

## საქართველოს ჰიდრო ენერგეტიკული პოტენციალის შეფასება და ეკოლოგიური პრობლემები

კერესელიძე ზ., არზიანი ზ.

*ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მიხეილ ნოდია სახელობის  
გეოფიზიკის ინსტიტუტი*

საბჭოთა კავშირის შემაღენლობაში ყოფნისას საქართველო იყო იმ რესპუბლიკათა შორის, რომელიც ვერ აკმაყოფილებდა საკუთარი რესურსებით მოთხოვნილებას ენერგო მატარებლებზე, კერძოდ, ელექტროენერგიაზე. დეფიციტური ელექტროენერგიის იმპორტი ხდებოდა ძირითადად რუსეთიდან, რაც ჩვეულებრივ შეადგენდა წლიური მოხმარების დაახლოებით ნახევარს ან ოდნავ ნაკლებს. საქართველოში ელექტროენერგიის მოხმარებამ მაქსიმუმს მიაღწია 1988 წელს და შეადგინა დაახლოებით 18 მილიარდი კვტ.სთ. აქედან ნახევარი გამოიმუშავეს ჰიდროელექტროსადგურებმა, ხოლო თითქმის მეოთხედი - თბოელექტროსადგურებმა, რომლებიც მუშაობდნენ ძირითადად იმპორტირებულ ბუნებრივ აირსა და მაზუთზე. მეტად მცირე ოდენობით გამოიყენებოდა აგრეთვე ადგილობრივად მოპოვებული ქვანახშირი და ნავთობ პროდუქტები. ამრიგად, საქართველოში არ არსებობდა საკუთარი ენერგეტიკული ბაზის განვითარებისათვის აუცილებელი ეკონომიკური სტიმული საბჭოთა კავშირში ნავთობ პროდუქტებზე მეტად დაბალი ფასების გამო. მაგრამ, საბჭოთა სახელმწიფოს დაშლისთანავე ვითარება მკვეთრად შეიცვალა. ენერგორესურსების მქონე ქვეყნებმა გაზარდეს ფასები ნედლეულზე, კერძოდ, ბუნებრივ აირზე. ელექტროენერგიასთან ერთად, ასეთი ვითარებაა დღეს ბენზინთან, ნავთთან და თხევად აირთან დაკავშირებითაც. ამ პროდუქტებით ქვეყნის მომარაგება დღეს ხდება კერძო თუ სახელმწიფო სტრუქტურების მიერ საერთაშორისო კომერციულ ფასებში. ამიტომ-მაც არ არის გასაკვირი, რომ დამოუკიდებლობის მოპოვების შემდეგ საქართველოში განვითარდა საკმაოდ ღრმა ენერგეტიკული კრიზისი, რომელიც დღეს მხოლოდ ნაწილობრივ არის დაძლეული. არსებული ვითარებიდან გამოსავალის მოძებნა აუცილებელია თუნდაც იმიტომ, რომ სხვა შემთხვევაში არა ჩანს რეალური გზა ქვეყნის დამოუკიდებელი არსებობის განმტკიცებისათვის.

იმისათვის, რომ ზოგადად ჩავწვდეთ ამჟამად საქართველოში არსებული ენერგო დეფიციტის არსს და მივაგნოთ პრობლემის სათავეს, საჭიროა გავიხსენოთ არც თუ შორეული წარსულის სტატისტიკური მონაცემები. ამასთან დაკავშირებით ისმის კითხვა: როგორი იყო საბჭოთა კავშირის არსებობის ბოლო წლებში მოთხოვნილება ელექტროენერგიაზე და რანაირად ნაწილდებოდა ის სახალხო-სამეურნეო კომპლექსში და მოსახლეობაში? როგორც ზემოთ ავღნიშნეთ 1988 წელს რესპუბლიკაში დაიხარჯა დაახლოებით 18 მილიარდი კვტ.სთ ენერგია. აქედან მსხვილმა მრეწველობამ მოიხმარა ელექტროენერგიის 26%, სოფლის მეურნეობამ 6,4%, ტრანსპორტმა - 5%, მშენებლობამ - 2,5%, საყოფაცოვრებო-კომუნალურმა სექტორმა - 21%, სხვა ხარჯებმა შეადგინა 20%, ხოლო დანაკარგებმა და საკუთრივ ენერგეტიკული ობიექტების საჭიროებებმა - 18,5%. სხვა ხარჯებში იგულისხმება მრეწველობის ის დარგები, რომლებიც წამყვანი

არ იყო სახალხო მეურნეობაში, ე.ი. ძირითადად ადგილობრივი მრეწველობის ობიექტები. 1988 წლის შემდეგ, დამოუკიდებლობის აღდგენის პირველივე წლებიდან, ელექტროენერჯის მოხმარება ყოველწლიურად მცირდებოდა. 1994 წელს, მიახლოებითი შეფასებით, სულ მოხმარებული იყო 7-8 მილიარდი კვტ.სთ. ელექტროენერჯია, რომლის 25-30% იმპორტირებული იყო მეზობელი სახელმწიფოებიდან, კერძოდ, სომხეთიდან, აზერბაიჯანიდან და თურქეთიდან. ენერჯეტიკისა და ჰიდრონაგებობათა სამეცნიერო ინსტიტუტის იმდროინდელი გაანგარიშებით 2000 წლისათვის საქართველოს წელიწადში დასჭირდებოდა მინიმუმ 15 მილიარდი კვტ.სთ. ელექტროენერჯია იმისათვის, რომ სახალხო-სამეურნეო კომპლექსი ნორმალურად ამუშავებულიყო და დაკმაყოფილებულიყო მოსახლეობის მინიმალური საყოფაცხოვრებო მოთხოვნები. ასეთი პროგნოზი ითვალისწინებდა ელექტროენერჯის დიდი რაოდენობით, დაახლოებით 6 მილიარდ კვტ.სთ., იმპორტს. იგივე პერიოდისათვის, ევრო გაერთიანების ტექნიკური დახმარების საბჭოს ექსპერტთა გაანგარიშებით, საქართველოსათვის საკმარისი იქნებოდა 12 მილიარდი კვტ.სთ. ენერჯია, ანუ დაახლოებით იმდენი, რასაც დღეს მოვიხმართ წელიწადში. თუმცა, ეს შეფასება გულისხმობდა ენერგოდამზოვი ტექნოლოგიების დანერგვას და ფართოდ გამოყენებას მრეწველობასა და სოფლის მეურნეობაში, რაც დღემდე მიუღწევად ამოცანად რჩება.

წარსულის მწარე გამოცდილებიდან გამომდინარე ბევრისათვის აშკარა გახდა, რომ შემდეგ უძლებელია ქვეყნის სრული დამოუკიდებლობის მიღწევა ენერჯეტიკული დამოუკიდებლობის გარეშე. ცხადია, რომ ამ, ქვეყნისათვის სასიცოცხლო მნიშვნელობის მქონე პრობლემის, გადაწყვეტის ძირითადი ფაქტორია იმ ენერჯეტიკული რესურსის რაციონალურად გამოყენება, რომელიც საქართველოს გააჩნია. ბუნებრივია, რომ ჩვენი მთავარი სიმდიდრეა ჰიდრო რესურსი, რომელის პოტენციალის ხელახალი გადაფასება დღეს მწვავე კამათის საგანს წარმოადგენს, რაც, ჩემი შეხედულებით, მიმდინარეობს ადრე დაგროვებული ინფორმაციის მიმართ ნიჰილისტური დამოკიდებულების ფონზე. ამის მთავარ მიზეზად მიმაჩნია აშკარა ფაქტი, რომ დისკუსიაში ჩართული ადამიანების უმეტესობას გააჩნია კომპეტენციის დეფიციტი ენერჯეტიკის სფეროში. ასეთი ვითარებას ორი წყარო კვებავს: *ნიჰილიზმი საბჭოთა ეპოქის სამეცნიერო-ტექნიკური მემკვიდრეობისადმი და ვულგარული, რამის ინფანტილიზმამდე მისული, დეტერმინიზმი ფუნდამენტალური საკითხების ანალიზის პროცესში*. იმისათვის, რომ არ გავცდეთ მოცემული მოკლე მიმოხილვის კონკრეტული მიზანს, მოვიშველიოთ გარკვეული რეტროსპექტიული ინფორმაცია, რომელიც მნიშვნელოვნად ადასტურებს ზემოთ მოყვანილი თეზის სამართლიანობას. კერძოდ, ადრეული, მეტად გადაჭარბებული ოპტიმისტური შეფასებებით, საქართველოს მთლიანი ჰიდროენერჯო რესურსი წელიწადში თეორიულად 100 მილიარდ კვტ.სთ ელექტრული ენერჯიის ექვივალენტს შეადგენდა. თუმცა, იმთავითვე, სპეციალისტების ერთი ნაწილის შეხედულებით, უფრო რეალურად მიჩნეული იყო პოტენციალური 80-60 მილიარდი კვტ.სთ., რომელიც უმცირესი მდინარეების პოტენციალის ჩათვლით შეიძლება კიდევ მაქსიმუმ 5-6%-ით გაზრდილიყო. ამრიგად, ითვლებოდა, რომ ჩვენს მდინარეებს თეორიულად შეეძლოთ დაახლოებით ხუთჯერ მეტი ელექტროენერჯის მოცემა, ვიდრე საქართველომ მოიხმარა 1988 წელს. ცხადია, რომ იმ დროს ასეთი პროგნოზი საქართველოს ჰიდროენერჯეტიკული ბაზის უზარმაზარ რეზერვებზე მიუთითებდა. ამასთან, აღინიშნებოდა უცილობელი ფაქტი, რომ რესპუბლიკის ტერიტორიაზე ჰიდრორესურსები არანათანაბრად იყო განაწილებული. კერძოდ, ითვლებოდა, რომ მთლიანი პოტენციალიდან დაახლოებით 60 მილიარდი კვტ.სთ. მოდიოდა დასავლეთ საქართველოზე (73%), ხოლო 30 მილიარდი კვტ.სთ.- აღმოსავლეთზე (27%). ამასთან, არსებობდა სპეციფიკური პირობა, რომელიც გათვალისწინებული უნდა ყოფილიყო ჰიდრორესურსების ათვისების პროცესში. საქმე იმაშია, რომ საქართველოს მდინარეებისათვის დამახასიათებელია

ჩამონადენის ძლიერი ვარიაციები წელიწადის განმავლობაში. ეს გამოწვეულია იმით, რომ მდინარეთა აბსოლუტური უმრავლესობა სათავეს იღებს მთებში, ე.ი. მათი ჰიდროპოტენციალი დამოკიდებულია თოვლის დნობის პროცესზე. ბუნებრივია, რომ ასეთი მდინარეები წყალუხვია გაზაფხულზე და ზაფხულის დასაწყისში, ხოლო წყალმცირე - ზამთარში. ცნობილია, რომ დასავლეთ საქართველოს ჰიდრო პოტენციალის ძირითადი ნაწილი მოდის ოთხ დიდ მდინარეზე: რიონზე, ენგურზე, ბზიფზე და კოდორზე. მათი ჩამონადენი გაზაფხულსა და ზაფხულში შეადგენს დასავლეთის რეგიონის წლიური ჩამონადენის 70%-ს. ეს გარემოება მნიშვნელოვნად ართულებს ამ მდინარეების ენერგო პოტენციალის ეფექტურ ათვისებას, რადგანაც აუცილებელია წყლის ხარჯის რეგულირება სეზონის მიხედვით, რაც შესაძლებელია მხოლოდ საკმაოდ დიდი წყალსაცავების არსებობის პირობებში. ამიტომ, მიჩნეული იყო, რომ პერსპექტივაში სრულიად რეალური იქნებოდა მოკლე ხანში დასავლეთ საქართველოს დიდ მდინარეებზე აგებული ჰიდროელექტრო სადგურებიდან წლის განმავლობაში დამატებით კიდევ მინიმუმ 12 მილიარდი კვტ. სთ. ენერჯის მიღება. ამავე პროგნოზის მიხედვით, ჩამონადენის სიდიდეზე იგივე სეზონური დამოკიდებულების პირობებში, შავი ზღვის აუზის მდინარეებთან შედარებით ნაკლებად წყალუხვ, აღმოსავლეთ საქართველოს დიდ მდინარეებს წელიწადში პოტენციალურად მხოლოდ 1 მილიარდი კვტ. სთ. ენერჯის მოცემა შეეძლოთ.

რადგანაც მდინარეებში წყლის ხარჯს მკვეთრად სეზონური ხასიათი აქვს, საბჭოთა პერიოდში ჰიდრო ენერგეტიკოსები აუცილებლად მიიჩნევდნენ დიდი წყალსაცავების შექმნას, რაც უმეტესად, კასკადური პრინციპით უნდა განხორციელებულიყო. მარტივად რომ ვთქვათ, ჰიდროელექტროსადგურების მაქსიმალური დატვირთვის რეჟიმში ექსპლოატაციის უზრუნველსაყოფად უნდა არსებობდეს ისეთი სისტემა, როდესაც წყალდიდობის დროს ხდება წყალსაცავების შევსება, ხოლო წყალმცირობისას - დაგროვილი წყლის ხარჯვა. ამასთან, წყალსაცავების კასკადების არსებობის შემთხვევაში ერთი და იგივე წყლის მასა მრავალჯერ იქნება გამოყენებული ელექტროენერჯის მისაღებად, რითაც მიღწეული იქნება ოპტიმალური ეკონომიური ეფექტი. აქ იგულისხმება, რომ გაჩნდება საშუალება სეზონური, ანუ პიკური ელექტროენერგია, საჭიროების შემთხვევაში, ტრანსფორმირდეს ბაზისურ ენერჯიად. ეს ნიშნავს, რომ, თბოსადგურების მსგავსად, შეიქმნას ჰიდროელექტროსადგურიდან ენერჯის სტაბილური პარამეტრებით ხანგრძლივადიანი მიღების პირობები. რამდენად რეალურია ასეთი პერსპექტივა? გადაჭრით უნდა ითქვას, რომ ამ კითხვაზე ცალსახა პასუხი არ არსებობდა და დღესაც არ არსებობს. თუმცა, არის მეორე კითხვაც: რამდენად არის ეკონომიურად გამართლებული, რომ საქართველომ მომავალში ორიენტაცია აიღოს მხოლოდ ჰიდრო რესურსების ათვისებაზე? ამ კითხვაზე პასუხი არაკორექტული იქნება, თუ ობიექტურად არ შეფასდა ჰიდროენერგეტიკის ალტერნატიული, ენერჯის დამატებითი წყაროების უფრო ფართოდ გამოყენების პერსპექტიული შესაძლებლობები. ასეთი ალტერნატიული ვარიანტებიდან, ქარისა და მზის ენერჯის სიმძირის გამო, დღეს რეალურია ორი: 1) ახალი თბოელექტროსადგურების აგება და არსებულების ექსპლოატაცია, ძირითადად იმპორტული მანუთისა და აირის ხარჯზე, საკუთარი ქვანახშირის დამატებით; 2) ელექტროენერჯის შესყიდვა მეზობელი სახელმწიფოებიდან (აზერბაიჯანი, რუსეთი, თურქეთი). ცხადია, რომ როგორც პირველი, ასევე მეორე ვარიანტის განხილვისას პირველ რიგში მხედველობაში უნდა მივიღოთ საერთაშორისო ბაზარზე არსებული ფასები საწვავ რესურსებზე და ელექტროენერჯიაზე. მაგალითად: დღეს მანუთი ღირს დაახლოებით 300-400 დოლარი ერთი ტონა, ბუნებრივი აირი – 200-250 დოლარი 1000 კუბური მეტრი, რასაც კიდევ ემატება სატრანსპორტო ხარჯები, ამიტომ, საქართველოს თბოელექტროსადგურებში მიღებული ერთი კვტ.სთ. ენერჯის საბაზრო ფასი დაახლოებით 8-10 ცენტის ფარგლებშია. დაახლოებით ამდენივე ღირს იმპორტირე-

ბული ელექტროენერგია, მაშინ როდესაც ჰიდროელექტრო სადგურებზე გამომუშავებული ელექტროენერგია როგორც მინიმუმ, 3-4 ჯერ უფრო იაფი ჯდება. ცალკეული ჰესების ენერჯის ზუსტი ღირებულების გარკვევა შეუძლებელი აღმოჩნდა, თუმცა ცნობილია, რომ ენერჯისზე გამომუშავებული ერთი კვტ. სთ. ორ თეთრზე ნაკლები ჯდება. ბუნებრივია, რომ ენერჯის ღირებულება დამოკიდებულია ჰიდროელექტროსადგურებისა და წყალსაცავების მშენებლობისათვის საჭირო მნიშვნელოვან კაპიტალ დაბანდებებზე და მათი ექსპლოატაციის ხარჯებზე. ზოგადად ითვლება, რომ სწორი ექსპლოატაციის შემთხვევაში კაპიტალური დანახარჯები მოკლე დროში (დაახლოებით შვიდ წელიწადში) უნდა ანაზღაურდეს, რაც ახალი ჰესების მშენებლობისათვის მეტად მნიშვნელოვან სტიმულად უნდა ჩაითვალოს. მითუმეტეს, რომ, მიუხედავად ჰიდრორესურსებით განსაკუთრებული სიმდიდრისა, მათი ათვისების დონით საქართველო საგრძნობლად ჩამორჩება მსოფლიოს განვითარებულ ქვეყნებს. ამ მხრივ გასაოცარ შედეგს მიაღწიეს ნორვეგიაში, რომელიც საქართველოს მსგავსად ჰიდრორესურსებით მდიდარი ქვეყანაა და ამჟამად პირველ ადგილზეა მსოფლიოში ერთ სულ მოსახლეზე ელექტროენერჯის გამომუშავებით. კერძოდ, ტექნიკური ჰიდრორესურსების ათვისების დონე 1988 წელს საქართველოში იყო პოტენციური შესაძლებლობის მხოლოდ 11%. დამოუკიდებლობის მიღების შემდგომ პერიოდში, ახლად აგებული რამდენიმე საშუალო და მცირე სიმძლავრის ელექტროსადგურის დამატების შემდეგ, ეს დონე ნაკლებად თუ შეიცვლებოდა. შედარებისათვის, 1988 წელს საფრანგეთში ათვისებული იყო ტექნიკური ჰიდრორესურსების 90%, გერმანიაში - 75%, იაპონიაში - 64%, კანადაში - 51%, აშშ-ში - 46%.

ჰიდრორესურსებისაგან განსხვავებით, საქართველოს არ გააჩნია ენერგეტიკაში აუცილებელი ნავთობისა და ბუნებრივი აირის სერიოზული მარაგები, თუმცა მათი დაზვერვა საბჭოთა ეპოქის შემდეგაც სისტემატიურად მიმდინარეობს. ამ მიმართულებით პერსპექტივასთან დაკავშირებით არსებობს განსხვავებული შეფასებები. კერძოდ, დროდადრო ჩნდება იმედი, რომ უახლოეს მომავალში საქართველო დაიკმაყოფილებს ნედლ ნავთობზე მთლიანი მოთხოვნილების ნახევარს მაინც, ანუ არანაკლებ ერთ მილიონ ტონას წელიწადში. არსებული მონაცემებით, საქართველოს ამჟამად გააჩნია დაახლოებით 12 მილიონი ტონა ნავთობის რესურსი, ხოლო ოპტიმისტური პროგნოზით, თუ შავი ზღვის სანაპირო შელფზე აღმოჩნდება ნავთობი, ეს ციფრი რამდენიმე ათეულჯერ შეიძლება გაიზარდოს და 500 მილიონ ტონას მიაღწიოს. დღეს ეს ოცნებას უფრო ჰგავს, ვიდრე რეალობას. რაც შეეხება ბუნებრივ აირს, ვარაუდობენ, რომ ჩვენი წიაღი მას შეიცავს 2-დან 100 მილიარდ კუბურ მეტრამდე, თუმცა დღემდე საქართველოში გაზის სამრეწველო მოპოვება არ განხორციელებულა. გარდა ნავთობისა; გარკვეული პერსპექტივა გააჩნია, აგრეთვე, გეოთერმული წყლების მოპოვებას და მათ სამრეწველო ექსპლოატაციას. სპეციალისტების აზრით, სრულიად შესაძლებელია წელიწადში 200-250 მილიონი კუბური მეტრი თერმული წყლების მოპოვება არც თუ დიდი სიღრმეებიდან, რომელთა ტემპერატურა 50-100 გრადუსია. ამ მხრივ განსაკუთრებით მდიდარია სამხრეთი საქართველო, ისტორიული სამცხე, სადაც დაზვერილი თერმული წყლების საბადოების სავარაუდო სიღრმე 3კმ-ს არ აღემატება, თანაც, წყალი გადაჯერებულ ორთქლს შეიცავს. ეს საკმარისია ამ რეგიონში საკმაოდ მძლავრი თბოელექტროსადგურის მუშაობისათვის. ასევე უნდა აღინიშნოს, რომ თბილისის მიდამოებიც საკმაოდ მდიდარია თერმული წყლებით, რაც საფუძველს ქმნის მათი უფრო ინტენსიურად გამოყენებისათვის მოსახლეობის საყოფაცხოვრებო საჭიროებების დასაკმაყოფილებლად. ავლნიშნავთ, რომ თუ სრული დატვირთვით მოხდება გეოთერმული წყლების საბადოების ექსპლოატაცია, ზოგიერთი ექსპერტის შეფასებით მიღწეული იქნება ისეთი ენერგეტიკული ეფექტი, რომელიც არანაკლებ 1,3-1,5 მილიონი ტონა პირობითი საწვავის ექვივალენტურია.

ბუნებრივი რესურსებიდან საქართველოს ყველაზე მეტი ოდენობით გააჩნია საკმაოდ დაბალი ხარისხის ქვანახშირი. ექსპერტთა შეფასებით, მისი მარაგი ტყიბულში, ტყვარჩელში და ახალციხეში 700 მილიონ ტონას აღწევს. საბჭოთა კავშირის არსებობის ბოლო წლებში საქართველოში მოპოვებული ქვანახშირის ოდენობამ წელიწადში თითქმის ერთი მილიონი ტონა შეადგინა, ხოლო დღეს იგი მეტად უმნიშვნელო რაოდენობით მხოლოდ ტყიბულში მოიპოვება. სპეციალისტებს მიაჩნიათ, რომ აქ სრულიად რეალურია ქვანახშირის მოპოვებამ წელიწადში 2 მილიონ ტონას მიაღწიოს, ოღონდ ამისათვის საჭირო იქნება საბადოების სრული ტექნიკური მოდერნიზაცია, რასაც მნიშვნელოვანი კაპიტალდაბანდება სჭირდება. ავლნიშნავთ, რომ 1 მილიონი ტონა მურა ნახშირით თბოელექტროსადგურს წელიწადში დაახლოებით 1 მილიარდი კვტ. სთ. ენერჯის გამომუშავება შეუძლია. ვინაიდან საქართველო ქვანახშირით არც ისე მდიდარია, გამართლებული იქნება მისი არაპირდაპირი მოხმარება, ანუ გარდაქმნა აირად და თხევად პულპად, რაც ეკოლოგიურად გამართლებს მის გამოყენებას.

ბევრს მიაჩნია, რომ თანამედროვე ტექნოლოგიურ ფაქტორთა შორის, რომლებმაც უნდა უზრუნველყონ საქართველოს ენერგეტიკული დამოუკიდებლობა, განსაკუთრებული როლი შეიძლება შეასრულოს ქარისა და მზის ენერჯიამ. ზოგადად, ეს იდეა ყოველმხრივ მიმზიდველია, თუმცა, მისი ფართო მასშტაბიანი რეალიზაცია შორეული პერსპექტივის საგანია. ეს რომ ასეა, სრულიად მარტივად მტკიცდება: დღეს მსოფლიოში ქარის ენერჯით გამომუშავებული ელექტროენერჯის წილი გლობალურ გამომუშავებაში 5-6% შეადგენს, ხოლო მზის ბატარეების წილი 2-2.5%. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ელექტროენერჯის წილი მსოფლიო ენერჯო მოხმარების დაახლოებით 40%-ია, ანუ ნახევარზე ნაკლები. მზუნებრივია, რომ ეს პროპორცია შეუქცევადად იზრდება ელექტროენერჯის სასარგებლოდ მიუხედავად ამ პროცესის თანმდევი სირთულეებისა. კერძოდ, როდესაც განახლებადი და არაგანახლებადი ენერგეტიკული რესურსების პრობლემას ვიხილავთ, პირველ რიგში უნდა აღინიშნოს, რომ უმთავრესი სირთულე, რომელიც თანახლავს არატრადიციული განახლებადი წყაროების გამოყენებას, მდგომარეობს მათ მიერ გამომუშავებული დენის პარამეტრების სამრეწველო მოხმარებისათვის აუცილებელ სტანდარტამდე მიყვანაში. ეს მოითხოვს მაღალი ღირებულებისა და მნიშვნელოვანი ზომების მქონე გარდაქმნელ დანადგარებს, ელექტრული ენერჯის სპეციალურ კოლექტორებს რთული გადამცემი ქსელებით და ელექტრული ენერჯის მოკლე და ხანგრძლივადიანი აკუმულაციის დანადგარებს. მაგალითად, ქარის ელექტროგენერატორებისათვის დამახასიათებელი არათანაბარი გამომუშავების სტაბილიზაციისა და მათი ავტონომიურ რეჟიმში გამოყენებისათვის უნდა არსებობდეს დაზღვევა ელექტრული სადგურის ან ელექტრული ენერჯის აკუმულირების სპეციალური სასაწყობო სისტემის საშუალებით. გასათვალისწინებელია, რომ ასეთ სისტემაში ტრადიციული დენის ტრანსფორმატორების ჩართვა მნიშვნელოვან ენერგეტიკულ დანაკარგებთან იქნება დაკავშირებული, იმ შემთხვევაშიც კი, თუ განიხილება ეკონომიკურად უფრო მომგებიანი გიგანტური ქარის ელექტრო “წისქვილების” დიდი “პლანტაცია”. ამიტომ, ერთეული ან რამდენიმე ქარის გენერატორისაგან შემდგარი სისტემის შემთხვევაში ეკონომიურად უფრო გამართლებულია ელექტროენერჯის ლოკალური საყოფაცხოვრებო მიზნებისათვის გამოყენება. ასევე, შესაძლებელია ელექტროენერჯის აკუმულირება სხვადასხვა ტიპის ბატარეებში, გამოყენება წყალბადის წარმოებაში ან გარდაქმნა შეკუმშული ჰაერის ენერჯიაში, ან ისეთ პროდუქტში, რომლის შენახვა შესაძლებელია რეზერვუარებში და ა.შ. თუმცა, ელექტროენერჯის ასეთი გარდაქმნის თვითღირებულება ჯერ-ჯერობით საკმაოდ მაღალია. ამიტომ, სამრეწველო საჭიროებისათვის გამოსადეგი არატრადიციული განახლებადი ენერჯის წყაროებით მიღებული დენის ფასი, ტრანსფორმაციის ხარჯების გათვალისწინებით, არც თუ შორეულ წარსულში აღწევდა 40-70 ამე-

რიკულ ცენტს ერთი კვტ.სთ. ენერჯიაზე. დღეს ეს ფასი რამდენიმეჯერ არის შემცირებული, რაც განპირობებულია მზისა და ქარის ელექტროგენერატორების ტექნოლოგიების სფეროში საწარმოო ხარჯების მნიშვნელოვანი შემცირებით. მაგალითად, 2019 წლის მონაცემებით, განახლებადი წყაროების ერთი კვტ.სთ. ელექტროენერჯიის საშუალო მსოფლიო ღირებულებამ დაახლოებით 7-11 ცენტი შეადგინა. აშკარაა, რომ ეს მონაცემები არ შეიძლება საყოველთაოდ საიმედოდ მივიჩნიოთ და დროთა განმავლობაში ის დაზუსტდება. მმანამდე კი სტანდარტად შედარებისათვის შესაძლებელია მივიჩნიოთ ელექტროენერჯიის საშუალო ფასი მოსახლეობისათვის წამყვან ქვეყნებში. მაგალითად, გერმანიაში ბოლო წლებში ის შეადგენდა 28--22 ევროცენტს კვტ.სთ-ზე, რაც დაახლოებით 3-4 ჯერ აღემატება ღირებულებას საქართველოში. აქედან გამომდინარეობს, რომ დღეს ალტერნატიული წყაროების გამოყენებით მიღებული ელექტროენერჯია ეკონომიურად უფრო მომგებიანი იქნება მდიდარი ქვეყნებისათვის, ვიდრე ღარიბებისათვის. საქმე იმაშია, რომ ტექნოლოგიური თვალსაზრისით დანახარჯები ორივე შემთხვევაში ერთნაირია გარდა სახელფასო ხარჯებისა, რაც მცირე ფარგლებში შეიძლება იცვლებოდეს. ამიტომ აზრი, რომ ქარის ენერჯია საქართველოს მთლიან მასშტაბში ჰიდროენერჯეტიკის რეალურ, ეკონომიურად გამართლებულ ალტერნატიულ წყაროს წარმოადგენს, მინიმუმ საკამათოა და შეიძლება არც თუ საფუძვლიანი იყოს. მაგრამ, ისე, როგორც ეს მსოფლიოში საყოველთაოდ არის მიჩნეული, საქართველოშიც მზე და ქარი, როგორც ელექტრული ენერჯიის გენერაციის წყაროები, ლოკალურ მასშტაბებში მეტად ხელსაყრელია. პირველ რიგში ეს ეხება მცირე აგლომერაციებს, აგრეთვე ინდივიდუალური განსახლების ადგილებს. ურბანული დატვირთვის სპეციფიკური განაწილების თვალსაზრისით საქართველო საკმაოდ მოხერხებული ქვეყანაა, რადგანაც აქ, სოფლების მსგავსად, ქალაქების გარეუბნებში მრავლად არის კერძო სახლები. რაც მთავარია, საქართველოში არსებობს შესაფერისი ბუნებრივი პირობები მზის და ქარის ენერჯიის განსაკუთრებით ეფექტურად გამოყენებისათვის. კერძოდ, მრავალწლიანი დაკვირვებების მონაცემების საფუძველზე შექმნილია საქართველოს ტერიტორიაზე ქარების განაწილების კადასტრი, ანუ ქარების გაბატონებული მიმართულებებისა და მახასიათებელი სიჩქარეების საკმაოდ დეტალური რუკა, რომლის მიხედვით შესაძლებელია ოთხი განსხვავებული ტიპის ზონის გამოყოფა:

1. განსაკუთრებით მაღალი მახასიათებელი სიჩქარის მქონე ქარების ზონა, რომელსაც განეკუთვნებიან: ქედების ღია გადასასვლელები, თხემები, პლატოები; სამხრეთ საქართველოს მთიანეთი; კახაბერის დაბლობი აჭარაში და კოლხეთის დაბლობის ცენტრალური ნაწილი;
2. ნელსვლიანი და ნაწილობრივ სწრაფსვლიანი ქარის ელექტრო გენერატორების ეფექტური ექსპლოატაციის ზონა, რომელიც მოიცავს: მტკვრის ხეობას მცხეთიდან რუსთავამდე, ჯავახეთის მთიანეთის სამხრეთ ნაწილსა და შავი ზღვის სანაპირო ზოლს ფოთიდან კახაბერის ვაკემდე;
3. ნელსვლიანი ენერჯეტიკული დანადგარების ეფექტური ექსპლოატაციის ზონა: გაგრის ქედი, კოლხეთის დაბლობის პერიფერიები, აღმოსავლეთ საქართველოს დაბლობები;
4. ნელსვლიანი ენერჯეტიკული დანადგარების შეზღუდული გამოყენების ზონა: იორის ზეგანი და სიონის წყალსაცავის მიმდებარე ტერიტორია.

ამრიგად, საქართველოს ტერიტორიის მნიშვნელოვანი ნაწილი ქარის ენერჯეტიკული დანადგარების მონტაჟისათვის საკმაოდ შესაფერისია.

დადგმული სიმძლავრეების მიხედვით ქარის ელექტროგენერატორი შეიძლება იყოს: მცირე (1-10 კვტ), საშუალო (10-100 კვტ) და დიდი (100 კვტ-ზე მეტი). საქართველოში, თეორიულად, სხვადასხვა ტიპის ელექტრო გენერატორების სავარაუდო პოტენციურმა ჯამურმა სიმძლავრემ, ყველა ზონის სრული ათვისების შემთხვევაში, შეიძლება თეორიულად მიაღწიოს 600-700 მეგავატს საათში, რაც დაახლოებით ენგურის ჰესის პიკური სიმძლავრის თანაზომადია.

თუმცა, თუ რეალურად ვიმსჯელებთ, საქართველოში ქარის საშუალებით წელიწადში შეიძლება გამოიმუშავებულ იქნას 250-500 მილიონი კვტ.სთ. ანუ 250-500 გვტ.სთ. (გიგა ვატებში) ელექტროენერგია. ეს არც თუ ისე მცირე სიდიდეა, თუ მას შევადარებთ ენგურის ჰესის წლიურ საპროექტო გამოიმუშავებას 4380 გვტ., რომელიც მიღებულია საშუალო სიმძლავრისათვის 500 მგტ.სთ. შეიძლება მოვიყვანოთ კიდევ ერთი შედარება: დაუზუსტებელი მონაცემებით დღეისათვის დედამიწაზე ქარის ენერგეტიკული დანადგარების ჯამური სიმძლავრე საკმაოდ მცირეა და გლობალური გამოიმუშავებული ელექტროენერგიის დაახლოებით 5% შეადგენს. თეორიულად, საქართველოსათვის ეს პარამეტრიც, ჯამური გენერაციის დღევანდელ დონესთან მიმართებაში, დაახლოებით 3-6% იქნებოდა.

ქარისა და ბიოენერგეტიკული დანადგარებისაგან განსხვავებით, მზის ენერგიის გარდამქმნელი აგრეგატების ეფექტური მუშაობა მთელი წლის განმავლობაში შეუძლებელია. საქართველოში წელიწადში საშუალოდ 250 მზიანი დღეა, მაგრამ მზის გამოსხივების ენერგიის უდიდესი ნაწილი ჩვენთან მოდის მარტ-ოქტომბრის პერიოდზე. ამრიგად, თბომომარაგებისათვის მზის ენერგეტიკული სისტემების გამოყენება საქართველოში შეიძლება დაახლოებით რვა თვის განმავლობაში. ნოემბერ-თებერვალში, როდესაც ენერგეტიკული თვალსაზრისით ყველაზე უფრო დამაბული პერიოდია, მზის გამოსხივების ინტენსივობა იმდენად დაბალია, რომ მისი გამოყენება დაბალეფექტური იქნება ტექნიკური მიზეზების გამო. მიახლოებითი გაანგარიშებით, რომლის სანდოობა სავარაუდოა და გადამოწმებას მოითხოვს, საქართველოს პირობებში შესაძლებელია მზის ენერგიის კოლექტორის ყოველი კვადრატული მეტრიდან წლის განმავლობაში მიღებულ იქნას 100-150 კვ. პირობითი საწვავის შესაბამისი ენერგია. თუ მზის დანადგარების (პანელების) ღირებულება მომავალშიც ისეთივე მაღალი იქნება, როგორც დღეს, მზის ენერგეტიკის პერსპექტივა საქართველოში არც თუ სახარბიელოდ მოსჩანს. ასეთ შემთხვევაში ის ცალკეული ენთუზიასტების მოქმედების არედ დარჩება. ითვლება, რომ ჩვენს პირობებში მზის ენერგიის გამოყენება შეიძლება ეკონომიკურად ეფექტური იყოს მხოლოდ დაბალ ტემპერატურული თბომომარაგებისათვის. რაც შეეხება მზის ენერგიის სამრეწველო მასშტაბებში გამოყენებას, ის დაკავშირებულია ელექტროენერგიის მნიშვნელოვანი ოდენობის აკუმულაციის (რეზერვაციის) პრობლემასთან - როგორც ჩანს, ჩვენთან ეს ეკონომიკურად გაუმართლებელი იქნება დიდი თვითღირებულების გამო.

როდესაც ენერგიის არატრადიციულ განახლებად წყაროებზე ვმსჯელობთ, აუცილებლად უნდა შევხებოთ ბიოენერგეტიკის შესაძლებლობებს. ამკარა, რომ ჩვენი კლიმატური პირობები საკმაოდ შესაფერისია ბიომასის დიდი რაოდენობით წარმოებისათვის. მისასაღმებელია, რომ ზოგი ენთუზიასტი იშვიათი მონდომებით ახდენს ბიოგაზის მიმღები დანადგარების პოპულარიზაციას, რასაც გარკვეული ეკონომიკურ-ტექნიკური საფუძვლები გააჩნია. განსაკუთრებით პერსპექტიულია ბიოგაზის დანადგარები მთიანეთის პირობებში, სადაც მესაქონლეობა მოსახლეობის საქმიანობის ტრადიციულ სახეს წარმოადგენს. გამოთვლილია, რომ თუ ოჯახს 6-8 მსხვილფეხა რქოსანი პირუტყვი ჰყავს, მათი ნაკელი საკმარისი იქნება შიდა მეურნეობის ენერგეტიკული უზრუნველყოფისათვის. ისიც არის გასათვალისწინებელი, რომ ბიოაგრეგატში გამოიმუშავებული ნარჩენები შესანიშნავ სასუქს წარმოადგენს, რაც ბიოლოგიურად სუფთა მეურნეობის წარმოებისათვის აუცილებელია. შეიძლება დარწმუნებით ითქვას, რომ ბიოგაზის წარმოების ტექნოლოგია იმდენად მარტივია და ამავე დროს ეკონომიკურად იმდენად ხელმისაწვდომი, რომ, სავარაუდოდ, ახლო მომავალში ბიოაგრეგატები ფართო გავრცელებას ჰპოვებენ საქართველოს სოფლებში. რაც შეეხება საწვავი ტორფის წარმოებას: ეს საკითხი ჯერ კიდევ არ არის ჯეროვანი სიღრმით შესწავლილი. თუმცა, ცნობილია, რომ კოლხეთის დაბლობი ამ

ნედლეულით საკმაოდ მდიდარია. ბიო ნარჩენების მსგავსად, ტორფიც ძვირფას მინერალურ სასუქს წარმოადგენს.

შეიძლება თუ არა საქართველოს პირობებში ისე ვაწარმოოთ ახალი ენერგეტიკული ობიექტების მშენებლობა, ან უკვე არსებულის ექსპლოატაცია, რომ მინიმუმამდე დავიყვანოთ ნეგატიური ზემოქმედება გარემოზე? მსოფლიო გამოცდილება გვიჩვენებს, რომ, სათანადო სურვილისა და დაფინანსების შემთხვევაში, შესაძლებელია დასაშვებ ფარგლებამდე დავიყვანოთ, ან სულაც მთლიანად ავიცილოთ, ტექნოგენური ზემოქმედება ბუნებრივ წონასწორობაზე. მაგალითისათვის განვიხილოთ წყალსაცავების მშენებლობა. საკითხი, თუ რამდენად საჭიროა საქართველოს მასშტაბებით დიდი წყალსაცავები, განსაკუთრებით პრინციპული დავის საგანი გახდა ჯერ კიდევ საბჭოთა ეპოქიდან მოყოლებული. რამდენიმე ათწლეულის წინ დაწყებული გაცხარებული პოლემიკა ერთის მხრივ, ენერგეტიკოსებსა და ჰიდრომშენებლებს, ხოლო, მეორეს მხრივ, ბუნების დამცველებს შორის, კვლავ მთელი ძალით გაღვივდა ჯერ ხუდონის, დღეს კი ნამოხვანჰესის პროექტთან დაკავშირებით. გავიხსენოთ, რომ საქართველოს ჰიდრორესურსებს ახასიათებს სეზონური ცვლილებები, რაც დაკავშირებულია შემოდგომა-ზამთრის პერიოდში მდინარეთა ჩამონადენის მკვეთრ შემცირებასთან. იმისათვის, რომ დაიფაროს წყლის დეფიციტი, უნდა ხდებოდეს მისი აკუმულირება ხელოვნურ რეზერვუარებში. წყალსაცავები საშუალებას იძლევა ჰიდროელექტროსადგურებზე შევინარჩუნოთ ელექტროენერჯის გამომუშავების მეტ-ნაკლებად სტაბილური დონე. ეს ნიშნავს, რომ, გარდაუვალი აუცილებლობის შემთხვევაში, იარსებებს შესაძლებლობა, რომ ჰესები გამოვიყენოთ არა მარტო ენერჯიაზე პიკური მოთხოვნილებების დასაფარავად, არამედ, საჭიროების მიხედვით, გარკვეული დროის განმავლობაში, ისინი ვამუშაოთ ბაზისურ რეჟიმში. გავიხსენოთ, რომ ახლო წარსულში, საშინელი ენერგეტიკული კრიზისის დროს, ბაზისურ რეჟიმში მომუშავე ენგურჰესი აღმოჩნდა ფაქტიურად ქვეყნის გადამრჩენელი სრული ეკონომიკურ-სოციალური კოლაფსისაგან. ეს მაგალითი საკმარისია იმისათვის, რომ გავიგოთ ენერჯო სისტემის სტაბილურობის მნიშვნელობა, მით უმეტეს მაშინ, როცა დადგმული სიმძლავრეები ქვეყნის მოთხოვნილებას ელექტროენერჯიაზე მინიმალურადაც ვერ აკმაყოფილებს. ამიტომ, თუ ენერგეტიკული პრობლემის ჩვენი ძალებით გადაწყვეტა მართლაც გვინდა, საქართველოში ან უნდა შეიქმნას თბოელექტროსადგურების ძლიერი ბაზა, ან უნდა აშენდეს ახალი, საკმაოდ მძლავრი ჰესები, რომლებიც, საჭიროების შემთხვევაში, გარკვეული დროის განმავლობაში, ბაზისურ რეჟიმში იმუშავენ. მაგრამ, ძნელი წარმოსადგენია, თუ როგორ შევძლებთ თანამედროვე, მძლავრი ჰიდროენერგეტიკული ობიექტების შექმნას, საკმაო მოცულობის მქონე, წყლის ხარჯის მარეგულირებელი წყალსაცავების გარეშე. თუმცა, ჰიდროტექნიკურ ნაგებობათა შორის ყველაზე მეტად, სწორედ წყალსაცავები ახდენენ ტექნოგენურ დაწოლას გარემოზე. ბუნებრივია, რომ მათ პროექტირებისას მაქსიმალურად მკაცრად უნდა იყოს გათვალისწინებული ეკოლოგიური მოთხოვნები, ხოლო იმ ადამიანებმა, რომელთა საცხოვრებელ გარემოს უშუალოდ შეეხება მშენებლობა, უნდა მიიღონ ღირსეული კომპენსაცია.

საქართველო ღარიბია ბუნებრივი შიდა წყალსატევებით. ჩვენს ტერიტორიაზე სულ 200-მდე ბუნებრივი ტბაა, თანაც ძირითად ძალიან მცირე ზედაპირული ფართის მქონე. ხელოვნური წყალსაცავების ზომებიც არც თუ ისე დიდია. ბუნებრივია, რომ როცა კაშხალის საშუალებით ხდება მდინარის კალაპოტის გადაკეტვა და წყლის დატბორვა, იკარგება ჩვენი, ისედაც მცირემდიწიანი ქვეყნისათვის სასარგებლო, სასოფლო-სამეურნეო სავარგულები და ხშირ შემთხვევაში წყლით იფარება სოფლები. მოვიშველიოთ მცირე სტატისტიკა, რომელიც უკვე არსებულ ან პერსპექტივაში შესაძლებელ ხელოვნურ წყალსაცავებს ეხება. მაგალითად: ენგურის წყალსაცავმა, რომლის სარკის ზედაპირი 1350 ჰექტარია, დაფარა კიდევ უფრო დიდი ფართის ტყის მასივი;



1150 ჰა ზედაპირის მქონე ჟინვალის წყალსაცავის ქვეშ აღმოჩნდა 326 ჰა სასოფლო-სამეურნეო სავარგული; გალის წყალსაცავმა დაფარა 215 ჰა; ხუდონის წყალსაცავი, თუ კი ის აშენდება, დაფარავს 120 ჰა-ს, ტვიშის - 47 ჰა-ს; ნამახვანისა და ჟონეთის - 250 ჰა-ს. ერთის შეხედვით, ეს ფართები არც თუ დიდია, თანაც ეს წყალსაცავები ძირითადად მდებარეობენ ან გამიზნულნი არიან მთიან ადგილებში ასაგებად. მაგრამ, დატბორვის გარდა, მათი მშენებლობა და ექსპლოატაცია დაკავშირებულია გზების გაყვანასთან, ტყის გაჩეხვასთან და ა.შ. ამიტომაც, წყალსაცავის პრობლემა აუცილებლად უნდა იყოს განხილული კომპლექსურად, რადგანაც სასოფლო-სამეურნეო სავარგულის გარდა წყლით იფარება ტყე-ბუჩქნარიც. მაგალითად, ჟინვალის წყალსაცავმა, სასოფლო-სამეურნეო მიწებთან ერთად, დაფარა დაახლოებით 800 ჰა ტყე, ხოლო ხუდონი დაფარავს არა ნაკლებ 400 ჰა-ს. ეს კი ჯამში უკვე მნიშვნელოვან ფართს შეადგენს. ამიტომ, ყველა წყალსაცავის საპროექტო ხარჯებში, აუცილებლად გათვალისწინებული უნდა იყოს ტყის დანაკარგების, ე.ი. მერქნის რესურსის, კომპენსაცია, ანუ უნდა მოხდეს დანაკარგის ტოლფასი ტყის გაშენების ფინანსირება.

წყალსაცავების მშენებლობას ხშირად თან ახლავს განსაკუთრებით უარყოფითი მომენტი, სოფლების გადასახლება. მაგალითად: თავის დროზე ენგურისა და გალის წყალსაცავების მშენებლობამ გამოიწვია 15 სოფლის გადასახლება. ხუდონჰესისა და ნამახვანჰესის მშენებლობის შემთხვევაში ეს გამოიწვევს ასეულობით ოჯახის აყრას და ახალ საცხოვრებელ გარემოში გადასახლებას. ეს პროცესი დაკავშირებულია პრობლემასთან, რომელიც ცხოვრების ყველა ასპექტს ეხება: სოციალურს, ეთნიკურს, ეკონომიკურს და კულტურულს. ბუნებრივია, რომ გადასახლების პროცესს არ შეიძლება თან არ ახლდეს გარკვეული სოციალური დისკომფორტი, რაც ზოგიერთისათვის ფსიქოლოგიური სტრესის ტოლფასი შეიძლება აღმოჩნდეს. გასაგებია, რომ უკიდურეს შემთხვევაში ფსიქოლოგიურ ზიანს ვერავითარი მატერიალური კომპენსაცია ვერ აანაზღაურებს. მაგრამ, ისიც უნდა ავლნიშნოთ, რომ თუ კომპენსაცია შესაფერისი იქნება ახალ პირობებში ნორმალური ცხოვრებისათვის, მიგრანტთა ოჯახებს, განსაკუთრებით ახალგაზრდებს, გაუჩნდებათ ღირსეული მომავლის პერსპექტივა. ამის გარანტი უნდა იყოს სახელმწიფო, რომელიც ვალდებულია პირველ რიგში დაიცვას მოსახლეობის, ხოლო შემდგომ, მშენებლის ან ჰიდროენერგეტიკული ობიექტის ექსპლოატატორის ინტერესები.

არსებობს აგრეთვე დიდი წყალსაცავების მშენებლობით გამოწვეული, პრაქტიკულად ძნელად კომპენსირებადი, ზარალი, რომელიც მდინარეების იქტო ფაუნას ეხება. ცნობილია, რომ კაშხლები ზღუდავენ თევზის მიგრაციისა და გამრავლების ბუნებრივ გზებს. ამ კუთხით საქართველოს ბუნებამ უზარმაზარი დანაკარგი განიცადა, როდესაც რიონის, ენგურისა და მტკვარის გადაკეტვის გამო უნიკალურ ჯიშებს, მაგალითად, ზუთხსა და ორაგულს, მოესპო ამ მდინარეების სათავეებისაკენ, იქ სადაც მათი ბუნებრივი გამრავლება ხდებოდა, მიგრაციის საშუალება. ამის შედეგად შავმა და კასპიის ზღვებმა თითქმის დაკარგეს უძვირფასესი თევზის ჯიშები. განსაკუთრებით ეს ეხება ატლანტიკურ ზუთხს. პროექტით, ყველა კაშხალს გათვალისწინებული უნდა ჰქონდეს სპეციალური თევზგამტარები. მაგრამ, როგორც წესი, ეს გამტარები ძალიან მალე ისილება ან ქვალორლით იხერგება, რის გამოც ისინი ვეღარ ასრულებენ თავის ფუნქციას. ასევე, მეტად უარყოფითი შედეგები მოაქვს მდინარეთა კალაპოტებში წყლის შემცირებას წყალსაცავების შევსების დროს, რადგანაც შიშვლდება დატბორილი ფართობები და თევზის მიერ დაყრილი ქვირითი იღუპება. მიუხედავად იმისა, რომ, ფორმალურად, ზოგიერთი წყალსაცავის პროექტი ითვალისწინებდა თევზის გასამრავლებელი ხელოვნური საშენების მოწყობას, უმნიშვნელო დაფინანსების გამო ამ მიმართულებით საქართველოში ბევრი არაფერი გაკეთებულა.

განსაკუთრებით მნიშვნელოვანი მასშტაბების ეკოლოგიურ და ეკონომიკურ ზარალს იწვევს მდინარეების მყარი ნატანის აკუმულირება ხელოვნურ წყალსაცავებში. სწორედ ეს ქმნის მყარი ნატანის დეფიციტს შავი ზღვის სანაპირო ზოლში. მაგალითად, ენგურის კაშხლის აგებამ გამოიწვია მის შესართავში, ანაკლიასთან სანაპირო ზოლის სწრაფი ტემპებით გამორეცხვა. თავის დროზე მსგავსი რამ მოხდა, მაგალითად, ბიჭვინთის პლიაჟზე, რომელის აღდგენასა და დამაგრებას მნიშვნელოვანი თანხები დასჭირდა. აჭარაში იძულებულნი იყვნენ რამდენიმეჯერ მიემართათ პლიაჟების აღდგენისათვის, რაც გულისხმობს მყარი ნატანის ხელოვნურ ტრანსპორტირებას დარღვეულ სანაპირო ზოლში. დღესაც დიდ შემფოთებას იწვევს აჭარის სანაპიროს მდგომარეობა თურქეთის მხრიდან ჭოროხის დაგუბების გამო. საქმე იმაშია, რომ ამ მდინარეს ყოველწლიურად ჩამოჰქონდა 5,5 მილიონ კუბურ მეტრზე მეტი მყარი ნატანი, რომელიც ახდენდა აჭარის პლიაჟების ფორმირებას. ცხადია, რომ თუ არ მოხდა ამ ინერტული მასის დანაკარგის ხელოვნური კომპენსაცია, აჭარის პლიაჟები დროთა განმავლობაში შეიძლება კრიტიკულ მდგომარეობაში აღმოჩნდეს.

ეკოლოგიური აზრით დიდი წყალსაცავების მიმდებარე ტერიტორიაზე აუცილებლად უნდა მოხდეს კლიმატის ცვლილება, რაც, თავის მხრივ, გავლენას მოახდენს ადგილობრივ მეტეოროლოგიურ პირობებზე და ფლორაზე. არსებობს მსოფლიო მონაცემები, რომლებიც ობიექტურად მეტყველებენ ასეთ ცვლილებებზე განსაკუთრებით დიდი ხელოვნური წყალსაცავების რაიონებში. თუმცა, ჩვენთან, მაგალითად, ენგურის ან ჟინვალის წყალსაცავების გავლენით, კლიმატური და ატმოსფერული გეოფიზიკური პარამეტრების მნიშვნელოვანი ცვლილება არ ფიქსირდება. საზოგადოდ, მიკროკლიმატურ ცვლილებებზე აპრიორი ცალსახად უარყოფით კონტექსტში ლაპარაკი არაკორექტულია, რადგანაც უნდა გვახსოვდეს, რომ ატმოსფერო არ წარმოადგენს ჩაკეტილ ფიზიკურ (თერმოდინამიკურ) სისტემას. *ამიტომ, ატმოსფერული პარამეტრების მცირე ლოკალურ შემფოთებას არ შეუძლია გამოიწვიოს კატასტროფული შედეგები მასშტაბური კლიმატური ცვლილებების სახით.* ეს ფაქტი სრულად ეხება ჩვენს წყალსაცავებს, რომელთა სარკეების ფართი არც თუ დიდია. მაგალითად: ენგურის წყალსაცავის ფართია 13,5 კვ.კმ, მოცულობა - ერთი კუბური კილომეტრი, ჟინვალისა - 11,5 კვ.კმ და მოცულობა - 0,5 კუბური კილომეტრი. რადგანაც სხვა ჩვენი წყალსაცავების სარკეების ფართი კიდევ უფრო მცირეა, მათ, მით უმეტეს არ შეიძლება გამოიწვიონ მიკროკლიმატის მნიშვნელოვანი ცვლილება. აქ აუცილებლად უნდა აღინიშნოს, რომ გავრცელებული აზრი, თითქოსდა ენგურის წყალსაცავი მიზეზი იყო 1987 წელს დასავლეთ საქართველოში მომხდარი კატასტროფული წყალდიდობისა, არავითარ მეცნიერულ საფუძველს არ ემყარება.

უარყოფითი ეკოლოგიური ზემოქმედების თვალსაზრისით თბოელექტროსადგურები ჰიდროელექტროსადგურებზე არა ნაკლები ზიანის მომტანები არიან. ცნობილია, რომ თესები გარემოში, მავნე გამონაბოლქვთან ერთად, გამოყოფენ სითბოსა და ქიმიურად დაბინძურებულ წყალს. განსაკუთრებით სახიფათოა გამონაბოლქვი, რომელიც შეიცავს მყარ ნაწილაკებს, ე.წ. აეროზოლებს, მაგალითად, გოგირდის დიოქსიდსა და ჟანგეულებს, აგრეთვე ნახშირბადის ჟანგს. 1990 წლის მონაცემებით საქართველოში მრეწველობის მავნე გამონაყოფების 15-20 % მოდიოდა თბოენერგეტიკის ობიექტებზე. ამ მხრივ განსაკუთრებით მნიშვნელოვანი იყო გარდაბნის რაიონული თბოელექტროსადგურის მუშაობით გამოწვეული დაბინძურება. იმ დროს ქ. რუსთავის მიდამოებში მავნე ნივთიერებების ფონური კონცენტრაცია ჰაერში და ნიადაგში მნიშვნელოვნად აღემატებოდა ზღვრულად დასაშვებ ნორმებს. ცხადია, რომ ამაში არ შეიძლება მარტო თბოელექტროსადგურის "წვლილის" დეტერმინირება, რადგანაც დაბინძურებაში მონაწილეობდა, აგრეთვე, რუსთავში განლაგებული სხვა დიდი სამრეწველო ობიექტები, მეტალურგიული

კომბინატი და აზოტოვანი სასუქების ქარხანა. მაგრამ ლომის წილი მაინც თბოსადგურზე მოდიოდა. ეს გამოავლინა დამოუკიდებლობის შემდგომმა კრიზისულმა წლებმა, როცა რუსთავის საწარმოების მოქმედება მინიმუმამდე დავიდა. ფორმალურად, გარდაბნის თბოსადგურში დამონტაჟებული იყო გამონაბოლქვის გამწმენდი ფილტრები, აგრეთვე, არსებობდა ნამუშევარი წყლის გამწმენდი დამლექავი აუზები. დღესაც ეს თბოსადგური, მიუხედავად მისი მოდერნიზაციისა, გარემოს დამცველთა აზრით, მხოლოდ ნაწილობრივ აკმაყოფილებს ეკოლოგიური უსაფრთხოების მოთხოვნებს.

## საქართველოს ჰიდრო ენერგეტიკული პოტენციალის შეფასება და ეკოლოგიური პრობლემები

კერესელიძე ზ., არზიანი ზ.

რეზიუმე

დღეს ჰიდროენერგეტიკის პრობლემა საქართველოში განსაკუთრებით აქტუალურია. დღევანდელი ვითარება თითქმის ოთხი ათწლეულის წინ განვითარებული პროცესებიდან გამომდინარეობს.

ამიტომ, ბუნებრივია ისმის კითხვა: როგორი იყო საბჭოთა კავშირის არსებობის ბოლო წლებში მოთხოვნილება ელექტროენერგიაზე და რანაირად ნაწილდებოდა იგი საქართველოს სახალხო-სამეურნეო კომპლექსსა და მოსახლეობაზე? საწყის წერტილად მოსახერხებელია ავიღოთ 1988 წელი, როცა ელექტროენერგიის მოხმარებამ მაქსიმუმს მიაღწია. ამ წლის განმავლობაში საქართველომ დახარჯა 18 მილიარდი კვტ.სთ. ენერგია, საიდანაც მსხვილმა მრეწველობამ მოიხმარა 26%, სოფლის მეურნეობამ 6,4%, ტრანსპორტმა - 5%, მშენებლობამ - 2,5%, საყოფაცოვრებო-კომუნალურმა სექტორმა - 21%, სხვა ხარჯებმა შეადგინა 20%, ხოლო დანაკარგებმა და საკუთრივ ენერგეტიკული ობიექტების საჭიროებებმა - 18,5%. სხვა ხარჯები ნაწილდებოდა მრეწველობის იმ დარგებზე, რომლებიც წამყვანი არ იყო სახალხო მეურნეობაში. ძირითადად ეს იყო ადგილობრივი მრეწველობის ობიექტები. 1988 წლის შემდეგ ელექტროენერგიის მოხმარება ყოველწლიურად მცირდებოდა ისე, რომ 1994 წელს, მიახლოებითი შეფასებით, სულ მოხმარებული იყო 7-8 მილიარდი კვტ.სთ. ელექტროენერგია, რომლის 25-30% იმპორტირებული იყო მეზობელი სახელმწიფოებიდან: სომხეთიდან, აზერბაიჯანიდან და თურქეთიდან. ენერგეტიკისა და ჰიდრონაგებობათა სამეცნიერო ინსტიტუტის იმდროინდელი გაანგარიშებით 2000 წლისათვის საქართველოს დასჭირდებოდა მინიმუმ 15 მილიარდი კვტ.სთ. ელექტროენერგია წლის განმავლობაში, რათა სახალხო-სამეურნეო კომპლექსი ნორმალურად ამუშავებულიყო და დაკმაყოფილებულიყო მოსახლეობის მინიმალური საყოფაცხოვრებო მოთხოვნები. ასეთი პროგნოზი გულისხმობდა ელექტროენერგიის იმპორტს, დაახლოებით 6 მილიარდ კვტ.სთ. ოდენობით. იგივე პერიოდისათვის, ევროგაერთიანების ტექნიკური დახმარების საბჭოს ექსპერტთა გაანგარიშებით, საქართველოსათვის საკმარისი იქნებოდა 12 მილიარდი კვტ.სთ. ენერგია, ანუ დაახლოებით იმდენი, რასაც დღეს მოვიხმართ. თუმცა, ასეთი შეფასება გულისხმობდა ენერგო დამზოგი ტექნოლოგიების დანერგვას და ფართოდ გამოყენებას მრეწველობასა და სოფლის მეურნეობაში, რაც დღემდე მიუღწევად ამოცანად რჩება.

წარსულის მწარე გამოცდილებიდან გამომდინარე ბევრისათვის აშკარა გახდა, რომ შეუძლებელია ქვეყნის სრული დამოუკიდებლობის მიღწევა ენერგეტიკული დამოუკიდებლობის გარეშე. ამ სასიცოცხლო მნიშვნელობის მქონე პრობლემის გადაწყვეტის ძირითადი ფაქტორია იმ

ენერგეტიკული რესურსის რაციონალურად გამოყენება, რომელიც საქართველოს გააჩნია. ბუნებრივია, რომ ჩვენი მთავარი სიმდიდრეა ჰიდრორესურსი. რადგანაც მდინარეებში წყლის ხარჯს მკვეთრად სეზონური ხასიათი აქვს, საბჭოთა პერიოდში ჰიდროენერგეტიკოსები აუცილებლად მიიჩნევდნენ დიდი წყალსაცავების შექმნას, რაც უმეტესად, კასკადური პრინციპით უნდა განხორციელებულიყო. წყალსაცავების მშენებლობას ხშირად თან ახლავს განსაკუთრებულად უარყოფითი მომენტი. თუმცა, მიკროკლიმატურ ცვლილებებზე აპრიორი ცალსახად უარყოფით კონტექსტში მსჯელობა არაკორექტულია, რადგან ატმოსფერო ლოკალურ მასშტაბებში არ წარმოადგენს ჩაკეტილ თერმოდინამიკურ სისტემას. ამიტომ, ატმოსფერული პარამეტრების მცირე შეშფოთებას არ შეუძლია გამოიწვიოს კატასტროფული შედეგები მასშტაბური კლიმატური ცვლილებების სახით. უარყოფითი ეკოლოგიური ზემოქმედების თვალსაზრისით თბოელექტროსადგურები ჰიდროელექტროსადგურებზე არა ნაკლები ზიანის მომტანები არიან.

საკვანძო სიტყვები: გიდროენერგეტიკა, ეკოლოგია.

## **ASSESSMENT OF GEORGIA'S HYDROPOWER POTENTIAL AND ENVIRONMENTAL PROBLEMS**

**Kereselidze Z., Arziani Z.**

### **Abstract**

Nowadays in Georgia, the problem of hydropower is especially actual. Today's situation is caused by the processes that have developed during the last four decades: what was the need for electricity in the last years of the existence of the Soviet Union and how was it distributed between the national economy and the population? It would be convenient to name year 1988 as the starting point, when power consumption reached its maximum. During this year, Georgia used 18 billion kw/h of electric energy, including 26% in large-scale industry, 6.4% in agriculture, 5% in transport, 2.5% in construction, and 21% - in the household and utility sector, other expenses covered 20%, and the loss and needs of purely power facilities - 18.5%. Other expenses were distributed to those branches of industry that were not leading in the national economy. Basically, these were objects of local industry. After 1988, the consumption of electricity decreased every year so that in 1994, according to a rough estimate, a total of 7-8 billion kw/h of electricity was consumed, 25-30% of which was imported from neighboring states: Armenia, Azerbaijan and Turkey. According to the calculations of the Scientific Institute of Energy and Hydro Engineering of that time, by the year 2000 Georgia would annually use at least 15 billion kw/h of electricity for the normal functioning of the national economy and meet the minimum domestic needs of the population. This forecast implied the import of electricity in the amount of approximately 6 billion kw/h. By the same period, according to the calculations of the Council of Technical Assistance of the European Union, 12 billion kw/h of electric energy would be enough for Georgia, i.e., approximately as much as we use today. However, such an assessment implied the introduction of energy-saving technologies and their widespread use in industry and agriculture, which to this day remains an inaccessible task. Based on the negative experience of the past years, it became clear to many that it is impossible to achieve the full independence of the country without power independence. The main factor of this vital problem is the rational use of Georgia's available water resources. Naturally, our main wealth is water resources. Since the flow of water in the rivers is purely seasonal, during the period of the Soviet Union, hydropower specialists considered it necessary to create large reservoirs, which often had to be implemented in a cascading manner. Constructing a reservoir is often accompanied by a negative moment, though the judgment about microclimatic changes in a priori definite negative context is incorrect, since the atmosphere on a local scale does not represent a closed thermodynamic system. Therefore, the slightest perturbation in atmospheric parameters cannot cause catastrophic results in the form of large-scale climate changes. In regard to negative economic impact, thermal power plants are as harmful as hydroelectric power plants.

**Key words:** hydropower, ecology.

## **ОЦЕНКА ГИДРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ГРУЗИИ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ**

**Кереселидзе З., Арзиани З.**

### **Реферат**

Сегодня в Грузии особенно актуальна проблема гидроэнергетики. Сегодняшняя ситуация обусловлена процессами, которые развивались в течение последних четырех десятилетий: какова была потребность на электроэнергию в последние годы существования Советского Союза и как она распределялась между народно-хозяйственным комплексом и населением? За начальную точку удобнее назвать 1988 год, когда потребление энергии достигло своего максимума. В течение этого года Грузия потребила 18 миллиардов квт/ч энергии, в том числе на долю крупной промышленности приходится 26%, на долю сельского хозяйства – 6,4%, транспорта – 5%, строительства – 2,5%, бытового-коммунального сектора – 21%, другие расходы составили 20%, а на долю потерь и потребности сугубо энергетических объектов – 18,5%. Другие расходы распределялись на те отрасли промышленности, которые не были ведущими в народном хозяйстве. В основном это были объекты местной промышленности. После 1988 года потребление электроэнергии с каждым годом уменьшалось так, что в 1994 году, по приближенной оценке, всего было потреблено 7-8 миллиардов квт/ч электроэнергии, 25-30 % которой была импортирована из соседних государств: Армении, Азербайджана и Турции. При тогдашних расчетах научного Института энергетики и гидростроительства к 2000 году Грузия ежегодно использовала бы минимум 15 миллиардов квт/ч энергии для нормального функционирования народно-хозяйственного комплекса и удовлетворения минимальных бытовых потребностей населения. Такой прогноз подразумевал импорт электроэнергии в количестве приблизительно 6 миллиардов квт/ч. К тому же периоду по расчетам совета технической помощи Евросоюза, для Грузии было бы достаточно 12 миллиардов квт/ч энергии, т.е. приблизительно столько, сколько употребляем мы сегодня. Хотя такая оценка подразумевала внедрение энергоэкономных технологий и их широкое использование в промышленности и сельском хозяйстве, что до сегодняшнего дня остается недоступной задачей. Исходя из негативного опыта прошлых лет, для многих стало ясно, что невозможно достичь полной независимости страны без энергетической независимости. Основным фактором этой жизненно важной проблемы является рациональное использование имеющегося гидроресурса Грузии. Естественно, наше главное богатство гидроресурс. Так как в реках расход воды имеет сугубо сезонный характер, в период Советского Союза гидроэнергетики считали обязательным создание больших водохранилищ, что часто должно было быть реализовано по каскадному принципу. Строительство водохранилищ часто сопровождается отрицательным моментом, хотя суждение о микроклиматических изменениях априори однозначно в отрицательном контексте некорректно, так как атмосфера в локальном масштабе не представляет замкнутую термодинамическую систему. Поэтому, малейшее возмущение атмосферных параметров не может вызвать катастрофические результаты в виде масштабных климатических изменений. С точки зрения отрицательного экономического воздействия теплоэлектростанции вредят также, как гидроэлектростанции.

**Ключевые слова:** гидроэнергетика, экология.