

ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის
სახელმწიფო უნივერსიტეტი

თამაზ პავლაძე

ანთროპოგენური ფაქტორების ზეგავლენა მდინარე ენგურის
ჩამონადენზე

ფიზიკური გეოგრაფია და გარემოს მდგრადი განვითარება

ნაშრომი შესრულებულია გეოგრაფიის მაგისტრის აკადემიური
ხარისხის მოსაპოვებლად

ხელმძღვანელი : სრული პროფესორი დავით კერესელიძე

თბილისი 2013

სარჩევი

ანოტაცია	4
შესავალი	6
თავი I. ზოგადი ცნობები მდინარე ენგურის შესახებ	9
მდ. ენგურის მოკლე ისტორიული მიმოხილვა	9
მდ. ენგურის აუზის ფიზიკურ-გეოგრაფიული დახასიათება	10
მდ. ენგურის აუზის ჰიდროგრაფიული ქსელი	13
თავი II. წყალსაცავები , მათი მნიშვნელობა	16
თავი III. ჯვრის წყალსაცავი	22
მდ. ენგურის ენერგეტიკული გამოყენების სქემების შედგენის მოკლე ისტორია	22
ჯვრის წყალსაცავი	26
კაშხალი	29
ჯვრის წყალსაცავის გამოყენება	31
სადერივაციო გვირაბი	31
ენგურჰესი	32
გალის წყალსაცავი	33
ვარდნილჰესები II , III და IV	34
ჯვრის წყალსაცავის წყალსამეურნეო ბალანსი	35
ჯვრის წყალსაცავის გავლენა შავი ზღვის სანაპირო ხაზზე	36

თავი IV. ხუდონის ჰიდროელექტროსადგური	38
ხუდონის კაშხალი	38
არსებული მდგომარეობა ხუდონის კაშხალზე	41
ბუნებრივი გარემო . ფიზიკური კონტექსტი	47
ხუდონის წყალსაცავის ზეგავლენა გარემო პირობებზე	51
ეკოლოგიური და სოციალური ზეგავლენა	53
ხუდონის წყალსაცავში წყლის ხარისხისა და ევტროფიკაციული პროცესების პროგნოზირება	58
დასკვნა	66
გამოყენებული ლიტერატურა	68

ანოტაცია

ანტროპოგენური ფაქტორების გავლენა მდინარე ენგურის ჩამონადენზე

ადამიანის მიერ გარემოს გარდაქმნის ანუ ანტროპოგენური ზემოქმედების ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი გამოვლინებაა დედამიწის ჰიდროსფეროს მდგომარეობის მკვეთრი გაუარესება. ამიტომ, ჰიდროსფეროს მდგომარეობის ბუნებრივი რეჟიმის იძულებითი ცვალებადობის შეფასება, წყლის რესურსების ზუსტი აღწერა, დაცვა და რაციონალური გამოყენება შეადგენს ჩვენი მომავალი არსებობის უმნიშვნელოვანეს მომენტს.

ხმელეთის წყლებზე ანტროპოგენური ზემოქმედება იწვევს მკვეთრ ცვლილებებს, რომლებიც მთლიანობაში დამლუპველია გარემოსათვის. მაგალითად: ზედაპირული და მიწისქვეშა წყლების სეზონური და მრავალწლიური რეჟიმის შეცვლა იწვევს: კარსტული და მეწყრული პროცესების ინტენსივობას, მდინარეებში და წყალსაცავებში ნაპირების ხელახალ ფორმირებას, განსაზღვრავს ეკოსისტემის ფუნქციონირების პირობებს, იცვლება ტერიტორიის სეისმურობა. ყოველივე ამ ნეგატიურ პრობლემას ემატება კლიმატის ცვლილება და რაც მთავარია, წყლის რესურსების გაჭუჭყიანება.

მდინარე ენგური საქართველოს მდინარეებს შორის გამოირჩევა, როგორც ყველაზე მაღალი ჰიდროენერგეტიკული პოტენციალის მქონე წყალსადინარი. აქ აშენებულია ერთი და დაგეგმილია რამოდენიმე დიდი წყალსაცავიანი ჰიდროელექტროსადგურის მშენებლობა, რითაც მთლიანად მოხდება ჩამონადენის დარეგულირება. აქედან გამომდინარე მკვეთრად შეიცვლება ჩამონადენის როგორც რაოდენობრივი, ისე ხარისხობრივი მხარე.

გაშუქებული იქნება მდინარის ჰიდროენერგეტიკული გამოყენების სქემები, ჯვრის წყალსაცავის მუშაობის პრობლემები და პერსპექტივები, ხუდონის წყალსაცავის ზეგავლენა გარემო პირობებზე. ასევე მოცემულია ხუდონის წყალსაცავში წყლის ხარისხისა და ევტროფიკაციული პროცესების პროგნოზირება.

Influence of anthropogenic factors on flow of riv. Enguri

One from the most important demonstrations of transformation of environment by human in other words of anthropogenic influence is the sharp worsening of earth hydrosphere. Therefore, evaluation of forced change of natural regime of hydrosphere condition, exact description, protection and rational using of water recourses are the most important moments of our future existence.

Anthropogenic influence on land waters causes the sharp changes which is wholly fatal for environment. For example: change of multiyear and seasonal regime of surface and underground waters causes in: intensity of landslide and karst processes, repeated formation of edges in reservoirs and rivers; determine conditions for functioning of ecosystem, seismicity of territory changes. All of these negative problems are added by change of climate and especially, pollution of water recourses.

River Enguri is distinguished among the rivers of Georgia with its highest hydroepower potential. There is one hydropower station and construction of several huge hydroelectric power stations with reservoirs is planned, which shall totally regulate the flow. Hence, the quantitative as qualitative level of the flow shall sharply change.

The schemes of hydropower using of the river, the problems and perspectives of Jvari reservoir, influence of Khudoni reservoir on environmental conditions shall be reviewed. Furthermore,

შესავალი

წყლის რესურსებზე ანთროპოგენური გავლენის ქვეშ იგულისხმება ის სხვადასხვაგვარი ცვლილებები, რომელიც ადამიანის სამეურნეო-სამრეწველო საქმიანობას შეაქვს ჰიდროსფეროს ბუნებრივ რეჟიმში. ამ ზემოქმედების მთავარი გამოხატულებებია: გავლენა მდინარეების, ჭაობების, მიწისქვეშა წყლების, წყალსაცავების წყლების რაოდენობრივ მაჩვენებლებზე და ამ ობიექტებს შორის წყლის ნაწილობრივ განაწილებაზე, გავლენა წყლების ხარისხზე ანუ წყლის ქიმიურ შემადგენლობაზე და მასში გახსნილი ნივთიერებების რაოდენობაზე.

წყლის რესურსების და მათ შორის წყალსაცავების გაჭუჭყიანების სახეებს შორის უმთავრესია: ქიმიური, რადიაქტიული, მიკრობიოლოგიური, ორგანული, მინერალური და სითბური გაჭუჭყიანება. დამაფიქრებელია აგრეთვე ბუნებრივი წყლების ევტროფიკაციული პროცესების დაწყება.

ამჟამად ანთროპოგენური გავლენის ყველაზე შემამოფოთებელი მხარეა ადამიანის საქმიანობის შედეგად მდინარეებისა და წყალსაცავების სულ უფრო მზარდი გაჭუჭყიანების პროცესი. თანამედროვე ეტაპზე წყლის მოხმარებისა და გამოყენების მთავარი უარყოფითი შედეგი იმაში მდგომარეობს, რომ წყლის ობიექტებიდან აღებული სუფთა წყლის დიდი ნაწილი, ჩამდინარე გაჭუჭყიანებული წყლების სახით უბრუნდება პირველ წყაროებს.

მდინარეები ფართოდ და სხვადასხვაგვარად გამოიყენებიან ყველა სახის წყლის მომხმარებლების მიერ.

მდინარის ჩამონადენი მთავარი ელემენტია განახლებადი წყლის რესურსებისა, ამიტომ პრაქტიკულად ნებისმიერი საყოფაცხოვრებო გამოყენება წყლისა, გავლენას ახდენს მდინარის რეჟიმზე.

მდინარის ჩამონადენზე მოქმედი ყველა სახის სამეურნეო-საყოფაცხოვრებო საქმიანობა შეიძლება დაიყოს ორ დიდ ჯგუფად:

პირველ ჯგუფს მიეკუთვნებიან საყოფაცხოვრებო საქმიანობის ისეთი სახეობები, რომლებიც არ არიან უშუალო კავშირში წყალმიმღებსა და მდინარესთან, და ჩამონადენის რეჟიმის გარდაქმნასთან. ასეთი საქმიანობები მდინარეთა ნაკადებზე

მოქმედებენ არაპირდაპირ , ძირითადად , წყლის ბალანსის ელემენტების შეცვლით (აორთქლება) . ეს არის ტყეების შემცირება , ჭაობების და ჭარბტენიანი ტერიტორიების ამოშრობა , აგროტექნიკური საქმიანობა , ტერიტორიის ურბანიზაცია .

მეორე ჯგუფში - საყოფაცხოვრებო საქმიანობის ისეთი სახეობები , რომლებიც დაკავშირებული არიან დანაკარგთან , ტერიტორიულ განაწილებასთან და თვითონ მდინარის ჩამონადენის რეგულირებასთან . ეს არის სარწყავი არხები , სამრეწველო და კომუნალური წყალმომარაგება , „წყლის გადაგდება“ ერთი აუზიდან მეორეში , ჩამონადენის დარეგულირება წყალსაცავების მეშვეობით და ა.შ. ასეთი საქმიანობების შედეგად იცვლება , როგორც ჩამონადენის მოცულობა , ასევე შიდაწლიური განაწილება .

მდინარის ჩამონადენის მნიშვნელოვანი ანთროპოგენური შემცირება ხშირად ახდენს უარყოფით ზემოქმედებს , როგორც ჰიდროლოგიურ რეჟიმზე , ისე მდინარის ეკოლოგიურ პირობებზე და ასევე შემდგომი ეკონომიკური გამოყენების შესაძლებლობებზე .

მდინარის ჩამონადენის შემცირება იწვევს დატბორილი ჭალის შემცირებას ან გაქრობას , ხოლო შესაბამისად მისი გამოშრობა , სათიბი ფართობების შემცირებას , საქვირითე ადგილების გათავთხელებას , კალაპოტზე ბალახის მოდებას , წყლის ხარისხის გაუარესებას .

უარყოფითი ანთროპოგენური გავლენის მკვეთრ მაგალითად ჩამონადენის შემცირების მიხედვით ითვლება მდინარე ამუდარია . წყლის არარაციონალური მოხმარების გამო , ქვედა წელში და დელტაში მოხდა უარყოფითი შეცვლა ბენებრივი პირობებისა : დაშრა ჭალა და მდინარის დელტა , გაქრა ლერწამი და სანაპირო ტყეები , ტბა , მრავალი სახეობის თევზი , ფრინველი , დაილუპა სხვადასხვა სახმელეთო ეკოსისტემა .

განსაკუთრებით დაუცველი არიან პატარა მდინარეები . ისინი პირველ რიგში განიცდიან ზემოქმედებას , არარაციონალურ გამოყენებას მათი წყლების , არხების , ჭალის , ტყის ჭრის გამო .

უდიდეს საფრთხეს წარმოადგენს მდინარის დაბინძურება ჩამდინარე წყლებით . წყლის ჩამონადენისა და მდინარის ნალექების ანთროპოგენური შემცირება უარყოფით გავლენას ახდენს არა მხოლოდ მდინარეზე , არამედ წყალმიმღები რეზერვუარის რეჟიმზე (განსაკუთრებით სადრენაჟო) , მათ სანაპირო ზონებში და საზღვაო სანაპიროებზე .

უარყოფითი შედეგები მდინარის ნაკადის დაშრობას მოაქვს ზღვებისა და ტბების ბუნებრივი პირობებისათვის, იწვევს მათი წყლების გამარილიანებას და დაბინძურებას, სანაპირო ზონაში დანალექების ბალანსის დარღვევას და შესაბამისად ნაპირების და პლაჟების წალეკვას.

მდინარეებსა და მათ ჩამონადენზე უარყოფითი ანთროპოგენური ზემოქმედების პრევენციისათვის აუცილებელია მაქსიმალური ძალისხმევა, წყლის ეკონომია და მოხმარების მინიმუმამდე დაყვანა, საჭიროა სამრეწველო საწარმოთა მიერ წყლის გადამუშავება, სარწყავი სისტემების რეკონსტრუქცია, მორწყვის ოპტიმიზაცია და ა.შ.

თავი I. ზოგადი ცნობები მდინარე ენგურის შესახებ

მდ. ენგურის მოკლე ისტორიული მიმოხილვა

საქართველოს ბუნება და საერთოდ ამ ბუნების ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი ელემენტი — წყალი, უძველესი დროიდანვე დიდ ინტერესს იწვევდა სხვადასხვა ეპოქისა და ეროვნების მოგზაურთა და მკვლევართა შორის. ჯერ კიდევ ანტიკური დროის ბერძენ და რომაელ ისტორიკოსთა და მოგზაურთა შრომებში საკმაო ცნობებია მოცემული ჩვენი წყლებისა და პირველ რიგში მდინარეების შესახებ.

XVII საუკუნეში, ცნობილი ფრანგი მოგზაური, ვაჭარი და შემდგომში დიპლომატი ჟ. შარდენი, კავკასიაში და საქართველოში ხანგრძლივი მოგზაურობის შედეგად აქვეყნებს დიდ ნაშრომს, რომელშიც მოჰყავს ზოგიერთი ცნობა საქართველოს წყლების შესახებ. შარდენი თავის შრომაში აგვიწერს მდ. ენგურს, როგორც ძლიერ ჩქარსა და ქვემო წელში მეჩეჩებიან მდინარეს. იგი წერს: „ენგური, რომლითაც ჩამოვედით ჩვენ, ჩქარი მდინარეა, მასზე მოგზაურობა ძლიერ ჩქარა შეიძლება, მაგრამ სიფრთხილვა საჭირო“. ან მეორე ადგილას: „ასტოლფის მდინარის შესართავთან მივედით, მეგრელები ამ მდინარეს ემახიან, ეს სამეგრელოს ერთ-ერთი დიდი მდინარეთაგანია“.

რომის კათოლიკური ეკლესიის მისიონერმა არქანჯელო ლამბერტიმ, რომელიც 16 წელი იმყოფებოდა სამეგრელოში (1633 – 1649), 1654 წელს ქალაქ ნეაპოლში გამოაქვეყნა სპეციალური ნაშრომი, რომელიც მიემდვნა სამეგრელოს აღწერას. ამ ნაშრომში საკმაო ადგილი აქვს დათმობილი სამეგრელოს ბუნების აღწერას, კერძოდ დახასიათებულია საქართველოს მდინარეები და მათ შორის ენგურიც. მდ. ენგურის შესახებ იგი წერს: „ენგური დიდი სისწრაფით ჩამორბის სვანეთის მთებიდან, ზაფხულის ცხელ დღეებში თოვლის დნობის პერიოდში იგი იმდენად დიდდება, რომ შეუძლებელი ხდება მისი გასვლა ფონით და მოსახერხებელია მასზე მხოლოდ ნავებით გადასვლა, რაც უფრო მეტია სიცხე, მით უფრო ცივია წყალი, რომელიც დაწმენდილ ქვებს შორის ძლიერ მიმზიდველი ხდება. მდინარეში სხვადასხვა ჯიშის თევზია“.

მდ. ენგური აღწერილია ვახუშტი ბატონიშვილის ნაშრომში: „აღწერა სამეფოსა საქართველოსა“, რომელიც დაწერილია 1741 – 1745 წლებში ქალაქ მოსკოვში ავტორის ემიგრაციაში ყოფნის დროს. ვახუშტი ხაზგასმით აღნიშნავს მდინარე ენგურის ჩქარ და ბობოქარ დინებას და სხვა თავისებურებებს.

მდ. ენგურის აუზის ფიზიკურ - გეოგრაფიული დახასიათება



მდ. ენგურის აუზი მდებარეობს დასავლეთ საქართველოში . იგი შემოსაზღვრულია ჩრდილოეთით კავკასიონის ქედით , სამხრეთით, ზემო წელში სვანეთის ქედით , დასავლეთით _ კოდორისა და აკიბას ქედებით , აღმოსავლეთით _ სამეგრელოს ქედით და მისი სამხრეთული განშტოებებით , ხოლო უკიდურესი სამხრეთით _ შავი ზღვით .

აღნიშნულ საზღვრებს შორის მოთავსებული ენგურის აუზის ფართობი 4060 კმ² _ს უდრის , რომელიც მთელი საქართველოს 5,8 %-ს შეადგენს . რელიეფის 79,4 % საშუალო და მაღალმთიანია , მთისწინებსა და დაბლობის ნაწილს (800 მ სიმაღლემდე) მხოლოდ 20,6 % უჭირავს .

რაიონის მთავარ ოროგრაფიულ ერთეულებს წარმოადგენს კავკასიონის , სვანეთის , სვანეთ _ აფხაზეთის , სამეგრელოს ქედები და მათი განტოტებები , რომელიც მდ. ენგურის შენაკადებს და მოსაზღვრე მდინარეთა აუზების წყალგამყოფებს წარმოადგენენ . კავკასიონისა და სვანეთის ქედებს შორის მოთავსებულია სვანეთის ქვაბული . სოფელ ჯვრიდან შავი ზღვის პირამდე ვრცელდება მთისწინებისა და დაბლობის ზონა .

ჰავა

მდ. ენგურის აუზის ჰიფსომეტრიული განვითარება სათანადო გავლენას ახდენს მეტეოროლოგიური ელემენტების ვერტიკალურ ცვალებადობაზე. მაღალმთიან, თოვლიან, მყინვარებიან ზონაში ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურა 0°C -ს უდრის, ხოლო შემდეგ შავი ზღვისაკენ ადგილის სიმაღლით კლებასთან ერთად, საშუალო თვიური და წლიური ტემპერატურები 14° -მდე მატულობს.

მდ. ენგურის აუზში ტემპერატურული გრადიენტი სიმაღლის ყოველ 100 მ-ზე, $0,5 - 0,6^{\circ}\text{C}$ -ს უდრის.

წლიური აბსოლუტური მაქსიმალური ტემპერატურა მესტიასთან 35°C -ს უდრის. აუზის ქვემო წელში, ზუგდიდსა და ანაკლიაში $40 - 40,1^{\circ}$ ტოლია. აბსოლუტური მინიმალური ტემპერატურები მდ. ენგურის აუზის ზემო წელში მესტიასთან -35° -მდე ეცემა, მ/სად. ჯვართან -21° , ხოლო შავი ზღვის სანაპირო ზოლში უარყოფით $-12 - 13^{\circ}$ -ზე დაბლა არ ჩამოდის.

10° -ზე მეტი აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი და ხანგრძლივობა, ანალოგიურად წლიური საშუალო ჰაერის ტემპერატურებისა, აუზის ზემო წელიდან ქვემო წელისაკენ მატულობს.

მდ. ენგურის აუზში 10° -ზე მეტი აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი და ხანგრძლივობა

მეტეოსადგური	სიმაღლე ზღ.დ.	დასაწყისი	დასასრული	ხანგრძლივობა	10° -ზე მეტი ტემპერატ. ჯამი
მესტია	1441	8/V	28/IX	142	2039
ხაიში	730	14/IV	23/X	191	3293
ჯვარი	268	29/III	23/XI	238	4218
ზუგდიდი	117	1/IV	19/XI	231	4159

ატმოსფერული ნალექები ენგურის აუზში არათანაბარი განაწილებით ხასიათდება. აუზის ზემო წელში, სვანეთის ქვაბულში იგი 960 მმ-ს უდრის, მთისწინების ზონაში გაცილებით მეტი ნალექები (2158 მმ) მოდის, შავი ზღვის სანაპირო ზოლში კი - 1458 მმ არ აღემატება.

ჰიდროთერმული კოეფიციენტი მდ. ენგურის აუზში ყველა ზონაში დადებითია და 2,0 – 2,5 ° უდრის , რაც იმაზე მიგვანიშნებს , რომ აქ სასოფლო - სამეურნეო კულტურები მორწყვას არ საჭიროებს , მაგრამ ზოგიერთ წლებში , განსაკუთრებით მთისწინებსა და ვაკე - ტერასულ ზედაპირზე წვიმის წყლები სწრაფად იჟონება და ნიადაგი ჰაერის მაღალი ტემპერატურების გამო შრება , რის გამოც სასოფლო - სამეურნეო კულტურები და განსაკუთრებით ჩაის ბუჩქი დამატებით წყლის მიწოდებას მოითხოვს .

ნიადაგები ენგურის აუზში ზონალობით ხასიათდება. მ. საბაშვილის მიხედვით , ალპურ ზონაში გვხვდება მცირე სისქის ქვიანი მთა-მდელო ნიადაგები , სუბალპურ ზონაში – კორდიანი და კორდიან-ტორფიანი მთა-მდელო ნიადაგები , რომლებიც ძირითადად გამოყენებულია სამოვრებად და სათიბებად . ტყის ზონის ზედა სარტყელში განვითარებულია ყომრალი და ტყის ყომრალი ნიადაგები , ტყის ზონის ქვედა სარტყელში კი ტყის ყომრალი ნიადაგები . კირქვების გამოფიტვის შედეგად წარმოქმნილია ნემომპალა კარბონატული ნიადაგები . აუზის ქვემო წელში , ძველ ტერასებზე და მთისწინებში გავრცელებულია სუსტად გაეწრებული და საშუალოდ და ძლიერ გაეწრებული ნიადაგები . აქვე ფართო სივრცეები უჭირავს წითელმიწა და ყვითელმიწა ნიადაგებს , სადაც გაშენებულია ჩაის პლანტაციები . მდ. ენგურის დაბლობის ნაწილში ფართო ადგილი უჭირავს ალუვიურ დაჭაობებულ და ლამიან-ჭაობიან ნიადაგებს . ეს უკანასკნელი სათანადო მელიორაციულ ღონისძიებათა შემდეგ წარმტატებით გამოიყენება ციტრუსების მეურნეობისათვის .

მცენარეული საფარი ნიადაგების ანალოგიურად ვერტიკალური ზონალობით ხასიათდება . ალპურ ზონაში ძირითადად ალპური მცენარეულობა წარმოდგენილი , ტყის ზონაში კი გვხვდება ფოთლოვანი და წიწვიანი ტყეები , რომელსაც მდ. ენგურის აუზის მთელი ფართობის 63 % უჭირავს . ტყეებს აქ ძალიან დიდი მნიშვნელობა აქვს ნიადაგების ეროზიისაგან დაცვისათვის და მდ. ენგურის წყლიანობის რეგულირებისათვის . ნ. კეცხოველის მიხედვით , მთისწინებისა და დაბლობის ჭაობიანი ნაწილის მცენარეული საფარი სხვა სურათს გვაძლევს ; აქ ძირითადად გვხვდება კოლხეთის ტიპის ტყე , მარად მწვანე ქვეტყით , რომელიც ზღვის დონიდან 500 მეტრამდე ვრცელდება . ბოლო დროს ბუნებრივი მცენარეულობა ადამიანის ზეგავლენით ,

განსაკუთრებით ქვემო წელში , ძალზე შეიცვალა , მისი ადგილი კულტურულმა მცენარეებმა დაიკავა .

მდ. ენგურის აუზის ჰიდროგრაფიული ქსელი

ჰიდროგრაფიის ძირითად ხასიათს განსაზღვრავს კავკასიონი , როგორც კავკასიის მთავარი წყალგამყოფი და ამავე დროს კლიმატგამყოფიც . აქ სულ მცირე ტერიტორიაზეც იცვლება კლიმატური პირობები , რაც რელიეფთან ერთად იწვევს მდინარეთა ქსელის მკვეთრ ცვლას , როგორც ჰორიზონტალური , ისე ვერტიკალური მიმართულებით .

შავი ზღვის აუზის მდინარეთა სისტემა მაროსებრ არის განვითარებული . მდინარეები რელიეფთან დაკავშირებით ძირითადად სამხრეთ - დასავლეთით და ჩრდილო - დასავლეთისაკენ მიედინებიან . ეროზიის ბაზისის სიახლოვის გამო მდინარეები მოკლენი არიან , დიდი ნალექების გამო ისინი წყალუხვობით გამოირჩევიან , ქმნიან მჭიდრო ქსელს და დამოუკიდებელ დიდ აუზებს . მდინარეთა ქსელი განსაკუთრებით მჭიდრო მაღალმთიან ზონაშია , ქვემოთ 700 – 2000 მ სიმაღლეზე კარსტულ ზონაში ქსელი საგრძნობლად თხელდება , სამგიეროდ კარგად არის განვითარებული მდინარეთა მიწისქვეშა ქსელი . 700 მ-ზე დაბლა ქსელი კვლავ მჭიდრო ხდება ზღვის სანაპიროსთან , პატარა მდინარეთა ხარჯზე .

დიდი მდინარეები მარადი თოვლისა და მყინვარების სამეფოში წარმოიშობიან , ზემო წელში ისინი მოედინებიან კავკასიონის ქედსა და მის პარალელურ ტოტებს შორის . შუა წელში გარდი - გარდმო არღვევენ ქედებს და ღრმა და ვიწრო ხეობებს წარმოშობენ . ქვემო წელში გამოდიან კოლხეთის დაჭაობებულ დაბლობზე , იშლებიან ფართო ხეობებში და ძლიერ იკლავებიან .

მდინარე ენგური თავისი დიდი დახრილობით და ჩქარი დინებით , ტიპიური მთის მდინარეა . სათავეს იღებს კავკასიონის ქედზე არსებული მთების , შხარასა (5058მ.) და ნუამყუნის (4278 მ.) მყინვარებიდან გამომავალი ორი ნაკადულის შეერთებით 2520 მეტრზე ზღვის დონიდან , ერთვის შავ ზღვას სოფ. ანაკლიასთან .

მდინარის სიგრძე 213 კმ_ია , საერთო ვარდნა 2520 მ , საშუალო ქანობი 11,8 , წყალშემკრები აუზი ფართობი 4060 კმ² , აუზის საშუალო სიმაღლე 1840 მ.

მდინარეს ერთვის 242 შენაკადი საერთო სიგრძით 872 კმ . მათ შორის მნიშვნელოვანია ოდისაჭალა (სიგრძე 15 კმ) , მულხურა (27 კმ) , დოღრა (20 კმ) , ნაკრა (22 კმ) , ნენსკრა (46 კმ) , თხეიში (18 კმ) , ლარაკვავა (17 კმ) , მაგანა (24 კმ) , რუხი (21 კმ) და ჯუმი (61 კმ) .

მდინარის აუზს გააჩნია ასიმეტრიული ფორმა . აუზის მარჯვენა მხარე მოიცავს 2,316.9_ს , ხოლო მარცხენა მხარე - 1,743.1 კმ²_ს . აუზის 74,5% მაღალმთიანია , ხოლო 25,5% განფენილია წინამთებზე და დაბლობზე . აუზის მაღალმთიან ზონაში გვხვდება 174 მყინვარი , საერთო განფენილობით 333 კმ² .

აუზის ზედა ზონა , სათავიდან მდ. ნენსკრას შესართავამდე , წარმოადგენს მთიან ქვაბულს , რომელიც სვანეთის ქვაბულის სახელით არის ცნობილი . აუზის ამ ზონას ჩრდილოეთიდან და ჩრდილო-აღმოსავლეთიდან ესაზღვრება კავკასიონის ქედის ყველაზე მაღალი და გამყინვარებული მონაკვეთი , რომლის საშუალო სიმაღლეები 3000_დან 3500 მეტრამდე იცვლება . აქვეა კავკასიონის ქედის ცნობილი მწვერვალები : შხარა (5058 მ) , თეთნულდი (4851 მ) , უშბა (4696 მ) , აილამა (4544 მ) და სხვა.

მდ. ენგურის ხეობა სათავიდან სოფ. იელამდე ვარცლისმაგვარია , ქვემოთ სოფ. ხაიშამდე კი V_ს ფორმას იღებს . სოფელ ხაიშიდან სოფ. ჯვრამდე ხეობა ძალზე ვიწროვდება . ხეობის ფსკერის სიგანე 100-200 მეტრიდან 10-30 მეტრამდე იცვლება . მდინარის ტერასები გვხვდება ცალკეულ მონაკვეთებზე . მათი სიგანე 100-200 მეტრია , სიგრძე კი 100-400 მეტრი. ხეობის ფერდობები ძალზე ციცაბოა და ერწყმის მიმდებარე ქედების კალთებს .

მდ. ენგური საზრდოობს მყინვარების , თოვლის , წვიმისა და გრუნტის წყლებით . წლიური ჩამონადენის ფორმირებაში მნიშვნელოვანი ადგილი უკავია თოვლის , წვიმისა და მყინვარების წყალს . მდინარის წყლიანობის რეჟიმი ხასიათდება წყალდიდობით წლის თბილ პერიოდში და არამდგრადი წყალმცირობით ცივ პერიოდში . თოვლისა და მყინვარების დნობით გამოწვეულ წყალდიდობას ხშირად ემთხვევა წვიმებით გამოწვეული წყალმოვარდნები . წვიმებით გამოწვეული წყალმოვარდნები ხშირია ასევე წყალმცირობის პერიოდშიც . წლის თბილ პერიოდში , როდესაც ადგილი აქვს თოვლისა და მყინვარების ინტენსიურ დნობას , ჩამოედინება წლიური ჩამონადენის 80-82% , წლის

ცივ პერიოდში კი მხოლოდ 17-18% . ყინულოვანი მოვლენები მდინარეზე თოშის სახით ფიქსირდება მხოლოდ იანვრის თვეში .

მდინარის ნაკადი ხასიათდება მთის მდინარეებისათვის დამახასიათებელი მაღალი სიჩქრეებით . ნაკადის სიგანე 4-8 მ 15-40 მ , სიღრმე 1.5 - 3.5 მ , სიჩქარე 1.8-5.5 მ/წმ იცვლება . კალაპოტის ფსკერი არასწორია , ჩახერგილია კლდის ნამსხვრევებით და დიდი ზომის ლოდებით . მდინარის ნაპირები ძირითადად კლდოვანი , ჩამონგრეული და ძალზე ციცაბოა .

ქვემოთ მოყვანილია მდ. ენგურის საზრდოობის წყაროების განაწილების ცხრილი , რომელიც შედგენილია ვლადიმროვის მიერ :

სადგური	აუზის ფართობი კმ ²	აუზის საშ. სიმაღლე მ	წლიურიდან %				წლიური ჩამონადენი მლნ.მ ³
			მწიქ	თოვლის	მყინვარის	წვიმის	
დიზი	1620	2490	21,8	28,3	25,8	14,2	2250
ჯვარი	3170	2220	30,0	32,0	21,0	17,0	4670
დარჩელი	3660	2020	34,7	25,9	16,8	22,6	5300

თავი II. წყალსაცავები . მათი მნიშვნელობა

წყალსაცავები წარმოადგენს ხელოვნურ წყალსატევს , რომელიც ემსახურება არათანაბრად განაწილებული მდინარის ჩამონადენის დარეგულირებას , ტერიტორიისა და წლის პერიოდის მიხედვით , ასევე დიდ როლს ასრულებს წყლის რესურსების ოპტიმალურ გამოყენებაში .

დღეისათვის და ალბათ უფრო მომავლში , წყლის რესურსების მართვის მნიშვნელოვანი საშუალება იქნება წყალსაცავები . როგორც ცნობილია დანიშნულების მიხედვით წყალსაცავებს ადამიანები სხვადასხვა მოთხოვნებს უყენებენ . აქედან გამომდინარე არსებობს განსხვავებული დანიშნულების წყალსაცავები . კონკრეტულ შემთხვევაში წყალსაცავი შეიძლება ემსახურებოდეს მხოლოდ ენერგეტიკას ან ირიგაციას , მაგრამ ხშირ შემთხვევაში გვაქვს წყალსაცავები , რომლებიც კომპლექსური გამოყენების არიან . კომპლექსური წყალსაცავების ქვეშ იგულისხმება ის , რომ იგი შეიძლება ემსახურებოდეს : ენერგეტიკას , ირიგაციას , წყალმომარაგებას , აგრეთვე მის ბაზაზე შეიძლება აშენებულ იქნას კულტურისა და დასვენების ადგილები . ამ შემთხვევაში წყალსაცავი წარმოადგენს რეკრეაციულ რესურსსაც . შესაძლებელია განვითარდეს წყლის სპორტი . ხშირად იგი ემსახურება სასმელი წყლის მომარაგებას და სხვა .

საქართველოს ტერიტორიაზე აშენებულია კომპლექსური გამოყენების წყალსაცავები , რომელთა საუკეთესო მაგალითია ჟინვალისა და სიონის წყალსაცავები . აღსანიშნავია , რომ დღეისათვის ზოგიერთი წყალსაცავი არ მუშაობს სრული დატვირთვით .

წყალსაცავების განხილვისას აუცილებლად უნდა აღვნიშნოთ ის ფაქტი , რომ წყალსაცავის შექმნის იდეაში წინასწარ ჩადებულია ბუნებრივი პირობების ცვლილებების არსებობა , მაგრამ ამ ფაქტორს მივუდგეთ სწორი კუთხით და წყალსაცავი განვიხილოთ როგორც ადამიანის კეთილდღეობისა და სახალხო მეურნეობის განვითარების მნიშვნელოვანი ფაქტორი , რომელიც ზემოქმედებს გარემოზე . წყალსაცავების ერთ-ერთი ძირითადი მიზანია ბუნების ნეგატიური მოვლენების

(წყალდიდობები , წყალმოვარდნები , ღვარცოფები , წყალმცირობები და ა.შ.) შეძლებისდაგვარად შემცირება ან მთლიანად მოსპობა ; ჰიდროენერგორესურსების აკუმულირება , ჩამონადენის გადანაწილება სხვადასხვა წყლიანობის წყლებსა და სეზონებს შორის , ჰიდროლოგიური რეჟიმების გარდაქმნა მიწის რესურსების

ათვისებასთან დაკავშირებით , მოსახლეობისათვის წყალმომარაგების პირობების გაუმჯობესება და ა.შ.

მდინარის ჩამონადენის დარეგულირების მიხედვით წყალსაცავი შეიძლება იყოს სხვადასხვა ტიპის , მაგალითად ; დღე-ღამური რეგულირების წყალსაცავები , სეზონური რეგულირების , წლიური რეგულირებისა და მრავალწლიური რეგულირების წყალსაცავები . აღნიშნული ტიპის წყალსაცავებს თითქმის ყველას ვხვდებით საქართველოს ტერიტორიაზე . მაგ : სიონის წყალსაცავი მრავალწლიური რეგულირებისაა .

უნდა აღინიშნოს , რომ წყალსაცავების შექმნა და ექსპლუატაცია ხშირად იწვევს გარემოს არასასურველ და გარდაუვალ ცვლილებებს , რომელთა შორის ყველაზე მეტად აღსანიშნავია წყალსაცავის ფარგლებში მიწის დატბორვა , ზოგჯერ იზრდება ჰაერის სინოტივე წყლის ხარისხის გაუარესება , რომელიც გამოწვეულია კალაპოტში წყლის სიჩქარის მკვეთრი შემცირებით და გამაჰუჰყიანებელი ნივთიერებათა გარდაუვალი დაგროვებით , თვითგაწმენდის შესაძლებლობათა შემცირებით , ევტროფიკაციული პროცესების ზრდით და ა. შ.

ამჟამად ჩვენს პლანეტაზე ექსპლუატაციაშია 40 ათასზე მეტი წყალსაცავი , რომელთა სარკის ფართობი 400 ათას კმ²-ის ტოლია , ხოლო რაც შეეხება საქართველოს , მის ტერიტორიაზე მდებარე წყალსაცავებში ჩვენი წყლის რესურსების მნიშვნელოვანი ნაწილია აკუმულირებული . ჩვენთან დღეისათვის ექსპლუატაციაშია 43 წყალსაცავი , რომელთა თითოეულის მოცულობა 0,5 მლნ მ³-ს აღემატება . მათი საერთო მოცულობა 3,32კმ³-ს შეადგენს , ხოლო ყოველწლიურად განახლებადი სასარგებლო მოცულობა 2,27კმ³-ს . საქართველოში წყალსაცავების წყლის ზედაპირის საერთო ფართობი 163 კმ²-ია , რაც მისი ტერიტორიის 0,23%-ს შეადგენს . ამ წყალსაცავებიდან , 8 წყალსაცავი დასავლეთ საქართველოს ტერიტორიაზეა აშენებული და მათში დარეგულირებული საერთო სასარგებლო მოცულობაა 851,25 მლნ მ³ , ხოლო აღმოსავლეთ საქართველოს ტერიტორიაზე აშენებულ 35 წყალსაცავში , საერთო სასარგებლო მოცულობა 129,8 მლნ მ³-ის ტოლია . დასავლეთ საქართველოში აშენებული წყალსაცავებიდან , ერთის გარდა , რომელიც ირიგაციას ემსახურება , დანარჩენი ენერგეტიკული დანიშნულების არიან . ხოლო აღმოსავლეთ საქართველოს შედარებით ნაკლებტენიანობა განაპირობებს იმას , რომ აქ უმეტეს წყალსაცავთა დანიშნულება ირიგაციაა . აქვე უნდა აღვნიშნოთ , რომ

საქართველოს ტერიტორიაზე შეჩერებულია რამდენიმე წყალსაცავის მშენებლობა , მაგალითად : ლაკბე და სხვა .

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ , კომპლექსური დანიშნულების წყალსაცავები რამდენიმე სახის წყალმომარაგების უზრუნველყოფას ემსახურებიან . ასე , მაგალითად ; ჟინვალის წყალსაცავის ძირითადი დანიშნულებაა ენერგეტიკა , ირიგაცია და ქალაქ თბილისის წყალმომარაგება ; თუმცა მეტ-ნაკლებად ყველა წყალსაცავი , ძირითადი დანიშნულების გარდა , გამოიყენება თევზის მეურნეობისათვის , რეკრეაციისა და ისეთი სტიქიური მოვლენების შედეგების შესარბილებლად , როგორცაა წყალდიდობა და წყალმოვარდნა . უნდა აღინიშნოს , რომ ბევრ ქვეყანაში შენდება სპეციალური კაშხლები და წყალსაცავები , რომელთა დანიშნულება მხოლოდ წყალდიდობასთან ბრძოლაა . საქართველოში ზოგიერთი წყალსაცავი შექმნილია ყოფილი ტბების ქვაბურებში , მათ რიცხვს მიეკუთვნებიან ; შაორის , თბილისისა და სხვა წყალსაცავები . ზოგიერთი ხელოვნური წყალსაცავი ფაქტიურად ბუნებრივ ტბას წარმოადგენს , მაგრამ პირობითად წყალსაცავად ითვლება , რადგან მათი საზრდოობა ხელოვნური არხებით წარმოებს . მათ რიცხვს მიეკუთვნება კუმისის ტბა , რომლის მაღალ მინერალიზებული (2700მგ/ლ) , სამეურნეოდ გამოუსადეგარი წყალი გაშვებულ იქნა და ამჟამად მას ხელოვნური არხითა და წყალსატუმბებით მიეწოდება მდინარე მტკვრის წყალი . ასეთივე ტიპს მიეკუთვნება ჯანდარის ტბაც და სხვა .

წყალსაცავების მნიშვნელოვანი ნაწილი შექმნილი მდინარეთა ხეობებში კაშხლების გადაკეტვის გზით . მათ რიცხვს მიეკუთვნებიან : წალკის , ენგურის , ლაჯანურის და სხვა წყალსაცავები . საქართველოს წყალსაცავების უმეტესობა ; ენგურის , ტყიბულის , თბილისის , ჟინვალის , მარაბდის და სხვა , შექმნილია მდინარის ჩამონადენის სეზონური რეგულირების მიზნით . რაც შეეხება ; შაორის , წალკის და სიონის წყალსაცავებს , ისინი მრავალწლიური რეგულირებისათვის არიან განკუთვნილნი . საქართველოს ტერიტორიაზე შექმნილია აგრეთვე დღე-ღამური რეგულირების წყალსაცავები , რომელთა რიცხვს მიეკუთვნებიან : ლაჯანურის , გალის , გუმათის , ვარციხის და სხვა .

წყალსაცავები გამოირჩევიან აგრეთვე წყლის მასის სწრაფი აღრევითა და განახლებით . მაგალითად , სიონის წყალსაცავში წყლის მარაგის სრული განახლება ხდება 1

წელიწადში , ხოლო რაც შეეხება ჩვენს მიერ განსახილველ ჯვრის წყალსაცავს , აქ წყლის სრული განახლება 125 დღეში ხდება .

ცხადია , წყალსაცავის აშენება გარკვეულწილად ცვლის ეკოლოგიურ სისტემას . წყალსაცავში დაგროვილი წყლები განიცდიან ქიმიური შემადგენლობის რყევას , რაც იწვევს წყალსაცავში არასასურველი პროცესების დაჩქარებას , მაგალითად ; მდინარეთა წყლების დაბინძურება , თავის მხრივ იწვევს წყალსაცავების დაბინძურებას . გარდა ამისა , წყალსაცავის უშუალო დაბინძურება ხდება მიმდებარე ტერიტორიებიდან ჩამონადენი წვიმისა და ნადნობი წყლების საშუალებით , რომლებიც სასოფლო - სამეურნეო სავარგულებიდან და ფერმებიდან , ეროზიის შედეგად რეცხავენ ბიოგენურ ელემენტებს , მათში ყველაზე საშიშია აზოტისა და ფოსფორის ნაერთები . ასევე სხვადასხვა შხამქიმიკატებს და სხვა დამაბინძურებელ ელემენტებს და საბოლოოდ , ეროზიის პროდუქტებთან ერთად ჩააქვთ წყალსატევში . ამ სახის დამაბინძურებლებით , წყლის დაბინძურება განსაკუთრებით საშიშია წყალსატევში , რადგან მდინარისაგან განსხვავებით , აქ დინების სიჩქარე მკვეთრად დაცემულია , რაც თავის მხრივ იწვევს თვითგაწმენდის უნარის დაქვეითებას , ბიოგენური ელემენტების დაგროვებას წყალსაცავის ფსკერზე და მკვდარ მოცულობაში , ეს კი თავის მხრივ იწვევს წყალსაცავში ევტროფიკაციული პროცესების დაჩქარებას , რაც ზოგჯერ წყალსაცავის მწყობრიდან გამოსვლას ნიშნავს .

წყალსაცავის ჰიდროქიმიური რეჟიმისათვის , დამახასიათებელია წყლის შედგენილობის თავისებურება დატბორვის პირველ ფაზაში . მდინარის გადაკეტვის შემდეგ იტბორება ხმელეთის ნაწილი , რის შედეგადაც ნიადაგის ზედაპირიდან წყალში გადადის გახსნილი ორგანული და არაორგანული პროდუქტების მნიშვნელოვანი რაოდენობა , ამის შემდეგ პირველ პერიოდში ხდება წყალსაცავის მინერალიზაციის მკვეთრი მატება . შემდგომი ქიმიური პროცესების ინტენსივობა დამოკიდებული იქნება წყალშემკრები აუზის ფიზიკურ - გეოგრაფიულ და ანტროპოგენურ პირობებზე .

საქართველოს წყალსაცავების წყლები მცირედ მინერალიზებულია და მიეკუთვნება ჰიდროკარბონატულ კლასს . მისი სეზონური ცვალებადობა თითქმის ანალოგიურია ყველა წყალსაცავისათვის . მაგალითად ; სიონის წყალსაცავში ის არ არემატება 217 მგ/ლ_ს . თბილისის წყალსაცავის შექმნის საწყის პერიოდში , წყლის მინერალიზაცია საკმაოდ მაღალი იყო (400 მგ/ლ_ში) , დღეისათვის ის საშუალოდ 332 მგ/ლ_ს შეადგენს .

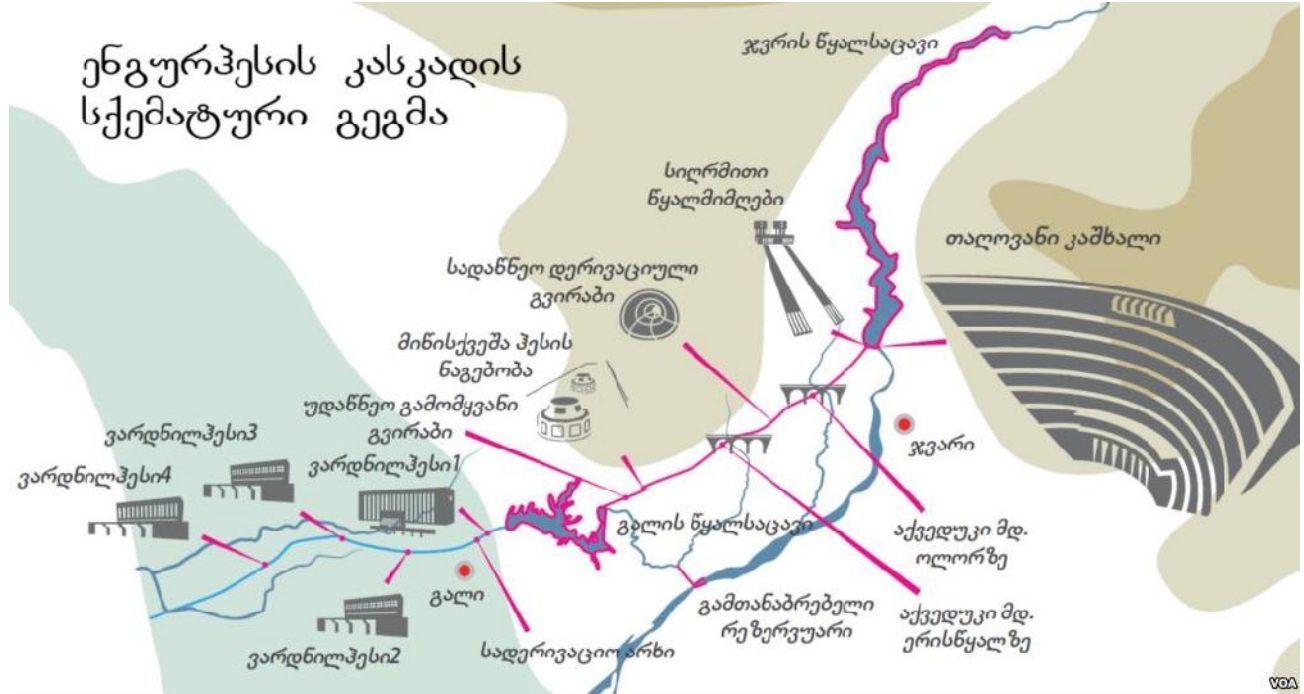
წალკის წყალსაცავში კი 148 მგ/ლ-ის ტოლია . ხოლო , რაც შეეხება ჩვენს მიერ განსახილველ ჯვრის წყალსაცავს , მის წყალში საშუალო წლიური მინერალიზაცია შესაბამისად 210 მგ/ლ-ის ტოლია .

ბიოგენური ელემენტებიდან საქართველოს წყალსაცავებში ვხვდებით : რკინას , ფოსფორისა და აზოტის ნაერთებს . მათ გარდა საქართველოს წყალსაცავებში შეიმჩნევა სხვა ელემენტების კონცენტრაციების ზრდაც , ასე მაგალითად : გალის წყალსაცავში ფენოლების , სპილენძის , ნავთობპროდუქტების და DDT _ს კონცენტრაციები აღემატებიან ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციებს (ზდკ) 28,4,27_ჯერ . სიონის წყალსაცავში სპილენძი და ფენოლები აღემატებიან ზდკ_ს შესაბამისად 10_ჯერ და 11_ჯერ , ხოლო DDT კი 9_ჯერ . წალკის წყალსაცავში სპილენძი აღემატება ზდკ_ს 49_ჯერ , ფენოლები 28_ჯერ , ხოლო DDT კი 9_ჯერ . ჩვენს მიერ განსახილველ ჯვრის წყალსაცავში , სპილენძის შემცველობა აღემატება ზდკ_ს 14_ჯერ , ფენოლები - 17_ჯერ , DDT 8_ჯერ . იგივე ელემენტების კონცენტრაციები თბილისის წყალსაცავში ტოლია : სპილენძი - 25 ზდკ , ფენოლები - 14 ზდკ , ნავთობპროდუქტები - 6 ზდკ და DDT – 2 ზდკ . ყოველივე აქედან გამომდინარე , ჩვენ შეგვიძლია გავაკეთოთ დასკვნა , რომ წყალსაცავის აშენება გარკვეულწილად ცვლის ეკოლოგიურ სისტემას ; წყლით იფარება ხეობის ნაწილი , ჩნდება მეწყრული პროცესის ახალი კერები , მატულობს ჰაერისა და ნიადაგის ტენიანობა , ირღვევა მდინარის თხევადი და მყარი ჩამონადენის რეჟიმი წყალსაცავის ქვემო წელში და სხვა . მაგრამ , ვინაიდან დღესდღეობით არ არსებობს სხვა ალტერნატივა , წყალსაცავების მშენებლობა გარდაუვალია . მათი პროექტირებისას აუცილებელია მრავალმხრივი ანალიზის ჩატარება წყალსაცავის პარამეტრებისა და მისი გამოყენების ოპტიმიზაციისათვის , რომელშიც გათვალისწინებული იქნება მომავალი ეკოლოგიური ცვლილებები . მათ საფუძველზე უნდა შეირჩეს წყალსამეურნეო სისტემის ისეთი პარამეტრები და გარემოს დამცავი ღონისძიებები , რომლის დროსაც ზიანი ეკოლოგიურ სისტემაზე მინიმალური იქნება , ხოლო სისტემის ეფექტურობა - მაქსიმალური . ასევე , გათვალისწინებულ უნდა იქნეს ერთი რამ : წყლის ობიექტებში სახალხო მეურნეობაში გამოყენებული წყლების ჩაშვება უნდა იყოს ნორმირებული და წყლის ობიექტების დასაშვებ სიმძლავრეებს უნდა ადგენდნენ საკანონმდებლო

ორგანოები , რათა არ დაირღვეს წყალსაცავების ეკოსისტემები და დაცულნი იყვნენ ისინი გაჭუჭყიანებისაგან .

თავი III. ჯვრის წყალსაცავი

მდ. ენგურის ენერგეტიკული გამოყენების სქემების შედგენის მოკლე ისტორია



მდ. ენგური წარმოადგენდა რა ჰიდროენერგეტიკული რესურსების მძლავრ წყაროს , ბოლო 60 წლის განმავლობაში იყო მრავალი პროექტის შედგენის ობიექტი . პირველი იდეა , მდ. ენგურის ენერგეტიკული გამოყენებისა , წარმოიშვა ჯერ კიდევ 1913 – 1914 წლებში , როდესაც იტალიელი კონცესიონერები გვთავაზობდნენ შეგვექმნა მდინარის ქვემო წელში პატარა ჰიდროელექტროსადგური , რომლის ენერჯიას ტყის მრეწველობაში გამოიყენებდნენ . კვლევითი სამუშაოები პირველ მსოფლიო ომთან დაკავშირებით შეწყდა .

საბჭოთა ხელისუფლების დამყარების შემდეგ , საქართველოში პირველი წინადადება , მდ. ენგურის ჰიდროენერჯიის შესაძლო გამოყენების შესახებ , დაისვა 1926 – 1927 წლებში შავი ზღვის რკინიგზის ხაზის სამხრეთ მონაკვეთის მშენებლობის სამმართველოს მიერ . დაზუსტებული და ორიენტირებული გათვლების საფუძველზე გადაწყდა შეექმნათ

სადგურ ვოლხორიდან ს. ანაკლიამდე , 150 კმ-ის მონაკვეთზე 13 ჰიდროელექტროსადგური საერთო სიმძლავრით 233 000 კვტ-ი .

1930 წელს პირველად გაკეთდა მდ. ენგურის გასწვრივი პროფილი ს. ლახამულიდან დ. ჯვრამდე . გასწვრივი სიმძლავრის გათვლებმა გამოავლინა ენერგეტიკული გამოყენების უფრო ეფექტური ხარისხი სოფლებს შორის მუხტარა - ტობარი და ტოტანა - ხუდონი . 1931 წელს ტოტანა - ხუდონის მონაკვეთზე შესრულდა ტოპოგრაფიული სამუშაოები და ჩატარდა საერთო გეოლოგიური გამოკვლევა . 1931 წელს ამ მონაკვეთისათვის წარმოდგენილი იყო პირველი სამუშაო ჰიპოთეზა მდ. ენგურის გამოყენებისა . სამუშაოების შესრულების პროცესში შემჩნეულ იქნა მდ. ლარაკვავას შესართავისა და დ. ჯვრის მონაკვეთი , გამოყოფილი ოთხი საფეხურით , საერთო დადგენილი სიმძლავრით 156 000 კვტ და გამომუშავებული ენერგიით 965 მლნ. კვტ.სთ. (ყველა სადგურისათვის წყლის გათვლილი ხარჯი 120 მ³/წმ) .

1934 წლისათვის საბოლოოდ დაადგინეს მდ. ენგურისა და მისი შენაკადების გამოყენების სამუშაო ჰიპოთეზა . სამუშაო ჰიპოთეზის პირველი ვარიანტი ითვალისწინებდა შექმნილიყო კასკადი ცხრა ჰიდროელექტროსადგურით , საერთო სიმძლავრით 9 413 მლნ. კვტ.სთ.

მეორე ვარიანტით მდ. ენგურის ენერჯის გამოყენება ითვალისწინებდა 13 კასკადური ჰიდროელექტროსადგურის მოწყობას საერთო დადგენილი სიმძლავრით 1 703 ათას კვტ. და გამომუშავებული ენერგიით 10 901 მლნ. კვტ. სთ.

მესამე ვარიანტი ითვალისწინებდა ჰიდროელექტროსადგურების კასკადს მაღალი კაშხლებით , მაგრამ ამ პერიოდისათვის არ არსებობდა ასეთი კაშხლების მშენებლობისათვის სათანადო ტექნიკა და გამოცდილება , ამიტომ უპირატესობა პირველ ვარიანტს მიანიჭეს .

1934 წლის სამუშაო ჰიპოთეზის მასალების საფუძველზე , 1935 წელს ამიერკავკასიის ენერგოსისტემის გაერთიანების მიერ , გადამუშავებულ იქნა გამოყენების სქემები , მდ. ენგურის 26 -27 საფეხურზე ნაკადის გადაგდებით მდ. ცხენისწყალში . დაბალწნევიანი ვარიანტი 26 საფეხურისათვის იყო დაზუსტებული საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის ენერგეტიკის ინსტიტუტის მიერ 1954 წელს , რომლის მონაცემების საფუძველზე დადგენილი სიმძლავრე შეადგენდა 2 082,2 ათას კვტ-ს , ხოლო ენერჯის

წლიური გამომუშავება 10 138 მლნ. კვტ. სთ_ს . დაბალწნევიანი ვარიანტის ნაკლოვანებას წარმოადგენდა კასკადის დაბალი სიმძლავრე _ დაახლოებით 200 ათასი კვტ.

ამრიგად , 1955 წლამდე მდინარის გამოყენების სქემები ძირითადად ითვალისწინებდნენ მხოლოდ დერივაციულ მოწყობილობებს დაბალი კაშხლებით .

რეკონოსცირებული გამოკვლევების შედეგად , რომელიც ჩატარდა 1955 წლის ივლისში , ჟუკის სახელობის „ჰიდროპროექტის“ ინსტიტუტის თბილისის ფილიალის მიერ , მიღებულ იქნა მდ. ენგურის გამოყენების სქემა მაღალი კაშხლებით . შემუშავებული იქნა კასკადი 5 ჰიდროელექტროსადგურით , კაშხლების შემდეგი სიმაღლეები (მ) :

ფარისჰესი	220
ტობარჰესი	120
ხუდონჰესი	220
ენგურჰესი	190
გალჰესი	40

კასკადის ხუთივე საფეხურის ჰესის დადგენილი სიმძლავრე შეადგენდა 1 350 ათას კვტ_ს , ხოლო წლიური ელექტროენერგია 9 700 მლნ. კვტ. სთ_ს .

1960 წელს მდ. ენგურის სქემა ხელახლა იქნა გადამუშავებული რამოდენიმე ვარიანტად . შედეგად , შემუშავებული იქნა მდ. ენგურის ენერგეტიკული გამოყენების სამი პრინციპული სქემა : მდინარის გამოყენება ნაკადის გადაგდებით ზემო წელში მდ. ცხენისწყალში ; მდინარის გამოყენება ნაკადის გადაგდებით მდ. ერისწყალში შუა დინებაში ; მდინარის გამოყენება მთლიანად თავისი ვარდნით .

1960 წლის სქემაში რადიკალურად განიხილეს ყველა წინათ არსებული მონაცემები და პირველად , მომავალი კასკადის ყველაზე უფრო საპასუხისმგებლო მონაკვეთზე , ჩატარებულ იქნა აუცილებელი სამიეზო და საკვლევი სამუშაოები . ერთობლივი , ეკონომიკური და ენერგეტიკული ხასიათიდან ამორჩეულ იქნა კასკადური ჰესის ვარიანტი , რომელიც ითვალისწინებდა მდ. ენგურის ნაკადის გადაგდებას მდ. ერისწყლის აუზში .

ძირითადი მაჩვენებლები კასკადური ჰესისა , მოცემულია ცხრილში :

ჰესი	კაშხლის სიმაღლე (მ)	სიმძლავრე მგვტ	გამომუშავებული მლნ. კვტ. სთ	წყალსაცავის მოცულობა მლნ .მ ³
ფარი	173	230	780	240
ტობარი	173	250	810	200
ხაიში	204	670	1470	445
ხუდონი	196,5	740	1700	364
ენგური	271,5	1300	4430	1110
ვარდნილი I-IV	57,5 და 12,0	340	1110	145
ჯამი კასკადის	---	3530	10281	2404

განხილული ჰიდროკვანძებიდან უფრო ეფექტური და უპირველესი ენერგოეკონომიკური მაჩვენებლით გამოირჩევა: ენგურჰესი , ხუდონჰესი და ტობარჰესი.

მდ. ენგურის ხეობის , დ. ჯვარს ზემოთ , მცირედ დასახლებული და მცირედ ათვისებული მდებარეობა , თავისუფალი მოქმედების საშუალებას აძლევდა პროექტის ავტორებს , გამოყენების სქემის ამორჩევას . კასკადის მშენებლობის უპირველესი ობიექტი იყო ენგურჰესი . ენგურჰესი — ესაა კომპლექსი 5 ჰესის : ენგურჰესი , მაღალი თაღოვანი კაშხლით , წარმოქმნილი ჯვრის წყალსაცავით ნშდ 510,0 მ-ის დროს და ოთხი ვარდნილჰესი , რომელთაგანაც პირველი წარმოშობს გალის წყალსაცავს ნშდ 100,55 მ. ვარდნილჰესები განლაგებულნი არიან ენგურჰესის წყალსაცავებ არხზე , გალის წყალსაცავიდან , ვარდნილჰესი I-დან შავ ზღვამდე .

კომპლექსის სიმძლავრე 1 640 ათასი კვტ-ია , მათ შორის ენგურჰესი 1 300 ათასი კვტ. და ოთხი ვარდნილჰესი 340 ათასი კვტ . საშუალო მრავალწლიური ელექტროენერჯის გამომუშავება _ შესაბამისად 4 430 და 1 110 მლნ. კვტ-ია წელიწადში .

ჯვრის წყალსაცავი



ენგურქესის წყალსაცავი ანუ ჯვრის წყალსაცავი წარმოადგენს უნიკალურ ხელოვნურ მთის წყალსატევს, შექმნილს ენერჯისათვის. ეს წყალსატევი დერივაციული გვირაბის საშუალებით უერთდება ვარდნილქესი I-ის წყალსაცავს, ანუ გალის წყალსაცავს და ერთად წარმოადგენენ ენგურის წყალსაცავების კასკადს.

1978 წელს მდ. ენგურის შუა წელში, დაბა ჯვართან, დასრულდა 271,5 მეტრის სიმაღლის რკინა - ბეტონის თაღოვანი კაშხლის მშენებლობა. აღნიშნული მდინარე შეტბორეს, რის შედეგადაც წარმოიშვა ჯვრის წყალსაცავი, რომლის აუზის ფართობია 3 170 კმ².

წყალსაცავი გადაშლილია ჩრდილო - აღმოსავლეთიდან სამხრეთ - დასავლეთით, სოფ. ხაიშიდან დაბა ჯვრამდე.

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ , ჯვრის წყალსაცავი წარმოქმნილია რკინა - ბეტონის თაღოვანი კაშხლის საშუალებით , მდ. ენგურის გადაკეტვით .

კაშხლის სიმაღლე 271,5 მეტრი ,
სიგანე 728 მეტრია .

იგი მიეკუთვნება ხეობის ტიპის წყალსაცავს . წყალსაცავის ფერდების დახრილობა 40 – 85°-ს შორის მერყეობს . ფსკერის დახრილობა 0,015-ის ტოლია . უდიდესი სიღრმე შეინიშნება ქვემო ზონაში კაშხალთან .

მდ. ენგურის ფერდობები , წყალსაცავის ქვაბულის მიდამოებში , აგებულია კლდოვანი ქანებით , ტუფორექიული ტუფოქვიშიანი საფარით . წყალსაცავის მარცხენა სანაპიროს ფერდობზე , 2 კმ-ის სიგრძეზე , შემჩნეულია მცოცავი ფენა და პროგნოზით მოხდება სანაპიროს აბრაზია .

წყალსაცავში ჩაედინება 10-ზე მეტი მნიშვნელოვანი და წყალუბვი შენაკადი , რომელთა უმეტესი ნაწილი ჩაედინება თითქმის სწორი კუთხით . ძლიერი წყალმოვარდნებისას ამ შენაკადებზე წარმოიქმნება სელური ნაკადები . წყალსაცავის ქვაბულში ჩამდინარე მიწისქვეშა წყლები , როგორც ძლიერი წყაროები , არ შეინიშნება , მაგრამ ვხვდებით პატარა ნაკადულებს და წყაროებს .

მდ. ენგურის საშ. მრავალწლიური ჩამონადენი , კაშხლის კვეთში 4 777 მლნ. მ³ , საშუალო მრავალწლიური ხარჯი 155 მ³/წმ , მაქსიმალური დაკვირვებული ხარჯი 950 მ³/წმ , ხოლო მინიმალური დაკვირვებული ხარჯი 16 მ³/წმ-ის ტოლია . წყალსაცავის სასარგებლო მოცულობის შეფარდება საშ. მრავალწლიურ ჩამონადენთან 0,14-ია , ხოლო ჩამონადენის გამოყენების კოეფიციენტი - 0,97 .

ნორმალური შეტბორვის დონისას (ნშდ) 510 მ-ზე , მდ. ენგურის შეტბორვა ვრცელდება 27 კმ-ზე . წყალსაცავის სიგანე 100 – 200 მ-დან , 1500 – 1700 მ-მდე მერყეობს . მაქსიმალური სიღრმე 226 მ-ია , ხოლო საშუალო სიღრმე 81,5 მ-ია . წყალსაცავის სარკის ფართობი 13,5 კმ²-ია . სრული მოცულობა 1 100 მლნ. მ³ , ხოლო წყალსაცავის სასარგებლო მოცულობა 676 მლნ. მ³ . რაც შეეხება წყალსაცავში წყლის დონის 70 მ-ით დაწევას , წყალსაცავის სანაპირო ხაზის გადაჭიმულობა ნშდ-სას უდრის 61,6 კმ-ს .

ჯვრის წყალსაცავის ძირითადი მორფომეტრიული მახასიათებლები მოცემულია ცხრილში

წყალსაცავი	დონე BC ნიშნულისას (მ)		მოცულობა ნშდ_სას (მლნ.მ ³)	სარკის ფართობი (კმ ²)		სიღრმე ნშდ_სას (მ)		სიგანე ნშდ_სას (მ)		სიგრძე ნშდ_სას (კმ)	სანაპირო ხაზის სიგრძე (კმ)
	ნშდ	მმდ		ნშდ	მმდ	ნშდ	მმდ	ნშდ	მმდ		
ჯვარი	510	440	1 100	13,5	6,1	81,5	226	0,5	1,5	27,0	61,6

ჯვრის წყალსაცავის წყალშემკრები აუზის მორფომეტრიული მახასიათებლები

წყალსაცავი	წყალშემკრები აუზის ფართობი (კმ ²)		სიგრძე (კმ)	სიგანე (კმ)		სიმაღლე (მ)			ტყიანობა	
	საერთო	ჰიდრომეტ. გამოუკვლ.		საშ.	მაქს.	მაქს.	მინ.	საშ.	ფართობი	%
ჯვარი	3170	376	133	24,6	48,6	5201	283	2210	2120	68

წყალსაცავის შევსება დაიწყო 1978 წელს, როდესაც კაშხლის სიმაღლემ შესაძლებელი გახადა წყალგდება დერივაციული გვირაბით ენგურჰესში. ამის შემდეგ კაშხლის ზრდამ მაქსიმალურ წლიურ დონეს მიაღწია 1987 წლის სექტემბერში, ნშდ_ს 510 მ_ზე, როდესაც კაშხალი იქნა აშენებული პროექტირებული ნიშნულით 271,5 მ.

წყალსაცავის დონე ნშდ_ის ნიშნულზე, 510 მ_ზე, წელიწადში 3 – 4 თვის განმავლობაშია შენარჩუნებული. წლის დანარჩენ პერიოდში წყალსაცავის შევსება და დაცლა ხდება ჰესის დესპეჩერული გრაფიკით.

ჰიდროტექნიკური ნაგებობების დახასიათება

ჯვრის წყალსაცავის ჰიდროკვანძი შედგება თაღოვანი კაშხლისაგან, სიღრმითი წყალმიმღებისაგან, 520 მ სიგრძის უდაწნეო გვირაბისაგან და დაწნევითი დერივაციის ნაწილისაგან.

ენგურჰესის კაშხალი



ენგურჰესის თაღოვანი კაშხალი აგებულია დაბა ჯვართან , მდ. ენგურის ვიწრო ხეობაში და წარმოშობილია ჯვრის წყალსაცავი , საერთო მოცულობით 1 100 მლნ. მ³. (სასარგებლო მოცულობა 676 მლნ. მ³).

ენგურჰესის საერთო დაწნევა 410 მ_ს შეადგენს , აქედან 226 მ იქმნება თაღოვანი კაშხლით , ხოლო დანარჩენი 184 მ __ დაწნევითი დერივაციით .

საერთო სიმაღლე თაღოვანი კაშხლისა 271,5 მ_ია და იგი ყველაზე მაღალი თაღოვანი კაშხალია მსოფლიოში . კაშხლის სიგრძე თხემის გასწვრივ 728 მ_ია , მათ შორის საყრდენის სიგრძე 123 მ_ია , ხოლო თაღოვანი თხემის სიგრძე __ 605 მ.

კაშხლის საყრდენი ნაწილი შესრულებულია უნაგირის მსგავსად და თაღოვანი ნაწილისაგან გამოყოფილია სპეციალური ფორმის პერიმეტრალური შოვით . უნაგირის სიმაღლე ფერდებზე 15 – 20 მ_ს შეადგენს და ხეობის ქვემო ნაწილში იგი 50 მ_მდე აღწევს .

კაშხლის სისქე თხემის გასვრივ 10 მ_ია , ქვემო ნაწილში პერიმეტრალური შოვის გასწვრივ კი 46 მ , ხოლო შეერთების ადგილზე 90 მ.

თაღოვანი კაშხლის ტანში გაკეთებული იყო სამი წყალგამშვები , კვეთით 3×5 მ , საიდანაც უშვებდნენ $400 \text{ მ}^3/\text{წმ}$ წყალს , მშენებარე გვირაბის დაკეტვისას . შემდგომ ეს წყალგამშვები ამოვსებული იქნა ბეტონით .

კაშხლის ქვემოთ $1/3$ -ზე გაკეთებული იყო შვიდი , 5 მ დიამეტრის წყალგამშვები ღიობი , რომელთაგან ოთხი გამოიყენებოდა წყალმოვარდნის ხარჯების გასატარებლად , კაშხლის ზედა ნაწილის მშენებლობის პერიოდში . მშენებლობის დამთავრების შემდეგ ექსპლუატაციაში დარჩა ორი წყალგამშვები ღიობი , ხოლო დანარჩენი ხუთი დაგეგმილია გამოყენებულ იქნეს წყლის მისაყვანად ჰიდროაკუმულირებული დანადგარების აგრეგატებთან , რომელიც დაპროექტდება კაშხალთან .

ზედაპირულ , საექსპლუატაციო წყალსაშვებს გააჩნია 12 ნახევარმალი $3,5$ მ სიგანით და $9,6$ მ სიღრმით და გაანგარიშებულია წყალდიდობისას $2\ 200 \text{ მ}^3/\text{წმ}$ წყლის ხარჯის გატარებაზე .

ჯვრის წყალსაცავის გამოყენება

სადერივაციო გვირაბი



წყალსაცავის მარჯვენა მხარეს , თაღვანი კაშხლიდან 70 მ-ის დაშორებით , მოწყობილია სადაწნეო ტიპის სიღრმითი წყალმიმღები . წყალმიმღებს გააჩნია ორი წყალგამტარი ლიობი , ზომით 10 x 35 მ , რომლებიც 260 მ-ის შემდეგ უერთდებიან და გადადიან სადერივაციო გვირაბში .

სადაწნეო დერივაციული გვირაბის საშუალებით მდ. ენგურის წყალი მიდის მდ. ერისწყლის აუზში , სადაც განლაგებულია სტაციონალური კვანძი . გვირაბის სიგრძე 15,7 კმ-ია , შიდა დიამეტრი _ 9,5 მ . გვირაბი გათვლილია ჰესის მაქსიმალური ხარჯის 450 მ³/წმ-ის გატარებაზე მაღალდაწნევითი რეჟიმისას (წყლის დაწნევა გვირაბის თავში 110 მ-ს შეადგენს და 175 მ-ს ბოლოში) . გვირაბის გეომეტრიული დახრილობა მის მთელ სიგრძეზე 0,038-ის ტოლია .

გვირაბის ტრასა გადის მთიანი მასივის ოხაჩქუეს სამხრეთი ფერდობის სიღრმეში და კვეთს მდინარეებს ილორსა და ერისწყალს ღია წყალგამტარით 7 მ-ის დიამეტრით და სიგრძით 213 და 91 მ.

ენგურჰესი



სადაწნეო - სტაციონალურ კვანძში შედის შემდეგი მოწყობილობები : გამაწონასწორებელი რეზერვუარი , შენობა დისკოსებური საკეტებისათვის , მიწისქვეშა წყალგამტარები ტურბინებისათვის , შენობა მიწისქვეშა ჰესისათვის , შენობა ქვემო საკეტებისათვის , წყალგამყვანი კოლექტორი OPY 500/220/110 კვტ. გამაწონასწორებელი რეზერვუარი 21 მ დიამეტრით და 160 მ სიმაღლით , ღია ზემო კამერით და მოცულობით 64 ათასი მ³ მდებარეობს სადერივაციო გვირაბის ბოლოში .

გამაწონასწორებელი რეზერვუარის შემდეგ მოდის გამანაწილებელი , საიდანაც სათავეს იღებს ხუთი მიწისქვეშა ლითონის წყალგამტარი მილსადენი 5 მ დიამეტრით და 680 მ სიგრძით . სატურბინო წყალგამტარებს წყალი მიჰყავს მიწისქვეშა ჰესის შენობაში . ჰესის შენობაში დამონტაჟებულია ხუთი ვერტიკალური აგრეგატი ,

თითოეული აგრეგატის სიმძლავრე უდრის 260 ათას კილოვატს . მათი საერთო სიმძლავრე 1 300 ათას კილოვატს , ხოლო საშუალო წლიური ელექტროენერჯის გამომუშავება — 4 330 მლნ. კვტ. სთ_ია . გამოყებებული წყალი უდაწნეო წყალგამყვანი გვირაბით , სიგრძით 3,2 კმ , ჩაედინება გალის წყალსაცავში .

გალის წყალსაცავი



მდ. ერისწყალში , მდ. ენგურის 450 მ³/წმ წყლის ჩასაშვებად , საჭირო გახდა მდ. ერისწყალზე , ქ. გალის მახლობლად , ხეობის ვიწრობში აეგოთ მიწის კაშხალი , რამაც წარმოშვა გალის წყალსაცავი . ქვამიწაყრილიანი კაშხალი , სიგრძით 890 მ_ია და მაქსიმალური სიმაღლე 57,5 მ. წყალსაცავის მოცულობა 145 მლნ. მ³_ს უდრის . წყლის სარკის ფართობი კი 8,2 კმ²_ს . შეტბორებული წყალი კაშხლიდან სოფ. რეჩხი - ცქირამდე აღწევს .

კაშხლის მარცხენა მხარეზე მოწყობილია წყალმიმღები , საიდანაც წყალი მიედინება დახრილ გვირაბში , ხოლო გვირაბის ბოლოდან იწყება სადაწნეო მილსადენი , სადაც

ჩაწყობილია სამი ლითონის მილი . თითოეულის დიამეტრი 6 მ_ია , ხოლო საერთო სიგრძე 218 მ. სადაწნეო მილსადენებიდან , წყალი ხვდება ვარდნილჰესი I_ის შენობაში მოთავსებულ სამ აგრეგატს და ამუშავებს მათ . ვარდნილჰესი I_ის საერთო დადგენილი სიმძლავრე , 220 ათასი კილოვატია , ხოლო საშუალო წლიური ელექტროენერჯის გამომუშავება 700 მლნ. კვტ. სთ.

ზედაპირულ საექსპლუატაციო წყალგამტარს გააჩნია ორი მილი , 10 მ სიგანით და გათვლილია 600 მ³/წმ წყლის გატარებაზე .

ტრაპეციული ფორმის მიწის არხი , იწყება ვარდნილჰესი I_ის ქვედა ბიეფში და გადის დაჭაობებულ დაბლობზე შავი ზღვის ნაპირამდე .

არხი გათვლილია ვარდნილჰესი I_დან მაქსიმალური წყლის ხარჯის გადაგდებაზე , 0,1% უზრუნველყოფისას , რომელიც 710 მ³/წმ_ის ტოლია .

ვარდნილჰესებს შორის მონაკვეთები	მანძილი (კმ)	მაქსიმალური ხარჯი (მ ³ /წმ)
I – II	5,5	658 – 710
II – III	4,6	670 – 710
III – IV	4,8	690 – 710
IV - შავი ზღვა	8,4	756 _ მდე

ვარდნილჰესები II , III და IV

ვარდნილჰესები II , III და IV აგებულნი არიან ენგურჰესის წყალგამყვან არხზე , ვარდნილჰესი I_ის ქვემოთ , შესაბამისად 5,5 , 10,1 და 14,9 კმ_ზე . სამივე ვარდნილჰესი განლაგებულნი არიან წყალგამყვან არხზე იმგვარად , რომ თითოეული მათგანი გათვლილია 425 მ³/წმ წყლის ხარჯზე და აქვთ ერთნაირი დაწნევა - 11,2 მ ; მაქსიმალური სტატისტიკური დაწნევა სამივე ჰესზე 12,0 მ_ია .

თითოეულ ჰესზე დადგმულია ორი ჰიდროაგრეგატი 20 ათასი კვტ. სიმძლავრით. ვარდნილჰესების საერთო დადგენილი სიმძლავრე 120 ათასი კვტ_ის ტოლია , ხოლო საშუალო წლიური ელექტროენერჯის გამომუშავება , დაახლოებით 380 მლნ. კვტ. სთ_ის ტოლია.

ჯვრის წყალსაცავის წყალსამეურნეო ბალანსი

ჯვრის წყალსაცავში ბალანსის შემოსავლის ნაწილს შეადგენს : $\Pi_{\text{მ}}$ - წყალსაცავში შემოსული წყლის რაოდენობა მდ. ენგურიდან ს. ხაიშთან ; გვერდითი შემოდინება ($\Pi_{\text{გ}}$) , წყალსაცავში შემოსული წყლის რაოდენობა , წყალშემკრების ნაწილიდან ს. ხაიში კაშხლის მონაკვეთზე ; ატმოსფერული ნალექები (O) მოსული წყალსაცავის ზედაპირზე (მყარი და თხევადი) .

ბალანსის გასავალ ნაწილს შეადგენს : სადერივაციო გვირაბით გამავალი ჩამონადენი (C); უქმი წყალგდება და სანიტარული გაშვება კაშხლის ტანიდან (3) ; ფილტრაციაზე დანაკარგი კაშხლის ტანიდან (Φ_1) ; აგრეთვე სადერივაციო გვირაბიდან (Φ_2); აორთქლება წყლის ზედაპირიდან (I) .

ბალანსის აკუმულაციურ ნაწილს შეადგენს : ქვაბულში წყლის აკუმულაცია (A) ; რომელსაც გააჩნია დადებითი (შევსებისას) და უარყოფითი (დაცლისას) მნიშვნელობა .

ჯვრის წყალსაცავის წყლის ბალანსის განტოლება შეგვიძლია ასე წარმოვადგინოთ :

$$\Pi_{\text{მ}} + \Pi_{\text{გ}} + O - (C + 3 + \Phi_1 + \Phi_2 + I) = \pm A \pm H$$

$\Pi_{\text{მ}}$ გამოთვლა ხდება დაკვირვებული ჰიდროლოგიური მონაცემების საფუძველზე ჰ/ს ხაიშთან . გვერდითი შემოდინება განლაგებული ჰ/ს ხაიშსა და კაშხალს შორის , რომლის ფართობი 376 კმ²-ის ტოლია , გამოითვლება ემპირიული ფორმულით , რომელიც აპრობირებულია მთის მდინარეების პირობებისათვის :

$$\Pi_{\text{გ}} = 10^{-3} \alpha O_1 F_1 + (1 - \alpha) F_1 (W/F) ;$$

სადაც α - წვიმის ჩამონადენის კოეფიციენტია , რომელიც გამოითვლება მდინარე-ანალოგის საშუალებით ; O_1 - ნალექების რაოდენობა წყალშემკრებზე ჰ/ს-სა და კაშხალს შორის , რომლის ფართობია F_1 კმ² ; W და F - შესაბამისად ჩამონადენი და წყალშემკრების ფართობია მდინარე - ანალოგისა .

წყალსაცავის ზედაპირზე მოსული ატმოსფერული ნალექები (O) განისაზღვრება ნალექმზომით , რომელიც მოთავსებულია ფოცხო-ეწერში კაშხალთან და მ/ს ხაიშში . სადერივაციო გვირაბით გამავალი ჩამონადენი (C) განისაზღვრება სადგურზე ელექტრონერგის გამომუშავებით და ამისათვის გამოიყენება დამოკიდებულების მრუდები , ტურბინების სიმძლავრეებსა და წყლის დაწნევას შორის .

ფილტრაციის დანაკარგზე სტაციონალური დაკვირვება ხდებოდა წყალსაცავის ქვედა ბიეფში , კაშხლიდან 0,5 კმ-ზე მდ.ენგურის კვეთში . დაკვირვება ხდებოდა აგრეთვე წყლის ფილტრაციის ხარჯზე და უქმი წყლის გდებაზე .

აორთქლება (H) წყლის ზედაპირიდან გამოითვლება დაკვირვებული მონაცემების საფუძველზე მ/ს-ებზე : ფოცხო_ეწერი , ჯვარი და ხაიში . გათვლები ხდება ვიკულინისა და ბრასლავსკის ფორმულით , რომელსაც შემდეგი სახე აქვს :

$$H = 0,14n (e_0 - e_{200}) (1 + 0,72 W_{200})$$

სადაც n დღეების რიცხვია თვეში ; e_0 - პარციალური წნევა წყლისა ; e_{200} - ჰაერის აბსოლუტური სინოტივია წყლიდან 2 მ სიმაღლეზე ; W_{200} - ქარის სიჩქარე წყლის ზედაპირიდან 2 მ სიმაღლეზე .

აკუმულაცია ქვაბულში (A) გამოითვლება დღე-ღამური და საშუალო თვიური დონეებსა და სარკის ფართობს შორის დამოკიდებულების გრაფიკით .

წყლის ბალანსის შეუსაბამობა გამოითვლება , როგორც სხვაობა შემოსავლისა და გასავლის ნაწილებისა , აკუმულაციის ჩათვლით , ხოლო შუსაბამობა პროცენტებში (H%) განისაზღვრება , როგორც დამოკიდებულება შეუსაბამობის აბსოლუტურ მნიშვნელობასა და ბალანსის შემოსავლისა და გასავლის ნაწილებს შორის .

ჯვრის წყალსაცავის გავლენა შავი ზღვის სანაპირო ზოლზე

ჯვრის წყალსაცავის შექმნით და მყარი ნატანის შეკავებით , მწვავედ დადგა პრობლემა დაკავშირებული შავი ზღვის სანაპირო ზოლის ჰიდროლოგიურ და გეომორფოლოგიურ ცვლილებებთან .

მთავარი არსი მდგომარეობს შემდეგში , რომ დასავლეთ საქართველოს მთის მდინარეების ნაწილი , თავისი მყარი ჩამონადენით არეგულირებენ სანაპირო ზოლს . მდინარეებისაგან ჩამოტანილი მყარი მასალა გადაიტანებოდა არა მარტო შესართავის მახლობლად , არამედ შესართავიდან დიდ მანძილზე . კაშხლების მშენებლობა იწვევს მყარი მასალის უმეტესი ნაწილის შეწყვეტას მდინარეში და სანაპირო ზოლში მის მწვავე დეფიციტს . ხდება შეუქცევადი პროცესი : ზღვის ტალღებს მიაქვთ სანაპირო ზოლის მასალა , რის გამოც სანაპირო სწრაფად ინგრევა .

არაერთი შემთხვევაა , როდესაც მყარი მასალის ხელოვნურმა შეწყვეტამ გამოიწვია მძიმე შედეგები . ამ პრობლემის შესწავლა და განსაზღვრა ხდება პროექტირებისას , ხდება მისი ინტენსივობისა და რაოდენობრივი შეფასება და მეორე მხარე , ოპტიმალური მეთოდების საშუალებით ამ პრობლემების აღმოფხვრა .

საქართველოს შავი ზღვის სანაპირო ზოლის შესწავლისა და მისი მდგომარეობის გაუმჯობესების მიზნით , 1981 წელს შეიქმნა „საქზღვანაპირდაცვა“ , რომლის ფუნქციებში შედიოდა , როგორც სანაპიროს დინამიკური პროცესების შესწავლა , ასევე ბრძოლა , დაკავშირებული ხმელეთში ზღვის შეჭრასთან . ამ ორგანიზაციამ დაიწყო ამ პრობლემებთან ბრძოლა . მათ შეჰქონდათ ყოველწლიურად დაახლოებით 50 ათასი მ³ გრუნტი სანაპირო ზოლში . ამ სამუშაოებით დამტკიცდა , რომ სანაპირო ზოლში მწვავედ აღარ იგრძნობოდა მყარი მასალის დეფიციტი და მისმა ხელოვნურმა შეტანამ ისევ აღადგინა პლაჟები .

1981 – 1983 წწ. ხელოვნურმა პლაჟწარმოქმნამ შეადგინა 30 ჰა , ხოლო გაგრის რაიონში 16,5 ჰა . ასეთი სამუშაოების ჩატარება აუცილებელია შავი ზღვის სანაპირო დაცვისათვის , დასავლეთ საქართველოს მთიანი რაიონის მდინარეებზე , კაშხლების მშენებლობით გამოწვეული პრობლემებისას .

დღეისათვის რთული ვითარებაა . შეწყვეტილია ყველა სამუშაოები , რაც დაკავშირებულია სანაპირო ხაზის დაცვასთან . ამიტომაც მდინარე ენგურის შესართავში , ანაკლიასთან , მკვეთრად შეიმჩნევა ზღვის ხმელეთში შეჭრის ტენდენცია და საფრთხე ექმნება ახლომდებარე დასახლებულ პუნქტებს .

თავი IV. ხუდონის ჰიდროელექტროსადგური ხუდონის კაშხალი



2006 წელს ჩატარდა საქართველოს ენერგეტიკული სექტორის ენერგეტიკული ბალანსის კვლევა , რომელმაც აჩვენა , რომ ქვეყნის შიდა მოხმარებისათვის საჭირო ელექტროენერჯის გამოსამუშავებლად ბუნებრივი გაზის ნაცვლად უმჯობესია ჰიდროენერჯის გამოყენება . ჰიდროლოგიური პირობების ანალიზი გვიჩვენებს , რომ აღნიშნული მიდგომა მიზანშეწონილია წყალმცირობის პირობებშიც კი .

ხუდონის ჰიდროელექტროსადგურის კომპლექსის მშენებლობა დაგეგმილია მდინარე ენგურზე სოფ. ხაიშის მიდამოებში . ჰესის კაშხალი აგებული იქნება სოფ. ხაიშის ქვემოთ მდინარის დინების მიმართულებით დაახლოებით 4 კმ_ში და ენგურის არსებული

კაშლიდან ზემოთ , მდინარის დინების საწინააღმდეგო მიმართულებით დაახლოებით 34 კმ , ზღ.დ. 501 მ სიმაღლეზე .

ბეტონის თაღოვანი კაშხლის სიმაღლე _ 200,5 მ ;

სიგრძე თხემზე _ 522 მ ;

სიგანე თხემზე _ 6,02 მ ;

კაშხლის ფუძის სიგანე _ 31,7 მ ;

წყალსაცავის მთლიანი მოცულობა ნორმალური შეტბორვის დონეზე (702მ) _ 364,5 მლნ მ³;

მისი სარკის ფართობი _ 5,28 კმ² ;

მკვდარი მოცულობა 640მ ნიშნულზე _ 140 მლნ მ³ ;

სასარგებლო მოცულობა _ 224,5 მლნ მ³ ;

დატბორილი ტერიტორიის ფართობი _ 528 ჰა ;

ხუდონის კაშლიდან 6 მეტრიანი დიამეტრის 3 სადაწნეო მილსადენით 510 მ³/წმ წყალი მიეწოდება მიწისქვეშა საგენერატორო შენობაში დადგმულ ფრენსისის რადიალურ-დერძოვან 3 ტურბინას , რომელთაგან თითოეულის სიმძლავრე 234 მეგავატია .

ჰესის მთლიანი დადგმული სიმძლავრე 702 მეგავატი ;

საშუალოწყლიან წელიწადში ელექტროენერგიის წლიური გამომუშავება კი 1,500 მლნ კილოვატსაათია .

ხუდონის ჰიდროელექტროსადგურის კაშხალი განთავსდება სვანეთში , დიდი კავკასიონის ქედის სამხრეთ კალთებზე მდებარე ალპურ რეგიონში . მდინარე ენგური მკვეთრად ეშვება უშბის ორთავიანი მწვერვალიდან . ზემო სვანეთი ალბათ ყველაზე მაღალი დასახლებული ტერიტორიაა ევროპაში . რეგიონში გამოიყოფა სამი განსხვავებული ლანდშაფტი :

1800 მ_ზე დაბლა მდებარე ზონა დაფარულია შერეული ტყეებით ;

ზღვის დონიდან 1800 მ_დან 3000 მ_მდე მდებარე ზონა წარმოადგენს ალპურ მდელოებსა და ველებს ;

ხოლო 3000 მ_ზე მაღლა მდებარე ზონა დაფარულია მარადიული თოვლითა და მყინვარებით .

კაშხლის ტერიტორიის გეოლოგია წარმოდგენილია მყარი და საშუალო სიმყარის ქანების თხელი შუაშრეების მქონე წყალმარცვლოვანი მყარი ქანებით . გეოლოგიური ფენა ძლიერ დანაწევრებულია და შედგება შემდეგი ქანებისაგან :

ა. ვულკანური ქანები მინდვრის შპატის დიდი კრისტალებით პორფირულ და ძირითად მასებში ;

ბ. შუა იურული პერიოდის მოწითალო ყავისფერი რბილი ქვიშაქვებით ;

გ. ნაშალი და ვულკანური ქანები ;

დ. კაშხლის მონაკვეთი აგებულია მომწვანო ნაცრისფერი ახალგაზრდა ვულკანური ქანებისა და რბილი ქვიშაქვებისაგან , წყალგამტარი და გამოფიტული ქანებით გადაფარული მარცვლოვანი თიხა-ფიქლებითა და მდინარეების მიერ ჩამოტანილი ფხვიერი არაკონსოლიდირებული ნატანებით . აქვე შეინიშნება ნაშალი მასალით აგებული ნაწევი - ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი თავისებურება, რომელიც პრობლემას უქმნის კაშხლის სამირკველს , თუმცა სათანადოდ დაბეტონებისა და დაცემენტების შემთხვევაში , აღნიშნული პრობლემა საფრთხეს არ წარმოადგენს . მარცხენა ნაპირზე , მდინარის ზედა დინებაში 670 მ სიმაღლეზე ფიქსირდება ალუვიური ნალექები .

არსებული მდგომარეობა ხუდონის კაშხალზე

ადგილზე ჩატარებული სამუშაოების პროცესში დადგენილ იქნა , რომ ყოფილ სსრ კავშირის არსებობის პერიოდში დაწყებული იყო ხუდონის წყალსაცავის კაშხლის მშენებლობის მოსამზადებელი სამუშაოები . ასაშენებელი კაშხლის კვეთში გადაკეტილია მდ. ენგურის კალაპოტი სამშენებლო ზღუდარით და მისი მთლიანი ნაკადი გაედინება ადრე მოწყობილ წყალგამყვან გვირაბში (სურ.1)



სურ 1. ასაშენებელი კაშხლის კვეთი და წყალგამყვან გვირაბში გამდინარე მდ. ენგური.

ასაშენებელი კაშხლის კვეთში მარცხენა ფერდობი დაბეტონებულია , მარჯვენა ფერდობი კი გამიშვლებულია . ასაშენებელი კაშხლის ზედა ბიეფში , მდინარის მარჯვენა ნაპირზე დაგროვებულია მშენებლობის პროცესში წარმოქმნილი მასალა , რომელიც დანამდვილებით მოხვდება წყალსაცავის შეტბორვის ზონაში (სურ.2) .



სურ 2. კაშხლის ზედა ბიეფში , მდ. ენგურის მარჯვენა ნაპირზე მშენებლობის მოსამზადებელი სამუშაოების პროცესში დაგროვილი ნაშალი მასალა.

მდინარის ყოფილი ბუნებრივი კალაპოტი გადაკეტილია 10-12 მეტრის სიმაღლის ზღუდარით , რის გამოც ასაშენებელი კაშხლის კვეთში მდინარის კალაპოტი ამჟამად მშრალია (სურ.3).



სურ 3. მდ. ენგურის ბუნებრივი კალაპოტი ამჟამად ასაშენებელი კაშხლის კვეთში.

ნორმალური შეტბორვის დონეზე წყალსაცავის შევსებისას მის აკვატორიაში ვარდება 29 წყალსადინარი , მათ შორის 7 მდინარე (ლეხარა , ხაიშურა , კასლეთი , ნენსკრა , ლახამი , ორმელეთი), 9 უსახელო დეღე და 13 მშრალი ხევი . აღნიშნული შენაკადებიდან ქვაწყლიანი ღვარცოფული მოვლენებით ხასიათდება მხოლოდ მდინარე ენგურის მარცხენა შენაკადი ხაიშურა , რომელიც ღვარცოფით გამოტანილი მყარი მასალის დიდ რაოდენობას ტოვებს სოფ. ქვედა წირმინდის სამხრეთით , დაახლოებით 500 მეტრში არსებული კანიონის ზემოთ , სადაც გათვალისწინებულია მშენებლობისათვის საჭირო ინერტული მასალის მოსაპოვებელი კარიერის მოწყობა (სურ.4) . სხვა დიდი მდინარეები ღვარცოფული მოვლენებით არ ხასიათდებიან .



სურ 4. წყალსაცავის შეტბორვის ზონის დასასრული მდ. ხაიშურას კალაპოტში.

ცალკეულ მშრალ ხევეებს გამოტანილი აქვთ მყარი ნაშალი მასალის გარკვეული მოცულობა , რაც სამანქანო გზებთან და მდინარეების ნაპირებთან ქმნიან მძლავრ გამოზიდვის კონუსებს . ასეთი ხევეებია მდ. ხაიშურას მარცხენა ნაპირზე სოფ. ხაიშის სამხრეთით დაახლოებით 0,3 კმ_ში და მდინარე ენგურის მარცხენა ნაპირზე კაშხლის კვეთის ზემოთ დაახლოებით 1 კმ_ში (სურ.5, სურ.6)



სურ 5. მდ. ხაიშურას მარცხენა ნაპირზე არსებული მშრალი ხევის გამოზიდვის კონუსი სოფლის სამანქანო გზასთან.



სურ 6. მდ. ენგურის მარჯვენა ნაპირზე არსებული მშრალი ხევის გამოზიდვის კონუსი ხაიში-ზუგდიდის სამანქანო გზასთან .

წყალსაცავის აკვატორიაში ჩამდინარე მდინარეები მაღალი ქანობებით და უხვწყლიანობით ხასიათდებიან . ნაკადის მაღალი სიჩქარეებიდან გამომდინარე , ყველა მდინარის კალაპოტი აგებულია მსხვილფრაქციული ალუვიონით და დიდი ზომის ლოდებით , მდ. ენგურის კალაპოტი კი კლდის დიდი ზომის ნამსხვრევებით და დიდი ზომის ლოდებით (იხ. სურათები).



სურ 7. წყალსაცავის შეტბორვის ზონის დასასრული მდ. ნენსკრას კალაპოტში.



სურ 8. წყალსაცავის შეტბორვის ზონის დასასრული მდ. ლახამის კალაპოტში.



სურ 9. მდ. ენგურის ხეობა ჭუბერის ხიდიდან ზემოთ.



სურ 10. მდ. ენგურის კალაპოტი ასაშენებელი კაშხლის კვეთში მოწყობილი ზღუდარიდან ზემოთ.

ბუნებრივი გარემო

ფიზიკური კონტექსტი

მდინარე ენგურის წყალგამყოფი, რომელიც მოიცავს შესასწავლი ტერიტორიის დიდ ნაწილს, გადაჭიმულია 4,062 კმ²-ზე (დაახლოებით 220 კმ-ის სიგრძით) დიდი კავკასიონის ქედიდან შავ ზღვამდე და ძირითადად მოთავსებულია სამეგრელო-ზემო სვანეთის რეგიონის ფარგლებში.

ტოპოგრაფია და ჰიდროგრაფია განისაზღვრა მთელი ამ ფართობის , შემდეგ სამ ნაწილად დაყოფის გზით :

- 1) ხეობის ზედა ნაწილი ლახანამდე (1,000 – 3,500 ზღვის დონიდან) საკმაოდ დიდი და სვანური დაბა-სოფლებით (სახლები , სახნავ-სათესი მიწა და სახერხები) მჭიდროდ დასახლებული ტერიტორია ;
- 2) ხეობის ცენტრალური ნაწილი : ლახანიდან ჯვრამდე , რომელშიც შედის შესასწავლი ტერიტორიის ცენტრალური მონაკვეთი , რომელიც უკავია ენგურის კაშხლის წყალსაცავს . აქვეა განთავსებული ხუდონის ჰიდროელექტროსადგურის მომავალი მშენებლობის ადგილი . ხეობის ეს ნაწილი , ვიწრო და ციცაბო ფერდობებით , არ არის მოსახერხებელი ადამიანის ცხოვრებისათვის და ამიტომ აქ გვხვდება სულ რამდენიმე პატარა დასახლება და სოფელი ხაიში , რომელიც ხვდება პროექტის განხორციელებით გამოწვეული პოტენციური დატბორვის არეში.

ამ მონაკვეთზე დიდი შენაკადებია მდინარე ნაკუ , რომელიც ენგურს ერთვის ლახანის ქვემოთ და ხაიშურა , რომელიც ენგურს უერთდება ხაიშთან მარჯვენა მხარეს (ხაიშურას ქვედა წელს მომავალი წყალსაცავი მთლიანად გადაფარავს) .

- 3) ხეობის ქვედა ნაწილი მოიცავს ჯვრის ქვემოთ მდებარე ადგილებს , სადაც მდინარე ენგური მიედინება კოლხეთის სანაპირო დაბლობზე და შავ ზღვას უერთდება ანაკლიასთან . ამ მონაკვეთის უდიდეს ნაწილში მდინარე ბუნებრივად ჰყოფს საქართველოს აფხაზეთისაგან .

დარჩელთან ენგურს ერთვის კიდევ ერთი მნიშვნელოვანი შენაკადი , რომელიც მოიცავს ქვედა წყალგამყოფის აღმოსავლეთ ნაწილს (ზუგდიდის მიდამოებს) .

მდინარე ენგური შავ ზღვაში ჩადის ანაკლიასთან , გაივლის რა დაჭაობებულ და ჭანჭროვან ნაპირებს .

აფხაზეთის მდინარეთა სისტემა ენგურის ჰიდროელექტროსადგურის ქვემოთ შედგება მდინარე ერისწყლის სისტემისაგან , რაც 30 კმ_ის მანძილზე მიემართება შავი ზღვისაკენ. მდინარის ზედა წელზე განლაგებულია კაშხალი , რომელიც წარმოადგენს გალის წყალსაცავს და იღებს ენგურჰესიდან გამოსულ ნაკადს . აქვეა 4 ჰიდროელექტროსადგურისაგან შემდგარი კასკადი („ვარდნილჰესების კასკადი“).

ჰავა. დასავლეთ საქართველოს დაბლობი შავი ზღვის გასწვრივ (იგივეა რაც კოლხეთის დაბლობი) ხასიათდება ტენიანი სუბტროპიკული კლიმატით .

სამეცნიერო მონაცემებზე დაყრდნობით ჩანს , რომ კლიმატის მნიშვნელოვანი ცვლილება , რაც გამოწვეული იყო ენგურის კაშხლის წყალსაცავით , გამოკვეთილია მხოლოდ წყალსაცავის ზემოთ , 162 კმ-ის მანძილზე ნაპირიდან , ხოლო ზემო ხეობის კლიმატური პირობები ენგურის წყალსაცავის აშენების შედეგად არ შეცვლილა .

გეოლოგია. ხუდონის სამშენებლო პროექტის ადგილზე არსებული ქვა-კლდეები ძირითადად შედგება შუა იურული ხანის (ბიომასის) ვულკანური და ტუფის ქანებისაგან . მარცხენა საყრდენის გასწვრივ განვითარებულია დიდი , 10-20 მ სიგანის რღვევა , რომელიც კვეთს კაშხლის ფუნდამენტს .

შეფასებით მოცულ ცენტრალურ ნაწილში **ნიადაგები** ძირითადად მიეკუთვნება მთისა და ტყის შავმიწას , არც ისე ღრმად წასული ნიადაგების რიგს , თიხოვან მიწას . ნიადაგი აქა-იქ ძლიერ ეროზიას განიცდის , განვითარებულია დანალექ და გამოფიტულ , გარეთ გამოსულ ქანებზე . მდინარის გაყოლებაზე გვხვდება ალუვიური ნალექები .

ჰიდროლოგია. წყლის დინების სიჩქარე ხუდონის კაშხლის მიდამოებში აღწევს 130,8 მ³/წ , ხოლო ენგურის წყალსაცავის ზემოთ - 155,3 მ³/წ . საშუალო გრძელვადიანი ჩადინება ხუდონთან შეფასებულია , როგორც 5,35 კმ³/წელიწადში .

წყლის დინება ხეობაში ემორჩილება მნიშვნელოვან სეზონურ ვარიაციებს , მაქსიმალური სიჩქარით გვიანდელ გაზაფხულსა და ადრეულ ზაფხულში - 600-900მ³/წ , რაც განპირობებულია თოვლის დნობით და დიდი ნალექებით . მინიმალური სიჩქარე ზამთარში შეადგენს დაახლოებით 20 მ³/წ .

წყლის ხარისხი. მდინარეები ენგური და ნენსკრა ხასიათდებიან წყლის დაბინძურების დაბალი დონით . ხუდონის მიდამოებში წყალი მაღალხარისხიანია , გამოირჩევა მასში გახსნილი ჟანგბადის მაღალი შემცველობითა და საკმაოდ მაღალი მინერალიზაციით , თუმცა ღარიბი ბიოლოგიური პროდუქტიულობით . განსხვავება წყლის ხარისხში ხაიშის ზემოთ და ქვემოთ დიდი არ არის დაბინძურების ინდიკატორის მიხედვითაც კი (NH₄,COD).

მყარი და შეწონილი ნივთიერებები. წყალი შეიცავს დიდი რაოდენობით მყარ ნაწილაკებს , რაზეც მეტყველებს ნაპირებზე არსებული ძლიერი ეროზია და ენგურის

წყალსაცავში არსებული დანალექების ოდენობა (დანალექი ფენა ენგურის კაშხლის ზემოთ 50 მ-ია). შეწონილი მყარი ნაწილაკები , რომლებიც ორივე მდინარეზე მღვრიე წყლის მოტანილია , უფრო მეტი შემცველობით გვხვდება ენგურის , ვიდრე ნენსკრას წყლებში .

მოტივტივე მასალები. მდინარეს მოჰყვება დიდი რაოდენობით მოტივტივე მასალები . ძირითადად მორები , ტოტები და სახერხი საწარმოს ნარჩენები .

ფლორა და ფაუნა . უკვე შემდგარია ენდემური და გადაშენების პირას მყოფი მცენარეთა სახეობების წინასწარი სია , რომელიც დაახლოებით 20 სახეობას მოიცავს . მათ შორისაა სამი ფართოფოთლოვანი ხის სახეობა და სამი ბალახის სახეობა , რომლებიც ბუნების დაცვის საერთაშორისო კავშირის (IUCN) წითელ ნუსხაში შეტანილია „მოწყვად“ ან „გადაშენების პირას მყოფ“ კატეგორიებში . გარდა ამისა , მდინარე ნენსკრას ხეობებში გვხვდება პალეოენდემური სახეობების პოპულაციები .

შეფასებით მოცულ ფართო ტერიტორიაზე , პოტენციური ხმელეთის ფაუნა შედარებით კარგად არის დივერსიფიცირებული . ენგურის ხეობის მთებზე არსებული ტყეების ეკოსისტემები , ის ბუნებრივი საცხოვრებელი გარემოა , სადაც გვხვდება ცხოველთა რამდენიმე სახეობა , მათ შორის კავკასიის ფოკუსური სახეობები , როგორებიცაა დიდი ძუძუმწოვრები (ფოცხვერი , მურა დათვი , მგელი , გარეული კატა , აგრეთვე ჩლიქოსნები და ა.შ.)

თევზების მდინარე ენგურის სისტემაში იდენტიფიცირებულ 35 სახეობას შორის მდინარის ზედა წელზე დომინანტური სახეობებია ჩვეულებრივი კალმახი და რამდენიმე კობრისებრი . ენგურის არსებული კაშხალი უკვე ბუნებრივ ბარიერს წარმოადგენს ისეთი წყალხმელეთა სახეობების მიგრაციისათვის , როგორიც არის ზუთხი .

ბუნებრივი რესურსები მოიცავს : წყალს (ჰიდროენერგეტიკა) , სატყეო რესურსებს (ხე-ტყისა და არასატყეო პროდუქტები) , მინერალებს (მრავლადაა შესასწავლ ტერიტორიაზე და მოიპოვებოდა საბჭოთა პერიოდში) , მათ შორის : ოქრო , ბარიუმი , ვერცხლისწყალი , მარმარილო , კირქვები . ასევე თევზი და ნანადირევი .

დემოგრაფია. ხაიში რაიონის 16 დაბიდან ერთ-ერთია . მის ფარგლებში 10-15 კმ_ის რადიუსში მთის გარშემო 19 პატარა დასახლება თავმოყრილი . აქ დაახლოებით 400 მუდმივი კომლია და კიდევ 50 ოჯახი , რომელიც ხაიშის სახლს აგარაკად იყენებს . მოსახლეობა სულ 1,376 ადამიანს შეადგენს (2000 წლის აღწერით) .

ხუდონის წყალსაცავის ზეგავლენა გარემო პირობებზე



ენერგეტიკული დანიშნულების ჰიდროელექტროსადგურების მშენებლობა ძალზე აქტუალურია ქვეყნის ენერგოდამოუკიდებლობის მისაღწევად , მაგრამ აუცილებლად გასათვალისწინებელია მისი მშენებლობისა და ექსპლუატაციის მრავალმხრივი ზეგავლენა ბუნებრივ და სოციალურ გარემოზე , რომელთა შორის უნდა აღინიშნოს ხუდონის ჰესის და მისი წყალსაცავის ექსპლუატაციით გამოწვეული წყლის დონის რყევა , ქართთ გამოწვეული ტალღური პროცესების გავლენა ნაპირების ეროზიის პროცესებზე და ნაპირებიდან ჩამორეცხილი მყარი მასალის წყალსაცავის აკვატორიაში

მოხვედრაზე . ეს მდინარის მყარ ჩამონადენთან ერთად გამოიწვევს წყალსაცავის მოცულობის შემცირებას , ხოლო ცალკეულ შემთხვევებში მისი სარკის ზედაპირის ფართობის ზრდას .

წყალსაცავის მიერ მდინარის ჩამონადენის განაწილება დროსა და სივრცეში შეცვლის მდინარის ჰიდროლოგიურ , ჰიდროთერმულ , ჰიდროქიმიურ და ჰიდრობიოლოგიურ რეჟიმებს და საგრძნობლად გააუარესებს იქთიოფაუნის საარსებო პირობებს . წყალსაცავის კაშხალი იქთიოფაუნას მოუსპობს საქვრითე ადგილებისაკენ მიგრაციის საშუალება . ამასთან ერთად ქვედა ბიეფში წყალდიდობის დონისა და ხანგრძლივობის შემცირება შეამცირებს საქვრითე ადგილების ტერიტორიის ფართობს , ზედა ბიეფში კი წყლის დონის ცვალებადობა გამოიწვევს ქვრითის გარეცხვას ან მის გამოშრობას . ყოველივე ეს უარყოფითად იმოქმედებს იქთიოფაუნის მიგრაციაზე და აღწარმოებაზე .

წყალსაცავის სარკის ზედაპირიდან აორთქლება რამდენადმე მეტი იქნება იმავე დაუტბორავი ფართობიდან აორთქლების მაჩვენებელზე , რამაც შეიძლება ზეგავლენა მოახდინოს მიმდებარე ტერიტორიის მიკროკლიმატზე . ამასთან , გაზაფხულზე წყალსაცავი რამდენადმე გააგრილებს , შემოდგომაზე კი გაათბობს სანაპირო ტერიტორიას .

ღრმა წყალსაცავის ქვედა ბიეფში მნიშვნელოვნად შეიცვლება წყლის თერმული რეჟიმი .

მშენებლობის პერიოდში , ზედაპირული წყლის ობიექტებზე უარყოფითი ზემოქმედება მოსალოდნელია კაშხლის მშენებლობის , სამანქანო გზების გაყვანისა და მდ. ხაიშურას კალაპოტიდან ინერტული მასალის მოპოვების პროცესში , რაც შესაძლებელია დროებით ზემოქმედებად ჩაითვალოს . მშენებლობის პროცესში მოსალოდნელია ზედაპირული წყლის ობიექტებში შეწონილი ნაწილაკების რაოდენობის მკვეთრი გაზრდა , რაც ნეგატიურად იმოქმედებს იქთიოფაუნაზე , მის მიგრაციაზე და წყლის ხარისხზე .

ეკოლოგიური და სოციალური ზეგავლენა

ზეგავლენა ფიზიკურ კომპონენტებზე

გლობალური ცვლილება. ხუდონის წყალსაცავიდან სასათბურე გაზების (CO_2 და CH_4) გამოტყორცნა ადგილობრივ კლიმატზე მნიშვნელოვან პირდაპირ გავლენას არ მოახდენს, თუმცა ის თავის წვლილს შეიტანს კლიმატის გლობალურ ცვლილებაში.

კაშხლების მშენებლობამ შეიძლება გამოიწვოს გარკვეული სასათბურე გაზების გამოტყორცნა. ხუდონის კაშხლის შემთხვევაში მოსალოდნელი ემისია შეფასებულია 1-2 გ CO_2 /კვატ.სთ-ის ოდენობით.

მიკროკლიმატის ცვლილება. ხუდონის კაშხლის წყალსაცავის პროექტის განხორციელება სავარაუდოდ ზეგავლენას იქონიებს ადგილობრივ კლიმატზე, ისე როგორც ეს მოხდა ენგურის წყალსაცავის შემთხვევაში: წყალსაცავის თავზე და მიმდებარე ტერიტორიაზე (1-2 კმ) ჰაერის ტემპერატურის მნიშვნელოვანი მატებითა და ზამთარში შესაძლო ნისლიანობით. თუმცა, მნიშვნელოვანი ცვლილება წვიმის ოდენობასა და ზედა ხეობის კლიმატში მოსალოდნელი არ არის.

ჰაერის ხარისხი. მშენებლობის პროცესში ადგილობრივად გაუარესდება ჰაერის ხარისხი შემდეგი მიზეზების გამო: 1) კაშხლის, გზებისა და სხვა ნაგებობების მშენებლობით, ქვის მოპოვებითა და მსხვრევით, აგრეთვე ტრანსპორტის გაზრდილი მოძრაობით გამოწვეული მტვერი; 2) ძრავებიდან გამონაბოლქვი გაზები (CO_2 და სხვა ტიპის გაზები); 3) ბეტონის ქარხნიდან გამოსული კვამლი.

ზეგავლენა ნიადაგსა და ფერდობების მდგრადობაზე

ეროზიის და მეწყრის რისკის ზრდა. ეროზიის მნიშვნელოვანი წყარო გახდება კაშხლის, განსაკუთრებით კი გზის მშენებლობა. გარდა ამისა, დიდი წვიმების შემთხვევაში შესაძლო მეწყრიანობის რისკს, თავის მხრივ გაზრდის ტყეების გაჩეხვა. ხოლო ზამთარში ზვავსაშიშროება მოიმატებს ფერდობებზე ბუნებრივი ბარიერის მოშლის გამო.

დანაკარგი სასოფლო-სამეურნეო და ტყის ნიადაგებში. მშენებლობისა და წყალსაცავის მოწყობის ეტაპებზე მოსალოდნელია სასოფლო-სამეურნეო (ე.ი. საძოვრები, სახნავ-სათესი

მიწები და ბოსტნები) და ტყის ნიადაგების გაქრობა წყლით დასატბორ ტერიტორიაზე, სხვადასხვა ნაგებობების მშენებლობის ადგილას და მათ სიახლოვეს.

ჰიდრაულიკური ზეგავლენა

წყალსაცავის შექმნა. ძირითადი ჰიდრაულიკური დარტყმა გამოიხატება ხეობის ძირში ახალი წყალსაცავის შექმნით. მომავალი წყალსაცავის გამო წყლის დონე მნიშვნელოვან სეზონურ ამპლიტუდას დაექვემდებარება (მიწოდების სრული დონე ზაფხულის ბოლოდან შემოდგომის დასაწყისამდე, კლებადი მიწოდება შემოდგომის ბოლოდან ზამთრის შუა პერიოდამდე).

წყლის მიწოდების დროებითი შეფერხება. წყალსაცავის გავსების ეტაპზე მოსალოდნელია მდინარის ქვედა წელსა და ენგურის ტბაზე წყლის მიწოდების შეფერხება ან რადიკალური კლება მოკლე ან საშუალო ვადით (130 დღემდე ზამთრის მინიმალური დინების - 20 მ³/წმ პირობებში ; 20 დღემდე - საშუალო დინების - 130 მ³/წმ პირობებში და 20 დღეზე ნაკლები - გაზაფხულის ბოლოდან ზაფხულის დასაწყისამდე).

წყლის ბუნებრივი დინების დარღვევა. მომავალი კაშხლის ქვემოთ ბუნებრივი და სეზონური ჰიდროლოგიური სტრუქტურის დარღვევამ შესაძლოა მნიშვნელოვანი შედეგები მოიტანოს მდინარის დონის სეზონურობის თვალსაზრისით. ხუდონის ჰიდროელექტროსადგურის ექსპლუატაციაში გაშვების შემდეგ, მდინარის აქტივობას კაშხლის ქვემოთ, მომავალი ჰიდროელექტროსადგურის ადგილსა და ენგურის ტბას შორის (10 კმ-ზე მეტ) , გააკონტროლებს ხუდონის ჰიდრაულიკური მართვა, რომელიც მოიცავს შემდეგ ელემენტებს: 1) ბუნებრივ მდგომარეობასთან შედარებით სეზონური ჰიდროლოგიური რეჟიმის დარეგულირება, წყლის გაზრდილი დინებით ბუნებრივად მცირე დინების პერიოდებში (ზამთარში) და წყლის შემცირებული დინებით, ბუნებრივად დიდი დინების პერიოდებში (ზაფხულში); 2) გაზაფხულ-ზაფხულის მიჯნაზე, წყალსაცავის სეზონური შევსების პერიოდში წყლის დონის მატების შესაძლო შემცირება; 3) ჩამდინარე წყლის დინებისა და მდინარის დონის დღიური ცვლილება ტურბულენტურ რეჟიმთან მიმართებაში; 4) ჩადინების დარღვევა ტურბინული რეჟიმის გამორთვის შემთხვევაში, მაგალითად, ჰიდროელექტროსადგურის ტექნიკური მომსახურების მიზნით.

ზეგავლენა წყლის ხარისხზე

მდინარის დაბინძურება მშენებლობის პროცესში. მოსალოდნელია, რომ მშენებლობის ეტაპზე მომავალ კაშხალსა და ენგურის წყალსაცავს შორის მდებარე 13 კმ-იან მონაკვეთზე წყლის ხარისხზე უარყოფითად იმოქმედებს შემდეგი ფაქტორები: 1) წყლის ჩადინებული მოცულობისა და გაშიშვლებული ზედაპირის ფართობის მატება; 2) ზედაპირული და მიწისქვეშა წყლების ფიზიკური, ქიმიური და ბაქტერიოლოგიური ხარისხის დეგრადაცია (მუშების დასახლებიდან კანალიზაციის და ნარჩენების შერევით); 3) მავნე სითხეების (საწვავი, ზეთი, ტოქსიკური ნივთიერებები და ა.შ.) გაჟონვა და ავარიული ჩაღვრა ზედაპირულ და მიწისქვეშა წყლებში (ძრავების სიახლოვე, ძრავებისა და მასალების საწყობები, ნაგავსაყრელები, ა.შ.).

წყლის ხარისხი მომავალ წყალსაცავში. შევსების ეტაპის განმავლობაში და მის შემდეგ სავარაოდოა მომავალ წყალსაცავში წყლის ხარისხის გარკვეული დეგრადირება (მოტივტივებული ორგანული ნივთიერებების დაშლა, ნუტრიენტების კონცენტრაციის ზრდა და ჟანგბადის შესაძლო შემცირება, ხაიშში დაბინძურების შესაძლო წყაროების წყლით დაფარვა).

მომავალ წყალსაცავში მოხდება წყლის სეზონური თერმულ-ქიმიური დაშრევება, რაც გამოწვეული იქნება მისი სიღრმით, წყლის ხარისხის მონაცვლეობით (ტემპერატურა, ჟანგბადი, ა.შ.) და დამოკიდებული სეზონურ ჰიდროლოგიურ-კლიმატურ ვარიაციებზე.

ზეგავლენა მყარი ნივთიერებების (მოტივტივე ნივთიერებები და დანალექები) წყლით გადატანასა და დაგროვებაზე

ექსპლუატაციის ეტაპზე მოსალოდნელია გარკვეული დადებითი ზემოქმედება ენგურის კაშხალში შლამის დალექვის მკვეთრი შემცირების გამო. ხუდონის პროექტის ერთ-ერთი მიზანია შლამების დაჭერა, რაც გაახანგრძლივებს ენგურის ჰიდროელექტროსადგურის ექსპლუატაციის ვადას.

ანალოგიურად ხუდონის კაშხალი შეაფერხებს მოტივტივე მასალების (მორების, ტოტების, სახერხების ნარჩენი ნაფოტების და ა.შ.) გადატანას ზედა აუზიდან და წყლით დატბორილი ტყეებიდან.

ზეგავლენა ბიოლოგიურ კომპონენტებზე

ზეგავლენა ხმელეთის ეკოსისტემებსა და ბიომრავალფეროვნებაზე

მცენარეული საფარის დატბორვა. მშენებლობის პირველ ეტაპზე სხვადასხვა ნაგებობის (კაშხალი, ახალი გზები, ელექტროგადამცემი ხაზები და ა.შ.) მშენებლობის ადგილებსა და მათ მიდამოებში არსებული მცენარეული საფარი განადგურდება ან მძლავრი ზემოქმედების ქვეშ მოექცევა პირდაპირი (მშენებლობის დაწყებამდე მცენარეული საფარის გაჩეხვა) ან ირიბი (ფერდობების დესტაბილიზება და ეროზია, განსაკუთრებით გზების გაყვანის პროცესში, ბუნებრივ რესურსებზე - საწვავ შემაზე მოხმარების გაზრდა) ეფექტების გზით.

წყალსაცავის მოწყობის ადგილას დაიტბორება სანაპირო ზოლზე არსებული ფლორა და ფერდობებზე არსებული ტყეები. მცენარეული საფარის განადგურებას თან მოჰყვება საპროექტო ტერიტორიაზე არსებული ბუნებრივი საცხოვრებელი გარემოსა და ბიომრავალფეროვნების მოშლა, რამაც შესაძლოა გამოიწვიოს ენდემური და/ან დაცული მცენარეული სახეობების გაქრობა, შესაბამისად, რისკის ქვეშ დადგება ველური ბუნება და სატყეო რესურსები.

ზეგავლენა წყლის ეკოსისტემებსა და ბიომრავალფეროვნებაზე

მომავალ წყალსაცავში. წყალსაცავის დატბორვა მდინარის წრფივ სისტემას გადააქცევს ტბის მსგავს სისტემად, რასაც მოჰყვება წყლის ბიოცენოზის შეცვლა და ნაპირზე არსებული ტყეებისა და მცენარეული საფარის გაქრობა.

შეიცვლება წყალში მოსახლე ფაუნა (თევზები, მდინარის კიბოები და მდინარის ფსკერის უხერხემლოები), ხოლო მათ შორის ენდემური სახეობები - თევზები და მდინარის კიბოები შესაძლოა საერთოდ გაქრეს.

ზეგავლენა სოციალურ-ეკონომიკურ და კულტურულ კომპონენტებზე

ზეგავლენა მიწასა და თემის ქონებაზე

სახლების, სასოფლო-სამეურნეო მიწისა და თემის ქონების კარგვა. პროექტის შერჩეული ვარიანტის მიხედვით, კაშხლის აშენებისა და ტერიტორიის დატბორვის შედეგად ხაიშისა და სხვა სოფლებისა თუ დასახლების ადგილობრივი მოსახლეობის ნაწილი (პირდაპირი ზემოქმედება ვრცელდება 450_მდე კომლზე) მთლიანად დაკარგავს მიწას, უძრავ ქონებას. პროექტი სავარაუდოდ მნიშვნელოვანწილად იმოქმედებს

სოციალურ ინფრასტრუქტურაზეც თემის კუთვნილი ქონების , სოციალური და ეკონომიკური ინფრასტრუქტურის დაზარალების გამო .

ზეგავლენა შემოსავლებსა და ბუნებრივ რესურსებზე

პროექტის განხორციელების შედეგად მიწისა და ბუნებრივი რესურსების დანაკარგი (როგორც მშენებლობის , აგრეთვე ექსპლუატაციის ეტაპზე) გამოიწვევს სატყეო პროდუქტებიდან , სასოფლო-სამეურნეო მიწასა და სამოვრებზე განხორციელებული საქმიანობიდან მიღებული შემოსავლების მკვეთრ შემცირებას .

ზეგავლენა ადგილობრივ და რეგიონალურ ეკონომიკაზე

ადგილობრივი დასაქმების თვალსაზრისით , პროექტს სავარაუდოდ ექნება ძლიერი პოზიტიური ზემოქმედება ძირითადად მშენებლობის ეტაპზე , რაც გამოწვეული იქნება დასაქმების ახალი ადგილების შექმნითა და მუშებისათვის მომსახურების გაწევის შესაძლებლობებით .

მეორე მხრივ , კაშხლის მშენებლობის შეჩერება ან დასრულება და ექსპლუატაციის ეტაპის რეალიზება ადგილობრივ ეკონომიკაზე მეტად უარყოფითად იმოქმედებს .

ზეგავლენა კულტურულ მემკვიდრეობაზე

კულტურულად მნიშვნელოვანი ადგილების (ძეგლების დაკარგვა) მოშლა უარყოფითად იმოქმედებს მოსახლეობის ადგილ-მამულის , ისტორიის , კულტურისა და მოგონებების აღქმაზე , თვითმყოფადობაზე . თუმცა რაიონში მხოლოდ რამდენიმე არქეოლოგიური ძეგლია , მაგრამ ისეთი ადგილები , როგორებიცაა ეკლესიები და სასაფლაოები ხალხისათვის ძალიან მნიშვნელოვანია .

ზეგავლენა ლანდშაფტზე

პროექტის ადგილი მნიშვნელოვანწილად შეიცვლება მშენებლობის ფაზაში , ვინაიდან მშვიდი და განმარტოებული ადგილი სწრაფად გადაიქცევა ინტენსიური საქმიანობის ზონად (სამუშაოები , ტრანსპორტის მოძრაობა და ა.შ.) . ხეობის ვიზუალური ასპექტი და ატმოსფერო ბევრად შეიცვლება ისეთი მიზეზების გამო , როგორებიცაა კაშხლით გამოწვეული ვიზუალური ბარიერი , დამატებითი ელექტროგადამცემი ხაზების გაყვანა ,

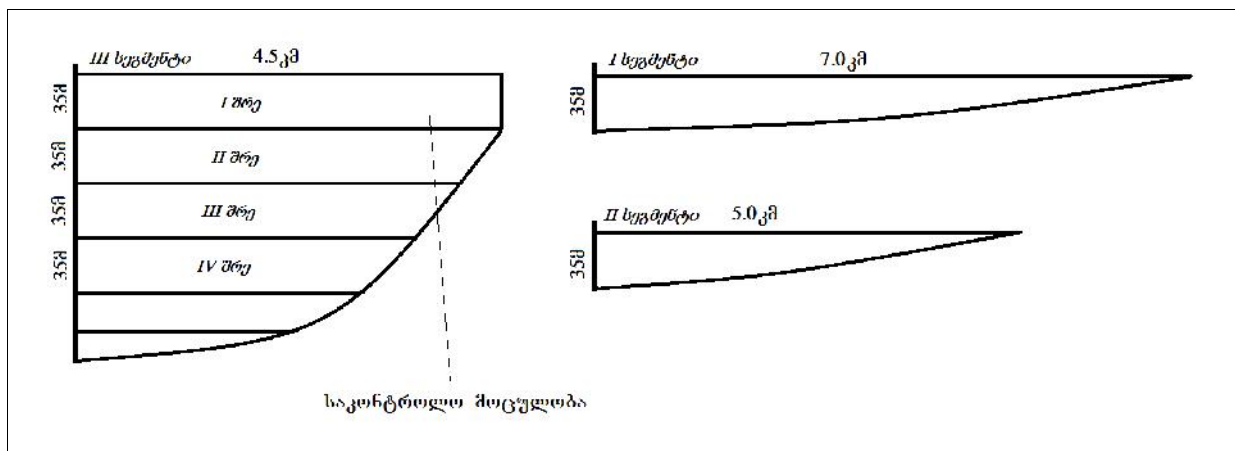
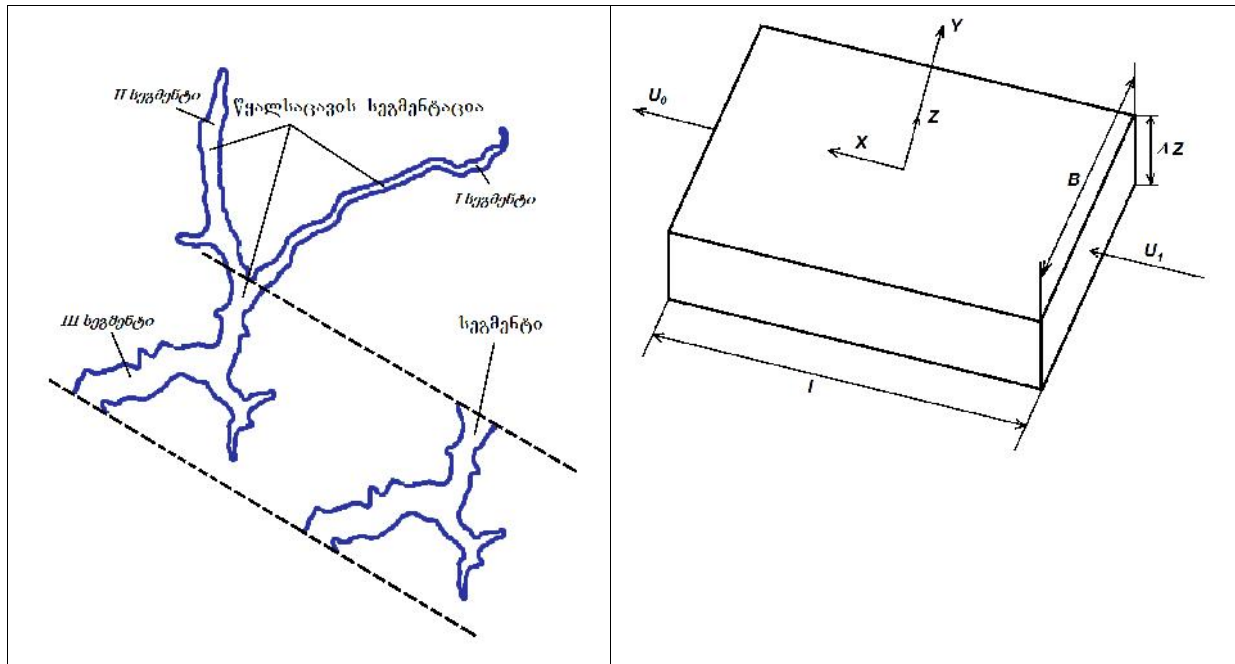
ახალი მთავარი გზის მშენებლობა უფრო ზემოთ მდებარე სიმაღლის ნიშნულზე , ტბის გაჩენა .

ხუდონის წყალსაცავში წყლის ხარისხისა და ევტროფიკაციული პროცესების პროგნოზირება

ხუდონის ჰიდროელექტროსადგურის მშენებლობისა და ექსპლუატაციის დროს გასათვალისწინებელია მრავალმხრივი გავლენა ბუნებრივ გარემოზე , რომელთა შორის მნიშვნელოვანია წყლის ხარისხი და ევტროფიკაციული პროცესები .

ხუდონის წყალსაცავის ჰიდროქიმიური რეჟიმის პროგნოზირებას დიდი მნიშვნელობა აქვს წყალსაცავის ეფექტური ფუნქციონირებისათვის . წყალსაცავის ჰიდროქიმიური რეჟიმის ცვალებადობა დამოკიდებულია მრავალ ფაქტორზე : ტემპერატურაზე , საზრდოობის წყაროებზე , აუზის ფიზიკურ-გეოგრაფიულ თავისებურებებზე , წყალსამეურნეო გამოყენებაზე და სხვა .

ხუდონის წყალსაცავის წყლის ხარისხის პროგნოზირებისათვის გამოყენებულ იქნა სეგმენტურ - შრეობრივი მეთოდი . ეს მოდელი დაფუძნებულია სისტემის მარტივ გეომეტრიულ წარმოსახვაზე . წყალსაცავის მთელი მოცულობა დაყოფილია სეგმენტებად (ნახ.1) , ასევე დანაწევრებულია ჰორიზონტალურ შრეებად და თითოეული შრისათვის სათანადო მათემატიკური მოდელის გამოყენებით გაანგარიშებულია წყლისა და ჰაერის ტემპერატურის , წყალში გახსნილი ჟანგბადის , ჟანგბადის ბიოქიმიური მოთხოვნის , ნიტრატის აზოტის , ნიტრიტის აზოტის , ამონიუმის აზოტის , ფოსფატის , ასევე ძირითადი იონების და მინერალიზაციის რაოდენობრივი მახასიათებლები .



ნახ N:1 ხუდონის წყალსაცავის გეომეტრიული წარმოსახვა

წყალში გახსნილი ჟანგბადის პროგნოზირება

წყალში გახსნილი ჟანგბადის შემცველობა დამოკიდებულია წყალსაცავში მიმდინარე იმ პროცესებზე, რომლებიც ამდიდრებენ წყალში ჟანგბადის შემცველობას.

წყალსაცავში ჟანგბადს წარმოქმნის წყალმცენარეების ფოტოსინთეზი, რომლის ინტენსიურობა დამოკიდებულია ტემპერატურასა და განათებაზე. ფოტოსინთეზი მიმდინარეობს შედარებით მცირე სიღრმეებზე, უმთავრესად წყლის ზედაპირზე, კარგად

განვითარებულ და გამთბარ ფენაში . იგი წარმოადგენს წყალში გახსნილი ჟანგბადის მძლავრ წყაროს . ჟანგბადით წყლის გამდიდრების მეორე წყაროა ატმოსფერო , რომლიდანაც ჟანგბადი შეიძლება წყლის ზედა ფენებმა შთანთქოს . წყალში აირთა გავრცელების სიჩქარე გაცილებით ნაკლებია , ვიდრე ჰაერში , ამიტომ წყალსაცავებში ეს პროცესი მეტისმეტად ნელა მიმდინარეობს . ძლიერი ქარის დროს წყლის ჟანგბადით გაჯერების პროცესი მნიშვნელოვნად ჩქარდება .

წყლის ჟანგბადით გამდიდრებას თან ერთვის მისი ხარჯვა ისეთ ჟანგვით პროცესებზე, როგორცაა ორგანიზმების სუნთქვა , წყალსაცავში სხვადასხვა ორგანული ნივთიერებების ლჰობა , აგრეთვე არაორგანული და აზოტის ნაერთების ჟანგვა . ჟანგბადის მნიშვნელოვანი რაოდენობა იხარჯება წყალში ორგანიზმების (პლანქტონის , მაკროფიტების , ბენტოსის , თევზების) სუნთქვით პროცესებზე .

როგორც საპროგნოზო გათვლებმა აჩვენა , ხუდონის წყალსაცავში წყლის ტემპერატურისა და განათებულობის ცვლის შედეგად , ჟანგბადის რაოდენობა განიცდის პერიოდულ სეზონურ რყევას . ამავდროულად იგი იკლებს წყალსაცავის სიგრძის მიხედვით . როგორც გათვლები აჩვენებს , მისი მაქსიმალური მნიშვნელობა არის I სეგმენტში , ხოლო მინიმალური III სეგმენტის მეოთხე შრეში (ცხრილი 1).

წყალში გახსნილი ჟანგბადი მლგ/ლ

ცხრილი 1

	I სეგმენტი	II სეგმენტი	III სეგმენტი			
			I შრე	II შრე	III შრე	IV შრე
შემოდგომა	9.9	9.5	9.8	9.3	8.7	8.4
ზამთარი	11.2	11.0	10.9	9.6	9.2	8.1
გაზაფხული	10.1	9.8	9.7	9.4	8.9	8.2
ზაფხული	8.8	8.7	8.7	8.6	8.6	8.5

ჟანგბადის ბიოქიმიური მოთხოვნილება (ჟმმ)

საპროგნოზო წლიური სვლის ანალიზმა ხუდონის წყალსაცავში აჩვენა , რომ მას აქვს მაქსიმუმი წყალდიდობის პერიოდში , როცა წყალსაცავი ივსება . სწორედ ამ პერიოდში ადგილი ექნება ხუდონის წყალსაცავის წყალშემკრებ აუზში ეროზიულ პროცესებს , რომლის შედეგადაც წყალსაცავში მოხვდება ბიოგენური ელემენტების მოჭარბებული რაოდენობა . ეს უკანასკნელნი კი განსაზღვრავენ ჟმმ_ს რეჟიმს წყალსაცავში , მისი სიდიდე მერყეობს 1,29_დან 1,86_ის ფარგლებში ; 1,86 იგი აღწევს ხუდონის წყალსაცავის III სეგმენტის მეოთხე შრეში (ცხრილი 2).

ჟანგბადის ბიოქიმიური მოთხოვნა

ცხრილი 2

	I სეგმენტი	II სეგმენტი	III სეგმენტი			
			I შრე	II შრე	III შრე	IV შრე
შემოდგომა	1.45	1.32	1.41	1.46	1.54	1.57
ზამთარი	1.33	1.29	1.31	1.36	1.43	1.49
გაზაფხული	1.68	1.69	1.70	1.74	1.79	1.86
ზაფხული	1.53	1.51	1.51	1.56	1.63	1.68

წყალსაცავში წყლის აქტიური რეაქცია (PH)

სუფთა წყალი ქიმიურად ნეიტრალური ნაერთია , მას თანაბრად ახასიათებს როგორც მჟაური , ისე ტუტე თვისებები . წყლის აქტიური რეაქცია (PH) დამოკიდებულია წყლის შემადგენლობაზე და მათ კონცენტრაციაზე , უმთავრესად კი წყალში გახსნილი ნახშირორჟანგის სხვადასხვა ფორმის თანაფარდობაზე . არსებითი გავლენა (PH) _ზე შეიძლება მოახდინოს იმ ფაქტორებმაც , რომლებიც წყალსაცავში ბიოლოგიური პროცესების ინტენსივობას განსაზღვრავენ . თავის მხრივ წყალბადის იონების კონცენტრაცია დიდ გავლენას ახდენს წყალსაცავში მიმდინარე ბიოლოგიურ პროცესებზე, წყლის ფლორასა და ფაუნაზე . როგორც მცენარეულ , ისე ცხოველურ ორგანიზმებს შეუძლიათ წყალში იარსებონ (PH) _ის გარკვეული მნიშვნელობების დროს. ხუდონის წყალსაცავში (PH) _ის ცვალებადობა სეზონური იქნება , იგი ცვალებადი

იქნება შემდეგ დიაპაზონებში – მაქსიმალური იქნება შემოდგომაზე (8,3) , ხოლო მინიმალური ზამთარში (7,0) .

ბიოგენური ელემენტები

ბიოგენური ელემენტებიდან ხუდონის წყალსაცავში აღსანიშნავია : რკინა , ფოსფორი და აზოტის ნაერთები .

რკინა ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ბიოგენური ელემენტია , რომლის არსებობა წყალში აუცილებელია წყლის ცხოველების , ასევე მცენარეების ცხოველქმედებისათვის , რკინა ბუნებრივ წყლებში გვხვდება ქვეჟანგისა და ჟანგის სახით . რკინის ქვეჟანგი ჟანგში გადადის წყალში ჟანგბადის არსებობისას , ასევე (PH) _ის გაზრდის დროსაც . ხუდონის წყალსაცავში რკინის კონცენტრაციის საშუალო წლიური მნიშვნელობა დაახლოებით 1,15 მგ/ლ იქნება . წყალსაცავში რკინის კონცენტრაციის შედარებით მაღალი მაჩვენებელი განპირობებული იქნება მდინარე ენგურის წყალში რკინის მაღალი კონცენტრაციით .

ფოსფორი ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი ბიოგენური ელემენტია . ხუდონის წყალსაცავში ზაფხულის პერიოდში ფოსფატების რაოდენობა ზედა ფენაში უფრო ნაკლებია , ვიდრე ქვედა ფენაში . ფოსფატების რაოდენობის ზრდა ერთ ლიტრზე რამოდენიმე მილიგრამამდე , როგორც წესი , წყალსაცავების დაბინძურებაზე მიუთითებს (ცხრილი 3).

ფოსფორი

ცხრილი 3

	I სეგმენტი	II სეგმენტი	III სეგმენტი			
			I შრე	II შრე	III შრე	IV შრე
შემოდგომა	0.005 - 0.012	0.004 - 0.010	0.006 - 0.011	0.006-0.013	0.006-0.015	0.006-0.021
ზამთარი	0.006 - 0.028	0.005 - 0.022	0.007-0.024	0.007-0.028	0.007-0.031	0.007-0.034
გაზაფხული	0.010 - 0.012	0.009 - 0.010	0.010-0.041	0.010-0.043	0.010-0.042	0.010-0.047
ზაფხული	0 - 0.22	0 - 0.021	0-0.23	0-0.29	0-0.36	0-0.41

აზოტი ერთ-ერთი აუცილებელი და მნიშვნელოვანი ბიოგენური ელემენტია, მისი შემცველი ნივთიერებები ბუნებრივ წყალში სხვადასხვა ფორმით გვხვდება, ხუდონის წყალსაცავში ის წარმდგენილია ამონიუმის აზოტად, ნიტრატად და ნიტრიტად.

გრუნტის წყლებში ამონიუმის იონების მიკროორგანიზმების ცხოველქმედების შედეგად წარმოიქმნება, ზედაპირულ წყლებში კი ჩნდება მცირე რაოდენობით. მათი მოჭარბებული რაოდენობა ძირითადად შეინიშნება ზამთრისა და გაზაფხულის პერიოდში, ხოლო ზაფხულში მცენარეების მიერ მათი გამოყენების შედეგად – მცირდება (ცხრილი 4,5,6).

ამონიუმის აზოტი NH_4

ცხრილი 4

	I სეგმენტი	II სეგმენტი	III სეგმენტი			
			I შრე	II შრე	III შრე	IV შრე
შემოდგომა	0.034-0.095	0.032-0.091	0.035-0.096	0.034-0.095	0.033-0.094	0.032-0.093
ზამთარი	0.013-0.30	0.013-0.30	0.014-0.30	0.013-0.29	0.012-0.28	0.011-0.27
გაზაფხული	0.03-0.11	0.03-0.12	0.03-0.012	0.03-0.011	0.03-0.11	0.03-0.10
ზაფხული	0.05-0.18	0.05-0.19	0.06-0.021	0.06-0.020	0.06-0.020	0.06-0.019

ნიტრიტის აზოტი NO_2

ცხრილი 5

	I სეგმენტი	II სეგმენტი	III სეგმენტი			
			I შრე	II შრე	III შრე	IV შრე
შემოდგომა	0-0.026	0-0.024	0-0.023	0-0.022	0-0.021	0-0.018
ზამთარი	0.014-0.031	0.013-0.030	0.014-0.031	0.012-0.028	0.011-0.026	0.011-0.024
გაზაფხული	0.028-0.073	0.026-0.063	0.028-0.073	0.027-0.072	0.026-0.074	0.024-0.073
ზაფხული	0-0.016	0-0.015	0-0.017	0-0.016	0-0.015	0-0.012

ნიტრატის აზოტი NO_3

ცხრილი 6

	I სეგმენტი	II სეგმენტი	III სეგმენტი			
			I შრე	II შრე	III შრე	IV შრე
შემოდგომა	0.200-1.250	0.150-1.100	0.100-1.350	0.100-1.300	0.100-1.250	0.100-1.200
ზამთარი	0-1.350	0-1.250	0-1.300	0-1.250	0-1.200	0-1.150
გაზაფხული	0.650-1.500	0.450-1.300	0.500-1.400	0.400-1.300	0.300-1.200	0.200-1.100
ზაფხული	0-1.250	0-1.150	0-1.200	0-1.150	0-1.100	0-1.050

მეტად მნიშვნელოვანია ხუდონის წყალსაცავში ძირითადი იონებისა და მინერალიზაციის პროგნოზირება. წყალსაცავების ჰიდროქიმიური რეჟიმისათვის დამახასიათებელია წყლის შემადგენლობის თავისებურება დატბორვის პირველ ფაზაში, რომელიც გამოიხატება იმაში, რომ მდინარის გადაკეტვის შემდეგ იტბორება ხმელეთის დიდი ფართობი, რის შედეგადაც ნიადაგის ზედაპირიდან გადაირეცხება გახსნილი ორგანული და არაორგანული პროდუქტების მნიშვნელოვანი რაოდენობა. ამასთან ერთად იცვლება ჰიდროლოგიური პირობებიც (აორთქლება, ტემპერატურა, გრუნტის წყლებით საზრდოობის ინტენსივობა), ყოველივე ამის გამო პირველ პერიოდში ხდება მინერალიზაციის ერთგვარი გაზრდა ნიადაგის მიერ შთანთქმული იონების გამორეცხვის ხარჯზე, აორთქლების ზრდაც იწვევს მინერალიზაციის გადიდებას.

შემდგომში ჰიდროქიმიური პროცესების ინტენსივობა დამოკიდებულია წყალსაცავის წყალშემკრები აუზის ფიზიკურ-გეოგრაფიულ პირობებზე. წყლის ზედაპირის გადიდება და წყლის ტემპერატურის ზრდა განაპირობებს აორთქლების გაძლიერებას, რის გამოც წყალსაცავიდან წყლის გადენა იწვევს პერიოდულ ხასიათს, ან საერთოდ წყდება, ამ შემთხვევაში იქმნება ქიმიური ელემენტების აკუმულაციისა და წყლის მინერალიზაციის ზრდის პირობები.

დიდ ფართობზე მცენარეული და ნიადაგური საფარის დატბორვას თან ახლავს, როგორც ორგანული ნივთიერებებით გამდიდრება, ასევე ბიოლოგიური პროცესების

ინტენსიფიკაცია , რომელსაც ხელს უწყობს წყლის ზედა ფენების ტემპერატურის ზრდაც . ფოტოსინთეზის დროს , თუ ზედაპირულ ფენებში შეინიშნება ნახშირორჟანგის სრული გაქრობა და წყლის გამდიდრება ჟანგბადით , ღრმა ფენებში პირიქით , ჟანგბადის შემცველობა შეიძლება მკვეთრად დაეცეს . ბიოგენური ელემენტების რაოდენობა იზრდება ბიოლოგიური პროცესების ინტენსივობასთან ერთად , ამასთან მათი შემცველობა მკვეთრად მერყეობს წლისა და დღე-ღამის განმავლობაში (ცხრილი 7).

ხუდონის წყალსაცავის მინერალიზაციის და ძირითადი იონების მნიშვნელობები (მგ-ექვ/ლ)

ცხრილი 7

	<i>Ca</i>	<i>Mg</i>	<i>Na + K</i>	<i>HCO₃</i>	<i>SO₄</i>	<i>Cl</i>	მინერალიზაცია
საშ	1.13	0.39	0.19	1.61	0.41	0.09	149.7
მაქს	1.77	0.61	0.71	2.23	0.59	0.23	198.9
მინ	1.04	0.17	0.06	0.99	0.12	0.05	101.2

ვეტროფიკაციული პროცესები

ვეტროფიკაციული პროცესების პროგნოზირება საკმაოდ რთულია დაკვირვების არასაკმარისი მონაცემების გამო . მაგრამ , ვინაიდან ხუდონის წყალსაცავში სამრეწველო და საყოფაცხოვრებო მიზნით გამოყენებული წყლების ორგანიზებული ჩაშვება სავარაუდოდ არ მოხდება , ასევე ნაკლებად სავარაუდოა მიმდებარე აგროეკოსისტემიდან მოსალოდნელი ჩამონადენი და წყალსაცავიდან წყალგაცემა იქნება ინტენსიური , ამიტომ ხუდონის წყალსაცავში ნაკლებად არის მოსალოდნელი ვეტროფიკაციული პროცესების განვითარება .

დასკვნა

წარმოდგენილ ნაშრომში განხილულია საქართველოში ყველაზე დიდი ჰიდროენერგეტიკული პოტენციალის მქონე მდინარე ენგურის ჩამონადენზე ანთროპოგენური ფაქტორების ზეგავლენა.

ნაშრომი იწყება მდინარე ენგურის აუზის მოკლე ფიზიკურ-გეოგრაფიული მიმოხილვით. აქ აღწერილია ჯვრის წყალსაცავის აშენების შედეგად მიღებული ეკონომიკური სარგებელი და გავლენა გარემოზე.

აღწერილია დაგეგმილი ხუდონის წყალსაცავის მუშაობის პრობლემები და პერსპექტივები, მასზე არსებული ამჟამინდელი მდგომარეობა, მოსალოდნელი ეკოლოგიური და სოციალური ზეგავლენა, წყლის ხარისხისა და ევტროფიკაციული პროცესების პროგნოზირება.

ხუდონის ჰესის მშენებლობის გავლენა ბუნებრივ გარემოზე იქნება დროებითი, საშუალო და მაღალი ინტენსივობის. მისი ექსპლუატაციის გავლენა გარემოზე კი შესაძლოა იქნეს ხანგრძლივი ზემოქმედების.

მდინარეებსა და მათ ჩამონადენზე უარყოფითი ანთროპოგენური ზემოქმედების პრევენციისათვის აუცილებელია მაქსიმალური ძალისხმევა, წყლის ეკონომია და მოხმარების მინიმუმამდე დაყვანა, საჭიროა სამრეწველო საწარმოთა მიერ წყლის გადამუშავება, სარწყავი სისტემების რეკონსტრუქცია, მორწყვის ოპტიმიზაცია და ა.შ.

წყლის ობიექტებში წყლის ხარისხის შეფასება ხდება: ფიზიკური, ქიმიური, ბიოლოგიური და მიკრობიოლოგიური მაჩვენებლებით, რომელთა ანალიზი საშუალებას გვაძლევს დავადგინოთ, შეესაბამება თუ არა წლის ხარისხი იმ მოთხოვნებს, რომელსაც ადამიანები უყენებენ.

ამასთან ერთად საჭიროა წყალსაცავებში მავნედ მოქმედი ნივთიერებათა და ძირითადი მავნე ელემენტების ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციების (ზდკ) რაოდენობის ცოდნა, რომლიც დაახლოებით შემდეგნაირია: ტყვია - 0.1 მგ/ლ, ვერცხლისწყალი - 0.005 მგ/ლ, დარიშხანი - 0.05 მგ/ლ, სპილენძი - 0.1 მგ/ლ, ნიკელი - 0.1 მგ/ლ, რკინა - 0.5 მგ/ლ, გოგირდნახშირბადი - 1.0 მგ/ლ, ნავთობი და ნავთობპროდუქტები - 0.1 მგ/ლ, ფენოლები - 0.001 მგ/ლ და სხვა.

აღსანიშნავია ის გარემოება , რომ წყლის რესურსებით გამოწვეულ ეკოლოგიურ ცვლილებებს ბოლო დრომდე არ ექცეოდა სათანადო ყურადღება , რადგან მას ჰქონდა ლოკალური და არა საშიში ხასიათი . ამ პროცესებით გამოწვეული შედეგების მკვეთრი ზრდა ახლა უკვე იღებს არა მარტო რეგიონალურ მნიშვნელობას , არამედ გლობალურ ხასიათსაც და იგი შეეხება , როგორც ადამიანის კომფორტაბელურობას , ასევე მის არსებობასაც . ყოველივე ეს ავალდებულებს ადამიანებს გამოიჩინონ მათ მიმართ მეტი ყურადღება . არასაკმარისია ამ შედეგების მხოლოდ ფიქსირება , საჭიროა ბუნებრივი პროცესების რაოდენობრივი ურთიერთკავშირების მეცნიერული გამოკვლევა , რომლებიც არღვევენ ეკოსისტემის წონასწორობას .

და ბოლოს , ყველას უნდა გვახსოვდეს , რომ წყალი ეს არის ნივთიერება , რომლის გარეშე სიცოცხლე დედამიწაზე შეუძლებელია .

გამოყენებული ლიტერატურა

1. დ. კერესელიძე - საქართველოს წყალსაცავების ჰიდროეკოლოგიური პრობლემები. 1994
2. დ. კერესელიძე - წყალსაცავების დაბინძურება ზედაპირული ჩამონადენით . 1988
3. ნ. უკლება - საქართველოს სსრ წყლის რესურსების კომპლექსური გამოყენება სახალხო მეურნეობაში . 1977
4. გ. ხმაღაძე - საქართველოს წყლის რესურსები . სტრატეგიული კვლევის და განვითარების ცენტრის ბიულეტენი , N:1. 1997
5. საქართველოს სახელმწიფო წყლის კადასტრის ფონდები . ჰიდრომეტდეპარტამენტი . 1975-1990
6. ბ. უკლება ჰიდროლოგია
7. დ. კერესელიძე ; ვ. ტრაპაძე ; გ. ბრეგვაძე - ხუდონის წყალსაცავში წყლის ხარისხისა და ევტრიფიკაციული პროცესების პროგნოზირება . წყალთა მეურნობის ინსტიტუტის შრომათა კრებული N:67 . 2012 წელი
8. საქართველოს ენერჯეტიკის სამინისტრო - ხუდონჰესის გარემოზე და სოციალური ზემოქმედების შეფასება
9. Trans Electrica Limited - ხუდონის ჰიდროელექტროსადგურის პროექტი - გარემოზე ზემოქმედების შეფასება
10. Михеев В.А. - Гидрология
11. Алекин О.А. - Общая гидрология . 1948
12. Гобечия Г. ; Варазашвили Н. - Особенности формирования водного хозяйства горных регионов Закавказья . 1990
13. Колесников В. - Экология и водные отношения Грузии. 1992
14. Чантладзе З. - Гидрология речных вод Грузии в условиях антропогенного воздействия. 1987
15. Чоговадзе Г. - Гидроэлектростанции Грузии. 1960
16. Чоговадзе Г. - Ингурский ГЭС. 1987
17. Ресурсы поверхности вод СССР. Том 9. - 1960
18. Родзилер И.Д. - Прогноз качества воды водоёмов-приёмников сточных вод. 1984