

UDC 621.311.21

SCOPUS CODE 2105

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2022-2-96-104>

**ზედა საფეხურის წყალსაცავის სამუშაო რეჟიმების შერჩევა, ქვედა ბიეფის ჰესების ეფექტური ფუნქციონირების გათვალისწინებით, რიონის ჰესების მაგალითზე**

**ხატია ჩოხელი** ჰიდროენერგეტიკის და მაგისტრალური სამილსადენო სისტემების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 75  
E-mail: Khatia.chokheli@gmail.com

**გრიგოლ ხელიძე** ჰიდროენერგეტიკის და მაგისტრალური სამილსადენო სისტემების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 75  
E-mail: giakhelidze@yahoo.com

**რეცენზენტები:**

**ლ. შატაკიშვილი**, სტუ-ის ენერგეტიკის ფაკულტეტის პროფესორი  
E-mail: l.shatakishvili@gtu.ge

**რ. დიაკონიძე**, სტუ-ის სამშენებლო ფაკულტეტის პროფესორი  
E-mail: robertdia@mail.ru

**ანოტაცია.** ენერჯიის განახლებადი სახეობების, მათ შორის წყლის რესურსების ეფექტური მართვა, გლობალური დათბობის და გამკაცრებული გარემოსდაცვითი მოთხოვნების პირობებში, თანამედროვეობის უმნიშვნელოვანესი გამოწვევაა. წყალშემკრები აუზის ფარგლებში სამდინარო ჩამონადენის ტერიტორიულ და დროით გადანაწილებას და რაციონალურ მართვას არსებითი მნიშვნელობა აქვს ენერგეტიკული დანიშნულების წყალსაცავებისათვის.

სტატიაში განხილულია ზედა საფეხურის წყალსაცავში მდინარის ბუნებრივი ჩამონადენის იმგვარი რეგულირება, რაც უზრუნველყოფს ქვედა ბიეფში განლაგებული ჰიდროელექტროსადგურების მაღალი ენერგეტიკული მაჩვენებლებით მუშაობას. კერძოდ, წარმოდგენილია ლაჯანურის წყალსაცავის (ზედა საფეხური) სამუშაო რეჟიმების შერჩევა, ქვედა ბიეფის ჰესების (გუმათჰესი-1, გუმათჰესი-2, რიონჰესი) ეფექტური ფუნქციონირების გათვალისწინებით.

გაანგარიშებები ჩატარებულია ლაჯანურის წყალსაცავის დღედამური რეგულირების შემთხ-

ვევისთვის, ამასთანავე განხილულია რეგულირების ერთსაფეხურიანი (პიკური რეჟიმი) და ორსაფეხურიანი (პიკური და ბაზისური რეჟიმები) ვარიანტი. საანგარიშოდ გამოყენებულია წყალსაცავის წყლის ბალანსის განტოლება.

გაანგარიშებების საფუძველზე მიღებულ შედეგებზე დაყრდნობით, მიზანშეწონილია ლაჯანურჰესის წყალსაცავის მუშაობა ორსაფეხურიანი რეჟიმით, რაც ზრდის ჰესების პიკურ სიმძლავრეს წყალმცირობის პერიოდში, გაზრდილი ელექტრომოთხოვნილების პირობებში.

**საკვანძო სიტყვები:** მდინარის ბუნებრივი ჩამონადენის რეგულირება; პიკური სიმძლავრე; წყალსაცავის ბალანსი; წყალსაცავის დღედამური რეგულირება; წყალსაცავის სამუშაო რეჟიმები; წყლის რესურსების ეფექტური მართვა.

## შესავალი

ენერგეტიკული დანიშნულების წყალსაცავები მნიშვნელოვან როლს ასრულებს მრავალი ქვეყნის ენერგეტიკულ ბაზარზე, მათ შორის საქართველოში, რადგან ენერჯიის მიღების მაღალმანევრული წყაროა. კლიმატის მიმდინარე ცვლილების და გამკაცრებული გარემოსდაცვითი მოთხოვნების ფონზე განახლებადი ენერჯიის სახეობების მზარდი გამოყენების აუცილებლობა მოითხოვს ჰიდროენერგეტიკული რესურსების უფრო მოქნილ მართვას. საქართველოში არსებული წყალსაცავები, ძირითადად, კომპლექსური დანიშნულების წყალსამეურნეო ობიექტებია, რომლებიც ითავსებს ელექტრო-

ენერჯიის გენერაციის, სასმელი და სამეურნეო წყალმომარაგების, წყალდიდობების და წყალმოვარდნებისგან დაცვის, რეკრეაციულ და თევზის აღწარმოების ფუნქციებს. წყალსაცავის ეფექტური მუშაობისათვის აუცილებელია არსებული წყლის რესურსების გამოყენების სწორად დაგეგმარება, რაც გულისხმობს მდინარის ბუნებრივი ჩამონადენის დროში ხელოვნურად გადანაწილებას მისი გამოყენების პირობებთან მაქსიმალურად მისადაგების მიზნით. აღნიშნული მოიცავს მდინარის ჩამონადენის გაზრდას წყალმცირობის პერიოდში წყლით მოსარგებლეთა და წყლის მომხმარებელთა უზრუნველყოფისათვის, ხოლო წყალდიდობის და წყალმოვარდნისას – მაქსიმალური ხარჯების შემცირებას ჩამონადენის ნაწილის წყალსაცავში აკუმულირებით, რის შედეგადაც უმჯობესდება ქვედა ბიეჯში წყალდიდობის წყლების გატარების პირობები. ენერგეტიკული დანიშნულების წყალსაცავის რეგულირების ამოცანაა მდინარის ჩამონადენის დროში უთანაბრო განაწილების პირობებში წყლის იმ ხარჯისა და დაწნევის უზრუნველყოფა, რომელიც გარანტირებული იქნება ჰიდროკვანძის ექსპლუატაციის პერიოდის უმეტეს ნაწილში.

## ძირითადი ნაწილი

ენერგეტიკული დანიშნულების წყალსაცავში აკუმულირებული წყალი განიხილება როგორც ენერგეტიკული მარაგი. ელექტროენერჯიის წარმოებისა და მოხმარების მომენტალური ცვლილებები კომპენსირდება ენერგეტიკული დანიშნულების წყალსაცავების საშუალებით. ექსპლუატაციაში არსებული ჰესების გამომუშავების დაგეგმვის და მიმდინარე კონტრო-

ლისთვის აუცილებელია წყალსაცავში დროის გარკვეულ პერიოდში მდინარის ბუნებრივი ჩამონადენის გადანაწილება მომხმარებლების მოთხოვნილებათა შესაბამისად. ცნობილია, რომ ჩამონადენის განაწილების პერიოდის ხანგრძლივობის მიხედვით არსებობს დღეღამური, კვირეული, წლიური (სეზონური) და მრავალწლიური რეგულირების წყალსაცავები [1,2,3]. რაც უფრო დიდია რეგულირების პერიოდი, მით უფრო დიდი მოცულობის წყალსაცავია საჭირო. აქედან გამომდინარე, მრავალწლიური რეგულირების წყალსაცავები საჭიროების შემთხვევაში გამოიყენება წლიური, კვირეული და დღეღამური რეგულირებისათვის, ხოლო წლიური რეგულირების წყალსაცავები – კვირეული და დღეღამური რეგულირებისათვის [4,5].

მიღებულია, რომ მცირე წყალსაცავებზე (სრული მოცულობა 0.01 კმ<sup>3</sup>-მდე) [6] ფართოდ გამოიყენება წყალსაცავის ყოველკვირეული ან დღეღამური რეგულირება. დღე-ღამის ან კვირის განმავლობაში წყლის ხარჯის ასეთი გადანაწილების მიზანია ენერგეტიკული სისტემების პიკური დატვირთვის დაფარვა [7].

ზედა საფეხურის წყალსაცავის (ლაჯანურის წყალსაცავი) გავლენა მის ქვედა ბიეფში არსებულ ჰესებზე (გუმათჰესი-1, გუმათჰესი-2 და რიონჰესი) დამოკიდებულია ლაჯანურჰესის მუშაობის რეჟიმზე. ლაჯანურის საპროექტო სრული მოცულობის (24.6 მლნ. მ<sup>3</sup>) ნაწილში აკუმულირებული მყარი ნატანის მოცულობამ 1992 წელს 20,66 მლნ. მ<sup>3</sup> შეადგინა [8], ხოლო 2011 წლის კვლევის მიხედვით – 20.8 მლნ. მ<sup>3</sup> [6]. დღეის მდგომარეობით ლაჯანურის წყალსაცავის სისტემატური ჰიდრავლიკური გარეცხვითი სამუშაოების ჩატარების შედეგად ფაქ-

ტობრივი სასარგებლო მოცულობა 8.0 მლნ. მ<sup>3</sup> იძლევა კვირეული და დღეღამური რეგულირებით მუშაობის შესაძლებლობას.

აღსანიშნავია, რომ ლაჯანურჰესი მუშაობს მდინარეების ლაჯანურისა და რიონის აუზებში გადმოგდებული მდ. ცხენისწყლის ჩამონადენზე, ხოლო გუმათჰესების კასკადის შემადგენელი ჰიდროელექტროსადგურები გუმათჰესი-1 და გუმათჰესი-2 იყენებს მდინარე რიონის შუა წელის ჰიდროენერგეტიკულ პოტენციალს 12 კმ-იან მონაკვეთზე სოფელ ჟონეთიდან რიონჰესის წყალსაცავამდე. ქ. ქუთაისში მდებარე რიონჰესზე, გუმათჰესების მსგავსად მარეგულირებელი მოცულობის არარსებობის გამო [8], მდინარე რიონის წყალმცირობის პერიოდში, როცა მდინარის წყლის ხარჯი ნაკლებია ჰესის საანგარიშო წყლის ხარჯზე, ძალიან მნიშვნელოვანია ზედა საფეხურის, ლაჯანურჰესის წყალსაცავის ისეთი სამუშაო რეჟიმების შერჩევა, რაც დადებითად აისახება ქვედა ბიეფის ჰესების ელექტროენერჯის წარმოებაზე.

წყალსაცავი, გეოგრაფიული გარემოს ხელოვნური ელემენტი, ძირფესვიანად ცვლის მდინარეთა ჰიდროლოგიურ რეჟიმს და მდინარეთა წყალმემკრებების წყლის ბალანსს. წყლის ბალანსის მეთოდის საშუალებით შესაძლებელია წყალსაცავში წყლის შემოღების, გადინებისა და აკუმულაციის განსაზღვრა.

წყალსაცავის დანიშნულებიდან გამომდინარე, ყოველდღიურად, წყლის ბალანსის ელემენტების გამოყენებით, კერძოდ, მდინარის ბუნებრივი მოდინების შესაბამისად და წყალსაცავში არსებული მარაგიდან დამატებული წყლის მოცულობით, ლაჯანურჰესს შეუძლია გარკვეულ საათებში პიკურ რეჟიმში მუშაობა, შემდეგ კი, ისევ მდინარის ბუნებრივი მოდინებით ხორციელდება წყალსაცავის შევსება. დღეღამური

რეგულირების პარამეტრების განსაზღვრისთვის n-საათიანი ხანგრძლივობის ზონაში გამოყენებულია წყლის ბალანსის განტოლება [9,10]:

$$Q_{\text{ბაზისი}} \times 24 \times 3600 = t_{\text{პიკური}} \times Q_{\text{პიკური}} \times 3600, \quad (1)$$

სადაც

$Q_{\text{ბაზისი}}$  არის დღელამური წყლის ხარჯი, რომლითაც განისაზღვრება ჰესის მუშაობა ბაზისურ რეჟიმში, მ<sup>3</sup>/წმ;

$Q_{\text{პიკური}}$  – ჰესის მაქსიმალური (პიკური) წყლის ხარჯი, მ<sup>3</sup>/წმ – განისაზღვრება წყალსაცავის ნიმუშით;

$t_{\text{პიკური}}$  – ჰესის მუშაობის ხანგრძლივობა პიკურ რეჟიმში, სთ.

$$t_{\text{პიკური}} = \frac{24Q_{\text{მოდინება}}}{Q_{\text{პიკური}}}. \quad (2)$$

როცა დღელამური მოდინება  $Q_{\text{მოდინება}}=14.5$  მ<sup>3</sup>/წმ, რომლითაც განისაზღვრება ჰესის მუშაობის რეჟიმი, ნაკლებია ტურბინის მინიმალურ წყლის ხარჯზე ( $Q_{\text{ტურბინა}}= 16.67$  მ<sup>3</sup>/წმ) ჰესის მუშაობის რეჟიმი ერთსაფეხურიანია (პიკური) n-საათიან პერიოდში. ანგარიშის შედეგები მოყვანილია 1-ელ ცხრილში, სადაც გამოყენებულია შემდეგი სახის მონაცემები: ა) რიონის კასკადის ჰესების მცირეწლიანი წლის დეკემბრის საშუალო მრავალწლიური წყლის ხარჯი  $Q_{\text{მოდინება}} = 14.5$  მ<sup>3</sup>/წმ, რომელიც ანგარიშებში შესულია აღნიშნული ჰესების ეკოლოგიური წყლის ხარჯის გათვალისწინებით –  $Q_{\text{სასარგებლო მოდინება}} = 13.5 \frac{\text{მ}^3}{\text{წმ}}$ ; ბ) შესაძლო მაქსიმალური პიკური ხარჯი  $Q_{\text{პიკური}} = 100$ მ<sup>3</sup>/წმ; გ) დადგმული სიმძლავრე  $N_{\text{დადგმული}} = 113.7$  მგვტ; დ) პიკური სიმძლავრე  $N_{\text{პიკური}} = 113.7$  მგვტ; ე) ჰიდროტურბინის მინიმალური ხარჯი, მ<sup>3</sup>/წმ – მინიმალური წყლის ხარჯი, რომელიც მიღებულია საანგარიშოს

( $Q_{\text{სანგარიშო}}$ ) 30–50 % -ის ოდენობით; ვ) პიკის დაწყების დრო – 18<sup>00</sup>; ხანგრძლივობა  $t_{\text{პიკური}} = 3$  სთ. წყალსაცავის ავსების/ჩამოცლის დღელამური სასარგებლო მოცულობა განისაზღვრა შემდეგის სახის ბალანსით :

$$W_{\text{დღ}} = Q_{\text{პიკური}} - Q_{\text{სასარგებლო მოდინება}} \times 3600 \times t_{\text{პიკური}} = (100 - 13.5) \times 3600 \times 3 = 1,006,412 \text{ მლნ მ}^3,$$

როგორც წესი, დღელამური რეგულირების პრინციპის საფუძველზე წყალსაცავის ჩამოცლის და ავსების მოცულობები ერთმანეთის ტოლია, ამიტომ როდესაც წყალმცირობის დროს მოდინების შესაბამისი სასარგებლო მოცულობა ვერ უზრუნველყოფს პიკური სიმძლავრეების მიღებას, მისთვის საჭირო შესაბამისი მოცულობის მისაღებად გამოიყენება წყალსაცავის ენერგეტიკული მარაგის გარკვეული ოდენობა, რომლის კომპენსირება დღის განმავლობაში განხორციელდება წყალსაცავის შევსების ხარჯზე.

ზ)  $Q_{\text{პიკური}}$  პიკური რეჟიმის დღელამური გამომუშავება მიიღება პიკური სიმძლავრის გამრავლებით პიკურ რეჟიმში მუშაობის ხანგრძლივობაზე:

$$Q_{\text{პიკური}} = N_{\text{პიკური}} \times t_{\text{პიკური}} = 113.7 \times 3 = 367.3 \text{ მგვტ.სთ.}$$

აღსანიშნავია, რომ ლაჯანურჰესი წყალსაცავის რეგულირების გარეშე იგივე ელექტროენერჯიას გამოიმუშავებს:

$$Q_{\text{სასარგ.მოდინებით}} = (N_{\text{მოდ}} \div q) \times 24 \text{ სთ} = (13.46 \div 0.879) \times 24 = 367.3 \text{ მგვტ. სთ.}$$

სადაც q არის ხვედრითი ხარჯი. იგი წარმოადგენს წყლის ხარჯს მ<sup>3</sup>/წმ, რომელიც საჭიროა ერთი მეგავატი სიმძლავრის მისაღებად და განსაზღვრულია  $Q_{\text{ჰესის ხარჯი}}$ -ს და  $N_{\text{დადგმული}}$  -ს ფარდობით.

ცხრილი 1

დასახელება	განზომლება	ლაჯანურჰესი
სასარგებლო მოდინება (დეკემბრის წყლის ხარჯი, P=90%)	მ <sup>3</sup> /წმ	13.5
ჰესის წყლის ხარჯი	მ <sup>3</sup> /წმ	100
შესაძლო მაქს. პიკური წყლის ხარჯი	მ <sup>3</sup> /წმ	100
დადგმული (ქონებული) სიმძლავრე	მგვტ	113.7
პიკური სიმძლავრე	მგვტ	113.7
ტურბინის მინიმალური წყლის ხარჯი	მ <sup>3</sup> /წმ	16.7
წყლის ხარჯი ბაზისურ რეჟიმში	მ <sup>3</sup> /წმ	0
სიმძლავრე ბაზისურ რეჟიმში	მგვტ	0
პიკური წყლის ხარჯი	მ <sup>3</sup> /წმ	100
ბაზისურ რეჟიმში მუშაობის დრო	სთ	0
პიკურ რეჟიმში მუშაობის ხანგრძლივობა	სთ	3
წყალსაცავის ავსებისა და ჩამოცლის სასარგებლო მოცულობა	მლნ მ <sup>3</sup>	1,006,412
პიკურ რეჟიმში მუშაობის დაწყების დრო	სთ	18
<b>გამომუშავება წყალსაცავის რეგულირების გარეშე</b>	<b>მგვტ.სთ</b>	<b>367.3</b>
<b>გამომუშავება წყალსაცავის რეგულირებით</b>	<b>მგვტ.სთ</b>	<b>367.3</b>

მე-2 ცხრილში მოყვანილი გაანგარიშების შედეგებიდან ჩანს ლაჯანურჰესის გავლენა რიონის ჰესების გამომუშავებაზე, როდესაც მისი მუშაობის რეჟიმში განისაზღვრება დღეღამური რეგულირების ერთი საფეხურით – პიკური რეჟიმით.

ცხრილი 2

დასახელება	განზომლება	გუმათჰესი I	გუმათჰესი II	რიონჰესი
სასარგებლო მოდინება (დეკემბრის წყლის ხარჯი, P=90%)	მ <sup>3</sup> /წმ	19.00	19.00	19.00
ჰესის წყლის ხარჯი	მ <sup>3</sup> /წმ	214.0	214.0	75.00
დადგმული (ქონებული) სიმძლავრე	მგვტ	48.40	22.8	39.00
ტურბინის მინიმალური წყლის ხარჯი	მ <sup>3</sup> /წმ	16.05	21.4	12.50
ბაზისური წყლის ხარჯი	მ <sup>3</sup> /წმ	19.00	19.0	19.00
სიმძლავრე ლაჯანურის რეგულირების გარეშე	მგვტ	7.34	3.5	16.88
ბაზისური სიმძლავრე	მგვტ	4.30	2.0	9.88
პიკური წყლის ხარჯი	მ <sup>3</sup> /წმ	119.00	119.0	75.00
პიკური სიმძლავრე	მგვტ	26.91	12.7	39.00
ბაზისურ რეჟიმში მუშაობის დრო	სთ	24.00	24.0	24.00
პიკურ რეჟიმში მუშაობის დრო	სთ	3.23	3.23	3.23
პიკის დაწყების საათი	სთ	22. <sup>00</sup>	22. <sup>50</sup>	24. <sup>00</sup>
<b>გამომუშავება ლაჯანურის რეგულირების გარეშე</b>	<b>მგვტ.სთ</b>	<b>176.19</b>	<b>83.0</b>	<b>405.10</b>
<b>გამომუშავება ლაჯანურის რეგულირებით</b>	<b>მგვტ.სთ</b>	<b>176.19</b>	<b>83.0</b>	<b>331.19</b>

ცნობილია, რომ როდესაც დღეღამური სასარგებლო წყლის მოდინება  $Q = 25.8$  მ<sup>3</sup>/წმ, რომლითაც განისაზღვრება ჰესის მუშაობა ბაზისურ რეჟიმში, მეტია ტურბინის მინიმალურ წყლის ხარჯზე ( $Q_{ტურბინა} = 16.67$  მ<sup>3</sup>/წმ) შესაძლებელია ჰესის გადასვლა ორსაფეხურიან მუშაობის გრაფიკზე n-საათიან პერიოდში, მაქსიმალური დატვირთვით n საათის

განმავლობაში და განისაზღვრება შემდეგი საბალანსო განტოლების საშუალებით:

$$Q_{სასარგებლო\ მოდინება} \times 24 = Q_{ბაზისი}(24 - t_{პიკური}) \times Q_{პიკურ} t_{პიკური}$$

ლაჯანურჰესის ორსაფეხურიან რეჟიმში მუშაობის შესაბამისი ანგარიშის შედეგები მოყვანილია მე-3 ცხრილში.

ცხრილი 3

დასახელება	განზომილება	ლაჯანურჰესი
სასარგებლო მოდინება (დეკემბრის წყლის ხარჯი, P=50%)	მ <sup>3</sup> /წმ	25.8
ჰესის წყლის ხარჯი	მ <sup>3</sup> /წმ	100
შესაძლო მაქს. პიკური წყლის ხარჯი	მ <sup>3</sup> /წმ	100
დადგმული (ქონებული) სიმძლავრე	მგვტ	114
პიკური სიმძლავრე	მგვტ	114
ტურბინის მინიმალური წყლის ხარჯი	მ <sup>3</sup> /წმ	16.7
წყლის ხარჯი ბაზისურ რეჟიმში	მ <sup>3</sup> /წმ	17
სიმძლავრე ბაზისურ რეჟიმში	მ <sup>3</sup> /წმ	19
პიკური წყლის ხარჯი	მ <sup>3</sup> /წმ	100
ბაზისურ რეჟიმში მუშაობის დრო	სთ	24
პიკურ რეჟიმში მუშაობის ხანგრძლივობა	სთ	3
გამოყენებული წყალსაცავის სასარგებლო მოცულობა	მლნ მ <sup>3</sup>	677,664
პიკურ რეჟიმში მუშაობის დაწყების დრო	სთ	18 <sup>00</sup>
<b>გამომუშავება წყალსაცავის რეგულირების გარეშე</b>	<b>მგვტ.სთ</b>	<b>703.2</b>
<b>გამომუშავება წყალსაცავის რეგულირებით</b>	<b>მგვტ.სთ</b>	<b>703.2</b>

მე-4 ცხრილში წარმოდგენილი გაანგარიშების შედეგები შეესაბამება ლაჯანურჰესის დღეღამური რეგულირების ორი საფეხურით – პიკური და ბაზისური რეჟიმებით მუშაობისას მის გავლენას რიონის ჰესების გამომუშავებაზე.

ანგარიშების შედეგებიდან ჩანს, რომ ლაჯანურჰესის მუშაობა გაზრდის მის სიმძლავრეს პიკური დატვირთვის დროს, ამასთანავე, გუმათჰესებისგან განსხვავებით, რიონჰესზე გამოიწვევს ელექტროენერჯიის გამომუშავების დანაკარგს და შესაბამის

სად წყლის გადაღვრას, რაც გამოწვეულია შემდეგი ფაქტორებით:

**პირველი ფაქტორი:** როდესაც ლაჯანურჰესის პიკური წყლის ხარჯი (ჰესის საანგარიშო წყლის ხარჯი 100 მ<sup>3</sup>/წმ) ნაკლებია/ტოლია გუმათჰეს I-ის და გუმათჰეს II-ის პიკური წყლის ხარჯზე (ჰესის

საანგარიშო წყლის ხარჯი 214 მ<sup>3</sup>/წმ), მაშინ დღე-ღამური რეგულირებით, ერთსაფეხურიან (მხოლოდ პიკურ) რეჟიმში ქვედა ბიეფის ჰესების ელექტროენერჯიის ჯამური გამომუშავება არ მცირდება და ენერგეტიკულ-ეკონომიკური მახასიათებლები არ უარესდება.

ცხრილი 4

დასახელება	განზომილება	გუმათჰესი I	გუმათჰესი II	რიონჰესი
სასარგებლო მოდინება (დეკემბრის წყლის ხარჯი, P=50%)	მ <sup>3</sup> /წმ	39.82	39.82	39.82
ჰესის წყლის ხარჯი	მ <sup>3</sup> /წმ	214.0	214.0	75.00
დადგმული (ქონებული) სიმძლავრე	მგვტ	48.40	22.8	39.00
ტურბინის მინიმალური წყლის ხარჯი	მ <sup>3</sup> /წმ	16.05	21.4	12.50
ბაზისური წყლის ხარჯი	მ <sup>3</sup> /წმ	56.82	56.8	56.82
სიმძლავრე ლაჯანურის რეგულირების გარეშე	მგვტ	14.83	7.0	34.11
ბაზისური სიმძლავრე	მგვტ	12.85	6.1	29.55
პიკური წყლის ხარჯი	მ <sup>3</sup> /წმ	139.82	139.8	75.00
პიკური სიმძლავრე	მგვტ	31.62	14.9	39.00
ბაზისურ რეჟიმში მუშაობის დრო	სთ	24.00	24.0	24.00
პიკურ რეჟიმში მუშაობის დრო	სთ	2.54	2.54	2.54
პიკის დაწყების საათი	სთ	22 <sup>00</sup>	23 <sup>50</sup>	24 <sup>00</sup>
<b>გამომუშავება ლაჯანურის რეგულირების გარეშე</b>	<b>მგვტ.სთ</b>	<b>356.04</b>	<b>167.7</b>	<b>818.59</b>
<b>გამომუშავება ლაჯანურის რეგულირებით</b>	<b>მგვტ.სთ</b>	<b>356.04</b>	<b>167.7</b>	<b>733.11</b>

**მეორე ფაქტორი:** როდესაც ლაჯანურჰესის პიკური წყლის ხარჯი (ჰესის საანგარიშო წყლის ხარჯი 100 მ<sup>3</sup>/წმ) მეტია რიონჰესის პიკური წყლის ხარჯზე (ჰესის საანგარიშო წყლის ხარჯი 75.0 მ<sup>3</sup>/წმ), მაშინ მისი დღეღამური რეგულირებით, ერთსაფეხურიან (მხოლოდ პიკური), წყლის აკუმულირების პერიოდში რიონჰესს დააკლდება ჩამონადენის რაოდენობა, რაც აისახება სიმძლავრის შემცირებით (ან აღნიშნულ პერიოდში რიონჰესის გაჩერებით), ხოლო ლაჯანურის წყალსაცავის დამუშავების პერიოდში რიონჰესი მიაღწევს მაქსიმალურ სიმძლავრეს, მაგრამ დაუფიქსირდება წყლის გადაღვრა ჭარბი რესურსის სახით.

წყლის რესურსის ეფექტურად გამოყენების მიზნით, უწყვეტი მუშაობის უზრუნველსაყოფად, მიგვაჩნია, რომ ლაჯანურჰესის ექსპლუატაცია უნდა განხორციელდეს დღეღამური რეგულირების ორსაფეხურიან რეჟიმში. მითითებული ითვალისწინებს ზედა საფეხურის – ლაჯანურჰესის ერთი ჰიდროაგრეგატის მუდმივად მუშაობას ბაზისურ რეჟიმში, რათა შენარჩუნებულ იქნეს ქვედა ბიეფში არსებული ჰესების ეფექტური ფუნქციონირება, ხოლო პი-

კური რეჟიმით ჰესი ჩაერთოს ენერგოსისტემის მაქსიმალური დატვირთვების დაფარვაში.

### დასკვნა

განგარიშებები ჩატარებულია ლაჯანურის წყალსაცავის დელამური რეგულირების შემთხვევისთვის, ამასთანავე განხილულია რეგულირების ერთსაფეხურიანი (პიკური რეჟიმი) და ორსაფეხურიანი (პიკური და ბაზისური რეჟიმები) ვარიანტები.

შესრულებული განგარიშებების შედეგების ანალიზის საფუძველზე წყლის რესურსის ეფექტურად

გამოყენების მიზნით მიზანშეწონილად მიგვაჩნია ზემოაღნიშნული რეგულირების ტიპებიდან ლაჯანურის წყალსაცავში რეგულირების ორსაფეხურიანი რეჟიმის გამოყენება, რომელიც უზრუნველყოფს წყლის რესურსით უზრუნველოვას მასზე ნაკლები საანგარიშო წყლის ხარჯის მქონე რიონჰესისთვის 24 საათის განმავლობაში და ელექტროენერჯის დანაკარგებს შეამცირობს მინიმალურ მნიშვნელობამდე, თანაც გუმათჰესების გამომუშავებაზე გავლენას არ მოახდენს.

### ლიტერატურა

1. Svanidze, G. G. (1987). *Renewable Energy of Georgia*. Leningrad: Hydrometeoizdat. (In Russian);
2. World Meteorological Organization. (2015). *Integrated Flood Management Tools: Reservoir Operations and Managed Flows, Series No.5*. (In English);
3. Votruba, L., BroZa, V. (1989). *Water management in reservoir*. Czechoslovakia, Prague: Technical University (In English);
4. Arsenyev, G. (1989). *Water management and water management calculations*. Leningrad: Hydrometeorological Institute. (In Russian);
5. Trapaidze, V. (2012). *Water resources*. Tbilisi: Ivane Javakhishvili Tbilisi State University. (In Georgian).
6. Ioradishvili, I., Iordanishvili, K. (2012). *Issues of eco evolution of Georgian mountain reservoirs*. Tbilisi, Georgian Technical University: Institute of Water Management. (In Russian ).
7. Arsenyev, G. S. (2005). *Fundamentals of hydrological processes management water resource*. Russia: Russian State Hydrometeorological University (In Russian);
8. Georgian Research Institute of Energy and Hydraulic Structures. (1992). *Methodology of flushing the cascade of hydropower plants on the river Rioni*. (In Georgian).
9. Kartvelishvili, N.(1970). *Regulation of river flow*. Russia: Leningrad. (In Russian);
10. Kodua, N., Khazalia, K. (2017). *Methodological reference for practical and term papers for hydropower calculations*. Tbilisi: Georgian Technical University. (In Georgian).



UDC 621.311.21

SCOPUS CODE 2105

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2022-2-96-104>

## Selection of Upper Level Reservoir Operating Modes, Taking Into Account the Efficient Operation of Lower Stream Hydropower Plants, on the Example of Rioni HPPs

**Khatia Chokheli** Department of Hydro-Energetics and Main Pipeline Systems, Georgian Technical University, Tbilisi, 0160, Georgia, 75, M. Kostava str.  
E-mail: [Khatia.chokheli@gmail.com](mailto:Khatia.chokheli@gmail.com)

**Grigol Khelidze** Department of Hydro-Energetics and Main Pipeline Systems, Georgian Technical University, Tbilisi, 0160, Georgia, 75, M. Kostava str.  
E-mail: [giakhelidze@yahoo.com](mailto:giakhelidze@yahoo.com)

### Reviewers:

**L. Shatakishvili**, Professor, Faculty of Energy, GTU

E-mail: [l.shatakishvili@gtu.ge](mailto:l.shatakishvili@gtu.ge)

**R. Diakonidze**, Professor, Faculty of Civil Engineering, GTU

E-mail: [robertdia@mail.ru](mailto:robertdia@mail.ru)

**Abstract.** Efficient management of renewable energy sources, including water resources in the context of global warming and tightening environmental requirements, is the most important challenge of our time. Territorial and temporal redistribution of river runoff within the catchment area is essential for energy reservoirs.

The regulation of the river runoff by the reservoir which ensures the operation of hydroelectric power plants located in the downstream with high energy performance is discussed. In particular, the selection of the operating modes of the Lajanuri reservoir (upper stage) is presented taking into account the efficient operation of the downstream HPPs (Gumati HPP I, Gumati HPP II, Rioni HPP).

The calculations were made for the case of daily regulation of Lajanuri reservoir. At the same time, the one-stage (peak regime) and the two-stage (peak and base regimes) regulation types are discussed. The water balance equation was used for calculations.

Based on the results of calculations, it is advisable to operate the Lajanur reservoir in a two-stage mode, which will increase the peak power of the HPP in a dry watery period at the increased power consumption.

**Keywords:** daily regulation reservoir; efficient management of water resources; energy purpose reservoir; peak power of HPP; regulation of river runoff; reservoir operating modes; river runoff; water inflow; water balance reservoir.

*განხილვის თარიღი 27.01.2022*

*შემოსვლის თარიღი 17.02.2022*

*ხელმოწერილია დასაბეჭდად 06.06.2022*