

## მესტიაჭალა 1 ჰესი მონიტორინგისა და ადრეული გაფრთხილების სისტემა კონცეფცია და სამოქმედო გეგმა

აღნიშნული დოკუმენტის მიზანია მესტიაჭალა 1 ჰესისთვის ხეობაში ბუნებრივი საფრთხეების მონიტორინგისა და ადრეული გაფრთხილების სისტემების კონცეპტუალური გადაწყვეტილებების წარმოდგენა-შეთავაზება.

2019 წლის ზაფხულის სტიქიის შეფასებების, თანმდევი კვლევებისა და დამკვეთთან კონსულტაციების საფუძველზე ამ ეტაპისთვის გამოიკვეთა ზოგადი ინტერესის არეალები, ასევე განისაზღვრა კონკრეტული ჰიდრო-გეოდინამიკური და მეტეოროლოგიური ფაქტორები, რომელზეც რეკომენდებულია განხორციელდეს მუდმივი ინსტრუმენტული მონიტორინგი, ადრეული გაფრთხილების სისტემის დეტალური ტექნიკური გადაწყვეტილება და მისი იმპლემენტაცია. შემოთავაზებული სისტემის კონცეფცია იზიარებს ასევე გერმანულ-ავსტრიული საინჟინრო ჯგუფის მიერ 2020 წლის გეო-საფრთხეების შეფასების ანგარიშს პროექტის არეალში, რომლის ფარგლებშიც განხორციელდა მრავალმხრივი საინჟინრო-გეოლოგიური და ჰიდრო-გეო-დინამიკური გაანგარიშებები და მოდელირება. განისაზღვრა მოსალოდნელი გეო-კატასტროფების ტიპები და კრიტიკული უბნები. (Field research and geohazard assessment for Mestiachala HPP, 10<sup>th</sup> of December, 2020, Boku, Trumer, BBB). ამდენად, რიგი კვლევების შესაბამისად განისაზღვრა გაფრთხილების სისტემის საკონტროლო პარამეტრები, არეალები და შემუშავდა წინამდებარე მონიტორინგისა და ადრეული გაფრთხილების სისტემის კონცეფცია.

პრობლემის მასშტაბურობისა და მრავალმხრივობის გამო, შემოთავაზებული მონიტორინგისა და გაფრთხილების სისტემა კომბინირებულ მეთოდზეა დაფუძნებული. კონცეფცია მოიაზრებს მეტეოროლოგიურ, ჰიდრომეტრიულ და გეოდინამიკურ პარამეტრებზე მუდმივ ინსტრუმენტულ (in-situ) და სატელიტურ დაკვირვებებს, მათ ერთიან სისტემაში ინტეგრაციასა და წინასწარ დადგენილი ზღვრული პარამეტრების მეშვეობით შემუშავებული გაფრთხილებების თუ ქმედებების ინიცირებას.

პირველადი ინსტრუმენტული და სატელიტური დაკვირვებებისა და გაფრთხილების სისტემა უნდა შედგებოდეს შემდეგი ძირითადი კომპონენტებისგან:

1. ადგილობრივი ინსტრუმენტული (in-situ) ჰიდრო-გეოდინამიკური და მეტეოროლოგიური მონიტორინგისა და ადრეული გაფრთხილების სისტემა:
  - 1.1. ორი ერთეული ავტონომიური სპეციალიზებული მეტეოროლოგიური სადგური - რომელებიც განთავსდება მდ. მურყვამის და მდ. მესტიაჭალას წყალშემკრებ აუზებში - მეტეოროლოგიური პარამეტრები, როგორც ჰიდროდინამიკური პროცესების ერთ-ერთი პირველადი მაპროვოცირებელი ფაქტორი, გამოყენებული იქნება ადრეული გაფრთხილება-პროგნოზირების ერთ-ერთ კრიტერიუმად. სპეციალიზირებული სადგური განკუთვნილია მაღალმთიან/ალპურ ზონაში განსათავსებლად და არ მოითხოვს ტექნიკურ მომსახურებას წლების მანძილზე.



ფიგურა 1: ღვარცოფული პროცესების ადრეული გაფრთხილების სისტემა რადიო კომუნიკაციით - მეტეო სადგური (ავსტრია)

- 1.2. რადარული უკონტაქტო მდინარის/ნაკადის ხარჯმზომი ავტონომიური სისტემები, რომელიც მოიაზრება დაყენდეს მესტიაჭალა 1 ჰესის ახალი სათავე ნაგებობის ზედა ბიეფში და ძველი სათავე ნაგებობის ქვედა ბიეფში - სისტემები მუდმივ რეჟიმში განახორციელებს ნაკადის დონის, სიჩქარისა და ხარჯის მონიტორინგს შესაძლო წყალმოვარდნებისა და ღვარცოფული პროცესების დაფიქსირებისთვის. შემოთავაზებული სისტემა მსოფლიოში ფართოდ გამოიყენება წყალმოვარდნების ადრეული პროგნოზირებისთვის. ნაკადის სიჩქარის მზომი უნიკალური სენსორის მეშვეობით შესაძლებელია ადრეულ ეტაპზე მოხდეს წყალმოვარდნის იდენტიფიცირება. შეგროვებული ნაკადის ხარჯის მონაცემები სხვა ნატურულ დაკვირვებებთან ერთად მნიშვნელოვანი ინსტრუმენტია ადრეული

გაფრთხილების ფაქტობრივი ზღვრული კრიტერიუმების დასადგენად. მოიაზრება ხარჯმზომ სისტემებთან კამერის (Timelapse) ინტეგრაცია, სადგურების არეალის ვიზუალური მონიტორინგისთვის.



ფიგურა 2: რადარული უკონტაქტო ხარჯმზომი ავტონომიური სისტემების მონტაჟის სხვადასხვა მაგალითები (ტაჯიკეთი, საქართველო)

1.3. მასების მოძრაობის მკონტროლებელი რადარული ავტონომიური სისტემა, რომლის გამოყენებაც მოიაზრება მურყვამის ხეობიდან მომდინარე ღვარცოფული (თუ სხვა მასების მოძრაობის) საფრთხეების მცისიერი დაფიქსირება-გაფრთხილებისთვის. სისტემა შესაძლებელია განთავსდეს მდ. მესტიაჭალის მარჯვენა ფერდობზე (დაზიანებული სათავე ნაგებობის არეალში), სათანადოდ შემალღებულ ნიშნულზე. შემოთავაზებული სისტემის (რადარის) დისტანციური ზონდირების დიაპაზონი შეადგენს 2000 მეტრს, 5-10 გრადუსიანი გაშლის კუთხით, რომელიც მურყვამის ფაქტობრივად სრული ხეობის დინამიური მონიტორინგის საშუალებას იძლევა. აღსანიშნავია, რომ სისტემა შესაძლებელია გამოყენებული იყოს სეზონურად, სხვადასხვა ადგილზე გადაადგილებით როგორც ზვავურ

ასევე ღვარცოფულ პროცესებზე დასაკვირვებლად/გამაფრთხილებლად. დამატებით მოიაზრება რადარული სადგურის აღჭურვა მაღალი რეზოლუციისა და ოპტიკური გაფართოების კამერით რეალურ დროში ვიზუალური გამოსახულების გადმოცემის საშუალებით.



ფიგურა 3: ღვარცოფული პროცესების ადრეული გაფრთხილების სისტემა რადიო კომუნიკაციით - მასების მოძრაობის მაკონტროლებელი რადარული ავტონომიური სისტემა (ავსტრია)

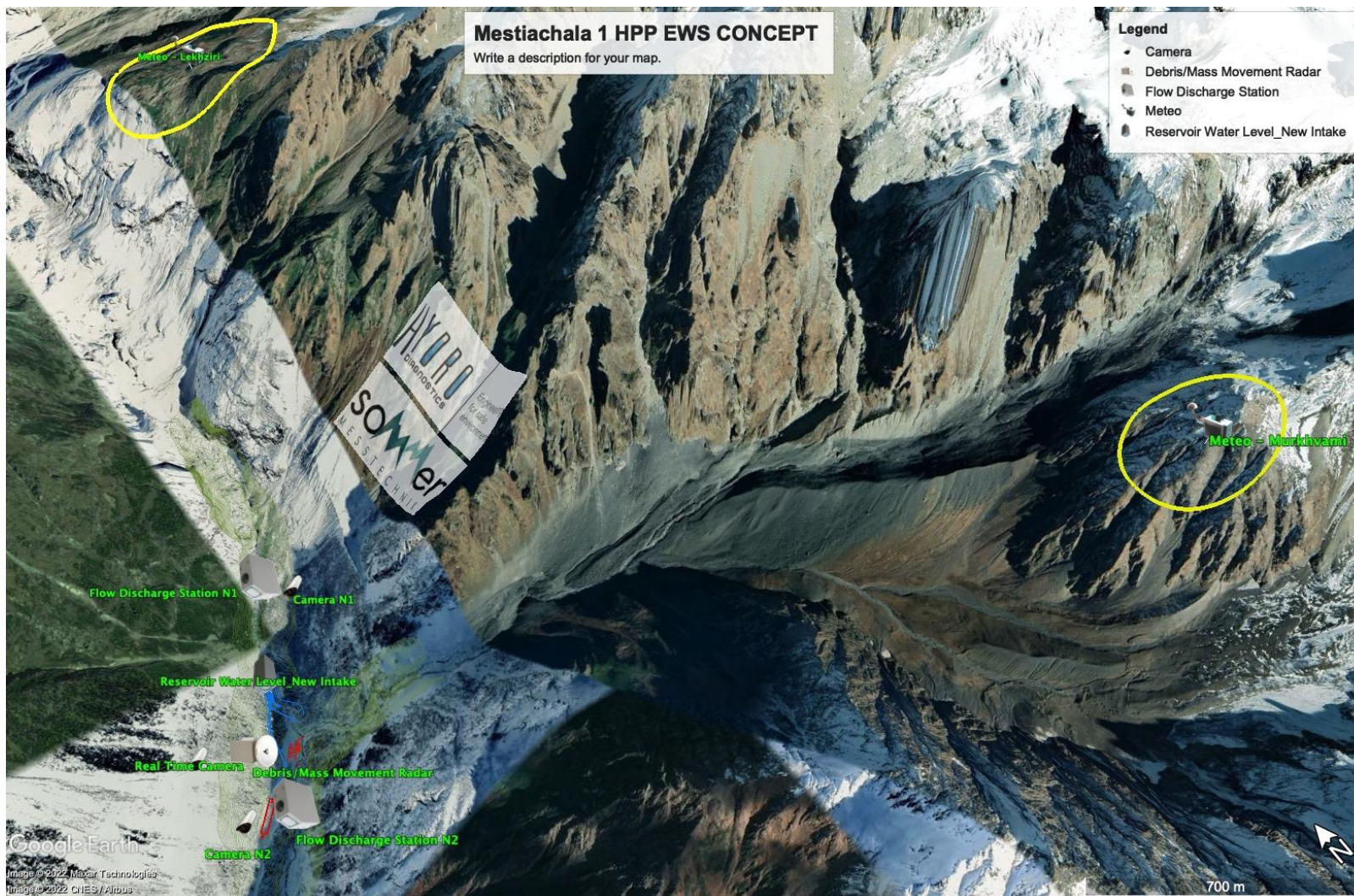
1.4. ხეობაში განლაგებული სისტემების ერთიან ქსელში ინტეგრირება და მონაცემებისა თუ გაფრთხილების ტელემეტრია განხორციელდება ლოკალური რადიო ქსელის მეშვეობით. მონაცემებისა და გაფრთხილების მართვის ცენტრალური სადგური განთავსდება ლოკაციაზე, სადაც ხელმისაწვდომია ოპტიკური ან/და უსადენო მუდმივი ინტერნეტ კავშირი. აღნიშნული სისტემა უზრუნველყოფს გაფრთხილების სხვადასხვა საშუალებების ინიცირებას, როგორებიცაა: შეტყობინება საინფორმაციო ტაბლოზე, სირენის ან/და მაშუქი სიგნალი, SMS/Email შეტყობინება და სხვა.



ფიგურა 4: ღვარცოფული პროცესების ადრეული გაფრთხილების სისტემა რადიო და GSM კომუნიკაციით - ცენტრალური მონაცემების/გაფრთხილებების შემკრები და მართვის ავტონომიური სისტემა (ავსტრია)

შემოთავაზებული სისტემის კონცეფცია მოიაზრება კომპლექსური ადრეული გაფრთხილების სისტემის პირველ ეტაპად. აღნიშნულის განხორციელების შემდეგ, რეკომენდებულია სისტემის გაუჯობესება-გავრცობა ფაქტობრივი შეგროვებული მონაცემების საფუძველზე. შერჩეული სისტემების შეგროვებული ნატურული დაკვირვებების მონაცემები გამოიყენება როგორც შემოთავაზებული ადრეული გაფრთხილების სისტემის კრიტერიუმების დასაზუსტებლად, აგრეთვე სხვადასხვა რელევანტური მოდელირებისა და კვლევების სრულყოფისა და კალიბრაციისთვის.

შემოთავაზებული მონიტორინგისა და გაფრთხილების სისტემის კონცეპტუალური/პოტენციური განლაგების სქემა მოცემულია ფიგურა 5-ზე.



ფიგურა 5: მონიტორინგისა და გაფრთხილების სისტემის კონცეპტუალური/პოტენციური განლაგების სქემა

N24 Yuri Gagarin str., office #304, 0160, Tbilisi, Georgia

საქართველო, ქ. თბილისი, 0160, იური გაგარინის N24, ოფისი N304

ტელ. Tel. / ფაქსი Fax: +995 (0)32 236 34 02; ელ. ფოსტა / E-mail: info@hydrodiagnostics.ge

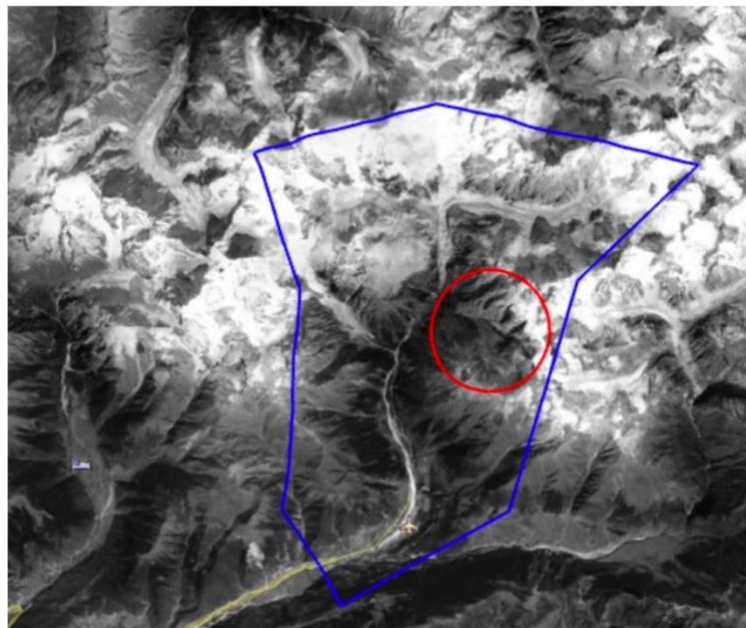
[www.hydrodiagnostics.ge](http://www.hydrodiagnostics.ge)

2. სატელიტური დისტანციური ზონდირების ტექნოლოგია - ინტერფერომეტრული სატელიტური რადარი (InSAR) საშუალებას მოგვცემს შევქმნათ საპროექტო ან/და ინტერესის არეალში დეფორმაციების საბაზისო რუკა. აღნიშნული წარმოადგენს კვლევას, რომელიც შესაძლებელს ხდის გეოდინამიკურ პროცესებზე დაკვირვებასა და დეფორმაციების ტენდენციების განსაზღვრას. კვლევა უზრუნველყოფს რელიეფის გადაადგილების მაღალი სიზუსტით გაზომვას სატელიტური რადარული (SAR) სურათების სპეციალური ალგორითმული დამუშავებით. InSAR ტექნოლოგიით შესაძლებელია ეფექტურად განხორციელდეს როგორც ფართო არეალის გეოდინამიკური პროცესების შესწავლა, ასევე შემდგომი მუდმივი მონიტორინგი. მონიტორინგის შემთხვევაში შესაძლებელია დეფორმაციების რუკის მაქს. ყოველ 10 დღეში განახლება, შესაბამისი ანგარიშის მომზადება, დეფორმაციის ტრენდების ვარიაციის დადგენა და შესაბამისი გაფრთხილებების ინიცირება. ამ ეტაპზე ტექნოლოგიის გამოყენებადობის ტექნიკურ-ეკონომიური შეფასება განხორციელდა როგორც მდ. მესტიაჭალის სრული აუზის ასევე მდ. მურყვამის ხეობისთვის. InSAR-ის კვლევის კონკრეტული არეალი და სცენარები განხილვის საკითხია და დაზუსტდება პროექტის განვითარების შემდგომ ეტაპებზე.

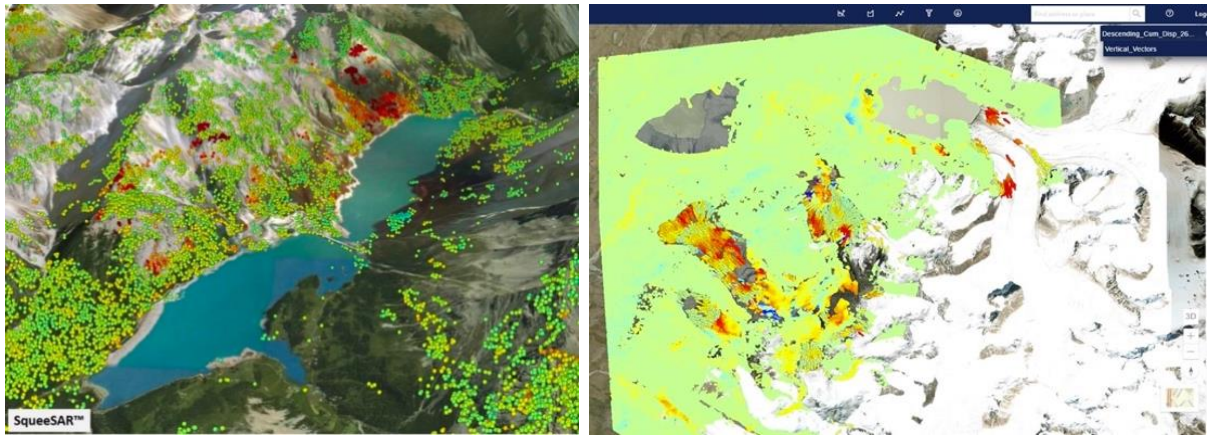
On Mestiachala two Areas of interest were identified:

AOI 1 – **Blue polygon** for a total surface of ~150 km<sup>2</sup>

AOI 2 – **Red circle** for a total surface of ~15 km<sup>2</sup>



ფიგურა 6: InSAR კვლევის და მონიტორინგის ინტერესის არეალები



ფიგურა 7: სატელიტური რადარული სურათების სხვადასხვა ალგორითმებით, SqueeSAR და RMT (Rapid Motion Tracking), კომბინაციებით დამუშავების მაგალითები მაღალმთიანი რეგიონებისთვის

მონიტორინგისა და ადრეული გაფრთხილების სისტემების და მეთოდოლოგიების იმპლემენტაცია, შემდგომი გაუმჯობესება და მისი სათანადო ექსპლუატაცია მნიშვნელოვნად შეუწყობს ხელს ბუნებრივი საფრთხეების რისკების მინიმიზაციას და ამასთანავე წარმოადგენს ერთ-ერთ ძირითად ინსტრუმენტს მსგავსი რისკების მართვაში.

ზემოხსენებული ამოცანების მისაღწევად, ასევე ფუნქციონალური ადრეული გაფრთხილების სისტემის დანერგვისათვის განსაზღვრულია რიგი აუცილებელი წინმსწრები ღონისძიებების გატარება, რომელიც მოიცავს:

1. სრული დოკუმენტაციისა და კვლევების შეგროვება და ანალიზი, მათ შორის ჰესის რეაბილიტაციის და სამშენებლო სამუშაოებთან კოორდინაცია;
2. მონიტორინგისა და ადრეული გაფრთხილების სისტემის საბაზო პროექტირება და საგანგებო სიტუაციების მართვის გეგმის შემუშავება
  - a) სისტემებისა და კომპონენტების დეტალური არქიტექტურის შემუშავება და მათი განლაგების ლოკაციების დაზუსტება (საველე რეკონსტრუქციის საფუძველზე);
  - b) საგანგებო სიტუაციების მართვის და საევაკუაციო გეგმის შემუშავება (დამატებითი ან/და არსებული კვლევების/სიმულაციების საფუძველზე) სამშენებლო სამუშაოების და ჰესის ოპერირების პერიოდებისთვის. კოორდინაცია შესაბამის უწყებებთან, რეგულაციებთან, მოქმედ სინოპტიკურ-მეტეოროლოგიურ პროგნოზებთან, ა.შ.;
3. მონიტორინგისა და ადრეული გაფრთხილების სისტემის იმპლემენტაცია
  - a) დეტალური სამშენებლო-სამონტაჟო პროექტის და მეთოდოლოგიის შემუშავება. სისტემების/კომპონენტების სამშენებლო-სამონტაჟო ლოკაციების საინჟინრო-გეოლოგიური შეფასება, ა.შ.;



- b) კომპონენტების შესყიდვა, მიწოდება, ინსტალაცია და სისტემის გაშვება;
- 4. მონიტორინგისა და ადრეული გაფრთხილების სისტემის ექსპლუატაცია
  - a) სისტემების სატესტო რეჟიმში ექსპლუატაცია და კონფიგურაციის რეგულირება;
  - b) მონიტორინგის სისტემის შეგროვებული მონაცემების დამუშავება და ანალიზი. ზღვრული კრიტერიუმების დადგენა და გაფრთხილების სისტემის კალიბრაცია/კონფიგურაცია;
  - c) სისტემების ტექნიკური მომსახურება და დეფექტების აღმოფხვრა სისტემის უწყვეტი საიმედო ოპერირებისთვის;

ზურაბ გორჯოლაძე / დირექტორი  
შპს ჰიდროდიაგნოსტიკა  
27 სექტემბერი, 2022