

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ხელნაწერის უფლებით

გიორგი ჭიაურელი

„ენგურჰესის მაღლივი კაშხლის ფუძისა და ტანის  
დეფორმაციული პროცესების კვლევა გეოდინამიკური და  
გეოფიზიკური მეთოდებით“

დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად  
წარდგენილი დისერტაციის

ავტორეფერატი

თბილისი

2011 წელი

სამუშაო შესრულებულია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის  
სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის  
საინჟინრო გეოდეზიის დეპარტამენტის  
საინჟინრო გეოდეზიის, მარკშიდერიის და ქალაქის კადასტრის  
მიმართულებაზე

სამეცნიერო ხელმძღვანელი: ვახტანგ აბაშიძე – სრული პროფესორი

რეცენზენტები: კ. შ. კ. გორამ გაბრიჩიძე  
ს. ა. კ. ივანიშვილი

დაცვა შედგება 2011 წლის " 29 " ივნისს, 15.00 საათზე  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის  
**სამთო-გეოლოგიური** ფაკულტეტის სადისერტაციო საბჭოს  
**ყოლივის** № 16 სხდომაზე, კორპუსი **მე-3**, აუდიტორია № **239**  
მისამართი: 0175, თბილისი, კოსტავას 77.

დისერტაციის გაცნობა შეიძლება სტუ-ს ბიბლიოთეკაში,  
ხოლო ავტორეფერატი – სტუ-ს ვებგვერდზე

სადისერტაციო საბჭოს მდივანი ----- დ. თევზაძე

## ნაშრომის ზოგადი დახასიათება

**თემის აქტუალობა.** ენგურჰესის ჰიდროელექტროსადგურის მაღლივი თაღოვანი კაშხალი და მისი ძირითადი ნაგებობები უნიკალურია ინჟინრული გადაწყვეტით და ტექნიკური პარამეტრების მთელი კომპლექსით, რომელთაც მსოფლიო ჰიდროტექნიკური მშენებლობის პრაქტიკაში ანალოგი არ აქვთ. ამასთან ერთად ისიც უნდა აღინიშნოს, რომ ეს ობიექტი აშენდა რთული გეოლოგიური აგებულების მქონე, სეისმურად აქტიურ და მჭიდროდ დასახლებულ რეგიონში. ჩატარებულმა გეოლოგიურმა და გეომორფოლოგიურმა გამოკვლევებმა მართლაც აჩვენა წარსულში ამ რაიონის ტექტონიკური აქტივობა. მაგრამ, როგორც ცნობილია, გეოლოგიურ მონაცემებს არ შეუძლიათ კაშხლის ტერიტორიაზე გამოვლენილი ბლოკების თანამედროვე ძვრადობის ხარისხის ცალსახა და რაოდენობრივი გადაწყვეტა. სწორედ ეს გახდა საფუძველი იმისა, რომ ამ ობიექტის პროექტირებისა და მშენებლობის პერიოდში ჩატარებულიყო ინსტრუმენტული გეოფიზიკური, გეოდეზიური და სხვა სახის დაკვირვებები, რომელთა დადებითი პასუხის შემთხვევაში მშენებლობისთვის, როგორც იტყვიან, მწვანე შუქი აენტო. როგორც ცნობილია, ენგურჰესის მშენებლობა წარმატებით დამთავრდა და უკვე 30 წელია მიმდინარეობს მისი ექსპლუატაცია. მაგრამ ამ უნიკალური ობიექტის უსაფრთხო და უავარიო ექსპლუატაციამ მოითხოვა გრძელვადიანი დაკვირვებების წარმოება, რომელთა დიდი ნაწილი დღესაც ტარდება.

აქედან გამომდინარე, აღნიშნულ ობიექტზე მიღებულია უამრავი დანაკვირვები მასალა, რომლის შეგროვებას, სისტემატიზაციას და კომპლექსურ კვლევას დეფორმაციული პროცესების დროში განვითარების თვალსაზრისით უაღრესად აქტუალურობა ენიჭება.

აღსანიშნავია აგრეთვე ისიც, რომ წარმოდგენილი დისერტაციის ავტორი 2006 წლიდან თავად არის კაშხალზე და მის მიმდებარე ტერიტორიაზე გეოდეზიური სამუშაოების ჩატარების, მასალის დამუშავების და სამეცნიერო ანგარიშების შედგენის ერთ-ერთი თანამონაწილე.

**სამუშაოს მიზანი.** ენგურჰესის კაშხალზე და სათავო ნაგებობის ტერიტორიაზე ორმოცწლიანი პერიოდის განმავლობაში დანაკვირვები მასალის შეკრება, სისტემატიზაცია, გადამუშავება და კომპლექსური კვლევა კაშხალსა და მის კლდოვან ფუძეში დაძაბულ-დეფორმაციული პროცესების მიმდინარეობაზე, სადღეისო და სამომავლო დასკვნების გაკეთება.

**კვლევის ობიექტი და მეთოდები.** კვლევის ობიექტს წარმოადგენს ენგურჰესის სათავო ნაგებობის ტერიტორია: მაღლივი თაღოვანი კაშხალი, მისი კლდოვანი ფუძე და მიმდებარე ტერიტორია. კვლევაში გამოყენებული იქნა პირდაპირი და შებრუნებული შვეულების, გეოდეზიური და გეოფიზიკური მეთოდებით მოპოვებული მასალა და მისი კომპიუტერული დამუშავება.

**ნაშრომის ძირითადი შედეგები და მეცნიერული სიახლე.** სადისერტაციო ნაშრომში განხილულია ენგურჰესის სათავო ნაგებობის ტერიტორიაზე და თვით კაშხალზე უკანასკნელი 40 წლის მანძილზე სხვადასხვა მეთოდებით ჩატარებული დაკვირვებული მასალა. მიღებულია დეფორმაციებისა და გადაადგილებების რიცხვითი სიდიდეები. გაკეთებულია ამ მეთოდებით მიღებული შედეგების შედარება, ანალიზი და დასკვნები, რომლებიც მეცნიერულ სიახლეს წარმოადგენს

**სამუშაოს პრაქტიკული მნიშვნელობა.** ნაშრომში მიღებული კვლევის შედეგები პირველ რიგში გამიზნულია ენგურჰესის ექსპლუატაციის პერსონალისთვის. აგრეთვე, ნაშრომში განხილული საკითხები და მიღებული შედეგები შეიძლება გამოყენებული იქნეს სხვა მსგავსი ჰიდროტექნიკური კომპლექსების პროექტირების დროს და შემდგომში ჰესების უსაფრთხო და ეფექტური ექსპლუატაციის უზრუნველსაყოფად.

**სადისერტაციო ნაშრომის მოცულობა და სტრუქტურა.** წარმოდგენილი ნაშრომი შეიცავს შესავალს, სამ თავს და დასკვნებს. გამოყენებული ლიტერატურის სია წარმოდგენილია 38 დასახელებით. სადისერტაციო შრომის საერთო მოცულობა შეადგენს 116 გვერდს, მათ შორის 50 ნახაზს და 6 ცხრილს.

## თავი I ენგურჰესის სათავო ნაგებობის ტერიტორიის გეოლოგიური აგებულება.

### 1.1 ზოგადი ცნობები ენგურჰესის შესახებ

როგორც ცნობილია, საქართველო წყლის ენერჯის მარაგით მნიშვნელოვნად უსწრებს წინ ევროპის ბევრ ქვეყანას და ყოფილი საბჭოთა კავშირის რესპუბლიკებს. სწორედ ამიტომ, ენერგეტიკის განვითარების საქმეში ჩვენთან ჰიდროენერგეტიკული რესურსების გამოყენებას, დიდი ყურადღება ეთმობოდა. სწორედ ამით აიხსნებოდა საქართველოში მდ.ენგურის წყალდენის ათვისებით მსხვილი ჰიდრომშენებლობის დაწყება.

ენგურის ჰიდროელექტროსადგურის კომპლექსი შედგება 5 ჰიდროსადგურისაგან. ძირითადი ამათგან ენგურჰესია ჯვარში, თავისი უნიკალური კაშხლით, სადერივაციო გვირაბით და საბერიოში მიწისქვეშა ჰესის შენობით. ენგურის თაღოვანი კაშხალი და ჰესის ძირითადი ნაგებობები უნიკალურია ინჟინრული გადაწყვეტით და ტექნიკური პარამეტრების მთელი კომპლექსით, რომელთაც მსოფლიო ჰიდროტექნიკური მშენებლობის პრაქტიკაში ანალოგი არ აქვთ. დღესდღეობით იგი თაღოვან კაშხალთა შორის ყველაზე მაღალია მსოფლიოში.

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის გეოფიზიკის ინსტიტუტის სეისმოლოგების დასკვნით აღნიშნული რაიონის სეისმურობა ფასდებოდა 8 ბალით, მაგრამ დამპროექტებლების მიერ მხედველობაში მიღებულ იქნა ნაგებობათა მაღალი კლასი და კაშხალი აშენდა 9 ბალის გათვალისწინებით.

### 1.2 ენგურჰესის რაიონის მოკლე გეოლოგიური აგებულება

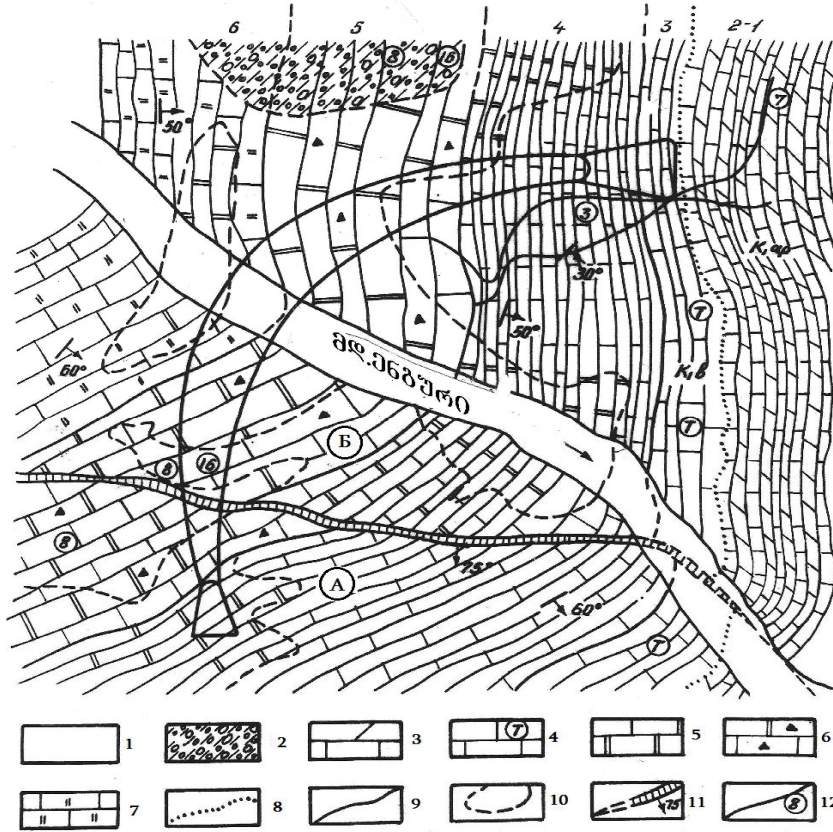
ენგურჰესის სათავე ნაგებობის რაიონი განლაგებულია დიდი კავკასიონის სამხრეთი ფერდის ნაოჭა სისტემასა და რაიონის მთათაშუა დაბლობის შენაწევრებულ ზონაში. რაიონის გეოლოგიურ აგებულებაში გვხვდება ქანების მთელი კომპლექსი საშუალო იურადან მეოთხეულ ასაკამდე: იურული, ცარცული, მესამეული და მეოთხეული დანალექები.

საქართველოს ტერიტორიის ტექტონიკური დაყოფის თანახმად ენგურის კაშხლის მშენებლობის რაიონი განლაგებულია დიდი კავკასიონის სამხრეთი კალთის ნაოჭა სისტემის გაგრა-ჯავის ზონის საზღვრებში. თავისი ტექტონიკური აგებულებით იგი დანაწევრებულია ოთხ მსხვილ ქვეზონად, რომელთა შორის ამ რაიონში განვითარებულია ორი: პორფირიტული იურას ქვეზონა და კიდური დისლოკაციის ამზარა-მუხურის ქვეზონა.

უშუალოდ თაღოვანი კაშხლის რაიონი შედგება ქვედა ცარცული ასაკის კლდოვანი კარბონატული ქანებით, რომელთა შემადგენლობაში უპირატესად ბარემის დოლომიტები და კირქვებია და მხოლოდ მაცხენა ფერდობის ზედა ნაწილია წარმოდგენილი აპტის კირქვებით. ლითოლოგიური ნიშნით ბარემისა და აპტის ქანების სიზრქე დანაწევრებულია ექვს შეკვრად, რომლებიც დანომრილია დადმავალი სტრატეგრაფიული მიმდევრობით. ნახ. 1-ზე წარმოდგენილია უშუალოდ თაღოვანი კაშხლის უბნის გეოლოგიური აგებულების სქემა, რომელიც აღებულია გ. ჯიღაურის, ა. მასტიცკის, ს. კერესელიძის, ვ.ჭუმბურიძის და სხვ. შრომებიდან.

ენგურჰესის რაიონის ერთ-ერთ მთავარ ტექტონიკურ ელემენტს წარმოადგენს ნასხლექ-ნაწევის ტიპის ინგირიშის რღვევა, რომელიც კაშხლის დასავლეთით წყალსაცავის ფუძეში გადის და აქვს სუბმერიდიანული გავრცელება. ამ რღვევის განშტოებას წარმოადგენს იმავე ტიპის რღვევა, რომელიც კვეთს კაშხლის მარჯვენა ფუძეს (ნახ.1). რღვევის სხლექტვის სიბრტყეები გავრცელებულია თითქმის მდ. ენგურის პარალელურად და ეცემა მარჯვენა სანაპიროს ფერდობისაკენ 75-80° კუთხით. ნასხლექ-ნაწევის ვერტიკალური გადაადგილების ამპლიტუდა შეადგენს 100-120მ, ხოლო ჰორიზონტალური 80მ. რღვევის სიგანე დღიურ ზედაპირზე იცვლება 2-დან 9 მეტრამდე და შემავსებელი წარმოდგენილია დაწნეხილი დოლომიტიზირებული სილით, ხოლო ქვემოთ კალციტით და ხვინჭის მასალით.

მდ. ენგურის მარჯვენა სანაპირო რღვევა კაშხლის ფუძის მთელ მასივს ჰყოფს ორ სტრუქტურულ ბლოკად: A ბლოკად, რომელიც წარმოადგენს შენასხლეტ ფრთას და B ბლოკად, რომელიც იწოდება დაწეულ ანუ ჩამოშვებულ ფრთად.



ნახ.1 ენგურჰესის თაღოვანი კაშხლის სათაფო ნაგებობის ტერიტორიის გეოლოგიური სქემა.

1). მდინარის კალაპოტის კენჭნარი და ჭალა; 2). შემაღლებული მარცხენა ნაპირის ტერასის კენჭნარი; 3). საშუალოშრეული მერგელოვანი კირქვა მერგელის შრეებით (1 და 2 შეკვრა); 4). საშუალო და სქელშრიანი კაჟის შემცველი გლაუკონიტის კირქვები (3 შეკვრა); 5). საშუალო და უხეშშრიანი კირქვები და დოლომიტები (4 შეკვრა); 6). საშუალო და უხეშშრიანი კირქვები და ბითუმოვანი დოლომიტები (5 შეკვრა); 7). გადოლომიტებული ხვრელებიანი, უხეშშრიანი და მასიური კირქვები (6 შეკვრა); 8). სტრატეგრაფიული საზღვარი; 9). შეკვრებს შორის საზღვარი; 10). გადოლომიტების კონტური; 11). ნასხლეტ-ნაწევის ტიპის ტექტონიკური რღვევა; 12). მსხვილი (0.3-1მ. სიგანის) ტექტონიკური ბზარების კვალი ზედაპირზე და მათი ნომრები.

**თავი II ენგურის მალღივი თაღოვანი კაშხლის კლდოვანი ფუძის  
კვლევა გეოდეზიური და გეოფიზიკური მეთოდებით**

**2.1 კაშხლის ფუძეში პირდაპირი და შებრუნებული შვეულების განლაგების  
სქემა და მიღებული მასალის ანალიზი**

ენგურის კაშხალზე წარმოებს დაკვირვებები პირდაპირი და შებრუნებული შვეულებით, რომელთა განლაგება როგორც კაშხალზე, ისე ქვედა ბიეფში ნაჩვენებია ნახ. 2-ზე.

შვეულების მონაცემების შედეგების განსჯა დავიწყით მარჯვენა სანაპიროს რღვევაზე ჩატარებული დაკვირვებებით, ვინაიდან მისი ყოფაქცევა დიდად განაპირობებს კაშხლის მდგრადობას. მისი ქცევის თვალყურის დევნა ხორციელდება V და IV ჰორიზონტებზე დაყენებული შებრუნებული შვეულების ორი წყვილით SGS-9 - SGS-10 და SGS-13 - SGS-14 (ნახ.2). წყვილებიდან ერთ-ერთის ღუზა ჩამაგრებულია რღვევის შენასხლეტ, ხოლო მეორე -ჩამოშვებულ ფრთაზე ანუ A და B ბლოკებზე.

წყვილი SGS-9 და SGS-10 შებრუნებული შვეულების ჩვენებით რღვევის ბლოკებში მერყეობს 1,5მმ-ს ფარგლებში და თანხვედრაში მოდის წყალსაცავში წყლის დონის ცვლილებასთან.

SGS-13 და SGS-14 შებრუნებული შვეულების წყვილს სამწუხაროდ გააჩნიათ გარკვეული წყვეტა მუშაობის პერიოდულობაში.

ქვედა ბიეფში განლაგებული შვეულების ნდობის ხარისხს თუ განვიხილავთ, მათივე ჩვენებების გათვალისწინებით, ყველა სანდო არ არის. ეს ძირითადად გამოწვეულია ზოგიერთი შვეულის მშენებლობის დროს დაშვებული შეცდომებით, რითაც დაღი დასვა მათ საბოლოო მუშაობას.

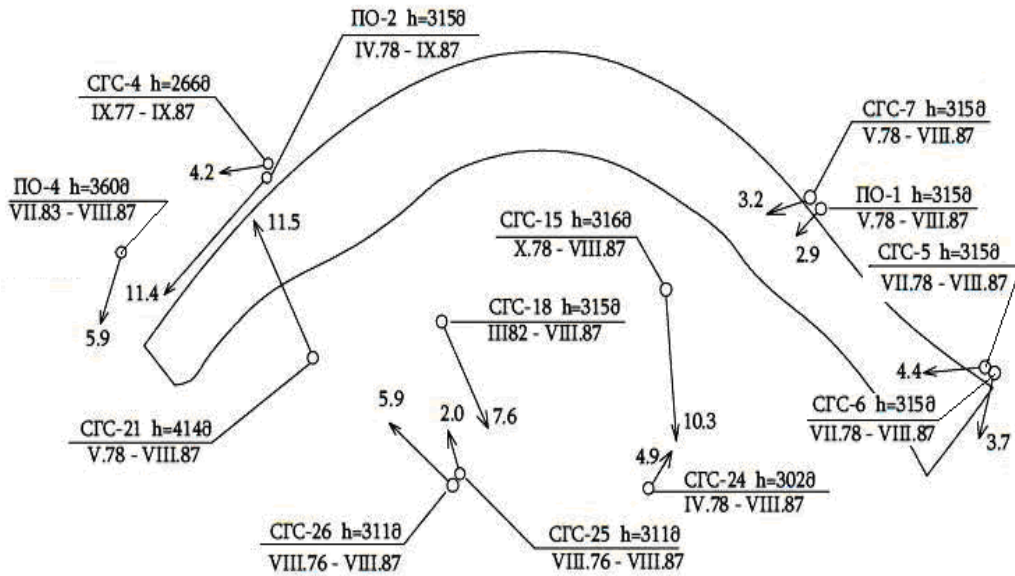
ნახ.3-ის მიხედვით, სადაც ნაჩვენებია სანდოობით გამორჩეული შვეულების მაჩვენებლების საბოლოო ვექტორები, შევეცადოთ განვსაზღვროთ ქვედა ბიეფში ხეობის კლდოვანი ქანების გადაადგილების შემდეგი მოდელი შედარებით ვრცელ დროში.

ქვედა ბიეფის დაბალ (265-315მ) ნიშნულებზე, როგორც პროექტით იყო ნაგარაუდები, ადგილი აქვს კლდოვანი ქანების კუმშვას წყალსაცავში





წყლით მაღალი ზემოქმედების ქვეშ. ამასთან ფერდებზე ერთგვაროვანი დაწოლა მიმართულია მდინარისაკენ, რასაც ადასტურებს SGS-15 და SGS-18 შებრუნებული შვეულების ჩვენებები. იმავე რაიონში მდებარე SGS-24, SGS-25 და SGS-26 შებრუნებული შვეულების ვექტორები აჩვენებენ დღიური ზედაპირის გადახრას კაშხლისა და წყალსაცავის მიმართულებით.



ნახ.3 კაშხლის ქვედა ბიეფის კლდოვანი ფუძის ჰორიზონტალურ სიბრტყეში გადაადგილების ვექტორები შვეულების მონაცემების მიხედვით

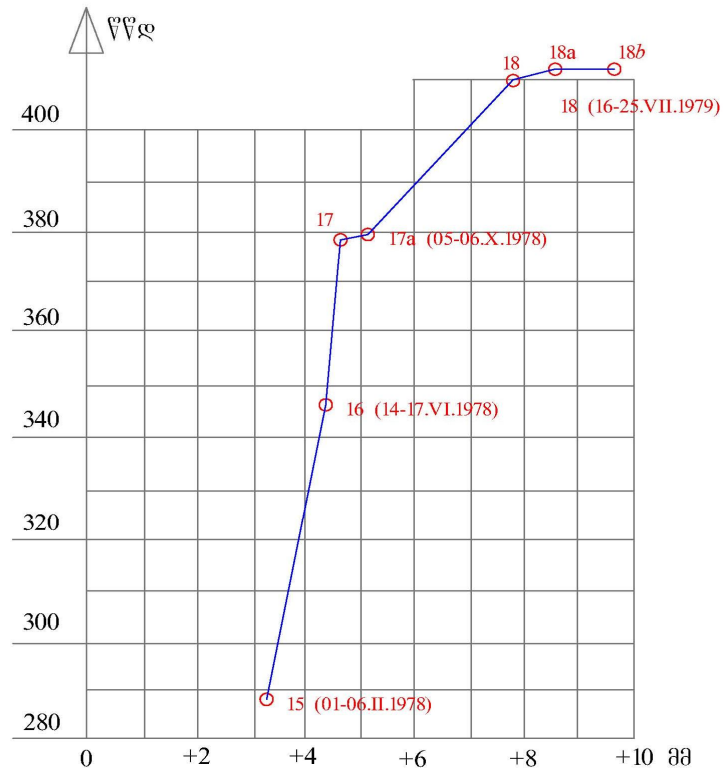
## 2.2 კაშხლის ფუძეში გეოდეზიური ნიველოზის მასალა და მისი ანალიზი

აღნიშნული ქვეთავი ემდგნება ენგურის თაღოვანი კაშხლის კლდოვანი ფუძის ნატურულ დაკვირვებებსა და კვლევას გეოდეზიური მეთოდებით. მეთოდის ფასეულობა განპირობებულია იმით, რომ ის შესასწავლი (საკვლევი) მოვლენის ხარისხობრივი მხარის გარდა იძლევა ამ მოვლენის რაოდენობრივ დახასიათებას (დეფორმაციების აბსოლუტური სიდიდეები), რაც დიდად ფასეულია.

თაღოვანი კაშხლის ქვედა ბიეფის კანიონის ნაპირების ვერტიკალურ ძვრებზე დაკვირვებისათვის 1972 წელს შეიქმნა სასიმალო ქსელი. დამაგრებულ იქნა სანიველო სვლის ერთი ნაწილი, კერძოდ 300მ ჰორიზონტზე მდ. ენგურის მარცხენა მხარეს საავტომობილო გზის გასწვრივ (ფუნდამენტური რეპერების ჯგუფით Rp1, Rp2 და Rp3). ხოლო 1976

წლისთვის დამაგრებული იქნა სანიველო სვლა მდ. ენგურის მარჯვენა ნაპირზე 511მ ჰორიზონტზე. ეს ორი სვლა სამომავლოდ ჩართული უნდა ყოფილიყო საერთო სასიმალო სამონიტორინგო ქსელში და კაშხლის გავლით დაკავშირებული ყოფილიყო ერთმანეთთან. თუმცა ეს კავშირი ჯერაც არ მომხდარა. ფაქტობრივად სასიმალო ქსელი წარმოდგენილია ორი ერთმანეთისაგან დამოუკიდებელი ქსელით. კაშხლის ქვედა ბიეფის მაღალ 511მ და დაბალ 300მ ნიშნულებზე.

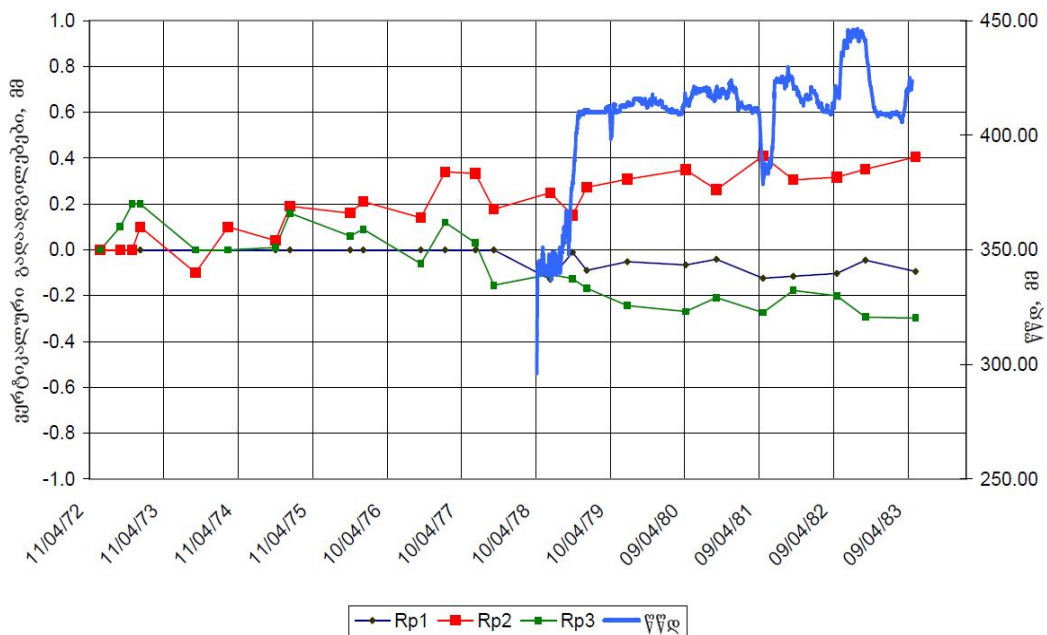
წყალსაცავის წარმოქმნასთან ერთად ქვედა ბიეფის კლდოვანი ქანები მკვეთრად გააქტიურდა. ბუნებრივად გაჩნდა მოლოდინი წყალსაცავში წყლის მასის ზეგავლენით ქვედა ბიეფში დაწვევების გაზრდისა და ქვაბულის წარმოქმნისა. თუმცა ეს არ მოხდა. სახეზე იყო რეპერებისა და მარკების ამოწევა, რაც განსაკუთრებით შესამჩნევი იყო კაშხლიდან 300მ-მდე მოშორებით და Rp7-ის ფარდობითი ამოწევა ამ მომენტისთვის შეადგენდა +7,2მმ, ხოლო სრული +9,5მმ. Rp7-ის ამოწევის დინამიკა წყალსაცავში წყლის დონესთან (წწდ) მიმართებაში ნაჩვენებია (ნახ.4)-ზე.



ნახ.4 Rp7-ის ამოწევის დინამიკა წწდ-სთან მიმართებაში

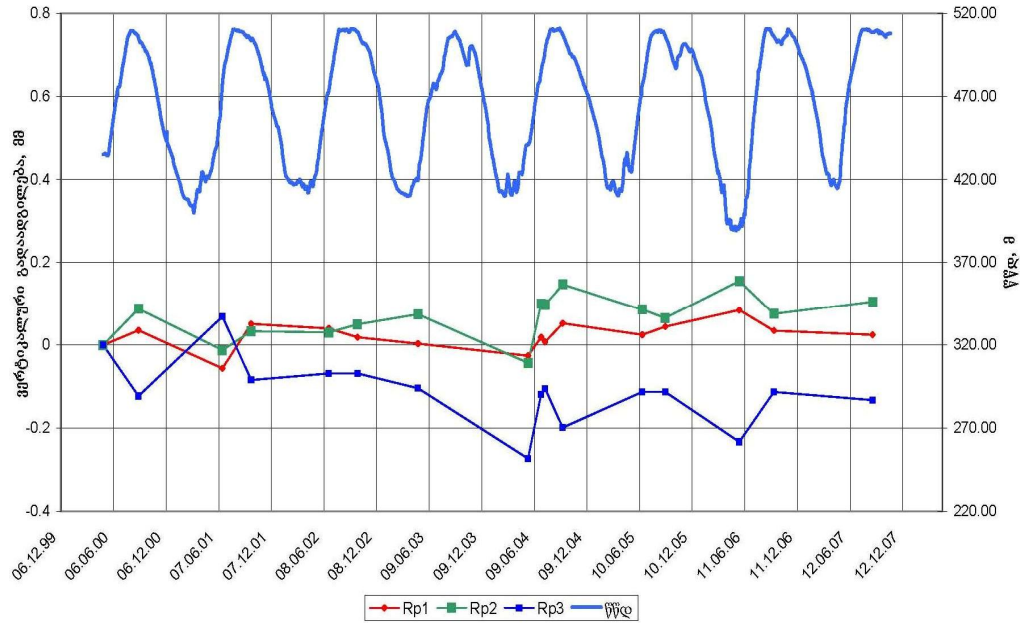
511მ ნიშნულზე აგრეთვე შეინიშნებოდა ამოწევა მაგალითად 1038 მარკა ამოიწია +4მმ (უნდა შეგახსენოთ, რომ სანიველო ქსელი 300მ და 511მ ნიშნულებზე ერთმანეთისგან დამოუკიდებელია და დღემდე აქვთ სხვადასხვა საწყისი). 1038 მარკის გადაადგილება 1984 წლამდე მერყეობდა +3 დან -2მმ-ის ფარგლებში. ხოლო როდესაც წწდ მიაღწია 484მ ნიშნულს, 1038 მარკა მკვეთრად გააქტიურდა და წწდ აწევსას მიდიოდა მაღლა, ხოლო დაწვევისას უკან ბრუნდებოდა. ამ დროისათვის 1038 მარკის აწევამ შეადგინა +9მმ.

უნდა აღინიშნოს, რომ ორივე ქსელის გადაადგილებები მათზე დაკვირვებების დაწყების პირველი ციკლიდან წწდ რეგულირების დაწყებამდე (1972-1983წ) მერყეობს  $\pm 0,4$ მმ ფარგლებში (ნახ.5), ხოლო 2000-



ნახ. 5 მდ. ენგურის მარცხენა მხარეს 300მ ნიშნულზე რეპერების ჯდომის გრაფიკი 1972-1983 წლებში

2006 წლებში, როგორც დაკვირვებების საწყის პერიოდში, გადაადგილებები მერყეობენ  $\pm 0,3$ მმ ფარგლებში. აქედან შეგვიძლია გავაკეთოთ დასკვნა, რომ ის ქანები, რომელზეც ეს ქსელები არიან განლაგებული მდგრადია და წყალსაცავის მასა რადიკალურ ზეგავლენას არ ახდენს კლდოვან ქანებზე, რომელზეც განლაგებულია საყრდენი ქსელის გამოსავალი რეპერები (ნახ.6).



ნახ. 6 მდ. ენგურის მარცხენა მხარეს 300მ ნიშნულზე რეპერების ჯდომის გრაფიკი 2000-2006 წლებში

### 2.3 კაშხლის კლდოვან ფუძეში გეოფიზიკური კვლევის შედეგები.

ენგურჰესის სათავო ნაგებობის ტერიტორიაზე ჩატარებული დახრისმზომითი დაკვირვებების საფუძველზე დადგინდა თანამედროვე ტექტონიკური მოძრაობების ფონური მნიშვნელობები და მათი დროში ცვალებადობის ხარისხი. კაშხლის მშენებლობის მთელ ტერიტორიაზე დედამიწის ზედაპირის დახრების მნიშვნელობები მცირეა და წელიწადში 5-10 კუთხურ წამს არ აღემატება. ეს დახრები, რომელთა დომინირებული მიმართულება სამხრეთ-აღმოსავლეთია, განპირობებულია იმ ტექტონიკური პროცესებით, რომლებიც კარგად არგუმენტირებული გეოლოგიური და გეოდეზიური გამოკვლევებითაა დადგენილი.

მდ. ენგურის მარჯვენა სანაპირო რღვევაზე წყალსაცავის ავსებამდე ჩატარებული დახრისმზომითი და დეფორმოგრაფიული დაკვირვებებით კაშხლის ფუძეში არსებულ სტრუქტურულ ბლოკებს შორის მემკვიდრეობითი დიფერენციალური მოძრაობები არ გამოვლინდა. ამ მაღალი სიზუსტის ინსტრუმენტული დაკვირვებებით დამტკიცდა ადრე გეოსტრუქტურული გამოკვლევებით გაკეთებული დასკვნა, რღვევაზე მემკვიდრეობითი და აქტიური ტექტონიკური მოძრაობების არარსებობის თაობაზე. რღვევის ზონაში ბლოკებს

შორის გამოვლენილ გადაადგილებებსა და მიკროდეფორმაციებს დაახლოებისა და დაცილების მონაცვლეობის ხასიათი აქვს, დაცილების პროცესის სიჭარბით. რღვევაზე ბლოკებს შორის გადაადგილებების ფონული მნიშვნელობები წელიწადში მცირეა და მილიმეტრის მეათედ ნაწილებს არ აღემატება.

წყალსაცავის ავსების დაწყებიდან აღინიშნა დეფორმაციული პროცესების გააქტიურება, რომელიც კაშხლის რაიონში დედამიწის ზედაპირის (ქერქის) ანომალურ დახრებსა და დეფორმაციებში გამოვლინდა. ეს ანომალიები ძირითადად ტექნოგენური ხასიათისაა, რაც წყალსაცავში წყლის რეგულირების კორელაციით მტკიცდება.

### **თავი III ენგურის მაღლივი თაღოვანი კაშხლის ტანის კვლევა**

#### **გეოდეზიური და გეოფიზიკური მეთოდებით**

##### **3.1 თაღოვან კაშხალზე პირდაპირი და შებრუნებული შვეულების**

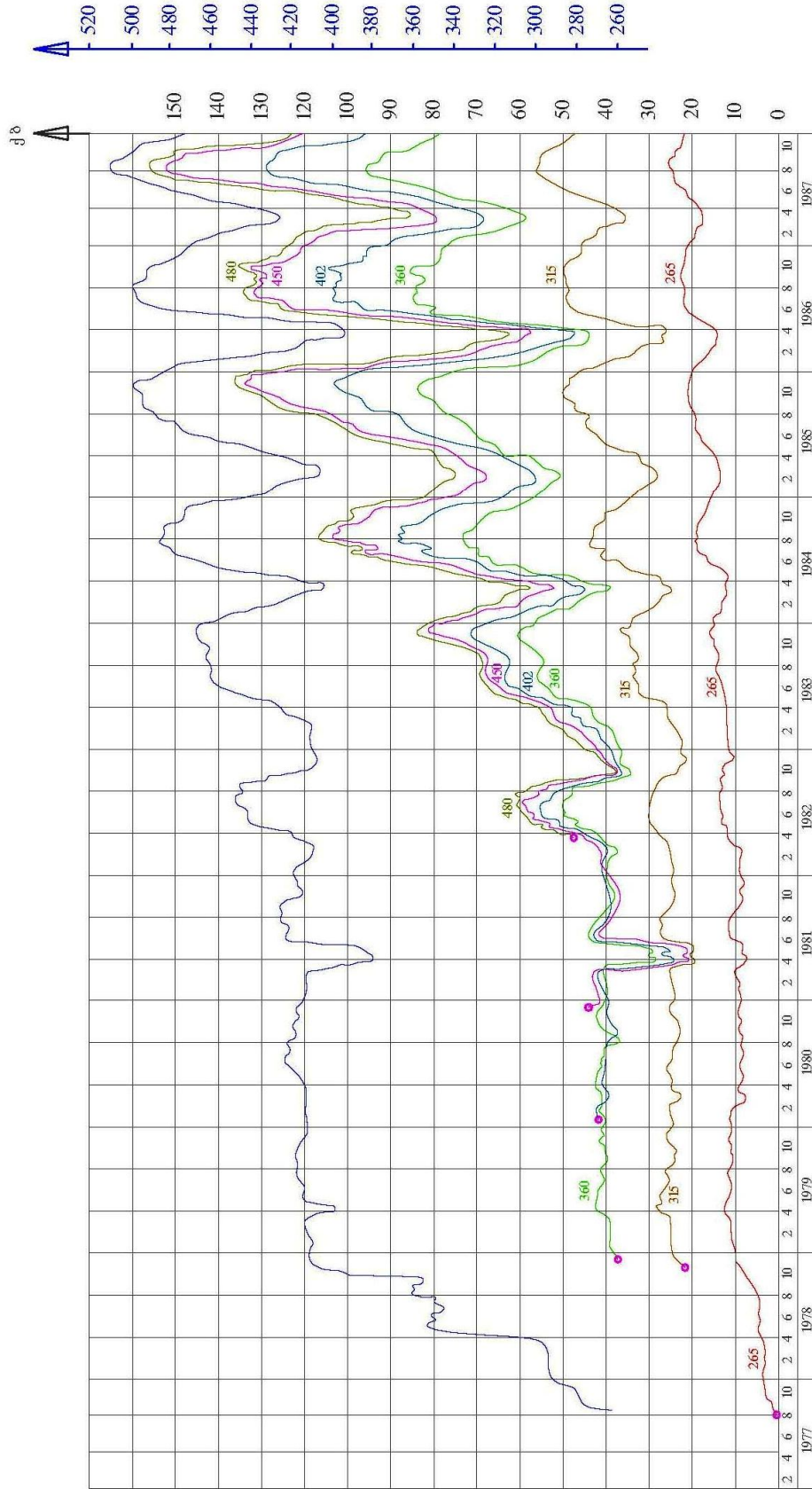
##### **განლაგების სქემა და მიღებული მასალის ანალიზი;**

როგორც უკვე აღვნიშნავდით, კაშხლის ტანში დამონტაჟებული პირდაპირი და შებრუნებული შვეულების ქსელი (განლაგების სქემა ნაჩვენები იყო ნახ.6-ზე) განკუთვნილია მის ჰორიზონტალურ სიბრტყეში ფარდობითი გადაადგილებების განსაზღვრისათვის. ეს ქსელი საშუალებას იძლევა განვახორციელოთ მონიტორინგი მთელი წლიური ციკლის განმავლობაში. ანათვლების აღების ინტენსივობა 2-3 კვირაა. შვეულები ძირითადად განლაგებულია მე-12, მე-18 და 26-ე სექციებში.

საერთოდ, შვეულებით მიღებული შედეგები მათი დამონტაჟების დღიდან შეგვიძლია დავყოთ ორ ეტაპად. პირველი, როცა მიმდინარეობდა კაშხლის ტანის ბეტონით ამოყვანა და არათანაბრად ხდებოდა წყალსაცავში წყლის შევსება-დაცლა და მეორე, როდესაც კაშხლის ტანის მშენებლობის ძირითადი ნაწილი დასრულდა და წყალსაცავში წყლის შევსებამ მიიღო სტაბილური, ციკლური დაცლა-შევსების ხასიათი (1987წ.).

მაგალითისათვის ავიღოთ 1977-1987 წლების პერიოდი მე-18 სექციაში განლაგებული შვეულების მონაცემების მიხედვით (ნახ.7). მათი განხილვიდან ნათლად ჩანს, რომ კაშხლის ტანის დეფორმაციული





ნახ.7 მე-18 სექციის პორდაპირი შვეულუმების გადაადგილება დროში X ლერძის მიმართ 1977-87 წლებში

მოძრაობის ხასიათი თანდათან უფრო მტკიცედ იძენს დრეკად ხასიათს და თანხვედრაში მოდის წყალსაცავში წყლის დონის ციკლურ ცვალებადობასთან. ეს კანონზომიერება ერთნაირია მე-6 ჰორიზონტიდან დაწყებული თხემის ჩათვლით.

მეორე ეტაპი იწყება 1987 წლიდან, როდესაც დასრულდა კაშხლის ტანის მშენებლობა და წყალსაცავში წყლის დონის ციკლური სვლა ამოქმედდა. 1987-1996 წლებში რადიალური მიმართულებით გადაადგილებების გაზომვების შედეგები გვიჩვენებს, რომ წყდ აწევის შედეგად კაშხლის მარჯვენა ნაპირი ზომიერად გადაადგილდება ქვედა ბიეფის მიმართულებით, მაშინ როცა წყდ 425მ ნიშნულის ზევით აწევისას კაშხლის მარცხენა ნაპირის გადაადგილებები შედარებით მეტია (იხ.ცხრილი 1). თუმცა კაშხლის შედარებით ახალგაზრდა ასაკს თუ გავითვალისწინებთ, გადაადგილებების 5მმ/წელიწადში ნაკლები ნაზრდი სრულიად მისაღებია, ვინაიდან მათი აბსოლუტური მნიშვნელობებისთვის არსებობს დროთა განმავლობაში კლებადი ტენდენცია.

*ცხრილი 1*

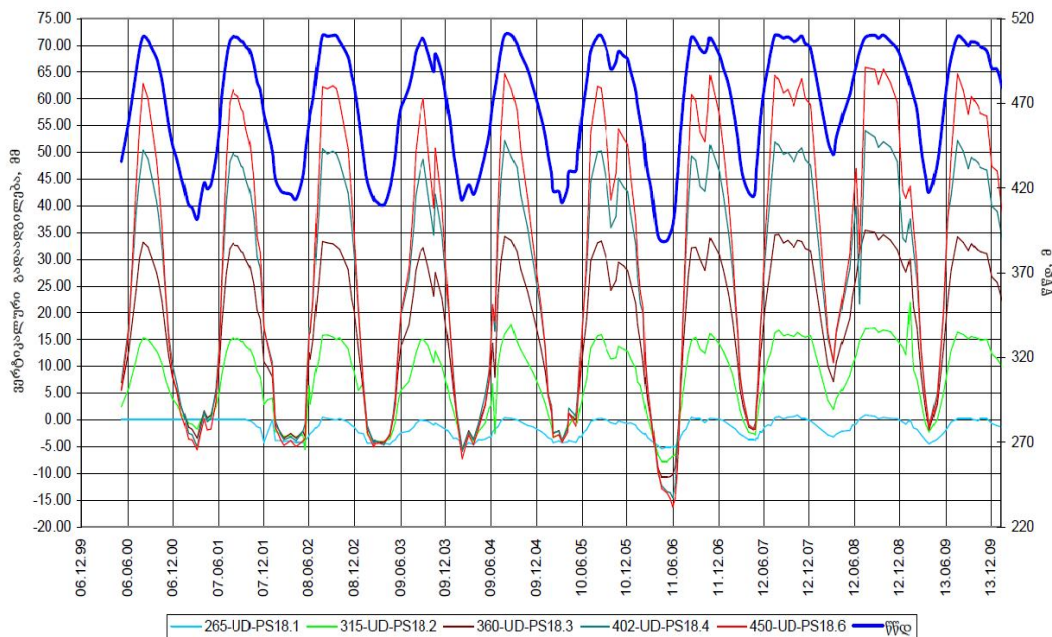
1987-1996 წლებში რადიალური მიმართულებით გადაადგილებების გაზომვების შედეგები

	ჯამური გადაადგილება მმ	საშუალო წლიური გადაადგილება მმ
მარჯვენა ნაპირი	9 - 13	2 - 3
ცენტრალური სექცია	10 - 21	2,5 - 3,5
მარცხენა ნაპირი	13 - 28	3 - 7

უკანასკნელი 9-11 წლის განმავლობაში ჩატარებულმა გაზომვებმა აჩვენა თანხვედრი დამოკიდებულება წყალსაცავის დონის ცვალებადობასთან. აქ აღსანიშნავია 2006 წლის მონაცემები. ამ პერიოდისათვის, როგორც ზემოთ აღვნიშნავდით, მიმდინარეობდა წყალსაცავის სადერივაციო გვირაბის რეაბილიტაცია და წყლის დონე დაწეული იქნა 388,58მ ნიშნულამდე, რამაც შესაბამისი გავლენა მოახდინა კაშხალზე. ეს მოძრაობა კარგად არის ასახული (ნახ.8). გარდა ამისა უკვე



შემოდგომაზე ამავე 2006 წელს წყალსაცავში წყლის 511მ დონის დროს მონაცემები აჩვენებდა ოდნავ დიდ გადაადგილებას განსხვავებით წინა წლების მონაცემებთან. აღნიშნული მოვლენა დაკავშირებულ იქნა ამ პერიოდისათვის (11.2006) დამახასიათებელ დაბალ ტემპერატურასთან, რაც გულისხმობდა კაშხლის ბეტონის შედარებით დაბალ ტემპერატურას, ვიდრე აგვისტოს თვეში, წწდ-ს იგივე ნიშნულზე. შესაბამისად ამ ორი ფაქტორის (წყალსაცავში წყლის მაღალი დონე და ცივი ბეტონი) ერთობლიობამ განაპირობა შედარებით განსხვავებული შედეგი. თუმცა ისიც უნდა იქნას აღნიშნული, რომ კაშხლის ბეტონის ტემპერატურა ამ პერიოდისათვის აღარ იზომებოდა (2005 წლის შემდეგ) და ამიტომ 2006 წლის მონაცემები მოდელირებული იქნა სპეციალისტების მიერ.



ნახ.8 მე-18 სექციის პირდაპირი შვეულების გადაადგილება დროში X ღერძის მიმართ 2000-09 წლებში

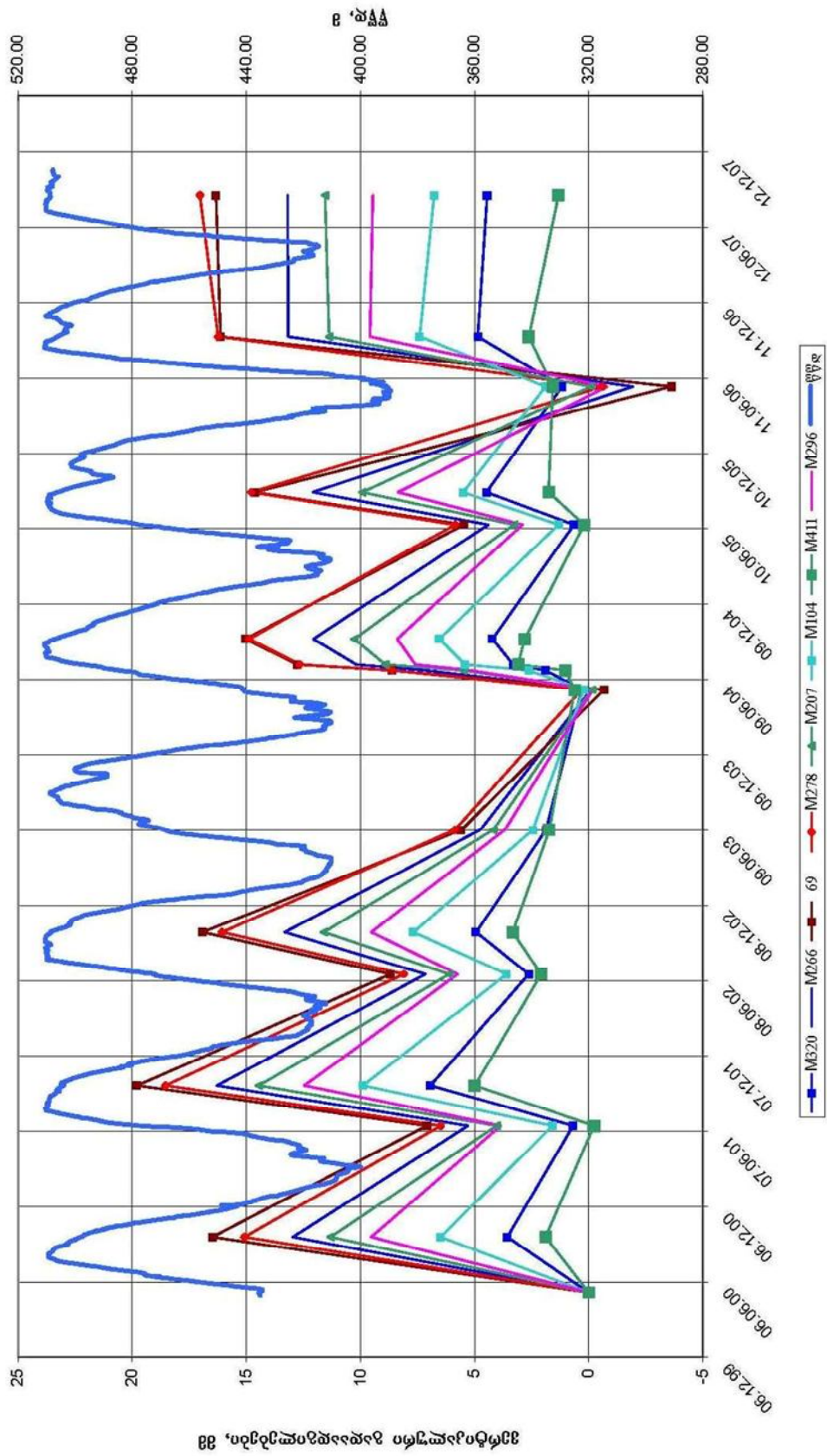
### 3.2 კაშხალზე გეოდეზიური ქსელის პუნქტების განლაგების სქემა და მიღებული მასალის ანალიზი.

კაშხლის გეოდეზიური ქსელი და კერძოდ სასიმაღლო საფუძველი განლაგებულია ექვსივე ჰორიზონტზე. მე-5 და მე-6 ჰორიზონტები მიბმულია 300მ ნიშნულზე მდ. ენგურის მარცხენა ნაპირზე არსებულ

რეპერების ჯგუფთან (Rp1, Rp2 და Rp3) Rp9-ს საშუალებით. ასევე მე-4 ჰორიზონტი იგივე ქსელს უკავშირდება Lp4-ს საშუალებით. მეორე და მესამე ჰორიზონტები დაკავშირებულია ერთმანეთთან და მე-4 ჰორიზონტთან შემოსავლელი გვირავით. ასევე თხემი მიბმულია 510მ ნიშნულზე მდ. ენგურის მარჯვენა ნაპირზე არსებულ რეპერების ჯგუფთან (Rp 21, Rp22 და Rp23).

1987 წლის შემდეგ, როდესაც ამოქმედდა წყალსაცავში წყლის ციკლური ცვლა, კაშხალზე სასიმალო ქსელის მონიტორინგი წელიწადში მიმდინარეობდა სულ ცოტა ორჯერ, წწდ-ს მაქსიმუმის და მინიმუმის დროს. თუმცა დღეისათვის მხოლოდ შემოდგომის ციკლი ტარდება, რაც ნამდვილად არ არის საკმარისი სრულფასოვანი სურათის შესაქმნელად. დღევანდელი გადასახედიდან თუ ვიმსჯელებთ უპირანი იქნება კაშხლის ტანის თანამედროვე ვერტიკალურ გადაადგილებებზე ვიმსჯელოთ უკანასკნელი (2000-2009წ) პერიოდის მონაცემების მიხედვით, მითუმეტეს 2000 წლის ზაფხული მიღებულია საწყის გამოსავალ ციკლად (წწდ იყო 435-440მ). ამ მიდგომით ყველა ჰორიზონტზე იკვეთება ვერტიკალური გადაადგილებების საერთო კანონზომიერებები. მარკების აწევა წყალსაცავში წყლის დონის აწევისას ყველაზე მეტად შეინიშნება ცენტრალურ კვეთში (თხემზე 19მმ-მდე, მე-5 და მე-6 ჰორიზონტებზე 8 მმ-მდე). სანაპირო ბურჯებზე (მარკები 320 და 411) ჯდომა აღწევს 5-7მმ-ს (ნახ.9). აღნიშნულ სიდიდეში სავარაუდოდ შედის ტემპერატურული ეფექტიც (ბეტონის ტემპერატურის მატება). კაშხლის ტანისა და ფუძის ნარჩენი ჯდომები, თხემზე, მე-5 და მე-6 ჰორიზონტებზე არ შეიმჩნევა. უნდა ვიფიქროთ, რომ ისინი გაზომვების სიზუსტის ფარგლებშია.

როგორც ცნობილია, ყოველწლიურად ძირითადად სრულდება გაზომვების ორი ციკლი: წყალსაცავში წყლის მაღალ და დაბალ ნიშნულზე. მაგრამ ყოველთვის გაზომვები ვერ ტარდება წყლის მაქსიმალურ ნიშნულზე, რაც თავის მხრივ მნიშვნელოვნად ართულებს ნარჩენი ჯდომების შეფასებას.



ნახ.9 კაშხლოს თხემის ჯდომების გრაფიკი

კაშხალზე სასიმალო ქსელის პუნქტების ჯდომის განსაზღვრის სამუალო კვადრატული ცდომილება არ აღემატება 1მმ-ს. აღნიშნული სიზუსტე შეესაბამება საპროექტო მოთხოვნას.

### 3.3 კაშხლის გეოფიზიკური კვლევები და მათი შედეგები

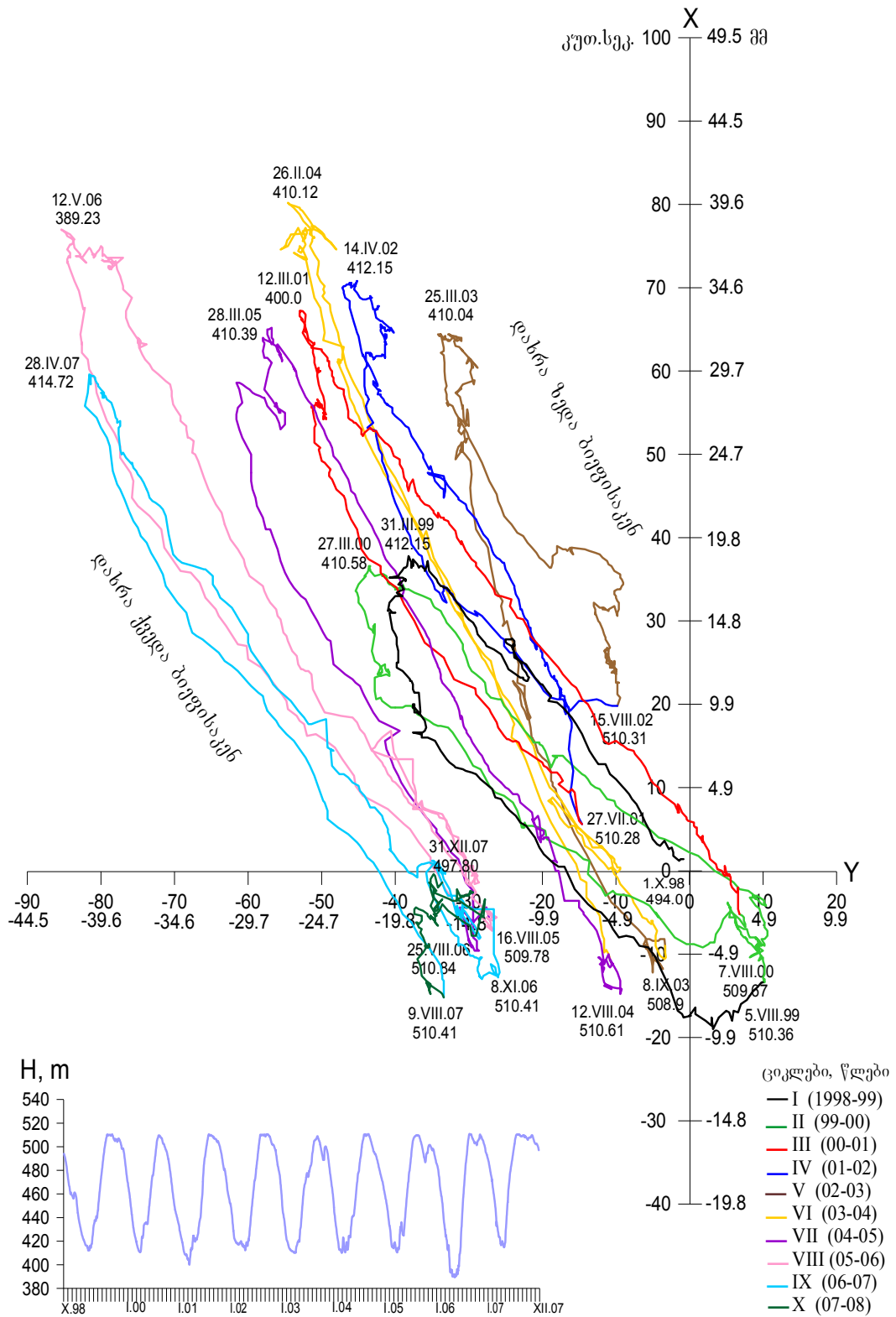
ენგურის მაღლივ კაშხალზე ტრადიციულ პირდაპირ და უკუშვეულების და გეოდეზიურ ნიველობასთან ერთად 1998 წლიდან გამოყენებულ იქნა სტაციონარულ რეჟიმში მომუშავე მაღალი სიზუსტის დახრისმზომები (ტილტმეტრები) ციფრული ინდიკაციით. ამ აპარატურის გამოყენებას კაშხლების უსაფრთხო ექსპლუატაციის მიზნით, როგორც დაზიანების შემთხვევაში მოახლოებული საფრთხის მაუწყებელს, მსოფლიოში სულ უფრო და უფრო დიდი ყურადღება ექცევა.

ენგურის კაშხლის დახრისმზომების (T-ტილტმეტრები) განლაგების სქემა მოცემულა ნახ.2-ზე. კაშხლის დეფორმაციის ზომას  $\Delta H/H$  წარმოადგენს ფარდობითი ძვრის  $\theta$  კუთხე (მოდული), რომელიც დახრისმზომების სამუალებით მის სხვადასხვა ჰორიზონტზე დაიკვირვება. მცირე დახრის კუთხის შემთხვევაში შეგვიძლია დავწეროთ:

$$\sin \theta = \theta = \frac{\Delta H}{H}, \text{ აქედან } \Delta H = \frac{H \times \theta''}{206265''}.$$

ესაა მიახლოებითი გამოსახულება, რომლის მიხედვით შეგვიძლია მოცემულ ადგილზე კაშხლის დახრის კუთხის მიხედვით ვიანგარიშოთ მისი  $\Delta H$  გადახრა ფუძის მიმართ.

წარმოდგენილ მასალაზე დაყრდნობით ნახ.10-ზე მოცემულია მე-12 სექციის 402მ ნიშნულზე კაშხლის ყოველდღიური მოძრაობის ვექტორული დიაგრამა. როგორც ნახაზიდან ჩანს, ამ პუნქტზე დაკვირვებულია წყალსაცავის დამუშავება – ავსების ათი ციკლი, რომლის დროს კაშხალი გადაადგილდება ქვედა ბიეფიდან ზედა ბიეფისაკენ და პირიქით. ამ მოძრაობების დროს კაშხალი შემოწერს ჰისტერეზისის მარყუჟის მსგავს მრუდებს, რომელთა კონფიგურაცია განპირობებულია წყალსაცავის



ნახ.10 ენგურჰესის თაღოვანი კაშლის მე-12 სექციის 402 მ ნიშნულზე დახრების და ფუძის მიმართ გადაადგილებების ვექტორული დიაგრამა წუნდ ცვლილების გრაფიკთან ერთად 1998 წლის ოქტომბრიდან 2008 წლის ბოლომდე.

ავსება-დაცლის მრუდებს, რომელთა კონფიგურაცია განპირობებულია წყალსაცავის ავსება-დაცლის სიჩქარით, გაჩერებებით, აჩქარებებით და სხვადასხვა წელს წყალსაცავში მინიმალური დონის სხვადასხვაობით. როგორც ცნობილია, წყალსაცავში მაქსიმალური დონე, განსხვავებით მინიმალური დონისა, 1-2მ სიზუსტით ყოველთვის 510მ ტოლია.

ჰისტერეზისის მრუდები შეიცავენ ინფორმაციას მთელი სისტემის (კაშხალი და ფუძე) დრეკადობის ხასიათზე. როგორც ცნობილია, ჰუკის სხეულისათვის ჰისტერეზისს ადგილი არ აქვს. სხეულში ბზარების არსებობა იწვევს წრფივობიდან გადახრას, რაც პრინციპში კაშხლის მდგომარეობის დიაგნოსტიკის საშუალებას იძლევა.

ამ მონაცემების საფუძველზე მე-2 ცხრილში კაშხლის თითოეული პუნქტისათვის მოცემულია დახრისმზომებით მიღებული ზედა და ქვედა ბიეფისაკენ, მარჯვენა და მარცხენა ნაპირებისაკენ გადახრების საშუალო წლიური მნიშვნელობები.

ცხრილი 2

დახრისმზომების გადახრების საშუალო წლიური მნიშვნელობები

პუნქტების დასახელება	გადახრა ზედა ბიეფისაკენ, მმ	გადახრა მარჯვენა ნაპირისაკენ, მმ	გადახრა ქვედა ბიეფისაკენ, მმ		გადახრა მარცხენა ნაპირისაკენ, მმ	
			დახრის-მზომებით	შვეულებით	დახრის-მზომებით	შვეულებით
მე-12 სექცია						
3608	17.0	14.5	16.5	19.5	14.9	4.5
4028	40.6	23.4	38.1	39.1	19.8	10.1
4758	53.6	45.1	51.8	60.2	39.4	22.4
მე-18 სექცია						
4028	56.1	15.9	61.9	57.6	21.1	3.2
26-ე სექცია						
4028	31.9	11.4	31.3	30.0	10.7	10.8

ამავე ცხრილის ბოლო სვეტებში შედარებისათვის მოცემულია შვეულებზე მიღებული შედეგები, რომლებიც აღებულია უცხოელი ექსპერტების 2006 წლის ანგარიშიდან. მასალის შედარებიდან ირკვევა, რომ კაშხლის ქვედა ბიეფისაკენ გადაადგილებებში (ზედა ბიეფისაკენ გადაადგილებები ანგარიშში წარმოდგენილი არ არის) ამ ორი მეთოდით კარგი თანხვედნაა, რასაც ვერ ვიტყვით კაშხლის მარცხენა ნაპირისაკენ გადახრებზე. აქ უმეტეს შემთვევაში დახრისმზომებით შედარებით დიდი მნიშვნელობებია მიღებული, რაც საჭიროებს გარკვევას, თუ რომელი მონაცემია სწორი.

## დასკვნა

საქართველოში ჰიდროტექნიკურ მშენებლობის პრაქტიკაში პირველად ენგურჰესის ობიექტზე, მისი მშენებლობის პერიოდში ჩატარდა და დღესაც ტარდება გეოდინამიკური მონიტორინგის ფართო კომპლექსი. მრავალწლიანი დაკვირვებების შედეგად მიღებული მასალის ანალიზი საშუალებას გვაძლევს გავაკეთოთ შემდეგი დასკვნები.

1. ენგურჰესის სათაო ნაგებობის ტერიტორიაზე ჩატარებული გეოფიზიკური, გეოდეზიური და შვეულების მონაცემების საფუძველზე დადგენილია თანამედროვე ტექტონიკური მოძრაობების ფონური მნიშვნელობები და მათი დროში ცვალებადობის ხასიათი. კაშხლის მშენებლობამდე და მშენებლობის პერიოდში დედამიწის ზედაპირის დახრები და გადაადგილებები პირველ ერთეულ მმ არ აღემატებოდა. ზედაპირის დახრების დომინირებული მიმართულება სამხრეთ-აღმოსავლეთითაა მიმართული, როგორც დიდი კავკასიონის სამხრეთი ფერდი.

2. მარჯვენა სანაპიროს რღვევის ზონაში წყალსაცავის ავსებამდე ჩატარებული დახრისმზომითი და დეფორმოგრაფიული დაკვირვებებით კაშხლის ფუძეში არსებულ სტრუქტურულ ბლოკებს შორის მემკვიდრეობითი დიფერენცირებული ტექტონიკური მოძრაობები არ

გამოვლენილა. ამ მაღალი სიზუსტის ინსტრუმენტული დაკვირვებებით დამტკიცდა, ადრე გეოლოგიური დაკვირვებებით გაკეთებული დასკვნა, რღვევაზე მემკვიდრეობითი და აქტიური ტექტონიკური მოძრაობების არარსებობის თაობაზე. რღვევის ზონაში გამოვლენილ გადაადგილებებსა და მიკროდეფორმაციებს ბლოკებს შორის დაახლოებისა და დაცილების მონაცვლეობის ხასიათი აქვს, დაცილების პროცესის სიჭარბით იმ დროს, როცა ბლოკებს შორის გადაადგილებების ფონური მნიშვნელობები (წნდ ციკლურ ცვლებადობამდე) წელიწადში 60-70 მკმ არ აღემატება.

3. წყალსაცავის მაქსიმუმამდე შევსების (1987წ.) და შემდგომ შევსება დამუშავების ციკლურობის მიმდინარეობისას რღვევაზე შეინიშნება დეფორმაციული პროცესების გააქტიურება. უკანასკნელი ათი წლის მანძილზე (2000-2010წწ) ტექტონიკურ რღვევაზე გაჭიმვითმა მოძრაობებმა 1,8მმ შეადგინა, რაც ჩვენი აზრით ანგარიშგასაწევი სიდიდეა. ამ სიდიდის შემცირება შეიძლება, თუ შევამცირებთ დიდ განსხვავებას წყალსაცავის წყლით ავსებისა და დამუშავების დროებს შორის და დონეთა ვარდნას 510 მ-დან 440 მ-მდე ისე, რომ ელექტროენერგიის გამომუშავება არ შემცირდეს.

4. გეოდეზიური მონაცემებით კაშხლის ყველა ჰორიზონტზე იკვეთება ვერტიკალური გადაადგილებების საერთო კანონზომიერებები. წნდ აწევისას მარკები განიცდიან ვერტიკალურ გადაადგილებას, მასთან ყველაზე მეტად ეს შეინიშნება ცენტრალურ კვეთაში (თხემზე 19მმ-მდე, მე-5 და მე-6 ჰორიზონტებზე 8მმ-მდე. სანაპიროს ბურჯებზე (მარკები 320-411) ჯდომა აღწევს 5-7 მმ. კაშხლის ტანსა და ფუძეში ნარჩენის ჯდომები, როგორც თხემზე ისე მე-5 და მე-6 ჰორიზონტებზე არ შეიმჩნევა. სავარაუდოა, ისინი გაზომვის ცდომილების ფარგლებში მერყეობენ. წნდ დაშვებისას მიმდინარეობს მარკების დაწევა, აღნიშნული სურათი ტიპიურია და შეიძლება ითქვას, ასახავს ამ ტიპის კაშხლების მუშაობას წნდ ცვლილებების დროს.

5. შვეულების მონაცემების მიხედვით ჰორიზონტალურ სიბრტყეში კაშხლის გადაადგილება თანხვედრაშია წნდ ცვალებადობასთან. აქ



მაქსიმალური გადაადგილებები მოდის არა კაშხლის თხემზე, არამედ კაშხლის ცენტრალური ნაწილის 450-475მ ნიშნულზე, თუმცა უნდა ითქვას, რომ კაშხლის ტანის დეფორმაცია ჰორიზონტალურ სიბრტყეში არასიმეტრიულია, მარჯვენა ნაპირი მეტად მგრძნობიარეა, ვიდრე მარცხენა.

6. მიგვაჩნია, რომ აუცილებელია ერთმანეთთან დაკავშირდეს პოლიგონომეტრიული ქსელი და შვეულების სისტემა, რაც გააუმჯობესებს ორივე სახის გაზომვების სიზუსტეს და სრულყოფილად გვაჩვენებს კაშხლის ტანის თანამედროვე მოძრაობას.

7. აუცილებელია გეოდეზიური დაკვირვებები წელიწადში ჩატარდეს სულ ცოტა ორჯერ, წწდ მაქსიმუმზე და მინიმუმზე, რადგან უკანასკნელ წლებში მიმდინარე პროცესები საშუალებას არ იძლევა სრულფასოვნად შევაფასოთ მიმდინარე დეფორმაციული პროცესები.

8. დასასრულ, თუ შევაჯამებთ ყველა ზემოაღნიშნული მეთოდებით და აპარატურით შესრულებული გამოკვლევების შედეგებს, შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ დღემდე ჩატარებული დაკვირვებების შედეგად, როგორც კაშხლის ფუძეში, ისე მის ტანში გამოვლენილი დეფორმაციული პროცესები და გადაადგილებები ძირითადად შექცევადია, ანომალური გადახრები არ გამოვლენილა და კაშხლის ქცევის დინამიკა ნორმალურად შეიძლება ჩაითვალოს.

**ნაშრომის აპრობაცია.** სამუშაოს ძირითადი გამოკვლევები და შედეგები მოხსენებულ იქნა საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის 77-ე და 78-ე ღია საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციებზე და თემატურ სემინარებზე.

#### **გამოქვეყნებული პუბლიკაციები:**

1. **Абашидзе В.Г., Челидзе Т.Л., Цагурия Т.А., Кобахидзе Т.В., Чиаурели Г.Г.**  
Результаты деформографических наблюдений в зоне правобережного

- разлома на территории арочной плотины Ингурской ГЭС. Тр. Инст. геофизики. М.З. Нодиа, Т.LX, 2008. с. 54-59
2. მესხი მ., პაპავა დ., ჭიაურელი გ., მაძამია კ. გეოდეზიური გადაკვეთების დამატებითი საკონტროლო პირობა. ჟურ. “სამთო ჟურნალი” №1(24), 2010. გვ. 43-44
  3. მესხი მ., ჭიაურელი გ. ნაგებობათა დეფორმაციების პროგნოზირებისათვის ემპირიული პარამეტრების დადგენის გრაფიკული მეთოდი. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, შრომები №1(475), 2010. გვ. 54-58
  4. ჭიაურელი გ. „ენგურის თაღოვანი კაშხლის მარჯვენა სანაპირო რვევაზე დეფორმოგრაფიული დაკვირვებების შედეგები“ სტუ, 77-ე სამეცნიერო ტექნიკური კომფერენცია, 2009წ.
  5. ჭიაურელი გ., პაპავა დ. “ჰორიზონტალური დეფორმაციების დადგენისთვის შვეულებისა და პოლიგონომეტრის მარკების ურთიერთკავშირის შესახებ (ენგურის მაღლივი კაშხლის მაგალითზე)”, სტუ, 78-ე სამეცნიერო ტექნიკური კომფერენცია, 2010წ.

## Abstract

The safe and smooth operation of the strategic modern large-scale engineer constructions, such a, hydropower stations, thermoelectric and nuclear power stations, high-rise buildings, bridges, large tunnels, etc, depends on their steadiness.

Being a high risky construction, Enguri hydro power electric station is under control starting from its construction through the whole period of operation.

enguri complex consists of 271.5 m height arc dam near village Jvari,  $1,1 \times 10^9$  MT water reservoir, 15 km derivation tunnel cut in the mountains and underground hydro power station with five hydroelectric generators in village Saberio. There are also 4 fallen dam. The total capacity of Enguri hydro electric power station is 1640 thousand kW.

Enguri hydro electric power station construction is unique one as it was built in the complex geological and seismically active region. Therefore, during its designing and construction various geodesy, geophysics and other observations were carried out. Most of these observations are still ongoing.

The present paper contains instrumental observation materials of Enguri dam and surrounding area carried out during many years. The plumb and reverse plumbs materials were obtained starting from their mounting until present. Also materials of geodesy leveling, tiltmeter and dephomography.

From the geology point of view one of the main tectonic element of Enguri power plant region is up throw fault ingirish fracture, which is laid in the reservoir base to the west from the dam and has sub meridian spread. The deviation of this fracture is the rupture of the same type that crosses right base of the dam. Displacements are spread almost parallel to river Enguri and falls to the right bank slope at 75-80° angle.

According to the tiltmeter and dephomography observations carried out on the dam base before flooding the reservoir no deferential movements were detected between the structural blocks of the fracture. Movements and deformations between the blocks have closing and separation alternate character, however mostly separation.

Geodesy high-raise network is presented by two independent networks. At 511m high-raise and 300m low marks of upper reach and also in all six horizons in the dam.

The rocky layers of lower reach became significantly active after reservoir formation. Naturally, by the impact of water quantity the descents in the lower reach and base yielding were expected. However it did not happen, but benchmarks and markers started to arise. This was especially well seen at the distance of 300 m from the dam. The relative raise of benchmarks was +7.2 mm.

The certain regularity is seen in the movements of all six horizons of the dam. The most noticeable are 3<sup>rd</sup>, 4<sup>th</sup> and 5<sup>th</sup> horizons where there is rising in the central part of the dam. It is lowered when approaching the rock and then rises again.

The reason of such movements of markers in the central part of the dam is the increased pressure resulted from flooding the reservoir. The dam and base residue convergences are not noticed; supposedly, they are within the measurement accuracy limits.

According to the materials obtained at tiltmeter stations, the dam pitches at the various sections and levels are in accordance with reservoir water regulation. The dam is moving as a single whole and this movement is fully corresponds to water regulation speed, its slowing and standing processes.

Based on these data it could be noted that the dam movements and deformation processes are mainly reversible.

According to plumb indices, the character of dam deformation movements gradually becomes flexible and corresponds to cycling changes of reservoir water level. This regularity is the same from the 6th horizon including the crest.

Finally, taking into consideration all observation results carried out by means of the above-mentioned methods and equipment, it could be said that the deformation processes and movements of the dam and its base are mainly reversible, no abnormal deviations were detected during these period and the dynamics of the dam behavior can be considered as normal.