

**ALFRED FRASHËRI**

**KONTROLI DHE MONITORIMI I  
QËNDRUESHMËRISË SË SHPATEVE  
DHE RRËSHQITJEVE ME ZBATIMIN  
METODAVE KOMPLESE GJEOFIZIKE**

Tiranë, 2011

Alfred FRASHERI  
KONTROLLI DHE MONITORIMI I QËNDRUESHMERISË SE SHPATEVE DHE RRESHQITJEVE  
Tirane, 2011

**ALFRED FRASHËRI**

**KONTROLLI DHE MONITORIMI I  
QËNDRUESHMËRISË SË SHPATEVE  
DHE RRËSHQITJEVE**

**Tiranë, 2011**

TREGUESI I LËNDËS

Parathënie.....	3
1. Qëndrueshmëria e shpateve dhe dukuria gjeologjike e rrëshqitjeve.....	4
2. Dukuria e rrëshqitjeve në Shqipëri.....	5
3. Rrëshqitjet dhe impakti i veprimtarisë së pakontrolluar njerëzore në paqëndrueshmërinë e shpateve në shqipëri.....	6
4. Metodika komplekse për studimin dhe monitorimin e qëndrueshmërisë së shpateve dhe rrëshqitjeve. ....	22
5. Analiza e rezultateve të studimit gjeofizik të disa rrëshqitjeve në Shqipëri .....	31
5.1. Rrëshqitja e Poravës.....	31
5.2. Rrëshqitja e Ragamit, Vau i Dejes.....	37
5.3. Rrëshqitja e Banjës.....	42
6. Bibliografia.....	44

## **PARATHËNIE**

Studimi Kontrolli dhe monitorimi i qëndrueshmërisë së shpateve dhe rrëshqitjeve që po paraqitet në këtë leksion është përgatitur mbi bazën e kreut të tretë të librit “Gjeofizika inxhinierike dhe mjedisore”, botim i Akademisë së Shkencave dhe i Fakultetit të Gjeologjisë dhe Minierave, Tiranë 2005, (ISBN 99943-763-5-7), i autorit Alfred Frashëri, si edhe të monografisë ‘*Slope stability evaluation and landslide investigation and Monitoring using geophysical data*’ e grupit të autorëve Bushati S, Frashëri A., Nishani P., Silo V., Pambuku A., Dema Sh., Komac M., Bavec M., Jemec M., Kumelj, Botim i Akademisë së Shkencave, Tiranë, 2008.

Ky leksion ka pasqyruar edhe arritjet e reja të studimit dhe monitorimit të shpateve dhe rrëshqitjeve gjatë këtyre pesë vjetët e fundit, si edhe problematikën e dukurisë së rrëshqitjeve intensive në të gjithë territorin e Shqipërisë në dimrin e vitit 2010.

Autori do të konsiderojë se ka kryer detyrën e vet nëse ky libër do të japë ndihmesën e vet në drejtim të studimit kompleks të qëndrueshmërisë së shpateve dhe të rrëshqitjeve, si edhe të monitorimit të dinamikës së zhvillimit të rrëshqitjeve me anën e metodave dhe teknologjive moderne bashkëkohore, nga ana e instiucioneve të specializuara, për të evituar humbjet njerëzore dhe për të minimizuar humbjet e mëdha materiale. Por mbi të gjitha është e nevojshme që ligjvënësit dhe administrata shtetërore qëndrore dhe lokale duhet të përgatisin legjislacionin përkatës dhe të kërkojnë zbatimin e ligjeve me rigorozitet për të evituar impaktin njerëzor në shkaktimin e prishjes së qëndrueshmërisë së shpateve dhe zhvillimin e rrëshqitjeve. Është problem i ngutshëm i ditës që të merren edhe masat e duhura për monitorimin e rrëshqitjeve të njohura, për të minimizuar dëmtimet dhe evituar katastrofat.

Leksioni do tu shërbejë edhe studentëve të fakulteteve inxhinierike, të cilët në profesionin e tyre kanë lidhje me dukurinë e rrëshqitjeve.

Autori

## **1. QËNDRUESHMËRIA E SHPATEVE DHE DUKURIA GJEOLGJIKE E RRËSHQITJEVE**

Shpatet janë sistem dinamik i gjeomjedisit. Dukuri të ndryshme vrojtohen në sistemet e shpateve, të cilat lidhen me çvendosjen e masave të shpateve:

- Rënie e gurëve
- Rënie e shkëmbinjve
- Rëshqitje e deluvioneve
- Rëshqitje e copërinave
- Rrjedhje e copërinave
- Copëtimi i shkëmbinjve rrënjësorë
- Rëshqitje bllokore
- Rëshqitje
- Fluksi rëror nënujor

Rrëshqitjet janë një dukuri e rrezikut gjeologjik, të cilat marrin jetë njerëzish dhe shkaktojnë dëme të mëdha në të gjithë vendet e botës, kryesisht në rajonet malore dhe bregdetare.

Rrëshqitjet nuk shfaqen papritur. Në to zhvillohet një proces i i gjatë i deformimeve të masivit shkëmbor, akumulim i sfrocimeve, ndryshime mineralogjike dhe çlirimi i sfrocimeve shoqërohet me lëvizjen e trupit të rrëshqitjes, që ndodh vetëm në fazën e fundit. Mundësia për ndonjë lëvizje rrëshqitjeje, si edhe shfaqje të ngjarjeve të tjera si ortekëve të gurëve, rrëshqitjeve të gurëve dhe shëmbjes së tyre, janë lidhur drejtpërsëdrejti me kushtet mekanike dhe gjeologjike të shkëmbinjve dhe formacioneve. Faza katastrofike e ndonjë ngjarje gjeologjike gjithmonë paraprihet nga faza e përgatitjes së saj, e cila përfaqëson akumulimin e ndryshimeve të pakthyeshme në brëndësi të mjedisit gjeologjik. Karakteri dhe shkalla e këtyre ndryshimeve përcaktohen nga klasa e ngjarjeve gjeologjike dhe përmasat e tyre. Veçoria kryesore e kësaj faze përgatitore, në rastin e ngjarjeve të rrëshqitjes, është formimi i kushteve për çlirimin e energjisë së akumuluar paraprakisht.

Humbja e qëndrueshmërisë mekanike, paraprihet nga faza e paqëndrueshmërisë lokale, e cila në pajtueshmëri të plotë me parimet sjellëse të sistemeve të komplikuar mekanikë në mjediset me kushte të paqëndrueshëm, karakterizohet nga rritja e ndjejshmërisë së masivit shkëmbor ndaj ndonjë turbullimi të jashtëm.

Mekanika e përgatitjes dhe zhvillimit të ngjarjeve rrëshqitëse lidhen me shfaqjen e zhvendosjeve të ndryshme në pjesët e strukturuar të masivit shkëmbor, si edhe me formimin e zgjerimit të sipërfaqes e “zgjimit” të sfrocimeve, pas të cilave shfaqet rrënia e gurëve ose rrëshqitja. Faza aktive e përgatitjes së procesit të ngjarjeve rrëshqitëse karakterizohet nga reduktimi i kohezionit të elementëve strukturalë të masivit shkëmbor, si edhe gjithashtu nga rritja e lëvizshmërisë të këtyre elementëve në masiv, si një tërësi ose përgjatë sipërfaqes së dobësuar që formohet.

Eksperienca e studimit të proceseve të shpateve tregon se në fazën që i paraprin zhvillimeve katastrofike të ngjarjeve të shpatit, është e mundur të vrotohen manifestimet mekanike të mëposhtme:

- ndryshime të relievit (jo vetëm zhytje dhe zhvendosje të dukshme të shkëmbinjve, por gjithashtu edhe tregues të tjerë gjeomorfologjikë),
- deformacione lineare ose këndore anomalisht të larta, nëse do të krahasohet me luhatjet ditore (24 orëshe) dhe sezonale të këtyre deformimeve,

Përgjithësisht, studimet e rrëshqitjeve aktualisht orientohet drejt përcaktimit të karakteristikave fizike-gjeologjike dhe veçoritë e strukturës së tyre. Detyrat kryesore janë:

- përcaktimi i sipërfaqes së rrëshqitjes dhe i zonave të kontakteve, përgjatë të cilave zhvillohet lëvizja e masave shkëmbore,
- përcaktimi i formës, i përmasave dhe gjendjes hapësinore të trupit rrëshqitës,
- përcaktimi i prirjeve kryesore të kontaktit dhe linjave tektonike, përgjatë të cilave zhvillohet lëvizja e masave shkëmbore, në raport të drejtpërdrejtë me aktivitetet hidroteknike dhe të drejtnazhit të ujërave sipërfaqësore dhe nëntokësore ,
- kontroll i proceseve të deformimeve nëpërmjet matjeve sistematike në pajtim me metodave të zhvilluara në raport me parashikimin e rriskut të proceseve gjeodinamike.

Opinion i përbashkët lidhur me papritshmërisë së ngjarjeve rrëshqitëse katastrofike bazohet në faktin shpejtësitë dhe amplitudat e vogla të proceseve deformuese zakonisht nuk lejojnë regjistrimin e ngjarjeve anomale me anën e metodave tradicionale.

Dinamikën e rrëshqitjeve dhe të ndryshimeve në qëndrueshmërinë e shpateve e përcaktojnë proceset gjeologjike dhe fizikë.

## **2. DUKURIA E RRËSHQITJEVE NË SHQIPËRI**

Shqipëria është vend malor dhe gjeologjia e Albanideve përfaqësohet nga struktura, litologjia e të cilave krijon kushte për paqëndrueshmërinë e shpateve dhe zhvillimin e rrëshqitjeve (Fig. 1). Bazuar në formacionet gjeologjike dhe masën e trupit rrëshqitës, mund të bëhet klasifikimi i më poshtëm i rrëshqitjeve në Shqipëri:

### ***1 .Shpate të paqëndrueshme dhe zhvillimi i rrëshqitjeve intensive në shkëmbinjtë e tjetërsuar dhe në shtresat e mbulesës në brigjet e liqeneve, kryesisht në hidrocentraleve.***

Rrëshqitje tipike të tilla është zhvilluar në Ragam në bregun e liqenit të Vaut të Dejës (Foto 1, 2, 3, 4), si edhe është riaktivizuar intensivisht rrëshqitja e mirënjohur e Poravës në bregun e liqenit të hidrocentralit (Foto 5, 6, 7 ) në lumin Drin.

### **2. Shpate të paqëndrueshme dhe zhvillimi i rrëshqitjeve intensive në shkëmbinjtë e formacionit flishor paleogjenik.**

Formacionet e paqëndrueshme, si ato flishore etj. kanë përhapje të madhe në territorin e vendit ku janë vrojtuar shpate të paqëndrueshëm, prandaj shtrirja e këtyre dukurive nuk kufizohet në një lokalitet apo trevë. Paqëndrueshmëria e shpateve është potenciale në shume zona të vendit, prandaj studimi i kësaj dukurie ka rëndësi kombëtare. Shembuj tipikë të zhvillimit të rrëshqitjeve janë ato në fshatrat Guri i Zi në Elbasan (Foto 8), Gjyras në Maliq, në Moglicë të Oparit etj., të cilat kanë arritur përmasa dhe intensitete të tilla sa që



kanë shkaktuar shkatërrimin e ekosistemeve, me të gjitha pasojat e tyre, si edhe dëme ekonomike shumë të mëdha, etj. Rrëshqitje e madhe ka qenë edhe ajo në tunelin e devijimit të Banjës në Gramsh (Foto 9), etj.

**3 .Shpate të paqëndrueshme dhe zhvillimi i rrëshqitjeve intensive në shkëmbinjtë molasikë të neogjenit.** Tipike është rrëshqitja e zhvilluar në depozitimet molasike të pliocenit-mesinianit në kodrën e Durrësit (Foto 10, 11,12), si edhe ajo në shpatin e kodrës së Fakultetit të Gjeologjisë dhe të Minierave në Tiranë (Foto 13).

**4. Shpate të paqëndrueshme dhe zhvillimi i rrëshqitjeve intensive në depozitimet e shkripta kuaternare.**

**5. Vidhisje në shkëmbinjtë e tjetërsuar dhe të shkriqet** të cilat zhvillohen kryesisht në skarpatat e rrugëve, të traseve të kanaleve, të hekurrudhave, të shesheve të ndërtimit. Vidhisje janë vërejtur edhe në zonat karstike, veçanërisht në sektorët ku janë formuar zgavra të varrosura “pseudokarstike” në mbulesën e shkriqet argjilore mbi shkëmbinj gëlqerorë ose halogjenë karstikë (Foto 14). Tipike janë edhe rrëzimet e gurëve dhe blloqeve shkëmborë nga faet e maleve ku ndodhen kështjellat si ajo e Krujës (Foto 15), Lezhës, Gjirokastrës, etj.

Prandaj për të mbrojtur ekosistemet, për të realizuar ndërtimin e veprave të sigurta dhe për të shmangur rrezikun gjeologjik në veprat ekzistuese nga dukuria e rrëshqitjes, problemi shtrohet për tu zgjidhur në disa plane (Dhame L., 1974, Frashëri A. etj. 1996, 1997, 1998, 1999, Bushati S. etj. 2008):

1. Prognozimi i mundësisë së zhvillimit të dukurisë së rrëshqitjes. Vrojtimit rekonjcionale komplekse gjeologo-gjeofizike, hidrologjike dhe shpim, mjedisore dhe biologjike për sqarimin e gjendjes së masivëve shkëmbore, të trupit të rrëshqitjes dhe të dëmtimeve të ekosistemeve.
2. Përcaktimi i faktorëve me origjinë gjeologjike-gjeofizike pranësipërfaqësore në krijimin, aktivizimin dhe dinamikën e shkatërrimeve të ekosistemeve në shpatet që rrëshqasin.
3. Përcaktimi i faktorëve të mundshëm antropogjenë në aktivizimin dhe dinamikën e shkatërrimeve të ekosistemeve ose përkeqësimit të tyre.
4. Evidentimi i rrëshqitjeve qysh në fazën fillestare të aktivizimit të rrëshqitjes, kur ende nuk ka shfaqje të dukshme në sipërfaqen e tokës.
5. Studimi i trupit të rrëshqitjes, si edhe monitorimi i vazhdueshëm i dinamikës së zhvillimit të rrëshqitjes.
6. Përcaktimi i masave dhe i rrugëve për ndërprerjen e mundëshme të shkatërrimeve të mëtejshme, si edhe për rikuperimin e ekosistemeve të shkatërruar.

### **3. RRËSHQITJET DHE IMPAKTI I VEPRIMTARISË SË PAKONTROLLUAR NJERËZORE NË PAQËNDRUESHMËRINË E SHPATEVE NË SHQIPËRI**

Dimri i vitit 2010, së bashku me rreshjet e shpeshta dhe të vazhdueshme, po shoqërohet edhe me dukurinë e prishjes së qëndrueshmërisë së shpateve, zhvillimin e rrëshqitjeve dhe shëmbjeve në shumë krahina dhe zona të Shqipërisë. Këto zhvillime janë shoqëruar me një shkallë të lartë rreziqesh dhe dëmtimesh të shtëpive, terreneve dhe objekteve të ndryshme, duke rrezikuar në masë të madhe edhe jetën e njerëzve dhe duke e vështirësuar tej mase atë. Dhjetra familje mbetën në qiellin e hapur këtë dimër. Rikuperimi i mundshëm i këtyre dëmtimeve lidhen me shpenzime ekonomike të mëdha për komunitetin dhe shtetin.

Prishja e qëndrueshmërisë së shpateve, rrëshqitjet dhe shëmbjet janë dukuri natyrore që kushtëzohen nga ndërtimi gjeologjik i territorit, dinamika e ujërave nëntokësore dhe sipërfaqësore, bimësia dhe struktura e saj, nga kushtet klimarike dhe verimtaria e agentëve atmosferike, si edhe tërmetet. Zhvillimi i këtyre dukurive mund të nxitet dhe të përshpejtohet edhe nga verimtaria njerëzore e pakontrolluar në fusha të ndryshme: shpyllëzimet, prishja e strukturës së bimësisë në sipërfaqen e tokës, prishja e strukturës së rrjedhjes së ujërave sipërfaqësore ose nëntokësore, mos ndërtimi i sistemit të drenimit të ujërave në zonat e sheshet ndërtimit, prishja e ekuilibrit të shpateve me ndërtime të papërshtatshme në pajtim me strukturën e shtresave të truallit dhe vetitë fiziko-mekanike të tyre, me gërmimin e skarpatave me pjerrësi të gabuar. Shumë ndërtime, veçanërisht dy dekadat e fundit janë kryer pa studimet e duhura gjeoteknike, si edhe duke ndërtuar kohë pas kohe në nivele të ndryshme hipsometrike të shpateve, pa marrë parasysh nivelin e riskut të rrëshqitjeve në sheshin e ndërtimit.

Në mënyrë të veçantë rrëshqitjet aktivizohen pas ndërtimit dhe gjatë shfrytëzimit të veprave hidroteknike. Këto veprat, përgjithësisht, janë ndërtuar në kushtet e relievit të thyer malor dhe në formacione gjeologjike në të cilat zhvillohet dukuria e rrëshqitjes në Shqipëri. Kjo dukuri është e zhvilluar si në mbulesën e shkriçit ashtu edhe shkëmbinjtë rrënjësore. Shembull i kësaj është rrëshqitja në Ragam në bregun e liqenit të hidrocentralit të Vaut të Dejës (Foto 1, 2, 3, 4. Rrëshqitje tjetër tipike, e madhe e riaktivizuar, është ajo në fshatin Poravë në Fierzë, rreth 2.5 km në lindje të digës së hidrocentralit (Foto 5, 6, 7). Gjatë periudhës mbi 20 vjeçare të shfrytëzimit të hidrocentralit, ndryshimi i nivelit të ujit në liqen dhe filtrimi i ujit në shkëmbinjtë e shpateve të liqenit, ka ndikuar ndjeshëm në ndryshimin e vetive fiziko-mekanike të shkëmbinjve dhe në zhvillimin e dukurisë së rrëshqitjes dhe në aktivizimin e saj të dukshëm.

Parë në këtë kënd vështrim, Shqipëria si vend përgjithësisht malor-kodrinor dhe me formacione gjeologjike, midis të cilave ka edhe nga ato të paqëndrueshme, si edhe i veprimtarisë së pakontrolluar njerëzore, po përballet më pasoja të rënda nga dukuritë që lidhen me rrëshqitjet dhe shëmbjet e masave shkëmbore ose e dherave.

Dy dekadat e tranzicionit kanë sjellë ndërtime të shumta pa asnjë planifikim e kontroll teknik e shkencor, si edhe shkatërrime dhe mosmirëmbajtje të sistemeve kulluese. Kjo veprimtari e pakontrolluar njerëzore është me pasoja të rënda, që po i ndejmë nga viti në vit gjithënjë e më shumë. Në fotografinë satelitore duket një "lagje moderne" e Tiranës, që tashmë nuk është në periferi të saj, paçka që siç thuhet janë jashtë vijës së verdhë (Foto 16). Të zbritur nga zonat e thella e të varfëra, drejt qytetit ku prisnin të gjenin jetë më të mirë, sejcili ndërtoi ku mundi dhe si mundi. Dhe këta qindra mijë njerëz që shteguan drejt Tiranës, nuk gjetën asnjë përkrahje nga shteti dhe institucionet e tij se si duhet të ndërtonin lajen e tyre të re, që është lagje e shekullit të 21-të. Dhe nuk ka nevojë të jesh specialist që të Specialist që të marrësh vesh se këto "paketime" të dëndura shtëpish janë pa kanalizime të ujërave të zeza dhe të bardha, dhe pa infrastrukturën me sistemin e rrugëve dhe mjedisve publike për një lagje të shekullit ku jetojmë. Ujërat që derdhen të pakontrolluara në nëntokë shkatërrojnë strukturën e truallit, duke sjellë dëmtime të godinave. Janë ndëruar edhe shtëpi në shpate të pa qëndrueshëm, që nën peshën e ndërtimit dhe dukë mos patur kanalizimet e duhura, shpatet bëhen të pa qëndrueshme dhe rrëshqasin, duke sjellë çarjen e shtëpive, aq më tepër kur bien shira të dëndur. Madje, papërgjegjshmëria ka arritur në nivele të tilla sa sa janë lejuar të ndërtohen shtëpi nën trupa të rrëshqitjeve ose në shpate të paqëndrueshme, siç ndodh edhe në Durrës, në kodrën ku ndodhet vila e mbretit (shih foto 17, 18, 19).



Fshatra të tërë ose lagje të tyre rrëshqasin, si rasti i njohur i Moglicës, si edhe i shumë lagjeve në fshatra të ndryshme të vendit gjatë këtij dimri. Edhe nën diga janë lejuar të ndërtohen shtëpi, dukë patur mbi kokë ujërat e liqeneve, që mund ti përmbytin në rast se çahet diga prej dheu, si në Ragam të Vaut të Dejës ose në Paskuqan të Tiranës etj. (shih foto satelitet 1, 2).

Vërehen shëmbje edhe në monumete të kulturës, si për rreth kështjellave, ose objekteve të ndryshme monumentale, veçanërisht pas gërmimeve pranë tyre (Foto 15).

Në brigjet e liqeneve të hidrocentraleve janë zhvilluar rrëshqitje me rrezishmëri të lartë, si në Poravë pranë Fierzës ose në Ragam, pranë Vaut të Dejës, për arsye se masat e shkëmbinjve që rrëshqasin bien drejtpërdrejt në liqenet e hidrocentraleve dhe, duhet patur parasysh që masa e trupit të rrëshqitjen në Poravë është rreth 40 milion metër kub. Shumica e shtëpive në Poravë janë të çara, siç duket në fotografi. Edhe në Ragam rrëshqet një faqe kodre. Dhe për fat të keq edhe këto rrëshqitje nuk monitorohen.

Shpyllëzimet e bëra kanë zhveshur mijëra hektarë dhe zona të tëra të, si edhe është prishur struktura sipërfaqësore e veshjes bimore, duke rritur shkallën e erozinit dhe shkatërruar rrugët e drenimit të ujërave sipërfaqësore, çka duket qartë në fotografitë satelitore (Foto 20). Kjo veprimtari ka krijuar edhe kushte për prishjen e qëndrueshmërisë së shpateve dhe formimin e rrëshqitjeve.

Janë të shumta rrëshqitjen ose shëmbjet në rrugët automobilistike, midis tyre edhe ato të ndërtuara vitet e fundit, çka dëshmon ose që janë trasuar në zonë të pa përshtatshme, ose janë ndërtuar me skarpata të gabuara, në papajtueshmëri me fortësinë e shkëmbinjve të shpateve (Foto 21, 22).

Në këto kushte, është koha për të dhënë kontributin shkencor lidhur me shmangien ose minimizimin e rreziqeve nga këto dukuri natyrore, për analizën rast pas rasti të kësaj dukurie të dëmshme, si edhe sa më parë duhet të fillojë monitorimi i rrëshqitjeve më rrezikshmëri të lartë. Vlerësimi i qëndrueshmërisë së shpateve, i rrëshqitjeve dhe monitorimi i dinamikës së tyre duhet bërë me metodat multidisiplinore bashkëkohore gjeologjike-gjeofizike dhe jo me një vështrim sipërfaqësor si turist. Natyrisht, për këtë duhen të angazhohen specialistët dhe shkencëtarët më të mirë të fushës nga institucionet shkencore të ndryshme të vendit.

Por kjo nuk mjafton. Shkaqet e paqëndrueshmërisë së shpateve dhe të krijimit të rrëshqitjeve, të shëmbjeve dhe rreziqet nga zhvillimi i tyre duhen analizuar ngushtë edhe me impaktin e veprimtarisë njerëzore të pakontrolluar për prishjen e qëndrueshmërisë së shpateve dhe gjenerimin e rrëshqitjeve dhe shëmbjeve. Kjo në rradhë të parë është punë e ligjvënësve dhe e organeve shtetërore kompetente. Ka ardhur koha që të punojnë për të mos lejuar të shkatërrohet më tej vendi, çka me mosveprim është shkaktuar këto njëzet vjet të tranzicionit. Sa më parë duhet të bëhen përmirësimet e legjislacionit për ruajtjen dhe mbrojtjen e mjedisit, monitorimin e rrëshqitjeve, si edhe për projektimet dhe ndërtimet e veprave të ndryshme edhe në lidhje me dukurinë e rrëshqitjeve.

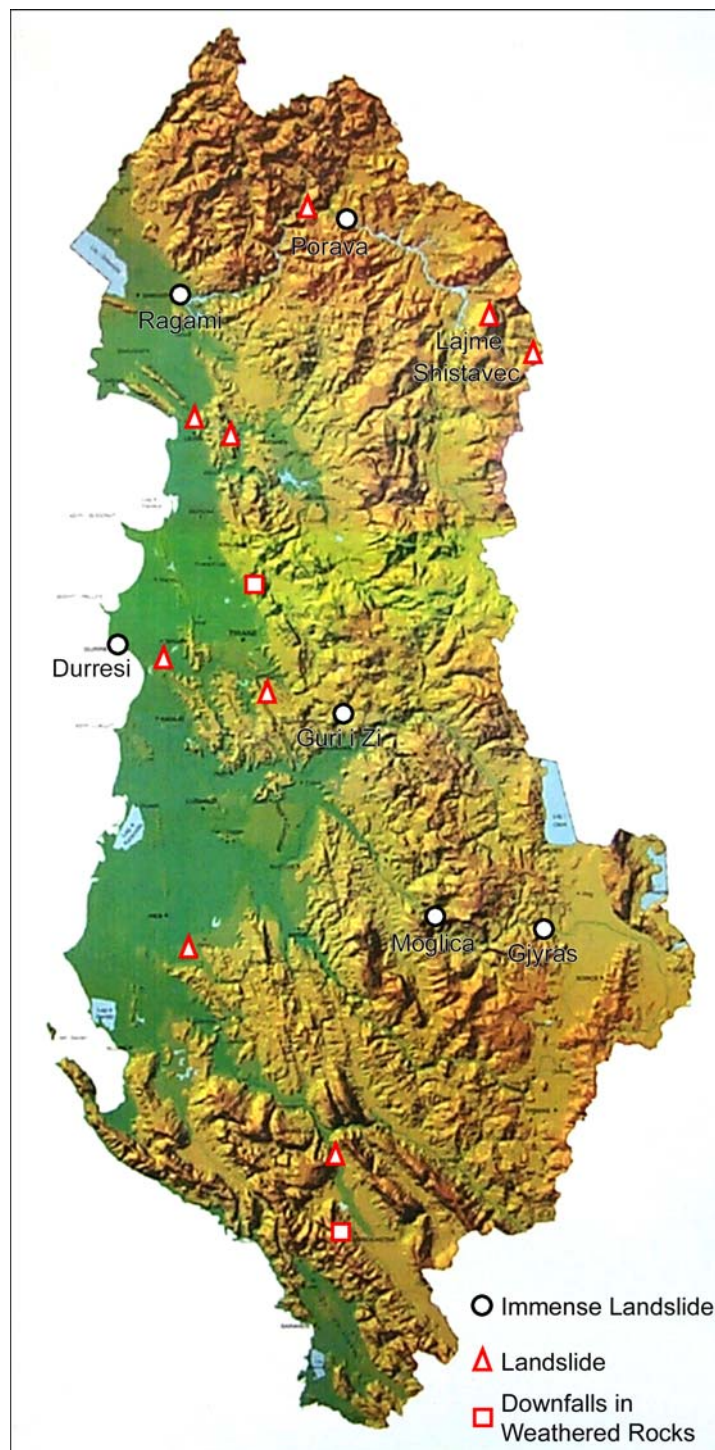


Fig. 1. Rëshqitjet më të mëdha në Shqipëri.

Alfred FRASHERI  
KONTROLLI DHE MONITORIMI I QENDRUESHMERISE SE SHPATEVE DHE RRESHQITJEVE  
Tirane, 2011



Foto 1. Pamje satelitore e digës së Ragamit, Vau i Dejës dhe rrëshqitjes pranë saj



Foto 2. Pamje satelitore e digës së Ragamit, Vau i Dejës dhe rrëshqitjes në veri të saj



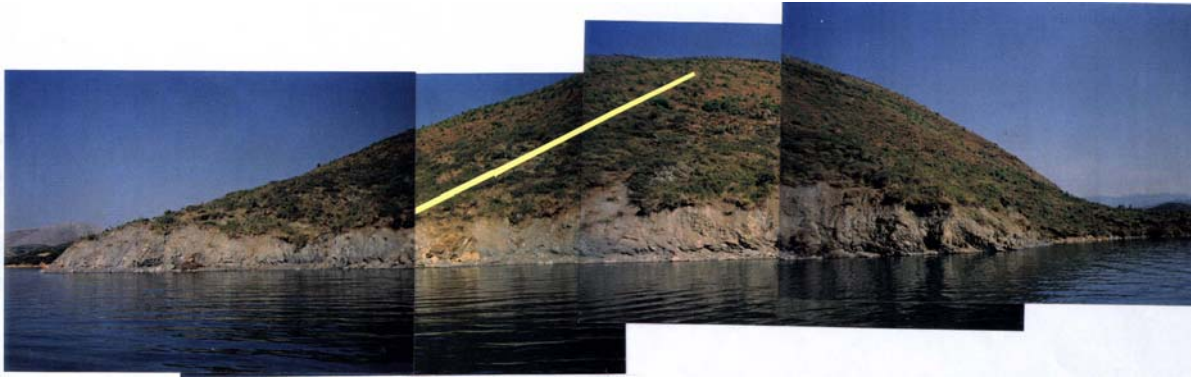


Foto 3. Pamje e përgjithëshme e rrëshqitjes së Ragamit në Vaun e Dejës, ku tregohet edhe pozicioni i njërit nga profilët gjeofizikë (Korrik 1996).



Foto 4. Shkëmbinjtë serpentinitë të milonitizuar në ballin e rrëshqitjes së Ragamit në bregun e liqenit të Vaut të Dejës (Korrik 1996).

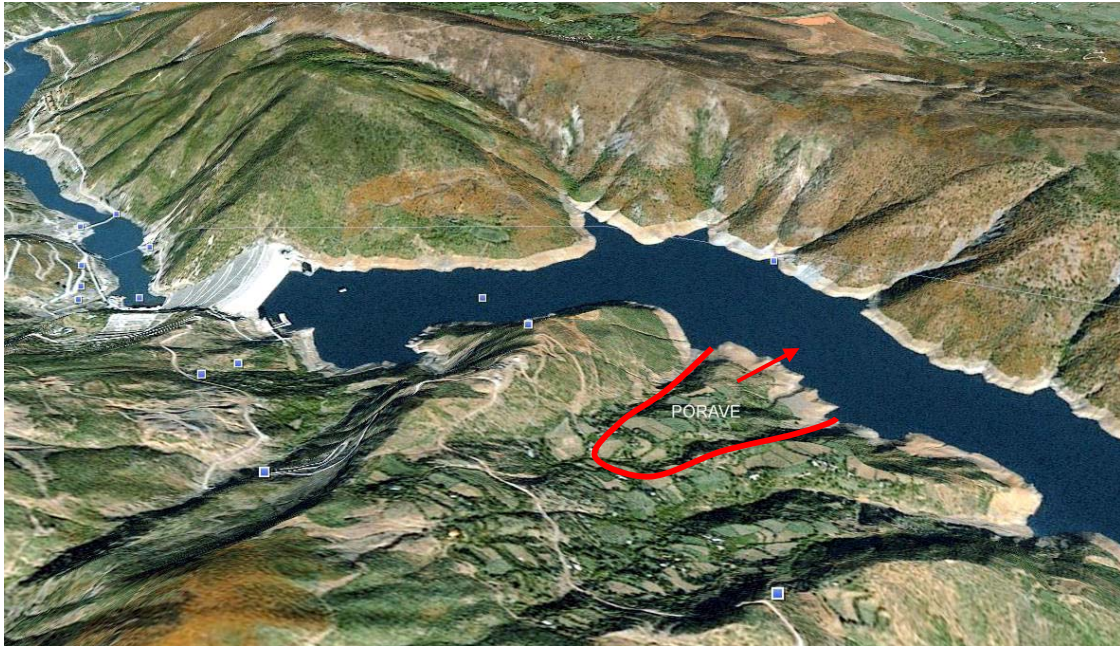


Foto 5. Pamje satelitore e digës së Hidrocentralit të Fierzës dhe rrëshqitja në fshatin Poravë në lindje të saj



Foto 6. Pamje e përgjithëshme e rrëshqitjes së Poravës, me vendkalimin e profilit gjeofizik.





Foto.7. Pamje e godinave të çara në fshatin Poravë nga veprimi i rrëshqitjes (Dhjetor 1996).



Foto 8. Pamje nga rrëshqitja në fshatin Guri i Zi, Labinot, Elbasan.

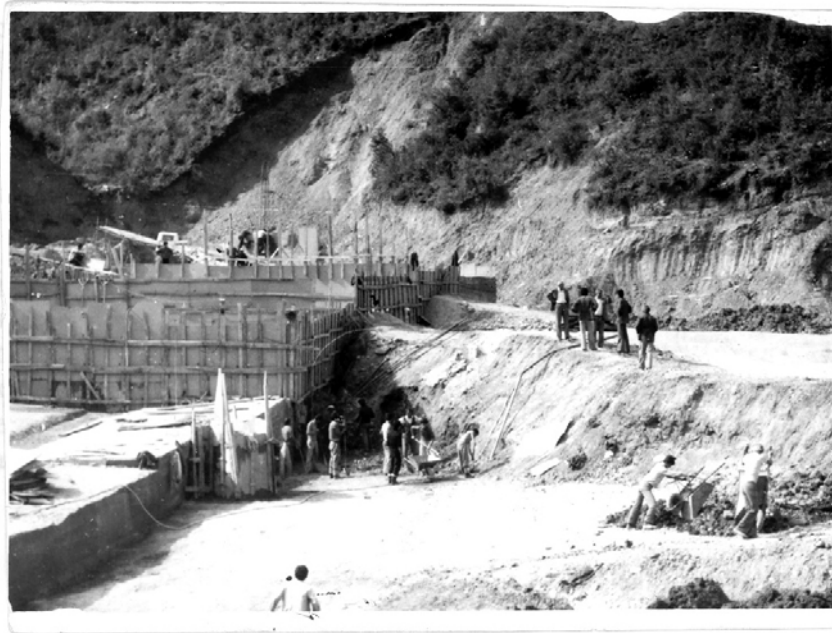


Foto 9. Pamje nga rrëshqitja në veprën hidroteknike të Banjës (Korrik 1987).



Foto 10. Pamje satelitore e kodrës së Vilës së Mbretit Zog në Durrës dhe shpatet me rrëshqitje.





Foto 11. Pamje nga rrëshqitja në kodrën e Durrësit



Foto 12 Pamje e çarjes së godinës së Vilës së Mbretit Zog nga rrëshqitja në kodrën e Durrësit.



Foto 13. Pamje e rëshqitjes në shpatin e kodrës së Parkut të Tiranës.



Foto 14. Pamje nga vidhisje dheu mbi një gropë pseudokarstike;





Foto 15. Rrëzime gurrësh në shpatin e kodrës së kështjellës së Krujës



Foto 16. Pamje satelitore e ndërtimeve të reja pa asnjë planimetri urbane në Tiranë



Alfred FRASHERI  
KONTROLLI DHE MONITORIMI I QENDRUESHMERISE SE SHPATEVE DHE RRESHQITJEVE  
Tirane, 2011



Foto 17-a. Shpyllëzimet masive janë njëra nga arsyet kryesore të rritjes së intensitetit të erozionit dhe zhvillimit të rrëshqitjeve

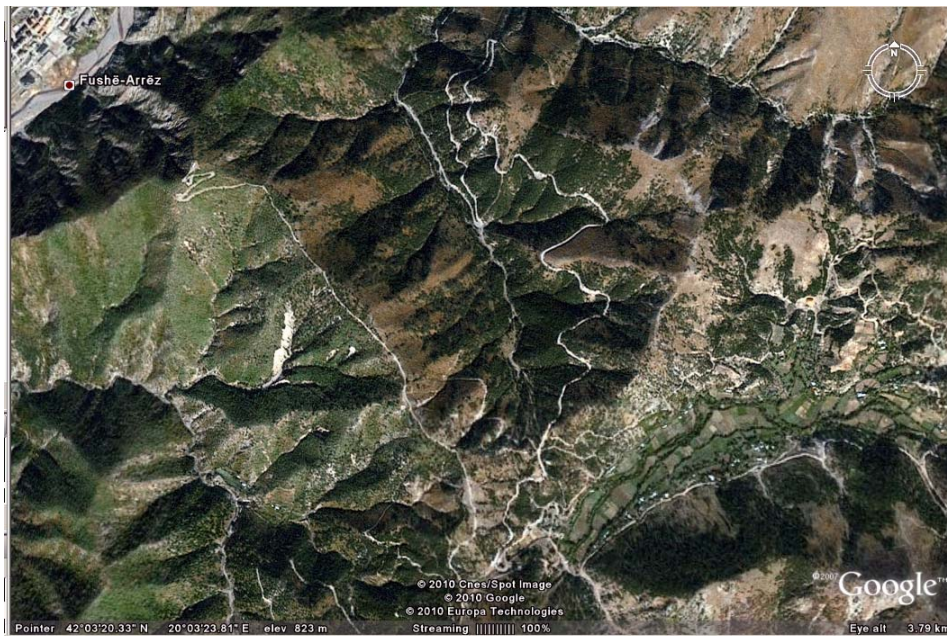


Foto 17-C. Shpyllëzimet masive në Tuç

Alfred FRASHERI  
KONTROLLI DHE MONITORIMI I QENDRUESHMERISE SE SHPATEVE DHE RRESHQITJEVE  
Tirane, 2011



Foto 17-c. Shpyllëzimet masive në Qafë-Mali, Lajthizë



Foto 18. Zhveshja e sipërfaqes së Tokës nga terracat pa sistemet e drenazimit të ujërave sipërfaqësorë



Alfred FRASHERI  
KONTROLLI DHE MONITORIMI I QENDRUESHMERISE SE SHPATEVE DHE RRESHQITJEVE  
Tirane, 2011



Foto 18. Skarpata më të pjerrëta sesa lejon fortësia e shkëmbinjve serpentinitë në rrugën Elbasan-Librazhd, ku ka rrënie gurrësh në trasenë e rrugës gjatë shirave



Foto 19. Pamje satelitore e rrëshqitjes në skarpatën e rrugës së re Tepelenë-Gjirokastër.

Alfred FRASHERI  
KONTROLLI DHE MONITORIMI I QENDRUESHMERISE SE SHPATEVE DHE RRESHQITJEVE  
Tirane, 2011



Foto 20. Pamje satelitore e digës së rezervuarit të Paskuqanit në Tiranë, nën të cilën janë ndërtuar shumë banesa.



#### **4. METODIKA KOMPLEKSE PËR STUDIMIN DHE MONITORIMIN E QËNDRUESHMËRISË SË SHPATEVE DHE RRESHQITJEVE**

Studimet e integruara komplekse gjeologo-gjeofizike inxhinjerike, hidrogjeologjike, dhe gjeodezike, lejojnë të studiohen shpatet dhe të përcaktohen shkaqet e zhvillimit të dukurisë së rrëshqitjeve, të prognozohet dinamika e aktivizimit të tyre, të përvijohen masat që duhen marrë për të shmangur viktimat njerëzore dhe për të minimizuar dëmtimet e ekosistemeve dhe të humbjeve ekonomike. Rezultatet e këtyre studimeve janë të domosdoshme edhe për të projektuar masat e nevojshme tekniko-ekonomike për të rikuperuar ekosistemet e shkatërruar. Ky studim integral i kontrollit të riskut të rrëshqitjeve është një procedurë e përafritit të një pas njëshëm, që bazohet në njohjen e ligjësive të strukturës së Tokës, kontroll i thellë i ndërtimit të brëndshëm të zonave të rrezikuara, si edhe vrojtimet e lëvizjeve të vogla në brëndësi të trupave kritikë, që konsiderohen potencialisht të gatshëm për të rrëshqitur poshtë. Metodika multi disiplinore ka si synim të krijojë një kontroll të përgjithshëm dhe të integruar, i cili ka mundësi të përcaktojë sheshet e rrezikshme, të bëhet klasifikimi i tyre në varësi të nivelit të riskut të rrëshqitjes, si edhe të krijohet një metodë për vrojtimin e vazhdueshëm të riskut të rrëshqitjes. Kontrolli, nga një anë duhet të jetë mjaft universal, që të përshtatet në mos në të gjitha rrëshqitjet por në shumicën e rasteve, si edhe nga ana tjetër të jetë mjaft fleksibël, për tu përshtatur me çfarëdo kushtesh gjeologjike dhe sipërfaqësore lokale. Por, megjithëse janë zhvilluar shumë metoda për dallimin e përgjithshëm të shpateve të rrezikuara dhe që kanë nivel të ndryshëm rrezikshmërie, deri më sot, komuniteti tekniko-shkencor dhe i biznesit ende nuk kanë përshtatur dhe zbatuar një metodologji universale të pranueshme, që të japë ndihmesë për parashikimin dhe menaxhimin tërësor të rrëshqitjeve në të gjitha rastet. Ende nuk ka një përcaktim thelbësor se cili kompleks metodash kontrolluese dhe monitoruese është më e përshtatshme për secilën fazë të nivelit të rrezikshmërisë. ***Prandaj aktualisht është shumë e domosdoshme zhvillimi i një sistemi monitorues për parashikimin e hershëm të rrëshqitjeve dhe i një sistemi rreziku që të japë tregues për lëvizjet e shpatit në të ardhmen, për periudhën kur ka ende kohë të mjaftueshme për të marrë masat e duhura.***

Bashkësia e metodave mund të përdoret për:

- gjetjen e shpateve potencialisht të rrezikshme: interpretim i përbashkët i imazheve hapësinorë me rezolucion të mesme dhe të lartë, i fotografive ajrore, si edhe i të dhënave gjeologjike-gjeofizike-gjeodezike ekzistuese për dallimin e zonave potencialisht të rrezikshme dhe struktureve të linjave tektonike dhe blloqeve të shkëmborë në territoret në studim,
- klasifikimin e zonave sipas nivelit të rrezikshmërisë bazuar në rezultatet e interpretimit të vrojtimeve në distancë dhe të dhënave ekzistuese gjeologo-gjeofizike-gjeodizike ekzistuese dhe koncentrimin e mëpastajshëm të studimeve dhe kontrolleve në zonat më të rrezikuara,
- studimin dhe kontrollin e detajuar të shpateve të rrezikuara. Kontroll inovativ i saktësisë së lartë i strukturës së brëndshme në thellësi kryhet me ndihmën e metodës së mikro-sondimeve sizmike, krahas me tomografitë sizmike dhe gjeoelektrike,
- gjetjen e zonës ku mund të ndodhin lëvizje rrëshqitëse (rrafshe rrëshqitëse) brënda shpateve të rrezikuara, duke interpretuar në kompleks rezultatet e tomografie gjeofizike dhe të mikro-sondimeve sizmike, së bashku me të dhënat ekzistuese gjeologjike-gjeofizike-gjeodizike,
- diktimin e lëvizjeve të brëndëshme në shpatet, me anën e vrojtimeve përsëritëse të zhvendosjeve të brëndëshme të shkëmbinjve,

- Instalimi i sistemeve për monitorimin/vrojtimet përsëritëse brënda shpateve më të rrezikuar.
- vlerësimi i riskut gjeologjik,
- krijimin e bazës së të dhënave për rrëshqitjet.

**Duke u bazuar në të gjithë këtë informacion kompleks të integruar krijohet mundësia për:**

- **Realizmin e planifikimit urban të bazuar edhe në vlerësimin e këtyre dukurive,**
- **Projektimin e sigurtë të veprave të ndryshme ndërtimore,**
- **Projektimin e masave inxhinierike dhe për të bërë vlerësimet ekonomike për rehabilitimin e rrëshqitjeve.**

Metodat për studimin e rrëshqitjeve janë zhvilluar gjatë disa dekadave. Ato kanë synuar në regjistrimin e lëvizjeve rrëshqitëse të mundëshme, duke preferuar mundsisht qysh nga fazat e herëshme.

Studimet gjeologo-gjeofizike inxhinierike dhe vrojtimet gjeodezike të kryera për studimin e qendrueshmërisë së shpateve dhe të rrëshqitjeve, si edhe për monitorimin e tyre në Shqipëri kanë qënë programuar për zbatimin në tre drejtime:

1. Vrojtime komplekse gjeologo-gjeofizike sipërfaqësore dhe vendosja e referencave gjeofizike dhe gjeodezike.
2. Shpimi i puseve të cekët, vrojtime sizmike pus-sipërfaqe dhe karotazhe.
3. Vrojtime gjeofizike dhe gjeodezike në pusët dhe në sipërfaqen e tokës.

Me këto punime komplekse është përcaktuar forma dhe struktura e trupave rrëshqitës, janë vlerësuar vetitë fiziko-mekanike të trupit rrëshqitës dhe shkëmbinjve rrënjësorë, është regjistruar niveli i veprimtarisë sizmo-akustike natyrore e rrëshqitjes. Këto të dhëna japin ndihmesë për të vlerësuar qëndrueshmërinë e shpatit dhe dhe dinamika e rrëshqitjeve.

Studimi dhe metodat të përdorura aktualisht i përkasin disa fazave:

**1. Punime përgatitore:** a) Përzgjedhja e zonave të gjera të ekspozuara ndaj rrezikut të rrëshqitjeve.

b) Përgatitja e kompletit të imazheve hapësinore me rezolucion të lartë dhe të mesëm, i të dhënave ekzistuese gjeologjike-gjeofizike- gjeodezike për zonat e përzgjedhura.

**2. Krijimi i modelit gjeologjik krahinor:** a) interpretim i përbashkët i imazheve hapësinore, si edhe të dhënat gjeologjike dhe gjeofizike,

b) Krijimi i modelit paraprak gjeologjik i territorit.

Ky model bazohet në:

- Analizën kompiuterike të imazheve hapësinore duke përdorur metodat standard, përfshirë edhe paketën e softuerit LESSA (Lineament Extraction and Stripe Statistical Analysis, Analizë Statistikore e Nxjerrjes dhe Fshirjes së Tipareve).

- Skemat e prishjeve tektonike dhe blloqeve të strukturës për territoret në studim.

- “Monitorimin retrospektiv”, ku imazhet hapësinore që interpretohen krahasohen me imazhe të njejta për territorin e dhënë, por të marra në vitet pasardhës. Kjo bën të mundur

të shikohen proceset e reja gjeologjike në zhvillimin e tyre. E njëjta procedurë mund të kryhet edhe për fotografitë ajrore ekzistuese.

- Analizën paraprake e të dhënave disponuese gjeologjike dhe gjeofizike, për të gjetur se si mund të shfaqet në sipërfaqe struktura e thellë me rrëshqitjet “që flejnë”. Kujdes i veçantë tregohet për gjetjen e korrespondencës midis rrafshëve të rënies së shtresave të sedimenteve dhe drejtimit të shpateve.

- Raportet përshkrues paraprakë (sistemet e treguesve konvencionalë) për hartat dhe skemat e më pasme ndërmjetëse dhe përfundimtare.

- “Portretet fotografikë të peisazhit” të zonave të pritshme duke u bazuar në veçoritë e shfaqura të rrëshqitjes, të cilat mund të reflektohen në imzhet hapësinore, si edhe ndihma e tyre lidhur me strukturat gjeologjike, të njohura sipas të dhënave gjeologjike dhe gjeofizike. Në kriterin e formuluar kriteri për verifikimin e modelit.

j) Hartave kompiuterike dhe paraqitjen 3D të fushave të treguesve bazuar në të gjitha interpretimet integrale të paraqitura më lart.

### **3. Klasifikimi i zonave potencialisht të rrëshqitëshme sipas nivelit të rrezikshmërisë**

Klasifikimi i zonave potencialisht të rrëshqitëshme sipas nivelit të rrezikshmërisë, i cili mund të realizohet duke u bazuar në:

- Analizën e thellë të “foto-portreteve të peisazhit” për zonat e pritshme rrëshqitëse,
- Analizën e thellë të hartave kompiuterike dhe paraqitjeve 3D të fushave të treguesve,
- Kriterin e përpunuar për klasifikimin e shpateve,

### **4. Struktura e brëndëshme e rrëshqitjeve potencialisht të rrezikshme:**

- a) Ekzaminimin i detajuar i strukturës së brëndëshme të rrëshqitjes potencialisht të rrezikshme, zbulimi i thyerjeve tektonike dhe i rrafshjeve të rrëshqitjes,
- b) Vrojtimi i drejtpërsëdrejti i zhvendisjeve të vogla (prirja e zhvendosjeve) brënda trupave të rrëshqitjeve të mundëshme.

Në këtë mënyrë, zonat potencialisht të rrezikshme mund të zbulohen në bazën e interpretimit të përbashkët të imazheve satelitore të rezolucioneve të larta deri të mesme, si edhe të të dhënave ekzistuese gjeologjike dhe gjeofizike. Duke u bazuar në rezultatet e këtij interpretimi krijohet edhe modeli gjeologjik paraprak i territorit. Prandaj, edhe faza e parë e studimit modern integral bashkëkohor fillon me grumbullimin e imazheve hapësinore satelitore dhe të fotografive ajrore.

### **Imazhet hapësinore satelitore**

Në këto pesë vjetët e fundit, imazhet hapësinore të përfuara kryesisht me anën e Radarëve me Hapje Sintetike (SAR) dhe imazhet me shkallë shumë të vogël spektrozonale, janë përdorur për programet e vrojtimit satelitor të rrëshqitjeve, sipas programeve të Agencisë Hapësinore Europiane (Projektet SLAM, ALPS, IGOS Geohazards, MASMOV). Radari Interferometrik Satelitor (InSAR) është një teknikë në të cilën komponentët fazore të sinjalit të kthyer të radarit të dy ose më shumë skemash të Hapjeve Sintetike Radar (SAR), është propozuar për të zbuluar lëvizjen e truallit (Fig. 2). Nevoja për saktësi më të lartë dhe varësi kohore të rezultateve ka sjellë që këto pesë vjetët e fundit të përfshihen në studim Interferometria Përhapësit të Qëndueshëm (Persistent Scatterer Interferometry, PSI).

PSI është një teknikë e vrojtimit në largësi, që përdoret për të kalkuluar lëvizjet e vogla individuale të pikave të truallit dhe strukturës në një zonë të gjerë të mjediseve urbane ose gjysmë urbane (Fig. 2). Teknika përdor të dhënat arshivore të radarit satelitor, duke filluar

nga ato të vitit 1992, për të identifikuar veçoritë e rrejtit të përhapësit të qëndrueshëm, d.m.th. të reflektimeve të radarit nga të godinat, urat, ose të veçime natyrore të zhveshjeve të shkëmbinjve, që me matjet me saktësi milimetrike në mënyrë retrospektive krahasohen me të dhënat e arshivës. PSI ka mundësi të furnizojë në kompleks të dhëna si për madhësitë vjetore të lëvizjes edhe për historinë e lëvizjes shumë vjeçare për pika individuale të shpërndara. Koleksioni i imazheve hapësinore të rezolucionit të lartë dhe të mesëm është i aftë të krijojë efekt stereoskopik me rezolucion 2-5 m për zonat e përzgjedhura.

Imazhet me rezolucion të ndryshme mund të japin detaje shumë të ndryshme, prandaj duhet të dallohen ato detaje të cilat janë të nevojshme për zgjidhjen e detyrës. Për të njëjtët tipe të imazheve, informacioni varet nga spektri i valëve të radarit, stina e vrojtimit satelitor (lagështia e truallit/mungesa e lagështisë, minimumi i vegjetacionit ose në të kundërt zhvillimi i disa llojeve bimësh, etj.), lartësia e diellit mbi horizont (ose data dhe koha e vrojtimit), si edhe kombinimi ose bashkësia e tyre.

Imazhet për të njëjtën zonë duhen mbledhur edhe për vite të ndryshme, për të realizuar “analizën retrospektive”, për të vrojtuar dinamika e shumë proceseve aktuale gjeologjike. Imazhet e SAR, që shpesh kanë rezolucion hapësinor të ulët (zakonisht nga 7-8 m deri 30 m, 1 m vetëm në rastin s satelitit TerraSat), janë të afta të zbulojnë lëvizje të sipërfaqes në shkallë centimetrike, duke përdorur analizën e pikave shënjë (përhapësit e qëndrueshëm).

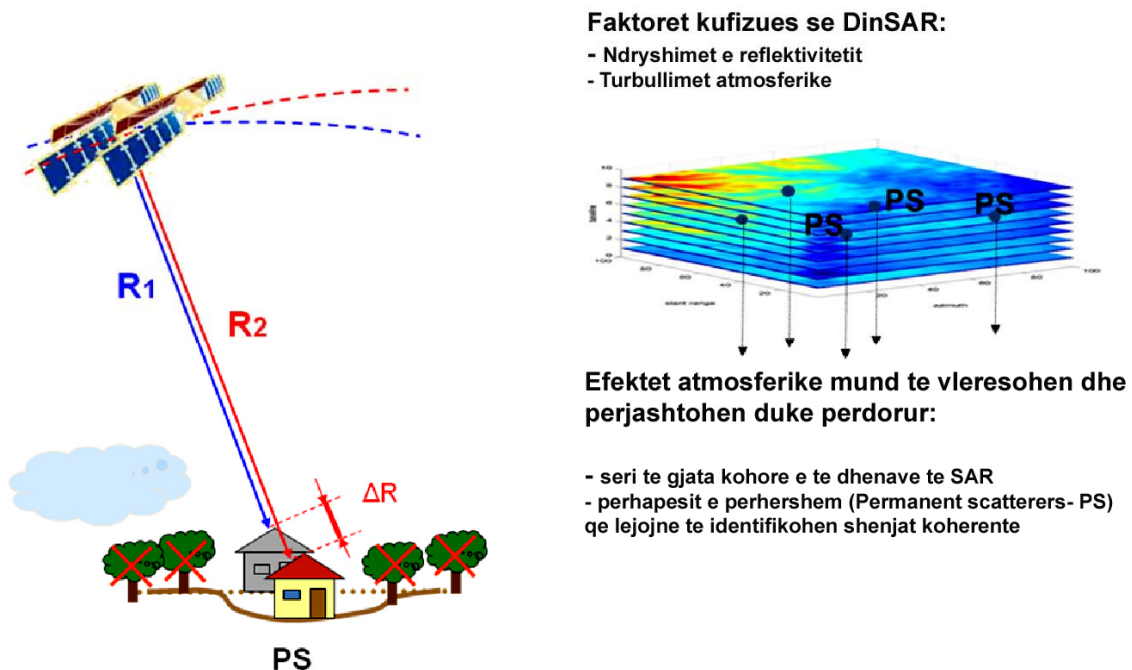


Fig. 2. Teknika e radarit PS (Përhapësit e Qëndrueshëm)  
(Geological Survey of Slovenia, 2008-2009)

Është e nevojshme edhe grumbullimi i fotografie ajrore të vjetra de aktuale për të njëjtin territor.

Softuerët e PSI analizojnë përgjigjet fazore të pikave shënjë dhe janë të aftë të veçojnë çvendosjet e truallit, lartësinë dhe kontributet atmosferike të fazës për secilën pikë. Siç

rezulton nga këto korregjime arrihet saktësi matje të rendit +/- 0.1 mm/vit të madhësisë së zhvendosjes. Kontributi fazor që i detyrohet atmosferës vlerësohet për çdo skenë në bazën e të dhënave.

Hartat e lëvizjeve relative të tuallit në zona të gjëra sipas PSI, me saktësi pothuajse milimetrike përgjatë linjës së vizionit satelitor (LOS) në rrafsh vertikal është nën atë që arrihet me GPS. Saktësia absolute hapësinore është rreth 15 m, ndërsa saktësia relative hapësinore është rreth +/- 5 m në drejtimin Lindje-Perëndim dhe 2 m në drejtimin Veri-Jugë. Megjithë këtë, PSI përfaqëson matje me kosto të ulët dhe kohë efektive të shkurtër për kontrollin e lëvizjes së truallit në zona të gjëra.

Zakonisht të dhënat e marra në Bandat X dhe C, d.m.th. me gjatësi valësh 3,1 cm dhe 5,6 cm, që janë përparësia e të dhënave të SAR, nuk mund të përdoren për të bërë "transparentë" e shkëmbinjve të shkrifët, pasi depertueshmëria e valëve me këto gjatësi nuk është më e madhe se disa centimetra, kështu që të dhënat e SAR mund të pasqyrojnë vetëm sipërfaqen e rrëshqitjes por jo të brendësisë së trupit rrëshqitës, qoftë edhe kur rrëshqitja ndodhet në shkëmbinj të shkrifët. Me gjithë se vrojtimet satelitore nuk kanë periodicitet shumë të lartë (nga 2,5 ditë deri 35 ditë për satelitët ekzistues që kanë pajisje SAR), në disa rastë metodat satelitore janë të afta të zbulojnë dukuri katastrofike të lëvizjeve rrëshqitëse që kryhen.

Aktualisht përdoren teknika inovative për analizën e imazheve satelitore të strukturave të thellësisë (Boyarchuk K.A., Maloushina N.I., Miloserdova L.V.). Metoda është bazuar në analizën gjeodinamike të informacionit për sistemet gjeologjike dhe formulimit të imazheve hapësinore duke u bazuar në përmasat e objekteve të interesuara. Rezultatet përfaqësojnë modelin struktural të territorit, i cili mund të detalizohet me anën e të dhënave ekzistuese gjeologjike dhe gjeofizike. Në këto rastë, këto të dhëna nuk lidhen mekanikisht me imazhet hapësinore, por ato ndërtojnë dhe pasurojnë modelin, duke sjellë detaje të reja lidhur me ndërlidhjen e brëndëshme të komponenteve. Përparësi e madhe e kësaj metode është aftësia për tu përshtatur për kushte tektonike dhe sipërfaqësore fare të ndryshme, për deri sa kriteret dhe treguesit e rrëshqitjeve variojnë në varësi të kushteve gjeologjike dhe praktike.

Mund të kryhet edhe analiza kompiuterike e imazheve hapësinorë duke përdorur metodat standard, përfshirë edhe paketën e softuerëve LESSA (Lineament Extraction and Stripe Statistical Analysis- Analiza Statistikore e Nxjerrjes dhe Fshirjes së Tipareve) për të ndërtuar skemën e strukturale me prishjet tektonike dhe blloqet në zonë (Fig. 3).

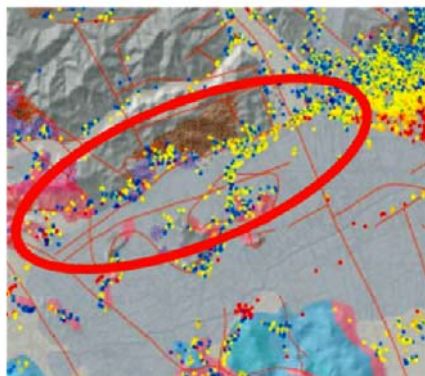


Fig. 3. Vlerësimi fushor i zhvendosjeve të zbuluara nga PSINSAR  
(Geological Survey of Slovenia, 2008-2009)

Bëhet lidhja e imazhit hapësinor me hartat ekzistuese topografike, gjeologjike dhe gjeofizike për realizimin e interpretimit të përbashkët. Për këtë, mbledhen të gjitha të dhënat ekzistuese gjeologjike, gjeofizike dhe gjeodezike për zonën, si harta topografike (e detyrueshme), harta litologjike lidhur me llojet e formacioneve në zonë dhe vetitë e tyre fiziko-mekanike, harta gjeologjike dhe gjeofizike dhe prerjet përkatëse, etj. Kryhet analiza paraprake e të dhënave të disponueshme geologjike e gjeofizike, sepse ato lejojnë të shikohet në thellësi të strukturës si edhe të zbulohen rrëshqitjet “që flejnë”, të cilat në ndonjë ditë mund të shfaqen në sipërfaqe. Krijohet “portretit fotografik i rrëshqitjes” për zonat e pritshme për rrëshqitje, të cilët japin ndihmesë në zbulimin e veçorive që mund të pasqyrohen në imazhet hapësinore, në lidhje me strukturat gjeologjike të njohura sipas të dhënave gjeologjike dhe gjeofizike, si edhe për formulimin e kriterit për verifikimin e modelit. Përgatiten harta kompiuterike 3D të fushës së treguesve.

Për çdo shkallë studimi përcaktohen treguesit kryesorë për interpretimin, si edhe saktësohen stina, tipi i imazheve, zona e spektrit, nën të cilët shfaqën më mirë treguesit. Dy tipe treguesish merren në konsideratë: treguesit lidhur me strukturën në thellësi, si edhe treguesit e drejtpërsëdrejtë të rrëshqitjes së mundëshme. Për ngjarjet gjeologjike duhen përcatuar treguesit parimorë: prishjet tektonike, shënjat e rrëshqitjeve të vjetra dhe të ortekëve, lëvizjet e shpateve. Gjatë analizës vizuale të imazheve kihet parasysh parametrat e më poshtëm: skarpata e rrëshqitjes dhe të erozionit, “dehja e vegjetacionit” (pozicioni jo normal i pemëve, shkurreve, etj.), lokalizimi karakteristik i burimeve lidhur me elementët e relievit (“lumenjtë e barit” që markojnë zonat e truallit me lagështi), zhvendosja karakteristike e kufinjve gjeologjikë, etj.

*Bazuar në rezultatet e kësaj faze dallohen shpatet potencialisht të rrezikuar dhe klasifikohet niveli i rrezishmërisë së tyre.*

Studimi i detajuar i shpateve dhe i rrëshqitjeve konsiderohet se ka një rëndësi si të shtyllës kurrizore. **Metodat gjeofizike** përfaqësojnë pjesën më të rëndësishme e studimeve komplekse multi disiplinore. Në kompleksin gjeofizik bëjnë pjesë:

- a) Mikrorilevimi magnetometrik për evidentimin e fillimit të veprimtarisë së rrëshqitjes, në nivelet ende të pavrojtueshme vizualisht në sipërfaqen e tokës.
- b) Tomografia gjeoelektrike e realizuar me sondime elektrike vertikale ose me prerjen reale sipas profilimeve të gradientit të mesëm me skema të shumfishta. Krahas vlerësohet edhe anizotropia elektrike e trupit rrëshqitës dhe e shkëmbinjve rrënjësore.
- c) Tomografia sizmike e valëve gjatësore dhe tërthore, me frekuencë të lartë.
- d) Vrojtimit dhe monitorimi i emisionit sizmik të proceseve të deformimit brënda strukturës të rrëshqitjeve potencialisht të rrezikshme përfaqësojnë metodikën më të rëndësishme të studimit monitorues të shpateve.
- e) Studimi gjeofizik i shpimeve (karotazhi elektrik, radioaktiv dhe zanor) për të studiuar trupin e rrëshqitjes dhe shkëmbinjtë rrënjësorë.
- i) Inklinometria për të vlerësuar pjerësimin e puseve të vrojtimit me kohën në procesin e monitorimit të rrëshqitjeve.
- j) Vrojtimi i deformimeve të brëndëshme të trupit të rrëshqitës.
- k) Nxjerrja e kampioneve nga trupi rrëshqitës dhe shkëmbinjtë rrënjësorë, për të kryer analizat për përcaktimin e vetive fiziko-mekanike, përcaktime mineralogjike, petrografike të shlifeve, etj.

Veç të tjerash, punimet komplekse gjeofizike për kontrollin e vetive fiziko mekanike të truallit dhe të shkëmbinjve, në kuadrin e vlerësimit të qëndrueshmërisë së shpateve kanë si qëllim kryesor edhe vendosjen e reperëve – gjeofizikë, krahas atyre gjeodezikë, në rrëshqitjet aktive, për të siguruar monitorimin e tyre. Mundësitë që krijojnë metodat gjeofizike për zgjidhjen e problemeve të përcaktuara varet kryesisht nga modeli fiziko-gjeologjik i rrëshqitjes.

Shumë metoda gjeofizike janë përdorur për kontrollin e shpateve dhe për të zbuluar heterogjenitetet formacionale, kufinj të dhe vetitë e masivëve shkëmborë. Vitet e fundit, shumë nga këto metoda kanë pësuar ndryshime të mëdha.

### **Sizmika**

Metoda kryesore e përdorur është *metoda sizmike e valëve të thyera* (Stoethzner; Telford et. al.; Williams and Pratt, Bruno; Kurahashi et. al, Frashëri A. 2005, Bushati S. etj. 2008). Zhvillim i mëtejshëm e metodave sizmike të zbatuara për kontrollin e shpateve ka qënë realizimi i *tomografisë sizmike*, matjet e anizotropisë së shkëmbinjve, dobësimi dhe përthithja e valëve (Luijk; Pyrak-Nolte and Shiau, Frashëri A. 2005, Bushati S. etj. 2008).

Kur fillojnë lëvizjet e vogla përgjatë rrafshëve të rrëshqitjes, madje përpara sesa rezultatet e këtyre lëvizjeve të shfaqen në sipërfaqen e Tokës, ato shkaktojnë disa “zhurma” dhe “murmuritje”. Prandaj, aktualisht, në kompleks me tomografinë sizmike zbatohet edhe metoda e *ekspozimit të mikrosizmave me frekuencë të ulët* për studimin e zonave të rrëshqitjeve. Kjo metodë jep të dhëna për studimin e strukturës së prishjeve tektonike dhe të shkallës së verimtarisë së tyre (Gorbatikov A.V., 2005, Russian Federation patent №2271554, aplikimi №20051083620) dhe, si një metodë sizmike e detajuar, hartografon dhe ekzaminohen në detaje heterogjenitetet vertikale dhe horizontale brenda trupit të rrëshqitjes. Metoda është analoge me atë të vrojtimit të sizmike, veçse si sinjal për sondim përdoren valet sizmike sipërfaqësore të frekuencës së ulët të truallit të Tokës, të natyrës së valëve sipërfaqësore të mikrosizmave Rayleigh’s. Metoda bazohet në mundësinë e heterogjeniteteve të shpejtësore së kores së Tokës për të ndryshuar spektrin e fushës së valëve mikro-sizmike. Në sipërfaqen e Tokës mbi heterogjenitete të frekuencës së lartë vrojtohet zvogëlim i amplitudave spektrale për frekuencën e dhënë ( $f$ ), ndërsa amplitudat zmadhohen mbi heterogjenitete të frekuencës së ulët. Frekuenca ( $f$ ) i përgjigjet heterogjeniteteve të thellësisë  $H$  dhe shpejtësisë të modës bazë të valëve të Rayleigh [ $V_R(f)$ ]:  $H=0.5V_R(f)/f$ . Qëndrueshmëria e matjeve bazohet në investigimin e rezultateve të vetive statistikore të mikro-sizmave. Teknologjia e matjeve të kujton sondimet magnetotelurike, por shfrytëzohet fusha e zhurmave mekanike në vend të fushës elektromagnetike. Metoda është e aftë të lejojë ndërtimin e imazheve 3D të profileve për objektet gjeologjike në shkallë krahasuese me atë të valëve sizmike. Janë veçanërisht efektive veçoritë e rezolucionit të kësaj metode, e cila lejon të gjenden objektet e heterogjeniteteve anësore.

Zbatimi i metodës është me kosto të ulët, më të ulët sesa kosto e vrojtimit të sizmike standard për të njëjtën rezolucion në thellësi. Kjo metodë nuk kërkon përdorimin e një rrjeti multi-pikash të stacioneve sizmike që punojnë të sinkronizuar. Metoda mund të pajiset me aparaturëve që punojnë me parimin “nga pika në pikë”. Punimet në terren kryhen me paisje të ndërtuara posaçërisht për realizimin praktik të vrojtimit të kësaj metode. Këto pajisje përfshijnë stacion sizmik të kompiuterizuar dhe një bashkësi të simomarrsave që mbulojnë diapazonet frekuenciale 0.5÷15 Hz dhe 0.03÷15 Hz. Dhe 500-4000 Hz. Sonda realizon vrojtimin tre komponentësh të emisionit sizmik. Në procesin e përpunimit të të dhënave merren parasysh edhe kushtet klimatike, proceset atmosferikë dhe sizmicitetin krahinor. Për këto vrojtme duhet patur në konsideratë koha e leximit e sistemit. Për të veçuar



diapazonet frekuenciale të zhurmave sizmike dhe sizmo akustike të shkaktuara nga njerëzit nga ato natyrale duhen dalluar parametrat statistikohe të zhurmave sizmike dhe sizmo-ukustike. Procedura e përpunimit të të dhënave përshtatet për kohën reale të prognozimit të gjendjes korente të proceseve deformuese që zhvillohen në brëndësi të rrëshqitjes. Informacioni lidhur me kushtet e shkëputjes së sipërfaqes (rrafshit të rrëshqitjes) përpunohet në mënyrë të vazhduar dhe paraqitet në ekranin e operatorit, krahas edhe treguesit të riskut të rrëshqitjes.

### **Elektrometria**

Metodat elektromagnetike janë përdorur për kontrollin e qëndrueshmërisë së shpateve gjatë një periudhe të gjatë kohe (Bogoslovsky and Ogilvy, Frashëri A. 2005, Bushati B. etj. 2008). Përmirësimet e kohëve të fundit në pajisjet si edhe programet kompiuterike kanë krijuar kushtet për zbatimin e imazheve të rezistencës elektrike specifike të dukshme dhe tomografinë dy dhe tre përmasore (Dahlin and Bernstone, Li and Oldenburg, Loke and Barker, Frashëri A. 2005, Bushati B. et.. 2008, etj.).

Zhvillim i më tejshëm i metodave gjeoelektrike për kontrollin e rrëshqitjeve kanë qënë vrojtimit me gjeoradar (Coe et al.; Galgaro, Genevois), matjet me lazer (GeoDev SA Earth Technologies), video kamerat (Kin wah Leung).

### **Vrojtimi i deformacioneve**

Krahas matejeve gjeofizike kryhen edhe matje të deformacioneve të sipërfaqes, kryesisht me anën e inklinometrave (Applied Geomechanics Inc.), dhe matjet me synim të përcaktimit të lagështirës të trupit rrëshqitës (Monitorimi në kohë reale me anën e sistemit aktiv të rrëshqitjeve, i zhvilluar nga Shërbimi Gjeologjik i U.S.A.).

Janë projektuar dhe ndëtuar përkulje-matës (flexion-matës) dy koordinatësh për matjen e deformimeve përkulëse të kolonave të puseve të shpuar në trupit të rrëshqitës. Sonda e përkulje-matësit kanë dy elementë elastikë të ndjejshëm, të lidhur në skemë urë për matjen e deformimeve sipas dy boshteve ortogonalë. Këto pajisje kanë karakteristikat: Hapi i matjes fillon nga çdo 1 cm, diapazoni i matjes (rrezja minimale e përkuljes) është 0,75 m, ndjejshmëria (rrezja maksimale e përkuljes) 30 m. Për të rritur përmbajtjen e informacionit e të dhënave të matjeve të kryera në rrëshqitjet, preferohet që të disponohen të dhëna për shpërndarjen e rrezeve të përkuljeve të lidhura me profile hapësinore.

Në shumë raste është përdorur një kombinim i disa metodave për të njëjtën zonë, pasi veçori të ndryshme të strukturës nëntokësore mund të zbulohet nga metoda të ndryshme (Anon, Bruno at al the US Washington Park Station monitoring system, Frashëri A. 2005, Bushati S. etj. 2008).

Metodat gjeofizike që u përshkruan janë të frytshme për marrjen e të dhënave lidhur me vetitë e shkëmbinjve dhe të dherave, si edhe kufinj të nëntokësorë midis formacioneve të ndryshme. Por sistemet vrojtuese moderne të sofistikuara synojnë në zbulimin e fillimit të lëvizjeve. Në disa raste, janë të afta të japin informacion lidhur edhe me lagështinë e shkëmbinjve në shpatet, d.m.th. të japin të dhëna për fillimin e lëvizjeve të mundëshme, në kushte të favorshme. Por, pikërisht fakti se vërtet në “kushte të favorshme” vrojtimit me këto metoda vazhdojnë me lëvizjen e më pasme të shkëmbinjve, ato jo për çdo rast japin informacion lidhur me parashikimin e sjelljes së rrëshqitjes. Kështu, “pika e zgjimit” në parim e metodave monitoruese, të cilat sot kryhen në rrëshqitjet kudo rreth botës, është

fakt se ajo aktualisht vetëm sa zgjidh detyrën e zbulimit të lëvizjes, në rastin më të mirë, në fillimin e saj, madje ndonjëherë kur lëvizja është në progres.

Klasifikimi i shpateve mund të bëhet duke i ndarë shpatet në tre kategori:

- Shpate të sigurtë dhe shpate me nivel ekstremal të ulët për probabilitetin e rrëshqitjeve,
- Shpate potencialisht të rrezikuar, dhe
- Shpate me rrezikshmëri të lartë.

## **2.6. Monitorimi i dinamikës së zhvillimit të rrëshqitjeve**

Monitorimi i stabilitetit të shpateve dhe dinamikën e zhvillimit të rrëshqitjeve duhet të kryhet me metoda komplekse: vrojtime satelitore nga hapësira, si edhe me vrojtime përsëritëse në trupin e rrëshqitjes.

Monitorimi përfaqëson analizën e variacioneve kohore të vetive fiziko-mekanike të trupit të rrëshqitjes dhe tavanit të shkëmbinjve rrënjësorë. Qendra e monitorimit duhet të ketë pusët të cekët deri në shkëmbinj të rrënjësorë. Në programin e studimeve në pus duhet të përfshihen tomografia sizmike pus-pus i valëve gjatësore dhe tërthore, gama-gama karotazhi i dendësisë, karotazhi elektrik, i temperaturës dhe inklinometria e trungut të pusit. Si pasojë, trupi i rrëshqitjes midis këtyre puseve do të jetë objekt i përcaktimeve periodike in-situ të vetive fiziko-mekanike të shkëmbinjve (raporti i Poisson, moduli I elasticitetit dinamik, moduli i Bulkut, moduli rigjeditetit dhe moduli vëllimor i tensionit në shtypje, moduli I qëndrueshmërisë), koeficienti i filtrimit, nivelet statike dhe dinamike të ujërave në pusët, inklinimi i trungut të puseve, ndryshimet mineralogjike e shkëmbinjve në rrafshin e rrëshqitjes nën ndikimin e tyre në ujërat nëntokësore. Aktiviteti sizmik natyror brenda dhe jashtë trupit të rrëshqitjes regjistrohet në mnyrë të vazhdueshme për rreth 5 sekonda.

## **2.7. Vlerësime konstruktive and mjedisore**

Bazuar në rezultatet e:

- Kontrollit integral gjeologjik-gjeofizik-satelitor- dhe gjeoteknik,
- Monitorimit të rrëshqitjeve,
- Efektet specifike të ndryshimeve klimatike mbi natyrën e vrojtimeve,
- Impakti njerëzor mbi gjeomjedis,
- Vlerësimin e riskut gjeologjik

mund të hartohen dhe paraqiten rekomandime për të evituar rrishtjen natyror në maksimumin e mundshëm. Në fazën e planizimeve të objekteve infrastrukturale, zonave e planizuara për ndërtim duhet të mbeten jashtë hapësirave të rrëshqitjeve. Krahas kësaj duhet të zhvillohet edhe metodat për rehabilitimet e mundshme nga dëmtimet prej rrëshqitjeve.

## **5. ANALIZA E REZULTATEVE TË STUDIMIT GJEOFIZIK TË DISA RRËSHQITJEVE NË SHQIPËRI**

Konkretizmi i studimit gjeofizik kompleks i rrëshqitjeve po bëhet nëpëmjet analizës së rezultateve të vrojtimit në tre shëmbuj (Bushati S. etj. 2008, Dhame L., 1974, Frashëri A. etj. 1995, 1996, 1997-a, b, c, d, e, 1998 a, b, c, d, 1999 a, b, 2005 a, b, Luli M. 1989, Radovicka P. etj. 1976):

### **5.1. Rrëshqitja në Poravë**

Rrëshqitja e Poravës ndodhet në shpatin jugor të liqenit, rreth 2.5 km në lindje të digës së hidrocentralit të Fierzes, në fshatin me të njëjtin emër (Foto 5, Fig. 4). Shkarjeve të mëdha në bregun e majtë të lumit Drin në fshatin e Poravës, u është kushtuar vëmendje e madhe qysh në periudhën e projektimit të veprës, sepse një rënie e saj mund të shkaktonte valë të rrezikshme për digën (Dhame L. 1974, Radovicka P. etj. 1976). Studimet e asaj periudhe kanë përfshirë jo vetëm njohjen e detajuar gjeologjike të qëndrueshmërisë së brigjeve në përgjithësi dhe të rrëshqitjeve në veçanti. Ato përfshinë edhe kalkulime komplekse të qëndrueshmërisë së shpatit me anën e modelimeve hidraulike. Për këtë është simuluar edhe rënia e trupit të rrëshqitjes së Poravës me shpejtesi të ndryshme, nga 5 deri 10 m/sek. Parametrat për llogaritjet ishin ato që rezultuan nga studimet gjeologjike të asaj kohe. Të gjitha ato studime çuan në përfundimin se duhej të mbilartësohej diga edhe për rreth 12 m mbi kuotën e përcaktuar fillimisht në projekt, në mënyrë që të shtohet siguria për rastet ekstreme.

Sipas të dhënave gjeologjike, të periudhës së projektimit të veprës, trupi rrëshqitës i Poravës ka patur masë rreth 34 milion m<sup>3</sup> (R. Hanku, 1977). Këto punime treguan se brekçe vullkanogjene gjysëm shkëmbore, që vendosen mbi diabazet, ndërtojnë shpate që krijojnë problem për qëndrueshmëri, sidomos kur kanë edhe plane tektonike të përshtatshme për të dhënë rrëshqitje (Dhame L., Dhima N., 1974). Sipas këtij studimi, rezulton se trashësia e këtij formacioni luhetet nga 10 deri 105 metra (Fig. 5). Në pjesën më të madhe të zonës, rreshe silicore-argjilore të kuqërremta, të shtresëzuara hollë, pjesërisht të rrudhosura dhe të coptuara, që kanë trashësi 20-30 metra, shtrihen në pjesën e sipërme të prerjes.

Është konstatuar se jashtë veprimtarisë tektonike dhe efektit direkt të pranisë së linjave tektonike do të ekzistonin vetëm rrëshqitje të vogla, të reja ose të riaktivizuara pranë derdhjes së përroit në Drin dhe shëmbje shpatore brënda shtrateve të përrenjve, por edhe këto të parëndësishme. Por, meqënëse në zonën e Poravës ka veprim tektonik shumë të zhvilluar, si zonë ndërmjet dy masivëve ultrabazikë të mëdhenj të Tropojës dhe Krrabit, ekziston edhe një sistem linjash tektonike me elemente shtrishmërie 290°-300° dhe këndrënie në VL 15°-18°, të cilat duke qënë brënda formacionit gjysëm shkëmbor brekçioz krijojnë kushte të favorshme për rrëshqitje. Në atë periudhë është përfunduar "...kur liqeni të mbushet deri në nivelin 295m, blloku 1 bëhet me qëndrueshmëri kritike dhe rrëshqitja mund të ndodhë pjesë pjesë..." dhe "...mendojme që edhe në rastin më të disfavorshëm të mundësisë së rrëshqitjeve, në këto kushte (këndi i rënies i vogël 15°-18° dhe 70% e materialit nën kuotën 300 m), nuk paraqet problem" (Dhame L., Dhima N., 1974).

Analiza me imtësi e rezultateve të studimeve gjeologjike të viteve shtatëdhjetë, dhe krahasimi i tyre me të dhënat e marra gjatë ristudimit të kësaj rrëshqitje në vitin 1996, d.m.th. mbas mbi 20 vjet, krijoi mundësinë për të vlerësuar dinamikën e zhvillimit të rrëshqitjes pas mbushjes së liqenit me ujë dhe ndikimin e dinamikës së uljeve dhe ngritjeve të nivelit të ujit në liqen, gjatë të gjithë kësaj periudhe.

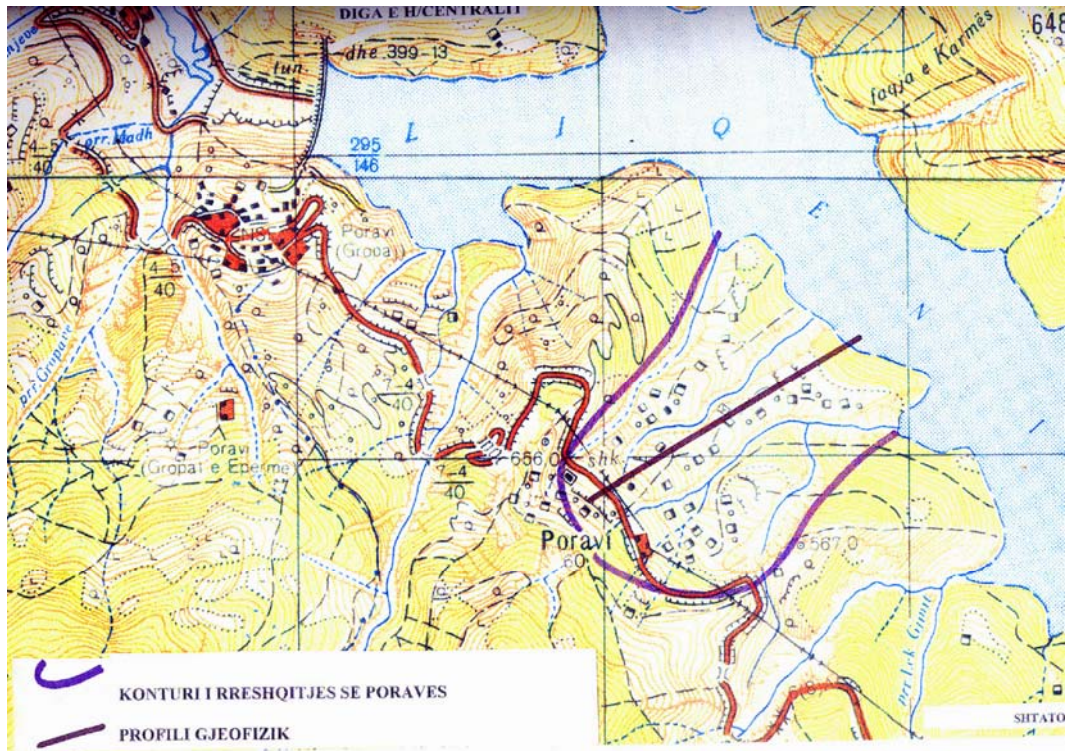


Fig. 4. Planimetria e rrëshqitjes në Poravë.

**KRAHASIMI I TE DHENAVE GJEOLGJIKE ME ATO GJEOELEKTRIKE  
 RRESHQITJA PORAVE**  
 (Profili gjeologjik nga L. Dhame dhe N. Dhima, 1973)  
 Tirane, 1998

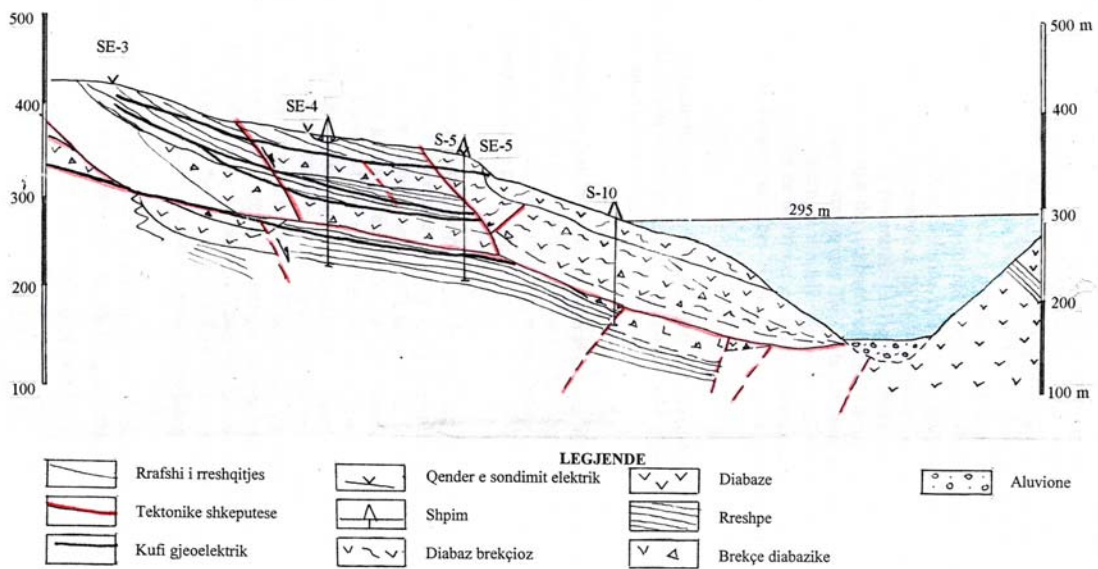


Fig. 5. Prerje gjeologjike e rrëshqitjes në Poravë (Sipas L. Dhame, N. Dhima, 1974).

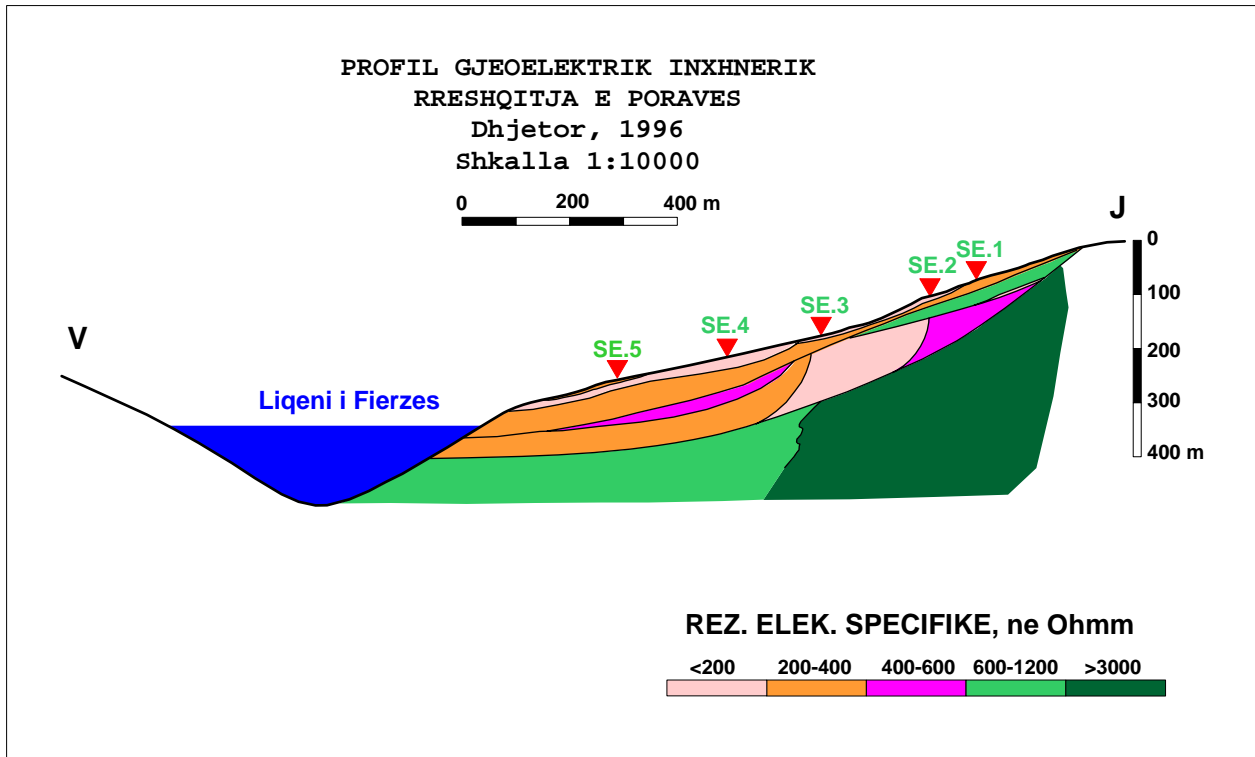


Fig. 6. Prerje gjeoelektrike inxhinjrike e rrëshqitjes në Poravë.

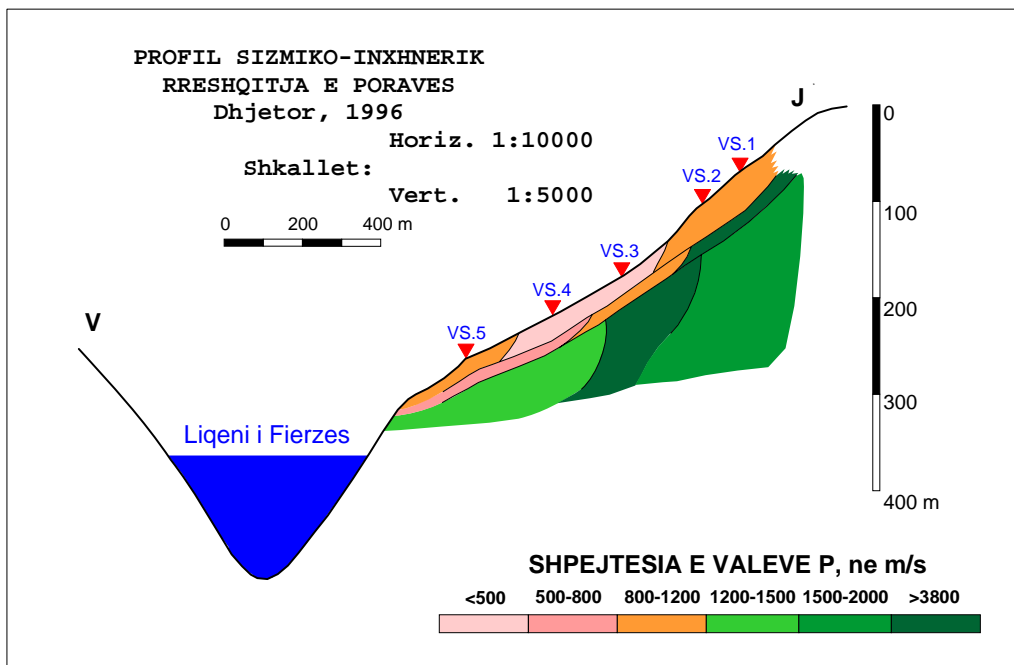


Fig. 7. Prerje sizmo inxhinjrike e rrëshqitjes në Poravë.

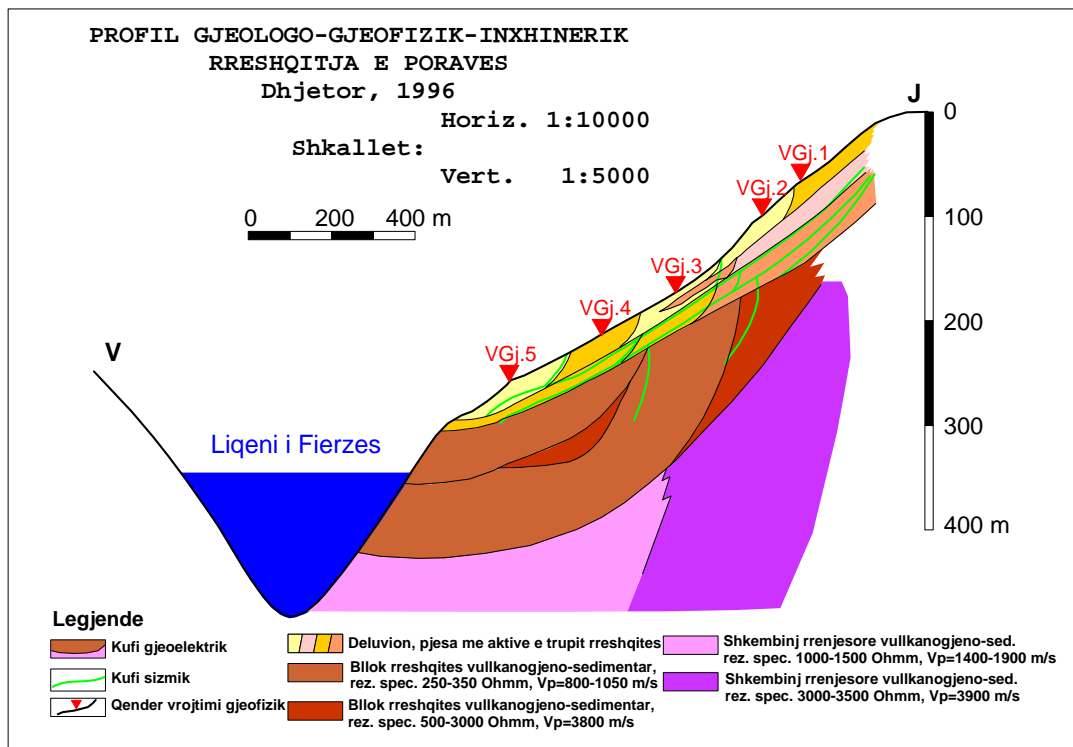


Fig. 8. Prerje komplekse gjeologjiko-gjeofizike në rrëshqitjen në Poravë.

Në vitin 1996, u vendosën reperët e parë gjeofizike për ta studiuar atë dhe që përbëjnë element të rëndësishëm bashkëkohor për ta monitorizuar këtë rrëshqitje në të ardhmen.

Mbështetur në të dhënat e përfutuara nga vrojtimit gjeofizike, në njohurite e detajuara gjeologjike ekzistuese për këtë zonë, si dhe të gjëndjes aktuale të rrëshqitjes së Poravës, është realizuar analiza e rezultateve të punimeve komplekse gjeofizike të kryera në vitin 1996.

Në fig. 6 paraqitet profili gjeoelektrik i detajuar i rrëshqitjes së Poravës. Aty janë fiksuar dy kategori kufinjsh gjeoelektrikë. Kategoria e parë i takon kontaktit të poshtëm, në thellësi 140-160 m dhe i sipërmi 20 m thellë, të cilët ndajnë mjedisë me veti elektrike të ndryshme. Kufiri i poshtëm është kryesori, i cili ndan trupin rrëshqitës nga shkëmbinjtë rrënjësorë të serisë vullkanogjeno-sedimentare. Ai është reperi që përvijon qartë strukturën e trupit të rrëshqitjes, në kontakt me shkëmbinjtë vullkanogjeno-sedimentarë. Kufiri i sipërm ndan trupin e rrëshqitjes në dy shtresa të mëdha. Pjesa më e sipërme e trupit lidhet me depozitimet deluviale-eluviale. Kjo pjesë është në lëvizje të vazhdueshme intensive, duke shkaktuar çarjet e të gjitha shtëpive të fshatit Poravë (Foto 7). Nga këta reperë gjeoelektrikë, së pari, përcaktohet konfiguracioni i strukturës së rrëshqitjes në shkëmbinjtë e prerjes vullkanogjene sedimentare, të cilët kanë vlera relativisht të ulta deri mesatare të rezistencës elektrike specifike (200-1000 Ohmm), si rrjedhojë e ndikimit të veprimit të rrëshqitjes. Ndërsa shkëmbinjtë vullkanogjene të ndodhur nën tërë këtë rrëshqitje masive, përfaqësohen me vlera të larta të rezistencës elektrike specifike 3000-3800 Ohmm në sektorin më të largët të profilit nga liqeni dhe me vlera 1200-1400 Ohmm në atë sektor që

ndodhet pranë bregut të liqenit artificial të H/centralit të Fierzës. Pjesa më e sipërme e trupit të kësaj rrëshqitje, e përfaqësuar nga depozitimet deluviale-eluviale si edhe nga pjesa

Alfred FRASHERI  
KONTROLLI DHE MONITORIMI I QENDRUESHMERISE SE SHPATEVE DHE RRESHQITJEVE  
Tirane, 2011

shkëmbore më e shkatërruar e trupit të rrëshqitjes dhe e cila sot është shumë aktive, paraqitet me vlera tepër të ulta të rezistencës elektrike specifike 120-500 Ohmm. Ky aktivitet, siç u tregua më sipër, pasqyrohet në dëmtimet e vazhdueshme të shtëpive dhe të objekteve të ndryshme të fshatit Poravë, si edhe nivelet e ndryshme të terracave të rrëshqitjes në sipërfaqen e tokës. Nga prerja e fig. 6 duket se kufinj të gjeoelektrike janë plotësisht paralele me kufinj të dhënë nga studimi gjeologjik i viteve shtatëdhjetë. Por në veçanti, shfaqen kufinj të gjeoelektrikë të siperm, pranë sipërfaqes së tokës.

Heterogjenitet e dukshme gjeoelektrike gjatë profilit, shprehin përbërjen bllokore që ka në tërësi kjo rrëshqitje, siç ka rezultuar edhe nga punimet gjeologjike të kohës së projektimit të hidrocentralit. Kjo strukturë e trupit të rrëshqitjes krijon mundësinë që të gjykohet cilësisht edhe për ecurinë e kësaj rrëshqitje me kohën.

Në fig. 7 paraqitet prerja sizmike-inxhinierike e të njëjtit profil me atë gjeoelektrik. Në këtë veçohet mjaft mirë pjesa më e sipërme e trupit të kësaj rrëshqitje, pra zona me thellësi deri 25 m. Kjo prerje ka dallueshmëri mjaft të qartë në të dy parametrat sizmike, si në shpejtësinë e valëve gjatësore ashtu dhe në ato tërthore. Depozitimet deluviale fiksohen me vlera të  $V_p=400-1200$  m/s dhe me  $V_s=150-450$  m/s, ndërsa depozitimet eluviale dhe shkëmbinjtë vullkanogjenë të pjesës më të sipërme të ndodhura mbi rrafshin rrëshqites kanë  $V_p=800-3880$  m/s dhe  $V_s=350-800$  m/s. Depozitimet vullkanogjene të shtrira nën rrafshin e parë rrëshqites fiksohen me  $V_p=1400-3800$  m/s dhe  $V_s=600-1500$  m/s. Kjo prerje përvijon të njëjtët elementë si edhe reperët gjeoelektrike dhe me të dhënat e saj krijoi mundësinë që të vlerësohen parametrat fiziko-mekanikë të dherave dhe të shkëmbinjve. Kategoria e dytë e kufinjve lidhet me ndryshimet dhe me heterogjenitetet në rënie të trupit të rrëshqitjes, të cilat e ndajnë atë në blloqe.

Nga parametrat sizmikë është bërë vlerësimi i karakteristikave fiziko-mekanike të shkëmbinjve të këtij trupi rrëshqitës në shtrirje dhe në thellësi, të cilat paraqiten në pasqyrën Nr. 1.

**Vetitë fiziko-mekanike të trupit të rrëshqitjes së Poravës dhe shkëmbinjve rrënjësorë, sipas të dhënave të kontrollit in-situ sizmik**

Pasqyra Nr. 1

Rreshqitja	Shtresa		Vp m/s	Vs m/s	$\rho$ , g/cm <sup>3</sup>	Koef. Pua- sso- nit.. v	Moduli dinamik i elasticitetit x10 <sup>5</sup> KG/cm <sup>2</sup>		Moduli i ngrurte -sise G,  x10 <sup>5</sup> KG/cm <sup>2</sup>	Moduli Bulkut K,  x10 <sup>5</sup> KG/cm <sup>2</sup>	Shtypja vellimo- re Sh,  x10 <sup>5</sup> KG/cm <sup>2</sup>
	N r	h në m.					Sipas Vp	Sipas Vs			
Poravë	1	2.9	400	200	1.53	0.33	0.02	0.02	0.006	0.02	0.02
	2	6.4	600	400	1.44	0.1	0.06	0.06	0.03	0.02	0.02
	3	11.5	1050	580	1.92	0.28	0.17	0.17	0.07	0.13	0.13
	4		1760	940	2.15	0.30	0.45	0.45	0.17	0.38	0.38



Dendësia e shtresave të ndryshme është llogaritur sipas madhësive të shpejtësive të valëve sizmike, duke përdorur formula të njohura. Meqenë se këto formula janë statistikore, vlerat e vogla të dendësisë së shtresës së parë, madje edhe të dytë kanë rezultuar me të vogla sesa janë zakonisht në natyrë. Prandaj edhe madhësitë e vetive të tjera fiziko-mekanike të tabelës së mësipërme për këto dy shtresa duhen marrë si nivele më të poshtme. Gjithësesi, shpejtësitë shumë të vogla të valëve sizmike gjatësore dhe veçanërisht ato tërthore dëshmojnë pa mëdyshje për shtresa të shkrifta poroze të trupit të rrëshqitjes.

Nga studimi i mikrozhurmave sizmike natyrore vërehen pamje të ndryshme të regjistrimeve në të gjitha qëndrat e vrojttimeve, pra ekzistojnë intesitete të ndryshme të tyre. Kështu, aty ku mikrozhurmat kanë intesitet maksimal ndodhen zonat më dinamike të këtij masivi rrëshqitës, që janë mjaft të dukshme dhe të pranishme në fshatin e Poravës, me çarjen dhe dëmtimin e madh të shumë shtëpive, si edhe me lëvizjen disa metra (2-4 m) të parcelave të tokës bujqësore, të shpateve, etj, brënda një periudhe 2-3 vjecare (1994-1996).

Në prerjen komplekse gjeofizike-inxhinierike (Fig. 8 ), vërehet një përputhje mjaft e mirë e rezultateve të sondimeve elektrike me ato të vrojttimeve sizmike, të përdorura për studimin e kësaj rrëshqitje. Gjithashtu në këtë prerje realizohet fiksimi i plotë i të dy rrafshëve të rrëshqitjes, natyra e tyre si dhe gjendja dhe përbërja e të dy pjesëve të trupit të rrëshqitjes. Kështu pjesa më e sipërme e kësaj rrëshqitje përbëhet kryesisht nga depozitime deluviale-eluviale dhe shkëmbinj të shkatërruar, e cila arrin deri në thellësinë rreth 20 m, duke qënë mbi rrafshin e parë tepër dinamik të kësaj zone. Nën të shtrihet masivi i shkëmbinjve vullkanogjeno-rreshporë që ndodhet mbi rrafshin më të thellë të rrëshqitjes së Poravës (100-160 m). Ky rrafsh është i fiksuar qartë dhe ndan trupin rrëshqitës me trajtë bllokore nga shkëmbinjte vullkanogjeno-reshporë të paprekur nga rrëshqitja dhe të ndodhur nën të.

Duke u bazuar në rezultatet e deri tanishme të vrojttimeve komplekse gjeofizike për rrëshqitjen e Poravës rezulton se ekzistojnë ndryshime, që kanë ndodhur në pjesën e sipërme të trupit të rrëshqitjes së Poravës, gjatë periudhës mbi 20 vjeçare që ka kaluar nga koha e ndërtimit të hidrocentralit dhe e mbushjes së liqenit me ujë, si rrjedhojë, në rradhë të parë e aktivizimit të pjesëve më të thella të trupit të rrëshqitjes nën veprimin e ujit të liqenit mbi masën e këtij trupi. Sado të vogël, ka patur ndikim edhe seria e tërmeteëve të gjeneruar nga mbushja e liqenit të Fierzës me ujë, si edhe zhvillimet e neotektonikës.

Rezultatet e vrojttimeve gjeofizike të kryera, ashtu si edhe ato gjeologjike, lejojnë gjithashtu se mund të mendohet që nuk mund të ndodhë rënia e menjehëshme dhe me të njëjtën shpejtësi e të gjithë trupit të rrëshqitës, pasi ai është i ndarë në blloqe dhe mund të bjerë pjesë pas pjesë. Përgjigja e këtij problemi mund e jepet e sigurtë vetëm pasi të studiohet dinamika e rrëshqitjes, duke kryer monitorimin e saj sistematik. Ky problem bëhet aq më tepër i prefët, kur shtrohet pyetja për sjelljen e trupit të rrëshqitjes gjatë tërmeteëve të fuqishme.

## 5.2. Rrëshqitja në Ragam, Vau i Dejës

Rrëshqitja ndodhet në brigjet e liqenit të Vaut të Dejës (Fig. 9, 10, Foto 1, 2). Ajo zhvillohet në formacionin ofiolitik të përfaqësuar nga shkëmbinj të serpentinizuar (Foto 3, 4).

Kjo rrëshqitje është vrojtuar për herë të parë në vitin 1989 dhe është studiuar nga një grup specialistesh (Luli M., 1989). Në atë kohë, sipas relacionit të tyre, ajo përfaqësonte një rrjedhje sipërfaqësore deluvionesh, e vlerësuar si e parëndësishme (Fig. 10). Sipërfaqja e trupit të rrëshqitjes në atë kohë ishte 0.08 km<sup>2</sup>.

Trupi i rrëshqitjes përfaqëson një masë të madhe serpentinitesh të përjarruar dhe të shkatërruar, të mbuluar nga trashësi e vogël deluvionesh. Ajo është zhvilluar në masë të dukshme këto gjashtë vjetët e fundit. Në vitin 1996 sipërfaqja e trupit të rrëshqitjes arriti në 0.4 km<sup>2</sup>.

Balli i dukshëm i trupit të rrëshqitjes shtrihet gjatë bregut të liqenit. Ai ka formën e një skarpace 2-3 metra të lartë të serpentiniteve të shkatërruar, të shistezuar dhe vende vende të milonitizuar (Foto 3, 4).

Në këtë rrëshqitje dallohen tre nivele sipërfaqësore shkëputjeje:

- i pari rreth 35-45 m larg bregut, me një zhvendosje horizontale rreth 2 m.
- i dyti rreth 70-90 m larg bregut, me shkëputje vertikale me amplitudë rreth 2 metra.
- i treti rreth 115-130 m larg bregut. Ky është niveli më i ri dhe me amplitudë më të vogël.

Profilat gjeofizike, të kryer në vitin 1996 profili terthor dhe në vitin 1998 ai gjatësor, kanë lejuar të studiohet mirë trupi i rrëshqitjes (Fig. 11, 12). Në prerjet komplekse gjeofiziko-inxhinjerike tërthore dhe gjatësore të trupit të rrëshqitjes, të treguar në fig. 3.9 duket se trup është i ndarë nga dy rrafsh kryesore të rrëshqitjes. Këto rrafsh janë të copëtuar. Rrafshi i parë ndodhet në thellësinë rreth 5-7 m, ndërsa rrafshi i dytë arrin në thellësinë maksimale deri 22 m. Pjesa më e poshtme e rrafshit të dytë kontakton direkt me liqenin, nën nivelin e ujit. Në këtë mënyrë, trupi i rrëshqitjes ka pamje bllokore. Vetitë fiziko-mekanike të masës shkëmbore të trupit të rrëshqitjes janë shumë më të ulta sesa ato të shkëmbinjve rrënjësorë të paprekur nga rrëshqitja Pasqyra Nr. 2, 3.

Siç duket nga pasqyra 2 dhe 3, trupin e rrëshqitjes e formojnë katër shtresa me veti fiziko-mekanike të ndryshme. Shtresa e parë janë deluvionet. Shtresa e dytë dhe e katërt përfaqësojnë serpentinitë të shkatërruar dhe të dërmuar. Shtresa e tretë midis tyre karakterizohet nga rezistencë elektrike specifike e ulët dhe shpejtësi e vogël e përhapjes së valëve sizmike. Ajo i korrespondon një shtrese serpentinitësh me klivazh dhe të çara ujëmbajtëse. Si edhe në rastin e rrëshqitjes së Poravës, madhësitë e vetive fiziko-mekanike të tabelës së mësipërme për keto dy shtresa duhen marrë si nivele më të poshtme.

Gjithësesi, shpejtësitë shumë të vogla të valëve sizmike gjatësore dhe veçanërisht ato tërthore dëshmojnë pa mëdyshje për shtresa të shkrufta poroze të trupit të rrëshqitjes.

Duke vendosur reperët gjeofizike, u krijuan mundësitë për të përdorur edhe parametrat gjeofizikë për të monitorizuar rrëshqitjen.

Dinamika e lëvizjes së trupit të rrëshqitjes është e shprehur edhe me veprimtarinë sizmo-akustike natyrore. Në fig. 13 jepen regjistrimet e veprimtarisë sizmo-akustike në rrëshqitjen e Ragamit. Në kanalet e gjeofonëve të vendur direkt mbi trupin e rrëshqitjes është qartësisht e ndjejmë veprimtaria sizmo-akustike e shkaktuar nga kjo lëvizje. Mikrolëkundjet në trupin e rrëshqitjes janë shumë intensive dhe me bandë të gjerë frekuenciale, ndërsa jashtë këtij trupi ky aktivitet mungon.

Alfred FRASHERI  
KONTROLLI DHE MONITORIMI I QENDRUESHMERISE SE SHPATEVE DHE RRESHQITJEVE  
Tirane, 2011

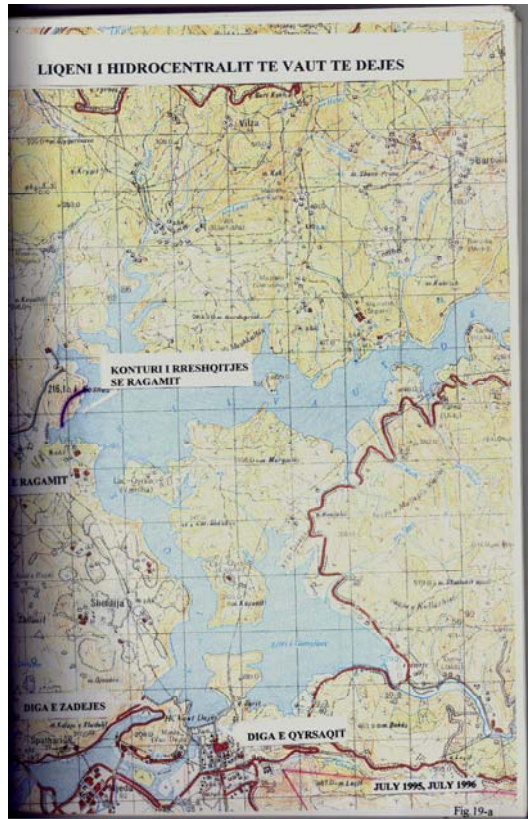


Fig. 9. Harta topografike e zonës së rrëshqitjes së Ragamit, Vau i Dejës.

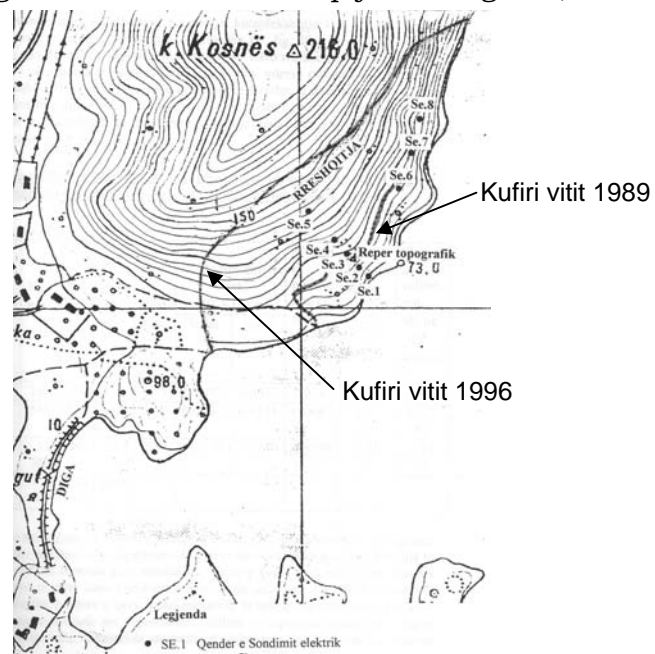


Fig. 10. Planimetria e rrëshqitjes së Ragamit, me vendvendosjen e qendrave të reperëve gjeofizikë.

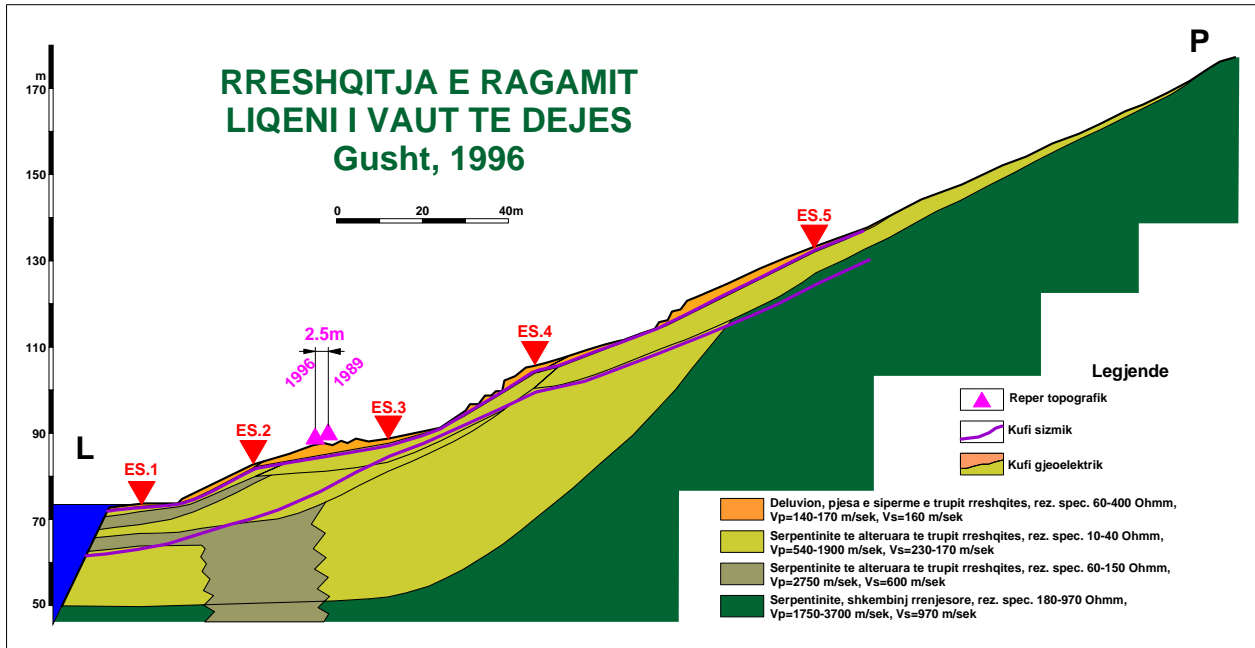


Fig. 11. Prerje komplekse gjeofizike tërthore në rrëshqitjen e Ragamit.

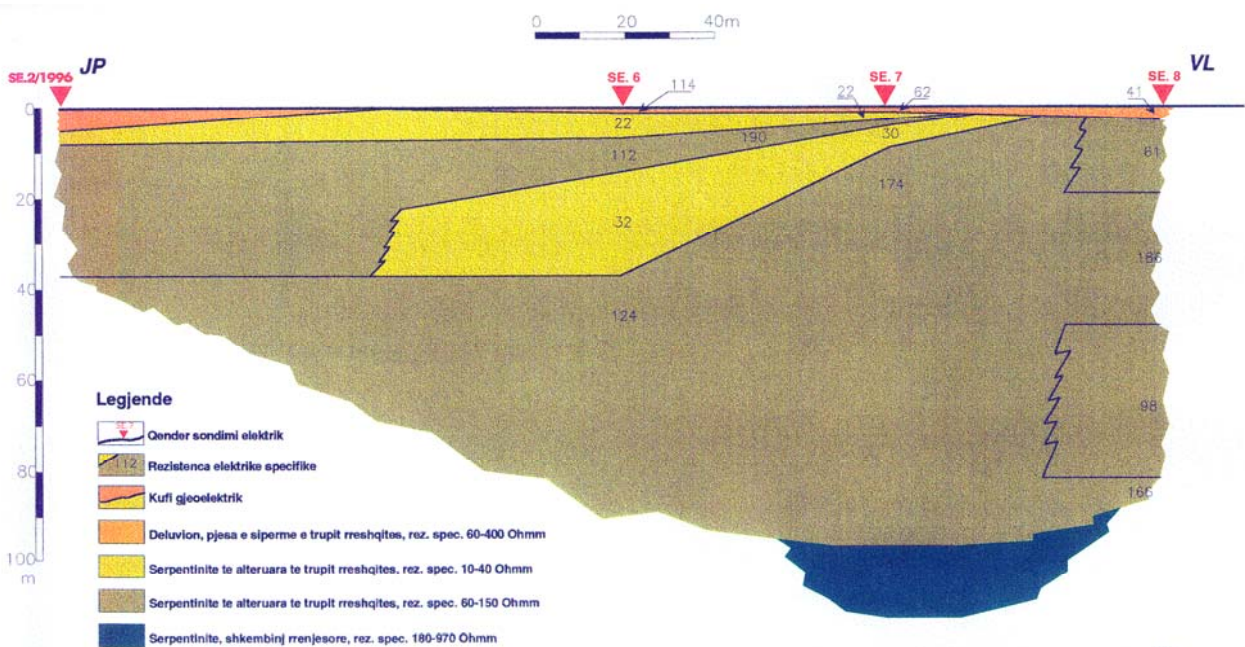


Fig. 12. Prerje komplekse gjeofizike gjatësore në rrëshqitjen e Ragamit.

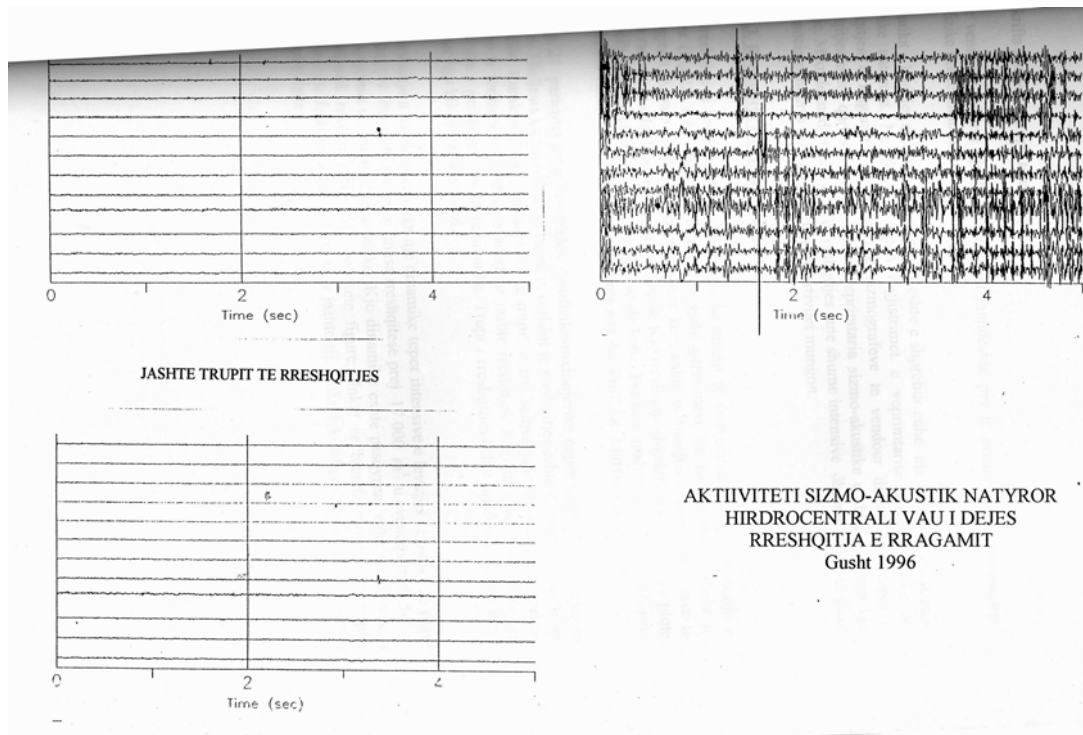


Fig. 13. Aktiviteti sizmo-akustik natyror në rrëshqitjen e Ragamit  
**Vetitë fizike të shkëmbinjve në zonën e rrëshqitjes**

Pasqyra 2

Nr. shtresës	Trashësia në metra	Resistenca elektrike specifike në Ohmm	Dendësia, në g/cm <sup>3</sup>	Shpejtësia e valëve, në m/sec		Litologjia
				Vp	Vs	
<b>TRUPI RRËSHQITËS</b>						
1	0.7	76.4	1.34	210	160	Deluvione
2	4.0	29.5	1.61	540	230	Serpentinite të shkatërruar
3	6.5	46.5	2.45	3700	680	Serpentinite ujëmbajtës
4	17.4		1500			Serpentinite të shkatërruar
<b>SHKËMBINTË RRËNJËSORË</b>						
		485	2.56	3500	1920	Serpentinite

Alfred FRASHERI  
KONTROLLI DHE MONITORIMI I QENDRUESHMERISE SE SHPATEVE DHE RRESHQITJEVE  
Tirane, 2011

**Vetitë mekanike të shkëmbinjve në zonën e rrëshqitjes**

Pasqyra 3

Nr. shtresës	Koeficienti Puassonit	Moduli Dinamik i elasticitetit, $E_d^s$ në $10^5$ kg/cm <sup>2</sup>	Moduli i ngurtësisë G, në $10^5$ kg/cm <sup>2</sup>	Shtypja vëllimore, $\sigma$ , në $10^5$ kg/cm <sup>2</sup>	Gjendja e shkëmbinjve
<b>TRUPI RRËSHQITËS</b>					
1	0.35	0.00370	0.00140	0.00420	Shkëmb i butë
2	0.39	0.02413	0.00868	0.03630	Shkëmb i shkatërruar, i dërmuar
3	0.48	0.56586	0.19167	3.26503	Shkëmb me klivazh dhe të çara
4		0.26325	0.09608		Shkëmb i shkatërruar, i dërmuar
<b>SHKËMBINJTË RRËNJËSORË</b>					
	0.29	2.46271	0.96199	1.91408	Shkëmbinj kompaktë



### 5.3. Rrëshqitja në Banjë

Kjo rrëshqitje u krijua në kohën e hapjes së tunelit të derivacionit në hidrocentralin e Banjës (Fig. 14). Ajo u zhvillua gjatë gërmimeve në formacionet flishore të paleogjenit. Karakteristikë e prerjes flishore këtu është përmbajtja e shumë shtresave të trasha ranore, të cilat kanë rënie sipas relievit. Kjo rrëshqitje shkaktoi shkatërrimin e plotë të tunelit të derivacionit të ndërtuar deri në atë kohë.

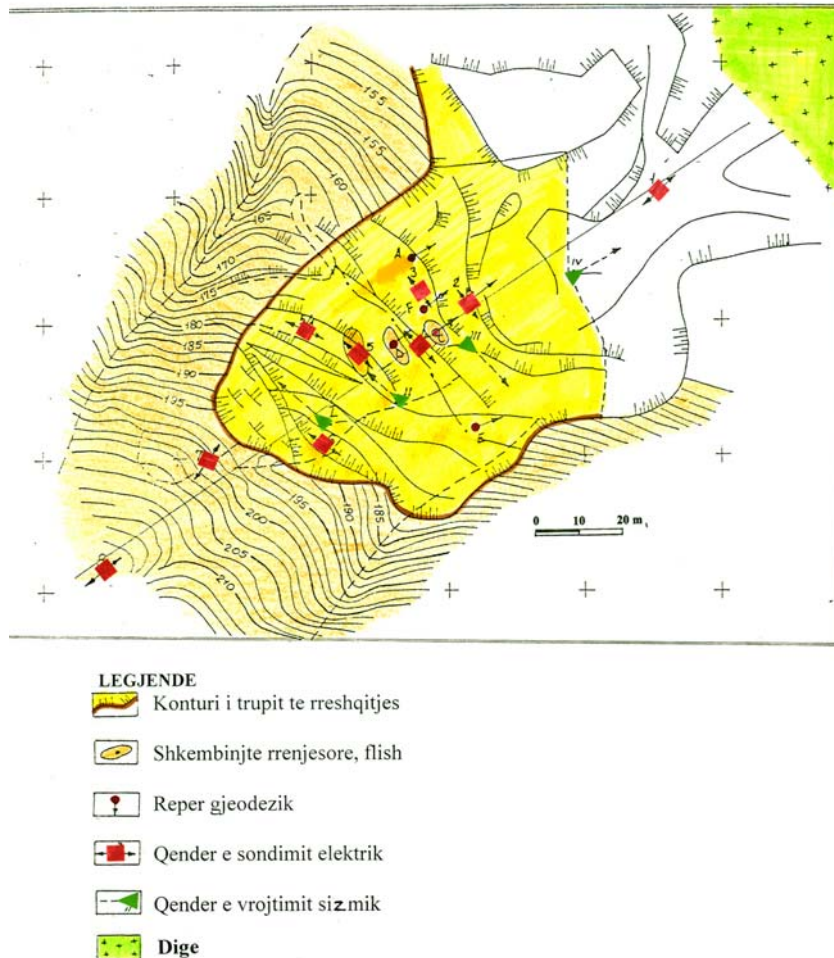


Fig. 14. Harta topografike e zonës së rrëshqitjes në Banjë, me vendvendosjen e qëndrave të reperëve gjeofizike (Kapllani L.).

Në fig. 15 paraqitet preja komplekse gjeofizike-inxhinjerike nëpër trupin e rrëshqitjes në Banjë. Thellësia maksimale e shtrirjes së rrafshit të rrëshqitjes është 22 metra, në qendrën e profilit. Karakteristikat gjeoelektrike të trupit të rrëshqitjes janë shumë të dallueshme nga ato të formacionit flishor të ndodhur jashtë rrëshqitjes. E njëjta tablo është edhe për shpejtësitë e përhapjes së valëve sizmike. Trupi i rrëshqitjes është mjaft heterogjen dhe i ndërtuar nga blloqe të ndryshme.

Kjo rrëshqitje u karakterizua nga një dinamike tepër intensive e lëvizjes së masës së trupit të rrëshqitjes. Për rreth një muaj, masa rrëshqitëse prej 17 000 m<sup>3</sup> u çvendos rreth 5-7 m. sipas vrojtimit të reperëve gjeodezike. Kjo dinamike është pasqyruar edhe në aktivitetin sizmoakustik natyror (fig. 16). Në këtë figurë, duket se brënda trupit të rrëshqites



mbizotërojnë lëkundje me frekuanca më të larta sesa jashtë tij. Mikrolëkundjet kanë amplitudë shumë herë më të lartë.

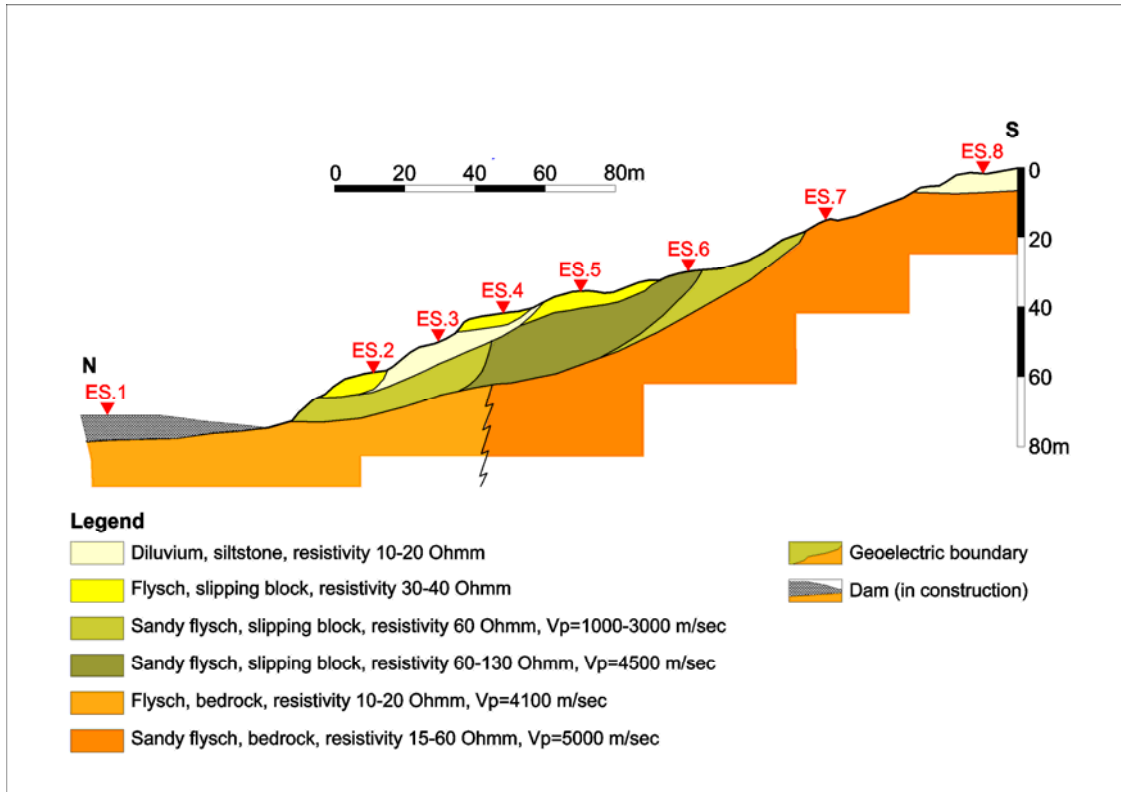


Fig. 15. Rezultatet e studimit gjeofizik në rrëshqitjen e Banjës (Kapllani L.).

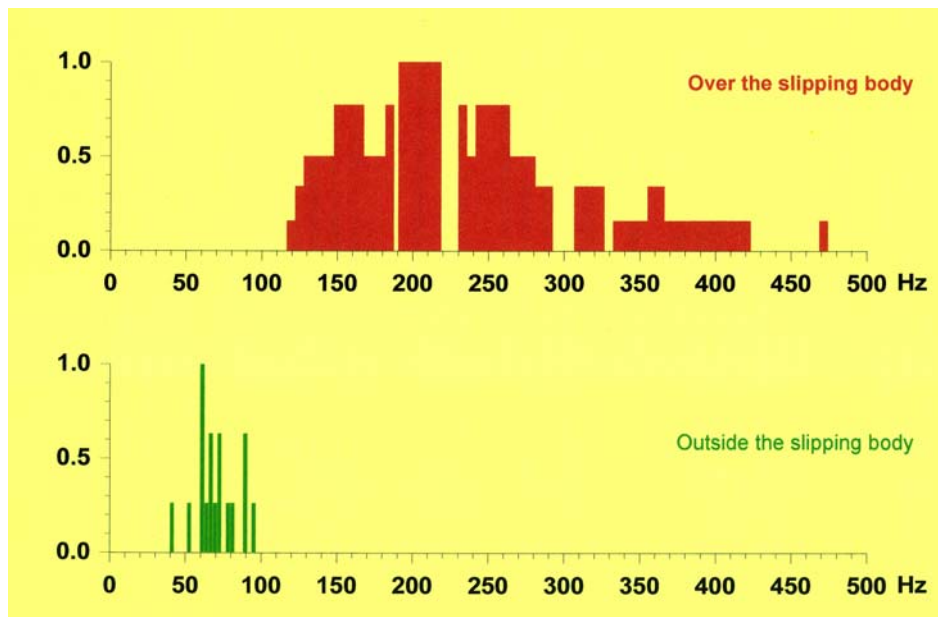


Fig. 16. Aktiviteti sizmo-akustik natyror në rrëshqitjen e Banjës (Kapllani L.).

## **LETATURË E REKOMANDUAR**

- Aliaj. Sh., Koçiu S., Muço B., Sulstarova E., 2010. *Sizmiciteti, sizmotektonika dhe vlerësimi I rrezikut sizmik në Shqipëri*, Akademia e Shkencave e Shqipërisë, Tirana.
- Anon.:1995, *Geophysical Exploration for Engineering and Environmental Investigations*, US Army Corps of Engineers, USACE Publication Pepot, attn:CEIM-IM-PD 2803 52 Ave. Hyattsville, MD 20781-1102, USA.
- Bogoslovsky, V.A. and Ogilvy, A.A.:1977, 'Application of geophysical methods for the investigation of landslides' *Geophysics*, V.43, pp. 562-571.
- Boyarchuk K.A., Toumanov M.V., Miloserdova L.V., Maloushina N.I., 2010. *Related automation of space images interpretation and integration of GIS into corporative automated informational systems*. <sup>1</sup>NPP VNIIEM, <sup>2</sup> State Oil&Gas University, Moscoë, GOOGLE, 2010.
- Boyarchuck K.A., Gorshkov A.I. , Kuznetsov I.V., Piotrovskaya E.P., L.V.Miloserdova , Maloushina N.I., 2010. *Using satellite data for exploration of Earth bowels and identification of tectonically unstable structures*, VNIIEM, Russia<sup>1</sup>, IIEPT, Russia<sup>2</sup>, Russian Oil&Gas University<sup>2</sup>, Russia<sup>3</sup>, TerraMentor Ltd, Greece<sup>4</sup>, GOOGLE, 2010.
- Bruno, F., Levato, L., and Marillier, F.: 1998, 'High-resolution seismic reflection, EM and electrokinetic SP applied to landslide studies: "Le Boup" landslide (Western Swiss Alps)', Proc. IV of the Environmental and Engineering Geophysical Society (European Section), Barcelona, pp. 571-574.
- Bushati, S, Frashëri, A., Nishani, P., Silo, V., Pambuku, A., Dema Sh., Komac M., Bavec M., Jemec M., Kumelj Sh.2008, *Vlerësimi i qëndrueshmërisë sv shpateve dhe studimi I rrëshqitjeve duke zbatuar metodat gjeofizike*". Monografi. Academia e Shkencave e Shqipërisë, Tiranë. (ISBN: 978-99956-10-14-7).
- Coe J.A., Godt J.W., Ellis W.L., et al., 2000: *Seasonal movement of the Slumgullion landslide as determined from GPS observation*, July 1998 – July 1999, U.S. Department of Interior, U.S. Geological Survey, Open-File Report 00-101
- Dahlin, T., and Bernsnone, C.:1997, 'A roll-along technique for 3D resistivity data acquisition with multi-electrode arrays', Proc. Symposium of the Application of Geophysics to Engineering and Environmental Problems, Vol. 2, Reno, Nevada, pp. 927-935.
- Dhame L., 1974. *Njoftim mbi qëndrueshmërinë e bregut të Drinit në Zonën e Poravës*. Arshiva e Ministrisë së Ndërtimit, Tiranë, 7.1.1976.
- Frashëri A., Aliaj Sh., Sulstarova E., Avxhiu R. 1971. *Përdorimi i metodave gjeofizike për zgjidhjen e detyrave gjeologjike*. Shtëpia Botuese e Librit Universitar.
- Frashëri A., Kapllani L., Nishani P., Çanga B., Xinxo E., 1995. *Projekt mbi kontrollin in-situ të gjendjes teknike të veprave në ndërtim dhe në shfrytëzim me anën e metodave gjeofizike*. Programi Kombëtar i Kërkim-Zhvillimit në fushën Gjeologji, Nxjerrje dhe Përpunim i Mineraleve , për vitet 1995-1998. Fakulteti i Gjeologjisë dhe i Minierave, Tiranë,1995, 1996, 1997, 1998.
- Frashëri A., Kapllani L., Nishani P., Çanga B., Xinxo E., 1996. *Relacion mbi gjëndjen e digës dhe të rrëshqitjes së Ragamit, në bregun e liqenit të Vaut të Dejës*. Fakulteti i Gjeologjisë dhe i Minierave, Tiranë.

- Frashëri A., Kapllani L., 1996. *Ground slip study and prognostics*. World Conference on Natural Disaster Mitigation . January 5-9, 1996, Cairo, Egypt.
- Frashëri A., Kapllani L., Dhima F. 1997. *Geophysical Landslide Investigation and Prediction in the Hydrotechnical Works*. International Geophysical Conference & Exposition Istanbul'97, July 7-10, 1997.
- Frashëri A., Kapllani L., Dhima F., Peçi S., 1997. *Outlook on geophysical evaluation of the ground conditions in the Kruja medieval castle, Albania*. 3<sup>rd</sup> Meeting Environmental & Engineering Geophysics, Aarhus-Denmark, September 8-11, 1997
- Frashëri A., Kapllani L., Nishani P., Çanga B., Xinxo E., 1997. *Relacion mbi gjendjen rrëshqitjes së Poravës, në bregun e liqenit të Fierzës*. Fakulteti i Gjeologjisë dhe i Minierave, Tiranë, 1997.
- Frashëri A., Nishani P., Dhima F., Peçi S., Çanga B., 1998. *Slope Stabilization Evaluation according to Geophysical Data*. 2nd National Conference of Bulgarian Geophysical Society, Sofia, October 21-23, 1998.
- Frashëri A., Kapllani L., Dhima F., 1998. *Geophysical landslide investigation and prediction in the hydrotechnical works*. Journal of the Balkan Geophysical Society, Vol.1, No. 3, August 1998, p. 38-43.
- Frashëri A., Nishani P., Kapllani L., Hoxha P., Çanga B., Xinxo E., Dhima F., Xhemalaj Xh., 1999. *Kontrolli i vetive fiziko mekanike të truallit dhe shkëmbinjve në kuadrin e vlerësimit të qëndrueshmërisë së shpateve*. Paraqitur: Workshop "Programi Kombëtar për Kërkim e Zhvillim, Gjeologjia", Dhjetor 1999, Ministria e Ekonomisë Publike dhe Privatizimit.
- Frashëri A., Nishani P., Kapllani L., Dhima F., Peçi S., Xinxo E., Çanga B. 1999. *Application of the Seismic and Geoelectric Tomography for in-situ raw material dams of irrigation system investigation*. Second Balkan Geophysical Congress and Exhibition, Istanbul July 5-9, 1999.
- Frashëri, A., 2005. *Gjeofizika inxhinierike dhe mjedisore*. Fakulteti i Gjeologjisë dhe i Minierave, Akademia e Shkencave e Shqipërisë, Tiranë. (ISBN 99943-763-5-7).
- Frashëri A. 2010. *Kontrolli dhe monitorimi i qëndrueshmërisë së shpateve dhe rrëshqitjeve: Rrëshqitje të mëdha në Shqipëri nën dritën e studimeve gjeofizike*. Leksion i hapur, Fakulteti i Gjeologjisë dhe Minierave, Fakulteti i Inxhinierisë së Ndërtimit, Universiteti Politeknik i Tiranës.
- Galgaro A., Genevois R., 2004: *'A new concept in debris flow monitoring-warning systems: the example of Rio Gere catchment (Eastern Alps, Italy)*, Proc. International Geological Congress, Florence, August 2004, Session Rapid moving landslide: monitoring, hazard and risk evaluations
- Geological Survey of Slovenia, 2009. PSInSAR™: Using Satellite Radar Data to Measure Surface Deformation Remotely. Bilateral project: Slovenia-Albania 2007-2009.
- Geological Survey of Slovenia, 2009. Analysis of the surface deformation based on PSInSAR method in the area of Ljubljana Marsh in the frame of the Terrafirma campaign. Bilateral project: Slovenia-Albania 2007-2009.
- Kin Wah Leung, 2003: *'Automatic real-time monitoring system (ARMS) – a robotic solution to slope monitoring*, Proc., 11th FIG Symposium on Deformation Measurements, Santorini, Greece, 2003.

- Konomi N., Lubonja A., Vranaj A., 1982 Gjeologjia inxhinierike. Botim i LOibrit Universitar, Tiranë.
- Konomi N. 1988. Gjeologjia inxhinierike. Shtëpia Botuese e librit Shkollor, Tiranë.
- Kurahashi, T., Watanabe, S., Ohtani, T., and Inazuki, T.:1998, 'Fracture imaging behind a rock surface for the slope stability assessment', 4<sup>th</sup> SEGJ International Symposium Fracture Imaging, Tokyo, Japan.
- Li, Y., and Oldenburg, D.W.:1992 'Approximate inverse mapping in DC resistivity problems', *Geophysical Journal International*, Vol. 109, pp. 342-362.
- Loke, M.H., and Barker, R.D.:1996, 'Practical techniques for 3D resistivity surveys and data inversion', *Geophysical prospecting*, Vol. 44, pp. 499-523.
- Luijk, E.J., 1998, 'Discontinuity stiffness determination for normal incidence in-situ seismic transmission measurements' CTG report/M.Sc. thesis. Centre for Technical geosciences, Delft, The Netherlands.
- Luli M. etj. 1989. *Relacion mbi rreshqitjen e Ragamit*. Arshiva e Drejtorisë së Hidrocentralit të Vaut të Dejës.
- Malkin Boris V., Zlatopolsky Alexander A., 2004. *Southern Angola Lineament Tectonics Features Analysis via Image Processing (LESSA) IGC - Florence, 2004, 199-42*
- Makridenko L.A., Boyarchuk K.A.; Webb G., Woodruff A.; Florensky P.V., Miloserdova L.V.; Maloushina N.I., 2007 . *Use of satellite data for oil&gas prospecting in central Africa* International Conference Remote Sensing - the Synergy of High Technologies, 18 – 20 Aipril. <sup>1</sup>NPP VNIEM, Russia, <sup>2</sup>Commercial Space Technologies Ltd., UK, <sup>3</sup>RS Oil and Gas University, <sup>4</sup>TerraMentor e.e.i.g., Greece.
- Prem V. Sharma. 1997. *Environmental and Engineering Geophysics*. Cambridge University Press.
- Pyrak-Nolte, L.J. and Shiau, J.=Y.:1998, 'Imaging seismic waves propagation in fractured media', 4<sup>th</sup> SEGJ International Symposium, Fracture Imaging, Tokyo, Japan.
- Radovicka P., Stratoberda P., 1976. *Njoftim mbi studimin e valëzimit në liqenin e H/C të Fierzës nga rrëshqitja e masivit të Poravës*. Arshiva e Ministrisë së Ndërtimit, Tiranë 29.10.1976.
- Rykounov L.N., Khavroshkin O.B., Tsyplakov V.V., 1983. *Phenomenon of modulation of the high-frequency seismic noises of the Earth*. The scientific discovery diploma No 282 of the State Committee for innovations of the USSR, 1983, C1.
- Telford, W.M., Geldart, L.P., Sheriff, R.E., and Keys, D.A.:1990, *Applied Geophysics*, Cambridge University Press, Cambridge, 770p.
- Urdoukhanov R.I., Khavroshkin O.B., Tsyplakov V.V. *The method of protection of geophysical devices against the environment* – RF patent No 2110816, priority 30 August 1995, application No 95115281 d/d 30 August 1995.
- Williams, R.A. and Pratt, T.L.: 1996, 'Detection of the base of Slumgullion landslide, Colorado, by seismic reflection and refraction methods' in D.J. Varnes and W.Z. Savage (eds), *The Slumgullion Earth flow: A large-Scale Natural Laboratory*, U.S. Geological Survey Bulletin 2130, United States Government Printing Office, Washington.



Alfred FRASHERI  
KONTROLLI DHE MONITORIMI I QENDRUESHMERISE SE SHPATEVE DHE RRESHQITJEVE  
Tirane, 2011

Zlatopolsky, A.A., 1997. *Texture orientation description of remote sensing data using LESSA (Lineament Extraction and Stripe Statistical Analysis)*, Computers & Geosciences, 1997, vol. 23, N 1, pp. 45-62.

Zlatopolsky A.A., 1992. *Program LESSA (Lineament Extraction and Stripe Statistical Analysis) automated linear image features analysis - experimental results*, Computers & Geoscience, 1992, vol. 18, N 9, pp. 1121-1126.

## **Addendum**

### **5. INTEGRATED ENGINEERING AND ENVIRONMENTAL GEOLOGICAL- GEOPHYSICAL STUDIES (In Albanian)**

#### **5.1. Në vend të hyrjes për gjeomjedisin**

Gjeologjia dhe gjeofizika inxhinjerieke dhe e mjedisit japin informacionin gjeologjik që na ndihmon të njohim gjeomjedisin, i cili përfaqëson mjedisin fizik të Tokës, të përcaktojmë dhe vlerësojmë dëmtimet e këtij mjedisi nga proceset natyrore dhe nga veprimtaria njerëzore, si edhe të monitorohen ndryshimet e tij. Kësisoj, gjeologjia dhe gjeofizika inxhinjerieke dhe e mjedisit është e lidhur ngushtë edhe me shkencën e ekologjisë, emërtimi i së cilës vjen nga greqishtra: oikos- shtëpi dhe logos- shkencë. Ekologjia, duke studiuar marrëdhëniet reciproke midis gjallesave dhe mjedisit rrethues, me të cilët ato janë të lidhura jetësisht, krijon bazën e të dhënave për të programuar dhe projektuar masat për mbrojtjen dhe ruajtjen e gjeomjedisit, si edhe për rekuperimin e tij. Sistemet natyrore bashkëveprojnë me një ekuilibër delikat për periudha kohe të gjata. Dhe është e natyrshme që shkëmbinjtë dhe depozitimet që zhvishen në sipërfaqen e tokës dhe ndodhen në thellësi luajnë rol thelbësor në këto sisteme. Në sipërfaqen e kontinenteve shtrihet rrjeti lumor dhe liqenet, rritet bimesia dhe njerëzit ndërtojnë godina dhe shumë vepra të tjera. Në nëntokë ndodhen rezervuarë të ujërave. Në gjeomjedis zhvillohen dukuri fizike e kimike, që tjetërsojnë gjeomjedisin, por ndikojnë edhe në jetën e gjallesave. Prandaj është jetësore njohja dhe monitorimi i gjeomjedisit, për të cilën gjeofizika luan një rol parësor.

Me metodat komplekse gjeologjike-gjeofizike-gjeokimike studiohen:

- Sistemet lumore, bregdeti, liqenet dhe mbushja e tyre me sedimente, të cilat janë në ndryshim të vazhdueshëm. Ky informacion lejon të projektohen dhe ndërtohen sisteme kanalesh dhe porte detare, të thahen kënetat, të shfrytëzohen shtratet e lumenjve për të nxjerrë material inert, të ndërtohen diga dhe sisteme të komplikuar hidroteknike.
- Impaktet nga hapja e tokave të reja dhe shpyllëzimi apo pyllëzimi, tharja e kënetave, grumbullimi i mbeturinave urbane në zona të ndryshme. Shumë nga ndërhyrjet njerëzore në gjeomjedis janë në pajtim me sistemet natyrore. Të tjera, janë të
- 
- papranueshme për sistemet dhe kanë impakt negativ, duke qenë në konflikt me evolucionin e mjedisit Tokësor dhe me botën bimore dhe shtazore. Dhe pikërisht për ti parashikuar këto impakte, për të gjykuar si do ti pranojë

gjeomjedisi dhe ekosistemi këto ndërhyrje, për ti njohur ato, për të përcaktuar masat që duhen marrë për të rekuperuar dëmtimet, duhet të studiohet gjeomjedisi dhe të monitorohen ndryshimet e tij. Mjedisi ku rojmë ngrihet mbi gjeomjedisin. Për të jetuar dhe për të qenë në pajtim me këtë mjedis, ai duhet njohur. Në këtë njohje qëndron edhe roli i gjeofizikës në studimet komplekse të gjeomjedisit dhe për monitorimin e tij.

## 5.2. Rreziqet gjeologjike

**Rreziqet gjeologjike janë dukuri natyrore të gjeomjedisit dhe strukturave gjeologjike në thellësi. Ato shkaktojnë dëmtime me intensitete të ndryshme të gjeomjedisit, duke ndryshuar edhe konfiguracionin e relievit, dëmtime të mjedisit dhe të ekosistemeve, duke sjellë fatkeqësi për njerëzit dhe qëniet e tjera të gjalla.**

Rreziqet gjeologjike kryesore janë:

1. Tërmetet dhe lëngëzimi i trojeve.
2. Rrëshqitjet dhe shëmbjet e masave shkëmbore dhe e depozitimeve të shkriфта, vidhisjet, si edhe rrjedhja e llumrave.
3. Veprimtaria karstike me dukurinë e filtrimeve, të procesit të sufozionit që shkatërron shtresat e tokës dhe ndërtimet.
1. Vullkanet, të cilat nuk përbëjnë rrezik për Shqipërinë.
2. Përmbytjet
3. Ndotjet e mjedisit dhe e rezervuarëve të ujërave nëntokësore dhe ujërave sipërfaqësore.
7. Çedimi i truallit të godinave industriale dhe publike.
8. Vibrimet e godinave, të urave, të digave etj.
9. Presionet minerare në miniera dhe në tunele.
10. Shëmbjet e tavanit dhe flakja e qymyreve në llavat e shfrytëzimit në miniera.
11. Zjarret nëntokësore.

Dëmtimet nga këto procese natyrore dhe veprimtaritë njerëzore të kontrolluara ose jo, të sistemeve gjeologjike natyrore janë në disa drejtime:

a) Ndryshimet e regjimit të sistemeve lumore dhe bregdetare nga ndërtimi i digave dhe i liqeneve artificialë. Prandaj, për ndërtimin e një dige në lumë,

është e domosdoshme që të njihen efektet anësore dhe dytësore që do të shkaktohen nga ndryshimi i sistemit ujqor lumor:

- Ndikimi i ndërprerjes së rrjedhës së lumit nga diga mbi procesin e erozionit në brigjet e liqenit, mbi sedimentimin e llumrave në liqen dhe bjefin e poshtëm të digës, çka sjellin ndryshimin e konfiguracionit të liqenit dhe të kapacitetit ujëmbajtës të rezervuarit ujëmbajtës.
- Ndikimi i liqenit të krijuar në regjimin e ujërave nëntokësore.
- Ndryshimet e përvijëzimit të bregdetit si pasojë e regjimit të ri hidrologjik të lumit pas ndërtimit të digës.

b) Ndryshimet në ligjësitë e sedimentimit të materialit të ngurtë që sjellin lumenjtë ose që zhvendosin rrjedhjet e ujërave të detit gjatë ndërtimeve në cektinën bregdetare. Për ndërtimet në bregdet në stere, duhet të njihet dinamika e lëvizjes së bregdetit nga proceset e zhytjes ose të ngritjeve neotektonike, ose nga procesi i erozionit.

c) Tërmetet e induktuar dhe mikrolekundjet sizmike, që lidhen me liqenet artificialë, shfrytëzimin e shtresave të ujërave nëntokësore dhe të naftës, shëmbjen e hapësirave të shfrytëzuara në miniera, rrëshqitjet dhe vidhisjet, etj.

d) Shfrytëzimi pa kritere tekniko-shkencore i lëndëve të para, si ato të inerteve në shtratet e lumenjve, të ndërtimit, si edhe të tokës bujqësore, etj.

e) Ndotja e gjeomjedisit: shtresat ujëmbajtëse, trojet dhe tokat bujqësore. Mbetjet e industrisë minerare dhe metalurgjike.

i) Krijimi ose ndryshimi i sistemeve të drenazhimit dhe alternimi i sasisë dhe rrjedhjes së ujërave sipërfaqësore dhe nëntokësore. Këto ndryshime bëhen që të sjellin dobi për shoqërinë. Por në disa raste janë përfutur rezultatet të kundërta, shpesh herë katastrofikisht të pa kthyeshme për periudha të gjata kohe. Tipike janë kthimi i tokave të përtuara nga tharja e kënetave në toka të kripëzuara në shumë vende, si rrjedhojë e ndryshimit të nivelit të ujërave të truallit, shkatërrimi i liqenit të Prespës së Vogël nga depozitimi i aluvioneve të lumit Devoll gjatë dimrit, kur uji i lumit derdhej në liqen, që të përdorej gjatë verës për ujitjen e fushës, etj. Këto ndryshime në liqen sollën impaktin e vet edhe në faunën ujore dhe në zoqtë, duke rrezikuar për zhdukjen specieve të rralla.

Prandaj është e domosdoshme që vendimi për të ndryshuar mjedisin duhet marrë mbi bazën e njohurive dhe të dhënave gjeologjike dhe biologjike



se si vepron sistemi mjedisor i dhënë dhe se si do ti pranoje ai modifikimet që do ti bëhen. Me këto ndryshime nuk duhet të priset ekuilibri i natyrës. Tipike është hapja e tokave bujqësore të reja, duke shpyllëzuar zonat me shkurre e bimësi të ulët, si edhe kullotat. Kjo ka sjellë rritjen e veprimtarisë erozionale të tokave, që shoqërohet edhe me ndryshime në shtratet e lumenjve dhe në bregdet. Krahas këtyre ndryshimeve, vërehen edhe impakte në botën e gjallë; shumë popullimeve kafshore u hiqet mundësia e ushqimit, të cilët para këtyre ndryshimeve kishin vendosur një ekuilibër me natyrën.

Nivelet e dëmtimeve nga rreziqet gjeologjike kushtëzohen edhe nga zona dhe natyra e tyre. Kështu, është e natyrshme që tërmetet, lëngëzimi i trojeve, cedimi i tyre nën godinat industriale dhe civile, vibrimet e godinave, etj. përbëjnë rrezikun më të madh për zonat urbane dhe industriale, pa përjashtuar edhe zonat rurale. Por në këto të fundit rreziqet më të shpeshta, janë rrëshqitjet dhe rrjedhjet e llumrave në shpatet, ku zakonisht ndërtohen fshatrat. Në minierat, rreziqet kryesore lidhen me presionet minerare, shëmbjet e tavanit, flakjen e qymyreve në llavat e shfrytëzimit, dhe zjarret nentokesore.

Shkallën e dëmtimit nga rreziqet gjeologjike e kushtëzon edhe mosveprimi ligjor e institucional, si edhe vakumi ligjor për njohjen, për ruajtjen dhe mbrojtjen e gjeomjedisit. Ligji, morali i shoqërisë dhe veprimtaria shkencore duhet të mundësojnë mbrojtjen nga rreziqet gjeologjike, si edhe në mënyrë të veçantë të ndalohet dëmtimi i gjeomjedisit nga veprimi i pakontrolluar i njerëzve, ose nga zgjidhje e veprime teknike të gabuara.

### **5.3. Metodatat komplekse gjeologo-gjeofizike inxhinjerie dhe të mjedisit**

Gjeomjedisi, ku njerëzimi jeton dhe zhvillon veprimtaritë ekonomike e sociale, studiohet si një sistem dinamik, si objekt që ndryshon me kohën, si fizikisht ashtu edhe biologjikisht. Njeriu me veprimtarinë e vet ndikon shumë në këto ndryshime.

Studimi i gjeomjedisit dhe i gjendjes së ndërtimeve në të realizohet me kompleks metodash gjeologjike-gjeofizike, hidrogjeologjike, gjeokimike, gjeologo-inxhinjerie, si edhe me përcaktime laboratorike të vetive fiziko-mekanike të dherave, shkëmbinjve dhe materialeve të ndërtimit, me përcaktime mineralogjike, petrografike dhe kimike (Camberfort 1972, Claudio 1993, Dziewansky etj. 1981, Frashëri etj. 1971, 1989, 1995, 1996, 1997, Konomi etj. 1985, Miroshnikova 1987, Savic 1987, Val d-Or SaGAX 1980, Xinxo 1995, etj).

Studimet gjeologjike dhe gjeomorfologjike realizohen me anën e disa lloje rievimesh:

**5.3.1. Rilevimi gjeologjik** për të hartografuar llojet e shkëmbinjve dhe strukturën e tyre. Ai kryhet me anën e vrojtimit në teren, të kombinuara me

shpime, analizë të aerofotografive, si edhe me kryerjen e analizave laboratorike. Rilevimi kryhet sipas shkallëve të ndryshme 1: 200 000 deri 1: 2 000, në varësi të detyrës. Rrjeti i vrojtimit përcaktohet nga shkalla e hartografimit. P.sh. për shkallën 1: 10 000 rrjeti i vrojtimit është 20 x 100 m., për shkallën 1 : 5 000 rrjeti merret 10 x 50 m etj. Për rilevimet në shkallë 1: 10 000 dhe më të mëdha, pikat e vrojtimit caktohen në profile që trasohen në terren nga topografët. Për shkallë më të vogëla, rilevimi bëhet me hartë, duke përdorur GPS për caktimin e vendndodhjes së pikës së vrojtimit. Kur shkëmbinjte janë të mbuluar nga depozitimet aluviale, deluviale, proluviale etj. hapen kanale, puseza ose kryhen shpimet e nevojshme për të bërë zhveshjen e territorit dhe të krijohet mundësia për vrojtimin e shkëmbinjve rrënjësore. I kushtohet vëmendje e veçante vrojtimit të tektonikës shkëputëse, dukurisë karstike, si edhe tjetërsimit kimiko-fizik të shkëmbinjve. Si rezultat, ndërtohen hartat gjeologjike dhe ajo lithologjike, të shoqëruara edhe me profilet gjeologjike të nevojshem.

### **5.3.2. Vrojtimet, kontrollet dhe monitorimi gjeofizik**

Një bashkësi e madhe metodash gjeofizike përdoren sot, në kompleks me studimet e tjera, për njohjen e gjeomjedisit, për vlerësimin e impaktit human mbi ekosistemet, si edhe për monitorimin e gjendjes së mjedisit dhe të veprave që ndodhen në të.

Gjeofizika e zbatuar, në kompleks me metodat gjeologjike e gjeokimike, kontribuon për zgjidhjen e një spektri shumë të gjerë detyrash: Studime për zgjidhjen e detyrave të gjeologjisë krahinore dhe të rilevimeve gjeologjike të kërkimit-zbulimit, për kërkimin e rezervuarëve të naftës dhe të gazit, të vendburimeve të mineraleve të ngurtë metalorë dhe jometalorë, dhe të ujrave.

Studimet gjeofizike inxhinjerie kanë karakter të trefishtë:

- Studimin e truallit të sheshit të ndërtimit,
- Vlerësimin in-situ i vetive fiziko-mekanike të truallit, të shkëmbinjve dhe të materialeve të ndërtimit, në veçanti të betoneve, si edhe
- Monitorizimi i ndërtimeve ekzistuese me rëndësi kombëtare siç janë digat në hidrocentralet dhe në ujëmbledhësit, urave të mëdha, godinave të rëndësishme dhe të mëdha, tuneleve, qëndrueshmeria e shpateve dhe rreshqitjet etj.

Ky kontroll shtrihet në të gjitha fazat e punimeve të ndërtimit: Gjatë projektimit të veprave dhe zgjedhjes së materialeve të ndërtimit për to, gjatë ndërtimit, si edhe për monitorizimin e gjendjes teknike të veprave në shfrytëzim dhe rrëshqitjeve.

Gjeofizika mjedisore studion mjedisin, rrisqet dhe rreziqet gjeologjike, si edhe vlerëson impaktet e natyrave të ndryshme, ndotjet etj.

Gjeofizika është shkenca që studion dukuritë fizike të Tokës, për të njohur ndërtimin e nëntokës, të hidrosferës e të atmosferës, si edhe historinë e prejardhjes së tyre. Ajo ndahet në Fizikën e Tokës, Hidrofizikën, Fizikën e Atmosferës dhe Gjeofizikën e Zbatuar. Këto degë të gjeofizikës shërbejnë për të studiuar, përkatësisht, gjeosferën e ngurtë (litosferën) të Tokës, gjeosferën e lëngët (hidrosferën), atë të gaztë (atmosferën) dhe për kërkimin e mineraleve. Gjeofizika e zbatuar ndahet në **gjeofizikën e kërkimit**, **gjeofizikën inxhinjerike** e të **mjedisit** dhe **gjeofizikën e puseve** (karotazhet). Në varësi të thellësisë së studimit ndahet në **gjeofizikësn e thellësive të mëdha** dhe të kërkimit të naftës e gazit dhe në **gjeofizikën e thellësive të vogla**. Në këtë të fundit përfshihet gjeofizika inxhinjerike dhe e mjedisit.

Gjeofizika zbatohet duke studiuar përhapjen në hapësirë dhe ndryshimet në kohë të fushave fizike të Tokës si fushën e forcave të rëndësës (gravitacionit), magnetike, të lëkundjeve elastike (valët sizmike), elektrike dhe elektromagnetike, fushën gjeotermale, të rrezatimeve radioaktive si edhe proceset që zhvillohen në shkëmbinj gjatë kalimi nëpër ato të rrezeve gama dhe të neutroneve. Disa nga këto fusha nxiten edhe artificialisht në tokë, si ajo elektrike dhe elektromagnetike, sizmike, termike dhe proceseve bërthamore.

Intensiteti i fushave fizike të Tokës dhe shpërndarja e tyre në nëntokë përcaktohen nga vetitë fizike të shkëmbinjve, nga masa dhe nga vendosja e masave shkëmbore në brendësi të Tokës. Duke e supozuar Tokën me formë të rregulltë gjeometrike, dhe me veti fizike të shkëmbinjve të shpërndarë në mënyrë të një trajtëshme e bashkëqendrore, atëhere përhapja e fushës fizike quhet *normale*. Por shkëmbinjte që ndërtojnë Tokën kanë veti fizike të ndryshme dhe shpërndarje jo të njëtrajtëshme, prandaj vlera e matur e intensitetit të fushës fizike ndryshon nga vlera normale. Ky ndryshim quhet *anomali gjeofizike*. Anomalia gjeofizike pasqyron ndërtimin e brendëshëm të Tokës dhe në rradhë të parë ndërtimin gjeologjik të shtresave të sipërme të saj. Prandaj dhe studimi i interpretimi i anomalive gjeofizike jep mundësi të njihet ndërtimi gjeologjik dhe të kërkohen vendburimet e mineraleve të dobishme

Fusha fizike e studiuar përcakton edhe emërtimin e metodës gjeofizike. Metodatat kryesore që zbaton **gjeofizika inxhinjerike** dhe

**mjedisore**, sipas aftësive zgjidhese dhe gjerësisë së problematikës që studiojnë renditen:

- Sizmika,
- Sizmologjia inxhinjerike,
- Elektrometria,
- Gravimetria,
- Magnetometria,
- Radiometria,
- Gjeotermia dhe
- Gjeofizika bërthamore.

Këto metoda përdopen edhe për studimin e trungut të shpimeve, sipas teknologjive përkatëse.

Ndër metodat e Fizikës së Tokës përfshihet edhe sizmologjia, që studion tërmetet.

**a) Sizmika e cekët, e frekuencës së lartë** me metoden e valëve të reflektuara dhe të valëve të thyera, si edhe **dhe tomografia sizmike** janë metodat kryesore të gjeofizikës inxhinjerike dhe të mjedisit.

Sizmika studion përhapjen në nëntokë të valëve elastike-*sizmike*, të cilat krijohen duke shpërthyer lëndë plasëse, me anën e vibratorëve ose me mjete të tjera. Përcaktohen kohët e ardhjes së valëve gjatësore dhe tërthore të reflektuara nga shtresa gjeologjike, që kanë shpejtësi të ndryshme të përhapjes së valëve sizmike, ose edhe të valëve të thyera nga shtresa me shpejtësi të lartë të këtyre valëve, si edhe studiohet tabloja valore dhe parametrat të saj. Energjia e valëve sizmike të reflektuara ose të thyera detektohet nga një paisje që quhet *gjeofon* ose *hidrofon*, ku kjo energji shndërrohet në rrymë elektrike, që regjistrohet në një aparaturë të posaçme, e cila quhet *stacion sizmik*. Vrojtimi sizmik inxhinjerik kryhet duke vendosur gjeofonet në largësi nga 0.5 deri dhjetra metra, në varësi të përmasave të objektit dhe të thellësisë së kërkuar të kontrollit. Largësia midis gjeofoneve merret nga 0.5 deri në 2 e më rrallë 5 metra në rastet e vrojtimit për të vlerësuar cilësinë e betoneve. Nxitja e valëve sizmike bëhet me goditje mekanike me varrë, me vibratorë etj., nga njëra anë e hapjes së gjeofoneve, nga të dy anët ose edhe në mesin e saj. Në digat e hidrocentraleve, regjistrimet kryhen në sipërfaqe të digës dhe në galeritë brenda saj në nivele të ndryshme. Duke shfrytëzuar nivelet e ndryshme të galerive, mund të kryhet vrojtimi i tablosë së vales direkte, duke i vendosur gjeofonet në një nivel kurse burimin e ngacimit të valëve në një nivel tjetër. Regjistrohet midis galerive, midis galerive dhe kurorës së digës dhe midis kurorës së digës dhe faqes së saj në nivelin e ujit të liqenit. Hapi i vendosjes së gjeofoneve dhe i pikave të ngacimit të valëve sizmike në këtë mënyrë vrojtimi përcaktohet nga gjatësia e galerive. Informacioni (*sinjali*) i regjistruar përpunohet për të nxjerrë të



dhënat që ai mban. Përcaktohet pozicioni hapësinor strukturor i shtresave gjeologjike ku janë reflektuar ose thyer valët. Karakteristikat e tjera të valëve si forma e tyre, amplituda, frekuenca, shpejtësia etj. attribute të *sinjalit sizmik* japin të dhëna mbi përbërjen litologjike të shtresave dhe veti të tjera të shkëmbinjve nëpër të cilët përhapen valët sizmike. Studiohen kushtet e sedimentimit të depozitimeve, si edhe mund të bëhet vlerësim i fluidit që ngop poret e shkëmbinjve me nje propabilitet dhe në kushte të caktuara. Në varësi të llojit të valëve sizmike që studiohen dhe te frekuencës së tyre janë përpunuar dhe zbatuar disa metoda sizmike: metoda e valëve të reflektuara, metoda e valëve të thyera, sizmika e puseve, si edhe sizmika e frekuencës së lartë. Sizmika stratigrafike, si edhe tomografia sizmike përfaqësojnë teknologji moderne të saj. Studimi realizohet me sisteme vrojtimi dy dhe tripërmasore (2D dhe 3D).

Regjistrohen edhe mikrolëkundjet sizmike natyrore të zonave që rrëshqasin. Këto mikrolëkundje regjistrohen edhe në rrugë dhe autostrada, si në periudha të qetësisë ashtu edhe gjatë trafikut, për një kohë regjistrimi të ndryshme të pandërprerë, p.sh. gjatë 5 sekondave ose më gjatë, sipas intervaleve të përcaktuara.

Monitorohen vibrimet e digave, të godinave të mëdha dhe të rëndësishme, tunelet, urat e mëdha dhe objektë të rëndësishë së veçantë, me anën e akselerografëve dhe sizmomarrësve.

Nga vlerat e përlogaritura të shpejtësive të valëve sizmike gjatësore  $V_p$  dhe atyre tërthore  $V_s$ , përcaktohen parametrat e vetive fiziko - mekanike të dherave, shkëmbinjve dhe të materialeve të ndërtimit:

### ***Koeficienti i Puasonit,***

$$\nu = \frac{V_p^2 - 2V_s^2}{2(V_p^2 - V_s^2)}$$

### ***Moduli dinamik i elasticitetit,***

$$E_1 = \rho \cdot V_p^2 \frac{(1+\nu) \cdot (1-2\nu)}{1-\nu} \cdot \frac{1}{10} \quad \text{në} \left( \frac{N}{cm^2} \right)$$

$$E_2 = \frac{1}{9.81} \cdot E_1 \quad \text{në} \left( \frac{KG}{cm^2} \right)$$

$$E_3 = 10^4 \cdot E_1 \quad \text{në} \left( \frac{N}{m^2} \rightarrow Paskal \right)$$

$$E_4 = 2 \cdot \rho \cdot V_s^2 \cdot \left( \frac{10^{-1}}{9.81} \right) \quad \text{në} \left( \frac{KG}{cm^2} \right)$$

ku:  $\rho$  - Dendësia, në (g/cm<sup>3</sup>)

$V_p, V_s$  – shpejtësia e valëve gjatësore dhe tërthore, përkatësisht, në (m/sek)

**Moduli statik i elasticitetit**, në rastet kur  $E \geq 2.5 \cdot 10^5 \frac{KG}{cm^2}$ :

$$E_s = \frac{E_2 - 0.97 \cdot 10^5}{0.83}$$

**Moduli i Bulkut**,

$$K = \frac{E_2}{3(1-2\nu)} \cdot 10^5 \quad \text{në} \left( \frac{KG}{cm^2} \right)$$

**Moduli i rigjidityetit**.

$$G = \frac{E_2}{2(1+\nu)} \cdot 10^5 \quad \text{në} \left( \frac{KG}{cm^2} \right)$$

**Shtypja vëllimore:**

$$SH = \rho \cdot \left( V_p^2 - \frac{4}{3} V_s^2 \right) \cdot \frac{10^{-6}}{9.81} \cdot 10^5 \quad \text{në} \left( \frac{KG}{cm^2} \right)$$

**Qëndrueshmëria:**

$$\sigma_{sh} = 123 \cdot V_p \cdot 10^{-3} - 109 \cdot V_p \cdot \alpha \cdot 10^{-3} - 148\alpha - 52.8$$

ku:  $\alpha$  - koeficienti i përthithjes së valës, në cm<sup>-1</sup>

Për valët sismike me frekuencë  $f=100-500$  Hz, ky koeficient përcaktohet nga ekuacioni:

$$\alpha = \frac{1}{\ell_2 - \ell_1} \cdot \ln \frac{A_1}{A_2}$$

ku:  $A_1, A_2$  – amplitudat e valëve sizmike, në cm

$\ell_1, \ell_2$  - gjatësitë e bazave të vrojtimit, në cm

**b) Elektrometria** (Gjeoelektrika). Është bashkësi metodash që studiojnë përhapjen e fushave elektrike ose elektromagnetike natyrore ose të rrymave të vazhduara ose alternative që dërgohen në Tokë nga burime të ndryshme të energjisë elektrike. Fushat e rrymave elektrike natyrore studiohen nga metoda e emërtuar “*metoda e fushës elektrike natyrore*”, ndersa metoda *magnetotelurike* (nga fjala greke “Telur”-“Tokë”, rryma Telurike- rryma të Tokës) studion përhapjen e fushës elektromagnetike të rrymave alternative. Teknologjitë që bazohen në dërgimin e rrymave elektrike në tokë kanë lejuar të zbatohen metoda të frekuencave të uta, të mesme, të larta dhe shumë të larta, deri të niveleve të frekuencave që përdoren në gjeoradarët. Studiohen proceset kalimtare dhe ato të polarizimit të provokuar. Studimi i përhapjes së fushave elektrike dhe elektromagnetike lejon të njihen vetitë elektrike të mineraleve dhe shkëmbinjve, vendosja e masave shkëmbore, si edhe proceset elektrokimike që zhvillohen gjatë

rrjedhjes së rrymës elektrike nëpër to. Me anën e këtij informacioni zgjidhen detyra gjeologjike për kërkimin e mineraleve të dobishme dhe të hartografimit gjeologjik.

- **Sondimet dhe profilimet elektrike, tomografia gjeoelektrike**, janë metodat bazë të elektrometrisë inxhinjerike. Tomografia gjeoelektrike e kryer me anën e sondimeve elektrike vertikale, me prerje reale të profilimeve të shumfishta gradienti (Alikaj 1978, 1989) ose me skema të tjera. Sondimet dhe profilimet elektrike shoqërojnë zakonisht vrojtimit sizmike, kur e lejon konstruksioni i objektit. Gjatësia e skemës së sondimeve zakonisht merret deri  $AB/2 = 500$  m , për të siguruar një thellësi studimi deri 120- 150 m. Prerjet reale dhe profilimet, zakonisht kryhen me skema Schlumberger të shumfishta, si edhe me skemen e gradientit, me disa thellësi studimi, në pajtim me thellësinë e kërkuar të studimit për çdo objekt, që të realizohet kryerja e tomografisë.

Sipas varësive statistikore vlerësohen edhe vetitë fiziko-mekanike sipas madhësive të rezistencës elektrike specifike të shkëmbinjve. Për shembull për diabazët, kjo varësi ka pamje:

$$E = (38,6 \cdot \rho + 4,7 \cdot 10^4) \cdot 10^5 \quad \frac{N}{m^2}$$

Vlerësohet edhe diametri i kokrrizave të ranorëve:

$$d_k = a \cdot \log P$$

ku: P- Parametri i porozitetit  
koeficient (zakonisht a=0,4-0,6)

**-Vrojtimi i fushës elektrike natyrore** lejon të zgjidhen disa detyra:

- a) Vrojtimi me metodën e potencialit zakonisht bëhet në bjefin e poshtëm të digës për të studiuar procesin e filtrimit të ujrave nëpër trupin e saj.
- b) Kërkimi i zgavrave karstike nëpër të cilat filtrojnë ujëra nëntokësore.
- c) Kërkimi rrugëve të rrjedhjes së ujërave të truallit nën depozitimet e shkriфта kuaternare.

d) Studimi i traseve të tubosjellsave para projektimit të tyre, për të caktuar zonat ku rrjedhin rryma elektrike intensive natyrore, në të cilat tubacionet metalike oksidohen intensivisht. Pas ndërtimit të tubosjellsave metalikë monitorohet trasea për të përcaktuar sektorët e tubacionit që kanë filluar të oksidohen.

**-Metoda e trupit të ngarkuar**, përdoret për të përcaktuar drejtimin dhe shpejtësinë e rrjedhjes së ujërave nëntokësore, duke patur vetëm një pus të shpuar.

**- Radari gjeoelektromagnetik** penetruet i truallit, punon me frekuanca të larta dhe shumë të larta, nga 25 MHz deri në 1.6 GHz. Thellësia e studimit fillon më disa centimetra e deri në disa metra. Ajo përcaktohet nga madhësia e frekuencës së përdorur dhe e rezistencës elektrike specifike të shkëmbinjve rrënjësore dhe depozitimeve të shkriфта. Përdorimi i frekuencave më të vogla në kushtet e gjeomjediseve me rezistencë elektrike specifike të lartë lejon të studiohet deri në 10-15 m thellësi. Fusha e përdorimit të radarit penetruet të truallit është mjaft e gjerë:

- a) Kontrolli i betoneve në godina, diga, tunele, etj.
- b) Kontrolli i traseve të rrugëve, autostradave dhe pistave të aeroporteve.
- c) Profilime të mbulesës kuaternare dhe të shkëmbinjve rrënjësore nën ta.
- d) Kërkimi i zgavrave.

e) Kërkimi i kablove, tubacioneve, kanaleve të nëndheshme të armuar (betonuar ose me tullë e gurë) dhe objekteve të varrosura.

i) Kërkimet arkeologjike.



j) Kërkimi dhe trasimi i kufirit ujë i kripur-ujë i ëmbël në bregdet.

**c) Gravimetria** studion fushën e rëndesës së Tokës. Me anën e aparateve të posaçëm , që quhen *gravimetra* dhe *variometra* ose *gradientometra*, matet forca e rëndesës dhe gradientet e saj ne drejtim horizontal dhe vertikal. Vlerave të vrojtuarra të forcës së rëndesës u bëhen korigjime dhe llogariten anomalitë e forcës së rëndesës. Në rilevimet gravimetrike llogaritet anomalia e forcës së rëndesës në *korrigjimin Buge*. Vlera normale e forcës së rëndesës në Tiranë është 980.2836 gal (cm/sek<sup>2</sup>). Mikrorilevimet gravimetrike, gjejnë përdorim për kërkimin e zgavrave karstike të zbrazura, për hartografimin e zonave me çarshmëri intensive, etj.

**d) Magnetometria** studion përhapjen në hapësirë dhe në kohë të fushës magnetike të Tokës, duke përcaktuar madhësinë e vektorit të plotë (T) të intensitetit të kësaj fushe dhe të përbërësve horizontalë (H) dhe vertikalë (Z) të këtij vektori. Maten edhe këndi që formon vektori i plotë me rrafshin horizontal ose *inklinacioni magnetik (I)*, si dhe këndi që formon përbërësi horizontal me veriun gjeografik ose *deklinationi magnetik (D)*. Në Tiranë vektori i plotë i intensitetit të fushës magnetike më 1984 ishte  $T = 0.45766$  Ersted dhe deklinationi magnetik  $D = 0^{\circ}47'$ . Disa minerale, si magnetiti e pirrotina dhe shkëmbinj, si disa lloje serpentinas, janë magnetike dhe shkaktajnë turbullime të fushës magnetike të Tokës, të cilat quhen *anomali magnetike*. Mikrorilevimet magnetometrike, përdoren për të studiuar shpatet e paqëndrueshme duke parashikuar rrëshqitjet e mundëshme, pa filluar të vrojtohen vizualisht. Shërbejnë edhe për dallimin e zgavrave karstike të mbushura me argjila.

**e) Rilevimet dhe përcaktimet e rrezatimeve radioaktive** (*gama rrezatimi dhe emanacioni i radonit dhe toronit*), **Radiometria** studion rrezatimet radioaktive natyrore të mineraleve dhe të shkëmbinjve të ndryshëm. Me anën e këtyre përcaktimeve kërkohen mineralet radioaktive dhe ndihmohet rilevimi gjeologjik. Ndërsa **gjeofizika bërthamore** studion proceset e kalimit të rrezeve gama dhe të neutroneve nëpër shkëmbinj. Sipas këtyre të dhënave

vlerësohen veti të ndryshme të shkëmbinjve si dendësia, koeficienti i porozitetit etj., si edhe bëhet analizë e përbërjes së tyre kimike.

**g).Metal kërkuesit**, përdoren për të kërkuar tubacione dhe objekte metalike të varrosur.

**h) Studimi gjeofizik i shpimeve (karotazhet)**. Shimet e kryera për studime gjeologo-inxhinjrike duhen studiuar me anën e karotazheve:

- Elektrik: metoda e rezistencës së dukshme (RD) dhe e polarizimit spontan (PS),
- Zanor: Metoda e shpejtësive dhe ajo e amplitudave,
- Radioaktiv: Metodat gama, gama-gama, neutrono-gama, neutrono-neutrono, gjurmuesit radioaktivë,
- Termometria,
- Inklinometria.

Metodat e ndryshme të karrotazheve japin informacion shumë të saktë për studimin e lithologjisë së shkëmbinjve të shpuar, trashësinë e shtresave dhe vetitë fizike të shkëmbinjve.

Sipas të dhënave të kartotazhit elektrik vlerësohet poroziteti i shkëmbinjve, duke përdorur varësi statistikore. Përshembull për ranorët:

$$P = 0.85 \cdot K_p^{-1.7}$$

Ku: P është parametri i porozitetit:

$$P = \frac{\rho_{shu}}{\rho_u}$$

$\rho_{shu}$ ,  $\rho_u$  - rezistenca elektrike specifike e shkëmbit të ngopur

100% me ujë dhe rezistenca elektrike specifike e ujit që ngop poret.

Mbi këtë bazë përcaktohet edhe përshkrueshmëria e shkëmbit:

$$K_{pr} = \frac{1}{P} \cdot \frac{K_p^2}{(1 - K_p)^2} \cdot \frac{10^3}{K_{uo}^2}$$

ku: P- parametri i porozitetit,

$K_{uo}$ - koeficienti i ujëngopjes mbetëse.

Poroziteti përcaktohet edhe nga të dhënat e karotazhit zanor, sipas funksioneve statistikore, që përshembull për ranorët ka pamjen:

$$K_p = 0.175 \cdot \Delta t - 31.6$$

Ku:  $\Delta t$ - diferenca e kohëve të ardhjes së valëve zanore nga burimi në dy marrësit në sondën e futur në pus.

Ky parametër përcaktohet edhe me anën e të dhënave të karotazhit neutrono-gama:

$$\log K_p = \log K_{p1} - \frac{I_{n\gamma}^1 - I_{n\gamma}}{I_{n\lambda}^2 - I_{n\gamma}} \cdot (\log K_{p1} - \log K_{p2})$$

ku:  $K_{p1}$ ,  $K_{p2}$  - koeficienti i dy shtresave repere

$I_{ny}^1, I_{ny}^2$  - Intensiteti neutrono-gama në dy shtresat repere.

Sipas këtyre të dhënave kryhet edhe monitorimi i vetive fizike dhe i ndryshimit të tyre në kohë në zonat e rrëshqitjeve, vlerësohet clësia e betoneve të digave dhe ndryshimet e tyre sipas matjeve në pusët ekzistues të vrojtimit, dinamika e lëvizjes së ujërave nëntokësore, monitorohet shtrëmbërimi i puseve me kohën në zonat e rrëshqitjeve etj.

**i) Gjeotermia** studion temperaturën e Tokës dhe dendësinë e fluksit gjeotermik. Në objektet e kësaj metode është edhe studimi i burimeve të ujërave termale dhe vlerësimi i resurseve të energjisë gjeotermale. Vrojtimet e ndryshimit të temperaturës në pusët e kontrollit në diga lejon të nxirret informacion me vlerë për fitrimet e ujërave nëpër trupin e saj. Ato shërbejnë gjithashtu për monitorimet e zjarreve nëntokësore.

Vrojtimet gjeofizike zbatohen me anën e teknologjive që lejojnë matje në sipërfaqen e tokës, në nëntokë në puse e galeri, nga ajri me avionë e helikopterë, në dete dhe liqene e lumenj.

**5.3.3. Rilevimi gjeomorfologjik** për të veçuar tipet e relievit dhe zhvillimin e neotektonikës. Në hartat gjeomorfologjike klasifikohen sheshet sipas përshtatshmërisë së tyre për ndërtim dhe grumbullimin e mbetjeve urbane. Përdoret klasifikimi në disa klasa sipas pjerrësisë së sipërfaqes së tokës:

- $<3^\circ$
- $3^\circ-4^\circ$
- $4^\circ-5^\circ$
- $8^\circ-12^\circ$
- $>12^\circ$

**5.3.4. Rilevimi hidrogeologjik**, me anën e të cilit jepen të dhëna mbi pellgjet ujëmbajtës të tipeve të ndryshme, për shtresat ujëmbajtëse dhe strukturën e tyre, mbi përmbajtjen e ujit në akuiferë, mbi nivelin e ujërave nëntokësore dhe përbërjen e tyre kimike. Veçimi dhe vlerësimi i zonave bëhet sipas disa parametrave, në varësi të tipit të rezervuarit ujor. Sipas thellësisë së nivelit të ujit në depozitimet kuaternare, zonat ndahen në disa kategori:  $h < 10 \text{ m}$ ,  $h = 10-15 \text{ m}$ ,  $h = 15-20 \text{ m}$ ,  $h = 20-30 \text{ m}$ ,  $h > 30$

m. Studiohen rrugët e furnizimit të rezervuarit ujor, drejtimi i lëvizjes së ujërave nëntokësore dhe vlerësohet dinamika e tyre, duke përcaktuar shpejtësinë e rrjedhjes së ujit në shtresë. Rëndësi i kushtohet kushteve për ruajtjen e paster të akuiferit.

**5.3.5. Rilevimi gjeologo-inxhinjerik**, i cili jep të dhëna mbi ndërtimin gjeologjik të zonës, kryesisht mbi litologjinë në thellësitë relativisht të vogla, zakonisht 2 m, 5 m, 10 m, ose edhe më thellë sipas nevojës, hartografohen zonat e rreshqitjeve dhe të shëmbjeve të dherave, të rrëzimit të gurëve dhe në përgjithësi vlerësohet qëndrueshmëria e shpateve, veçohen zonat me rrezikshmëri të lëngëzimit të truallit gjatë tërmeteve, si edhe përcaktohen vetitë fiziko-mekanike të dherave dhe shkëmbinjve. Në veçanti i kushtohet vëmendje përcaktimit të granulometrisë dhe aftësisë mbajtëse të dherave dhe shkëmbinjve, duke i klasifikuar ato në disa klasa (>300 kPa, 100-300 kPa, 100 kPa) si edhe koeficientit të përshkueshmërisë duke i ndarë dherat dhe shkëmbinjte në disa klasa  $k > 0,002$  m/s,  $k < 0,002-10^{-3}$  m/s,  $k = 10^{-3} - 10^{-4}$  m/s,  $k = 10^{-6}-10^{-8}$  m/s,  $k < 10^{-8}$  m/s.

**5.3.6. Rilevimi agrogjeologjik** për të studiuar llojet e tokës bujqësore, si edhe përcaktohen vetitë fiziko-kimike të tyre. I kushtohet vëmendje e posaçme vlerësimit të shkallës së aciditetit të tokës (pH), përmbajtjes së  $\text{CaCO}_3$ , nitrateve dhe të elementëve të tjerë kimikë si zivë, arsenik, kobalt, etj., si edhe të kripërave të ndryshme të tjera. Me këto rilevime studiohen edhe ndryshimet që

ndodhin në to, si edhe faktorët gjeologjike që reduktojnë pjellorinë e tokës, siç janë lithologjia, granulometria, çarshmëria, poroziteti dhe përshkueshmëria, trashësia e tokës bujqësore etj.

**5.3.7. Përcaktimet laboratorike.** Në kampione të paprishura dhe të prishura përcaktohen vetitë fiziko-mekanike të shkëmbinjve dhe të dherave, përbërja mineralogjike - kimike dhe pertografike e tyre:

- Përbërja granulometrike
- Plasticiteti
- Lagështia natyrore
- Pesha vëllimore
- Pesha vëllimore e skeletit
- Pesha specifike
- Koeficienti i porozitetit
  
- Treguesi i konsistencës
- Këndi i fërkimit të brëndëshëm
- Kohezioni
- Moduli i kompresionit
- Ngarkesa e lejuar.



**5.3.8. Shpimet e puseve.** Shpimet e puseve bëhen për të marrë kampionet nga trualli dhe shkëmbinjtë rrënjësore. Kampionet, sipas qëllimit që merren mund të jenë në formë të prishur ose të pa prishur. Me teknologjinë e sotme moderne të shpimit, ka sonda që regjistrojnë in-situ veti fiziko-mekanike të dherave dhe shkëmbinjve, si fortësinë, modulën e elasticitetit etj. Në shpimet bëhen edhe vërtetimet hidrogeologjike për të përcaktuar nivelet statike dhe dinamike të ujërave freatike dhe nëntokësore, si edhe për monitorimin e tyre.

### **5.3.9. Përgjithësimi i rezultateve të vërtetimeve**

Të dhënat e vërtetimeve në terren i nënshtrohen interpretimeve dhe përpunimeve përkatëse, nëpërmjet zbatimit të programeve të posaçëm për çdo metodë. Duke realizuar përpunimin në profil të qëndrave të vërtetimeve, ndërtohen prerjet përkatëse gjeofizike për çdo parametër të vërtetuar si edhe atë komplekse gjeofizike- inxhinierike. Shkalla e prerjeve komplekse përcaktohet nga sasia e vërtetimeve komplekse gjeofizike.

Të dhënat e këtyre studimeve komplekse gjeologo-gjeofizike dhe gjeoteknike përgjithësohen dhe paraqiten në hartat e vërtetimeve të veçanta, si edhe sintetizohen në **Hartën Gjeoteknike dhe atë Gjeomjedisore**. Këto harta përpunohen me sistemin GIS. Në këto harta komplekse bëhet vlerësimi i përshtatshmërisë së zonës për ndërtim dhe veçohen grup-dukuritë:

- Kushtet gjeomorfologjike të zonës,
- Homogjeniteti horizontal dhe vertikal i dherave dhe i shkëmbinjve,
- Përbërja e tyre mineralogjike dhe petrografike,
- Granulometria e dherave dhe e shkëmbinjve,
- Parametrat makrostrukturore të tyre,
- Vetite fiziko-mekanike të dherave dhe shkëmbinjve,
  
- Kushtet tektonike dhe neotektonike të zonës,
- Qëndrueshmëria sipërfaqësore,
- Prania e vendburimeve të mineraleve të dobishme,
- Kushtet hidrogeologjike,
- Radioaktiviteti i dherave dhe i shkëmbinjve,
- Prania e objekteve metalore, kablove etj. në sheshin e ndërtimit.

Secili nga këta grupe vlerësohet me pike, nga 0, 1, 2, 3, 4, 5, sipas cilësisë së treguesve të tyre. Në këto harta shprehet edhe përshtatshmëria dhe ndjeshmëria ndaj ndotjeve.

Në këto harta, pasqyrohen edhe të dhënat mbi tërmetet, që kanë rezultuar nga rajonizimi simologjik i vendit dhe nga zonimi sizmologo-inxhinjrik i qyteteve dhe i shesheve të veçanta.

Në hartat komplekse mjedisore gjejnë pasqyrim edhe të dhënat mbi pyjet, mbi monumentet e natyrës dhe ato kulturalo-historike, mbi karakteristikat fiziko-ekonomike gjeografike të trevës, mbi objektet social-kulturale dhe administrative kryesore të rajonit ose të zonës, mbi rrugët dhe klasifikimin e tyre, mbi telekomunikacionin, mbi rrjetin tregetar etj.

Në veçanti ndërtohet Harta e Rrezikut Gjeologjik.

Njohja e parametrave fiziko- mekanike të materialeve të ndërtimit si edhe të trojeve ku ngrihen objektet është e rëndësishme, pasi siç dihet, ato vihen në themel të projektimit të konstruksionit të veprave me metodat e ditëve tona për projektimet e mbështetura në vetitë dinamike të truallit ku ngrihet vepra. Sot, **kontrollet in-situ kanë marë rëndësi shumë të madhe pasi janë metodat e vetme që japin të dhëna për gjendjen e truallit ku do të bëhet ndërtimi i objektit në gjendjen natyrore.** Gjatë provave in-situ me metoda gjeofizike inxhinjerike komplekse, vetite fiziko -mekanike të dherave dhe të shkëmbit vlerësohen për një vëllim të madh dhe në këtë mënyrë ato janë më përfaqësuese, dhe për rrjedhojë edhe vlerësimet bëhen më të sakta e më të besueshme, sesa vetëm me metodat klasike të provë marrjes dhe të analizave laboratorike të vetive fiziko-mekanike të dherave. Natyrisht, kjo nuk do të thotë që nuk janë të nevojshme provat laboratorike dhe shpimet për marrjen e tyre dhe vrojtimit hidrogjeologjike mbi nivelin statik dhe atë dinamik të ujërave freatike dhe nëntokësore. Ato janë të domosdoshme, por vetëm në atë sasi, sa duhen për të percaktuar varësitë midis vetive fizike dhe atyre mekanike të dherave dhe të shkëmbinjve, si edhe për përcaktime vetish mekanike që nuk jepen dot nga të dhënat gjeofizike, p.sh. granulometria e dherave, etj.. **Provat in-situ gjeofizike janë të vetmet, që teknikisht mund të kryhen pa ndërhyrë në konstruksionin e veprave,** pa patur nevojë për shpime ose duke i orientuar ato aty ku janë të detyrueshme. Duhet patur parasysh gjithashtu se, në mjaft raste, nuk mund të kryhen shpime dhe, nga ana tjetër, ato janë shumë më të kushtueshme.

Dinamika tepër intensive e ndërtimeve në ditët tona, tërheq vëmendjen edhe për nevojën e mbajtjes në kontroll të objekteve të rëndësisë së veçantë, siç janë diga të liqeneve artificiale dhe të rezervuarëve të ndryshëm të bonifikimit. Kjo domosdoshmeri ka rrjedhur si pasojë e ndërtimeve të shumta që bëhen aktualisht në bjefin e poshtëm të këtyre digave si edhe në mungesën e një kontrolli rigoroz teknik për gjendjen e digave. Nëse në kohën e ndërtimit të këtyre digave, pranë tyre nuk ka patur ndërtime, sot janë me dhjetra shtëpi të ndërtuara, rrugë, madje edhe superstrada, të cilat përmblyten në rast të shkatërrimit të digës. Në këto raste, digat sot paraqesin papajtueshmëri të klasit të tyre, për të cilin janë dimensionuar, me klasën që duhet të kenë sot, në pajtim me mjedisin ku ndodhen dhe në kushtet e ndërtimeve të shumta në afërsi të tyre, veçanërisht në bjefin e poshtëm.

Dukuritë e mosnjohjes në masën e duhur të situacionit gjeologjik të sheshit të ndërtimit në disa raste, kanë ardhur për dy arsye: së pari, projektimi i godinave është bërë sipas kushteve teknike të vjetëruara, si edhe përdorimit të metodologjive statike të projektimit. Kjo edhe për shumë godina të larta, të cilat janë ngritur mbi bazën e të dhënave laboratorike të vetive statike të dherave dhe të shkëmbinjve, madje edhe me të dhëna për analogji, nga zonat fqinjë ose nga librat. Për fat të keq, aktualisht në qytetet shqiptare numërohen me gishtat e dorës ato godina që janë ngritur mbi bazën e studimeve gjeologo-gjeofizike komplekse moderne, të dhënat e të cilave bota sot i ka në themel të normativave teknike të projektimit dhe të ndërtimit. Kështu konstruktorët janë kënaqur me lugë bosh ose tepër të vogël për ato godina të larta të projektuara, duke marrë mbi vehte përgjegjësinë e ndërtimeve të pasigurta. Së dyti, në studimet gjeologo-inxhinjerieke sot për qëllime fitimi maksimal, përdoret metodika e nxjerrjes së të dhënave vetëm mbi bazën e shpimeve me kosto të lartë, metodike që i takon viteve 20-30 të shekullit të kaluar. Kjo për disa arsye.

Nga kampionet e nxjera nga shpimet merren të dhëna statike dhe jo gjithënjë përfaqësuese mbi vetitë fiziko mekanike të dherave dhe shkëmbinjve, për pasojë nuk mund të zbatohen metodat moderne dinamike të projektimit, bazuar në të dhënat e marra në sheshin e ndërtimit. Shpimet të vendosura në mënyrë apriori në sheshin e ndërtimit, nuk japin të dhëna të plota mbi situacionin gjeologjik të sheshit, veçanërisht në kushtet e heterogjeniteve të truallit dhe të shkëmbinjve. Analizat e provave të veçanta, të cilat i përkasin një mase shumë të vogël të materialit, me një shpërndarje të madhe, i bën ato shpesh here jo përfaqësuese dhe për pasojë të pasigurta. Përbën krim, ndonjë rast i shpimeve fiktive dhe rezultateve të analizave “për analogji”, të paguara por të pa kryera.

Eliminimi i dukurive të tilla negative, me pasoja të rënda, shmanget duke realizuar kontroll in-situ të trojeve të ndërtimit me anën e përdorimit të metodave komplekse gjeologo-gjeofizike-inxhinjerieke të ditëve tona dhe jo të metodikave të fillimit të shekullit të kaluar. Domosdoshmeria e studimeve komplekse gjeologo-gjeofizike inxhinjerieke lidhet me aftësinë e tyre për të zgjidhur në nivel tekniko-shkencor dhe ekonomik disa detyra. Ndër to, kryesorja është studimi i dherave dhe i shkëmbinjve në sheshin e ndërtimit, duke përcaktuar in-situ parametrat fiziko-mekanike dinamike të tyre. Kontrollat sismike-inxhinjerieke krijojnë mundësinë e vlerësimit të cilësisë së materialeve të ndërtimit, në rradhë të parë të betonit, gjatë procesit të ndërtimit. Studime komplekse gjeofizike janë unike në monitorimin e gjendjes teknike të konstruksioneve të veprave ekzistuese, si digat, tunelet, urat, pistat e aeroporteve etj, pa ndërhyrë në konstruktionin e tyre. Në këtë kompleks bëjnë pjesë punimet sismike-inxhinjerieke të frekuencës së lartë, sondimet dhe profilimet gjeoelektrike, mikrorilevimet gravimetrike dhe

magnetometrike, rilevimet radiometrike dhe studimet gjeofizike të shpimeve. Metodat gjeofizike, me pak shpenzime, japin një tablo të qartë, të saktë dhe të plotë të ndërtimit gjeologo- inxhinjerik dhe gjeoteknik të dherave dhe shkëmbinjve në sheshet e ndërtimit. Kontrolli in-situ gjeofizik-inxhinjerik është ndër kontrollet më të lirë sepse kryhet me aparatura moderne e me rendiment të lartë. Mjafton të përmendim se një sondim elektrik me thellësi studimi 50 m kushton aq sa 2 ml shpim, dhe një sondim sizmik ka kosto sa 3 ml shpim. Vendosja e shpimeve pas kryejës së punimeve gjeofizike, lejon orientimin e tyre në vendet më problemorë të sheshit të ndërtimit, dhe shkurton numrin e shpimeve dhe të analizave laboratorike të panevojshme. Ka ardhur koha që të hiqet dorë edhe nga përdorimi i sondave për shpimet me teknologjinë e shekullit të kaluar, dhe të përdoren sondat moderne që përcaktojnë vetitë fiziko-mekanike të dherave dhe të shkëmbinjve në gjendjen e tyre në shtresë.

Mbështetur në përvojën e fituar në Shqipëri nga zbatimi i metodave gjeofizike për kontrollin in-situ të trojeve dhe të materialeve të ndërtimit, rezulton se është e domosdoshme:

Së pari, kontrolli in-situ me metoda gjeofizike të shtrihet në të gjitha fazat e punimeve të ndërtimit: Gjatë projektimit të veprave dhe zgjedhjes së materialeve të ndërtimit për to, gjatë ndërtimit, si edhe për monitorimin e gjendjes teknike të veprave në shfrytëzim. Në këtë drejtim, organet përkatëse të Policisë së Ndërtimit, të Urbanistikës Ligjore në Bashki, të Ministrisë së Punëve Publike etj. duhet të përcaktojnë qartë mjedisin ligjor dhe detyrimet e palëve, çka do të shërbente për mënjanimin e pasojave negative.

Së dyti, provat in-situ gjeofiziko-inxhinjerike - gjeoteknike duhet të shtrihen edhe për studimin e truallit të rrugëve të reja apo të atyre që po rikontsruktohen, për rivendosjen e struktureve të tyre, për mbishtresat etj. Sot në Tiranë dhe në qytete të tjera të vendit, përveç ndërtimeve të godinave shumëkatëshe në seksion të lire apo të detyruar, ndërmjet godinave ekzistuese, po bëhet edhe zbatimi i disa projekteve si ai i kanalizimeve, i telefonisë, i linjave të tensionit 20 kV etj, si edhe në një të ardhme të afërt do të bëhet rivendosja e normalitetit në rrugë. Aktualisht, kjo rivendosje normaliteti bëhet teknikisht tërësisht e gabuar, sepse punimeve në rrugët nuk i paraprijnë studimet e treguara me lart. Kjo ka çuar në probleme të mëdha për normalitetin e mjedisit dhe për ruajtjen dhe për mbrojtjen e tij, në probleme kostoje të lartë dhe punimesh të përsëritura.

Së treti, është domosdoshmëri të monitorohen shpatet e paqëndrueshme dhe rrëshqitjet e mëdha, veçanërisht siç janë ato të Poravës dhe Ragamit në brigjet e liqeneve të hidrocentraleve.

Së katërtri, të monitorohet pastërtia e rezervuarëve të ujërave nëntokësore, etj.

#### **5.4. Gjeofizika inxhinjerie dhe mjedisore në Shqipëri**

Studime e para gjeofizike në Shqipëri janë rilevimet gravimetrike, magnetometrike dhe sondime elektrike të kryera nga shoqëri italiane në vitet 30-40 në Kuçovë, në Selenicë, në Derven etj. Kërkimet gjeofizike në poligonë të mëdhenj dhe sistematike filluan ne vitet 50-të. Ne vitin 1950 filloi kryerja e rilevimeve gravimetrike dhe e sondimeve elektrike në Ultësirën Pranadriatike në kuadrin e kërkimeve të naftës dhe të gazit, si edhe karotazhet e puseve të naftës. Punimet sizmike të para filluan të kryhen në vitin 1952 per kerkimin e naftes dhe te gazit, punimet elektrometrike për kërkimin e bakrit nga viti 1953, rilevimet magnetometrike në vitin 1957, kurse studimet radiometrike nga viti 1959. Temperaturat në thellësi të tokës janë matur qysh nga viti 1951, por studimet gjeotermike të specializuara filluan në vitin 1989. Studimet gjeofizike në Shqipëri nga viti në vit kanë ardhur duke u zhvilluar si kompleks metodash, si nivel teknologjik vrojtimi dhe interpretimi, si edhe është ngritur më lart bashkerendimi me metodat e tjera gjeologjike e gjeokimike.

Kërkimet gjeofizike ne Shqipëri kanë një spektër të gjerë të zbatimit të tyre:

- në ndihmë të rajonizmit tektonik të Albanideve dhe të hartografimeve gjeologjike të shkallëve të ndryshme,
- të kërkimit dhe gjatë shfrytëzimit të vendburimeve të naftës e gazit, në kërkimin dhe zbulimin e mineraleve metalore si kromi, hekur-nikeli, bakri, boksidet, minerale të tjera si azbesti, sera, qymyret e gurit, fosforitet, shkrifërimet e mineraleve të rënda, të rralla e të çmuara, kripërat, të materialeve të ndërtimit,
- në studimin e truallit ku janë ndërtuar hidrocentrale, hekurudha, fabrika e uzina, banesa qytetare, tunele, në vlerësimin e stabilizimit të shpateve,
- në vlerësimin e gjendjes së digave të hidrocentraleve dhe të sistemeve të ujitjes, të ndërtesave etj.



Punimet gjeofizike janë shtrirë në stere dhe në shelfin shqiptar të Detit Adriatik.

Punimet e para të gjeofizikës inxhinjrike janë sondimet elektrike të kryera në sheshin ku u ndërtua uzina e plehrave azotike në Fier, në fillimin e viteve gjashtëdhjetë, për të cilat punoi Zoto Rjepaj dhe gjeofizike kinezë. Sondimet dhe profilimet elektrike të para për studimin e depozitimeve kuaternare në litoralin shqiptar, si edhe të shtrateve të lumenjve u kryen në vitet 1960-1964 (Ligor Lubonja, Alfred Frasheri). Pas tyre vijnë sondimet elektrike dhe profilet sismikë në aksin e digës së hidrocentralit në Vaun e Dejës të kryera nga Sillo Muçko dhe gjeofizikë kinezë, si edhe trasenë e hekurudhës Milot-Burrel dhe superstradës Fushë Krujë-Milot nga Ludvig Kapllani.

Rajonizimi sizmologjik i Shqipërisë dhe mikrozonimi i qyteteve kryesore të vendit ishte një nga arritjet më të mëdha të gjeofizikës inxhinjrike edhe në Shqipëri (Eduard Sulstarova, Siasi Koçiu, Shyqyri Aliaj, etj.).

Pesëmbëdhjetë vjeçari i fundit është periudha kur gjeofizika e zbatuar në fushën inxhinjrike dhe të mjedisit po njih zhvillimin më të madh edhe në Shqipëri. Ekipet të Fakultetit të Gjeologjisë dhe të Minierave (Alfred Frashëri, Pertef Nishani, Përparim Alikaj, Ludvig Kapllani, Ardian Shehu, operator Burhan Çanga), të Institutit të Sizmologjisë (Siasi Koçiu, Jani Skrame, Llambro Duni, Ludvig Kapllani etj.), të Qendrës Gjeofizike të Shërbimit Gjeologjik Shqiptar (Radium Avxhiu, Salvatore Bushati, Piro Leka, Llesh Lleshi, Vladimir Kavaja, Fatbardha Vinçani, etj.), OJQ si edhe ekipe private, po zhvillojnë me sukses degën e gjeofizikës inxhinjrike dhe të mjedisit. Gradiualisht, gjeofizika filloi të orientohet, krahas zbatimeve tradicionale të kërkimeve të vendburimeve të naftës e gazit dhe të mineraleve të tjerë të dobishëm të ngurtë, si edhe të studimeve gjeologjike-gjeofizike krahinore, edhe për zgjidhjen e problemeve në fusha të reja, që nga viti në vit po i servirte koha:

\* **Studimi dhe kërkimi i karstit.** Në vitet 1982-1986, Seksioni i Gjeofizikës së Fakultetit të Gjeologjisë dhe të Minierave në Universitetin Politeknik të Tiranës, përpunuan metodat e sizmikës dhe të elektrometrisë inxhinjrike për studimin e zonave karstike në ujëmbledhësit e bujqësisë. Studimet u kryen nga një ekip kompleks gjeofizik për të kryer vrojttime elektrometrike, sizmike të frekuencs së lartë, mikrogravimetri e mikromagnetometri. Aktualisht, punime të tilla kryhen nga Qendra

Gjeofizike e Shërbimit Gjeologjik Shqiptar, kryesisht në drejtim të kërkimeve hidrogjeologjike.

\* **Zgjidhja e problemeve gjeologo-inxhinjrike dhe gjeoteknike:**

a) **Studimi i rrezikut sizmik dhe vlerësimi i rriskut sizmik.** Vitet tetëdhjetë-nëntëdhjetë ishin periudha e zhvillimit dhe e konsolidimit të sizmologjisë inxhinjrike moderne nga ana e Insitutit të Sizmologjisë. Mikrozonimet sizmike e qyteteve kryesorë të vendit, të realizuara me studime komplese në nivel bashkëkohor janë një kontribut i paçmuar për të siguruar ndërtime që ti rezistojnë forcës shkatërruese të tërmeteve.

b) Vend të rëndësishëm zë kontriburi i punimeve sizmike dhe sontimeve elektrike në realizimin e **rajonizimit gjeologo-inxhinjrik** të Shqipërisë.

c) **Kontrollit in-situ** i gjendjes teknike të veprave ndërtuese si digat, godinat, pistat e aeroporteve, trasetë e rrugëve etj.

d) **Vlerësimi të qendrushmërisë së shpateve** dhe studimit të rrëshqitjeve dhe të dinamikës së zhvillimit të tyre.

e) **studimi i vend-depozitimeve të mbeturinave** urbane dhe industriale

Fusha e zbatimeve të gjeofizikës është zgjeruar edhe për studimin e problemeve të **impaktit mjedisor në sistemet ujore të Shqipërisë**, në bregdetin e Adriatikut dhe në liqenin e Prespës, të Ohrit e të Shkodrës, të disa lumenjve, të ndryshimeve të klimës sipas të dhënave gjeotermale etj.

Vend me rëndësi zënë edhe studimet gjeofizike komplekse në ndihmë të kërkimeve arkeologjike, të kryera në disa nga qendrat kryesore arkeologjike të vendit.

Kufizimi i studimeve gjeologjike-inxhinjrike vetëm mbi të dhënat e shpimeve ose të gropave në sheshet e ndërtimit që, përgjithësisht, sot vihet re në ndërtimet në Shqipëri, është, veç të tjerave, edhe një kthim prapa në teknikë, këtu e dyzet vjet edhe në Shqipëri.