gradjevinski fakultet, Institut za geodeziju

$$\begin{aligned} x_{1i} - x_{2i} &= 0 \\ y_{1i} - y_{2i} &= 0 \end{aligned} \quad (5.17)$$

ose në trajtën

$$\mathbf{B}_x^T = \mathbf{w}$$

Ku:

x_{1i}, y_{1i} janë koordinatat e pikave në epokën e parë

x_{2i}, y_{2i} janë koordinatat e pikave në epokën e dytë

Në formë matricore do të kishim këtë relacion:

$$\begin{aligned} &(\mathbf{T}_{1,1}), (\mathbf{T}_{1,i}), (\mathbf{T}_{1,Px}), (\mathbf{T}_{2,1}), (\mathbf{T}_{2,i}), (\mathbf{T}_{2,Px}) \\ \mathbf{B}_x^T &= \{N \mid \mid N \mid I \mid N \mid \mid N \mid N \mid \mid N \mid -I \mid N\} \end{aligned}$$

$$N = \begin{vmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{vmatrix}$$

$$E = \begin{vmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{vmatrix}$$

$$W = \begin{vmatrix} 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{vmatrix}$$

Kushtet e hipotezës alternative shkruhen në formën:

$$\mathbf{B}_x^T = \mathbf{d}_i \quad (5.18)$$

Në formë matricore do të jetë:

$$\mathbf{d}_i = \begin{vmatrix} y_{1,i} & - & y_{2,i} \\ x_{1,i} & - & x_{2,i} \end{vmatrix}$$

Nga këto dy barazime rrjedh matrica e ko faktorëve në formën:

$$\mathbf{Qd}_i = \mathbf{B}_x^T \mathbf{Q}_x \mathbf{B} = \begin{vmatrix} q_{yyd} & q_{yxd} \\ q_{xyd} & q_{xxd} \end{vmatrix} \quad (5.19)$$

Nga zbërthimi i matricës marrim barazimet:

$$\begin{aligned} q_{yyd} &= q^{11}_{yiyi} + q^{22}_{yiyi} - 2q^{12}_{yiyi} \\ q_{xxd} &= q^{11}_{xixi} + q^{22}_{xixi} - 2q^{12}_{xixi} \\ q_{yxd} &= q^{11}_{yixi} + q^{22}_{yixi} - q^{12}_{yixi} - q^{21}_{yixi} \end{aligned} \quad (5.20)$$

Vlera e koeficientëve në anën e djathtë të barazimit janë vlerat e peshave të cilat i referohen pikës T_i në lidhje me matricën Q_{x1x1} , Q_{x1x2} , Q_{x2x2} , si pjesë e matricës sëkofaktorëve nga barazimi i përbashkët:

$$Q = \begin{matrix} & Q_{zz} & Q_{zx1} & Q_{zx2} \\ Q_{zx1} & Q_{x1x1} & Q_{x1x2} & \\ Q_{zx2} & Q_{x1x2} & Q_{x2x2} & \end{matrix} \quad (5.21)$$

Testi statistikor shndërrohet në formën: θ^2/s^2

$$F = \theta^2/s^2 = T = d^T_i Q^{-1}d_i / 2\sigma^2 \quad (5.22)$$

$$\text{Ku: } \theta^2 = d^T_i Q^{-1}d_i / 2 \quad \text{dhe} \quad s^2 = \sigma^2$$

Në rastin e Hipotezës zero kemi shpërndarjen qëndrore të Fisherit:

$$T \approx F_{2,f} \quad (5.23)$$

Në rastin e Hipotezës alternative kemi shpërndarjen joqëndrore të Fisherit:

$$T \approx F_{2,f,\delta} \quad (5.24)$$

Në rastin kur kemi vlerën e testit statistikor më të vogël se vlera kritike $T \approx F_{1-a,2,f}$ pranojmë vlerën e hipotezës zero. Në rastin kur kjo vlerë është më e madhe pranojmë vlerën e hipotezës alternative.

Gjysëmshoshtet e ellipseve llogariten me formulat:

$$A_j = \sigma^2 \cdot 2 \cdot F_{1-a,2,f} \cdot \lambda_j$$

ku $j = 1, 2$ dhe λ_j është vlera e matricës Qd_2 .

$$\lambda_1 = 1/2 (q_{xxd} + q_{yyd} + k)$$

$$\lambda_2 = 1/2 (q_{xxd} + q_{yyd} - k)$$

$$k = \sqrt{(q_{xxd} - q_{yyd})^2 + 4q^2_{xyd}}$$

Sipërfaqja e elipsit të gabimeve është në funksion të zonës së besueshmërisë me probabilitet $1-\alpha$. Elipsin e gabimeve e paraqesim edhe grafikisht (figura 5-3 dhe 5-4).

Pikat e qëndrueshme ndodhen brenda sipërfaqes së elipsit (figura 5-3), kurse pikat e paqëndrueshme ose pikat që kanë lëvizur qëndrën e tyre e kanë jashtë sipërfaqes së elipsit (figura 5-4) (T.Ninkov, 1985)³⁹(Kabashi)⁴⁰(G.Bisha, 1997)⁴¹(S.Allaraj, 2014).⁴²

Koncepti gjeometrik që merr parasysh metoda Kalsruhe (figura 5-3 dhe figura 5-4)

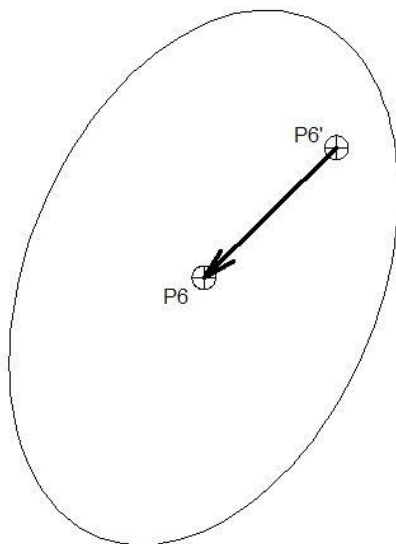


Figura 5-3 Pika të qëndrueshme

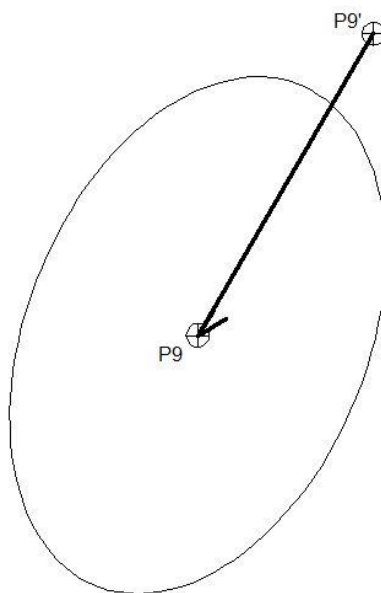


Figura 5-4 Pika të paqëndrueshme

³⁹ T.Ninkov. (1985). Deformaciona analiza i njena praktična primena.

⁴⁰ Kabashi, I. (n.d.). Monitorimi i objekteve dhe analiza e deformimeve te tyre. Cikel leksionesh

⁴¹ G.Bisha. (1997). Teoria e perpunimit te matjeve gjeodezike , SHBLU. Tiranë

⁴² S.Allaraj. (2014, Dhjetor). Disertacion me temë “Monitorimi i digave dhe veprave të artit në rrugë me metodat moderne gjeodezike

KAPITULLI VI

MONITORIMI ONLINE

Marrja e të dhënave nga terreni nuk plotëson të gjithë punën për monitorim. Një problem me shumë rëndësi është edhe transmetimi dhe përpunimi i këtyre të dhënave.

Mënyrat e transmetimit të të dhënave të marra nga matjet e drejtpërdrejta në terren ose edhe nga matjet online realizohen në kohë reale me anën e kartave sim që janë të vendosura në trupin e çdo instrumenti matës gjeomatik (stacion total, GPS etj).

Në rastet kur realizojmë monitorim online me GPS apo me teodolite (elektronikë robotike ose gjysëm robotike) transmetimi i të dhënave *data* bëhet në kohë reale me anën e linjës së internetit që përcillet me kartën sim të vendosur në trupin e gps-it ose të instrumentit matës.

Në rastet kur nuk bëjme matje online të dhënat e marra nga matjet në terren shkarkohen në kompjuterin e zyrës me një nga aksesorët e instrumentit (kabëll shkarkimi, flash usb, bluetooth etj).

Në figurë jepet në mënyrë skematike se si bëhet marrja e të dhënave nga matjet në terren, ruajtja e tyre dhe transportimi i tyre në kompjuterin e zyrës ku dhe përpunohen dhe mënyra e dhënies së alarmit në rastin kur pas përpunimit automatik të të dhënave paraqitet rrezik në veprën e monitoruar (Kabashi).⁴³

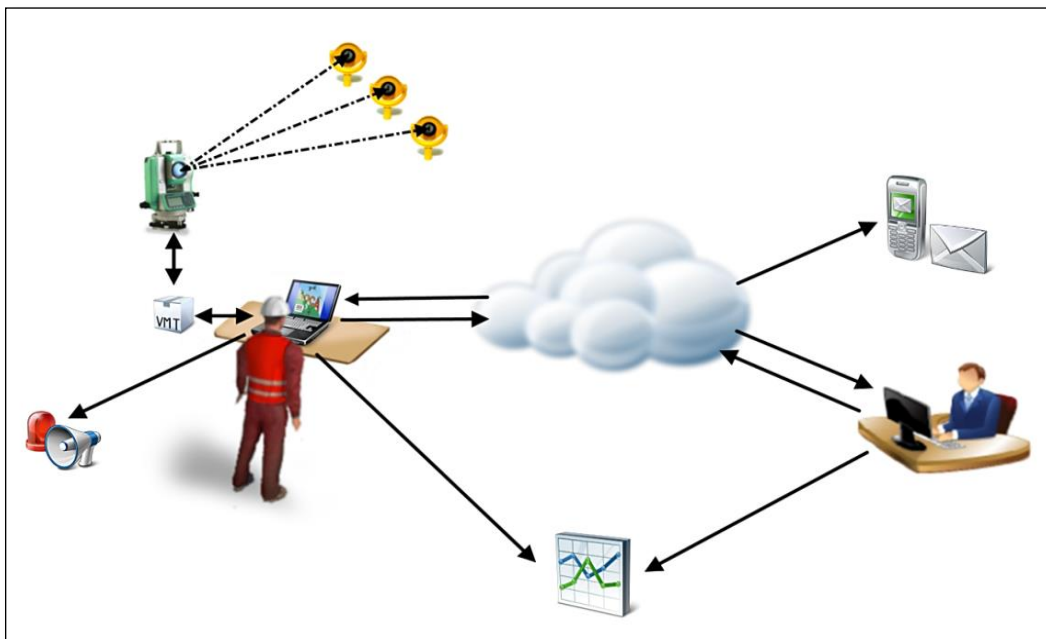


Figura 6-1 Skema për marrjen e të dhënave në terren (Kabashi)

⁴³Kabashi, I. (n.d.). Monitorimi i objekteve dhe analiza e deformimeve të tyre. Cikel leksionesh

Monitorimi online dhe të gjithë metodat e reja mbi monitorimin zhvillohen për të përcaktuar lëvizjen hapsinore të pikave. Deri para pak kohësh levizja hapsinore e pikave caktohej me dy sisteme (XY) dhe (H). Për të përfutur rezultate të përbashkta (X,Y,H) kërkohet që të modelohen projekte gjeomatike dhe zhvillime matematikore të reja si dhe instrumenta matës të avancuar. Kombinimi i këtyre kërkesave përcakton lëvizjen tre dimensionale të pikave (lëvizjen e tyre).

Në këtë rast nuk ka pika të pa lëvizshme përfshirë edhe pikat e rendit të I-rë me metodën optike pikat e rendit I-rë merreshin apriori si pika të pa lëvizshme. Me metodën automatike dhe aq më tepër me metodën online të gjithë pikat e rrjetit (Rendi I-rë dhe të II-të) merren si pika të lëvizshme ose të paqëndrueshme. Me anën e analizës së deformimeve që trajtuam në kapitullin e 5-të, jepen zgjidhje matematike ku pas përpunimit të të dhënave të marra nga matjet në terren përftojme në mënyrë të detajuar lëvizjen ose qëndrueshmërinë e pikave të rrjetit.

Monitorimi online (Real-time Monitorimi) është aftësia për të mbledhur dhe për të përpunuar të dhënat e marra nga instrumentet monitoruese të vendosura në objektin që po monitorojmë. Marrja e këtyre të dhënave dhe përpunimi i tyre bëhet në një kohë të shpejtë, në mënyrë të tillë që të jepen të dhëna të detajuara mbi veprën dhe në rast se është e nevojshme edhe alarmi mbi qëndrueshmërinë e saj si dhe reagimin shumë të shpejt në rast rreziku në periudha kritike.

Si periudhë kritike mund të jetë koha pas tërmeteve apo edhe prurjet e mëdhaja dhe rritja e menjëhershme e nivelit të ujit në basen, përmbytjeve etj. Sistemi i alarmit bëhet i mundur dhe është efikas kur vendosim sensor për lajmërimin në kohë të një rreziku. Këta sensor japin sinjal pasi bëhet përpunimi i të dhënave dhe marrjes së rezultateve llogaritëse.

Proçesi i mbledhjes së të dhënave dhe i transportimit të tyre është përmirësuar dhe realizohet në kohë reale duke aplikuar sistemet e reja të informacionit dhe instrumentet e reja matëse. Këto të dhëna merren në mënyrë elektronike, ruhen në memorien e instrumentit dhe me të njëjtin format transmetohen në sistemet operative të përpunimit (softet kompjuterike).

Këto metoda të mbledhjes dhe përpunimit të të dhënave kanë ulur mundësinë për të bërë gabime në matje, lexim dhe përpunim të këtyre të dhënave. Në të njëjtën kohë është rritur edhe shpejtësia e matjes dhe e përpunimit të të dhënave.

Marrja e informacionit në kohë reale nga grupi tekniko-inxhinierik, bën të mundur marrjen e masave të menjëhershme për të rritur sigurinë e objektit. Për të rritur sigurinë e një veprë inxhinierike dhe për të kapur rreziqet e mundshme në kohë, kohët e fundit po kalohet nga sistemi i monitorimit në epoka në sistemin e monitorimit të përhershëm.

Monitorimi i përhershëm nuk realizohet për të gjithë objektet që janë objekt monitorimi, por për objektet që kanë një rrezik të pritshëm. Ky rrezik është përcaktuar i tillë nga matjet me epoka që janë kryer për një periudhë të gjatë kohe.

Për monitorimin online përdoren metoda dhe programe të ndryshme. Monitorimi online dhe sistemet e alarmit të lidhura me të arrihen me përdorimin e GNSS (Global Navigation Satellite System), sensorët për marrje dhe dërgim informacioni (GPS, GLONASS etj.),

sensorët e vendosur në objekt apo terren (Sensorët e Pozicionimit Lokal - LPS), rrjeti i telefonisë, fibrat optike ose i internetit për të transmetuar të dhënat.

Monitorimi online mund të bëhet për zonat me rreziqe natyrore, ndërtesat e vjetra, strukturat e larta, urat, kullat e ndryshme, tokat e rrëshqitshme, zonat e goditura nga termetet etj. Sistemi i monitorimit online dhe lidhja me sistemin e alarmit për paralajmërim të rrezikut përbëhet nga grupi i pajisjeve dhe i sensorëve që shërbejnë për marrjen e informacionit gjeomatik nga terreni (sistemi GPS), nga programi i transmetimit të të dhënave, programi i përpunimit dhe i analizës së të dhënave. Me sukses është aplikuar sistemi i monitorimit GOCA (GNSS/LPS based-Online-Control-Alarm System).

Ky sistem është projektuar për monitorim nga Universiteti i Karlsruhe dhe kompania Geo-Nav dhe Dr. Bertges Vermessungstechnik (Gjermani) (R.Jäger, S.Kälber, & M.Oswald, 2006)(J.Cranenbroeck, A.Balan, & M.Mauro, 2012).⁴⁴

Analiza mbi deformimin realizohet me programin GOCA (dhe programe të tjera) e cila bazohet në kompesimin rigoroz të rrjetit. Analiza e rrjetit realizohet duke filluar me pikat e rrjetit kryesor (që merren apriori si pika të qëndrueshme). Ndërtimi i një rrjeti për të studiuar qëndrueshmërinë e një objekti dhe për të analizuar deformimet e tij është një nga detyrat kryesore të fushës së monitorimit dhe i gjeodezisë inxhinierike në tërësi.

Çdo objekt dhe terreni ku është ndërtuar objekti kanë veçoritë e tyre gjeomatike, gjeologjike, gjeoteknike etj. Si rrjedhim rrjeti i projektuar është unik si nga ana gjeometrike, nga mënyra e matjeve të drejtimeve dhe largësive dhe për nga ana e instrumentave matës gjeomatik.

Për të arritur një saktësi të lartë në plan dhe në lartësi duhet një kombinim i mënyrës se si vrojtojmë në terren, si zgjedhim instrumentat matës dhe si zgjedhim programin për përpunimin e të dhënave. Kjo saktësi arrihet kur bëjmë një kombinim të instrumentave matëse, gjeometrisë së rrjetit të ndërtuar, të metodave të vrojtimit dhe të programit të përpunimit të të dhënave.

Pjesët më kritike të një strukture të objektit duhet të monitorohen në intervale të vazhdueshme me një saktësi 3 deri 10 herë më të madhe se sa devijimi maksimal i pritur i të gjithë objektit.

Me zhvillimin e teknologjisë sot instrumentet me rezolucion të lartë kapin edhe devijime shumë të vogla. Sfida e sotme është kapja në kohë shumë të shpejtë e ketyre deformimeve. Kapja në kohë e deformimit bën të mundur krahasimin e modelit teorik të projektuar dhe gjendjes aktuale.

Aftësia për të zbuluar dhe për të reaguar në kohë për problematikat e deformimit në një vepër me rëndësi jetike për komunitetin, do të ulë kostot financiare dhe do të minimizojë ose eliminojë të gjithë dëmet që mund të ndodhin.

⁴⁴R.Jäger, S.Kälber, & M.Oswald. (2006). GNSS/GPS/LPS based Online Control and Alarm System (GOCA) – Mathematical Models and Technical Realisation of a System for Natural and Geotechnical Deformation Monitoring and Analysis, GEOS 2006

Marrja e të dhënave, transmetimi i tyre në kohë reale, përpunimi matematikor dhe analiza e tyre janë çelësi i suksesit në monitorim. Por një rëndësi të madhe në këtë projekt kanë edhe instrumentet matëse dhe pajisjet ndihmëse (sensorët) që kryejnë vrojtime me saktësi të lartë për çdo ditë të vitit në mënyrë të pandërprerë (S.Allaraj, 2014).⁴⁵

Matjet e pandërprera online 24 orë në 365 ditë të vitit (në të gjithë situatat atmosferike të motit), realizohen duke përdorur marrësit satelitor (GPS) dhe instrumentet robotik (automatik) Stacion Total të saktësisë së lartë (0.5” ose 1”) dhe sensorët përkatës. Antenat e GPS mbledhin të dhëna nga satelitët në të gjitha drejtimet njëherësh (360°).

Kombinimi i vrojtimeve GPS me Stacion Total arrin një saktësi më të lartë në matje. Ky kombinim bëhet pasi është paracaktuar një kornizë e përbashkët referimi. Në këtë mënyrë një marrës satelitor dhe një stacion total vendoset brenda zonës së deformuar dhe një set tjetër jashtë zonës dhe jashtë ndikimit të ndonjë faktori që kontribon në deformim.

Me anën e stacioneve totale masim drejtimet për këndin Hz, drejtimet për këndin Vz, distancën horizontale dhe distancën e pjerrët. Me anën e marrësëve satelitor ne marrim të dhëna më të detajuara në kohë reale. Edhe përpunimi i tyre bëhet në kohë reale, çfarë do të thotë se të interesuarit mësojnë në çdo moment për pozicionin e pikave të rrjetit dhe të të gjithë strukturës. Saktësia e të dhënave të marra nga matjet satelitore varet nga gjeometria e sateliteve në hapësirë.

Gjeometria e sateliteve ndryshon në çdo moment pasi satelitët janë në lëvizje rreth tokës. Në këtë rast duhet të zgjidhet momenti kur gjeometria është më e plotë dhe të dhënat na japin saktësinë e kërkuar ose merren të dhënat mesatare të shumë vrojtimeve të bëra gjatë 24 orëve (ose për një periudhë më të madhe kohe).

Kombinimi i dy apo më shumë metodave në vërtetim na jep një saktësi më të lartë. Gjeometria e rrjetit monitorues dhe kombinimi i matjeve GPS me stacion total jep një besueshmëri të lartë dhe monitorime afatgjatë (J.Cranenbroeck, A.Balan, & M.Mauro, 2012).⁴⁶

Për më tepër sot sinkronizohen sensorët gjeomatik me sensorët gjeoteknik dhe përftohet një model i integruar matematikor 3D i deformimit. Në këtë rast marrësit GPS janë ata që sinkronizojnë të gjithë sensorët dhe instrumentet e tjera. Ky kombinim jep një saktësi më të lartë në matje dhe besueshmëri më të madhe në rrjet.

Në secilën epokë bëhet kompsesimi i pavarur i rrjetit me programet përpunuese duke përdorur metodat e testeve të hipotezës statistikore (kjo analizë është trajtuar në kapitullin e mësipërm). Me anën e këtyre testeve gjejmë pikat e qëndrueshme dhe pikat e paqëndrueshme në rrjet. Nëpërmjet këtyre pikave analizojmë sjelljen e strukturës dhe deformimet e saj.

⁴⁵S.Allaraj. (2014, Dhjetor). Disertacion me temë “Monitorimi i digave dhe veprave të artit në rrugë me metodat moderne gjeodezike”

⁴⁶J.Cranenbroeck, A.Balan, & M.Mauro. (2012). A New Geodetic Network Design for Hydro Power Plant

KAPITULLI VII

7.1. Konkluzione

- ✓ Monitorimi i qëndrueshmërisë së digave me matjet gjeomatike vlerësohet në përgjithësi si një shërbim që ofrohet me kosto të lartë, prandaj dhe shpesh nuk kërkohet nga menaxherët e digave.
- ✓ Eksperienca e punës në monitorimin e deformimeve në diga ka sjellë në përfundimin që monitorimet mujore ose më të shpeshta, me pajisje matëse direkte (kosto e ulët) dhe çifte pikash në plan dhe lartësi, sipas drejtimesh të fiksuara me plumbçe apo distanca të matura me metër metalik (invari) mund të shmangin përdorimin e shpeshtë të matjeve me instrumente gjeomatik. Kur nga matjet me pajisjet e thjeshta vihen re deformime në strukturë që kalojnë normat e lejuara, është i nevojshëm monitorimi me matje gjeomatike.
- ✓ Instrumentet gjeomatike për monitorimin e digave janë kryesisht stacione total të saktësisë së lartë, së bashku me pajisjet ndihmëse për centrimin e detyruar të instrumenteve dhe sinjaleve. Vitet e fundit po bëhen përpjekje për përdorimin e sistemit matës GPS në monitorimin e digave.
- ✓ Montimi i instrumenteve dhe sinjaleve duhet të vlerësohet me shumë kujdes në matjet gjeomatike për monitorimin e qëndrueshmërisë së digave. Përdorimi i pajisjeve në çdo pikë që sigurojnë centrimin e detyruar pranohet si zgjedhja më e saktë. Duhet të tregohet kujdes në përgatitjen e montimin e pajisjeve të tilla në terren dhe ruajtjen e tyre nga dëmtimi.
- ✓ Përcaktueshmëria e llojit të reflektorit konsiderohet e një rëndësie të veçantë duke ditur se pajisja e saj nga të gjitha anët me pasqyra, matja realizohet nga të gjithë drejtimet, pra nga 360° duke na lehtësuar procesin e matjeve të deformimit (për të matur drejtimet, këndet dhe distancat) e cila çon dhe në mënjanimin e fuqisë puntore në lëvizjen e reflektorëve.
- ✓ Informacioni që merret nga matjet monitoruese gjeomatike dhe përpunohet në programe të posaçme, është i saktë dhe jep një pasqyrë të plotë të të gjithë lëvizjeve në plan dhe lartësi që ndodhin në trupin e digës dhe masivin përreth.

7.2. Rekomandime

- ✓ Për të siguruar një shkallë të lartë monitorimi të punimeve nëntokësore (tunelet) të hapura në trupin e digës, krahas pikave të rrjetit gjeomatik (në sipërfaqe) duhet të përdoren dhe pajisjet e thjeshta monitoruese (plumbçet). Lidhja e pikave ku varen plumbçet, me matjet gjeomatike nëntokësore dhe rrjetin në sipërfaqe, do të shtonte informacionin e nevojshëm në monitorimin e qëndrueshmërisë së digave.
- ✓ Turbullirat e vërejtura në ujrat e kanaleve të drenazhimit në trupin e digës dhe në sipërfaqen e tokës mund të tregojë lëvizje në themel apo trupin e digës. Kur vërehet një rritje në turbullirë, duhet të kushtohet vëmendje, edhe në qoftë se sasia e ujit të filtruar është e vogël.
- ✓ Digat e Vaut të Dejës, Fierzës, Komanit dhe Skavicës (që do ndërtohet) janë në një sistem dhe për këtë arsye influencojnë tek njëra tjetra përsa i përket kushteve atmosferike me reshje të shumta. Studimi dhe eksperiencia ndërkombëtare rekomandon monitorimin e tyre në mënyrë unike, dhe të vazhdueshme me qëllim sigurimin e të dhënave të deformimeve në raport me njëra me tjetrën, gjë që jep mundësi për të realizuar proceduara stabilizuese dhe normalitet në këto situata.
- ✓ Bazuar në këtë arsyetim si dhe në faktin që çdo vepër inxhinierike ka një jetëgjatësi të lartë, i rekomandohet Qeverisë Shqiptare dhe KESH-it ndërtimi i një Programi Kombëtar për mbajtjen në vrojtim dhe monitorim të këtyre digave duke bashkëpunuar ngushtë me Institucionet, Universitetin dhe ekspertët e fushës.
- ✓ Bazuar nga të dhënat e matjeve dhe analizës së tyre, me koefiçent besueshmërie 95%), studimi im tregoi se në Digën e Vaut të Dejës kemi zhvendosje në plan horizontal 2D dhe atë vertikal 1D në masën 1mm-3mm. Për këtë arsye rekomandohet kryerja e matjeve në epokat e ardhshme për të verifikuar nëse këto diga do e ruajnë këtë stabilitet.

BIBLIOGRAFIA

- ✚ Astronaut photograph, I.-E.-1. (2002, September 6). Retrieved from <https://web.archive.org/>.
- ✚ B.Heck. (1983). Das Analyseverfahren des geodätischen Instituts der Universität Karlsruhe Stand 1983. Deformationsanalysen ,83. Geometrische Analyse und Interpretation von Deformationen Geodätischer Netze. München: Hochschule der Bundeswehr. Heft 9.
- ✚ Bicaj, Z. (1980). Raport i punimeve të kërkim-rilevimit shk. 1: 25 000 në rajonin Theth-Breglumi-Vuksanaj gjatë v. 1977-.
- ✚ Biedermann. (1996). Dams monitored by geometric measurements.
- ✚ Butterworth-Heinemann. (2004). "A study of the Marib dam and its sluice system (BC 115 to AD 575)". Hydraulics of Open Channel Flow (Second Edition), (pp. 533-540).
- ✚ Delhi Megapolis, I. (. (2013, February 20).
- ✚ Duck, D. (2011). "Construction of Grand Coulee Third Power Plant". Journal of the Construction Division., 869-881.
- ✚ Dunham, C. (2008). Retrieved from <https://www.chrisdunhamphotography.com/>
- ✚ G.Bisha. (1997). Teoria e perpunimit te matjeve gjeodezike , SHBLU. Tiranë.
- ✚ GLEN CANYON, I. (2016, August 31). "History of the Environmental Movement". Retrieved from <https://www.glencanyon.org/>.
- ✚ Gravell, J. (2016).
- ✚ GrupAutorësh. (2002). Harta Gjeologjike e Shqipërisë dhe teksti i saj shpjegues.
- ✚ Hamblin, W. (1994).
- ✚ Head, T. (2017, November 10).
- ✚ J.Cranenbroeck, A.Balan, & M.Mauro. (2012). A New Geodetic Network Design for Hydro Power Plant.
- ✚ JM.Rueger. (2006). 'Overview of Geodetic Deformation Measurements of Dams',. ANCOLD, (pp. 1-2; 6-7; 15-16; 18; 23; 30). Australia.
- ✚ K.Mihalovic, & I.Aleksic. (1994). Deformaciona analiza geodetskih mreža. Belgrade: Gradjevinski fakultet, Institut za geodeziju.
- ✚ Kabashi, I. (n.d.). Monitorimi i objekteve dhe analiza e deformimeve te tyre. Cikel leksionesh .
- ✚ Kavanagh, B. F. (2007). Surveying with construction applications . New Jersey: Seventh Edition.
- ✚ KESH. (n.d.). Korporat Elektroenergjitike Shqiptare. Tiranë.
- ✚ Koço, M. (2018, Prill). Vau Dejës, Shkodër.

- ✚ LICKO. (2005, March). Retrieved from wikipedia.
- ✚ Lowe, J. (1978, July).
- ✚ M.Dragovoja, & S.Boçi. (1976). Manuali i Gjeodezisë.
- ✚ M.Koço. (2015, Prill). Mikrotezë "Monitorimi i Qëndrueshmërisë së Digave me Matje Gjeomatike" (Rast Studimor Diga Komanit). Tiranë.
- ✚ Marine. (2017, June 7). Parker Dam built.
- ✚ Miller, C. (2001).
- ✚ Nazarenko, D. (2009, August 3). Constructed at Jones Falls. Canada.
- ✚ R.Jäger, S.Kälber, & M.Oswald. (2006). GNSS/GPS/LPS based Online Control and Alarm System (GOCA) – Mathematical Models and Technical Realisation of a System for Natural and Geotechnical Deformation Monitoring and Analysis, GEOS 2006.
- ✚ Ray_go. (2009, December).
- ✚ Roose, K. (2004, December 30).
- ✚ Rustamov, I. (2007, April 17).
- ✚ S.Allaraj. (2014, Dhjetor). Disertacion me temë “Monitorimi i digave dhe veprave të artit në rrugë me metodat moderne gjeodezike”.
- ✚ SHGJSH. (n.d.). Shërbimi Gjeologjik Shqiptar. Tiranë. Retrieved from Shërbimi Gjeologjik Shqiptar.
- ✚ SHGJSH, S. G. (2016). Gjeologjia-Gjeoresurset-Gjeorreziqet dhe Mjedisi. Bashkia Shkodër.
- ✚ T.Hirose, & M.Mizuno. (n.d.). WATER STORAGE, AND DISTRIBUTION - Instrumentation and Monitoring of Dams and Reservoirs.
- ✚ T.Ninkov. (1985). Deformaciona analiza i njena praktična primena.
- ✚ Tasmania, H. (2012, March 24). "Gordon Power Station Fact Sheet: Technical fact sheet".
- ✚ U.S. Army, C. (2010, January 9). Retrieved from <http://www.nao.usace.army.mil/gathrightsafety.asp>
- ✚ Vukaj, S. H. (2003-2005). Studime komplekse për administrimin e territorit dhe burimeve natyrore në rrethin Malësi e Madhe. Arkivi Qendror i Gjeologjisë, Tiranë.
- ✚ W.Baarda. (1968). A Testing Procedure for use in geodetic networks. Netherlands.
- ✚ Hidroenergjetika 1949-1999, botim nga Shoqata e Veprave Hidroenergjitike të Shqipërisë (SHVHESH).

- ✚ Arenillas, Miguel; Castillo, Juan C. (2003).Dams from the Roman Era in Spain.Analysis of Design Forms (with Appendix)".Ist International Congress on Construction History (200) -24th January, (Madrid).
- ✚ Projekt i TFU- Rishikimi i Sigurisë së Digave në Kosovë WTF Project – Dam Safety Review Kosovo 15 tetor 2012.
- ✚ Ismail Kabashi, Pal Nikolli, Bashkim Idrizi, Veton Hamza-Deformation analyses of geodetic network in “Jablanica” dam through “Hannover” method, First Western Balkan Conference on GIS, Mine Surveying, Geodezy and Geomatics, 3-4 October, 2018, Tirana, Albania.
- ✚ Nela, K., 1995. Kompensimi i rrjetit të lirë gjeodezik, Buletin i punimeve shkencore të FNA, nr. 1. Prishtinë.
- ✚ Boris Strati - Leksione mbi përpunimin e matjeve topografike dhe gjeodezinë satelitore.
- ✚ Skëndër Lipo - Bazat e Gejomatjeve, 2013.
- ✚ Apostol Kromidha, Reshat Kuka-Topomarkshajderia.
- ✚ Murat Zenuni - Leksione mbi monitorimin e digave.
- ✚ Agim Selenica - Leksione mbi Hidroteknikën.
- ✚ S. Lama - Gjeodezia e Lartë (1980).
- ✚ M. Chandra - "Higher Surveying" (2007).
- ✚ Implementation of geodetic Monitoring System for Fierza, Komani, Vau i Dejes, Ulza and Shkopeti HPPS. Contractor: BSF Swissphoto AG, Client: Korporata Elektroenergjetike Shqiptare-KESH sh.a. Tiranë 2012.
- ✚ Zoran Susic, Mehmet Batilovic, Tosa Ninkov, Ivan Aleksic, Vladimir Bulatovic - Identification of movements using different geodetic methods of deformation analysis, in Geodetski Vestnik, September 2015.
- ✚ Paul R. Wolf Ph.D, Charles D. Ghilani - "Adjustment Computation: Statistics and Least Squares in Surveying and GIS (Wiley Series in Surveying and Boundary Control)" (2006).
- ✚ Aksesi pranë institucionit Korporata Elektroenergjitike Shqiptare (KESH), nëpërmjet shkresës me nr.prot.2488, dt.06.05.2021, konfirmuar nga administratori z. Besjan Kadiu për realizimin e matjeve gjeomatike në periudhën 2014-2019 dhe materialet teknike e grafike të cituara në këtë punim kërkimor shkencor.

ANEKS

Bashkangjitur janë si pjesë përbërëse e aneksit matjet faktike të gjeneruara nga sistemi.