

პროგრამული უზრუნველყოფა ჰესების პროექტების ტექნიკურ-ეკონომიკური დასაბუთების შედგენისათვის

ალექსანდრე ჯოხაძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რეზიუმე

განხილულია მდინარის ბუნებრივ მოდინებაზე მომუშავე ჰესებისათვის სპეციალურად შემუშავებული პროგრამული უზრუნველყოფის ნაწილი, რომელიც საშუალებას იძლევა გადაწყვეტილ იქნეს ის პრობლემები, რომლებმაც თავი იჩინეს მდინარის ბუნებრივ მოდინებაზე მომუშავე პერსპექტიული ჰესების პროექტების რეალიზების შემდეგ, კერძოდ განსხვავებებმა ჰესების საპროექტო და ექსპლუატაციაში გაშვების შემდეგ რეალურად მიღებულ ისეთ მაჩვენებლებს შორის, როგორცაა: დადგმული სიმძლავრის გამოყენების კოეფიციენტი, საშუალო წლიური გამომუშავება.

საკვანძო სიტყვები: პროგრამული უზრუნველყოფა. ჰიდროლოგიური მონაცემები. დროითი რიგი. მოდინების ხანგრძლიობა. დადგმული სიმძლავრე. გამოყენების კოეფიციენტი. სტატისტიკური ერთგვაროვნება.

1. შესავალი

საბჭოთა კავშირის დაშლის შემდეგ დამოუკიდებელი საქართველოს ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანესი გამოწვევა ენერგოუსაფრთხოებისა და ენერგოდამოუკიდებლობის მიღწევას. საქართველოში არაა წიაღისეული ენერგომატარებლების მნიშვნელოვანი მარაგები, მაგრამ გააჩნია საკმაო ჰიდრორესურსები. აქ სულ 25074 მდინარეა, მათგან ენერგეტიკული ღირებულება 2500-ზე მეტს აქვს. 2013 წლის მონაცემებით, საქართველოში გენერაციის ობიექტების ჯამური დადგმული სიმძლავრე 3500 მგვტ-ს აღემატებოდა, მათ მიერ ქვეყანაში გამო-მუშავებული ელექტროენერჯის 85% ჰიდროენერგეტიკაზე მოდის. ელექტროენერჯის წლიური წარმოება ჰესებიდან დაახლოებით 8,5 ტვტ/სთ-ია. არსებული შეფასებით, საქართველოს ჰიდროენერჯის სრული პოტენციალი წელიწადში საშუალოდ 80 ტვტ/საათს შეადგენს, საიდანაც ეკონომიკურად მიზანშეწონილი პოტენციალი 27 ტვტ/სთ-ია [1].

ამრიგად, ენერგოდამოუკიდებლობის მიღწევის უმთავრეს გზა ჰიდროენერგეტიკის განვითარებაა, რომელიც სახელმწიფოს ერთ-ერთ პრიორიტეტულ მიმართულებად იქცა. ენერგეტიკულ სექტორში გატარებული გრძელვადიანი პოლიტიკის ამოცანაა ინვესტიციების მოზიდვა ახალი ჰესების მშენებლობისთვის. ამ პოლიტიკის მიზანს შეადგენს საკუთარი ჰიდრორესურსების გამოყენებით ქვეყანაში ელექტროენერჯის არსებული მოთხოვნის სრული დაკმაყოფილება. ეტაპობრივად, ჯერ ძვირად ღირებული ელექტროენერჯის იმპორტის შემცირება, შემდეგ ეკოლოგიისათვის მავნე თბოგენერაციის ჩანაცვლება, პერსპექტივაში კი, ჭარბი ელექტროენერჯის ექსპორტი მეზობელ ქვეყნებში [2].

საერთაშორისო საფინანსო ინსტიტუტები, პროექტების დაფინანსებისას დიდ ყურადღებას აქცევენ ბუნებრივ და სოციალურ გარემოზე ზემოქმედების შედეგებს, აქედან გამომდინარე, მეტი ყურადღება უნდა მიექცეს მდინარის ბუნებრივ მოდინებაზე მომუშავე (Run-of-River) ჰესების პროექტებს, რომლებიც არ გულისხმობენ დღე-ღამური და სეზონური რეგულირების წყალსაცავების კაშხლების აგებას, რის გამოც გაცილებით ნაკლებად ზემოქმედებენ ბუნებრივ და სოციალურ გარემოზე.

2. საანგარიშო ჰიდროლოგიური მახასიათებლების განსაზღვრის პრინციპები

მუშაობის პრინციპით, მდინარის ბუნებრივ მოდინებაზე მომუშავე ჰესები არსებითად განსხვავდება დღე-ღამური და სეზონური რეგულირების წყალსაცავიანი ჰესების მუშაობის პრინციპებისგან. მოდინებაზე მომუშავე ჰესისათვის, წყლის ზედმეტი ნაკადი და ის ნაკადი, რომლისთვისაც შეუძლებელია ჰიდროაგრეგატის გაშვება და ტვირთის ქვეშ დაყენება, ტურბინის დაშვებულ რეჟიმში მუშაობისათვის არასაკმარისობის გამო, მიედინება მდინარის კალაპოტში და არ გამოიყენება ენერჯის გენერაციისათვის, რაც ნიშნავს, რომ მათი პოტენციალი იკარგება. ასეთ შემთხვევაში ითქმის, რომ ადგილი აქვს დანაკარგებს აგრეგატის მოცდენებისგან.

დღე-ღამური და სეზონური რეგულირების წყალსაცავიანი ჰესებისათვის ხორციელდება ამ წყლის დაგროვება წყალსაცავში, შემდგომ მათი გამოყენების მიზნით, ანუ მათი პოტენციალი არ იკარგება, ამ შემთხვევაში, აგრეგატების მოცდენებისგან დანაკარგები ავტომატურად მცირდება და მდინარის პოტენციალი მაქსიმალურად გამოიყენება. აქედან გამომდინარე, ამ ორი ტიპის ჰესისათვის ერთნაირი მიდგომები ჰიდროლოგიურ გათვლებში, რომლის საფუძველზეც უნდა დადგინდეს ჰესის ისეთი პარამეტრები, როგორცაა: დადგმული სიმძლავრე, სავარაუდო საშუალო ყოველთვიური და წლიური გამომუშავება, დაუშვებელია და წარმოადგენს უხემ შეცდომას. ჩატარებული კვლევების მიხედვით, რომლის დროსაც შესწავლილი იქნა პერსპექტიული ჰესებისა და ახლად აშენებული ჰესების პროექტები, დადგინდა, რომ ადგილი ქონდა ხსენებული პრინციპების არეგას, რის შედეგადაც ინვესტორების მიერ უარი ითქვა რამდენიმე პერსპექტიული ჰესის რეალიზებაზე, ხოლო ახლად აშენებული ჰესები ვერ აწარმოებს პროექტით გათვალისწინებული რაოდენობის ენერჯიას, ამის გარდა დადგინდა, რომ ორივე ტიპის ჰესებისათვის ჰიდროლოგიური კვლევები ტარდებოდა ნორმატიული დოკუმენტების [3,4] მოთხოვნებისა და საყოველთაოდ მიღებული რეკომენდაციებისა და მეთოდოლოგიის გათვალისწინების გარეშე [5, 6].

საანგარიშო ჰიდროლოგიური მახასიათებლების განსაზღვრა საკმაოდ შრომატევადი და ხანგრძლივი პროცესია. ამ მიზეზის გამო, ხშირად ამ პროცესს ამარტივებენ, რაც დაუშვებელია. საანგარიშო ჰიდროლოგიური მახასიათებლების განსაზღვრა შესაბამისი პროგრამული უზრუნველყოფით მნიშვნელოვნად შეამცირებს როგორც შრომით, ასევე დროით დანახარჯებს, მაგრამ ვერ იქნა მოძიებული ისეთი პროგრამული პაკეტი, რომელიც მოიცავდა კვლევების სრულ ციკლს. ამიტომ გადაწყვეტილ იქნა შექმნილიყო პროგრამული უზრუნველყოფა, რომელშიც გათვალისწინებული იქნებოდა საქართველოში მოქმედი ნორმატიული დოკუმენტების მოთხოვნები, რომელთა მიხედვითაც სავალდებულოა, რომ: შერჩეული ანალოგისა და საპროექტო კვეთისათვის მდინარის წყალშემკრები აუზების ფართობები არ უნდა განსხვავდებოდეს 10-ჯერადაზე მეტად, ხოლო მათი საშუალო სიმაღლეებს შორის განსხვავება არ უნდა აღემატებოდეს 300 მ-ს (მთის მდინარეებისათვის) [3, 4]. დაუშვებელია ამ მოთხოვნების უგულვებელყოფა, თუმცა ჩვენს მიერ განხილულ პროექტების უმეტესობაში ეს მოთხოვნები უგულვებელყოფილია და გათვლები ჩატარებულია ამ პირობების გადამოწმების გარეშე.

ჩვენს მიერ შემუშავებული პროგრამა ამოწმებს შერჩეული ანალოგისა და საპროექტო კვეთებისათვის წყალშემკრები აუზის საშუალო სიმაღლეებს და ფართობებს, იგი არ დაუშვებს გათვლების ჩატარებას, თუ მათ სიმაღლეებს შორის სხვაობა აღემატება 300 მეტრს ან თუ მათი ფართობები განსხვავდება 10-ჯერადზე მეტად. ამით პროგრამა გამორიცხავს უხეში შეცდომის დაშვებას მდინარე-ანალოგის შერჩევისას.

შემდგომ ეტაპზე პროგრამა აწარმოებს შერჩეული ჰიდრომეტრიული რიგის საწყის შემოწმებას: რეპრეზენტაციულობაზე, დაკვირვებათა პერიოდის საკმარისობაზე, ჰიდროლოგიური რიგის სტრუქტურის აღმწერ მოდელს შემთხვევითობაზე, შერჩეულ ჰიდრომეტრიულ რიგს ერთგვაროვნებაზე სტიუდენტისა და ფიშერის კრიტერიუმებით. პროგრამა საშუალებას იძლევა შერჩეული ჰიდრომეტრიული რიგის საწყისი შემოწმება შესრულდეს ოპერატიულად გენერალური ერთობლიობიდან სხვადასხვა ამონაკრებისათვის. მას შემდეგ რაც დაკმაყოფილება საბოლოოდ შერჩეული ჰიდრომეტრიული რიგის მიმართ წაყენებული ყველა მოთხოვნა, პროგრამა გადადის საანგარიშო ჰიდროლოგიური მახასიათებლების განსაზღვრის ეტაპზე, ჯერ შერჩეული ანალოგის განკვეთისათვის და შემდგომ საპროექტო კვეთისათვის.

3. წყალშემკრები აუზების თანაფარდობის მეთოდის მოდიფიცირებული ვარიანტი

საქართველოში დამკვიდრებული პრაქტიკის მიხედვით, მდინარე-ანალოგიდან საპროექტო კვეთისათვის საშუალო ხარჯების გადათვლა უმეტესად მხოლოდ მდინარეთა წყალშემკრები აუზის ფართობების თანაფარდობის საშუალებით ხორციელდება, რაც საშუალო ხარჯების გადათვლის მხოლოდ ერთ-ერთი კერძო შემთხვევაა. ეს მეთოდი სამართლიანია მხოლოდ მაშინ, როცა ანალოგი და საპროექტო კვეთები განეკუთვნება ერთი მდინარის კალაპოტის იმ უბანს რომლისთვისაც

$$H = f(q)$$

სადაც H – მდინარის წყალშემკრები აუზის საშუალო სიმაღლეა მეტრებში და q – ჩამონადენის მოდული ლ/(წმ·კმ²)).

მრუდს აქვს თითქმის ვერტიკალური სახე, ანუ აუზის საშუალო სიმაღლის ცვლილებისას ჩამონადენის მოდული თითქმის არ იცვლება ან იცვლება იმდენად უმნიშვნელოდ, რომ არ იწვევს გათვლებისას მნიშვნელოვან გადახრებს (ცდომილებებს). ასეთ შემთხვევებს ადგილი აქვს მაშინ, როცა მდინარე მიედინება კანიონში და მას არ გააჩნია შენაკადები. ყველა სხვა შემთხვევაში ამ მეთოდის გამოყენებით მიღებული საშუალო ხარჯები გადაითვლება მნიშვნელოვანი ცდომილებებით. განხილულ პროექტებში საპროექტო კვეთისათვის ჰიდროლოგიური რიგის გადათვლისათვის ხშირად გამოიყენება ე.წ. წყალშემკრები აუზების შეფარდების დიკენის ფორმულა

$$Q_p = c \times Q_a \times \left(\frac{F_p}{F_a}\right)^n \text{ - ზოგად სახეში;}$$

$$Q_p = Q_a \times \left(\frac{F_p}{F_a}\right)^{0.75} \text{ - კერძო შემთხვევა,}$$

სადაც: n დამოკიდებულია მდინარის წყალშემკრები აუზის ზომასა და ფორმაზე, მდებარეობაზე, დაქსელვის ინტენსიობაზე, ხოლო კოეფიციენტი c ძირითადად დამოკიდებულია მდინარის წყლიანობის პერიოდზე წლის განმავლობაში.

უნდა აღინიშნოს, რომ დიკენის ფორმულა სამართლიანია მხოლოდ იმ შემთხვევისათვის, როცა ფართობების თანაფარდობა იცვლება 0,5-დან 1,5-მდე. ყოველი კონკრეტული შემთხვევისათვის c და n -ის მნიშვნელობა უნდა დადგინდეს ემპირიულად. $n = 0.75$ მნიშვნელობა მიღებული იქნა ნეპალში კონკრეტული მდინარის შესწავლის შედეგად და მისი გამოყენება საქართველოს მდინარეებისათვის გადამოწმების გარეშე შეცდომაა.

საშუალო ხარჯების გადათვლის ფორმულა, რომელიც უზრუნველყოფს შედარებით მაღალი სიზუსტით განისაზღვროს საპროექტო კვეთისათვის საანგარიშო ჰიდროლოგიური მახასიათებლები, გამოიყვანება ჩამონადენის მოდულის გამოსათვლელი საყოველთაოდ მიღებული ფორმულიდან [6]. დავუშვათ განიხილება ორი კვეთი: საპროექტო – პარამეტრი ინდექსით p და ანალოგი – პარამეტრი ინდექსით a , მაშინ გვაქვს შემდეგი ორი განტოლება:

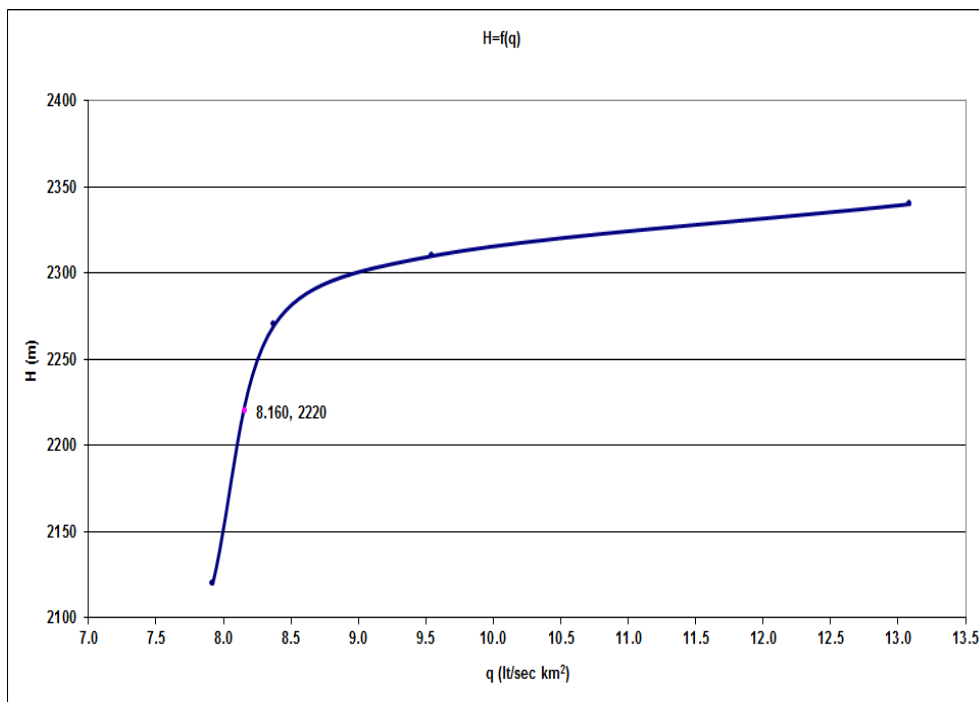
$$q_p = \frac{10^3 \cdot Q_p}{F_p}, \quad q_a = \frac{10^3 \cdot Q_a}{F_a}$$

სადაც: Q_p და Q_a პერიოდის საშუალო ხარჯებია.

ამ ორი განტოლების შეფარდებით მიიღება:

$$Q_p = \frac{F_p}{F_a} \cdot \frac{q_p}{q_a} \cdot Q_a \quad (1)$$

ამ განტოლებაში $\frac{q_p}{q_a}$ თანაფარდობა, ფაქტობრივად, მაკორექტირებელი კოეფიციენტია, რომელშიც q_p საპროექტო კვეთისათვის ჩამონადენის მოდულის მნიშვნელობა დგინდება $H = f(q)$ მრუდიდან მდინარის წყალმემკრები აუზის საშუალო სიმაღლის მნიშვნელობით საპროექტო კვეთისათვის. $H = f(q)$ მრუდი აიგება ცნობარებში არსებული ინფორმაციის საფუძველზე, ხოლო ინფორმაციის არარსებობის შემთხვევაში ემპირიულად, კვეთებში ხარჯების გაზომვების ჩატარების შედეგად (ნახ. 1).



ნახ.1. შემკრები აუზის საშუალო სიმაღლის დამოკიდებულება ჩამონადენის მოდულზე

(1)-ელ განტოლებაში $k = \frac{F_p}{F_a} \cdot \frac{q_p}{q_a}$ არის ჰიდროლოგიური მახასიათებლების მდინარე-ანალოგიდან საპროექტო კვეთში გადატანის კოეფიციენტი. მაშინ, როდესაც ოფიციალურ საცნობარო პუბლიკაციებში არ არსებობს საკმარისი ინფორმაცია $H = f(q)$ მრუდის ასაგებად, მაშინ უნდა ჩატარდეს მდინარის ხარჯის ერთდროული გაზომვები მდინარე-ანალოგისა და საპროექტო კვეთისათვის. სასურველია გაზომვები ჩატარდეს რამდენჯერმე წლის წყლიანობის სხვადასხვა პერიოდებისათვის და გადატანის კოეფიციენტი დადგინდეს საშუალო ხარჯების საშუალებით - $k = \bar{Q}_p / \bar{Q}_a$.

4. დასკვნა

მრავალწლიური ჰიდრომეტრიული დაკვირვებების მონაცემთა არსებობა არ წარმოადგენს ფაქტს, რომ ინფორმაცია სრულყოფილია. ნორმატიული დოკუმენტების რეკომენდაციების მიხედვით, პროექტირების პერიოდში აუცილებელია ჩატარდეს დამატებითი ჰიდრომეტრიული დაკვირვებები, რათა შემოწმდეს განიცადეს თუ არა ცვლილებები ჩამონადენის ფორმირების პირობებმა ბუნებრივი კატაკლიზმებისა და/ან ანთროპოგენური ზემოქმედებების შედეგად. ეს პროცედურა დაკავშირებულია გარკვეულ დროსთან და დამატებით ხარჯებთან, რის გამოც საპროექტო ორგანიზაციები ხშირ შემთხვევებში მას არ ატარებენ, რასაც მდინარის მოდინებაზე მომუშავე ჰესების ექსპლუატაციაში გაშვების შემდეგ მოსდევს არასასურველი შედეგები.

პროგრამის შედგენის უმთავრესი მიზანი იყო საქართველოში საინვესტიციოდ შემოთავაზებულ და რეალიზებული ჰესების პროექტებში საანგარიშო ჰიდროლოგიური მახასიათებლების განსაზღვრისას დაშვებული იმ შეცდომების აღმოფხვრა, რომელთა შედეგადაც თავს იჩენდა ჰესების საპროექტო და ფაქტობრივ პარამეტრებს შორის შეუსაბამობები. სტატიაში განხილულია პროგრამაში რეალიზებული ფუნქციების მხოლოდ ნაწილი, პროგრამა აწარმოებს გათვლების სრულ ციკლს, იგი აგებს ყოველდღიური საშუალო ხარჯების მოდინებათა ხანგრძლივობის მრუდს, საიდანაც ირჩევს და გვთავაზობს ჰესის რეკომენდირებულ საანგარიშო ხარჯს, ტურბინების ოპტიმალურ რაოდენობასა და ტიპებს, ტურბინების საანგარიშო და მინიმალურ ტექნიკურ ხარჯებს, ანგარიშობს სავარაუდო საშუალო ყოველთვიურ და წლიურ გამომუშავებას ყველა შესაძლო დანაკარგების გათვალისწინებით. პროგრამის მიერ შესრულებული გათვლების სიზუსტე შემოწმებული იქნა უკვე არსებულ ჰესებზე დაკვირვებებით, რომელთათვისაც არსებობდა ჰიდრომეტრიული დაკვირვებების მონაცემები.

ლიტერატურა - References – Литература:

1. ჩოქლაძე მ. (2013) საქართველოს ჰიდროენერგეტიკის გამოწვევები. თბ., მწვანე ალტერნატივა. http://greenalt.org/wp-content/uploads/2013/06/Energo_sektori.pdf
2. სახელმწიფო პროგრამა „განახლებადი ენერჯია 2008“. საქართველოში განახლებადი ენერჯიის ახალი წყაროების მშენებლობის უზრუნველყოფის წესი. საქართველოს მთავრობის დადგენილება №107. თბ., 2008 წლის 18 აპრილი.
3. Строительные нормы и правила. (1985). СНиП 2.01.14-83, Определение расчетных гидрологических характеристик. -М., Стройиздат. -36 стр.

4. Свод правил по проектированию и строительству. (2004). СП 33-101-2003. Определение основных расчетных гидрологических характеристик. -М., Стройиздат, -73 стр.
5. Методические рекомендации по определению расчетных характеристик при наличии данных гидрометрических наблюдений (2005). Санкт-Петербург: Государственный гидрологический институт, -123 стр.
6. Small Hydro Power Development. (2012) A Manual for Project Developers in Georgia. "Norsk Energy", "Gaidal Consult", "Energy Efficiency Center", -48 p.

SOFTWARE FOR THE CREATION OF A FEASIBILITY STUDY OF HPP PROJECTS

Jokhadze Alexander

Georgian Technical University

Summary

In this article, a part of a program specifically designed for Run-of-the-River type HPPs is described, which makes it possible to solve the problems that have arisen after the implementation of prospective Run-of-the-River type HPPs projects, in particular, the differences between design values and actually obtained values, after commissioning, of such HPP indicators as: the installed capacity factor (ICF), the average annual energy production.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ТЕХНИКО- ЭКОНОМИЧЕСКОГО ОБОСНОВАНИЯ ПРОЕКТОВ ГЭС

Джохадзе А.

Грузинский Технический Университет

Резюме

Рассмотрена часть программного обеспечения, специально созданное для ГЭС, работающих на естественном притоке реки, которое дает возможность решить те проблемы, которые возникают после реализации проектов перспективных ГЭС работающих на естественном притоке реки, в частности, различия между проектными значениями и фактически полученными значениями, после ввода в эксплуатацию, таких показателей ГЭС как: коэффициент использования установленной мощности, среднегодовое производство