

კალაპოტურ პროცესებზე წყლის მაქსიმალური ხარჯის ზემოქმედების შეფასება

ტრაპაიძე ვ², ბრეგვაძე გ¹, ცინცაძე ნ², ალავერდაშვილ მ²

გრიგოლია გ², გაჩეჩილაძე გ²

¹ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის

ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ფაკულტეტი

²ჰიდრომეტეოროლოგიის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტი

თბილისი, საქართველო, vazha.trapaidze@tsu.ge

საქართველოში რელიეფის მრავალფეროვანი ბუნების და კლიმატის ცვლილების მიმდინარე ტენდენციების ფონზე მკვეთრად არის გაზრდილი კატასტროფული მოვლენების სიხშირე. ეს პროცესები ბოლო წლებში განსაკუთრებით გააქტიურდა ქვეყნის თითქმის ყველა მთიან რეგიონში, რაც იმის მაჩვენებელია რომ ინტენსიური თავსხმა წვიმების დროს ადგილი აქვს წყლის ნაკადების დიდი რაოდენობით გავლას და კალაპოტის მნიშვნელოვან დეფორმაციებს. განსაკუთრებით რთული შემთხვევებია როდესაც ადგილი აქვს რამოდენიმე ბუნებრივი პროცესის და ანთროპოგენური ფაქტორების ზედდებას.

წყალდიდობებისა და წყალმოვარდნების “საველე ლაბორატორიად” შეიძლება ჩაითვალოს საქართველო, რომლის ტერიტორიის მნიშვნელოვანი ნაწილი თავისი ჰიდროგრაფიული ქსელით, მშრალი ხეების სიხშირითა და მოსული ნალექების ინტენსიურობის განაწილების არათანაბრობით ქმნის ხელსაყრელ პირობებს, მდინარეთა სიღრმული გარეცხვის ინტენსიურობის გაზრდისათვის.

მდინარეთა ნაპირების რღვევა და მოსახლეობის, სხვადასხვა სახის ნაგებობების (მილსადენები, საავტომობილო გზები) დაცვა ჩვენი ქვეყნისთვის ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს ამოცანას წარმოადგენს, რადგან საკომუნიკაციო ნაგებობებს ქვეყნისათვის არა მარტო დიდი სარგებლობის, არამედ დიდი ზიანის მოტანაც შეუძლიათ, რაც მაგალითად მილსადენებით დაზიანების შემთხვევაში გარემოზე მნიშვნელოვან უარყოფით ზემოქმედებაში გამოიხატება.

მდინარის კალაპოტში წყლის ნაკადი გავლენას ახდენს კალაპოტის მოხაზულობაზე, სიღრმეთა განაწილებასა და მდინარის გასწვრივი პროფილის ხასიათზე. თავის მხრივ, კალაპოტი გავლენას ახდენს წყლის დინების სტრუქტურაზე. ამგვარად, წყლის დინება და კალაპოტი მუდამ ურთიერთმოქმედებაშია. კალაპოტური პროცესებიდან ძირითადად დამახასიათებელია სიღრმული გარეცხვები. მდინარის კალაპოტის მდგრადობა დამოკიდებულია ნაკადის დინების სიჩქარეზე: რაც უფრო დიდია ნაკადის სიჩქარე, მით უფრო ინტენსიურად მიმდინარეობს კალაპოტის გარეცხვა. მეორეს მხრივ, ნაკადის სიჩქარე დამოკიდებულია დახრილობასა და კალაპოტის მქისეობაზე, რაც უფრო მსხვილია კალაპოტის ამგები გრუნტი, მით უფრო დიდია კალაპოტის მქისეობა. ერთნაირი დახრილობის პირობებში მქისეობის გადიდების დროს სიჩქარეც მცირდება. აქედან გამომდინარე მდგრადობის შეფასების ფორმულებში ძირითადი წევრები ნაწილაკის დიამეტრი, მდინარის დახრილობა და ნაკადის სიჩქარეა. კალაპოტის მდგრადობის კოეფიციენტი ითვალისწინებს მხოლოდ იმ დეფორმაციას, რომელიც წარმოებს წყლის ნაკადის ძალით და არ შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ყოველგვარი დეფორმაციისათვის.

კალაპოტის პროცესების განვითარება კონკრეტულ ფიზიკურ-გეოგრაფიულ პირობებში განისაზღვრება წყლის მასისა და მყარი ნატანი მასალის ურთიერთქმედებით. ნატანი მასალით აგებული კალაპოტის მყარი ზედაპირი აძლევს მიმართულებას მოძრაე წყალს, ე.ი. კალაპოტი წარმართავს მდინარის ნაკადის დინებას. თავის მხრივ კალაპოტის წარმოქმნილი მყარი ნატანი მასალა წყლის ნაკადის დინების მოქმედებით თვითონვე მოდის მოძრაობაში მდინარის სიგრძისა და სიგანის მიხედვით.

“კალაპოტწარმოქმნილი ხარჯის” ცნება პრაქტიკაში საკმაოდ ფართოდ გამოიყენება, თუმცა უმეტეს შემთხვევაში ამ ტერმინს სხვადასხვა განსხვავებული წყლიანობის აღსანიშნავად იყენებენ. ჰიდროლოგიური რეჟიმის ნებისმიერ ფაზაში ხდება კალაპოტის ფორმების ცვლილება, თუნდაც მცირე ზომით. მაგრამ განსაკუთრებით წყალდიდობის მაქსიმალური ხარჯის დროს.

გეოლოგიურ – გეომორფოლოგიური ფაქტორიდან გამომდინარე შეძლება იყოს კალაპოტური დეფორმაციების თავისუფალი და შეზღუდული უნარის მქონე მოწვევები. აქედან პირველი ხასიათდება ადვილადშლადი და ადვილადრეცხვადი ქანების გავრცელებით, მდინარეებს აქვთ ფართო ჭალა, რომლის ფარგლებშიც დაეხეტება კალაპოტი. კალაპოტური დეფორმაციების შეზღუდული განვითარების პირობებში გვერდით და სიღრმით ეროზიას წინააღმდეგობას უწევს ძნელადრეცხვადი ან კლდოვანი ქანები. რომლებითაც აგებულია მდინარის ხეობა და ხშირად კალაპოტი ყალიბდება ჭალის არმქონე და ღრმად ჩაჭრილ ხეობაში. ეს განსაკუთრებით კარგად ჩანს მთიანი რეგიონების მდინარეების კალაპოტების განვითარებაზე.

კალაპოტური პროცესების შესაბამისი ჰიდროტექნიკური ნაგებობის (მილსადენით წყალსადინარების წყალქვეშა გადაკვეთისას ან საავტომობილო გზების სახიდე გადასასვლელის) გაანგარიშების მთავარი ელემენტია წყლის მაქსიმალური ხარჯის სიდიდე, რომელიც რთულ ამოცანას წარმოადგენს რადგან ისმის კითხვა თუ რა ალბათობის (პროცენტული უზრუნველყოფის) იყოს მოცემული სიდიდე, რომლის დიაპაზონი საკმაოდ დიდია 5% დან 0.01%-მდე. ზოგადად, რაც უფრო მცირეა უზრუნველყოფის ალბათობის სიდიდე, საიმედოობასთან ერთად იზრდება მშენებლობის პროცესში მატერიალური დანახარჯები.

გვაქვს ორი შემთხვევა: 1. საკვლევ ობიექტზე არსებობს დაკვირვებული მონაცემები და 2. დაკვირვებული მასალა არ არსებობს. პირველ შემთხვევაში, მაქსიმალური ხარჯის გაანგარიშება დამოკიდებულია განაწილების ფუნქციის შერჩევაზე და მისი პარამეტრების შეფასების სიზუსტეზე, მეორე შემთხვევაში, ძირითადად გამოიყენება ემპირიული ფორმულები, რომელთაც სხვადასხვა საფუძველი აქვს და მათი გამოყენება ბუნებრივი პირობების გათვალისწინებით ხდება.

დაკვირვებული მონაცემებისასთვის მაქსიმალური ხარჯის საანგარიშო მოდელი უზრუნველყოფის მრუდით გამოისახება, რომლის მიხედვით შეიძლება დავადგინოთ საანგარიშო უზრუნველყოფის შესაბამისი ხარჯი (%), რომელიც ითვალისწინებს ამ ხარჯის ერთჯერად გადამეტებას განსახილველ პერიოდში საშუალოდ ერთხელ n მრავალი წლიურიდან.

საანგარიშო უზრუნველყოფის დადგენა დამოკიდებულია ნაგებობების კაპოტალურობის კლასზე, რაც გულისხმობს სიმტკიცეს, კატეგორიებს, ფინანსურ, ნაგებობის სიდიდეს, შესაძლო ავარიის შემთხვევაში ეკონომიკურ და ეკოლოგიურ ზიანს და ა.შ.

ჰიდროტექნიკური ნაგებობების საანგარიშო უზრუნველყოფის განსაზღვრისათვის სხვადასხვა ქვეყანაში განსხვავებული კრიტერიუმები მოქმედებს. საერთაშორისო მითითებებში ჩამოთვლილი განაწილების ფუნქციებიდან რომელიმეს უპირატესობა არ აქვს მინიჭებული. საქართველოში ძირითადად იყენებდნენ და ამჟამადც ფართოდ გავრცელებულია სამპარამეტრიანი გამა, ბინომილური და 80-იანი წლებიდან N_B ჯონსონის განაწილება. სხვადასხვა განაწილების ფუნქციის გამოყენებით გამოთვლილი ხარჯები განსხვავებულ შედეგს გვაძლევს.

უმრავლეს შემთხვევაში, ჰიდროლოგიაში გამოყენებული განაწილების ფუნქციის საზღვრები და კონკრეტული ფორმის მისაღებად მასში შემავალი შესაფასებელი სტატისტიკური პარამეტრების რაოდენობა ურთიერთკავშირშია. სტატისტიკაში დადგენილია, რომ განაწილების ფუნქციის ფორმას ძირითადად განსაზღვრავს პირველი ოთხი მომენტი და გასათვალისწინებელი მომენტების შემდგომი ზრდა მის ფორმაზე პრაქტიკულად აღარ მოქმედებს.

ჰიდროლოგიაში სამპარამეტრიანი ფუნქციის გამოყენების უპირატესობა დაფუძნებულია იმ მოსაზრებაზე, რომ ექსცესის (მეთხე მომენტის) შეფასება დიდ ცდომილებასთან არის დაკავშირებული ჰიდროლოგიური მონაცემების სიმცირის გამო. გარდა ამისა, სამი პარამეტრის მნიშვნელობის დამთხვევის შემთხვევაში სხვადასხვა განაწილების ფუნქციებს შორის პრაქტიკულად განსხვავება არ შეინიშნება. განაწილების ფუნქციების შედარებისას ეს მოსაზრება მართლდება, მაგრამ სხვა შემთხვევაში განაწილების ფუნქციებს შორის განსხვავებები მნიშვნელოვანია. საინჟინრო ობიექტებისა და კონსტრუქციების ნორმალური ფუნქციონირებისათვის აუცილებელია შეირჩეს შესაბამისი განაწილების მრუდი, რომელიც ყველაზე მისაღებია.

უმრავლეს შემთხვევაში დაკვირვების მონაცემების დამუშავების შედეგად მიღებული სიდიდეები გვაძლევს ძალიან დაბალ მნიშვნელობებს, და მისი გამოყენება შეუძლებელია. ამის ძირითადი მიზეზები იმაში მდგომარეობს რომ მყისური მაქსიმუმები რომლებიც დაკვირვებებს შორის პერიოდში გადიან რჩებიან აღურიცხველები და ამ შემთხვევაში გამოიყენება მეთოდები რომელიც მოცემულია „კავკასიის პირობებში წყლის მაქსიმალური ხარჯის გაანგარიშების მეთოდოლოგიაში“ (ლ.ვლადიმეროვი), მაგრამ პრაქტიკაში აჩვენა რომ მცირე წყალსადინარების შემთხვევაში სიდიდეები აქაც გადამეტებულია.

ემპირიული ფორმულების ანალიზისას აქტუალურია უზრუნველყოფის წყლის ხარჯის სიდიდის აღება. აქაც როგორც პრაქტიკაში, ისე მეთოდურ მითითებებში უპირატესობა ენიჭება 1%-იან უზრუნველყოფას, მაგრამ ზოგიერთ მონაკვეთზე თანამედროვე კლიმატური ტენდენციების გათვალისწინებით 0,5 %-იანი უზრუნველყოფის სიდიდის აღება რეალურთან უფრო მიახლოებულ სიდიდეს გვაძლევს, მაგალითად სწორხაზოვან უბნებზე კალაპოტების სიღრმითი დეფორმაციებისას.

მდინარის ნაკადი და მისი კალაპოტი მუდმივ ურთიერთქმედებაშია. კალაპოტი მართავს მდინარის წყლის ნაკადს და ქანობის შესაბამისად სიჩქარეთა განაწილების ხასიათს განაპირობებს. მაგრამ მაქსიმალური ხარჯი არის სწორედ ის სიდიდე როდესაც წყლის ნაკადი წარეცხვების, ნატანის ტრანსპორტირებისა და დალექვების ხარჯზე, კალაპოტის ფორმას ყველაზე სწრაფად და დიდი დიაპაზონში ცვლის.

ზოგადად ყველა შემთხვევას ინდივიდუალურად უნდა მივუდეთ, მაგრამ დაკვირვების მონაცემების დამუშავების შედეგად მიღებული პარამეტრების დამუშავებისას შესაძლოა გამოვიყენოთ 0.5%-იანი უზრუნველყოფის წყლის ხარჯი, ხოლო ემპირიული ფორმულებით მიღებული მონაცემების დამუშავებისას 1%-იანი უზრუნველყოფის წყლის ხარჯი.

შეიძლება დავასკვნათ, რომ კალაპოტური პროცესებზე, განსაკუთრებით სიღრმით ეროზიებზე, უმნიშვნელოვანეს გავლენას ახდენს მაქსიმალური ჩამონადენი და მისი გავლისას იმ შემთხვევაში თუ კალაპოტს გადაკვეთს ჰიდროტექნიკური ნაგებობა (ხიდი, მილსადენი) იზრდება გარემოზე ზემოქმედების რისკი. შესაბამისად მაქსიმალური ხარჯის საანგარიშო უზრუნველყოფის შეჩევა წარმოადგენს მეტად საპასუხისმგებლო საქმეს.

ლიტერატურა - REFERENCES

1. დ. კერესელიძე, ვ. ტრაპაიძე, გ. ბრეგვაძე, ჰიდროლოგიური მახასიათებლების განსაზღვრის მეთოდები. თბილისი, „უნივერსალი“, 2009
2. Larry W. Mays, Water resources engineering. John Wiley & Sons, Inc. 2011
3. Международное руководство по методам расчета основных гидрологических характеристик. Л., Гидрометеиздат, 1984.
4. Ресурсы поверхностных вод СССР, Том 9, Закавказье и Дагестан, Выпуск 1, Западное Закавказье, Л., Гидрометеиздат, 1969.

კალაპოტურ პროცესებზე წყლის მაქსიმალური ხარჯის ზემოქმედების შეფასება /ტრაპაიძე ვ., ბრეგვაძე გ., ცინცაძე ნ., ალავერდაშვილი მ., გრიგოლია გ., გაჩეჩილაძე გ/ სტუ-ის ჰმი-ის შრომათა კრებული-2023.-ტ.133.-გვ.31-33. -ქართ., რეზ. ქართ., ინგლ.

საქართველოს მთიანი რელიეფი და კლიმატის ცვლილების მიმდინარე ტენდენციები ზრდის კატასტროფული მოვლენების სიხშირეს, რაც იმის მაჩვენებელია რომ ინსტენსიური თავსხმა წვიმების დროს ადგილი აქვს წყლის ნაკადების დიდი რაოდენობით გავლას და კალაპოტის მნიშვნელოვან დეფორმაციებს. დეფორმაციების შესაბამისი ჰიდროტექნიკური ნაგებობის გაანგარიშების მთავარი ელემენტია წყლის მაქსიმალური ხარჯის სიდიდე, რომელიც რთულ ამოცანას წარმოადგენს რადგან ისმის კითხვა თუ რა ალბათობის (პროცენტული უზრუნველყოფის) იყოს მოცემული სიდიდე, რომლის დიაპაზონი საკმაოდ დიდია 5% დან 0.01%-მდე. ზოგადად, რაც უფრო მცირეა უზრუნველყოფის ალბათობის სიდიდე, საიმედოობასთან ერთად იზრდება მშენებლობის პროცესში მატერიალური დანახარჯები.

სხვადასხვა ქვეყანაში არსებობს სხვადასხვანაირი მიდგომა მდინარეთა გადაკვეთებზე მაქსიმალური ხარჯების გაანგარიშების დროს, მართალია ყველა შემთხვევა ინდივიდუალურად უნდა იქნეს განხილული, მაგრამ ასევე მნიშვნელოვანია ერთიანი მეთოდის შემუშავება, რომელიც რეალურთან მაქსიმალურად მიახლოებულ შედეგს მოგვცემს.

Assessment of maximum water discharge effect on river bed evolution /Trapaidze V., Bregvadze G., Tsintsadze N., Alaverdashvili M., Grigolia G., Gachechiladze G./ Transactions IHM, GTU. -2023. -vol.133. -pp.31-33. - Georg., Summ. Georg., Eng.

Mountainous relief of Georgia and climate change current trends increase the frequency of catastrophic phenomena that is manifested in particular in the fact that during intensive pouring rains takes place formation (passing) of water flows in large quantities and substantial river bed deformations. The main element of calculation of hydraulic constructions corresponding to these deformations is a value of maximum water discharge, determination of which is a complicated problem due to a question raised regarding the probability (percent provision) of this value, range of which is quite large – from 5% to 0,01%. In general, the less is the value of this probability, the more are the material expenses in the construction process (along with reliability).

Different countries use different approaches when calculating maximum water discharges at the river crossings. Though, every single case has to be considered on the individual basis, the development of the common methodology, which gives us a result, close to the maximum to reality is no less important.