

UDC 626

SCOPUS CODE 2201

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2022-2-119-126>

ფართოზღურბლიანი წყალსაშვის წყალსაგდებ ნაგებობასთან შეუღლების ექსპერიმენტული კვლევის პირველადი შედეგები

გიორგი ნოსელიძე ჰიდროინჟინერიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 68^ბ
E-mail: gj.noselidze@gmail.com

რეცენზენტები:

ტ. კვიციანი, სტუ-ის, სამშენებლო ფაკულტეტის პროფესორი
E-mail: t.kviciani@gtu.ge

ა. გოგოლაძე სტუ-ის, სამშენებლო ფაკულტეტის პროფესორი
E-mail: a.gogoladze@gtu.ge

ანოტაცია. კაშხლების დაპროექტების დროს კატასტროფული ხარჯების ქვემო ბიეფში უსაფრთხო - მდგრადი გატარების საკითხი აქტუალურია. დღეისათვის არსებული სხვადასხვა კონსტრუქციით ხდება კატასტროფული ხარჯების ქვემო ბიეფში გატარება ადგილობრივი პირობების გათვალისწინებით.

ნაშრომში განხილულია წყალდიდობის პერიოდში წყალსაცავისათვის ნამატი ხარჯის ქვემო ბიეფში უსაფრთხო გატარების კვლევა რეალური პროექტის მაგალითზე. საკვლევი ობიექტისათვის დადგენილია ქვემო ბიეფში გასატარებელი ნამატი წყლის ხარჯის ($Q = 135 \text{ მ}^3/\text{წმ}$) მაქსიმალური რაოდენობა, რომელიც ახალი ტიპის ფართოზღურბლიანი წყალ-

საშვისა და სწრაფდენის შემაუღლებელი ნაგებობის მეშვეობით უნდა განხორციელდეს. წინასწარი კვლევით დადგენილია შემაუღლებელი ნაგებობის სავარაუდო ზომები და ჩატარებულია მისი ჰიდრაულიკური გაანგარიშება. ავტორის მიერ შემუშავებული მოდელის გამოცდა ექსპერიმენტულად უნდა ჩატარდეს აკადემიკოს ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის ლაბორატორიაში, რათა დაზუსტდეს გამოსაკვლევად შერჩეული ვარიანტის უპირატესობა არსებულ წყალსაგდებ ნაგებობასთან შედარებით და შეირჩეს ახალი ტიპის წყალსაგდები ნაგებობის ოპტიმალური ზომები. ჩატარებული ცდის შედეგად მიღებულ მონაცემებზე დაყრდნობით შესაძლებელი იქნება ნატურაში განი-

საზღვროს ფართოზღვრულიანი წყალსაშვიდან გადადინებული წყლის თავისუფალი ზედაპირის ნიშნულები შემაუღლებელ ნაგებობაში.

საკვანძო სიტყვები: კატასტროფული ხარჯი; წწრაფდენი; ფართოზღვრულიანი წყალსაშვი; შემაუღლებელი ნაგებობა.

შესავალი

მეცნიერებისა და ტექნიკის ამა თუ იმ სფეროში, კვლევის ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი ეტაპია ექსპერიმენტული კვლევა. საკვლევი სამუშაოები შეიძლება დაიყოს სამ ეტაპად: ექსპერიმენტი, დაგეგმვა და ანალიზი. ექსპერიმენტი ან ექსპერიმენტის მომზადება ითვალისწინებს საკითხის დასმას, ოპტიმიზაციის პარამეტრების შერჩევას, ექსპერიმენტში ფაქტორების დონეების სათანადო შეხამებას. დაგეგმვა ითვალისწინებს დაკვირვებათა საჭირო რაოდენობას, ექსპერიმენტის ჩატარების წესის, რანდომიზაციის მეთოდის განსაზღვრას და მათემატიკური მოდელის დამუშავებას.

რთული ექსპერიმენტის ორგანიზაციის მნიშვნელოვანი პრინციპია სისტემური მიდგომა, რომელიც ითვალისწინებს ექსპერიმენტში მონაწილე ყველა დანადგარის ერთ სისტემაში განხილვას და შესაბამისი მათემატიკური მოდელის შექმნას. მათემატიკური მოდელი მიგვანიშნებს თუ რა აუცილებელი გაზომვები და რა თანამიმდევრობით უნდა იქნეს ჩატარებული. მათემატიკური მოდელის გა-

რეშე შეუძლებელია ექსპერიმენტის დაგეგმვა, ჩატარება და მიღებული შედეგების დამუშავება.

მოცემული ნაშრომი წარმოადგენს ახალი ტიპის კონსტრუქციული წყალსაგდები ნაგებობის ექსპერიმენტულ კვლევას რეალური დაპროექტების მაგალითზე.

ფართოზღვრულიანი წყალსაშვის წყალსაგდებ ნაგებობასთან შეუღლების ჰიდრაულიკური კვლევა საშუალებას მოგვცემს შევარჩიოთ ისეთი შემაუღლებელი ნაგებობის (ფართოზღვრულიანი წყალსაშვისა და წყალსაგდებ არხს შორის) ოპტიმალური კონსტრუქციული ზომები, რომელიც შეამსუბუქებს და გამარტივებს ჰიდროკვანძის შემადგენლობაში წყალსაგდები ნაგებობის კონსტრუქციას მთლიანობაში, ხოლო არსებულ საინჟინერიო (არხაშენის ჰიდროკვანძი არხაშენიხეზე, თემის ჰიდროკვანძი მდ. თეძამზე და ა.შ.) მიღებული შედეგების დანერგვა მოგვცემს მნიშვნელოვან ეკონომიკურ ეფექტს.

ძირითადი ნაწილი

სამეცნიერო-კვლევითი თემა საშუალებას მოგვცემს დავადგინოთ კონსტრუქციის ან ჰიდროკვანძის შემადგენელი კონსტრუქციების ის ოპტიმალური ზომები, რომელიც შესაძლებელს გახდის ექსპერიმენტული კვლევების საფუძველზე წყალსაგდების ნამატი ხარჯი უსაფრთხოდ გატარდეს ქვემო ბიეფში. პროექტით დადგენილია ხარჯის რაოდენობა, რომელიც უნდა გატარდეს ქვემო ბიეფში, $Q = 135$ მ³/წმ. წყლის ხარჯის აღნიშნული რაოდენობის გასატარებლად, არსებული პროექტით გათვალისწინებულია თვით კაშხლის თხემზე 3 მ სიმაღლის პრაქტიკული პროფილის კაშხლის მოწყობა საერთო სიგანით

$B = 40$ მ. პროექტი შესრულებულია ბელარუსის რესპუბლიკის „Белгипроводхоз“-ის საპროექტო ინსტიტუტის მიერ 2014 წელს (ინსტიტუტის მთავარი ინჟინერი ი. კოპუსტინსკი).

მეცნიერული კვლევის საფუძველზე შემუშავებულია ფართოზღურბლიანი წყალსაშვის წყალსაგდებ ნაგებობასთან შეუღლების ჰიდრავლიკური გაანგარიშების მეთოდი, რომელიც პრინციპულად განსხვავებულია რეალურად დაპროექტებული პრაქტიკული პროფილის წყალსაშვის გაანგარიშების მეთოდისგან, რომელიც არ ცვლის პროექტში არსებულ ძირითად პარამეტრებს ($Q_{საანგ.} = 135$ მ³/წმ; $B = 40$ მ. ზღურბლის სიგანეს; ნ.შ.დ. $\nabla 492$ მ. დ. და ა.შ.) მოცემულ ნაშრომში გადმოცემულია ექსპერიმენტული კვლევის პარამეტრები, სადაც $m_e = l_\theta / l_\theta$; l_θ და l_θ ნაგებობის შესაბამისი ზომებია ნატურასა და მოდელზე ხოლო $l/m_e = 115$ არის მოდელირების გეომეტრიული მასშტაბი ლაბორატორიაში არსებული სამოდელო არხის ზომების გათვალისწინებით.

ჰიდრავლიკური პროცესების მოდელირება შესრულებულია ფრუდის კრიტერიუმით. კერძოდ:

$$\frac{V_\theta^2}{g_\theta h_\theta} = \frac{V_\theta^2}{g_\theta h_\theta}$$

სადაც h_θ, h_θ არის შესაბამისად ნატურასა და მოდელზე ნაკადის სიღრმე, ცხადია $g_\theta = g_\theta$, მაშინ

$$\frac{V_\theta}{V_\theta} = \sqrt{\frac{h_\theta}{h_\theta}} = m_e^{0.5} = m_\theta^{0.5},$$

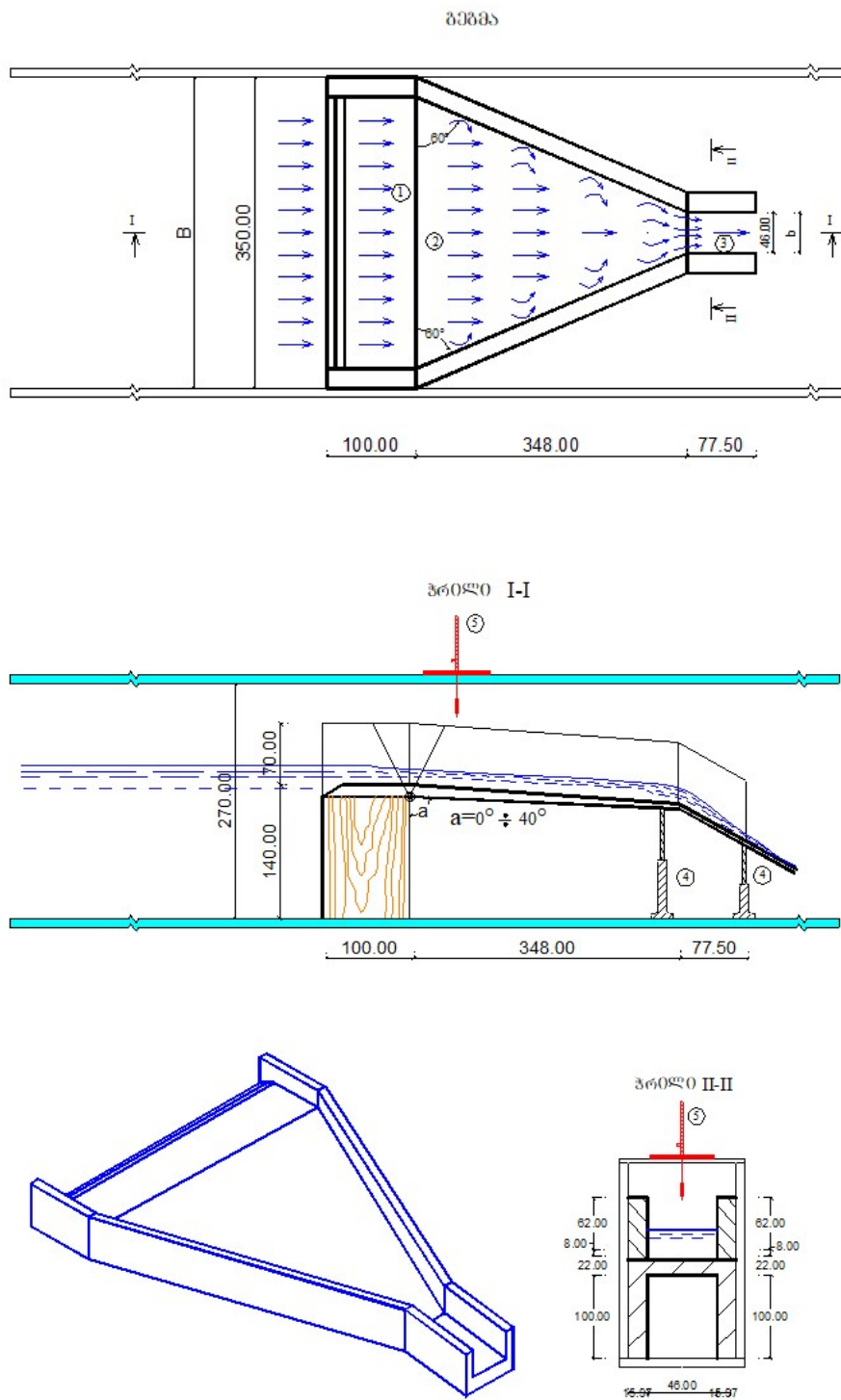
სადაც m მოდელირების მასშტაბია.

ნატურასა და მოდელზე ნაკადის ხარჯების ფარდობა გამოითვლება შემდეგი დამოკიდებულებით:

$$\frac{Q_\theta}{Q_\theta} = \frac{V_\theta \omega_\theta}{V_\theta \omega_\theta} = m_e^{0.5} m_\theta^2 = m_e^{2.5}$$

ზემოთ აღნიშნული კრიტერიუმების გათვალისწინებით დამზადდა ლაბორატორიულად გამოსაცდელი მოდელი (იხ. სურ. 1).

ექსპერიმენტული კვლევისთვის ჰიდრავლიკური მოდელი შედგება ფართოზღურბლიანი წყალსაშვისაგან 1; არაცილინდრული, არაპრიზმული არხისაგან 2, რომელიც სახსროვან-მოძრავი დამჭერებით მიერთებულია ფართოზღურბლიან წყალსაშვზე, რაც საშუალებას იძლევა ცდის მიმდინარეობისას არაპრიზმული, არაცილინდრული ფორმის შემაუღლებელ არხს შევურჩიოთ სხვადასხვა ქანობი და სხვადასხვა ქანობის შემთხვევაში შერჩეულ მახასიათებელ კვეთებში განისაზღვროს წყლის სიღრმე [4-5]. ასევე არაპრიზმულ დამაწყნარებელ არხზე სახსროვან-მოძრავი დამჭერებით მიმაგრებულია სწრაფდენი 3. ზემოთ ხსენებული კომპონენტების რეგულირება სხვადასხვა ქანობის შესარჩევად შესაძლებელია ქანობის რეგულირებადი დამჭერით 4.



სურ. 1. ფართოზღურბლიანი წყალსაშვის წყალსაგდებ ნაგებობასთან შეუღლების ექსპერიმენტული კვლევის მოდელი



სურ. 2. ჰიდრავლიკურ ღარში განთავსებული ფართოზღურბლიანი წყალსაშვის წყალსაგდებ ნაგებობასთან შეუღლების ექსპერიმენტული კვლევის მოდელი

ფართოზღურბლიანი წყალსაშვის წყალსაგდებ ნაგებობასთან შეუღლების ექსპერიმენტული კვლევა შესაძლებელია ჩატარდეს საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის ბაზაზე არსებულ ჰიდრავლიკის ლაბორატორიაში. ლაბორატორიაში განთავსებულია წყლის რეზერვუარი. მისი მკვებავი წყაროა ცენტრალიზებული წყალმომარაგების სისტემა, რომელიც სახსროვან-მოძრავი შეერთებით დაკავშირებულია 11.5 გრძივი მეტრის მართკუთხა კვეთის (35 X 28 სმ), ფოლადის საყრდენებზე განთავსებულ ჰიდრავლიკურ ღართან. ლაბორატორიაში არსებული ჰიდრავლიკური ღარი აღჭურვილია სანიველირე ბაფთითა და მზომი ტესტერით, რომელთა მეშვეობით ცდის მიმდინარეობის პროცესში შესაძლებელია წყლის დონე-

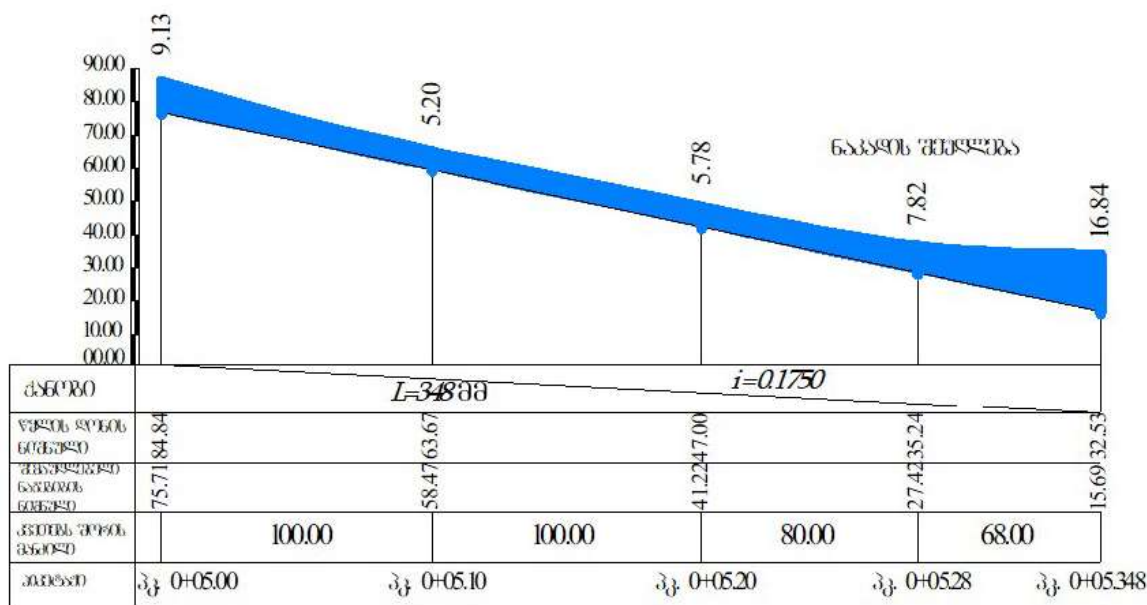
ების განსაზღვრა მოდელის და ჰიდრავლიკური ღარის სხვადასხვა კვეთში. ცდის ჩასატარებლად და მოდელის განსათავსებლად ჰიდრავლიკურ ღარში ოპტიმალურ კვეთს წარმოადგენს პკ. 0+5.0-ზე, ასევე ჰიდრავლიკურ ღარში ცდის მიმდინარეობისას წყლის ხარჯის ტარირება შესაძლებელია სამკუთხა კვეთის წყალსაშვის საშუალებით, რომლის განთავსება შესაძლებელია პკ. 0+1-ზე.

წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის ბაზაზე არსებულ ჰიდრავლიკურ ლაბორატორიაში განთავსებულ ჰიდრავლიკურ ღარზე დამონტაჟებული მოძრავი მზომი ტესტერის გამოყენებით შესაძლებელი გახდა, როგორც სამკუთხა წყალსაშვზე, ისე ჰიდრავლიკური მოდელის ნებისმიერ კვეთში განსაზღვრულიყო ნაკადის, წყლის თავისუფალი ზედაპირის ნიშნულები და მიღებული მონაცემები ადგვერიცხა შესაბამის ლაბორატორიული კვლევის ჟურნალში.

ფართოზღურბლიანი წყალსაშვის წყალსაგდებ ნაგებობასთან შეუღლების ექსპერიმენტული კვლევის დაგეგმვის შემდგომ, უშუალოდ განხორციელდა ექსპერიმენტი. მიღებული შედეგები მოცემულია ცხრილში.

მიღებული მონაცემების საფუძველზე შესაძლებელია ნაკადის სიმაღლისა და l მანძილის დამოკიდებულების გრაფიკის აგება, რათა გრაფიკულად გამოისახოს ნაკადის გეომეტრიული მდგომარეობა ფართოზღურბლიანი წყალსაშვის წყალსაგდებ ნაგებობასთან შეუღლების ექსპერიმენტული კვლევის პროცესში შემუშავებული ნაგებობის მოცემულ კვეთებში და შემდგომ, მოდელზე მიღებული მონაცემები სათანადო ფორმულების გამოყენებით გადაანგარიშებულ იქნეს ნატურაში.

| პიკეტი | 0+05.00 | 0+05.10 | 0+05.20 | 0+05.28 | 0+05.348 |
|----------------------------------|---------|---------|---------|---------|----------|
| წყლის ზედაპირის ნიშნული h მმ | 84.84 | 63.67 | 47.00 | 35.24 | 32.53 |
| შემაულლებელი ნაგებობის ნიშნულები | 75.71 | 58.47 | 41.22 | 27.42 | 15.69 |
| ნაკადის შრის სისქე | 9.13 | 5.20 | 5.78 | 7.82 | 16.84 |



სურ. 3. ფართოზღურბლიანი წყალსაშვის წყალსაგდებ ნაგებობასთან შეუღლებების ექსპერიმენტული კვლევით მიღებული შედეგებით აგებული წყლის თავისუფალი ზედაპირის წირი

მე-3 სურ-ზე მოცემულია ერთი და იმავე 135 მ³/წმ წყლის ხარჯის შესაბამისი სამოდელო 0.00095 მ³/წმ წყლის ხარჯისას სხვადასხვა ქანობისას მიღებული წყლის ნაკადის შრის სიმაღლეები წყალსაგდები ნაგებობის შემაულლებელი მონაკვეთის სხვადასხვა კვეთში და ნაჩვენებია არაპრიზმული, არაცილინდრული შემაულლებელი ნაგებობის კალაპოტის გეომეტრიული ფორმის ზემოქმედებით ნაკადთა გაშლისა და შეუღლებების კვეთები.

დასკვნა

1. ფართოზღურბლიანი წყალსაშვის წყალსაგდებ ნაგებობასთან შეუღლებების ექსპერიმენტული კვლევის შედეგად დადგინდა, რომ არაპრიზმულ, არაცილინდრული მოხაზულობის მქონე შემაულლებელ დარში, არხის მოხაზულობა და, შესაბამისად, კედლები გავლენას ახდენს ნაკადის მოძრაობაზე. საწყის კვეთში ნაკადის შრე თანაბარადაა განაწილებული და არხის განივი

- კვეთის შევიწროებისას რადიალური მოძრაობით სიმეტრიის ღერძის გასწვრივაა, რაც წარმოქმნის ნაკადთა შეუღლების კვეთში, ნაკადის აზვირთებას. ნაკადთა შეუღლების კვეთის მდებარეობას მნიშვნელოვნად განაპირობებს შემაუღლებელი ნაგებობის ქანობი და სხვა ჰიდრავლიკური მახასიათებლები.
2. ექსპერიმენტული კვლევით დგინდება შემაუღლებელი მოდელის ღარში i ქანობის გავლენა გასატარებელი წყლის ხარჯის პარამეტრებზე (წყლის თავისუფალი ზედაპირის წირის მოხაზულობა, წყლის სიღრმეები სწრაფდენთან შეუღლების კვეთში და ა.შ.), რომელიც არსებული პროექტით იცვლება $0^{\circ} < i < 40^{\circ}$ ფარგლებში.
 3. ექსპერიმენტულად დადგინდა b/B ფარდობის გავლენა შემაუღლებელი მოდელის ღარში კედლის გასწვრივ წყლის რადიალურ მოძრაობაზე.
 4. გამოვლენილი კვლევების საფუძველზე პირველადი შედეგების მიხედვით უნდა შემუშავდეს ახალი მოდელი, რომლის ექსპერიმენტული კვლევა მოგვცემს ოპტიმალურ შედეგებს დასმული ამოცანის გადასაწყვეტად.

ლიტერატურა

1. Jelezniakov, G. (1985). *Hydraulic simulation*. (In Russian);
2. Kisileva, P. (1972). *Hydraulic Calculation Handbook*. Moscow: Energy. (In Russian);
3. Khatsuria, R. (2004). *Hydraulics of Spillway and Energy Dissipators*. (In English);
4. Visocki, L. (1977). *Management of water stormy stream on the spillway*. Moscow: Energy. (In Russian);
5. Chugaev, R. (1985). *Hydraulic structures*. Moscow: Energy. (In Russian).

UDC 626

SCOPUS CODE 2201

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2022-2-119-126>

Preliminary Results of Experimental Research of Broad Threshold Spillway Join to Chute

Giorgi Noselidze Department of Hydroengineering, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 68^b, M. Kostava str.
E-mail: gj.noselidze@gmail.com

Reviewers:

T. Kvitsiani, Professor, Faculty of Construction, GTU

E-mail: t.kviciani@gtu.ge

A. Gogoladze, Professor, Faculty of Construction, GTU

E-mail: a.gogoladze@gtu.ge

Abstract. The issue of safe-sustainable handling of catastrophic costs in the downstream of catastrophic dams is urgent. With the various constructions available today, catastrophic costs are incurred in the lower stream according to local conditions. The article discusses research which must spend from upstream to downstream emergency discharge water for real project, when we have period of flood. There are determined emergency discharge water for research object (135 m³/sec), which must be implemented through a new type of broad threshold and chute coupling facility. Preliminary research has determined the approximate dimensions of jointing building and its hydraulic calculation has been carried out. The test of the model developed by the author should be conducted experimentally in the laboratory of Academician Tsotne Mirtskhulava Institute of Water Management to determine the advantages of the selected option compared to the existing water spillway and to select the optimal dimensions of the new type spillway. Based on the data obtained from the experiment, it will be possible to determine the construction of a free surface mark for runoff.

Keywords: emergency water; chute; broad threshold; jointing building.

განხილვის თარიღი 09.12.2021

შემოსვლის თარიღი 03.02.2022

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 06.06.2022